

# Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttärien porsimistulosten perusteella

Anu Leukkunen

Kotieläinjalostuslaitos

---

Helsinki 1982

**Julkaisijat:**

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

## KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H., 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. Lisensiaattityö, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. Lisensiaattityö, 197 s.
3. MAIJALA, K., 1975. Kotieläinjalostus ja sen tutkimus. Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä, 26 s.
4. HELLMAN, T., 1975. Maidon lysosyymiaktiivisuudesta ja utaretulehduksesta Viikin karjassa. Pro gradu-työ, 77 s.
5. MAIJALA, K., 1975. Pohjoismaiden maataloustuotanto tulevaisuuden resurssitilanteessa. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa, 36 s.
6. MAIJALA, K., 1975. 50 vuotta kotieläinten jalostustutkimusta Suomessa — tutkimus tänään ja huomenna. Esitelmä Maa- ja kotitalouden Erikoisyhdistysten Liitonluentopäivillä Helsingissä 28.11.1974, 21 s.
7. NIEMINEN, P., 1975. Ultraäänikuvauksella arvioidun lihakkuuden yhteys sonnien kasvukoetuloosiin. Pro gradu-työ, 95 s.
8. MAIJALA, K., 1975. Yleisiä näkökohtia kotieläinten jalostustavoitteiden määrittelyssä. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa 3.7.1975, 18 s.
9. OJALA, M., PUNTILA, MARJA-LEENA, VARO, M. & LAAKSO, P., 1976. Sonniemittauksia yksilöttestausasemilla, 45 s.
10. HELLMAN, T., OJALA, M. & VARO, M., 1976. Ultraäänikuvauksen käyttö pössien yksilöarvostelussa, 15 s.
11. LINDSTRÖM, U., 1976. Voidaanko jalostuksella vaikuttaa utaretulehdusalttiuteen? 19 s.
12. RUOHOMÄKI, HILKKA & HAKKOLA, H., 1976. Lihantuotantokokeiden tuloksia, 15 s.
13. LAMMASPÄIVÄ, Viikki 2.2.1977, 21 s.
14. JOKINEN, LIISA & LINDSTRÖM, U., 1977. Pillereiden ei-uusintatulokset 4 vuoden säilytyksen jälkeen verrattuna tuloksiin 1 vuoden säilytyksen jälkeen, 12 s.
15. LINTUKANGAS, S., 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotostason ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonniemittauksien jälkeläisarvosteluun. Pro gradu-työ, 114 s.
16. MAIJALA, K. & SYVÄJÄRVI, J., 1977. Mahdollisuudesta kehittää monisyntyävää nautakarjaa valinnan avulla. 23 s.
- 17 a-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977.
18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.

KEINOSIEMENNYSKARJUJEN JÄLKELÄISARVOSTELU TYTTÄRIEN  
PORSIMISTULOSTEN PERUSTEELLA

Anu Leukkunen  
Lisensiaattityö 1981

Haluan lämpimästi kiittää Helsingin yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitoksella, Maatalouden tutkimuskeskuksen Kotieläinjalostuslaitoksella ja Keinosiemennysyhdistysten Liitossa työskenteleviä ihmisiä heidän avustaan, tuestaan ja kannustuksestaan työlleni. Erityisesti kiitän tutkija Veijo Vilvaa, jonka osuus työni menetelmällisen puolen ohjauksessa ja käytännöllisessä toteutuksessa on ollut suuri.

Anu Leukkunen

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	7
1.1. Arvostelujen tarve	9
1.2. Arvostelun mahdollisuudesta	12
1.3. Tutkimuksen tarkoitus	15
luvun 1 kuvat ja taulukot	17
2. EMAKON PORSIMISTULOKSIIN VAIKUTTAVAT YMPÄRISTÖTEKIJÄT	23
2.1. Johdanto	23
2.2. Tutkimusaineistot	23
2.3. Tutkimusmenetelmät	24
2.4. Tulokset ja niiden tarkastelu	30
2.5. Johtopäätöksiä	38
luvun 2 kuvat ja taulukot	39
3. HERITABILITEETIT	48
3.1. Johdanto	48
3.2. Aineistot ja menetelmät	49
3.3. Tulokset ja niiden tarkastelu	52
3.4. Johtopäätöksiä	56
luvun 3 kuvat ja taulukot	58
4. GENEETTINEN EDISTYMINEN PAHNUEKOSSA KÄYTETTÄESSÄ KARJUJEN ARVOSTELUJA JALOSTUSTYÖSSÄ	62
4.1. Johdanto	62
4.2. Perusoletukset	63
4.3. Vain emakoita valitaan	64
4.4. Emakoita ja karjuja valitaan	68
4.5. Tulosten tarkastelu	69
luvun 4. kuvat ja taulukot	73
5. YHTEENVETO JA KESKUSTELUA	74
KIRJALLISUUSLUETTELO	82

## 1. JOHDANTO

Suomessa vallalla oleva jalostussuuntaus kiinnittää melko vähän huomiota porsastuotanto-ominaisuuksien jalostukseen. Tämä siitäkkin huolimatta, että on laajalti omaksuttu käsitys emakon porsastuotantokyvystä yhtenä kaikkein tärkeimmistä sikakannan ominaisuuksista. Pahnuekoon suhteellinen ta- loudellinen (geneettisen hajonnan yksikköä kohden laskettu) merkitys on samaa luokkaa kuin rehunkulutuksen kasvuun tai ruhon lihakuuden ja suurempi kuin kasvukyvyyn (DANELL ym. 1976).

Toistaiseksi jalostajien ainoana keinona on ollut valita emakoita näiden oman porsastuloksen perusteella. Voidaan mainita ainakin kolme seikkaa, jotka antavat aihetta arvioida uudelleen pahnuekokoon kohdistuvaa jalostustyötä:

- 1) Nykyinen jalostuskäytäntö ei näytä johtavan tuloksiin.
- 2) Pahnuekoon geneettisestä säätelystä tiedetään aiempaa enemmän.
- 3) Keinosiemennyksen käyttö on laajaa ja yhden keinosiemennyskarjun jälkeläisistä saatetaan kasvattaa jopa satoja tyttäriä ja kymmeniä poikia emakoiksi ja karjuiksi. Karjujen arvostelu emakko-ominaisuuksien periyttäjänä on näin tullut mahdolliseksi.

Emakko-ominaisuuksien systemaattisen jalostuksen osa-alueita ovat mm. emakkojen arvostelu ja valinta, rotujen tai linjojen väliset risteytysohjelmat sekä mahdollisesti myös karjujen arvostelu ja valinta. Työni keskittyy karjujen arvostelun mahdollisuuksiin ja käyttöön jalostuksen apuna ja tässäkin erityisesti keinosiemennyskarjujen arvosteluun.

Aluksi kuitenkin lienee aiheellista luoda lyhyt katsaus Suomen sikakantaan ja keinosiemennyksen ja keinosiemennyskarjujen merkitykseen Suomessa.

Suomen sika-aines on pääasiassa yorkshire-(Y) tai maati-  
aisrotuista (M) (44 % Y, 55 % M vuoden 1979 siemennysten  
perusteella). Karjujen, emakoiden, lihasikojen ja porsai-  
den lukumäärät v. 1979 olivat seuraavat:

karjuja yli 9 kk	6 300
emakoita yli 9 kk	133 200
sikoja 6-9 kk	50 000
" 2-6 kk	696 000
" alle 2 kk	402 900

(Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta 1979)

Porsaita tuotetaan arviolta 8 500 sikalassa, joissa on  
keskimäärin 8.5 emakkoa. Tämä tieto perustuu keinosiemen-  
nystoiminnan yhteydessä saataviin tietoihin, eikä ole täy-  
sin yleispätevä (KSYL/toimintakertomus 1979). Puhdasrotuis-  
ten siitoseläinten tuotannosta vastaavat n. 50 jalostus-  
sikalaa.

Suomessa tehdään emakoille yli 70 000 ensisiemennystä vuo-  
sittain (v. 1979 72 372). Jos oletetaan, että emakko  
porsii kaksi kertaa vuodessa, siemennetään n. 27 % emakois-  
ta. Keinosiemennyskarjuja on n. 300 (v. 1979 ruokinta-  
päivien mukaan 290 kpl) viidellä karjuasemalla. Keino-  
siemennyskarjujen hankinta on keskittynyt muutamaan ti-  
laan ja periaatteessakin vain kantakoetoiminnan piirissä  
oleviin n. 250 tilaan. Melko tavallista on, että emakot  
ja tilan omat karjut valitaan pahnueista, joiden isä on  
keinosiemennyskarju. Keinosiemennyskarju on siitoseläin-  
ten isänä useammin kuin keinosiemennyksen keskimääräinen  
(27 %) käyttö edellyttäisi. Keinosiemennyksen käyttö on  
yleisempää pienissä ja pienehköissä sikaloissa. On myös  
tavallista, että samassa karjassa on eri rotuisia eläi-  
miä ja että käytetään rinnan astutusta ja siemennystä.

### 1.1. Arvostelun tarve

Keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelu tekee mahdolliseksi valinnan harjoittamisen karjupuolella. Arvosteluja voidaan myös käyttää parantamaan emakoiden arvostelua (emakon isän tietona). Siihen, onko tällaiseen jalostustyöhön tarvetta, vaikuttavat monet tekijät: emakoiden hedelmällisyyden merkitys sikatalouden harjoittamisessa, emakoiden hedelmällisyystaso, keinosiemennyskarjujen suuren käytön tuomat vaatimukset ym.

Englannissa tehdyn selvityksen mukaan kustannukset vieroitettua porsasta kohden ovat n. kolmanneksen pienemmät. Jos emakkoa kohden vieroitetaan keskimäärin 22 porsasta kuin, jos vieroitettuja olisi vain 14 porsasta vuodessa (The Sow - Improving Her Efficiency, s.24). Arvio ei luonnollisestikaan ole suoraan vertailukelpoinen Suomen tilanteen kanssa, mutta antaa kuitenkin käsityksen pahnuekoon merkityksestä emakkosikaloissa ja sikataloudessa yleensä.

Käyttäen ns. discounted gene flow-menetelmää Danell ym. (1976) saivat kasvunopeuden (g/päivä), rehunkulutuksen kasvun (Mcal/kasvu kg), lihakkuuden (%) ja pahnuekoon (elossa 3 vkk) suhteellisiksi taloudellisiksi pääkertomiksi geneettisen hajonnan yksikköä kohden 1/-3.36/3.33/3.07 (karju) 4.60 (emakko) vastaavasti. Pahnuekoon taloudellinen paino näiden ominaisuuksien yhteisindeksissä on samaa suuruusluokkaa kuin kasvu- ja teurasominaisuuksien. Lasketussa indeksissä pahnuekoon paino jonkin verran putoaa, sillä sen geneettinen hajonta on muita ominaisuuksia pienempi.

Pahnueen syntymäkoon ohella vaikuttavat vuotuiseen emakkoa kohden laskettuun porsastuotokseen myös emakoiden tiinehtymisongelmat. Vuotta kohti laskettu porsastulos alenee ja emakon ylläpitokustannukset nousevat siemennyksen



tai astutuksen epäonnistuesssa tai vastaavasti, jos kii-  
maa ei esiinny.

Kansainvälisesti ottaen suomalaisten maatiais- ja york-  
shire-rotujen keskimääräinen pahnuekoko on varsin hyvä. Mi-  
kä sitten on optimaalinen pahnueen syntymäkoko? Tiede-  
täänhän, että hyvin suuret pahnueet ovat epätasaisia ja  
porsaas pienikokoisina heikompia. Paras tulos kolmen  
viikon ikään mennessä saavutetaan tavallisesti, kun pah-  
nueen syntymäkoko on 14-17 porsaan välillä (KORKMAN 1947,  
EIKJE 1974, LEGAULT 1977).

Eniten pahnueen kohtaloon vaikuttaa emakon hoitokyky.  
Se on suorassa yhteydessä toimivien nisien määrään. Ni-  
säluvun periytymisaste on melko korkea, 0.15 - 0.25  
(ENFIELD ja REMPEL 1961, SKJERVOLD 1963a, HANSET ja CAMER-  
LYNCK 1974). Lisäksi Skjervoldin työssä (1963a) osoi-  
tettiin erittäin voimakas maternaalivaikutus siten, että  
emän ja tyttären nisäluvut ovat lähempänä toisiaan, kuin  
ominaisuuden heritabiliteetti edellyttäisi.

Jos pyritään nostamaan syntyvien porsaiden lukumäärää,  
on parannettava myös hoitoa. Tähän voidaan periaattees-  
sa päästä kahdella tavalla, joihin kumpaankin on syytä  
paneutua. Toisaalta voitaneen emakon luontaista hoitoky-  
kyä jalostuksen avulla nostaa ja toisaalta edetä muun hoi-  
don alueella. Tärkeimpänä jälkimmäisestä ryhmästä voi-  
daan ehkä mainita ns. pahnueiden tasaaminen. Tämä tar-  
koittaa sitä, että suurista pahnueista siirretään porsai-  
ta pieniin ja keskikokoisiin. Vaihto onnistuu, jos ema-  
kot ovat porsineet lähes samanaikaisesti, mikä suomalai-  
sissa pienissä sikaloissa saattaa käytännölliseltä kannal-  
ta olla hankalaa.

Näyttäisi siltä, että on mahdollista nostaa emakoiden si-  
kiävyyttä joutumatta ojasta allikkoon. Vertailun vuoksi  
muistutettakoon, että maailmassa on sikarotuja, joiden  
keskimääräinen pahnuekoko liikkuu 20 porsaan tuntumassa

(mm. kiinalainen maatiainen).

Entä onko emakon keskimääräinen pahnuekoko pitkällä aikavälillä muuttunut? Miten nykyinen jalostussuuntaus vaikuttaa emakoiden hedelmällisyyteen? Kuvassa 1 on esitetty keskimääräinen pahnuekoko keinosiemennystilastoista ja jalostussikalaloista saatuna. Jalostussikalatuloksissa ei ole mukana ensikoita. Keinosiemennystilastoissa ovat vuotuiset pahnuekokokeskiarvot pysyneet likimain samalla tasolla koko 70-luvun ajan. Jalostussikalaloissa sensijaan voidaan havaita pientä laskua. Pahnuekoon painotettu keskiarvo 60-luvulla on ollut 12.9, kun vastaava arvo 70-luvulla on ollut 12.3. Eroa on 0.6 porsasta. Hienoiseen laskuun on saattanut osittain vaikuttaa keinosiemennyksen yleistyminen. Siemennyksestä syntyneet pahnueet ovat arviolta 0.5 porsasta pienempiä kuin astutuksesta syntyneet (SKJERVOLD 1975, KANGASNIEMI ja LINDSTRÖM 1977, RAL 1978).

Kasvukyvyn ja teurasominaisuuksien - joiden perusteella jalostusvalintaa tehdään - ja emakoiden pahnuekoon tai muiden hedelmällisyysominaisuuksien välillä ei ole selvästi osoitettu esiintyvän negatiivisia vuorosuhteita. Geneettiset korrelaatiot ovat useimmissa tutkimuksissa olleet pieniä ja korrelaation suunta kahden ominaisuuden välillä on saattanut vaihdella positiivisesta negatiiviseen eri tutkimuksissa (Taulukko 1).

Vaikka suoranaisia kahden ominaisuuden välisiä yhteyksiä ei esiintyisikään, saattaa käytössä oleva eläinten arvostelujärjestelmä suosia esimerkiksi pienistä pahnueista valittuja eläimiä. Negatiivinen vaikutus populaation pahnuekokoon syntyy, jos esimerkiksi pienistä pahnueista peräisin olevat porsaas saavat systemaattisesti muita paremmat arvostelutulokset. Taustalla saattaa olla esimerkiksi se, että pienissä pahnueissa kasvavat saavat suuremman osuuden emakon hoitokyvystä. Keskinäinen kilpailu on vähäisempää - porsailla on paremmat kasvuedellytykset. Tä-

mä voi heijastua eläinten myöhempiin arvostelutuloksiin. Jos näin tapahtuu pienten pahnueiden hyväksi, näkyvät seuraukset sikakannan hedelmällisyystasossa vasta pitkän ajanjakson kuluttua.

Edellä esitetyt asiat liittyvät lähinnä siihen, onko hedelmällisyyteen/pahnuekokoon syytä jalostusohjelmissa yleensä kiinnittää huomiota. Hieman toiselta kannalta on asiaa aiheellista tarkastella, kun on kysymys eläinryhmästä, josta tuotetaan paljon siitoseläimiä. Tällaisen ryhmän muodostavat keinosiemennyskarjut. Ei liene samantekevää onko karjun tyttäreiden pahnuekoko keskimäärin 9.5 vai 12.5 porsasta silloin, kun tyttäriä on satoja. Tällä hetkellä ei karjujen jalostusarvoa emakkoominaisuuksissa tarkkailla ollenkaan. Kuitenkin puolet perimästään emakko saa isältään, puolet myös pahnuekokoon vaikuttavista geeneistä. Vaikuttaisi luonnolliselta, että karjujen tyttäreiden hedelmällisyyttä edes tarkkailtaisiin. Mutta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa laskettu hedelmällisyysarvostelu (jälkeläisarvostelu) antaisi mahdollisuuden tehostaa emakoiden hedelmällisyyteen kohdistuvaa jalostustyötä.

## 1.2. Arvostelun mahdollisuudesta

Keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelun mahdollisuutta arvioidaan kahdelta kannalta:

- 1) Onko keinosiemennyskarjujen käyttöikä huomioonottaen mahdollista saada jälkeläisarvostelu siten, että karjua käytetään kohtuullisesti vielä arvostelutuna karjuna?
- 2) Mitä mahdollisuuksia on perustaa arvostelu keinosiemennystoiminnan yhteydessä kerättäviin porsimistuloksiin, joita käytetään nuoren karjun sperman laadun ja peräntönnölisten vikojen testaamiseen?

Kuvassa 2 on esitetty siemennysten kertyminen keinosiemen-  
nyskarjuille aineistona v. 1978 keinosiemen-  
nysasemilla olleet karjut. Todetaan, että 1 v. 3 kk. iässä karjulla  
on keskimäärin 125 uusimatonta siemennystä, joista suurin-  
piirtein sadan voidaan olettaa päättyvän porsimiseen.  
Jos jokaisesta pahnueesta kasvatetaan yksi porsas emakok-  
si, on karjulla 2 v. 8 kk. iässä n. 80 porsinutta tytär-  
tä (80 % emakoiksi aiotuista porsii).

Karjujen jälkeläisarvostelu voitaisiin perustaa näiden  
tyttörien tuloksiin. Periaatteessa tämä on mahdollista,  
mutta käytännössä ei uusittavien emakkojen tarve pahnuet-  
ta kohden ole näin suuri. Olettaen, että 40 % emakoista  
uusitaan vuosittain, tarvitaan uusi emakko vain n. joka  
viidennestä pahnueesta. Jos sama suhde pitää paikkansa  
myös keinosiemen-  
nyskarjun 125 ensimmäisestä uusimattomas-  
ta siemennyksestä syntyneiden pahnueiden osalta, saadaan  
karjulle tyttöä 2 v. 8 kk. ikään mennessä 15-20 kpl.

Ensin kuvatussa tapauksessa tyttöä on arvosteluvarmuu-  
den kannalta täysin riittävästi, mutta 15-20 tytärtä an-  
taa melko huonon arvosteluvarmuuden. Tavoitteena olisi  
pidettävä 30-40 tytärtä, jolloin arvostelun toistuvuus  
on n. 0.50. Vertailun vuoksi mainittakoon, että karjun  
arvostelu 30-40 tytären perusteella on kaksi kertaa var-  
mempaa, kuin emakon arvostelu kolmen porsimisen perusteel-  
la (Taulukko 2).

Arvio arvostelun valmistumisajankohdasta perustuu keski-  
arvoihin: tiinehtymiseen 250 päivän ikäisenä, 115 päivän  
tiineyteen, viiden viikon imetykseen. Osa karjuista saa  
125 ensimmäistä uusimatonta siemennystään selvästi nuor-  
rempana, osa vanhempana ja osa ei koskaan. Jos karjuilla  
1 v. 3 kk. ikään mennessä on 125 uusimatonta siemennystä,  
on 2 v. 8 kk. eräänlainen takaraja, johon mennessä karjun  
nuorinkin tytär on porsinut.

Yli 2 v. 8 kk. vanhojen karjujen spermalla tehdään n. 26 % kaikista siemennyksistä, vuosittain n. 18 000 - 20 000 aloitussiemennystä (Kuva 3). Olettaen, että keinosiemen- nysasemilla on keskimäärin 300 karjua käytössä, n. 80:llä olisi myös hedelmällisyysarvostelu tiedossa. Todellisuudessa arvosteltuja karjuja saattaisi olla hieman enemmän, sillä vanhojen karjujen käyttö on tehottomampaa eli tietyn siemennysmäärän saavuttamiseksi tarvitaan enemmän karjuja.

Edellä on osoitettu, että periaatteessa on mahdollista hedelmällisyysarvostella karjut vaiheessa, jonka jälkeen niiden käyttö on vielä kohtuullista. Toisena tehtävänä oli arvioida keinosiemennostoiminnan yhteydessä kerättävien tietojen soveltuvuutta hedelmällisyysarvostelun perustaksi. Laskelmat on tehty sen perusteella, että 27 % emakoista siemennetään, 40 % emakoista uusitaan vuosittain, 1/3 keinosiemennyskarjuista uusitaan vuosittain ja emakko osallistuu arvosteluun yhdellä porsimisella.

Kuvassa 4 esitetään yleinen kaavio porsimistulosten kertymisestä. Kyseessä ovat näin saadut suurimmat mahdolliset jälkeläismäärät. Vaiheessa, jossa tyttäret siemennetään, käytetään sattumanvaraisesti kaikkia keinosiemennyskarjuja. Jotta kaikki porsimistulokset saataisiin talteen, olisi kaikki keinosiemennyksestä syntyneet pahnueet rekisteröitävä. Nykyisin kerätään tiedot n. 20 000 pahnueesta vuosittain. Tämä on noin 30 % kaikista keinosiemennyspahnueista. Jos sama suhde toteutuisi nuorten karjujen tyttärien kohdalla, saataisiin tosiasialla tietoon vielä vähemmän tyttärien tuloksia, kuin kuvassa 4 on esitetty.

Aivan ilmeisesti keinosiemennostoiminnan yhteydessä kerättävät porsimistiedot eivät ole realistinen perusta keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvosteluille. Harjittavaksi jää nykyisen keräysjärjestelmän melko radikaali laajentaminen. Yksi mahdollisuus olisi käyttää tulevan emakkotarkkailun aineistoa, mutta ainakin alkuvaiheessa se käsittänee vähemmän emakoita. Näiden kahden

tiedoston yhteiskäyttöä kannattaa myös harkita. Arvostelujen saannin kannalta olisi myös hyvä, jos nuorten karjujen tyttäristä tavallista suurempi osa voitaisiin kasvattaa emakoiksi.

### 1.3. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää siemennyskarjujen arvostelumahdollisuuksia tyttäriensä hedelmällisyystietojen perusteella, esittää arvosteluun sopiva malli ja arvioida arvostelujen käyttämisestä saavutettavaa hyötyä.

Työssä on rajoitettu kolmen hedelmällisyysominaisuuden tutkimiseen: pahnuekoko syntyessä, siemennyksen onnistuminen ja pahnueessa kuolleina syntyneiden osuus.

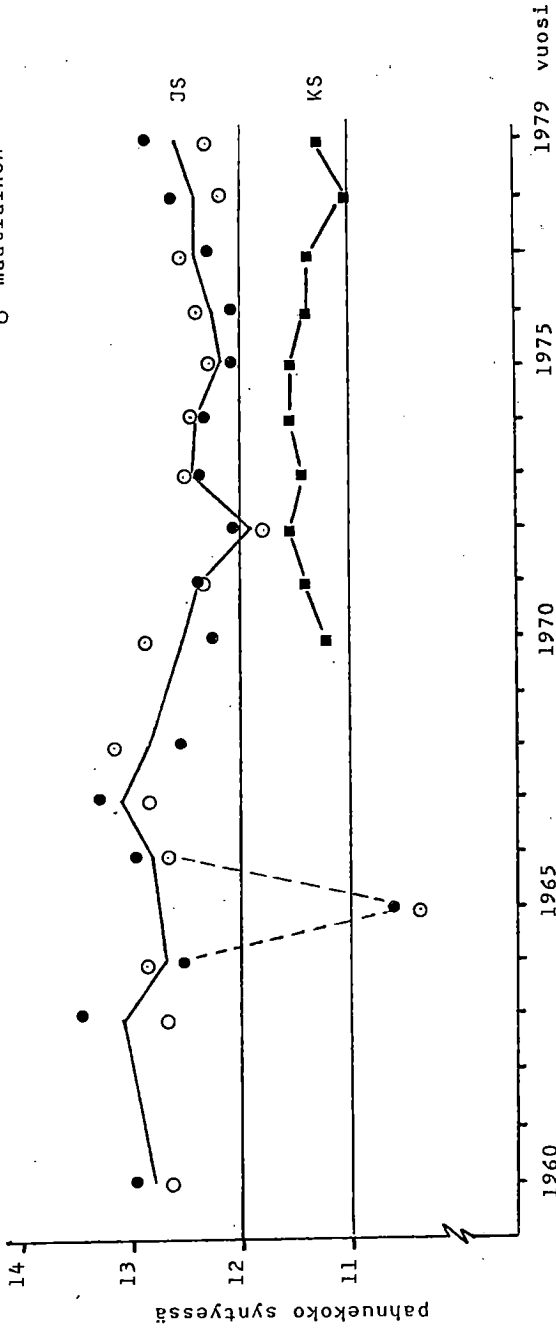
Pahnuekoko on emakon kerralla synnyttämien porsaiden lukumäärä. Pahnueen kokona syntyessä voidaan pitää yhteensä syntyneiden lukumäärää. Kuolleena syntyneiksi katsotaan tavallisesti ensimmäisen vuorokauden aikana kuolleet.

Kuolleena syntyneiden osuudella tarkoitetaan kuolleiden osuutta kaikista syntyneistä porsaista lukien mukaan kuolleet ja epämuodostuneet.

Siemennys katsotaan onnistuneeksi, jos emakko aloitussiemennyksen jälkeen ei esiinny sikasiemennysrekisterissä 5-90 päivän kuluessa. Uusintaprosentti on uusineiden emakoiden suhteellinen osuus tiettyyn ryhmään kuuluvien eläinten keskuudessa.

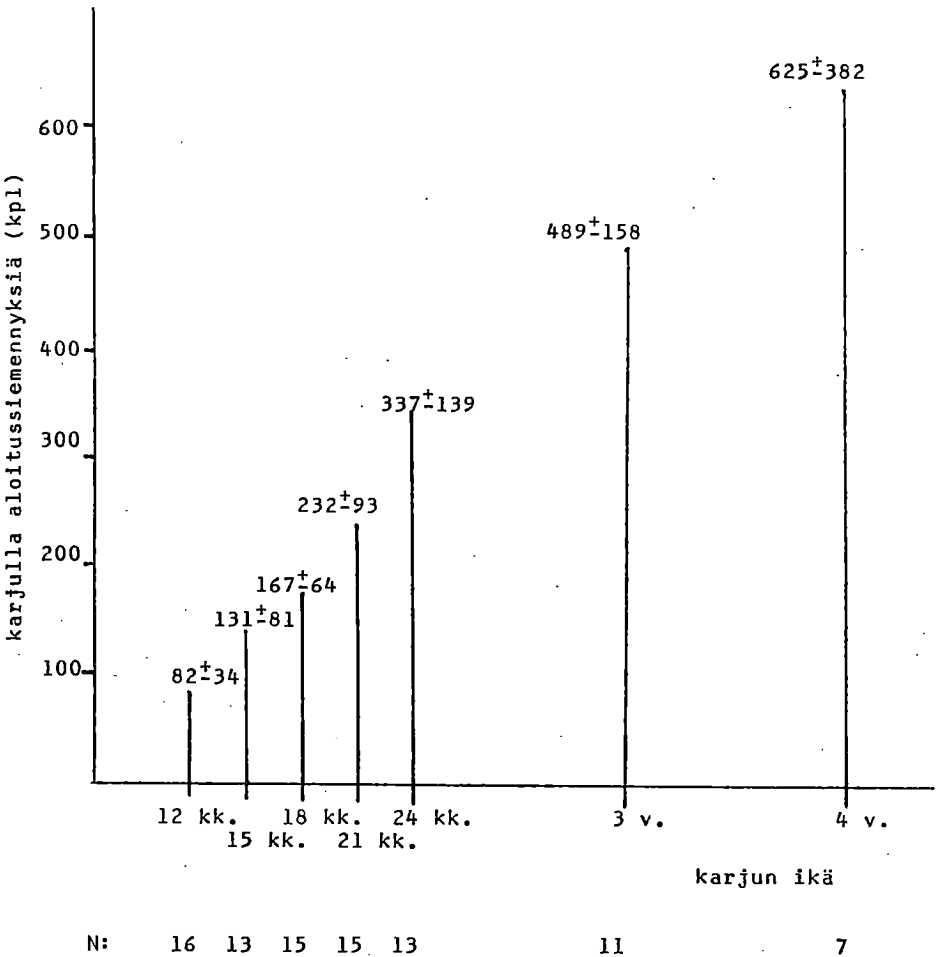
Ominaisuuksien valinnan perusteena on ollut se, mistä ominaisuuksista kerätään rutiininomaisesti tietoa keinosiemennystoiminnan yhteydessä. Kuitenkin on ominaisuudet pyritty valitsemaan siten, että ne muodostaisivat kokonaisuuden, joka mahdollisimman hyvin kuvaisi emakon hedel-

mällisyyttä laajassa merkityksessä. Hedelmällisyydellä tarkoitetaan eläimen kykyä tuottaa jälkeläisiä elinaikaan tai tietyn ajanjakson kuluessa. Ominaisuuksia tarkastellaan vain emakon ominaisuuksina eikä esimerkiksi siemennyskarjun välittömän hedelmällisyyden kuvaajina.

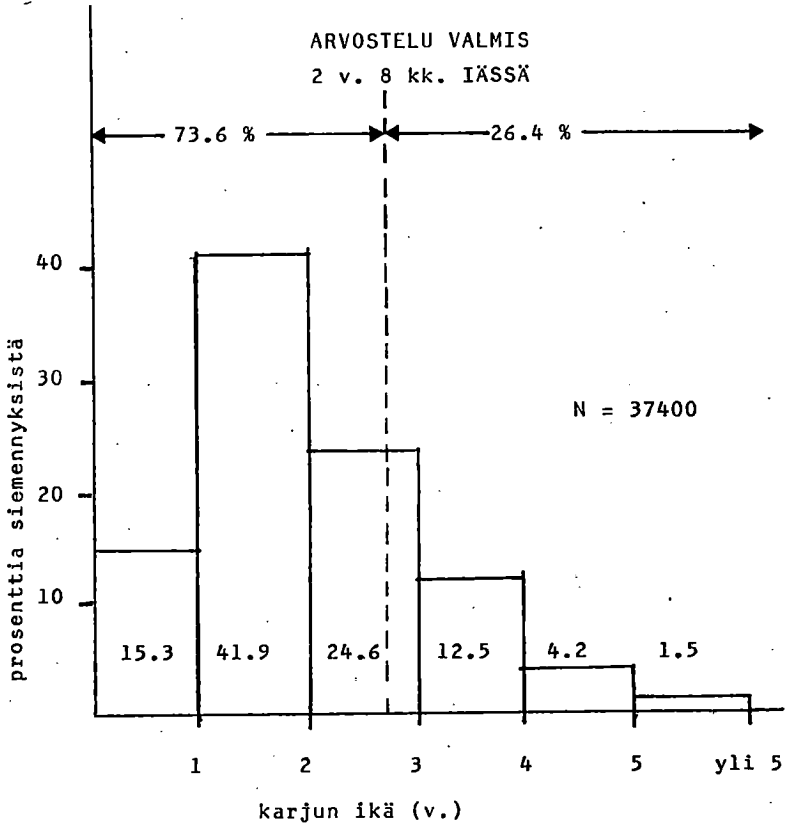


KUVA 1. Keskimääräinen pahnueen syntymäkoko jalostussikaloissa (JS) vv. 1960-1979 (ei sisällä 1. porsimiskerran tuloksia) ja keinosiemennetyillä emakoilla vv. 1970-1979 (KS).

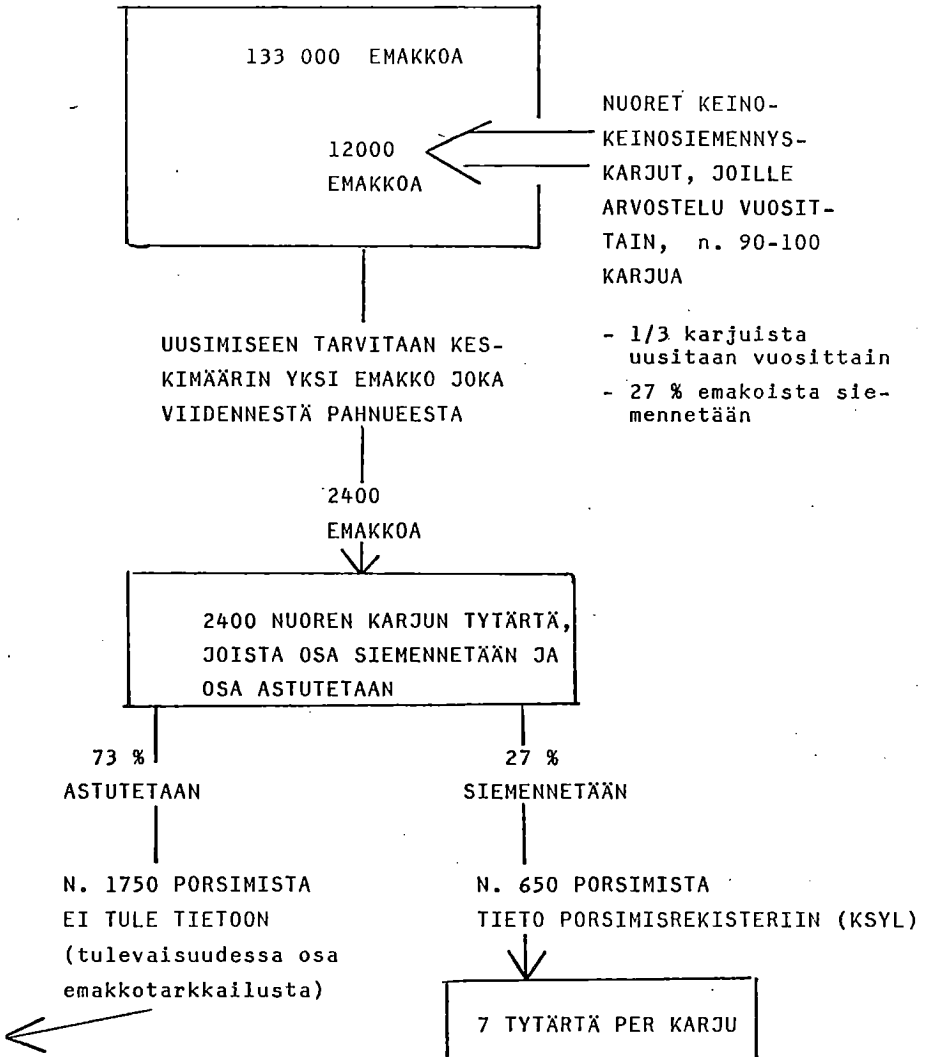




KUVA 2. Keinosiemennyskarjujen spermalla tehtyjen siemennysten karttumisen, huom. osa karjuista on voitu poistaa ko. vuoden (1978) aikana (Keinosiemennysyhdistysten Liiton v. 1978 vuosikertomuksessa julkaistujen siemennystietojen pohjalta laskettu).



KUVA 3. Eri ikäisillä karjuilla tehdyt siemennykset (KSYL/SIKASIEMENNYKSET -aineisto).



KUVA 4. Arvostelutulosten saanti keinosiemennyskarjuille keinosiemennystoiminnan yhteydessä kerättäviä porsimistietoja

TAULUKKO 1. Hedelmällisyysominaisuuksien ja sian kasvu ja teurasominaisuuksien välisiä fenotyyppejä ( $r_p$ ) ja geneettisiä ( $r_G$ ) korrelaatiokertoimia.

HEDELMÄLLISYYSOMINAISUUS	KASVU- TAI TEURAS- OMINAISUUS	$r_p$	$r_G$	TUTKIJAJA
pahnuekoko	kasvunopeus		0.06	Vogt ym. 1963
pahnuekoko s. yht.	lisäkasvu	-0.01		Heidier ym. 1976
"	selkäsilavan paks.	-0.08		"
"	liha/silava	-0.00		"
tiinehtymisprosentti	liha/silava	-0.76		"
"	selkäsilavan paks.	-0.09		"
pahnuekoko synt.	selkäsilavan paks.	-0.04	-0.11	Hetzer ja Miller 1970
"	selkäsilavan paks.	-0.04	-0.05	"
pahnuekoko	yhd. kasvu ja teur.		0.01	Morris 1975
pahnuekoko s. yht.	lisäkasvu	0.01	-0.25	Johansson 1978
"	rehunkäyttökky	-0.02	0.16	"
"	lihaprocentti	-0.09	-0.01	"
pahnuekoko s.+3vkk	rehunkäyttökky		-0.15	Morris 1975
pahnuepaino s.	lisäkasvu	0.08	0.11	Johansson 1978
"	rehunkäyttökky	-0.10	0.12	"
"	lihaprocentti	0.03	0.01	"
irtoavien munasolujen lkm.	kasvunopeus		-0.13	Newton ym. 1977
"	selkäsilavan paks.		0.09	"

Taulukko 2. Arvosteluvarmuus (b) karjun jälkeläisarvostelussa ja emakon yksilöarvostelussa,  $r$  = pahneukoon toistuvuus,  $h^2$  = periytymisaste.

#### KARJUN JÄLCELÄISARVOSTELU

N = jälkeläis- ryhmän koko	periytymisaste			
	0.07	0.10	0.12	0.15
5	0.08	0.11	0.13	0.16
10	0.15	0.20	0.24	0.28
15	0.21	0.28	0.32	0.37
20	0.26	0.34	0.38	0.43
30	0.34	0.43	0.48	0.54
40	0.38	0.51	0.55	0.61
50	0.46	0.56	0.61	0.66
60	0.51	0.61	0.65	0.70
80	0.58	0.67	0.71	0.75
100	0.63	0.72	0.76	0.79
150	0.72	0.79	0.82	0.85
200	0.78	0.84	0.86	0.88

#### EMAKON YKSILÖARVOSTELU

arvoste- lussa por- simisia	$r = 0.11$	0.15	0.18	0.21
	$h^2 = 0.07$	0.10	0.12	0.15
1	0.07	0.10	0.12	0.15
2	0.13	0.17	0.20	0.25
3	0.19	0.23	0.26	0.32
4	0.21	0.23	0.31	0.37
5	0.24	0.31	0.35	0.41

## 2. EMAKON PORSIMISTULOSSIIN VAIKUTTAVAT YMPÄRISTÖTEKIJÄT

### 2.1 Johdanto

Emakon porsimistuloksiin vaikuttaa suuri joukko erilaisia ympäristötekijöitä. Ympäristötekijöiksi määritellään ne tekijät, jotka eivät ole geneettisiä. Osa näistä liittyy ruokintaan, osa sikalaympäristöön, osa hoitoon. Usein voidaan todeta muutoksia hedelmällisyydessä tietyissä yhteyksissä, mutta syitä ei tunneta. Tällä tarkoitan vain sitä, että vaikka pahnuekoko on pienempi esimerkiksi ensimmäisellä porsimiskerralla, ei syy ole porsimiskerta, vaan jokin syvemmällä oleva ensimmäisen porsimiskerran yhteydessä pahnuekokoon vaikuttava tekijä. Karjujen hedelmällisyysarvostelussa emakon porsimistulokseen vaikuttavien tekijöiden tunteminen on tärkeää, sillä jälkeläisarvostelussa tuotostietojen tulisi olla vertailukelpoisia. Tunnettaessa tärkeimmät tekijät niiden vaikutusta arvostelutuloksiin voidaan yrittää poistaa. Kuinka hyvin tässä onnistutaan riippuu käytetystä jälkeläisarvostelumenetelmästä.

Tässä työssä pitäydytään ympäristötekijöiden merkitsevyyksien selvittelyyn. Havaittujen vaikutusten biologisiin ja muihin syihin ei paneuduta kovinkaan syvällisesti. Syiden etsintä ei kuulu työn piiriin. Tarkoitus on osoittaa suomalaisissa olosuhteissa jalostusarvostelun kannalta tärkeimmät pahnuekokoon siemennysten onnistumiseen ja pahnueessa kuolleena syntyneiden porsaiden suhteelliseen osuuteen vaikuttavat ympäristötekijät.

### 2.2. Tutkimusaineistot

Tutkimuksessa on käytetty neljältä eri taholta saatuja aineistoja:

- 1) Salpausselän keinosiemennysyhdistyksen porsimisaineisto. SALP
- 2) Keinosiemennysyhdistysten Liiton (KSYL) porsimisaineisto KSYL/PORS
- 3) Keinosiemennysyhdistysten Liiton sikasiemennysaineisto, KSYL/SIKAS
- 4) Suomen Kotieläinjalostusyhdistyksen (SKJY) emakko-tarkkailuaineisto (jalostussikalat), SKJY

Aineistojen suuruus, ajankohta, keräysalue ja kustakin tutkitut ominaisuudet on esitetty taulukossa 3.

Aineistot eivät ole tutkimustarkoitusta varten kerättyjä ja ovat osittain puutteellisia. Suurimmat ongelmat liittyvät uusintatietoon ja kuolleena syntyneiden osuuteen. KSYL/PORS ja SALP -aineistoissa on tietoja vain siemennyksistä, jotka ovat johtaneet porsimiseen. Tietoja ei saatu kokonaan tiineytymättä jääneistä eläimistä. Kuolleena syntyneiden osuus on laskettu sen perusteella, mitä karjankasvattaja seminologille on ilmoittanut tämän käydessä talossa seuraavan kerran. Aikaa porsimisesta on saattanut vierähtää, eikä kuolleiden lukumäärää aina muisteta. Eri aineistot kuitenkin täydentävät sopivasti toisiaan ja muodostavat kokonaisuuden, jonka avulla emakoiden hedelmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä voidaan selvittää.

### 2.3. Tutkimusmenetelmät

Aineistojen tilastollinen tutkiminen on suoritettu ns. pienimmän neliösumman varianssianalyysillä. Monimutkaisemat mallit on ratkaistu yhdistelemällä yksinkertaisempia analyysejä (HARVEY 1970).

Tutkitut tekijät:	oletus tekijän luonteesta
emakon (emakon isän) rotu	kiinteä
siemennyskarjun rotu	kiinteä
pahnueen rotu (SKJY)	kiinteä
porsimiskerta	kiinteä
vuodenaika tai tapahtuman kk.	kiinteä
keinosiemennysyhdistys	kiinteä
vuosi (SALP)	kiinteä
sikalan koko (emakkojen lkm.)	kiinteä
hedelmöittämistapa	kiinteä
siemennyskarjun ikä	kiinteä
sikalat	satunnainen
seminologit	satunnainen
siemennyskarjut	satunnainen

Seuraavassa on esitetty kustakin aineistosta laskettujen varianssianalyysien tilastolliset mallit.

SALP:

$$(1) Y_{ijklmn} = \hat{\mu} + a_i + b_j + (ab)_{ij} + c_k + d_l + f_m + e_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  , uusintatieto (0=ei , 1=kyllä)

$\hat{\mu}$  , uusintojen osuuden arvio

$a_i$  , emakon rotu,  $i=1,2$  (1=Y, 2=M)

$b_j$  , siemennyskarjun rotu,  $j=1,2,3,$   
(3=B)

$(ab)_{ij}$  , edellisten yhteisvaikutus

$c_k$  , siemennysvuosi,  $k=74\dots77$

$d_l$  , siemennyskk.,  $l=1\dots12$

$f_m$  , sikalan koko,  $m=1\dots6$   
(1:1-5 emakkoa, 2:6-10, 3:11-15  
4:16-20, 5:21-25, 6:>25 emakkoa)

$e_{ijklmn}$  , virhe



$$(2) \quad Y_{ijklmn} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + d_l + f_m + e_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  , pahnuekoko

$\hat{\mu}$  , pahnuekoon keskiarvon arvio

$a_i$  , siemennyskarjun rotu,  $i=1,2,3$

$B_{ij}$  , siemennyskarjun vaikutus

$c_k$  , emakon rotu,  $k=1,2$

$d_l$  , porsimisvuosi,  $l=74\dots77$

$f_m$  , vuodenaika,  $m=1,2,3,4$ , (1:1-3,  
2:4-6, 3:7-9, 4:10-12 kk)

$e_{ijklmn}$  , virhe

$$(3) \quad Y_{ijklmno} = \hat{\mu} + A_i + B_j + c_k + d_l + f_m + g_n + e_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$ , pahnuekoko

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$A_i$  , sikalan vaikutus

$B_j$  , seminologin vaikutus

$c_k$  , siemennyskarjun rotu,  $k=1,2,3$

$f_m$  , porsimisvuosi,  $l=74\dots77$

$g_n$  , vuodenaika,  $n=1,2,3,4$

$e_{ijklmno}$ , virhe

$d_l$  , emakon rotu,  $l=1,2$

KSYL/PORS:

$$(4 \ \& \ 5) \quad Y_{ijklmno} = \hat{\mu} + a_i + b_j + (ab)_{ij} + c_k + d_l + f_m + g_n +$$

$e_{ijklmno}$

$Y_{ijklmno}$  , pahnuekoko/uusintatieto  
 $\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio  
 $a_i$  , emakon rotu,  $i=1,2$   
 $b_j$  , siemennyskarjun rotu,  $j=1,2,3$   
 $c_k$  , porsimiskerta,  $k=1\dots6, >6$   
 $d_l$  , porsimis/siemennyskk.,  
 $l=5\dots12/1\dots7,8+9$   
 $f_m$  , keinosiemennysyhdistys  
 $\varepsilon_n$  , sikalan koko,  $n=1\dots6$   
 $e_{ijklmno}$  , virhe

$$(6) \quad Y_{ijklmno} = \hat{\mu} + a_i + b_j + (ab)_{ij} + c_k + d_l + f_m + \varepsilon_n + e_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$  , kuolleena synt. osuus  
 $\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio  
 $a_i$  , emakon rotu,  $i=1,2,3,4$   
 $b_j$  , siemennyskarjun rotu,  $j=1,2$   
 $(ab)_{ij}$  , em. yhdysvaikutus  
 $c_k$  , porsimiskerta,  $k=1\dots5, >5$   
 $d_l$  , porsimiskkk.,  $l=5\dots12$   
 $f_m$  , keinosiemennysyhdistys  
 $\varepsilon_n$  , sikalan koko,  $n=1\dots6$ , (1:1-5,  
 2:6-10, 3:11-15, 4:16-20,  
 5:21-25, 6: >25 emakkoa)  
 $e_{ijklmno}$  , virhe

$$(7) \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

$$(8) \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + (ac)_{ik} + (Bc)_{ijk} + d_l + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  , pahnuekoko

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , siemennyskarjun rotu,  $i=1,2$

$B_{ij}$  , siemennyskarjun vaikutus

$c_k$  , emakon isän rotu,  $k=1,2$

$(ac)_{ik}$  , vastaava yhdysvaikutus

$(Bc)_{ijk}$  , vastaava yhdysvaikutus

$d_l$  , porsimiskerta,  $l=1..6, >6$

$e_{ijklm}$  , virhe

$$(9) \quad Y_{ijk1} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + e_{ijk1}$$

$Y_{ijk1}$  , kuolleena synt. osuus

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , siemennyskarjun rotu,  $i=1,2$

$B_{ij}$  , siemennyskarju

$c_k$  , porsimiskerta,  $k=1..6, >6$

$e_{ijk1}$  , virhe

SKJY:

$$(10) \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  , pahnuekoko s./ pahnuekoko 3 vkk/  
pahnuepaino 3 vko

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , pahnueen rotu,  $i=1,2$

$b_j$  , porsimiskerta,  $j=1..5, >5$

$c_k$  , hedelmöittämistapa,  $k=1,2$   
(1:keinosiem., 2:astutus)

$d_l$  , vuodenaika,  $l=1,2,3,4$

$e_{ijklm}$ , virhe

$$(11) \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$ , kuolleena synt. osuus

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , porsimiskuukausi,  $i=1\dots 12$

$b_j$  , hedelmöittämistapa,  $j=1,2$

$c_k$  , pahnueen rotu,  $k=1,2$

$d_l$  , porsimiskerta,  $l=1\dots 6, >6$

$e_{ijklm}$ , virhe

KSYL/SIKAS:

$$(12) \quad Y_{ijklmno} = \hat{\mu} + a_i + b_j + (ab)_{ij} + c_k + d_l + f_m + g_n + e_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$ , siemennyksen onnistuminen, 0 tai 1

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , emakon rotu,  $i=1,2,3,4$

$b_j$  , siemennyskarjun rotu,  $j=1,2$

$(ab)_{ij}$  , vastaava yhdysvaikutus

$c_k$  , siemennyskuukausi,  $k=1\dots 11$

$d_l$  , keinosiemennysyhdistys

$f_m$  , sikalan koko,  $m=1\dots 6$

$g_n$  , siemennyskarjun ikä,  $n=0\dots 5, >5$  v.

$e_{ijklmno}$ , virhe

$$(13) \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  , siemennyksen onnistuminen, 0 tai 1

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , siemennyskarjun rotu,  $i=1,2$

$B_{ij}$  , siemennyskarju

$c_k$  , siemennyskuukausi,  $k=1...12$

$d_l$  , sikalan koko,  $l=1...6$

$e_{ijklm}$  , virhe

Sekamalleja 2,3,7,8,9 ja 13 on käytetty niissä esiintyvien satunnaismuuttujien (random-tekijöiden) varianssi-osuuden määrittämiseksi. Muut mallit ovat ns. kiinteiden (fixed) tekijöiden malleja.

#### 2.4. Tulokset ja niiden tarkastelu

Keskimääräinen pahnuekoko syntyessä on n. 11.0 porsasta (KSYL/PORS  $\bar{x} = 11.2$  (eläv. synt.), SKJY/PORS  $\bar{x} = 11.1$  (yht. synt.)). Siemennystä seuraa uusintasiemennys n. 20 %:ssa siemennyksistä (SALP  $\bar{x} = 0.22$ , KSYL/SIKAS  $\bar{x} = 0.18$ , KSYL/PORS  $\bar{x} = 0.16$ ). Keskimäärin 0.9 porsasta pahnuetta kohden syntyy kuolleena (SKJY/PORS  $\bar{x} = 0.94$ , KSYL/PORS  $\bar{x} = 0.81$ ) Taulukoissa 4-10 on esitetty eri tekijöiden vaikutusten suuruutta ja suuntaa kuvaavat ns. pienimmän neliösumman poikkeamat (least squares constants). Keskiarvon arvion  $\hat{\mu}$  ja konstanttien täsmällisiin arvoihin ei ole syytä kiinnittää kovin suurta huomiota. Analyysit on laskettu kiinteiden tekijöiden välisten erojen merkitsevyyksien testaamiseksi eikä niinkään erojen tarkkojen arvojen laskemiseksi. Taulukossa 11 on esitetty yhteenveto kiinteiden tekijöiden vaikutusten merkitsevyyksistä.

## PORSIMISKERTA

Emakon vanhetessa ja porsimisten lisääntyessä voidaan emakon hedelmällisyydessä nähdä selviä muutoksia. Eri-tyisesti näin on sikiävyyden suhteen. Ensimmäisellä porsimiskerralla syntyy suunnilleen 2.5 porsasta vähemmän kuin kolmannella tai neljännellä kerralla, jolloin sikiävyys on korkeimmillaan (taulukot 4 ja 5). Ulkomaisissa tutkimuksissa ero ensimmäisen ja parhaimman tuloksen välillä (2. tai 3. porsimiskerta) vaihtelee 1.5-2.7 porsaan tuntumissa ollen samaa suuruusluokkaa kuin nyt arvioitu porsimiskerran vaikutus (LUSH ja MOLLN 1942, KORKMAN 1947, HANSEN 1963, STRANG 1970, EIKJE 1974, McGLOUGHLIN 1976, RAL 1978.). Todelliset biologisten tekijöiden vaikutukset saattavat olla hiemen pienempiä, sillä emakoita karsitaan hedelmällisyydestä perusteella. Tällöin useampia kertoja porsineet valikoituvat hedelmällisyydeltään keskinmääräistä paremmiksi. Neljännen porsimisen jälkeen pahnueiden koko alkaa laskea. Arvioidaan että tärkein välitön syy pienempiin ensimmäisiin pahnueisiin liittyy irtoavien munasolujen lukumäärään. Ensikkoajan ovulaatioissa irtoaa vähemmän munasoluja (PERRY 1954).

Taulukoista 4 ja 5 nähdään, että porsimiskertojen välillä ei ole kovin suuria eroja kuolleenä syntyneiden osuudessa. Kuitenkin ilmenee tendenssi, että vanhemmilla emakoilla on enemmän kuolleenä syntyneitä porsaita.

Siemennyksen onnistumiseen ei porsimiskerroilla näytä olevan vaikutusta niiden tapausten osalta, jotka suoraan tai uusintasiemennyksen jälkeen ovat johtaneet porsimiseen (Taulukko 9). Tanskalaisen selvityksen mukaan 10 %:a siitoseläimiksi valituista nuorista emakoista ei edes siemennetä tai astuteta (TOMES ym. 1977). Syytä ei tutkimuksessa mainita, mutta kiimattomuus on varmasti yksi tärkeimmistä. Samassa yhteydessä ei astutettujen/siemennettyjen ensikoiden ja vanhempien emakoiden välillä havaittu tiinehtymisessä merkittävän suurta eroa.

## VUODENAIKA

Tulosten mukaan vuodenaajalla ei ole merkitystä pahnuekoon tai kuolleenä syntyneiden osuuden kannalta (taulukot 4-10). Uusintaprosentissa kuukausien väliset erot ovat tilastollisesti merkitseviä; tammikuun ja kesäkuuden siemennyksistä uusii keskimääräistä suurempi osa. Tunnettua on, että luonnonvaraisten eläinten lisääntymiskäyttäytyminen on vahvasti sidoksissa vuodenaikaisvaihteluihin. Vuodenaikaisvaikutukset ovat useilla kotieläimillä kuitenkin heikentyneet ja vain joitakin muutoksia voidaan nähdä. On esimerkiksi todettu pitenevän päivän vaikuttavan emakkojen munasarjojen toimintaan mm. niiden painoa lisäävästi (KLOCHKOV ym. 1971).

Kirjallisuudesta löytyy runsaasti töitä, joissa on tutkittu vuodenaajan vaikutusta pahnuekokoon. Osassa näistä vuodenaikojen/porsimiskuukausien väliset erot ovat olleet merkitseviä (EIKJE 1974, LEGAULT ym. 1975), mutta useammin erot eivät ole olleet merkitseviä (KORKMAN 1947, PERSSON 1969, STRANG 1970, MAIJALA 1974, McGLOUGHLING 1976, RAL 1978). Kun erot on todettu merkitseviksi, on parhaan ja heikoimman kuukauden/vuodenaajan pahnuekokokeskiarvojen välillä ollut eroa 0.3-0.7 porsasta.

Kaiken kaikkiaan näyttää siltä, että nyt tutkituissa aineistoissa kuukausien väliset erot eri hedelmällisyysominaisuuksissa ovat vähäisiä ja että selviä vuodenaikavaikutukseen viittaavia trendejä ei esiinny.

## HEDELMÖITTÄMISTAPA

Emakotarkkailuaineiston (SKJY) mukaan hedelmöittäminen vaikuttaa selvästi pahnuekokoon syntyessä. Astutuksesta syntyvät pahnueet ovat n. 0.5 porsasta suurempia kuin siemennyksestä syntyneet. Pahnueiden elinvoimaisuudessa on ilmeisesti eroa, sillä erot eri hedelmöittämistapojen välillä ovat hävinneet 3 viikon ikään mennessä. Keinosiemennyksestä syntyneet pahnueet ovat tuol-

loin jopa hieman painavampia (Taulukko 4). Useat muut tutkijat ovat todenneet samaa suuruusluokkaa olevan eron pahnuekoossa eri hedelmöittämissäapojen välillä (SKJERVOLD 1975, KANGASNIEMI ja LINDSTRÖM 1977, RAL 1978).

Kuolleena syntyneiden suhteelliseen osuuteen pahnueessa ei hedelmöittämissä näytä vaikuttavan (Taulukko 6). Sen sijaan on tunnettua, että tiinehtymisprosentti astutuksesta on parempi kuin siemennyksestä, 75-90 % astutuksessa vs. 60-85 % siemennyksessä (SIGNORET 1972).

#### KEINOSIEMENNYSYHDISTYS

On ainakin kaksi syytä epäillä, että keinosiemennysyhdistysten välillä esiintyy eroja mitä tulee niiden toimialueella siemennettyjen emakoiden hedelmällisyystuloksiin. Sperman käsittely ja siihen välittömästi liittyvät toimet saattavat poiketa toisistaan eri asemilla. Voidaan myös ajatella, että asemaympäristö vaikuttaa karjujen hedelmällisyyteen ja heijastuu näin emakoiden tuloksissa. Jos eläinaineksessa tarkasteltujen ominaisuuksien suhteen on eroja, ne näkyvät myös asemien välisinä eroina. Lisäksi voi asemien välisiä eroja saada aikaan se, että toisilla asemilla seminologit tekevät sekä sika- että nautasiemennyksiä kun toisilla asemilla osa seminologeista on erikoistunut sikasiemennyksiin. Keinosiemennysyhdistysten välisiä merkitseviä eroja esiintyy vain siemennysten onnistumisessa (Taulukot 9 ja 10).

#### SIKALA

Sikala vaikuttaa tutkittuihin ominaisuuksiin ainakin kahdella tasolla. Toisen tason muodostavat ruokinta, hoito ja hoitoympäristö. Toisaalta oikean siemennysajankohdan huomaaminen ja porsimisten valvonta vaativat ihmisen huomiota ja niihin käytetty aika eläintä kohden saattaa olla yhteydessä sikalan kokoon. Tällöin sikalan koolla saattaisi olla vaikutusta sellaisiin ominai-



suuksiin kuten siemennyksen onnistuminen ja kuolleena syntyneiden osuus.

Sikalan vaikutusta on pystytty tutkimaan ainoastaan Salpausselän (SALP) aineistosta ja siitäkin vain pahnuekoon osalta (malli 3). Tulosten mukaan sikalan osuus pahnuekoon muuntelusta on n. 7 % (486 sikalaa, joista keskimäärin 6 havaintoa kustakin). Toisaalta emakkojen lukumäärällä sikalassa ei ole merkitystä (taulukko 7). Lähes kaikissa tutkimuksissa, joissa on ollut varianssi-  
osuuden määrittämisen kannalta riittävä määrä sikaloita, on sikalan vaikutus pahnueen syntymäkoon vaihteluun todettu erittäin merkittäväksi. Arviot vaihtelevat 3 %:n ja 9 %:n välillä (SMITH ja KING 1964, PERSSON 1969, STRANG 1970, MAIJALA 1974, LEGAULT 1977). Samasta varianssianalyysistä (3) saatiin lisäksi seminologiien vaikutukseksi 0.9 % pahnuekoon kokonaisvaihtelusta (24 seminologia, jotka tehneet keskimäärin 122 siemennystä kukin).

Muiden aineistojen koko ja rakenne ovat sellaiset, ettei sikalan vaikutusta niistä voida tutkia. Esimerkiksi siemennysten onnistumisten tutkiminen karjoittain edellyttäisi useampivuotisia aineistoja, jotta minimiksi asetettu 30 ensisiemennystä sikalaa kohden voitaisiin saavuttaa.

Sikalan koolla ei näytä olevan merkitystä kuolleena syntyneiden osuuden kannalta (Taulukko 7). Sen sijaan havaitaan uusintasiemennysten selvästi vähenevän sikalan koon kasvaessa (Taulukot 8,9 ja 10). On syytä epäillä, että tämä ei johdu paremmasta kiimatarkkailusta tai vastaavasta. Todennäköisempi selitys on, että suurissa sikaloissa on aina myös omia karjuja tai useampia. Jos siemennys epäonnistuu ja emakko tulee uudestaan kiimaan, se helposti astutetaan.

## SIEMENNYSKARJU

Taulukossa 12 on esitetty yhteenveto eri aineistoista lasketuista siemennyskarjun vaikutusten suuruuksista tutkittuihin ominaisuuksiin.

Siemennyskarjun osuudeksi siemennyksen onnistumisen kokonaisvaihtelusta saatiin 0.80 % (KSYL/SIKAS: 89 karjua, joilla keskimäärin 200 siemennystä). Myös siemennyskarjun iällä todettiin olevan vaikutusta siemennysten onnistumiseen (Taulukko 10). Erot ovat pieniä, mutta osoittavat kuitenkin, että keski-ikäisten, 2-3 vuotiaiden karjujen spermalla tehdyt siemennykset onnistuvat hieman paremmin kuin vanhempien tai aivan nuorten.

KSYL/PORS aineistosta saatiin tulos, jonka mukaan siemennyskarju vaikuttaisi jonkin verran myös kuolleena syntyneiden osuuden kokonaisvaihteluun (160 karjua, joilla pahnueita keskimäärin 20).

Siemennyskarjun osuudeksi kokonaisvaihtelusta saatiin kahdesta aineistosta samaa suuruusluokkaa oleva tulos, n. 1 % pahnuekoon kokonaisvaihtelusta (SALP: 175 karjua, joilla keskimäärin 36 pahnuetta, KSYL/PORS: 160 karjua, joilla keskimäärin 20 porsimista). Myös muissa tutkimuksissa on karjujen välillä havaittu selviä eroja ja karjusta johtuvan vaihtelun arvioidaan olevan n. 1-2 % pahnuekoon kokonaisuuntelusta (SKJERVOLD 1963b, STRANG 1970, KETELAARS 1979).

## ROTUJEN VÄLISET EROT JA RISTEYTYKSEN VAIKUTUS

Yleispiirteenä voidaan todeta, ettei rotujen ja risteytysten välillä esiinny huomattavan suuria eroja tutkituissa ominaisuuksissa. Siemennykset näyttävät onnistuvan aivan yhtä hyvin tai huonosti oli emakon tai karjun rotu mikä hyvänsä käytetyistä tai tehtiinpä risteytys minkä rotuisten eläinten välillä tahansa (Taulukot 8,9, 10). Kuolleena syntyneiden osuuden kohdalla tulokset ovat lievästi ristiriitaisia (Taulukot 6 ja 7). Emak-

kotarkkailuaineiston perusteella yorkshirepahnueissa syntyy kuolleena vähemmän porsaita kuin maatiaispahnueissa. Tulos on päinvastainen keinosiemennysaineistoissa KSYL/PORS, joissa tosin emakon rotu tai näiden yhteisvaikutukset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

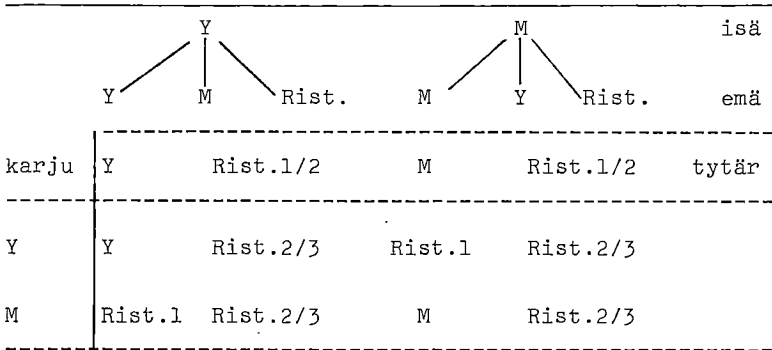
Ainoastaan pahnuekoossa esiintyy emakon ja siemennyskarjun rodusta johtuvia yhdysvaikutuksia. Kuitenkaan tavanomaista risteytysten paremmuutta puhdasrotuparituksiin verrattuna ei havaita. Tärkeimmistä rotuyhdistelmistä voidaan todeta seuraavaa:

- yorkshire-emakko: yorkshirekarjua käytettäessä tulos on hieman parempi kuin, jos käytettäisiin maatiaiskarjua
- maatiaisemakko: yorkshire- tai maatiaiskarjua käytettäessä tulokset ovat yhtä hyviä
- risteytysemakko: yorkshirekarjua käytettäessä pahnuekoko on suurempi kuin maatiaiskarjua käytettäessä

Sinänsä ei ole tavatonta, että myönteistä risteytysvaikutusta ei esiinny. Syitä voi etsiä kahdeltakin taholta. Suomalaiset sikarodut saattavat olla geneettisesti sellaisia, ettei heteroosia esiinny: ominaisuuden vaikuttavien geenien frekvensseissä ei rotujen välillä välttämättä ole eroja. Se, että risteytys- ja puhdasrotuiset pahnueet eivät eroa toisistaan, ei vielä välttämättä ole osoitus siitä, että heteroosia ei alkion tasolla esiintyisi. On esitetty tulkinta, jonka mukaan risteytyspahnueet ovat suurempia, kuin linjojen/rotujen sisäisistä parituksista syntyneet pahnueet, ennen kiinnittymistä tapahtuvien varhaisalkioiden vähäisempien menetysten vuoksi (BRADFORD ja NOTT 1969, CUNNINGHAM ym. 1979). Tällöin voidaan heteroosivaikutus menettää ennen tai jälkeen kiinnittymistä vaikuttavien tekijöiden kautta. Mm. karjun spermassa saattaa esiintyä näin vaikuttavia tekijöitä. Myös nämä muut tekijät voivat olla geneettisiä. Alkion säilyminen ei geneettiseltä kannalta

olisi pelkästään sen oman perintöaineksen säätelemä, vaan lisäksi voidaan puhua karjun tekijöistä, emakon tekijöistä ja näiden yhteisvaikutuksesta.

Vaikka rotujen väliset erot eivät ole kovin suuria, ei rotukysymystä voida sivuuttaa karjujen jälkeläisarvostelussa. Rotutilanne on käytössä olleiden tutkimusaineistojen keräysajankohdasta jonkin verran yksinkertaistunut, kun belgialaistotu on Suomesta lähes tyystin loppunut. Karjulla saattaa siis olla sekä puhdasrotuisia että risteytystyttäriä ja nämä on voitu siementää/astuttaa yorkshire- tai maatiaiskarjuilla seuraavasti:



Tyttärien pahnueet ovat siis puhdasrotuisia, ensimmäisen asteen risteytyksiä (Rist.1) tai erilaisia useampikertaisia risteytyksiä (Rist.2/3), joista viimeksi mainitut kirjataan risteytysmakon pahnueiksi yleensä. Risteytysmakkoja on n. 7 % ja ensimmäisen asteen risteytyksiä n. 1/3 kaikista siemennyksistä (KSYL/PORS). Näiden lukujen perusteella tuntuu tarkoituksenmukaiselta hyväksyä karjujen jälkeläisarvosteluun myös nämä pahnueet puhdasrotuisten ohella. Laskennallisesti on mahdollista antaa tasoitusta pahnueen rotutyypin mukaan. Ei myöskään ole välttämätöntä laskea arvosteluja karjun roduittain, vaan molempien rotujen arvostelu voidaan tehdä samassa laskennassa.

## 2.5. Johtopäätöksiä

Jos oletetaan, että pahnuekoko, pahnueessa kuolleena syntyneiden osuutta ja siemennyksen onnistumista käytetään keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvosteluissa, on näistä tuotostiedoista syytä pyrkiä poistamaan seuraavien tekijöiden vaikutukset:

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| siemennyksen onnistuminen:   | - pahnueen rotutyyppi |
|                              | - sikalan koko        |
|                              | - siemennyskarjun ikä |
| pahnueen koko:               | - pahnueen rotutyyppi |
|                              | - porsimiskerta       |
|                              | - sikala              |
| kuolleena syntyneiden osuus: | - pahnueen rotutyyppi |
|                              | - porsimiskerta       |

TAULUKKO 3. Yhteenveto tutkimusaineistoista.

aineisto	alue	ajankohta	N	tutkitut ominaisuudet
SALP I	Salpausselän KSY:n toimialue	1974-1977	5150	pahnuekoko s. yhteensä siemennyksen onnistuminen
SKJY II	jalostussikalat	1979	1470	pahnuekoko s. kuolleena s. osuus
KSYL/PORS III	koko maa	touko-joulu- kuussa porsis- sineet 1979	3733	pahnuekoko s. kuolleena s. osuus siemennyksen onnistuminen
KSYL/SIKAS IV	koko maa	tammimarras- kuussa siemen- netyt 1979	34098	siemennyksen onnistuminen

Taulukko 4. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus pahnuekokoon syntyessä, pahnuekokoon 3 viikon vanhana ja pahnuepainoon 3 viikon iässä. SKJY/PORS (malli 10)

tekijä	koko synt.	koko 3 vkk kg	paino 3 vkk	N porsimisia
	$\hat{\mu} = 11.39$	$\hat{\mu} = 10.27$	$\hat{\mu} = 62.100$	1470
	PN-poikk.	PN-poikk.	PN-poikk.	N
Vuodenaika (kk)				
1-3	-.01	+0.08	+7.700	419
4-6	-.13	-.02	-.000	405
7-9	+0.23	+0.00	-.900	343
10-12	+0.09	-.07	+2.200	303
Hedelmöittämistapa				
keinos.	-.24	-.08	+7.700	570
astutus	+0.24	+0.08	-.700	900
Pahnueen rotu				
Y	+0.23	+0.11	+1.000	686
M	-.23	-.11	-1.000	784
Porsimiskerta				
1.	-1.64	-1.07	-6.700	400
2.	+0.29	+0.38	+3.600	310
3.	+0.58	+0.61	+4.100	217
4.	+0.63	+0.28	+0.600	150
5.	+0.72	+0.57	+2.500	121
>5.	-.59	-.76	-4.100	272

#### TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS

vuodenaika	n.s.	n.s.	n.s.
hed.tapa	xxx	n.s.	n.s.
rotu	xxx	n.s.	x
pors.kerta	xxx	xxx	xxx

PN-poikk. = pienimmän neliösumman poikkeama

N.s. ei merkitsevä

x merkitsevä 5 % riskillä

xx merkitsevä 1 % riskillä

xxx merkitsevä 0.1 % riskillä

Taulukko 5. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus pahnuekokoon syntyessä, elävänä syntyneet.  
KSYL/PORS (malli 4)

$\bar{u} = 11.72$ ,  $N = 2784$

tekijä	PN-poikk.	N	tekijä	PN-poikk.	N
Emakon rotu			Porsimiskuukausi		
1 (Y)	+ .20	1101	5	+ .01	543
2 (M)	- .02	1323	6	- .10	493
3 (B)	- .00	155	7	+ .15	419
4 (rist.)	- .18	205	8	+ .24	405
Siem.karjun rotu			9	+ .12	329
1	- .18	1231	10	- .00	233
2	+ .09	1474	11	- .19	198
3	+ .09	79	12	- .23	164
Yhdysvaikutus			Keinosiemennysyhdistys		
1x1	- .13	708	no.1	- .08	1210
1x2	- .37	370	no.3	- .34	369
1x3	+ .49	23	no.6	+ .48	64
2x1	- .03	360	no.7	- .13	291
2x2	- .07	935	4	+ .07	850
2x3	+ .10	28	(4=toimilupa/no.1)		
3x1	- .79	60	Emakkojen lkm. karjassa		
3x2	+ .73	74	1-5	+ .20	623
3x3	+ .06	21	6-10	- .36	432
4x1	+ .95	103	11-15	+ .36	205
4x2	- .29	95	16-20	- .14	386
4x3	- .65	7	21-25	- .05	253
Porsimiskerta			>25	- .02	885
1.	-1.73	849			
2.	- .31	576			
3.	+ .59	431			
4.	+ .90	311			
5.	+ .23	240			
6.	+ .43	124			
>6.	- .11	253			

#### TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS

emakon rotu	$F < 0$	n.s.
siem.karjun rotu	$F = 1.007$	n.s.
em.yhdysvaikutus	$F = 2.708$	n.s.
porsimiskerta	$F = 40.244$	xxx
porsimiskk.	$F < 0$	n.s.
keinosiem.yhd.	$F = 1.138$	n.s.
emakkojen lkm.	$F = 2.136$	n.s.



Taulukko 6. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus pahnueessa kuolleena syntyneiden osuuteen.  
SKJY (malli 11)

---

$\hat{a} = 0.076, N = 1483$

tekijä	PN-poikk.	N	tekijä	PN-poikk.	N
Porsimiskk.			Hedelm. tapa		
1	+0.001	130	Keinos.	+0.001	575
2	-0.009	133	astutus	-0.001	908
3	-0.002	158	Pahnueen rotu		
4	+0.001	119	Y	-0.009	690
5	+0.009	161	M	+0.009	793
6	+0.019	128	Porsimiskerta		
7	-0.006	132	1	-0.013	406
8	-0.002	108	2	-0.022	314
9	-0.001	106	3	-0.014	218
10	-0.001	106	4	-0.009	150
11	+0.008	109	5	+0.005	121
12	-0.015	93	6	+0.015	105
			>6	+0.038	171

---

**TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS**

porsimiskuukausi	F<0	n.s.
hedelm.tapa	F<0	n.s.
pahnueen rotu	F=10.932	xxx
porsimiskerta	F=7.321	xxx

---

Taulukko 7. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus pahnueessa kuolleena syntyneiden osuuteen.  
KSYL/PORS (malli 6)

$\hat{\alpha} = 0.082, N = 2642$					
tekijä	PN-poikk.	N	tekijä	PN-poikk.	N
Emakon rotu			Porsimiskuukausi		
Y	+0.007	1051	V	-0.013	510
M	+0.000	1266	VI	-0.004	462
B	+0.002	132	VII	+0.032	392
Rist.	-0.009	193	VIII	-0.016	383
Siem.karjun rotu			IX		
Y	+0.005	1199	X	+0.019	226
M	-0.005	1443	XI	-0.002	195
em. yhdysvaikutus			XII		
YxY	+0.008	681	Keinosiemennysyhdistys		
YxM	-0.008	370	1	-0.010	1188
MxY	+0.001	356	4	-0.017	827
MxM	-0.001	910	3	-0.014	336
BxY	-0.001	60	7	+0.042	291
BxM	+0.001	72	Emakkojen lkm. sikalassa		
RxY	+0.003	102	1-5	+0.004	588
RxM	-0.003	91	6-10	-0.010	419
Porsimiskerta			11-15		
1.	-0.016	817	16-20	-0.004	365
2.	-0.018	549	21-25	-0.004	220
3.	-0.021	409	>25	+0.023	857
4.	-0.001	294			
5.	-0.021	223			
6.	+0.002	115			
>6.	+0.074	235			

#### TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS

emakon rotu	F<0	n.s.
siem.karjun rotu	F<0	n.s.
em. yhdysvaikutus	F<0	n.s.
porsimiskerta	F=3, 352	xx
porsimiskuukausi	F=1, 097	n.s.
keinosiemennysyh.	F=2, 733	x
emakkojen lkm.	F<0	n.s.

Taulukko 8. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus siemennysten onnistumiseen. SALP/PORS (malli 1).

$\hat{a} = .212$ , $N = 5150$					
tekijä	PN-poikk.	N	tekijä	PN-poikk.	N
Emakon rotu			Siemennyskk.		
Y	-.009	2365	1	+.003	531
M	+.009	2785	2	-.013	435
Siem.karjun rotu			3	+.014	465
Y	+.005	2130	4	-.013	470
M	-.019	2012	5	-.057	455
B	+.014	1008	6	-.041	418
Em. yhdysvaikutus			7	+.016	390
YxY	-.009	1448	8	+.027	332
YxM	+.006	490	9	+.003	283
YxB	+.002	427	10	+.013	399
MxY	+.009	682	11	+.026	471
MxM	-.006	1522	12	+.021	501
MxB	-.002	581	Emakkojen lkm. sikalassa		
Vuosi (siemennykseen)			1-5	+.048	1747
1974	-.028	1618	6-10	+.033	1270
1975	-.012	1850	11-15	-.009	604
1976	+.022	1217	16-20	+.001	618
1977	+.019	465	21-25	+.014	340
			>25	-.087	571

## TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS

emakon rotu	F=1.822	n.s.
siem.karjun rotu	F=2.252	n.s.
em. yhdysvaikutus	F<0	n.s.
vuosi	F=4.079	x
siemennyskk.	F=1.852	n.s.
emakkojen lkm.	F=10.163	xxx

Taulukko 9. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus siemennysten onnistumiseen. KSYL/PORS (malli 5).

$\bar{d} = .213, N = 2373$					
tekijä	PN-poikk.	N	tekijä	PN-poikk.	N
Emakon rotu			Siemennyskk.		
Y	-.002	1078	9	+.010	384
M	+.002	1295	10	-.020	410
Siem.karjun rotu			11	-.005	398
Y	+.014	1068	12	-.009	328
M	-.014	1305	1	-.036	279
Em.yhdysvaikutus			2	+.046	224
YxY	-.013	708	3	+.011	178
YxM	+.013	370	4,5	+.004	172
MxY	+.013	360	Keinosiemennysyhdistys		
MxM	-.013	935	no.1	-.022	1038
Porsimisia			no.3	-.009	324
0	+.031	718	no.6	+.135	56
1	+.006	495	no.7	-.037	285
2	-.032	378	4	-.068	670
3	-.019	267	Emakkojen lkm. sikalassa		
4	+.014	209	1-5	+.043	541
5	+.024	101	6-10	+.073	351
>5	-.024	205	11-15	-.034	184
			16-20	-.018	346
			20-25	-.023	212
			>25	-.041	739

## TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS

emakon rotu	F<0	n.s.
siem.karjun rotu	F=2.826	n.s.
em. yhdysvaikutus	F=2.216	n.s.
porsimisia	F=1.604	n.s.
siemennyskk.	F=1.078	n.s.
keinos.yhdistys	F=3.135	xx
emakkojen lkm.	F=4.206	xxx

Taulukko 10. Eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutus siemen-  
nysten onnistumiseen. KSYL/SIKAS (malli 12).

$\hat{a} = .206, N = 34098$					
tekijä	PN-poikk.'	N	tekijä	PN-poikk.	N
Emakon rotu			Keinosiemennesyhdistys		
Y	+ .003	15571	no.1	+ .020	17753
M	- .003	14963	no.1/4	- .023	3917
B	+ .006	987	no.3	+ .020	2740
Rist.	- .005	2577	no.6	- .025	4617
Siem.karjun rotu			no.7	+ .044	3385
Y	+ .001	15822	no.7/9	- .036	1686
M	- .001	18276	Emakkojen lkm. sikalassa		
Em. yhdysvaikutus			1-5	+ .053	7254
YxY	+ .000	9420	6-10	+ .044	7839
YxM	- .000	6151	10-15	+ .017	3445
MxY	+ .002	4649	16-20	- .022	4651
MxM	- .002	10314	21-25	- .036	2402
BxY	- .002	449	>25	- .057	8507
BxM	+ .002	538	Siem.karjun ikä (v.)		
RxY	- .000	1304	<1	+ .002	5146
RxM	+ .000	1273	1-2	+ .001	14297
Siemennyskk.			2-3	- .022	8439
1	+ .031	3068	3-4	- .013	4243
2	- .012	2841	4-5	+ .013	1457
3	- .020	3235	>5	+ .018	516
4	- .027	3177			
5	- .011	3318			
6	+ .011	2751			
7	+ .009	3000			
8	+ .016	3017			
9	+ .023	2868			
10	- .001	3411			
11	- .020	3412			

## TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS

Emakon rotu	F<0	n.s.
Siem.karjun rotu	F<0	n.s.
Em. yhdysvaik.	F<0	n.s.
Siemennyskk.	F=7.084	xxx
Keinosiem.yhd.	F=21.007	xxx
Emakkojen lkm.	F=62.841	xxx
Siem.karjun ikä	F=5.194	xxx

Taulukko 11. Yhteenveto kiinteiden tekijöiden vaikutusten merkittävyyksistä, aineisto mainittu suluissa.

tekijä	pahneen koko syntyessä	kuolleena synt.osuus	uusinta- tiheys
PORSIMISKERTA	xxx (II) xxx (III)	xxx (II) xx (III)	n.s. (III)
KUUKAUSI	n.s. (III) n.s. (II) (vuodenaika)	n.s. (III) n.s. (II)	xxx (IV) n.s. (III) n.s. (I)
HEDELM.TAPA	xxx (II)	n.s. (II)	-
KEINOSIEM.YHD.	n.s. (III)	x (III)	xxx (IV) xx (III)
EMAKKOJEN LKM.	n.s. (III)	n.s. (III)	xxx (IV) xxx (III) xxx (I)
SIEM.KARJUN IKÄ	-	-	xxx (IV)

Taulukko 12. Yhteenveto siemennyskarjun vaikutuksesta tutkittuihin ominaisuuksiin, % kokonaisvaihtelu-  
ta: Ko. malli mainittu suluissa.

aineisto	pahneen koko	kuoll.synt. osuus	siemennyksen onnistuminen
SALP	1.34 (2)	-	-
KSYL/PORS	0.79 (7) 1.24 (8)	1.75 (9)	-
KSYL/SIKAS	-	-	0.80 (13)

### 3. HERITABILITEETIT

#### 3.1. Johdanto

Eläinten hedelmällisyyteen liittyvillä ominaisuuksilla on tunnetusti alhainen heritabiliteetti. Lievän poikkeuksen tekee emakon pahnuekoko, jonka periytymisasteen arvioidaan olevan n. 0.10.

Tavallisesti on pahnuekoon heritabiliteettiarviot laskettu emakon ja sen tyttären porsimistuloksia vertaamalla. Usein on vielä verrattu emakolta sitä pahnuetta, jossa tytär syntyi, tyttären ensimmäiseen omaan pahnueeseen. Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että emän ja tyttären porsimistulosten välillä vallitsee negatiivinen käyräviivainen vuorosuhde (REVELLE ja ROBISON 1973, YOUNG ym. 1978). Falconer (1965) on jo 60-luvun alkupuolella todennut saman ilmiön hiirillä. Tämä tarkoittaa sitä, että suuressa pahnueessa syntyneet ja kasvaneet emakot tuottavat itse pienempiä pahnueita. Syyksi epäillään suuressa pahnueessa kasvamisen aiheuttamaa stressiä, joka heijastuu tyttären heikompana sikiävyytenä. Tämän negatiivisen maternaalivaikutuksen tulisi vaikuttaa myös periytymisastearvioihin, jos ne perustuvat emä-tytär-regressioon.

Vangen (1980) ja Alsing ym. (1980) ovat osoittaneet, että emän ja tyttären porsimistulosten välinen vastaavuus on heikoin, kun verrataan tyttären syntymäpahnueen kokoa tyttären ensimmäisen oman pahnueen kokoon. Tyttären myöhempien ja emän tulosten välillä vallitsee suurempi yhtäläisyys.

Edellä kuvailtu maternaalivaikutus siis pienentää emä-tytär-regressioon perustuvia periytymisastearvioita. Jos heritabiliteetti arvioidaan isänpuoleisten puolisisarten välisen korrelaation perusteella, vältytään maternaalivaikutukselta. Kun verrataan eri menetelmillä saatuja

periytymisasteita, huomataan, että isänpuoleiseen puolisisarkorrelaatioon perustuvat arviot ovat keskimäärin hie-  
man suurempia (Taulukko 13). Jos vertailusta jätetään  
pois kummankin ryhmän korkein ja alhaisin tulos, on emä-  
tytär-regressioon perustuva keskimääräinen arvio vain n.  
2/3 vastaavasta puolisisarkorrelaatioon perustuvasta ar-  
viosta. Tutkimukset, joihin tässä viitataan, on valittu  
aineiston laajuuden perusteella.

Uusimattomuusprosentin (ymmärrettynä emakon ominaisuutena)  
periytymisastearvioita ei ole esitetty. Pahnueessa kuol-  
leena syntyneiden lukumäärän heritabiliteetiksi ovat Eikje  
(1974) ja Siler (1974) saaneet n. 0.10. Pahnueen koon tai  
muidenkaan ympäristötekijöiden vaikutusten poistaminen ei  
käy ilmi tutkimusten selostuksissa. Eikjen arvio perustuu  
isänpuoleisten täyssisarten väliseen korrelaatioon ja  
Silerin ym. arvio isänpuoleisten puolisisarten väliseen  
korrelaatioon.

### 3.2. Aineistot ja menetelmät

Tutkimusaineistoina on käytetty keinosiemennystoiminnan yh-  
teydessä kerättyä kahta aineistoa. Toinen aineistoista on  
koko maan käsittävä ja se on poimittu Keinosiemennysyhdis-  
tysten Liiton (KSYL) porsimisrekisteristä. Toinen on ke-  
rätty Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen toimialueelta.  
Aineistot on kuvattu tarkemmin luvussa 2. Tyttärien luku-  
määrärajoitusten vuoksi aineistot karsiutuivat alkuperäi-  
sestä koostaan. Aineistojen koko, isien lukumäärät ja tyt-  
tärien vähimmäismäärät isää kohden on esitetty taulukossa 14.

Heritabiliteetti määritettiin isänpuoleisten puolisisarten  
välisen korrelaation perusteella. Tilastollisiin mallei-  
hin on otettu mukaan ne kiinteät tekijät, jotka luvussa 2.  
on todettu tilastollisesti merkitseviksi. Karjavaikutusta  
ei ole eliminoitu. On oletettu, että karjuilla on tyttäriä



tasaiseesti eri tasoissa karjoissa. KSYL:n porsimisaineistosta ei karjavaikutusta voida eliminoida aineiston rakenteen ja yksivuotisuuden vuoksi. Mallien mukaiset varianssianalyysit ratkaistiin yhdistelemällä useampia yksinkertaisia analyysejä (HARVEY 1970).

Isävaikutuksen varianssikomponentti ratkaistiin seuraavien tilastollisten mallien mukaisista analyyseistä:

$$(1) \text{ KSYL} \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

$$(2) \text{ KSYL} \quad Y_{ijklm} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + (ac)_{ik} + (Bc)_{ijk} + d_l + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  , pahnuekoko s.

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , emakon isän rodun vaikutus

$B_{ij}$  , isän vaikutus

$c_k$  , siemennyskarjun rodun vaikutus

$(ac)_{ik}$  , yhdysvaikutus

$(Bc)_{ijk}$  , -"-

$d_l$  , porsimiskerran vaikutus

$e_{ijklm}$  , virhe

$$(3) \text{ SALP} \quad Y_{ijklmn} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + d_l + f_m + (df)_{lm} + e_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  , pahnuekoko synt. yhteensä

$\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio

$a_i$  , emakon isän rodun vaikutus

$B_{ij}$  , isän vaikutus

$c_k$  , siemennyskarjun rodun vaikutus

$d_l$  , porsimisvuoden vaikutus

$f_m$  , vuodenajan vaikutus

$(df)_{lm}$  , yhdysvaikutus

$e_{ijklmn}$  , virhe

$$(4) \text{ SALP } Y_{ijklmn} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + d_l + f_m + e_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  , siemennyksen onnistuminen, 0 tai 1  
 $\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio  
 $a_i$  , emakon isän rodun vaikutus  
 $B_{ij}$  , isän vaikutus  
 $c_k$  , siemennyskarjun rodun vaikutus  
 $d_l$  , keinosiemennysyhdistys  
 $f_m$  , sikalan koko  
 $e_{ijklmn}$  , virhe

$$(5) \text{ KSYL/PORS } Y_{ijkl} = \hat{\mu} + a_i + B_{ij} + c_k + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  , kuolleena s./yhteensä s.  
 $\hat{\mu}$  , keskiarvon arvio  
 $a_i$  , emakon isän rodun vaikutus  
 $B_{ij}$  , emakon isän vaikutus  
 $c_k$  , porsimiskerran vaikutus  
 $e_{ijkl}$  , virhe

Siemennyksen onnistuminen on oletettu ns. kynnysominaisuudeksi, jonka binomiaalisen jakauman taustalla on jatkuva normaalisti jakautunut ympäristö- ja geneettisten tekijöiden aiheuttama muuntelu.

Heritabiliteetit on laskettu seuraavasti:

$$h^2 = \frac{4 \sigma_I^2}{\sigma_I^2 + \sigma_E^2}$$

$\sigma_I^2$  isävaikutuksen varianssi-komponentti

$\sigma_E^2$  ympäristövaikutuksen varianssi-komponentti, ko. malleissa virhevarienssi

Arvioiden keskivirheet on laskettu kaavan  $h^2_{S.D.} = (h^2 + 4/n) \times \sqrt{2/N}$  mukaisesti (ROBERTSON 1959).

n = jälkeläisten lukumäärä  
 N = isien lukumäärä  
 $h^2$  = heritabiliteetti

### 3.3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Taulukossa 2 on esitetty saadut periytymisastearviot keskivirheineen.

Emakon isällä ei tulosten mukaan ole vaikutusta siemennysten onnistumiseen. Käytetty aineisto ja mahdollisuus astuttaa siemennyksestä tiinehtymättä jäänyt emakko vähentävät kuitenkin tulosten arvoa. On lisäksi huomattava, että aineisto käsittää vain porsimiseen johtaneita tapauksia. Tällöin ei saada tietoa tiinehtymättä jääneistä eläimistä. Siemennysten onnistumisen arvioiminen uusintatietojen perusteella on luotettavaa, jos kaikki epäonnistuneet siemennykset tulevat aina tietoon: myös silloin, kun emakko on siemennyksen jälkeen astutettu tai poistettu. Käytetty aineisto ei täytä näitä vaatimuksia. On silti todennäköistä, että uusintatieteiden periytymisaste on alhainen. Tähän viittaavat muista kotieläimistä saadut kokemukset. Eri asia on, pystytäänkö karjun tyttärien tiinehtyvyyttä ja kiiman voimakkuutta koskaan riittävän luotettavasti arvioimaan uusintatietojen perusteella. Ainakaan nykyinen tarkkuus ei riitä pohjaksi karjujen jälkeläisarvostelua varten.

Pahnueessa kuolleena syntyneiden osuuden periytymisaste-arvio 0.08 on samaa suuruusluokkaa kuin Eikjen (1974) ja Silerin (1974) arviot. Ongelmalliseksi kuolleena syntyneiden osuuden heritabiliteetin arvioinnin tekee se, että tämä on suorassa yhteydessä pahnueen kokoon. Yhteys ilmenee siten, että syntyneiden määrä kasvaa lievästi pahnueen koon kasvaessa, mutta niiden suhteellinen osuus selvästi alenee (kuva 5). Kuolleena syntyneiden osuuden vaihtelun

ongelmiin kuuluvat epäjatkuvasta ilmiäsuudesta vaihtelusta johtuvat vaikeudet. Kun neljä porsasta porsinut emakko ylittää kuolleisuuden kynnyksarvon ja yksi porsas syntyy kuolleena, saa se ilmiäsuussa kuolleisuuden arvon 25 %, vaikka ylitetty kynnyksarvo olisi 9 %. Vastaavan kynnyksarvon ylittävää 11 porsasta porsinut emakko saa arvoksi 9 %.

Tässä työssä ei olla menty edes karkeaan korjaukseen. Pahnueen koko, kuolleena syntyneiden lukumäärä ja kuolleena syntyneiden osuus ovat muuttujaryhmä, joita on vaikea yhdistää yhteen tilastolliseen malliin jo senkin vuoksi, että pahnueen koko määrää kuolleena syntyneiden ylärajan ja toisaalta pahnueen koko sisältyy kuolleiden suhteelliseen osuuteen. Pahnueen koko myös säätelee mitä arvoja kuolleena syntyneiden osuus voi saada. Koska pahnueen koon vaikutusta ei pystytty eliminoimaan, sisältää kuolleena syntyneiden osuuden heritabiliteettiarvio pahnuekoon periytyvyydestä johtuvan komponentin.

Näistä kuolleisuuden mittaamiseen liittyvistä vaikeuksista huolimatta on perusteltua olettaa, että kuolleena syntyneiden osuuteen on vaikutusta myös perinnöllisillä tekijöillä. Se on ominaisuus, jossa heijastuu porsaiden voimakkuus, elinvoimaisuus ja näiden kautta myös kohtuullisesti periytyvä porsaiden koko. Porsaiden syntymäpaino lienee yhteydessä porsaiden yleiseen kehittyneisyyteen ja käytössä oleviin energiavaroihin. Näin porsaan paino heijastaa sen elinvoimaa. Seuraava tilasto kuvaa porsaan painon vaikutusta sen mahdollisuuksiin selvitä hengissä:

paino syntyessä

kuolleena synt.	0.960 kg
elävänä synt.	1.240 kg
kuoli ennen vier.	1.000 kg
elossa vier.	1.320 kg

(ENGLISH ym. 1978, s. 174)

Ainakin kokoon sitoutuneen elinvoimaisuuden heritabiliteetin voidaan olettaa olevan melko korkea, sillä esimerkiksi porsaiden keskimääräisen syntymäpainon heritabiliteetti on n. 0.35 (EIKJE 1970, JOHANSSON 1980). Edellisen perusteella tuntuisi luonnolliselta, että kuolleena syntyneiden osuuden periytymisaste on nollasta poikkeava. Tällöin olisi perusteltua jälkeläisarvostella karjut myös tyttäreiden pahnueissa kuolleena syntyneiden osuuden suhteen.

Pahnuekoon heritabiliteettiarviot ovat sopusoinnussa muiden isänpuoleiseen puolisisarkorrelaatioon perustuvien arvioiden kanssa (Taulukko 13). Pahnuekoon eri osatekijöiden tarkastelu antaa tarkemman käsityksen pahnuekoon geneettisen säätelyn luonteesta. Pahnuekoko voidaan ymmärtää eräänlaiseksi luonnolliseksi indeksiksi, jonka keskeisimmät osatekijät ovat

- 1) irtoavien munasolujen lukumäärä
- 2) hedelmöittyneiden munasolujen säilyminen
- 3) alkuun lähteneiden sikiöiden säilyminen
- 4) syntymisen aiheuttaman rasituksen kestäminen

Tekijät ovat ainakin osittain eri geenien säätelemiä ja geneettinen säätely eri tyyppistä.

Hiirillä ja sioilla tehdyt kokeet viittaavat siihen, että irtoavien munasolujen lukumäärän geneettisen vaihtelun taustalla on pääasiassa additiivisesti vaikuttavia geenejä (BRADFORD 1969, CUNNINGHAM ym. 1979, YOUNG ym. 1978).

Heritabiliteetti on korkea, 0.4 - 0.5.

Bradfordin ja Nottin (1969) kokeissa hiirilinjojen välisistä parituksista syntyneet poikueet ovat olleet suurempia ennen kiinnittymistä tapahtuneiden sikiömenetysten vähemmän esiintymisen vuoksi. Tällöin hedelmöittyneiden munasolujen tuhoutumisen geneettinen säätely olisi pääasiassa yhdysvaikutuksista, dominanssista ja epistasiasta johtuvaa. Näyttää myös siltä, että hedelmöittyneiden munasolujen säilymisen ja irtoavien munasolujen lukumäärän välillä vallit-

sisi negatiivinen vuorosuhde. Cunningham ym. (1979) valitsivat emakoita yhdeksän sukupolven ajan irtoavien munasolujen lukumäärän perusteella saaden toteutuneeksi heritabiliteetiksi 0.4. Pahnuekoko ei muuttunut kokeen aikana lainkaan eli entistä suuremman osan hedelmöittyneistä munasoluista on täytynyt tuhoutua ennen kiinnittymistään (tutkimuksessa osoitettiin, että tuhoutumiset tapahtuvat nimenomaan ennen kiinnittymistä). On myös ilmeistä, että alkion säilymismahdollisuuksiin vaikuttavaa geneettistä säätelyä esiintyy alkion ulkopuolella. Tässä voidaan mainita mm. immunologiset tekijät, joiden esiintymiseen viittaavat ne kokemukset, joita on saatu leukosyyttien sekoittamisesta karjun spermaan (SKJERVOLD ym. 1979, ALMLID 1981).

Kiinnittymisen jälkeen sikiöiden menetykset ovat vähäisempiä ja ne keskittyvät varhaissikiövaiheeseen. On todettu, että hiirilinjojen sisäisissä parituksissa esiintyy yhtä paljon kiinnittyneiden sikiöiden menetyksiä kuin hiirilinjojen välisissä parituksissa (BRADFORD ja NOTT 1969). Edelleen on todettu, että emän geneettisellä taustalla on suurempi merkitys sikiöiden säilymiselle kuin itse sikiön geneettisellä taustalla (MOLER ym. 1981). Tämä viittaa siihen että, jos geneettistä säätelyä esiintyy, ainakin osa siitä on luonteeltaan additiivista.

Pahnuekoon neljäntenä osatekijänä mainittiin syntymisen aiheuttaman rasituksen kestäminen. Jos porsaan koko on yhteydessä sen elinvoimaisuuteen ja tiedetään, että porsaiden keskikoon (syntyessä) periytymisaste on n. 0.3, voidaan olettaa, että myös kuolleena syntyneiden osuudelle saadaan heritabiliteetti-arvio. Voidaan ajatella, että geneettiset syyt sikiön syntymiselle kuolleena ovat jakautuneet ainakin seuraaville tahoille: sikiön genotyyppi, emakon tiineyden aikainen kyky ravita ja varustaa sikiöt riittäväillä energiavaroilla, porsimista säätelevät järjestelmät emakolla (hormonitoiminat yms.).

Jos edellä esitetystä kootaan yhteen ne kohdat, joissa on todettu esiintyvän tai voidaan olettaa esiintyvän additiivista geneettistä muuntelua, saadaan karkea käsitys siitä, mistä pahnuekoon periytymisastearvio muodostuu. Näitä ovat irtoavien munasolujen lukumäärä, kiinnittyneiden siiköiden säilyminen ja porsimisen aiheuttaman rasituksen kestäminen. Kuvassa 6 on esitetty yhteenveto pahnuekoon geneettisestä säätelystä.

Tässä työssä esitetty pahnuekoon heritabiliteettiarvio kuvaa pahnuekoon periytyvyyttä yleensä. Se ei ota huomioon esimerkiksi sitä, että pahnuekoon heritabiliteetti saattaa vaihdella eri porsimiskerroilla. Toisen porsimiskerran heritabiliteetin on todettu olevan muiden kertojen heritabiliteettia alhaisempi (STRANG ja KING 1970, STANCOVIC 1975). Jos ympäristöstä johtuva vaihtelu pienenee ja geneettinen vaihtelu säilyy ennallaan, seuraa heritabiliteetin määritelmästä, että heritabiliteetti suurenee. Tästä saattaa olla kysymys norjalaisten tutkimustuloksissa: hyvässä ympäristössä saatiin pahnuekoon heritabiliteetiksi 0.20 ja heikommassa 0.13 (EIKJE 1974). Hyvän ja heikon ympäristön kriteerinä on pidetty keskimääräistä pahnuekkoa sikalassa. Myöskään tämäntapaista tarkastelua ei tämän työn aineistoista voi tehdä.

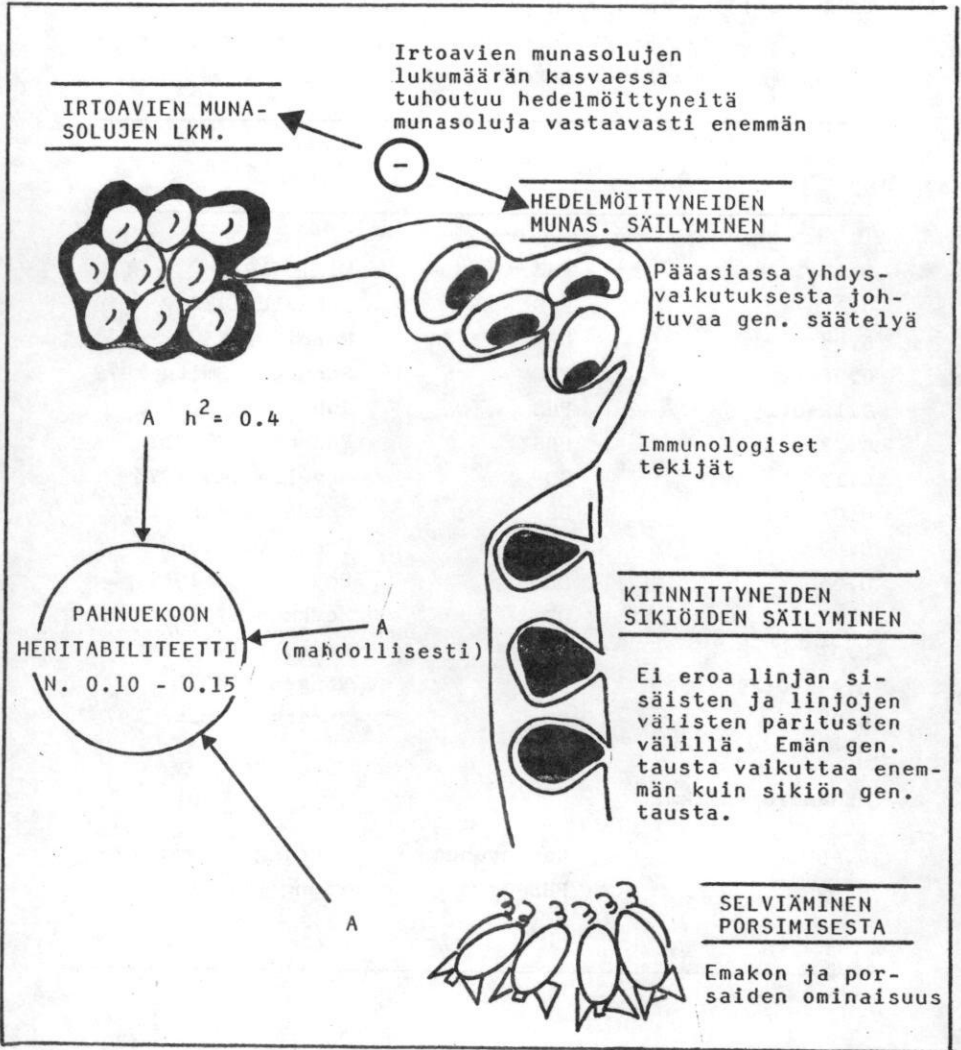
### 3.4. Johtopäätökset

Pahnuekoon vaihtelun taustalla on geneettistä muuntelua, joka on varsin laajaa vastaten n. 10 - 15 % pahnuekoon ilmiäsuudesta vaihtelusta. Tämä on riittävä perusta vallinnan avulla tapahtuvalle jalostukselle. Yhdistämällä risteytyksen käyttö sopivasti jalostusohjelmaan voidaan todennäköisesti vähentää ennen hedelmöittyneiden munasolujen kiinnittymistä tapahtuvia menetyksiä.

Siemennyksen onnistumisen ja pahnueessa kuolleena syntyneiden osalta tarvitaan lisätutkimusta. Näyttää kuitenkin siltä, että pahnueessa kuolleena syntyneiden osuuden vaihtelun taustalla on myös geneettisiä tekijöitä, mutta mm. heritabiliteetin suuruudesta ei ole kovinkaan tarkkaa käsitystä.







KUVA 6. Pahnukeon geneettinen säätely.

Taulukko 13. Pahnuekoon periytymisasteen arvioita (DD=emä-tytär-regressio, PHS=isänpuoleinen puolisisarkorrelaatio).

$h^2$	menetelmä	tutkija
0.12-0.28	PHS	Eikje 1974
0.11	PHS	Legault 1970
0.08	PHS	Morris 1973
0.06	PHS	Strang & Smith 1979
0.10-0.15	PHS	Johansson 1978
0.72	PHS	Young ym. 1978
0.13	DD	Revelle ym. 1973
0.07	DD	Strang & King 1970
0.09	DD	Urban ym. 1966
0.03	DD	Boylan ym. 1961
0.12	DD	Korkman 1947
0.07	DD	Legault 1970
0.44, 0.29	DD	Vangen 1980
0.08	DD	Strang & Smith 1979
munasolujen lkm.		
0.40	toteutunut	Cunningham ym. 1979
0.59	PHS	Young ym. 1978

Taulukko 14. Tietoja käytetyistä aineistoista

tutkittu omin.	N	isien lkm.	tytt./isä aineisto		
			vähint.	keskim.	
pahnuekoko s.	1611	104	> 10	14.9	KSYL
kuolleena s.					
osuus	1343	104	> 10	16.7	KSYL
pahnuekoko s.	2144	93	> 10	22.0	SALP
uusintatiheys	832	19	> 30	46.0	SALP
"-"	1224	43	> 20	29.5	SALP

Taulukko 15. Heritabiliteetit

ominaisuus	$h^2$	$h^2$ S.D.	aineisto	malli
pahnuekoko s.	0.22	0.07	KSYL	(1)
"-"	0.20	0.06	KSYL	(2)
"-"	0.16	0.05	SALP	(3)
uusintatiheys	0.00	0.03	SALP tytt.>30/isä	(4)
"-"	-0.01	0.03	SALP tytt.>20/isä	(4)
kuolleena s.				
osuus	0.08	0.04	KSYL	(5)

#### 4. PAHNUEKOSSA SAAVUTETTAVA GENEETTINEN EDISTYMINEN KÄYTETÄESSÄ KARJUNEN JÄLKELEISARVOSTELUJA JALOSTUKSESSA

##### 4.1. Johdanto

Geneettinen edistyminen ( $\Delta g$ ) riippuu käytetyn arvostelun korrelaatiosta todelliseen jalostusarvoon ( $r_{TI}$ ) ja valintaerosta ( $D\sigma_T$ ):

$$\Delta g = r_{TI} D \sigma_T$$

D valintaero, stand. yks.  
 $\sigma_T$  geneettinen hajonta

Korrelaation suuruuden määrää paitsi heritabiliteetti myös käytetty arvostelumenetelmä. Vuotuisen edistymisen arvio saadaan, kun geneettinen edistyminen  $\Delta g$  jaetaan keskimääräisellä sukupolvien välisellä ajalla.  $\Delta g$  ennustaa geneettisen edistymisen, kun valintaa harjoitetaan yhden sukupolven ajan. Valinnan tuloksena geneettiset parametrit ja mm. heritabiliteetti muuttuvat, jolloin uuden geneettisen edistymisen ennusteen arvioissa pitäisi käyttää näitä uusia arvoja. Tämä tarkoittaa sitä, ettei nyt esitettävistä ennusteista voida laskea geneettistä edistymistä esimerkiksi kymmenen sukupolvea kestäneen valinnan jälkeen.

Karjujen hedelmällisyysarvosteluja voidaan käyttää jalostuksessa pääasiassa kahdella tavalla:

- 1) emakon isän arvostelutulosta käytetään lisäämään emakon arvostelun varmuutta
- 2) karjun arvostelujen perusteella valitaan emakon/karjun isiksi parhaita karjuja

Käytännössä ei kummastakaan tavasta ole kokemuksia, vaan pahnuekoon jalostus on emakoiden valintaa näiden oman porsastuloksen perusteella.

Jalostuksella saavutettavaa geneettistä edistymistä on ennustettu vain pahnuekoon osalta. Ennusteet on laskettu em. kahdessa perustilanteessa sekä käytettäessä vain emakon omia porsimistuloksia. Arviot on lisäksi yritetty laskea siten, että päästäisiin selvyiteen eri menetelmien suhteellisesta tehokkuudesta. Tavoitteena on ollut selvittää kuinka paljon etua saavutetaan käyttämällä jalostuksessa karjujen hedelmällisyysarvostelua.

#### 4.2. Perusoletukset

Ennustukset perustuvat seuraaviin olettamuksiin:

- 1) pahnuekoon heritabiliteetti on 0.10, toistuvuus on 0.15 ja geneettinen hajonta 1.02. Geneettisen hajonnan arvona on käytetty lukua, joka on saatu laskemalla 10 % pahnuekoon varianssista (KSYL/PORS) ja ottamalla tästä luvusta neliöjuuri.
- 2) 40 % emakoista uusitaan vuosittain
- 3) emakko tiinehtyy ensimmäisen kerran 250 päivän vanhana tehdystä siemennyksestä
- 4) tiineys kestää 115 vuorokautta
- 5) imetysaika on 5 viikkoa
- 6) karju saa hedelmällisyysarvostelun 2 v. 8 kk. iässä

- 7) emakoiksi kasvatettavia porsaita otetaan keskimäärin 4 per pahnue, joista emakoiksi saadaan keskimäärin 3
- 8) valittaessa vain emakkopuolella porsaat otetaan emakon 2. tai 3. pahnueesta (keskim. 2.5:nnestä pahnueesta)
- 9) valittaessa sekä emakoita että karjuja porsaat otetaan emakon 3. tai 4. pahnueesta.
- 10) kaksi tai kolme kertaa porsineiden osuus kaikista emakoista on 36 %

#### 4.3. Vain emakoita valitaan

Yleinen vuotuisen geneettisen edistymisen ( $\Delta G$ ) kaava on seuraava:

$$\Delta G = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$$

$\Delta_1$	geneettinen edistyminen	karju-karju
$\Delta_2$	"	karju-emakko
$\Delta_3$	"	emakko-karju
$\Delta_4$	"	emakko-emakko
$L_1$	sukupolvien välinen aika	karju-karju
$L_2$	"	karju-emakko
$L_3$	"	emakko-karju
$L_4$	"	emakko-emakko

Koska vain emakoita valitaan saavat  $\Delta_1$  ja  $\Delta_2$  arvon nolla. Emakon valinnan karjun tai emakon emäksi oletetaan olevan yhtä intensiivistä ( $\Delta_3 = \Delta_4$ ). Edelleen on oletettu, että emakot valitaan kahden tai kolmen ensimmäisen pahnueen perusteella. Keskimäärin emakko arvostellaan 2.5 pahnueen

perusteella, jolloin käyttäen oletusarvoja saadaan arvostelun ja todellisen geneettisen arvon väliseksi korrelaatioksi  $r_{PI} = 0.45$ . Ottaen huomioon, että toista ja kolmatta kertaa porsivia on n. 36 % emakoista ja että 40 % emakoista uusitaan vuosittain on toista tai kolmatta kertaa porsivista valittava uusien emakkojen emiksi n. 38 % eli hieman yli kolmannes. Edelleen on oletettava, että emakolta otetaan vain kerran uusia emakoita. Valittaessa normaalijakauman perusteella 38 % saadaan D:n arvoksi 1.00 ja kertomalla se geneettisellä hajonnalla saadaan valintaeroksi 1.02 porsasta. Tällöin:

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 = 0 + 0 + 0.446 + 0.466$$

Sukupolvien väliset ajat voidaan arvioida yhtäsuuriksi ( $L_1=L_2=L_3=L_4$ ) ja pituudeltaan kahden vuoden mittaisiksi. Geneettiseksi edistymiseksi vuotta kohden saadaan 0.11 porsasta eli 1.0 % vuodessa ( $\bar{x} = 11.0$  porsasta).

Emakon arvosteluvarmuutta voidaan lisätä, jos käytetään apuna sen isän hedelmällisyysarvostelutietoa. Arvostelussa käytettävä indeksi on muotoa

$$I = b_1(\bar{x} - P_1) + b_2(\bar{x} - P_2)$$

$\bar{x}$ , jalostusarvo

$b_1, b_2$  painotuskertoimet

$\bar{x}$  pahnuekoon keskiarvo

$P_1$ , emakon yksilöarvostelun tulos

$P_2$ , emakon isän jälkeläisarvostelutulos

Indeksistä poisjätettävän tekijän aiheuttama suhteellinen menetys geneettisessä edistymisessä voidaan määrittää kaavasta

$$\frac{\Delta_{g_i}}{\Delta g} = \sqrt{\frac{\sigma_I^2 - b_i^2/w_{ii}}{\sigma_I^2}}$$



- $\Delta g$ , geneettinen edistymisen supistettua indeksiä käytettäessä
- $\Delta g$ , geneettinen edistymisen koko indeksiä käytettäessä
- $\sigma_1^2$ , indeksin varianssi
- $b_i^2$ , i:n painotuskertoimen neliö
- $w_{ii}$ , vastaava elementti fenotyyppisen kovarianssimatriisin käänteismatriisissa

Indeksin varianssi määritellään  $\sigma_I^2 = b' P b$ , missä  $b'$  on elementtien  $b_1$  ja  $b_2$  muodostama vektori ja  $P$  fenotyyppinen kovarianssimatriisi. Matriisien elementtien arvot riippuvat siitä, kuuluuko yksilö siihen emakkojoukkoon, josta karjujen arvostelu on laskettu.

Skjervoldin ja Odegardin (1959) mukaan tarkastelun kohteena olevan indeksin painotuskertoimet tapauksessa, jossa emakko ei kuulu isän jälkeläisarvosteluun, ovat seuraavat:

$$b_1 = \frac{h^2(4 - h_y^2)}{4 - h^2 h_y^2} \quad b_2 = \frac{2 h_I^2(1 - h^2)}{4 h^2 h_I^2}, \text{ missä}$$

$$h_y^2 = \frac{m h^2}{1 + (m-1)r} = 0.20 \quad h_I^2 = \frac{n h^2}{4 + (n-1)h^2} = 0.51$$

( $m$ -porsimisten lukumäärä emakkoarvostelussa,  $n$ =tyttörien määrä jälkeläisarvostelussa)

Kun yksilö ei kuulu isän jälkeläisarvosteluun on P-matriisi:

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1 + (m-1)r}{m} \sigma_X^2 & 1/4 h^2 \sigma_X^2 \\ 1/4 h^2 \sigma_X^2 & \frac{1 + (n-1)1/4 h^2}{n} \sigma_X^2 \end{bmatrix}$$

$\sigma_X^2$  yhden havainnon varianssi, voidaan merkitä ykköseksi

m, havaintojen lkm. (2.5)

n, tyttäreiden lkm./karju (40)

$h^2$ , heritabiliteetti (0.10)

r, keskiarvoon kuuluvien havaintojen välinen korrelaatio (0.15)

Sijoittamalla mainitut arvot P ja b-matriiseihin, ratkaisemalla indeksin varianssin yhtälö ja ratkaisemalla P:n käänteismatriisin elementit saadaan

$$\frac{\Delta g^{\bullet}}{\Delta g} = 0.84$$

Tulos merkitsee sitä, että valittaessa emakot vain oman tuloksen perusteella on geneettinen edistyminen 84 %:a siitä, jos käytettäisiin myös isän arvostelua hyväksi. Eli kääntäen, geneettinen edistyminen isän arvostelua käytettäessä olisi n. 0.13 porsasta ja 1.2 % vuodessa.

Jos emakko kuuluu isän jälkeläisarvosteluun, muuttuvat laskelmat hieman. Kuuluessaan isän jälkeläisarvosteluun, emakon tulos vähentää isän tuloksesta tulevaa lisäinformaatiota ja arvostelun käytöstä saavutettava hyöty vähennee. Mitä pienemmästä tytärjoukosta on kysymys, sitä suurempi osuus emakon tuloksella on isän arvostelun muodostumisessa. 40 tyttären ryhmässä ja ominaisuuden heritabiliteetin ollessa alhainen on yhden emakon tuloksen

osuus kuitenkin melko vähäinen,  $\frac{\Delta G}{\Delta g}$  arviolta 1-3 prosenttiyksikköä suurempi. Rajoitetun indeksin käyttöä koskevat laskelmat on tehty E.P. Cunninghamin (1969) monisteessa esitetyn menettelyn mukaisesti.

#### 4.4. Emakkoja ja karjuja valitaan

Järjestelmä, jossa karjuja valitaan, vaatii karjujen jälkeläisarvostelujen saantia ja on mahdollinen lähinnä keinosiemennystä käytettäessä. Ennusteissa on oletettu, että emakot valitaan siitoseläimiksi toisen porsimisen jälkeen. Emakon emiksi valitut siemennetään emakon isiksi valittujen karjujen spermalla. Tämä tarkoittaa sitä, että emakoiksi kasvatettavat porsaas otetaan emakon kolmannesta tai neljännestä pahnueesta ottamatta kolmannen/neljännän pahnueen kokoa huomioon. Valittaessa emakoita on valittujen määrän oltava niin suuri, että emakkoporsaiden riittävä saanti on turvattu.

Kun arviolta vain neljäsosalla käytössä olevista karjuista on hedelmällisyysarvostelu, joudutaan tilanteeseen, jossa kaikkia valittuja emakoita ei voida siementää emakon isiksi valittujen karjujen spermalla. Emakon/karjun isiksi oletetaan hyväksyttäviksi puolet arvostelun saaneista. Edellyttäen, että 40 % emakoista uusitaan vuosittain ja nämä tuotetaan edellä kuvaillulla tavalla, on 38 % kaksi/kolme kertaa porsineista emakoista valittava. 60 % näistä voidaan siementää emakon/karjun isiksi hyväksytyillä ja loput satunnaisesti valituilla karjuilla. Karjut oletetaan otettaviksi emakon/karjun isiksi hyväksytyjen karjujen jälkeläisistä.

Geneettinen edistyminen vuodessa on:

$$\Delta G = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$$

(merkinnät kuten edellä)

Isien arvosteluja ajatellaan käytettäväksi emakkojen arvostelussa. Tällöin:

$$\begin{array}{rcl}
 \Delta_1 = 0.17 \times 1.00 \times 1.02 \times 100/85 = 0.54, & L_1 = 2.0 \text{ v.} \\
 \Delta_2 = & = 0.54, & L_2 = 2.0 \text{ v.} \\
 \Delta_3 = 0.51 \times 0.80 \times 1.02 \times 60/100 = 0.35, & L_3 = 3.0 \text{ v.} \\
 \Delta_4 = & = 0.58, & L_4 = 3.0 \text{ v.} \\
 & ===== & ===== \\
 & 2.01 & 11.0 \text{ v.}
 \end{array}$$

Geneettiseksi edistymiseksi  $\Delta G$  saadaan 0.18 porsasta vuodessa, mikä vastaa 1.7 %:a.

Yhteenvedo tuloksista on esitetty taulukossa 16.

#### 4.5. Tulosten tarkastelu

Porsaina ilmaistujen tulosten osalta on heti todettava, että laskelmat on tehty todellisuutta huomattavasti pelkistäen. On mm. oletettu, että valintaa harjoitetaan pelkästään yhden ominaisuuden, pahnuekoon perusteella. Kasvu- ja teurasominaisuuksien jalostusta ei siis ole otettu huomioon.

Emakoiden massavalinta 2-3 tuloksen perusteella 38 % valiten tuottaa n. 1 %:n vuotuisen geneettisen edistymisen. Käytännössä tällaista valinnan vaikutusta ei ole kyetty saamaan aikaan edes koeolosuhteissa. Ilmeisesti täytyy esiintyä valinnan vaikutukselle vastakkaisia tendenssejä, sillä pahnuekoon melko korkeaa heritabiliteettia voidaan pitää osoitettuna.

Voidaan kysyä, kuinka paljon valintaa itse asiassa emakkosikaloissa tehdään. Siemennysaineistoista (KSYL/SIKAS) päätellen risteytysten käyttö porsastuotannossa on laajaa ja viittaa siihen, ettei valintaintensiiviteetti voi olla kovin suuri.

Kantakirjauksessa ja kantakokeessa noudatetaan tiettyjä eläinten hedelmällisyyttä koskevia sääntöjä. Kantakokeeseen lähetettävän ryhmän on oltava pahnueesta, jonka koko on kahdeksan tai suurempi. Käytännössä tätä sääntöä ei olla aina noudatettu. Kuitenkin n. 88 % (EMAK-KOTARKKAILU-aineisto) pahnueista on yhtäsuuria tai suurempia kuin kahdeksan porsasta, joten vaikutus sikakannan hedelmällisyytasoon voi olla vain hyvin vähäistä.

Kantakirjauksessa on emakoilla neljä luokkaa, joiden hedelmällisyysvaatimukset ovat seuraavat:

Kantakirjaluokka: vähintään yksi pahnue, jossa 3 vkk. vanhana elossa ainakin 9 porsasta tai useampia pahnueita, joissa yhteensä keskimäärin 9 porsasta 3 vkk. vanhana.

Palkintoluokka: vähintään yksi pahnue, jossa 3 vkk. vanhana ainakin 11 porsasta tai useampia pahnueita, joissa porsaita seuraavasti: 2 pahnuetta 21 porsasta, 3 pahnuetta 31 porsasta jne.

Valioluokka: hedelmällisyydessä palkintoluokan vaatimukset.

Hedelmällisyysluokka: vähintään kolme pahnuetta, joissa ainakin 37 porsasta tai 4 pahnuetta 47 porsasta, 5 pahnuetta 57 porsasta jne.

Siitoseläinten (emakko/karju) kaupassa kiinnitetään huomiota kantakirjaluokkaan. Emän kantakirjaluokka vaikuttaa eläimestä saatavaan hintaan. Emakoita myydään kuitenkin paljon jo alimman kantakirjaluokan emistä. Karjujen ostoissa vaatimukset ovat keskimäärin tiukemmat kuin emakoiden. Mikä jalostuksellinen vaikutus tätä kautta kantakirjauksessa noudatettaville säännöille muodostuu, sitä on vaikea arvioida.

Edellä esitetyn perusteella voidaan ajatella, että ainakaan kovin intensiivistä ei pahnuekoon jalostus käytännössä ole ollut, mutta ei sitä voida olemattomanaakaan pitää. Se on ilmeisesti ollut riittävää vastustamaan niitä negatiivisesti pahnuekokoon vaikuttavia tekijöitä, joita nykyisessä jalostus- ja tuotantosuuntauksessa ehkä esiintyy.

Yksi kielteisesti pahnuekokoon vaikuttava tekijä nykyisessä jalostuksessa saattaa liittyä kantakoetoimintaan. Vaikka pahnuekoolle onkin asetettu alaraja, voi koe suosia pienistä pahnueista lähetettyjä ryhmiä. Tätä ei kuitenkaan ole osoitettu ainakaan mitä tulee Suomen kanta-koetoimintaan.

Myös se, että emän ja tyttären porsimistulosten välillä vallitsee fenotyypinen negatiivinen suhde, sotkee valinnan tuloksellisuutta. Syntymäpahnueen koko pitäisi ehkä jollakin tavoin ottaa huomioon emakon jalostusarvoa arvioitaessa etenkin, jos arvostelussa on mukana sen ensimmäinen pahnue. Toisaalta rutiininomainen pahnueiden tasaaminen poistaisi myös tämän ongelman. Pienissä sika-loissa tasaaminen on kuitenkin vaikeaa.

Kun emakon arvosteluun lisätään sen isän arvostelutulos, saadaan parantuneen arvosteluvarmuuden vuoksi arviolta 18 % suurempi geneettinen edistyminen. Jos arvosteluja on käytettävissä, niitä on täysin perusteltua myös käyttää. Näin on erityisesti silloin, kun emakoiden arvostelu omien tulosten perusteella on emä-tytär-vaikutuksen vuoksi oletettua epävarmempaa.

Systemaattisessa, ennalta tehtyyn suunnitelmaan perustuvassa jalostuksessa on mahdollista harjoittaa karjujenkin valintaa. Laskelmissa on käytetty lievää valinta-intensiteettiä. Jos valittujen osuus olisi hyvin pieni, aiheuttaisi normaalijakaumaoletus geneettisen edistymisen yliarvioimista, sillä pahnuekoko ei ole normaalisti

jakautunut. Tämä olisi muistettava käytettäessä karjujen isien valinnassa voimakkaampaa valintaintensiteettiä, mikä ilmeisesti käytännössä on mahdollista. Muutoin käy laskelmista esiin, että päästäessä vaikka vain lieväänkin valintaan karjupuolella, voidaan jalostustyön tehoa jopa kaksinkertaistaa.

Taulukko 16. Yhteenveto geneettisen edistymisen arvioista tutkituissa tilanteissa.

	gen. ed.	
	vuosi	suht.
vain emakoita valitaan (Y)	0.11	100
vain emakoita valitaan (Y + I)	0.13	118
emakoita ja karjuja valitaan (Y + I) ja K	0.18	164

Y = yksilön tulos

I = isän jälkeläisarvostelu

K = karjun jälkeläisarvostelu



## 5. YHTEENVETO JA KESKUSTELUA

Tämän työn pääteemana on ollut arvioida keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelujen käyttöä sikakannan - tarkemmin emakoiden - hedelmällisyyden jalostuksessa. Ensimmäiseksi tehtäväksi on kuitenkin asetunut yleinen hedelmällisyysominaisuuksien jalostettavuuden arviointi (luku 4.). Tähän liittyvät ongelmat kiteytyvät seuraaviin kysymyksiin:

- 1) ominaisuuksien geneettinen säätely
- 2) jalostusarvon mittaaminen

Jälkimmäiseen teemaan liittyy lisäksi kysymys hedelmällisyyden määrittelystä. Yleensä hedelmällisyydellä tarkoitetaan eläimen elinaikanaan tai tietyn ajanjakson kuluessa tuottamien jälkeläisten määrää. Sikojen osalta hedelmällisyyttä määräävät tiinehtyvyyys ja sen osatekijät, pahnueen koko, porsaiden elinvoimaisuus ja emakon hoitokyky (mm. maidontuotanto).

Sikojen hedelmällisyystutkimuksissa on pääpaino ollut pahnuekokoa suoraan tai epäsuorasti kuvaavilla ominaisuuksilla: pahnueen koko syntyessä, pahnueen koko kolmen viikon vanhana tai vieroitettaessa, pahnueen paino syntyessä, kolmen viikon vanhana tai vieroitettaessa. Tiinehtyvyyteen liittyville ominaisuuksille ei kirjallisuudesta hevin löydy heritabiliteettiarvioita. Tätä puutetta eivät tämänkään työn tulokset kykene poistamaan, sillä juuri siemennysten onnistumisen ja kuolleenä syntyneiden osuuden osalta tarkastelu on epävarminta ja tulokset parhaimmillaankin vain karkeasti suuntaa antavia.

Koska työssäni en ole mielestäni riittäväällä varmuudella kyennyt osoittamaan siemennyksen onnistumisen tai kuolleenä syntyneiden osuuden taustalla esiintyvän mahdollisen geneettisen säätelyn olemassaoloa, rajoitun tässä tarkastelemaan alussa mainittuja kahta teemaa

vain pahnuekoon osalta.

Uudempi tutkimus ei ole mullistanut sitä vakiintunutta käsitystä, jonka mukaan pahnuekoon geneettisessä säätelyssä on merkittävä asema sekä geenien additiivisilla että niiden yhdysvaikutuksilla. Kuitenkin kuva on täsmentynyt ja syventynyt. Asiaa on tarkemmin käsitelty luvussa 3. Tärkeimmät johtopäätökset ovat:

Pahnuekoon ilmiäsuuren vaihtelun taustalla on additiivisista geenivaikutuksista johtuvaa vaihtelua ja ainakin osa tästä geneettisestä muuntelusta saadaan esiin kenttäaineistoissa. Useiden muiden hedelmällisyysominaisuuksien suhteen on ilmeisesti juuri niin, että ominaisuuden mittaamisesta johtuvan epämääräisyyden vuoksi ei geneettistä muuntelua saada esiin kuin korkeintaan koeasemalolosuhteissa (LAND 1980). Jalostajan mahdollisuudet arvostella ja suorittaa tuloksiin johtavaa valintaa pahnuekoossa ovat tässä mielessä varsin otolliset.

Pahnuekokoa voidaan valinnalla muuttaa tehokkaimmin kohdistamalla valintapaine itse pahnuekokoon eikä sen osatekijöihin kuten irtoavien munasolujen lukumäärään, hedelmöittyneiden munasolujen säilymiseen tai kiinnittyneiden sikiöiden säilymiseen. Tämä on periaatteelliselta kannalta tärkeää. Käytännössähän osatekijöiden mittamiseen edes välillisesti tuskin voidaan mennä.

Risteytyksellä voidaan vähentää hedelmöittyneiden munasolujen menetyksiä ja näin suurentaa pahnuekokoa. Sopivia rotuja etsittäessä on kuitenkin kiinnitettävä huomiota paitsi rotujen hedelmällisyystasoon myös niiden yhteensovivuuteen. Heteroosi-ilmiön perinteisen selityksen mukaan elinvoimaisuus risteytyksissä kasvaa alkiossa tapahtuvan heterotsygotian lisääntymisen vuoksi. Tällä mallilla ei kuitenkaan kyetä selittämään kaikkia tilanteita. On ilmeistä, että esiintyy alkion ulkopuolisia geneettisen säätelyn alaisia mekanismeja, jotka oleellises-

ti vaikuttavat alkion säilymismahdollisuuksiin esim. kiinnittymisen onnistumiseen. Tällaisiksi mekanismeiksi voidaan mainita erilaiset immunologiset tekijät, joiden esiintymiseen viittaavat Norjassa saadut karjun sperman sekoituskokeet (SKJERVOLD ym. 1979). Olisikin tärkeää kokeellisesti pyrkiä selvittämään, missä vaiheissa eri tekijät vaikuttavat. Esimerkiksi immunologisten tekijöiden oletetaan vaikuttavan olosuhteissa ennen kiinnittymistä, mutta tästä ei ole tarkkaa tietoa. Risteytysvertailut suomalaisilla sikaroduilla (luku 2.) viittaavat siihen, että maatiais- ja yorkshirerodut ovat joko geneettisesti samankaltaisia niin, ettei heterotsygotia sanottavasti risteytyksissä lisääntynyt tai esiintyy alkion ulkopuolisia haitallisesti vaikuttavia mekanismeja. Molemmat väittämät voivat olla myös samanaikaisesti tosia.

Käytännön jalostuksessa nämä johtopäätökset tarkoittavat sitä, että rotua jalostavissa sikaloissa pitäisi valinnalla voida vaikuttaa pahnuekokoon ja että lihasikojen tuottamiseen tähtäävässä porsastuotannossa kannattaa yrittää hyödyntää heteroosi-ilmiötä.

Alussa mainituista ongelmakokonaisuuksista toisen muodostavat eläinten jalostusarvon määrittämiseen liittyvät kysymykset. Emakon porsimistietojen käytössä tilanne monimutkaistuu siirryttäessä sikalan sisäisistä emakoiden arvosteluista emakon porsimistulosten käyttöön keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa.

Tämän työn 2. luvun perusteella pahnuekokoon vaikuttavat tärkeimmät arvosteluissa korjattavat ympäristötekijät ovat porsimiskerta (jos käytetään muitakin kuin ensimmäistä kertaa porsivia), pahnueen rotutyyppi ja sikalan vaikutus. Koska Suomen sikalat ovat pieniä, joudutaan sikalavaikutuksen poistamiseksi mahdollisesti käyttämään ensikotuloksen vertailua kahden edellisen vuoden ensikoihin samassa sikalassa. Näiden lisäksi Revellen ja Robiso-

nin (1973) osoittama ja useiden tutkijoiden myöhemmin vahvistama käyräviivainen, negatiivinen regressio emakon oman tuloksen ja sen syntymäpahnueen koon välillä pitäisi korjata. Jos käytetään muita kuin ensikkotietoja, ei myöhempien kertojen tuloksia tarvitse korjata, sillä syntymäpahnueen koon vaikutus emakon myöhempisiin porsimisiin on vähäisempää (ALSING ym. 1980, VANGEN 1980). Tällöin jälkeläisarvostelun malli voidaan esittää seuraavasti:

$$Y_{ijkl} = \hat{\mu} + A_i + B_j + c_k + f_1(\bar{x} - X_{ijkl}) + f_2(\bar{x} - X_{ijkl})^2 + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  , pahnueen koko

$\hat{\mu}$  , pahnuekoon populaatiokeskiarvo

$A_i$  , emakon isä

$B_j$  , sikala

$c_k$  , pahnueen rotu, k= MM, YY, MY, YM, YRist, MRist

$f_1(\bar{x} - X_{ijkl}) + f_2(\bar{x} - X_{ijkl})^2$ , syntymäpahnueen koon vaikutus

$f_1$  ja  $f_2$  regressioyhtälön kertoimet

$\bar{x}$  syntymäpahnueiden keskiarvo

$X_{ijkl}$  syntymäpahnueen koko

$e_{ijkl}$  , virhe

Mallissa oletetaan, että käytetään vain ensikkotuloksia. Jos regressiotekijän kertoimia ei pystytä ratkaisemaan on mahdollista käsittää emakon syntymäpahnueen koko luokittelevaksi tekijäksi, merkitään  $d_1$  ( $1=1\dots 20, <20$ ), jolloin yhtälö olisi

$$Y_{ijklm} = \hat{\mu} + A_i + B_j + c_k + d_1 + e_{ijklm}$$

Emakon tuloksen korjaaminen sen emän tuloksen perusteella johtaa myös siihen, että osa tyttäreiden emien geneettisen tason vaikutuksesta arvostelutuloksiin tulee korjatuksi.

Syntymäpahnueen koon huomioonottamisessa on toinenkin tie, joka tekee varsinaisen korjaamisen tarpeettomaksi: pahnueiden tasaaminen heti syntymän jälkeen. Suomen olosuhteissa emakkosikaloiden ollessa pieniä, tämä tuskin onnistuu, sillä menestyksellinen pahnueiden sekoitus on mahdollista vain, jos sikalassa on kaksi tai mielummin useampia samanaikaisesti porsivia emakoita. Tällöin arvostelua varten olisi erikseen ilmoitettava juuri sen pahnueen todellinen koko, jossa emakko on kasvanut. Tässä yhteydessä on syytä korostaa, ettei keskustelun kohteena oleva negatiivinen matернаalivaikutus ole ainoa tai edes tärkein tasaamisen syy.

Periaatteelliselta kannalta emakoiden pahnuekoon jalostukseen voidaan kaikin keinoin suhtautua varsin optimistisesti. Luvussa 4. on lisäksi osoitettu, että vaikka karjupuolella ei valintaa voitaisi lainkaan suorittaa, parantaa emakon isän hedelmällisyysarvostelutuloksen käyttö emakon arvostelussa arvosteluvarmuutta niin paljon, että arvostelujen käyttö pelkästään tähän tarkoitukseen on kannattavaa. Keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelujen laskentaan liittyy kuitenkin joukko käytännön ongelmia erityisesti silloin, kun arvosteluja halutaan käyttää karjujen valinnassa emakon isiksi.

Työn johdanto-osassa on esitetty laskelmia arvostelujen valmistumisajankohdasta ja karjujen käytöstä tämän jälkeen. Laskelmat perustuvat ensikkotulosten käyttöön. Jos käytetään myöhempiä porsimistietoja, voidaan sanoa, että arvostelut valmistuvat vasta karjun teurastuksen jälkeen. Tällöin ei valintaa karjupuolella luonnollisestikaan enää voida tehdä. On siis olemassa tiukka aikamarginaali arvostelujen laskemiseksi. Tämä vaikuttaa myös arvostelujärjestelmän suunnitteluun. Parhaiten tilanteeseen soveltuu järjestelmä, joka antaa arvostelutuloksen heti sen tosiasiallisen (kentällä tapahtuvan) valmistumisen jälkeen.

Jos keinosiemennyskarjuja käytettäisiin lähinnä vain oman keinosiemennysyhdistyksen alueella ja niiden tyttäret myös jäisivät tälle alueelle, olisi periaatteessa mahdollista kehittää systeemi, joka perustuu tiedon tallentamiseen ja arvostelujen laskentaan jo asemilla. Tässä mallista kuvaa siitoseläinten liikkuvuudesta yli keinosiemennysyhdistysten rajojen ei kuitenkaan ole.

Tärkeimmät kysymykseen tulevat arvostelumenetelmät ovat ns. Best Linear Unbiased Prediction-menetelmä eli BLUP ja Tanskassa kehitetty Direct Updatering ("suora päivitys") eli ns. Christensenin menetelmä. Näistä ensinmainittu on menetelmänä selvästi kehittyneempi, mutta jälkimmäisen suurena etuna on helppo käyttö ja mahdollisuus usein tapahtuvaan päivitykseen. Jälkimmäinen soveltuisi erityisen hyvin asemalla suoritettavaan arvosteluun. (NFF-raportti 1980).

BLUP:n käytön ongelmana Suomessa on melko kankea käyttötapa. Menetelmän vaatima varsin suuri tietokonekapasiteetti rajoittaa sen käytön vain suurissa tietokoneissa tapahtuvaksi ja Suomessa lähinnä Maatalouden laskenta-keskukseen. Tällöin tuskin päästään useampaan kuin kaksi kertaa vuodessa tapahtuvaan arvostelujen laskentaan. Christensenin menetelmän suurena etuna on uusien arvostelutulosten saanti jokaisen päivityksen jälkeen, mikä asematasolla voitaisiin tehdä usein. Menetelmä ei myöskään vaadi suurta tietokonekapasiteettia ja voisi näin perustua uusien ns. pientietokoneiden käyttöön. Edellytyksena Christensenin menetelmän käytölle asemilla on em. siitoseläinten suhteellisen vähäinen liikkuvuus yli keinosiemennysyhdistysten rajojen.

Toinen suuri ongelma on tyttärien tulosten saatavuus. Johdanto-osassa on osoitettu, ettei keinosiemennystoiminnan yhteydessä tapahtuva porsimistulosten keräys johda riittäviin 30-40 tyttären tyttäriryhmiin. Jos asia koe-

taan tarpeeksi tärkeäksi, on järjestelmää mahdollista laajentaa niin, että myös astutettujen karjun tyttären tuloksista saataisiin tiedot. Kuinka tähän päästään on käytännöllinen ja keinosiemennysyhdistysten hoidettavissa oleva asia. Tulevaisuudessa emakkotarkkailuaineistot parantavat tilannetta ja onkin tärkeää, että nämä tiedotot suunnitellaan yhteensopiviksi keinosiemennystiedostojen kanssa.

Edellä on kuvailtu keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelua, joka perustuu pelkästään pahnueen syntymäkoon arvosteluun. Yksi hyvin oleellinen emakon tulokseen vaikuttava ominaisuusryhmä jää tällöin täysin vaille huomiota. Kysymys on emakon hoitokyvystä ja erityisesti maidontuotantokyvystä. Monissa maissa tärkein tarkkailtu ominaisuus on pahnueen koko kolmen viikon vanhana. Sen sekä hyvät että huonot puolet liittyvät siihen, että se kuvaa selvästi toisistaan eroavia kolmea ominaisuusryhmää:

- 1) sikiävyys
- 2) emakon hoitokyky
- 3) porsaiden elinvoimaisuus

Näiden ominaisuuksien geneettisistä yhteyksistä ei ole täsmällistä käsitystä. Jos pahnueen kolmen viikon kokoa käytetään valintakriteerinä, käy todennäköisesti niin, että sikiävyydessä edetään hitaammin kuin, jos valittaisiin pahnueen syntymäkoon perusteella, mutta kokonaistulos saattaisi silti olla parempi. Edellytyksenä on, että syntymää seuraavan kolmen viikon aikana porsaiden kuolleisuuteen vaikuttavista ympäristötekijöistä tärkeimpien vaikutukset voidaan tuloksista korjata. Pahnueen kolmen viikon kokoa ei tässä työssä pystytty tarkemmin tutkimaan siitä yksinkertaisesta syystä, ettei tietoa kerätä keinosiemennystoiminnan yhteydessä.

Pelkkään pahnueen syntymäkoko perustuvaa arvostelua voitaisiin jonkin verran täydentää, jos arvostelukohteeksi otettaisiin pahnueessa kuolleena syntyneiden osuus.

Luvussa 3. esitetyt tulokset puoltavat tätä. Pahnuekokoarvostelua voitaisiin esimerkiksi korjata kuolleenä syntyneiden osuuden arvostelusta saaduilla tuloksilla.

Vaikka keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvosteluihin liittyvät käytännön ongelmat ovat mittavia, on arvosteluista jalostustyölle saavutettava hyöty riittävä, jotta vakaviin ponnisteluihin ongelmien ratkaisemiseksi kannattaa ryhtyä. Keinosiemennyskarjujen arvostelua tyttäriensä pahnueiden syntymäkoon perusteella täytyy kuitenkin pitää eräänlaisena karjupuolen vähimmäisarvosteluna. Keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelut ovat myös vain yksi keino sikakannan yleiseen hedelmällisyytasoon vaikuttamaan pyrkivien jalostustoimenpiteiden joukossa. Niiden käyttö ei ole mikään "viisasten kivi" sikakannan hedelmällisyytasoon vaikuttamisessa, muut ne voivat antaa merkittävän lisän jalostajien käytettävissä oleviin keinoihin.



## KIRJALLISUUSLUETTELO

ABA = Animal Breeding Abstracts

- ALMLID, T. 1981. Does enhanced antigenicity of semen increase the litter size in pigs. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.* 98: 1-10.
- ALSING, I., Krippel, J., PIRCHNER, F. 1980. Maternal effects on the heritability of litter traits of pigs. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.* 97: 241-249.
- BOYLAN, W.J., REMPEL, W.E., COMSTOCK, Z.E. 1961. Heritability of litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 20: 566-568.
- BRADFORD, G.E. 1969. Genetic control of ovulation rate and embryo survival in mice. I Response to selection. *Genetics* 61: 905-921.
- BRADFORD, G.E., NOTT, C.F.G. 1969. Genetic control of ovulation rate and embryo survival in mice. II Effects of crossing selected lines. *Genetics* 63: 907-918.
- CUNNINGHAM, E.P. 1969. *Animal Breeding Theory. Internordic licenciat course in quantitative genetics.* Landbruksbokhandelen/Universitetsforlaget. Vollebekk/Oslo. 1969.
- CUNNINGHAM, P.J., ENGLAND, M.E., YOUNG, L.D., ZIMMERMAN, D.R. 1979. Selection for ovulation rate in swine: correlated response in litter size and weight. *J. Anim. Sci.* 48: 509-515.
- DANELL, Ö., RÖNNINGEN, K., STRÖM, H., ANDERSSON, K., SUNDGREN, P-E. 1976. An extension of the discounted gene flow method with example in pig breeding. *Acta Agric. Scand.* 26: 203-210.

- EIKJE, E.D. 1970. En populasjonsgenetisk analyse av data fra purkekontrollen. Lisensiaattityö, Norjan Maatalouskorkeakoulu, moniste. ref. JOHANSSON, K. 1980.
- EIKJE, E:D: 1974. Fenotypiske of genetiske parametre for kullsstorrelse hos svin. Meld. Norg. Landbr. Høgsk. Institutt for husdyravl no. 371.
- ENFIELD, F.D., REMPEL, V.E. 1961. Inheritance of teat number and relationships of teat number to various maternal traits in swine. J. Anim. Sci. 20: 876-879.
- ENGLISH, P., SMITH, W., MacLEAN, A. 1978. The Sow - improving her efficiency. 2 p. Farming Press Limited, Ipswich, Suffolk, 1978.
- FALCONER, D.L. 1965. Maternal effects and selection response. Proc. XI int. Congr. Genetics 3, 763.
- HANSEN, L.H. 1963. Faringsintervallen samt kuldstorrelser ved fødsel og ved fravaenning ved 1722 faringer for 313 stambogførte soer af dansk landrace. Den Kgl. Vet. - og Landbohøjskole. Institutt for sterilitetsforskning. Aaberetning 1963, ss. 183-190.
- HANSET, R., CAMERLYNCK, R. 1974. Heritability of number of teats in Pietrain and Belgian Landrace pigs. Annales de Genetique et de Selection Animale 6: 99-101. ref. ABA vol. 43 no. 1190.
- HARVEY, W.R. 1970. Estimation of variance and covariance components in the mixed model. Biometrics vol. 26(3).
- HEIDLER, W., HUHN, U., DRUBE, E. 1976. Untersuchungen über phänotypischen Beziehungen zwischen den Schlacht- sowie Ansatzleistungen und den Fruchtbarkeitsergebnissen bei Jungsaunen. Arch. Tierzucht. Berlin 19: 243-251.

- HETZER, H.O., MILLER, R.H. 1970. Influence of selection for high and low fatness on reproductive performance of swine. *J. Anim. Sci.* 30: 481-495.
- JOHANSSON, K. 1978. Fruksamheten inte sämre av övrigt avelsarbete. *Svinsköttsel* no. 3/1978.
- JOHANSSON, K. 1980. Some notes concerning the genetic possibilities of improving sow fertility. Euroopan Kotieläintuotantoliiton kokous 1.10.-4.10.1980. München.
- KANGASNIEMI, R., Lindström, U.B. 1977. Julkaisematon materiaali.
- KEINOSIEMENNYSYHDISTYSTEN LIITTO ry. Vuosikertomukset vuosilta 1970-1979.
- KETELAARS, E.H. 1979. De vererving van onder praktijkkomstandigheden geregistreeerde kenmerken bij varkens. Väitöskirja. Centrum voor Landbonwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen 1979.
- KORKMAN, N. 1947. Causes of variation in the size and weight of litters from sows. *Acta Agric. Suec.* 2: 253-310.
- KLOCHKOV, D.V., KLOCHKOVA, A., Ya., KIM, A.A., BELEYAEV, D.K. 1971. The influence of photoperiodic conditions on fertility in gilts. Euroopan Kotieläintuotantoliiton kokous, Pariisi 1971.
- LAND, R.B. 1980. Physiological criteria and genetic selection. Euroopan Kotieläintuotantoliiton kokous, 1.9.-4.9.1980, München.
- LEGAULT, C. 1970. A statistical and genetical study of the litter performance of Large White sows. Direct effect of the boar, heritability, repeatability,

- correlation. Ann. Genet. Sel. Anim. 2: 209-229.  
ref. STRANG, G.S. ja SMITH, C., 1979.
- LEGAULT, C., DAGRON, J., TASTU, D. 1975. Effects of month of farrowing, litter order and genetic type of the mother on the components of sow productivity in French farms. Journes de la recherche porcine en france, 1975, Paris. 19.20.21 fevrier. Resumes francais et anglais des communications. Institut Technique du Porc. (1975) 8-9, ref. ABA 43 no. 5945.
- LEGAULT, C. 1977. Statistical analysis of the components of piglet production in four French breeds. II Components of variance, repeatabilities, correlations. Journees de la Recherche Porcine en France, 1977. Paris, France, Institut Technique du Porc (1977) 63-68. ref. ABA 46 no. 854.
- LUSH, J.L., MOLLN, A.E. 1942. Tech. Bull: U.S. Dept. Agric., 836. ref. ANDERSON, L.L. ja MELAMPY, R.M. kirjassa Pig Production, toim. D.J.A. Cole, Butterworths, Lontoo, 1972.
- MAIJALA, K. 1974. Fertility in animal breeding. Pohjois-maisen lisensiaattikurssin luennot lisääntymisen fysiologiasta ja genetiikasta, Helsinki 12.-24.8.1974.
- McGLOUGHLIN, P. 1976. Some factors affecting litter size in pigs. Irish J. of Agric. Research 15: 141-145.
- MOLER, T.L., DONAHUE, S.E., ANDERSON, G.B., BRADFORD, G.E. 1981. Effects of maternal and embryonic genotype on prenatal survival in two selected mouse lines. J. Anim. Sci. 51: 300-303.
- MORRIS, C.A. 1973. Genetic relationship between growth and reproduction in pigs. Ph.D. Thesis, Univ. Edinburgh. ref. STRANG, G.S. ja SMITH, C., 1979.

- MORRIS, C.A. 1975. Genetic relationship of reproduction with growth and with carcass traits in British pigs. *Animal Production* 20: 31-44.
- NEWTON, J.R., CUNNINGHAM, P.J., ZIMMERMAN, D.R. 1977. Selection for ovulation rate in swine: correlated response in age, and weight at puberty, daily gain and prople backfat. *J. Anim. Sci.* 44: 30-35.
- NJF raportti, työryhmä "Avkomsgranskingmetodikken hos okser", Pohjoismaisen Maataloustutkijain yhdistyksen kotieläinjalostuskonferenssi 28.-29.11.1980, Hanasaari.
- PERRY, J.S. 1954. *J.Embryol. exp. Morph.* 2: 308. ref. ANDERSON, L.L. ja MELEMPY, R.M. kirjassa *Pig Production*, toim. D.J.A. Cole, Butterworths, Lontoo, 1972.
- PERSSON, J. 1969. Suggornas produktionsegenskaper. *SHS Meddelander* 33.
- RAL, G. 1978. Studies on the biological and economic benefit obtainable by using crossbreeding and artificial insemination in pig breeding. Väitöskirja. Institutionen för husdjursförädling och sjukdomsgenetik. Rapport 30.
- REVELLE, T.J., ROBISON, O.W. 1973. An explanation for the low heritability of litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 37: 668-675.
- ROBERTSON, A. 1959. Populationsgenetik und quantitative Vererbung. *Handbuch der Tierzucht* osa 2 ss. 77-104. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1959.
- SIGNORET, J.P. 1972. The mating behaviour of the sow, kirjassa *Pig Production*, toim. D.J.A. Cole, Butterworths, Lontoo, 1972.

- SIKA-lehti. Jalostussikala-arvostelut vv. 1960-1979, numerot 158, 2/1964, 2/1965, 2/1966, 2/1967, 2/1968, 2/1969, 2/1971, 4/1972, 5/1973, 1/1975, 5/1975, 5/1976 5/1977, 5/1978, 5/1979, 5/1980.
- SILER, R., FIEDLER, J., PAULIK, J., HYANENEK, J. 1974. Genetic Analysis of number of still-born piglets and of piglets that have died after birth. Zivocisna Vyroba 19: 531, engl. tiivistelmä.
- SKJERVOLD, H., ODEGARD, A. 1959. Estimation of Breeding Value on the Basis of the Individual's Own Phenotype and Ancestors' Merits. Acta Agric. Scand., IX/3
- SKJERVOLD, H. 1963a. Inheritance of teat number in swine and relationship to performance. Meld. f. Norges Landbrukshøgskole, Institutt f. hysdyravl no. 181.
- SKJERVOLD, H. 1963b. To what extent do boars affect the litter size. Meld. f. Norges Landbrukshøgskole no. 166.
- SKJERVOLD, H. 1975. Comparisons of litter size by use of natural and by artificial mating in pigs. Meld. f. Norges Landbrukshøgskole. Institutt f. hudyraavl no 407.
- SKJERVOLD, H., ALMLID, T., ONSTAD, O., FOSSUM, K. 1979. Evidence of immunological influence on the number of live embryos in pigs. Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol. 96: 235-236.
- SMITH, C., KING, J.W.B. 1964. Crossbreeding and litter production in British pigs. Animal Production 6: 265-271.
- STRANG, G.S. 1970. Litter productivity in Large White pigs. I The relative importance of some source of variation. Animal Production 12: 225-233.

- STRANG, G.S., KING, J.W.B. 1970. Litter productivity in Large White pigs. II Heritability and reproductibility estimates. *Animal Production* 12: 235-243.
- STRANG, G.S., SMITH, C. 1979. A note on the heritability of litter traits in pigs. *Animal Production* 28: 403-406.
- STANCOVIC, M. 1975. Phenotypic and genetic characters of reproduction of Swedish Landrace sows. *Savremena Poljoprivreda* 23: 19-32. ref. ABA vol. 45 no. 1999.
- TILASTOA SUOMEN KARJANTARKKAILUTOIMINNASTA tarkkailuvuonna 1979. Maatilahallituksen tiedonantoja 395. Helsinki 1980.
- TOMES, G.J., NIELSEN, H.E., JACOBSEN, K.Aa. 1977. Review of 15 years recording of culling sows in Danish production units. Euroopan Kotieläintuotantoliityn kokous 22.8.-25.8.1977, Bryssel, M-P 2.06.
- URBAN, W.F.Jr., SHELBY, C.E., CHAPMAN, A.B.Jr., CARWOOD, V.A. 1966. Genetic and environmental aspects of litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 25: 1148-1153.
- VANGEN, O. 1980. Studies on two trait selection in Pigs. VI Heritability estimates of reproductive traits. Influence of maternal effects. *Acta Agric. Scand.* 30: 320-326.
- VOGT, D.W., COMSTOCK, R.E., REMPEL, W.E. 1963. Genetic correlation between some economically important traits in swine. *J. Anim. Sci.* 22: 214-217.
- YOUNG, L.D., PUMFREY, R.A., CUNNINGHAM, P.J., ZIMMERMAN, D.R. 1978. Heritabilities and genetic and phenotypic correlation for prebreeding traits, reproductive traits and principal components. *J. Anim. Sci.* 46: 937-949.

21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. Ravintohuolto meillä ja muualla, 10 s.
25. LINDSTRÖM, U., 1978. Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.—7.6.1978, 16 s.
26. HAAPA, MATLEENA, 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa, matkakertomus, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Lihanutakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-työ, 86 s.
30. MROUË, B., 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa. Lisensiaattityö, 150 s.
31. BONSDORFF, M. von, NASI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. & KENTTÄMIES, HILKKA, 1979. Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle", Edinburgh — Aberdeen 7.—20.5.1978, 79 s.
32. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1979. Lihanutakokeiden tuloksia III, 26 s.
33. KALLIO, MARJA, 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennisyhdistyksen sonneilla. Laudaturtyö, 110 s.
34. KATAJAMÄKI, ULLA, 1979. Yksilöarvostelun mahdollisuudet suomenlampaan lihan tuotantokyvyn jalostamisessa. Pro gradu-työ, 83 s.
35. LAHDENRANTA, M., 1979. Emien vaikutus oriiden juoksijajälkeläisarvosteluun suomenhevosella. Pro gradu-työ, 145 s.
36. LINDSTRÖM, U., 1979. Kohti pehmeämpää teknologiaa ruoantuotannossa, 11 s.
37. LINDHOLM, SOLVEIG, 1979. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. Laudaturtyö, 51 s.
38. LEUKKUNEN, ANU, 1979. Pahnuekoko ja porsimiväli emakon hedelmällisyyden kuvaajina keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa kenttäaineiston perusteella arvioituna. Pro gradu-työ, 72 s.
39. PUNTILA, MARJA-LEENA, 1979. Ultraäänimittaukset nuorten sonnien teuraslaatu arvioitaessa. Pro gradu-työ, 97 s.
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. Lihakarjakeeet vuosina 1960—1980, 30 s.
47. JÄLKEÄISARVOSTELUSEMINAARI 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. Lisensiaattityö, 88 s.

ISBN 951-45-2535-3

ISSN 0356-1429

Helsingin Yliopiston Monistuspalvelu  
Painatusjaos Helsinki 1982