

526. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Just Jensen og B. Bech Andersen

**Analyse af syv års individprøvedata
(miljøkorrektion, arvelig variation, sik-
kerhed og T-, U- og I-tal)**

**Analysis of seven years data from performance test sta-
tions**

(adjustment for effect of environment, genetic variation,
selection indices and their accuracy)

With English summary and subtitles



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1982

FORORD

Dansk kvægavl er velforsynet med avlsforanstaltninger, som giver informationer om tyres avlsværdi for mange forskellige egenskaber.

For at sikre at ressourcerne udnyttes så effektivt som muligt, er det nødvendigt med mellemrum at analysere de indsamlede data. Her ved bliver det muligt at afgøre, om der er behov for justeringer og i givet fald foretage disse på et solidt grundlag.

Nærværende beretning er en sådan analyse af individprøveresultaternes sikkerhed; en vurdering af beregningsmetoderne samt effekten af en selektion på individprøveresultaterne.

I appendix C er medtaget er resumé af Jan Tind Sørensens hovedopgave vedrørende individprøvetyrenes rekruttering og anvendelse.

L. Gjøl Christensen takkes for kritiske bemærkninger til manuskriptet. J. Dalfoss og H. Kvorning for renskrivningen af manuskriptet og N. Andersen for tegning af figurer.

København, april 1982

A. Neumann Sørensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	6
ENGLISH SUMMARY	13
1. INDLEDNING	22
1.1. Individprøvernes plads i avlsarbejdet	22
1.2. Individprøvernes omfang i Danmark og på europæisk basis	25
1.3. Formålet med den gennemførte undersøgelse	26
1.4. Individprøvetyrenes rekruttering og senere anvendelse	26
2. MATERIALE OG METODER	27
3. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE VÆGT, TILVÆKST OG FODERUDNYTTELSE	31
3.1. Effekt af miljø	32
3.2. Effekt af race	33
3.3. Korrektion for miljøfaktorer	33
4. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE ULTRALYDMÅLINGER	41
4.1. Effekt af miljø	43
4.2. Effekt af race	44
4.3. Korrektion for miljøfaktorer	45
5. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE SUNDHEDSTILSTANDEN	53
5.1. Effekt af miljø	54
5.2. Effekt af race	54
5.3. Gentagelsen af sygdomme i forskellige aldersperioder	55
5.4. Korrektion for miljøfaktorer	55
6. INDIVIDPRØVEEGENSKABERNES HERITABILITET OG INDBYRDSES SAMMENHÆNG	59
6.1. Heritabiliteter	60
6.2. Genetiske og fænotypiske korrelationer	62
7. BEREGNING AF AVLSVÆRDITAL	71
7.1. Det teoretiske grundlag	71
7.2. Egenskaberne økonomiske værdi	73
7.3. Analyse af selektionsindeksler	75
7.4. Indekssets følsomhed over for ændringer i de økonomiske vægte	78

8. PRÆSENTATION OG STANDARDISERING AF T-, U- OG I-TAL	83
8.1. Valg af racegennemsnit	83
8.2. Avlsværditallenes variation	85
8.3. Sammenligning af standardiseringsmetoder	87
8.4. Eksempel på beregning aft-T-, U- og I-tal	88
9. SAMMENFATTENDE DISKUSSION	91
10. LITTERATUR	94
APPENDIX A	
UNDERSØGELSER VEDRØRENDE KROPSMÅL OG EKSTERIØRBEDØMMELSER	96
APPENDIX B	
BEREGNING AF FORELØBIGE T-TAL	99
APPENDIX C	
ANVENDELSEN AF INDIVIDPRØVERNE SOM AVLSFORANSTALTNING HOS RDM OG SDM	103

SAMMENDRAG

Individprøvens plads i avlsarbejdet (Kap. 1)

Individprøven har en central plads i et moderne avlsprogram for en to-formålsrace. De danske individprøver af tyre foregår under ensartede og kontrollerede forhold på særlige prøvestationer. Dette medfører, at en stor del af de konstaterede forskelle mellem tyrene er genetisk bestemt.

Formålet med individprøven er at vurdere tyrenes avlsværdi for tilvækst, foderudnyttelse, appetit, slagtekvalitet og konstitution. Vurderingen sker ud fra individets egen præstation. Derudover gennemføres andrologiske undersøgelser, eksteriormålninger samt skønsmæssige vurderinger af lemmer, klove og temperament.

Individprøven kan gennemføres, inden tyren er kønsmoden, og der spredes således ikke arveanlæg fra tyre, som er for dårlige.

Den samlede danske individprøvekapacitet er på ca. 600 tyre pr. år. Hvis afprøvningen alene baseres på tilvækst, er det teoretiske behov ca. 700 tyre pr. år. Men efterhånden som øget viden giver basis for inddragelse af flere egenskaber i prøven, øges dette behov yderligere.

Materiale og metoder (Kap. 2)

Det anvendte materiale omfatter 2217 tyre, som er individafprøvet i perioden fra 1/4-1974 til 30/4-1980. Tyrene er fordelt på 297 tyrefædre af racerne RDM, SDM, DRK og Jersey.

Undersøgelser vedr. vægt, tilvækst og foderudnyttelse (Kap. 3)

En tyrs tilvækst kan påvirkes af genetiske forskelle samt mange forskellige miljøeffekter. I dette kapitel analyseres, hvilke faktorer som har betydning på individprøvestationerne, samt hvordan der på bedst mulig måde kan korrigeres for miljøeffekterne.

Kalve med en høj indsættelsesalder har en lavere 42 dages vægt og lavere tilvækst i den første del af prøveperioden end tidligt indsatte kalve. Senere udlijnes denne effekt, således at tilvæksten

i hele prøveperioden ikke er påvirket af ankomstalderen. Dette bevirker, at kalve med høj ankomstalder også har lavere vægt ved prøvens slutning.

Tilvæksten har som gennemsnit for den aktuelle periode været 1158 g dgl. på Egved, 1114 på Aalestrup og 1140 på Stradebrogåard. Der er ikke fundet forskelle mellem forsøgsår. Efterårsfødte kalve har generelt haft den største tilvækst. Vekselvirkningen mellem stationer, år og fødselsmåned er signifikant for de fleste egenskaber. Det skyldes sandsynligvis, at foderkvaliteten varierer fra station til station og fra år til år, ligesom sygdomsepidemier rammer stationerne fra tid til anden.

Tilvæksten har været 1272 g dgl. for DRK, 1252 for SDM, 1192 for RDM og 840 for Jersey.

Forskellige metoder til korrektion for miljøeffekterne er sammenlignet. Således kan en korrektion baseret på rullende race- og stationsgennemsnit fjerne aktuelle miljøforskelle, men samtidig fjernes en del af den genetiske variation. Det skyldes, at der er en positiv genetisk korrelation på 0,3 mellem en tyrs egen tilvækst og det rullende gennemsnit, som den sammenlignes med. Baseres miljøkorrektionen derimod på en lineær statistisk model, undgås denne sammenhæng. Samtidig bliver miljøkorrektionen bedre, således at sikkerheden på T-tallet øges.

Undersøgelser vedr. ultralydmålinger (Kap. 4)

Ultralydmålingerne foretages i tyrens lænderegion ved 9 og 10½ måneds alderen. Miljøfaktorer, som påvirker ultralydmålene, er måledato og vægt.

Årsagen til måledagens effekt på ultralydmålene er ukendt. Sid'en 1/10-1978 er der korrigeret for disse variationer ved hjælp af en lineær statistisk model. Denne model kan forbedres ved også at inddrage vægt ved målingen.

Tyrenes vægt ved ultralydmålingen har naturligvis en stærk indflydelse. For hvert kg vægtøgning stiger muskelarealet med 0,075 og 0,061 cm² ved henholdsvis 9 og 10½ måned målingen. Forskellen i b-værdien ved 9 og 10½ måned kan også beskrives ved hjælp af følgende kurvelineære funktion (V er vægt ved en ultralydmåling):

$$\text{Kødareal} = \text{konstant} + 0,1844 \cdot V \div 1,529 \cdot 10^{-4} \cdot y^2.$$

Denne funktion foreslås i fremtiden anvendt ved korrektion til konstant vægt.

Effekten af den gennemførte korrektion for måledag er vurderet på forskellig måde. Korrektionen medfører ikke større sammenhæng mellem 1. og 2. måling. Derimod stiger korrelationen mellem ultralydmål og slagteoplysninger, når måledagskorrektionen er gennemført. Inddragelse af vægt ved målingen i beregningerne øger korrelationen yderligere, således at korrelationen mellem gennemsnittet af de 2 enkeltmål og det tilsvarende mål på slagtekroppen er 0,58. Denne sammenhæng kan yderligere forbedres ved at foretage 3 målinger pr. tyr.

Undersøgelser vedr. sundhedstilstanden (Kap. 5)

Undersøgelserne vedrørende sundhedstilstanden er hovedsagelig baseret på et materiale indsamlet i perioden fra 15/3-1979 til foråret 1981.

Ca. 85% af alle tyre behandles for en eller flere sygdomme i løbet af afprøvningsperioden. Heraf udgør luftvejsinfektioner den overvejende del. Disse er især udtalte i den første del af prøveperioden, hvorimod klovbrandbylder er den mest dominerende sygdom i prøvens sidste halvdel. Som gennemsnit behandles hver tyr for 2,5 sygdomme i løbet af prøveperioden.

Der er stor forskel i sygdomsniveauet på de 3 stationer, idet Egtved kun har 0,72 sygdomme pr. tyr mod 3,12 og 2,68 for henholdsvis Aalestrup og Stradebrogaard. Dette kan skyldes forskelle i opstaldningsforhold, behandlingspraksis m.v.

Den tydeligste raceforskelse i frekvensen af klovbrandbylder, hvor SDM har 0,61 pr. tyr mod 0,17 for RDM.

Individprøveegenskabernes heritabilitet og sammenhæng (Kap. 6)

Heritabiliteten for tyrenes vægt stiger fra 0,19 ved 42 dage til 0,54 ved prøvens slutning. Dette er i modsætning til andre undersøgelser, som normalt finder, at heritabiliteten er høj i starten af vækstperioden og falder indtil halvårsalderen, hvorefter den igen er stigende.

Heritabiliteten for tilvækst er estimeret til 0,53, hvilket er lidt højere end i tidligere undersøgelser. Årsagen til dette skal findes i de senere års sædimport, som har skabt en større genetisk variation hos RDM og SDM.

Muskelarealets heritabilitet er beregnet til 0,71. Den høje værdi viser, at det er muligt gennem selektion at reducere den forringelse af slagtekvaliteten, som sædimporten medfører for SDM.

For sygdomsregistreringerne er der fundet et heritabilitetsskøn på 0,2 for totalt antal sygdomme, hvilket er noget højere, end der almindeligvis findes for sygdomsforekomst. En supplerende undersøgelse på 2 års afkomsprøvedata viste imidlertid en endnu højere h^2 -værdi for disse egenskaber.

De fleste sammenhænge mellem de analyserede egenskaber er af samme størrelsesorden som fundet i andre undersøgelser, så her fremhæves kun resultater, som er afgivende.

Den genetiske korrelation mellem tilvækst og muskelareal er beregnet til $\pm 0,3$. Ved konstruktionen af T-, U- og I-tal har denne sammenhæng hidtil været negligeret. Beregningerne bør derfor justeres på dette punkt. Den genetiske korrelation mellem vægt ved forskellig alder og muskelarealet er $\pm 0,61$ ved 42 dage faldende til $\pm 0,38$ ved 336 dage. Dette kan være en effekt af sædimporten, idet tyre med amerikansk afstamning har en højere fødselsvægt og lavere muskelareal end tyre med dansk afstamning.

Sammenhæng mellem sygdomsforekomst og tilvækst er undersøgt nærmere. Sygdomme i de første måneder af prøven medfører et begrænset tilvæksttab umiddelbart efter udbruddet, men dette tab indhentes senere. Opræder sygdommen i 3-6 måneders alderen, er effekten større, og det gælder især, når der er tale om gentagne infektioner.

Den fænotypiske korrelation mellem tilvækst og totalt antal sygdomme er $\pm 0,21$. Den genetiske sammenhæng er endnu stærkere, og selektion for øget tilvækst medfører således en højere sygdomsfrekvens. Denne uheldige sammenhæng har imidlertid ikke kunnet genfindes på afkomsprøvematerialet.

Beregning af avlsværdital (Kap. 7)

Kapitlet indledes med en kort gennemgang af det teoretiske grundlag for konstruktionen af avlsværdital. Derefter anføres resultaterne fra beregninger af tilvækstens og ultralydmålets økonomiske værdi baseret på et materiale fra slagtede individprøvetyre. Den økonomiske værdi pr. enhed er beregnet til 2,80 og 29,40 kr. for henholdsvis g dgl. tilvækst og cm² muskelareal.

De økonomiske værdier samt de genetiske og fænotypiske parametre omtalt i kap. 6 anvendes til konstruktion af avlsværdital. Det medfører, at beregningsmåden for T-, U- og I-tal kan justeres, så den er i overensstemmelse med de parametre, som gælder for individprøverne i dag.

De mest sikre T-, U- og I-tal fås ved at basere dem på informationer om tyrenes tilvækst, ultralydmål og vægt ved 42 og 182 dage. Ved at basere alle 3 avlsværdital på disse informationskilder opnås samtidig en forenkling af beregningsproceduren.

Den forventede effekt af en selektion på de justerede T-, U- og I-tal fremgår af følgende oversigt:

Overlegenhed og effekt på andre egenskaber ved selektion af bedste 38,1% af individprøvetyrene

Selektion på	Total økonomisk overl. kr.	Korreleret ændring			
		vægt 42 dg	tilvækst 42-336 dg	FE/kg tilv.	muskel- areal
T-tal (15)	65	1,64	41,9	-0,12	-1,78
U-tal (16)	39	-2,14	-21,9	0,06	3,41
I-tal (14)	107	-0,21	25,3	-0,08	1,24

Som det ses, medfører selektion for tilvækst (T-tal) alene en stor fremgang i tilvækst, men en tilbagegang i muskelarealet, således at den totale økonomiske fremgang bliver relativt lav. Samtidig ses en uønsket stigning i vægten ved 42 dage, hvilket kan få uheldige følger for fødselsforløbet.

Hvis der selekteres på U-tallet, kan der forventes en modsat effekt samt en endnu lavere total økonomisk fremgang. Selektion på et økonomisk optimalt sammensat I-tal er det økonomisk mest effektive

og giver fremgang i begge egenskaber. Vægten ved 42 dage holdes tilledes på det nuværende niveau.

Moderate ændringer i de økonomiske vægte ændrer ikke det optimale I-tal væsentligt.

Præsentation og standardisering af T-, U- og I-tal (Kap. 8)

I dette kapitel diskuteses forskellige strategier ved beregning af race- og stationsgennemsnit samt ved standardisering af T-, U- og I-tallenes variation.

Det konkluderes, at racegennemsnittet bør beregnes som et mindste kvadraters gennemsnit baseret på de sidste 3-4 års data, således at genetiske forskelle imellem årgange bevares. Racegennemsnittet kan korrigeres til det miljømæssige niveau, som den enkelte tyr er afprøvet under. Herved undgås at korrigere de enkelte tyres data.

Variationen i avlsværditallene kan standardiseres til fast spredning, fast økonomisk værdi pr. enhed, eller det kan angives i procent af racens gennemsnit. Hvis både T-, U- og I-tallene standardiseres til samme økonomiske værdi pr. enhed, kan I-tallet beregnes som 100 + summen af T- og U-tallets afvigelse fra 100.

Sammenfattende diskussion (Kap. 9)

Miljøkorrektionen kan forbedres i forhold til en korrektion baseret på rullende gennemsnit. Forbedringen gennemføres ved at beregne gennemsnittet for den gruppe tyre, en given tyr skal sammenlignes med, som et mindste kvadraters gennemsnit korrigeret til konstant genetisk sammensætning.

Racegennemsnittet bør beregnes som et glidende mindste kvadraters gennemsnit baseret på de sidste 3-4 års registreringer. Racegennemsnittet korrigeres til det miljømæssige niveau, som de enkelte tyre er afprøvet under.

T-, U- og I-tallene bør justeres til samme økonomiske værdi pr. enhed, men valget af standardiseringsmetode bør koordineres med en revision af standardiseringen af de øvrige avlsværdital anvendt i dansk kvægavl.

Heritabilitetsskønnene på 0,53 og 0,71 for henholdsvis tilvækst og muskelareal viser, at der er gode muligheder for en avlsmæssig forbedring af disse egenskaber.

De sikreste T-, U- og I-tal fås ved at basere dem på informationer om tyrenes tilvækst i prøveperioden, ultralydmål samt vægt ved 42 og 182 dage.

Selektion på et økonomisk optimalt I-tal giver fremgang i både tilvækst og muskelareal. Moderate ændringer i de økonomiske vægte har kun begrænset indflydelse på den samlede økonomiske fremgang, men har en stor indflydelse på den biologiske sammensætning af denne fremgang. Det er således i højere grad biologiske end økonomiske overvejelser, som skal ligge til grund for valget af I-tallets sammensætning.

ENGLISH SUMMARY

Introduction (Chapter 1)

Performance tests of future AI-bulls are in Denmark carried out at special test-stations, in which environment to a high degree is controlled and standardized. This causes that a large porportion of the total variation in most traits is due to additive genetic factors.

The objective of the performance test is to evaluate the bulls' breeding values for growth rate, feed efficiency, appetite, carcass quality and disease resistance. The bulls are also examined for andrological disorders, body measurements and scored subjectively for quality of legs, hoofs and temper.

The performance testing capacity in Denmark is about 600 bulls per year.

The aim of the present work is to investigate the accuracy of the performance test results; to compare different methods of correction for environmental factors, and to analyse the effect of a selection based on the performance test results.

Description of materials and methods (Chapter 2)

The total material consists of 2217 bulls tested in the period from 1974 to 1980. The bulls are distributed on 297 sires of the breeds: Danish Red (RDM), Danish Black and White (SDM), Danish Red and White (DRK) and Danish Jersey (JER).

Investigations on growth rate and feed efficiency (Chapter 3)

The performance test is carried out in the period from 42 to 336 days of age. The bulls are weighed at start of the test and subsequently every 28th day till the end of the test. The bulls were fed restrictively by age, which means that all bulls have received the same amount of feed during the test period. This amounts to 1500 SFU for bulls of the dual purpose breeds and about 1000 SFU for bulls of the Jersey breed.

Since the growth of a bull can be influenced by many factors, it was analyzed, which of them are of importance in the present data. The model used was:

$$\begin{aligned} y = & \text{BREED} + \text{SIRE (BREED)} \\ & + \text{STATION} + \text{YEAR} + \text{BIRTHMONTH} \\ & + \text{STATION} * \text{YEAR} * \text{BIRTHMONTH} \\ & + \text{age at arrival at the station} \\ & + \text{RESIDUAL} \end{aligned} \quad (1)$$

The main results in terms of means and regression coefficients are presented in Table 6 and 7.

The calves have to be delivered at the station before one month of age. This rule has not in all cases been respected. The mean age at arrival at the station is 39 days with a S.D. of 13 days. The effect of age at delivery on weight at different age, daily gain and feed efficiency is given in Table 6. Calves, which are relatively old at arrival at the station, have a lower 42 days weight and a lower daily gain during the first part of the test period. Later on the effect is settled off, so there is no effect on daily gain in the total test period. This causes that calves with high age at delivery have also a lower weight at the end of the test.

Least square means for stations, years and month of birth are given in Table 6. There is a significant interaction between stations, years and months. The effect is probably caused by differences in feed quality from station to station and from year to year, and by the fact that epidemic diseases go through the stations now and then.

The breeding values for growth rate (T-index) have been calculated as:

$$T = h^2 \times (P_x - \bar{P}) + \bar{P}, \quad \text{where}$$

h^2 = heritability

P_x = the bulls' daily gain in percent of rolling average

\bar{P} = 100.

The rolling average was calculated once a month, and that average was used in the calculation of breeding values in the next month. To improve this procedure rolling averages with the proband centered were calculated. Rolling averages with stations based 25, 50 and 75 bulls were compared.

As an alternative, corrections based on a linear least square model was used. The corrections were carried out by subtracting least squares constants from the three-way interaction in model 1 from the bull's own results.

The following "breeding values" for growth rate were compared:

- a) Daily gain without any correction.
- b) The currently used breeding value (T-index).
- c) T_{25} 25 bulls in the rolling average, proband centered.
- d) T_{50} 50 " " " " " , " " " .
- e) T_{75} 75 " " " " " , " " " .
- f) I_1 Selection index based on daily gain corrected with model 1.
- g) I_1^* as I_1 , but corrections calculated successively once a month.
- h) I_2 Selection index based on daily gain and weight at 42 and 182 days corrected with model 1.
- i) I_2^* as I_2 , but corrections calculated successively once a month.

Corrections based on rolling averages effectively correct for environmental effects, but also remove some of the genetic variation. The genetic correlation between a bull's own result and the average, it is compared to, is 0.3. When the corrections are based on the linear model the corresponding correlation is 0.

The accuracy of the different "breeding values" were analyzed in various ways:

- a) "h²-values" calculated in the following model:
$$y = BREED + SIRE (BREED) + RESIDUAL$$
- b) Correlation between progeny group means for sons with equal and unequal identification No.
- c) Correlations between means of the first and last 5 tested bulls in each progeny group.
- d) Correlation between I_2 and the different "breeding values".

The results are shown in Table 8. Corrections based on the linear model give the most accurate breeding values. The accuracy is increased slightly by calculating a selection index based on daily gain and weight at 42 and 182 days.

The accuracy of the breeding values could probably be increased slightly further by using a multi-trait BLUP procedure, but useful EDP-programmes for this are not available at present.

Investigations on ultrasonic measurements (Chapter 4)

The ultrasonic measurements are carried out in the loin region of the bulls with a Danscanner. The equipment is placed over the first lumbar vertebrae, and a picture of the cross section of the LD-muscle and the subcutaneous fat layer is recorded on a photography. The measurements are taken, when the bulls are 9 and 10½ months of age.

The analysis described here are based on the following model:

$$\begin{aligned} y = & \text{BREED} + \text{SIRE (BREED)} \\ & + \text{STATION} + \text{M-DAY (STATION)} \\ & + \text{AGE GROUP} + \text{weight (AGE-GROUP)} \\ & + \text{RESIDUAL} \end{aligned} \quad (3)$$

The resulting analysis of variance is shown in Table 11. As can be seen, there is a strongly significant effect of day of measurement. No single factors have been found as a cause of this variation, but it is probably due to variations from day to day in adjustment of the equipment, the ability of same or in the evaluation of the photographs, when measuring the areas.

The effect of liveweight at measurements on the ultrasonic areas is given in Table 12. The effect is different at 9 and 10½ months of age. This difference can be described by a curve-linear function. The following functions have been derived:

$$\text{Muscle area} = \text{constant} + 0.1844V \div 1.529 \cdot 10^{-4} \cdot V^2$$

$$\text{Fat area} = \text{constant} + 0.0520V \div 4.834 \cdot 10^{-5} \cdot V^2$$

where V = weight when measuring.

In the future these functions will be used, when correcting to constant weight before the calculation of breeding values.

Correction for environmental factors

Correction for the effect of day of measurement is carried out by means of the least square constants from model 3. The effect of the corrections is analyzed in different ways:

- a) Correlation between measurement at 9 and 10½ months of age.
- b) Correlation between ultrasonic measurements and the corresponding measurement on carcasses of slaughtered bulls.
- c) By calculating "h²-values" in a model considering the following factors:

$$y = \text{BREED} + \text{SIRE (BREED)} + \text{RESIDUAL}$$

The results are shown in Table 13 and 14. The parameters labeled as "model 2" in these tables are the currently used model in correction for effect of day of measurement.

The corrections did not increase the correlation between measurements at 9 and 10½ months of age significantly. This is caused by a tendency to day-effects in the same direction in relatively long periods. The correlations between ultrasonic measurements and the same measurements taken on slaughtered bulls is given in Table 14. The corrections have increased the relationship. A further increase can be obtained by an extra measurement as shown in Fig. 2. The "h²-values" in Table 14 show that the correction does not remove the genetic variation from the data.

Investigations on health (Chapter 5)

Since March 1979 all treatments for diseases are systematically recorded. They are grouped as respiratory-, digestive, claw-and other diseases. The variables analyzed are number of treatments in each group, total number of treatments per bull and disease as all or none trait. The material is analyzed with model 1.

The total number of treatments in each group is shown in Table 16. Only 15% of the bulls go through the test without any treatment for diseases. The mean number of treatments per bull in the whole test period is 2.5. The most frequent diagnosis is respiratory diseases, and it is particular frequent in the first half of the test. Later on claw-diseases are the most frequent diagnosis.

There are large differences in disease frequency between stations (Table 17). Age at arrival to the test station significantly influence the disease frequency. Increasing age at arrival causes a decrease in number of treatments per bull and an increase in the proportion of bulls without any treatment in the test period.

The least square means for breeds are shown in Table 17. The frequency of claw-diseases is four times higher in SDM than in the other breeds.

The influence of the disease frequency in the first part of the test on the health status in the age periods 99-182 and 183-336 days is shown in Table 18. The differences are non-significant, but there is a tendency that bulls with one or more diseases in the first part of the test also have a higher disease frequency later in the test.

Heritability of and relationship between performance test traits (Chapter 6)

Means, phenotypic S.D. and heritabilities are shown in Table 19. The h^2 -value for weight at 42 days of age is estimated to 0.19 and increases steadily to 0.53 at 336 days. This is in contrast to earlier finding by Andersen 1977, who found that h^2 started at a high level and decreased until the age of 6 months, and then increased again. The h^2 -value for weight at 182 and 336 days is in accordance with the earlier findings.

The heritability for daily gain and feed efficiency are slightly higher than earlier findings. The reason for this is probably due to the large import of genes from North America, which has induced an increase in the genetic variation. The h^2 -value for ultrasonic measurements are estimated to 0.71 and 0.56 for muscle- and fat-area, respectively.

For total number af veterinary treatements for diseases a heritability of 0.2 is estimated. This is higher than normally found. A further analysis with the data separated into age groups has been done on each disease group. The results are shown in Table 20. The h^2 for total number of treatments is here estimated to 0.16. The other estimates are generally low. An exception is the frequency of claw diseases, for which the h^2 -value is estimated to 0.65. It should be noted that the disease data include only a fourth of the total number of bulls.

Genetic and phenotypic correlations

The correlations between the most important traits are given in Table 21. The correlations between weight, daily gain and feed efficiency are of the same magnitude as earlier found. The genetic correlation between daily gain and feed efficiency is -0.94. The strong relationship is caused by the restrictive feeding system.

The genetic correlation between muscle area and daily gain is -0.3, and this has to be taken into consideration when constructing combined selection indexes for daily gain and muscle area. The genetic correlation between muscle area and weight at 42 days is -0.61. This is probably a consequence of the fact that the analysis are carried out on progeny groups of both Danish and North American descent. The bulls of North American descent have a higher birth weight and a lower muscle area than bulls of Danish descent.

The phenotypic correlation between disease frequency and daily gain is estimated to -0.21 (Table 21). This negative relationship is further shown in Table 22 as the reduction in daily gain caused by one or more diseases in different age periods. One or more diseases in the period 42-98 days cause a limited loss of gain immediately after the outbreak, but this loss is recovered later. Diseases in the period from 99 to 182 days has more effect on daily gain, especially the repeated respiratory diseases. The losses in daily gain are generally low due to a high level of management at the test stations. The genetic correlation between the two traits is estimated to 0.61.

Construction of selection for indexes for daily gain, muscle area and combined. (Chapter 7)

Before the construction of combined selection indexes, the relative economic value of each trait must be known. These are calculated as the partial regression of daily gain and muscle area on net profit, which is known for the slaughtered bulls. The values are 2.80 and 29.40 kr. for daily gain and muscle area, respectively.

The accuracy and the consequences of selection on different indexes are shown in Table 24. The best combined index is based on in-

formation on the bulls' daily gain, muscle area and weight at 42 and 182 days (I4). The indexes for daily gain (I5) and muscle area (I6) are calculated as sub-indexes based on the same sources of information.

Selection based on the index for daily gain results in a large increase in daily gain and a decrease in muscle area. This means that the total economic progress is limited. Moreover, the selection will increase the weight at 42 days and thereby probably induce undesirable effects on calving performance. When selecting for muscle area the situation is reversed with large increase in muscle area, but decrease in daily gain. In this case the total economic progress is even lower than when selecting for daily gain alone.

The most efficient index is the combined index, which gives progress in both traits, and it gives the highest economic progress. In addition no undesirable effects are seen on weight at 42 days.

Presentation and standardization of breeding values (Chapter 8)

In this chapter calculation of breed averages and standardization of the indexes are discussed.

The breed average can be calculated as the least square mean, based on data from the last 3-4 years. Then genetic fluctuations over years will be taken into account. These can be considerable even by chance, when using only 3-4 sires/year/breed.

The selection indexes are calculated on basis of the bulls' deviation from the breed average. Before the deviation is calculated, the breed average is corrected to the actual environmental level, by means of least square constants from the relevant model.

The selection indexes (I4, I5 and I6) are expressed in kr., g/day and cm², respectively. Before they are published, they are standardized to a mean of 100 and some variation around this mean. This variation can be chosen in three different ways:

- a) by standardizing to a given SD e.g. 5.
- b) standardizing to the same economic value per unit.
- c) presenting breeding values as percent of breed average.

It is concluded that alternative b) is the best one. Then the combined index can be calculated simply by adding the deviations from 100 of the sub-indexes. Moreover, it is easy to compare advantages and disadvantages of a bull, because all indexes have the same economic value per unit.

The standardized indexes are in Denmark called I-index, T-index and U-index for the combined index, the index for daily gain and the index for muscle area, respectively.

Summarizing discussion (Chapter 9)

Up till now the adjustments for effect of environmental factors have been based on rolling averages. It is shown, however, that the adjustments can be improved by calculating the mean of the group of bulls, the proband has to be compared with as a least square mean corrected to a constant genetic level.

Also breed averages should be calculated as a least square mean based on the last 3-4 years data. Before the calculation of breeding value of a tested bull the actual breed average should be corrected to that environmental level, under which the single bulls are tested.

It is recommended to standardize the breeding values for daily gain, muscle area and net profit (T-, U- and I-indexes) to the same economic value per unit, but the choice of standardization method has to be coordinated with a revision of other breeding values used in Danish cattle breeding.

The most accurate breeding values (T-, U- and I-indexes) are obtained, when the calculations are based on daily gain, muscle area and weight at 42 and 182 days of age in combination.

Selection based on an economic optimal index (I-index) gives progress in both daily gain and muscle area. Moderate changes in the economic weights only have a small influence on the total economic progress, but a great influence on the biological composition of the genetic progress. Thus, it is more biological than economic considerations, which must be the basis for choice of the composition of the combined selection index.

1. INDLEDNING

1.1 Individprøvens plads i avlsarbejdet

Ved en individprøve måles et dyrs avlsværdi for én eller flere egenskaber ud fra dyrets egne præstationer. Individernes egne præstationer har i årtusinder medvirket til dyrearternes naturlige udvikling (dyrenes overlevelsesevne m.v.), og principippet har i århundreder været anvendt i husdyravlens (avlsdyrenes eksteriør, køernes egen mælkelydelse o.s.v.). Ved etablering af prøvestationer har individafprøvning fået stor betydning i nutidens moderne kvægavl.

Forudsætningerne for, at et avlsdyrudvalg med fordel kan baseres på en individprøve, er:

- . at de aktuelle egenskaber kan måles på det levende dyr,
- .. at de aktuelle egenskaber har en høj heritabilitet.

Individafprøvning af ungtyre gennemføres på specielle prøvestationer med styret og ensrettet staldmiljø, fodring og pasning. Det er en afprøvningsform, som medfører en reduktion af miljøets betydning, hvorved en forholdsvis stor andel af den målte variation dyrene imellem bliver arveligt bestemt. Individprøven indpasses endvidere let i den samlede avlsplan. Hele afprøvnings- og sorteringsproceduren gennemføres, inden tyren er kønsmoden. Der spredes således ikke arveanlæg fra tyre, der i kødproduktionsmæssig henseende er for dårlige, ligesom det ikke er nødvendigt at opsamle sæd og gennemføre prøveinsemineringer for tyre, der skal udelukkes på grund af utilfredsstillende tilvækst, udvikling, muskelfyldelse eller konstitution. Ydermere er det en ret billig afprøvning at gennemføre, og forudsat der indkøbes et tilstrækkeligt stort antal tyrekalve hvert år, kan der sorteres stærkt på individprøveresultaterne uden nævneværdig nedgang i selektionsintensiteten for andre egenskaber.

Formålet med at individprøve tyre af malke- og kombinationsracerne var oprindeligt alene at måle deres tilvækstevne. Imidlertid har den tekniske udvikling samt større biologisk og genetisk viden øget mulighederne for at inddrage andre egenskaber i prøven (f.eks. appetit, foderudnyttelse, tilvækstens sammensætning, konstitution, bækkenåbningens størrelse, reproductionsegenskaberne, fysiologiske og biokemiske egenskaber m.v.).

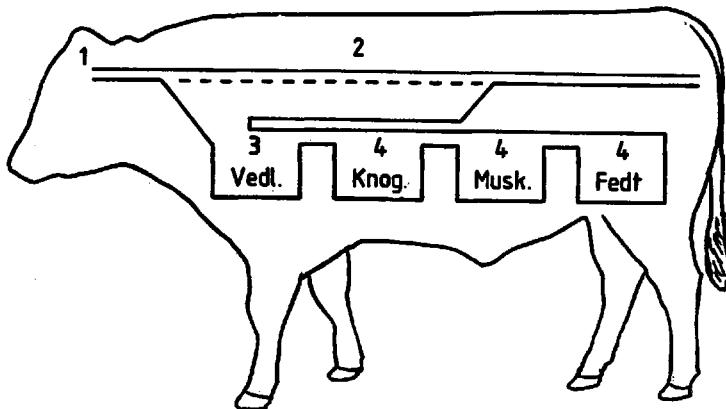
Tilvækst, appetit og foderudnyttelse

Den tilvækst, som kan registreres hos en gruppe ungtyre på en individprøvestation, er bestemt af tyrenes appetit, vedligeholdelsesbehov, tilvækstens sammensætning og fordøjelsesapparatets effektivitet. I figur 1 er der givet en skematisk illustration af begreberne 1) appetit og foderoptagelse, 2) fordøjelsesapparatets effektivitet, 3) vedligeholdelsesbehovets størrelse og 4) behovet til produktion af knogler, muskulatur og fedt. Den fordøjede del af det optagne foder er til rådighed for de forskellige livsprocesser. Basalstofskiftet eller kroppens vedligehold har 1. prioritet, og først når dette vedligeholdelsesbehov er dækket ind, vil et eventuelt overskud af næringsstoffer være til rådighed for vækstprocessen med prioritetsrækkefølgen knogler, muskler og fedtvæv.

Der er i mange forsøg påvist en arvelig variation i dyrenes appetit til såvel kraftfoder som grovfoder. Endvidere er der i mange undersøgelser dokumenteret store arvelige forskelle i dyrenes evne til at omsætte et givet foder til vækst, men det har hidtil ikke været muligt at afgøre, i hvilket omfang det skyldes arvelig forskelle i fordøjelsesapparatets effektivitet, i vedligeholdelsesbehovets størrelse eller i tilvækstens energetiske sammensætning.

Af de ca. 7 mia. foderenheder, der hvert år omsættes i dansk kvægbrug, forbruger opdræt + ungtyre mere end 1/3. Næsten 1/3 går til at dække malkekøernes vedligeholdelsesbehov, og den resterende 1/3 går til selve mælkeproduktionen (Tabel 1). Der vil således være store produktionsøkonomiske fordele forbundet med en arvelig betinget sænkning af vedligeholdelsesbehovet og en forbedring af foderudnyttelsen.

Også den arvelige variation i dyrenes appetit får stigende betydning. Med de stadig forbedrede ydelsesanlæg er det vanskeligt for mange malkekører at optage foder nok til at dække behovet, og produktionsniveauet af mælk og kød, frugtbarhedsforhold, modstandskraft og holdbarhed vil i stigende grad blive afhængige af appetit og optagelsesevne.



1. Appetit og foderoptagelse.
2. Fordøjelsesapparatets effektivitet.
- 3: Vedligeholdelsesbehov.
4. Behov til vækstsyntesen.

Figur 1. Skematisk illustration af foderets optagelse og anvendelse i dyrene.

Slagtekvalitet

Inden for de danske kombinationsracer er der påvist en svag men negativ genetisk sammenhæng mellem smørfedtydelse og slagtekvalitet (Sørensen, 1979), og den udbredte import af arveanlæg fra Canada og USA forstærker denne udvikling. Da der ydermere synes at være en negativ sammenhæng mellem tilvækststevne og muskelfylde, er der således tre avlsmæssige faktorer (import, selektion for mælk og selektion for tilvækst), som i forening medfører en forringet slagtekvalitet hos de danske kombinationsracer, medmindre der træffes avlsmæssige mod-foranstaltninger. Skal egenskaber som slagteprocent og muskelfylde blot bevares på deres nuværende niveau, er det derfor nødvendigt at inddrage disse egenskaber i individprøven.

Ultralydmålinger er for nærværende den eneste anvendelige metode til at opnå en objektiv beskrivelse af kroppens sammensætning hos levende dyr. I dyrenes lænderegion måles såvel arealet af det subkutane fedtlag som arealet af den lange rygmuskel. Muskelarealet beskriver især slagteprocent og kød/knogleforhold og fedtarealet især talgprocent og kødprocent.

For tiden koncentreres ultralydmålingerne ved individprøven om muskelarealet. Årsagen til, at der ikke tages hensyn til fedtarealet, er, at overfede slagtedyr er næsten et ukendt begreb inden for malke- og kombinationsracerne. Desuden kan det ikke udelukkes, at der er en positiv sammenhæng mellem fedtarealet og køernes energimobiliseringsevne. Det kan derfor være risikabelt at selektere for lavere fedningsgrad hos ungttyrene.

Andre egenskaber

På individprøvestationerne gennemføres regelmæssig kontrol med tyrenes sundhedstilstand, og de konstaterede sygdomme kan registreres sammen med tyrenes reaktion på sygdomme (reduktion af foderoptagelse, tilvækst m.v.).

Ved at gennemføre en andrologisk undersøgelse af de afprøvede tyres ydre og indre kønsorganer er det muligt at frasortere tyre med så alvorlige forandringer i kønsorganerne, at der kun vil være ringe sandsynlighed for, at de kan opnå en normal sædproduktion.

Endelig gennemføres kropsmålinger samt skønsmæssige vurderinger af lemmer, klove og temperament.

1.2 Individprøvernes omfang i Danmark og på europæisk basis

Der gennemføres nu individprøver af malke- og kombinationsrace-tyre i de fleste vesteuropæiske lande. I Tabel 2 vises summarisk kapacitet og afprøvningsmetode i forskellige lande.

I 1964 blev de første officielle danske individprøver etableret på "Østerhåb" ved Horsens. Kvægavlsvoreningen "Hærvej" har her mulighed for at afprøve ca. 50 tyre årligt. I 1971 blev der på avlsstationen "Egtved" indrettet plads til ca. 100 individprøvetyre, der går i enkeltbokse. "Aalestrup" avlsstation blev indviet april 1976, og der

er her kapacitet til årligt at afprøve 375 tyre, som går i fællesbokse. "Stradebrogaard" avlsstation blev forpagtet af institutionen EGT-VED i oktober 1977. Der er her en årlig kapacitet på ca. 100 tyre, og opstaldningsformen er som på "Aalestrup".

Det teoretiske afprøvningsbehov er ca. 700 pladser på landsbasis, hvis afprøvningen alene baseres på daglig tilvækst (Petersen et al. 1973). Imidlertid inddrages der nu flere forskellige egenskaber i individprøven, og det vil yderligere øge behovet for afprøvningskapacitet.

1.3 Formålet med den gennemførte undersøgelse

Formålet med det i denne beretning omtalte arbejde har været at analysere sikkerheden af de hidtil gennemførte individprøver; at vurdere forskellige metoder til en forbedret miljøkorrektion samt at analysere effekten af en selektion på individprøveresultaterne.

1.4 Individprøvetyrenes rekruttering og senere anvendelse

Individprøvetyrenes rekruttering og senere anvendelse er behandlet i en hovedopgave ved Landbohøjskolens Husdyrbrugsinstitut (Sørensen 1981).

Ifølge denne undersøgelse har mødrerne til de indsatte tyre haft en relativ høj alvsværdi for smørfedtydelse på 8-9% over racens gennemsnit. Imidlertid har der været anvendt for mange tyrefædre, således at de indsatte individprøvetyres genetiske overlegenhed for smørfedtydelse ikke bliver så høj som ønskeligt.

Ved individprøvens slutning har kvægavlsvoreningerne foretaget en yderligere selektion for smørfedtydelse samt i nogen grad for tilvækst. U-tallet som udtryk for alvsværdi for slagtekvalitet har derimod ikke i den omhandlede periode været anvendt som selektionskriterium.

I appendix C er undersøgelsens hovedresultater beskrevet.

Tabel 1. Foderets anvendelse i dansk kvægbrug

Table 1. Use of feed in Danish Cattle industry

	FE/år (SFU/year)
½ mill. ungtyre (young bulls)	850 mill.
½ " kviekalve (young heifers)	600 "
½ " kvier (heifers) -----	1200 "
Malkekørs vedligeholdelsesbehov (Maintenance of cows)	1800 "
Fosterproduktion (Foster production)	100 "
Mælkeproduktion (Milk production)	2200 "
Ialt (Total)	6750 mill.

Tabel 2. Individafprøvning af malke- og kombinationsracetyre i Europa i 1980. (Mod. efter Andersen et al. 1981).

Table 2. Performance testing of dairy- and dual purpose bulls in Europe. (Mod. after Andersen et al. 1981).

Land	Kapacitet (antal pladser)	Opstald- ningsform	Fodring		Alder ved prøvens (mdr.)	
			kraft.	grøvf.	start	slutning
Country	Capacity	Housing form	Feeding		Age mths. at:	
Belgien	400	e	r	æ	6	12
Danmark	625	e,f	r	æ	1½	11
Finland	330	b,f	æ	æ	2	12
Frankrig	900	b,e,f	r,æ	r,æ	5	12
Holland	440	e,f	r	æ	3½	12
Irland	50	f	r	æ	1	12
Norge	400	b	r	æ	3	12
Sverige	570	b,e	r	æ	2	12
Schweiz	240	b,e	r	æ	2	12
Vest- tyskland	1050	e,f,b	r,æ	r,æ	1½	14
Øst- tyskland	1800	f	?	?	3	12

Opstaldning: b = bundne, f = fællesbokse, e = enkeltbokse.

Fodring: æ = ædelyst, r = restriktivt.

Housing: b = tied, f = boxes, e = single boxes.

Feeding: æ = ad lib., r = restricted.

2. MATERIALE OG METODER

Det anvendte datamateriale omfatter afprøvningsresultater for i alt 2217 tyre, der er individafprøvet fra 1/4-1974 til 30/4-1980. I denne periode er der ikke inden for de enkelte stationer gennemført ændringer i afprøvningsreglerne. Materialet er detaljeret beskrevet i beretningsnumrene 426, 435, 452, 463, 478, 487 og 506 fra Statens Husdyrbrugsforsøg.

De afprøvede tyres fordeling på prøveår, station og race fremgår af tabel 3.

Der har for de fire racer været anvendt 297 tyrefædre, hvilket giver en gennemsnitlig sønnegruppestørrelse på 7,5. Imidlertid er der tale om en ret skæv fordeling, således at størstedelen af de indsatte tyre er koncentreret om forholdsvis få fædre. I alt 60% af de afprøvede tyre tilhører sønnegrupper på 15 eller derover.

Tabel 4 beskriver, hvorledes de afprøvede tyre er fordelt på fødselsmåned. Opgørelsen omfatter kun "hele prøveår" for stationerne "Egtved" og "Aalestrup". Frekvensen af indsatte kalve har været højest i månederne januar, februar og marts og lavest i sommermånederne maj, juni og juli.

Statistiske metoder.

Datagrundlaget for analyserne kan variere for de forskellige egenskaber. Materialet er derfor beskrevet i de enkelte kapitler. De anvendte modeller varierer ligeledes fra egenskab til egenskab og beskrives i forbindelse med omtalen af de enkelte analyser.

I modelbeskrivelserne er klassevariable og restvariation anført med STORT og kontinuerte variable med småt.

Alle gennemsnit er angivet sommindste kvadraters gennemsnit. Signifikansniveauer anføres enten som P-værdien, der angiver sandsynligheden for, at en funden forskel skyldes tilfældigheder, eller som:

- ns $P > 0,05$
- * $0,05 > P > 0,01$
- ** $0,01 > P > 0,001$
- *** $P < 0,001$

I de genetiske analyser er varianskomponenterne estimeret ved hjælp af Hendersons metode III. Alle beregningerne er gennemført på NEUCC ved anvendelse af statistik-systemet SAS (Barr et al. 1979) samt egne EDB-programmer.

Ved korrektion af de forskellige egenskaber for miljøfaktorer ved hjælp af lineære modeller er effekterne beregnet ved hjælp af "mindste kvadraters metode". Sikkerheden på korrektionerne samt avls-værditallene kunne sandsynligvis øges lidt ved at anvende BLUP-teknikken (Henderson, 1973). Imidlertid findes ikke anvendelige EDB-programmer hertil, hvorfor dette ikke er forsøgt. Det samme gælder ved beregning af varianskomponenter, hvor mere moderne metoder muligvis kunne give mere sikre resultater.

Tabel 3. Individprøvetyrenes fordeling på prøveår, station og race.

Table 3. Distribution on years, stations and breeds.

Prøveår	I alt tyre	Station				Race			
		"Egtved"		"Aale- strup"	"Strade- brogaard"	RDM	SDM	DRK	JER
		Total No.	Year of bulls	Station "Egtved"	"Aale- strup"	"Strade- brogaard"	RDM	SDM	DRK
1973/74 ¹⁾	(29)		29	0	0	21	6	0	2
1974/75	85		85	0	0	33	47	1	4
1975/76	215		93	122	0	75	111	12	17
1976/77	452		95	357	0	191	214	15	32
1977/78	510		102	408	0	234	204	20	52
1978/79	568		106	378	84	228	261	24	55
1979/80 ²⁾	(358)		71	243	44	133	171	15	39
I alt (Total)	2217		581	1508	128	915	1014	87	201

1) Omfatter tyre færdigafprøvet i perioden 1/4-1974 til 30/9-1974.

2) Omfatter tyre færdigafprøvet i perioden 1/10-1979 til 30/4-1980.

Tabel 4. Individprøvetyrens procentvis fordeling på fødselsmåned.

Table 4. Distribution on months of birth.

Station	Procentvis fordeling på fødselsmånederne:											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
Distribution on months in percent:												
Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
"Egtved"	14	12	16	7	2	4	2	7	8	7	11	10
"Aale- strup"	10	11	12	6	3	4	5	6	9	11	12	11

3. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE VÆGT, TILVÆKST OG FODERUDNYTTELSE

Undersøgelsene omhandler materiale fra perioden 1/4-1974 til 30/4-1980. Individprøverne er gennemført på avlsstationerne "Egtved", "Aalestrup" og "Stradebrogård". Tyrene afprøves i aldersintervallet 42-336 dage.

Der er i den omhandlede periode fodret efter alder, således at alle tyre har fået samme mængde foder. For kombinationsracetyrene drejer det sig om ca. 1500 FE i prøveperioden og for tyre af Jerseyracen ca. 1000 FE. Heraf udgjorde mælkeprodukter ca. 10%, kraftfoder ca. 70%, hø 10% og roer ca. 10%. Tyrene blev vejet ved indsættelsen og derefter hver 28. dag indtil prøvens afslutning. Alle vejninger er gennemført om morgenens inden fodring. Startvægt og slutvægt er fastlagt på grundlag af tre på hinanden følgende dages vejninger. De anvendte fodermidlers indhold af energi og protein er bestemt på stikprøver, der er analyseret af Statens Husdyrbrugsforsøgs afdeling for analytisk kemi.

En undersøgelse af, hvilke faktorer som påvirker en individprøvetyrs tilvækstresultater, er foretaget ved at analysere samtlige vejninger og akkumulerede tilvækster med følgende model:

$$\begin{aligned} y = & \text{ RACE} + \text{FAR (RACE)} & (1) \\ & + \text{STATION} + \text{ÅRGANG} + \text{FØDTMD} \\ & + \text{STATION} \times \text{ÅRGANG} \times \text{FØDTMD} \\ & + \text{åkomstalder} \\ & + \text{REST} \end{aligned}$$

Indledende analyser har vist, at der ikke findes genotype x miljø vekselvirkninger. Den 3-vejs vekselvirkning STATION x ÅRGANG x FØDTMD inkluderer alle 2-vejs vekselvirkninger mellem de 3 hovedeffekter.

Analyserne omtalt i dette kapitel er foretaget på det totale materiale, som er omtalt på side 28 i det foregående kapitel.

3.1 Effekt af miljø

Alder ved indsættelse

Ifølge afprøvningsreglerne skal kalvene indsættes på stationerne senest 14 dage inden prøvens start, hvilket vil sige, inden de er 28 dage gamle. Det har imidlertid ikke været praktisk muligt fuldt ud at håndhæve denne regel. I gennemsnit har kalvene været 39 dage gamle ved ankomst, men som det ses af tabel 5, har der været en del variation omkring dette gennemsnit.

Som vist nederst i tabel 6 har der været en tendens til, at kalve med høj ankomstalder har haft den laveste tilvækst. Virkningen er størst i den første halvdel af prøveperioden, hvor én dags forsinkelse i indsættelsen har medført en reduktion i den gennemsnitlige daglige tilvækst på ca. 0,6 gram. Imidlertid udlignes denne effekt i den senere del af prøveperioden, således at indsættelsesalderen inden for det givne variationsområde ikke har nogen signifikant betydning for egenskaberne gennemsnitlig daglig tilvækst og FE pr. kg tilvækst over hele prøveperioden.

Stationer

Der har ikke været forskelle i den gennemsnitlige begyndelsesvægt hos kalvene indsat til prøve på de tre stationer (øverst i tabel 6). Derimod har der været en stærkt signifikant stationsforskell i tilvæksten.

Den gennemsnitlige tilvækst på "Stradebrogaard" og "Aalestrup" har været henholdsvis 18 g/dag og 44 g/dag lavere end tilvæksten på "Egtved". Forskellen mellem "Egtved" og "Stradebrogaard" og en del af forskellen mellem "Egtved" og "Aalestrup" kan skyldes, at fællesboksene kræver lidt mere energi til motion. At "Aalestrup" ligger yderligere et stykker under "Stradebrogaard" kan muligvis forklares ved et større varmetab hos tyrene i "Aalestrup"'s lidt koldere stallede, hvor der ydermere har været fri adgang til udendørs løbegårde en stor del af året. Denne antagelse underbygges af det forhold, at hele forskellen mellem "Aalestrup" og "Stradebrogaard" opstår i det sidste halvår af prøven. Det er i den aldersperiode, tyrene på "Aalestrup" har haft fri adgang til løbegårdene.

Årgang

Der er ikke konstateret signifikante forskelle i vægt eller tilvækst mellem de 7 forsøgsår.

Fødselsmåned

Fødselsmåneden har en stærk effekt på de opnåede resultater, således at efterårsfødte kalve generelt har en større tilvækst end de forårsfødte.

Vekselvirkning

Vekselvirkningen mellem stationer, år og fødselsmåned er signifikant for de fleste egenskaber. En nærmere undersøgelse af vekselvirkningens sammensætning viste, at det især er forskellen mellem stationerne, som varierer fra år til år. Endvidere har det vist sig, at den konstaterede effekt af fødselsmåned er forskellig fra år til år og fra station til station. Det skyldes sandsynligvis, at foderkvaliteten varierer usystematisk fra station til station og fra år til år, ligesom sygdomsepidemier fra tid til anden rammer de forskellige stationer.

3.2 Effekt af race

Som det fremgår af tabel 7 er forskellen i racernes vægt og tilvækst stærkt signifikant. DRK har i perioden 42 til 336 dage haft en tilvækst på 1272 g/dag, SDM er 20 g lavere og RDM yderligere 60 g lavere end SDM. Endelig ligger Jersey ca. 400 g under gennemsnittet for de øvrige racer. Alligevel har foderforbruget pr. kg tilvækst været lavere for Jersey-ungtyrene, hvilket skyldes, at deres betydeligt lavere kropsvægt kræver et mindre vedligeholdsfoder.

3.3 Korrektion for miljøfaktorer

For at kunne sammenligne afprøvningsresultater for tyre, som er afprøvet på forskelligt tidspunkt og/eller forskellig station, er det nødvendigt at korrigere for forskelle i de miljøforhold, som tyrene er afprøvet under.

Korrektionen for disse miljøfaktorer foretages normalt samtidig med beregning af avlsværditallene, d.v.s. T-tallet. I kapitel 7 er det teoretiske grundlag for beregning af avlsværdital gennemgået.

Korrektionen for miljøfaktorerne är, station og fødselsmåned kan foretages, enten ved at probanden vurderes i forhold til et rulende gennemsnit eller ved en korrektion baseret på en statistisk model.

Rullende gennemsnit

I de hidtidige T-tals beregninger er korrektionen gennemført ved, at der for hver station én gang om måneden er beregnet et stations- og racegennemsnit. I dette gennemsnit indgår såvel slutresultatet for de sidst afprøvede tyre som halvårsresultatet for en del tyre, som endnu står på stationen. Antallet af tyre, som indgår i det løbende stationsgennemsnit, er 25 halvårsopgørelser + 25 slutopgørelser for "Egtved" og "Stradebrogaard" mod 50 + 50 på "Aalestrup". Beregningerne foretages på tværs af racerne RDM, SDM og DRK, som er korrigteret til den aktuelle races niveau ved hjælp af forholdet mellem racegennemsnittene.

De beregnede racegennemsnit anvendes herefter ved T-talsberegningerne i den kommende måned. Det vil sige, at en tyrs egen tilvækst ikke indgår i det gennemsnit, den er sammenlignet med. Gennemsnittet er derfor heller ikke fuldstændigt repræsentativt for den periode, som tyren er afprøvet i. For at undersøge effekten af såvel den manglende samtidighed mellem tyrens resultater og det gennemsnit, den er sammenlignet med, som af det antal tyre, der indgår i gennemsnittet, er der beregnet T-tal baseret på rullende gennemsnit, hvori indgår henholdsvis 25, 50 eller 75 tyre med lige mange tyre født før og efter probanden.

T-tallene er alle beregnet på følgende måde:

$$T = h^2 (P_x - \bar{P}) + \bar{P}, \quad \text{hvor}$$

h^2 = heritabiliteten for tilvækst.

P_x = tyrens tilvækst i procent af racens gennemsnit på opgørelsestidspunktet.

\bar{P} = 100.

Statistiske modeller

Miljøkorrektion ved hjælp af rullende gennemsnit er sammenligget med korrektion for miljøfaktorer ved hjælp af en statistisk model, hvor korrektionen er gennemført ved, at materialet er renset for effekt af måned, år og station. Herefter er der beregnet avlsværdital for tilvækst baseret enten på tyrens egen tilvækst (I_1) eller på tyrens egen tilvækst kombineret med vægt ved 42 og 182 dage (I_2). Avlsværditallene er ved hjælp af et selektionsindeks beregnet som:

$$I = b' \cdot x, \quad \text{hvor}$$

b' = en vektor med vægtfaktorer, som optimalt sammenvejer informationerne.

x = en vektor med afprøvningsresultater korrigerede for miljøfaktorer.

Vurdering_af_metoder

Ialt er følgende tilvækstmål sammenlignet:

- a) Tilvækst (uden nogen korrektion)
 - b) Nuværende T-tal
 - c) T_{25} (25 slutopgørelser i gennemsnit)
 - d) T_{50} (50 " " ")
 - e) T_{75} (75 " " ")
 - f) I_1 (tilvækst korrigerede efter model (1))
 - g) I_1^* (som I_1 , men beregnet løbende)
 - h) I_2 (I_1 + tyrens egen vægt ved 42 og 182 dage)
 - i) I_2^* (som I_2 , men beregnet løbende)
- *) forklaring side 36.

For at få et udtryk for sikkerheden på de enkelte tilvækstmål og avlsværdital er følgende vurderingskriterier anvendt:

- a) Heritabilitetsberegninger efter følgende model:

$$y = RACE + FADER(RACE) + REST.$$

Det skal bemærkes, at heritabilitetskøn beregnet på prekorrigerede data ikke er udtryk for egenskaberne sande heritabilitet, men de kan anvendes til at sammenligne forskellige tilvækstmåls sikkerhed. Skøn over de sande heritabiliteter skal beregnes i modeller,

som simultant tager hensyn til alle faktorer, der påvirker den aktuelle egenskab. Resultater af sådanne analyser er omtalt i kapitel 6.

- b) Korrelationen mellem sønnegruppegennemsnit beregnet for sønner med henholdsvis lige og ulige prøvenumre.
- c) Korrelationen mellem gennemsnit af henholdsvis de første 5 og de sidste 5 afprøvede sønner efter hver tyrefader.
- d) De enkelte tyres avlsværdimåls korrelation til I_2 .

Resultaterne er præsenteret i tabel 8. Den væsentligste årsag til, at h^2 -værdien ikke stiger fra det ukorrigerede tilvækstmål til de forskellige T-tal, er en genetisk sammenhæng mellem tyrens eget T-tal og det stations- og racegennemsnit, den er sammenlignet med. Den fænotypiske korrelation mellem T-tallet og det aktuelle racegennemsnit er nul, hvormod der er en positiv genetisk korrelation på 0,3. Det skyldes, at kalvene efter visse tyrefædre indsættes i løbet af få måneder, og disse tyrefædres avlsværdi kan således få indflydelse på det rullende gennemsnit. Ved de nuværende T-tals-beregninger opnås en effektiv miljøkorrektion ($r_p = 0$), men samtidig fjernes en del af den arvelige variation ($r_A = 0.3$). Resultatet bliver, at der ikke sker nogen stigning i h^2 -værdien.

Når korrektionen derimod foretages efter model (1), hvor race og tyrefar indgår i modellen, vil avlsværdital og stationsgennemsnit for de samtidig fødte kalve derimod være ukorrelerede. Denne model medfører samtidig også en bedre miljøkorrektion. Indeks I_1 er beregnet efter model (1), og det medfører en stigning i h^2 -værdien fra 0.46 til 0.63.

Ved at inddrage tyrens egen vægt ved 42 dage og 182 dage (indeks I_2) kan h^2 -værdien øges til 0.68.

I beregningen af I_1 og I_2 er det totale datasæt inkluderet i analyserne. I et system anvendt i praksis er det imidlertid kun muligt at inkludere data, som er indsamlet, før probanden har afsluttet individprøven. Sådanne miljøkorrektioner må antages at blive mindre nøjagtige, end hvis der også er data registreret efter, at probanden har afsluttet prøven. For at undersøge dette forhold er

I_1^* og I_2^* beregnet på samme måde som I_1 og I_2 , men kun data registreret før probanden er inkluderet i beregningen af miljøkorrektionerne.

Som det ses i tabel 8, falder sikkerheden på I_1 med ca. 3 procentenheder, når denne restriktion indføres. I I_2 er tyrens vægt ved 42 og 182 dage inkluderet som informationskilder, og her er faldet i sikkerheden kun ca. 1 procent. Det mindre fald her skyldes, at miljøkorrektionen af vægt ved 42 og 182 dage kan baseres på såvel færdigafprøvede tyre som de tyre, der stadig er i gang med prøven.

De øvrige mål for sikkerheden af de forskellige avlsværdital viser ikke samme forskel fra indeks til indeks, men der er dog en tendens til, at I_1 og I_2 giver de bedste resultater.

Tabel 5. Kalvenes alder ved ankomst til stationerne (procentvis fordeling.)

Table 5. Age of calves at arrival at the station (distribution in percent.)

Under 29 dage	29- 35 dage	36- 42 dage	43- 49 dage	50- 56 dage	Over 56 dage
Below 29 days	29- 35 days	36- 42 days	43- 49 days	50- 56 days	Above 56 days
18	27	28	12	6	9

Tabel 6. Miljøets effekt på vægt, tilvekst og foderudnyttelse.
Table 6. Effect of environment on weight, daily gain and feed efficiency.

Station ¹⁾ (station)	Antal (number)	Vægt i kg ved:			Tilvekst g/dag			FE, talt	FE./kg tilvekst		
		Weight in kg at:			Daily gain g/day						
		42 dage No.	182 dage days	336 dage days	42 dage 182 days	182 dage 336 days	336 dage days				
Egtved	581	58	212	399	1094	1216	1158	1376	4,05		
Ålestrup	1508	67	207	385	1067	1157	1114	1390	4,25		
Straedebrogård	128	57	206	392	1066	1207	1140	1393	4,17		
Signifikans		n.s.	***	***	***	***	***	***	***		
Årgang ¹⁾ (Year)											
1973/74	29	62	222	416	1140	1259	1203	1359	3,87		
1974/75	85	59	212	388	1098	1142	1121	1318	4,02		
1975/76	215	60	212	399	1086	1215	1153	1421	4,19		
1976/77	451	58	210	395	1088	1199	1146	1402	4,17		
1977/78	510	57	207	390	1070	1185	1130	1377	4,15		
1978/79	568	57	206	392	1063	1208	1139	1375	4,12		
1979/80	399	59	208	386	1084	1159	1123	1384	4,20		
Signifikans		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	*		
Fødselsmåned ¹⁾ (Month of birth)											
Jan.	244	58	212	391	1103	1158	1132	1388	4,18		
Feb.	235	56	208	383	1082	1135	1110	1386	4,25		
Mar.	279	57	210	387	1095	1151	1124	1388	4,21		
Apr.	157	58	209	392	1079	1187	1136	1378	4,14		
Maj	75	58	204	382	1042	1155	1102	1377	4,26		
Jun.	74	58	206	396	1058	1235	1151	1375	4,08		
Jul.	80	60	209	401	1061	1250	1160	1389	4,09		
Aug.	138	59	207	396	1058	1224	1145	1371	4,08		
Sep.	199	59	212	399	1090	1212	1154	1392	4,11		
Okt.	220	58	210	397	1089	1212	1153	1385	4,09		
Nov.	264	58	212	402	1103	1234	1172	1385	4,03		
Dec.	292	58	210	393	1096	1186	1143	1389	4,13		
Signifikans		n.s.	**	***	***	***	***	***	***		
Yekselvirkning: Station, fødselsmåned og årsgang, Jægerstørrelse ¹⁾											
Signifikans		n.s.	**	***	***	***	**	***	***		
b...ankomstalder, JAge)±0,041...±0,110...±0,110...±0,551...±0,9548...±0,234...±0,0839...±0,00083...											
Signifikans		**	***	*	***	n.s.	n.s.	*	n.s.		

¹⁾ Værdierne er beregnet uden korrektion for yekselvirkningen mellem station, år og race.

Tabel 7. Racens effekt på vægt, tilvækst og foderudnyttelse.

Table 7. Effect of breed on weight, daily gain and feed efficiency.

Antal	Vægt i kg ved:			Tilvækst g/dag			FE. ialt	FE./kg tilvækst
	42 dage	182 dage	336 dage	42- 182 dage	182- 336 dage	42- 336 dage		
No	42 days	182 days	336 days	42- 182 days	182- 336 days	42- 336 days	SFU.	SFU./kg
<u>Race (Breed)</u>								
RDM	914	63	223	414	1138	1242	1192	1511
SDM	1014	66	234	434	1201	1298	1252	1520
DRK	88	64	233	438	1209	1331	1272	1521
JER	201	39	147	286	793	901	840	982
Signifikans	***	***	***	***	***	***	***	***

Tabel 8. Forskellige mål for "sikkerheden" af tilvækstmål og avls-værdital.

Table 8. Different parameters for accuracy of breeding values.

	Metode *)			
"Avlsværdital"	a) "h ² -værdi"	b) r _{lige/ulige}	c) r _{5/5}	d) r _{indeks/I2}
Method *)				
Breeding value	a) "h ² -value"	b) r _{equale/unequal}	c) r _{5/5}	d) r _{index/I2}
Tilvækst (Daily gain)	(0.46)	0.54	0.65	0.87
T-tal (T-index)	(0.46)	0.50	0.60	0.89
T-25	(0.46)	0.50	0.51	0.92
T-50	(0.46)	0.47	0.54	0.92
T-75	(0.45)	0.44	0.54	0.91
I ₁	(0.63)	0.53	0.60	0.95
I ₁ *)	(0.60)			
I ₂	(0.68)	0.57	0.67	
I ₂ *)	(0.67)			

*) Metoden defineret i teksten side 35 og 36.

*) Methods defined in summary page 15.

4. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE ULTRALYDMÅLINGER

Det anvendte måleudstyr benævnes "Danscanner", og det er udviklet i samarbejde med Medicoteknisk Institut. Udstyret anbringes over 1. lændehvirvel og målingen resulterer i et fotografi, der viser omridset af rygmusklen og fedtlaget over denne. Omridset af disse tegnes op på papir, og arealet opmåles ved hjælp af et planimeter.

Målingerne gennemføres i samarbejde med Statens Husdyrbrugs-forsøgs afdeling for forsøg med svin og heste.

I de første år efter ultralydmålingernes indførelse blev der kun foretaget én måling pr. tyr ved en alder af ca. $10\frac{1}{2}$ måned. For at øge målesikkerheden blev der pr. 1/10-1977 indført en ekstra måling, således at tyrene nu måles ved 9 og $10\frac{1}{2}$ måneds alderen. Resultatet offentliggøres som gennemsnittet af de 2 målinger og arealet korrigeres til en levende vægt på 400 kg. Som korrektionsfaktor er anvendt $0,06 \text{ cm}^2/\text{kg}$.

På stationerne grupperes tyrene således, at der måles 1 eller 2 gange pr måned. Statistiske analyser har vist, at der er en ret stærk måledagseffekt på det opnåede resultat. Trods talrige undersøgelser er der ikke fundet nogen teknisk forklaring på disse forskelle. Derfor er der siden 1/10-1978 foretaget en statistisk måledagskorrektion efter følgende model:

$$\begin{aligned} y = & \quad \text{RACE} + \text{FADER (RACE)} \\ & + \text{FORSØG} + \text{STATION} + \text{MÅLEDATO (STATION)} \\ & + \text{MÅLENR} + \text{RACE} \times \text{MÅLENR} \times \text{FORSØG} \\ & + \text{REST} \end{aligned} \quad (2)$$

Effekt af „forsøg“ er inkluderet i modellen, da alle ultralydmålinger fra forskellige forsøg analyseres samlet, og dagskorrektionen beregnes simultant for alle data. Dette skyldes at der på samme dag måles såvel tyre i individprøve, som tyre der indgår i andre avls- og fodringsforsøg. Når disse data analyseres samlet, opnås en sikrere måledagskorrektion.

Da ovenstående dagskorrektion af ultralydmålingerne startede i 1978, blev der inkluderet materiale fra de foregående år. Dette materiale er således også måledagskorrigert, men de korrigerede ultralydarealer fra før 1978 er ikke publiceret. Hver gang der foretages en måledagskorrektion, beregnes der nye korrektionsfaktorer for alle data i materialet. Imidlertid anvendes altid den først beregnede faktor.

Analyserne beskrevet i det følgende omfatter alle ultralydmålinger, som på et tidspunkt er blevet måledagskorrigert. Materialet omfatter således 3908 ultralydmål foretaget på individprøvetyre i perioden 1/8-1976 till/5-1981. Fordelingen på racer, stationer og måletidspunkt ses i tabel 9. Tyrene er fordelt på 254 tyrefædre og 286 måledage.

Tyre afprøvet på "Ålestrup" der ikke ønskedes hjemtaget tilavl er blevet forsøgsslagtet. Dette materiale omfatter 307 tyre og det er anvendt som kontrol af ultralydmålenes sikkerhed.

I de statistiske analyser er den hidtil anvendte model tilmåledagskorrektion søgt forbedret ved at inddrage vægt ved målingen i modellen. Indledende analyser har vist, at en kurvelineær beskrivelse af sammenhængen mellem ultralydmål og vægt ikke forbedrede måledagskorrektionerne, ligesom vekselvirkninger ikke er signifikante. Derefter blev den alternative måledagskorrektion beregnet med efterfølgende model:

$$\begin{aligned} Y = & \text{ RACE} + \text{FAR (RACE)} \\ & + \text{STATION} + \text{MÅLEDATO (STATION)} \\ & + \text{MÅLENR} + \text{vægt (MÅLENR)} \\ & + \text{REST} \end{aligned} \quad (3)$$

Effekten af den gennemførte korrektion for måledag samt målingernes sikkerhed er vurderet på tre forskellige måder:

1. Ved korrelationen mellem 1. og 2. måling beregnet inden for race og ved konstant vægt.
2. Ved korrelationen mellem ultralydmålene og slagtekroppens muskelareal (LD-real) og talgykkelse beregnet inden for race og ved konstant vægt.

3. Ved en genetisk analyse efter korrektionen for vægt. Følgende model blev anvendt:

$$Y = RACE + FAR (RACE) + REST$$

4.1. Effekt af miljø.

Station

Da ultralydmålingerne udføres ved en bestemt alder, vil der være variation i dyrenes vægt ved målingen. Tilvæksten er forskellig fra station til station, hvorfor der indirekte vil blive stationsforskelle i ultralydmålene. Hvis ultralydmålene korrigeres til samme vægt, er der imidlertid ingen forskel mellem stationerne (tabel 10.).

Måledato

Anvendelse af ultralydudstyret er kompliceret og det omfatter mange funktioner, som alle skal fungere optimalt, for at det endelige resultat kan blive tilfredsstillende. Selv når der korrigeres så alle andre forhold er lige, er variationen mellem måledage væsentligt større, end hvad der kan tilskrives tilfældigheder. I tabel 11 er vist resultatet af en variansanalyse af ultralydarealet med model (3). Det ses, at effekten af måledag forklarer en andel af den totale variation, som er større ved effekten af tyrefader. Årsagen til disse variationer fra måledag til måledag er ukendt, men må skyldes forskelle fra dag til dag i udstyrets måleevne, udstyrets indstilling eller i vurderingen af billedeerne under optegningen. Trods grundige undersøgelser over disse forhold, er det imidlertid ikke lykkedes at udskille nogle tekniske enkeltfaktorer som variationsårsag.

Målealder

Ultralydmålingerne foretages som tidligere omtalt når tyrene er ca. 9 og 10½ måned gamle. Vægtøgningen i dette 6 ugers tidsrum er ca. 63 kg. I model (3), hvor der korrigeres til konstant vægt, er der ikke forskel på ultralydarealet ved de to målinger. Udelades vægtkorrektionen, er stigningen fra 1. til 2. måling 4.3 cm^2 i kødarealet og 1.2 cm^2 i fedtarealet.

Vægt

Regressionen af ultralydmål på vægt er i model (3) beregnet ved individuelle regressioner for de to måletidspunkter. Værdierne ses i tabel 12. Regressionskoefficienterne er ikke signifikant forskellige fra hinanden, men der er dog en tendens til lavere værdier ved den sidste måling.

Beregnes regressionerne uden effekt af tyrefar i modellen, bliver de ca. 0.005 og 0.008 enheder lavere ved henholdsvis 1. og 2. måling. Dette medfører, at regressionerne af de to kødarealet er signifikant forskellige fra hinanden. Denne forskel kan også beskrives ved en kurvelineær funktion på tværs af måletidspunkterne. Den kurvelineære funktion er lettere at anvende ved korrektion for vægt, idet effekt af måletidspunkt elimineres. Følgende funktioner er beregnet (V er vægten ved ultralydmåling):

$$\text{Kødareal} = \text{konstant} + 0.1844 \cdot V \div 1.529 \cdot 10^{-4} \cdot V^2$$

$$\text{Fedtareal} = \text{konstant} + 0.0520 \cdot V \div 4.834 \cdot 10^{-5} \cdot V^2$$

Disse funktioner vil blive anvendt ved korrektionen til konstant vægt under beregningen af avlsværdital.

4.2. Effekt af race.

Racegennemsnit for kød- og fedtarealet er vist i tabel 10. Genemsnittene er korrigeret til en levende vægt på 380 kg. DRK har de største arealet, men forskellene mellem racer er kun signifikante for fedtarealet. Grunden til, at forskelle i kødarealet ikke er signifikante er, at variationen mellem racer testes mod variationen inden for racer. Det vil sige mellem tyrefædre, og variationen mellem disse er større end mellem racer.

4.3. Korrektion for miljøfaktorer.

I tabel 14 er vist h^2 -værdier for ultralydmålene, dels uden måledagskorrektion og dels måledagskorrigert med model (2) og (3). De angivne h^2 -værdier kan ikke direkte anvendes som skøn over heritabiliteten for muskelarealet, idet et sådant skøn skal beregnes i en model, som simultant tager hensyn til alle effekter. Resultaterne af sådanne analyser omtales senere i kapitel 6. Anvendes gennemsnit af målingerne ved 9 og 10½ måneds alderen, er h^2 -værdien beregnet til 0,66 inden måledagskorrektion. Det høje niveau kan skyldes de senere års stærke import af arveanlæg til RDM og SDM, som har øget den genetiske variation. Desuden vil den eksisterende sammenhæng mellem effekt af måledag og tyrefader give sig udslag i en større variation mellem afkomsgrupper.

Når korrektionen for effekt af måledag er gennemført med model (2) eller (3), stiger h^2 -værdierne til henholdsvis 0.78 og 0.88. Stigningen er i nogen grad beregningsteknik begrundet. Ändringerne viser dog, at måledagskorrektionen ikke fjerner den genetiske variation.

Endvidere har det været forsøgt at veje måledagskorrektionen med den informationsmængde, der indgik i måledagsgennemsnittet. Følgende vægtfaktor blev anvendt:

$$b = \frac{n}{n + a}, \quad \text{hvor}$$

n = antal dyr målt den pågældende dag.

a = forholdet mellem varianten inden for måledag og mellem måledage.

b = regressionen af det sande gennemsnit på det estimerede gennemsnit.

Den gennemførte vægtning påvirkede imidlertid ikke h^2 -værdierne.

Sammenhæng mellem 1. og 2. måling.

Korrelationerne mellem 1. og 2. måling før og efter måledagskorrektion ved henholdsvis model (2) og (3) er anført i tabel 13. Alle korrelationer er ca. 0.6 for kødareal og ca. 0.45 for fedtareal. Måledagskorrektionen har ikke forbedret korrelationen mellem de 2 målinger, hvilket skyldes, at de systematiske måledagseffekter varierer i bølger, således at 1. og 2. måling af samme dyr ofte er påvirket i samme retning.

Sammenhæng mellem ultralydmål og slagteoplysninger.

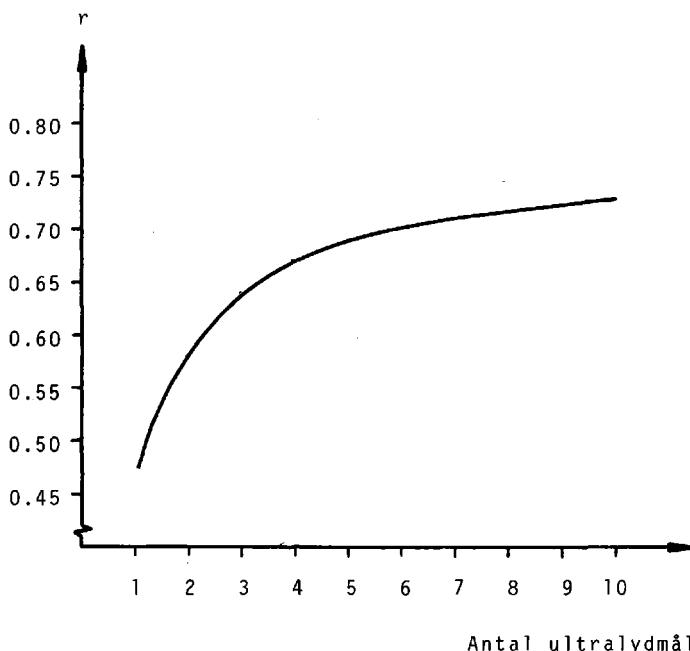
På de forsøgsslagede tyre fra Ålestrup er bl.a. muskelarealet og tagltykkelse registreret på den overskårne slagtekrop. Ved vurderingen af korrelationerne mellem ultralydmål og slagteoplysninger skal det erindres, at ultralydmålingerne er foretaget ved 9 og 10½ måneds alderen, mens slagningen først foretages når tyrene er ca. 12 måneder gamle.

I tabel 14 ses korrelationerne mellem ultralydmål korrigert på forskellig måde og de korrespondende mål foretaget på slagtekroppen. For kødarealerne er korrelationerne i størrelsesordenen 0.36 - 0.58. Sammenhængen stiger med stigende kompleksitet i de udførte korrektioner hvilket er udtryk for, at der fjernes mere forstyrrende variation. For første måling stiger korrelationen fra 0.40 til 0.47, og for anden måling fra 0.36 til 0.52. Sikkerheden på ultralydmålene øges ligeledes ved at anvende gennemsnittet af de 2 enkeltmål. En yderligere stigning i sikkerheden kan opnås ved at foretage mere end 2 ultralydmålinger pr. tyr. I figur 2 er vist den teoretisk forventede stigning i korrelation mellem gennemsnit af ultralydmålene og muskelarealet ved stigende antal ultralydmål i gennemsnittet. Det ses, at det især er 2. og 3. måling, der øger sikkerheden. Det bør derfor overvejes at udvide antallet af ultralydmålinger til 3 pr. tyr. En sådan udvidelse vil ligeledes styrke måledagskorrektionen, idet det gennemsnitlige antal målinger pr. måledag vil stige.

Resultaterne omtalt i det foregående viser, at måledagskorrektionen bedst foretages ved model (3), samt at sikkerheden på avls-

værdien for muskelareal kan øges ved at udvide antallet af målinger til 3 pr. tårn.

Korrelationerne mellem ultralydmål og slagtekvalitet er vist i tabel 15. Fedtarealet har en korrelation på 0.22 til slagteprocenten og 0.21 til klassificeringen og giver således en dårlig beskrivelse af slagtekvaliteten. Muskelarealet har en korrelation til kød/knogle forholdet i de 3 stege på 0.3; til slagteprocenten på 0.35 og til klassificeringen på 0.45. Muskelarealet giver således en nogenlunde beskrivelse af slagtekvaliteten.



Figur 2. Sammenhæng mellem gns. af ultralydmålinger og slagtekrop-
pens muskelareal ved varierende antal ultralydmål.

Tabel 9. Ultralydmålene fordeling på racer, stationer og måle-tidspunkter.

Table 9. Distribution of ultrasonic measurements on breeds, stations and agegroups.

Måling	Station			Race		
	Egtved	Åle-strup	Strade-brogård	RDM	SDM	DRK
Station						
Agegroup	Egtved	Åle-strup	Strade-brogård	RDM	SDM	DRK
9 mdr.(months)	336	1190	181	772	878	57
10½ mdr.(months)	443	1579	179	1005	1120	76
Ialt (total)	779	2769	360	1777	1998	133

Tabel 10. Race- og stationsgennemsnit for ultralydmål korrigered til 380 kg.

Table 10. Breed- and stationaverage for ultrasonic measurements corrected to 380 kg live weight.

	Station			Race		
	Egtved	Åle-strup	Strade-brogård	RDM	SDM	DRK
Station						
Kødareal (cm ²)	60.4	61.0	61.1	60.9	60.2	62.7
Muscle area						
Fedtareal(cm ²)	11.1	11.5	11.8	11.4	11.2	12.3
Fat area						

Tabel 11. Variansanalyse af kødareal med model 3.

Table 11. Analysis of varians of muscle area with model 3.

Variationsårsag	FG	Middelkvadrat korrigeret for øvrige effekter	F-værdi	P>F
Effect	DF	Meansquare corrected for other effects	F-value	P>F
Race	2	132.06	1.67	0.1903
Breed				
FAR(RACE)	249	79.06	3.97	0.0001
Sire (Breed)				
Station	2	48.71	0.38	0.6814
Station				
Måledato(station)	271	126.79	6.37	0.0001
Day (Station)				
Måletidspunkt	1	49.13	2.47	0.1164
Age Group				
Vægt	1	8007.70	402.01	0.0001
Weight				
Vægt				
(måletidspunkt)	1	53.26	2.67	0.1021
Weight (Age group)				
Rest	3244	19.92		
Residual				

Tabel 12. Lineær effekt af vægt på ultralydmål. (cm^2/kg).

Table 12. Linear effect of weight on ultrasonic measurements.
(cm^2/kg)

Måletidspunkt	Inden for tyrefar		På tværs af tyrefædre	
	Kød-areal	Fedt-areal	Kød-areal	Fedt-areal
	Within siregroups		Accross siregroups	
Age_group	Muscle-area	Fat-area	Muscle-area	Fat-area
9 mdr.(months)	0.0795	0.0137	0.0749	0.0111
10½ mdr.(months)	0.0695	0.0106	0.0611	0.0082
Signifikans (P) *	0.1021	0.0840	0.0369	0.1412

* P angiver her sandsynligheden for, at forskellen på b-værdierne skyldes tilfældigheder.

Tabel 13. Korrelation mellem 1. og 2. ultralydmåling beregnet inden for race og ved konstant vægt.

Table 13. Correlation between first and second measurement calculated within breed and at constant weight.

Måledagskorrektion <u>Correction for "day effect"</u>	Kødareal <u>muscle area</u>	Fedt areal <u>Fat area</u>
ingen (no)	0.57	0.45
model 2	0.61	-
model 3	0.60	0.43

Alle korrelationerne er signifikante på 0,001 niveauet.

All correlations significant on 0.001 level.

Tabel 14. Forskellige mål for sikkerheden på ultralydmålene før og efter måledagskorrektionen. Beregnet inden for race og ved konstant vægt.

Table 14. Different parameters on accuracy of the ultrasonic measurements before and after correction for effect of day of measurement. (Calculated within breed and at constant weight).

Måling	Måledags-korrektion	Korrelation til slagteoplysninger 1)			"h ² -værdi" 2)	
		LD-n areal	talg-tykkelse	kød-areal	fedt-areal	
		Correlation to carcass measurements			"h ² -value"	
	Correction for "day effect"	n	LD-area	Fat-thickness	Muscle-area	Fat-area
Age group						
9 mdr. (month)	ingen (no)	179	0.40	0.19	(0.48)	(0.38)
9 mdr. (month)	model 2	179	0.45	-	(0.62)	-
9 mdr.	model 3	179	0.47	0.23	(0.70)	(0.55)
10½ mdr. (month)	ingen (no)	307	0.36	0.15	(0.56)	(0.45)
10½ mdr. (month)	model 2	307	0.48	-	(0.66)	-
10½ mdr.	model 3	307	0.52	0.36	(0.71)	(0.62)
Gns. (Average)	ingen (no)	175	0.54	0.31	(0.66)	(0.56)
Gns. (Average)	model 2	175	0.57	-	(0.78)	-
Gns. (Average)	model 3	175	0.58	0.41	(0.85)	(0.78)

1) Alle korrelationer er signifikante på 0,01 niveau.

2) Beregningerne er gennemført på alle afkomsgrupper med 2 eller flere tyre, i alt 1579 tyre fordelt på 206 tyrefædre.

Tabel 15. Korrelationen mellem ultralydmål (9 og 10½ mdr.) og slagteoplysninger (12 mdr.). Beregnet inden for race og ved konstant vægt.

Table 15. Correlations between ultrasonic measurements (9 and 10½ mth.) and carcass measurements (12 mth.). Calculated within breed and at constant weight.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kødareal ¹⁾ Muscle area ¹⁾	1.					
Fedtareal Fat area	2.	0.32				
K/KN i 3 stege ²⁾ L/B in 3 cuts ²⁾	3.	0.30	0.14			
Slagtepct. Dressingpct.	4.	0.35	0.22	0.42		
LD-areaal LD-area	5.	0.58	0.15	0.41	0.55	
Talgtykkelse Fat thickness	6.	-0.05	0.41	0.02	0.09	-0.05
Klassificering Conformation	7.	0.45	0.21	0.29	0.49	0.53
						0.03

1) Gennemsnit af måling ved 9 og 10½ mdr.

Mean of measurements taken at 9 and 10½ mth.

2) Kød/knogleforhold i højreb, tyk- og tyndsteg samt halestykke.

Lean/bone ratio in rib, thick- and thin-steak and rump.

n = 175. Alle korrelationer over 0.15 er signifikante på 0.05 niveau.

n = 175. All correlations above 0.15 are significant on 0.05 level.

5. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE SUNDHEDSTILSTANDEN.

På individprøvestationerne gennemføres en regelmæssig kontrol med tyrenes sundhedstilstand, og fra oktober 1975 er alle sygdomsbehandlinger indberettet til databasen. I marts 1979 blev sygdomsregistreringen udvidet, så også datoer for sygdommens behandling blev registreret. Derved er det muligt at beregne effekten af sæson og alder. Endvidere bliver der under det nye registreringssystem ført nøjere kontrol med indberetningerne, og kun dyrlæge-behandlede sygdomme registreres.

Materialet fra det tidligere sygdomsregistreringssystem omfatter 1287 tyre. Materialet fra det nye system er indsamlet i perioden fra marts 1979 og frem til foråret 1981. Dette materiale er opdelt i tre forskellige aldersperioder, nemlig 42-98 dage, 99-182 dage og 183-336 dage. Antallet af tyre i disse grupper er henholdsvis 966, 936 og 956. Antallet af tyre, som har gennemført hele prøven under det nye system, er 725.

De indberettede sygdomme er samlet i følgende fem grupper: luftvejsinfektioner, gentagne luftvejsinfektioner, fordøjelsesssygdomme, klovbrandbylder og andet. Sygdomsniveauet er beskrevet som: procent sygdomsfrie, antal sygdomme ialt pr. tyr samt antal sygdomme i de forskellige grupper.

Materialet indsamlet før marts 1979 er ikke velegnet til detaljerede statistiske analyser, men er medtaget for at underbygge resultaterne fra det nye system. Materialet er analyseret efter følgende model:

$$\begin{aligned} Y = & \text{ RACE} + \text{FAR (RACE)} \\ & + \text{STATION} + \text{ÅRGANG} + \text{FØDTMD} \\ & + \text{STATION} \times \text{ÅRGANG} \times \text{FØDTMD} \\ & + \text{ankomstalder} \\ & + \text{REST} \end{aligned}$$

Modellen er den samme som anvendt for tilvækstegenskaberne (model 1).

5.1. Effekt af miljø.

I tabel 16 er der vist en oversigt over sygdomsfrekvensen i indsamlingsperioderne 1975-79 og 1979-81 samt over de behandlede sygdommes fordeling på sygdomskategorier. Henholdsvis 78 og 85% af tyrene har i afprøvningsperioden været behandlet for én eller flere sygdomme. Af disse udgøres som ventet den helt dominerende del af luftvejsinfektioner (forkølelse, influenza eller lungebetændelse). Dette er især udtalt i den første halvdel af prøveperioden (42-98 dage og 99-182 dage), hvorimod klovbrandbylder er den mest udbredte sygdom fra 183-336 dage. Frekvensen af fordøjelsessygdomme ligger ret konstant på omkring 10%.

Station, årgang, fødselsmåned og samspil.

For samtlige sygdomsgrupper har der været en stærkt signifikant forskel mellem de tre stationer (tabel 17). "Egtved" har haft en meget lavere sygdomsfrekvens end de øvrige to stationer, hvilket kan skyldes forskelle i opstaldningsforhold, behandlingspraksis m.v.

De øvrige effekter beskriver variationer, som hovedsagelig skyldes epidemier. Det foreliggende materiale omfatter et ret kort tidsrum, så det har ikke været muligt at finde entydige sæsonvariationer.

Ankomstalder.

Der er signifikant indflydelse af ankomstalder på det totale antal sygdomme pr. tyr, procent sygdomsfrie og antal luftvejsinfektioner. Stigende leveringsalder medfører et faldende antal sygdomme pr. tyr og en stigende procentdel tyre, som slet ikke rammes af sygdomme i prøvetiden.

5.2. Effekt af race.

Raceeffekten er stærkt signifikant ($P < 0.001$) for frekvensen af klovbrandbylder, hvor SDM har ca. 4 gange så høj en frekvens som de øvrige racer. For fordøjelsessygdomme er $P < 0.0587$ med et gennemsnit på 0.10 for SDM og 0.39 for RDM. For det totale antal sygdomme er der en tendens til, at Jersey har det laveste antal.

5.3. Gentagelsen af sygdomme i forskellige aldersperioder.

I tabel 18 er vist sygdomsfrekvensen i aldersperioderne 99-182 og 183-336 afhængige af tyrenes sygdomsfrekvens i prøvens første del. Forskellene er ikke signifikante, men der er en tendens til, at tyre med én eller flere sygdomme i prøvens første del også har flest sygdomme senere i prøven.

5.4. Korrektion for miljøfaktorer.

Korrektionen for miljøfaktorer foretages ved hjælp af lineær statistisk model efter samme principper som for tilvækstegenskaberne. Korrektionen foretages ved, at racens totale mindste kvadraters gennemsnit korrigeres til det niveau og år, som tyren er afprøvet i. Derefter korrigeres til tyrens leveringsalder. Tyrens resultat kunne derefter angives som afvigelse fra dette korrigerede racegennemsnit.

Tabel 16. Dyrlægebehandlede sygdomstilfælde blandt individprøvetyrene og den procentvise fordeling af de indberettede sygdomme.

Table 16. Disease outbreaks treated by vet., and their distribution on diagnoses (in percent).

Periode(Aldersinterval)	Antal tyre ialt	Sygdommens procentvise fordeling på:							
		% sygdoms- frie	pr. tyr	Ford. sygdomme	Luftvejsinfekt. enkelt- tilfælde	gentagne tilfælde	Klov- brand- bylder	Andet	
		Distribution on diagnose-groups. (PCT).							
Period(Age-interval)	No of bulls	PCT with no disease	No. of diseases per bull	Digest. disease	Respiratory	Single	Repeated	Claw di- sease	Others
1975-79(42-336 dage)	1287	22	2.2	4	18	57	11	10	
1979-81(42-336 dage)	725	15	2.5	11	11	64	12	2	
1979-81(42 - 98 dage)	966	37	1.2	11	29	60	0	0	
1979-81(99 -182 dage)	936	57	0.7	12	38	43	5	2	
1979-81(183-336 dage)	956	57	0.6	10	22	8	52	8	

Tabel 17. Antal dyrlagsbehandlede sygdomme og effekt af race, station og ankomstalder.
 Table 17. No. of vet. treated diseases and effect of breed, station and age at delivery.

Race	Antal tyre sygdoms- ialt	% sygdoms- frie	Sygdomme pr. tyr	Ford. sygdomme	Luftvejsinfekt. enkelt- tilfælde	Klov- gentagne brand- tilfælde bylder	Andet
Breed	No. of bulls	Pct. with no diseases	No. of diseases per bull	Digest. disease	Respiratory.		
					single	repeated	Claw- disease Others
RDM	280	25	2.09	0.39	0.71	1.50	0.17 0.02
SDM	351	13	2.43	0.10	0.82	1.71	0.61 0.02
JER	86	35	1.11	0.25	0.51	0.76	0.08 0.02
DRK	8	14	1.90	0.10	0.84	1.61	0.13 0.07
Signifikansniveau (P)		0.1711	0.1481	0.0587	0.1986	0.1948	0.0010 0.3879
Station (station)							
Egtved	159	42	0.72	0.02	0.59	0.69	0.04 0.00
Ålestrup	478	7	3.12	0.37	0.86	2.29	0.38 0.08
Stradebrogaard	88	9	2.68	0.42	0.75	1.55	0.72 0.01
Signifikansniveau (P)		0.0001	0.0001	0.0007	0.0053	0.0001	0.0001 0.0088
Ankomstalder (b) (Age at delivery (b))							
	0.19	-0.0156	-0.0019	-0.0028	-0.015	-0.0007	0.0006
Signifikansniveau (P)		0.0669	0.0057	0.1358	0.0830	0.0183	0.7130 0.8596

Tabel 18. Gentagelse af luftvejsinfektioner i forskellige alders-trin.

Table 18. Repeatability of respiratory diseases in different age periods.

Antal luftvejsinfektioner fra 42-98 dage	Frekvensen af luftvejsinfektioner hos de samme tyre i aldersperioden:	
	99-182 dage	183-336 dage
No. of respiratory diseases from 42 to 98 days	Frequency of respiratory diseases on the same bulls in the age periods:	
0	0.36	0.06
1	0.32	0.37
2-flere	0.77	0.27
Signifikansniveau (P)	0.07	0.32

6. INDIVIDPRØVEEGENSKABERNES HERITABILITET OG INDBYRDENS SAMMENHÆNG.

I de foregående kapitler vedrørende vægt, tilvækst, foderudnyttelse, ultralydmål og sundhedstilstand, beskrives effekten af de miljøfaktorer, der påvirker de aktuelle individprøveegenskaber. Kendskab til de genetiske parametre er en nødvendig forudsætning for konstruktion af avlsværdital samt for en vurdering af disse sikkerhed. Desuden er det nødvendigt at kende disse parametre for at vurdere effekten af en given selektion.

Det anvendte materiale omfatter 2054 individprøvetyre af racerne RDM, SDM og DKR fordelt på 249 tyrefædre. Betingelsen for, at en tyr er medtaget i analysen, er at både tilvækst og ultralydmål er registreret, samt at datoer for ultralydmålingerne er kendt.

For at kunne estimere de genetiske og fænotypiske korrelater mellem de forskellige egenskaber er det nødvendigt, at alle egenskaber analyseres efter samme model.

I kapitel 3 og 5 er det vist, at vægt, tilvækst, foderforbrug og sygdomsfrekvens skal korrigeres for effekt af station, årgang, fødselsmåned og ankomstalder. Ultralydmålene skal som vist i kapitel 4 korrigeres for effekt af måledag og vægt ved målingen.

For ultralydmålingernes vedkommende er anvendt gennemsnittet af de 2 enkeltmål efter en korrektion til en levende vægt på 400 kg. Måledagseffekten er herefter beskrevet som effekten af dagen for sidste måling ved 10½ måneds alderen. Herved vil også effekten af dato for 1. måling fjernes, idet afstanden i tid mellem de 2 målinger er konstant.

Også for de øvrige egenskaber er sæsoneffekten skrevet som effekten af 2. måledag. Her gælder ligeledes, at denne variabel beskriver den samme variation som fødselsmåned inden for station og årgang.

I kapitel 5 er omtalt 2 datasæt vedrørende sygdomsregistring, idet registreringssystemet for sygdomme som nævnt blev ændret pr. 15/3-1979. Kun data registreret efter omlægningen er analyseret. Parametrene vedrørende sygdomme, er derfor estimeret på et materiale, der kun omfatter 582 tyre fordelt på 115 tyrefædre

af racerne RDM, SDM og DRK.

En yderligere analyse af sygdomsforekomsten er foretaget ved at opdele materialet i forskellige aldersgrupper. I disse analyser er også tyre af Jerseyracen inkluderet, men afkomsgrupper med færre end fire tyre er udeladt af beregningerne.

I alle genetiske analyser er der anvendt følgende model:

$$\begin{aligned} y = & \text{RACE} + \text{FADER(RACE)} \\ & + \text{STATION} + \text{MLGRUPPE(STATION)} \\ & + \text{ankomstalder} + \text{REST} \end{aligned} \quad (4)$$

For nærmere at belyse sammenhængen mellem sygdomsforekomst og tilvækst er tilvæksten analyseret efter følgende model:

$$\begin{aligned} y = & \text{RACE} + \text{FAR(RACE)} \\ & + \text{STATION} + \text{ÅRGANG} + \text{FØDTMD} \\ & + \text{STATION} \times \text{ÅRGANG} \times \text{FØDTMD} \\ & + \text{SYGDOMME} + \text{SAMSPIL} \\ & + \text{ankomstalder} + \text{REST} \end{aligned} \quad (5)$$

hvor :

SYGDOMME er defineret som 0, 1 og 2 eller flere sygdomme i de fire grupper: luftvejsinfektioner, klovbrandbylder, fordøjelsessygdomme og andre sygdomme.

SAMSPIL er alle mulige vekselvirkninger mellem de fire sygdomsgrupper.

6.1. Heritabiliteter.

De beregnede heritabilitetskøn for de vigtigste egenskaber er sammen med gennemsnit og fænotypisk spredning vist i tabel 19.

Vægt.

Heritabiliteten for vægt ses at være stigende med stigende alder ved vejning. Det er forskelligt fra Andersen (1977), som på materiale fra afkomsprøverne for kødproduktion 1967/68 til 1971/72 fandt, at h^2 -værdien for vægt startede på et højt niveau ved 14 dages alderen; derefter faldt h^2 -værdien indtil halvårsalderen, hvorefter den igen var stigende. Heritabilitetskoefficienter og gene-

tiske variationskoefficienter for vægt ved 182 dage og 336 dage er derimod sammenfaldende i de to undersøgelser. Årsagen til de afvigelende h^2 -værdier for vægten i den første del af prøveperioden kan skyldes:

- at individprøvekalvene står ca. 4 uger længere i hjemmebætningerne end afkomsprøvekalvene inden de indsættes i stationernes kontrollerede og mere ensartede miljø.
- at et stort antal individprøvekalve indsættes senere end 42 dage. For disse kalve beregnes en korrigert 42 dages vægt, hvilket naturligvis bidrager til fejlvariationen.
- at der er sket en vis selektion blandt de kalve/tyre, der indsættes til afkomsprøve for kødproduktion. Således var den genetiske variation i 42 dages vægt 7.0% i afkomsprøvematerialet mod 5.3% i nærværende undersøgelse.

Tilvækst og foderforbrug.

De beregnede heritabilitetskøn for daglig tilvækst og foderforbrug ligger på et lidt højere niveau i denne undersøgelse end fundet på afkomsprøvematerialet. Årsagen hertil må søges i de senere års sædimport, som har skabt en større genetisk variation i den danske kvægbestand.

Ultralydmål.

De fundne h^2 -værdier for muskelareal og fedtareal er ret høje: henholdsvis 0.71 og 0.56. Årsagen er igen, at analysen er foretaget på afkomsgrupper efter tyre med såvel dansk som udenlandsk afstamning.

Sygdomsforekomst.

Heritabiliteten for antal sygdomme er beregnet til 0.2. Denne værdi er noget højere, end der normalt findes på besætningsmateriale. Imidlertid kendes der ingen tilsvarende genetiske analyser af sygdomsforekomst hos voksende tyre på station.

En nærmere undersøgelse af sygdomsfrekvensen arvbarhed er foretaget på materialet efter at dette er opdelt i fire aldersperioder. Beregningerne er foretaget på sygdomsgrupperne: fordøjelsesygdomme, luftvejsinfektioner, klovbrandbylder, andre sygdomme, syg/rask og antal sygdomme ialt. Resultaterne er anført i tabel 20. Som det fremgår er heritabiliteten for total antal sygdomme i hele prøveperioden her estimeret til 0.16. Årsagen til forskellen fra den tidligere nævnte er, at datagrundlaget ikke er det samme. De øvrige heritabilitetsestimater er generelt lave, som det sædvanligvis er tilfældet for sygdomsregistreringer. En markant undtagelse herfra er frekvensen af klovbrandbylder, hvor h^2 -værdien er beregnet til 0.65. Ved en sammenligning af heritabilitetskønene for de forskellige aldersgrupper skal det bemærkes, at datagrundlaget ikke er det samme.

En yderligere analyse er foretaget på 2 års afkomsprøvemateriale bestående af 518 kalve fordelt på 56 afkomsprøvehold. I denne analyse er heritabiliteten estimeret til 0.36 for total antal sygdomme og 0.25 for syg/rask. Årsagen til de højere heritabilitetsestimater på afkomsprøvematerialet i forhold til individprøverne er ikke en større genetisk variation, men derimod mindre miljømæssig variation. Det kan igen skyldes, at afkomsprøvekalvene alle er:

afprøvet på samme station,
passet af samme personale og
indsat på samme årstid.

Generelt gælder, at de beregnede heritabilitetskøn for sygdomsforekomst er usikkert bestemt på grund af det begrænsede datagrundlag. Beregningerne bør derfor gentages, når der er indsat et endnu større datamateriale.

6.2. Genetiske og fænotypiske korrelationer.

Fænotypiske og genetiske korrelationer mellem de vigtigste egenskaber er vist i tabel 21.

Vægt, tilvækst og foderudnyttelse.

De fundne sammenhænge mellem vægt og tilvækst ved forskellig alder er af samme størrelsesorden som tidligere fundet. Det samme gælder for sammenhængen mellem tilvækst og foderudnyttelse, hvor den genetiske korrelation er beregnet til -0.94. Den stærke sammenhæng skyldes, at der har været anvendt et restriktivt fodringssystem. I de fremtidige individprøver, hvor der fodres med grovfoder efter ødelyst, kan denne sammenhæng forventes at være svagere. Tilvæksten vil da være afhængig af såvel vækstkapacitet og foderudnyttelsesevne som af appetit.

Tilvækst og muskelareal.

Da ultralydmålene er korrigeret til konstant levende vægt, må det forventes, at de fænotypiske korrelationer til tilvæksten er 0. Dette ses også at være tilfældet for kødarealet, mens korrelationen er svagt negativ mellem tilvækst og fedtareal. Dette tyder på, at vægtkorrektionen af fedtarealet har været for stor.

De genetiske korrelationer mellem tilvækstegenskaberne og ultralydmålene er negative med en korrelation mellem muskelarealet og tilvækst i prøveperioden på -0.3. Dette er i god overensstemmelse med resultaterne af en tilsvarende analyse på 3 års afkomsprøvemateriale. (Andersen et al. 1981). Ved beregningen af T-, U- og I-tal har denne sammenhæng hidtil været forudsat af være 0. Ved de fremtidige beregninger af T-, U- og I-tallene bør der imidlertid justeres for dette forhold. Den genetiske korrelation mellem vægt og muskelareal er -0.61 ved 42 dage faldende til -0.38 ved 336 dage. Dette er forskelligt fra tidligere fundet og skyldes muligvis at analyserne nu er foretaget på såvel hjemligt som importeret avlsmateriale. Således har tyre efter amerikanske tyrefædre højere fødselsvægt og dårligere slagtekvalitet end tyre efter fædre med dansk afstamning. (Nielsen og Jørgensen, 1981).

Sygdomsforekomst_og_tilvækst.

Tyrenes gennemsnitlige tilvækstreaktion på de forskellige sygdomme er analyseret med model (5), og resultaterne er anført i tabel 22. Som det ses, har tyrens alder ved sygdomsudbruddet haft stor effekt på tilvækstreduktionen.

En eller flere sygdomme i perioden 42-98 dage medfører et begrænset tilvæksttab umiddelbart efter udbruddet, men dette indhentes senere, således at effekten på den gennemsnitlige tilvækst i hele prøveperioden forsvinder. Opræder sygdommen i 3 til 6 måneders alderen, bliver den samlede effekt større, og dette er især udtalt, når der er tale om gentagne luftvejsinfektioner. Også i den sidste halvdel af prøveperioden (183-336 dage) er det især gentagne luftvejsinfektioner, som trykker tilvæksten, men frekvensen af denne sygdom er i denne periode så lav som 1%. Endelig skal det bemærkes, at én eller flere tilfælde af klovbrandbylder ikke har påvirket tyrenes tilvækstresultat.

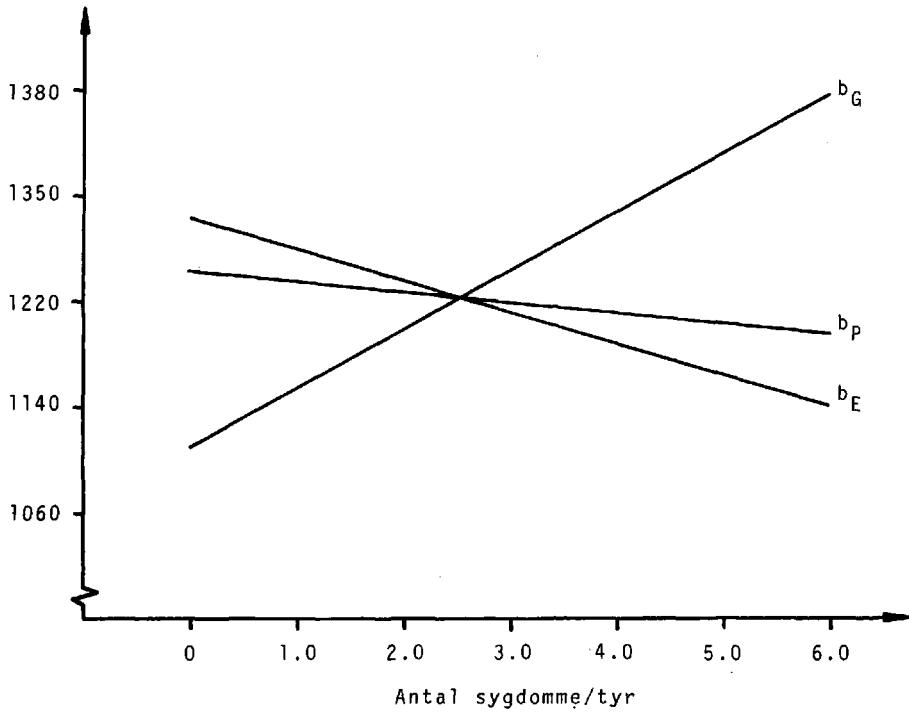
De fænotypiske korrelationer mellem sygdomsforekomst og tilvækstegenskaber viser samme tendens som den ovenfor omtalte analyse. Korrelationerne er som vist i tabel 21 negative, men ret svage. Derimod er der fundet en overraskende stærk og positiv genetisk korrelation på 0.61 mellem tilvækst i prøveperioden og total antal sygdomme.

Den fænotypiske sammenhæng mellem 2 egenskaber er summen af en miljømæssig og en genetisk del. De to dele er i dette tilfælde modsat rettede, idet miljøkorrelationen mellem tilvækst i prøveperioden og antal sygdomme er -0.68, hvilket resulterer i, at den fænotypiske korrelation bliver på -0.21.

Opdelingen er illustreret i figur 3, der viser regressionen af tilvækst på antal sygdomme. Regressionen er beregnet genetisk, miljømæssigt og fænotypisk, og det ses, at den fænotypiske regression ligger mellem den genetiske og den miljømæssige.

Den fænotypiske regression af tilvækst på antal sygdomme er beregnet til -9.2; den genetiske til +43.9 og den miljømæssige til -22.7. Det vil sige, at ved konstant genotype giver én sygdom i gennemsnit et nedslag i tilvæksten på 22.7 g/dag.

Tilvækst
42-336 dage



b_p = fænotypisk, b_E = miljømæssig og b_G = genetisk

Figur 3. Regressioner af tilvækst på antal sygdomme.

Den fundne genetiske sammenhæng mellem tilvækst og antal sygdomme har ikke kunnet verificeres på de sidste 2 års afkomsprøve-materiale. Middelfejlene på parametrene vedrørende sygdomsforekomst er endvidere ret store, og sikre konklusioner kan derfor ikke drages.

Tabel 19. Gennemsnit, spredning og heritabilitetskoefficienter for de vigtigste individprøveegenskaber.

Table 19. Average, SD and coefficients of heritabilities for the most important performance traits.

	Gennem- snit	Spred- ning	Herita- bilitet	Middelfejl på h^2
	Average	SD	Herita- bility	SE h^2
Vægt ved 42 dage, kg, Weight at 42 days,	63	7.6	0.19	0.07
Vægt ved 182 dage, kg, Weight at 182 days,	226	14.9	0.25	0.07
Vægt ved 336 dage, kg, Weight at 336 days,	427	24.9	0.54	0.09
<hr/>				
Tilvækst 42-182 dage, g/dg Daily gain 42-182 days,	1166	79	0.27	0.07
Tilvækst 182-336 dage, g/dg Daily gain 182-336 days,	1301	110	0.49	0.09
Tilvækst 42-336 dage, g/dg Daily gain 42-336 days,	1237	75	0.53	0.09
<hr/>				
FE/kg tilvækst SFU/kg gain	4.31	0.26	0.45	0.08
<hr/>				
Antal sygdomme/tyr No. of diseases/bull	2.22	1.75	0.20	0.16
<hr/>				
Muskelareal, cm ² Muscle area	63.2	4.53	0.71	0.10
Fedtareal, cm ² Fat area	12.5	1.25	0.56	0.09

Tabel 20. Heritabilitetskoefficienter for sygdomsfrekvenser i de forskellige aldersperioder.

Table 20. Heritabilities for diseasefrequency in different age periods.

	Aldersperiode			
	42-	99-	183-	42-
	98 dage	182 dage	336 dage	336 dage
<hr/>				
Age period				
	42-	99-	183-	42-
	98 days	182 days	336 days	336 days
Antal afkomsgrupper No. of progeny groups	58	59	68	51
Gens. gruppestørrelse Average group size	11.4	10.7	10.3	9.1
<hr/>				
<u>h^2 for:</u>				
Fordøjelsessygdom Digestive disease	0.12	0.05	0.13	-
Luftvejssygdom Respiratory disease	0.03	0.16	0.04	0.04
Klovbrandbyld Claw disease	-	0.17	0.38	0.65
Andre sygdomme Other diseases	0.01	-	-	-
Syg/rask Ill/well	-	-	0.02	-
Antal sygdomme i alt Total no. of diseases	-	0.18	0.02	0.16

Tabel 21a. Genetiske og fænotypiske korrelationer mellem vægt, foderforbrug, antal sygdomme og ultralydmål.
 Table 21a. Genetic and phenotypic correlations between weight, gain, feed efficiency, no. of diseases and ultrasonic measurements.

	Vægt ved			Tilvækst i aldersinterval			FE/kg tilvækst	Antal sygdomme talt	Ultralydarealet ved 400 kg levende vægt	
	42 dg	182 dg	336 dg	42-182	182-336	42-336			kgd	fedt
	Weight at			Gain in age period			SPU/kg gain	no. of diseases	Ultrasonic areas at 400 kg l.w. muscle fat	
	42 d.	182 d.	336 d.	42-182	182-336	42-336				
Vægt ved 42 dg.	0.69	0.52		0.25	0.16	0.24	-0.20	-0.24	-0.01	-0.09
Weight at 42 days										
Vægt ved 182 dg.	0.68	0.75		0.87	0.23	0.61	-0.54	-0.34	0.03	-0.10
Weight at 182 days										
Vægt ved 336 dg.	0.62	0.91			0.65	0.81	0.95	-0.89	-0.25	-0.04
Weight at 336 days										-0.15
Tilvækst 42-182 dage	0.30	0.90	0.83		0.20	0.66	-0.60	-0.29	0.04	-0.08
Daily gain 42-182 days										
Tilvækst 182-336 dage	0.53	0.78	0.97	0.70		0.86	-0.83	-0.08	-0.08	-0.13
Daily gain 182-336 days										
Tilvækst 42-336 dage	0.47	0.87	0.98	0.85	0.97		-0.94	-0.21	-0.04	-0.14
Daily gain 42-336 days										
FE/kg tilvækst	-0.41	-0.87	-0.92	-0.89	-0.87	-0.94		0.12	0.03	0.13
S.PU/kg gain										
Antal sygdomme talt	0.30	0.42	0.68	0.67	0.70	0.65	-0.70		-0.07	-0.03
Total no. of diseases										
Kødareal	-0.60	-0.44	-0.38	-0.23	-0.30	-0.30	0.22	0.17		0.22
Muscle area										
Fedtareal	-0.54	-0.56	-0.40	-0.41	-0.26	-0.33	0.26	0.04	0.47	
Fat area										

r_G under og r_P over diagonalen. (r_G below and r_P above diagonal).

Alle r_P over 0.05 er signifikante på 5% niveau. (All r_P above 0.05 are significant on 5% level).

Tabel 21b. Standardfejl på genetiske korrelationer.

Table 21b. Standarderrors of genetic correlations.

Vægt ved	Tilvækst i aldersinterval			FE/kg tilvækst	Antal sygdomme i alt	Ultralydarealet ved 400 kg levende vægt	
42 dg 182 dg 336 dg	42-182	182-336	42-336			kød	fedt
Weight at	Gain in age period			SFU/kg gain	no. of diseases	Ultrasonic areas at 400 kg l.w.	
42 dg 182 dg 336 dg	42-182	182-336	42-336			muscle	fat
Vægt ved 42 dg.							
Weight at 42 days							
Vægt ved 182 dg.	0.12						
Weight at 182 days							
Vægt ved 336 dg.	0.10	0.03					
Weight at 336 days							
Tilvækst 42-182 dg. 0.20 0.04 0.05							
Daily gain 42-182 days							
Tilvækst 182-336 dg.	0.13	0.06	0.01	0.08			
Daily gain 182-336 days							
Tilvækst 42-336 dg.	0.13	0.04	0.01	0.04	0.01		
Daily gain 42-336 days							
FE/kg tilvækst 0.15 0.04 0.02 0.03 0.03 0.02							
SFU/kg gain							
Antal sygdomme i alt 0.48 0.46 0.23 0.44 0.22 0.23 0.13							
Total no. of diseases							
Kødareal 0.10 0.11 0.09 0.13 0.10 0.10 0.11							
Muscle area							
Fedtareal 0.12 0.10 0.10 0.12 0.11 0.10 0.11							
Fat area							

Tabel 22. De indberettede sygdommes effekt på tilvæksten i gr/dag.
(Opdelt i delperioder).

Table 22. Effect of different diseases on daily gain (g/days) separated in age periods.

	Antal kalve No. of calves	Tilvækst Daily gain	Gens. tilvækst i hele prøveperioden. Av. daily gain in the whole test.
<u>Perioden 42-98 dage (The period 42-98 days)</u>			
Sygdomsfrie	355 (37%)	944	1189
Without any disease			
1 fordejelsessygdom	21 (2%)	+ 51	+ 12
1 digestive disease			
1 luftvejssygdom	286 (30%)	+ 10	+ 12
1 respiratory disease			
F1. luftvejssygdomme	216 (22%)	+ 35	+ 5
Repeated resp. diseases			
1 ford.sygdom +	26 (3%)	+ 38	+ 4
1 luftvejssygdom			
1 digest + 1 resp. disease			
1 ford.sygdom +			
2 luftvejssygdomme	33 (3%)	+ 27	+ 16
1 digest + 2 resp. diseases			
<u>Perioden 99-182 dage (The period 99-182 days)</u>			
Sygdomsfrie	528 (57%)	1245	1210
Without any disease			
1 fordejelsessygdom	16 (2%)	+ 19	+ 3
1 digestive disease			
1 luftvejssygdom	216 (23%)	+ 39	+ 15
1 respiratory disease			
F1. luftvejssygdomme	93 (10%)	+ 77	+ 48
Repeated resp. diseases			
1 klovbrandbyld	11 (1%)	+ 78	+ 19
1 clow-disease			
1 ford.sygdom +			
1 luftvejssygdom	20 (2%)	+115	+ 17
1 digest + resp. disease			
1 ford.sygdom +			
2 luftvejssygdomme	13 (1%)	+191	+ 74
1 digest + 2 resp. diseases			
<u>Perioden 183-336 dage (The period 183-336 days)</u>			
Sygdomsfrie	544 (57%)	1272	1191
Without any disease			
1 fordejelsessygdom	27 (3%)	+ 53	+ 23
1 digestive disease			
1 luftvejssygdom	80 (8%)	+ 30	+ 18
1 respiratory disease			
F1. luftvejssygdomme	12 (1%)	+ 62	+ 69
Repeated resp. diseases			
1 klovbrandbyld	130 (14%)	+ 2	+ 1
1 clow-disease			
Flere klovbrandbylder	46 (5%)	+ 4	0
Repeated clow-diseases			
Andre sygdomme	21 (2%)	+ 80	+ 34
Other diseases			
1 luftvejssygdom +			
1 klovbrandbyld	35 (4%)	+ 45	+ 21
1 resp. + 1 clow-disease			

7. BEREGNING AF AVLSVÆRDITAL.

I det foregående kapitel er der angivet fænotypiske og genetiske parametre for de vigtigste egenskaber i individprøven. Disse parametre er det nødvendige grundlag for konstruktion af avlsværdital samt for vurdering af avlsværditallenes sikkerhed og effekt på populationen, når resultaterne anvendes som selektionsgrundlag.

7.1. Det teoretiske grundlag.

Formålet med et avlsværdital er at rangere tyrene, således at de bedste kan udvælges tilavl.

Ved konstruktion af et avlsværdital, der sammenvejer flere egenskaber, må der først defineres en sand sammensat avlsværdi, der kan udtrykkes som:

$$SA = v_1 A_1 + v_2 A_2 \dots \dots v_n A_n = v^T A \quad (6)$$

hvor: A er en vektor af sande avlsværdier for hver af de egenskaber, der indgår i SA.

v er en vektor af økonomiske værdier for disse egenskaber.

Hvis der kun indgår én egenskab i SA, vælges v normalt som 1, således at avlsværdien udtrykkes i egenskabens enheder (g, cm²ect.).

Den sande avlsværdi (SA) kan ikke observeres. Derfor beregnes et indeks (I), som er det bedste skøn over SA. Indekset beregnes som:

$$I = b_1 x_1 + b_2 x_2 \dots \dots b_n x_n = b^T x \quad (7)$$

hvor: b er en vektor af vægtfaktorer, som sammenvejer de til rådighed værende informationer på en sådan måde, at der opnås størst mulig sammenhæng mellem I og SA.

x er en vektor af fænotypiske mål for de informationskilder, der anvendes.

For at finde b-værdierne løses følgende ligningssystem:

$$P \cdot b = G \cdot v \quad (8)$$

hvor: P er en fænotypisk covariansmatriks for informationskilderne,

G er en matriks med covariancer mellem SA og informations-

kilderne,

b og v er defineret tidligere.

Korrelationen mellem indekset og den sande sammensatte avls-værdi (r_{IA}), normalt benævnt indeksets sikkerhed, er beregnet som:

$$r_{IA} = \sqrt{\frac{b^* \cdot P \cdot b}{v^* \cdot C \cdot v}} \quad (9)$$

hvor: C er en genetisk covariansmatriks for egenskaberne i den sammensatte avlsværdi, og de øvrige symboler som tidligere defineret.

Den genetiske overlegenhed (GO) i SA ved en omgang selektion på indekset er beregnet som:

$$GO = \sqrt{b^* \cdot P \cdot b \cdot i} \quad (10)$$

hvor: i = selektionsintensiteten.

Den korrelerede ændring i de enkelte egenskaber ved en omgang selektion på indekset er beregnet som:

$$GO = i \cdot \sqrt{\frac{b^* \cdot G}{b^* \cdot P \cdot b}} \quad (11)$$

Ud fra et givet sæt af informationskilder til et sammensat indeks kan der også beregnes b-værdier til delindekser for de enkelte egenskaber i SA. Dette gøres som vist af Henderson (1962) ved at løse ligning (8) for hver egenskab med den til egenskaben hørende søjle i G-matricen som højreside. Hvis man beregner delindekset for hver egenskab for sig, men ud fra samme sæt af informationskilder, kan disse bagefter vejes sammen til det totale indeks ved hjælp af de økonomiske vægte med formlen:

$$I = v_1 I_{D1} + v_2 I_{D2} + \dots + v_n I_{Dn} = v^T I_D \quad (12)$$

hvor: I er det totale indeks for SA.

v er de økonomiske vægte anvendt i formel 6.

I_D er delindekser for hver egenskab for sig.

Denne procedure giver samme resultat som beregning af det totale indeks direkte. Metoden har den fordel, at indekser for alle egenskaber i SA beregnes, samt at det er let at se, hvordan det

samlede indeks fremkommer ud fra avlsværdierne for enkeltegenskaberne.

Hvis et indeks medfører en ønsket korreleret ændring i en egenskab, som ikke indgår i SA, kan indekset omformes således, at denne ændring ikke forekommer. Egenskaben holdes konstant på det nuværende niveau. Dette gøres ved at indføre en ekstra ligning i formel (8); en såkaldt La-Grange multiplikator, som beskriver sammenhængen mellem indekset og den egenskab, som ønskes holdt konstant.

Teorien om beregning af selektionsindekser og sübindexer i kombinerede indekser er bl.a. gennemgået af Henderson (1963). Beregningerne omtalt i det følgende er foretaget med EDB-programmet KVSELIN. (Jensen og Madsen, 1980).

7.2. Egenskaberne økonomiske værdi.

En del af tyrene afprøvet på Ålestrup, er som omtalt i kapitel 4 forsøgsslagtet. Ved slagningen er der ud over registrering af slagtevægt og klassificering for kropsform og fedme blevet foretaget dissektion af højreb, tyk- og tyndsteg samt halestykke.

Slagteværdien for tyrene er herefter beregnet ud fra et afregningssystem, som lægger halvdelen af vægten på klassificering for kropsform og halvdelen på det reelle kødindhold. Det er udtrykt som kød-knogleforholdet i de 3 stege, der er dissekeret. Priserne er baseret på kg-prisen for ungtyre med forskellig klassificering for kropsform gældende i forsommeren 1981.

Tyrene er endvidere inddelt i 7 klasser ud fra kød-knogleforholdet i de 3 stege. Derefter gives tillæg/fradrag afhængig af tyrenes placering i klasse for kød-knogleforhold. Det anvendte prisæt er vist i tabel 23. Den anvendte afregningsmodell giver samme gennemsnitlige afregningspris og samme prisdifferentiering som det almindelige afregningssystem med klassificering efter form. Begrundelsen for ikke fuldt ud at anvende det normale afregningssystem efter klasseeificering er, at man i fremtiden må forvente slagtekroppe afregnet efter deres reelle værdi og ikke alene efter kropsform.

Nettoudbyttet ved produktion af en ungtyr er herefter beregnet som slagteværdien fratrukket omkostninger til indkøb af kalv og fodersamt arbejde, staldplads og forrentning.

Kalveprisen ved en alder af 42 dage er sat til en grund pris på 500 kr. plus 12 kr./kg levende vægt. Foderprisen er sat til en gennemsnits pris på 1.20 kr./FE. Prisen på arbejde og staldplads er sat til 2.75 kr./dag og renten til 16% p.a.

Herved fås et gennemsnitligt nettoudbytte på 345 kr med en spredning på 363 kr. Det totale variationsområde er fra 1119 kr til 1590 kr pr. afprøvet tyr. En ulempe ved dette nettoudbytte er, at det kun inddrager tyrenes sygdomsfrekvens som en fast omkostning, der indgår i betaling for arbejde og staldplads. En mere nøjagtig inddragelse af tyrenes individuelle sygdomsfrekvens er først mulig, når der er slagtet et tilstrækkeligt antal af de tyre, der er afprøvet under det nye sygdomsregistreringssystem.

Når nettoudbyttet for hver tyr er kendt, kan værdien af en ekstra enhed i enkeltegenskaberne beregnes som deres partielle regression på nettoudbyttet. En sådan beregning viser, at værdien af et ekstra gram tilvækst pr. dag er 2,80 kr. værd, og en ekstra cm² i muskelarealet har en værdi af 29,40 kr. Middelfejlene på disse estimerer er henholdsvis 0,18 kr. og 3,34 kr.

Den sande sammensatte avlsværdi for kødproduktionsegenskaberne er herefter defineret som (formel 6):

$$SA = 2,80 \cdot A_T + 29,40 \cdot A_u$$

hvor: A_T er den additive genetiske værdi for tilvækst.

A_u er den additive genetiske værdi for muskelareal.

Et avlsværdital, som søger at beskrive ovenstående SA, vil svare til det hidtidige I-tal, der er et avlsværdital baseret på daglig tilvækst og ultralydmål.

7.3. Analyse af selektionsindekser.

I det følgende er der sammenlignet en række indekser, der er baseret på forskellig informationsmængde. Derudover er der beregnet delindekser for avlsværdien for henholdsvis tilvækst og muskel-areal, men baseret på en optimal informationsmængde.

Indeks nr.	Informationsmængde	Bemærkninger
I1	BT, ULM	I-tal
I2	BT, VGT42, ULM	I-tal
I3	BT, VGT182, ULM	I-tal
I4	BT, VGT42, VGT182, ULM	I-tal
I5	BT, VGT42, VGT182, ULM	Delindeks for tilvækst (T-tal)
I6	BT, VGT42, VGT182, ULM	Delindeks for muskela- areal (U-tal)
I7	BT, VGT42, VGT182, ULM, ANTSYG	I-tal
I8	BT, VGT42, VGT182, ULM, ANTSYG	I-tal med antal sygdom- me holdt konstant.

BT = daglig tilvækst fra 42 til 336 dage.

ULM = ultralydmål (gens. af 9 og 10½ mdr. korrigteret til 400 kg).

VGT42 = 42 dages vægt.

VGT182 = 182 dages vægt.

ANTSYG = antal sygdomme pr. tårn.

Indeks I1 - I4 samt I7 og I8 er I-tal med varierende informationsmængde, mens I5 og I6 svarer til et henholdsvis T- og U-tal baseret på en optimal udnyttelse af den til rådighed værende information.

Indeksernes egenskaber er udtrykt dels ved deres korrelation ($r_{I,SA}$) til den sande sammensatte avlsværdi (SA), og dels ved den effekt en selektion for indekset kan forventes at få på populæren. Effekten er beskrevet som den selekterede gruppens overlegenhed, udtrykt dels som samlet økonomisk overlegenhed og dels ved den korrelerede effekt på de vigtigste egenskaber. Overlegenheden og den korrelerede effekt er udtrykt som den selekterede gruppens overlegenhed ved en omgang selektion med intensiteten 1.0 svarende til, at de bedste 38.1% af tyrene udvælges. Dette svarer til effekten af ca. 8 års avlsarbejde, hvis en af Petersen et al. 1973, udar-

bejdede avlsplan følges.

Resultatet af analyserne af indeksene er vist i tabel 24. Indeks II udnytter alene informationer om tilvækst og ultralydmål, og det giver en samlet økonomisk overlegenhed på 105 kr. Overlegenheten fordeler sig med 26,0 g dgl. tilvækst og 1.10 cm^2 i muskelareal. Hvis man tager vægten ved 42 dage som et mål for fødselsvægten, er det bemerkelsesværdigt, at selektion på dette ikke medfører en øgning af fødselsvægten. Dette er i modsætning til resultater af Andersen (1977), som ved parametre fra de første 5 års afkomsprøver for kødproduktion fandt, at selektion på et sådant indeks øgede kalvenes fødselsvægt, og dermed kunne forventes at have en uheldig indflydelse på fødselsforløbet. Forskellen mellem de opnåede resultater skyldes, at den genetiske sammenhæng mellem slagtekvalitet og vægt ved 42 dage her er fundet at være stærkt negativ med en genetisk korrelation på -0.60 mod -0.10 i det gamle afkomsprøvemateriale. Uoverensstemmelsen skyldes sandsynligvis importen af avlsmateriale, som giver dårligere slagtekvalitet, men højere tilvækst og fødselsvægt. Når analyserne som her foretages på et materiale, som omfatter både importeret og hjemligt avlsmateriale, vil disse forhold påvirke de genetiske korrelationer.

Inddragelsen af informationer om vægt ved 42 og/eller 182 dage giver en stigning i indeksets sikkerhed på ca. 3%, således at den totale økonomiske overlegenhed stiger til 107 kr. Stigningen kommer udelukkende muskelarealet til gode, idet den korrelerede ændring er 1.24 cm^2 i muskelareal ved selektion på I4, som inddrager begge mellemvejninger, mod 1.10 cm^2 ved indeks II. Den korrelerede ændring for tilvækst er derimod uforandret. Indeks I4 vil føre til en svag sænkning af vægten ved 42 dage.

Analysen af indeks I5 viser at selektion for tilvækst alene (altså selektion på T-tal), giver en betydelig større fremgang i tilvækst ($41,9 \text{ g dgl.}$), men følges af en tilbagegang i muskelarealet på $1,78 \text{ cm}^2$. Den samlede økonomiske overlegenhed bliver derved væsentligt lavere end ved selektion på et kombineret indeks som I4 (I-tal). Endvidere giver selektion for tilvækst alene en uønsket øgning af vægten ved 42 dage på $1,64 \text{ kg}$. Disse forhold er i overensstemmelse med resultaterne af Andersen (1977).

Effekten af selektion på U-tal alene vises i analysen af indeks I6. Situationen er her modsat situationen ved selektion for T-tal, idet der fås en fremgang i muskelarealet på $3,41 \text{ cm}^2$, men en tilbagegang i tilvæksten på 21,9 g dgl., således at den totale økonomiske overlegenhed bliver på kun 39 kr. Selektionen på muskelareal alene medfører endvidere en nedgang i vægten ved 42 dage på ca. 2,14 kg.

I alle indekser, hvor der selekteres på tilvækst, ses en korreleret stigning i antal sygdomme/tyr på ca. 0,35 enheder. Dette skyldes den høje genetiske sammenhæng mellem tilvækst og antal sygdomme. Sammenhængen udnyttes i indeks I7 til at øge informationsmængden om avlsværdien for tilvækst. Inddragelse af denne information i indekset øger sikkerheden på indekset fra 0,67 til 0,82, og den samlede økonomiske overlegenhed øges fra 107 kr. til 132 kr. Stigningen skyldes udelukkende øget fremgang i tilvækst, nemlig 35,3 gram mod 25,2 gram i indeks I4, og næsten uændret fremgang i muskelarealet.

Endelig er der foretaget en analyse af indeks I8, hvor antal sygdomme holdes konstant. Denne restriktion på indekset har stor indflydelse på indeksets sikkerhed, som falder fra 0,82 til 0,31. Den økonomiske overlegenhed for den selekterede gruppe falder tilsvarende fra 123 kr. til 50 kr. Selektion på et sådant indeks medfører en svag tilbagegang i den daglige tilvækst, men giver til gengæld en betydelig forbedring af slagtekvaliteten. Imidlertid er parametrene vedrørende sygdomme endnu for usikre til at kunne danne grundlag for et indeks, som kan anbefales anvendt i kvægavlens.

Det bedste indeks er derfor I4, som udtrykker tyrenes samlede avlsværdi for kødproduktionsegenskaberne. Avlsværdien kan udtrykkes ved delindeks I5 og I6. Da disse indekser er baseret på samme informationskilder som I4, kan I4 som omtalt i afsnit 7.1 beregnes ved at veje I5 og I6 med de økonomiske værdier.

7.4. Indekssets følsomhed overfor ændringer i de økonomiske vægte.

Som omtalt i afsnit 7.2 er de økonomiske værdier af én ekstra enhed i daglig tilvækst eller muskelareal henholdsvis 2,80 kr. og 29,40 kr. Middelfejlene på disse estimerer er henholdsvis 0,18 kr. og 3,34 kr. Forholdet mellem de økonomiske vægte er $29,40:2,8 = 10,5$.

Indeksenes følsomhed overfor ændringer i dette forhold er undersøgt ved at konstruere indeksset med priserne på daglig tilvækst og muskelareal varierende i 3×3 niveauer. De anvendte priser er dels de fundne 2,80 og 29,40 kr. og dels plus eller minus 2 gange middelfejlen på de fundne estimerer. Dette giver i alt 9 kombinationer. To af kombinationerne giver samme prisforhold, hvorfor det ene er udeladt.

For de resterende 8 kombinationer er der beregnet indekser baseret på samme informationskilder som I4, men med de 8 forskellige prissæt for de 2 egenskaber. I tabel 25 er vist resultaterne af analyserne af de 8 indeks. Indeksene er anført efter stigende forhold mellem prisen på 1 gram tilvækst og 1 cm^2 i muskelarealet. Ud over de anvendte priser er angivet den korrelerede effekt på tilvækst og muskelareal ved selektion på disse indeks med selektionsintensiteten $i = 1.0$. Resultaterne er således sammenlignelige med resultaterne i tabel 24.

Den korrelerede effekt på daglig tilvækst og muskelareal er stærkt afhængig af prisforholdet, således at der ved et prisforhold på 1:7,2 er en effekt på 34,0 g tilvækst daglig og 0,25 cm^2 i muskelarealet ved 400 kg levende vægt. Hvis prisforholdet øges fra 1:7,2 til 1:14,8, falder effekten på daglig tilvækst jævnt fra de 33,9 til 14,0 g, og effekten på muskelarealet stiger tilsvarende fra 0,23 til 2,12 cm^2 .

Anskues de forskellige indeks imidlertid ud fra en samlet økonomisk betragtning, bliver forskellene meget mindre. Denne sammenligning er gennemført på to forskellige måder:

- A: Hvis 1:10,5 er det sande prisforhold, men der selekteres på et indeks konstrueret på grundlag af et andet prisforhold.

B: Hvis der selekteres på indeks I4 sammensat med prisforholdet 1:10,5, mens de øvrige forhold i virkeligheden er de sande.

I begge tilfælde viser kolonne A og B i tabel 25, at selv om man vælger de prisforhold, som afviger mest fra de nugældende, så vil effektiviteten i avlsarbejdet kun falde med ca. 5%. Hvis man imidlertid vælger prisforholdet meget ekstremt og kun lægger vægt på den ene egenskab, er effektiviteten, som det ses i analyserne af indeks I5 og I6 i tabel 24, væsentligt nedsat.

Resultaterne i tabel 25 viser, at blot der vælges prisrelatio-
ner i nærheden af de sande værdier, er det inden for disse rammer
i højere grad biologiske end økonomiske overvejelser, som bør læg-
ges til grund for beslutning om, hvilke økonomiske relationer, der
skal lægges til grund for det I-tal, som skal anvendes i de kommen-
de år.

Tabel 23. Priser anvendt ved beregning af slagteværdi.

Table 23. Prices used when calculating carcass value.

Klassificering kropsform	Kg pris	Kød/ Knogle	Tillæg/fradrag for K/Kn-klasse
Conformation score	DKR per kg	Lean/bone class	Extra price for lean/bone class
B ⁻	20.40	< 2.80	- 0.90
B	20.85	2.80-3.05	- 0.45
B ⁺	21.15	3.05-3.30	- 0.15
A ⁻	21.30	3.30-3.55	0.00
A	21.50	3.55-3.80	0.20
A ⁺	21.70	3.80-4.05	0.40
AI	21.95	> 4.05	0.65

Tabel 24. Forskellige avlsværditals sikkerhed samt den selekterede gruppens overlegenhed ved selektion med $i = 1.0$. (38,1% selekterede).

Table 24. Accuracy of different selection indexes and superiority of the selected group with $i = 1.0$. (38.1% selected).

In- deks no.	$r_{I,SA}$	Sel. gruppens overl. (kr.)	Vægt i kg ved				Tilvækst i gr/dag i aldersinterval			FE/kg tilv.	Antal syg- domme i alt	Ultralyd- arealet ved 400 kg lev. vægt (cm ²)	
			42	dg	182	dg	336	dg	42-182	182-336	42-336		
Index no.	$r_{I,T}$	Super- riority of sel. (kr.)	Weight in kg's at				Daily gain gr/day in age periods			SFU per kg gain	No. of diseas- ses	Ultrasonic area at 400 kg,l.w., (cm ²) muscle Fat	
			42	dg	182	dg	336	dg	42-182	183-336	42-336		
I1	0.65	105	0.00	2.43	7.86		17.3	35.3	26.0	-0.08	0.38	1.10	0.02
I2	0.66	106	-0.23	2.17	7.37		17.2	33.7	25.3	-0.08	0.37	1.24	0.05
I3	0.66	106	-0.11	2.18	7.61		16.4	35.3	25.7	-0.08	0.39	1.19	0.05
I4	0.67	107	-0.21	2.14	7.40		16.8	34.2	25.3	-0.08	0.38	1.24	0.05
I5	0.76	65	1.64	5.30	14.18		26.2	57.6	41.9	-0.12	0.33	-1.78	-0.32
I6	0.89	39	-2.14	-3.91	-8.66		-12.7	-30.8	-21.9	0.06	0.03	3.41	0.44
I7	0.82	132	0.29	3.32	10.9		21.6	48.9	35.3	-0.12	0.57	1.13	0.01
I8	0.31	50	-1.74	-1.49	-3.5		1.8	-13.1	-5.9	0.01	0.00	2.86	0.24

1) Vedrørende indeksets sammensætning se side 75. (See page 75).

Tabel 25. I-tallets (Indeks I4) følsomhed for ændringer i de økonomiske vægte.

Table 25. Sensitivity of index I4 for changes in economic weights.

Økonomisk værdi/enhed	Korreleret effekt ¹⁾			Relativ effektivitet	
	Gr.dgl. Ultra-tilvækst lydar. 42-336	400 kg Forhold	Gr.dgl. Ultra-tilvækst lydar. 42-336	400 kg	A ²⁾
Economic weight	Correlated respons			Relative efficiency	
Daily gain 42-336	Muscle area	Ratio	Daily gain 42-336 (gr.)	Muscle area (cm ²)	A ²⁾
3.16	22.72	7.2	34.0	0.25	95.6
2.80	22.72	8.1	31.8	0.55	97.8
2.44	22.72	9.3	28.6	0.91	99.5
2.80	29.40	10.5	25.3	1.24	100.0
3.16	36.08	11.4	22.8	1.47	99.7
2.44	29.40	12.0	21.1	1.62	99.3
2.80	36.08	12.9	18.9	1.79	98.3
2.44	36.08	14.8	14.2	2.13	95.5
					95.4

- 1) Beregnet ved en omgang selektion med selektionsintensiteten: $i = 1.0$. på et optimalt indeks.
- 2) Effektivitet ved selektion på indeks sammensat med andre forhold mellem de økonomiske vægte, hvis 1: 10.5 er det sande forhold.
- 3) Effektivitet ved selektion på indeks sammensat med forhold 1: 10.5, hvis andre forhold er de sande.
- 1) Superiority of selected group when selecting with $i = 1.0$. on an optimal index.
- 2) Efficiency in selection on index based on other ratios if 1: 10.5 is the true ratio.
- 3) Efficiency in selection on index based on ratio 1: 10.5 if other ratios' are the true ones.

8. PRÆSENTATION OG STANDARDISERING AF T-, U- OG I-TAL.

Avlsværdital angives oftest som relative tal med gennemsnit omkring 100. De hidtil omtalte indekser for tilvækst (I5), muskelareal (I6) og nettoudbytte (I4) er udtrykt i enhederne g/dag, cm² og kr, og har et gennemsnit omkring nul. De enkelte tyres resultater skal derfor omregnes til relative avlsværdital.

Når tyrene skal rangeres, er det vigtigt at de er sammenlignet til samme gennemsnit, idet der skal tages hensyn til både miljømæssige og genetiske ændringer over tid. I det følgende diskuteres forskellige strategier ved beregningen af dette gennemsnit, samt metoder til styring af variationen omkring gennemsnittet.

8.1. Valg af racegennemsnit.

Ved korrektionen af tilvækst og ultralydmål for de miljøpåvirkninger, som er beskrevet i de foregående kapitler, er alle data blevet korrigeret til et konstant miljømæssigt niveau. Dette niveau er defineret som det gennemsnitlige niveau for alle data i de pågældende analyser. I et system, hvor der løbende beregnes avlsværdital, skal man gøre sig klart, hvilket niveau der korrigeres til, og hvordan dette påvirker avlsværditallene. Racegennemsnittet kan enten være fast eller glidende. Fordele og ulemper ved de to metoder diskuteres hver for sig i de følgende afsnit.

Fast_racegennemsnit.

Ved "fast racegennemsnit" kan det miljømæssige og genetiske niveau bestemmes som f.eks. gennemsnittet af de første 5 års afprøvningsdata. Alle senere indkomne data korrigeres så til dette niveau. Det miljømæssige og genetiske basisniveau fastholdes ved at indføre restriktioner i de lineære modeller, hvor miljøeffekterne beregnes. Den normale restriktion er, at såvel avlsværdien som det miljøsæssige niveau for de afprøvede dyr i basisniveauet, ikke må ændre sig gennem årene. Avlsværditallene beregnes derefter ud fra de enkelte tyres afvigelse fra dette basisniveau.

Efterhånden som der sker f.eks. en genetisk fremgang i populationen, vil gennemsnittet på avlsværditallene stige, således at en gennemsnitstyr ikke får I-tal = 100, men en højere værdi. Dette kan være pædagogisk uheldigt. Til gengæld er det lettere at rangere tyre afprøvet på forskellige tidspunkter, idet den aktuelle fremgang bliver indregnet i avlsværditallene. Endvidere vil racegennemsnittene for de enkelte prøveår direkte vise de genetiske ændringer over tid, således at man løbende kan kontrollere effekten af det gennemførte avlsarbejde.

Hvis der også sker ændringer i det miljømæssige niveau på individprøvestationerne, vil denne forskel blive korrigeret væk. Dette kan imidlertid betyde, at der konstant skal foretages store korrektioner af alle data, hvilket er en uholdbar situation.

Glidende racegennemsnit.

Ved et glidende racegennemsnit sammenlignes nyeste data med det gennemsnitlige niveau for den seneste tidsperiode. Valget af denne tidsperiodes længde afhænger af flere forhold.

Ved en relativ kort tidsperiode på f.eks. et år vil genetiske forskelle mellem årgange blive elimineret, idet det gennemsnitlige avlsværdital for en årgang tyre altid vil være ca. 100. Dette betyder, at en god årgang tyre vil blive undervurderet og omvendt vil en dårlig årgang blive overvurderet. Med stærk brug af få tyrefædre/år kan de genetiske forskelle mellem årgange blive ret betydelige alene på grund af tilfældigheder.

Hvis racegennemsnittet beregnes som mindste kvadraters gennemsnit for en relativt lang tidsperiode på 3-4 år, vil en god årgang tyre blive vurderet korrekt. Gennemsnittet på avlsværditallene for en årgang tyre vil normalt ligge mellem 100 og 101. De genetiske ændringer over tid kan ikke vurderes direkte, men må vurderes i særskilte analyser. Det glidende gennemsnit kan fuldstændig tilpasses sig ændringer i det miljømæssige niveau på individprøvestationerne. Tilpasningen foretages ved at beregne racens stationsgennemsnit i en given måned på følgende måde:

$$\bar{R}_m = \bar{R}_T + (\bar{m} - \bar{x}_T), \quad \text{hvor} \quad (13)$$

\bar{R}_m er racens mindste kvadraters gennemsnit korrigert til en given måned inden for station og år.

\bar{R}_T er racens mindste kvadraters gennemsnit.

\bar{m} er mindste kvadraters gennemsnit for en måned inden for station og år.

\bar{x}_T er det totale mindste kvadraters gennemsnit,

Ved beregning af racegennemsnit på denne måde undgås det at korrigere de enkelte tyres afprøvningsresultater, idet racegennemsnittet korrigeres til det miljømæssige niveau, som den enkelte tyr er afprøvet ved.

En anden fordel ved det glidende racegennemsnit er, at dataomfanget i beregningerne kan reduceres. Sikkerheden på bestemmelsen af miljøeffekten på de yngste data øges ikke væsentlig ved at indrage mere end de sidste 3-4 års registreringer. Racegennemsnittet kan så beregnes på de data, som er inddraget i beregningerne.

Sammenfattende må det derfor anbefales at anvende et glidende racegennemsnit, der er baseret på et relativt langt tidsrum på 3-4 år.

Gennemsnittet på avlsværditallene vil ikke være stigende over tid, men en god/dårlig årgang tyre vil blive vurderet i forhold til de foregående 3-4 årgange, ligesom racegennemsnittet vil tilpasse sig ændringer i det miljømæssige niveau.

8.2. Avlsværditallenes variation.

Avlsværditallenes variation omkring gennemsnittet kan styres på flere måder. Hidtil har T- og U-tallene udtrykt avlsværdien i procent af racegennemsnittet, og I-tallet blev konstrueret således, at spredningen blev ca. 5. I det følgende diskuteres tre metoder til standardisering af avlsværditallenes variation.

Standardisering til ensartet spredning:

Standardisering af avlsværdital til en ønsket spredning kan foretages med formlen:

$$A = \frac{(I-T) \cdot S_A + \bar{A}}{S_I}, \quad (14)$$

hvor: A = det standardiserede avlsværdital (T- U- og I-tal).

I = det beregnede indeks (I5, I6 og I4).

T = racegennemsnit på det oprindelige indeks.

S_I = spredning på det oprindelige indeks.

S_A = ønsket spredning på det endelige indeks.

\bar{A} = det ønskede gennemsnit på avlsværditallene = 100.

Relativt_omregnet_til_procent_af_racegennemsnittet.

Hvis avlsværditallene angives i procent af racegennemsnittet, kan de beregnes som:

$$A = \frac{(I-T) \cdot 100}{R_m} + 100, \quad (15)$$

hvor: R_m er racens mindste kvadraters gennemsnit korrigeret til en given måned inden for station og år.

Beregning af avlsværditallene i procent af racens gennemsnit kan ikke gennemføres for I-tallet, idet racegennemsnittet for nettoudbyttet ikke kan beregnes løbende. Dette skyldes, at nettoudbyttet kun kendes for de slagtede tyre. Racegennemsnit baseret på disse vil være påvirket af, hvor sterkt der selekteres på grundlag af individprøven.

Spredningen på et avlsværdital i procent af racens gennemsnit vil være afhængig af gennemsnittet, således at jo højere gennemsnittet er, jo lavere er spredningen.

Standardisering_til_samme_økonomiske_værdi_pr._enhed.

De standardiserede avlsværditals økonomiske værdi pr. enhed afhænger af egenskabens økonomiske betydning og spredningen på det standardiserede avlsværdital. Den økonomiske værdi/enhed kan beregnes som:

$$\text{værdi/enhed} = \frac{S_I \cdot \text{værdi/enhed i egenskaben}}{S_A} \quad (16)$$

Standardisering af T-, U- og I-tallene, så de har samme økonomiske værdi/enhed, opnås ved at vælge forskellig spredning for avlsværditallene. Den spredning, der giver den ønskede værdi/enhed beregnes ved at sætte den ønskede værdi ind i formel (16) og så løse for S_A . Avlsværditallene standardiseres derefter til de beregnede spredninger ved anvendelse af formel (14).

Når alle avlsværditallene er standardiseret til samme økonomiske værdi, kan I-tallet beregnes som $100 + \text{summen af } T\text{- og } U\text{-tallets afvigelse fra } 100$.

8.3. Sammenligning af standardiseringsmetoder.

Som vist i kapitel 7 kan indekset for nettoudbytte (I4) beregnes som indeksene for de enkelte egenskaber vejet med deres økonomiske værdier. I-tallet kan også beregnes ud fra de standardiserede T- og U-tal som:

$$I = k_1 \cdot (T-100) + k_2 \cdot (U-100) + 100,$$

hvor: k_1 og k_2 er vægtfaktorer, som beregnes ud fra egenskabers økonomiske værdi og spredning på de standardiserede T- og U-tal.

I tabel 26 er vist avlsværditallenes spredning, økonomiske værdi/enhed samt vægtfaktorerne k_1 og k_2 til beregning af I-tallet ud fra T- og U-tallet, når avlsværditallene er standardiseret efter nedenstående 3 alternativer:

- A: Alle 3 avlsværdital standardiseret til en spredning på 5.
- B: I-tallet standardiseret til en spredning på 5, og T- og U-tallene er standardiseret, så én enhed har samme økonomiske værdi som en I-talsenhed.
- C: Som B, men med T- og U-tallene i procent af racegennemsnittet.

Alternativ A og B er næsten ens, idet spredningerne i alternativ B, på henholdsvis T- og U-tallene bliver henholdsvis 5.5 og 4.7

I alternativ C bliver spredningen på T- og U-tallet væsentligt

mere forskellig med spredninger på henholdsvis 3,4 og 5,4. Endvidere er spredningen her afhængig af racegennemsnittet, idet spredningen falder med stigende racegennemsnit.

Da værdien/enhed er ens for de tre avlsværdital i alternativ B, bliver beregningen af I-tallet særlig enkel, da vægtfaktorerne k_1 og k_2 så begge er 1,0. I-tallet kan da som hidtil beregnes som summen af T- og U-tallenes afvigelse fra 100, hvorefter gennemsnittet på 100 lægges til igen, jævnfør formel (17).

Isoleret set må det derfor anbefales at standardisere alle tre avlsværdital til samme økonomiske værdi/enhed, da det gør sammenvejningen enkel og let gennemskuelig. Samtidig bliver det lettere at veje fordele og ulemper ved en given tyr op mod hinanden, da enhederne i avlsværditallene har samme økonomiske værdi. Imidlertid bør valget af standardiseringsmetode koordineres med en revision af de øvrige avlsværdital anvendt i dansk kvægavl, således at standardiseringsmetoderne bliver ensartede for de forskellige avlsværdital.

8.4. Eksempel på beregning af T-, U- og I-tal.

I det følgende er vist et eksempel på hvorledes T-, U-, og I-tallene beregnes, når de anbefalede retningslinier følges.

En tyr har opnået følgende resultater:

	Tyrens resultat	Totalt gns.	Racens gns.	Månedens gns.	$\bar{R}_m^1)$	Afv.
Vægt ved 42 dg	65	57	63	58	64	+ 1
Vægt ved 182 dg	201	207	223	212	228*	- 27
Tilvækst 42-336 dg	1156	1114	1195	1169	1250	- 94
Ultralydmål korrigert til 400 kg.	58,8	60,5	61,0	56,8	57,3	+1,5

1) Defineret side 85

I oversigten er tyrens resultater angivet, som de er målt på individprøvestationen. Derefter er angivet mindste kvadraters gennemsnit beregnet på fire års data, dels totalt gns. og dels racegennemsnit. I samme analyse er der beregnet mindste kvadraters gennemsnit for den måned inden for station, hvor tyren er afprøvet.*

Derefter er racegennemsnittet korrigeret til denne måneds miljømæssige niveau, og tyrens afvigelse fra dette korrigerede racegennemsnit er beregnet.

Herefter kan de tre indeks, som lægges til grund for henholdsvis I-, T- og U-tallet, beregnes:

$$I_4 = -1.9706 \cdot (1) - 0.6714 \cdot (-27) + 1.3164 \cdot (-94) + 13.1564 \cdot (1.5) = \underline{\underline{+ 87,85 \text{ kr.}}}$$

$$I_5 = 0.4420 \cdot (1) - 0.1932 \cdot (-27) + 0.5374 \cdot (-94) - 2.7266 \cdot (1.5) = \underline{\underline{+ 48,95 \text{ g/dag.}}}$$

$$I_6 = -0.1091 \cdot (1) - 0.0044 \cdot (-27) - 0.0064 \cdot (-94) + 0.7072 \cdot (1.5) = \underline{\underline{1,67 \text{ cm}^2.}}$$

Indeks I4 kan også beregnes ved at veje I5 og I6 sammen med de økonomiske værdier for henholdsvis tilvækst og muskelareal.
(Jvf. formel (12)).

$$I_4 = 2.8 \cdot (-48,95) + 29.4 \cdot (1.67) = \underline{\underline{-87,85 \text{ kr.}}}$$

Indeksene I4, I5 og I6 omregnes herefter til henholdsvis I-, T- og U-tal. I-tallet standardiseres til en spredning på 5. Da det er forudsat at T- og U-tallene skal have samme økonomiske værdi pr. enhed som I-tallet, standardiseres de til en spredning på henholdsvis 5.5 og 4.7 jævnfør tabel 26. Gennemsnittet på indeks I4, I5 og I6 er beregnet til henholdsvis 3.36, $\div 3$ og 0.4. Den teoretisk forventede spredning på de tre indeks er henholdsvis 107.35, 41.89 og 3.4111. Herefter kan avlsværditallene beregnes med formel (I4).

$$I\text{-tal} = \frac{(\div 87,85 - 3,36)}{107,35} \cdot 5 + 100 = 95,75 \sim 96$$

$$T\text{-tal} = \frac{(\div 48,95 - (-3))}{41,89} \cdot 5,5 + 100 = 94,00 \sim 94$$

$$U\text{-tal} = \frac{(1,67 - 0,4)}{3,4111} \cdot 4,7 + 100 = 101,75 \sim 102$$

Det ses, at I-tallet kan beregnes som 100 + summen af T- og U-tallenes afvigelser fra 100.

Tabel 26. Avlsværditalles økonomiske værdi/enhed ved forskellig spredning samt vægtfaktorer til beregning af I-tallet ud fra T- og U-tal.

Table 26. Economic value/unit in breeding value at different SD and factors for calculating I-index from T-index and U-index.

Alternativ*)	Spredning på avlsværdital			Økonomisk værdi pr. enhed			Vægtfaktorer til I-tallet	
	SD on bree- ding values			Economic value per unit			Weight factors til I-index	
	T	U	I	T	U	I	k ₁	k ₂
A	5	5	5	23	20	21	1.09	0.93
B	5.5	4.7	5	21	21	21	1.00	1.00
C	3.4	5.4	5	35	19	21	1.61	0.87

*) Definitioner givet i teksten side 87

9. SAMMENFATTENDE DISKUSSION.

Formålet med det i denne beretning omtalte arbejde har været at analysere sikkerheden af individprøveresultaterne; at finde en bedre metode til korrektion for miljøfaktorer samt at analysere effekten af en selektion på grundlag af individprøven.

For at individprøveforanstaltningen kan få den forventede værdi, skal resultaterne i form af T-, U- og I-tal være sikre udtryk for tyrenes genetiske værdi med hensyn til henholdsvis tilvækst, muskelfylde og nettoudbytte i kødproduktionen. Fejl i avlsværditallene kan fremkomme f.eks. på grund af forskelle i tilvækst fra station til station og fra måned til måned indenfor station. Hertil har korrektionen for disse miljøforskelle været søgt gennemført ved at beregne nye racegennemsnit for hver station en gang hver måned og så sammenligne tyre, som færdigafprøves i den følgende måned, med dette gennemsnit. Denne korrektionsmetode fjerner ikke effekten af miljøfaktorerne tilstrækkeligt effektivt. Metoden kan forbedres ved at beregne en slutopgørelse og så lade gennemsnittet bestå af lige mange tyre født før og efter probanden. Herved bliver miljøkorrektionen mere effektiv, men samtidig fjernes en del af den genetiske variation, idet kalvene efter de enkelte tyrefædre indsættes ret koncentreret, og derved kan de påvirke de rullende gennemsnit. En bedre metode er derfor at beregne gennemsnittet for den gruppe tyre, en given tyr skal sammenlignes med ved hjælp af mindste kvadraters metode. Gennemsnittet bliver herigennem korrigeres til konstant genetisk sammensætning. Metoden forbedrer miljøkorrektionen i forhold til korrektion ved hjælp af rullende gennemsnit, og den genetiske variation bevares.

Miljøkorrektionen kan muligvis forbedres yderligere ved anvendelse af en relativt ny analysemethode (BLUP), men der er ikke for øjeblikket anvendelige EDB-programmer til rådighed til at gennemføre sådanne beregninger. Når dette bliver tilfældet, bør også denne metodes effektivitet undersøges.

Avlsværdital præsenteres i Danmark traditionelt som relative tal med en variation omkring et gennemsnit på 100. For at kunne sammenligne tyre med T-, U- og I-tal beregnet på forskelligt tidspunkt er det vigtigt, at de sammenholdes med samme racegennemsnit. Racegennemsnittet kan f.eks. fastlægges som det fundne racegennemsnit på et givet tidspunkt. Alle senere afprøvede tyre sammenlignes så med dette gennemsnit efter en korrektion for miljøforskelle. Hvis f.eks. der sker en genetisk fremgang i tilvækst, vil det gennemsnitlige T-tal ikke mere være 100, men øges i takt med den genetiske fremgang. Hvis der også sker en ændring i det miljømæssige niveau på individprøvestationerne, vil denne ændring blive korrigert væk.

En bedre metode til beregning af racegennemsnittet er at basere det på de sidste 3-4 års data som et glidende mindste kvadraters gennemsnit korrigert til det miljømæssige niveau, som de enkelte tyre er afprøvet under. Herved bliver alle tyre vurderet i forhold til de foregående år, og gennemsnittet på avlsværditallene vil altid være ca. 100.

Hidtil har T- og U-tallene været angivet som tyrenes avlsværdi i procent af racegennemsnittet og I-tallet med et gennemsnit på 100 og en spredning på ca. 5. Dette betyder, at alle 3 avlsværdital har forskellig spredning, samt at den økonomiske værdi pr. enhed ligeledes er forskellig. Dette vanskeliggør selektion blandt tyrene, når flere egenskaber skal tages i betragtning samtidigt. Hvis alle avlsværditallene standardiseres til samme økonomiske værdi pr. enhed, kan tyrens samlede genetiske værdi beregnes ved blot at summere de enkelte avlsværditals afvigelse fra 100, forudsat at alle avlsværditallene er beregnet ud fra samme informationssæt. Valget af standardiseringsmåden for T-, U- og I-tallene bør dog koordineres med en revision af standardiseringsmåden for alle øvrige avlsværdital anvendt i dansk kvægavl.

I de hidtige beregninger af T-, U- og I-tal har der været anvendt genetiske parametre beregnet på de første 5 års afkomsprøver. I nærværende beretning er anført genetiske parametre beregnet under de forhold, som har været gældende for individprøverne i de senere år, og for populationen, som den er sammensat i dag. Heritabiliteten for tilvækst og ultralydmål er beregnet til henholdsvis 0.53 og 0.71. Disse værdier viser, at individprøveresultaterne har en god sikkerhed, forudsat at miljøkorrektionen foretages korrekt. Den genetiske korrelation mellem tilvækst og muskelareal er beregnet til ± 0.3 . Det er et forhold, der bør tages hensyn til ved beregningen af T-, U- og I-tal.

De genetiske parametre er derfor anvendt til en rekonstruktion af beregningsmåden for T-, U- og I-tallene. Konstruktionen af et sammensat avlsværdital som I-tallet forudsætter, at den økonomiske værdi af de enkelte egenskaber er kendt. Disse er beregnet til 2,80 kr. for 1 g tilvækst dgl. og 29,40 kr. for 1 cm² ekstra i ultralydmålet. De sikreste T-, U- og I-tal fås ved at basere dem på informationer om tyrenes tilvækst i prøveperioden, ultralydmålet og vægten ved 42 og 182 dage.

Hvis I-tallet sammensættes med de ovenfor nævnte økonomiske vægte og baseres på de fire nævnte informationskilder, samt at de 80% dårligste tyre slagtes, vil den genetiske fremgang over en ca. 8-årig periode blive 25 g tilvækst dgl. og 1,24 cm² i muskelarealet.

Beregninger over I-tallets følsomhed viste, at moderate ændringer i de økonomiske vægte har en begrænset indflydelse på den samlede økonomiske fremgang, men en stor indflydelse på den biologiske sammensætning af den genetiske fremgang. I-tallets sammensætning vil påvirke individprøveselektionens relative effekt på egenskaber som tilvækst, størrelse, foderudnyttelse, muskelfylde og fødselsvægt.

10. LITTERATUR.

- 1). Andersen, B.B. og G.S. Andersen, 1975. Sammenhængen mellem mæl-keproduktionsevne, kødproduktionsevne og kropsmål hos RDM og SDM.
Meddelse nr. 71 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- 2). Andersen, B.B., 1977. Genetiske undersøgelser vedrørende kvæ-gets tilvækst og foderudnyttelse. Ber. nr. 448 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 137 pp.
- 3). Andersen, B.B., A. de Baerdemaeker, G. Bittante, B. Bonaiti, J.J. Colleau, E. Fimland, J. Jansen, W.H.E. Levis, R.D. Politiek, G. Seeland, T.J. Teehan and F. Werkmeister, 1981. Performande Testing of bulls in AI: Report of working Group of the commission on cattle Produktion. Livestock Prod. Sci., 8, 101-119.
- 4). Andersen, B.B., L.G. Christensen, J. Jensen, H.K. Krag, T. Liboriussen, P. Madsen, A. Neumann Sørensen og P.H. Petersen, 1981. Avlsværdital. Anvendt i dansk kvægavl anno 1981. Ber. nr. 513 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 53 pp.
- 5). Barr, A.J., J.H. Goodnight, J.P. Sall and J.T. Helwig, 1979. SAS User's Guide (1979 edition), SAS Inst. Inc., Cary, NC, 494 pp.
- 6). Beretninger fra Statens Husdyrbrugsforsøg vedrørende "Avlssta-tionerne for kødproduktion". Beretninger nr: 426, 435, 452, 463, 478, 487 og 506.
- 7). Henderson, C.R., 1963. Selection index and expected genetic advance. Nat. Acad. Sci. National Research Council. Publi-cation No. 982. Washington D.C.
- 8). Henderson, C.R., 1973. Sire evaluation and genetic trends. Proc. of the Anim. Breed and Genet. Symp. in Honor of Dr. Jay L. Lush. ASAS and ADSA, Champaign, Illinois. 10-41.
- 9). Jensen, J. og P. Madsen, 1980. Vejledning til EDB-programmet KVSELIN. Statens Husdyrbrugsforsøg, 12 pp.

- 10). Nielsen, E. og J. Jørgensen, 1981. Forløbige resultater fra forsøg med SDM og Holstein-Friesian. Medd. nr. 389 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- 11). Petersen, P.H., E. Ovesen, L.G. Christensen og B.B. Andersen, 1973. Kvægavlens planlægning for mælke- og kombinationsracer. Ber. nr. 411 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 88 pp.
- 12). Sørensen, J.T., 1981. Anvendelsen af individprøverne som avlsvoranstaltning hos RDM og SDM. Hovedopgave i kvægets avl ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Husdyrbrugsinstitut, 62 pp.
- 13). Sørensen, S.E., 1979. Undersøgelser over den genetiske sammenhæng mellem mælke- og kødproduktionsegenskaber hos kvæg af kombinationsracer. Licentiatopgave i kvægets avl ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Husdyrbrugsinstitut, 59 pp.

APPENDIX A. UNDERSØGELSER VEDRØRENDE KROPSMÅL OG EKSTERIØRBEDØM-MELSER.

A.1. Materiale og anvendte modeller.

Umiddelbart inden prøvens afslutning foretages følgende kropsmålinger på individprøvetyrene: Højde, brystdybde, brystomfang, om-drejebredde og hoftebredde.

Siden den 1. oktober 1978 er alle tyrene endvidere bedømt af assistenter på stationen. Der anvendes et simpelt system, hvor tyrene for hver egenskab beskrives ved hjælp af et afkrydsningssystem. I denne undersøgelse er krydsene kodet med cifrene 1,2 og 3 efter et system vist i nedenstående oversigt:

Oversigt over koder anvendt i eksteriørbedømmelsen.

Egenskab	Kode		
	1	2	3
Størrelse	Lavstammet	Middel	Højstillet
Kroplængde	Kort (tæt)	Middel	Lang (åben)
Ryg	Vigende	Middel	Stærk
Benstilling	Dårlig	Middel	God
Hasevinkel	Kroget	Middel	Ret
Hasekvalitet	Fyldt	Middel	Tør
Huld	Dårlig	Middel	God
Ædelyst	Dårlig	Middel	God
Konstitution	Dårlig	Middel	God
Temperament	Urolig	Middel	Rolig

I materialet er inkluderet alle tyre, som har været vurderet efter det nye system. Materialet omfatter 1345 tyre fordelt på 194 tyrefædre. Fordelingen på racer og stationer ses i tabel A1.

Materialet er analyseret efter samme model som tilsvækstegenskaberne, d.v.s. en model, som indeholder faktorerne:

$$\begin{aligned}y = & \text{ RACE} + \text{FAR(RACE)} \\& + \text{STATION} + \text{ÅRGANG} + \text{FØDTMD} \\& + \text{STATION} \times \text{ÅRGANG} \times \text{FØDTMD} \\& + \text{ankomstalder} \\& + \text{REST}\end{aligned}\quad (1)$$

A.2. Resultater.

I model 1 er der beregnet gennemsnit for stationer og racer. Derudover er der estimeret fænotypiske spredninger samt heritabilitetskoefficienter. Alle resultater er vist i tabel A2.

For kropsmålene følger miljøeffekterne det samme mønster som for tilvækstegenskaberne. Dette skyldes naturligvis, at forhold, som påvirker tyrenes tilvækst, også påvirker kropsmålene, når disse tages ved en konstant alder.

For eksteriøregenskaberne vedkommende er den vigtigste variationsårsag effekt af station. Årsagen til dette er i vid udstrækning, at det er forskellige personer, der foretager vurderingerne fra station til station, og der vil være forskel på, hvordan forskellige personers vurdering af en tyr falder ud.

A.3. Genetisk analyse.

Heritabilitetskoefficienter for alle kropsmål og eksteriørvurderinger ses ligeført i tabel A2. Koefficienterne for kropsmål er i god overensstemmelse med de værdier, der tidligere er estimeret på de første 5 års afkomsprovemateriale. En undtagelse er dog højde, hvor den her fundne værdi på 0.89 er væsentligt højere end det tidligere fundne.

For bedømmelsernes vedkommende er der fundet en meget høj h^2 -værdi for dyrenes højde. For egenskaberne huld og ædelyst er der fundet værdier på henholdsvis 0.46 og 0.42, mens heritabiliteterne for de øvrige eksteriøregenskaber er forholdsvis lave, og for benstilling er varianskomponenten mellem tyre endog negativ.

Tabel A1. Materialet vedrørende kropsmål og eksteriørbedømmelsers fordeling på stationer og racer.

Table A1. Distribution of material on body measurements and subjective scores.

Station (Station)	Race (Breed)				
	RDM	SDM	DRK	JER	Ialt
Egtved	85	143	7	44	279
Ålestrup	321	453	30	85	889
Stradebrogård	117	47	0	13	177
Ialt (Total)	523	643	37	142	1345

Tabel A2. Stations- og racegennemsnit samt heritabiliteter for kropsmål og vurderinger.

Table A2. Station and breed average and h^2 for body measurements and type scores.

Egenskab	Station			Race				Fænotypisk spredning	Herita-	Middelfejl
	Egt-ved	Åle-strup	Stradebrogård	RDM	SDM	DRK	JER			
Trait	Egt-ved	Åle-strup	Stradebrogård	RDM	SDM	DRK	JER	Phenotypic SD	h^2	SD on h^2
<i>(Body measurements)</i>										
Højde Height at withers	120	118	120	122	125	119	112	3.33	0.89	0.12
Brystdybde Depth of chest	60.2	59.9	60.9	61.6	63.1	60.2	56.2	1.88	0.26	0.09
Brystomfang Heart girth	167	165	166	169	173	172	149	4.62	0.13	0.09
Omdrejnerbredde With of thrus	44.6	43.2	44.1	45.3	46.8	47.3	36.7	1.40	0.33	0.10
Hoftebredde with at hips	42.6	40.8	42.4	42.7	44.3	44.4	36.4	1.57	0.36	0.10
<i>(Scores)</i>										
Sterrelse Size	2.02	1.98	2.16	2.03	2.16	1.96	2.06	0.57	0.72	0.12
Kropslængde Body lenght	2.25	2.12	2.31	2.26	2.15	2.27	2.23	0.48	0.43	0.10
Ryg Back	2.36	2.08	2.52	2.33	2.36	2.30	2.28	0.61	0.24	0.09
Benstilling Legs	2.27	2.17	2.85	2.44	2.33	2.48	2.46	0.48	-	-
Hævevinkel Angle of hough	2.15	1.95	2.00	2.01	1.95	2.18	1.99	0.43	0.18	0.09
Hæsekvalitet Quality of hough	2.69	2.01	2.59	2.34	2.36	2.46	2.56	0.42	0.10	0.08
Huld Condition	2.98	2.18	2.50	2.47	2.47	2.79	2.48	0.45	0.44	0.10
Ædelyst Appetite	2.99	2.16	2.81	2.58	2.65	2.75	2.64	0.39	0.42	0.10
Konstitution Constitution	3.00	2.05	2.76	2.57	2.56	2.65	2.67	0.49	0.02	0.08
Temperament Temperament	2.74	2.05	2.71	2.59	2.53	2.46	2.41	0.42	0.07	0.08

APPENDIX B. BEREGNING AF FORLØBIGE T-TAL.

Ved mellemvejningerne efter 126 dage beregnes et foreløbige T-tal for alle tyre undtagen Jerseytyre. De foreløbige T-tal påføres tyrenes staldtavler, og de tjener som orientering for besøgende på individprøvestationerne.

B.1. Parametergrundlaget.

For at kunne beregne foreløbige T-tal skal man kende de fænotypiske og genetiske parametre for alle de egenskaber, som indgår i beregningerne. Disse parametre er estimeret på materialet omtalt i kapitel 3, ligesom den samme model er anvendt i analysen. I tabel B1 er der vist heritabiliteter for alle vejninger og akkumulerede tilvækster, og i tabel B2 er vist de fænotypiske og genetiske korrelationer.

B.2. Beregning af forløbige T-tal.

De foreløbige T-tal baseres hele tiden på vægten ved 42 dage og den akkumulerede tilvækst fra 42 dage til sidste vejning. Efter 182 dage inddrages endvidere vægten ved 182 dage som informationskilde. Inden de foreløbige T-tal beregnes, korrigeres alle data for miljøfaktorer, hvorefter beregningen foregår som ved beregning af endelige T-tal beskrevet i kap. 7 og 8, blot med andre informationskilder. Sikkerheden på de foreløbige T-tal med stigende alder er vist i tabel B3.

Tabel Bl. Gennemsnit, spredning og heritabilitet for vejninger og akkumulerede tilvækster.

Table Bl. Average, SD and h^2 for weights' and daily gain.

	Gennem-snit	Spred-ning	Herita-bilitet	Middelfejl på h^2
	Average	SD	h^2	SD on h^2
Vægt ved:	42 d.	63	7.6	0.069
Weight at:	70 d.	88	9.0	0.070
	98 d.	118	9.9	0.068
	126 d.	152	11.6	0.071
	154 d.	189	12.9	0.071
	182 d.	226	14.9	0.073
	210 d.	265	16.7	0.075
	238 d.	302	18.6	0.077
	266 d.	338	19.9	0.082
	294 d.	373	21.8	0.086
	322 d.	408	24.0	0.087
	336 d.	427	24.9	0.088
g dgl. tilv.				
fra 42 dage				
til:	70 d.	887	126.3	0.04
Daily gain	98 d.	997	93.4	0.063
from 42 d.	126 d.	1061	86.8	0.072
to:	154 d.	1125	80.2	0.072
	182 d.	1166	79.2	0.074
	210 d.	1200	78.5	0.076
	238 d.	1218	77.9	0.078
	266 d.	1227	74.5	0.084
	294 d.	1232	74.1	0.087
	322 d.	1233	75.0	0.088
	336 d.	1237	75.2	0.087

Tabel B2. Fænotypiske og genetiske korrelationer mellem alle vægninger og akkumulerede tilvekster.
 Table B2. Phenotypic and genetic correlations between all weights' and gain in different periods.

Vægt ved:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	
1. 42 d.	0.92	0.86	0.79	0.74	0.69	0.64	0.60	0.58	0.56	0.53	0.52	0.21	0.18	0.22	0.22	0.25	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24		
2. 70 d.	1.01	0.92	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.63	0.60	0.56	0.56	0.57	0.41	0.39	0.37	0.38	0.35	0.33	0.33	0.33	0.31	0.31	0.31	
3. 98 d.	0.93	0.92	0.91	0.86	0.82	0.75	0.71	0.68	0.65	0.61	0.60	0.51	0.66	0.56	0.52	0.51	0.46	0.43	0.42	0.41	0.38	0.38	0.38	
4. 126 d.	0.79	0.79	0.90	0.90	0.86	0.80	0.76	0.74	0.70	0.66	0.65	0.47	0.58	0.77	0.63	0.62	0.56	0.53	0.52	0.49	0.46	0.46	0.46	
5. 154 d.	0.73	0.71	0.80	0.93	0.92	0.85	0.80	0.77	0.74	0.70	0.70	0.46	0.57	0.67	0.82	0.73	0.65	0.61	0.58	0.56	0.54	0.53	0.53	
6. 182 d.	0.68	0.67	0.81	0.92	0.97	0.91	0.86	0.83	0.79	0.76	0.75	0.44	0.55	0.65	0.74	0.87	0.75	0.70	0.67	0.64	0.61	0.61	0.61	
7. 210 d.	0.61	0.62	0.76	0.87	0.93	0.94	0.91	0.89	0.84	0.81	0.80	0.41	0.51	0.62	0.69	0.79	0.90	0.79	0.77	0.72	0.70	0.69	0.69	
8. 238 d.	0.60	0.58	0.72	0.87	0.89	0.93	0.96	0.93	0.89	0.85	0.84	0.37	0.47	0.58	0.65	0.74	0.81	0.92	0.84	0.79	0.75	0.74	0.74	
9. 266 d.	0.59	0.57	0.71	0.85	0.88	0.91	0.97	0.99	0.94	0.90	0.89	0.37	0.46	0.57	0.62	0.72	0.79	0.84	0.93	0.86	0.82	0.81	0.81	
10. 294 d.	0.63	0.62	0.75	0.84	0.88	0.93	0.97	1.00	0.99	0.94	0.94	0.34	0.43	0.53	0.59	0.68	0.74	0.80	0.86	0.94	0.88	0.87	0.87	
11. 322 d.	0.62	0.61	0.74	0.83	0.87	0.92	0.97	1.01	0.99	1.01	0.97	0.31	0.39	0.50	0.66	0.66	0.72	0.77	0.83	0.89	0.95	0.91	0.91	
12. 336 d.	0.62	0.59	0.73	0.81	0.86	0.91	0.96	0.99	0.98	1.01	1.00	0.31	0.38	0.50	0.56	0.65	0.71	0.76	0.83	0.88	0.92	0.95	0.95	
Tilvekst:																								
Daily gain																								
13. 42- 70 d.	1.24	1.16	1.09	0.92	0.75	0.74	0.78	0.61	0.57	0.67	0.65	0.56	0.66	0.53	0.48	0.44	0.40	0.35	0.34	0.32	0.28	0.28	0.28	
14. 42- 98 d.	0.32	0.29	0.65	0.67	0.55	0.68	0.68	0.61	0.60	0.61	0.61	0.60	0.24	0.75	0.68	0.61	0.54	0.49	0.46	0.43	0.38	0.38	0.38	
15. 42-126 d.	0.30	0.29	0.54	0.82	0.77	0.79	0.79	0.78	0.72	0.71	0.69	0.28	0.74	0.78	0.73	0.65	0.60	0.58	0.53	0.49	0.49	0.49	0.49	
16. 42-154 d.	0.27	0.23	0.43	0.70	0.85	0.86	0.84	0.80	0.79	0.76	0.75	0.73	0.12	0.54	0.85	0.84	0.74	0.68	0.64	0.60	0.57	0.56	0.56	
17. 42-182 d.	0.30	0.28	0.52	0.73	0.84	0.90	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.25	0.70	0.86	0.96	0.85	0.85	0.78	0.74	0.70	0.66	0.66	
18. 42-210 d.	0.30	0.30	0.51	0.70	0.80	0.83	0.94	0.90	0.91	0.89	0.89	0.88	0.39	0.68	0.82	0.90	0.91	0.87	0.83	0.78	0.74	0.73	0.73	
19. 42-238 d.	0.34	0.32	0.51	0.73	0.78	0.85	0.91	0.96	0.95	0.95	0.96	0.94	0.25	0.60	0.82	0.84	0.91	0.95	0.90	0.84	0.80	0.78	0.78	
20. 42-266 d.	0.38	0.35	0.54	0.74	0.79	0.85	0.93	0.96	0.97	0.95	0.96	0.94	0.29	0.60	0.81	0.82	0.88	0.96	0.99	0.91	0.87	0.85	0.85	
21. 42-294 d.	0.48	0.46	0.62	0.76	0.82	0.89	0.95	0.99	0.98	0.98	1.00	0.99	0.45	0.62	0.74	0.79	0.88	0.94	1.00	0.98	0.93	0.91	0.91	
22. 42-322 d.	0.48	0.47	0.63	0.76	0.81	0.89	0.95	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.47	0.62	0.73	0.78	0.87	0.94	1.00	0.99	1.02	0.95	0.95	
23. 42-336 d.	0.47	0.43	0.60	0.72	0.79	0.87	0.93	0.97	0.96	0.99	0.98	0.98	0.32	0.57	0.69	0.76	0.85	0.92	0.98	0.97	1.01	1.00	1.00	

Fænotypiske over diagonalen. Alle korrelationer er signifikante på 0.01 niveau.

Genetiske under diagonalen. Middelfejl varierer mellem 0.01 og 0.28.

Tabel B3. Sikkerheden på et foreløbigt T-tal med stigende alder.
Table B3. Accuracy of a preliminary T-index with increasing age.

Alder	$r_{I,SA}$	Spredning *) på T-tallet
Age	$r_{I,T}$	SD on T-index *)
126 d.	0.37	2.6
154 d.	0.39	2.8
182 d.	0.46	3.2
210 d.	0.53	3.7
238 d.	0.58	4.1
266 d.	0.67	4.7
294 d.	0.75	5.3
322 d.	0.75	5.3
336 d.	0.76	5.4

*) T-tal standardiseret til samme værdi/enhed som I-tal.

*) T-index standardized to same value in Dkr/unit as I-index.

APPENDIX C. ANVENDELSEN AF INDIVIDPRØVERNE SOM AVLSFORANSTALTNING
HOS RDM OG SDM.

J.T. Sørensen og P.H. Petersen

Individprøverne har en central placering i den moderne avlsplan idet:

- alle potentielle avlstryre bør passere denne prøve,
- disse er sønner af populationens bedste køer og tyre, samt
- kun de tyre som klarer sig bedst ved individprøven tages i brug som ungtyre.

Selektionen af tyremødre og tyrefædre bidrager med 70-80% af den genetiske fremgang for mælkeproduktionsegenskaberne, og individprøveselektionen i den nuværende avlsplan bestemmer hele den genetiske fremgang for kødproduktionsevne. Det er derfor overordentlig vigtigt, at de avlsforanstaltninger, der har relation til individprøverne, fungerer efter hensigten.

Ved modelberegninger er antallet af tyremødre, tyrefædre, individprøvekalve og ungtyre fastlagt for en teoretisk avlsplan, ligesom den forventede genetiske overlegenhed hos de enkelte avlsdyrkategorier er beregnet (Petersen et al., 1973). Efterhånden som avlen er lagt ind i de rammer, som modelberegningerne viste var optimale, er behovet for en kontrol på effektiviteten i avlsarbejdet steget. Denne kontrol har til formål at afsløre eventuelle svagheder i den aktuelle avlsplan set i relation til modelberegningerne.

Formålet med denne undersøgelse, hvis resultater er et uddrag af en hovedopgave (Sørensen, 1981) er at vurdere, i hvor høj grad selektionen af tyremødrerne og tyrefædrerne samt anvendelsen af individprøverne er i overensstemmelse med modelberegningernes optimale plan for RDM og SDM.

Materiale_og_metoder.

Undersøgelsen er baseret på oplysninger om 2135 RDM- og SDM-kalve indsat på individprøverne fra 1976 til 1980 (se tabel C1). Materialet er analyseret ved hjælp af lineære modeller og de angivne middelværdier i figur C2, C4 og C5 samt tabel C3 og C4 er mindste kvadraters estimerater.

Anvendelsen_af_individualprøvekapaciteten.

Den aktuelle individprøvekapacitet er ca. 40% mindre, end forudsat i den teoretiske avlsplan. For at udnytte kapaciteten bedst muligt bør racefordelingen på stationerne stå i forhold til racernes udbredelse. Tabel C1 viser, antal RDM- og SDM-kalve, indsat pr. år i perioden 1976-1980. Det ses, at det samlede antal RDM- og SDM-kalve har holdt sig konstant siden 1977.

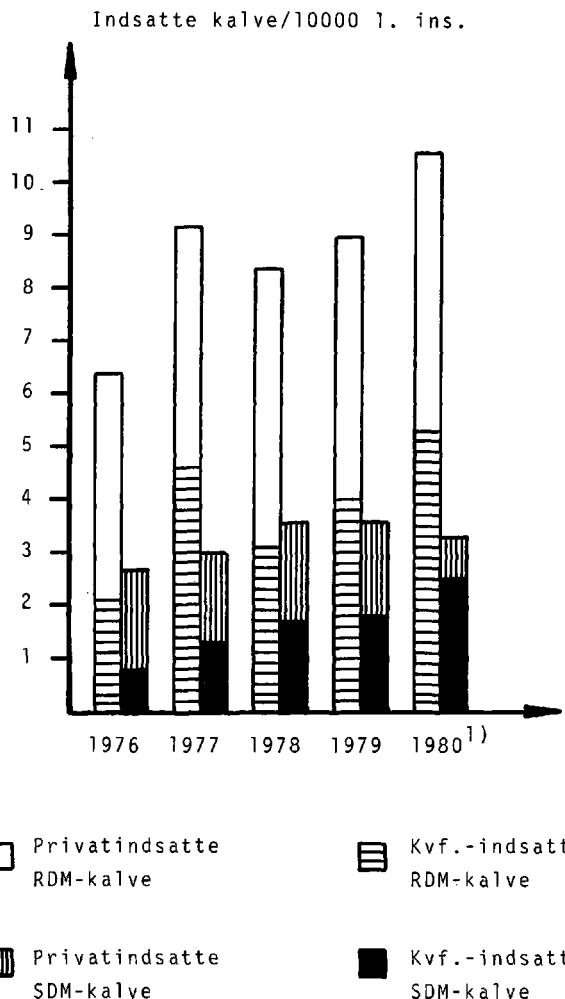
Bortset fra 1977 er der hvert år indsats flest SDM-kalve. Målt pr. 10.000 l. insemineringer er der imidlertid indsats 2-3 gange så mange RDM-kalve som SDM-kalve. I den 5-årige periode er andelen af SDM-kalve på individprøverne steget, men da antallet af RDM-insemineringer er faldet tilsvarende er racernes fordeling på individprøverne ikke blevet forbedret i den analyserede periode.

Tabel C1. Antal indsatte RDM- og SDM-kalve.

Race	1976	1977	1978	1979	1980 ¹⁾	Totalt
RDM	188	248	210	208	163	1017
SDM	197	221	266	260	174	1118
Ialt	385	496	476	468	337	2135

1) 1980 kun 9 måneder.

I den teoretiske avlsplan anbefales det, at der indsættes 9,4 kalv pr. 10.000 køer. I figur C1 ses, at kvægavlsvorene indsætter et stigende antal kalve pr. 10.000 l. ins. Kvægavlsvorene indsætter imidlertid kun ca. 40% af det teoretiske optimale antal kalve hos RDM og ca. 20% hos SDM. Da kvægavlsvorene i den omhandlede periode kun har indkøbt et ret begrænset antal privatindsatte tyre, kan det sluttes, at anvendelsen af individprøvekapaciteten ikke har været optimal.

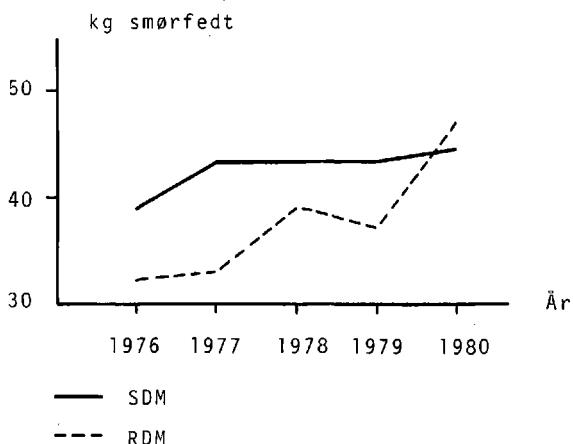


Figur C1. Antal indsatte kalve pr. 10000 1. insemineringer.

1) 1980 estimeret udfra 9 måneder.

Tyremødrenes avlsværdi for smørfedtydelse.

Tyremødrenes afvigelse fra besætningernes gennemsnitlige smørfedtydelse pr. kontrolår kan danne baggrund for en vurdering af tyremødrenes avlsværdi for smørfedtydelse. Udviklingen over årene hos tyremødrene ses i figur C2. Der er i modellen taget hensyn til tyremoderens alder og indsætterens status (kvægavlsvorening eller en privat opdrætter). RDM-tyremødrenes smørfedtydelse har været stigende over årene, medens SDM-tyremødrenes smørfedtydelse har været konstant ($P = 0.5685$). Det er mødrene til kvægavlsvoreningsskalvene, der har haft stigende ydelse; de private tyremødre er ikke blevet bedre i perioden.



Figur C2. Tyremødrenes gennemsnitlige smørfedtydelse pr. kontrolår målt som forskel til besætningsgennemsnittet.

Ud fra tyremødrenes, besætningernes samt racernes gennemsnitlige ydelse pr. kontrolår er der for analyseperioden konstrueret et relativt avlsværdital for tyremødrenes smørfedtydelse. Det ses af tabel C2, at mødrene til kvægavlsvoreningstyrene har haft lidt højere avlsværdi for smørfedtydelse end de private tyremødre. Tyremødrene har haft en genetisk overlegenhed for smørfedtydelse på henholdsvis 8 og 9% hos RDM og SDM i forhold til racernes gennemsnit.

Tabel C2. Tyremødrenes relative avlsværdi for smørfedtydelse.

Race	Kvægavls- forenings- tyremødre	Private tyremødre	Alle tyremødre	Antal tyremødre
RDM	108,8	107,8	108,2	964
SDM	109,6	108,4	109,0	1065

Ved hjælp af den teoretiske avlsplan og de aktuelle racers størrelse kan det beregnes, at den teoretiske genetiske overlegenhed for smørfedtydelse er på 11%. Tyremødrene har altså haft en relativ høj avlsværdi for smørfedtydelse i forhold til det teoretisk forventede.

Tyrefædrenes antal og avlsværdi for smørfedtydelse.

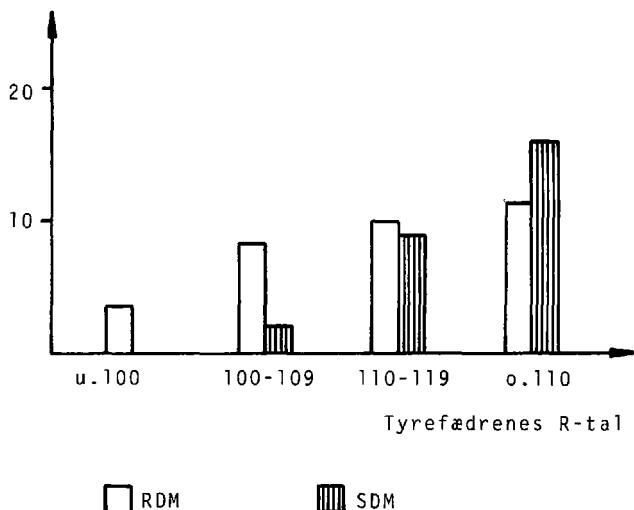
I den teoretiske avlsplan anbefales det, at der blandt brugstyrene udvælges 3-6 tyrefædre pr. år til næste generation af avlstyre. I den 5-årige periode, som nærværende undersøgelser omfatter, er der indsats kalve efter 104 RDM-tyre og 58 SDM-tyre, hvilket er langt flere tyrefædre end anbefalet af Petersen et al. (1973). Desuden er der indsats kalve efter 20 udenlandske tyre hos RDM og 45 udenlandske tyre hos SDM.

Tyrefædere selektionen set i relation til det teoretisk optimale kan ikke alene vurderes ud fra antallet af benyttede fædre. Det er også væsentligt at analysere hvor stærkt de er anvendt. En undersøgelse af, hvor stor en del af individprøvetyrene, der er faldet efter de 4 mest anvendte fædre pr. årgang viser, at det drejer sig om 40-50%. På den baggrund kan anvendelsen af tyrefædrene ikke kaldes optimal. Den er imidlertid bedre end ventet ud fra det store antal benyttede fædre.

I undersøgelsen over tyrefædrenes avlsværdi for smørfedtydelse er de udenlandske tyre udeladt. Det skyldes, at disse tyres R-tal enten er ukendt eller ikke kan sammenlignes direkte med danske tyres R-tal. De udenlandske tyre er fædre til ca. 1/4 af RDM-kalvene og 2/3 af SDM-kalvene.

De vejede R-tal for fædrene til individprøvetyrene er 117 hos SDM og 109 hos RDM. De højere R-tal hos SDM-tyrefædrene end hos RDM-tyrefædrene kan skyldes, at kun 1/3 af SDM-kalvene er efter danske tyrefædre. En anden årsag kan være, at tyrefædrene anvendes mere effektivt hos SDM end hos RDM. I figur C3 er individprøvekalvene grupperet efter deres fædres R-tal. Det ses, at jo højere R-tal fædrene har, jo flere sønner har de på individprøverne. Denne tendens er mere udpræget hos SDM end hos RDM.

Indsatte kalve pr. tyrefar



Figur C3. Antal kalve pr. tyrefar grupperet efter fædrenes R-tal.

Ifølge den teoretiske avlsplan skal tyrefædrene primært udvælges på baggrund af deres avlsværdi for smørfedtydelse. Denne avlsværdi kendes først, når tyrene har opnået endeligt R-tal i 5-7 års alderen. En undersøgelse af de danske tyrefædre viser, at henholdsvis 8% og 12% af RDM- og SDM kalvene indsat af kvægavlsvoreningerne er efter tyre, der har fået R-tal mindst 2 år efter at kalven er født. For kalve indsat af private opdrættere er pro-

centdelen større. Sammen med det store antal anvendte tyrefædre viser disse tal, at styringen af tyrefædreudvalget kan forbedres betydeligt.

Når tyrefædrenes R-tal er korrigteret for genetisk fremgang over årene, har fædrerne en genetisk overlegenhed for smørfedtydelse på 8 og 16% hos henholdsvis RDM og SDM (se tabel C3). Den teoretiske genetiske overlegenhed er 16% for RDM og 17% for SDM. Med en genetisk overlegenhed på kun ca. 50% af det teoretiske, viser tallene for RDM, at den manglende styring af tyrefædreudvalget har medført en lav effektivitet i avlsarbejdet. SDM-tyrefædrene har en relativ høj genetisk overlegenhed. Det må dog fremhæves, at kun 1/3 af tyrefædrene er repræsenteret i tabel C 3.

Tabel C3. Tyrefædrenes alderskorrigerede R-tal vejet m.h.t. antal sønner på individprøverne.

Race	Kvægavlsvoreningens-kalve	Private kalve	Alle kalve	Antal kalve
RDM	108,0	107,9	108,0	774
SDM	114,9	116,1	115,9	364

Kvægavlsvoreningernes ungtyreselektion.

Den teoretiske avlsplan forudsætter, at der frasorteres 60% af tyrene på grundlag af prøveresultaterne. Med 20% selektion for andre egenskaber anbefales således, at kun 32% af individprøvetyrene igangsættes som ungtyre.

Af tabel C4 ses, at af de tyre, der har afsluttet individprøverne i perioden december 1976 til oktober 1979, har kvægavlsvoreningerne igangsat ca. 50% af de SDM-tyre, og 38% af de RDM-tyre, de har indsat. Det ses endvidere, at kvægavlsvoreningerne kun har anvendt henholdsvis 10 og 5% af de privatindsatte RDM- og SDM-tyre.

Tabel C4. Individprøvetyrenes procentvise fordeling efter senere anvendelse.

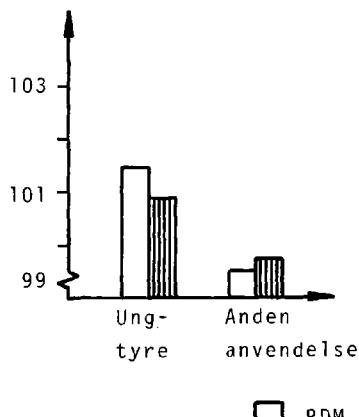
Race	Indsætterkategori	Igangsat som ungtyr	Hjemtaget/købt ikke igangsat	Anden anven-	Antal tyre
RDM	Kvægavlfsforeninger	38	37	25	254
	Private opdrættere	10	7	83	324
SDM	Kvægavlfsforeninger	48	31	20	251
	Private opdrættere	5	4	91	375

Kvægavlfsforeningerne igangsætter altså en passende del af deres egne indsatte RDM-tyre, men for mange af SDM-tyrene. Årsagen til, at der anvendes for mange af SDM-tyrene, kan hænge sammen med, at der indsættes for få SDM-kalve på individprøverne. Da individprøvekapaciteten er begrænset, burde kvægavlfsforeningerne anvende de privatindsatte individprøvekalve i lige så høj grad som deres egne. Kvægsavlfsforeningerne har altså i perioden købt og igangsat et utilstrækkeligt antal af de privatindsatte tyre.

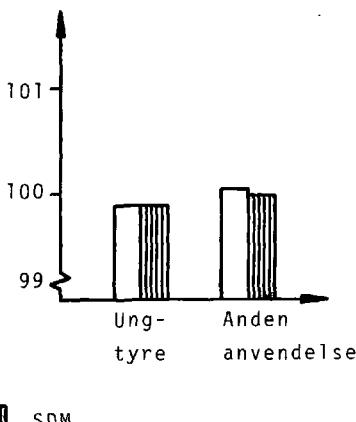
Den teoretiske avlsplan forudsætter, at ungtyrene har en genetisk overlegenhed for tilvækst på 3%. Det ses af figur C4, at ungtyrenes genetiske overlegenhed for tilvæksten kun er ca. 30% af det teoretisk forventede hos SDM og ca. 50% hos RDM. Den specielt lave genetiske overlegenhed hos SDM skyldes, at der anvendes en stor andel af de kalve, der er indsat af kvægavlfsforeningerne.

Den teoretiske avlsplan tager ikke hensyn til den anden af individprøveegenskaberne nemlig avlsværdi for muskelfylde. Hvis ungtyrene blev selekteret både for muskelfylde og tilvækst, kunne det være årsag til den lave genetiske overlegenhed for tilvækst. Det ses imidlertid af figur C4, at ungtyrenes genetiske overlegenhed for muskelfylde er 0.

Avlsværdi for tilvækst



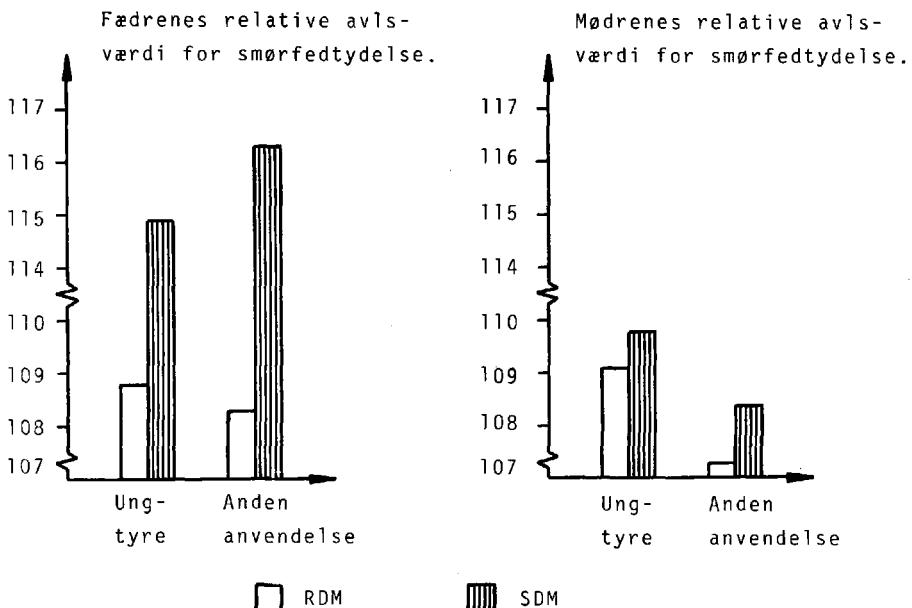
Avlsværdi for muskelfylde



Figur C4. Avlsværdi for tilvækst og muskelfylde hos individprøvetyrene grupperet efter senere anvendelse.

I figur C5 er de igangsatte ungtyres afstamning vist i forhold til de frasorterede individprøvetyres afstamning. Det ses, at ungtyrenes mødre har højere avlsværdi for smørfedtydelse end de resterende tyre. For RDM gælder endvidere, at også ungtyrenes fædre har højere avlsværdi for smørfedtydelse.

Det betyder, at ungtyrene ikke alene er blevet selekteret på grundlag af individprøveresultaterne, men også er selekteret for afstamning. Det kan være med til at sænke ungtyrenes genetiske overlegenhed for tilvækst og muskulatur.



Figur C5. Mødrene's og fædrene's avlsværdi for smørfedtydelse grupperet efter individprøvetyrenes senere anvendelse.

Afslutning:

Set som helhed har selektionen for tilvækst og muskelfyldte været for svag i den analyserede periode. Endvidere har tyrefædrene haft en relativt lav genetisk overlegenhed for smørfedtydelse i forhold til det teoretisk optimale, medens tyremødrene's genetiske overlegenhed for denne egenskab har været relativt høj.