

565 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

T. Liboriussen, F. Lauritsen og B. Bech Andersen

Analyser vedrørende afkomsprøver for kødproduktion på grundlag af data fra praksis

*Progeny testing of A.I.-bulls for beef
production based on field data*



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1984

FORORD

Siden midten af tresserne har EDB databehandlingsteknikken været udnyttet i kvægavlen, idet tyrenes avlsværdier for mælkeproduktions-egenskaber beregnes på grundlag af registreringer fra kontrolforeningerne. Hidtil har der ikke været et tilsvarende talmateriale til beregning af tyrenes avlsværdier for kødproduktion, men med indførelsen af CKR-øremærkerne er der åbnet en teoretisk mulighed for fremskaffelse af sådant materiale.

Forudsætningen er en sammenkobling af slagteriernes registreringer med afstammingsoplysningerne.

Formålet med arbejdet omtalt i denne beretning har været at undersøge mulighederne for at anvende feltdata til avlsværdi-vurdering af tyre for kødproduktion.

Til undersøgelserne er der anvendt to forskellige datasæt indsamlet fra praksis. Det ene er tilvejebragt med velvillig assistance fra Køddbranchens Fællesråd, DAMEXCO, Kvægavlsforeningen for Ringkøbing Amt, Kvægavlsforeningen "Vestjyden" og Sønderjysk Kvægavlsforening. Det andet materiale er stillet til rådighed af Sønderjysk Kalve-kontrolforening. Der er desuden benyttet talmateriale fra afkomsprøverne for kødproduktion på "Egtved".

Manuskriptet er renskrevet af assistent Birthe Jensen og reviewet af L. Gjøl Christensen og H. Refsgaard Andersen.

Projektet har fået økonomisk støtte fra Samrådet for forskning og forsøg, som projekt nr. 812 (SR - 05).

Afdelingen bringer hermed sin tak til alle, der har medvirket til projektets gennemførelse.

København, april 1984.

A. Neimann-Sørensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	6
SUMMARY	9
1 INDLEDNING	12
1.1 Litteratur	12
2 MATERIALE OG METODER	16
2.1 Data fra "øremærkeforsøget"	17
2.1.1 Sortering af materialet	18
2.1.2 Kontinuerlige variable	19
2.1.3 Klasseopdeling og fordeling på klasserne ...	19
2.1.4 Statistiske modeller	24
2.2 Data fra Sydjysk Kalvekontrollforening	25
2.2.1 Valg af materiale	25
2.2.2 Kontinuerlige variable	26
2.2.3 Klasseopdeling og fordeling på klasserne ...	27
2.2.4 Statistiske modeller	29
2.3 Data fra afkomsprøverne for kødproduktion	31
2.3.1 Valg af materiale	31
2.3.2 Kontinuerlige variable	31
2.3.3 Klasseopdeling og fordeling på klasserne ...	33
2.3.4 Statistisk model	34
2.4 Metoder	34
3 RESULTATER OG DISKUSSION	35
3.1 Årsager til variation i nettotilvækst og klassificering	35
3.2 Miljøfaktorernes betydning	44
3.2.1 Effekt af år	44
3.2.2 Effekt af fødselsmåned	44
3.2.3 Effekt af slagteri	47
3.2.4 Effekt af besætningsskifte	49
3.2.5 Effekt af slagtevægt	49

	Side
3.3 Arvens betydning	51
3.3.1 Forskelle mellem RDM og SDM	51
3.3.2 Heritabilitet	52
3.4 Fænotypiske og genetiske korrelationer	55
3.5 Afkomsundersøgelsens sikkerhed	56
3.5.1 Sammenhæng mellem afkomsundersøgelser på feltdata og afkomsprøver på station	57
4 SAMMENFATTENDE DISKUSSION	61
LITTERATUR	63

SAMMENDRAG

Beretningen belyser de avlsmæssige muligheder for at gennemføre afkomsundersøgelser af avlstypes kødproduktionsegenskaber, på grundlag af oplysninger om deres hanlige afkoms nettotilvækst og klassificering i praksis.

Beretningen er baseret på analyser udført på to forskellige tal-materialer, som begge er indsamlet fra praksis (feltmaterialer). Til sammenligning er der anført resultater af tilsvarende analyser udført på materiale fra afkomsprøverne for kødproduktion på avlstationen "Egtved".

Det ene datasæt er betegnet "ØRM". Det er i perioden 1980/81 indsamlet med hjælp fra kvægavlsforeninger og slagterier, og det omfatter 866 ungtyre fordelt på 32 SDM afkomsgrupper.

Det andet datasæt er betegnet "KKF". Det stammer fra Sydjysk Kalvekontrollforening i perioden 1970 til 1978, og det omfatter 4138 ungtyre fordelt på 108 RDM- og 76 SDM afkomsgrupper.

Materialet fra afkomsprøverne for kødproduktion på "Egtved" er betegnet "ECT". Det er fra perioden 1967 til 1978, og det omfatter 3511 ungtyre fordelt på 144 RDM- og 122 SDM afkomsgrupper.

De tre datasæt er analyseret efter forskellige statistiske modeller tilpasset materialernes sammensætning og struktur. Modellerne er motiveret og beskrevet i afsnit 2.

Resultaterne viste, at nettotilvækst og klassificering var påvirket af år, fødselsmåned, slagtested, besætning og slagtet vægt. Nettotilvæksten var desuden påvirket af, hvorvidt kalvene havde skiftet besætning eller ej. Årseffekten i "KKF-materialet" viste, at der i begyndelsen af halvfjerdserne skete en negativ miljøbetinget påvirkning af både nettotilvækst og klassificering i praksis. Årsagen var formodentlig, at foderstyrken blev reduceret i forbindelse med den omlægning af produktionen fra "skummetmælkskalve" til "ungtyre", som fandt sted i denne periode.

Effekten af fødselsmåned udtryktes ved, at kalve som fødes i efterårs- og vintermånederne opnåede lidt bedre nettotilvækst og klassificering, end kalve som fødes i forårs- og sommermånederne.

Effekten af slagtested viste, at både slagtevægt og klassificering afhænger af, hvilket slagteri, der foretager disse registreringer.

Der var stor variation blandt besætningerne, især hvad angår nettotilvækst. Korrektion for miljøbetingede forskelle mellem besætningsår reducerede således variationen i nettotilvækst med 30%, og variationen i klassificering med 10%.

Både nettotilvækst og klassificering forbedres med stigende vægt. Vækstkurvens S-formede forløb, og de normale ændringer af kroppens form med stigende vægt, kan måske forklare en del af slagtevægtens effekt på henholdsvis nettotilvækst og klassificering.

Flytning af kalve fra én besætning til en anden (besætningsskifte) havde en negativ effekt på nettotilvæksten, svarende til tab af ca. 10 dages normal vækst.

SDM's nettotilvækst og klassificering var betydelig bedre end RDM's. Både i "KKF-materialet" og "EGT-materialet" havde SDM en overlegenhed på ca. 30 g nettotilvækst og 1.8 point i klassificering.

Heritabiliteten for nettotilvækst blev beregnet til 0.03, 0.32 og 0.52 i henholdsvis "ØRM-materialet", "KKF-materialet" og "EGT-materialet". For klassificering var heritabiliteterne henholdsvis 0.34, 0.35 og 0.27. "ØRM-materialet" omfattede kun 32 afkomsgrupper, og det meget lave heritabilitetsestimat fundet for nettotilvæksten i dette materiale må anses for atypisk for denne egenskabs arvbarhed i praksis. Det konkluderes derfor, at både nettotilvækst og klassificering kan forventes at have en heritabilitet på ca. 0.3, når de registreres i praksis.

Nettotilvækst og klassificering udviser en positiv sammenhæng, både fænotypisk og genetisk (Tabel 3.18).

Hovedkonklusionen af de udførte undersøgelser er, at der kan gennemføres ret sikre afkomsundersøgelser for nettotilvækst og klassificering af unge avlstyre på grundlag af det antal hanligt afkom, de sædvanligvis opnår efter prøveinsemineringerne. Ved databehandlingen skal der korrigeres for de systematiske forskelle i afkomsgruppernes fordeling på årstider og slagterier. Ved en hensigtsmæssig databe-

handling vil registrering af ca. 25 stk. afkom pr. tyr være tilstrækkelig til at give en rimelig høj sikkerhed ($R^2 \geq 0.6$).

Som selektionskriterium for kødproduktionsegenskaber udgør afkomsundersøgelser imidlertid ikke et egnet alternativ til individprøver. Den egentlige avlsmæssige effekt af at gennemføre afkomsundersøgelser for kødproduktion vil sandsynligvis være ringe og bør derfor kun gennemføres, såfremt de fornødne data kan tilvejebringes uden ekstra omkostninger.

SUMMARY

This report deals with the genetic aspects of progeny testing of young A.I.-bulls for beef production characters, by means of information of daily carcass gain and carcass grading scores of their male progeny in practice.

The report is based on analyses of two different datasets, both collected from practice (fielddataset 1 and 2). Corresponding analyses have been made on a material from the Danish progeny test station "Egtved", and the results of these are given for comparison.

Fielddataset 1 contained information of 866 animals, distributed on 32 progeny groups. This material was collected from A.I.-societies and slaughter plants in 1980 and 1981. Fielddataset 2 originates from a calf-weighing programme and covers the period from 1970 to 1978. The genetic analyses of this material was based on 4138 animals, distributed on 108 RDM (Danish Red) and 76 SDM (Danish Black and White) progeny groups. The material from the progeny test station included 3511 animals, distributed on 144 RDM and 122 SDM progeny groups and had been collected from 1967 to 1978.

All three materials were analysed by means of analyses of variance. The applied models are shown and motivated in Chapter 2, following the discription of each dataset. The results of the ANOVA's have been summarised on page 37.

Carcass gain and grading score were both influenced by: year, month of birth, slaughter plant and herd.

The effect of year in fielddataset 2 indicates a negative environmental influence in the early seventies, affecting both carcass gain and grading score. These were probably consequences of a general decrease in feeding intensity over these years, associated with a change in the production system. In the same period the slaughter-weight was increased, however, and the negative effects of lower feeding intensity were counter-acted by the positive effects of the increase in weight at slaughter.

The effect of month of birth is systematic in the way that calves born during autumn and winther are slightly superior to those born during spring and summer.

The effect of slaughterplant indicates that carcass-weight and grading score depends on, which slaughterplant is making these registrations.

There is large variation among herds, especially in carcass gain. Correction for environmental differences between herds reduced total variation in carcass gain by 30 per cent, and variation in grading score by 10 per cent.

Carcass gain and grading score are improved when slaughterweight is increased. The sigmoid growthcurve and normal changes in body conformation with increasing weight can only partly explain the observed effects of slaughterweight on carcass gain and conformation score in the two field materials.

Transfer of calves from one herd to another has a negative effect on their daily carcass gain, corresponding to the loss of approx. 10 days of normal growth.

Carcass gain and grading score were higher for SDM young bulls than for RDM young bulls. Both in fielddataset 2 and in the material from the progeny test station, the superiority of SDM amounted to approx. 30 g per day in carcass gain and 1.8 grading score points.

The heritability of carcass gain was estimated to 0.03, 0.32 and 0.52 in fielddataset 1, fielddataset 2 and progeny test station data, respectively. The corresponding heritability estimates for grading score were: 0.34, 0.35 and 0.27. Because fielddataset 1 only contained 32 progeny groups, little attention should be paid to the very low estimate for heritability of carcass gain that was obtained from this material. It is therefore expected that both characters have a heritability in the order of 0.3, when recorded from fielddata.

Positive genetic and phenotypic relations were found between carcass gain and grading score in all three datasets (Table 3.18).

The main conclusion is that young A.I.-bulls can be progeny tested with high accuracy, for both carcass gain and grading, by collecting fieldinformation from the number of male progenies that usually is the result of the test-inseminations in the testing procedure of young A.I.-bulls. Corrections for systematic differences between sires in their progenies distribution on month of birth and slaughter plants are however necessary. If a proper model is applied, recording of approx. 25 progenies per sire should be sufficient to reach an acceptable accuracy ($R^2 \geq 0.6$).

However, as a criterion of selection for beef production in a total breeding programme progeny tests are not competitive with individual performance tests. Therefore progeny tests based on field data should only be carried out if the data can be available with no extra costs.

1 INDLEDNING

De danske kombinationsracers kødproduktionsegenskaber søges fastholdt og forbedret ved individprøvning af potentielle avlstyre, og efterfølgende frasortering af individer med lav tilvækst og ringe muskelfylde. Formålet med at supplere individprøven med en afkomsprøve er derfor primært at få fastlagt enkelte tyres avlsværdi for kødproduktion med stor sikkerhed.

Siden 1967 er der gennemført afkomsprøver for kødproduktion på "Egtved". Der kan kun afprøves 30 tyre pr. år, og denne avlsforanstaltning har derfor været begrænset til at omfatte tyre med veldokumenterede gode anlæg for mælkeproduktions- og brugsegenskaber. Det ville imidlertid være ønskeligt, om alle ungtyre blev afkomsundersøgt for kødproduktion.

Utilstrækkelig identifikation af slagtedyrene har hidtil forhindret anvendelse af slagteoplysninger i avlsarbejdet. Indførelsen af CKR-øremærkning pr. 1. januar 1983 betyder imidlertid, at det fremover er teoretisk muligt at sammenkoble kontrolforeningernes oplysninger om de enkelte dyrs afstamning, fødselsdato og fødested med slagteriernes oplysninger om de samme dyrs slagtevægt, slagtekvantitet, slagtedato og slagtested.

Formålet med denne beretning er at belyse de avlsmæssige muligheder for at udnytte registreringer på slagtedyrs som grundlag for afkomsundersøgelser af tyre for kødproduktion.

1.1 Litteratur

Fremskaffelsen af oplysninger om de enkelte slagtedyrs tilvækst, slagtekvantitet og afstamning er en forudsætning for, at der kan gennemføres afkomsundersøgelser af avlstyrernes kødproduktionsevner. I flere lande med intensivt kvægbrug findes sådanne oplysninger allerede, men de har hidtil kun i meget ringe omfang været benyttet i avlsarbejdet.

Således er der i mange lande etableret vejeprogrammer for kødkvægsbesætninger, hvor kalvene vejes ved fravænnings- og som regel også ved 1-års alderen. Hovedsigtet med gennemførelse af sådanne vejeprogrammer er at foretage en produktionskontrol, som sætter den enkelte besætnings-

ejer i stand til at sammenligne egne produktionsresultater med andres. En sammenligning af dyrenes vægt eller tilvækst med deres staldkammeraters kan bidrage til et skøn over avlsværdien for tilvækstevne. Det er imidlertid et usikkert mål, hvilket bl.a. fremgår af, at heritabiliteten beregnet inden for besætninger er i størrelsesordenen 0.2 - 0.4 (Andersen 1973, Nelsen & Kress 1979). Sammenligninger af de enkelte dyrs præstationer på tværs af besætninger er i realiteten uden avlsmæssig værdi.

I Storbritanien offentliggør "The Meat and Livestock Commission"(MLC) hvert år opgørelser over kødracetyres afkomsgruppers gennemsnitlige 200 dages og 400 dages vægt. Opgørelserne er baseret på oplysninger fra besætninger tilsluttet MLC's vejeprogram. Desuden udfører "The Milk Marketing Board" afkomsundersøgelser af kødracetyre, som anvendes til krydsning i malkekvægsbesætninger (Meat and Livestock Commission, 1976, Smith et al., 1979).

I Canada er der etableret et nationalt program for afkomsundersøgelse af kødracetyre, som anvendes i kunstig sædoverføring. Resultaterne for de enkelte tyre offentliggøres som "predicted differences" for fravænningsvægt, 1-års vægt, og tilvækst fra 200-365 dages alderen, beregnet som afvigelser fra besætningsgennemsnit. Der stilles krav om, at en tyr skal have haft registreret afkom i mindst 5 forskellige besætninger for at blive optaget på listen over afprøvede tyre. (Wilton et al., 1974). Det canadiske afkomsundersøgelsesprogram for kødracetyre er foreslået forbedret af Schæffer et al., (1981), ved at der skal udpeges "standard-tyre" med kendt (høj) avlsværdi. Disse tyre skal så bruges til en del af kørerne i alle besætninger, som er tilknyttet det nationale vægtregistreringsprogram. Derved vil afprøvningen af unge tyre, som indsættes i kunstig sædoverføring, blive sikrere. Samtidig vil det blive muligt at beregne avlsværdier for besætningernes egne tyre, idet deres afkoms præstationer kan sammenholdes med "standard-tyrens" afkoms præstationer inden for besætning.

Dietert et al. (1970) analyserede daglig tilvækst beregnet på grundlag af vægt- og aldersregistreringer fra avlsauktioner af 4014 unge avlstyre. Tyrenes miljø under opvæksten blev karakteriseret ved: oprindelsesbesætningens ydelsesniveau (5 klasser), tyrens fødselsår (12 klasser), moderens alder (5 klasser) og tyrens alder ved vejningen (7 klasser). Alle nævnte miljøfaktorer havde signifikant indflydelse på tyrenes gennemsnitlige daglige tilvækst fra fødsel til vejningen

på auktionen og beskrev tilsammen 37% af variationen. Efter korrektion for disse miljøfaktorer var spredningen i gennemsnitlig daglig tilvækst på 82 g og heritabiliteten mellem 0.3 og 0.4. Ved rangering af 87 tyre efter henholdsvis deres egne tilvækster og deres sønners gennemsnitlige tilvækst (minimum 5) blev der fundet en rangkorrelation på 0.39.

Rave (1973) beregnede heritabiliteten for bl.a. nettotilvækst, point for kødfylde, muskelareal (tværsnitareal af den lange rygmuskel) og vægt af nyretalg. Produktionsbetingelserne svarede til praksis for fedning af tyre i Nordtyskland (græsningsperiode, efterfulgt af slutfedning på stald med anvendelse af stort grovfoder og slagtning ved en levende vægt på ca. 500 kg ved ca. 18 mdr's alderen). Der indgik 28 afkomsgrupper fordelt på 6 besætningsår. Fædrene var alle afkomsprøvet på avlsstationen "Futterkamp" med intensiv opfedning på kraftfoder og slagtning ved en konstant vægt på 350 kg levende vægt. Nettotilvæksten var lidt lavere under de praktiske forhold end på stationen (520 vs 561 g/dag) og de genetiske forskelle mindre tydelige ($h^2 = 0.22$ i praksis mod 0.67 på station). Heritabiliteterne for muskelareal og vægt af nyretalg var ligeledes lavere, når disse egenskaber blev målt på dyr fra praksis (henholdsvis 0.16 vs 0.46 og 0.19 vs 0.70). De genetiske korrelationer mellem resultater fra praksis og station var høje (0.92 for nettotilvækst, 0.91 for muskelareal og 0.95 for nyretalg).

Maijala (1974) undersøgte mulighederne for at anvende slagteoplysninger fra praksis til afkomsundersøgelser for vækstevne. Materialet bestod af ialt 21.700 dyr med en gennemsnitlig slagtealder på 311 dage og en gennemsnitlig slagtet vægt på 114 kg. 75% af dyrene var tyre. Tilvæksten var meget lav, idet en forlængelse af slagtealderen med 1 dag kun resulterede i en forøgelse af den slagtede vægt med 319 g, 310 g og 238 g for dyr, som blev slagtet i aldersintervallerne henholdsvis 120-269 dage, 270-389 dage og 390-569 dage. Spredningen var stor, og variationskoefficienten (spredning udtrykt i % af gennemsnittet) var på 21%. Til sammenligning er anført, at variationskoefficienten for 270 dages vægt ved de finske individprøver var under 10%. Forskelle mellem besætninger og områder var de væsentligste årsager til variationen i slagtevægt ved konstant alder. Disse variationsårsager forklarede henholdsvis 41% og 16% af variationen. Der var også forskelle mellem kalve født i forskellige måneder af året, og forskelle mel-

lem fødselsmåneder var årsag til 2.6% af variationen. Heritabiliteten for slagtevægt ved konstant alder blev beregnet til 0.2. Der blev endvidere beregnet en korrelation på 0.3 mellem tyrenes vægt ved afslutning af individprøven og deres avlsværdi for slagtevægt beregnet på grundlag af mindst 10 stk. afkom. Heritabilitet og avlsværdier var beregnet uden korrektion for besætningsgennemsnit, idet afkomsgrupperne var fordelt på mange små besætninger.

I Norge har man siden 1971 benyttet oplysninger om slagtedyrs slagtevægt og klassificering til afkomsundersøgelse af unge avlstyre. Registreringsmetoden og resultater er beskrevet af Gravir (1981). Tyrekalve efter unge avlstyre mærkes med et specielt øremærke, som er påført kalvens fødselsdato og faderens stambogsnummer. Når disse kalve slagtes, bliver øremærkerne på slagteriet påført oplysninger om slagtedato, slagtested, slagtet vægt og klassificering, hvorefter de indsendes til avlsledelsen. Avlsledelsen offentliggør hvert år avlsværdier for kødproduktion for en årgang unge avlstyre. Avlsværdierne er BLUP-konstanter for "slagteværdi" (slagtet vægt ved konstant alder x klassificering ved konstant alder). Korrektionen til konstant alder sker multiplikativt i en særskilt beregningsrunde. Ved analyse af oplysninger fra ca. 28.000 slagtedyr, indsamlet i årene fra 1973 til 1980, og fordelt på 684 afkomsgrupper, fandt man, at variation i alder, fødselsmåned, slagtemåned, slagteår og slagtested forklarede 70% af variationen i "slagteværdi". Efter korrektion for disse faktorer havde "slagteværdien" en variationskoefficient på 18% og en heritabilitet på 0.14. Korrelationen mellem de pågældende tyres individprøveresultater (gennemsnitlig daglig tilvækst i aldersintervallet fra 3-12 mdr's alderen) og deres sønnegrupperes gennemsnitlige slagtevægt ved 15 mdr's alderen blev beregnet til 0.10-0.15. De meget lave korrelationer mellem tyrenes egne tilvækstresultater på individprøver og deres afkoms alderskorrigerede slagtevægt i praksis tyder på, at de beregnede heritabilitetsestimater er for høje. Med en heritabilitet for alderskorrigeret slagtevægt på 0.15 skulle man således forvente at finde en korrelation på ca. 0.4.

På grundlag af den foreliggende litteratur kan der drages følgende konklusioner:

1. Afkomsundersøgelser af kødracetyre, baseret på vægtregistreringer i kødkvægsbesætninger, er meget vanskelige at gennemføre korrekt. Det skyldes især, at de fleste kødracetyre kun har

afkom i én enkelt besætning, samt at de fleste besætninger kun bruger 1 eller 2 tyre pr. år. Miljøbetingede forskelle mellem besætninger påvirker afkomsgruppernes resultater stærkt, og der er ingen - eller i bedste fald utilstrækkelige - muligheder for at adskille besætningseffekterne fra tyreeffekterne. I områder med udbredt anvendelse af kunstig sædoverføring har man bedre muligheder for at adskille tyreeffekterne fra de forskellige miljøfaktoreres indflydelse, fordi man har en større spredning af de enkelte afkomsgrupper på tværs af forskellige miljøklasser.

2. I praksis er kalvenes tilvækst stærkt påvirket af en række miljømæssige forhold. En del af variationen kan forklares ved, at kalvene kommer fra forskellige områder eller er født i forskellige år og på forskellige årstider. Desuden må forskelle i besætningernes fodrings- og pasningsniveau antages at spille en væsentlig rolle. Vækstens kurveliniære forløb indebærer desuden, at tilvækstens størrelse vil afhænge af, hvilket aldersinterval den beregnes i.
3. Slagtekvaliteten er fænotypisk korreleret med tilvækst, og miljøforhold, som påvirker tilvæksten, kan derfor også forventes at påvirke slagtekvaliteten. Denne er desuden stærkt afhængig af slagtedyrets udvikling, hvilket kommer til udtryk i en stærk afhængighed mellem slagtekvalitet og slagtevægt. Desuden kan der forventes forskelle i slagteriernes vurdering af slagtekvaliteten.

2 MATERIALE OG METODER

I egne undersøgelser er vækstevnen udtrykt ved nettotilvækst (NTV) beregnet på følgende måde:

$$\text{NTV} = \frac{1000 \times \text{slagtet vægt (kg)}}{\text{alder (dage)}} \\ \text{(g/dag)}$$

Slagtekvaliteten er udtrykt ved slagtekroppens klassificering for form, angivet ved anvendelse af en skala fra 10 (bedst) til 1 (dårligst).

Der er udført statistiske og genetiske analyser på to forskellige sæt af feltmateriale. Desuden er der udført sammenligninger af samme tyres avlsværdier, når disse blev beregnet på grundlag af henholdsvis feltdata og afkomsprøver på avlsstationen "Egtved". I det følgende beskrives, hvorledes talmaterialet er fremskaffet, hvilke sorteringskriterier, der er benyttet ved udvælgelse af data, datamaterialernes struktur, samt de anvendte statistiske modeller.

2.1 Data fra "øremærkeforsøget" (ØRM)

I 1979 startedes et projekt med at registrere oplysninger på slagte-dyr. Oplysninger om dyrenes fødselsdato og afstamning blev koblet sammen med oplysninger om deres slagtevægt, klassificering, slagte-dato og slagtested ved hjælp af et specielt øremærke, som var forsynet med et éntydigt 4-cifret tal.

Mærkningen af kalvene og indberetning af oplysninger om fødselsdato, afstamning og ejer blev udført af Kvægavlsforeningen for Ringkøbing Amt, Kvægavlsforeningen "Vestjyden" og Sønderjydsk Kvægavlsforening. Kalvene var afkom efter de pågældende foreningers ungtyre og hidrørte fra prøveinsemineringerne. De blev mærket snarest muligt efter fødslen, og mærkningen blev udført af enten inseminører (Sønderjydsk og Ringkøbing) eller kontrolassistenter ("Vestjyden"). Ialt 2183 blev mærket, heraf 665 af "Ringkøbing", 429 af "Vestjyden" og 1089 af "Sønderjydsk". Kalvene var fordelt på 41 afkomsgrupper og på ca. 1000 besætninger. Kalvene i de enkelte afkomsgrupper var alle født i forskellige besætninger. Mærkningen blev startet i "Ringkøbing" i september 1979 og afsluttet i "Sønderjydsk" i august 1980. Kalvene i de enkelte afkomsgrupper var født inden for en periode på 2-3 måneder og fordelt på flere besætninger.

Når de mærkede kalve blev modtaget på slagterierne, blev forsøgsnumrene noteret i slagtejournalerne sammen med oplysninger om det pågældende dyrs slagtede vægt, klassificering og slagtedato. Køddbranchens Fællesråd og DAMEXO indsamlede oplysningerne fra slagteriernes journaler. For at sikre en høj genfindelsesprocent blev ejerne bedt om at sende en notits med vognmanden, når kalvene blev leveret til slagting.

Ialt 895 af de 2183 mærkede kalve - eller 40% - blev registreret på slagterierne. Hvis der ikke var indløbet slagteoplysninger, når tyren var 15 mdr., blev der sendt et spørgeskema til den adresse, som kalven var mærket på. Ialt blev der udsendt ca. 1400 spørgeskemaer, hvoraf 917 blev besvaret. Ved hjælp af disse spørgeskort lykkedes det at få oplysninger om slagtedato, slagtevægt og klassificering på yderligere 111 dyr.

Af spørgeskortbesvarelserne fremgik, at 238 kalve havde tabt øremærket, samt at 75 var leveret til destruktionsanstalter. Disse tal skal sættes i forhold til de ialt 1700 besvarelser, dels fra spørgeskortene og dels fra slagterierne. Heraf kan beregnes, at 14% havde tabt mærket og at 4.3% var døde. Disse tal er imidlertid usikre på grund af det store antal, der ikke indløb oplysninger om.

2.1.1 Sortering af materialet

For at få et materiale bestående af "normale" slagtekyr blev data-materialet sorteret efter forskellige kriterier. Desuden blev oplysningerne om fødselsdato og afstamning kontrolleret, og endelig blev afkomsgupper med mindre end 5 kalve udeladt. Følgende oversigt viser, hvor mange registreringer, der blev frasorteret og årsagerne hertil:

Data fra "øremærkeforsøget"

Total 1006

<u>Data udeladt på grund af:</u>		<u>Antal</u>	<u>%</u>
Drægtighedsperiode under 255 dg. eller over 305 dg.		21	2.1
Slagtevægt	< 160 kg	15	1.5
-	> 270 kg	10	1.0
Slagtealder	< 300 dg.	13	1.3
-	> 520 dg.	32	3.2
Nettotilv.	< 260 g/dg.	3	0.3
-	> 760 g/dg.	4	0.4
Afkomsgruppestørrelse	< 5	42	4.2
Godkendte		866	86.0

Kravet om, at drægtighedstiden skal ligge inden for intervallet fra 255 til 305 dage, giver større sandsynlighed for, at fødselsdato og faderskab er korrekt indberettet. De 866 observationer, som opfyldte betingelserne for at indgå i de genetiske analyser, var fordelt på 32 afkomsgrupper.

2.1.2. Kontinuerlige variable

Det anvendte datasæts kontinuerlige variable er beskrevet i Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Middelværdier ($\bar{x}$), spredning (SD), variationskoefficienter (CV), kurtosis og skævhed for kontinuerlige variable (ØRM data)

Means, standard deviation, coefficient of variation, curtosis and skewness of continuously distributed variables in field dataset 1.

Variabel	n	$\bar{x}$	SD	CV	"Kurto- sis"	"Skæv- hed"
Nettotilvækst, g <i>Carcass gain, g</i>	866	534	71.0	13.4	-0.35	0.04
Klassificering <i>Grading score</i>	866	7.3	1.4	18.7	-0.28	-0.18
Slagtet vægt, kg <i>Carcass weight, kg</i>	866	213.5	23.0	10.8	-0.56	-0.01
Slagtealder, dage <i>Slaughter age, days</i>	866	404.5	50.6	12.5	-0.82	0.19

2.1.3 Klasseopdeling og fordeling på klasserne

Som omtalt i litteraturgennemgangen er der tidligere påvist forskelle i tilvækst mellem kalve fra forskellige geografiske områder og mellem kalve født på forskellige årstider. Sådanne område- og årstidseffekter kan medføre problemer ved anvendelsen af feltdata til afkomsundersøgelser.

Materialet fra ØRM forsøget blev opdelt i 3 område-klasser ud fra oplysningerne om kalvenes fader, idet de tre kvægavlsforeningers ungtyre udelukkende var anvendt inden for de pågældende foreningers områder. Ud fra oplysningerne om kalvenes fødselsdatoer blev materialet

desuden opdelt efter fødselsmåned.

Af Tabel 2.2 fremgår, hvor store afkomsgupperne var, og hvordan de var fordelt på fødselsmåneder. Kalve født før 1. oktober 1979 blev alle henregnet til september, selvom der var enkelte, der var født i juni, juli og august 1979. Enkelte kalve født i april og maj 1980 er slået sammen med kalve født i marts 1980. Af Tabel 2.2 fremgår endvidere, hvilket område kalvene kom fra, og nederst i tabellen er det vist, hvordan kalvene fra hvert af de tre områder var fordelt på fødselsmånederne. Sidste linie viser hele materialets fordeling på fødselsmåneder. Det ses, at de enkelte afkomsgupper er født inden for en periode af 2-3 måneder. Der var enkelte afkomsgupper, hvor næsten alle kalvene var født inden for en enkelt måned, og hvor den pågældende afkomsgruppe samtidig udgjorde en stor andel af alle de kalve, som er født i den pågældende måned.

Det mest ekstreme tilfælde var afkomsgruppen efter stbg.nr. 13432. Af ialt 34 kalve efter denne tyr var de 32 født i december. Da der i hele materialet kun var 74 kalve født i december, vil månedsgennemsnittet for december blive påvirket af stbg. nr. 13432's arvelige anlæg. Det vil desuden være umuligt at foretage en korrekt avlsværdibestemmelse af stbg. nr. 13432, såfremt kalve født i december er udsat for specielle miljøforhold, som påvirker deres tilvækst eller klassificering.

Tabel 2.2 Kalvenes fordeling på kvægavlssområder, afkomsgrupper og fødselsmåneder (ØRM data)

Distribution on A.I.-areas, progeny groups and months of birth (Fielddataset 1)

Område Area	Fader Sire	Fødselsmåned Month of birth							
		sept.	okt.	nov.	dec.	jan.	feb.	marts	Total
"Ringkøbing"	12501	7	3		3				13
	12513	6	4	2	1				13
	12514	18	14	2					34
	12515	10	13	1					24
	12516	3	3		6				12
	12517	16	1						17
	12913	10	15	3					28
	12914	17	2	1					20
	12915	13	5	1					19
	12916	8	1						9
	13216	13	14						27
	13217		19	13					32
	13220		10	2					12
"Vestjyden"	13428		2	4	17				23
	13429			7	7	3			17
	13430				5	18			23
	13431		1	14	1				16
	13432				32	2			34
	13433		7	8	2				17
	13541					14	8		22
	13542					1	13	2	16
	13544							10	10
"Sønderjydsk"	13096					40	1		41
	13101						34	5	39
	13104					11	22	1	34
	13105					34	12		46
	13106						6	49	55
	13108						1	41	42
	13292						4	45	49
	13293						8	34	42
	13294					20	20		40
	13295					2	36	2	40
"Ringkøbing"	Alle	121	104	25	10	-	-	-	260
"Vestjyden"	-	-	10	33	64	38	21	12	178
"Sønderjydsk"	-	-	-	-	-	107	144	177	428
Alle Total	Alle	121	114	58	74	145	165	189	866

Kalvene fra "Ringkøbing" er alle født før 1. januar 1980, mens kalvene fra "Sønderjydsk" alle er født i 1980. Fødselsmånederne "bindes sammen" af kalvene fra "Vestjyden", men værdien af dette nedsættes af, at kalvene fra de tre områder er efter forskellige fædre.

Slagtningerne blev udført på 19 forskellige slagterier, hvoraf 8 slagtede færre end 10 forsøgskalve. I analysen af effekt af slagteri er disse kalve slået sammen i en pulje med slagterikode = 90. I Tabel 2.3 er det vist, hvordan kalvene fra de forskellige afkomsgrupper og områder var fordelt på slagterier. Det fremgår, at kalvene i de enkelte afkomsgrupper er fordelt på flere slagterier, og det samme gør sig gældende, når man ser på kalvene fra de tre områder. Ved anvendelse af statistiske analysemetoder skulle det således være muligt at adskille slagterieffekten fra effekterne af henholdsvis fader og område.

Tabel 2.3 Fordeling af afkomsgrupper og områdegrupper på slagterier (ØRM data)

*Distribution of progeny groups on slaughter plant.
(Fielddataset 1)*

Afkomsgruppe el.
område

Slakteri

Progeny group or
area

Slaughter plant

	11	12	13	14	16	18	41	42	43	44	72	90	Total
"Ringkøbing"													
12501	4						3	1	2			3	13
12513	2	1	1	1			1			3		4	13
12514	5		2	2			8	7				10	34
12515	2	1	2	1			4	2	3	5		4	24
12516	4	1	1				2	2				2	12
12517	2		1				1	5	2	2		2	17
12913	3		3	2			7	2	1	1		9	28
12914	6	1		1			3	2	2	2		3	20
12915			4	1			2	3		2		7	19
12916	1			2			2	1				3	9
13216	8			1			4	6	1	1		6	27
13217	9	1		1			8	4	2			7	32
13220	1		2	1			2	2				4	12
"Vest.jyden"													
13428		6	5	4				1		5	1	1	23
13429		7		3		1				6			17
13430		5	5	5		1		1		4	1	1	23
13431		6	2				2			4		2	16
13432		8	5	5			1			15			34
13433		8	1	3				1		4			17
13541		4	2	4			2	2		8			22
13542		6	4	2				2				2	16
13544		2	1	5			1					1	10
"Sønder jydsk"													
13096		7	1	1	4	17				7	3	1	41
13101		7			9	17				2	4		39
13104		8	1		10	7				1	7		34
13105		13	2		8	17				1	4	1	46
13106		8	1		11	22				7	3	3	55
13108		7			11	21				2	1		42
13292		12		2	7	19		1		3		5	49
13293		6			6	14				3	12	1	42
13294		7	1		8	16				4	3	1	40
13295		6			6	20				5	3		40
"Ringkøbing"	49	5	16	13	-	-	47	37	13	16	-	64	260
"Vest.jyden"	-	52	25	31	-	2	6	7	-	46	2	7	178
"Sønder jydsk"	-	81	6	3	80	170	-	1	-	35	40	12	428
Alle Total	49	138	47	47	80	172	53	45	13	97	42	83	866

2.1.4 Statistiske modeller

I ØRM-materialet kan miljøet karakteriseres ved: område, fødselsmåned og slagtested. Som følge af vækstkurvens S-formede forløb og ændringer i slagtekroppens form med stigende vægt kan både nettotilvækst og klassificering endvidere forudses at være påvirket af en betydelig variation i slagtevægt. Da hovedparten af variationen i slagtevægt må antages at være miljøbetinget, blev den slagtede vægt inddraget i modellen.

(I)

$$Y_{ijklm} = \mu + O_i + s_{ij} + FM_k + SL_l + b \cdot (x - \bar{x}) + e_{ijklm}, \text{ hvor}$$

- Y = Individuel nettotilvækst eller klassificering
- O_i = Effekt af område, $i = 1, 2$ og 3
- s_{ij} = Random effekt af afkomsgruppe inden for område
- FM_k = Effekt af fødselsmåned, $k = 1, 2 \dots, 12$
- SL_l = Effekt af slagtested, $l = 1, 2 \dots, 12$
- b = Partiel regressionkoefficient
- x = Individuel slagtet vægt
- $\bar{x}$ = Gennemsnitlig slagtet vægt
- e = Rest

Variation mellem områder blev testet mod variationen mellem afkomsgrupper plus variationen inden for afkomsgrupper. Under disse betingelser var "område" ikke signifikant. Beregningen af heritabilitet blev derfor gennemført efter model II.

(II)

$$Y_{jklm} = \mu + s_j + FM_k + SL_l + b(x - \bar{x}) + e_{jklm}, \text{ hvor}$$

symbolerne svarer til model I.

2.2 Data fra Sydjdysk Kalvekontrollforening (KKF)

I 1969 indgik Afdelingen for forsøg med kvæg og får en aftale med Sydjdysk Kalvekontrollforening. Aftalen indebar, at afdelingen skulle foretage en statistisk behandling af foreningens talmateriale mod til gengæld at få råderet over talmaterialet. Sydjdysk Kalvekontrollforening blev opløst i 1972, men afdelingen fortsatte samarbejdet med den største af assistentkredsene, indtil også denne ophørte i 1979. I perioden fra 1970 - 1978 fik afdelingen oplysninger om slagtedato, slagtevægt og klassificering for ca. 22.000 fedekalve/ungtyre. For hvert enkelt dyr var desuden oplyst, hvilket slagteri det var slagtet på, hvilken besætning det var produceret i, samt hvorvidt det var født i den pågældende besætning eller var indkøbt.

2.2.1 Sortering af materialet

Ved gennemsøgning af materialet blev der fundet 9599 RDM og SDM kalve, som havde oplysninger om fødselsdato og faderens stambogsnummer. Der blev indlagt grænseværdier for slagtealder, slagtet vægt og nettotilvækst. For at muliggøre korrektion for besætningseffekt blev det endvidere krævet, at hver kalv skulle have haft mindst 9 staldkammerater (dvs. kalve produceret i samme besætning og slagtet i samme kalenderår). Disse begrænsninger medførte, at antallet af observationer faldt til 4668 (datasæt A), fordelt på 296 besætningsår. Af datasæt A blev der dannet et nyt datasæt (B), som yderligere indeholdt kalvenes afvigelser fra tilhørsbesætningens gennemsnit for henholdsvis nettotilvækst og klassificering. Ved dannelsen af datasæt B blev alle afkomsgupper med mindre end 5 kalve udeladt, hvorved materialet blev reduceret til 4138 kalve. De genetiske analyser er udført på datasæt B. Udskillelseskriterierne og deres betydning for materialets omfang fremgår af følgende oversigt:

Kalvekontrollforeningsdata (KKF-materialet)

		Antal
Total		21225
RDM og SDM tyrekalve med oplysninger om fødselsdato og faders stambogsnr.		9599
<u>Data udeladt på grund af:</u>		
Alder ved slagtning	< 200 dg	101
- - -	> 270 kg	7
Nettotilvækst	< 260 g/dg.	1
-	> 760 g/dg.	173
Godkendte		9317
<u>Datasæt A</u>	(Antal staldkammerater > 9)	4668
<u>*) Datasæt B</u>	(Antal halvsøskende > 4)	4138

*) *Fielddataset 2. Number of herdmates greater than 9, and number of halfsibs greater than 4.*

2.2.2 Kontinuerlige variable

De kontinuerlige variable i datasæt B er beskrevet i Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Middelværdier ($\bar{x}$), spredning (SD), variationskoefficient (CV), kurtosis og skævhed for kontinuerlige variable (KKF data)

Means, standard deviation, coefficients of variation, kurtosis and skewness of continuously distributed variables in fielddataset 2.

Variable	n	$\bar{x}$	SD	CV	"Kurto- sis"	"Skæv- hed"
Nettotilvækst, g <i>Carcass gain, g</i>	4138	574	65	11.4	-0.08	-0.08
Klassificering <i>Grading score</i>	4138	6.8	1.6	23.7	-0.32	-0.02
Slagtet vægt, kg <i>Slaughter weight, kg</i>	4138	171.4	27.4	16.0	-0.44	0.24
Slagtealder, dage <i>Slaughter age, days</i>	4138	300.9	50.4	16.7	-0.08	0.40

2.2.3 Klasseopdeling og fordeling på klasserne

Materialet fra kalvekontrollforeningen var fordelt på 76 SDM tyre (1919 kalve) og 108 RDM tyre (2219 kalve). Afkomsgruppestørrelsen varierede fra 5-207.

År: Afkomsgrupperne var i gennemsnit fordelt over 3.16 år, men som det ses af Tabel 2.5, var der stor variation. Der var således 3 tyre, som havde deres afkom fordelt over alle de år, som data-indsamlingsperioden omfattede. De øvrige afkomsgruppers fordeling over år var: 8 år (6), 7 år (5), 6 år (5), 5 år (11), 4 år (30), 3 år (47), 2 år (54) og 1 år (23).

Tabel 2.5 Kalvenes og afkomsgruppernes fordeling over år (KKF data)
Distribution of calves and progeny groups over years
(Fielddataset 2)

År Year	Antal kalve No. of calves	Antal fædre No. of sires
1970	502	64
1971	626	80
1972	823	91
1973	410	63
1974	278	45
1975	414	62
1976	358	62
1977	369	61
1978	358	48

Fødselsmåned: Af Tabel 2.6 fremgår, at der i alle måneder forekommer kalve efter mange forskellige tyre.

Tabel 2.6 Kalve og afkomsgrupperes fordeling på fødselsmåned (KKF data)
Distribution of calves and progeny groups on month of birth (Fielldataset 2)

Fødselsmåned	Antal kalve	Antal fædre
<i>Month of birth</i>	<i>No. of calves</i>	<i>No. of sires</i>
Januar	379	116
Februar	418	118
Marts	471	120
April	299	112
Maj	152	81
Juni	131	75
Juli	135	70
August	300	105
September	532	131
Oktober	445	124
November	416	117
December	460	122

Slakteri: Fra 1969 - 1973 blev slagtingerne udført på 6 forskellige slagterier, hvoraf det ene dog kun har tegnet sig for ialt 21 slagtinger. Efter 1973 blev alle kalvene slagtet på slagteriet "Danish Crown" (slagterikode 4). Af Tabel 2.7 fremgår, at kalvene inden for hvert slagteri var fordelt på mange afkomsgrupper. Risikoen for sammenblanding af slagterieffekt og effekt af fader må derfor anses for ubetydelig.

Tabel 2.7 Kalve og afkomsgrupperes fordeling på slagterier (KKF data)
Distribution of calves and progeny groups on slaughter plants (Fielddataset 2)

Slagteri Slaughter plant	Antal kalve No. of calves	Antal fædre No. of sires
1	182	33
2	359	33
3	21	8
4	2704	149
5	630	88
6	242	57

Besætningsskifte: Flytning af spædkalve fra én besætning til en anden kan tænkes at påvirke kalvenes produktionsresultater. Derfor er der i de genetiske analyser skelnet mellem kalve, som blev opfedet i de besætninger, hvori de var født, og kalve med besætningsskifte. Af de ialt 4138 kalve havde 1022 eller ca. 25% skiftet besætning. Besætninger med indkøbte kalve benyttede ofte også kalve af eget tillæg. Af de 1022 kalve som skiftede besætning, blev 693 således opdrættet sammen med kalve født i den pågældende besætning.

2.2.4 Statistiske modeller

Som anført i de foregående afsnit kan "miljøet" i kalvekontrolforeringsmaterialet beskrives ved besætningsår, år, fødselsmåned, slagteri samt hvorvidt kalven skiftede besætning eller ej.

Den genetiske variation kan opdeles i variationer mellem racer og variationen mellem afkomsgrupper inden for racer.

Disse effekter samt dyrenes slagtede vægt er inddraget i model III.

(III)

$$Y_{ijklmnop} = \mu + RA_i + s_{ij} + BE_k + AR_l + FM_m + SL_n + HN_o + b \cdot (x - \bar{x}) + e_{ijklmnop}, \text{ hvor}$$

Y = Individuel nettotilvækst eller klassificering

RA_i = Effekt af race, i = 1, 2

s_{ij} = Random effekt af afkomsgrupper inden for racer

BE_k = Effekt af besætningsår, k = 1, 2 ..., 296

AR_l = Effekt af år, l = 70, 71 ..., 78

FM_m = Effekt af fødselsmåned, m = 1, 2 ..., 12

SL_n = Effekt af slagteri, n = 1, 2 ..., 6

HN_o = Effekt af besætningsskift, l = eget tillæg eller 2 = indkøbt

b = Partiel regression

x = Individuel slagtevægt

$\bar{x}$ = Gennemsnitlig slagtevægt

e = Rest

Besætningseffekterne blev beregnet ved en analyse, hvor effekt af afkomsgruppe blev absorberet, og besætningsår var eneste uafhængige variabel. De individuelle nettotilvækster og klassificeringsresultater blev derpå udtrykt som:

$$\hat{P} = (P - B) + \mu, \text{ hvor}$$

$\hat{P}$ = Individuel præstation korrigeret for miljøbetingede forskelle mellem besætningsår

P = Individuel præstation

B = Besætningens miljøbetingede effekt

Besætningseffektens betydning er beregnet ved at analysere ukorrigerede og korrigerede data efter model IV.

(IV)

$$Y_{ijklmnop} = \mu + RA_i + s_{ij} + AR_l + FM_m + SL_n + HN_o + b(x - \bar{x}) + e_{ijklmnop}, \text{ hvor}$$

Y = Korrigeret og ukorrigeret individuel nettotilvækst eller klassificering. Øvrige symboler som model III.

2.3 Data fra afkomsprøverne for kødproduktion (EGT)

Resultaterne fra analyserne af de to feltmaterialer blev sammenholdt med resultater af analyser foretaget på et udvalgt materiale fra afkomsprøverne for kødproduktion på avlsstationen "Egtved" (EGT data).

2.3.1 Valg af materiale

EGT-materialet omfattede oplysninger om slagtet vægt, slagtealder og klassificering for ialt 3511 kalve og ungtyre af RDM og SDM. Dyrene var afprøvet på "Egtved" fra 1967 til og med prøveåret 1978.

I årene fra 1967 til og med 1971 blev der indsat 18 kalve pr. afkomsgruppe, hvoraf 10 blev slagtet som "skummetmælkskalve" ved ca. 250 kg levende vægt, og de øvrige 8 som ungtyre ved ca. 450 kg. Afprøvningsproceduren for denne periode er bl.a. beskrevet i 365. beretning fra Forsøgslaboratoriet (Nielsen et al., 1968). I 1972 blev afkomsgruppestørrelsen reduceret fra 18 til 10 kalve pr. tyr, som alle blev slagtet ved ca. 300 kg levende vægt. I 1973 blev der opsat kraftfoderautomater, hvilket medførte en stigning i både foderoptagelse og tilvækst. (426. beretning. Andersen et al., 1974). I 1978 blev slagtevægten hævet til 340 kg (478. beretning. Andersen et al., 1979).

2.3.2 Kontinuerlige variable

I Tabel 2.8 er anført middelværdier og variationer for nettotilvækst, klassificering, slagtevægt og slagtealder for henholdsvis kalve- og ungtyrematerialet, samt for det samlede materiale. Det skal bemærkes, at nettotilvæksten benyttet er beregnet anderledes end normalt for afdelingens publikationer. Normalt bliver nettotilvæksten beregnet efter følgende formel:

$$NTV = \frac{1000 \cdot (\text{slaget vægt} + (0.5 \times \text{indsættelsesvægt}))}{\text{antal dage fra indsættelse til slagtning}}$$

Ved anvendelse af feltdata kendes indsættelsesvægten imidlertid ikke, og nettotilvæksten er derfor i denne beretning beregnet efter formelen anført på side 16.

Tabel 2.8 Middelværdier ($\bar{x}$), spredninger (SD), variationskoefficienter (CV), kurtosis- og skævhedskoefficienter for kontinuerlige variable (EGT data)

Means, standard deviations, coefficients of variation, kurtosis and skewness for continuous variables, from calves, young bulls and the total material from "Egtved"

	Variabel	$\bar{x}$	SD	CV	"Kurtosis"	"Skævhed"
Kalve Calves	Nettotilvækst, g/dg. Carcass gain, g/day	689	69	10.0	0.11	0.52
	Klassificering Carcass score	6.2	1.4	23.4	-0.25	0.43
n = 2553	Slagtet vægt, kg Carcass wgt., kg	149.6	16.4	11.0	-0.69	0.65
	Slagtealder, dg. Age at slaughter, days	202.8	18.2	9.0	1.63	0.98

Ungtyre Young bulls	Nettotilvækst, g/dg. Carcass gain/g day	669	42	6.3	0.37	0.10
	Klassificering Carcass score	7.2	1.7	23.5	-1.03	-0.04
n = 958	Slagtet vægt, kg Carcass wgt., kg	253.6	7.2	2.8	0.18	-0.02
	Slagtealder, dg. Age at slaughter, days	380.6	24.1	6.3	0.44	0.36

Kalve + ungtyre Calves + young bulls	Nettotilvækst, g/dg. Carcass gain, g/day	683	64	9.3	0.59	0.62
	Klassificering Carcass score	6.5	1.6	24.5	-0.58	0.36
n = 3511	Slagtet vægt, kg Carcass wgt., kg	178.0	48.5	27.3	-1.07	0.79
	Slagtealder, dg. Age at slaughter, days	262.2	75.2	28.7	-0.71	0.98

Nettotilvæksten er betydeligt højere for Egtved-materialet end i materialet fra praksis. Det skyldes formodentlig forskelle i foder-

styrke. Ungtyrene har opnået betydelig bedre klassificering end kalvene, hvilket alene må tilskrives den ændring af kroppens form, som følger med stigende slagtevægt. Ungtyrenes slagtevægt svarer næsten til den gennemsnitlige slagtevægt i ØRM-materialet.

2.3.3 Klasseopdeling og fordeling på klasserne

Som følge af løbende ændringer i afprøvningsreglerne på "Egtved" blev materialet opdelt i årgange. Desuden blev der skelnet mellem de to kategorier af slagtedyr (kalve og ungtyre). Tabel 2.9 viser materialets fordeling på afkomsgrupper, kategorier og årgange.

Tabel 2.9 Fordeling på afkomsgrupper, kalve og ungtyre, samt årgange (Egtved-materialet)

Distribution of Egtved-data on progeny groups, calves and young bulls, and years

Årgang	Antal afkomsgrupper		Kalve	Ungtyre	Total
Year	No. of progeny gr.		Calves	Young bulls	Total
	RDM	SDM			
1967	17	13	250	191	441
1968	15	13	273	209	482
1969	17	8	243	185	428
1970	16	10	254	193	447
1971	13	11	231	180	411
1972: F	9	9	171	0	171
1972: E	9	10	187	0	187
1973	8	9	162	0	162
1974	9	11	183	0	183
1975	8	9	162	0	162
1976	8	6	133	0	133
1977	8	3	106	0	106
1978	7	14	198	0	198
Total	144	122	2553	958	3511

F = Forårsindsatte kalve

E = Efterårsindsatte kalve

Inden for de enkelte afkomsgrupper tilhørte alle kalve samme årgang. Til og med 1972 blev holdene indsat i forårsmånederne. I 1972 blev der også indsat afkomshold i efteråret, og siden er der kun indsat hold om efteråret.

2.3.4 Statistisk model

Da de enkelte årgange er afprøvet under standardiserede betingelser, kan den fænotypiske variation i EGT-materialet beskrives ved "årgang" og kategori.

I de genetiske analyser blev "årgang" og race slået sammen til en klassevariabel med ialt 26 underklasser. Variationen i slagtevægt inden for kategori og år er meget begrænset i EGT-materialet, men slagtevægten blev alligevel inddraget i analyserne.

(V)

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + s_{jk} + B_j + b_i(x - \bar{x}) + e_{ijkl}, \text{ hvor}$$

Y = Individuel nettotilvækst eller klassificering

A_i = Effekt af kategori, $i = 1$ (kalve) 2 (ungtyre)

B_j = Effekt af år - race, $j = 1, 2 \dots, 26$

s_{jk} = Random effekt af fader testet inden for race og år

$b_i(x - \bar{x})$ = Partiel regression af nettotilvækst eller klassificering på slagtevægt inden for kategori

e_{ijkl} = Rest

2.4 Metoder

Ved beregningerne er benyttet et biblioteksprogram med statistiske analyser (SAS, 1979) samt W. R. Harvey's program for Mixed modeller, som er baseret på opdelingen af variansen efter Hendersons metode III, (Harvey 1976). Alle beregninger er udført på NEUCC, Danmarks Tekniske Højskole.

Betydningen af de undersøgte variationsårsager er afprøvet ved anvendelse af F-test, og signifikansniveauerne er angivet med "stjerner", således at:

n.s.	svarer til	$P > 0.05$
*	-	$P \leq 0.05$
**	-	$P \leq 0.01$
***	-	$P \leq 0.001$

hvor P er nulhypotesens sandsynlighed.

De forskellige klasser inden for variationsårsagerne er sammenlignet ved deres "mindste kvadraters middeltal" med tilhørende middelfejl.

3 RESULTATER OG DISKUSSION

I det efterfølgende afsnit 3.1 diskuteres de forskellige faktorerers betydning for variationen i nettotilvækst og klassificering. I afsnit 3.2 behandles miljøfaktorerne særskilt, og der er anført mindste kvadraters middeltal for de enkelte klasser inden for hver miljøfaktor. Afsnit 3.3 beskæftiger sig med de genetiske forskelle. Dels forskelle mellem racer og dels variationen mellem tyre inden for race. Der er endvidere anført heritabilitetsestimater, beregnet på grundlag af hvert af de tre datasæt. I afsnit 3.4 behandles den fænotypiske og genetiske sammenhæng mellem nettotilvækst og klassificering. I afsnit 3.5 sammenlignes afkomsundersøgelsernes sikkerhed med sikkerheden ved afkomsprøverne på "Egtved".

3.1 Årsager til variation i nettotilvækst og klassificering

Totalvariationen i nettotilvækst var næsten ens for de 3 datasæt (Tabel 3.1). I EGT-materialet kunne 61% af den totale variation beskrives ved den anvendte statistiske model, hvorimod kun 34% og 28% kunne beskrives i henholdsvis ØRM-materialet og KKF-materialet. Restvariationen i EGT-materialet blev således ca. halvt så stor som restvariationen i de to feltmaterialer. En korrektion for miljøbetingede forskelle mellem besætninger medførte, at KKF-materialets restvariation reduceredes med ca. 30%.

Klassificeringens totalvariation var mindre i ØRM-materialet end i de to øvrige datasæt (Tabel 3.2). Det skyldes sandsynligvis, at ØRM-materialet kun omfattede dyr af SDM-racen, hvorimod de to øvrige materialer omfattede både RDM og SDM. Restvariationen var også for denne egenskab betydelig mindre i EGT-materialet end i de to feltmaterialer. Restvariationen i besætningskorregeret klassificering var ca. 10% mindre end restvariationen i ukorregeret klassificering.

Korrektionen for miljøbetingede forskelle mellem besætninger medfører, at restvariationen i KKF-materialet og EGT-materialet udtrykker det samme, nemlig variationen inden for samtidige halvsøskende-

grupper opvokset i samme besætning og slagtet ved samme vægt. Det faktum, at restvariationen er mindre i EGT-materialet end i det besætningskorrigerede KKF-materiale, kan tages som udtryk for, at fodring og pasning er mere ensartet på "Egtved" avlsstation end i besætninger i praksis.

Resultaterne fra variansanalyserne for nettotilvækst og klassificering er vist i Tabellerne 3.3 til 3.8. Variationsårsagernes betydning kan sammenfattes således: (se oversigten side 37)

De fleste variationsårsager havde meget stærk signifikant effekt på både nettotilvækst og klassificering. Dette gjaldt således for race, år, slagteri, besætning, kategori og slagtevægt.

Tyre inden for race havde meget stærk signifikant effekt på klassificering i alle tre materialer. Nettotilvæksten var ligeledes stærkt signifikant påvirket af tyré inden for race i KKF og EGT-materialet, men ikke i ØRM-materialet.

Fødselsmåned havde meget stærk signifikant effekt på både nettotilvækst og klassificering i KKF-materialet. I ØRM-materialet havde fødselsmånedens signifikant effekt på nettotilvæksten, men ingen effekt på klassificeringen.

Områdeeffekten blev undersøgt på ØRM-materialet, og den var ikke signifikant, hverken for nettotilvækst eller klassificering.

Besætningsskifte havde meget stærk signifikant effekt på nettotilvækst, men ingen effekt på klassificering.

Slagterieffekten på nettotilvækst og klassificering samt effekten af besætningsskifte på nettotilvækst forsvandt, når der blev korrigeret for miljøbetingede forskelle mellem besætninger (Tabel 3.4 og 3.7). Slagterieffektens bortfald kan forklares ved, at den indgår som en uadskillelig del af besætningseffekten, idet de enkelte besætninger i KKF-materialet kun har leveret kalve til ét og samme slagteri.

Oversigt over forskellige variationsårsagers betydning for
nettotilvækst og klassificering (Sammendrag af Tabellerne
3.3 til 3.8)

*Importance of various sources of variation in carcass gain
and grading scores (Resume of Table 3.3 to 3.8)*

Variationsårsag <i>Source</i>	Materiale <i>Material</i>	Nettotilvækst <i>Carcass gain</i>	Klassificering <i>Grading score</i>
Tyre	ØRM-data	n.s.	***
Sires	KKF-data	***	***
	EGT-data	***	***
Race	KKF-data	***	***
Breed	EGT-data	***	***
Ar	KKF-data	***	***
Year	EGT-data	***	***
Fødselsmåned	ØRM-data	**	n.s.
Month of birth	KKF-data	***	***
Område	ØRM-data	n.s.	n.s.
Area			
Slakteri	ØRM-data	***	***
Slaughter plant	KKF-data	***	***
Besætning	KKF-data	***	***
Herd			
Besætningsskifte	KKF-data	***	n.s.
Herd change			
Slagtevægts- kategori	EGT-data	***	***
Slaughter weight group			
Slagtevægt (regr.)	ØRM-data	***	***
Slaughter weight (regr.)	KKF-data	***	***
	EGT-data	***	***

Tabel 3.1 Totalvariation i nettotilvækst i ØRM-, KKF- og EGT-materialet samt de respektive modellens beskrivelse af variationen

Total variation in carcass gain in fielddataset 1, fielddataset 2 and stationdata and amount of variation accounted for by the models

Materiale og model - Material and model				
ØRM (model I)		KKF (model IV)		EGT (model V)
		Ukorrigeret	Korrigeret	
s^2_t	5096	4268	2817	4041
s^2_m	1739	1184	652	2467
s^2_e	3357	3084	2165	1574
R^2	0.34	0.28	0.23	0.61

Tabel 3.2 Totalvariation i klassificering i ØRM-, KKF- og EGT-materialet samt de respektive modellens beskrivelse af variationen

Total variation in carcass grading in fielddataset 1, fielddataset 2, and stationdata and amount of variation accounted for by the models

Materiale og model - Material and model				
ØRM (model I)		KKF (model IV)		EGT (model V)
		Ukorrigeret	Korrigeret	
s^2_t	1.879	2.576	2.121	2.531
s^2_m	0.480	1.230	0.912	1.594
s^2_e	1.399	1.346	1.209	0.937
R^2	0.26	0.48	0.42	0.63

Tabel 3.3 Variansanalyse af nettotilvækst på ØRM-materialet
ANOVA for carcass gain on fielddataset 1

Variationsårsag <i>Source</i>	FG <i>DF</i>	MK <i>MS</i>	F-værdi <i>F-value</i>
Områder <i>Breeding areas</i>	2	7401	2.02 n.s.
Fædre <i>Sires</i>	29	3672	1.09 n.s.
Fødselsmåned <i>Month of birth</i>	6	12015	3.58 **
Slakteri <i>Slaughter plant</i>	11	21894	6.52 ***
Regr. på slagtevægt <i>Slaughter weight</i>	1	1038105	309.3 ***
Rest <i>Residual</i>	816	3357	-

Tabel 3.4 Variansanalyse af nettotilvækst på KKF-materialet
på henholdsvis ukorrigerede og besætningskorrigerede
data

*ANOVA of carcass gain on field dataset 2, on
unadjusted and herd-corrected data, respectively.*

		Ukorrigeret data <i>Unadjusted data</i>		Besætnings korr. data <i>Herd-corrected data</i>	
Variations- årsag	FG	MK	F-værdi	MK	F-værdi
<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>MS</i>	<i>F-value</i>	<i>MS</i>	<i>F-value</i>
Race Breed	1	915870	106.9 ***	694397	115.6 ***
Fædre Sires	186	8565	2.8 ***	6008	2.6 ***
År Year	8	83178	27.0 ***	35354	15.1 ***
Fødselsmåned Month of birth	11	10342	3.4 ***	7795	3.3 ***
Slagteri Slaughter plant	5	50313	16.3 ***	2112	0.9 ***
Besætnings- skifte Herd change	1	97583	31.6 ***	384	0.2 n.s.
Regr. på slagte- vægt Slaughter wgt.	1	1634059	529.8 ***	835727	357.1 ***
Rest I Residual I	3924	3084	-	-	-
Besætning Herd	293	-	-	12314	5.26 ***
Rest II Residual II	3631	-	-	2340	-

Tabel 3.5 Variansanalyse af nettotilvækst på EGT-materialet
ANOVA of carcass gain on data from progeny test
station "Egtved"

Variationsårsag	FG	MK	F-værdi
Source	DF	MS	F-value
År - race	25	79861	17.14 ***
Year - Breed			
Fædre	242	4659	2.96 ***
Sires			
Kategori	1	658634	418.38 ***
Slaughter group			
Regr. på slagtevægt	1	736213	467.66 ***
Slaughter weight			
Rest	3241	1574	-
Residual			

Tabel 3.6 Variansanalyse af klassificering på ØRM-materialet
ANOVA of carcass grading scores on fielddataset 1

Variationsårsag	FG	MK	F-værdi
Source	DF	MS	F-value
Område	2	2.51	0.56 n.s.
Breeding areas			
Fædre	29	4.49	3.21 ***
Sires			
Fødselsmåned	6	0.92	0.66 n.s.
Month of birth			
Slakteri	11	4.64	3.31 ***
Slaughter plant			
Regr. på slagtevægt	1	235.24	168.12 ***
Slaughter weight			
Rest	816	1.40	-
Residual			

Tabel 3.7 Variansanalyse af klassificering på KKF-materialet
på henholdsvis ukorrigerede og besætningskorrigerede
data

ANOVA of grading scores on field dataset 2, on
unadjusted and herd-corrected data, respectively.

		Ukorrigeret data Unadjusted data		Besætnings korr. data Herd-corrected data	
Variations- årsag <i>Source</i>	FG <i>DF</i>	MK <i>MS</i>	F-værdi <i>F-value</i>	MK <i>MS</i>	F-værdi <i>F-value</i>
Race <i>Breed</i>	1	3045.1	750.3***	2444.1	565.8***
Fædre <i>Sires</i>	186	4.1	3.0***	4.3	3.3***
År <i>Year</i>	8	25.6	19.0***	15.3	11.8***
Fødselsmåned <i>Month of birth</i>	11	4.2	3.1***	3.2	2.5***
Slagteri <i>Slaughter plant</i>	5	33.8	25.1***	2.4	1.8 n.s.
Besætnings- skifte <i>Herd change</i>	1	2.2	1.6 n.s.	0.6	0.5 n.s.
Regr. på slagte- vægt <i>Slaughter wgt.</i>	1	640.8	476.2***	274.4	211.1***
Rest I <i>Residual I</i>	3924	1.3	-	-	-
Besætning <i>Herd</i>	293	-	-	1.8	1.4***
Rest II <i>Residual II</i>	3631	-	-	1.3	-

Tabel 3.8 Variansanalyse af klassificering på EGT-materialet

ANOVA of carcass grading scores on data from progeny
test station "Egtved"

Variationsårsag	FG	MK	F-værdi
Source	DF	MS	F-value
År - race	25	167.68	94.8 ***
Year - Breed			
Fædre	242	1.77	1.9 ***
Sires			
Kategori	1	337.73	360.4 ***
Slaughter group			
Regr. på slagtevægt	1	429.85	458.7 ***
Slaughter weight			
Rest	2991	0.94	-
Residual			

3.2 Miljøfaktorernes betydning

Ved beregning af mindste kvadraters middeltal (LSM) udtrykkes den specifikke virkning af hver enkelt miljøfaktor, idet virkningen af alle de øvrige faktorer i den pågældende model bliver elimineret.

3.2.1 Effekt af år

KKF-materialet gav mulighed for at undersøge, om der er sket ændringer i fodringens og pasningens effekt på nettotilvækst og klassificering i perioden fra 1970 til 1978. Middeltallene for de enkelte år er rensset for de påvirkninger, som kunne tilskrives ændringer i genotype, fødselsmåned, slagtested, indkøbte/ikke indkøbte samt ændringer i slagtevægten. Det fremgår af Tabel 3.9, at både nettotilvækst og klassificering har været udsat for en negativ påvirkning i perioden fra 1970 til 1974-1975. Fra 1974 og til 1979 har den pasnings- og fodringsbetingede årsfaktor ikke ændret sig for nettotilvækstens vedkommende, hvorimod den synes at have haft en svag positiv effekt på klassificeringen.

Den negative påvirkning af både nettotilvækst og klassificering i begyndelsen af halvfjerdserne skyldes formodentlig anvendelse af større mængder grovfoder. Denne formodede omlægning af fodringen er sket samtidig med, at slagtevægten blev hævet gradvis fra 140.6 kg i 1970 til 195.7 kg i 1974. Omlægningen af produktionen fra "skummetmælkskalve" til "ungtyre" er tilsyneladende ført til ende i 1974, for i de følgende år holdt den gennemsnitlige slagtevægt sig på ca. 200 kg.

Simple årsgennemsnit for RDM og SDM beregnet på det samme materiale viste, at nettotilvæksten har været næsten konstant i perioden fra 1970 til 1978 for begge racers vedkommende. Klassificering forbedredes derimod for RDM's vedkommende fra 5.38 i 1970 til 6.84 i 1978, hvorimod SDM's gennemsnitlige klassificering forringedes fra 8.04 i 1970 til 7.89 i 1978.

3.2.2 Effekt af fødselsmåned

Fødselsmåned blev inddraget som uafhængig variabel, fordi det tidligere er vist, at efterårsfødte kalve har op til 70 g højere daglig tilvækst end forårsfødte. (Jensen og Andersen, 1982).

Som det fremgår af Tabel 3.10 var der i KKF-materialet en tendens til, at kalve født i perioden fra marts til august havde en forholdsvis lav tilvækst. Årstidsvariationen i tilvækst kan skyldes, at staldklimaet påvirker dyrenes sundhedstilstand og almenbefindende. Sæsonmæssige variationer i foderkvaliteten vil også kunne forårsage sæsonvariation i tilvæksten. I ØRM-materialet var der stor forskel på "mindste kvadraters" middeltal for måneder inden for samme årstid. Det kan skyldes, at effekten af fødselsmåned ikke er blevet korrekt adskilt fra effekten af afkomsgruppe. Der var således enkelte afkomsgrupper, hvor næsten alle kalvene var født inden for samme måned, og hvor de samtidig udgjorde en dominerende andel af alle de kalve, som var født i den pågældende måned.

Klassificeringens årstidsvariation forløb i KKF-materialet næsten parallelt med nettotilvækstens. Marts måned havde således det laveste "mindste kvadraters" middeltal (6.33) og september det højeste (6.69). I ØRM-materialet var klassificeringen ikke påvirket af fødselsmåned.

Tabel 3.9 Pasningens og fodringens indflydelse på nettotilvækst og klassificering i årene fra 1970 til 1978. Mindste kvadraters middeltal for år efter model IV (KKF-materialet)

Influence of management and feeding on carcass gain and carcass grading score in the period from 1970 to 1978. Least square means for years after model IV (Fielddataset 2)

År Year	Nettotilvækst, g Carcass gain, g		Klassificering Carcass grading score	
	LSM	± SE	LSM	± SE
1970	618	8	7.22	0.17
1971	589	7	7.25	0.16
1972	582	7	6.79	0.16
1973	554	7	6.54	0.16
1974	533	8	6.00	0.17
1975	532	8	6.00	0.17
1976	535	8	6.16	0.17
1977	536	8	6.32	0.17
1978	527	8	6.34	0.18

Tabel 3.10 Fødselsmånedens indflydelse på nettotilvækst
Influence of month of birth on carcass gain

Fødselsmåned <i>Month of birth</i>	Materiale			
	KKF-data		ØRM-data	
	<i>Fielddataset 1</i>		<i>Fielddataset 2</i>	
	LSM	± SE	LSM	± SE
Januar	551	7	557	13
Februar	561	7	540	15
Marts	553	7	549	17
April	549	7		
Maj	553	8		
Juni	555	8		
Juli	553	8		
August	560	7		
September	564	7	514	14
Oktober	564	7	532	14
November	561	7	562	14
December	553	7	524	12

3.2.3 Effekt af slagteri

Tabel 3.11 viser de enkelte slagteriers indflydelse på nettotilvæksten. Forskellen mellem højeste og laveste middeltal udgør 60 g i ØRM-materialet og 63 g i KKF-materialet. Det svarer til en forskel i de to mest ekstreme slagteriers afregningsvægt på over 10%, og det er efter korrektion for forskelle i kalvenes genotype, alder, fødselsår og fødselsmåned.

Tabel 3.11 Slagteriers indflydelse på nettotilvæksten
Influence of slaughter plants on carcass gain

ØRM-materiale					KKF-materiale				
<u>Fielddataset 1</u>					<u>Fielddataset 2</u>				
Slagteri					Slagteri				
<i>Slaughter plant</i>	n	LSM	±	SE	<i>Slaughter plant</i>	n	LSM	±	SE
11	49	548		10	1	182	528		8
12	138	534		6	2	359	534		8
13	47	546		9	3	21	591		15
14	47	556		9	4	2704	572		7
16	80	566		8	5	630	544		7
18	172	519		7	6	242	570		8
41	53	533		9					
42	41	524		10					
43	13	540		17					
44	101	531		6					
72	41	571		10					
90	84	511		7					

Slagtestedet havde også stor indflydelse på klassificeringen. Af Tabel 3.12 fremgår således, at der var en forskel på ca. et klassificeringspoint mellem bedste og dårligste slagteri.

De store forskelle mellem slagterier med hensyn til både nettotilvækst og klassificering viser, at det er absolut nødvendigt at korrigere for slagtested, hvis slagteriernes afregningsvægte og klassificeringer skal danne grundlag for vurdering af avlststyrenes avlsvær-

dier for vækstevne og slagte kvalitet.

Tabel 3.12 Slagteriernes indflydelse på klassificeringen
Influence of slaughter plant on grading score

ØRM-materiale				KKF-materiale			
<u>Fielddataset 1</u>				<u>Fielddataset 2</u>			
Slagteri <i>Slaughter plant</i>	n	LSM	$\pm$ SE	Slagteri <i>Slaughter plant</i>	n	LSM	$\pm$ SE
11	49	7.44	0.23	1	182	6.00	0.18
12	138	7.27	0.15	2	359	6.71	0.17
13	47	7.56	0.20	3	21	6.73	0.31
14	47	7.37	0.21	4	2704	6.93	0.15
16	80	7.19	0.19	5	630	6.25	0.15
18	172	7.07	0.16	6	242	6.46	0.17
41	53	7.64	0.21				
42	41	6.76	0.23				
43	13	6.77	0.37				
44	101	7.53	0.16				
72	41	6.61	0.23				
90	84	7.02	0.18				

3.2.4 Effekt af besætningsskifte

Af Tabel 3.13 fremgår, at kalve som skifter besætning udsættes for en negativ påvirkning på ca. 20 g daglig nettotilvækst. Det svarer til en forskel i slagtet vægt på 6 kg, eller ca. 10 dages normal tilvækst. Besætningsskifte har derimod ingen negativ indflydelse på klassificeringen.

Tabel 3.13 Besætningsskiftes indflydelse på nettotilvækst og klassificering (KKF-materialet)

Influence of herd-change on carcass gain and grading score (Fielddataset 2)

Kalvens oprindelse <i>Origin of the calf</i>	n	Nettotilvækst <i>Carcass gain</i>			Klassificering <i>Grading score</i>		
		LSM	±	SE	LSM	±	SE
Født og opfedet i samme besætning <i>Born and raised in same herd</i>	3116	566		7	6.46		0.15
Født i én, og opfedet i en anden besætning <i>Born in one herd and raised in another</i>	1022	546		7	6.56		0.16

3.2.5 Effekt af slagtevægt

Slagtevægten havde en meget stærk signifikant effekt på både nettotilvækst og klassificering.

Analyserne på de to feltmaterialer viste, at en forøgelse af den slagtede vægt med 100 kg medførte en stigning i den gennemsnitlige daglige nettotilvækst på ca. 150 g/dag i ØRM-materialet og ca. 120 g/dag i KKF-materialet. En forøgelse af den slagtede vægt med 100 kg havde desuden en positiv effekt på klassificeringen svarende til 2.4 point (Tabel 3.14).

Tabel 3.14 Partielle regressioner af nettotilvækst og klassificering på slagtet vægt
Partial regressions of carcass gain and grading score on carcass weight

Regression af <i>Regression of</i>	ØRM-materialet			KKF-materialet		
	<i>Fielddataset 1</i>			<i>Fielddataset 2</i>		
	b	$\pm$	SE	b	$\pm$	SE
Nettotilvækst <i>Carcass gain/carcass weight</i>	1.529		0.089	1.202		0.052
Klassificering/slagtet vægt <i>Grading score/carcass weight</i>	0.024		0.002	0.024		0.001

På ECT-materialet var nettotilvækst og klassificering forbedret med henholdsvis 16 g/dag og 0.82 point for hver 100 kg's stigning i den slagtede vægt. Disse resultater er i overensstemmelse med resultaterne fra tidligere analyser på forsøgsmateriale, hvor der er fodret med en høj intensitet (Andersen et al., 1977. Liboriussen, 1978 og Andersen et al., 1983).

I de to feltmaterialer har nettotilvækst og klassificering således været betydeligt stærkere afhængig af slagtevægten end i de forsøg, hvor forskellig slagtevægt har været en del af forsøgsbehandlingen. Det kan skyldes en svagere foderstyrke i praksis, men hovedårsagen er formodentlig, at man i praksis slakter mindre trivelige kalve ved lavere vægt end de mere trivelige. Hvis der finder en sådan forskelsbehandling sted, vil det svække feltmaterialets egnethed som grundlag for avlsvurdering. Korrektionen til konstant vægt er nødvendig for at begrænse den miljøbetingede variation, men den vil også fjerne en del af den arvelige variation, eftersom dyrets genotype har indflydelse på dets trivsel og dermed indirekte på slagtevægten. Der kan ikke gives nogen generel løsning på dette problem, men de gennemførte analyser viste, at man fik den bedste adskillelse af den genetiske og den miljøbetingede varians, når slagtevægten blev taget med i modellen.

3.3 Arvens betydning

Talrige forsøg har demonstreret, at vækstevne, slagteprocent og kropsform er afhængige af såvel arv som miljø. I de feltmaterialer, hvor præstationerne er registreret på dyr, som har været udsat for stærkt varierende miljøforhold, kan arvens betydning imidlertid let blive tilsløret.

3.3.1 Forskelle mellem RDM og SDM

I indsamlingsperioden for KKF- og EGT-materialerne var SDM klart bedre end RDM for både nettotilvækst og klassificering. Raceforskellen er i begge disse materialer opgjort til ca. 30 g nettotilvækst og ca. 1.8 point i klassificering (Tabel 3.15).

Det er bemærkelsesværdigt, at SDM's absolutte overlegenhed i nettotilvækst var ligeså stor i KKF-materialet som i EGT-materialet. Det betyder, at den relative forskel mellem de to racer har været større i praksis end på avlsstationen Egtved, idet nettotilvæksten i gennemsnit var 25% højere i EGT-materialet end i KKF-materialet.

Tabel 3.15 Racens indflydelse på nettotilvækst og klassificering i KKF- og EGT-materialerne

Influence of breed on carcass gain and grading score estimated on fielddata 2 and data from progeny test station

Materiale <i>Material</i>	Race <i>Breed</i>	Nettotilvækst <i>Carcass gain</i>			Klassificering <i>Grading score</i>		
		LSM	±	SE	LSM	±	SE
KKF-data	RDM	541		6	5.62		0.13
	SDM	572		8	7.40		0.18
EGT-data	RDM	690		5	5.78		0.09
	SDM	720		5	7.58		0.09

3.3.2 Heritabilitet

I alle tre datasæt er der beregnet heritabilitetsskøn for nettotilvækst og klassificering. Estimaterne er beregnet ud fra intraklasse korrelationerne mellem paternelle halvsøskende. Variationen mellem familier (σ_m^2) er forudsat at udtrykke 25% af den additive genetiske varians. Variationen inden for familier (σ_i^2) er bestemt som restmid-
delkvadratet beregnet ved de aktuelle modeller.

Nettotilvækst: Af Tabel 3.16 fremgår det, at heritabiliteten for nettotilvækst er betydeligt lavere i ØRM-materialet end i både KKF- og EGT-materialet, nemlig henholdsvis 0.03, 0.32 og 0.52. Estimatet på EGT-materialet er i god overensstemmelse med det, som er offentliggjort fra tidligere undersøgelser på materiale fra afkomsprøverne for kødproduktion (Andersen, 1977 og Andersen et al., 1977).

Variansen mellem familier (σ_m^2) var næsten ens i KKF- og EGT-materialet. KKF-materialets lavere heritabilitet skyldes derfor alene, at variationen inden for familier var betydeligt større. Korrektur for besætning medførte en stærk reduktion af σ_i^2 , men da det reducerede σ_m^2 tilsvarende, havde korrektionen ingen effekt på heritabiliteten.

Den lavere variation mellem halvsøskendegrupperne i ØRM-materialet var hovedårsagen til, at den estimerede heritabilitet for nettotilvækst blev meget lav i dette materiale (Tabel 3.16). Da der imidlertid kun indgik 32 afkomsgrupper, kan den lave variation være et udslag af tilfældighedernes spil. Det lave heritabilitetsestimat kan derfor ikke tages som udtryk for nettotilvækstens sande arvbarhed under praktiske forhold.

Klassificering: Heritabiliteten for klassificering var ens for de to feltmaterialer (0.34 og 0.35, Tabel 3.17). Korrektur for besætning medførte en stigning i heritabiliteten til 0.44. Det skyldtes hovedsagelig en reduktion i variansen inden for familier.

På EGT-materialet blev heritabiliteten for klassificering beregnet til 0.27. Årsagen til, at heritabiliteten blev lavere i dette materiale end i de to feltmaterialer, er udelukkende, at variationen mellem afkomsgrupper var betydelig mindre. Resultaterne bekræftes af tidligere undersøgelser på data fra afkomsprøverne på "Egtved". Andersen et al., 1977 fandt således ved analyse af de første fem års materiale fra afkomsprøverne en heritabilitet på 0.26 og en variation mellem og inden for familier på henholdsvis 0.08 og 1.10. Der er

således næppe tvivl om, at de beregnede værdier er udtryk for klassificeringens arvbårhed, således som klassificeringen er gennemført på slagtekroppe fra "Egtved".

Tabel 3.16 Variationen i nettotilvækst mellem og inden for halvsøskendefamilier samt heritabilitetskoefficienter (ØRM-, KKF- og EGT-materiale)

Variation in carcass gain between and within half sib families and estimates of heritability (Fielddataset 1, fielddataset 2 and data from progeny test station)

Materiale <i>Material</i>	s^2_m	s^2_i	h^2	SE
ØRM	25	3357	0.03	0.04
<i>Fielddataset 1</i>				
KKF <u>uden</u> korrektion for besætningseffekt	263	3084	0.32	0.05
<i>Fielddataset 2 without correction for herd- effects</i>				
KKF <u>med</u> korrektion for besætningseffekt	185	2165	0.32	0.05
<i>Fielddataset 2 with correction for herd- effects</i>				
EGT	235	1574	0.52	0.06
<i>Data from progeny test station</i>				

Tabel 3.17 Variationen i klassificering mellem og inden for halvsvøskendegrupper samt heritabilitetsestimater
Variation i grading score between and within half sib families and estimates of heritability (Fielddataset 1, fielddataset 2 and data from progeny station)

Materiale Material	s^2_m	s^2_i	h^2	SE
ØRM	0.131	1.399	0.34	0.11
Fielddataset 1				
KKF uden korrektion for besætnings effekt	0.130	1.346	0.35	0.05
Fielddataset 2 without correction for herd- effects				
KKF med korrektion for besætnings effekt	0.150	1.209	0.44	0.06
Fielddataset 2 with correction for herd- effects				
EGT	0.068	0.937	0.27	0.05
Data from progeny test station				

3.4 Fænotypiske og genetiske korrelationer

Den fænotypiske korrelation mellem nettotilvækst og klassificering varierede fra 0.22 til 0.32, afhængig af materiale og analysemodel (Tabel 3.18). Dette antyder en svag, men éntydig positiv sammenhæng. Kalve, som har haft forholdsvis høj nettotilvækst, har således også opnået en forholdsvis god klassificering.

De genetiske korrelationer er mindre éntydige, men dog i alle tilfælde positive. Den positive sammenhæng synes således også at eksistere, når man i stedet betragter afkomsgruppegennemsnit.

Tabel 3.18 Fænotypisk (r_p) og genetisk (r_G) korrelation mellem nettotilvækst og klassificering
Phenotypic (r_p) and genetic (r_G) correlation between carcass gain and grading score

Materiale <i>Material</i>	r_p	r_G	$\pm$ SE
ØRM	0.32	0.64	0.58
<i>Fielddataset 1</i>			
KKF uden besætnings- korrektion	0.25	0.18	0.11
<i>Fielddataset 2 without herd correction</i>			
KKF med besætnings- korrektion	0.22	0.06	0.11
<i>Fielddataset 2 with herd correction</i>			
EGT	0.26	0.41	0.10
<i>Data from progeny test station</i>			

3.5 Afkomsundersøgelsens sikkerhed

Afkomsundersøgelsens styrke som avlsforanstaltning er, at den giver mulighed for at fastlægge tyrenes avlsværdi med stor sikkerhed, selv for egenskaber med lav arvbarhed. Nedenstående formel udtrykker afkomsundersøgelsens sikkerhed, og den har grænseværdien 1, for n gående mod uendelighed.

$$R^2 = \frac{n \cdot h^2 \cdot 0.25}{1 + (n - 1) \cdot t}, \text{ hvor}$$

n = afkomsgruppens størrelse

h^2 = egenskabens heritabilitet under de givne vilkår

t = intraklassekorrelationen mellem de afprøvede halv-søskende

Intraklassekorrelationen (t) antages som regel at være lig med $0.25 \cdot h^2$, idet det forudsættes, at ligheden mellem de pågældende halvsøskende alene skyldes, at de har samme fader. Beregningen af heritabiliteten ud fra variansanalyser af data fra halvsøskende familier er baseret på den samme forudsætning. Hvis det pågældende materiale er ubalanceret med hensyn til afkomsgruppernes fordeling på miljøklasser, er der imidlertid stor risiko for, at den forudsætning ikke er opfyldt, og i så fald overvurderes både heritabiliteten og afkomsundersøgelsens sikkerhed.

Som anført i foregående afsnit blev h^2 for nettotilvækst beregnet til ca. 0.5 på EGT-materialet og ca. 0.3 på KKF-materialet. Under forudsætning af, at disse estimater er udtryk for nettotilvækstens sande arvbarhed, viser Tabel 3.19, hvilken sikkerhed (R^2_{IA}) der kan forventes ved forskellige "effektive" afkomsgruppestørrelser ved de to afprøvningsformer.

Afkomsprøverne på avlsstationen "Egtved" er i de senere år gennemført med en effektiv afkomsgruppestørrelse på ca. 10, svarende til en sikkerhed (R^2_{IA}) på 0.588 (Tabel 3.19). For at opnå samme sikkerhed ved fastlæggelse af tyrenes avlsværdi for nettotilvækst ud fra KKF-data, skal den effektive afkomsgruppestørrelse være mindst 17.6. Ved en fordeling af feltmaterialet, som svarer til KKF-materialet, vil dette som regel være opnået med en numerisk afkomsgruppestørrelse på 20 stk.

Tabel 3.19 Forventet sikkerhed (R^2_{IA}) ved beregning af tyres avlsværdi for nettotilvækst på grundlag af afkomsprøve ($h^2 = 0.5$) og afkomsundersøgelser ($h^2 = 0.3$) ved forskellige antal "effektive" afkom
Expected accuracy (R^2_{IA}) by estimation of sire's breeding value for carcass gain based on station tests ($h^2 = 0.5$) and field tests ($h^2 = 0.3$)

Antal "effektive" afkom			
No. of "effective" progenies		$h^2 = 0.5$	$h^2 = 0.3$
5		0.417	0.288
10		0.588	0.448
20		0.741	0.619
40		0.851	0.764

Heritabiliteten for klassificering er ca. 0.3 under begge registreringsformer. Det indebærer, at tyrenes avlsværdi for klassificering ved afkomsprøverne på "Egtved" bliver bestemt med en sikkerhed svarende til $R^2_{IA} = 0.45$. Samme sikkerhed kan forventes ved beregning af avlsværdien på grundlag af feltdata ved en numerisk afkomsgruppestørrelse på ca. 13 stk. forudsat at feltmaterialets datastruktur svarer til KKF-materialets. Gennemføres afkomsundersøgelserne på feltmateriale med mindst 20 stk. afkom pr. tyr, kan man forvente en sikkerhed på avlsværdien for klassificering på $R^2_{IA} = 0.6$.

3.5.1 Sammenhæng mellem afkomsundersøgelser på feltdata og afkomsprøver på station

Avlsværdien for nettotilvækst og klassificering blev beregnet for de enkelte tyre i både KKF- og EGT-materialet. På KKF-materialet blev tyrenes avlsværdier beregnet med og uden korrektion for besætning. Beregningerne af avlsværdierne på EGT-materialet var alene baseret på det afkom, der var afprøvet som "kalve".

Ialt 59 tyre afkomsprøvet på "Egtved" havde mere end 10 stk. afkom i KKF-materialet. I Tabel 3.20 er korrelationen mellem disse 59 tyres avlsværdiestimater beregnet på henholdsvis EGT- og KKF-materialet sammenholdt med de tilsvarende forventede værdier af disse

korrelationer. Den forventede korrelation mellem to uafhængige estimater af avlsværdien for samme egenskab er givet ved følgende formel:

$$r(E) = \sqrt{b_1 \cdot b_2} \quad , \quad \text{hvor}$$

b = Regressionen af nutidigt afkom på fremtidigt afkom, som igen er lig med afkomsprøvens eller afkomsundersøgelsens sikkerhed (R^2). Tallene 1 og 2 henviser til de to afprøvningsmiljøer.

Da afkomsgruppestørrelsen varierer fra tyr til tyr, er der ved beregningen af de forventede korrelationer benyttet de gennemsnitlige effektive afkomsgruppestørrelser, som var 9.26 i materialet fra "Egtved" og 15.80 i KKF-materialet.

De fundne korrelationer er i alle tilfælde en del mindre end de forventede. Af mulige årsager til dette kan følgende anføres:

1. Den genetiske baggrund for variationer i nettotilvækst har været forskellig i de to afprøvningsmiljøer.
 2. Heritabiliteten - og dermed også sikkerheden - kan være overestimeret.
- ad 1. Den gennemsnitlige nettotilvækst i EGT-materialet var ca. 25% højere end den gennemsnitlige nettotilvækst i KKF-materialet. Dette forhold rejser tvivl om, hvorvidt "nettotilvækst Egtved" genetisk set er identisk med "nettotilvækst KKF". Ved beregning af den forventede korrelation blev der forudsat, at der var tale om nøjagtig samme egenskab i de to miljøer. Genotype-miljø samspil kan også være skyld i, at den forventede korrelation mellem "klassificering Egtved" og "klassificering KKF" er overvurderet. Niveauet var ganske vist omtrent ens i de to miljøer, men da det er en subjektiv egenskab, kan "klassificering Egtved" godt have haft en anden fænotypisk og genetisk baggrund end "klassificering KKF".

Tabel 3.20 Faktiske ($r_{I_1 I_2}$) og forventede (r_E) korrelationer mellem tyres avlsværdiestimater beregnet på henholdsvis stations- og feltdata ($n = 59$)
Actual ($r_{I_1 I_2}$) and expected (r_E) correlations between estimates of breeding values calculated from station- and fielddata, respectively ($n = 59$)

I_1	I_2	$r_{I_1 I_2}$	r_E
NTV-EGT	NTV-KKF	0.31	0.58
NTV-EGT	NTV-KKF-B	0.28	0.58
KLA-EGT	KLA-KKF	0.16	0.52
KLA-EGT	KLA-KKF-B	0.20	0.54

- NTV-EGT : Avlsværdier for nettotilvækst beregnet på EGT-materialet.
Breeding values for carcass gain estimated on data from progeny test station.
- NTV-KKF : Avlsværdier for nettotilvækst beregnet på KKF-materialet.
Breeding values for carcass gain estimated from fielddata-set 2, without correction for herd-effect.
- NTV-KKF-B : Samme som NTV-KKF, men med besætningskorrektion.
Same as NTV-KKF, but with correction for herd-effects.
- KLA : Klassificering.
Grading score.

ad 2. Det må antages, at EGT-materialet har kunnet analyseres korrekt, således at heritabilitetsestimaterne beregnet på dette materiale er det bedst mulige udtryk for egenskaberne sande arvbarhed under de miljøforhold, som afkomsprøverne er gennemført under. Som argument for dette standpunkt kan anføres, at afkomsgrupperne inden for de enkelte år har været behandlet fuldstændig ens. Ved beregningen af heritabiliteterne på KKF-materialet blev der korrigeret for alle kendte miljøfaktorer, således at intraklassekorrelationen mellem halvsøskende så vidt muligt var udtryk for en fjerdedel af den additive genetiske varians. Ved analyser af feltdata kan det imidlertid ikke udelukkes, at der har været ukendte

miljøfaktorer, som kan have bidraget til at gøre ligheden mellem halvbrødrene større, end betinget af deres indbyrdes slægtskab. Overestimering af heritabiliteterne på KKF-materialet må derfor anses som en mulig årsag til den påviste divergens mellem de faktiske korrelationer, værdiestimerne og de tilsvarende forventede korrelationer.

4 SAMMENFATTENDE DISKUSSION

De genetiske analyser på KKF-materialet viste, at der i praksis kan påvises tydelige arvelige forskelle i nettotilvækst og klassificering mellem afkomsgrupper efter forskellige tyre af samme race. I analyserne på ØRM-materialet kunne der derimod ikke påvises signifikante forskelle i afkomsgruppernes nettotilvækst. Dette materiale omfattede imidlertid kun 32 afkomsgrupper og kan derfor ikke forventes at give et fyldestgørende udtryk for den arvelige variation.

De statistiske analyser af de to feltmaterialer viste desuden, at nettotilvækst og klassificering i praksis er påvirket af tid (år og årstid) og sted (besætning, besætningsskifte og slagteri) samt af dyrets slagtevægt.

Såfremt feltdata skal anvendes til beregning af ungtyres avlsværdi for kødproduktion, er det nødvendigt at korrigere for effekt af fødselsmåned og slagteri. Prøveinsemineringerne med sæd efter de enkelte ungtyre finder typisk sted inden for et tidsrum af 1-2 måneder og er som regel også koncentreret inden for et begrænset geografisk område. Derved opstår der systematiske forskelle i afkomsgruppernes fordeling på årstider og slagterier, hvilket vil medføre systematiske påvirkninger af afkomsundersøgelsernes resultater. De øvrige variationsårsager bidrager mere tilfældigt til variationen mellem og inden for afkomsgrupper og er derfor af mindre betydning i relation til anvendelse af feltdata til avlsværdivurdering. Hvis det er muligt at korrigere for disse effekter, bør det dog gøres, da de ellers i nogen grad kan tilsløre de genetiske forskelle mellem afkomsgrupperne. Korrektur for miljøbetingede forskelle mellem besætningsår øgede således heritabiliteten for klassificering fra 0.35 til 0.44, men var uden betydning for heritabiliteten for nettotilvækst, som på KKF-materialet blev beregnet til 0.32 uanset om der var korrigeret for besætning eller ej.

På materialet fra afkomsprøverne på "Egtved" blev heritabiliteten for nettotilvækst beregnet til 0.52. Grunden til at heritabiliteten blev større på materialet fra "Egtved" end i KKF-materialet var, at den tilfældige restvariation var mindre i EGT-materialet. Den til-

fældige restvariation var også for klassificeringen betydelig mindre i EGT-materialet end i de to feltmaterialer. Uvist af hvilken årsag var imidlertid også variationen mellem afkomsgrupperne mindre, således at heritabiliteten for klassificering blev lidt lavere i EGT-materialet. Det kan muligvis skyldes, at klassificering er subjektiv, og derfor kan være vurderet forskelligt.

En sammenligning af avlsværdiestimer for 59 tyre beregnet på henholdsvis KKF-materialet og EGT-materialet viste, at korrelationen var betydelig lavere, end man kunne forvente. Forventningerne til korrelationernes størrelse var baseret på, at nettotilvækst og klassificering har samme genetiske baggrund, uanset hvilket af de to miljøer de er registreret i. Den fundne divergens tyder derfor på, at dette ikke har været tilfældet, men at der tværtimod har været et genotypemiljøsamspil. Forskellene mellem de faktiske og de forventede korrelationer kan dog også skyldes overvurdering af egenskabernes heritabilitet i KKF-materialet. Hvorvidt dette er tilfældet kan imidlertid ikke afgøres på det foreliggende materiale.

Det konkluderes, at der ved registrering af nettotilvækst og klassificering fra feltmateriale kan forventes en heritabilitet, som er af størrelsesordenen 0.3. Det indebærer, at ungtyrenes avlsværdier for disse egenskaber kan fastlægges med stor nøjagtighed ud fra oplysninger om fødselsdato, slagtedato, slagtested, slagtevægt og klassificering for de tyrekalve, der fødes efter prøveinsemineringerne med de pågældende ungtyre.

Den større sikkerhed, som kan opnås ved en afkomsundersøgelse vurderet i forhold til sikkerheden ved en individprøve, kan især udnyttes af de kvægbrugere, som lægger særlig vægt på kødproduktionsegenskaberne ved valg af tyremateriale. Værdien af at kende tyrenes avlsværdi for klassificering med stor nøjagtighed begrænses imidlertid af, at slagterierne vurderer slagtekroppene forskelligt. Som selektionskriterium for kødproduktionsegenskaber udgør afkomsundersøgelser ikke i dag et egnet alternativ til individprøver. Den egentlige avlsmæssige effekt af at gennemføre afkomsundersøgelser for kødproduktion vil sandsynligvis være meget ringe. Det bør derfor kun gennemføres, såfremt de fornødne data kan tilvejebringes uden ekstra omkostninger.

LITTERATUR

- Andersen, B. B., 1973. Selektionsforsøg med korthorn. Ugeskrift for Agronomer og Hortonomer, 11, 212-218.
- Andersen, B. B., 1977. Genetiske undersøgelser vedrørende kvægets tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse. 448. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 137 pp.
- Andersen, B. B., Lykke, T., Kousgaard, K., Buchter, L., 1977. Avlsstationerne for kødproduktion 1977/78. 478. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 101 pp.
- Andersen, B. B., De Baerdemaeker, A., Bittante, G., Bonati, B., Colleau, J. J., Fimland, E., Jansen, J., Lewis, W. H. E., Politiek, R. D., Seeland, G., Teehan, T. J. and Werkmeister, F., 1981. Performance testing of bulls i AI: Report of Working Group of the commission on Cattle Production. Livestock Prod. Sci., 8, 101-119.
- Andersen, H. R., Ingvarstsen, K. L., Buchter, L., Kousgaard, K. og Klastrup, S., 1983. Slagtevægtens og foderstyrkens betydning for vækst, foderudnyttelse, slagte- og kødkvalitet hos tyre og stude. 544. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 145 pp.
- Dietert, W., Weniger, J. H. und Pfleiderer, U., 1970. Untersuchungen über verschiedene Prüfungsverfahren auf Mastleistung und Schlachtkörperwert beim Rind. Züchtungskunde 42, 349-359.
- Gravir, K., 1981. Erfahrungen mit der Nachkommenprüfung beim Rind unter Felddbedingungen in Norwegen. Der Tierzüchter, 50-53.
- Harvey, W. R., 1976. Users guide for LSML76. Ohio State University, 77 pp.
- Jensen, J. og Andersen, B. B., 1982. Analyse af syv års individprøve data (miljøkorrektion, arvelig variation, sikkerhed og T-, U- og I-tal). 526. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 112 pp.
- Krausslich, H., 1974. General recommendations on Procedures for Performance and Progeny testing for beef characters. Livestock Prod. Sci., 1, 33-44.
- Liboriussen, T., 1978. Brugskrydsning i SDM og RDM. En sammenlignende undersøgelse af otte kød- og kombinationsracers egnethed. 466. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 123 pp.
- Lykke, T., Nielsen, A., Overgård, A., Kousgaard, K. og Buchter, L., 1975. Avlsstationer for kødproduktion 1973/74. 426. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 100 pp.

- Maijala, K., 1974. Many-sided progeny testing of bulls. *Ann. Genet. Sél. Anim.*, 6, 253-266.
- Meat and Livestock Commission, 1976. *British beef cattle*, 48 pp.
- Nelsen, T. C. and Kress, D. D., 1979. Estimates of heritabilities and correlations for production characters of Angus and Hereford calves. *J. Anim. Sci.*, 48, 286-292.
- Nielsen, E., Nielsen, A., Christensen, L. G., Mandrup-Jensen, J., Kousgaard, K. og Wismer-Pedersen, J., 1968. Afkomsprøver for kødproduktion. 365. Ber. fra Forsøgslaboratoriet, København, 115 pp.
- Rave, G., 1973. Genotyp-Umwelt-Interaktionen für zwei Prüfmethode der Nachkommenprüfung auf Fleischleistung beim Rind. *Züchtungskunde*, 45, 22-29.
- SAS (1979). *SAS. Users guide: 1979*. Ed. SAS-Institute INC. North Carolina.
- Schäffer, L. R., Erikson, J. A. and Wilton, J. W., 1981. Weighted averages of Sire progeny tests for growth traits in record of performance in beef herds. *Can. J. Anim. Sci.*, 61, 35-44.
- Smith, C., Steane, D. E. and Jordan, C., 1979. Progeny test results on Hereford bulls weight-recorded on the farm. *Anim. Prod.*, 28, 49-53.
- Wilton, J. W., Schäffer, L. and Gillis, W. A., 1974. National Sire monitoring programme. Agriculture Canada. Publ. Food Prod. and Marketing Branch, 88 pp.