

Nr. 55 · Februar 1997



Ultralydsscanning af rygmuskel
og fedtansætning hos lam
Målesikkerhed og sammenhæng
til slagtekvallitetsegenskaber

*Ultrasonic eyemuscle and backfat
measurements on lambs
Precision of measurements and correlations
to carcass quality traits*

Jette Lauridsen og Just Jensen
Afdeling for Avl og Genetik

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele • Tlf. 89 99 19 00 • Fax 89 99 19 19
Forskningscenter Bygholm, Postboks 536, 8700 Horsens • Tlf. 75 60 22 11 • Fax 75 62 48 80

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning samt indsamle og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug og jordbrugsteknik i Danmark. I forskningen skal der lægges vægt på ressourceudnyttelse, dyrevelfærd, internt og eksternt miljø, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne.

Institutionen omfatter følgende forskningsafdelinger: Afdeling for Ernæring, Afdeling for Råvarekvalitet, Afdeling for Avl og Genetik, Afdeling for Sundhed og Velfærd, Afdeling for Jordbrugsteknik og Produktionssystemer samt Centrallaboratorium. Servicefunktionerne varetages af Afdeling for Landbrugsdrift, Afdeling for

Stalddrift samt af Statens Husdyrbrugsforsøgs Sekretariat.

Husdyrforskningen finder fortrinsvis sted på Forskningscenter Foulum, mens den jordbrugstekniske forskning udføres på Forskningscenter Bygholm. Herudover har institutionen adgang til en række privat-/organisationsejede forsøgsstationer m.m.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale, videnskabelige tidsskrifter samt i publikationer udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg. Abonnement på årsrapporter, forskningsrapporter, beretninger og informationsblad kan tegnes ved henvendelse til ovenstående adresse.

DANISH INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele • Tel +45 89 99 19 00 • Fax +45 89 99 19 19
Research Centre Bygholm, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens • Tel +45 75 60 22 11 • Fax +45 75 62 48 80

The aim of the Danish Institute of Animal Science is to carry out research and accumulate knowledge of importance to animal husbandry and agricultural engineering. In the research, great importance is attached to the utilization of resources, environment, animal welfare, and to the quality and competitiveness of the agricultural products along with a rapid and efficient dissemination of the results.

The institute comprises six research departments: Dept. for Nutrition, Dept. for Product Quality, Dept. for Breeding and Genetics, Dept. for Animal Health and Welfare, Dept. for Agricultural Engineering and Production Systems, and a Cen-

tral Laboratory. Service departments include Dept. for Farm Management and Services, Dept. for Livestock Management, and a Secretariat.

The research departments for animal science together with management and service departments are located at Research Centre Foulum. The technical research takes place at Research Centre Bygholm.

Research results are published in international scientific journals and in publications from the Danish Institute of Animal Science. For subscription to reports and other publications please contact the above address.

Forskningsrapport nr. 55

fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Ultralydsscanning af rygmuskel og fedtansætning hos lam

Målesikkerhed og sammenhæng
til slagte kvalitetsegenskaber

*Ultrasonic eye muscle and backfat
measurements on lambs*

*Precision of measurements and correlations
to carcass quality traits*

Jette Lauridsen og Just Jensen
Afdeling for Avl og Genetik

Indholdsfortegnelse

Contents.....	4
Sammendrag	5
Summary.....	7
1 Indledning.....	8
2 Materiale og metode	9
2.1 Udstyr.....	9
2.2 Definition af målested og egenskaber	10
2.3 Slagteprocedure og definition af slagtekvantitetsegenskaber	10
2.4 Statistiske metoder	11
2.5 Forsøgsplaner og statistiske modeller	12
2.5.1 Scanning med PIGLOG 105 og ALOKA SSD-210 med ca. 4 ugers mellemrum (I'93).....	12
2.5.2 Scanning med PIGLOG 105 og ALOKA SSD-500 hver 14. dag i vækstperioden og forud for slagtning (F'93).....	13
2.5.3 Scanning med ALOKA SSD-500 ved brug af forskellige billedopmålingsteknikker og forskellige operatører tidligt i vækstperioden og forud for slagtning (F'94)	15
2.5.4 Scanning med VETSCAN 2 og ALOKA SSD-210 med 1 dags mellemrum (I'95).....	16
2.5.5 Scanning med VETSCAN 2 og ALOKA SSD-500 3-5 uger før slagtning og forud for slagtning (F'95)	17
3 Resultater og diskussion	19
3.1 MÅLESIKKERHED	19
3.1.1 Effekt af scanningsudstyr	19
3.1.2 Effekt af billedopmålingsteknik	24
3.1.3 Effekt af operatør.....	26
3.1.4 Effekt af vægt.....	28
3.2 SAMMENHÆNG MELLEM ULTRALYDMÅL OG SLAGTEKVALITETSEGENSKABER.....	31
4 Konklusioner	35
Anerkendelser	36
Litteraturliste.....	37
Appendiks A: Skitser til beskrivelse af udstyr	39
Appendiks B: Tabelværk	41

Contents

Sammendrag	5
Summary	7
1 Introduction	8
2 Materials and methods	9
2.1 EQUIPMENT	9
2.2 DEFINITION OF POINT OF MEASUREMENT AND OF TRAITS TO MEASURE	10
2.3 SLAUGHTER PROCEDURE AND DEFINITION OF SLAUGHTER QUALITY TRAITS	10
2.4 STATISTICAL METHODS	11
2.5 EXPERIMENTAL DESIGN AND STATISTICAL MODELS	12
2.5.1 Ultrasonic measurements with PIGLOG 105 and ALOKA SSD-210 with about 4 weeks interval (I'93)	12
2.5.2 Ultrasonic measurements with PIGLOG 105 og ALOKA SSD-500 every second week in the growth period and just before slaughtering (F'93)	13
2.5.3 Ultrasonic measurements with ALOKA SSD-500 using different image registration tecnics and different operators early ind the growth period and just before slaughtering (F'94)	15
2.5.4 Ultrasonic measurements with VETSCAN 2 and ALOKA SSD-210 with 1 day interval (I'95)	16
2.5.5 Ultrasonic measurements with VETSCAN 2 and ALOKA SSD-500 3-5 weeks before slaughtering and just before slaughtering (F'95)	17
3 Results and discussion	19
3.1 PRECISION OF MEASUREMENTS	19
3.1.1 Effect of equipments	19
3.1.2 Effect of image registration technics	24
3.1.3 Effect of operator	26
3.1.4 Effect of lamb weight	28
3.2 CORRELATIONS BETWEEN ULTRASONIC MEASUREMENTS AND SLAUGHTER QUALITY TRAITS	31
4 Conclusions	35
Acknowledgement	36
References	37
Appendix A: Outline for description of equipment plus a survey of the trials	39
Appendix B: Tables	41

Sammendrag

I årene 1993-1995 er der foretaget ultralyd-scanning af rygmuskulens størrelse og fedtansætning over 1. lændehvirvel (1. lumbar vertebra) hos ialt 588 lam med 4 udstyr. Ultralydscanningen er foretaget på lam indsat på individprøvestationer i Stenum og Farsø, samt på lam fra Forskningscenter Foulums fårebesejning. Ialt 327 lam fra Forskningscenter Foulum blev slagtet på Forskningscenterets forsøgsslagteri. På slagteriet blev slagtekroppen vejlet, klassificeret og grovparteret, ligesom lændestykket blev dissekeret. Ultralydmålingerne blev gentaget på måledagen og hvert lam blev scannet mindst 2 gange i vækstperioden. Lammene blev vejlet i forbindelse med scanningen.

Statistiske analyser er udført baseret på lineære modeller omfattende systematiske effekter af race, køn, scanningsdag, operatør, vægt og vægt kvadreret, som de vigtigste.

Der er beregnet korrelationer mellem målinger foretaget samme dag (r_c) og korrelationer mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_d). Disse er sammenvejet i et udtryk for målesikkerhed (r^2). Løsninger for hvert dyr fundet ved de statistiske analyser, er anvendt til beregning af sammenhæng mellem ultralydmålinger og slagtekvantitet.

Resultaterne viser, at målesikkerheden ved scanning med PIGLOG 105 (A-mode scanner)

er lav, hvorimod målesikkerheden ved scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2 (B-mode scanner) generelt er høj. Målesikkerheden afhænger af billedopmålingsteknikken på den måde, at muskelareal målt på foto og muskeldybde målt direkte på skærmen næsten giver samme sikkerhed. Fedttykkelsen målt direkte på skærmen er knapt så sikker at måle som fedtareal og fedt-tykkelse på foto. Det fremgår af resultaterne at operatørens rutine er vigtigt for opnåelse af en høj målesikkerhed. Ligeledes ses det at målesikkerheden stiger med stigende vægt hos lammet, og at lammet samtidig skal være vant til håndtering.

Ved scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2 ses at ultralydmåling af rygmuskulens størrelse (areal og dybde) er højest korreleret til kød i lænden (g), vægt af køllen (g), klassificering for form, slagteprocenten og afregningen (kr) med korrelationer på hhv. 0,32 til 0,67; 0,20 til 0,47; 0,27 til 0,42; 0,30 til 0,49 og 0,18 til 0,56. Ultralydmåling af fedtansætningen (areal og tykkelse) er højest korreleret til fedt i lænden (g), procent fedt i lænden (%), klassificering for fedme, nyrefedt (g), slagteprocenten og procent kød i lænden (%) med korrelationer på hhv. 0,41 til 0,73; 0,38 til 0,70; 0,17 til 0,43; 0,16 til 0,53; 0,26 til 0,45 og -0,56 til -0,22. Disse korrelationer er så høje, at ultralydmålingerne giver brugbar information om lammets slagtekvantitet.

Ved brug af erfarne operatører og ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2 kan ultralydsscanning anvendes til at forudsige lams slagtekvantitet efter korrektion for systematiske effekter.

Nøgleord: Lam, ultralydsscanning, målesikkerhed, slagtekvantitet.

Summary

In the period 1993-1995 ultrasonic eyemuscle and backfat measurements were taken by four equipments at *first lumbar vertebra* on a total of 588 lambs. The ultrasonic measurements were recorded on lambs from the test stations in Stenum and Farsø. A total of 327 lambs from Research Center Foulum were slaughtered at the Research Centers own slaughterhouse. The carcass were weighed, graded and cut into trade cuts. The loin were dissected into lean, fat and bone. Ultrasonic measurements were repeated on the day of scanning and each lamb were measured at least twice during the growth period. The lambs were weighed in connection with the measurements.

Statistical analysis based on linear models including the fixed effects of breed, sex, date of scanning, operator, lamb weight and lamb weight squared, as the most important factors, was performed. Results are presented by correlations between measurements taken on the same day (r_c) and correlations between measurements taken on different days (r_d). These correlations are gathered into an expression for precision (r^2). Solutions for each animal from mixed models were used to estimate correlations to carcass measurements.

Results show a low precision using the PI-GLOG 105 A-mode scanner. The B-mode scanners, ALOKA SSD-210/SSD-500 and VETSCAN 2, show generally high precision. The precision is dependent of the image regis-

tration technique. Muscle area can be measured with a higher precision than muscle depth on photo, but muscle depth recorded directly from the screen reach the same high level. Fat thickness measured directly on the screen has a lower precision than fat area and fat thickness measured on photo. The experience of the operator is very important for obtaining a high precision. Precision increases with increasing weight of lambs, but the lambs must be accustomed to handling. Using the ALOKA SSD-210/SSD-500 and VETSCAN 2 eyemuscle measurements (area and depth) were strongest correlated to loin lean content (g), weight of haunch (g), conformation grade, dressing percent and the account (kr) with correlations of 0,32 to 0,67; 0,20 to 0,47; 0,27 to 0,42; 0,30 to 0,49 and 0,18 to 0,56. Backfat measurements (area and thickness) were strongest correlated to loin fat content (g), relative loin fat content (%), fatness grade, kidney fat (g), dressing percent and relative loin lean content (%) with correlations of 0,41 to 0,73; 0,38 to 0,70; 0,17 to 0,43; 0,16 to 0,53; 0,26 to 0,45 og -0,56 to -0,22. These correlations show that the ultrasonic measurements gives valuable information of slaughter quality.

Using experienced operators and ALOKA SSD-210/SSD-500 and VETSCAN 2, ultrasonic measurements can be used in prediction of carcass quality in lambs after precorrection of fixed effects.

Key words: Lambs, ultrasonic measurements, precision, slaughter quality.

1 Indledning

Som led i avlsarbejdet har man i Danmark siden 1979 afprøvet vædderlam under kontrollerede forhold på individprøvestation (Jensen & Liboriussen, 1991). Lammene ultralydscannes over 1. lændehvirvel (1. *lumbar vertebra*) for rygmuskelareal og fedttykkelse. Disse egenskaber indgår sammen med daglig tilvækst i selektionsindeksberegninger til forudsigelse af lammenes individuelle avlsværdier (Liboriussen, 1995). Afprøvningen bygger bl.a. på undersøgelser af Andersen (1975) og Jensen *et al.* (1980), der fandt, at ultralydscanning af rygmuskel og fedtansætning i lænden er gode indikatorer for kød- og fedtindholdet i slagtekroppen hos kvæg og får.

Som et alternativ eller supplement til individprøven på station kan ultralydscanning af lam i besætninger give værdifuld information. Thorsteinsson *et al.* (1994) konkluderede i deres undersøgelse, at ultralydscanning i besætninger kan anvendes til at øge sikkerheden ved selektion for forbedring af slagtekroppen. Der har dog været problemer med ultralydscanning i besætninger p.g.a. manglende præcision ved de anvendte udstyr (Fortin & Shresta, 1986), type af udstyr, manglende operatørrutine (Russel, 1994) og fordi målingerne er vægtafhængige (Jensen *et al.*, 1980).

I et review af Wilson (1992), blev det konkluderet, at fedtscanninger kan forbedre forudsigelsen af fedtindhold, procent fedt og procent kød i slagtekroppen, mens muskelscanninger kun i begrænset omfang kan forbedre forudsigelsen af kød og procent kød i slagtekroppen.

Hopkins (1990) fandt ligeledes, at ultralydmåling af muskelareal ved 12. ribben hos lam, ikke har nogen umiddelbar værdi ved selektion for kød, men at fedttykkelsen derimod kan forklare en stor del af variationen i procentdelen af kød i slagtekroppen. Hos ungtyre er der dog fundet en genetisk korrelation mellem muskelareal og klassificering for form på 0,40-0,45, hvilket betyder, at selektion for større muskelareal vil forbedre klassificeringen (Madsen & Andersen, 1993). Jensen *et al.* (1980) fandt ligeledes moderat sammenhæng mellem ultralydmåling af muskelareal og procent kød i slagtekroppen og i ryggen hos lam, ligesom der er moderat sammenhæng mellem ultralydmåling af fedttykkelse og procent fedt i slagtekroppen og i ryggen hos lam.

I denne forskningsrapport er målesikkerhed og sammenhæng mellem ultralydmålinger og forskellige slagte kvalitetssegenskaber bestemt ved anvendelse af fire scanningsudstyr til ultralydscanning af rygmuskel og fedtansætning over 1. lændehvirvel (1. *lumbar vertebra*) hos lam. Ultralydmålingerne er foretaget med to forskellige billedopmålingsteknikker og af fem operatører med varierende erfaring. Desuden er ultralydmålingerne foretaget ved forskellig vægt hos lammene. Forsøgene er udført på lam på individprøvestationer i Stenum og Farsø i 1993 og 1995 og på lam på Forskningscenter Foulum i 1993, 1994 og 1995. ALOKA SSD-210 og ALOKA SSD-500 scannere er valgt som referenceudstyr ved afprøvning af PIG-LOG 105 og VETSCAN 2. De to førstnævnte udstyr anvendes i forvejen på hhv. individ-

prøvestationerne og Forskningscenter Foulum. PIGLOG 105 afprøves da det evt. kunne lette arbejdsgangen i forbindelse med scanning. VETSCAN 2 anvendes kommercielt i DK i forbindelse med drægtighedsscanning og kunne evt. anvendes til muskel- og fedtsscanning. De fem operatører er valgt på baggrund af deres erfaring med scanning på individprø-

verne eller kommercielt, eller p.g.a. deres ansættelse ved Forskningscenter Foulum. Formålet med forsøgene var at bestemme sikkerheden ved ultralydmåling med de valgte udstyr, samt om ultralydmåling af rygmusklen og fedtansætningen med disse udstyr, kan give information om lams slagtekvantitet.

2 Materiale og metode

2.1 UDSKYR

De fire scannere og deres anvendelse i forsøgene er beskrevet nedenfor og illustreret ved skitser i Appendiks A.

ALOKA ECHO CAMERA SSD-210 og ALOKA ECHO CAMERA SSD-500 (ALOKA SSD-210 og ALOKA SSD-500) (ALOKA Co. Ltd.) er såkaldte "B-mode" og "realtime" ultralydscannere. Det betyder at et to-dimensionalt virkelighedstro billede dannes på en skærm ved ekko fra ultralydsbølgerne, når de rammer overgangen mellem forskellige væv (Russel, 1994), (White & Russel, 1987). Afsendelse af ultralydbølger og omsættelse af ekko derfra til en serie af tætte parallelle linier på skærmen, sker ved hjælp af en såkaldt "linear array transducer" (scanningshoved) med en frekvens på 5 MHz. Ultralydbilledet på skærmen fotograferes ved anvendelse af en kameraboks med påsat spejlreflekskamera, ved en lukketid på 1/4 sek og en sort/hvid 400 ASA film. Fra den fremkaldte filmrulle overføres ultralydbilledet digitalt ved hjælp af et videokamera til et datalogisk billedbehandlingssystem (Scan-

Beam). En tekniker sørger for kalibrering og manuel opmåling af egenskaber på ultralydbilledet. Afstanden mellem to punkter kan også opmåles manuelt direkte på skærmen ved hjælp af en indbygget elektronisk målestok. Ved hver scanning foretages to uafhængige målinger ved at scanningshovedet placeres på målestedet, billedet fastfryses på skærmen og der foretages en opmåling direkte på skærmen og/eller der tages et billede til videre behandling. Derefter gentages proceduren med ny placering af scanningshovedet på målestedet.

PIGLOG 105 (SFK-Technology Ltd.) er en såkaldt "A-mode" ultralydscanner, hvor ekkoet fra ultralydbølgerne præsenteres éndimensionelt som toppe, når de afbildes mod tid (White & Russel, 1987). Afstanden mellem adskilte toppe repræsenterer afstanden mellem forskellige væv. Scanneren har indbygget algoritmer, der udregner et gennemsnit af afstanden mellem flere sandsynlige toppe og præsenterer værdien for egenskaberne digitalt i mm. Scanningshovedet har en frekvens på 4 MHz. Ved hver scanning foretages 3 afhængi-

ge målinger, dvs. at scanningshovedet placeres på målestedet og scanneren foretager automatisk 3 målinger i træk. Resultaterne kan derefter overføres til PC.

VETSCAN 2 (BCF Technology Ltd) er også en såkaldt "B-mode" og "realtime" ultralydscanner. Forskellen på denne scanner og ALOKA er hovedsagelig det anvendte scanningshoved, som er en "sector transducer" med en valgbare frekvens på 3,5 MHz (anvendt ved forsøg I'95) eller 5 MHz (anvendt ved forsøg F'95). "Sector"-scanningshovedet omsætter ekkot fra ultralydsbølgerne til en serie af divergerende (afvigende) linier på skærmen (som en bue op til 170°) (White & Russel, 1987). Ved scanning med VETSCAN 2 anvendes en såkaldt "forligger". En "forligger" kan bestå af en væskefyldt pose uden luftbobler, eller af materiale med tilsvarende egenskaber, som tillader ultralydbølgerne at trænge igennem. "Forliggeren" placeres mellem lammets ryg og scanningshovedet på målestedet. Herved vil de små forstyrrelser, som normalt opstår i ultralydbilledets øverste kant ikke forstyrre selve målingen og der opnås en bedre fokusering i den øverste del af ultralydbilledet.

Egenskaberne opmåles direkte på skærmbilledet med en indbygget elektronisk målestok. Der foretages to uafhængige målinger, d.v.s. at scanningshovedet placeres på målestedet, billedet fastfryses og der foretages opmåling af måleegenskaberne på skærmen, som noteres. Proceduren gentages.

2.2 DEFINITION AF MÅLESTED OG EGENSKABER

Målestedet er på rygmusklen (*m. longissimus dorsi*) over 1. lændehvirvel (1. *lumbar vertebra*) på lammets højre side. Lammene blev før

scanningen klippet på højre side af lænden. På målestedet blev skindet vædet med medicinsk hvid olie (Norsk Hydro/Statoil), og der blev lagt en stribe ultralydgel (Norsk Hydro/Statoil). Ved måling med PIGLOG 105 blev scanningshovedet placeret en trediedel af skønnet muskelbredde fra ryggraden.

De egenskaber, der er målt ved ultralydscanningen er følgende: Ved optegning af ultralydsbilleder fra ALOKA SSD-210 og SSD-500 måles muskeldybde(mm), muskelareal(cm^2), fedttykkelse(mm) og fedtareal(cm^2). Ved opmåling direkte på skærm med indbygget målestok på ALOKA SSD-500 og VETSCAN 2 og ved scanning med PIGLOG måles muskeldybde(mm) og fedttykkelse(mm). Ved scanning med ALOKA og PIGLOG er hudtykkelsen medregnet i fedttykkelsen, hvilket ikke er tilfældet med VETSCAN, da anvendelsen af "forligger", betyder at man kan skelne mellem hud og fedt på ultralydbilledet. Ved scanning med ALOKA og VETSCAN måles muskeldybden fra grænsen mellem fedt og muskel vinkelret over og ned til det dybeste punkt på musklen og fedttykkelsen henover dette punkt (se skitse App. A).

2.3 SLAGTEPROCEDURE OG DEFINITION AF SLAGTEKVALITETSEGENSKABER

Lammene fra forsøgene på Forskningscenter Foulum blev slagtet. På slagtedagen blev lammene vejjet (levende vægt ved slagtning) og huldbedømt. Efter slagtning og nedkøling blev slagtekroppen vejjet (vægt af slagtekrop) og klassificeret for form, fedme og farve (EUROP-klassificering). Slagtekroppen blev flækket og højre halvdel vejjet. Den højre halvdel blev grovparteret i hals, ryg, lændestykke, bryst, bov, kølle, slag og nyrestok (nyre plus fedt). På lændestykket blev taget et

fotografi af skærefladen ved 1. lændehvirvel, der siden blev opmålt efter samme procedure som ultralydbillederne. Hver udsækning blev derefter vejlet. Lændestykket blev dissekeret i kød, fedt og knogler. Som slagte kvalitetssegenskaber anvendes klassificering for form og fedme, vægt af kølle, slagteprocent, kød i lænd(g), andel af kød i lænd(%), fedt i lænd(g), andel af fedt i lænd(%), nyrefedt(g) og afregning(kr) (udregnet ved notering af slagtelam, Iversen-Dane Beef uge 7, 1994).

2.4 STATISTISKE METODER

Statistiske analyser af ultralyddata er foretaget ved hjælp af SAS proceduren PROC MIXED (SAS Institute, INC., 1992). Proceduren bruges ved analyse af data med både systematiske og tilfældige effekter, hvor de tilfældige effekter af dyr, gentagelse og rest estimeres ved varianskomponenterne σ^2_D , σ^2_G og σ^2_e ved hjælp af REML (REstricted Maximum Likelihood). I nogle af forsøgene er data for de forskellige fedtmål transformeret ved den naturlige logaritme. Den fænotypiske varians er tilbage-

transformeret før præsentation af resultaterne. Det antages at data er normalfordelte.

Ved modelopbygning er opstillet en "fuld" model med mulige effekter og vekselvirkninger, som trinvis er reduceret. Kriteriet for at en effekt er beholdt i modellen er signifikans på 5 % niveau for én af de analyserede variable. Der er dog samtidig tilstræbt konsistens i modelopbygningen mellem forsøg, der ligner hinanden. Kun de endelige modeller præsenteres under afsnit 2.5 for de respektive forsøg.

Som udtryk for sikkerhed angives korrelationen mellem ultralydmålinger foretaget på samme dag (r_G) og korrelationen mellem ultralydmålinger foretaget på forskellige dage (r_D). Disse to korrelationer sammenvejes i et udtryk for målesikkerhed (r^2) mellem det estimerede og det sande udtryk for den undersøgte egenskab (muskeldybde, muskelareal, fedtthykkelse, fedtareal), når det antages, at lammene måles på to forskellige dage med gentagne målinger på hver måledag. Formlerne er følgende:

$$\begin{aligned} r_G &= (\sigma^2_D + \sigma^2_G) / \sigma^2_{\text{total}} \\ r_D &= \sigma^2_D / \sigma^2_{\text{total}}, \text{ hvor} \\ \sigma^2_{\text{total}} &= \sigma^2_D + \sigma^2_G + \sigma^2_e \\ r^2 &= 1 - ((P_{11} * \sigma^2_e) / \sigma^2_D), \text{ hvor } P_{11} \text{ fås ved} \\ &\left(\begin{bmatrix} n_d & n_g & n_g \\ n_g & n_g & 0 \\ n_g & 0 & n_g \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sigma^2_e / \sigma^2_D & & \\ & \sigma^2_e / \sigma^2_G & \\ & & \sigma^2_e / \sigma^2_G \end{bmatrix} \right)^{-1} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

n_g = 2 gentagelser ved scanning med ALOKA/VETSCAN og 3 gentagelser ved scanning med PIGLOG

n_d = $2 * n_g = 2$ måledage * antal gentagelser

Til beregning af sammenhæng mellem de målte egenskaber og slagtekalitetsegenskaberne er anvendt løsninger for hvert dyr fundet ved ovennævnte analyser for de aktuelle forsøg. Det vil sige, at sammenhængen udtrykkes ved en korrelation mellem et estimat af summen af genotype og permanent miljø ($\hat{d} = \widehat{a+p}$) for de målte egenskaber og fænotype for slagtekalitetsegenskaberne. Analyserne er foretaget ved hjælp af SAS proceduren PROC GLM (SAS Institute, INC., 1989). Korrelationerne er estimerede som residualkorrelationer i en multivariat model, hvor kun systematiske effekter er medtaget.

2.5 FORSØGSPLANER OG STATISTISKE MODELLER

I Appendiks A ses en oversigt over de 5 delforsøg, som beskrives i detaljer i dette afsnit.

2.5.1 Scanning med PIGLOG 105 og ALOKA SSD-210 med ca. 4 ugers mellemrum (I'93)

Forsøget blev udført på individprøvestationerne i Stenum og Farsø i sommeren 1993. Både de ordinære scanningsresultater og scanningsresultater fra afprøvning af udstyr sideløbende med prøvens udførelse indgik i forsøget. Individprøverne omfattede i 1993 134 vædderlam af racerne Oxforddown, Shropshire,

Leicester, Dorset, Texel, Finuld og Såne. Lammene var opstaldet og fodret individuelt med kraftfoder og hø efter ædelyst (Jensen, 1993). Ultralydsscanning med ALOKA SSD-210 og PIGLOG 105 blev foretaget 2 gange på hver lam i prøvetiden så tæt på en alder af hhv. 90 og 120 dage som muligt efter beskrivelsen i afsnit 2.1. Scanning med ALOKA SSD-210 blev foretaget af samme operatør (A), mens scanning med PIGLOG 105 blev foretaget af to andre operatører (B og C), der scannede på forskellige dage. Alle 134 lam blev scannet med ALOKA SSD-210 to gange, mens kun 114 lam blev scannet med PIGLOG 105, deraf kun 72 lam begge gange. Derfor er der forskel i antal niveauer for race, operatør*scanningsdag og lam. Datasættet omfatter 536 observationer (134 lam scannet 2 forskellige dage med to gentagelser pr. dag) for scanning med ALOKA SSD-210 og 558 observationer (72 lam scannet to forskellige dage med 3 gentagelser pr. dag plus 42 lam scannet 1 dag med 3 gentagelser pr. dag) for scanning med PIGLOG 105. Lammene blev vejet på scanningsdagen. Operatør og scanningsdag blev registreret. Øvrige oplysninger blev hentet fra individprøvedatabasen. Effekten af operatør og scanningsdag kan ikke adskilles ved beregningerne, da der ved skift af operatør også var skift af scanningsdag.

Ultralydmaterialet blev analyseret med følgende model:

$$y_{ijnp} = r_i + d_{j(i)} + b_1 * v_{ijn} + b_2 * v_{ijn} + b_3 * v_{ijn}^2 + l_{n(i)} + m_{j(n,i)} + e_{ijnp} \quad [1]$$

hvor

y_{ijnp} = observation af en egenskab for p'te gentagelse hos n'te lam på j'te operatør*scanningsdag inden for i'te race,

r_i = systematisk effekt af i'te race ($i=1, \dots, 7_{(ALOKA)}$) ($i=1, \dots, 6_{(PIGLOG)}$),

$d_{j(i)}$ = systematisk effekt af j'te operatør*scanningsdag inden for i'te race ($j=1, \dots, 16_{(ALOKA)}$) ($j=1, \dots, 10_{(PIGLOG)}$),

b_1 = regression af y_{ijnp} på lammets vægt på scanningsdagen,

v_{ijn} = vægt hos n'te lam på j'te operatør*scanningsdag inden for i'te race,

- $b_{2(i)}$ = regression af y_{ijn} på lammets vægt på scanningsdagen inden for i'te race,
 b_3 = regression af y_{ijn} på lammets kvadrerede vægt på scanningsdagen,
 v_{ijn}^2 = kvadrerede vægt hos n'te lam på j'te operator*scanningsdag inden for i'te race,
 $l_{n(i)}$ = tilfældig effekt af n'te lam ($n=1,...,134_{(ALOKA)}$) ($n=1,...,114_{(PIGLOG)}$) inden for i'te race med varians σ_v^2 ,
 $m_{j(n,i)}$ = tilfældig effekt af måling på j'te scanningsdag inden for n'te lam og i'te race med varians σ_G^2 ,
 e_{ijn} = tilfældig restvariation for p'te gentagelse hos n'te lam på j'te operator*scanningsdag inden for i'te race med varians σ_e^2 .

2.5.2 Scanning med PIGLOG 105 og ALOKA SSD-500 hver 14. dag i vækstperioden og forud for slagtning (F'93)

Forsøget blev udført på Forskningscenter Foulum i sommeren 1993 og omfattede 165 lam af racerne Gotlandsk Pels, Finuld, Leicester og krydsninger med Texel som vædder-race af typen Texel*Leicester, Texel*(Texel*Leicester), Texel*(Oxforddown* Leicester), Texel* Oxforddown, Texel*(Texel*Oxford-down). Lammene blev fravænnet ved 2 mdr.s alderen og fik kraftfoder med forskelligt proteinniveau af protein fra forskellige proteinkilder. Ultralydmålinger med ALOKA SSD-500 og PIGLOG 105 blev foretaget hver 14. dag fra lammene var omkring 2 måneder gamle og indtil slagtning. Scanning blev foretaget af ialt 3 operatører (B, C og D), dog kun 2 operatører

på hver scanningsdag. På scanningsdagen blev lammene delt blandt de to operatører, som scannede med begge udstyr, som beskrevet i afsnit 2.1. Registrering af operatør blev foretaget ved scanning og lammene blev vejlet dagen før scanning. Øvrige oplysninger blev hentet fra databasen for Foulums fårebesætning. Der blev slagtet 138 lam ud af de i alt 165, som blev målt.

Data er inddelt i 3 aldersintervaller (1: < 110 dage, 2: 110-140 dage, 3: > 140 dage). Der er hhv. 481, 420 og 373 observationer for ALOKA SSD-500 og hhv. 1485, 981 og 834 for PIGLOG 105. På grund af inddelingen i aldersintervaller, samt tab af film og derved data, er der forskel i antal niveauer for scanningsdag og lam.

Ultralydmaterialet blev analyseret med følgende model:

$$y_{ijklmnp} = r_i + d_j + k_k + h_l + p_m + b_1 * v_{ijn} + b_{2(i)} * v_{ijn} + b_3 * v_{ijn} + b_4 * v_{ijn}^2 + r_i h_l + k_k h_l + l_{n(i)} + m_{j(n,i)} + e_{ijklmnp} \quad [2]$$

hvor

- $y_{ijklmnp}$ = observation af en egenskab inden for p'te gentagelse hos n'te lam ved m'te operatør inden for l'te hold og k'te køn på j'te scanningdag, inden for i'te race eller racekombination,
 r_i = systematisk effekt af i'te race eller racekombination ($i=1,...,8$),
 d_j = systematisk effekt af j'te scanningsdag ($j=1,...,11_{(ALOKA)}$) ($j=1,...,14_{(PIGLOG)}$),
 k_k = systematisk effekt af k'te køn ($k=gimmer, vædder, beder$)
 h_l = systematisk effekt af l'te hold ($l=1,...,10$),
 p_m = systematisk effekt af m'te operatør ($m=1,...,3$),

- b_1 = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets vægt på scanningsdagen,
 v_{ijn} = vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination,
 $b_{2(k)}$ = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets vægt på scanningsdagen inden for k'te køn,
 $b_{3(l)}$ = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets vægt på scanningsdagen inden for l'te hold,
 b_4 = regression af $y_{ijklmnp}$ på den kvadrerede vægt på scanningsdagen,
 v_{ijn}^2 = kvadrerede vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination,
 $r_i h_l$ = vekselvirkning mellem race eller racekombination og hold,
 $k_k h_l$ = vekselvirkning mellem køn og hold,
 $l_{n(i)}$ = tilfældig effekt af n'te lam ($n=1,...,150_{(ALOKA)}$) ($n=1,...,163_{(PIGLOG)}$) inden for i'te race eller racekombination med varians $\sigma_{D'}^2$,
 $m_{j(n,i)}$ = tilfældig effekt af måling på j'te scanningsdag inden for n'te lam og i'te race eller racekombination med varians $\sigma_{G'}^2$,
 $e_{ijklmnp}$ = tilfældig restvariation inden for p'te gentagelse hos n'te lam ved m'te operatør inden for l'te hold og k'te køn på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination med varians σ_e^2 .

Analyse af ultralydmål og slagtekalitetsegenskaber:

Løsningerne for hvert lam i Model 2 blev brugt til estimation af korrelationer mellem de målte egenskaber og slagtekalitetsegenskaberne med følgende multivariat model:

$$y1_yn_{ikln} = r_i + k_k + h_l + b_1 * v_{in} + b_{2(k)} * v_{in} + b_{3(l)} * v_{in} + r_i h_l + k_k h_l + e_{ikln} \quad [3]$$

hvor

- $y1_yn_{ikln}$ = observation af egenskab $y1_yn$ hos n'te lam inden for l'te hold, k'te køn og i'te race eller racekombination
 r_i = systematisk effekt af i'te race eller racekombination ($i=1,...,8$),
 k_k = systematisk effekt af k'te køn ($k=vædder, gimmer, bede$),
 h_l = systematisk effekt af l'te hold ($l=1,...,10$),
 b_1 = regression af $y1_yn_{ikln}$ på lammets vægt ved slagtning,
 v_{in} = vægt ved slagtning hos n'te lam inden for i'te race eller racekombination,
 $b_{2(k)}$ = regression af $y1_yn_{ikln}$ på lammets vægt ved slagtning inden for k'te køn,
 $b_{3(l)}$ = regression af $y1_yn_{ikln}$ på lammets vægt ved slagtning inden for l'te hold,
 $r_i h_l$ = vekselvirkning mellem race eller racekombination og hold,
 $k_k h_l$ = vekselvirkning mellem køn og hold.
 e_{ikln} = tilfældig restvariation hos n'te lam ($n=1,...,138$) på l'te hold inden for k'te køn og i'te race eller racekombination.

2.5.3 Scanning med ALOKA SSD-500 ved brug af forskellige billedeopmålingsteknikker og forskellige operatører tidligt i vækstperioden og forud for slagting (F'94)

Forsøget blev udført på Forskningscenter Foulum i sommeren 1994 og omfattede 119 lam af race eller racekombinationerne Finuld, Gotlandsk Pelsfår, Texel, Texel*Finuld og Texel*Gotlandsk Pelsfår (Texel som vædder-race). Lammene indgik i et tilvækstforsøg med fodring på stald eller afgræsning og blev ved scanning inddelt i hold efter behandling (Vigh-Larsen et al., 1994). Lammene blev scannet i 3-3,5 mdr. alderen og igen ved 4-4,5 mdr. alderen forud for slagting (ved formodet opnået optimal slagtevægt). Lammene blev scannet 2 dage i træk. En trænet operatør

(A) scannede alle lammene på 1. dag (som kontrol), mens 3 andre operatører (B, C og D) scannede på 2. dag på skift. Lammene blev vejlet på scanningsdagen. Operatør og scannings-dato blev registreret. Øvrige oplysninger blev hentet fra databasen for Foulums fårebesætning. Vædder er taget med som systematisk effekt, da der kun er 8 væddere, hvor nogle kun er anvendt få gange. Da skift af operatør skete samtidig med skift af scanningsdato kan effekten af operatør ikke adskilles fra effekten af scanningsdato. Analysen blev foretaget med data opdelt i tidlig og sen måling (forud for slagting) med hhv. 472 og 464 observationer, samt for hver operatør A, B, C og D med hhv. 468, 116, 120 og 232 observationer. Der blev slagtet 117 lam.

Ultralydmaterialet blev analyseret med flg. model:

$$y_{ijklmnp} = r_i + d_j + k_k + h_l + f_m + b_1 * v_{ijn} + b_{2(i)} * v_{ijn} + b_{3(k)} * v_{imn} + b_4 * v_{imn}^2 + b_{5(i)} * v_{imn}^2 + l_{n(i,j,k,l)} + m_{j(i,j,k,l,n)} + e_{ijklmnp} \quad [4]$$

hvor

$y_{ijklmnp}$ = observation af en egenskab ved p'te gentagelse hos n'te lam ved m'te vædder inden for l'te hold og k'te køn på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination,

r_i = systematisk effekt af i'te race eller racekombination ($i=1,...,5$),

d_j = systematisk effekt af j'te scanningsdag ($j=1,...,8$),

k_k = systematisk effekt af k'te køn ($k=1,2$),

h_l = systematisk effekt af l'te hold ($l=1,...,4$),

f_m = systematisk effekt af m'te vædder ($m=1,...,8$),

b_1 = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets vægt på scanningsdagen,

v_{ijn} = vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination,

$b_{2(i)}$ = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets vægt på scanningsdagen inden for i'te race eller racekombination,

$b_{3(k)}$ = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets vægt på scanningsdag inden for k'te køn,

b_4 = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets kvadrerede vægt på scanningsdagen,

v_{ijn}^2 = kvadrerede vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination,

$b_{5(i)}$ = regression af $y_{ijklmnp}$ på lammets kvadrerede vægt på scanningsdagen inden for i'te race eller racekombination,

- $l_{n(i,k,l,m)}$ = tilfældig effekt af n'te lam ($n=1,...,119$) inden for i'te race eller racekombination, k'te køn, l'te hold og m'te vædder med varians σ^2_{lv} ,
 $m_{j(i,k,l,m,n)}$ = tilfældig effekt af måling på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination, k'te køn, l'te hold, m'te vædder og n'te lam med varians σ^2_{lv} ,
 $e_{ijklmnp}$ = tilfældig restvariation ved p'te gentagelse hos n'te lam ved m'te vædder inden for l'te hold og k'te køn på j'te scanningsdag inden for i'te race eller racekombination for ijklmnp'te lam med varians σ^2_e .

Løsningerne pr. dyr + væddereffekt fundet ved model 4 blev brugt til estimation af korrelationer mellem måleegenskaberne og slagtekvallitetsegenskaber med følgende multivariat model:

$$y1_yn_{ikln} = r_i + k_k + h_l + b_1 * v_{in} + e_{ikln} \quad [5]$$

hvor

$y1_yn_{ikln}$ = observation af egenskab $y1_yn$ hos n'te lam inden for l'te hold, k'te køn og i'te race eller racekombination

r_i = systematisk effekt af i'te race eller racekombination ($i=1,...,5$),

k_k = systematisk effekt af k'te køn ($k=1,2$),

h_l = systematisk effekt af l'te hold ($l=1,...,4$),

b_1 = regression af $y1_yn_{iklm}$ på lammets vægt ved slagtning,

v_{in} = vægt ved slagtning hos n'te lam inden for i'te race eller racekombination,

e_{ikln} = tilfældig restvariation hos n'te lam ($n=1,...,117$) på l'te hold inden for k'te køn og i'te race eller racekombination.

2.5.4 Scanning med VETSCAN 2 og ALOKA SSD-210 med 1 dags mellemrum (I'95)

Forsøget omfattede 97 vædderlam af racerne Shropshire, Oxforddown, Leicester, Texel, Dorset og Suffolk, som var indsat på individprøvestationen i Stenum i 1995. Lammene var opstaldet gruppevis efter race og blev fodret med kraftfoder og hø efter ædelyst (Liboriusen, 1995). Ultralydsscanning med ALOKA SSD-210 blev foretaget 2 dage i træk i den sidste uge af prøveperioden, hvor lammene var ca. 3-4,5 mdr. gamle. Samtidig blev 46 af lammene scannet med VETSCAN 2. Derfor er

der forskel i antal niveauer for race, hold, scanningsdag, lam og antal målinger pr. lam. Scanning med ALOKA SSD-210 blev foretaget af en erfaren operatør A og scanning med VETSCAN 2 af operatør E. Datasættet omfatter 388 observationer for ALOKA SSD-210 og 168 observationer for VETSCAN 2. Lammene blev vejet på scanningsdagen. Oplysninger til brug for den statistiske analyse blev hentet fra individprøvedatabasen. Lammene blev scannet i 3 hold inddelt efter indsættelsesdato og race.

Ultralydmaterialet blev analyseret med flg. model:

$$y_{ijlnp} = r_i + d_{j(l)} + h_l + b_1 * v_{ijn} + b_{2(l)} * v_{ijn} + b_3 * v_{ijn}^2 + l_{n(i)} + m_{j(n,i)} + e_{ijlnp} \quad [6]$$

hvor

- y_{ijlnp} = observation af en egenskab for p'te gentagelse hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for l'te hold og i'te race,
- r_i = systematisk effekt af i'te race ($i=1, \dots, 6_{(ALOKA)}$) ($i=1, \dots, 3_{(VETSCAN)}$),
- $d_{j(l)}$ = systematisk effekt af j'te scanningsdag inden for l'te hold ($j=1, \dots, 6_{(ALOKA)}$) ($j=1, \dots, 4_{(VETSCAN)}$),
- h_l = systematisk effekt af l'te hold ($l=1, \dots, 3_{(ALOKA)}$) ($l=1, 2_{(VETSCAN)}$),
- b_1 = regression af y_{ijlnp} på lammets vægt på scanningsdagen,
- v_{ijn} = vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race,
- $b_{2(l)}$ = regression af y_{ijlnp} på lammets vægt på scanningsdagen inden for race,
- b_3 = regression af y_{ijlnp} på lammets kvadrerede vægt på scanningsdagen,
- v_{ijn}^2 = kvadrerede vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race,
- $l_{n(i)}$ = tilfældig effekt af n'te lam ($n=1, \dots, 97_{(ALOKA)}$) ($n=1, \dots, 46_{(VETSCAN)}$) inden for i'te race med varians σ_D^2 ,
- $m_{j(n,i)}$ = tilfældig effekt af måling på j'te scanningsdag inden for n'te lam og i'te race med varians σ_G^2 ,
- e_{ijlnp} = tilfældig restvariation for p'te gentagelse hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for l'te hold og i'te race med varians σ_e^2 .

2.5.5 Scanning med VETSCAN 2 og ALOKA SSD-500 3-5 uger før slagtning og forud for slagtning (F'95)

Forsøget blev udført i sommeren 1995 på Forskningscenter Foulum og omfattede 73 lam af racerne Texel, Finuld, Gotlandsk Pels samt Texel*Finuld (Texel som vædderrace). Lammene blev opdrættet på græs, men fik p.g.a. tørke kraftfoder og hø efter ædelyst sidste halvdel af vækstperioden. Lammene blev scannet med ALOKA SSD-500 af operatør D og med VETSCAN 2 af operatør E over 4 gange, således at alle lam blev scannet 3-5 uger før slagtning og forud for slagtning. Alle lam blev scannet 1. og 2. gang, hvorefter en

tredjedel blev slagtet. Ved 3. gang blev den anden tredjedel lam scannet og slagtet og 4. gang blev den sidste tredjedel scannet og slagtet. Slagtetidspunktet blev bestemt på forhånd efter forventet opnået optimal slagte-vægt, dog med det forbehold at fordelingen af race og køn på de 3 slagtetidspunkter var jævn. Lammene var ca. 5 mdr. gamle ved slagtning. På alle scanningsdage blev lammene vejjet. Øvrige oplysninger blev hentet fra databasen for Foulums fårebeseætning. Der er 390 observationer fra scanning med ALOKA SSD-500 og 384 observationer ved scanning med VETSCAN 2. Der blev slagtet 72 lam.

Ultralydmaterialet blev analyseret med flg. model:

$$y_{ijknp} = r_i + d_j + k_k + b_1 * v_{ijn} + b_{2(i)} * v_{ijn} + b_3 * v_{ijn}^2 + l_{n(i,k)} + m_{j(n,i,k)} + e_{ijknp} \quad [7]$$

hvor

- y_{ijknp} = observation af en egenskab for p'te gentagelse hos n'te lam af k'te køn på j'te scanningsdag inden for i'te race,
- r_i = systematisk effekt af i'te race ($i=1,...,4$),
- d_j = systematisk effekt af j'te scanningsdag ($j=1,...,6$),
- k_k = systematisk effekt af k'te køn ($k=1,2$),
- b_1 = regression af y_{ijknp} på lammets vægt på scanningsdagen,
- v_{ijn} = vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race,
- $b_{2(i)}$ = regression af y_{ijknp} på lammets vægt på scanningsdagen inden for race,
- b_3 = regression af y_{ijknp} på lammets kvadrerede vægt på scanningsdagen,
- v_{ijn}^2 = kvadrerede vægt hos n'te lam på j'te scanningsdag inden for i'te race,
- $l_{n(i,k)}$ = tilfældig effekt af n'te lam ($n=1,...,73$) inden for i'te race og k'te køn med varians σ^2_{D} ,
- $m_{j(n,i,k)}$ = tilfældig effekt af måling på j'te scanningsdag inden for n'te lam, i'te race og k'te køn med varians σ^2_{C} ,
- e_{ijknp} = tilfældig restvariation for p'te gentagelse hos n'te lam af k'te køn på j'te scanningsdag inden for i'te race med varians σ^2_{e} .

Analyse af ultralydmål og slagtekvalitetsegenskaber:

Løsningerne for hvert lam i Model 7 blev brugt til estimation af korrelationer mellem måleegenskaber og slagtekvalitetsegenskaber med følgende multivariat model:

$$y1_yn_{ikn} = r_i + k_k + b_1 * v_{in} + e_{ikn} \quad [8]$$

hvor

- $y1_yn_{ikn}$ = observation af egenskab $y1_yn$ hos n'te lam inden for k'te køn og i'te race,
- r_i = systematisk effekt af i'te race ($i=1,...,4$),
- k_k = systematisk effekt af k'te køn ($k=1,2$),
- b_1 = regression af $y1_yn$ på lammets vægt ved slagting,
- v_{in} = vægt ved slagting hos n'te lam inden for i'te race,
- e_{ikn} = tilfældig restvariation hos n'te lam ($n=1,...,72$) inden for k'te køn og i'te race.

3 Resultater og diskussion

Resultaterne af de gennemførte analyser er anført i Tabel 1-8 i Appendiks B.

I det følgende diskuteres resultaterne samlet på baggrund af uddrag fra ovennævnte tabeller. Diskussionen dækker en sammenligning af udstyrenes målesikkerhed, herunder effekt af billedopmålingsteknik, effekt af operatør, effekt af vægt samt sammenhæng mellem ultralydmål og slagtekvalitetsegenskaber.

3.1 MÅLESIKKERHED

3.1.1 Effekt af scanningsudstyr

ALOKA SSD-210/SSD-500 og PIGLOG 105

Målesikkerhed for scanning af hhv. rygmuskel og fedtlag med ALOKA SSD-210/SSD-500 og PIGLOG 105 ses i Tabel 3.1.1.1 og 3.1.1.2. Indholdet i tabellerne er et uddrag fra Tabel 1, 2, 5 og 6 i Appendiks B. Resultaterne viser, at man ved scanning af muskeldybde med ALOKA SSD-210 på individprøvestation (I'93) og ALOKA SSD-500 på Forskningscenter Foulum (F'93) opnåede en målesikkerhed (r^2) af samme størrelsesorden (0,79-0,80). Specielt korrelationen mellem målinger foretaget på samme dag (r_c) var høj (0,83-0,91), men også korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_d) lå på et rimeligt højt niveau (0,63-0,66). Det samme var gældende

for scanning af muskelareal, som er det mål man benytter ved individafprøvning af vædderlam i DK (Liboriussen, 1995). Målesikkerheden ved scanning af muskelareal var generelt lidt højere end for scanning af muskeldybde (jfr. Tabel 1 og 2 Appendiks B). Ved scanning af muskeldybde med PIGLOG 105 opnåedes en meget lav målesikkerhed (r^2) i begge forsøg (0,17-0,29). Korrelationen mellem målinger foretaget på samme dag (r_c) var på et rimeligt niveau (0,55-0,69), men der var en meget lav korrelation (0,06-0,14) mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_d).

Den lave r_d betyder, at man med PIGLOG 105 i realiteten måler forskellige egenskaber på de to scanningsdage. Grunden til dette kan være, at man ved scannings udførelse ikke kan se om man rammer det rigtige sted på musklen, som det er tilfældet ved de øvrige scannere i denne undersøgelse (jf. afsnit 2.1 og Appendiks A). P.g.a. musklens spidse form på det dybeste sted, kan selv en lille forskydning af scanningshovedet under målingen, betyde at ultralydbølgerne rammer musklens bund i en anden vinkel og derved måler en anden muskeldybde end tilsigtet (Young et al., 1992). Resultaterne fra scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 viser, at man her måler den samme egenskab på forskellige dage.

Tabel 3.1.1.1 Målesikkerhed for muskeldybde og muskelareal ved scanning med ALOKA SSD-210 og PIGLOG 105

Precision of ultrasonic muscle depth and muscle area measures by ALOKA SSD-210/SSD-500 and PIGLOG 105.

Forsøg Trial	Udstyr Equipment	Operatør Operator	Egenskab Trait	$\bar{x}$	σ_p	r_c	r_d	r^2
I'93	ALOKA SSD-210	A	Muskeldybde,mm*	26,2	2,55	0,91	0,63	0,80
I'93	ALOKA SSD-210	A	Muskelareal,cm ² **	10,7	1,26	0,89	0,66	0,82
I'93	PIGLOG 105	B,C	Muskeldybde,mm*	26,1	3,90	0,55	0,06	0,17
F'93	ALOKA SSD-500	B,C,D	Muskeldybde,mm*	22,6	2,30	0,83	0,66	0,79
F'93	ALOKA SSD-500	B,C,D	Muskelareal,cm ² **	9,4	1,34	0,87	0,65	0,82
F'93	PIGLOG 105	B,C,D	Muskeldybde,mm**	23,1	3,25	0,69	0,14	0,29

* muscle depth, mm ** muscle area, cm²

Ved scanning af fedttykkelse og fedtareal (Tabel 3.1.1.2) med ALOKA SSD-210 på individprøvestation opnåedes en højere målesikkerhed (r^2) end for muskeldybde og muskelareal (0,86-0,88). Korrelationen mellem målinger foretaget samme dag (r_c) var høj (0,91-0,92), men den større målesikkerhed skyldes hovedsagelig korrelationen mellem målinger foretaget forskellige dage (r_d), som var højere (0,73-0,76) end de tilsvarende for muskelmålene. Fedttykkelse og fedtareal målt med ALOKA SSD-500 på Forskningscenter Foulum lå lavere end på individprøve-stationen for alle tre udtryk for sikkerhed. Specielt korrelationen mellem målinger foretaget på for-

skellige dage (r_d) var meget lavere (0,43-0,55), mens korrelationen mellem målinger foretaget samme dag (r_c) var rimelig høj (0,79-0,84). Målesikkerheden for scanning af fedtareal var højere end for scanning af fedttykkelse i Tabel 3.1.1.2, men i Tabel 5 og 6 Appendiks B ligger målesikkerheden generelt på samme niveau. Scanning af fedttykkelse med PIGLOG 105 havde generelt lave værdier for alle sikkerhedsudtryk, men både korrelationer og målesikkerhed var lidt højere for scanning på Forskningscenter Foulum i forhold til individprøvestationen. Dette kan evt. tilskrives en større opnået rutine ved brug af scanneren.

Tabel 3.1.1.2 Målesikkerhed for fedttykkelse og fedtareal ved scanning med ALOKA SSD-210 og PIGLOG 105

Precision of ultrasonic fat thickness and fat area measures by ALOKA SSD-210/SSD-500 and PIGLOG 105

Forsøg Trial	Udstyr Equipment	Operator Operator	Egenskab Trait	x	σ_p	r_c	r_b	r^2
I'93	ALOKA SSD-210	A	Fedttykkelse,mm*	6,2	1,32	0,92	0,73	0,86
I'93	ALOKA SSD-210	A	Fedtareal,cm ² **	3,4	0,57	0,91	0,76	0,88
I'93	PIGLOG 105	B,C	Fedttykkelse,mm*	7,0	1,37	0,30	0,14	0,41
F'93	ALOKA SSD-500	B,C,D	Fedttykkelse,mm*	7,1	1,04	0,79	0,43	0,65
F'93	ALOKA SSD-500	B,C,D	Fedtareal,cm ² **	4,1	0,71	0,84	0,55	0,75
F'93	PIGLOG 105	B,C,D	Fedttykkelse,mm*	6,5	1,43	0,67	0,32	0,58

* fat thickness,mm ** fat area,cm²

Scanning med ALOKA SSD-210 hos svin i en undersøgelse af Busk (1986), viser en korrelation mellem to målinger foretaget samme dag (r_c) for muskeldybde målt ved bagerste ribben på 0,86, hvilket stemmer godt overens med de opnåede resultater på får i denne undersøgelse. For fedttykkelse hos svin opnåedes en r_c på 0,96, hvilket er lidt højere. Ved brug af Danscanner (en B-mode scanner) fandt man en r_c på 0,92 for muskelareal og 0,96 for fedttykkelse. I samme undersøgelse af Busk (1986) opnåedes høje r_c for fedttykkelse hos svin 0,77-0,93 ved brug af A-mode udstyr (Krautkrämer USK-6 og Renco Lean-Meater type LM-7). Lagdeling af underhuds-fedtet hos såvel svin som lam gør det svært at måle nøjagtigt med A-mode udstyr, da ultralydbølgerne vil kunne reflekteres, når de rammer grænsen mellem fedtlagene i stedet for

grænsen mellem fedt og kød (Russel, 1994). At der her opnås lavere r_c ved brug af A-mode udstyr hos lam end hos svin, kan skyldes den generelt mindre fedttykkelse hos lam, samt tekniske muligheder/begrænsninger ved de forskellige A-mode udstyr. Problemet kan minimeres ved brug af B-mode realtime scannere (som f.eks. ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2), da man her kan se på scanningsbilledet hvor grænsen mellem kød og fedt findes.

ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2

Målesikkerhed for scanning af hhv. muskeldybde og fedttykkelse med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2 ses i Tabel 3.1.1.3 og 3.1.1.4. Indholdet i tabellerne er et uddrag af Tabel 1 og 5 i Appendiks B.

Tabel 3.1.1.3 Målesikkerhed for muskeldybde ved scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2

Precision of ultrasonic muscle depth measures by ALOKA SSD-210/SSD-500 and VETSCAN 2

Forsøg Trial	Udstyr Equipment	Operatør Operator	Egenskab Trait	$\bar{x}$	σ_p	r_c	r_d	r^2
F'94	ALOKA SSD-500	A,B,C,D	Muskeldybde,mm*	22,5	2,00	0,82	0,64	0,83
F'94	ALOKA SSD-500	D	Muskeldybde,mm*	21,3	1,79	0,75	0,45	0,68
I'95	ALOKA SSD-210	A	Muskeldybde,mm*	23,6	2,14	0,89	0,74	0,88
I'95	VETSCAN 2	E	Muskeldybde,mm*	27,4	2,08	0,85	0,56	0,76
F'95	ALOKA SSD-500	D	Muskeldybde,mm*	22,1	1,89	0,75	0,42	0,64
F'95	VETSCAN 2	E	Muskeldybde,mm*	22,4	1,69	0,82	0,53	0,73

* muscle depth,mm

Resultaterne viser, at man ved scanning af muskeldybde med VETSCAN 2 opnåede en målesikkerhed (r^2) af samme størrelsesorden på individprøvestation (I'95) og på Forskningscenter Foulum (F'95) (0,73-0,76). Korrelationen mellem målinger foretaget på samme dag (r_c) var høj (0,82-0,85) og korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_d) var rimelig høj (0,53-0,56). Målesikkerheden med ALOKA SSD-210 på individprøvestation (I'95) var høj (0,88), hvilket stemmer overens med resultaterne beskrevet før. Ved scanning af muskeldybde med ALOKA SSD-500 på Forskningscenter Foulum i 1995 (F'95) opnåedes en målesikkerhed af samme størrelsesorden som i 1994 (0,64-0,68) ved operatør D. Højere målesikkerhed (0,83) opnåedes på Forskningscenter Foulum i 1994 (F'94) ved brug af flere operatører (A,B,C og D) (se afsnit 3.1.3).

Ved scanning af fedttykkelse med ALOKA SSD-210 på individprøvestation (I'95) opnåedes en meget høj målesikkerhed ($r^2=0,92$), som fremkommer ved en høj korrelation mellem målinger foretaget på samme dag ($r_c=0,93$) og på forskellige dage ($r_d=0,83$). Ved brug af Vetscan 2 og ALOKA SSD-500 opnåedes en målesikkerhed (r^2) af størrelsesordenen 0,61-0,74. Den lavere målesikkerhed skyldes hovedsagelig korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_d), som var af størrelsesordenen 0,42-0,52. VETSCAN 2 havde en større målesikkerhed (r^2) på individprøvestationen (0,74) end på Forskningscenter Foulum (0,61). Målesikkerheden for ALOKA SSD-210 på individprøvestation var højere i 1995 end ved det tilsvarende forsøg i 1993 for både muskel- og fedtmålinger.

Tabel 3.1.1.4 Målesikkerhed for fedttykkelse ved scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2

Precision of ultrasonic fat thickness measures by ALOKA SSD-210/SSD-500 and VETSCAN 2

Forsøg Trial	Udstyr Equipment	Operator Operator	Egenskab Trait	$\bar{x}$	σ_p	r_c	r_b	r^2
F94	ALOKA SSD-500	A,B,C,D	Fedttykkelse,mm*	7,4	1,12	0,75	0,50	0,75
F94	ALOKA SSD-500	D	Fedttykkelse,mm*	6,0	1,11	0,60	0,30	0,54
I95	ALOKA SSD-210	A	Fedttykkelse,mm*	6,7	1,24	0,93	0,83	0,92
I95	VETSCAN 2	E	Fedttykkelse,mm*	7,9	1,07	0,76	0,52	0,74
F95	ALOKA SSD-500	D	Fedttykkelse,mm*	6,1	0,75	0,79	0,44	0,66
F95	VETSCAN 2	E	Fedttykkelse,mm*	3,9	0,89	0,90	0,42	0,61

* fat thickness, mm

I en undersøgelse af Andersen et al. (1983) af forskellige scanningsudstyr bl.a. DANSCANNER hos kvæg opnåedes en r_c for muskelareal på 0,45-0,85, for fedttykkelse 0,23-0,79 og for fedtareal 0,51-0,82 målt over 1. lændehvirvel. Busk & Jensen (1982) fandt ved brug af samme udstyr på kvæg en r_c for muskelareal på 0,92 og for fedtareal på 0,84. Ved brug af DANSCANNER til får fandt Jensen (1977) en r_c for muskelareal, fedttykkelse og fedtareal på hhv. 0,83-0,88; 0,93 og 0,91-0,95. Ved sammenligning af ALOKA SSD-210 og DANSCANNER fandt Andersen et al. (1989) r_c for muskelareal hos kvæg på hhv. 0,67 og 0,61.

Resultaterne for r_c for ALOKA SSD-210/SSD-500 i nærværende undersøgelse ligger på niveau med de refererede forsøgsresultater. Scanning med VETSCAN 2 afviger ikke meget i målesikkerhed fra scanning med ALOKA SSD-500. Målesikkerheden er dog noget lavere hos ALOKA SSD-500 end ved scanning med ALOKA SSD-210. Da de to typer udstyr jfr. afsnit 2.1 ikke afviger meget fra hinanden, skyldes forskellen i målesikkerhed snarere

operatøren end udstyret. At sikkerheden er større for både muskel- og fedtmålinger på individprøvestationen i 1995 i forhold til 1993, skyldes sandsynligvis, at målingerne i 1995 er foretaget med to dages mellemrum i stedet for ca. 3 ugers mellemrum i 1993.

Resultaterne viser, at man ved scanning af lam med PIGLOG 105 opnår en meget lav målesikkerhed, da man ikke kan være sikker på at man måler den samme egenskab på forskellige scanningsdage. PIGLOG 105 kan derfor ikke anvendes til scanning af muskel-dybde og fedttykkelse over 1. lændehvirvel hos lam. Ved scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2 opnås generelt høj målesikkerhed. Forsøget og gennemgangen af litteraturen viser, at de højeste målesikkerheder opnås ved brug af B-mode scannere. Målesikkerheden ved anvendelse af A-mode scannere kan også være høj i nogle tilfælde, men det er nødvendigt at operatøren kan se ekko fra ultralydmålingen på en lille skærm (jfr. skitse i Appendiks A), for at kunne se om målingen foretages det rigtige sted.

Målesikkerheden er højest på individprøvestation under standardiserede forhold, men forskellen kan i lige så høj grad bero på operatørrutine. Effekten af operatør undersøges nærmere i afsnit 3.1.3.

I nærværende undersøgelse fandtes generelt højere r_c for muskelareal i forhold til muskeldybde, men generelt samme niveau af r_c for fedtareal og fedttykkelse. Dette punkt diskuteres i næste afsnit ligesom det er interessant at se på den direkte opmåling af fedttykkelse og muskeldybde på skærmen, da en direkte opmåling fra skærmen fremfor opmåling fra

fotos, vil kunne lette arbejdsgangen ved scanning.

3.1.2 Effekt af billedopmålingsteknik

Ved scanning med ALOKA SSD-210 og SSD-500 kan man som beskrevet i afsnit 2.1 både optegne afstande og arealer på foto eller optegne afstande direkte på skærmen efter fastfrysning af scanningsbilledet. Ved at benytte sidstnævnte metode kan arbejdsgangen lettes betydeligt i forbindelse med scanningen. Indholdet i Tabel 3.1.2.1 og 3.1.2.2 er et uddrag af Tabel 1 og 2 samt 5 og 6 i Appendiks B.

Tabel 3.1.2.1 Målesikkerhed for muskeldybde og muskelareal ved forskellig opmålingsteknik med ALOKA SSD-500

Precision of ultrasonic muscle depth and muscle area measured by different image registration technics with ALOKA SSD-500

Forsøg Trial	Opmåling Registration	Operatør Operator	Egenskab Trait	$\bar{x}$	σ_r	r_c	r_d	r^2
F'94	foto	A,B,C,D	Muskeldybde,mm*	23,8	1,98	0,86	0,58	0,77
F'94	foto	A,B,C,D	Muskelareal,cm ² **	9,4	1,13	0,84	0,66	0,83
F'94	direkte	A,B,C,D	Muskeldybde,mm*	22,5	2,00	0,82	0,64	0,83
F'94	foto	D	Muskeldybde,mm*	22,5	1,76	0,87	0,51	0,71
F'94	foto	D	Muskelareal,cm ² **	8,6	1,01	0,81	0,54	0,75
F'94	direkte	D	Muskeldybde,mm*	21,3	1,79	0,75	0,45	0,68
F'95	foto	D	Muskeldybde,mm*	18,6	1,58	0,83	0,38	0,58
F'95	foto	D	Muskelareal,cm ² **	5,8	0,74	0,80	0,33	0,54
F'95	direkte	D	Muskeldybde,mm*	22,1	1,89	0,75	0,42	0,64

* muscle depth, mm ** muscle area, cm²

Resultaterne i Tabel 3.1.2.1 viser en målesikkerhed (r^2) på hhv. 0,77 og 0,71 ved optegning af muskeldybde på foto på Forskningscenter Foulum i 1994 (F'94). Tilsvarende målesikkerhed (r^2) ved opmåling direkte på skærmen var hhv. 0,83 og 0,68. Ved forsøget samme sted i 1995 (F'95) opnåedes en målesikkerhed (r^2) på 0,58 ved optegning af foto og

0,64 ved opmåling direkte på skærmen. Resultaterne i Tabel 3.1.2.1 er repræsentative for tilsvarende mål i Tabel 1 og 2 i Appendiks B, d.v.s. at målesikkerheden var lidt større ved direkte opmåling fra skærm. Korrelationen mellem målinger foretaget samme dag (r_c) var lidt højere for optegning på foto (0,83-0,87) end ved direkte opmåling på skærm (0,75-

0,82), mens korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_D) varierede mere (0,42-0,64) mellem de to former for mål.

Måling af muskelareal på foto (0,75 og 0,83) udviste i 1994 større målesikkerhed (r^2) end måling af muskeldybde på foto (0,71 og 0,77), mens det omvendte var tilfældet i 1995 (0,54 vs. 0,58). I Tabel 1 og 2 i Appendiks B ses sædvanligvis en lidt højere målesikkerhed (r^2) ved optegning af muskelareal end ved optegning af muskeldybde på foto.

Resultaterne i Tabel 3.1.2.2 for scanning af fedttykkelse og -areal på Forskningscenter

Foulum viste i 1994 generelt lavere målesikkerhed end tilsvarende for muskeldybde og -areal, mens det omvendte var tilfældet ved forsøget i 1995 (F'95). Resultaterne viste en målesikkerhed (r^2) på hhv. 0,73; 0,73 og 0,74 ved optegning på foto og hhv. 0,75; 0,54 og 0,66 ved direkte opmåling på skærmen. I Tabel 5 i Appendiks B ses samme mønster d.v.s. at målesikkerheden sædvanligvis var lavest ved direkte opmåling fra skærmen. Målesikkerheden for optegning af fedtareal havde generelt samme målesikkerhed som ved optegning af fedttykkelse.

Tabel 3.1.2.2 Målesikkerhed for fedttykkelse og fedtareal ved forskellig opmålingsteknik med ALOKA SSD-500

Precision of ultrasonic fat thickness and fat area measured by different image registration technics with ALOKA SSD-500

Forsøg Trial	Opmåling Registration	Operator Operator	Egenskab Trait	x	σ_p	r_C	r_D	r^2
F'94	foto	A,B,C,D	Fedttykkelse,mm*	6,7	1,15	0,74	0,52	0,73
F'94	foto	A,B,C,D	Fedtareal,cm ^{2**}	3,5	1,67	0,79	0,54	0,75
F'94	direkte	A,B,C,D	Fedttykkelse,mm*	7,4	1,12	0,75	0,50	0,75
F'94	foto	D	Fedttykkelse,mm*	5,4	1,12	0,77	0,54	0,73
F'94	foto	D	Fedtareal,cm ^{2**}	2,6	1,16	0,73	0,32	0,73
F'94	direkte	D	Fedttykkelse,mm*	6,0	1,11	0,60	0,30	0,54
F'95	foto	D	Fedttykkelse,mm*	4,5	0,62	0,91	0,56	0,74
F'95	foto	D	Fedtareal,cm ^{2**}	1,9	0,33	0,82	0,45	0,66
F'95	direkte	D	Fedttykkelse,mm*	6,1	0,75	0,79	0,44	0,66

* fat thickness, mm ** fat area, cm²

Resultaterne viser, at muskelareal var mere sikkert at måle end muskeldybde. Dette kan skyldes musklens form. Den spidse form af musklen kan ændre sig med hvor man placerer scanningshovedet på lammets ryg. Hvis man som foreskrevet måler lige over 1. lændehvirvel er musklen mindre spids end

hvis man kommer til at måle mellem f.eks. 1. og 2. lændehvirvel hvor musklen dykker ned mellem tværtappene (Young et al., 1992). Den lille spids, som kendetegner musklens dybeste punkt, betyder relativt mere for opmålingen af muskeldybde end for optegningen af muskelareal. Fedttykkelsen er mere jævn hen over

målestedet og der er således ingen indflydelse af om man holder scanningshovedet helt nøjagtigt på målestedet på målesikkerheden af fedtareal og fedttykkelse. For muskeldybde blev det fundet, at målesikkerheden i overvejende grad var større ved opmåling direkte på skærmen, mens det omvendte var gældende for fedttykkelsen. Det samme resultat fandt Young et al. (1992). Grunden til at der kan være forskel på målesikkerheden ved optegning fra foto eller direkte fra skærm, kan skyldes, at der ved optegning af foto er et ekstra element som influerer på målesikkerheden, nemlig den person, som optegner fotos. I alle forsøg er det den samme person, som har foretaget optegningen. Effekten kan fremkomme ved at personerne tolker billederne forskelligt (se afsnit 3.1.3 om operatøreffekt) og at den person, som scanner dyrene ser mange billeder, medens den, som optegner kun ser ét. Specielt for fedttykkelsen kan det være svært at skelne mellem hud og de forskellige fedtlag og en evt. fejl i opmålingen af fedttykkelse vil p.g.a. den relative lille størrelse betyde meget for resultatet.

Resultaterne viser, at muskelareal er mere sikkert at måle end muskeldybde ved opteg-

ning fra foto, men at man ved opmåling af muskeldybden direkte fra skærmen kan komme på samme niveau i sikkerhed igen. Der er ingen forskel i sikkerhed ved opmåling af fedtareal eller fedttykkelse på foto, men sikkerheden falder lidt ved opmåling af fedttykkelse direkte fra skærmen.

3.1.3 Effekt af operatør

Ved forsøget i 1994 på Forskningscenter Foulum (F'94) er der beregnet målesikkerhed for hver operatør for muskeldybde og -areal samt fedttykkelse og -areal. Resultaterne, som er uddrag af Tabel 1,2, 5 og 6 i Appendiks B, ses i Tabel 3.1.3.1 og 3.1.3.2.

Resultaterne i Tabel 3.1.3.1 viser forskel på målesikkerheden for muskeldybde (0,64; 0,75; 0,52 og 0,71) og -areal (0,75; 0,79; 0,02 og 0,75) for de fire operatører. Korrelationen mellem målinger foretaget på samme dag (r_G) var generelt høj (0,80-0,87) og varierede ikke så meget mellem operatører. Korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_D) udviste større udsving (0,01-0,62), så det er her forskellen mellem operatører kommer til udtryk.

Tabel 3.1.3.1 Målesikkerhed for muskeldybde og muskelareal ved scanning med ALOKA SSD-500 og forskellige operatører

Precision of ultrasonic muscle depth and muscle area measured by ALOKA SSD-500 and different operators

Forsøg Trial	Opmåling Registration	Operatør Operator	Egenskab Trait	$\bar{x}$	σ_p	r_c	r_D	r^2
F'94	foto	A	Muskeldybde,mm*	21,8	1,88	0,86	0,44	0,64
F'94	foto	B	Muskeldybde,mm*	25,6	2,45	0,86	0,56	0,75
F'94	foto	C	Muskeldybde,mm*	23,1	2,01	0,82	0,33	0,52
F'94	foto	D	Muskeldybde,mm*	22,5	1,76	0,87	0,51	0,71
F'94	foto	A	Muskelareal,cm ^{2**}	8,4	0,98	0,80	0,54	0,75
F'94	foto	B	Muskelareal,cm ^{2**}	10,5	1,41	0,87	0,62	0,79
F'94	foto	C	Muskelareal,cm ^{2**}	8,7	0,99	0,81	0,01	0,02
F'94	foto	D	Muskelareal,cm ^{2**}	8,6	1,01	0,81	0,54	0,75

* muscle depth, mm ** muscle area, cm²

Resultaterne i Tabel 3.1.3.2 viser, at én operatør opnåede en væsentlig lavere målesikkerhed for fedttykkelse og -areal (0,40) end de øvrige (0,72-0,75) i forsøget på Forskningscenter Foulum i 1994. Ligesom ved muskeldybde og -areal var korrelationen mellem

målinger foretaget på samme dag (r_c) generelt høj og varierede ikke så meget mellem operatører (0,73-0,86). Korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_D) varierede mellem 0,23-0,55.

Tabel 3.1.3.2 Målesikkerhed for fedttykkelse og fedtareal ved scanning med ALOKA SSD-500 og forskellige operatører

Precision of ultrasonic fat thickness and fat area measured by ALOKA SSD-500 and different operators

Forsøg Trial	Opmåling Registration	Operatør Operator	Egenskab Trait	$\bar{x}$	σ_p	r_c	r_D	r^2
F'94	foto	A	Fedttykkelse,mm*	5,6	1,16	0,86	0,55	0,72
F'94	foto	B	Fedttykkelse,mm*	6,6	1,17	0,80	0,52	0,73
F'94	foto	C	Fedttykkelse,mm*	5,2	1,16	0,82	0,23	0,40
F'94	foto	D	Fedttykkelse,mm*	5,4	1,12	0,77	0,54	0,73
F'94	foto	A	Fedtareal,cm ^{2**}	2,8	1,18	0,79	0,54	0,75
F'94	foto	B	Fedtareal,cm ^{2**}	3,7	1,19	0,79	0,55	0,74
F'94	foto	C	Fedtareal,cm ^{2**}	2,7	1,19	0,74	0,23	0,40
F'94	foto	D	Fedtareal,cm ^{2**}	2,6	1,16	0,73	0,32	0,73

* fat thickness, mm ** fat area, cm²

Operatøren har indflydelse på målesikkerheden også i de øvrige forsøg. Ved sammenligning af målesikkerheden for fedttykkelse og fedtareal målt med ALOKA SSD-210 og SSD-500 i afsnit 3.1.1 ses en tydelig forskel, der sandsynligvis skyldes operatør, da udstyrene ikke adskiller sig væsentligt fra hinanden. I samme afsnit ses ingen forskel i opnået målesikkerhed ved scanning med ALOKA SSD-500 ved samme operatør i 1994 og 1995, mens der er tydelig forskel i målesikkerhed ved forskellige operatører i 1994. Dette er tydeligst ved opmåling af muskeldybde, men findes også ved opmåling af fedttykkelsen. Effekten af operatør på r_c for fedt kan skyldes forskelligt pres med transduceren på lammets ryg, p.g.a. lams tynde skin og bløde fedt (Purchas & Beach, 1981). I et forsøg af Young et al. (1992), menes musklens komplekse form i forhold til fedtlaget, at være årsag til at uerfarne operatører har en lavere r_c for scanning af muskeldybde end de erfarne, mens de ved scanning af fedttykkelsen opnår samme r_c . Operatørens rutine er vigtig for de opnåede gentageligheder. Det nævnes flere steder at optræning og vedligeholdelse af tek-nikken er nødvendig hos operatører (McLaren et al., 1991)(Purchas & Beach, 1981). To centrale elementer i scanningen er at tage scanningsbilledet rigtigt og at fortolke billedet rigtigt. McLaren et al. (1991) fandt, at selve scanningen var mindre følsom for operatøreffekten end fortolkningen af billedet på videobånd og at billedfortolkningen derfor var vigtig. Young et al. fandt i modsætning til dette, at billedregistreringen var mere betydningsfuld end billedfortolkningen for gentageligheden. Disse forskelle i konklusionerne kan skyldes operatørens rutine. Det er

også væsentligt at operatøren kender til dyrets anatomi (Andersen et al. 1983).

Resultaterne viser, at der er en effekt af operatør på målesikkerheden for både muskel- og fedtmål. Operatøreffekten kan forklares ved operatørens rutine og træning er derfor nødvendig for at opretholde en høj målesikkerhed.

I effekten af operatørrutine på målesikkerheden kan også skjule sig en effekt af vægtøgning hos lammene. I 1993 kan rutinen være opnået samtidig med at lammene vokser. Dette spørgsmål diskuteres i næste afsnit.

3.1.4 Effekt af vægt

I vækstperioden øges kroppens indhold af kød, knogler og fedt proportionalt med vægtforøgelsen. Når lammet nærmer sig udvokset vægt aftager muskel- og knoglevæksten, mens fedtansætningen fortsætter (Alliston, 1983). Tegner man en kurve med vægt ud af x-aksen og muskelstørrelse op ad y-aksen, vil kurven afbøje. Stigningen er størst i starten af vækstperioden (Jensen & Liborius-sen, 1991). Det samme gælder for fedtansætningen, der er stigende med stigende vægt, men hvor stigningen er størst sidst i vækstperioden (Jensen og Liboriussen, 1991). Kurvens form afhænger af race og køn d.v.s. ved hvilken vægt lammet er udvokset (Visscher & Everts, 1993).

I Tabel 3.1.4.1 og 3.1.4.2 ses målesikkerheden ved forskellig vægt hos lammene for hhv. muskeldybde og -areal samt fedttykkelse og -areal. Indholdet i tabellerne er uddrag fra Tabel 1, 2, 5 og 6 i Appendiks B.

Resultaterne i Tabel 3.1.4.1 viser at målesikkerheden (r^2) for muskeldybde målt med ALOKA SSD-500 på Forskningscenter Foulum i 1993 (F'93) er højere ved en gennemsnitlig lammevægt på 38,7 kg (0,79) end ved gennemsnitlige lammevægte på hhv. 28,3 og 36,4 (0,44 og 0,37). Samme billede viser sig ved optegning af muskelarealet. Korrelationen mellem målinger foretaget samme dag (r_c) er generelt høj og samtidig stigende med stigende vægt (0,51-0,87). Korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_D) er meget lav for både muskeldybde og muskelareal ved 28,3 og 36,4 kg (0,20-0,27), men stiger ved en vægtstigning til 38,7 kg (0,65-0,66).

Ved scanning med PIGLOG 105 er målesikkerheden (r^2) lav for alle tre vægtkategorier, specielt korrelationen mellem målinger foretaget på forskellige dage (r_D) er meget lav (0,14-0,22), mens korrelationen mellem målinger foretaget på samme dag (r_c) er rimelig (0,60-0,69).

Ved scanning på Forskningscenter Foulum i 1994 (F'94) med ALOKA SSD-500, ses ingen øgning i målesikkerhed for muskeldybde ved en vægtøgning på godt 10 kg, men en lille øgning i målesikkerhed for muskelareal.

Tabel 3.1.4.1 Målesikkerhed for muskeldybde og muskelareal ved scanning med ALOKA SSD-500 og PIGLOG 105 ved forskellig vægt hos lammene
Precision of ultrasonic muscle depth and muscle area measured by ALOKA SSD-500 and PIGLOG 105 at different weight of lambs

Forsøg Trial	Udstyr Equipment	Gns.vægt Average weight	Egenskab Trait	x	σ_p	r_c	r_D	r^2
F'93	ALOKA SSD-500	28,3 kg	Muskeldybde,mm*	21,8	1,84	0,51	0,21	0,44
F'93	ALOKA SSD-500	36,4 kg	Muskeldybde,mm*	23,0	2,25	0,78	0,20	0,37
F'93	ALOKA SSD-500	38,7 kg	Muskeldybde,mm*	22,6	2,30	0,83	0,66	0,79
F'93	ALOKA SSD-500	28,3 kg	Muskelareal,cm ^{2**}	9,0	1,21	0,74	0,27	0,47
F'93	ALOKA SSD-500	36,4 kg	Muskelareal,cm ^{2**}	9,7	1,26	0,80	0,23	0,40
F'93	ALOKA SSD-500	38,7 kg	Muskelareal,cm ^{2**}	9,4	1,34	0,87	0,65	0,82
F'93	PIGLOG 105	28,8 kg	Muskeldybde,mm*	21,5	2,77	0,60	0,22	0,46
F'93	PIGLOG 105	36,7 kg	Muskeldybde,mm*	22,9	3,03	0,62	0,17	0,38
F'93	PIGLOG 105	39,6 kg	Muskeldybde,mm*	23,1	3,25	0,69	0,14	0,29
F'94	ALOKA SSD-500	27,3 kg	Muskeldybde,mm*	21,1	2,09	0,87	0,59	0,77
F'94	ALOKA SSD-500	39,5 kg	Muskeldybde,mm*	23,8	1,98	0,86	0,58	0,77
F'94	ALOKA SSD-500	27,3 kg	Muskelareal,cm ^{2**}	7,8	1,08	0,83	0,62	0,81
F'94	ALOKA SSD-500	39,5 kg	Muskelareal,cm ^{2**}	9,4	1,13	0,84	0,66	0,83

* muscle depth, mm ** muscle area, cm²

Resultaterne i Tabel 3.1.4.2 viser at målesikkerheden (r^2) for fedttykkelse målt med ALOKA SSD-500 på Forskningscenter Foulum i 1993 (F'93) er højere ved en gennemsnitlig lammevægt på 38,7 kg (0,65) end ved hhv. 28,3 og 36,4 (0,22 og 0,60). Samme billede viser sig ved optegning af fedtarealet. Effekten på målesikkerheden af vægtøgningen fra 28,3 til 36,4 er størst ved opmåling af fedttykkelsen.

Ved scanning af fedttykkelsen med PIGLOG 105 er målesikkerheden (r^2) højest for en lammevægt på 36,7 kg (0,71). Ved scanning med ALOKA SSD-500 på Forskningscenter Foulum i 1994 (F'94), ses et lille fald i målesikkerheden for fedttykkelse (0,75 til 0,73) ved en vægtøgning på godt 10 kg og uændret målesikkerhed for opmåling af fedtarealet (0,75 til 0,75).

Tabel 3.1.4.2 Målesikkerhed for fedttykkelse og fedtareal ved scanning med ALOKA SSD-500 og PIGLOG 105 ved forskellig vægt hos lammene

Precision of ultrasonic fat thickness and fat area measured by ALOKA SSD-500 and PIGLOG 105 at different weight of lambs

Forsøg Trial	Udstyr Equipment	Gns. vægt Average weight	Egenskab Trait	x	σ_r	r_c	r_D	r^2
F'93	ALOKA SSD-500	28,3 kg	Fedttykkelse,mm*	6,5	0,91	0,62	0,10	0,22
F'93	ALOKA SSD-500	36,4 kg	Fedttykkelse,mm*	6,6	0,93	0,72	0,38	0,60
F'93	ALOKA SSD-500	38,7 kg	Fedttykkelse,mm*	7,1	1,04	0,79	0,43	0,65
F'93	ALOKA SSD-500	28,3 kg	Fedtareal,cm ^{2**}	3,5	0,69	0,66	0,30	0,53
F'93	ALOKA SSD-500	36,4 kg	Fedtareal,cm ^{2**}	3,9	0,69	0,81	0,19	0,34
F'93	ALOKA SSD-500	38,7 kg	Fedtareal,cm ^{2**}	4,1	0,71	0,84	0,55	0,75
F'93	PIGLOG 105	28,8 kg	Fedttykkelse,mm*	5,5	1,13	0,54	0,24	0,51
F'93	PIGLOG 105	36,7 kg	Fedttykkelse,mm*	6,3	1,16	0,53	0,38	0,71
F'93	PIGLOG 105	39,6 kg	Fedttykkelse,mm*	6,5	1,43	0,67	0,32	0,58
F'94	ALOKA SSD-500	27,3 kg	Fedttykkelse,mm*	5,0	1,15	0,84	0,53	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	39,5 kg	Fedttykkelse,mm*	6,7	1,15	0,74	0,52	0,73
F'94	ALOKA SSD-500	27,3 kg	Fedtareal,cm ^{2**}	2,5	1,19	0,74	0,52	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	39,5 kg	Fedtareal,cm ^{2**}	3,5	1,67	0,79	0,54	0,75

* fat thickness, mm ** fat area, cm²

Effekten af vægt på målesikkerhed er ikke entydig i 1993 og 1994, men resultaterne fra 1993 viser en stigning i målesikkerhed ved stigning i vægt for både muskel- og fedtmålinger. Årsagen til stigningen i målesikkerhed kan være at både musklen og fedtlaget bliver større og derved lettere at se og måle.

Desuden vil evt. fejl i opmålingen være relativt mindre. Det kan også skyldes, at lammene vænnes til håndtering og er mindre urolige ved scanning og derved lettere at scanne (Young et al. 1992). At der er forskel på effekten af vægt i de to år kan skyldes operatørernes opnåede rutine i scanning. Resultaterne

antyder at målesikkerheden stiger med stigende vægt og er størst hos lam, som er vant til håndtering. Resultaterne støttes af Hopkins et al. (1993), som i deres undersøgelse konkluderede, at sikkerheden ved ultralydmåling af muskeldybde ved lav legemsvægt var utilfredsstillende lav, men kunne anvendes på tungere lam.

Jensen et al. (1980) fandt ligeledes, at muskelareal og fedttykkelse hos lam blev større i takt med vægtforøgelsen og at korrelationen mel-

lem muskelareal målt ved ultralyd og målt på slagtekroppen steg med stigende vægt.

3.2 SAMMENHÆNG MELLEM ULTRALYD-MÅL OG SLAGTEKVALITETSEGENSKABER

Sammenhæng mellem de fire ultralydmål (muskeldybde, muskelareal, fedttykkelse og fedtareal) og forskellige slagtekvantitetsegenskaber ses i Tabel 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 og 3.2.4. Indholdet i tabellerne er uddrag fra Tabel 3.4,7 og 8 i Appendiks B.

Tabel 3.2.1 Sammenhæng mellem muskeldybde og forskellige slagtekvantitetsegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtning

Correlations between ultrasonic muscle depth and different slaughter quality traits expressed at constant weight at slaughter

For-søg	Kød i lænd (g)	% kød i lænd	Fedt i lænd (g)	% fedt i lænd	Vægt af kølle (g)	Klassificering for form	Klassificering for fedme	Nyre-fedt (g)	Slagte-procent (%)	Afreg-ning (kr)
Trial	Loin lean	Percent loin lean	Loin fat	Percent loin fat	Weight of haunch	Conformation grade	Fatness grade	Kidney fat	Dressing percentage	Account
F93 _a	0,32	0,15	0,26	0,15	0,20	0,40	0,03	0,08	0,32	0,36
F94 _b	0,51	-0,04	0,22	0,02	0,36	0,27	0,00	0,07	0,42	0,32
F94 _c	0,45	-0,03	0,16	-0,08	0,33	0,35	0,11	0,05	0,30	0,17
F95 _d	0,65	-0,02	0,18	0,03	0,45	0,36	0,01	-0,02	0,49	0,47
F95 _e	0,67	0,04	0,15	-0,01	0,47	0,37	-0,01	-0,06	0,44	0,51
F95 _f	0,56	0,00	0,25	0,12	0,21	0,39	-0,09	0,05	0,40	0,50

_a ALOKA SSD-500/foto/38,7 kg

_b ALOKA SSD-500/foto/27,3 kg

_c ALOKA SSD-500/foto/39,5 kg

_d ALOKA SSD-500/foto/36,2 kg

_e ALOKA SSD-500/direkte/36,2 kg

_f VETSCAN 2/direkte/36,3 kg

Tabel 3.2.2 Sammenhæng mellem muskelareal og forskellige slagtekvantitetsegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtning

Correlations between ultrasonic muscle area and different slaughter quality traits expressed at constant weight at slaughter

For-søg	Kød i lænd (g)	% kød i lænd	Fedt i lænd (g)	% fedt i lænd	Vægt af kølle (g)	Klassificering for form	Klassificering for fedme	Nyre-fedt (g)	Slagte-procent (%)	Afreg-ning (kr)
Trial	Loin lean	Percent loin lean	Loin fat	Percent loin fat	Weight of haunch	Conforma-tion grade	Fatness grade	Kidney fat	Dressing percentage	Account
F'93 _a	0,40	0,22	0,27	0,13	0,24	0,42	0,03	0,18	0,37	0,36
F'94 _b	0,54	-0,03	0,18	-0,01	0,37	0,36	-0,04	0,08	0,40	0,40
F'94 _c	0,51	-0,03	0,20	-0,05	0,35	0,32	0,07	0,11	0,33	0,18
F'95 _d	0,56	-0,03	0,14	0,01	0,40	0,39	-0,07	-0,06	0,39	0,56

_a ALOKA SSD-500/foto/38,7 kg

_b ALOKA SSD-500/foto/27,3 kg

_c ALOKA SSD-500/foto/39,5 kg

_d ALOKA SSD-500/foto/36,2 kg

Der er god overensstemmelse mellem resultaterne fra de tre forsøgsår. Muskeldybde og muskelareal er ens korrelerede til de forskellige slagtekvantitetsudtryk. Muskelmålene er moderat til højt korrelerede til gram kød i lænden (0,32 til 0,67). Der er derimod ingen sammenhæng mellem muskelmålene og procent kød i lænden (-0,04 til 0,22). Muskelmålene er lavt korrelerede til fedt i lænden (0,14 til 0,27) og der er ingen korrelation til procent fedt i lænden (-0,08 til 0,15). Muskelmålene er moderat korrelerede til køllens vægt (0,20 til 0,47), klassificering for form (0,27 til 0,42), slagteprocenten (0,30 til 0,49) og afregningen (0,18 til 0,56). Der er ingen sammenhæng mellem muskelmålene og klassificering for fedme (-0,09 til 0,11), samt gram nyrefedt (-0,06 til 0,18).

Henningsson et al. (1986) fandt hos kvæg, at muskelareal målt ved 2. lændehvirvel havde en fænotypisk korrelation til slagteprocent på 0,40, kg kød i slagtekroppen på 0,34, procent kød i slagtekroppen på 0,01, kg fedt i slagtekroppen på 0,38, procent fedt i slagtekroppen på 0,18 og afregningen på 0,37. Resultaterne er overensstemmende undtagen for sammenhængen mellem muskelmål og fedt i slagtekroppen i kg og procent. Jensen et al. (1980) fandt i modsætning hertil en korrelation mellem ultralydmåling af muskelareal og procent kød i slagtekroppen på 0,48, procent kød i ryggen på 0,43, procent kød i ryg + kølle på 0,30 hos lam.

Tabel 3.2.3 Sammenhæng mellem fedttykkelse og forskellige slagte kvalitetssegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtning

Correlations between ultrasonic fat thickness and different slaughter quality traits expressed at constant weight at slaughter

For-søg	Kød i lænd (g)	% kød i lænd	Fedt i lænd (g)	% fedt i lænd	Vægt af kølle (g)	Klassificering for form	Klassificering for fedme	Nyre-fedt (g)	Slagte-procent (%)	Af-regning (kr)
Trial	Loin lean	Percent loin lean	Loin fat	Percent loin fat	Weight of haunch	Conformation grade	Fatness grade	Kidney fat	Dressing percentage	Account
F'93 _a	-0,35	-0,48	0,65	0,69	-0,23	-0,14	0,33	0,49	0,40	0,07
F'94 _b	0,16	-0,22	0,41	0,37	0,19	0,12	0,26	0,16	0,29	0,21
F'94 _c	0,05	-0,25	0,42	0,38	0,12	0,16	0,22	0,26	0,26	0,01
F'95 _d	-0,05	-0,56	0,70	0,70	-0,03	0,07	0,38	0,44	0,34	0,20
F'95 _e	0,03	-0,55	0,60	0,56	0,06	-0,08	0,33	0,45	0,35	0,06
F'95 _f	-0,06	-0,40	0,57	0,59	0,03	0,04	0,33	0,37	0,27	0,10

^a ALOKA SSD-500/foto/38,7 kg

^b ALOKA SSD-500/foto/27,3 kg

^c ALOKA SSD-500/foto/39,5 kg

^d ALOKA SSD-500/foto/36,2 kg

^e ALOKA SSD-500/direkte/36,2 kg

^f VETSCAN 2/direkte/36,3 kg

For fedttykkelse og fedtareal er der ligesom ved muskelmålene en god overensstemmelse mellem forsøgene og mellem de to fedtmål, dog med lidt større fluktationer i tallene i forhold til muskelmålene. Fedtmålene er moderat til højt korrelerede med gram fedt i lænden (0,41 til 0,73) og procent fedt i lænden (0,38 til 0,70). Der er moderat sammenhæng mellem fedtmål og klassificering for fedme (0,17 til 0,43), gram nyrefedt (0,16 til 0,53) og slagteprocenten (0,26 til 0,45). Der er en moderat sammenhæng mellem fedtmålene og procent kød i lænden (-0,56 til -0,22), mens der ingen klar sammenhæng er mellem fedtmål og gram kød i lænden (-0,35 til 0,29), køllens vægt (-0,23 til 0,28), klassificering for form (-0,14 til 0,25) og afregningen (0,01 til 0,26). Jensen et al. (1980) fandt hos lam en korrelation mellem ultralydmåling af fedttykkelse og procent fedt i ryggen på 0,34, hvilket er lidt lavere end det

der er fundet i nærværende forsøg, samt en korrelation til procent fedt i slagtekroppen på 0,18. Henningson et al. (1986) fandt hos kvæg, at fedttykkelsen målt ved 2. lændehvirvel havde en fænotypisk korrelation til slagteprocent på -0,07, kg kød i slagtekroppen 0,25, procent kød i slagtekroppen -0,15, kg fedt i slagtekroppen 0,35, procent fedt i slagtekroppen 0,23 og afregningen 0,24. Resultaterne er ikke entydige, men viser at fedttykkelsen er højest korreleret til gram fedt i lænden/kg fedt i slagtekroppen, procent fedt i lænden/slagtekroppen og ikke uvæsentligt procent kød i lænden/slagtekroppen. Dette støttes af Andersen et al. (1983) der hos kvæg fandt, at fedtmålet gav den bedste beskrivelse af slagtekroppens kød/fedt indhold, mens muskelmålet bedst beskrev slagteprocent, muskelfylde og kød/ben forhold.

Resultaterne viser at scanning af rygmusklen giver mest information om gram kød i lænden, vægten af kollen, klassificering for form, slagteprocent og afregning. Scanning af fedt-

tykkelsen giver mest information om gram fedt i lænden, procent fedt i lænden, klassificering for fedme, slagteprocenten og ikke uvæsentligt, procent kød i lændestykket.

Tabel 3.2.4 Sammenhæng mellem fedtareal og forskellige slagtekvallitetsegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtning

Correlations between ultrasonic fat area and different slaughter quality traits expressed at constant weight at slaughter

For-søg	Kød i lænd (g)	% kød i lænd	Fedt i lænd (g)	% fedt i lænd	Vægt af kalle (g)	Klassificering for form	Klassificering for fedme	Nyre-fedt (g)	Slagte-procent (%)	Afreg-ning (kr)
Trial	Loin lean	Percent loin lean	Loin fat	Percent loin fat	Weight of haunch	Conformation grade	Fatness grade	Kidney fat	Dressing percentage	Account
F'93 _a	-0,16	-0,35	0,64	0,62	-0,17	-0,05	0,43	0,53	0,45	0,08
F'94 _b	0,29	-0,24	0,42	0,32	0,28	0,20	0,17	0,16	0,38	0,26
F'94 _c	0,23	-0,26	0,44	0,34	0,21	0,25	0,21	0,24	0,31	0,11
F'95 _d	0,00	-0,56	0,73	0,70	0,05	0,15	0,35	0,36	0,39	0,29

_a ALOKA SSD-500/foto/38,7 kg

_b ALOKA SSD-500/foto/27,3 kg

_c ALOKA SSD-500/foto/39,5 kg

_d ALOKA SSD-500/foto/36,2 kg

4 Konklusioner

På baggrund af de 5 forsøg med ultralyd-scanning af lam med tilhørende litteratur-studie kan konkluderes:

1. Ultralydmåling af muskelstørrelse og fedtansætning ved 1. lændehvirvel hos lam i form af muskeldybde, muskelareal, fedttykkelse og fedtareal, skal korrigeres for systematiske effekter af race, køn, scanningsdag, operatør, vægt og vægt kvadret, som de vigtigste.
 2. Målesikkerheden ved scanning med A-mode scanneren PIGLOG 105 er lav.
 3. Målesikkerheden ved scanning med ALOKA SSD-210/SSD-500 og VETSCAN 2 (B-mode real-time scannere) er generelt høj.
 4. Målesikkerheden er lidt højere ved optegning af muskelareal på foto i forhold til muskeldybde. Målesikkerheden for opmåling af muskeldybde direkte på skærmen er lidt højere end for opmåling af muskeldybde på foto. Der er ikke forskel på målesikkerheden for optegning af fedtareal på foto i forhold til fedttykkelse. For fedttykkelse er målesikkerheden lidt højere ved opmåling på foto i forhold til opmåling direkte på skærmen.
 5. Målesikkerheden afhænger af operatørens rutine. Træning er derfor nødvendig for opretholdelse af høj målesikkerhed.
 6. Målesikkerheden stiger med stigende vægt og er størst hos lam, som er vant til håndtering.
 7. Ultralydscanning af rygmusklen over 1. lændehvirvel og fedtansætningen derover giver brugbar information om lammets slagte kvalitet. Muskelmålene fortæller mest om gram kød i lænden, vægt af kollen, klassificering for form, slagteprocenten og afregningen. Fedtmålene fortæller mest om gram fedt i lænden, procent fedt i lænden, klassificering for fedme, gram nyrefedt, slagteprocenten samt procent kød i lænden.
- Ved eventuel besætningsscanning anbefales følgende:
- a. Scanning udføres på lam af en vis størrelse, der er vant til håndtering. Lammene klippes ved 1. lændehvirvel på højre side.
 - b. Scanning udføres med ALOKA SSD-210, ALOKA SSD-500 eller VETSCAN 2 (B-mode realtime scannere).
 - c. Der scannes for muskeldybde og fedttykkelse ved 1. lændehvirvel. Målingerne foretages direkte på skærmen.
 - d. Scanning udføres af en eller få godkendte operatører.
 - e. Operatøren skal være trænet.

- f. Data indsamles i dataregistreringen og korrigeres for systematiske effekter som race, køn, scanningsdato, vægt, vægt kvadreret, operatør og besætning, som de vigtigste. Herefter beregnes avlsværdital.
- g. Der foretages løbende kontrol af målesikkerheden. For at kunne kontrollere målesikkerheden er det et krav, at der foretages mindst to gentagelser på samme dag og at der scannes på to forskellige dage.
- Forsøgene har vist, at ultralydsscanning over 1. lændehvirvel, ved brug af erfarne operatører, kan anvendes til at forudsige lams slagte-kvalitet efter korrektion for systematiske effekter. Forsøgene danner ligeledes baggrund for anbefalinger vedrørende eventuel besætningsscanning.
- Det er dog vigtigt også at finde genetiske sammenhænge mellem de egenskaber, vi måler ved ultralyd, og lammenes slagte-kvalitet. Indsatsen fremover inden for dette område må derfor være opsamling og bearbejdning af scanningsresultater.

Anerkendelser

Ultralydmålingerne er foretaget af Jacob Jacobsen, Egtved og Carl Williams, Præstø samt Henning Kristensen, Svend Aage Kjær og Jette Lauridsen, Forskningscenter Foulum. Uffe Christensen, Forskningscenter Foulum, foretog opmålingerne af ultralydbillederne. Forskningscenter Foulums forsøgsslagteri v/Holger Thrane foretog slagtning og udskæring af lammene. Per Stiesen Varnum,

tidligere ansat ved Forskningscenter Foulum og Connie Middelhede, Forskningscenter Foulum har hjulpet med redigering af data. Forsøgsarbejdet indgår i Jette Lauridsens Ph.D.-projekt, som udføres i samarbejde mellem Forskerakademiet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole og Statens Husdyrbrugs-forsøg med økonomisk støtte fra Fåreafgifts-fonden.

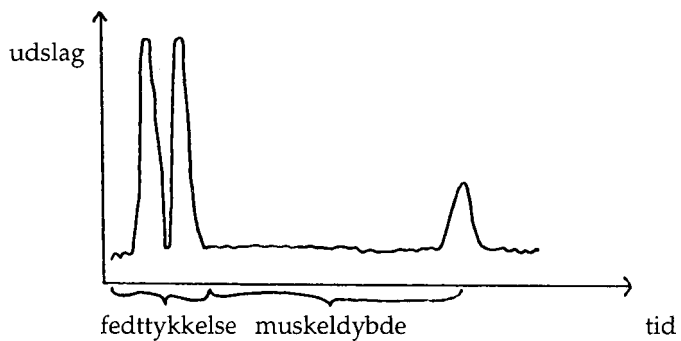
Litteraturliste

- Alliston, J.C., 1993. Evaluation of carcass quality in the live animal. In Sheep Production. Ed. W. Haresign, Butterworths, London, UK..
- ALOKA Co., Ltd., 1994. ALOKA ECHO CAMERA Model SSD-500. Operators Manual.
- Andersen, B.B., 1975. Recent experimental development in ultrasonic measurement of cattle. *Livestock Production Science*, 2:137-146.
- Andersen, B.Bech, H. Busk, J.P. Chadwick, A. Cuthbertson, G.A.J. Fursey, D.W. Jones, P. Lewin, C.A. Miles & M.G. Owen, 1983. Comparison of ultrasonic equipment for describing Beef carcass characteristics in live cattle. (Report on a joint ultrasonic trial carried out in the U.K. and Denmark). *Livestock Production Science*, 10:133-147.
- Andersen, B.B. P. Madsen, S. Klastrup & E. Ovesen, 1989. Avlsstationerne for kødproduktion 1987/88. 653. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 77 pp.
- BFC Technology Ltd., 1994. VETSCAN 2. The Versatile Portable Veterinary Ultrasound Sector Scanner. BCF Technology Ltd., 8 Brewster Square, Brucefield Industrial Park, Livingston, West Lothian, EH54 9BJ, UK.
- Busk, H., 1986. Testing of 5 Ultrasonic Equipments for Measuring of Carcass Quality on live Pigs. *World Review of Animal Production*, Vol. XXII, 3:35-38.
- Busk, H. & J. Jensen, 1982. Practical use and experimental results of in vivo techniques in Denmark. In *In Vivo Estimation of Body Composition in Beef*. (Report on a CEC Workshop held in Copenhagen 15-16th December, 1981). Ed. Andersen, B.B.. 524. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg:42-47.
- Fortin, A. & J.N.B. Shrestha, 1986. *In vivo* estimation of carcass meat by ultrasound in ram lambs slaughtered at an average live weight of 37 kg. *Animal production* 43: 469-475.
- Henningsson, T., G. Ral, O. Anderson, U. Karlsson & K. Martinsson, 1986. A Study on the Value of Ultrasonic Scanning as a Method to Estimate Carcass Traits on Live Cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica* 36:81-94.
- Hopkins, D.L., 1990. The usefulness of eye muscle area as a predictor of lamb composition. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 18: 493.
- Hopkins, D.L., K.L. Pirlot, A.H.K. Roberts & A.S. Beattie, 1993. Changes in Fat Depths and Muscle Dimensions in Growing Lambs as measured by Real Time Ultrasound. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33(6):707-712.
- Iversen-Dane Beef, 1994. Afregningspriser på lam og får uge 7. *Tidsskrift for Dansk Fåreavl* 3:30.

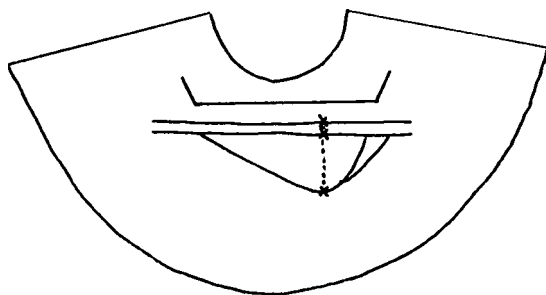
- Jensen, N.E., 1977. Ultralydmåling af fedt-tykkelse og rygmuskulens tværsnitsareal på lam. 176. Meddelelse fra Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, 4 pp.
- Jensen, N.E., 1993. Individprøver af vædderlam 1993. 723. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Foulum. 34 pp.
- Jensen, N.E., J. Jensen & A.J. Møller, 1980. Slagte kvaliteten i lam af 5 racer. 501. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Foulum. 44 pp.
- Jensen, N.E. & T. Liboriussen, 1991. Individprøver af vædderlam 1991. 702. beretning. Statens Husdyrbrugsforsøg. Foulum. 59 pp.
- Liboriussen, T., 1995. Individafprøvning af vædderlam. I Tal om Får og Geder 1995. Rapport nr. 55. Landsudvalget for Kvæg. Skejby. 96 pp.
- Madsen, P. & B.B. Andersen, 1993. Selection for carcass quality based on ultrasonic measurements. 44th Annual Meeting of the EAAP, Aarhus, Denmark, August 16-19, 1993.
- McLaren, D.G., J. Novakofski, D. F. Parrett, L.L. Lo, S.D. Singh, K.R. Neumann & F.K. McKeith, 1991. A Study of Operator Effects on Ultrasonic Measures of Fat Depth and Longissimus Muscle Area in Cattle, Sheep and Pigs. *Journal of Animal Science* 69:54-66.
- Purchas, R.W. & A.D. Beach, 1981. Between-operator repeatability of fat depth measurements made on live sheep and lambs with and ultrasonic probe. *New Zealand Journal of experimental agriculture* 9:213-220.
- Russel, A.J.F., 1994. Ultrasonography and Body Composition in Sheep. *Veterinary Ultrasonography* p. 315-323.
- SAS Institute Inc., 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, North Carolina, Chapter 24.
- SAS Institute Inc., 1992. The Mixed Procedure. SAS technical report P-229. SAS/STAT Software: Changes and Enhancements, Release 6.07., Cary, North Carolina, p.287-366.
- SFK-Technology Ltd., 1991. PIGLOG 105. Ver.3.1. Users Guide. 15 pp.
- Thorsteinsson, S.S., S. Thorgeirsson & O.B. Einarsdóttir, 1994. Precision of predicting lean and fat weight from live ultrasonic measurements and genetic parameters of these measurements. *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* 18:11-14.
- Vigh-Larsen, F., J. Rasmussen & H. Kristensen, 1994. Forsøg med lam på stald og græs sommeren 1994. Intern rapport nr. 41. Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, 9 pp.
- Visscher A. H. & H. Everts, 1993. Factors affecting fat levels in slaughter lambs. 44th Annual Meeting of the EAAP, Aarhus, Denmark August 16-19, 1993.
- White, I.R. & A.J.F. Russel, 1987. Pregnancy diagnosis and fetal number determination. In *New Techniques in Sheep Production*. Ed. Fayez, I., M. Marai & J.B. Owen. Butterworths, London, UK, p.207-219.
- Wilson, D.E., 1992. Application of Ultrasound for Genetic Improvement. *Journal of Animal Science* 70: 973-983.
- Young, M.J., J.M. Deaker & C.M. Logan, 1992. Factors affecting repeatability of tissue depth determination by real-time ultrasound in sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 52:37-39.

Appendiks A: Skitser til beskrivelse af udstyr

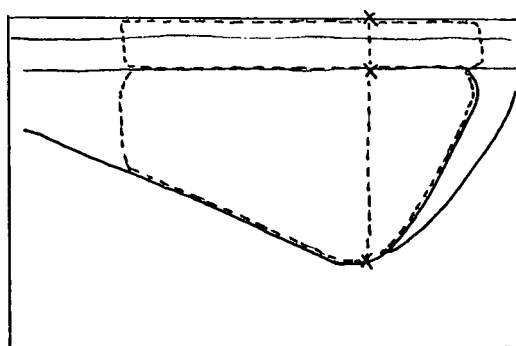
FIGLOG 105



VETSCAN 2



ALOKA SSD-210
ALOKA SSD-500



Appendiks A (fortsat):

Oversigt over forsøgene

Survey of the trials

Navn	År	Sted	Udstyr	Operatør	Antal målte lam	Ca. alder ved måling	Antal slagtede lam
Name	Year	Place	Equipment	Operator	No. of lambs measured	Approx. age at measuring	No. of lambs slaughtered
I'93	1993	Individprøverne	ALOKA SSD-210	A	134	3 og 4 mdr.	0
			PIGLOG 105	B,C	(114)		
F'93	1993	Forskningscenter Foulum	ALOKA SSD-500	B,C,D	165	2 mdr. + hver 14. dag frem	138
			PIGLOG 105	B,C,D			
F'94	1994	Forskningscenter Foulum	ALOKA SSD-500	A,B,C,D	119	3-3,5 mdr. og 4-4,5 mdr.	117
I'95	1995	Individprøverne	ALOKA SSD-210	A	97	3-4,5 mdr.	0
			VETSCAN 2	E	(46)		
F'95	1995	Forskningscenter Foulum	ALOKA SSD-500	D	73	4 og 5 mdr.	72
			VETSCAN 2	E			

Appendiks B: Tabelværk

Tabel 1 Resultater opnået ved ultralydmåling af muskeldybde
Results obtained by ultrasonic measures of muscle depth

For-søg Trial	Udstyr Equipment	Op-måling Registration	Operatør Operator	Antal obs. No. of obs.	Gns. vægt (kg) Average wgt.	$\bar{x}$ (cm ³)	σ_p (mm)	r_G	r_D	r^2
I'93	ALOKA SSD-210	foto	A	536	39,7	26,3	2,55	0,91	0,63	0,80
I'93	PIGLOG 105	dir.	B,C	558	39,6	26,1	3,90	0,55	0,06	0,17
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	481	28,3	21,8	1,84	0,51	0,21	0,44
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	420	36,4	23,0	2,25	0,78	0,20	0,37
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	373	38,7	22,6	2,30	0,83	0,66	0,79
F'93	PIGLOG 105	dir.	B,C,D	1485	28,8	21,5	2,77	0,60	0,22	0,46
F'93	PIGLOG 105	dir.	B,C,D	981	36,7	22,9	3,03	0,62	0,17	0,38
F'93	PIGLOG 105	dir.	B,C,D	834	39,6	23,1	3,25	0,69	0,14	0,29
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	472	27,3	21,1	2,09	0,87	0,59	0,77
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	464	39,5	23,8	1,98	0,86	0,58	0,77
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	A,B,C,D	472	27,3	20,4	2,08	0,79	0,64	0,83
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	A,B,C,D	464	39,5	22,5	2,00	0,82	0,64	0,83
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A	468	33,2	21,8	1,88	0,86	0,44	0,64
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	A	468	33,2	21,1	1,86	0,83	0,47	0,68
F'94	ALOKA SSD-500	foto	B	116	35,2	25,6	2,45	0,86	0,56	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	B	116	35,2	24,1	2,61	0,82	0,52	0,73
F'94	ALOKA SSD-500	foto	C	120	30,7	23,1	2,01	0,82	0,33	0,52
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	C	120	30,7	22,0	1,95	0,68	0,24	0,45
F'94	ALOKA SSD-500	foto	D	232	34,0	22,5	1,76	0,87	0,51	0,71
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	D	232	34,0	21,3	1,79	0,75	0,45	0,68
I'95	ALOKA SSD-210	foto	A	388	47,5	23,6	2,14	0,89	0,74	0,88
I'95	VETSCAN 2	dir.	E	168	49,7	27,4	2,08	0,85	0,56	0,76
F'95	ALOKA SSD-500	foto	D	390	36,2	18,6	1,58	0,83	0,38	0,58
F'95	ALOKA SSD-500	dir.	D	390	36,2	22,1	1,89	0,75	0,42	0,64
F'95	VETSCAN 2	dir.	E	384	36,3	22,4	1,69	0,82	0,53	0,73

Tabel 2 Resultater opnået ved ultralydmåling af muskelareal
Results obtained by ultrasonic measures of muscle area.

For- søg Trial	Udstyr Equipment	Op- måling Registra- tion	Operator Operator	Antal obs. No. of obs.	Gns. vægt (kg) Average wgt.	$\bar{X}$ (cm ²)	σ_p (cm ²)	r_c	r_D	r^2
I'93	ALOKA SSD-210	foto	A	536	39,7	10,7	1,26	0,89	0,66	0,82
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	481	28,3	9,0	1,21	0,74	0,27	0,47
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	420	36,4	9,7	1,26	0,80	0,23	0,40
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	373	38,7	9,4	1,34	0,87	0,65	0,82
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	472	27,3	7,8	1,08	0,83	0,62	0,81
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	464	39,5	9,4	1,13	0,84	0,66	0,83
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A	468	33,2	8,4	0,98	0,80	0,54	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	B	116	35,2	10,5	1,41	0,87	0,62	0,79
F'94	ALOKA SSD-500	foto	C	120	30,7	8,7	0,99	0,81	0,01	0,02
F'94	ALOKA SSD-500	foto	D	232	34,0	8,6	1,01	0,81	0,54	0,75
I'95	ALOKA SSD-210	foto	A	388	47,5	8,4	0,87	0,85	0,68	0,85
F'95	ALOKA SSD-500	foto	D	390	36,2	5,8	0,74	0,80	0,33	0,54

Tabel 3 Korrelationer mellem muskeldybde og slagtekvalitetsegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtning
Correlations between muscle depth and slaughter quality traits, expressed at constant weight at slaughter

For- søg Trial	Udstyr Equipment	Op- måling Registra- tion	Antal dyr No. of animals	Gns. vægt (kg) Average wgt.	Kød i lænd (g) Loin lean	% kød i lænd Percent loin lean	Fedt i lænd (g) Loin fat	% fedt i lænd Percent loin fat	Vægt af kølle (g) Weight of haunch	Klassifice- ring for form Confor- mation grade	Klassificering for fedme Fatness grade	Nyre- fedt (g) Kidney fat	Slagte- procent (%) Dressing per- centage	Afreg- ning (kr) Account
F93	ALOKA SSD-500	foto	138	28,3	0,36	0,05	0,14	0,07	0,28	0,14	0,04	0,16	0,34	0,23
F93	ALOKA SSD-500	foto	138	36,4	0,25	0,30	-0,26	-0,34	0,34	0,33	-0,10	0,02	0,15	0,42
F93	ALOKA SSD-500	foto	138	38,7	0,32	0,15	0,26	0,15	0,20	0,40	0,03	0,08	0,32	0,36
F93	PIGLOG 105	dir.	138	28,8	0,37	0,03	0,25	0,16	0,40	0,03	0,05	0,03	0,45	0,03
F93	PIGLOG 105	dir.	138	36,7	0,35	0,07	0,28	0,19	0,17	0,21	0,02	0,21	0,39	0,23
F93	PIGLOG 105	dir.	138	39,6	0,18	0,14	0,02	0,05	0,32	0,20	-0,29	-0,26	0,16	0,22
F94	ALOKA SSD-500	foto	117	27,3	0,51	-0,04	0,22	0,02	0,36	0,27	0,00	0,07	0,42	0,32
F94	ALOKA SSD-500	foto	117	39,5	0,45	-0,03	0,16	-0,08	0,33	0,35	0,11	0,05	0,30	0,17
F94	ALOKA SSD-500	dir.	117	27,3	0,44	-0,02	0,25	0,07	0,32	0,22	-0,03	0,11	0,42	0,33
F94	ALOKA SSD-500	dir.	117	39,5	0,48	-0,02	0,16	-0,08	0,33	0,38	0,13	0,10	0,32	0,21
F95	ALOKA SSD-500	foto	72	36,2	0,65	-0,02	0,18	0,03	0,45	0,36	0,01	-0,02	0,49	0,47
F95	ALOKA SSD-500	dir.	72	36,2	0,67	0,04	0,15	-0,01	0,47	0,37	-0,01	-0,06	0,44	0,51
F95	VETSCAN 2	dir.	72	36,3	0,56	0,00	0,25	0,12	0,21	0,39	-0,09	0,05	0,40	0,50

Tabel 4 Korrelationer mellem muskelareal og slagtekvallitetsegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtnng
Correlations between muscle area and slaughter quality traits, expressed at constant weight at slaughter

For-søg Trial	Udstyr Equipment	Op-måling Registra-tion	Antal dyr No. of animals	Gns. vægt (kg) Average wgt.	Kød i lænd (g) Loin lean	% kød i lænd Percent loin lean	Fedt i lænd (g) Loin fat	% fedt i lænd Percent loin fat	Vægt af kølle (g) Weight of haunch	Klassifice-ring for form Conformation grade	Klassificering for fedme Fatness grade	Nyre- fedt (g) Kidney fat	Slagte- procent (%) Dressing percentage	Afreg- ning (kr) Account
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	28,3	0,28	0,05	0,10	0,04	0,16	0,06	0,06	0,14	0,30	0,18
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	36,4	0,33	0,23	-0,10	-0,23	0,28	0,28	-0,11	0,12	0,21	0,42
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	38,7	0,40	0,22	0,27	0,13	0,24	0,42	0,03	0,18	0,37	0,36
F'94	ALOKA SSD-500	foto	117	27,3	0,54	-0,03	0,18	-0,01	0,37	0,36	-0,04	0,08	0,40	0,40
F'94	ALOKA SSD-500	foto	117	39,5	0,51	-0,03	0,20	-0,05	0,35	0,32	0,07	0,11	0,33	0,18
F'95	ALOKA SSD-500	foto	72	36,2	0,56	-0,03	0,14	0,01	0,40	0,39	-0,07	-0,06	0,39	0,56

Tabel 5 Resultater opnået ved ultralydmåling af fedtthikkelse
Results obtained by ultrasonic measures of fat thickness

For- søg Trial	Udstyr Equipment	Op- måling Registra- tion	Operator Operator	Antal obs. No. of obs.	Gns. vægt (kg) Average wgt.	$\bar{X}$ (mm)	σ_p (mm)	r_G	r_D	r^2
I '93	ALOKA SSD-210	foto	A	536	39,7	6,2	1,32	0,92	0,73	0,86
I'93	PIGLOG 105	dir.	B,C	558	39,6	7,0	1,37	0,30	0,14	0,41
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	481	28,3	6,5	0,91	0,62	0,10	0,22
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	420	36,4	6,6	0,93	0,72	0,38	0,60
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	373	38,7	7,1	1,04	0,79	0,43	0,65
F'93	PIGLOG 105	dir.	B,C,D	1485	28,8	5,5	1,13	0,54	0,24	0,51
F'93	PIGLOG 105	dir.	B,C,D	981	36,7	6,3	1,16	0,53	0,38	0,71
F'93	PIGLOG 105	dir.	B,C,D	834	39,6	6,5	1,43	0,67	0,32	0,58
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	472	27,3	5,0	1,15	0,84	0,53	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	464	39,5	6,7	1,15	0,74	0,52	0,73
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	A,B,C,D	472	27,3	5,7	1,12	0,67	0,47	0,73
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	A,B,C,D	464	39,5	7,4	1,12	0,75	0,50	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A	468	33,2	5,6	1,16	0,86	0,55	0,72
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	A	468	33,2	6,4	1,12	0,77	0,38	0,65
F'94	ALOKA SSD-500	foto	B	116	35,2	6,6	1,17	0,80	0,52	0,73
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	B	116	35,2	7,1	1,14	0,71	0,59	0,80
F'94	ALOKA SSD-500	foto	C	120	30,7	5,2	1,16	0,82	0,23	0,40
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	C	120	30,7	5,8	1,12	0,62	0,38	0,63
F'94	ALOKA SSD-500	foto	D	232	34,0	5,4	1,12	0,77	0,54	0,73
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	D	232	34,0	6,0	1,11	0,60	0,30	0,54
I'95	ALOKA SSD-210	foto	A	388	47,5	6,7	1,24	0,93	0,83	0,92
I'95	VETSCAN 2	dir.	E	168	49,7	7,9	1,07	0,76	0,52	0,74
F'95	ALOKA SSD-500	foto	D	390	36,2	4,5	0,62	0,91	0,56	0,74
F'95	ALOKA SSD-500	dir.	D	390	36,2	6,1	0,75	0,79	0,44	0,66
F'95	VETSCAN 2	dir.	E	384	36,3	3,9	0,89	0,90	0,42	0,61

Tabel 6 Resultater opnået ved ultralydmåling af fedtareal
Results obtained by ultrasonic measures of fat area

For- søg Trial	Udstyr Equipment	Op- måling Registra- tion	Operatør Operator	Antal obs. No. of obs.	Gns. vægt (kg) Average wgt.	$\bar{X}$ (cm ²)	σ_p (cm ²)	r_G	r_D	r^2
I'93	ALOKA SSD-210	foto	A	536	39,7	3,4	0,57	0,91	0,76	0,88
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	481	28,3	3,5	0,69	0,66	0,30	0,53
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	420	36,4	3,9	0,69	0,81	0,19	0,34
F'93	ALOKA SSD-500	foto	B,C,D	373	38,7	4,1	0,71	0,84	0,55	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	472	27,3	2,5	1,19	0,74	0,52	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A,B,C,D	464	39,5	3,5	1,67	0,79	0,54	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	A	468	33,2	2,8	1,18	0,79	0,54	0,75
F'94	ALOKA SSD-500	foto	B	116	35,2	3,7	1,19	0,79	0,55	0,74
F'94	ALOKA SSD-500	foto	C	120	30,7	2,7	1,19	0,74	0,23	0,40
F'94	ALOKA SSD-500	foto	D	232	34,0	2,6	1,16	0,73	0,32	0,73
I'95	ALOKA SSD-210	foto	A	388	47,5	3,2	0,56	0,91	0,84	0,94
F'95	ALOKA SSD-500	foto	D	390	36,2	1,9	0,33	0,82	0,45	0,66

Tabel 7 Korrelationer mellem fedttykkelse og slagtekvallitetsegenskaber, udtrykt ved konstant vægt ved slagtnng
Correlations between fat thickness and slaughter quality traits, expressed at constant weight at slaughter

For-søg Trial	Udstyr Equipment	Opmå- ling Registra- tion	Antal dyr No. of animals	Gns. vægt (kg) Average wgt.	Kød i lænd (g) Loin lean	% kød i lænd Percent loin lean	Fedt i lænd (g) Loin fat	% fedt i lænd Percent loin fat	Vægt af kølle (g) Weight of haunch	Klassifice- ring for form Confor- mation grade	Klassificering for fedme Fatness grade	Nyre- fedt (g) Kidney fat	Slagte- procent (%) Dressing per- centage	Afreg- ning (kr) Account
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	28,3	0,07	-0,15	0,30	0,36	0,13	0,18	0,28	0,24	0,41	0,27
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	36,4	-0,12	-0,42	0,54	0,56	-0,11	-0,09	0,28	0,21	0,28	0,06
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	38,7	-0,35	-0,48	0,65	0,69	-0,23	-0,14	0,33	0,49	0,40	0,07
F'93	PIGLOG 105	dir.	138	28,8	-0,14	-0,38	0,33	0,35	-0,10	0,02	0,30	0,37	0,32	-0,02
F'93	PIGLOG 105	dir.	138	36,7	-0,11	-0,49	0,43	0,45	-0,13	-0,19	0,15	0,23	0,18	-0,07
F'93	PIGLOG 105	dir.	138	39,6	0,12	-0,14	0,43	0,30	-0,01	-0,01	0,11	0,26	0,39	0,14
F'94	ALOKA SSD-500	foto	117	27,3	0,16	-0,22	0,41	0,37	0,19	0,12	0,26	0,16	0,29	0,21
F'94	ALOKA SSD-500	foto	117	39,5	0,05	-0,25	0,42	0,38	0,12	0,16	0,22	0,26	0,26	0,01
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	117	27,3	0,13	-0,26	0,34	0,29	0,14	0,15	0,32	0,19	0,26	0,20
F'94	ALOKA SSD-500	dir.	117	39,5	0,15	-0,25	0,48	0,39	0,20	0,18	0,25	0,13	0,29	-0,03
F'95	ALOKA SSD-500	foto	72	36,2	-0,05	-0,56	0,70	0,70	-0,03	0,07	0,38	0,44	0,34	0,20
F'95	ALOKA SSD-500	dir.	72	36,2	0,03	-0,55	0,60	0,56	0,06	-0,08	0,33	0,45	0,35	0,06
F'95	VETSCAN 2	dir.	72	36,3	-0,06	-0,40	0,57	0,59	0,03	0,04	0,33	0,37	0,27	0,10

Tabel 8 Korrelationer mellem fedtareal og slagtekvalitetssegenskaber, utrykt ved konstant vægt ved slagtning
Correlations between fat area and slaughter quality traits, expressed at constant weight at slaughter

For- søg Trial	Udstyr Equipment	Op- måling Registra- tion	Antal dyr No. of animals	Gns. vægt (kg) Average wgt.	Kød i lænd (g) Loin lean	% kød i lænd Percent loin lean	Fedt i lænd (g) Loin fat	% fedt i lænd Percent loin fat	Vægt af kølle (g) Weight of haunch	Klassifice- ring for form Conformation grade	Klassificering for fedme Fatness grade	Nyre- fedt (g) Kidney fat	Slagte- procent (%) Dressing percentage	Afreg- ning (kr) Account
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	28,3	0,00	-0,33	0,36	0,40	0,05	0,01	0,34	0,23	0,33	0,14
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	36,4	-0,14	-0,44	0,55	0,56	-0,09	-0,11	0,32	0,31	0,31	-0,02
F'93	ALOKA SSD-500	foto	138	38,7	-0,16	-0,35	0,64	0,62	-0,17	-0,05	0,43	0,53	0,45	0,08
F'94	ALOKA SSD-500	foto	117	27,3	0,29	-0,24	0,42	0,32	0,28	0,20	0,17	0,16	0,38	0,26
F'94	ALOKA SSD-500	foto	117	39,5	0,23	-0,26	0,44	0,34	0,21	0,25	0,21	0,24	0,31	0,11
F'95	ALOKA SSD-500	foto	72	36,2	0,00	-0,56	0,73	0,70	0,05	0,15	0,35	0,36	0,39	0,29

50,- kr.