

629 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Jan Brochstedt Olsen

Forskellige burkonstruktioner og belægningens indflydelse på hønens knoglestyrke

*The influence of different cage constructions
and the hen density on the strength of hen
bones*

With English summary and subtitles



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1987

FORORD

Den tidligere udsendte beretning "Knoglestyrke hos æglæggende høner i bure" nr. 553 fra Statens Husdyrbrugsforsøg indeholdt et litteraturstudium om dette emne samt en beskrivelse af de gennemførte metodestudier og indledende undersøgelser.

Nærværende beretning omhandler de fortsatte undersøgelser af knoglestyrken hos æglæggende høner i bure, hvor man har lagt vægt på at undersøge, hvilken indflydelse burstørrelse, burform og areal pr. høne kan have på vingeknoglernes styrke.

Beretningen påviser en række vigtige forhold angående æglægningsbure og vingeknoglernes styrke, der er af betydning for vurdering af forskellige burtypers anvendelighed.

I lighed med den første del af projektet er denne anden del gennemført i kraft af støtte fra *ECF-Farm Animal Welfare Programme*, kontrakt nr. 0362; selve hovedprojektet blev finansieret af *Landsudvalget for Fjerkræ*.

Slagtningen af hønerne foregik på *Forsøgsfjerkræslagteriet*, Hillerød, hvorved det var muligt at gennemføre en detaljeret vurdering af hønerne - specielt med hensyn til vingeknoglerne.

De meget vigtige målinger af knoglestyrke udførtes med måleudstyr på *Institut for Kødteknologi og Procesteknik* under Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Instituttet takkes for bistand, ydet i forbindelse med gennemførelse af målingerne.

Undersøgelserne er gennemført af *vid.ass., cand.agro. Jan Brochstedt Olsen*. Manuskriptet er opsat og renskrevet af *assistent Harriet Mikkelsen*.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	6
1 INDLEDNING	7
2 KNOGLEMORFOLOGI	10
3 MATERIALE OG METODER	12
3.1 Opdrætningstiden	12
3.2 Æglægningsperioden	13
3.3 Det tekniske anlæg	15
3.4 Forsøgsplan	15
3.5 Registrering af data	15
3.6 Statistiske metoder	19
4 RESULTATER	20
4.1 Vægt, længde og diameter af overarmsknoglen	20
4.2 Tykkelse og areal af humerusknoglens cortex	22
4.3 Levendevægt og ægydelse ved afslutning af æglægnings- perioden	24
4.4 Brudstyrke og elasticitet af underarmen (radius+ulna) og overarmen (humerus)	26
4.5 Vingebewægelser	29
4.6 Korrelationer mellem forskellige knogleparametre, æg- ydelsen og vægt af højerne	30
4.7 Undersøgelse af brækkede vinger	31
5 DISKUSSION OG KONKLUSION	33
6 LITTERATUR	35

SAMMENDRAG

Forsøget er en opfølgning og uddybning af tidligere udførte forsøg om knoglestyrken hos æglæggende høner i bure: Knoglestyrke hos æglæggende høner i bure, beretning nr.553, udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg.

KAPITEL I viser en opsamling af resultaterne fra 1.forsøgsomgang samt hovedlinierne fra litteraturoversigten. Formålet med forsøget var at undersøge hønernes knoglestyrke hos to afstamninger, to burformer, fire burstørrelser og to belægningsgrader.

KAPITEL II beskriver knoglemorfologien hos hønen. Knoglernes opbygning er bl.a. en følge af hønenes fysiske udfoldelse, og de består af: Kompakt og spongiøst benvæv.

KAPITEL III beskriver opdrætningstiden, æglægningsperioden, det fysiske staldanlæg samt metoden til bestemmelse af knogleparametre. På slagteriet blev foretaget palpation af hønerne; vingeknoglerne blev rensset og frosset. Tykkelse og længde blev målt, inden knoglestyrken og elasticiteten blev målt på knoglebrækkerapparatet.

Resultaterne i KAPITEL IV samt konklusionen i KAPITEL V gengives kort her. Hos den danske afstamning afhang knoglestyrken af burstørrelsen; men hos den udenlandske afstamning kunne denne sammenhæng ikke påvises. Burform og belægningsgrad havde ingen indflydelse på knoglestyrke eller på de andre målte parametre. De højeste korrelationer fandtes mellem knoglestyrke og: Cortex areal, tykkelse og vægten af humerus.

Æggydelsen i den sidste del af perioden havde ingen indflydelse på knoglestyrken.

Knoglestyrken er afhængig af knoglemassens størrelse, der igen er påvirket af, om vingerne kan bevæges.

Efter slagteprocessen blev der fundet over 30 % dyr med brækkede vinger, og denne kendsgerning fandtes at være uafhængig af burstørrelse.

SUMMARY

The experiment is a result of further investigation from an earlier experiment: The strength of bones from layers kept in cages, published by the National Institute of Animal Science, No.553, about bone breaking strength and concerns layers kept in cages.

In chapter I, a summary of results from the first experiment is to be seen and further the principal lines of literature. The purpose of the trial was to investigate the strength of bones of hens from two hybrid lines, two different shapes of cages, four sizes of cages, and two areas per hen.

Chapter II describes bone morphology of hens. The anatomy of the bone is first described, then the physical movements of the hen. The bone consists of two types of bone tissue: Compact and spongiuous.

Chapter III describes the growing period, the laying period, the house, and the method of measuring the bone parametres. A palpation of wings was performed at slaughter, the wingbones were scraped clean and then deep-frozen. Their thickness and length were calculated, and their elasticity and breaking strength were measured with the bone breaking apparatus.

The results in chapter IV and the conclusion in chapter V are shortly mentioned. The Danish hybrid line showed correlation between the bone strength and cage size; the foreign hybrid line did not coincide with this correlation. The cage shape and area per hen neither influenced the bone strength nor the other measured bone parametres. Correlations were found between bone strength and cortex area, thickness, and weight of humerus.

The egg yield of the last period did not influence the bone strength which was found to be dependent on the size of the bone mass which on the other hand is dependent on the movements of the wing.

After the slaughter procedure more than 30 % of the hens were found to have broken wings which was independent of cage size.

1 INDLEDNING

Resultaterne vedrørende "Knoglestyrke hos æglæggende høner i bure", publiceret i 553.Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Olsen, 1983) efter afslutningen af 2.forsøgsomgang af projektet: "Æglæggende høners velfærd i bure", dannede baggrund for flere omfattende undersøgelser af burhøners knogler. Disse undersøgelser gik ud på at belyse burformens, gruppestørrelsens og dermed burstørrelsens indflydelse på vingeknoglernes brudstyrke hos to afstamninger af æglæggende høner; ligeledes blev undersøgt, om arealet pr.høne havde effekt på knoglestyrken. Derudover blev andre knogleparametre registreret for eventuelt at finde korrelationer mellem brudstyrke og disse parametre.

Hovedlinierne i resultaterne fra 1.forsøgsomgang gik ud på at undersøge, om knoglestyrken af overarmsknoglen (humerus) og underarmsknoglerne (radius + ulna) var signifikant større, når hønerne gik i store bure med plads til 5 og 6 høner pr.bur, end når de gik i små bure med plads til 3 og 4 høner pr.bur. Alle hønerne i første forsøg havde et areal på 600 cm² hver. Der fandtes ingen effekt af burformen (dybe og aflange bure) på vingeknoglernes brudstyrke og heller ikke en forklarlig forskel på længden af overarms- og underarmsknoglerne i de forskellige bure. Vægten af overarmsknoglen tenderede til at være stigende med stigende bur- eller gruppestørrelse.

Med hensyn til askeindholdet i tørstoffet af humerus var der tendens til højere indhold i knogler hos høner i store bure, sammenlignet med askeindholdet i tilsvarende knogler hos høner i små bure. I første forsøgsomgang fandtes ingen effekt af burform og burstørrelse på calcium- og fosforindholdet i humerus. Der blev fundet en svag, men signifikant sammenhæng mellem knoglestyrke og de andre undersøgte knogleparametre; således var knoglestyrken af humerus positivt korreleret til vægten af humerus, og % aske, % Ca og % P i tørstoffet af humerus

med værdier på henholdsvis 0,32; 0,25; 0,30 og 0,22. I første forsøg blev fundet en negativ sammenhæng mellem antal af vingebevægelser og knoglestyrke; hvilket også vil blive undersøgt i anden forsøgsomgang. Flere undersøgelser har vist, at immobilisering og nedsat bevægelsesfrihed giver svage knogler, tyndere cortex og øget andel af brækkede knogler under slagteprocessen (King, 1965; Merkley og Chaloupka, 1973 og Nightingale et al., 1972 og 1974).

I første forsøg blev i forbindelse med slagteproceduren undersøgt, om der fandtes nogen effekt af burform og bur- og gruppestørrelse på antal af brækkede vingeknogler; (i alt blev undersøgt 600 høner). Der blev ikke fundet nogen klar effekt, men efter ophængning på slagtebåndet fandt man, at 2,5 % af hønerne havde brækket vingerne, hvilket er sket i forbindelse med udtagning fra burene, under pakning i transportkasser og efter udtagning fra disse samt ved ophængning på slagtebånd; 15,5 % af hønerne brækkede vingerne efter bedøvning og manuel stikning og 12,8 % i plukkemaskinen, hvilket totalt betyder, at 30,8 % af hønerne havde brækket en vinge i forbindelse med slagteprocessen. Der var ingen sammenhæng mellem procent brækkede vinger, fremkommet under slagtning, og de målte parametre for knoglestyrken.

En arbejdsgruppe under Justitsministeriet fandt som gennemsnit af 9 undersøgte besætninger, at 6,5 % af hønerne havde brækket vingerne ved ankomst til slagteriet, men med en spredning fra 1 til 25 % i besætningerne. Efter slagtning blev fundet yderligere 9,6 % af hønerne med en brækket vinge (0 - 77 %), (Betænkning fra Justitsministeriets arbejdsgruppe, 1979). Nielsen (1980) har undersøgt et antal høner (1385) under slagteproceduren, og i gennemsnit blev fundet 2,9 % (0 - 9,1 %) høner med brud efter ophængning, og da disse brud også blev fundet efter ankomst til slagteriet, må bruddene være opstået i forbindelse med udtagning fra burene og under pakning i transportkasser. Efter bedøvelse og stikning blev fundet yderligere 12,1 % (2,9 - 24,0) høner med brud, og efter proceduren i plukkemaskinen forøgedes antallet med 2,0 % (0 - 9,4 %). Neergaard (1984) undersøgte 2263 høner for beskadigede vinger, efter at hønerne var slagtet på slagteriet; og her blev fundet, at 16 % (12 - 20) af hønerne havde beskadiget en eller begge vinger under slagteproceduren. Der blev ikke fundet nogen korrelation mellem vingeskade og ægmasse, lagt i 16. periode.

I tilknytning til publicering af resultaterne fra første forsøgsomgang blev udgivet en litteraturoversigt vedrørende forsøg med burfor-

mens og burstørrelsens indflydelse på knoglestyrken hos høner; og her skal kort gengives nogle af hovedresultaterne fra dette litteraturstudium.

Merkley (1981) og May et al. (1981) fandt, at burareal og areal pr. kylling ingen indflydelse havde på vingeknoglernes styrke. Modsat fandt Andersson et al. (1979), at kalkuner i store bure havde bedre knoglestyrke end de i små bure; ligeledes er vist, at høner på gulv har stærkere knogler end de i bure (Nørgaard-Nielsen, 1986 og Olsen, 1983).

Den øgede styrke med større burareal, som er fundet i flere undersøgelser, kan skyldes en tykkere cortex, der er konstateret hos høner på gulv i forhold til cortex hos høner i bure (Riddell et al., 1969 og Betænkning fra Justitsministeriets arbejdsgruppe, 1979). Ydermere har adskillige forfattere fundet mindre askeindhold i knoglerne hos burhøner end i knoglerne hos høner på gulv eller net (Kalango og Ademosun, 1973; Meyer og Sunde, 1974 samt Rowland og Harms, 1970 og 1972). En anden faktor, der gør knoglerne svage hos burhøner, er, at knoglemassen er formindsket, og at knoglerne indeholder en mindsket mængde trabekulært ben.

Nightingale et al. (1972 og 1974) og Simonsen (1982) peger bl.a. på, at immobilisering og nedsat mulighed for vingebewægelse og vingeklap resulterer i formindsket tykkelse og vægt af overarmsknoglen samt tyndere cortex og giver dermed anledning til nedsat knoglestyrke og skøre knogler, men også Rowland og Harms (1970), Wabeck og Littlefield (1972) og Meyer og Sunde (1974) peger på, at bevægelsesrestriktion er en mulig årsag til nedsat knoglestyrke og brækkede knogler hos burhøner.

I flere forsøg fandt man, at burhøjden havde indflydelse på vingeknoglernes styrke, og bl.a. blev konstateret, at kyllinger i bure med en lofthøjde på 254 cm havde væsentlig stærkere vingeknogler end kyllinger i bure med en højde på 33-65 cm. I samme forsøg er ligeledes fundet, at en reduktion af højden fra 65 cm ned til 33 cm medførte signifikant nedsat knoglestyrke, og samtidig med, at lofthøjden blev formindsket, steg antallet af brækkede vinger under slagteprocessen (May og Merkley, 1980 og Merkley og May, 1980). Andre forsøg viser samme forhold, og Travis et al. (1983) fandt en signifikant lineær sammenhæng mellem brudstyrken på kyllingers humerus og burhøjden;

burhøjden var 20, 30, 40 og 50 cm, hvilket medfører, at for at kunne brække en knogle skal brudstyrken stige fra 19,2 kg til 23,2 kg.

Det er også blevet undersøgt, om gulvarealet pr.dyr eller det totale areal, som dyret kan bevæge sig på, havde nogen effekt på humerusstyrken. For kyllingers vedkommende fandt Merkley (1981) og May et al. (1981), at gulvarealets størrelse ingen indvirkning havde på humerus' brudstyrke, men modsat blev konstateret, at kalkuner, der gik i bur med et stort gulvareal, havde stærkere vingeknogler, end kalkuner, der gik i små bure med et lille gulvareal. I begge burtyper var arealet pr.kalkun det samme (Anderson et al. 1979).

Travis et al. (1983) undersøgte burformens indflydelse på knoglestyrken af humerus, men fandt ingen signifikant forskel på aflange og dybe bure.

Formålet med nærværende forsøg var at undersøge burhøners knoglestyrke i forskellige burtyper. Det meste af den foreliggende litteratur omhandler sammenligning mellem høner på gulv eller net og høner i bure, hvorimod høners knoglestyrke ikke er blevet undersøgt, når de placeres i forskellige burstørrelser og forskellige burformer og med forskelligt areal pr.høne. Formålet var også at bekræfte eller afkræfte de i første forsøg hidtil fundne resultater ved denne gang at benytte et større antal forsøgsenheder. Antallet af forsøgsfaktorer blev også udvidet for eventuelt at finde en sammenhæng mellem knoglestyrke, antal brækkede vinger, diverse knogleparametre, vingebevægelse og æglægning.

2 KNOGLEMORFOLOGI

Overarmsknoglen (humerus) er den største af vingeknoglerne. Det er en kraftig rørknogle, hvis øverste del er med til at danne skulderbladet og nederst sammen med underarmen danner albueleddet. Øverst på knoglen er et lille hul, hvorigennem udposning af en af luftsækkene strækker sig ind i humerus marvhule. Knoglen er på den neutrale side påhæftet den største af flyvemusklerne (pectoralis).

Knoglens grundsubstans (knoglematriksen) består, dels af en uorganisk del, dels af en organisk fraktion. Hos fjerkræ udgør den uorganiske del ca. 84 % af knoglens tørstof, hvorefter det meste findes som kalcium og fosfor; den organiske del udgøres hovedsagelig af collagen.

Knoglen består af to modifikationer af benvæv: 1) Kompakt benvæv (substantia compacta), der er en hård ensartet substans uden makroskopisk (synligt) hulrum, og som danner det overfladiske lag af alle fuldt udviklede knogler; 2) Det spongiøse benvæv (substantia spongiosa) består af et net af benbjælker og blade af forskellig tykkelse, også kaldet trabekler (trabeculae). De er ordnet således, at knoglen på bedst mulige måde bliver i stand til at modstå de tryk- og trækpåvirkninger, som den udsættes for på det pågældende sted fra f.eks. muskler, sener og ledbånd. Forandringer i størrelse og antal samt orientering af trabeklerne fremkommer som resultat af ændringer i det mekaniske behov. Det spongiøse benvæv er lokaliseret i epiphyse- og metaphyseenderne, og det er omgivet af luft, da humerus er en såkaldt pneumatisk knogle; figur 2.1 viser skematisk anatomen af en typisk rørknogle.

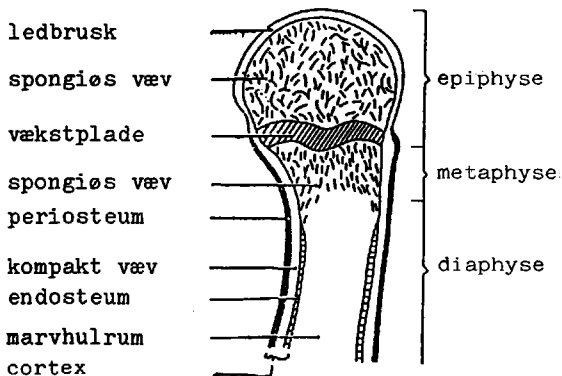


Fig. 2.1 Skitse af typisk rørknogle

Fig. 2.1 Draft of a typical bone

3 MATERIALE OG METODER

3.1 Opdrætningstiden

Daggamle kyllinger fra to afstamninger henholdsvis Shaver Starcross 288 og Skalborg blev indsat og opdrættet på dybstrøelse i samme hus. Belægningen var på ca. 16 kyllinger pr. m², og ingen af kyllingerne var eller blev næbtrimmet.

I opdrætningstiden anvendtes to forskellige foderblandinger, hvis sammensætning fremgår af tabel 3.1.

Tabel 3.1 Foderblandinger i opdrætningstiden*Table 3.1 Diets during rearing*

Blanding:		A	B
Majs	%	25,00	12,00
Byg	%	23,00	40,00
Hvede	%	15,90	10,00
Hvedeklid	%	5,00	8,00
Havre	%	5,00	10,00
Solsikkeskrå delvis afsk.	%	3,00	3,00
Sojaskrå toasted	%	15,00	3,00
Kød-benmel askefattigt	%	3,00	4,50
Fiskemel askefattigt	%	2,00	0,00
Grønmel	%	0,00	6,00
Rørmelasse	%	0,00	1,50
Kridt	%	0,60	0,90
Dikalسيومfosfat	%	1,70	0,30
Mineraler og vitaminer	%	0,80	0,80
I alt	%	100,00	100,00
Beregnet indhold:			
OE/100 kg foder,	MJ	1180	1089
Råprot./10 MJ OE,	g	160	137
Lysin /10 MJ OE,	g	7,5	5,5
Methionin+cystin/10 MJ OE,	g	5,7	4,9
Kalcium/10 MJ OE,	g	8,8	8,8
Fosfor /10 MJ OE,	g	7,4	5,8

Kyllingerne blev indsat ved en temperatur på 32°C, hvorefter temperaturen blev sænket 1°C hveranden dag - indtil en temperatur på 18-20°C, der blev bibeholdt i resten af opdrætningstiden. Daglængden var i den første uge 22 timer, hvorefter den blev afkortet til 9 timer ved 15-ugers alderen; og fra 15. til 19. uge var daglængden konstant 9 timer for derefter igen at stige til 11 timer i opdrætningsfasens 20. og sidste uge. Kyllingerne blev vaccineret mod infektiøs bronkitis (IB-I ved en alder på 8 uger og med IB-II ved en alder på 14 uger); og 19 uger gamle blev de vaccineret mod Aviær Encephalomyelitis (AE).

3.2 Æglægningsperioden

Hønekerne blev indsat i æglægningsbure ved 19-ugers alder, og forsøget påbegyndtes ved alderen 20 uger. Der blev indsat i alt 4316 høneker, ligelig fordelt på begge afstamminger. Forsøget løb over 15 perioder á 4 uger, d.v.s indtil hønerne nåede en alder af 80 uger, hvorefter de blev slagtet.

Hønerne blev i æglægningsperioden fodret med en handelsfoderblanding, hvis sammensætning er vist i tabel 3.2.

Tabel 3.2 Foderblanding i æglægningsperioden

Table 3.2 Diet during egg laying period

Majs	%	15,00
Byg	%	33,00
Hvede	%	18,50
Sojaskrå, toasted	%	12,50
Kød-benmel, askefattigt	%	5,00
Fiskemel, askefattigt	%	2,00
Grønmel	%	2,00
Rørmelasse	%	1,00
Vegetabilsk fedt	%	2,50
Kalciumcarbonat, kridt	%	4,60
Kalciumcarbonat, østersskaller	%	3,00
Dikalciumfosfat	%	0,20
Mineral	%	0,30
Vitamin	%	0,40
I alt	%	100,00

Indhold:		Beregnet	Analyseret
OE/100 kg foder	MJ	1179	1134
Råprot./10 MJ OE,	g	146	159
Lysin /10 MJ OE,	g	7,0	
Methionin+cystin/10 MJ OE,	g	5,5	
Kalcium/10 MJ OE,	g	31,3	28,3
Fosfor /10 MJ OE,	g	5,1	6,6

I forsøgsstalden blev tilstræbt at holde en konstant temperatur på ca. 20°C, og dette blev gjort ved hjælp af centralvarme- og ventilationsanlæg. Lysprogrammet blev tilrettelagt således, at hønerne havde 11 timers lys ved 20-ugers alderen, da forsøget begyndte. Daglængden blev hævet til 12 og 13 timers lys ved henholdsvis 21 og 22-ugers alder; og fra 23. til 30. uge var daglængden 13 timer, hvorefter den blev hævet med endnu en time til 14-timers lys, der blev holdt konstant i resten af forsøgsperioden.

Tabel 3.3

Antal høner, fordelt på behandlinger

Table 3.3

Number of hens in each treatment

Forsøgs- nummer	Burtype, cm breddexdybde	Antal hø- ner/bur	Areal/ høne, cm ²	Burareal, cm	Fodertrug/ høne, cm ²	<u>Antal høner</u> Shaver Skalborg	
Research No.	Cage design	Hens/cage	Area/hen	Cage area	Trough/hen	No. of hens	
1	36 x 50	3	600	1800	12,0	21	22
2	60 x 30	3	600	1800	20,0	16	16
3	48 x 50	4	600	2400	12,0	29	24
4	80 x 30	4	600	2400	20,0	23	26
5	40 x 50	4	500	2000	10,0	25	27
6	66,7 x 30	4	500	2000	16,7	24	29
7	60 x 50	5	600	3000	12,0	28	26
8	100 x 30	5	600	3000	20,0	28	30
9	72 x 50	6	600	3600	12,0	39	42
10	120 x 30	6	600	3600	20,0	41	39

Som det ses af tabellen, omfattede forsøgsfaktorerne:

- 1) 2 afstamninger (Shaver og Skalborg)
 - 2) 2 burtyper (aflange og dybe)
 - 3) 5 burstørrelser (1800, 2000, 2400, 3000 og 3600 cm²)
 - 4) 2 arealer (500 og 600 cm² pr.høne)
-

3.3 Det tekniske anlæg

Buranlægget bestod af et to-etagers pyramideanlæg med 4 burrækker; 2 af rækkerne bestod af aflange bure med en dybde på 30 cm og de 2 andre rækker af bure med en dybde på 50 cm. Burhøjden var i alle burene 40 cm, og gulvhældningen i begge typer bure var 1:12. Vandforsyningen foregik ved hjælp af nipler, og vandets hårdhedsgrad var bragt ned på ca. 0,5°. Burene var opbygget af galvaniseret, punktsvejset trådnet, og siderne mellem burene bestod af tætte galvaniserede plader; maskestørrelsen i bundmaterialet var 1 x 2" og trådtykkelsen 2,45 mm.

3.4 Forsøgsplan

Til knogleundersøgelsen var planlagt at udtage 640 høner, svarende til høner fra 8 bure i hver behandling; men på grund af, at nogle høner brækkede vingerne under slagteprocessen, og andre høner mistede deres identifikationsnummer, blev antallet formindsket til 555 høner. Disse høner blev fordelt efter følgende plan (tabel 3.3).

3.5 Registrering af data

Hønerne blev efter udtagelsen fra burene palperet for vingebrud, og derefter blev de anbragt i slagtekasser og transporteret til Forsøgsfjerkræslagteriet i Hillerød. Her blev hønerne taget ud af kasserne og hængt på slagtebånd, hvorefter de atter blev palperet for vingebrud, og eventuelle brud og hønens identifikationsnummer blev noteret. Efter bedøvning i bad og efter håndstikning blev hønerne igen palperet; det sidste sted på slagtekæden, hvor hønerne blev undersøgt, var efter plukkemaskinen. Efter at slagteprocessen var overstået, blev den højre vinge skåret af og mærket med hønens nummer, og hvis den højre vinge var brækket, anvendtes den venstre vinge. Vingerne blev pakket i poser og frosset ned til -20°C for senere undersøgelse af knoglestyrke.

Forud for bestemmelse af knoglestyrken blev vingerne tøet op ved stuetemperatur i 24 timer. Radius + ulna og humerus blev skilt fra hinanden, og derefter blev humerus renset for skind, kød og sener med en skalpel; knoglen blev vejjet, længden målt med en lineal, og midten af knoglen blev angivet med en blyantstreg.

På midten blev den ydre diameter af knoglen målt med en skydelære, og da knoglen ikke er helt cirkulær, blev der målt to diametre - den største og den mindste. Længden af den urensede underarm (radius + ulna) blev også målt med en lineal.

Styrken af den rensede overarmsknogle og den urensede underarmsknogle blev bestemt ved hjælp af en Instron Universel testmaskine. Knoglerne blev lagt på to stænger, der var 12 mm tykke og 10 mm brede, og stængerne var anbragt 30 mm fra hinanden (figur 3.1).

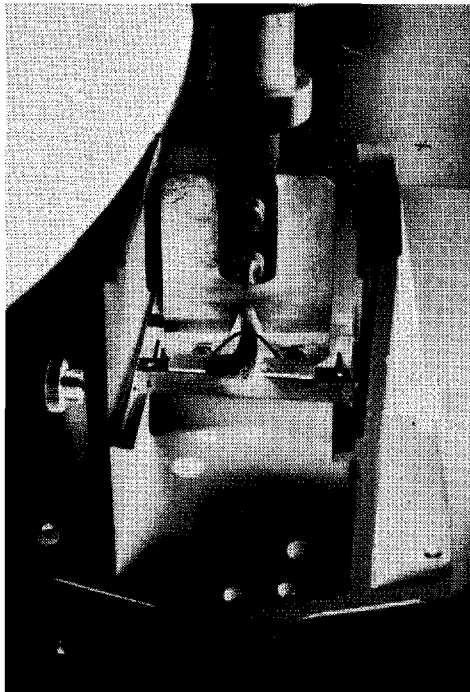


Fig. 3.1 Knoglebrækker-apparat

Fig. 3.1 Bone breaking apperatus

Figuren viser de to stænger, hvorpå knoglen er placeret, og for at knoglen kan ligge nogenlunde stabilt, er der foretaget en fordybning i stængerne; desuden er stængerne belagt med gummi, for at de skarpe kanter ikke skal påvirke knoglestyrken. Til at brække knoglen blev

anvendt en wire, der var 1,3 mm tyk; som det ses, var wiren fastgjort på Instron-maskinen i en bue, således at wiren ville lægge sig om knoglen, når trykket på denne skulle udøves. Knoglen blev anbragt på stængerne i den konvekse stilling og således, at trykket blev udøvet nøjagtig på midten af knoglen. Den nedadgående hastighed på Instron-maskinen var 50 mm pr.minut, og et interval på 0-50 kg tryk blev brugt.

I tilknytning til maskinen var anbragt en skriver, der tegnede en kurve over dét tryk i kg, som wiren udøvede på knoglen, efterhånden som stemplet og dermed wiren kørte nedad, og indtil trykket blev så stort, at knoglen brækkede. Som mål for knoglestyrke anvendtes det maksimale tryk i kg, der blev aflæst på kurven lige umiddelbart, før knoglen brækkede (figur 3.2).

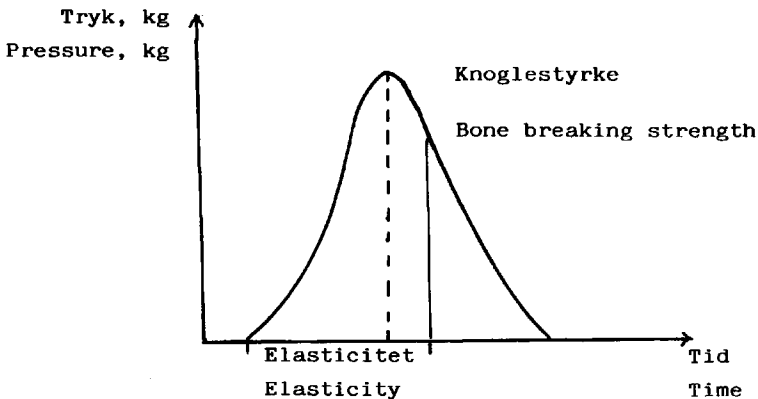


Fig. 3.2 Idealkurve, der viser wirens tryk på knoglen

Fig. 3.2 Ideal curve showing the pressure upon the bone

Som mål for knoglens elasticitet eller sejhed anvendtes bredden af kurven, fra trykket på knoglen startede, og indtil knoglen brækkede; skriverhastigheden var på 100 mm pr. minut.

Efter at humerusknoglen var brækket på midten, blev de to indvendige diametre - den største og den mindste - målt med en skydelære; ligeledes blev tykkelsen af selve den kompakte knoglemasse - cortex - (figur 2.1) målt med en skydelære 4 steder på knoglens omkreds, og ved hjælp af den fremkomne difference mellem de 2 ydre og de 2 indre diametre samt de 4 målinger af cortex blev beregnet et gennemsnit som mål for humerusknoglens tykkelse af cortex.

Ud fra de ydre diametre og tykkelsen af cortex blev arealet af cortex beregnet ved hjælp af ligningen:

$$\text{Areal} = \pi (N_1 \times N_2 - (N_1 - \text{COR}) \times (N_2 - \text{COR})),$$

der er ligning for en elipse, hvor N_1 = halvdelen af den største ydre diameter; N_2 = halvdelen af den mindste ydre diameter og COR = tykkelsen af cortex.

I forbindelse med projektet "Hønens velfærd i forskellige bursystemer" blev bl.a. hønernes ydelse og i forbindelse med adfærdsstudier intensiteten af vingebevægelser registreret; og da tidligere undersøgelser har vist sammenhæng mellem hønernes ydelse og knoglestyrke samt antallet af vingebevægelser og knoglestyrke, foretog man beregning af korrelationer mellem disse parametre samt korrelationer mellem knoglestyrken og de andre knogleparametre for eventuelt at finde årsagen til forskellen på knoglestyrke, målt med apparat i de forskellige forsøgsbehandlinger.

Hønernes ydelse blev registreret daglig i ugens første 5 dage for hvert enkelt bur, og på basis af disse tal blev den totale ydelse i hver æglægningsperiode samt i hele æglægningsperioden beregnet ud fra antal hønedage. Adfærdsobservationerne, hvori bl.a. indgik vingebevægelser, blev udført to gange i løbet af forsøgsperioden; de første observationer blev foretaget ved hønæalderen 35-40 uger og de næste ved alderen 55-60 uger. Hvert enkelt bur blev observeret i et tidsrum på 30 minutter mellem kl.7 og kl.12. Observationerne blev indspillet på videobånd, og under analyse af båndene blev hver enkelt høne inden for hvert bur observeret. Der blev i denne forsøgsomgang ikke foretaget aske-, calcium- og fosforbestemmelse af knoglerne.

3.6 Statistiske metoder

Til den statistiske analyse blev anvendt GLM-proceduren i SAS-programpakken, alle analyserne er foretaget på NEUCC; og 2 sæt variansanalyser blev udarbejdet efter følgende modeller:

Model 1

$$X_{ijkm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijkm}$$

hvor

α_i = virkning af afstamning; i = Shaver, Skalborg

β_j = virkning af burtype; j = aflang, dyb

γ_k = virkning af bur- eller gruppestørrelse

k = 1800, 2400,
3000, 3600

$\alpha\beta, \alpha\gamma, \beta\gamma, \alpha\beta\gamma$ = vekselvirkninger

ϵ_{ijk} = tilfældig rest

Denne model blev anvendt til at teste virkningen af: Afstamminger, burtyper og burstørrelser.

Model 2

$$X_{ijkm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijkm}$$

hvor

α_i = virkning af afstamning; i = Shaver, Skalborg

β_j = virkning af burtype; j = aflang, dyb

γ_k = virkning af areal/høne k = 500, 600

$\alpha\beta, \alpha\gamma, \beta\gamma, \alpha\beta\gamma$ = vekselvirkninger

ϵ_{ijkm} = tilfældig rest

Denne model blev anvendt til at teste virkningen af: De to arealer 500 cm² og 600 cm² pr.høne mod hinanden inden for gruppestørrelse 4 høner pr.bur.

4 RESULTATER

I de følgende tabeller er resultaterne vedrørende de forskellige undersøgelser og målinger af knogleparametre vist. Tabellerne giver en sammenligning mellem 4 burstørrelser med forskelligt antal høner pr. bur, men med 600 cm² pr.høne, og en anden sammenligning med 2 burstørrelser, hvor der går 4 høner i hvert bur, men med henholdsvis 500 og 600 cm² pr.høne; desuden omtales en sammenligning mellem aflange og dybe burtyper med alle burstørrelser og i forbindelse med begge belægninger. Alle forsøgsfaktorerne er foretaget inden for både Shaver- og Skalborgehøner. Hvor intet er anført i tabellerne, er der ingen signifikant forskel på behandlingerne.

4.1 Vægt, længde og diameter af overarmsknoglen

Tabel 4.1 viser vægten af den rensede humerus i de forskellige bur-systemer.

Tabel 4.1 Vægt af humerus, g

Table 4.1 Weight of humerus, g

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
Area/ h., cm ²	C. size cm ²	No./ cage	shal.	deep	ave.	shal.	deep	ave.	Ave.
600	1800	3	4,03	4,19	4,12	3,70	4,09	3,93	4,02
600	2400	4	4,16	3,84	3,98	4,23	3,77	4,01	3,99
600	3000	5	4,10	4,20	4,15	4,39	4,00	4,21	4,18
600	3600	6	4,15	4,16	4,15	3,96	4,03	4,00	4,07
Gennemsnit			4,12	4,10		4,10	3,98		
Gennemsnit			4,11			4,04			
50	2000	4	3,95	4,01	3,98	3,90	3,78	3,84	3,91
600	2400	4	4,16	3,84	3,98	4,23	3,77	4,01	3,99

Ingen af forsøgsbehandlingerne havde signifikant virkning på vægten af den rensede humerus.

Tabel 4.2 viser længden af den rensede overarmsknogle - humerus.

Tabel 4.2 Længde af humerus, cm

Table 4.2 Length of humerus, cm

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
Area/ h., cm ²	C.size cm ²	No./ cage	shal.	deep	ave.	shal.	deep	ave.	Ave.
600	1800	3	7,99	7,99	7,99	7,81	8,04	7,94	7,97
600	2400	4	7,99	7,90	7,94	7,83	7,90	7,87	7,90
600	3000	5	7,93	7,97	7,95	7,93	7,85	7,89	7,92
600	3600	6	7,97	7,95	7,96	7,83	7,93	7,88	7,92
Gennemsnit			7,97	7,95		7,86	7,93*		
Gennemsnit			7,96			7,89			
500	2000	4	7,95	8,04	8,00	7,84	7,89	7,86	7,93
600	2400	4	7,99	7,90	7,94	7,83	7,90	7,87	7,90

* P < 0,05

Hos de 2 afstamminger var der signifikant forskel på længden af humerus, idet Shaverhønerne havde længere humerusknogle end Skalborghønerne; hos Shaver fandtes ingen effekt af behandlinger på overarmens længde. Derimod viste det sig, at Skalborghønerne i dybe bure havde lidt længere knogler end de i aflange bure, når man betragtede gennemsnittet af alle burstørrelser; denne forskel var lige netop signifikant og gik igen ved alle burstørrelser undtagen for burarealet 2400 cm² med 5 høner, hvor der var tendens til det modsatte. Der var ingen effekt af burstørrelse og areal pr.høne hos disse høner. Tabellerne 4.3 og 4.4 angiver henholdsvis den største ydre diameter og den mindste ydre diameter på midten af knoglen.

Tabel 4.3 Den maksimale diameter på humerusknoglens midte, mm

Table 4.3 The maximum diameter on the middle of humerus, mm

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
Area/ h., cm ²	C.size cm ²	No./ cage	shal.	deep	ave.	shal.	deep	ave.	Ave.
600	1800	3	8,11	8,01	8,06	8,05	8,19	8,13	8,09
600	2400	4	8,13	7,97	8,04	8,07	8,08	8,07	8,06
600	3000	5	8,23	8,07	8,15	8,12	7,97	8,05	8,10
600	3600	6	8,14	8,12	8,13	7,94	8,15	8,05	8,09
Gennemsnit			8,16	8,05*		8,03	8,10		
Gennemsnit			8,10			8,07			
500	2000	4	8,02	8,16	8,09	7,95	8,07	8,01	8,05
600	2400	4	8,13	7,97	8,04	8,07	8,08	8,07	8,06

* P < 0,05

Det ses, at der ikke er signifikant forskel på humerusknoglens diameter hos de to afstamninger, når man sammenligner gennemsnittene, og heller ingen effekt af burstørrelse og areal pr.høne på gennemsnittet af diameter. Hos Shaverhønerne er der dog tendens til, at diameteren øges, når hønerne går i store bure med 5 og 6 høner i hvert. Hos Shaverhønerne findes signifikant forskel på humerusknoglens diameter i de to burtyper, så diameteren er størst i de aflange bure. Vekselvirkning findes mellem afstamning og burtype, da Skalborghønerne har tendens til større knogler i de dybe bure.

Tabel 4.4 Den mindste diameter på humerus' knoglens midte, mm

Table 4.4 The smallest diameter on the middle of humerus, mm

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C.size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	6,42	6,44	6,43	6,35	6,53	6,45	6,44
600	2400	4	6,44	6,29	6,36	6,34	6,38	6,36	6,36
600	3000	5	6,51	6,46	6,49	6,40	6,31	6,36	6,42
600	3600	6	6,33	6,44	6,38	6,29	6,38	6,34	6,36
Gennemsnit			6,41	6,41		6,34	6,40		
Gennemsnit			6,41			6,37			
500	2000	4	6,41	6,46	6,43	6,37	6,41	6,39	6,41
600	2400	4	6,44	6,29	6,36	6,34	6,38	6,36	6,36

 Behandlinger på humerusknoglens mindste diameter viste ingen effekt.

4.2 Tykkelse og areal af humerusknoglens cortex

Ud fra diametrene blev tykkelsen af selve cortex beregnet, og resultatet er vist i tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tykkelsen af cortex, mm

Table 4.5 The thickness of cortex, mm

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
Area/ h., cm ²	C. size cm ²	No./ cage	shal.	deep	ave.	shal.	deep	ave.	Ave.
600	1800	3	0,47	0,52	0,50 ab	0,44	0,42	0,43b	0,46 b
600	2400	4	0,45	0,46	0,46 b	0,43	0,44	0,44b	0,45 b
600	3000	5	0,54	0,47	0,57 a	0,51	0,48	0,49a	0,56 a
600	3600	6	0,46	0,50	0,48 ab	0,45	0,47	0,41ab	0,47 ab
Gennemsnit			0,48	0,49		0,46	0,46		
Gennemsnit			0,48		*	0,46			
500	2000	4	0,44	0,47	0,46	0,47	0,44	0,45	0,46
600	2400	4	0,45	0,46	0,46	0,43	0,44	0,44	0,45

* P < 0,05

P < 0,05 = middeltal med forskelligt bogstav

P < 0,05 = means with different letter

Af tabellen fremgår, at Shaver har signifikant tykkere cortex i humerus end Skalborg; hverken hos Shaver eller Skalborg findes effekt vedrørende burtype og areal pr.høne, men derimod en signifikant effekt af burstørrelse. Hos begge afstamninger viser det sig, at hønerne i de aflange bure med 5 høner i hvert bur har tykkere cortex i humerus end hønerne i bure med 3 og 4 i hvert. I de dybe bure var der ingen signifikant effekt af burstørrelsen, og dette slog igennem på gennemsnittet, således at de to mindste bure var signifikant forskellig fra buret på 3000 cm², og cortextykkelsen hos hønerne i buret på 3600 cm² lå imellem tykkelsen, der blev fundet i de andre bure. Arealet af cortex blev beregnet ud fra diametrene af humerusknoglen og tykkelsen af cortex; i tabel 4.6 er vist et gennemsnit af cortexareal i forbindelse med de forskellige behandlinger.

Med hensyn til arealet af cortex i humerusknoglen blev fundet signifikant forskel på de to afstamninger, da Shaver havde større areal end Skalborg. Der blev ikke fundet nogen vekselvirkning af burtype og areal pr.høne på cortex-arealet; dog blev fundet en vekselvirkning mellem burstørrelse og burtype, idet høner i buret på 3000 cm² havde større cortex-areal i de aflange bure, hvorimod høner i burene på 3600 cm² havde større cortex-areal i de dybe bure. I øvrigt fandt man en effekt af burstørrelse, således at høner i de mindste bure havde et signifikant mindre cortex-areal end høner i burene på 3000 cm², og dette gjaldt såvel Shaver- som Skalborghøner, men dog kun i de aflange bure.

Hos hønerne i de dybe bure fandtes ingen signifikant effekt af burstørrelse, men en tendens til, at Skalbørghøner i små bure havde mindre cortexareal end de i store bure; denne tendens var for Shavers vedkommende kun gældende for burstørrelsen 2400 cm² med 4 høner.

Tabel 4.6 Arealet af cortex, mm²

Table 4.6 The area of cortex, mm²

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C. size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	11,20	11,96	11,63 ^{ab}	10,58	10,20	10,36 ^b	10,90 ^b
600	2400	4	10,88	10,88	10,88 ^b	10,37	10,68	10,52 ^b	10,71 ^b
600	3000	5	12,81	11,27	12,04 ^a	12,04	11,16	11,63 ^a	11,88 ^a
600	3600	6	11,13	11,96	11,54 ^{ab}	10,01	11,32	10,97 ^{ab}	11,89 ^{ab}
Gennemsnit			11,53	11,53		10,94	10,93		
Gennemsnit			11,53		*	10,93			
500	2000	4	10,52	11,34	10,94	10,95	10,50	10,74	10,88
600	2400	4	10,88	10,88	10,88	10,37	10,68	10,52	10,71

* P < 0,05

P < 0,05 = middeltal med forskelligt bogstav

P < 0,05 = means with different letter

4.3 Levendevægt og æggydelse ved afslutning af æglægningsperioden

For at se, om der var effekt af behandlingerne på hønernes vægt, blev hønerne vejlet, da de blev taget ud af burene og inden afsendelse til slagteriet, fordi det kunne tænkes, at en eventuel forskel på brudstyrken kunne skyldes forskel på hønernes vægt. Deres vægt i de forskellige systemer er angivet i tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hønernes levendevægt, g

Table 4.7 Weight of hens, g

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C. size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	2025	2190	2105	2065	2265	2165	2135
600	2400	4	2230	2140	2185	2085	2085	2085	2135
600	3000	5	2225	2180	2200	2245	3095	2170	2185
600	3600	6	2105	2145	2125	2070	2175	2120	2125
Gennemsnit			2150	2160		2120	2145		
Gennemsnit			2155			2135			
500	2000	4	2090	2280	2185	2155	2125	2140	2160
600	2400	4	2230	2140	2185	2085	2085	2085	2130

Der kan ikke drages klare konklusioner om forskel på hønernes vægt i de forskellige bursystemer, der er dog en signifikant vekselvirkning mellem burstørrelse (gruppetørrelse) og burtype, således at hønerne i de aflange bure er størst på gruppestørrelser 4 og 5, medens hønerne i de dybe bure er størst på gruppestørrelser 3 og 6 høner pr.bur. Der er ligeledes vekselvirkning mellem areal pr.høne og burtype på Shaverhønernes vægt; hønerne vejede mest, når de gik i aflange bure ved 600 cm² og i dybe bure ved 500 cm².

Der kunne tænkes at være en effekt på knoglestyrken på grund af ægydelsen, da hønerne mobiliserer kalcium fra knoglerne til dannelse af skal; for at belyse dette er ægydelsen fra både 15.periode og sidste uge opgjort i tabellerne 4.8 og 4.9.

Tabel 4.8 Ægydelse i % lægning i periode 15

Table 4.8 Egg yield in the 15th period, % lay

Areal/ h.,cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h.,cm²</i>	<i>C.size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	59,0	56,0	57,5	52,9	62,7	57,9	57,7
600	2400	4	66,4	69,7	68,0	59,8	59,1	59,5	63,8
600	3000	5	61,8	66,4	64,1	60,5	58,6	59,5	61,8
600	3600	6	71,9	66,5	69,1	61,3	59,3	60,3	64,7
Gennemsnit			65,7	65,4		59,4	59,6		
Gennemsnit			65,6			59,5			
500	2000	4	70,5	70,6	70,5	64,2	56,7	60,5	65,5
600	2400	4	66,4	69,7	68,0	59,8	59,1	59,5	63,8

Tabellen viser en lav ydelse hos høner i bure med 3 høner i hvert. Der ses ikke at være nogen effekt af burform på ægydelsen, men en tydelig forskel på afstamningernes ydelse og især en bedre ydelse hos høner med 500 cm² pr.høne end hos høner med 600 cm² pr.høne til rådighed.

På de to afstamninger er der ca.10 % forskel i ydelsen i den sidste uge af æglægningen, men ingen forskel på procent lægning i de aflange og dybe bure. Der er en ekstrem lav ydelse i bure med 3 høner i den sidste uge af læggeperioden; hos Shaver er den højeste ydelse i de aflange bure med 4 og 6 høner, medens Skalborg har den bedste læggeprocent, når hønerne går i aflange bure med 5 og 6 høner i hvert.

Hos Skalborg er der effekt af areal pr.høne, der giver sig udslag i, at den bedste lægning fremkommer med det mindste areal pr.høne, men mest udtalt i de aflange bure. Hos Shaver er der ingen effekt af areal pr. høne.

Tabel 4.9 Æggydelse i den sidste uge af produktionen, % lægning

Table 4.9 Egg yield in the last week of production, % lay

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C. size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	57,5	53,3	55,4	49,2	58,3	53,8	54,6
600	2400	4	70,0	68,1	69,0	52,5	53,1	52,8	60,9
600	3000	5	59,5	67,5	63,5	59,0	58,0	58,5	61,0
600	3600	6	72,5	67,9	70,2	62,1	55,0	58,6	64,4
Gennemsnit			66,0	65,6		56,6	56,3		
Gennemsnit				65,8			56,5		
500	2000	4	68,1	68,8	68,5	62,5	56,9	59,7	64,3
600	2400	4	70,0	68,1	69,0	52,5	53,1	52,8	60,9

4.4. Brudstyrke og elasticitet af underarmen (radius + ulna) og overarmen (humerus).

Brudstyrke og elasticitet af den intakte underarm (radius + ulna) er gengivet i tabellerne 4.10 og 4.11; brudstyrken er angivet som det tryk i kg, der skal til for at brække knoglerne; elasticiteten er målt i mm og angiver størrelsen af knoglens bøjning fra start af belastning, og indtil knoglen brækker.

Tabel 4.10 Brudstyrke af den urensede underarm (radius + ulna) kg

Table 4.10 Breaking strength of radius + ulna, kg

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C. size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	26,2	24,4	25,2	22,6	23,6	23,1	24,1
600	2400	4	24,5	24,3	24,4	24,2	22,9	23,6	24,0
600	3000	5	26,3	24,7	25,5	23,9	25,0	24,4	25,0
600	3600	6	25,6	25,6	25,6	23,5	25,1	24,3	25,0
Gennemsnit			25,6	24,9		23,6	24,3		
Gennemsnit				25,2	**		24,0		
500	2000	4	22,0	24,4	23,2	23,7	23,9	23,5	23,3
600	2400	4	24,5	24,3	24,4	24,2	22,9	23,6	24,0

** P < 0,01

For de to afstamminger er der kun forskel på brudstyrken af underarmen; der er ingen signifikant effekt af burstørrelse, burform eller areal pr.høne på underarmens brudstyrke.

Tabel 4.11 Elasticiteten af underarmen (radius + ulna, mm)

Table 4.11 Elasticity of radius + ulna, mm

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C.size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	29,0	29,6	29,3	26,8	28,0	27,5 ^b	28,4 ^b
600	2400	4	30,4	29,9	30,1	30,3	29,0	29,6 ^a	29,9 ^a
600	3000	5	30,9	30,3	30,6	28,7	29,1	28,9 ^{ab}	29,8 ^a
600	3600	6	30,3	31,2	30,7	27,8	29,3	28,6 ^{ab}	29,6 ^a
Gennemsnit			30,3	30,4		28,4	29,0		
Gennemsnit			30,3 ***			28,7			
500	2000	4	30,5	32,1	31,2	30,2	30,4	30,3	30,7
600	2400	4	30,4	29,9	30,1	30,3	29,0	29,6	29,9

*** P < 0,001

P < 0,05 = middeltal med forskelligt bogstav

P < 0,05 = means with different letter

Der er forskel på de to afstamminger med hensyn til elasticiteten af underarmen. Ellers viser undersøgelsen, at høner i de mindste bure har en underarm, der er mindre elastisk end underarmen hos høner i de andre bure. Der er ingen effekt af burform og areal pr.høne på elasticiteten af underarmen.

Overarmsknoglen (humerus) blev, som bekendt, rensset for skind og kød, før den blev underkastet knoglestyrkemålinger; resultatet af disse målinger er givet i tabellerne 4.12 og 4.13. Målingen blev foretaget, som beskrevet for overarmsknoglen.

Tabel 4.12 Elasticiteten af humerus, mm

Table 4.12 Elasticity og humerus, mm

Areal/ h., cm ²	Bur., m ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
Area/ h., cm ²	C. size cm ²	No./ cage	shal.	deep	ave.	shal.	deep	ave.	Ave.
600	1800	3	11,7	12,2	12,0	11,1	11,0	11,1b	11,5
600	2400	4	11,2	12,0	11,7	11,5	12,1	11,8a	11,7
600	3000	5	11,8	11,4	11,6	11,8	12,2	12,0a	11,8
600	3600	6	11,9	11,8	11,8	11,8	11,7	11,8a	11,8
Gennemsnit			11,7	11,8		11,6	11,8		
Gennemsnit			11,8			11,7			
500	2000	4	11,8	11,6	11,7	12,0	12,3	12,1	11,9
600	2400	4	11,2	12,0	11,7	11,5	12,1	11,8	11,7

P < 0,05 = middeltal med forskelligt bogstav

P < 0,05 = means with different letters

Der er ikke fundet forskel mellem afstamninger på elasticiteten af humerus. Hos Skalborghønerne er der en effekt af burstørrelse, idet høner i de mindste bure har en humerusknogle, der er mindre elastisk end humerus hos hønerne i de største bure. Der var dog en vekselvirkning mellem afstamning og burstørrelse, idet der hos Shaver var tendens til, at hønerne i det mindste bur havde humerusknogler med den største elasticitet. Der fandtes hverken effekt af burform eller areal pr.høne på knogleelasticiteten af humerus, men dog tendens til, at elasticiteten blev større, når hønerne gik i aflange bure med 500 cm² pr.høne end i aflange bure med 600 m² pr.høne.

I tabel 4.13 er vist resultaterne af brudstyrkemålingerne på humerus. Her blev en klar forskel fundet hos de to afstamninger med hensyn til den målte knoglestyrke. Således havde Shaverhønernes knogler på alle behandlinger større styrke end knoglerne hos Skalborghønerne. Man fandt ingen klar effekt på hønerne knoglestyrke på grund af burformen, men for Skalborghønernes vedkommende var der en tendens til størst brudstyrke i de dybe bure. Det kom især til udtryk i de største bure med 5 og 6 høner i hvert.

Med hensyn til arealets virkning på hønerne knoglestyrke viste det sig, at Shaverhønerne forblev upåvirket af, om de gik på et areal på 500 cm² pr.høne eller 600 cm² pr.høne; men Skalborghønerne havde tendens til større knoglestyrke i humerus, når de befandt sig på det største areal.

Tabel 4.13 Knoglestyrken af humerus hos høner i dybe og aflange bure
- ved fire burstørrelser samt to arealer pr.høne, kg

Table 4.13 The breaking strength of humerus, kg

Areal/ h., cm ²	Bur., cm ²	Ant./ bur	Shaver			Skalborg			Gns.
			afl.	dyb	gns.	afl.	dyb	gns.	
<i>Area/ h., cm²</i>	<i>C.size cm²</i>	<i>No./ cage</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>shal.</i>	<i>deep</i>	<i>ave.</i>	<i>Ave.</i>
600	1800	3	22,9	22,7	22,7a	19,7	19,6	19,6b	21,2b
600	2400	4	19,5	20,6	20,1b	19,1	19,5	19,3b	19,7ab
600	3000	5	23,6	22,5	23,1a	20,2	22,3	21,2a	22,1ab
600	3600	6	23,0	23,2	23,1a	21,6	22,1	21,8a	22,4a
Gennemsnit			22,4	22,3		20,3	21,1		
Gennemsnit			22,3		***	21,1			
500	2000	4	19,5	20,4	20,0	20,1	20,8	20,4	20,2
600	2400	4	19,5	20,6	20,1	19,1	19,5	19,3	19,7

*** P < 0,05

P < 0,05 = middeltal med forskelligt bogstav

P < 0,05 = means with different letter

Burstørrelsens virkning på knoglestyrken i vingerne var ret éntydig i 1.forsøg; her viste det sig, at hønerne havde stigende knoglestyrke med stigende burstørrelse og større antal høner pr.bur. I dette forsøg var resultaterne knap så klare, når man ser, hvordan Shaverhønerne artede sig. Det fremgår, at hønerne i buret på 2400 cm² med 4 høner havde signifikant svagere knogler end hønerne i de andre burstørrelser, og dette fænomen var fremherskende både i de dybe og de aflange bure. Hos Skalborgdyrene var der dog en klar effekt af burstørrelse, idet de to mindste bure indeholdt høner med svagere overarmsknogler end høner i de to største bure, men det var dog mest udtalt hos høner i de dybe bure.

Hvis man ser på gennemsnittet af de to afstamninger, viser det sig, at de svageste knogler findes i buret med 4 høner, hvorimod hønerne i buret på 1800 cm² havde de næstsvageste og hønerne i de to største bure på 3000 cm² og 3600 cm² de stærkeste knogler. Årsagen til, at hønerne i buret på 2400 cm² havde en lavere knoglestyrke end hønerne i det mindste bur, vides ikke.

4.5 Vingebevægelser

Det var planlagt, at hønernes vingebevægelser skulle registreres, så man kunne finde eventuelle korrelationer mellem brudstyrke og deres bevægelser. Men der blev ikke fundet hurtige vingebevægelser (vingeklap) nogle steder, hvorfor det ikke kunne indgå i analysen.

4.6 Korrelationer mellem forskellige knogleparametre, ægdydelsen og vægt af hønerne

For at forklare de opnåede variationer og resultater fra de forskellige systemer er korrelationer mellem forskellige parametre beregnet. Korrelationer mellem hønernes vægt, knogleareal, cortextykkelse, humerusvægt, -længde, -diameter og brudstyrke fremgår af tabel 4.14.

Tabel 4.14 Korrelationer mellem nogle målte parametre (555 observationer)

Table 4.14 *Correlations between some parameters measured in the trial*

	Knoglear. Cort.	Hum.ægt	Længde	Diamet.	Brudst.	
	<i>Bone area Cort.</i>	<i>H.weight</i>	<i>Length</i>	<i>Diamet.</i>	<i>Break.</i>	
Hønevægt	.13**	.04	.26***	.50***	.38***	.15***
Knogleareal		.97***	.50***	.12**	.25***	.66***
Cortextykkelse			.45***	.00	.06	.63***
Humerusvægt				.35***	.24***	.44***
Humeruslængde					.48***	.17***
Humerusdiameter						.17***

** P < 0.01
*** P < 0.001

Ud fra korrelationstabellen ses, at knoglestyrken af humerus er positivt korreleret til tykkelsen af cortex og dermed også til arealet af cortex, hvilket betyder, at når knoglestyrken øges, er en stor del af grunden netop cortextykkelsen og -arealet. Når tykkelse og areal af cortex øges, stiger humerusvægten, og dermed findes også en positiv korrelation mellem vægt og styrke af humerus om end i mindre grad. Af mindre betydning for knoglestyrken, om end korrelationerne er signifikante, skal nævnes længde og diameter af humerus samt hønevægten.

Der kunne også tænkes at være en sammenhæng mellem antal æg, lagt i den sidste tid før slagtning, og knoglestyrken. Hønerne mobiliserer kalcium fra knoglevævet til dannelse af æggeskal. Da man af tabeller 4.8 og 4.9 kunne se en effekt af flokstørrelsen på hønernes ydelse, ville det være interessant at undersøge korrelationen mellem knogleparametrene og antal æg, lagt i den sidste uge før slagtning. Registrering er ikke foretaget for hver enkelt høne, men ydelsen fra hvert bur er registreret. Korrelationer mellem antal lagte æg i den sidste uge og knogleareal, cortextykkelse, humerusvægt, -længde, -diameter og -brudstyrke er vist i tabel 4.15.

Tabel 4.15 Korrelation mellem antal lagte æg i den sidste uge før slagtning og nogle knogleparametre (160 observationer)

Table 4.15 Correlations between number of eggs laid the last week before slaughter and some bone parameters.

	Konglear.	Cort.	H.vægt	Længde	Diam.	Brudstyrke
	<i>Bone area</i>	<i>Cort.</i>	<i>Hu.weight</i>	<i>Length</i>	<i>Diam.</i>	<i>Breaking St.</i>
Antal æg	.12	.09	.09	.03	.08	.13

Som det ses, fandtes i denne undersøgelse ingen korrelation mellem ydelsestal og knoglestyrke, men det kan ikke udelukkes, at sådanne korrelationer findes, hvis man sammenligner enkeltindviders ydelse og knoglestyrke, men ikke på gennemsnittet for hønerne i et bur, som sket er i denne undersøgelse.

4.7 Undersøgelse af brækkede vinger

Da knoglestyrken har indflydelse på hønernes slagteekvalitet, undersøgte, hvor mange høner der brækkede vingerne under slagtning. Hønevingerne blev palperet for brud efter ophængning på slagtebåndet efter bedøvning og stikning og ligeledes efter turen igennem plukkemaskinen.

Hvis linien med stigende knoglestyrke hos høner i store bure videreføres til slagtebåndet, måtte resultatet blive flere brækkede vinger hos høner fra de mindste bure; resultatet fra slagteundersøgelsen fremgår af tabel 4.16.

Resultaterne af dette forsøgs undersøgelse over brækkede vinger, der opstod under slagteprocessen, svarer til resultatet, opnået under 1. forsøgsomgang (Tind, 1987). Man fandt ingen forskel på brækkede vinger mellem de to afstamninger; der blev heller ikke fundet nogen klar effekt af burstørrelser, antal høner pr.bur, burform og areal pr.høne på frekvensen af brækkede vinger.

Tabel 4.16 Høner, pct., med brækkede vinger

Table 4.16 Per cent hens with broken wings

	Ophængn. <i>Hanging up</i>	Bedøvel. <i>Anaesthesia</i>	Plukn. <i>De-leathering</i>	Total <i>Total</i>
Skalborg	3,4	14,3	11,8	29,5
Shaver	5,4	17,0	11,1	33,5
Aflange bure	5,1	17,4	7,3	32,6
Dybe bure	3,7	13,9	12,8	30,4
3 høner pr.bur	5,2	19,8	5,2	30,2
4 høner pr.bur	2,3	15,6	13,3	31,3
5 høner pr.bur	6,3	14,4	9,4	30,0
6 høner pr.bur	3,6	15,6	13,5	32,8
500 cm ² pr.høne	4,5	14,4	13,6	32,6
600 cm ² pr.høne	2,3	15,6	13,3	31,3
Gennemsnit	4,4	15,7	11,4	31,5

Det ses af tabellen, at gennemsnitlig 4,4 % brækkede deres vinger efter ophængning på slagtebåndet. Disse brud opstår sandsynligvis under udtagning af burene, pakning i slagtekasser, udtagning af slagtekasser og ved selve ophængningen på båndet. Næsten 16 % brækker vingerne i forbindelse med bedøvelsen før stikning, hvilket hænger sammen med de voldsomme muskelsammentrækninger, der finder sted samtidig med bedøvelsen. Derved brækkes vingen enten på grund af selve sammentrækningen eller på grund af sammenstød med nabohøner eller selve slagtebåndet, medens yderligere 11 % af vingerne brækkede under den fysiske belastning, der foregår i plukkemaskinen. I alt har ca. 1/3 af dyrene brækket en vinge, når slagteprocessen er overstået.

5 DISKUSSION OG KONKLUSION

Der var tydelig forskel på knoglestyrken hos de to afstamninger i forsøget. Den danske afstamning viste tydeligt, at burstørrelsen havde indflydelse på brudstyrken, da høner i de to største bure havde signifikant stærkere knogler end høner i de to mindste bure, hvilket er i overensstemmelse med tidligere fundne resultater (Olsen, 1983) og udenlandske undersøgelser (Anderson et al., 1979).

Den udenlandske afstamning, Shaver, viste ingen sikker sammenhæng mellem burstørrelse og brudstyrke. Det var kun høner i bure på 2400 cm² med fire høner i hvert, der havde signifikant lavere brudstyrke end hønerne i de andre burstørrelser, hvor der ingen forskel var. Derfor kan konkluderes, at den udenlandske afstamning ikke viste forskel på brudstyrke, når burstørrelsen blev ændret; lignende resultat blev fundet hos slagtekyllinger i bure (May et al., 1981; Merkley, 1981).

Der var hverken signifikant effekt af burform eller belægningsgrad på knoglestyrken hos nogen af afstamningerne; i det hele taget fandt man ingen særlig forskel på de målte parametre inden for de to burformer og de to belægningsgrader. Noget kunne således tyde på, at ingen af de undersøgte burformer havde indflydelse på vingernes opbygning.

En forklaring på Shaverhønernes nedsatte knoglestyrke i buret på 2400 cm² kan findes i de andre målte knogleparametre; vægten af humerus er lav i dette bur; arealet af cortex er lavt i dette bur, sammenlignet med arealet hos hønerne i de andre bure. De højeste korrelationer blev da også fundet mellem brudstyrken og henholdsvis cortexarealet, -tykkelsen og vægten af humerus.

Resultaterne tyder på, at knoglestyrken hænger sammen med knoglearealet og dettes indhold af mineraler. Knoglen er hele tiden under nedbrydning og opbygning - alt afhængigt af vingens bevægelse og af æggydelsen. I denne undersøgelse blev der ikke fundet vingebevægelser i nogle af burene, hvilket kan være en del af forklaringen på, at knoglestyrken er ens i de fire burstørrelser.

Æggydelsen hos Skalborphønerne i den sidste uge inden slagtning varierede med burstørrelsen, således at hønerne i de mindste bure lagde færre æg end hønerne i de større bure. Det kan forklare en del af den

forskel på knoglestyrken, der blev fundet hos Skalborghønerne; hos denne afstamning er arealet af cortex også mindre hos hønerne med den mindre knoglestyrke. Alt i alt tyder det på, at det er arealet af cortex eller selve knoglemassen, der er afgørende for knoglestyrken. Dette blev også påvist af Meyer og Sunde (1974), der fandt, at knoglemassen var positivt korreleret til knoglebrudstyrken ($r = 0,96$).

Det formindskede knogleareal og knoglemassen hænger muligvis sammen med den nedsatte bevægelsesfrihed, som dyrene blev udsat for i burene. Således er vist, at vingernes immobilitet resulterede i formindsket brudstyrke (Merkley og Chaloupka, 1973; og Nightingale et al., 1972 og 1974). Endelig kan man ikke udelukke, at også æglægningen spiller en rolle i forholdet til knoglernes opbygning. Hos Shaverhønerne fandtes, at hønerne i det mindste bur havde en noget lavere ydelse både i den sidste periode og i den sidste uge før slagtning, set i forhold til hønerne i de andre bure. Det kan forklare, hvorfor hønerne i det mindste bur havde lige så stor en knoglestyrke som hønerne i de store bure.

Underarmsknoglerne, radius + ulna, blev også undersøgt. Der blev kun fundet forskel på afstamninger, da brudstyrke og elasticitet blev undersøgt. Man fandt ingen effekt af afstamning, burstørrelse, burform eller areal pr.høne på elasticiteten af overarmsknoglen. I andre undersøgelser blev fundet en sammenhæng mellem knoglestyrke og askeindhold i knoglen (Olsen, 1983). Men også i udenlandske undersøgelser med kalkuner og slagtekyllinger blev fundet denne sammenhæng (Anderson, 1979; og Merkley, 1981b). Der blev ikke fundet effekt af burform og burstørrelse på calcium- og fosforindholdet i humerus.

Et stort antal af de slagtede høner brækkede vingerne under slagteprocessen. Godt 30 % havde én eller begge vinger brækket efter plukkemaskinen. De små forskelligheder i knoglestyrke, der blev målt i forsøget, var ikke tilstrækkelig store til at kunne finde forskel på virkning af de fysiske påvirkninger, som vingerne udsættes for i forbindelse med slagteprocessen. I dette forsøg, som i det tidligere udførte (Olsen, 1983), blev der ikke fundet sammenhæng mellem forsøgsbehandlinger og antal brækkede vinger. I andre undersøgelser blev ligeledes fundet en stor spredning inden for resultaterne - (Betænkning fra Justitsministeriets arbejdsgruppe, 1979; Nielsen, 1980; og Neergaard, 1984).

6 LITTERATUR

- Anderson, J.O., Warnick, R.E., and Nakata, N., 1979. Effect of cage and floor rearing; dietary calcium, phosphorus, fluoride, and energy levels; and temperature on growing turkey performance, the incidence of broken bones, and bone weight and ash. *Poult.Sci.*, 58:1175-1182.
- Betænkning fra Justitsministeriets arbejdsgruppe, 1979. Intensive produktionssystemer og dyrebeskyttelse i praktisk landbrug, nr. 868:127-188.
- Kalango, I.O. and Ademosun, A.A., 1973. Effect of calcium and phosphorus levels on the performance of layers in Nigeria. 2. Bone, ash, and calcium, and phosphorus retention. *Poult.Sci.*52: 1393-1398.
- King, D.F., 1965. Effects of cage size on cage layer fatigue. *Poult. Sci.*44:898-900.
- May, J.D. and Merkley, J.W., 1980. Effect of pen height on humerus and tibia strength on broilers. *Poult.Sci.*, 59:1568 (abstract).
- May, J.D., Merkley, J.W., Malone, G.W., and Chaloupka, G.W., 1981. Relationship of pen height to bone strength of broilers. *Poult. Sci.*, 60:546-549.
- Merkley, J.W., 1981. A comparison of bone strength from broilers reared under various conditions in coops and floor pens. *Poult. Sci.*, 60:98-106.
- Merkley, J.W. and Chaloupka, G.W., 1973. Bone strength of broilers as affected by increased activity in coops and restricted activity on the floor. *Poult.Sci.*, 52:2063 (abstract).
- Merkley, I.W. and May, J.D., 1980. Relationship of pen height to bone strength of broilers. *Poult.Sci.*, 59:1638 (abstract).
- Meyer, W.A. and Sunde, M.L., 1974. Bone breakage as affected by type of housing or an exercise machine for layers. *Poult.Sci.*, 53:878-885.
- Neergaard, J.V., 1984. Kontrolstationen for Høner 1982/83. 566. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Nielsen, B., 1980. Vingebrud (humerusbrud) hos æglæggende høner. *Dansk Veterinær Tidsskrift*, 63:987-991.
- Nightingale, T.E., Littlefield, L.H., and Merkley, J.W., 1972. Osteoporosis induced by unilateral wing immobilization. *Poult.Sci.*, 51:1844 (abstract).
- Nightingale, T.E., Littlefield, L.H., Merkley, J.W., and Richard, J. C., 1974. Immobilization - induced bone alterations in chickens. *Can. Journal Physiology Pharmacol.*, 52:916-919.
- Nørgaard-Nielsen, G., 1986. Hønens adfærd, sundhed og produktion i Hans Kier systemet. Sammenlignet med høner på stroelse og i bure. Rapport til Hans Kiers Fond, Foreningen til Dyrenes Beskyttelse i Danmark, København.
- Olsen, J.B., 1983. Knoglestyrke hos æglæggende høner i bure. 553. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Riddell, C., Helmboldt, C.F., and Singens, E.P., 1969. A histologic study of medullary bone of laying hens under different diet and housing condition. *Avian Dis.*, 13:163-170.

- Rowland, L.O. and Harms, R.H., 1970. The effect of wire pens, floor pens, and cages on bone characteristics of laying hens. *Poult. Sci.*, 49:1223-1225.
- Rowland, L.O. and Harms, R.H., 1972. Time required to develop bone fragility in laying hens. *Poult. Sci.*, 51:1339-1341.
- Simonsen, H.B., 1982. Ingestive behaviour and wing flapping in assessing welfare of laying hens. In: *Indicators relevant to Farm Animal Welfare*. Ed.D.Smith.
- Tind, Elisabeth, 1987. *Undersøgelse af æglæggende høners velfærd i æglægningsbure* (under udgivelse).
- Travis, D.S., Sloan, D.R., and Hughes, B.L., 1983. Bone fragility in broilers as affected by pen height, sex, and a comparison of left and right humerus. *Poult. Sci.*, 62:2117-2119.
- Wabeck, C.J. and Littlefield, L.H., 1972. Bone strength of broilers reared in floor pens and cages having different bottoms. *Poult. Sci.*, 51:897-899.