

625 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

M. Gaardbo Thomsen
Statens Husdyrbrugsforsøg

Energibesparelse og slagtekyllingers biologiske reaktion, belyst ved energibalance og ventilationsbehov

*Energy conservation and biological reaction
of broiler chickens illustrated through balance
of energy and requirement of ventilation*

With English summary and subtitles



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1987

FORORD

Interessen for at mindske energiforbruget i forbindelse med produktion af slagtekyllinger hænger nøje sammen med prisen på fyringsolien og dens potentielle alternativ. De høje oliepriser igennem de sidste 10-15 år har således skærpet interessen for driftformer, der mindsker energiforbruget til opvarmning af kyllingehuse under dyrenes opdrætning, men således, at det ikke får uønskede konsekvenser for det senere produktionsresultat.

For at kunne anvise relevante metoder til reduktion af energiforbruget i slagtekyllingehuse blev udarbejdet et tværinstitutionelt forskningsprojekt af *Statens Husdyrbrugsforsøg, Afdelingen for Forsøg med Fjerkræ og Kaniner*, og *Statens Byggeforskningsinstitut, Afdelingen for Landbrugsbygninger*. Projektet blev finansieret af *Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg* og var nummereret "4-11" i det såkaldte "11-punkts-program". Som projektledere fungerede *professor, forstander J.Fris Jensen* og *vid.ass.Ole Jensen (SH)* samt *akademingeniør Leif Thøger (SBT)*. Fra 1.august 1983 blev Ole Jensen erstattet af *vid. ass.M.Gaardbo Thomsen (SH)*.

Nærværende beretning er udarbejdet af *vid.ass.M.GAARDBO THOMSEN* og omhandler især resultater, der er baseret på projektets indvundne biologiske data.

En del af forsøgsarbejdet gennemførtes i produktionsstalde hos *gård-ejer Henning Fynbo Madsen*, Stenderup ved Horsens, ved hvilket arbejde *konsulent Sigvard Pedersen* bistod med viden og erfaringer.

Kemiske analyser af foder og kyllinger blev gennemført på Afdelingen for Dyrefysiologi, Biokemi og Analytisk Kemi, *professor, forstander P.E.Jakobsen*.

Manuskriptet er renskrevet og opsat af *overassistent Inge Erlandsen* og *assistent Harriet Mikkelsen*.

Det var ovenanførte institutioners intentioner, at foreliggende beretning skulle bidrage til at kaste lys over, på hvilke punkter man i givet fald mest effektivt kan sætte ind for at få reduceret energiforbruget til opvarmning i slagtekyllingehuse.

Frederiksberg, januar 1987

J.Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	Side 3
SAMMENDRAG	6
SUMMARY	10
1 INDLEDNING	16
2 LITTERATUROVERSIGT	17
2.1 Belægningsgradens indflydelse på produktionsresultatet	17
2.2 Staldklimaets indflydelse på produktionsresultatet ..	20
3 PRODUKTIONSRESULTATER OG ENERGIFORBRUG I KYLLINGEHUSE VED REDUCERET HUSRUM I STARTEN AF OPDRÆTNINGSPERIODEN	28
3.1 Indledning	28
3.2 Materiale og metoder	28
3.3 Resultater fra forsøgene	29
3.4 Konklusion	34
4 SAMMENLIGNING AF PRODUKTIONSFORHOLDENE I DE 2 HUSAFSNIT PÅ KYLINGESTATIONEN, FAVRHOLM	34
4.1 Indledning	34
4.2 Materiale og metoder	34
4.3 Forsøgets resultater	35
4.4 Konklusion	37
5 SLAGTEKYLLINGER, OPDRÆTTET UNDER REDUCERET HUSRUM I FØRSTE HALVDEL AF OPDRÆTNINGSPERIODEN	37
5.1 Indledning	37
5.2 Materiale og metoder	37
5.3 Forsøgets resultater	38
5.4 Konklusion	39
6 SLAGTEKYLLINGERS PRODUKTIONSRESULTATER MED & UDEN BEGRÆNS- NINGER AF HUSRUMMET I STARTEN AF OPDRÆTNINGSPERIODEN	40
6.1 Indledning	40
6.2 Materiale og metoder	40
6.3 Forsøgsresultater	41
6.4 Diskussion af forsøgene med reduceret husplads i star- ten af opdrætningsperioden	46
7 KYLLINGERS VARMEPRODUKTION, BEREGNET PÅ GRUNDLAG AF FODER- OPTAGELSE OG KYLLINGEKROPPENS KEMISKE SAMMENSÆTNING	48
8 KYLLINGERS VANDOPTAGELSE, -AFLEJRING, -DANNELSE OG -AFGI- VELSE I RELATION TIL VÆKSTFORLØBET	53
9 VARMEPRODUKTION OG VANDBINDING I GØDNING + STRØELSE	55
10 DYRENES PRODUKTION AF TOTAL, BUNDEN OG FRI VARME SOM FUNK- TION AF VÆGT	60

	Side
11 VENTILATIONSBEHOVET I SLAGTEKYLLINGEHUSE	64
12 VARMETAB UNDER VENTILATION OG TRANSMISSION I SLAGTEKYLLINGEHUSE	73
13 VARMEBEHOV I SLAGTEKYLLINGEHUSE I RELATION TIL DYRERNES STØRRELSE OG KLIMAFORHOLD I INDE- OG UDELUFT	76
14 AMMONIAKKONCENTRATION OG VENTILATIONSLUFTMÆNGDE	89
LITTERATUR	95

SAMMENDRAG

Det primære sigte med de foreliggende undersøgelser har været, dels at belyse de eventuelle virkninger, som en begrænsning af huspladsen i starten af opdrætningsperioden måtte udøve på kyllinger, dels at fastlægge kyllingers varmeproduktion og ventilationsbehov på grundlag af foder- og vandoptagelse, tilvækst og dennes kemiske sammensætning. Hensigten var ydermere at beregne varmebalance og ammoniakkoncentration i kyllingehuse med dyr på forskellige alderstrin og med varierende klimaforhold i inde- og udeluften.

I litteraturoversigtens første afsnit er fremdraget nogle undersøgelser til illustration af belægningsgradens indflydelse på kyllingers produktionsparametre. Disse undersøgelser viser i følge tabellerne 2.2 og 2.3, at en forøgelse af belægningsgraden først og fremmest hæmmer dyrenes vækst og foderoptagelse, hvorimod foderudnyttelsen "kg foder pr.kg kylling" først bliver kendelig negativt påvirket, når belægningsgraden nærmer sig 25 kyllinger pr.m².

Det er meget sporadisk, hvad litteraturen kan opvise af forsøg, der belyser, hvordan en forhøjet belægningsgrad i opdrætningsperiodens begyndelse påvirker produktionsresultatet; det ser dog ud til, at 35 til 40 kyllinger pr.m² i de første 3 uger af opdrætningsperioden ikke får uheldige konsekvenser for produktionen. I de samme undersøgelser påpeges endvidere, at forhøjede belægningsgrader i opdrætningsperiodens begyndelse kan medføre energibesparelser til opvarmning på mere end 50 %.

Andet afsnit af litteraturoversigten centrerer om forsøg, der belyser staldklimaets indflydelse på produktionsresultatet. Disse undersøgelser viser, at en begyndelsestemperatur på 33°C med en temperatursænkning på 0,5°C straks fra starten gav lige så gode eller bedre resultater end et hvilket som helst andet afprøvet begyndelsestemperaturprogram. Forsøgsresultaterne med forskellige sluttemperaturer kan sammenfattes i følgende konklusion:

1. Sluttemperaturer, stigende fra 12° til 28°C, giver mindre tilvækst pr.kylling, mindre foder, optaget pr. kylling, og mindre foderforbrug pr.kg kylling samt mindre slagtesvind

2. Forskellige sluttemperaturers indvirkning på tilvæksten er ens uanset kyllingernes afstamning og køn.

Derudover konstateredes i flere af forsøgene, at en stigning i sluttemperaturen forøger fedtindholdet i kyllingerne. Døgnvariationer i sluttemperaturen giver inden for ret vide grænser samme resultater som en konstant sluttemperatur. En øgning af lufthastigheden i kyllingernes opholdszone har samme indvirkning på kyllinger som en tem- peratursænkning. Litteraturstudierne viser også, at kyllinger ikke er følsomme over for variationer i luftens relative fugtprocent, såfremt strøelsens kvalitet ellers er tilfredsstillende. I følge tabellerne 2.7 og 2.8 kan ammoniakkoncentrationen i indeluften få uheldig ind- virkning på kyllingers tilvækst og foderudnyttelse.

Som oplæg til energiprojektet blev i vinterhalvårene 1979/80 og 1980/ 81 gennemført i alt 4 forsøg med reduceret husplads i starten af op- drætningsperioden. Resultaterne fra disse forsøg er sammenstillet i tabellerne 3.1 og 3.2; heraf fremgår, at en reduktion i huspladsen ingen eller kun ubetydelig effekt har på produktionsresultatet, men energiforbrug til opvarmning af husene er derimod blevet markant formindsket.

De to første forsøg i energiprojektet blev udført på kyllingestation- en, Favrholt, der er inddelt i 2 husafsnit. Hensigten med det første af forsøgene var indkøring af måleudstyr og sammenligning af produk- tionsforholdene i de 2 husafsnit. I følge tabel 4.3 var kyllingernes vækst og foderoptagelse ikke helt identiske for begge husafsnit, men det skyldtes højst sandsynlig en mindre forskydning af vejetidspunk- ter de 2 husafsnit imellem. I det andet forsøg blev kyllingernes hus- plads begrænset til det ene husafsnit i de første 3 uger af opdræt- ningsperioden, og derefter blev de fordelt ligeligt mellem begge hus- afsnit. Ved forsøgets afslutning kunne ingen forskel påvises mellem kyllingerne, der kunne forbindes med det husafsnit, i hvilket de havde opholdt sig i den sidste halvdel af opdrætningsperioden - tabel 5.2.

Der gennemførtes i alt 9 forsøg i konventionelle produktionshuse med begrænsning af huspladsen i starten af opdrætningsperioden. Forsøgene var fordelt over vinterhalvårene 1982/83, 1983/84 og 1984/85, og for- søgsbehandlingen bestod i, at dyrene fik huspladsen begrænset til halvdelen af huset i de første ca.10 dage af opdrætningsperioden.

De indvundne forsøgsresultater, der er opført i tabellerne 6.2-6.10, afslører, at begrænsninger i husplads i et omfang, som det i nærværende forsøg gennemførte, ingen væsentlig indvirkning har på kyllingers produktionsparametre. Slutvægt og sundhedstilstand var i enkelte forsøg dog svagt negativt påvirket af pladsbegrænsningen i starten af opdrætningsperioden.

Kyllingers varmeproduktion på forskellige alderstrin er beregnet på grundlag af kemiske analysedata på kyllingekroppens kemiske sammensætning og foderoptagelsen; og resultater af den beregnede varmeproduktion er sammenstillet i tabel 7.4. Kyllingernes vandafgivelse til omgivelserne i relation til vækstforløb eller alderstrin er beregnet under den forudsætning, at foder- og vandoptagelse er identisk med det i tabel 8.2 anførte. Af samme tabel fremgår endvidere, at deres vandafgivelse i størrelsesorden ligger på samme niveau, som den mængde vand kyllingerne drikker.

Strøelsens varmeproduktion, vanddannelse og vandbinding påvirker også varmebalance og ventilationsbehovet i kyllingehuse. I afsnit 9 er derfor gennemført nogle beregninger med henblik på at fastlægge strøelsens varmeproduktion, vanddannelse og vandbinding på forskellige trin i vækstperioden. I følge disse beregninger har mere end 10 % af den totale varmeproduktion sin oprindelse i strøelsen, tabel 9.3.

I figurerne 10.1-10.3 er kyllingernes varmeproduktion udtrykt som funktion af vægten; yderligere er indtegnet funktioner, der er fundet under tidligere undersøgelser. Der er diskuteret mulige årsager i de tilfælde, hvor der mangler tilfredsstillende sammenfald mellem foreliggende funktioner og funktionerne, fundet i tidligere undersøgelser.

Ventilationsbehovet i kyllingehuse med en given temperatur og fugtprocent i indeluften er i nærværende beretning blevet beregnet som funktion af udeklimaet. Beregningerne er udført under den forudsætning, at det er fugtmængden, der skal fjernes fra husene, der bestemmer omfanget af ventilering med en given temperatur og fugtprocent i udeluften. Fugtmængden, der skal fjernes fra husene pr. kylling pr. time på de forskellige alderstrin, er tidligere blevet beregnet og findes angivet i tabel 9.3. I figurerne 11.1-11.14 er indtegnet det beregnede ventilationsbehov på dyrenes forskellige alderstrin og under forskellige klimatiske forhold i såvel inde- som udeluft.

I afsnit 12 er nedfældet en redegørelse for de beregningsmetoder, der ligger til grund for beregningerne af varmetab under ventilation og transmission i slagtekyllingehuse. Ved beregning af varmetab under ventilering forudsættes, at dette varmetab er et produkt af ventilationsmængde og difference mellem det totale varmeindhold i inde- og udeluft. Ved beregning af varmetab under transmission valgtes den enkleste form, idet transmissionstabet er beregnet som produkt af den gennemsnitlige transmissionskoefficient, arealet af indvendige overflader og temperaturdifferencen mellem inde- og udeluft.

Varmebalance eller varmebehov i kyllingehuse blev beregnet ved at "danne" differencen mellem summen af varmetab under transmission og ventilation på den ene side og kyllingernes + strølsens varmeproduktion på den anden side, hvilket indebærer, at de konkrete for beregning af varmetab under ventilation og transmission samt kyllingers + strølsens varmeproduktion gældende forudsætninger også gælder for beregninger af varmebehov.

I afsnit 13 er vist en række figurer, der giver et samlet indtryk af varmebalancen i kyllingehuse med forskellige kyllingealdrer og klimaforhold i inde- og udeluften, men også med halvering af huspladsen i starten af opvæksten. Det fremgår således af figurerne 13.1-13.8, at hos 1-dag-gamle og 7-dage-gamle kyllinger er der behov for tilførsel af varme, hvis man ser bort fra høje udetemperaturer med lav relativ fugtprocent. Høj fugtprocent i indeluften eller begrænset husplads reducerer varmebehovet; figurerne 13.9-13.12 viser derimod, at hos 14-dage-gamle kyllinger er behovet for varmetilførsel indskrænket til udetemperaturer lavere end 5°C samt udetemperaturer over 12°C, hvis den relative fugtprocent samtidig er over 90.

Opretholdes en relativ fugtprocent på 70 i indeluften, vil der i følge figurerne 13.13, 13.15, 13.17 og 13.19 også være behov for varmetilførsel til kyllinger i vækstperioden 3-6 uger i perioder med udetemperatur under ca. 2°C. Det samme er tilfældet for udetemperaturer over 10°C og høj relativ fugtprocent. Kurvernes retning afslører samtidig, at i tilfælde af temperaturfald i udeluften stiger varmebehovet mest hos store kyllinger, men her er der gode muligheder for at opretholde varmebalancen ved hjælp af varmeveksler, fordi ventilationen hos disse kyllinger er forholdsvis stor, hvilket fremgår af figurerne 11.7-11.14.

Tillades en relativ fugtprocent på 80 i indeluften hos kyllinger, der er 3 uger gamle eller mere, så skal udetemperaturen i følge figurerne 13.14, 13.16, 13.18 og 13.20 ned under -5°C , førend varmetilførsel bliver nødvendig.

I sidste afsnit i nærværende beretning er foretaget et beregnet skøn over ammoniakfrigørelsens hastighed i kyllingehuse med kyllinger på forskellige alderstrin. Beregningerne er baseret på kyllingers kvælstofoptagelse og -udskillelse samt gødningskvælstoffets omsætningsgrad; resultaterne findes i tabel 14.1.

I tabel 14.2 er opført, hvilke ventilationsmængder der skal til for at holde ammoniakkoncentrationen under et givet niveau. Bestemmes ventilationsluftmængden i stedet for af fugtmængden, der skal fjernes, vil ammoniakkoncentrationen i kyllingehuse ligge i en størrelsesorden, som angivet i tabel 14.4. Under beregning af disse ammoniakkoncentrationer gik man ud fra en fugtprocent i indeluften på ca.80 for 14-dage-gamle kyllinger eller ældre; sænkes indeluftens fugtprocent til 70 med øget ventilation, vil ammoniakkoncentrationerne falde ca.9 enheder, sammenlignet med de i tabel 14.4 anførte, hvis der ses bort fra de 2 første linier i tabellen.

En fugtprocent i udeluften, der er større end de 70, der er regnet med i det foreliggende, vil også medføre lavere ammoniakkoncentrationer i husene end dem, der er anført i tabel 14.4, såfremt det er indeluftens fugtprocent, der bestemmer ventilationsmængden.

SUMMARY

The primary aim of the present investigations was partly to examine the biological effects with a restricted space in the beginning of the rearing period may exert on the chickens, and partly to establish the heat production and ventilation requirements of the chickens on the basis of feed- and water consumption together with weight gain and chemical composition of the weight gain. In addition, the intention was to calculate the heat balance and concentration of ammonia in broiler houses with chickens of different ages, and with different climates indoors and outdoors.

In the first part of the literature survey attention is drawn to some investigations to elucidate the effect of stocking density on the performance of broiler chickens. According to Tables 2.2 and 2.3 these investigations demonstrate that an increasing stocking density first of all influences on their growth and feed consumption in a negative way, whereas feed conversion will not be recognizably negatively influenced until a stocking density of approximately 25 chickens per m^2 .

In literature only few investigations elucidate how an increased stocking density at the beginning of the rearing period influences on the performance of broiler chickens. However, it looks as if 35 to 40 chickens per m^2 floor in the first 3 weeks of the rearing period do not have any adverse consequences on the performance. Moreover, the same investigations point out that increased stocking densities at the beginning of the rearing period may result in a reduction of energy as to heating by more than 50 %.

The second part of the literature survey is concerned with investigations to elucidate the influence of the indoor climatic conditions on the performance of chickens. The investigations demonstrate that a starting temperature of 33°C and a temperature reduced by $0,5^{\circ}$ per day immediately from start gave results equal to or better than any other starting temperature regime investigated. Experimental results from investigations with various final temperatures are summarized in the following conclusion:

1. Final temperatures increasing from 12 to 28°C make less weight gain per chickens, less feed consumption and better feed efficiency, and less slaughter waste.
2. Influence of various final temperatures is the same regardless of strain and sex of broilers.

Furthermore, through several investigations it has been stated that a raising final temperature increases the fat content in broilers. Diurnal variations in the final temperature procure generally speaking the same performance as a constant final temperature. An increased air velocity in the micro environment amongst the birds influences their performance in the same way as a lowering of the final temperature. In the literature available is pointed out that chickens are not sensitive towards fluctuation in the relative humidity within the environments if the litter conditions on the whole are satisfactory.

It is to be seen from Tables 2.7 and 2.8 that the environmental concentration of ammonia may unfortunately influence weight gain and feed efficiency of the chickens.

As an introduction to the present investigations, 4 experiments were carried out in the winter seasons 1979/80 and 1980/81 concerning increased stocking density at the beginning of the rearing period; the results are stated in Tables 3.1 and 3.2, and it appears that an increased stocking density has non or only insignificant, negative effect on the chicken performance, but the amount of energy for heating was considerably reduced.

The first two of the present experiments were carried out at FAVR-HOLM; the experimental house was divided into 2 sections, and the aim of the first experiment was to calibrate the measuring equipment and compare the production conditions of the 2 sections. According to Table 4.3 growth and feed consumption of the chickens were not entirely identical in both sections, but it could be due to a slight change of the chicken weighing time between the 2 sections. In the second experiment all the chickens were placed in the same section in the first 3 weeks of the rearing period, and thereafter they were equally distributed between both sections. At the end of the experiment no differences of the chicken performance to be referred to their particular house section in the last part of the rearing period were noticeable, Table 5.2.

In total, 9 experiments were carried out in conventional farm broiler houses with increased stocking density. The experiments took place in the winter seasons 1982/83, 1983/84, and 1984/85 and the treatment consisted of a restricted area during approximately the early (about) 10 days of the rearing period. The experimental results obtained and listed in Tables 6.2-6.10 revealed that restricted space to an extent as in the present experiments does not have any essential influence on the chicken performances; the final chicken weight and health, however, were in some of the experiments slightly negatively influenced by restriction of space at the beginning of the rearing period.

The heat production of the chickens at different ages is calculated on the basis of the chickens' chemical composition and their feed consumption; the results of their calculated heat production are stated in Table 7.4. The chicken water loss to the environments re-

lated to the chicken ages are calculated assuming that feed and water consumption coincide with the figures given in Table 8.2. Moreover, it appears from the same Table that the chicken water loss has a size corresponding to the quantity of the water consumed.

The heat production of the litter together with its water production and binding of water also influence on the heat balance and the need for ventilation of the broiler houses; that is why section 9 deals with some calculations to estimate the heat production, water production and water binding in the litter at different ages during the growing period. According to the calculations, more than 10 % of the total heat production originate from the litter (Table 9.3).

The heat production related to the chicken weight is set up in the figures 10.1-10.3, and further some corresponding functions stated in the literature are outlined. In cases with unsatisfactory coincidences between present functions and those stated in the literature the possible causes were discussed.

The requirement of ventilation in broiler houses both at a fixed temperature and a fixed per cent relative humidity of the indoor air is calculated as a function of the outdoor climate as it has been assumed that the amount of moisture to be removed from broiler houses determines the extent of ventilation at a fixed temperature and per cent relative humidity in the outdoor air. The amount of moisture per chicken per hour to be removed from broiler houses at different ages have earlier been calculated (Table 9.3). The calculated need for ventilation at different ages and at different indoor and outdoor climates is drawn in the figures 11.1-11.14.

In section 12 an explanation is given as to the methods used for calculation of heat loss by ventilation and transmission in broiler houses. With calculations of heat loss as a consequence of ventilating one has assumed that loss of heat is a product of the amount of ventilation together with the difference between the total heat content in the indoor and outdoor air. When calculated the heat loss through transmission the most simple formula was chosen as the product in question is calculated as the product of the average coefficient of transmission, the area of inside surfaces, and the temperature differences regarding indoor and outdoor air.

The heat balance or the requirement of heat in the house was calculated by making the difference between the sum of the heat loss caused by transmission and ventilation on the one hand, and the heat production of chickens plus litter on the other. This implies that the fixed assumptions valid for the calculations of heat loss caused by ventilating and transmission and heat production of chickens plus litter are also valid for the calculations of the requirements of heat. In section 13 some figures give an idea of the heat balance in broiler houses with chickens of different ages and under different climatically conditions indoors and outdoors, but also the effect when halving the housing space at the beginning of the rearing period. It thus appears from the figures 13.1-13.8 that by one-day-old and seven-day-old chickens the requirements for heat will always be positive, but with the exception in case of high outdoor temperatures with at the same time a low per cent relative moisture in the air.

A high per cent moisture indoors or a restricted housing space reduces the requirement for heat; on the other hand the figures 13.9-13.12 show that with 14-day-old chickens the requirement for a heat supply is reduced to outdoor temperatures lower than 5°C, and to outdoor temperatures higher than 12°C if the relative per cent moisture at the same time is higher than 90. Maintaining a 70 per cent relative moisture indoors will according to the figures 13.13, 13.15, 13.17, and 13.19 also necessitate heat supply to broiler chickens of an age of 3-6 weeks in cases of outdoor temperatures lower than, roughly, 2°C.

The same is the fact in case of outdoor temperatures higher than 10°C and high per cent relative moisture. The direction of the curves also reveals that a fall in the outdoor temperature will make the requirement for heat more pronounced for large chickens, but in such cases the possibilities of keeping the heat balance by means of "exchanging" the heat are good, because the ventilation rates at these chickens are rather great which is to be found in the figures 11.7-11.14. Allowing 80 per cent relative moisture indoors with chickens 3 weeks old or more then the outdoor temperature according to the figures 13.14, 13.16, 13.18, and 13.20 has to be lower than -5°C before any supply of heat is needed.

In the last section of the present report calculated estimates are carried out as to the rate of ammonia released in broiler houses housing chickens of different ages. The calculations are based on nitrogen consumption and nitrogen excretion of chickens and also on the degree of decomposition of nitrogen containing substances in the droppings; the results are stated in Table 14.1. The ventilation rates needed for keeping the ammonia concentration below a fixed level are to be found in Table 14.2. But if the ventilation rates were on the other hand determined on the amount of moisture, which is to be removed, the ammonia concentration will appear as the figures in Table 14.4.

When calculating the concentrations of ammonia one has assumed that the relative moisture indoors of 80 when the chickens were 14 days old or more. A lowering of per cent relative moisture indoors to 70 by increasing the ventilating, the ammonia concentrations will decrease by 9 units in comparison with the corresponding values set up in Table 14.4, when ignoring the 2 first lines of the Table in question.

A per cent relative moisture outdoors higher than the 70 included in the present calculations will also result in lower ammonia concentration in the houses than the ones set up in Table 14.4, if it is from the moisture in the environment that the determination of ventilating is to be settled.

1 INDLEDNING

I slagtekyllingeproduktionen er det en meget udbredt regel, at kyllingerne tildeles deres blivende husplads allerede under indsættelsen som daggamle. Ikke mindst i perioder med lave udetemperaturer medfører en sådan praksis et forholdsvis stort energiforbrug til opvarmning af husene i den første del af opdrætningsperioden.

Årsagen hertil skyldes det velkendte forhold, at kyllinger i deres første levetid har behov for en høj temperatur i omgivelserne for at kunne trives tilfredsstillende (Pedersen, 1975). Ydermere forstærkes behovet for energitilførsel af den kendsgerning, at kyllingers egen varmeproduktion i samme periode er meget lille (Chwalibog et al., 1985; og Thorbek og Fris Jensen, 1985). Da kyllinger samtidig er mindre pladskrævende i deres første levetid, er der gode muligheder for at spare energi til opvarmning ved at træffe foranstaltninger, der begrænser deres husplads i starten af opdrætningsperioden (Reece, 1976; og Meltzer, 1980).

Energibesparelser til opvarmning i kyllingers første levetid er da også i flere tilfælde blevet gennemført i praksis gennem bygning af de såkaldte tvillingehuse, hvori kyllingers rumplads let kan begrænses uden ekstra foranstaltninger til den ene halvdel af huset i den første del af opdrætningsperioden.

I fritliggende huse kan varmemeforbruget begrænses ved at montere en varmeisolerende, oprullelig skillevæg; denne foranstaltning forudsætter imidlertid, at det bestående varmeanlæg uden større omkostninger kan afskæres fra opvarmning af den ubenyttede del af huset.

Nærværende beretning omhandler en række forsøg til belysning af, hvordan slagtekyllingers produktionsegenskaber påvirkes på grund af en begrænset husplads i starten af opdrætningsperioden. Derudover er på basis af forsøgsresultaterne foretaget beregninger over kyllingers varmeproduktion og ventilationsbehov på forskellige alderstrin. Disse beregninger blev fulgt op af andre beregninger over varmebalancen i kyllingehuse i relation til klimaet i inde- og udeluften. Herudover er også foretaget beregnede skøn over ammoniakkoncentrationer i kyllingehuse med kyllinger på forskellige alderstrin.

2 LITTERATUROVERSIGT

2.1 Belægningsgradens indflydelse på produktionsresultatet

I slagtekyllingeproduktionen er belægningsgraden en meget væsentlig faktor for et godt produktionsresultat. Det er derfor naturligt, at denne produktionsfaktors betydning igennem årene er blevet belyst både i godt kontrollable forsøgsstalde og under mere praktisk betonedede produktionsforhold. Det mest almindelige er at angive belægningsgraden enten som antal kyllinger pr.m² gulvareal eller også som kg kylling pr.m² gulvareal. Sidstnævnte udtryk for belægningsgrad er især for den sidste del af opdrætningsperioden det mest éntydige.

En undersøgelse over belægningsgradens indflydelse på kyllingers vækst og foderforbrug er bl.a. udført af Bælum og Petersen (1963); forfatterne anvendte belægningsgrader på henholdsvis 11,2, 13,3, 15,6 og 17,9 kyllinger pr.m² gulvareal, og de vigtigste af resultaterne er sammenfattet i tabel 2.1

Tabel 2.1 Belægningsgradens indflydelse på produktionen

Table 2.1 Effect of stocking density on performance of broiler chickens

Antal kyllinger pr.m ²	11,2	13,3	15,6	17,9
Vægt, 62 dage, g	1296	1278	1295	1299
Foder pr.kylling, kg	3,05	3,01	3,05	3,06
Foder pr.kg kylling, kg	2,35	2,36	2,36	2,36
Døde i perioden 0-62 dage, %	3,00	2,00	5,00	2,00

Som det fremgår af tabel 2.1, har forskellen på belægningsgraden overhovedet ingen indflydelse haft på kyllingernes vækst, foderforbrug og sundhedstilstand; hertil skal føjes, at selv den højeste belægning kun var ca.23 kg kylling pr.m² ved forsøgets afslutning.

Bolton et al. (1972) gennemførte 2 tilsvarende forsøg med forskelligt antal kyllinger pr.m² gulv. I tabel 2.2 er vist hovedresultaterne fra forsøget med de højeste belægningsgrader.

Tabel 2.2 Belægningsgradens indflydelse på produktionenTable 2.2 *Effect of stocking density on performance of broiler chickens*

Antal kyllinger pr.m ²	11	13	16	21
Vægt, 10 uger, g	2028	1994	1970	1945
Forholdstal	100	98	97	96
Foder pr.kylling, kg	5,78	5,63	5,44	5,33
Forholdstal	100	97	94	92
Foder pr.kg kylling, kg	2,85	2,82	2,76	2,74
Forholdstal	100	99	97	96
Døde i perioden 0-10 uger, %	3,30	2,40	2,90	3,60

Af tabel 2.2 ses, at dyrenes slutvægt faldt med stigende belægningsgrad, og det samme var tilfældet med foderforbrug pr.kylling og pr.kg kylling. I den forbindelse skal understreges, at højeste belægningsgrad ved forsøgets afslutning var ca.41 kg kylling pr.m² og således væsentlig højere end i det af Bælum og Petersen (1963) udførte forsøg. At en stigning i belægningsgraden inden for de i tabel 2.2 anførte rammer medførte en reduktion i foderoptagelse samt forbedret foderudnyttelse, skyldtes i henhold til forfatterne en højere lufttemperatur i kyllingernes umiddelbare nærhed, hvilket påvirkede kyllingernes appetit og varmeafgivelse i nedadgående retning. Temperaturen i indeluften blev i de sidste 2/3 af opdrætningsperioden holdt på ca.21°C.

I et nyere forsøg, udført af Scholtyssek og Gschwindt (1980) med belægningsgrader, der varierede fra 13,6 til 20 kyllinger pr.m² gulv, fandtes ligeledes den mindste foderoptagelse hos kyllinger i den tætteste belægning, foruden at disse dyr også havde den bedste foderudnyttelse. Sidstnævnte forsøg blev senere fulgt op af Scholtyssek og Gschwindt-Ensinger (1983) med et forsøg, hvori de opererede med belægningsgrader, der varierede fra 15 til 25 kyllinger pr.m². Da der i forsøget forekom belægningsgrader, slutvægte og slutaldre, der har aktualitet for den danske slagtekyllingeproduktion, er forsøgets nøgleresultater opstillet i tabel 2.3.

Belægningsgraden havde en significant indflydelse på kyllingernes slutvægt ($P < 0,01$); man kunne ikke påvise en sikker indflydelse på deres foderoptagelse, foderudnyttelse og dødelighed, men, som det ses af tabel 2.3, med en tendens til ringere foderudnyttelse hos kyllingerne under den højeste belægningsgrad. Lignende resultater fandt Wiedmer (1984).

Tabel 2.3 Belægningsgradens indflydelse på produktionen*Table 2.3 Effect of stocking density on performance of broiler chickens*

Antal kyllinger pr.m ²	15	20	25
Vægt, 41 dage, g	1689	1660	1608
Forholdstal	100	98	95
Foder pr.kylling, kg	3,21	3,08	3,12
Forholdstal	100	96	97
Foder pr.kg kylling, kg	1,90	1,86	1,94
Forholdstal	100	98	102
Døde i perioden 0-41 dage, %	2,00	2,90	3,00

Som det forannævnte viser, findes i litteraturen en række forsøg til belysning af belægningsgradens indflydelse på kyllingers produktionsparametre, hvis belægningsgraden, udtrykt som antal kyllinger pr.m² gulv, var den samme fra opdrætningsperiodens start til dens afslutning, hvorimod det er sparsomt med forsøgsresultater til belysning af, hvordan en forhøjet belægningsgrad (reduceret husplads) i opdrætningsperiodens begyndelse vil påvirke kyllingernes produktionsresultater ved opdrætningens afslutning, samt hvad man kan opnå af energibesparelser til opvarmning af husene.

Reece (1978) resumerer et tidligere forsøg, hvori han kørte med en belægningsgrad på 90 kyllinger pr.m² i de 2 første uger med en reduktion til 27 kyllinger pr.m² i 3. og 4. uge for at slutte med 13,5 kyllinger pr.m² gulv i de sidste 4 uger af opdrætningsperioden. Af dette resumé fremgår, at kyllingernes produktionsresultater var tilfredsstillende, men pasning af dyrene var besværlig i de første 2 uger på grund af våd strøelse og utilstrækkelig plads til at bevæge sig mellem kyllingerne.

Reece anførte endvidere, at omtalte reducerede husplads i opdrætningsperiodens begyndelse medførte en formindskelse af energiforbruget til opvarmning på 70 %; hertil skal dog bemærkes, at forsøgene blev udført under de i vinterhalvåret i den sydøstlige del af USA forekommende klimaforhold.

Meltzer (1980) beskriver nogle omfattende praktisk betonedede undersøgelser, der blev gennemført hos forskellige producenter i Israel. En del af forsøgene gik bl.a. ud på at finde frem til, hvor høj belægningsgraden må være i starten af opdrætningsperioden, uden at generende problemer med strøelsens kvalitet opstår.

Resultaterne fra undersøgelserne er ikke blevet nærmere dokumenteret, men i følge forfatteren kan mellem 35 og 40 kyllinger gå pr.m² gulv i de første 3-4 uger, hvis kravet om en tilfredsstillende strølseskvalitet skal fastholdes. Det drejer sig her om kyllinger med en opnået vægt på ca. 750 g ved 4-ugers alder.

En belægningsgrad på mere end 40 kyllinger i starten af opdrætningsperioden nødvendiggør en udtynding senest 3 uger fra indsætningen for at undgå en negativ indflydelse på produktionsresultatet. Meltzer fandt også, at de forhøjede belægningsgrader i opdrætningsperiodens første del ville medføre en besparelse af energiforbruget til opvarmning på indtil 70 %.

I sine undersøgelser beskæftigede Meltzer (1980) sig også med belægningsgradens indflydelse på kyllingernes slutvægt i den sidste del af opdrætningsperioden og nåede frem til den konklusion, at indtil 18-20 kyllinger pr.m² gulv havde ingen eller kun en lille negativ effekt på slutvægten. Blev belægningsgraden derimod øget fra 20 til 26 kyllinger pr.m², faldt slutvægten ca. 8 %. Yderligere fandt Meltzer, at den bedste økonomi i slagtekyllingeproduktionen blev opnået med en belægningsgrad i størrelsesorden ca. 22 kyllinger pr.m² gulv i den sidste del af opdrætningsperioden, såfremt kyllingerne blev slagtet eller udtyndet 7 uger gamle.

2.2 Staldklimaets indflydelse på produktionsresultatet

Med Staldklima forstås temperatur, lufthastighed, luftfugtighed og NH₃-koncentration. Staldklimaets indflydelse på slagtekyllingers produktionsegenskaber er et område, der især i efterkrigsårene hyppigt er blevet belyst i litteraturen. Forskellige staldtemperaturers indflydelse på kyllingers vækst og foderforbrug er således blevet grundigt forsøgsmæssigt behandlet af Pedersen (1975). I sine forsøg opererede han med såvel forskellige begyndelsestemperaturer (starttemperaturer og temperatursænkninger i begyndelsen af opdrætningsperioden) som forskellige sluttemperaturer.

Til belysning af begyndelsestemperaturens indflydelse på kyllingers produktionsparametre benyttedes som kontrolhold kyllinger, der gik ved starttemperaturen 33°C og med temperatursænkning på ½°C pr.døgn, indtil den ønskede sluttemperatur blev opnået. Forsøgsholdenes starttemperatur varierede fra 29-37°C og temperatursænkningen fra 0-1°C

pr.døgn; dog således, at en sænkning påbegyndtes senest 8 dage fra indsætningstidspunkt. På grundlag af disse resultater fra forsøg med forskellige begyndelsestemperaturer konkluderede Pedersen (1975):

1. Starttemperaturer varierende fra 33°C til 37°C og en temperatur-sænkning på $\frac{1}{2}$ °C pr.døgn straks fra indsætningen gav samme tilvækst, men et faldende (meget svagt) foderforbrug pr.kg tilvækst.
2. En starttemperatur på 33°C, fastholdt i 1. uge af dyrenes vækstperiode, reducerede tilvæksten, sammenlignet med en temperatur-sænkning straks fra indsættelsestidspunktet.
3. En starttemperatur på 29°C og en konstant temperatur i 1. uge af kyllingernes vækstperiode eller en temperatursænkning på $\frac{1}{2}$ °C pr. døgn straks fra indsættelsestidspunktet gav en tendens til en reduceret tilvækst, sammenlignet med kontrolholdet, hvis starttemperatur var 33°C og temperatursænkning $\frac{1}{2}$ °C pr.døgn straks fra indsættelsen.
4. Virkningen af forskellige begyndelsestemperaturer på kyllingernes tilvækst er ens uanset deres afstamning, køn og sluttemperatur.

De foranstående konklusioner er i god overensstemmelse med Barott og Pringle (1949), idet de fandt, at en starttemperatur på 34°C og en temperatursænkning på ca. $\frac{1}{2}$ °C pr.døgn straks fra indsættelsen havde den gunstigste indflydelse på kyllingers tilvækst og foderudnyttelse.

Sluttemperaturens indflydelse på kyllingers produktionsparametre er bl.a. undersøgt af Fris Jensen (1967 og 1970); i forsøgene blev anvendt sluttemperaturer fra 6-28°C. Som et typisk eksempel til anskueliggørelse af sammenhængen mellem sluttemperaturer og kyllingers produktionsparametre er nedenfor anført et udpluk af forsøgsresultaterne, publiceret af Fris Jensen (1970); resultaterne er opstillet i tabel 2.4.

Tabel 2.4 viser, at en sænkning af sluttemperaturen medfører en stigning i kyllingernes vækst, men samtidig hermed stiger deres foderoptagelse forholdsvis endnu mere, hvilket medfører, at kyllingerne på den lave sluttemperatur har den laveste foderudnyttelse; at dødeligheden er lavest med den lave sluttemperatur, må utvivlsomt tilskrives en ren tilfældighed.

Tabel 2.4 Sammenhæng mellem sluttemperatur og kyllingers vækst m.m.

Table 2.4 Relationship between final temperature and growth etc.

Sluttemperatur, °C	28	12
Vægt, 56 dage, g	1724	1923
Forholdstal	100	112
Foder pr.kylling, kg	3,69	4,35
Forholdstal	100	118
Foder pr.kg kylling, kg	2,14	2,26
Forholdstal	100	108
Døde i perioden 1-8 uger, %	2,00	1,00

De netop omtalte forsøgsresultater er sammen med tilsvarende forsøgsresultater vedrørende sluttemperaturer indgået i en omfattende undersøgelse, gennemført af Pedersen (1975). Udslag for temperaturbehandlingerne førte til følgende konklusion:

1. Sluttemperaturer, stigende fra 12° til 28°C, medfører mindre tilvækst pr.kylling, mindre foderforbrug pr.kylling og pr.kg kylling samt mindre slagtesvind.
2. Virkningen af forskellige sluttemperaturer på tilvæksten er ens for kyllinger af forskellig afstamning og for både hane- og hønekylinger.
3. Døgnsvingninger i sluttemperaturen giver inden for ret vide grænser samme foderforbrug og tilvækst som en konstant sluttemperatur.

Deaton et al. (1968) benyttede sluttemperaturer, inddelt i 2 intervaller med temperaturen i det ene interval, varierende mellem 2° og 18°C, og i det andet mellem 18° og 35°C. De kyllinger, der opholdt sig i det lave temperaturinterval, havde større tilvækst og højere foderforbrug pr.kylling og pr.kg kylling, sammenlignet med kyllinger, der opholdt sig i det høje temperaturinterval.

Med konstante sluttemperaturer på henholdsvis 20° og 31°C i vækstperioden 4-7 uger fandt Dale og Fuller (1979) en meget klar nedgang i tilvæksten hos de kyllinger, der gik ved den høje temperatur. Foderforbrug pr.kylling var også klart mindre under den høje sluttemperatur, men foderforbrug pr.kg tilvækst var derimod højest hos kyllingerne under den høje sluttemperatur. Sidstnævnte resultat er i modstrid med de foregående undersøgelser, forklaringen er dog sikkert, at kyllinger, der opholder sig i lufttemperaturer på 31°C, skal bruge ekstra energi for at komme af med varmen.

Konstante sluttemperaturer på 10, 15,6 og 21,1°C, som anvendt af Deaton et al.(1978), viste, at kyllinger havde det laveste foderforbrug pr.kg tilvækst under den højeste sluttemperatur.

Keshavarz og Fuller (1980) opererede med 3 sluttemperaturintervaller; det første interval gik fra 2° til 13°C, det andet interval fra 13° til 24°C og det tredje fra 24° til 35°C. En sammenligning af dyrenes produktionsresultater under de 3 temperaturintervaller afslørede, at kyllinger, der opholdt sig under de lave temperaturer, havde størst tilvækst og højst foderforbrug pr.kylling og pr.kg tilvækst.

Slagtekyllingers termoneutrale zone må umiddelbart formodes at kunne være en god rettesnor for, hvilke temperaturer der er gunstige i stalden under kyllingers opvækst. På denne baggrund gennemførte Meltzer (1983) en undersøgelse over kyllingers termoneutrale zone på forskellige alders- og væksttrin i opdrætningsperioden. Forsøgene blev gennemført i respirationskamre. Den nedre kritiske temperatur defineredes som det punkt, hvor en sænkning af temperaturen medførte et 5 % højere iltforbrug end det målte minimale iltforbrug. På tilsvarende måde defineredes den øvre kritiske temperatur som det punkt, hvor en hævnning af temperaturen medførte et 5 % højere iltforbrug, end det målte minimale iltforbrug. I tabel 2.5 er vist de målte nedre og øvre kritiske temperaturer.

Tabel 2.5 Øvre og nedre kritiske temperaturer i rel.til alder, vægt
Table 2.5 Upper and lower critical temperatures related to age and weight

Alder,dage	Vægt,g	Kritiske temperaturer,°C	
		nedre	øvre
0	40	35,0	37,0
7	125	32,0	35,0
14	270	29,5	33,0
21	460	27,5	31,5
28	690	26,0	30,0
35	945	24,5	29,0
42	1230	23,5	28,5
49	1530	23,0	28,0
56	1815	23,0	28,0

Som det fremgår af tabel 2.5, synes kyllingernes nedre kritiske temperatur på de forskellige alderstrin at være højere, end hvad man i praksis normalt anbefaler som værende optimale opdrætningstemperaturer. Årsagen hertil kunne muligvis skyldes, at målingerne blev udført i individuelle klimakamre, og som følge heraf havde kyllingerne ingen

mulighed for at reducere varmeafgivelsen gennem deres normale flokad-færd. Hertil kommer yderligere, at målingerne blev udført i en faste-periode, hvorfor man ikke kan udelukke, at dyrenes nedre kritiske temperatur blev bestemt højere, end hvis ernæringssituationen havde været normal.

Sluttemperaturen i kyllingehuse har ud over på vækst og foderforbrug også indflydelse på kyllingers krops sammensætning, hvilket blev påvist af Fris Jensen (1967), El Hussein og Creger (1980) samt Thorbek og Fris Jensen (1985). Nævnte forfattere fandt således, at høje sluttemperaturer medførte et øget fedtindhold i kyllinger. Et relativt højt fedtindhold i kyllinger, der er opdrættet ved høje sluttemperaturer, kan være en effekt af et fald i deres varmeproduktion, der opstår med en stigende rumtemperatur (Petersen, 1965; Thorbek og Fris Jensen, 1985; samt Chwalibog et al., 1985).

Som tidligere nævnt, er lufthastigheden i kyllingehuset en klimafaktor, der påvirker produktionsresultatet, fordi lufthastigheden omkring kyllingerne kan øve en væsentlig indflydelse på deres varmebalance og dermed på deres produktionsevne. Lufthastigheden i dyrenes opholdszone ligger som regel på ca. 0,2 m/sec. eller mindre; den lufthastighed fremkommer udelukkende som en følge af kyllingernes bevægelse og termiske luftstrømninger, da de faste ventilationsanlæg normalt ikke bidrager til øgning af lufthastigheden nede imellem kyllingerne.

Forsøg med forskellige lufthastigheder på forskellige sluttemperaturer blev gennemført af Pedersen (1975) i både klimakamre og under praktiske produktionsforhold. I sine forsøg anvendte han lufthastigheder på 0,25, 0,5, 0,75, 1,0 og 1,25 m/sec.; disse hastigheder blev afprøvet under temperaturerne: 16, 20, 24 og 28°C.

Forsøgsresultaterne viste, at lufthastighedens indvirkning på kyllingers produktionsparametre (tilvækst og foderforbrug) var afhængig af sluttemperaturen i intervallet 16° til 28°C, men på en sådan måde, at uanset sluttemperatur fremkom næsten samme effekt ved at øge lufthastigheden fra 0,25 m/sec. til 0,5 m/sec. som ved at øge lufthastigheden fra 0,25 m/sec. til 1,25 m/sec. Med en øget lufthastighed fra 0,25 m/sec. til området "0,5-1,25 m/sec." fandt Pedersen (1975), at sammenhængen mellem en større tilvækst eller et større foderforbrug og sluttemperatur kan beskrives med en lineær funktion af følgende udseende:

$$Y = a + bx ;$$

hvor Y = mertilvækst eller mærfoderforbrug i g pr.kylling ved at øge lufthastigheden fra ca. 0,2 m/ sec. til området "0,5-1,25 m/sec."

x = sluttemperatur, °C, i området fra 16° til 28°C.

a og b er konstanter.

Forfatteren sammenfatter sine forsøg med forskellige lufthastigheder i følgende konklusion:

1. En forøgelse af lufthastigheden fra ca. 0,2 m/sec. til 0,5 m/sec. påvirker kyllingers tilvækst, foderforbrug og slagtesvind. En yderligere forøgelse af lufthastigheden fra 0,5 til 1,25 m/sec. har kun en ringe effekt på deres produktionsresultater.
2. Kyllingers tilvækst, foderforbrug pr.kylling og pr.kg kylling samt slagtesvind vokser med øget lufthastighed.
3. Virkningen af øget lufthastighed på kyllingers tilvækst, foderforbrug og slagtesvind stiger med sluttemperaturen.

Sættes den citerede konklusion i relation til det tidligere fra forsøg med forskellige sluttemperaturer refererede, skal tilføjes, at en øget lufthastighed i kyllingers opholdszone giver samme virkning som en temperatursækning.

Klimafaktoren "relativ fugtighed" kan variere inden for ret vide grænser, uden at det får konsekvenser for kyllingers produktionsresultater, hvis strøelsens kvalitet er tilfredsstillende. Som eksempel herpå skal anføres nogle forsøgsresultater fra et af Prince et al. (1965) gennemført forsøg; de anvendte 2 temperaturer og 3 relative fugtprocenter inden for hver temperatur, og i tabel 2.6 er opstillet gennemsnitsresultater fra forsøget, der blev udført i opdrætningsperioden "4-8 uger."

Tabel 2.6 Temperaturens og den relative fugtigheds indflydelse på kyllingers produktionsresultater (4-8 uger)

Table 2.6 Influence of temperature and relative humidity on the chicken production results (4-8 weeks of age)

Temperatur, °C	12,6	12,6	12,6	23,8	23,8	23,8
Fugt, %	52	70	90	52	70	90
Tilvækst, g	1073	1106	1078	1045	1040	1013
Foder pr.kylling, kg	2,93	2,89	2,87	2,64	2,58	2,55
Foder pr.kg tilvækst, kg	2,73	2,69	2,66	2,52	2,48	2,53

Resultaterne i tabel 2.6 afspejler det sædvanlige billede, d.v.s. kyllingers tilvækst og foderoptagelse falder med stigende temperatur, hvorimod foderudnyttelsen forbedres. Den relative fugtprocent over ingen eller kun ringe indflydelse på kyllingers vækst, foderoptagelse og foderudnyttelse; der er dog en antydning af fald i vækst og foderoptagelse med den høje temperatur, hvis fugtprocenten samtidig er høj. Sidstnævnte tendens vil utvivlsomt forstærkes, hvis endnu højere temperaturer anvendes.

Yderligere skal understreges, at forsøgene blev udført i klimakamre med en meget lav belægningsgrad; under praktiske forhold er der ingen tvivl om, at anvendelse af relative fugtighedsprocenter på 90 % igennem længere tid vil give problemer med fugtig strøelse og dermed øge risikoen for at forringe kyllingers produktionsresultater. Meget høje relative fugtighedsprocenter og følgelig fugtig strøelse vil desuden fremme ammoniakdannelse i kyllingehuset (Burnett og Dondero, 1969).

Hvor megen ammoniakdamp der findes i kyllingehuset, er bestemt af dannelseshastighed og ventilationsgrad. Meltzer (1980) fandt under israelske forhold, at den til opretholdelse af en god strøelse nødvendige ventilationsmængde også er tilstrækkelig til at forhindre op-hobning af ammoniak. Under danske klimaforhold kunne det utvivlsomt blive nødvendigt at ventilere for at holde ammoniakkoncentrationen nede i huse med store kyllinger i perioder med lave udetemperaturer.

Ammoniakkoncentrationens indflydelse på kyllingers produktionsresultater er bl.a. undersøgt af Reece et al. (1980); de anvendte i deres forsøg 4 klimakamre med hver sin NH_3 -koncentration i kammerluften i de første 4 uger af opdrætningsperioden. I de resterende 3 uger af perioden blev NH_3 -koncentrationen i alle 4 klimakamre holdt på omkring 0 ppm. Resultater findes opstillet i tabel 2.7.

En konstant ammoniakkoncentration på 50 ppm og derover i de første 4 uger af opdrætningsperioden har i følge tabel 2.7 en meget negativ indflydelse på kyllingers produktionsresultater. Det ser dog ud til, at dødeligheden først steg, da luftens ammoniakkoncentration oversteg 50 ppm. Af samme tabel fremgår endvidere, at kyllingers slutvægt 7 uger gamle stadig var meget negativt påvirket af de i kyllingernes første 4 leveuger høje NH_3 -koncentrationer i kammerluften.

Tabel 2.7 Indvirkningen af kammerluftens NH_3 -koncentration på vækst, foderudnyttelse og dødelighed

Table 2.7 The effect of the concentration of ammonia in the environmental chambers on growth, feed conversion, and mortality

	<u>NH_3-koncentration, ppm</u>			
	0	50	100	200
<u>Perioden 0-4 uger:</u>				
Vægt, g	788	661	518	363
Foder pr.kg kylling, kg	1,81	1,86	2,13	2,24
Døde, %	3,0	3,5	10,5	19,5
<u>Perioden 0-7 uger:</u>				
Vægt, g	1809	1636	1546	1361
Foder pr.kg kylling, kg	2,14	2,09	2,06	1,93
Døde, %	3,5	3,5	13,5	23,5

Caveny et al. (1981) undersøgte også betydningen af forskellige ammoniakkoncentrationer i den luft, i hvilken kyllingerne befandt sig. Da tidsintervaller og koncentrationer afviger væsentlig fra de af Reece et al. (1980) benyttede, skal i tabel 2.8 anføres de vigtigste forsøgsresultater; der blev udelukkende anvendt hanekyllinger.

Tabel 2.8 Luftens NH_3 -koncentrations indflydelse på vækst og foderudnyttelse

Table 2.8 The effect of the atmospheric ammonia levels on growth and feed conversion

Forsøgsled:	1	2	3	4	5	6
	<u>NH_3-koncentration, ppm</u>					
I perioden 0-4 uger	0	25	50	25	50	50
I perioden 4-7 uger	0	0	0	25	25	50
Vægt, 49 dage, g	1881 ^a	1862 ^a	1862 ^a	1840 ^a	1889 ^a	1805 ^a
Foder pr.kg kylling, kg	2,02 ^c	2,08 ^c	2,16 ^{bc}	2,35 ^b	2,35 ^b	2,44 ^a

Det fremgår umiddelbart af tabel 2.8, at de anvendte ammoniakkoncentrationer ingen significant negativ indflydelse havde på væksten; men ammoniakken havde derimod en klar negativ indvirkning på foderudnyttelsen, der syntes at være proportional med koncentration og længde af ammoniakbehandlingen.

På baggrund af de netop refererede undersøgelser over ammoniakkoncentrationens indflydelse på kyllingers produktionsresultater kan konkluderes, at der er risiko for nedsat vækst og især en dårlig foderudnyttelse, hvis man ikke drager omsorg for at holde ammoniakkoncentrationen i kyllingehuset på et forholdsvis lavt niveau, d.v.s. under 25 ppm.

I følge Andersen (1979) er NH_3 -koncentrationen i danske slagtekyllingehuse meget ofte over 25 ppm og er således utvivlsomt i en del tilfælde forklaringen på, at kyllingernes tilvækst er nedsat og/eller, at foderudnyttelsen er dårlig.

3 PRODUKTIONSRESULTATER OG ENERGIFORBRUG I KYLLINGEHUSE VED REDUCERET HUSRUM I STARTEN AF OPDRÆTNINGSPERIODEN

3.1 Indledning

Som optakt til energiprojektet blev i vinterhalvåret 1979/80 samt 1980/81 gennemført i alt 4 undersøgelser med henblik på at belyse, hvilken indflydelse en reduceret husplads i starten af opdrætningsperioden havde på kyllingers produktionsresultater og energiforbrug i husene. Resultaterne fra disse undersøgelser blev forelagt på Statens Husdyrbrugsforsøgs årsmøde i 1981, men har ikke hidtil været publiceret på anden vis; på dette sted skal derfor beskrives forsøgenes resultater.

3.2 Materiale og metoder

Undersøgelserne blev gennemført hos en kyllingeproducent på Horsens-egnen, der havde 3 fuldstændig ens kyllingehuse med hensyn til størrelse og indretning bortset fra, at det ene hus var beklædt med eternitplader indvendig i stedet for aluminiumsplader. Husene var 49 m lange og knap 14 m brede, hvilket gav et gulvareal på ca. 690 m²; det almindeligste er, at der indsættes ca. 18.000 kyllinger i hvert hus, svarende til en belægningsgrad på ca. 25 kyllinger pr. m². Rumfanget pr. hus var ca. 2.500 m³, svarende til ca. 0,14 m³ pr. kylling; og de 4 undersøgelser blev alle gennemført i overensstemmelse med følgende plan:

Forsøgsplan

- Hus I: Adgang til hele huset i hele opdrætningsperioden (kontrolhold)
- Hus II: Adgang til halvdelen af huset i de første 18 dage af opdrætningsperioden og derefter adgang til hele huset
- Hus III: Adgang til en trediedel af huset i de første 11 dage af opdrætningsperioden og derefter adgang til hele huset.

Begrænsningen i rumplads i begyndelsen af opdrætningsperioden blev etableret ved henholdsvis en trediedel og halvvejs nede i husenes længderetning at anbringe et forhæng af svært plastic fra kip til gulv, og forhænget blev forneden holdt på plads ved hjælp af halmballer. Umiddelbart foran plastforhænget blev vandet i varmerørene ledet retur ved hjælp af indskudte forbindelsesrør og drejeventiler.

Med hensyn til de 3 huses energiforsyning forholdt det sig således, at husene I og II havde fælles olietank, hvorimod hus III havde særskilt olietank; og inden starten på de 2 første forsøg i vinterhalvåret 79/80 blev husene I og II derfor udstyret med varmemålere, hvilken foranstaltning muliggjorde fordeling af energiforbruget til opvarmning af husene i løbet af opdrætningsperioden, idet varmemålerresultater fra husene I og II blev brugt som fordelingsnøgle i forbindelse med udlodning af olieforbrug fra den fælles olietank. Varmemålerne blev aflæst hver eller hveranden dag, og derfor er det også muligt at danne sig et indtryk af det daglige varmeforbrug til opvarmning for omhandlende huses vedkommende.

Før starten på de 2 sidste forsøg i vinterhalvåret 1980/81 blev en varmemåler også installeret i hus III. Derfor blev energiforbruget til husenes opvarmning i disse 2 forsøg udelukkende bestemt ved hjælp af de opsummerede aflæsningsresultater fra varmemålere. I begge forsøg blev de aflæst hver eller hveranden dag, så det også her er muligt at se på varmeforbruget i relation til opdrætningstidspunkt.

3.3 Resultater fra forsøgene

Hvordan kyllingerne reagerede på den begrænsede rumplads i starten af opdrætningsperioden kan aflæses i tabel 3.1. Resultaterne er angivet som gennemsnit af alle 4 forsøg, fordi der, som tidligere nævnt, blev anvendt nøjagtig samme forsøgsplan; endvidere blev inden for hvert enkelt forsøg anvendt den samme handelsfoderblanding i alle 3 huse.

Af tabel 3.1 fremgår, at en begrænsning af kyllingers rumplads i opvækstperiodens begyndelse havde ingen eller kun ringe negativ effekt på produktionsresultatet. Væksten i hus III med den største begrænsning af husplads i starten af opdrætningsperioden blev i gennemsnit af alle 4 forsøg således kun 1,2 % lavere end den i hus I opnåede, hvis kyllinger havde hele huset til rådighed fra opdrætningens begyndelse.

Endvidere ses i gennemsnit af alle 4 forsøg en svag tendens til højere dødelighed i husene med begrænset husplads i opdrætningsperiodens begyndelse.

Tabel 3.1 Kyllingernes vækst, foderforbrug og sundhedstilstand

Table 3.1 The growth, feed consumption, feed conversion, and health of the chickens

Hus nr:	I	II	III
Reduktion af husrum:	0 % i hele opdrætningsp.	50 % i 18 dg	66 % i 11 dg
<u>Gennemsnit af 4 forsøg:</u>			
Antal kyll.indsat	17365	17314	17289
Alder v/slagtning, dage	45	45	45
Vægt, g	1606	1594	1586
Forholdstal	100	99,3	98,8
<u>Foderforbrug:</u>			
Foder pr.kylling, kg	3,28	3,24	3,22
Forholdstal	100	98,8	98,2
Foder pr.kg kyll., kg	2,04	2,03	2,03
Forholdstal	100	99,6	99,6
<u>Dødelighed:</u>			
Døde i 1.uge, %	1,2	1,5	2,0
Døde senere, %	1,6	2,0	2,0

I forbindelse med omtalen af resultaterne i tabel 3.1 skal bemærkes, at antal dage med begrænsning i huspladsen blev fastlagt til henholdsvis 11 og 18 dage for at undgå uoprettelige problemer med strøelsens kvalitet. Man kan derfor med god grund antage, at en forlængelse af perioden med begrænset husplads ville medføre mere markante negative effekter på dyrenes produktionsresultater, end fundet i de foreliggende resultater. Hvor meget og hvor længe kyllingerne i starten af opvækstperioden vil kunne acceptere begrænsning af husplads uden negativ påvirkning af produktionsresultatet, vil i mindre udstrækning være påvirket af udeklimaet og husenes isoleringsgrad.

Som tidligere nævnt, blev energiforbruget i de 2 første forsøg målt som oliesvind fra tankene, hvorimod energiforbruget i alle 3 huse under de to sidste forsøg blev registreret ved hjælp af varmemålere. I en tværgående sammenligning af energiforbruget i alle 4 forsøg er dette derfor anført som relativt energiforbrug, hvor energiforbruget i hus I er sat til 100. Resultaterne fra beregninger af det relative energiforbrug er anført i tabel 3.2 for hvert forsøg og som gennemsnit af alle 4 forsøg.

Tabel 3.2 viser, at en begrænsning af kyllingernes rumplads i starten af opvækstperioden i alle 4 forsøg medførte en energibesparelse; men

den opnåede energibesparelse synes at være mindre i vinterhalvåret 79/80 end i det følgende vinterhalvår.

Tabel 3.2 Det relative olieforbrug i relation til husrum i opvækstperiodens start

Table 3.2 Relative oil consumption in relation to house space at the beginning of the rearing period

Hus nr.	I	II	III
Reduktion af husrum:	0 % i hele	50 %	66 %
	opdrætningsp. i 18 dg	i 11 dg	
	Forholdstal		
Vinteren 1979/80:			
Forsøg 1	100	86	89
Forsøg 2	100	85	83
Vinteren 1980/81:			
Forsøg 3	100	71	60
Forsøg 4	100	76	66
Gennemsnit	100	80	75

Forklaringen på den mindre energibesparelse er utvivlsomt, at udeklimaet i begge forsøg var forholdsvis koldt i sidste del af opdrætningsperioden i vinterhalvåret 79/80, hvorfor den relative energibesparelse med begrænsning af huspladsen i opdrætningstidens start blev mindre.

I husene med installerede varmemålere blev, som tidligere anført, løbende registreret varmemeforbruget under opvæksten. Derfor var det i disse situationer muligt at følge varmemeforbrugets omfang på de forskellige tidspunkter i kyllingernes opvækst; resultater fra disse undersøgelser er grafisk fremstillet i figurerne 3.1-3.4.

Set i relation til dyrenes alder viser de 4 figurer et noget uregelmæssigt forløb af varmemeforbruget, hvilket først og fremmest skyldtes svingninger i udeklimaet. Uregelmæssighederne tilslørede dog ikke, at varmemeforbruget i hus 1 i den første tid af opdrætningsperioden var væsentlig større end i hus 2, hvad man eksempelvis kan se i figur 3.1. I kyllingernes 2. leveuge steg varmemeforbruget i hus 2; stigningen satte ind, da kyllingerne var 12 dage, og fortsatte, indtil de fik rådighed over hele huset. Stigningen skyldtes, at ventilationsanlægget i hus 2 måtte arbejde kraftigt for at fjerne den store vanddampproduktion, der var en følge af dobbeltbelægningen. At stigningen ikke skyldtes klimaet udendørs, fremgår af kurven for hus 1, hvor varmemeforbruget er faldende, indtil kyllingerne er 16 dage; herefter sti-

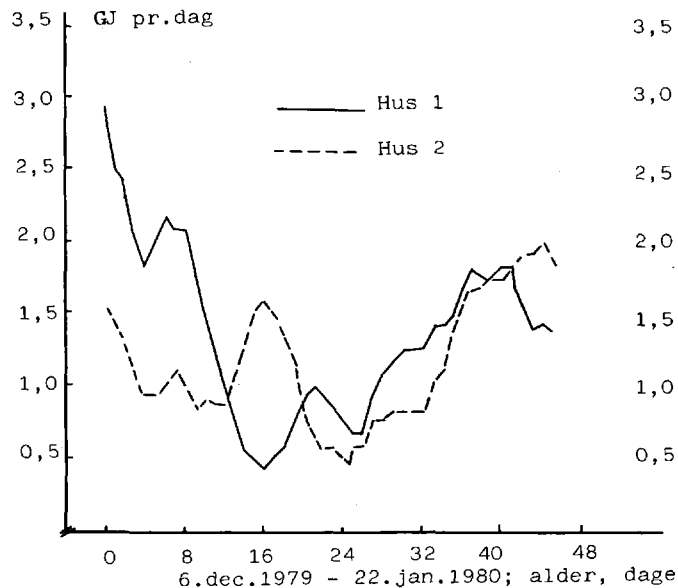


Fig.3.1 Husenes varmeforbrug i relation til
kyllingernes alder

*Fig. 3.1 Utilized heat in the houses related to age
of chickens*

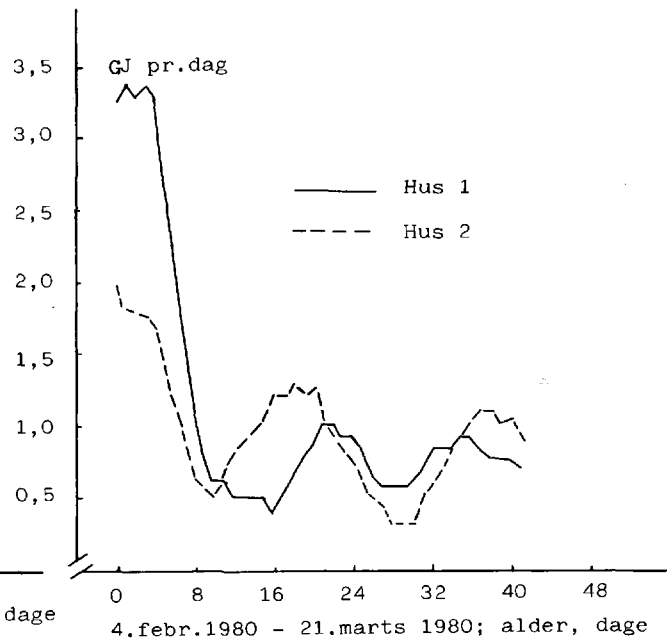


Fig.3.2 Husenes varmeforbrug i relation til
kyllingernes alder

*Fig. 3.2 Utilized heat in the houses related to age
of chickens*

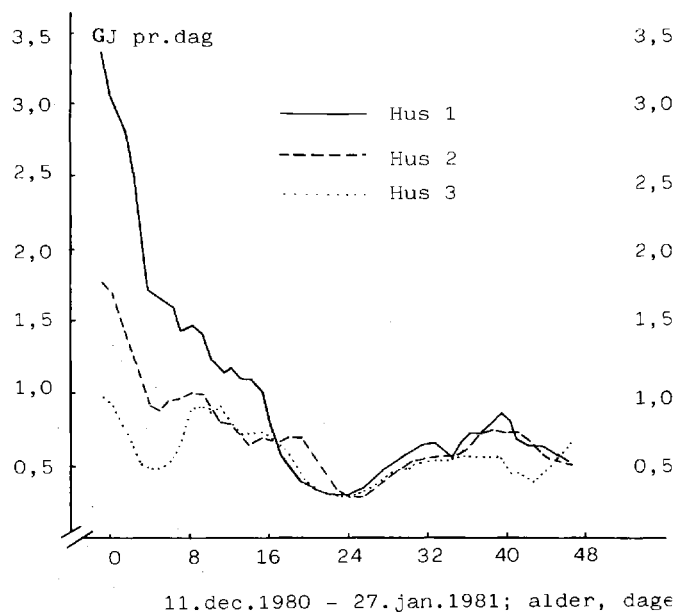


Fig.3.3 Husenes varmeforbrug i relation til kyllingernes alder

Fig. 3.3 Utilized heat in the houses related to age of chickens

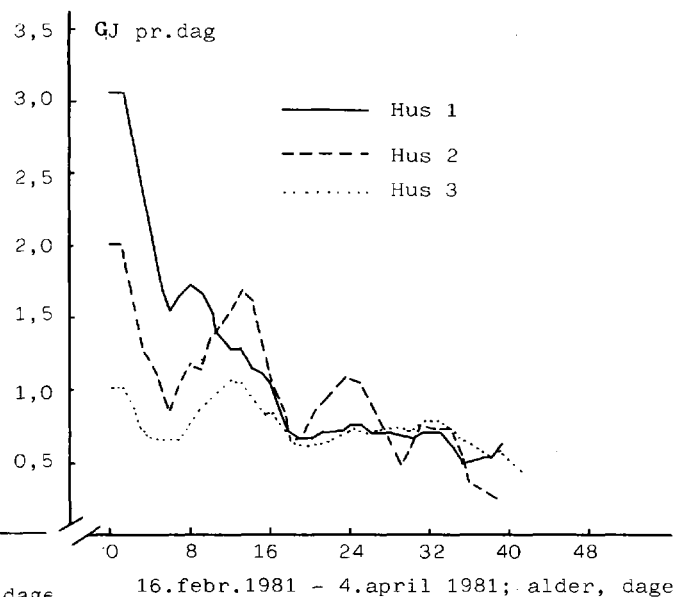


Fig.3.4 Husenes varmeforbrug i relation til kyllingernes alder

Fig. 3.4 Utilized heat in the houses related to age of chickens

ger det igen på grund af det stigende behov for ventilation som følge af kyllingernes tiltagende vægt.

I figurerne 3.3 og 3.4 var det muligt at indtegne det løbende varme-forbrug i alle tre huse; det ses også af disse figurer, at kyllinger-nes varmekonsum i opdrætningsperiodens begyndelse klart blev påvir-ket af den dem tildelte rumplads.

3.4 Konklusion

Kyllingernes vækst, foderforbrug og sundhedstilstand blev slet ikke eller kun svagt negativt påvirket af, at kyllingerne i starten af op-drætningsperioden kun blev tildelt en trediedel/halvdel af deres bli-vende husplads i henholdsvis 11 og 18 dage. En begrænsning af deres rumplads i starten af opvækstperioden kan medføre besparelser i ud-gifterne til opvarmning af husene på 10-30 % - afhængig af klimafor-holdene i udeluften.

4 SAMMENLIGNING AF PRODUKTIONSFORHOLDENE I DE 2 HUSAFSNIT PÅ KYLLINGESTATIONEN, FAVRHOLM

4.1 indledning

Det første forsøg i energiprojektet blev udført på Kyllingestationen, Favrholm. Hensigten med forsøget var, dels at undersøge, om produkti-onsforholdene var ens i de 2 husafsnit, i hvilke stationen er ind-delt, dels at indkøre det installerede måleudstyr til måling af var-meforbrug og ventilation; sidstnævnte opgave blev forestået af Sta-tens Byggeforskningsinstitut. I det efterfølgende forelægges kyllin-gernes opnåede produktionsresultater.

4.2 Materiale og metode

Som nævnt, er forsøget gennemført på Kyllingestationen Favrholm, der var opdelt i 2 afsnit, (senere betegnet afsnit 1 og afsnit 2), og ad-skilt af en midtersektion til servicefunktioner. De 2 husafsnit var identiske i konstruktion, form og størrelse, og hvert afsnit var ind-rettet med 16 rum á 14,5 m² - 8 rum i hver side, adskilt af en mid-tergang ca. 1,5 m bred; tabel 4.1 viser den plan, hvorefter forsøget blev gennemført.

Tabel 4.1 Forsøgsplan

Table 4.1 Experimental plan

Husafsnit:	1	2
Antal hold (rum):	16	16
Foder, Favrholm-blanding A	+	+
Antal kyll.pr.hold	188	188
Antal kyll.pr.m ²	13	13
Rum pr.kyll., m ³	0,25	0,25
Temperatur, °C	32 + 20	32 + 20
Relativ fugtighed, %	65 + 70	65 + 70

Af forsøgsplanen fremgår, at man havde tilstræbt nøjagtig ens vilkår i de 2 husafsnit, hvad angår foder, belægningsgrad, temperatur og relativ fugtighed; endvidere blev draget omsorg for, at det benyttede kyllingemateriale i de 2 husafsnit havde samme oprindelse. Kyllingerne - i alt 6.000 af blandet køn - blev som daggamle indkøbt fra et kommercielt rugeri og stammede fra høner, der i deres opdrætnings- og æglægningsperiode havde fået foder med forskelligt selenindhold. Hensigten med at anvende daggamle slagtekyllinger af forskellig oprindelse fremgår af tabel 4.17 i beretning nr.562 fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Petersen og Fris Jensen, 1984), men kyllingerne blev fordelt på en sådan måde, at det ikke havde indflydelse på de foreliggende resultater.

Temperaturforhold, der er anført i forsøgsplanen, skal forstås således, at kyllingerne blev indsat ved 32°C, hvorefter temperaturen blev reduceret med ½°C pr.dag indtil 20°C og derefter fastholdt på dette niveau til forsøgets afslutning. Med hensyn til den relative fugtighed, så fik den i opdrætningsperiodens 1. uge lov til at stige til 65 % og derefter holdt konstant til udgangen af 4. uge; fra dette tidspunkt og frem til forsøgets afslutning blev fugtigheden holdt på 70 %. Tabel 4.2 viser råvaresammensætning og energiindhold i den foderblanding, på hvilken kyllingerne blev opdrættet.

4.3 Forsøgets resultater

I tabel 4.3 er vist kyllingernes vækst, foderforbrug og dødelighed i de 2 husafsnit.

Tabel 4.2 Foderblandingsens sammensætningTable 4.2 *The composition of the feed*

Majs	%	39,20
Hvede,	%	20,00
Sojaskrå, afskall.toasted,	%	24,00
Kød-benmel, askefattigt,	%	4,25
Fiskemel, askefattigt	%	5,25
Animalsk fedt,	%	4,25
Kridt,	%	0,35
Dicalciumfosfat,	%	1,00
Methioninblanding, (10 %)	%	0,90
Mineral- + vitaminblanding,	%	0,80
I alt	%	100,00
I følge kemisk analyse:		
OE/kg foder,	MJ	13,08
Råprotein/10 MJ OE	g	175
Bestemt med balanceforsøg:		
OE/kg foder,	MJ	12,90
Råprotein/10 MJ OE	g	177

Tabel 4.3 Kyllingernes vækst, foderforbrug og dødelighedTable 4.3 *Growth, feed consumption, feed conversion, and mortality of the chickens*

Husafsnit:		1	2
Antal kyllinger, 0 dage		3000	3000
Antal kyllinger, 36 dage		2919	2913
Døde i 1. uge	%	0,60 ^a	0,90 ^a
Døde senere,	%	2,10 ^a	2,00 ^a
Vægt, 36 dage,	g	1409 ^a	1379 ^b
Foder pr. kylling	kg	2,46 ^a	2,42 ^b
Foder pr. kg kylling,	kg	1,74 ^a	1,75 ^a

NB Talværdier i samme linie, mærket med samme bogstav, afviger ikke signifikant fra hverandre ($P < 0,05$)

Som omtalt i det foranstående, gik bestræbelserne ud på at gøre kyllingernes vilkår ens i de 2 husafsnit; men af tabel 4.3 fremgår imidlertid, at dyrene i husafsnit 1 havde en 36-dage-vægt, der lå 30 g højere end dyrenes i husafsnit 2. Derudover fremgår, at husafsnit 1-kyllingerne også havde en større foderoptagelse, hvilket bevirkede, at der ikke var nogen forskel på kyllingernes foderudnyttelse i de 2 husafsnit. Det samme kan siges om sundhedstilstanden, udtrykt som % døde kyllinger. En del af forklaringen på de observerede forskelligheder kan utvivlsomt henføres til den kendsgerning, at vejning af kyllingerne og tilbagevejning af foder først blev foretaget i husafsnit 2, så disse kyllinger på vejetidspunktet blev få timer yngre.

4.4 Konklusion

Kyllingernes vækst og foderoptagelse blev lidt højere i afsnit 1 end i afsnit 2, men forskydninger i vejetidspunkt kan være årsagen. Kyllingernes foderudnyttelse og sundhedstilstand var den samme i begge husafsnit.

5 SLAGTEKYLLINGER, OPDRÆTTET UNDER REDUCERET HUSRUM I FØRSTE HALVDEL AF OPDRÆTNINGSPERIODEN

5.1 Indledning

I dette delprojekt blev også indkoblet en undersøgelse, der gik ud på at måle kyllingers varmeproduktion ved hjælp af deres optagelse af omsættelig energi og energiaflejringen. Undersøgelsens forløb og resultater blev beskrevet af Petersen (1982) i meddelelse nr.447 fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Formålet med det led i projektet, der skal omtales i det følgende, var, dels at belyse kyllingers vækst, foderforbrug og sundhedstilstand i den periode af opdrætningen, hvor de havde reduceret husrum, dels at sammenligne kyllingers vækst, foderforbrug og sundhedstilstand i den del af opdrætningsperioden, hvor kyllingerne var blevet ligeligt fordelt i deres hidtidige opholdsrum og et nyt tilsvarende opholdsrum.

5.2 Materiale og metode

Forsøget blev gennemført i det i foregående afsnit omtalte hus, og tabel 5.1 viser den plan, efter hvilken forsøget blev gennemført.

I alt 6.460 daggamle slagtekyllinger af blandet køn blev indkøbt fra et kommercielt rugeri, og i overensstemmelse med forsøgsplanen blev alle de daggamle kyllinger indsat i afsnit 1, hvis indetemperatur i forvejen var bragt op på 32°C. I løbet af de første 3 uger, da alle kyllingerne opholdt sig i afsnit 1, blev indetemperaturen gradvis nedsat således, at den sluttede på 23°C. Husets relative fugtighed fik i de første 14 dage ikke lov at overstige 65 %, men i tredje uge blev den relative fugtighed tilstræbt at ligge på 70 %.

Tabel 5.1 Forsøgsplan

Table 5.1 Experimental plan

Husafsnit:	1	2
Antal hold (rum):	16	16
Foder, Favrholm-blanding A	+	+
Perioden 0-3 uger:		
Antal kyllinger pr.hold	400	-
Antal kyllinger pr.m ²	28	-
Rum pr.kylling, m ³	0,12	-
Temperatur, °C	32 + 23	-
Relativ fugtighed, %	65 + 70	-
Perioden 3-6 uger:		
Antal kyllinger pr.hold	196	196
Antal kyllinger pr.m ²	14	14
Rum pr.kylling, m ³	0,24	0,24
Temperatur, °C	22	22
Relativ fugtighed, %	70 + 75	70 + 75

Med udgangen af 3. uge blev dyrenes vægt, foderforbrug og dødelighed registreret, hvorefter de blev ligeligt fordelt mellem afsnit 1 og afsnit 2; fra dette tidspunkt og til slagtning - 6 uger gamle - blev indetemperaturen i begge husafsnit holdt konstant på 22°C. Den relative fugtighed blev i 4. uge af opdrætningsperioden holdt på 70 %, hvorefter den i 5. og 6. uge blev sat op til 75 %; yderligere skal tilføjes, at strøelsen blev udskiftet i halvdelen af rummene i husafsnit 1 på samme tidspunkt, som kyllingerne blev fordelt i de 2 husafsnit.

Den foderblanding, som kyllingerne blev opdrættet på, havde samme råvaresammensætning og energiindhold, som den i tabel 4.2 anførte foderblanding; vedrørende foderblandings kemiske sammensætning henvises til meddelelse nr.447, Statens Husdyrbrugsforsøg.

5.3 Forsøgets resultater

Tabel 5.2 viser kyllingernes vækst, foderforbrug og sundhedstilstand i de 2 faser af opdrætningsperioden.

Om kyllingernes vækst er blevet hæmmet i de første 3 uger på grund af den relativt høje belægningsgrad er vanskeligt at vurdere, da der ikke foreligger noget direkte sammenligningsgrundlag, men de 574 g ved 21 dage ligger i underkanten af, hvad der forventes af kyllinger på denne alder. Foderforbrug pr.kg kylling er derimod i en størrelsesorden, der svarer til forventningerne til kyllinger på dette alderstrin.

Tabel 5.2 Kyllingernes vækst, foderforbrug og dødelighed

Table 5.2 Growth, feed consumption, feed conversion and mortality of the chickens

Husafsnit:		1	2
Antal hold (rum):		16	16
Perioden 0-3 uger:			
Antal kyll. pr.hold, dage	0	404	-
Antal kyll. pr.hold, dage	21	397	-
Døde i perioden,	%	1,70	-
Vægt, 21 dage,	g	574	-
Foder pr.kylling,	kg	0,80	-
Foder pr.kg kylling,	kg	1,39	-
Perioden 3-6 uger:			
Strøelsesforh.v.periodens start:		Gammel	Ny
Antal kyll. pr.hold, dage	21	194	200
Antal kyll. pr.hold, dage	42	191	197
Døde i perioden,	%	1,50	1,50
Vægt, 21 dage,	g	577	587
Vægt, 42 dage,	g	1658	1654
Tilvækst, 21-42 dage,	g	1081	1067
Foder pr.kylling,	kg	2,18	2,19
Foder pr.kg tilvækst,	kg	2,02	2,05

En sammenligning af kyllingers tilvækst, foderforbrug og dødelighed i perioden 3-6 uger, på hvilket tidspunkt de var blevet fordelt til begge husafsnit, viser, at de artede sig på samme måde i begge afsnit. At halvdelen af rummene i afsnit 1 fik ny strøelse med denne periodes begyndelse, ses heller ikke at have haft gunstig indflydelse på deres produktionsegenskaber; der er endog en tendens til, at kyllingerne på ny strøelse havde et højere foderforbrug pr.kg tilvækst, hvilket formentlig beror på en tilfældighed.

5.4 Konklusion

En reduktion af kyllingers husplads i de første 3 uger af opdrætningsperioden havde ikke påvirket foderforbrug og dødelighed i negativ retning; væksten syntes derimod at være svagt hæmmet.

Der er ingen forskel på kyllingernes tilvækst, foderforbrug og dødelighed i "gammelt" husafsnit og "nyt" husafsnit. - En udskiftning af rummenes strøelse i "gammelt" husafsnit havde ingen indflydelse på kyllingernes produktionsparametre.

6 SLAGTEKYLLINGERS PRODUKTIONSRÉSULTATER MED OG UDEN BEGRÆNSNINGER AF HUSRUMMET I STARTEN AF OPDRÆTNINGSPERIODEN

6.1 Indledning

Forbrug af varme under opdrætning af slagtekyllinger er især knyttet til den første del af opdrætningsperioden, da kyllingerne i denne periode kræver en forholdsvis høj temperatur i omgivelserne samtidig med, at deres egen varmeproduktion er meget lille (Thorbeek og Fris Jensen, 1985; Chwalibog et al., 1985). Disse forhold, kædet sammen med, at kyllinger er mindre pladskrævende i begyndelsen af opdrætningsperioden, giver i forhold til normale praktiske produktionsforhold mulighed for at foretage foranstaltninger med henblik på at reducere energiforbruget under opdrætning af slagtekyllinger.

Den anden del af energiprojektet gik derfor ud på at undersøge effekten af energisparende foranstaltninger (begrænsning af husrummet i starten af opdrætningsperioden) i produktionsperioden. Da det først og fremmest er i vinterhalvåret, at der er muligheder for at opnå en mærkbar reduktion i varmeforbruget, er alle de gennemførte undersøgelser blevet gennemført i den koldeste del af året; tidspunkter for forsøgenes gennemførelse var vinterhalvårene 1982/83, 1983/84 og 1984/85. Undersøgelserne blev udført af Statens Byggeforskningsinstitut og Statens Husdyrbrugsforsøg, og sidstnævnte institutions opgave var at registrere og bearbejde de biologiske data.

Det følgende omhandler derfor den del af undersøgelserne, der illustrerer, hvilken indflydelse en reduktion i kyllingers husrum i starten af opdrætningsperioden har på deres produktionsresultat.

6.2 Materiale og metode

Undersøgelserne udførtes hos den samme kyllingeproducent, hvis huse tidligere er blevet beskrevet i afsnit 3.2. Til alle undersøgelser blev anvendt den forsøgsplan, der er anført i tabel 6.1.

Som forsøgsplanen viser, havde kyllingerne i forsøgsled 2 kun halvdel af husrummet til rådighed i starten af opdrætningsperioden. Afgrænsning af husrummet blev gennemført ved halvvejs i husets længderetning at anbringe en oprullelig skillevæg på tværs. Skillevæggen bestod af 2 lag plast med 50 mm isoleringsmateriale imellem; med en

sådan indretning af skillevæggen opnås ud over varmeisolering, at der ikke dannes kondensvand på den opvarmede side af væggen.

Tabel 6.1 Forsøgsplan

Table 6.1 Experimental plan

Forsøgsled:	1	2
Foder:	Handelsfoder	Handelsfoder
Husrum:	Hele huset i hele opdrætningsperioden	½ hus i starten af opdrætningsperioden

Begrænsning af opvarmningen til den ene halvdel af huset etableredes ved umiddelbart foran skillevæggen at indskyde forbindelsesrør og drejeventiler i varmerørene, så vandet kunne ledes retur uden at skulle passere den uopvarmede halvdel.

På grundlag af erfaringer fra de undersøgelser, der er beskrevet i afsnit 3, fik kyllingerne adgang til hele huset fra det tidspunkt, da det blev nødvendigt at ventilere for fugt i dyrenes opholdsrum. Den periode, hvori kyllingerne kun havde adgang til halvdelen af huset, varierede derfor mellem 9 og 12 dage fra undersøgelse til undersøgelse; årsagen hertil skyldes forskelle i udeklimaet. I hvert forsøg blev i hvert hus indsat ca. 18.000 kyllinger, hvilket svarer til ca. 25 kyllinger pr. m². Dette indicerer samtidig en belægningsgrad på ca. 50 kyllinger pr. m² husplads i perioden, hvor deres opholdssted var begrænset til den ene halvdel.

6.3 Forsøgsresultater

Vinterhalvåret 1982/83

I løbet af ovennævnte vinterhalvår, der i den konkrete situation strakte sig fra midten af september 1982 til begyndelsen af maj 1983, blev gennemført en serie på 4 forsøg i følge den i tabel 6.1 viste forsøgsplan. Hvordan kyllingernes produktionsparametre blev påvirket af, at de i starten af opdrætningsperioden kun havde adgang til halvdelen af det blivende husrum, fremgår af tabellerne 6.2-6.4.

Tabel 6.2 Kyllingernes vægt og foderoptagelse, 43 dageTable 6.2 *Weight and feed consumption at the age of 43 days*

Forsøgsled:	<u>Vægt, g</u>		<u>kg foder/kylling</u>	
	1	2	1	2
Forsøg <u>1</u>	1580	1583	2,92	2,49
Forsøg <u>2</u>	1682	1707	3,23	3,15
Forsøg <u>3</u>	1730	1706	3,21	3,24
Forsøg <u>4</u>	1750	1700	3,29	3,21
Gennemsnit	1686	1674	3,16	3,15
Forholdstal	100	99	100	100

Tabel 6.3 Kyllingernes foderudnyttelse og forbrug af omsættelig energiTable 6.3 *Feed conversion and consumption of ME of the chickens*

Forsøgsled:	<u>kg foder/kg kyll.</u>		<u>MJ OE/kg kylling</u>	
	1	2	1	2
Forsøg <u>1</u>	1,85	1,89	23,44	23,83
Forsøg <u>2</u>	1,92	1,85	24,25	23,48
Forsøg <u>3</u>	1,86	1,90	24,31	24,42
Forsøg <u>4</u>	1,88	1,89	24,16	24,40
Gennemsnit	1,88	1,88	24,04	24,03
Forholdstal	100	100	100	100

Tabel 6.4 Kyllingers dødelighed i 1. uge og senereTable 6.4 *The chicken mortality during the 1st week and later*

Forsøgsled:	<u>Døde i 1. uge, %</u>		<u>Døde senere, %</u>	
	1	2	1	2
Forsøg <u>1</u>	1,3	1,2	2,1	2,2
Forsøg <u>2</u>	0,9	1,7	1,2	1,4
Forsøg <u>3</u>	1,6	2,2	1,9	2,4
Forsøg <u>4</u>	1,4	1,5	1,5	1,3
Gennemsnit	1,3	1,7	1,7	1,8

En generel sammenligning af resultaterne fra de 2 forsøgsled viser, at der ikke imellem de enkelte forsøg er nogen konsekvent forskel på kyllingernes produktionsegenskaber, der kan henføres til forskel på deres rumplads i starten af opdrætningsperioden. Med hensyn til dyrenes vægt 43 dage gamle, ses således af tabel 6.2, at deres vægt i de 2 første forsøg var den samme eller lidt bedre hos kyllinger med adgang til halvdelen af huset i starten af opdrætningsperioden. I de 2

sidste forsøg blev imidlertid opnået den bedste slutvægt hos kyllingerne med adgang til hele huset lige fra opdrætningsperiodens begyndelse. I gennemsnit af alle 4 forsøg blev forskellen på kyllingevægten de 2 forsøgsled imellem knap én %.

En halvering af kyllingers rumplads i forhold til blivende rumplads i opdrætningsperiodens begyndelse må derfor på grundlag af de foreliggende forsøgsresultater antages at være uden væsentlig indflydelse på kyllingers slutvægt; for de øvrige produktionsparametres vedkommende forholder det sig på samme måde. Eksempelvis ses af tabel 6.3, at kyllingernes foderudnyttelse, kg foder pr.kg kylling, gav vekslende resultater de 4 forsøg imellem. De observerede forskelligheder på foderudnyttelsen forsvinder imidlertid, når gennemsnittet beregnes af alle 4 forsøg. Dødeligheden blandt kyllingerne, anført i tabel 6.4, var moderat i hele forsøgsserien og ser derfor heller ikke ud til at være påvirket af forskellen på husenes belægningsgrad i opdrætningsperiodens start.

Vinterhalvåret 1983/84

Med indgangen til vintersæsonen 1983/84 blev forsøgene med begrænsning af dyrenes rumplads i starten af opdrætningsperioden genoptaget, og denne gang omfattede undersøgelserne i alt 3 forsøg. De blev gennemført i tidsrummet fra begyndelsen af november 1983 til begyndelsen af april 1984 og i følge samme forsøgsplan, som blev benyttet i det foregående vinterhalvår; resultaterne er fremstillet i tabellerne 6.5 til 6.7.

Tabel 6.5 Kyllingers vægt og foderoptagelse, 42 dage

Table 6.5 Weight and feed consumption at the age of 42 days

Forsøgsled:	<u>Vægt, g</u>		<u>kg foder/kylling</u>	
	1	2	1	2
Forsøg 1	1649	1656	3,12	3,10
Forsøg 2	1659	1581	3,17	3,04
Forsøg 3	1656	1666	3,11	3,15
Gennemsnit	1655	1634	3,13	3,10
Forholdstal	100	99	100	99

Tabel 6.6 Kyllingernes foderudnyttelse og forbrug af omsættelig energi

Table 6.6 Feed conversion and consumption of ME of the chickens

	<u>kg foder/kg kyll.</u>		<u>MJ OE/kg kylling</u>	
Forsøgsled:	1	2	1	2
Forsøg <u>1</u>	1,89	1,87	24,12	23,90
Forsøg <u>2</u>	1,91	1,92	24,64	24,77
Forsøg <u>3</u>	1,88	1,89	24,44	24,39
Gennemsnit	1,89	1,89	24,40	24,40
Forholdstal	100	100	100	100

Tabel 6.7 Kyllingers dødelighed i 1. uge og senere

Table 6.7 The chicken mortality during the 1st week and later

	<u>Døde i 1. uge, %</u>		<u>Døde senere, %</u>	
Forsøgsled:	1	2	1	2
Forsøg <u>1</u>	1,1	1,1	2,0	2,6
Forsøg <u>2</u>	0,8	1,1	1,2	1,5
Forsøg <u>3</u>	1,0	2,3	2,9	3,6
Gennemsnit	1,0	1,5	2,0	2,6

Som tidligere fremgået af forsøgsplanen, er forskellen på de 2 forsøgsled, at kyllingerne i forsøgsled 2 kun fik tildelt halvdelen af deres blivende rumplads i opdrætningsperiodens begyndelse. I de foreliggende undersøgelser omfatter begrænsning i rumplads de første 8-10 dage. Med en enkelt undtagelse ses af tabel 6.5, at slutvægten ved 42 dage er meget ens såvel inden for forsøg som mellem forsøg; det er dog tvivlsomt, om den forholdsvis lave slutvægt i forsøgsled 2 i forsøg 2 er en direkte følge af kyllingernes reducerede husrum i opdrætningsperiodens begyndelse. I denne sammenhæng skal bemærkes, at de handelsfoderblandinger, som kyllingerne fik, ikke havde den helt samme sammensætning de 2 forsøgsled imellem. Foderoptagelsen, der er opført i højre halvdel af tabel 6.5, er derfor korigeret for forskel på energikoncentration.

Det fremgår af tabel 6.7, at dødelighed blandt dyrene udviser variation mellem både forsøgsled og forsøg. Betragtes den gennemsnitlige dødelighed for alle 3 forsøg, findes en svag tendens til højere dødelighed blandt de kyllinger, der fik den mindre rumplads i opdrætningsperiodens begyndelse; en tendens, der også blev fundet i de i afsnit 3.3 beskrevne forsøg.

Vinterhalvåret 1984/85

I dette vinterhalvår blev gennemført 2 forsøg i følge den i tabel 6.1 anførte forsøgsplan. De 2 forsøg blev udført i perioden fra begyndelsen af november 1984 til midt i februar 1985; tabellerne 6.8 til 6.10 viser forsøgenes resultater.

Tabel 6.8 Kyllingers vægt og foderoptagelse, 42 dage

Table 6.8 Weight and feed consumption at the age of 42 days

Forsøgsled:	Vægt, g		kg foder/kylling	
	1	2	1	2
Forsøg 1	1734	1735	3,19	3,28
Forsøg 2	1751	1763	3,31	3,38
Gennemsnit	1743	1749	3,25	3,33
Forholdstal	100	100	100	102

Tabel 6.9 Kyllingers foderudnyttelse og forbrug af omsættelig energi

Table 6.9 Feed conversion and consumption of ME of the chickens

Forsøgsled:	kg foder/kg kyll.		MJ OE/kg kylling	
	1	2	1	2
Forsøg 1	1,84	1,89	23,92	24,57
Forsøg 2	1,89	1,92	23,81	24,19
Gennemsnit	1,87	1,91	23,87	24,38
Forholdstal	100	102	100	102

Tabel 6.10 Kyllingers dødelighed i 1. uge og senere

Table 6.10 The chicken mortality during the 1st week and later

Forsøgsled:	Døde i 1. uge, %		Døde senere, %	
	1	2	1	2
Forsøg 1	1,0	1,1	2,1	2,4
Forsøg 2	1,0	1,1	2,8	2,5
Gennemsnit	1,0	1,1	2,5	2,5

Tabel 6.8 viser, at kyllingernes slutvægt i disse to forsøg er upåvirket af, at kyllingerne i forsøgsled 2 er opdrættet med begrænset rumplads i starten af opdrætningsperioden. Umiddelbart ser det ud, som om den formindskede husplads medførte en højere foderoptagelse og dermed også et højere foderforbrug pr. kg kylling, men i betragtning af, at kun 2 forsøg af denne type blev udført i dette vinterhalvår, er forskellen ikke større, end at den kan være af tilfældig karakter.

Med hensyn til dødeligheden i tabel 6.10 synes den ikke at have sammenhæng med forskellen på huspladsforholdene i opdrætningsperioden.

6.4 Diskussion af forsøgene med reduceret husplads i starten af opdrætningsperioden

En samlet vurdering af de foreliggende undersøgelser peger i retning af, at en halvering af huspladsen i opdrætningsperiodens begyndelse, set i forhold til den blivende husplads, ingen væsentlig, negativ virkning havde på kyllingers produktionsparametre. Samtidig er der dog grund til at påpege, at slutvægten i tabellerne 3.1, 6.2 og 6.5 er en anelse mindre hos kyllingerne med reduceret husplads i starten af opdrætningsperioden; i følge tabellerne 3.1, 6.4 og 6.7 findes ydermere en forringelse af samme kyllingers sundhedstilstand.

Resultaterne fra nærværende forsøg efterlader imidlertid ingen tvivl om, at det er muligt at opnå gode produktionsresultater med slagtekyllinger, selv om huspladsen og dermed også energiforbruget til opvarmning bliver reduceret i opdrætningsperiodens start. Det skal også understreges, at resultaterne er opnået i huse med en blivende belægningsgrad på ca. 25 kyllinger pr. m², hvilket indebærer, at belægningsgraden i perioden med begrænset husplads var 50 kyllinger pr. m².

En situation med en lavere blivende belægningsgrad end den i disse forsøg anvendte, vil utvivlsomt begunstige mulighederne for en markant reduktion af huspladsen i opdrætningsperiodens begyndelse uden negative virkninger på dyrenes produktionsresultater. Som indikation herfor skal anføres, at Scholtyssek og Geschwindt-Ensinger (1983) i forsøg med 3 forskellige belægningsgrader fandt en stigning i slutvægten på 5 %, hvis belægningsgraden blev sænket fra 25 til 15 kyllinger pr. m² gulv; samtidig forbedredes foderudnyttelsen med 2 %.

Hvor meget og hvor længe belægningsgraden vil kunne øges i starten af opdrætningsperioden i forhold til den blivende belægningsgrad, kan bl.a. af førnævnte årsager ikke besvares generelt, men det vil i praksis primært være bestemt af strøelsens kvalitet og lufthygiejnen samt af den blivende belægningsgrad, d.v.s. husplads. Hvis man ser bort fra forsøgene, gennemført i vinterhalvårene 1979/80 og 1980/81, blev der i de foreliggende undersøgelser besluttet at tildele kyllingerne deres blivende husplads på det tidspunkt, da det blev nødvendigt at ventilere for fugt, hvilket, som tidligere anført, lå på omkring 10 dage.

En gennemgang af litteraturen tyder på, at kun få forsøg er blevet gennemført, der tager sigte på at belyse kyllingers pladsbehov i relation til tidspunkt i opdrætningsperioden. Reece (1978) skrev indledningsvis om sine erfaringer fra et af de tidligere forsøg (Reece, 1976), i hvilket han havde en belægningsgrad på 90 kyllinger pr.m² gulv i de 2 første uger, at selv om kyllingernes produktionsresultater var tilfredsstillende, blev pasning af kyllingerne vanskeliggjort i den periode på grund af våd strøelse og manglende plads til at bevæge sig omkring mellem kyllingerne. Den iagttagelse er i overensstemmelse med, hvad man kunne konstatere i nærværende undersøgelser især, hvor kyllingerne kun havde fået tildelt 1/3 af huset i opdrætningsperiodens begyndelse, hvilket svarede til 75 kyllinger pr.m² gulv.

På grundlag af sine erfaringer fra tidligere forsøg konstaterede Reece (1978), at kyllingevægten pr.gulvarealenhed ikke er en god metode til angivelse af kyllingers pladsbehov i den første del af opvækstperioden; i stedet foreslår han med udgangspunkt i sine forsøgsresultater at benytte ligningen:

$$T = \frac{V}{G \times H}$$

hvor T = g kylling pr.cm³ (cm³ = gulvareal x kyllingehøjde)

V = kyllingevægten i g

H = kyllingernes højde i cm, (målt vertikalt fra gulv til øverste kant af skulderpartiet)

G = gulvareal i cm² pr.kylling.

Foranstående ligning kan benyttes til at bestemme behovet for gulvareal for en vilkårlig alder i opvæksten ved først at beregne maksimum T , hvor $T_{\max.}$ er g kylling pr.cm³ ved opdrætningsperiodens afslutning. Med udgangspunkt i danske erfaringer med slutvægt og belægningsgrad kan $T_{\max.}$ eksempelvis have følgende værdi:

$$T_{\max.} = \frac{V}{G \times H} = \frac{1700}{400 \times 25} = 0,170$$

Løses ligningen derefter med hensyn til G (gulvareal) fås:

$$G = \frac{V}{0,170 \times H}$$

For kyllinger, der eksempelvis er 14 dage gamle, vejer 350 g og har en højde på 14,5 cm, bliver behovet for gulvareal pr.kylling:

$$G = \frac{350}{0,170 \times 14,5} = 142 \text{ cm}^2,$$

hvilket er det samme som en belægningsgrad på 70 kyllinger pr.m². Resultaterne fra de foreliggende undersøgelser tyder imidlertid på, at 70 kyllinger pr.m² gulv i de første 14 dage af opdrætningperioden er for mange, hvis negative indvirkninger på kyllingernes produktionsresultater skal undgås. En T_{max}-værdi, fastlagt på grundlag af danske produktionserfaringer, synes derfor at være for høj til at indgå som en relevant størrelse i forbindelse med beregning af kyllingers minimumpladsbehov i den første del af deres opvækstperiode.

7 KYLLINGERNES VARMEPRODUKTION, BEREGNET PÅ GRUNDLAG AF FODEROPTAGELSE OG KYLLINGEKROPPENS KEMISKE SAMMENSÆTNING

I lighed med de resultater, der er beskrevet af Petersen (1982), vil de efterfølgende beregninger tage sit udgangspunkt i de forsøgsresultater, der blev opnået i energiforsøget - projekt nr. 81-1231, Favrholt. I forbindelse med dette projekt blev kyllinger på forskellige alderstrin sendt til kemisk analyse med henblik på at belyse deres kemiske sammensætning og energiindhold i relation til alder; i tabel 7.1 er vist resultaterne af disse undersøgelser.

Tabel 7.1 Kyllingernes kemiske sammensætning og energiindhold i relation til alder og vægt

Table 7.1 Chemical composition and energy content in relation to age and weight of the chickens

Alder, dage	0	7	14	21	28	35	42
Vægt, g	39	140	300	557	908	1292	1650
Vand, %	75,6	72,7	70,6	68,9	67,4	65,8	64,4
Aske, %	2,2	2,3	2,5	2,6	2,6	2,8	2,9
Protein, %	16,5	16,9	17,4	17,9	18,4	18,9	19,4
Fedt, %	5,7	8,1	9,5	10,6	11,6	12,5	13,3
MJ/kg kyll.	6,34	6,81	7,95	8,13	8,54	9,18	9,53

Af tabel 7.1 fremgår, at kyllingernes vandindhold falder med stigende alder og dermed også med stigende vægt, men det faldende vandindhold modsvares af en stigning i både aske-, protein- og fedtindhold med dyrenes stigende alder. Samtidig ses, at deres fedtfraktion er den del, der stiger mest med alderen; resultaterne er i overensstemmelse med dem, der blev fundet af Edwards et al. (1973). At kyllingernes energiindhold, udtrykt som MJ pr.kg kylling, er stigende med alderen, er en helt naturlig følge af det stigende proteinindhold og ikke mindst af det stigende fedtindhold.

Med beregning af kyllingernes energiomsætning og varmeproduktion gik man ud fra, at dyrene fik foder med samme kemiske sammensætning og energiindhold som det foder, der blev benyttet af Petersen (1982). Tabel 7.2 angiver dette foders kemiske sammensætning og energiindhold.

Foderets energiindhold blev målt gennem forsøg med udvoksede haner i følge en procedure, som beskrevet af Petersen og Thomsen (1981); de 12,90 MJ OE pr.kg foder er derfor foderets energiindhold ved nul kvælstofaflejring.

Man gik også ud fra, at kyllingerne havde et vækstforløb, som vist i fig.7.1, og en foderoptagelse, der forløb, som vist i fig.7.2.

Tabel 7.2 Foderets kemiske sammensætning og energiindhold

Table 7.2 Chemical composition and energy content of the feed

Vand	%	9,97
Aske	%	6,00
Råprotein	%	22,85
Råfedt	%	8,14
Stivelse	%	36,79
Sukker	%	5,31
Træstof	%	3,06
NFE-rest	%	7,88
I alt	%	100,00
MJ OE pr.kg foder		12,90

Såvel vækst- som foderoptagelsesfunktion, anført i figurerne 7.1 og 7.2, er udarbejdet på grundlag af resultaterne fra den del af energi-projektet, der blev gennemført under praktiske forhold hos en producent ved Horsens, samt resultaterne fra afkomsprøve nr.84-1 på Favrholm.

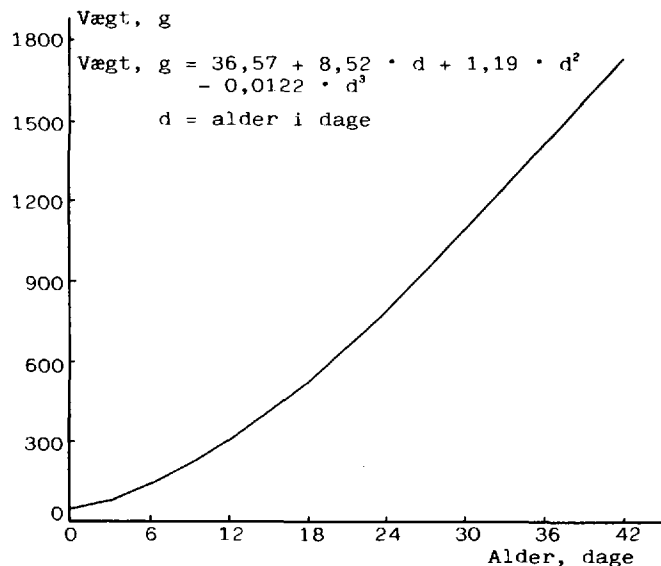


Fig.7.1 Kyllingernes vægt i relation til dage

Fig. 7.1 Weight related to age of chickens

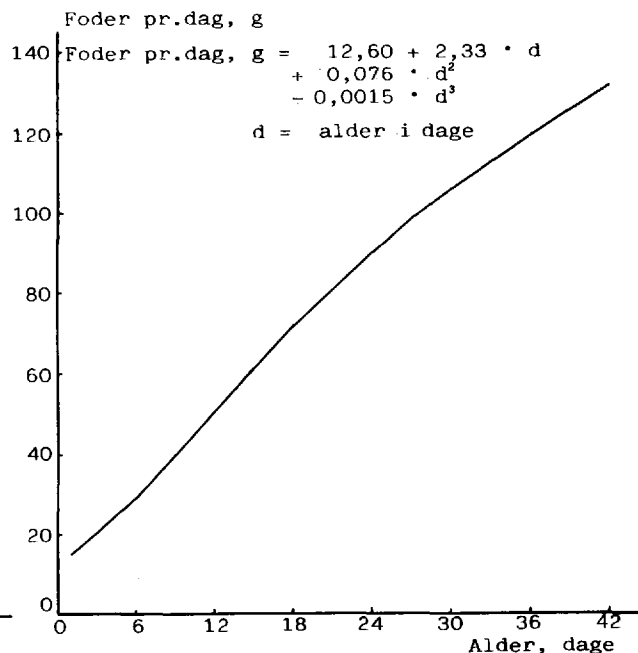


Fig.7.2 Kyllingernes foderoptagelse i relation til alder

Fig. 7.2 Feed consumption related to age of chickens

Med hensyn til kyllingernes kemiske sammensætning og energiindhold antog man, at de havde en kemisk sammensætning og et energiindhold med en given alder, der var identisk med det i tabel 7.1 fundne. Det kan ikke udelukkes, at kyllinger, der æder og vokser, som vist i figurerne 7.1 og 7.2, har et lidt højere fedt- og energiindhold ved en given alder end de kyllinger, hvis kemiske sammensætning og energiindhold er anført i tabel 7.1. En eventuel forskel i så henseende skønnes dog at være så lille, at den vil være uden praktisk betydning for resultaterne af de efterfølgende beregninger.

I tabel 7.3 angives kyllingetilvækstens kemiske sammensætning og energiindhold på forskelligt alderstrin og given vægt.

Tabel 7.3 Tilvækstens kemiske sammensætning og energiindhold i relation til alder og vægt

Table 7.3 Chemical composition and energy content of the weight gain in relation to age and weight

Alder, dage	1	7	14	21	28	35	40
Vægt, g	50	151	361	646	984	1354	1627
Tilvækst/dag, g	11	24	36	45	51	54	55
I tilvæksten:							
Vand, %	71,7	69,8	67,7	65,6	63,0	59,8	57,5
Aske, %	2,1	2,6	2,7	2,7	3,0	3,3	3,4
Protein, %	17,1	17,5	18,2	19,0	19,8	20,9	21,9
Fedt, %	9,1	10,1	11,4	12,7	14,2	15,9	17,2
MJ/kg	7,04	8,21	8,53	8,88	10,14	11,04	11,26

Ved beregning af talmaterialet i tabel 7.3 er der gået ud fra det før nævnte, at kyllingerne har en kemisk sammensætning og et energiindhold, som vist i tabel 7.1, og at vækstforløbet er, som vist i figur 7.1. Det fremgår af tabeller 7.1 og 7.3, at kyllingetilvæksten ved en given alder er mere righoldig på tørstof og energi end kyllingekroppen. Dette forhold er den direkte årsag til, at kyllingernes kemiske sammensætning ændrer sig igennem hele opdrætningsperioden.

I det foranstående er redegjort for kyllingernes foderoptagelse, foderets kemiske sammensætning og energiindhold samt kyllingernes tilvækst og dens kemiske sammensætning og energiindhold. Hermed er der skabt grundlag for at kunne beregne kyllingernes totale varmeproduktion på forskellige vægt- og alderstrin; beregningernes resultater er anført i tabel 7.4.

Tabel 7.4 Kyllingernes vægt, tilvækst, og optagelse af OE samt udnyttelse af OE i relation til alder

Table 7.4 Body weight, body weight gain, consumption of ME and utilization of ME related to age

Alder, dage	1	7	14	21	28	35	40
Vægt, g	50	151	361	646	984	1354	1627
Tilvækst/dag, g	11	24	36	45	51	54	55
Foder/dag, g	15	32	58	80	100	117	128
MJ OE/kg foder	13,54	13,56	13,46	13,43	13,40	13,38	13,37
Prot.optag./dag, g	3,43	7,31	13,25	18,28	22,85	26,73	29,25
Prot.aflej./dag, g	1,90	4,19	6,55	8,55	10,10	11,29	12,04
kJ OE/kyll./dag	203	434	781	1074	1340	1565	1711
kJ aflej./kyll./dag	77	197	307	400	517	596	619
kJ varme/kyll./dag	126	237	474	674	823	969	1092
kJ varme/kyll./time	5,25	9,88	19,75	28,08	34,29	40,38	45,50
kJ var./kg kyl./t.	105,0	65,4	54,7	43,5	34,8	29,8	28,0

Det er tidligere nævnt, at foderet indeholder 12,90 MJ OE pr.kg med nul proteinaflejring. Da proteinaflejringen af naturlige årsager ikke er nul hos voksende kyllinger, må foderets indhold af omsættelig energi derfor korrigeres op med 5,02 kJ for hvert g fortæret foderprotein, der aflejres i kyllingerne.

Det er dette forhold, der medførte, at foderet i tabel 7.4 optræder med et forskelligt indhold af omsættelig energi på de forskellige alders- og vægttrin.

Med hensyn til kyllingernes varmeproduktion ses, at denne er stærkt stigende vækstperioden igennem, således at varmeproduktionen hos 40 dage gamle kyllinger er næsten 9 gange højere end hos kyllinger, der er en dag gamle. Udtrykkes varmeproduktionen derimod i kJ pr.kg kylling pr.time, er den stærkt faldende - især i begyndelsen af dyrenes opvækst.

Det skal dog understreges, at beregningen af varmeproduktionen pr.kg kylling pr.time hos kyllinger, der er én dag gamle, er meget usikker, hvilket kan illustreres således, at en ændring af 1-dag-gamle kyllingers foderoptagelse fra 15 g til 12 g medfører, at varmeproduktionen pr.kg kylling pr.time falder fra 105 til 73 kJ; i et senere afsnit vil kyllingers varmeproduktion blive indgående diskuteret - bl.a. i relation til andre undersøgelser.

8 KYLLINGERS VANDOPTAGELSE, -AFLEJRING, -DANNELSE OG -AFGIVELSE
I RELATION TIL VÆKSTFORLØBET

Slagtekyllingers afgivelse af vand til omgivelserne i form af vanddampe og gødningsvand kan beregnes ret nøjagtigt, hvis man kender foderoptagelsen, dens kemiske sammensætning og fordøjelighed, vandoptagelsen, kyllingernes tilvækst - herunder dens kemiske sammensætning. I følgende skitse er vist, hvordan kyllingers vandafgivelse til omgivelserne er beregnet:

g vand, afgivet til omgivelserne (vanddampe + gødningsvand) =
 + g vand, tilført som drikkevand
 + g vand, tilført med foderet
 + g vand, dannet gennem oxydation af protein
 + g vand, dannet gennem oxydation af fedt
 + g vand, dannet gennem oxydation af stivelse
 + g vand, dannet gennem oxydation af sukker
 - g vand, aflejr. som tilvækst i kyllingen

Som beregningseksempel er udtaget en 1-dag-gammel-kylling, der vejer 50 g, vokser 11 g, æder 15 g foder og drikker 33 g vand pr.dag; man antog, at foderet havde en sammensætning, som vist i tabel 7.2; desuden at fordøjeligheden af protein, fedt, stivelse og sukker var henholdsvis 85, 84, 100 og 100 %. Med oxydation af ét g stof er regnet med, at følgende tilnærmede vandmængder blev dannet:

1 g protein giver	0,72 g vand
1 g fedt -	1,00 g vand
1 g stivelse -	0,56 g vand
1 g sukker -	0,60 g vand

Tabel 8.1 Vandafgivelse/kyll./dag ved 1-dags-alder og vægten 50 g

Table 8.1 Water loss per day of a 1-day-old chicken at a body weight of 50 g

	Vand, g
Tilført som drikkevand*) (15 x 2,2)	= 33,0
- med foderet (15 x 0,0997)	= 1,5
Oxydation af protein**) (15 x 0,2285 x 0,85 - 1,9) x 0,72	= 0,7
Oxydation af fedt (15 x 0,0814 x 0,84 - 1,0) x 1,00	= 0,0
Oxydation af stivelse (15 x 0,3679 x 1,0) x 0,56	= 3,1
Oxydation af sukker (15 x 0,0531 x 1,0) x 0,60	= 0,5
I alt tilført og dannet	= 38,8
Aflejret i følge tabel 7.3	= 7,9
I alt afgivet til omgivelserne	= 30,9

*) Det er antaget, at kyllinger drikker 2,2 g vand for hvert g foder, de fortærer

**) Mængden af oxydationsvand beregnes således - med protein som eksempel: g oxydationsvand =

$$(\text{foder} \times \frac{\text{proteinprocent}}{100} \times \frac{\text{fordøjelighed}}{100} - \text{aflejret protein}) \times \text{oxydationsvand pr. g oxyderet protein.}$$

For protein og fedts vedkommende vil mængden af oxydationsvand være afhængig af disse næringskomponenters sammensætning; de anførte værdier skal derfor betragtes som gennemsnitsværdier for protein og fedt; beregningseksemplet for kyllingers vandafgivelse til omgivelserne er vist i tabel 8.1.

I tabel 8.2 er sammenstillet resultaterne af de beregninger, der er foretaget med henblik på at fastlægge kyllingernes vandafgivelse, idet foder- og vandoptagelse samt vækstforløb er forudsat at være, som anført i tabellen.

Tabel 8.2 Kyllingers vandoptagelse, -dannelse, -aflejring og -afgivelse i relation til vækstforløbet

Table 8.2 Consumption, production, retention and discharge of water during growth

Alder, dage	1	7	14	21	28	35	40
Vægt, g	50	151	361	646	984	1354	1627
Tilvækst/dag, g	11	24	36	45	51	54	55
Foder /dag, g	15	32	58	80	100	117	128
Drikkev./dag, g	33	64	104	136	170	200	218
Vand f.fod./d., g	1,5	3,2	5,8	7,8	10,0	11,7	12,8
Vand f.oxydation:							
af prot./dag, g	0,7	1,5	3,4	5,0	6,7	8,2	9,2
af fedt /dag, g	0,0	-0,3	-0,3	-0,5	-0,7	-1,0	-1,2
af stiv./dag, g	3,1	6,6	11,9	16,5	20,6	24,1	26,4
af sukk./dag, g	0,5	1,0	1,8	2,5	3,2	3,7	4,1
I alt tilført							
og dannet/dag, g	38,8	76,0	126,6	167,3	209,8	246,7	269,3
Aflejret/dag, g	7,9	16,7	24,4	29,5	32,1	32,3	31,6
I alt afgives							
til omgivelserne:							
/kyll. /dag, g	30,9	59,3	102,2	137,8	177,7	214,4	237,7
/kyll. /time, g	1,29	2,47	4,26	5,74	7,40	8,93	9,90

Det fremgår af tabel 8.2, at kyllingernes vandafgivelse til omgivelserne hele vækstperioden igennem næsten havde samme omfang som den vandmængde, de drikker; i den sidste halvdel af opdrætningsperioden afgiver kyllingerne endog mere vand, end de drikker.

Varme- og ventilationsbehovet i et slagtekyllingehus er ikke alene betinget af kyllingernes varmeproduktion og vandafgivelse, men også påvirket af varmeproduktionen og vandbindingen i gødning + strøelse; i det følgende afsnit vil derfor blive vist nogle foretagne beregninger over varmeproduktion, vanddannelse og vandbinding i gødning+strøelse.

9 VARMEPRODUKTION OG VANDBINDING I GØDNING + STRØELSE

I slagtekyllingeproduktionen er det almindeligt at indsætte ca.25 kyllinger pr.m² og at strø 2,5 kg halm pr.m², hvilket svarer til, at der pr.kylling anvendes ca.100 g halmstrøelse. Regnes med 85 % tørstof i halmen, bliver der med strøelsen tilført 85 g halmstørstof pr. kylling; regnes endvidere med, at kyllingerne i opdrætningsperioden over 42 dage optager 3,30 kg foder med 90 % tørstof, svarer det til 2,97 kg fodertørstof pr.kylling. I følge Petersen (1986a) vil der efter korrektion for kyllingernes kvælstofaflejring udskilles 34,6-5,5 = 29,1 g gødningstørstof pr.100 g fodertørstof. En kylling, der forærer 2,97 kg fodertørstof, vil derfor udskille $2,97 \times 0,291 = 0,864$ kg gødningstørstof. Hvis gødningen og strøelsen forblev uomsat, ville der med opdrætningsperiodens afslutning være $0,864 + 0,085 = 0,949$ kg gødnings- + strøelsestørstof.

Pedersen (1986) finder imidlertid, at der med opdrætningsperiodens afslutning er omkring 1,1 kg gødning + strøelse pr.kylling med et vandindhold på 36 %, hvilket svarer til $1,1 \times 0,64 = 0,704$ g gødnings- + strøelsestørstof pr.kylling; heraf kan samtidig udledes, at pr.kylling bindes $1,1 \times 0,36 = 0,396$ kg vand i strøelsen. Endvidere kan udledes, at $0,949 - 0,704 = 0,245$ kg gødnings- + strøelsestørstof bliver omsat (forbrændt) pr.kylling. At en del af gødning + strøelse omsættes, vil først og fremmest betyde, at kulhydrater, protein og fedt oxyderes, så der bl.a. dannes vand og varme. Hvor meget vand og

varme der dannes under den delvise omsætning af gødning + strøelse, vil blive forsøgt udredt på grundlag af et skøn over gødningens + strøelsens kemiske sammensætning, før omsætningen indtræder.

Ud fra proteinoptagelse og proteinaflejring, hvis resultater står anført i tabel 7.4, kan beregnes, at der for opdrætningsperioden som helhed udskilles 55 % af den optagne kvælstofmængde. Hermed udledes, at en kylling, der fortærer 3,30 kg foder med et proteinindhold på 22,85 % (tabel 7.2), udskiller $3,30 \times 0,2285 \times 0,16 \times 0,55 = 0,066$ kg kvælstof.

Som det fremgår af tabel 8.1, antog man, at 85 % af det konsumerede protein fordøjes; og heraf kan beregnes, at hver kylling udskiller $3,30 \times 0,2285 \times 0,16 \times 0,15 = 0,018$ kg kvælstof som ufordøjet foderproteinkvælstof, hvilket igen vil sige, at $0,066 - 0,018 = 0,048$ kg kvælstof kommer fra gødningens urinfraktion. Kvælstoffet i urinfraktionen indgår i forbindelser med ringe eller ingen brændværdi. O'Dell et al. (1960) fandt således, at kvælstoffet i urinfraktionen var indlejret i stofferne: Urinsyre - ca.80 %; ammoniak - ca.10 %; urinstof - ca.4-5 %; kreatininer og aminosyrer m.v. - ca.5-6 %.

Petersen (1986b) fandt, at fedtet i en foderblanding som den, der er anført i tabel 7.2, fordøjes med 84 %; en kylling, der fortærer 3,30 kg af nævnte foderblanding, vil derfor udskille $3,30 \times 0,0814 \times 0,16 = 0,043$ kg fedt med gødningen. Går man ud fra, at al stivelse og sukker i samme blanding fordøjes 100 %, samt at træstoffet og NFE-resten er 100 % ufordøjelig, vil en kylling, der fortærer 3,30 kg foder, udskille $3,30 \times 0,1094 = 0,361$ kg træstof + NFE-rest med gødningen.

En kylling, der har et vækstforløb, som vist i figur 7.1, og en kemisk sammensætning, som anført i tabel 7.1, vil 42 dage gammel have aflejret 0,050 kg mineralstof (aske). Hvis samme kylling fortærer 3,30 kg foder med et askeindhold på 6 %, vil kyllingen i løbet af opdrætningsperioden udskille $3,30 \times 0,06 - 0,050 = 0,148$ kg aske med gødningen.

På grundlag af det foranstående og en kemisk sammensætning af halmen, som angivet i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol, 1982, udfærdigedes følgende sammenstilling af mængde og kemisk sammensætning af frisk, uomsat gødning + strøelse, hvis der pr.kylling blev fortæret 3,30 kg foder med en kemisk sammensætning, som vist i tabel 7.2.

0,949 kg gødnings- + strøelsestørstof i alt pr.kylling;

heraf: 0,116 kg protein (fra strøelse og ufordøjet foder)
 0,045 kg fedt (fra strøelse og ufordøjet foder)
 0,437 kg kulhydrater (fra strøelse og ufordøjet foder)
 0,152 kg aske (fra strøelse og foder)
 0,199 kg organiske forbindelser fra urinfraktionen.

Mængden af organiske forbindelser fra urinfraktionen er beregnet som differencen mellem det totale tørstofindhold i gødning + strøelse og summen af de 4 øvrige komponenter.

Det fremgår af den ovenstående sammenstilling, at der pr.kylling henholdsvis produceres/tilføres $0,949 - 0,152 = 0,797$ kg gødnings- + strøelsesorganisk stof. Sammenholdes dette med det tidligere beregnede, at 0,245 kg gødnings- + strøelsestørstof omsættes (forsvinder) pr.kylling, fås, at 30,74 % af gødningens + strøelsens organiske stoffer omsættes i løbet af opdrætningsperioden. Regner man med, at omsætningsgraden er den samme for komponenterne: Protein, fedt, kulhydrater og organiske forbindelser (urinsyre) fra urinfraktionen, kan man beregne, hvor meget vand og varme der dannes pr.kylling under den delvise omsætning af gødnings- + strøelsestørstoffet; resultatet af beregningerne er sammenstillet i tabel 9.1.

Hvor meget gødning + strøelse, der omsættes pr.dag pr.kylling på givne tidspunkter i løbet af opdrætningsperioden, kan ikke kvantificeres med større nøjagtighed, da det utvivlsomt vil være afhængigt af mange faktorer - som f.eks. temperatur, fugt og belægningsgrad, ligesom der heller ikke er tvivl om, at omsætningsgraden generelt vil tiltage i løbet af opdrætningsperioden.

På trods af de nævnte forhold er i tabel 9.2 gjort et forsøg på at beregne, hvor meget vand der bindes i strøelsen, og hvor meget vand og varme der dannes under omsætning af strøelse + gødning, da man er gået ud fra, at den daglige vandbinding og -dannelse samt varmeproduktion står i direkte forhold til den mængde foder, der fortæres pr. kylling pr.dag. Resultaterne i tabel 9.1 danner udgangsmaterialet, da disse, som tidligere nævnt, er baseret på, at 3,30 kg foder pr. kylling optages i løbet af hele opdrætningsperioden, og at man strør med 0,1 kg halm pr.kylling.

Det fremgår af tabel 9.2, at gødning + strøelse binder mere vand, end der dannes under den delvise omsætning af dybstrøelsen (gødning + strøelse).

Endvidere ses, at varmeproduktionen i dybstrøelsen under de her angivne forudsætninger, er af en størrelsesorden, der ikke bør negligeres i forbindelse med en samlet beregning af varmeproduktionen i kyllingehuse.

Tabel 9.1 Varmedannelse og vandproduktion under omsætning (forbrænding) af gødning + strøelse pr kylling for hele opdrætningsperioden samt g vand, bundet til gødning + strøelse

Table 9.1 Heat and water production during decomposition of faeces and litter per chicken during the growing period and g water adsorbed by faeces and litter

	Rå-protein	Fedt	Kulhydrat.	Urin-syre	Sum
Omsat stof, %	30,74	30,74	30,74	30,74	-
Omsat stof, g	35,66	13,83	134,33	61,17	-
Omsat stof, kcal/g	5,70	9,50	4,20	2,74	-
Omsat stof, kJ/g	23,85	39,75	17,57	11,46	-
g vand/g omsat stof	0,72	1,00	0,56	-0,40	-
I alt dannet, kJ	850,50	549,70	2360,20	701,00	4461,40
I alt dannet, g vand	25,70	13,80	75,20	-24,50	90,20
I alt bundet, g vand	-	-	-	-	396,00

Tabel 9.2 Gødningens & strøelsens vanddannelse, vandbinding og varmeproduktion i relation til tidspunktet i vækstforløbet

Table 9.2 Water production of the faeces and the litter, water absorption, and heat production in relation to age during the rearing period

Alder, dage	1	7	14	21	28	35	40
Vægt, g	50	151	361	646	984	1354	1627
Tilv./dag, g	11	24	36	45	51	54	55
Foder/dag, g	15	32	58	80	100	117	128
Vand dannet:							
/kyll./dag, g	0,41	0,87	1,59	2,19	2,73	3,20	3,50
/kyll./time, g	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
Vand bundet:							
/kyll./dag, g	1,80	3,80	7,00	9,60	12,00	14,00	15,40
/kyll./time, g	0,08	0,16	0,29	0,40	0,50	0,58	0,64
Bundet-dannet vand:							
/kyll./time, g	0,06	0,12	0,22	0,31	0,39	0,45	0,49
Varmeproduktion:							
/kyll./dag, kJ	20,30	43,40	78,40	108,2	135,2	158,2	173,0
/kyll./time, kJ	0,85	1,81	3,27	4,51	5,63	6,59	7,21

I tabel 9.3 er der derfor opstillet en oversigt over den totale varmeproduktion pr.kylling; den skal forstås som kyllingernes egen varmeproduktion plus varmeproduktion i dybstrøelsen. Derudover indehol-

der tabel 9.3 en opstilling over, hvor meget vand der skal fjernes fra huset, set ud fra den forudsætning, at status quo skal holdes med hensyn til vandindhold i dybstrøelsen, d.v.s. 36 %, som man også har regnet med i de hidtidige beregninger. Kyllingernes egen varmeproduktion er hentet fra tabel 7.4, hvorimod kyllingernes vandafgivelse er hentet fra tabel 8.2.

Kyllingernes bundne og frie varmeproduktion, der er anført nederst i tabel 9.3, er for den bundne varmes vedkommende fremkommet ved, at vandmængden, der skal fjernes fra huset, er multipliceret med faktoren 2,45, da man har regnet med et forbrug på 2,45 kJ for hvert g vand, der omdannes til dampform. Kyllingernes frie varmeproduktion er beregnet som differencen mellem total varmeproduktion og bunden varmeproduktion.

Tabel 9.3 Kyllingernes varmeproduktion og vandafgivelse i relation til vækstforløbet

Table 9.3 Heat production and water loss of the chickens in relation to age during the rearing period

Alder, dage	1	7	14	21	28	35	40
Vægt, g	50	151	361	646	984	1354	1627
Foder/dag, g	15	32	58	80	100	117	128
Drikkevand/dag, g	33	64	104	136	170	200	218
Vand afgives:							
/kyll./time, g	1,29	2,47	4,26	5,74	7,40	8,93	9,90
Vand bindes i huset:							
/kyll./time, g	0,06	0,12	0,22	0,31	0,39	0,45	0,49
Vand at fjerne:							
/kyll./time, g	1,23	2,35	4,04	5,43	7,01	8,48	9,41
Varmeproduktion i kyllingerne:							
/kyll./time, kJ	5,25	9,88	19,75	28,08	34,29	40,38	45,50
Varmeproduktionen i dybstrøelsen:							
/kyll./time, kJ	0,85	1,81	3,27	4,51	5,63	6,59	7,21
Total varmeprodukt.:							
/kyll./time, kJ	6,10	11,69	23,02	32,59	39,92	46,97	52,71
Bunden varme:							
/kyll./time, kJ	3,01	5,76	9,90	13,30	17,17	20,78	23,05
Fri varme:							
/kyll./time, kJ	3,09	5,93	13,12	19,29	22,75	26,19	29,66

10 DYRENES PRODUKTION AF TOTAL, BUNDEN OG FRI VARME SOM FUNKTION AF VÆGT

I de 3 foregående afsnit er slagtekyllingernes varmeproduktion beregnet over vægten på 7 forskellige alderstrin, jævnt fordelt over deres normale vækstperiode. Det er derfor muligt at beregne en formel, der udtrykker kyllingernes varmeproduktion som en funktion af vægten; resultaterne heraf er grafisk fremstillet i figurerne 10.1-10.3.

Som det fremgår af figur 10.1, er kyllingernes totale varmeproduktion udtrykt som kJ pr.kg kylling pr.time; desuden ses, at funktionen, beregnet på grundlag af nærværende resultater, er blevet sammenlignet med tilsvarende funktioner, hentet fra litteraturen. Alt i alt kan man konstatere en god overensstemmelse mellem resultaterne af foreliggende undersøgelse og dem, der er fundet af Strøm (1978) og Chwalibog et al. (1985), især når kyllingerne befinder sig i den øverste ende af vægtskalaen.

At det kniber mere med overensstemmelsen for de helt små kyllingers vedkommende, hænger uden tvivl sammen med, at de små og også de forholdsvis små kyllingers varmeproduktion, udtrykt som kJ pr.kg kylling pr.time, er bestemt med større usikkerhed, end tilfældet er for henholdsvis mellemstore og store kyllingers vedkommende; Chwalibog et al. (1985) bestemte kyllingernes varmeproduktion ved at måle iltoptagelse og kuldioxidudskillelse i kammerluften; strølsens varmeproduktion er derfor også inddraget i deres undersøgelser. Funktionen, der er udarbejdet af Strøm, er baseret på kyllinger, der er opdrættet på gulv, og derfor skulle den direkte kunne sammenlignes med foreliggende funktion, hvori kyllingernes varmeproduktion også indbefatter strølsens varmeproduktion.

Der er dog en klar tendens til, at nærværende resultater giver højere værdier for varmeproduktionen, når den også omfatter strølsen. I følge Strøm (1978) skal varmeproduktionen hos kyllinger, der går på dybstrøelse, kunne udtrykkes med funktionen: $Q = 39,6 \times \text{kg}^{-0,5}$.

Det ses umiddelbart, at denne funktion er i god overensstemmelse med foreliggende funktion, hvis denne er korrigeret for strølsens varmeproduktion. Derfor kan konkluderes, at nærværende resultater viser det bedste sammenfald med Strøms resultater, i de tilfælde han opererer med kyllinger, der går på dybstrøelse.

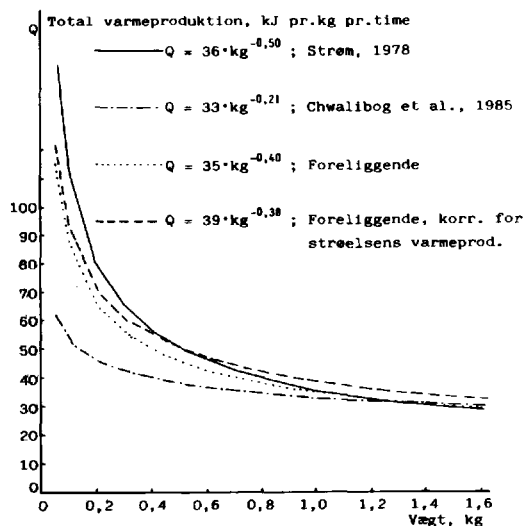


Fig.10.1 Total varmegproduktion pr.kg kylling som funktion af vægt

Fig. 10.1 Total heat production per kg chicken: as function of weight

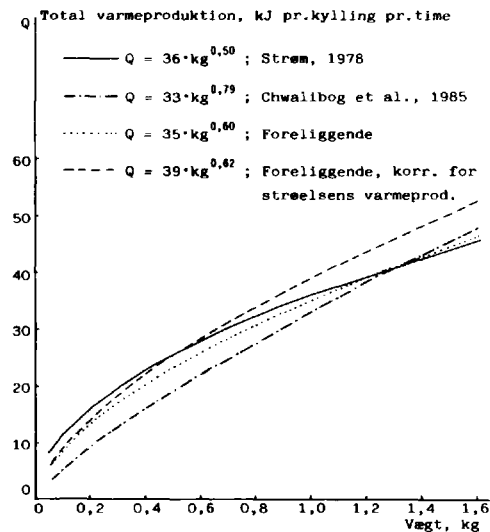


Fig.10.2 Total varmegproduktion pr.kylling som funktion af vægt

Fig. 10.2 Total heat production per chicken as function of weight

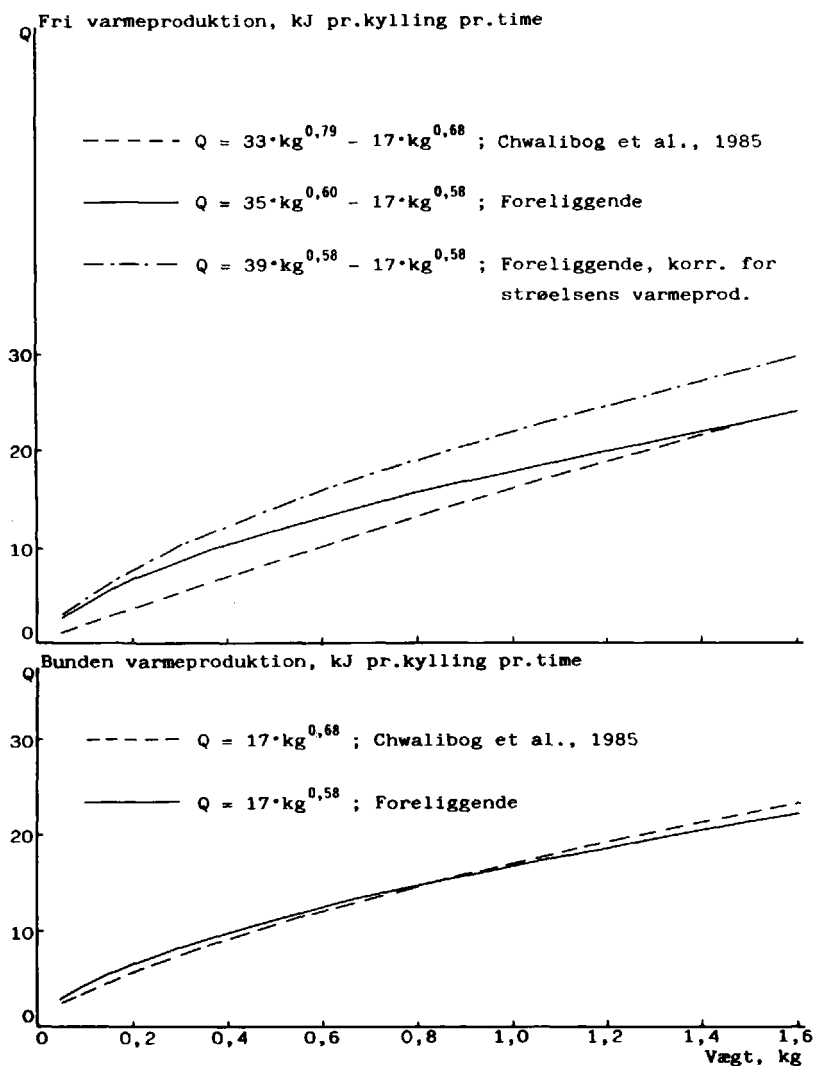


Fig.10.3 Bunden og fri varmeproduktion pr.kyilling som funktion af vægt

Fig.10.3 Latent and sensible heat production per chick as function of weight

I figur 10.2 er vist kyllingernes varmeproduktion, udtrykt som kJ pr. kylling pr.time. Da ligningerne i figur 10.2 er afledt af ligningerne i den foregående figur ved at multiplicere ligningernes højre side med kyllingevægten, er det klart, at de forskelligheder, der forekommer mellem funktionerne i figur 10.2, har helt de samme årsager, som beskrevet under omtalen af figur 10.1.

Det ses af figur 10.3, at kyllingernes produktion af bunden varme i nærværende undersøgelse gennem hele vækstperioden falder nøje sammen med de resultater, der blev opnået af Chwalibog et al.(1985). Kyllingernes produktion af bunden varme blev af Chwalibog et al. bestemt som differencen i vandindhold i respirationskamrenes ud- og indgående luft gennem anvendelse af faktoren 2,45 kJ pr.g vanddamp. Som det vil erindres fra foregående afsnit, blev produktion af bunden varme i denne undersøgelse bestemt som den mængde vand, der skal fjernes fra huset som vanddamp, multipliceret med faktoren 2,45 kJ. Der er derfor på alle vægtniveau'er i vækstperioden en rimelig god overensstemmelse imellem den vandmængde, der i foreliggende undersøgelse blev beregnet at skulle fjernes, og så den vandmængde, der rent faktisk blev fjernet fra kyllinger, der indgik i undersøgelserne af Chwalibog et al. (1985).

Sammenholdes figurerne 10.2 og 10.3 ses, at kyllingernes produktion af fri varme fremkommer som differencen mellem total varmeproduktion og bunden varmeproduktion. Og på grund af det snævre sammenfald i bunden varmeproduktion mellem foreliggende undersøgelser og de af Chwalibog et al. udførte undersøgelser er de forskelligheder i fri varmeproduktion, der forekommer mellem de to undersøgelser, en genspejling af forskellene, der forekom på den totale varmeproduktion, og følgelig skyldes forskellighederne på den beregnede fri varmeproduktion også de samme årsager, som forskellene på den beregnede totale varmeproduktion.

Endvidere ses af figur 10.3, at dyrenes beregnede produktion af fri varme er blevet markant begunstiget i det tilfælde, hvor strølsens varmeproduktion er inddraget i beregningerne. Det er naturligvis et åbent spørgsmål, om strølsens varmeproduktion er blevet tillagt for stor vægt i nærværende undersøgelse - især i starten af opdrætningsperioden.

11 VENTILATIONSBEHOVET I SLAGTEKYLLINGEHUSE

I det følgende er man gået ud fra, at ventilationsbehovet i slagtekyllingehuse primært bestemmes af den mængde fugt (vand), der skal fjernes fra huset for at kunne opretholde en rimelig strølseskvalitet. I tabel 9.3 er angivet, hvor meget vand der skal fjernes pr.kylling pr.time på 7 forskellige vægttrin i vækstperioden under den forudsætning, at kyllingerne æder og drikker, som angivet i samme tabel.

Lader vi således resultaterne i tabellen være normgivende for den mængde vand, der skal fjernes pr.kylling pr.time på forskellige vægt-niveau'er, vil ventilationsbehovet derudover være bestemt af den ønskede temperatur og relative fugtprocent i indeluften samt af den til enhver tid forekommende temperatur og relative fugtprocent i udeluften.

Heraf kan umiddelbart forstås, at ventilationsbehovet i kyllingehuse til stadighed er afhængig af udeluftens klima, hvis man forlods har lagt sig fast på en bestemt temperatur og relativ fugtprocent i indeluften samt kender den mængde vand, der skal fjernes fra huset pr. kylling. I dette afsnit vil der blive givet en række grafiske fremstillinger af ventilationsbehovet som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. I følge Pedersen og Pedersen (1979) kan ventilationsbehovet beskrives ved hjælp af følgende ligning:

$$L = \frac{g}{m (x_i - x_u)} ;$$

hvor L = ventilationsluftmængde, m³ pr.kylling pr.time

g = g vand, der skal fjernes pr.kylling pr.time

m = indeluftens massefylde, kg pr.m³

x_i = indeluftens vandindhold, g vand pr.kg luft

x_u = udeluftens vandindhold, g vand pr.kg luft

Hvordan de enkelte punkter på kurverne i figurerne 11.1-11.14 er fremkommet, kan illustreres med følgende eksempel:

Af et ix DIAGRAM FOR FUGTIG LUFT aflæses:

at 1 kg indeluft ved 32°C og 50 % fugt indeholder 15,10 g vand
og har en massefylde på 1,15 kg pr.m³

at 1 kg udeluft ved 18°C og 80 % fugt indeholder 10,35 g vand.

I følge tabel 9.3 skal der fjernes 1,23 g vand pr.kylling pr.time; ventilationsbehovet bliver da:

$$L = \frac{1,23}{1,15 \times (15,10 - 10,35)} = 0,225 \text{ m}^3 \text{ luft pr.kylling pr.time}$$

I alle figurerne vedrørende ventilationsbehovet er for udeluftens vedkommende valgt temperaturintervallet fra -5°C til +23°C samt en variation på luftfugtigheden fra 50 % til 100 %. Disse variationer i udeluftens temperatur og fugtighed vil dække henved 90 % af året med de her i landet rådende klimaforhold.

I figur 11.1 er vist ventilationsbehovet for 1-dag-gamle-kyllinger, der går ved en temperatur på 32°C og en luftfugtighed på 50 %. Det ses, at de allerede på dette alderstrin har et vist ventilationsbehov - uanset udeluftens temperatur og indhold af fugt. Umiddelbart synes dette at stride imod erfaringer fra praksis, men i følge Pedersen og Pedersen (1979) viser praktiske erfaringer, at der kan påregnes en utilsigtet ventilation i slagtekyllingehuse af en størrelsesorden på én gang luftskifte i timen.

Da der i danske slagtekyllingehuse typisk vil være omkring 0,15 m³ rumfang pr.kylling, vil det sige, at den utilsigtede ventilation nemt kan ligge omkring 0,15 m³ luft pr.kylling pr.time. På grundlag af kurverne i figurerne 11.1 og 11.2 kan derfor konkluderes, at den utilsigtede ventilation i slagtekyllingehusene - under de fleste situationer i udeluftforholdene - vil være tilstrækkelig til at dække ventilationsbehovet hos de helt små kyllinger.

Generelt gælder, at ventilationsbehovet stiger med såvel stigende temperatur som stigende relativ fugt i udeluften. Ventilationsbehovet er specielt følsomt i situationer, hvor den relative fugtighed ændrer sig i udeluften, hvis temperatur samtidig er høj. Det ses af figurerne 11.1-11.14, at ventilationsbehovet kan sænkes ved at tillade en højere relativ fugtighed i indeluften.

Det fremgår også, at en tilladt stigning i indeluftens relative fugt ikke altid er tilstrækkelig til at holde ventilationbehovet på et overkommeligt niveau, hvis der indtræder situationer med en høj udelufttemperatur; dette forstærkes yderligere, hvis også den relative fugtighed i udeluften samtidig er høj. I sådanne tilfælde må man af finde sig med en stigning i temperatur og/eller fugtighed i huset.

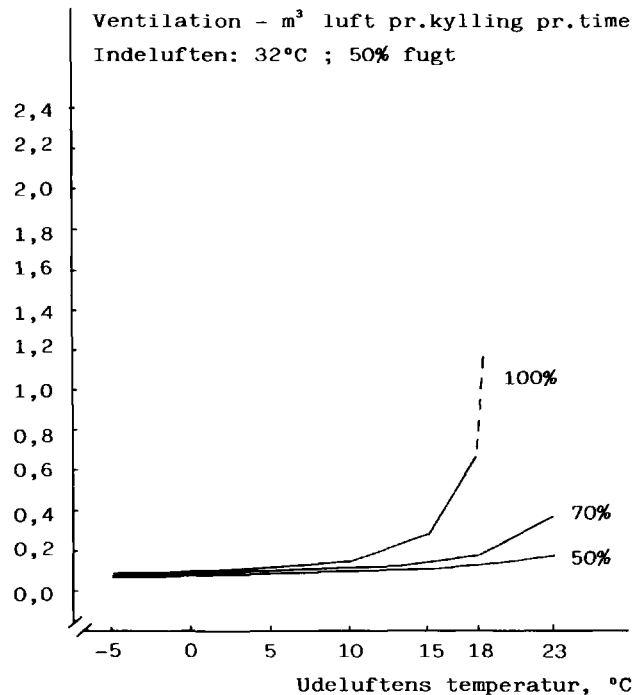


Fig.11.1 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder:1 dag;foder:15g;vand:33g.

Fig. 11.1 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 1 day; feed: 15 g; water: 33 g.

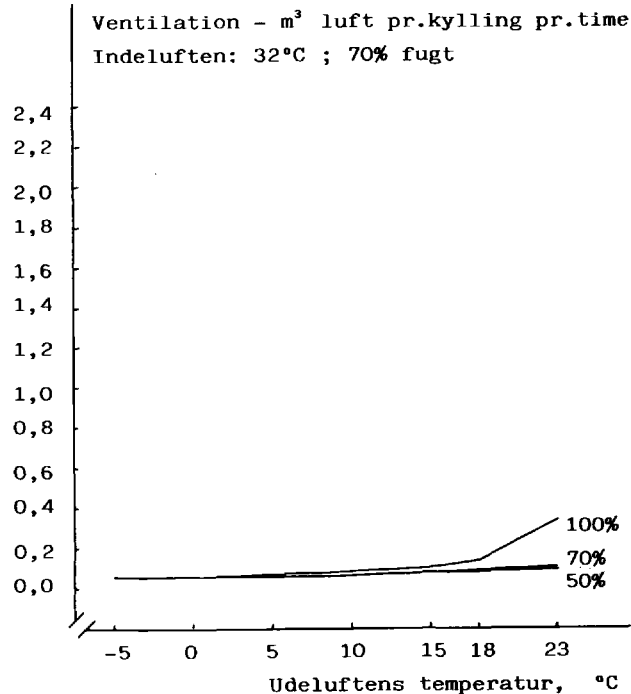


Fig.11.2 Se teksten i figur 11.1

Fig. 11.2 See the text of figure 11.1

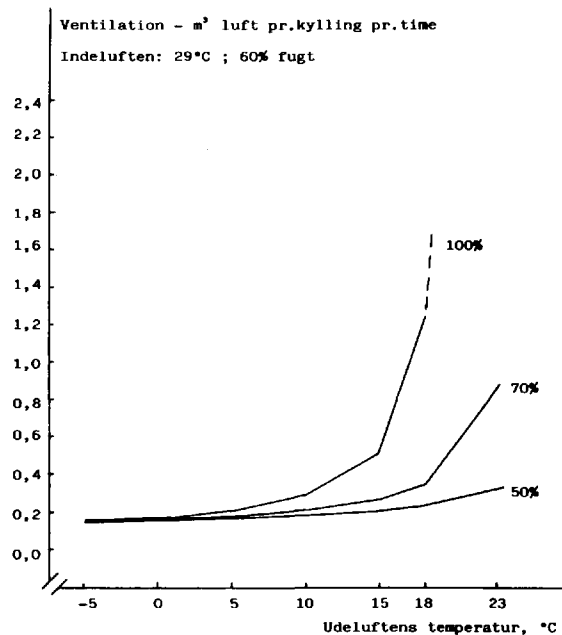


Fig. 11.3 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder: 7 dage ; foder: 32 g ; vand: 64 g.

Fig. 11.3 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 7 days ; feed: 32 g ; water: 64 g.

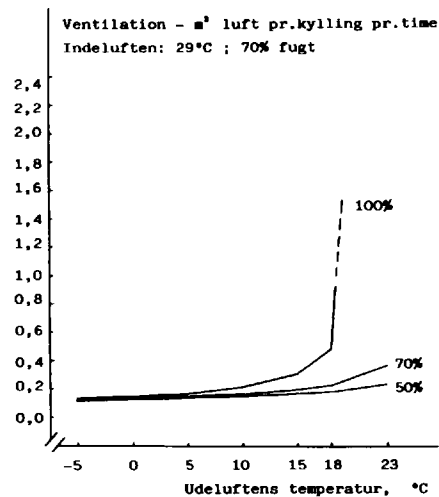


Fig.11.4 Se teksten i figur 11.3

Fig. 11.4 See the text of figure 11.3

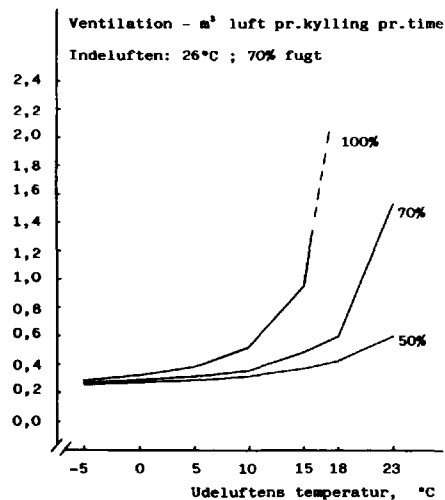


Fig.11.5 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder: 14 dage; foder: 58 g ; vand: 104 g.

Fig. 11.5 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 14 days ; feed: 58 g ; water 104 g.

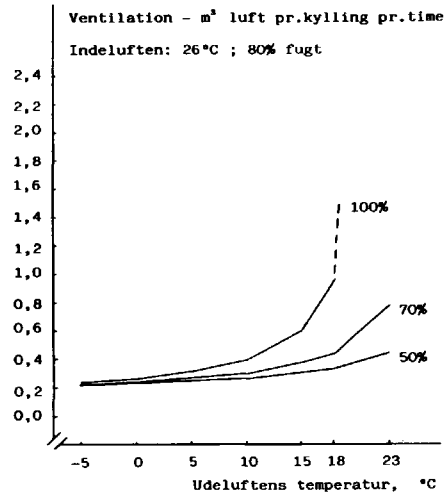


Fig.11.6 Se teksten i figur 11.5

Fig. 11.6 See the text of figure 11.5

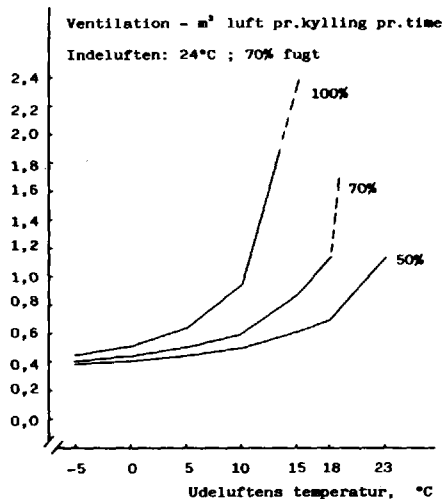


Fig.11.7 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder 21 dage ; foder: 80 g ; vand: 136 g.

Fig. 11.7 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 21 days ; feed: 80 g ; water: 136 g.

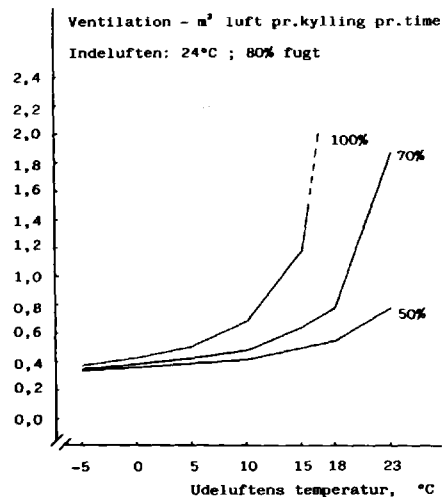


Fig.11.8 Se teksten i figur 11.7

Fig. 11.8 See the text of figure 11.7

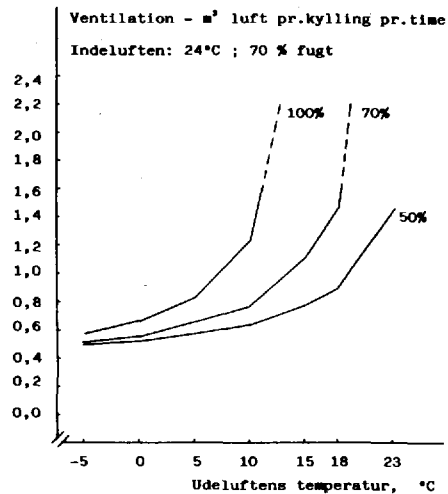


Fig.11.9 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder: 28 dage; foder: 100 g ; vand: 170 g.

Fig. 11.9 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 28 days ; feed: 100 g ; water: 170 g.

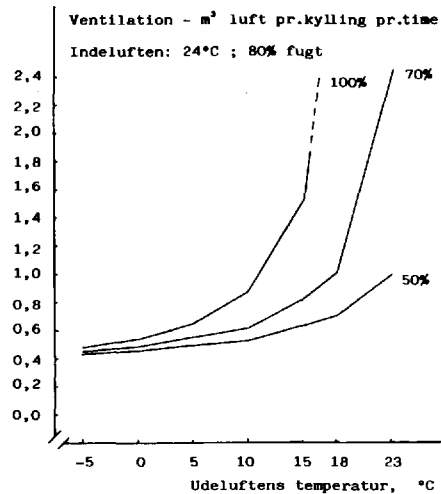


Fig.11.10 Se teksten i figur 11.9

Fig. 11.10 See the text of figure 11.9

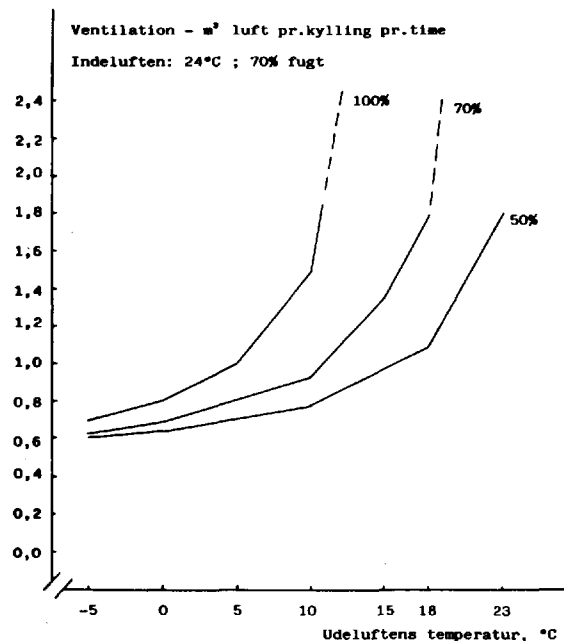


Fig.11.11 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder: 35 dage ; foder: 117 g ; vand: 200 g.

Fig.11.11 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 35 days ; feed: 117 g ; water: 200 g.

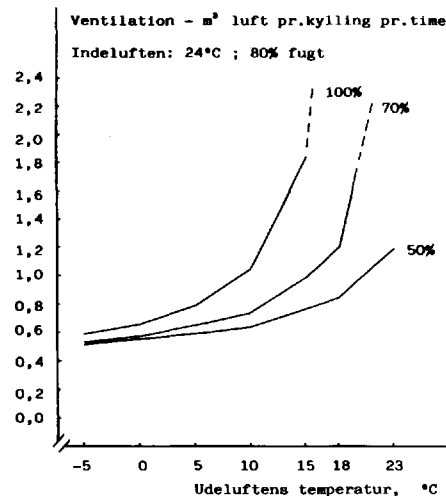


Fig.11.12 Se teksten i figur 11.11

Fig. 11.12 See the text of Figure 11.11

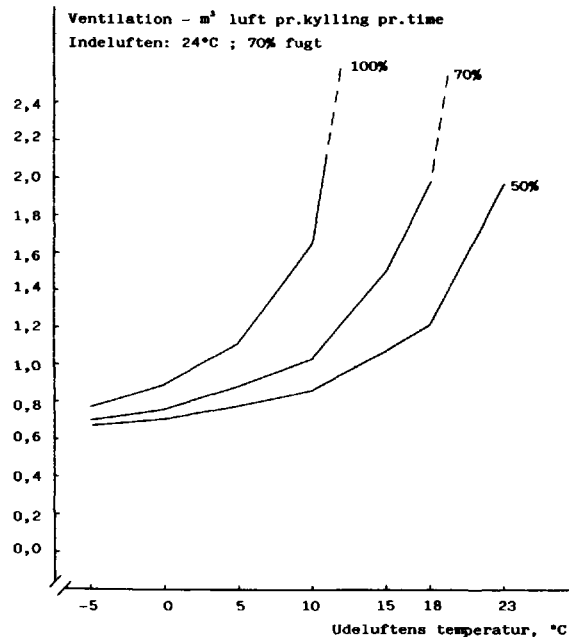


Fig.11.13 Ventilationsbehov som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent. Alder: 40 dage ; foder: 128 g ; Vand: 218 g.

Fig. 11.13 Ventilation requirements v. temperature and per cent relative humidity outdoors. Age: 40 days ; feed: 128 g ; water: 218 g.

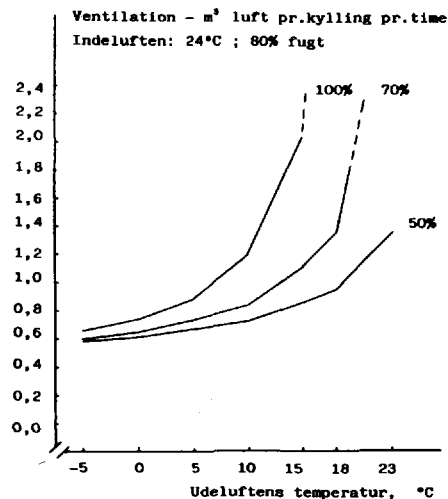


Fig.11.14 Se teksten i figur 11.13

Fig. 11.14 See the text of figure 11.13

En samlet vurdering af resultaterne i figurerne 11.1-11.14 viser også det fra praksis velkendte forhold, at ventilationsbehovet er en af kyllingernes størrelse afhængig faktor. Mængden af luft til at imødekomme dette behov vil være afhængig af temperatur- og fugtforhold i både inde- og udeluft; dette kompliceres ydermere af, at dyrenes vandforbrug i høj grad er påvirket af temperatur og fugt i indeluften. Det synes dog rimeligt med baggrund i de foreliggende resultater at konkludere, at et ventilationsanlæg, dimensioneret til at yde indtil 2,5 m³ luft pr.kylling pr.time, vil være tilstrækkeligt under langt de fleste klimatiske forhold, der er fremherskende her i landet; her har man dog forudsat, at ventileringen er 100 % effektiv, forstået således, at al den luft, der ventileres ud af huset, er "gammel luft", og at al den luft, der ventileres ind i huset, er "frisk" luft.

12 VARMETAB UNDER VENTILATION OG TRANSMISSION I SLAGTEKYLLINGEHUSE

Ventilering i kyllingehuse vil under praktiske forhold altid være forbundet med et tab af varme; dette varmetab er afhængigt af ventilationens omfang samt differencen mellem det totale varmeindhold i inde- og udeluft. Varmetab under ventilation kan derfor beskrives generelt med ligningen:

$$Q_v = (y_i - y_u) \times m \times L ;$$

hvor Q_v = varmetabet under ventilation, kJ pr.kylling pr.time

y_i = indeluftens totale varmeindhold, kJ pr.kg luft

y_u = udeluftens totale varmeindhold, kJ pr.kg luft

m = indeluftens massefylde, kg pr.m³

L = ventilationsluftmængde, m³ pr.kylling pr.time.

Tager man samme udgangspunkt som i eksemplet fra foregående afsnit med illustration af, hvordan ventilationsluftmængden (L) beregnes, kan varmetabet under ventilation beregnes i overensstemmelse med efterfølgende eksempel:

Af et ix DIAGRAM FOR FUGTIG LUFT aflæses:

at 1 kg indeluft ved 32°C og 50 % fugt har et totalt varmeindhold på 70,50 kJ og en massefylde på 1,15 kg pr.m³;

at 1 kg udeluft ved 18°C og 80 % fugt har et totalt varmeindhold på 44,25 kJ.

Varmetabet under ventilation med disse klimatiske forhold i inde- og udeluft bliver derfor for 1-dag-gamle-kyllinger:

$$Q_v = (70,50 - 44,25) \times 1,15 \times 0,225 = 6,80 \text{ kJ pr.kylling pr. time.}$$

Varmetabet under transmission defineres som den mængde varme, der forsvinder gennem kyllingehusets indvendige, kolde overflader; dette varmetab er afhængigt af arealet af indvendige, kolde overflader, forskellen på inde- og udetemperaturer samt husets isoleringsgrad. I sin enkleste form kan varmetabet under transmission i følge Pedersen og Pedersen (1979) skrives som:

$$Q_t = k \times A \times (t_i - t_u) ;$$

hvor Q_t = varmetabet under transmission, kJ pr.kylling pr.time

k = bygningens gennemsnitlige varmetransmissionskoefficient for alle kolde flader, kJ pr.m² pr.time pr. °C

A = arealet af de samme kolde flader, m² pr.kylling

t_i = indetemperaturen, °C

t_u = udetemperaturen, °C.

Under beregning af transmissionsvarmetabet gik man i nærværende betretning ud fra et hus, der er dimensioneret, som beskrevet af Takai og Pedersen (1984); derfor antages, at:

Husets udvendige mål er 60 m langt og 15,5 m bredt; væggene er 2,2 m høje og 0,25 m tykke; gavlene er 5,0 m fra gulv til kip og har ligeledes en tykkelse på 0,25 m. Husets samlede indvendige overfladeareal bliver da:

59,5 x 15,0	= 892,5 m ² gulv
59,5 x 2,2 x 2	= 261,8 m ² vægge
(15,0 x 2,2 + 15,0 x 2,8 x 0,5) x 2	= 108,0 m ² gavle
$\sqrt{7,5^2 + 2,8^2} \times 59,5 \times 2$	= 952,7 m ² tag
I alt indvendig overflade	= 2.215,0 m ²

Indsættes 22.000 kyllinger i huset, svarende til ca.25 kyllinger pr. m² gulv, bliver der $2.215 : 22.000 = 0,10$ m² overflade pr.kylling. På tilsvarende måde kan beregnes, at der bliver 0,146 m³ husrum pr. kylling.

Den gennemsnitlige k-værdi for de indvendige overflader i et kyllingehus er i høj grad afhængig af byggematerialer og tykkelser og bliver dermed en varierende størrelse fra hus til hus. På baggrund af de under bygning af moderne slagtekyllingehuse anvendte isoleringsgrader gik man ved beregning af transmissionstabet ud fra en gennemsnitlig k-værdi på 0,3 kcal/m²/time/°C, svarende til 1,2552 kJ/m²/time/°C. Følges samme udgangspunkt som i tidligere eksempler - med indeluftens temperatur på 32°C og udeluftens temperatur på 18°C - bliver varme-transmissionstabet:

$$Q_t = 1,2552 \times 0,10 \times (32 - 18) = 1,76 \text{ kJ pr.kylling pr,time.}$$

En situation fra vinterhalvåret kunne eksempelvis være 32°C i inde-luften og -5°C i udeluften; transmissionstabet bliver da:

$$Q_t = 1,2552 \times 0,10 \times (32 - (-5)) = 4,64 \text{ kJ pr.kylling pr.time.}$$

Hvis man i huse af samme dimensioner, med samme belægningsgrad og med samme gennemsnitlige k-værdi, som netop anført, har truffet foranstaltninger til indskrænkning af kyllingernes opholdsrum til den ene halvdel af huset i starten af opdrætningsperioden, vil arealet af indvendige overflader pr.kylling blive reduceret fra 0,10 m² til 0,053 m²; transmissionstabet under sidstnævnte klimatiske forhold bliver da sænket til:

$$Q_t = 1,2552 \times 0,053 \times (32 - (-5)) = 2,46 \text{ kJ pr.kylling pr.time.}$$

Umiddelbart kan man af beregningseksemplerne se, at gevinsten ved at reducere kyllingernes husrum i starten af opdrætningsperioden vil blive reduceret i takt med stigende udetemperatur.

I det foreliggende er ikke, som tilfældet er med ventilationsbehovet, opstillet figurer med kurver over varmetab i forbindelse med ventilation og transmission som funktioner af udeluftens temperatur og relative fugtprocent, hvilket skyldes, at disse størrelser, isoleret betragtet, ikke har større praktisk interesse. I følgende afsnit indgår de imidlertid som vigtige led under beregning af varmebalance og varmebehov i slagtekyllingehuse under forskellige klimatiske forhold i inde- og udeluften.

13 VARMEBEHOV I SLAGTEKYLLINGEHUSE I RELATION TIL DYRENE'S STØRRELSE OG KLIMAFORHOLD I INDE- OG UDELUFT

Behov for varmetilførsel i slagtekyllingehuse er direkte afhængigt af varmetab under transmission, under ventilation og kyllingernes+strøelsens varmeproduktion; varmebehovet kan derfor beskrives som:

$$Q_1 = Q_t + Q_v - Q_k ;$$

hvor Q_1 = varmebehov, kJ pr.kylling pr.time

Q_t = varmetab under transmission, kJ pr.kylling pr.time

Q_v = varmetab under ventilation, kJ pr.kylling pr.time

Q_k = kyllingernes totale varmeproduktion, korrigeret for varmeproduktion i strøelsen, kJ pr.kylling pr.time.

Som det fremgik af de foregående afsnit, er de enkelte led i ligningen beregnet ud fra ganske bestemte forudsætninger vedrørende kyllingernes foder- og vandoptagelse, energiaflejring (vækst), strøelsens varmeproduktion samt huset belægnings- og isoleringsgrad. De samme forudsætninger gælder derfor også for de efterfølgende beregninger over varmebehov i kyllingehuse. Alle beregningsresultater er grafisk fremstillet; i de enkelte figurer er angivet, hvilke temperaturer og fugtprocenter i såvel indeluft som udeluft der dannede grundlag for beregningerne. Derudover er angivet kyllingernes alder; foder- og vandforbrug antages at være det samme, som angivet i figurerne 11.1-11.14.

Figurerne 13.1-13.4 illustrerer varmebehov hos 1-dag-gamle-kyllinger i relation til udeklima med 2 forskellige fugtprocenter i indeluften og i situationer, hvor kyllingerne enten har hele huset eller halvdelen af huset til rådighed. Endvidere er indtegnet varmebehov i den situation, hvor halvdelen af ventilationsvarmetabet genvindes ved hjælp af varmeveksler.

Det er dog et åbent spørgsmål, om det på dette stadium i kyllingers opvækst er praktisk muligt at genvinde halvdelen af ventilationsvarmetabet, da ventilationsbehovet i følge figurerne 11.1 og 11.2 er så minimalt, at det meste af ventilationen utvivlsomt foregår som utilsigtet ventilation uden om det mekaniske ventilationssystem. I beregning af varmebehovet, fremstillet i figurerne 13.1-13.4, har man set bort fra den varmeproduktion, som strøelsen er tillagt i tabel 9.3.

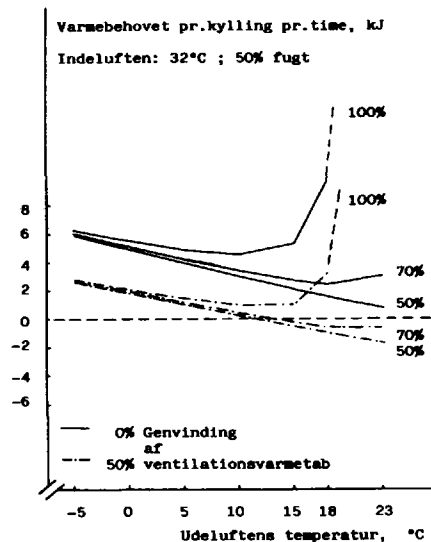


Fig.13.1 Kyllingens varmebehov 1 dag gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent

Fig. 13.1 Heat requirement of a 1-day-old chicken v. temperature and per cent relative humidity outdoors

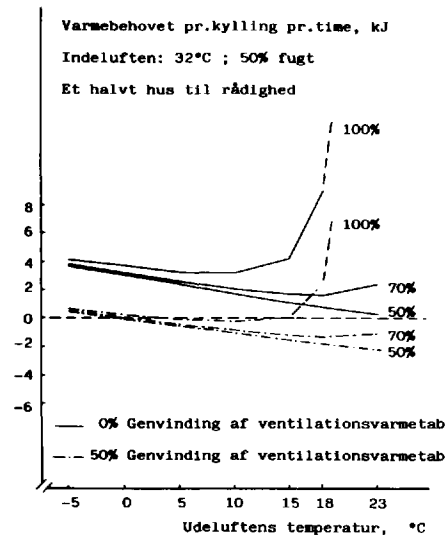


Fig.13.2 Se teksten i figur 13.1

Fig. 13.2 See the text of figure 13.1

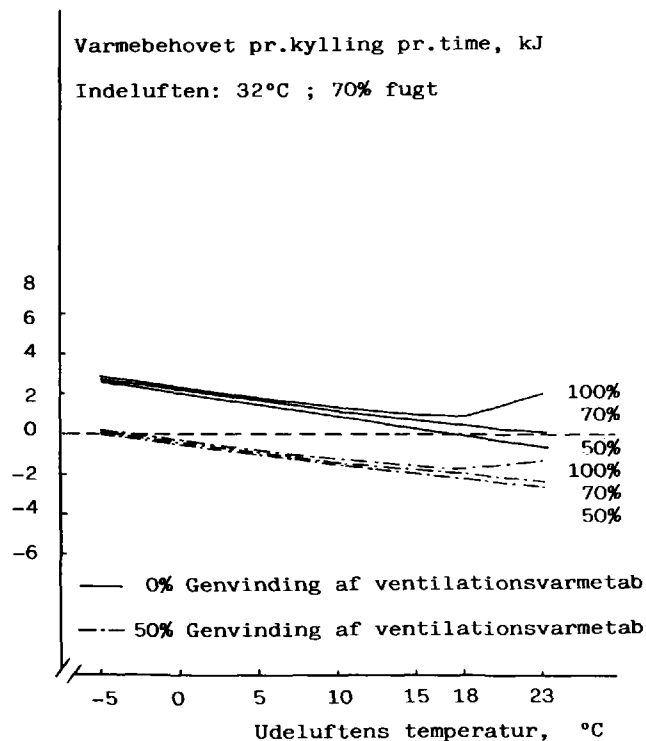


Fig.13.3 Se teksten i figur 13.1

Fig. 13.3 See the text of figure 13.1

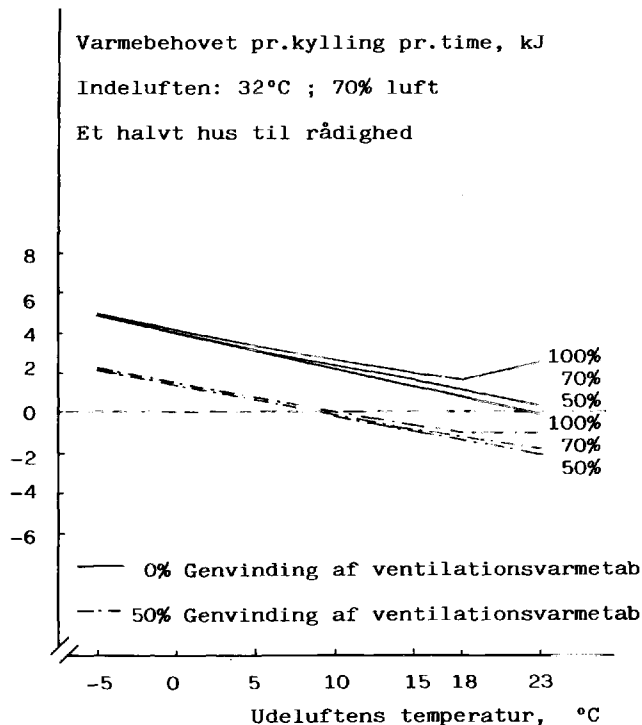


Fig.13.4 Se teksten i figur 13.1

Fig. 13.4 See the text of figure 13.1

Af samme figurer fremgår, at varmebehovet stiger med stigende fugtprocent i udeluften, hvilket direkte hænger sammen med en forøget ventilation til fjernelse af fugten i husene, da mere varme bruges til opvarmning af den større mængde ventilationsluft. Specielt er varmebehovet til kyllinger stærkt påvirket af udeluftens relative fugtprocent, hvis udeluftens temperatur er forholdsvis høj. I øvrigt gælder for alle figurer vedrørende kyllingers varmebehov, at den stiplede del af kurvernes forløb markerer, at den ønskede temperatur og fugtprocent i indeluften ikke kan fastholdes, hvis temperatur og fugtprocent i udeluften er, som anført.

I figurerne 13.5-13.8 er vist varmebehovet for én-uge-gamle-kyllinger; bl.a. ses, at varmebehovet pr.kylling er negativt på næsten alle anførte temperaturer og fugtprocenter i udeluften, hvis der er truffet foranstaltninger for at genvinde halvdelen af ventilationsluftens varmetab.

I følge figurerne 11.3 og 11.4 ligger ventilationsbehovet vedrørende de fleste udeklimaer dog stadig på så lavt et niveau, at de praktiske muligheder for at genvinde indtil 50 % af varmetabet i ventilationsluften er begrænset. Er kyllingernes husplads begrænset til halvdelen af huset, er udsigterne til genvinding af 50 % af ventilationsluftens varmetab samtidig forbedret med næsten 100 %. Her må imidlertid forudsættes, at en eventuel varmeveksler er således indrettet, at den kun opererer i det husrum, hvori kyllingerne befinder sig; det skal dog bemærkes, at til beregning af varmebehovet, angivet i figurerne 13.5-13.8, kun er regnet med halvdelen af den varmeproduktion i strøelsen, der er angivet i tabel 9.3.

Som det fremgår af figur 13.9, er der kun et positivt varmebehov hos kyllinger, der er 2 uger, i forbindelse med temperaturer i udeluften på under 5°C, eller hvis den relative fugtprocent i udeluften er høj samtidig med, at temperaturen i denne er 15°C eller mere. Endvidere ses af samme figur, at kun en mindre del af ventilationsluftens varmetab i førnævnte situationer skal genvindes for at fastholde varmebalancen i huset; figur 13.10 illustrerer varmebehovet i tilfælde med reducere af kyllingernes rumplads til halvdelen af det blivende. I sådanne tilfælde viser beregningerne, at der ikke er noget behov for genvinding af varmetabet i ventilationsluften for at fastholde varmebalancen - uanset de for udeluften anførte temperaturer og fugtprocenter.

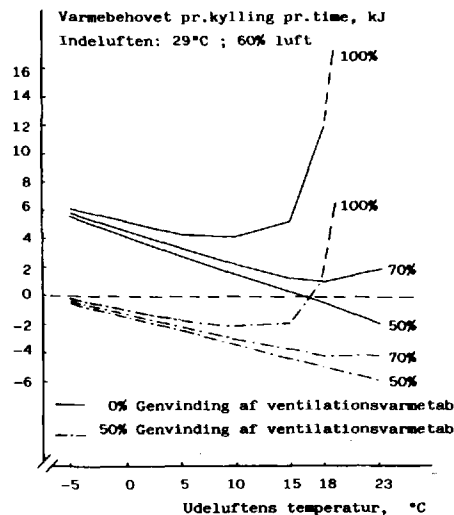


Fig.13.5 Kyllingens varmebehov 7 dage gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent

Fig. 13.5 Heat requirements of a 7-day-old chicken v. temperature and per cent relative humidity outdoors

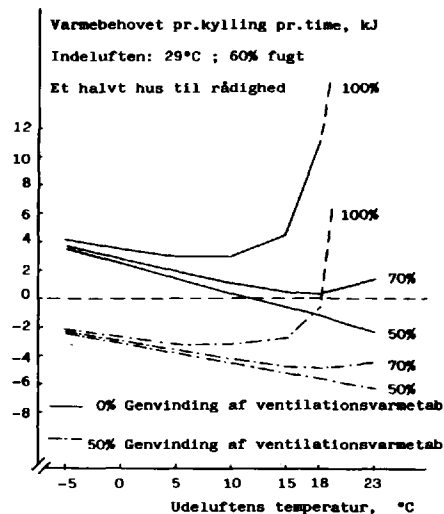


Fig.13.6 Se teksten i figur 13.5

Fig. 13.6 See the text of figure 13.5

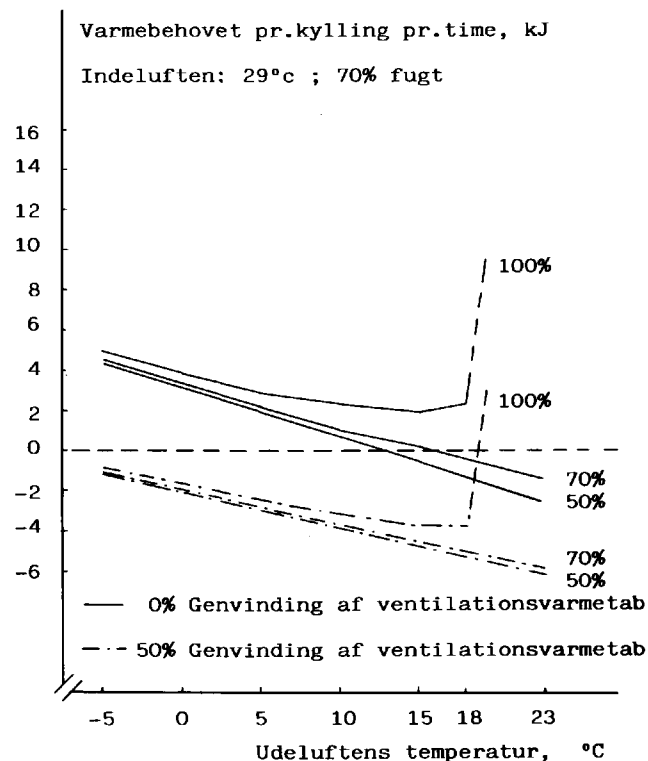


Fig.13.7 Se teksten i figur 13.5

Fig. 13.7 See the text of figure 13.5

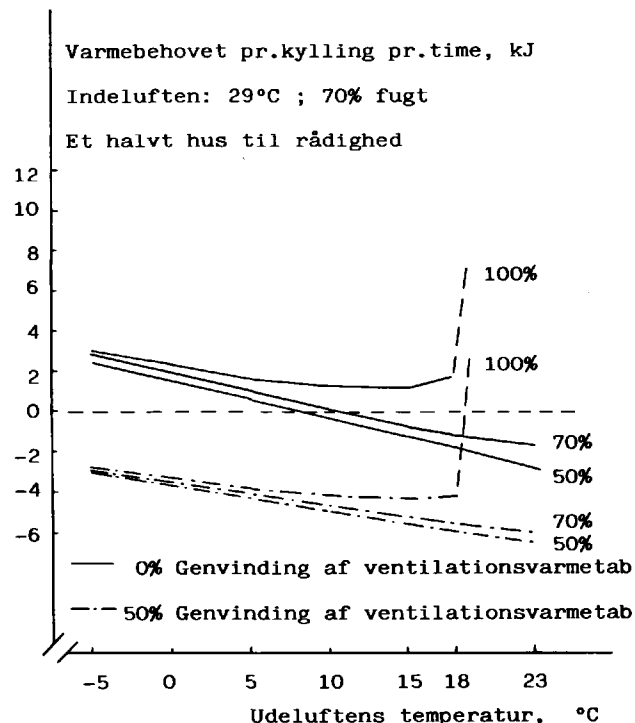


Fig.13.8 Se teksten i figur 13.5

Fig. 13.8 See the text of figure 13.5

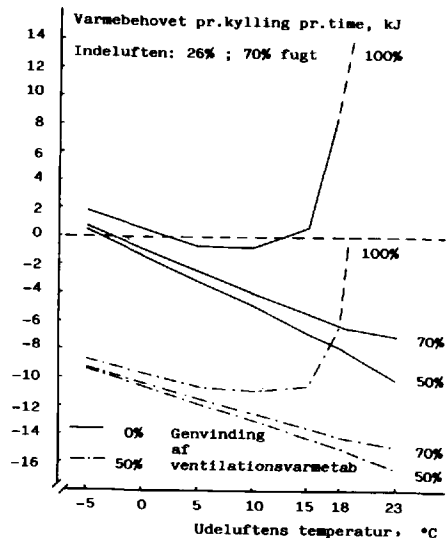


Fig.13.9 Kyllingens varmebehov 14 dage gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent

Fig. 13.9 Heat requirement of a 14-day-old chicken v. temperature and per cent relative humidity outdoors

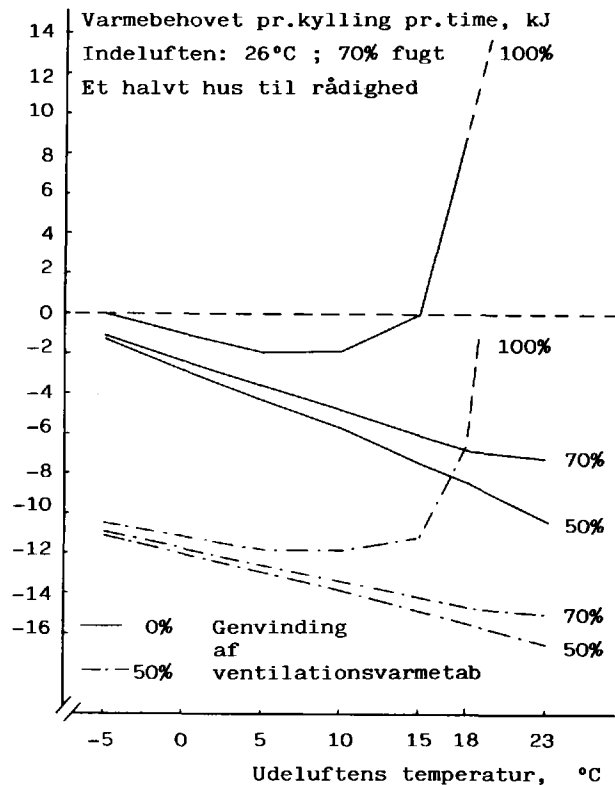


Fig.13.10 Se teksten i figur 13.9

Fig. 13.10 See the text of figure 13.9

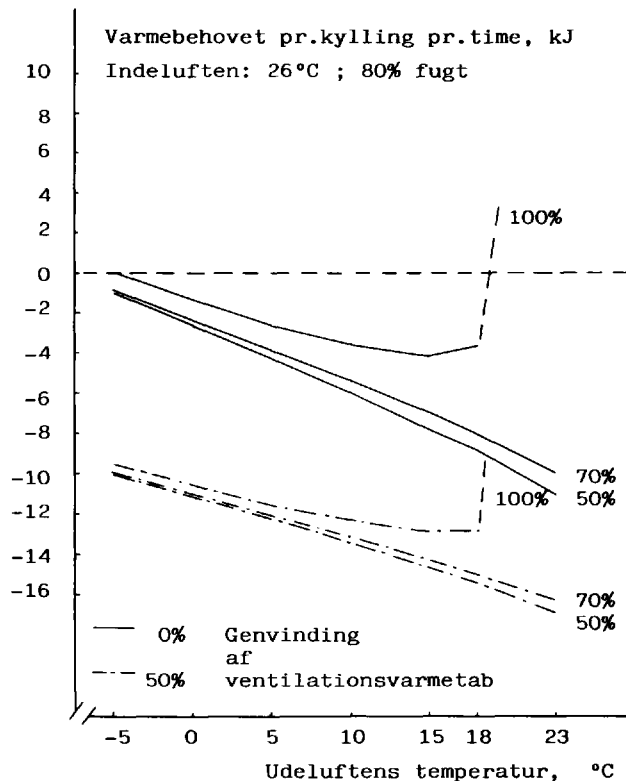


Fig.13.11 Se teksten i figur 13.9

Fig. 13.11 See the text of figure 13.9

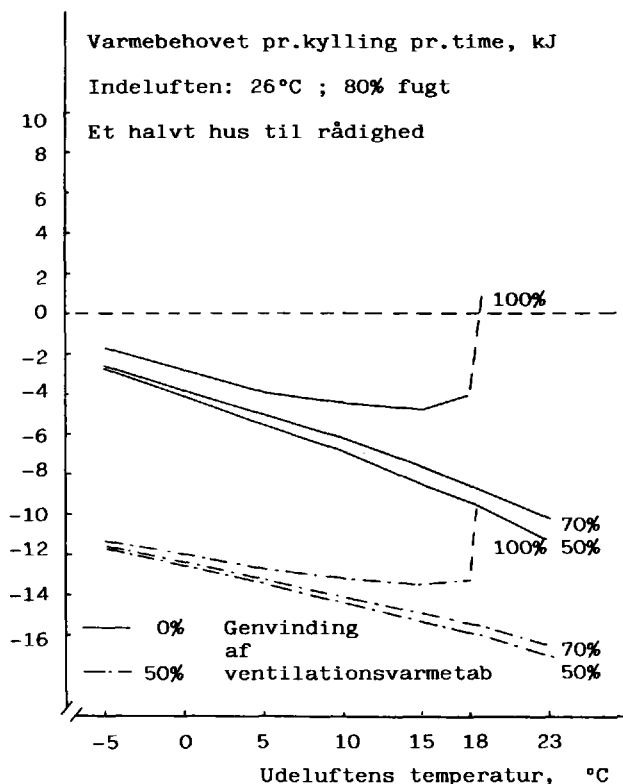


Fig.13.12 Se teksten i figur 13.9

Fig. 13.12 See the text of figure 13.9

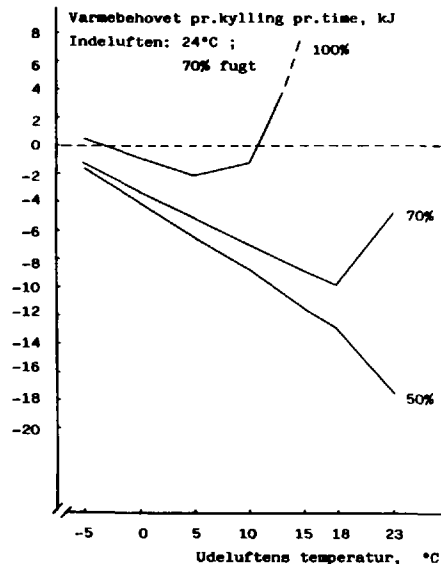


Fig.13.13 Kyllingens varmebehov 21 dage gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent

Fig. 13.13 Heat requirement of a 21-day-old chicken v.temperature and per cent relative humidity outdoors

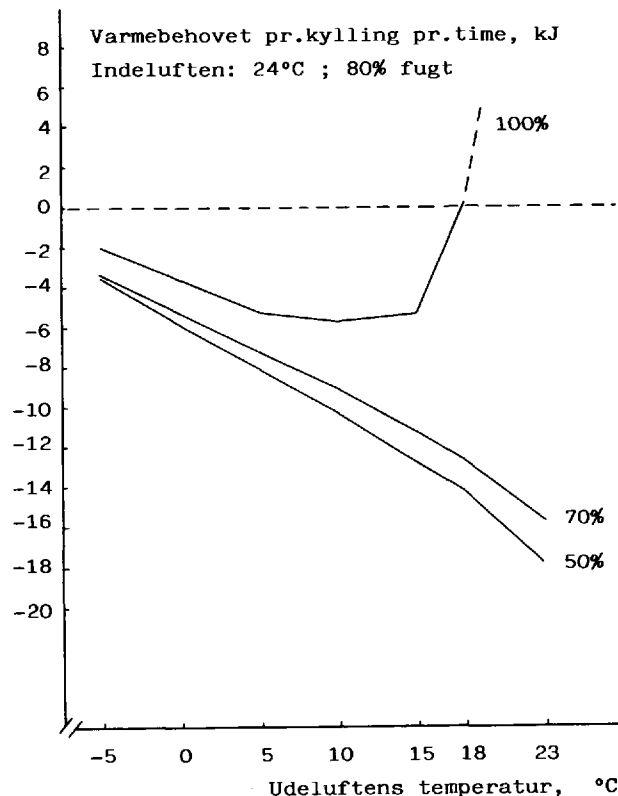


Fig.13.14 Se teksten i figur 13.13

Fig. 13.14 See the text of figure 13.13

Figurerne 13.11 og 13.12 adskiller sig fra de 2 foregående figurer derved, at fugtprocenten i indeluften har fået lov til at stige til 80. Denne ændring i indeluftens fugtprocent bevirker, at varmebehovet i huset i alle anførte situationer er nul eller negativt, hvorfor der ikke er noget behov for at tilføre eller genvinde varme fra ventilationsluften. Et andet spørgsmål er så, om strøelsens kvalitet kan holdes på et tilfredsstillende niveau, hvis indeluftens fugtprocent igennem længere perioder tillades at være så høj.

Figurerne 13.13 og 13.14 viser varmebehovet for 3-uger-gamle-kyllinger ved forskellige udeklimaer, og hvor fugtprocenten i indeluften er henholdsvis 70 og 80. Det ses, at også på dette alderstrin kan udeklimaet medføre perioder, hvor det er nødvendigt med tilførsel eller genvinding af varme for at kunne fastholde varmbalancen. Ventilationsbehovet i de samme perioder er imidlertid så stort, at der er rigelige muligheder for at genvinde den manglende varme, hvis der findes varmeveksler med den nødvendige kapacitet. Ved at sammenholde figurerne 13.13 og 13.14 med de nærmest foregående figurer kan desuden konstateres, at ændringer i udeklimaet har en stigende indflydelse på varmbalancen i huset med kyllingernes stigende alder.

Det skal bemærkes, at på dette stadium i kyllingernes vækstperiode findes ikke indtegnet en situation, hvor de har begrænset husplads, fordi det ikke vil have praktisk relevans.

Sammenholdes figur 13.15 med figur 13.13 ses, at 4-uger-gamle-kyllinger har en ringere varmbalance i huset end kyllinger, der er 3 uger gamle, hvis temperaturen i udeluften er under nul grader; det samme er tilfældet, hvis udeluftens temperatur er forholdsvis høj og samtidig har en høj relativ fugtprocent. Det forholdsvis høje ventilationsbehov, der findes i huse med kyllinger på dette vækststadium - selv i perioder med koldt udeklima, giver imidlertid gode muligheder for at opretholde husenes varmbalance ved genvinding af varme fra ventilationsluften.

Figur 13.16 viser varmbalancen i huse, hvis relative fugtprocent i indeluften er sat op til 80; denne ændring bevirker, at varmbalancen kan fastholdes uden tilskud af varme, hvis udeluftens klima holder sig inden for rammerne af de klimaer, der er anført i figuren.

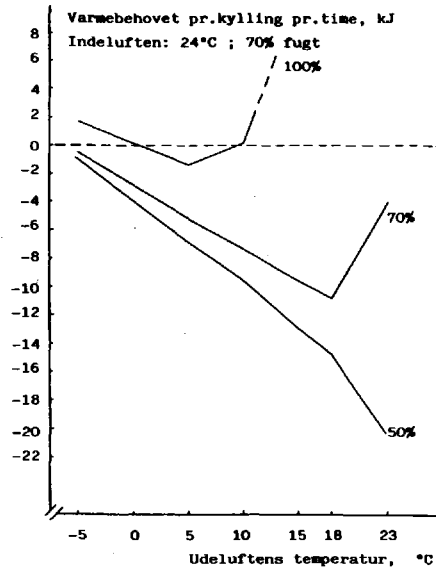


Fig.13.15 Kyllingens varmebehov 28 dage gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent

Fig. 13.15 Heat requirement of a 28-day-old chicken v. temperature and per cent relative humidity outdoors

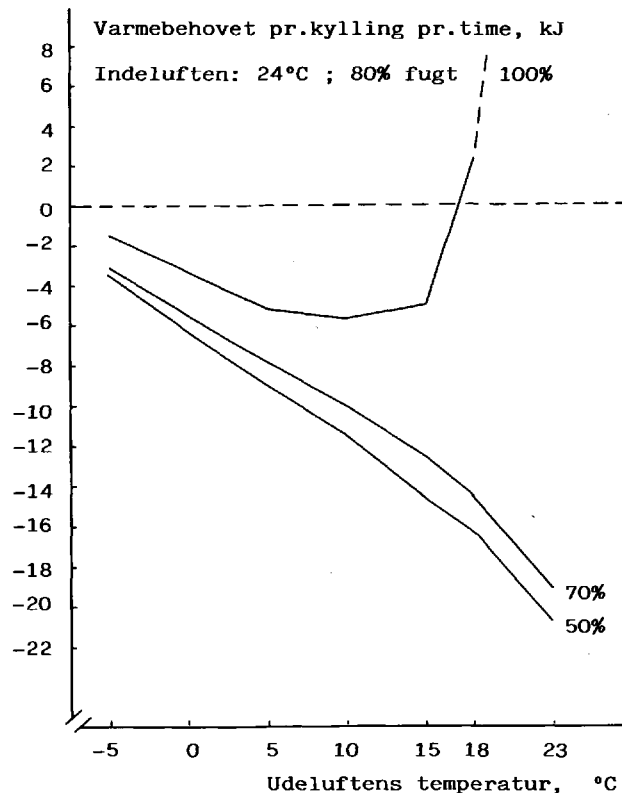


Fig.13.16 Se teksten i figur 13.15

Fig. 13.16 See the text of figure 13.15

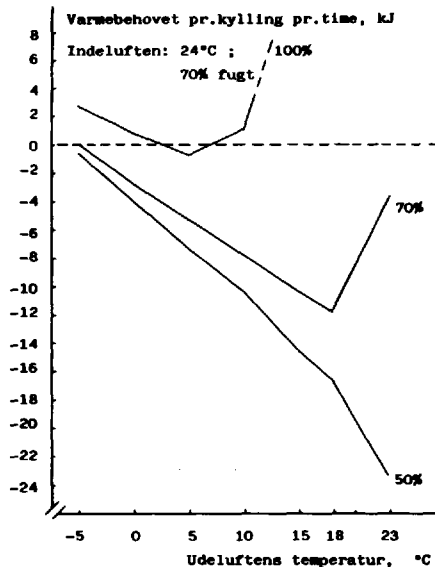


Fig.13.17 Kyllingens varmebehov 35 dage gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent
Fig. 13.17 Heat requirement of a 35-day-old chicken v.temperature and per cent relative humidity outdoors

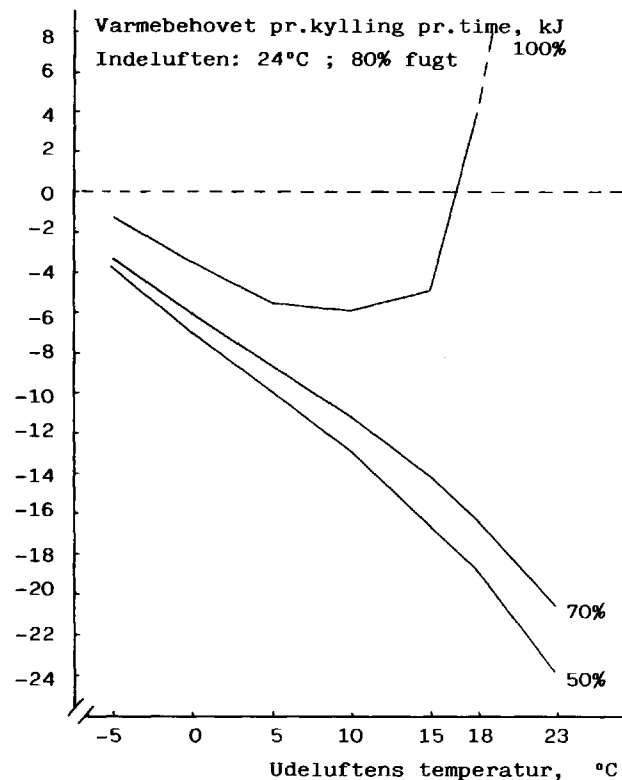


Fig.13.18 Se teksten i figur 13.17

Fig. 13.18 See the text of figure 13.17

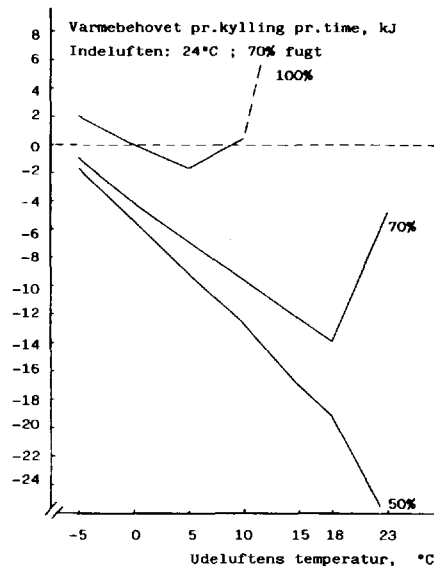


Fig.13.19 Kyllingens varmebehov 40 dage gammel som funktion af udeluftens temperatur og relative fugtprocent

Fig. 13.19 Heat requirement of a 40-day-old chicken v.temperature and per cent relative humidity outdoors

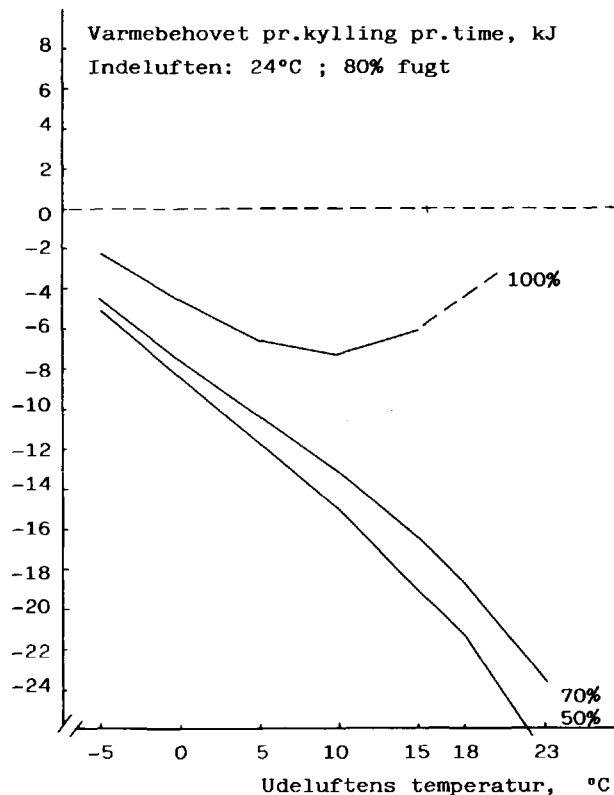


Fig.13.20 Se teksten i figur 13.19

Fig. 13.20 See the text of figure 13.19

I figur 13.17 er tegnet et billede af udeklimaets indflydelse på varmebalancen i huse med 5-uger-gamle-kyllinger. Sammenholdes denne figur med de foregående, ses, at i huse med store kyllinger er varmebalancen følsommere over for ændringer i såvel udeluftens temperatur som fugtprocent, end tilfældet er i huse med mindre kyllinger.

I nærværende figur, og som tilfældet er med de andre figurer, er udeluftens temperatur kun indtegnet ned til -5°C , kurvernes retning viser dog alligevel, at i situationer med lave og meget lave temperaturer er det nødvendigt at tilføre varme for at fastholde temperaturen i indeluften. I sådanne tilfælde vil den manglende varme helt eller delvis kunne genvindes fra ventilationsluften, hvis de fornødne installationer forefindes.

Af figur 13.18 kan man se, at en stigning i indeluftens fugtprocent indsnævrer udeklimaets indflydelse på varmebalancen i huse, hvilket medfører, at kun ekstreme udeklimatiske forhold kan foranledige nødvendigheden af varmetilførsel. Om en relativ fugtighedsprocent på 80 i indeluften kan tillades, vil kun praktiske erfaringer på stedet kunne afsløre.

I bygninger med 40-dage-gamle-kyllinger vil varmebalancen blive påvirket af udeklimaet i en udstrækning, der næsten er identisk med situationen, hvor kyllingerne er 35 dage, hvilket vil fremgå af figurerne 13.19 og 13.20. Der kan således også hos kyllinger på dette vækststadium indtræffe udeklimaer, der gør det nødvendigt med tilførsel eller genvinding af varme.

14 AMMONIAKKONCENTRATION OG VENTILATIONSLUFTMÆNGDE

Generelt gælder, at ammoniakkoncentrationen i et kyllingehus er bestemt af ammoniakkens dannelseshastighed og ventilationsluftmængden. Hvor megen ammoniak der frigøres til staldluften pr.tidsenhed, er, som tidligere nævnt, påvirket af flere faktorer, der kan sammenfattes til mængden af udskilt kvælstofholdige forbindelser og deres omsætningsgrad, d.v.s. hvor stor en procentdel af de udskilte kvælstofholdige forbindelser, der omdannes og frigøres som ammoniak til staldluften.

Mængden af udskilte kvælstofforbindelser pr.tidsenhed står i direkte forhold til mængde og udnyttelsesgrad af fortæret kvælstofforbindelser. Regnes med, som tidligere, at kyllingerne får et foder med et proteinindhold på 22,85 %, tabel 7.2, svarende til 3,66 % kvælstof, og at kvælstofaflejringen i kyllingerne er, som anført i tabel 7.4, kan beregnes, hvor meget kvælstof der udskilles med gødningen på de forskellige alderstrin. I følge tabel 9.1 kan endvidere påregnes, at 30,74 % af gødningens organiske stoffer bliver omsat (forbrændt) i huset; den samme omsætningsgrad antages derfor også at gælde for gødningens kvælstofholdige forbindelser.

Anvendes den anførte fremgangsmåde eksempelvis på en 1-dag-gammel kylling, der æder 15 g foder og udskiller 45 % af det fortærede kvælstof, vil dette indebære, at der frigøres:

$15 \times 0,0366 \times 0,45 \times 0,3074 = 0,0759$ g kvælstof pr.dag pr.kylling, hvilket er det samme som frigørelse af:

$0,0759 \times 17,032 : 14,008 = 0,0923$ g ammoniak pr.dag pr.kylling.

Der kan også påregnes ammoniakfrigørelse som følge af omsætning af strøelsesmaterialet, men denne ammoniakfrigørelse kan beregnes til at udgøre mindre end én procent af den samlede ammoniakdannelse og vil derfor blive negligeret i de beregninger, der ligger til grund for talmaterialet i tabel 14.1.

Tabel 14.1 Ammoniakproduktionen pr.kylling i relation til alder og foderoptagelse

Table 14.1 The ammonia production per chicken in relation to age and feed consumed

Alder dage	g fortæret fod. kvælstof	Kvælstof udsk., %	Ammoniakproduktion mg/time	ppm/time
1	15	0,548	45	3,82
7	32	1,170	45	8,21
14	58	2,120	51	16,84
21	80	2,925	53	24,14
28	100	3,656	56	31,88
35	117	4,278	58	38,64
40	128	4,680	59	43,00

Tallene i sidste kolonne i tabel 14.1 er afledt af tallene i næstsidste kolonne ved at dividere med faktoren 1,18, da der er regnet med, at staldluftens vægtfylde er 1,18 kg pr.m³. Talværdierne i sidste kolonne i tabel 14.1 angiver, hvor mange ppm ammoniak der vil være i staldluften, hvis ventilationsmængden er én m³ luft pr.time pr.kyl-

ling. Er hastigheden af ammoniakfrigørelse, som angivet i tabel 14.1, er det en forholdsvis enkel sag at beregne den nødvendige ventilationsmængde for at holde ammoniakkoncentrationen i huset under et givet (ønsket) niveau. I tabel 14.2 er vist sammenhængen mellem staldluftens ammoniakkoncentration og ventilationsluftmængde på 7 forskellige alderstrin i opdrætningsperioden.

Tabel 14.2 Ammoniakkoncentration og ventilationsmængde i relation til alderstrin

Table 14.2 Concentration of ammonia and ventilation rates in relation to age of the chickens

Alder dage	Ammoniakkoncentration, ppm						
	20	30	40	50	60	70	80
	m ³ luft pr. kylling pr. time						
1	0,16	0,11	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04
7	0,35	0,23	0,17	0,14	0,12	0,10	0,09
14	0,71	0,48	0,36	0,29	0,24	0,20	0,18
21	1,02	0,68	0,51	0,41	0,34	0,29	0,26
28	1,35	0,90	0,68	0,54	0,45	0,39	0,34
35	1,64	1,09	0,82	0,66	0,55	0,47	0,41
40	1,82	1,21	0,91	0,73	0,61	0,52	0,46

Af tabel 14.2 ses, at ventilationsbehovet ellevedobles i løbet af opdrætningsperioden, hvis ammoniakkoncentrationen skal holdes på samme niveau hele opdrætningsperioden igennem; endvidere fremgår, at en effektiv ventilationskapacitet på 1 m³ luft pr.kylling pr.time er i stand til at holde ammoniakkoncentrationen nede under 40 ppm på alle stadier af opvækstperioden.

En utilsigtet ventilation i danske kyllingehuse ligger, som tidligere nævnt, ofte i en størrelsesorden på 0,15 m³ luft pr.kylling pr.time. Tabel 14.2 viser, at en ventilation i den størrelsesorden er tilstrækkelig til at holde ammoniakkoncentrationen nede under 50 ppm i kyllingers første leveuge. Dette kan i hvert tilfælde påregnes at gælde for godt udluftede kyllingehuse, udstyret med ny strøelse på kyllingernes indsættelsestidspunkt. Derudover er der en vis sandsynlighed for en mindre ammoniakfrigørelse i opdrætningsperiodens begyndelse i sådanne kyllingehuse, end man har regnet med i de foreliggende undersøgelser.

Det er tidligere blevet nævnt, at ventilationsluftmængden i kyllingehuse sædvanligvis er styret af den relative fugtprocent i staldluften, bl.a. fordi erfaringer har vist, at det på denne måde er muligt at opretholde en rimelig strøelseskvalitet og lufthygiejne i hu-

set med henblik på næsten alle former for udeklima. Hvis det er staldluftens relative fugtprocent, der bestemmer ventilationsmængden, forekommer det, at der er god mening i at beregne, hvilke ammoniak-koncentrationer dette vil medføre i huse med kyllinger på forskellige alderstrin og med forskelligt udeklima. Af figurerne 11.2, 11.4, 11.6, 11.8, 11.10, 11.12 og 11.14 kan aflæses ventilationsbehovet for fugt, når indeklimaet er, som anført i disse figurer, og udeklimaet er, som angivet i tabel 14.3.

Tabel 14.3 Ventilationsbehovet i relation til udeklima og kyllinge-
alder

Table 14.3 Requirement of ventilation in relation to the outdoor climate and the chicken age

Alder dage	Udeluftens temperatur, °C, og 70 %* relativ luft						
	-5	0	5	10	15	18	23
	m ³ luft pr. kylling pr. time						
1	0,055	0,058	0,063	0,068	0,080	0,089	0,120
7	0,129	0,135	0,149	0,164	0,205	0,235	0,372
14	0,227	0,241	0,268	0,298	0,375	0,437	0,780
21	0,347	0,374	0,423	0,478	0,634	0,776	1,860
28	0,448	0,483	0,545	0,618	0,818	1,003	2,401
35	0,541	0,584	0,660	0,747	0,989	1,212	2,904
40	0,602	0,647	0,732	0,829	1,098	1,345	3,223

* 70 % relativ fugt v/alle angivne udetemperaturer

Kombineres ammoniakfrigørelses-hastighederne, der er anført i tabel 14.1, med ventilationsluftmængderne, anført i tabel 14.3, fås de ammoniak-koncentrationer, der vil være i huset med de forskellige ude-temperaturer og kyllingealder under den forudsætning, at det er staldluftens fugtprocent, der styrer ventilationsomfanget; resultaterne ses i tabel 14.4.

Som det fremgår af tabel 14.4, stiger ammoniak-koncentrationen i kyllingehuse, når udeluftens temperatur falder, hvis det er staldluftens fugtprocent, der styrer ventilationsluftmængden. Dette er i god overensstemmelse med erfaringerne fra praksis. Det overraskende er imidlertid at finde en næsten ens ammoniak-koncentration uanset kyllinger-nes alder med en given udetemperatur; forklaringen skyldes utvivlsomt, at den i foreliggende tilfælde for de små kyllingers vedkommen-de beregnede ventilationsmængde er mindre, end den ville være under praktiske forhold som en følge af den utilsigtede ventilation.

Tabel 14.4 Staldluftens ammoniakkoncentration i relation til udeklima og kyllingealder

Table 14.4 The ammonia concentration of the indoor air in relation to outdoor climate and chicken age

Alder dage	Udeluftens temperatur, °C, og 70 %* relativ fugt						
	-5	0	5	10	15	18	23
	ppm ammoniak i staldluften						
1	59	56	51	48	41	36	27
7	54	52	47	42	34	30	19
14	63	59	53	48	38	33	18
21	59	55	48	43	32	26	11
28	60	56	50	44	33	27	11
35	61	56	50	44	33	27	11
40	61	56	50	44	33	27	11

*70 % relativ fugt v/alle angivne udetemperaturer.

Af tabel 14.3 fremgår det beregnede ventilationsbehov for en 1-dagsgammel-kylling ved alle anførte udetemperaturer at være mindre end 0,15 m³ pr.kylling pr.time.

Hvis den faktiske utilsigtede ventilation på intet tidspunkt går under 0,15 m³ luft pr.kylling pr.time, vil dette naturligvis bevirke, at ammoniakkoncentrationen i huse med små kyllinger vil være mindre, end anført i tabel 14.4. Hertil skal derudover lægges, at der hele vejen igennem er regnet med, at ammoniakfrigørelsen i kyllingehusene er ca.30 % af den med gødningen daglig udskilte kvælstofmængde.

Under normale praktiske forhold er der ingen tvivl om, at dette regnestykke ikke helt holder stik, da det højst sandsynligt vil være således, at ammoniakfrigørelsen i opdrætningsperiodens begyndelse vil være mindre end de 30 % og højere end de 30 % mod dens slutning. På det foreliggende grundlag er der imidlertid ingen basis for at foretage en anden kvantificering af ammoniakfrigørelsen i relation til kyllingealder, end foretaget i nærværende beregninger.

Af foranstående fremgår, at de her med forskellige temperaturer i udeluften beregnede ammoniakkoncentrationer naturligvis skal tages med et vist forbehold, medens der på den anden side ingen tvivl er om, at de giver et relevant billede af de ammoniakkoncentrationer, man hyppigt kommer ud for i slagtekyllingehuse, d.v.s. i de tilfælde, hvor staldluftens fugtprocent styrer ventilationsmængden, og hermed menes, at man specielt i vinterhalvåret og med baggrund i de foreliggende beregninger skal være opmærksom på ammoniakkoncentrationen, da denne

let kan komme op på et niveau, der i følge Reece et al. (1980), tabel 2.7, og Caveny et al. (1981), tabel 2.8, kan få uheldige konsekvenser for tilvækst og foderudnyttelse.

LITTERATUR

- Andersen, A., 1979. Ammoniakkoncentrationer i kyllingehuse. 79-3. Medd. Landsudvalget for Fjerkræ, 28 pp.
- Barott, H.G. and Pringle, E.M., 1949. Effect of environment on growth and feed and water consumption of chickens. *Journal of Nutrition*, 37:153-161.
- Bolton, W., Dewar, W.A., and Jones, R.M., 1972. Effect of stocking density on performance of broiler chickens. *British Poultry Sci.*, 13:157-162.
- Burnett, W.E. and Dondero, N.C., 1969. Microbial and chemical changes in poultry manure associated with decomposition and odour generation. *Animal Waste Management*, Cornell University Conference on Agricultural Waste Management, p 271.
- Bælum, J. og Petersen, V.E., 1963. Forskelligt antal kyllinger pr.m² guldareal. *Forsøgslaboratoriets Årbog*:327-328.
- Caveny, D.D., Quarles, C.L., and Greathouse, G.A., 1981. Atmospheric ammonia and broiler cockerel performance. *Poultry Sci.*, 60:513-516.
- Charles, D.R., Groom, C.M., and Bray, T.S., 1981. The effects of temperature on broilers: Interactions between temperature and feeding regime. *British Poultry Sci.*, 22:475-481.
- Charles, D.R., Scragg, R.H., and Binstead, J.A., 1981. The effects of temperature on broilers: Ventilation rates for the application of temperature control. *British Poultry Sci.*, 22:493-498.
- Chwalibog, A., Pedersen, J. og Eggum, B.O., 1985. Måling af slagtekyllingers bundne og frie varmeproduktion. 1. Forsøgsresultater. 572. Medd., *Statens Husdyrbrugsforsøg*, 4 pp.
- Dale, N.M. and Fuller, H.L., 1979. Effects of diet composition on feed intake and growth of chickens under heat stress. I. Dietary fat levels. *Poultry Sci.*, 58:1529-1534.
- Deaton, J.W., Reece, F.N., and Vardaman, T.H., 1968. The effect of temperature and density on broiler performance. *Poultry Sci.*, 47: 293-300.
- Deaton, J.W., Reece, F.N., and McNaughton, J.L., 1978. The effect of temperature during the growing period on broiler performance. *Poultry Sci.*, 57:1070-1074.
- Edwards, H.M., Denman, J.F., Abou-Ashour, A., and Nugara, D., 1973. Influences of age, sex, and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. *Poultry Sci.*, 52: 934-948.
- El Hussein, O. and Creger, C.R., 1980. The effect of ambient temperature on carcass energy gain in chickens. *Poultry Sci.*, 59: 2307-2311.
- Fris Jensen, J., 1967. Klimaforsøg. *Forsøgslaboratorets Årbog*: 248-254.
- Fris Jensen, J., 1970. Klimaforsøg. Temperaturen indflydelse på kyllingers vækst og foderforbrug. *Forsøgslaboratoriets Årbog*: 190-191.
- Keshavarz, K. and Fuller, H.L., 1980. The influence of widely fluctuating temperatures on heat production and energetic efficiency of broilers. *Poultry Sci.*, 59:2121-2128.
- Marks, H.L., 1981. Role of water in regulating feed intake and feed efficiency of broilers. *Poultry Sci.*, 60:698-707.

- Marks, H.L. and Washburn, K.W., 1983. The relationship of altered water/feed intake ratios on growth and abdominal fat in commercial broilers. *Poultry Sci.*, 62:263-272.
- Marks, H.L. and Pesti, G.M., 1984. The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broilers. *Poultry Sci.*, 63:1617-1625.
- Meltzer, A., 1980. Dense brooding and rearing of broilers - strategy of saving energy and feed. 6th European Poultry Conference. Hamburg, 4:9-17.
- Meltzer, A., 1983. Thermoneutral zone and resting metabolic rate of broilers. *British Poultry Sci.*, 24:471-476.
- O'Dell, B.L., Woods, W.D., Laerdal, O.A., Jeffay, A.M., and Savage, J.E., 1960. Distribution of the nitrogenous compounds and amino acids in chicken urine. *Poultry Sci.*, 39:426-432.
- Pedersen, J., 1975. Optimalt klima til slagtekyllinger. Temperatur- og lufthastighedsforsøg. Statens Byggeforskningsinstitut, 104 pp.
- Pedersen, J. og Pedersen, S., 1979. Staldklimateknik. DSR Forlag, Den kgl.Veterinær- og Landbohøjskole, København, 228 pp.
- Pedersen, S., 1986. Gødningsanalyser. Beretning 1985/86; Landsudvalget for Fjerkræ, side 41-42
- Petersen, C.Bønsdorff, 1965. Kalibrering af et diaferometer samt energetiske stofskiftemålinger ved klimaforsøg med voksende kyllinger. Licentiatafhandling. Den kgl.Veterinær- og Landbohøjskole, København, 108 pp.
- Petersen, V.E. og Thomsen, M.Gaardbo, 1981. Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ samt nogle fodermidlers fordøjelighed og indhold af omsættelig energi. 509.Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, 31 pp.
- Petersen, V.E., 1982. Skøn over slagtekyllingers produktion af fri og bunden varme. 447.Medd., Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Petersen, V.E. og Fris Jensen, J., 1984. Virkningen af tilskud af selen til konsumægs- og rugeægproducerende høners foder. 562.Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, 51 pp.
- Petersen, V.E., 1986a. Slagtekyllingers og æglæggende høners produktion af gødning. 607.Medd., Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Petersen, V.E., 1986b. Fordøjeligheden af foderblandingers indhold af råfedt. 608.Medd., Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Prince, R.P., Whitaker, J.H., Matterson, L.D., and Luginbuhl, 1965. Response of chickens to temperature and relative humidity environments. *Poultry Sci.*, 44:73-77.
- Reece, F.N., 1976. Use of solar energy and energy conservation for reducing fuel requirements for brooding broiler chickens. *Poultry Sci.*, 55:2082-2083.
- Reece, F.N., 1978. Space requirements for brooding chickens. *Poultry Sci.*, 57:584-587.
- Reece, F.N., Lott, B.D. and Deaton, J.W., 1980. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. *Poultry Sci.*, 59:486-488.
- Reece, F.N. and Lott, B.D., 1982. Heat and moisture production of broiler chickens during brooding. *Poultry Sci.*, 61:661-666.
- Scholtyssek, S. und Gschwindt, B., 1980. Untersuchungen zu Besatzdichte und Futterplatz in der Bodenmast von Broilern. *Arch.f.Geflügelkunde*, 44:220-224.
- Scholtyssek, S. und Gschwindt-Ensinger, B., 1983. Leistungsvermögen einschliesslich Befiederung und Belastbarkeit von Broilern bei unterschiedlicher Besatzdichte in Bodenhaltung. *Arch.f.Geflügelkunde*, 47:3-8.

- Strøm, J.S., 1978. Varmeafgivelse fra kvæg, svin og fjerkræ som grundlag for varmetekniske beregninger. Statens Byggeforskningsinstitut, 48 pp.
- Takai, H. og Pedersen, S., 1984. Energiforbrug i kyllingestalde med krydsvarmeveksler. 27.orientering. Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, Horsens, 10 pp.
- Thorbek, G. og Fris Jensen, J., 1985. Virkningen af temperaturerne 28 og 12°C på slagtekyllingers energiomsætning, kemiske sammensætning og kalcium- og fosforomsætning. 591.Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, 65 pp.
- Wiedmer, H., 1984. Bayo-n-ox gegen Stress in der Geflügelmast. Arch. f.Geflügelkunde, 48:130-133.