

Lisbeth Ott-Ebbesen
Statens Husdyrbrugsforsøg

Søren Andersen
Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

**Knækægsprojektet II.
Indflydelsen af transport fra
producent til ægpakkeri på
knækægsfrekvensen samt
statistiske analyser heraf**

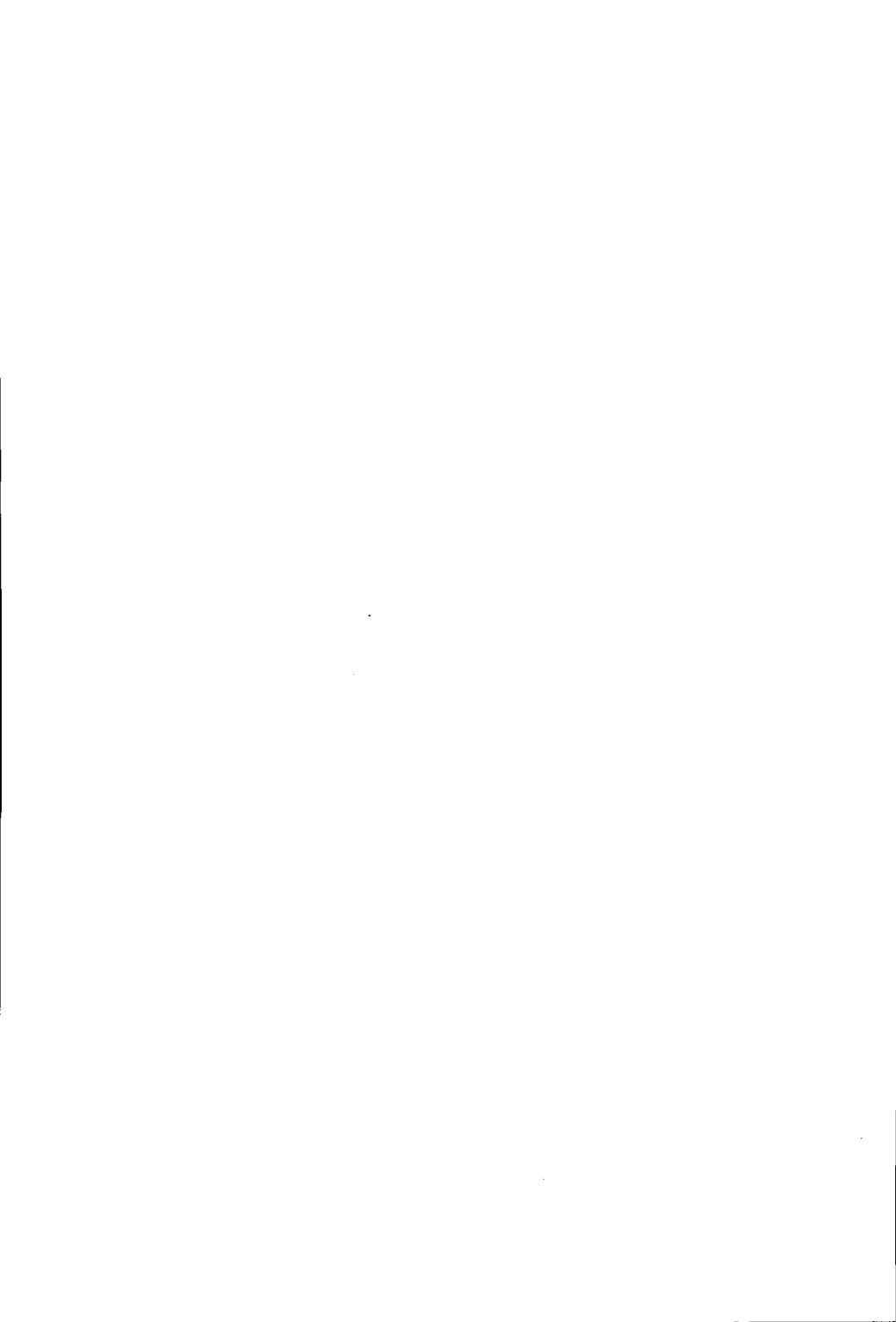
*The influence of transport upon
the percentage of cracked eggs
from the farmer to the packing factory
and statistical calculations upon the results*

With English summary and subtitles



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1986



FORORD

Den almindelige metode til transport af æg er i containere med plads til 4.320 æg, der pakkes direkte i containeren på produktionsstedet og transporteres i termobiler til ægpakkeriet.

Undersøgelsen blev iværksat for at finde ud af, om transporten fra producent til ægpakkeri foranlediger en forøgelse af knækægsfrekvensen, eller om særlige forhold under transporten kunne være årsag til en forøget knækægsfrekvens.

Undersøgelsesresultaterne viser, at transporten kun udgør en mindre del af det samlede kompleks af faktorer, der kan forårsage, at æg knækker. I tilslutning til undersøgelsen er gennemført en omfattende statistisk analyse af det indsamlede testmateriale, idet *lektor Søren Andersen, Matematisk Institut ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole*, har undersøgt forskellige statistiske modellens anvendelighed.

Gennemlysning af æggene før afsendelse og efter ankomst til ægpakkeriet blev foretaget af *forsøgsteknikker Karsten Madsen*, og undersøgelsen blev gennemført hos ægproducenter, der deltog i "Knækægsprojektet".

Videnskabelig assistent Lisbeth Ott-Ebbesen har stået for undersøgelsen og har sammen med *lektor Søren Andersen* skrevet beretningen, der er opsat og renskrevet af *assistent Harriet Mikkelsen*.

Denne del af "Knækægsprojektet" er i lighed med hele projektet gennemført for en af *Ægudvalget* tildelt bevilling.

København, maj 1986

J.Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	6
SUMMARY	7
1 INDLEDNING	8
2 LITTERATURGENNEMGANG	9
3 MATERIALE	10
3.1 Producenter	10
3.2 Indsamlingssystemer m.m.	10
3.3 Æggebakker, containere og kølebiler	11
3.4 Æglysningslampe	13
4 METODE	13
4.1 Generel forsøgsplan	13
4.1.1 Opdeling af en container	13
4.2 Specifikke forsøgsplaner	16
4.3 Statistiske metoder	17
4.3.1 Transportanalyse	17
4.3.2 Sammenligning af antal knæk i det indre og ydre område af bakken	18
4.3.3 Sammenligning af antal knæk i bakker med forskelligt nummer, placeret i samme stak	18
4.3.4 Indflydelsen af lag og stak på knækægsfrekvensen	19
4.3.5 Håndteringsundersøgelsen	21
5 RESULTATER	21
5.1 Sammenligning af antal knæk i det indre og ydre område af bakken	23
5.2 Sammenligning af antal knæk i bakker, placeret i samme stak	25
5.3 Indflydelse af lag og stak på knækægsfrekvensen	25
5.4 Håndteringsundersøgelser	26

6	DISKUSSION	27
7	KONKLUSION	31
8	LITTERATUR	32

SAMMENDRAG

Som en del af "Knækægsprojektet" blev denne undersøgelse udført, hvis formål var at undersøge knækæg, opstået under transporten fra ægproducentens svalerum til ægpakkeriet. Hos 7 producenter blev der 3 gange gennemlyst en container med æg før afsendelse fra producent og efter ankomst til ægpakkeri; og de to knækægsprocenter blev beregnet.

En container blev opdelt således, at det var muligt at se, om æggets placering i containeren havde betydning for knækægsprocenten. Dette var kun tilfældet i 2 af forsøgsplanerne, hvor det viste sig, at det var mest risikofyldt for æggene at stå øverst i containeren.

Det blev fundet, at der under transport og gennem håndtering sammenlagt i gennemsnit knækkede ca. 1 % af æggene.

Der blev anvendt 2 bakkestørrelser - en 20 pounds bakke og en 17 pounds bakke -. Det kunne ikke afgøres, om der opstod færre knækæg under transporten, hvor der var anvendt 20 pounds bakker, end hvor der var anvendt 17 pounds bakker.

SUMMARY

This investigation was carried out as a part of the project on cracked eggs. The purpose of the investigation was to determine the percentage of cracked eggs due to the transport of the eggs from the egg producer to the packing factory.

The investigations took place at 7 egg producers where 3 containers were examined before leaving for the packing factory, and the containers were examined again after the arrival to the packing factory.

A container was divided into sections so that it was possible to determine whether the place of the egg in the container was of importance for the percentage of cracked eggs.

In two of the experimental plans it was found that the percentage of cracked eggs was heigher in the upper layer of the container than in the rest of the container.

It was found that about one percentage of the eggs cracked due to handling and transport. Two types of trays were used, a 17-pound tray and a 20-pound tray. No differences were found in the percentage of cracked eggs due to type of the tray.

1 INDLEDNING

I et projekt med titlen: "Nedsættelsen af frekvensen af knækæg" (Ott-Ebbesen og Therkildsen, 1986) var formålet at undersøge knækægsprocenten fra det øjeblik, hvor hønen lagde sit æg, og indtil det kom ud til detailhandleren.

Denne beretning handler om en enkelt af de undersøgelser, der blev foretaget, nemlig undersøgelse af knækæg, opstået under transport af æggene fra producentens svaletrum til ægpakkeriet.

Adskillige faktorer hos producenten så som f.eks. hønealder, burkonstruktion, graden af automatisering af ægindsamling og pakning samt transportvej til pakkeriet kan have betydning for, hvor mange æg der knækker under transporten.

Formålet med denne delundersøgelse var først og fremmest at bedømme, hvor mange æg der knækkede under transporten, og at klarlægge, om æggets placering i containeren var en afgørende faktor. Desuden var ønsket at få et indtryk af, hvorvidt den anvendte bakkestørrelse havde indflydelse på knækægsprocenten.

I starten af æglægningsperioden, hvor æggene er små, vil de stå løst og eventuelt rasle rundt i en 20-pounds bakke, men da skalstyrken er høj på dette tidspunkt, kan det være uden betydning, om æglommerne er rigelige.

Igennem produktionsperioden øges ægvægten, så æggene bliver større, og mod slutningen af æglægningsperioden, hvor æggenes skalstyrke desuden er blevet lavere, kunne det tænkes, at der vil opstå færre knækæg, hvis der blev anvendt 20-pounds bakker, hvis æglommer er større, og derfor beskytter et stort æg bedre, end æglommerne i en 17-pounds bakke; men da det imidlertid ikke var praktisk muligt at anvende to bakkestørrelser hos samme producent, blev de to bakkestørrelser anvendt hos to forskellige producenter. Dette er årsagen til, at det ikke var muligt at udarbejde en statistisk sammenligning af resultaterne, men et vist indtryk af bakkestørrelsens betydning har man fået.

2 LITTERATURGENNEMGANG

Ved en gennemgang af litteraturen vedrørende tidligere udførte transportundersøgelser blev der ikke fundet undersøgelser, udført således, at resultaterne umiddelbart var sammenlignelige med resultaterne i dette projekt.

I 1962 fandt Schoorl og Boersma, at der ud af 360 æg, pakket dusinvis i en trækasse, knækkede 50 stk. under transporten fra producent til ægpakkeri, hvilket svarer til en knækægsprocent på 13,9. I senere udførte transportundersøgelser blev der ikke fundet knækægsprocenter af en sådan størrelsesorden.

I 1967 (Schrimpton, 1967) blev udført en transportundersøgelse, hvor æggene allerførst blev sendt usorteret til pakkeriet, hvor de blev gennemlyst og sorteret for knæk. Efter en frasortering blev resten atter sendt tilbage til producenten, hvor den samme procedure med gennemlysning af æggene blev gentaget. Ved denne undersøgelse fandt man en knækægsprocent på 2,6, der kunne henføres til transporten.

Anderson (1969) fandt en signifikant forskel på knækægsprocenten alt afhængig af, hvem af de 4 forskellige personer, der havde gennemlyst et parti æg.

Ved undersøgelsen blev anvendt 30 stk. bakker af karton med 6 bakker i en stak. Hver stak blev anbragt i en papkasse, der blev lukket ved hjælp af snor. De enkelte kasser blev anbragt i en varevogn og transporteret til et rugeri.

Undersøgelsen viste, at der var en effekt af bakkens placering i stakken, således at knækægsprocenten steg fra den øverste til den nederste bakke.

Ved en anden undersøgelse (Bowman, 1963) blev fundet en knækægsprocent på 2,22 på grund af transport; men denne undersøgelse kan dog ikke tillægges den store værdi, da det ikke var de samme personer, der gennemlyste æggene på pakkeriet som hos producenten.

Det Svenska Ägghandelforbundet (Johansson, 1981) fandt ved en transportundersøgelse, hvor æggene blev transporteret rundt i Sverige i 18 dage, en knækægsprocent på 0,3. Man formodede på grund af knækkenes karakter, at de allerede var til stede, før transporten blev påbegyndt.

3 MATERIALE

3.1 Producenter

De 7 producenter, der deltog i transportundersøgelsen, blev udvalgt blandt de, hvor produktionssystemer og arbejdsforhold allerede var velkendt fra projektet KNEKÆG.

En indgående beskrivelse af de enkelte producenters forhold kan ses, beskrevet af Ott-Ebbesen og Therkildsen (1986), i afsnittene 3 og 7. Producenten med forsøgsnummer 112 er beskrevet i de ovennævnte afsnit under nummer 12.

I tabel 3.1 er angivet indsamlingssystemet for hver enkelt producent samt afstanden fra denne til pakkeriet.

3.2 Indsamlingssystemer m.m.

Da det kunne tænkes at have betydning for forsøgsresultatet, er indsamlingssystemet m.m. hos de enkelte producenter anført i tabel 3.1.

Tabel 3.1 Indsamlingssystem, ægvasker og ægpakker hos hver producent samt afstanden til pakkeri

Table 3.1 Egg collection system, egg washer and packingmachine at each farm and the distance from the farm to the packing factory

Producentnr.	Indsamling	Vask af æg	Pakning af æg	Afstand til pakkeri, km
101	automatisk	v/gennemløb*)	automatisk	45
104	automatisk	v/gennemløb	automatisk	40
112	automatisk	i spand	manuelt	65
15	manuelt	i spand	manuelt	55
18	automatisk	i spand	manuelt	40
1010	automatisk	v/gennemløb	automatisk	45
1040	automatisk	v/gennemløb	automatisk	40

*) Systemet virker således, at snavsede æg sorteres fra, og kun disse bliver vasket separat i maskinen

3.3 Æggebakker, containere og kølebiler

Æggene blev pakket i almindelige 30 stk. bakker af karton.

Der blev anvendt to bakketyper - nemlig en 17 pounds og en 20 pounds bakke; forskellen på de to bakketyper består i, at æglommerne i en 20 pounds bakke er større end i en 17 pounds bakke, således at ægget i en 20 pounds bakke støttes bedre end i en 17 pounds bakke (fig. 3.1 og 3.2). En 20 pounds bakke vejer mere (57-60 g) end en 17 pounds (56-59 g). Arealet af de to bakketyper er ens.



Fig. 3.1 Æggenes placering i en 17 pounds bakke
Til venstre: Æg på 70 g Til højre: Æg på 50 g

Fig. 3.1 The placement of the eggs on a 17 pounds tray
To the left: An egg of 70 g To the right: An egg of 50 g



Fig. 3.2 Æggenes placering i en 20 pounds bakke
 Til venstre: Æg på 70 g Til Højre: Æg på 50 g

Fig. 3.2 The placement of the eggs in a 20 pounds tray
 To the left: An egg of 70 g To the right: An egg of 50 g

Der blev anvendt to containertyper - én med inddeling i 3 lag (8 bakker pr.stak) og én med inddeling i 4 lag (6 bakker pr.stak).

Hjulene på containeren med inddeling i 3 lag havde alle 4 svinghjul, medens dette kun var tilfældet hos 2 af hjulene på containere med inddeling i 4 lag (se fig. 3.3). I alle tilfælde blev anvendt termobiler af samme mærke.



Fig. 3.3 Tegning af, hvorledes hjulene drejer på containerne;
 A: Svinghjul; B: Ikke-svinghjul

Fig. 3.3 A draft showing of the wheels under the container

3.4 Æglysningslampe

Lampen, der blev anvendt til den manuelle gennemlysning af æggene, var en afskærmet 40 watt pære af mærket "America".

4 METODE

4.1 Generel forsøgsplan

De æg, der blev undersøgt, havde producenterne færdigpakket og gjort klar til at sende med termobil til ægpakkeriet.

Der blev ikke taget hensyn til, hvor længe æggene havde stået i producentens svalerum, fordi det højst drejede sig om 3 dage.

I undersøgelsen blev arbejdet efter 4 forskellige forsøgsplaner samt yderligere en forsøgsplan, der udelukkende omhandlede håndtering af æg.

Fælles for de 5 forsøgsplaner var, at alle æggene i de undersøgte containere blev enkeltvis håndlyst, og knækæg blev registreret før og efter transporten. De æg, der blev undersøgt før transporten, blev alle efter endt gennemlysning sat tilbage på dén plads i bakken, hvorfra de blev taget.

Der blev undersøgt en container pr.gang, og gennemlysningen hos producenten udførtes dagen før, containeren blev kørt til ægpakkeriet. Umiddelbart efter ankomsten til pakkeriet blev alle æg atter gennemlyst enkeltvis med håndlampe og af samme person, der havde udført den samme procedure hos producenten.

4.1.1 Opdeling af en container

 Æggenes plads i containeren kan ses i figurerne 4.1 til 4.4.

Hver container var opdelt i 3 eller 4 lag, og hvert lag blev adskilt med en jernplade, hvilende på skinner. Efter færdigpakning af container lagde man også en jernplade over det øverste lag. På hvert lag står 6 stakke med æggebakker.

I containere, inddelt i 3 lag, indeholder hver stak 8 bakker, og i containere, inddelt i 4 lag, indeholder hver stak 6 bakker.

Endelig inddeltes den enkelte bakke i 2 områder - nemlig et ydre og et indre. Det ydre område i bakken bestod af den yderste række æglommer hele bakken rundt, og det indre område af bakken bestod af de resterende æglommer.

En færdigpakket container indeholdt 4320 æg.

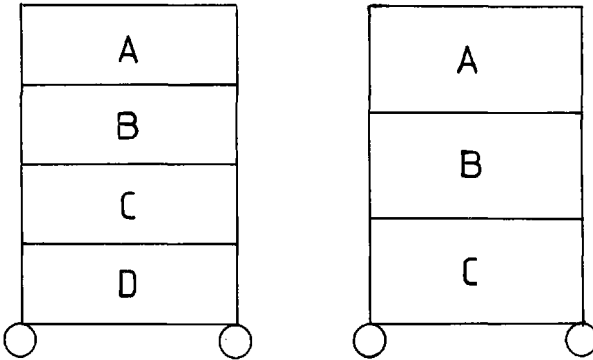


Fig. 4.1 Opdeling i lag A til D eller A til C

Fig. 4.1 A Container divided into layers

4	5	6
1	2	3

Fig. 4.2 Opdeling i stak fra 1 til 6 på det enkelte lag

Fig. 4.2 One layer with 6 stacks

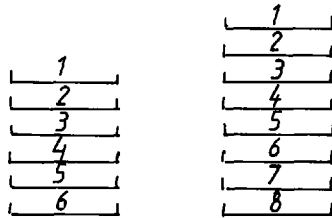


Fig. 4.3 Opdeling af den enkelte stak i bakkenumre fra 1 til 6 eller fra 1 til 8

Fig. 4.3 One stack divided into 6 or 8 trays

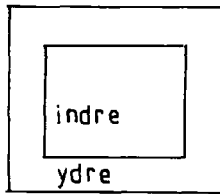
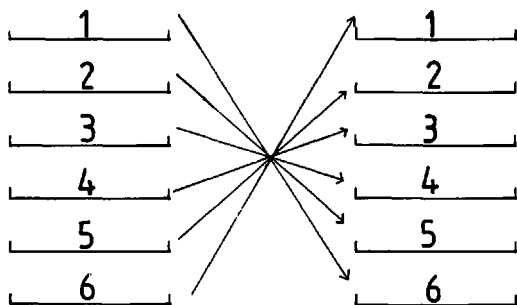


Fig. 4.4 Opdeling af den enkelte bakke i et ydre og i et indre område

Fig. 4.4 One tray divided into a inside and a outside tray

Af praktiske hensyn var bakkernes placering på containeren ikke den samme før gennemlysning som efter, d.v.s. at æggenes placering i containeren før og under transporten ikke var den samme. Dette blev anset for at være uden betydning for den knækægsprocent, der opstod under transporten undtagen på ét enkelt punkt, der specielt blev undersøgt - nemlig med hensyn til bakkens nummer i stakken. Se forsøgsplan 1 og 2 i forhold til forsøgsplan 3 og 4.

Den bakke, producenten havde placeret øverst som nr.1, blev efter gennemlysning og før transport anbragt nederst som nr.6 o.s.v., det vil sige, stakken blev vendt på laddet (fig. 4.5).



Stak, anbragt af producent

Stak, som den blev transporteret til pakkeriet

Fig. 4.5 En stak vendt

Fig. 4.5 *Turning of a stack*

I de efterfølgende afsnit, hvor bakkens placering i stakken omtales, menes bakkens placering under transporten.

4.2 Specifikke forsøgsplaner

I det følgende er beskrevet specifikke forsøgsplaner for de 4 transportundersøgelser. Hver af de 7 producenter fik undersøgt 3 containere, d.v.s. i alt 21 containere var med i undersøgelsen.

Desuden er omtalt håndteringsundersøgelser hos 2 af producenterne; den ene fik undersøgt én container og den anden en halv container.

PLAN NR.1:	Container:	Inddelt i 4 lag
Her deltog	Stak:	6 bakker i stakken
3 producenter	Bakke:	17 pounds
	Stakken vendt:	Ja
PLAN NR.2:	Container:	Inddelt i 3 lag
Her deltog	Stak:	8 bakker i stakken
1 producent	Bakke:	20 pounds
	Stakken vendt:	Ja
PLAN NR.3:	Container:	Inddelt i 4 lag
	Stak:	6 bakker i stakken
	Bakke:	17 pounds
	Stakken vendt:	Stak nr.2, 4 og 6
	Stakken ikke vendt:	Stak nr.1, 3 og 5

PLAN NR.4: Container: Inddelt i 3 lag
 Stak: 8 bakker i stakken
 Bakke: 20 pounds
 Stakken vendt: Stak nr.2, 4 og 6
 Stakken ikke vendt: Stak nr.1, 3 og 5

PLAN NR.5: Hos producenten blev æggene på containeren gennemlyst og knækæg registreret; æggene blev sat tilbage på containeren. Den efterfølgende dag blev samme procedure gentaget, d.v.s., her var der tale om en håndteringsundersøgelse. Undersøgelserne blev foretaget hos 2 producenter, hvor der henholdsvis blev anvendt 17 og 20 pounds bakker.

Tabel 4.1 Skematisk oversigt over de 4 undersøgelser under transporten

Tabel 4.1 A survey over the 4 transport investigations

Plan nr.:	17 pounds bakker Vendt stak	20 pounds bakker Vendt stak	17 pounds bakker Ikke-vendt stak	20 pounds bakker Ikke-vendt stak
1	X			
2		X		
3			X	
4				X

4.3 Statistiske metoder

4.3.1 Transportanalyse

Sandsynligheden for, at et æg registreres som knækket under transporten, ønskes beskrevet under hensyn til æggets placering i containeren, og til beskrivelsen benyttes linomialfordelingsmodeller. En generel teori for estimation og test i sådanne modeller er f.eks. blevet beskrevet af Frenberg (1978) og Cox (1970).

Med hensyn til de 21 containers transport blev i gennemsnit registreret 44,7 knækket æg pr.transport, og det er derfor begrænset, hvor komplicerede modeller det er muligt at opstille og efterprøve. En del simplificerende antagelser må nødvendigvis foretages.

Da 20 pounds bakker og containere med 3 lag kun blev benyttet hos én producent - nemlig 101, der er identisk med 1010 -, er det derfor ikke muligt at adskille effekten af 20 pounds bakker og 3 lags container fra effekten af denne producents transportvej og produktionsforhold.

4.3.2 Sammenligning af antal knæk i det indre og ydre område af bakken

Det antages, at risikoen for, at et æg knækker, når det placeres i det indre af en bakke, relativt til risikoen for, at ægget knækker, når det placeres i det ydre af samme bakke, er ens for alle bakkers vedkommende. Den absolutte risiko for, at et æg knækker, når det placeres i det indre af en bakke, kan derimod godt variere fra bakke til bakke.

Til at undersøge, om den konstante, relative risiko kan være 1, det vil sige ingen forskel på det indre og det ydre af en bakke, benyttes Mantel/Haenszels test (Mantel og Haenszel, 1959); principperne bag dette test redegøres der for i det følgende.

Betragt en bakke, hvori der er registreret k -knæk, og kald antallet af hele æg i det indre område før transport for NI samt antallet af hele æg i det ydre område før transport for NY og sæt $N = NI + NY$; hvis der ikke er forskel på det indre og det ydre område af bakken, og hvis man observerer k -knæk i hele bakken, så vil man forvente $k = NI/N$ knæk i det indre af bakken. Er der ingen forskel på det indre og det ydre af bakken, så er variansen på det observerede antal knæk i det indre lig med $k \cdot NI \cdot NY \cdot (N - k)/(N \cdot N \cdot (N - 1))$ (Cox, 1970). For hver transport og for hver forsøgsplan kan man så beregne summen, T_{obs} , af observerede antal knæk i det indre af alle bakker samt summen af forventede antal knæk i det indre af alle bakker, T_{forv} , og summen, V , af variansen på antal knæk i det indre. Som teststørrelse for, at den relative risiko mellem det indre og det ydre af bakken er 1, benyttes:

$$(1) \quad N_1 = \frac{T_{obs} - T_{forv}}{\sqrt{V}}$$

der er approksimativt normalfordelt $(0,1)$.

4.3.3 Sammenligning af antal knæk i bakker med forskelligt nummer, placeret i samme stak

Undersøgelse af knækægsfrekvensens afhængighed af bakkens placering inden for samme stak foretages for hver forsøgsplan for sig. Det antages, at der er samme risiko for, at et æg knækker, hvad enten det er placeret i det indre eller i det ydre af bakken; endvidere antages, at frekvensen enten vil stige eller aftage, når bakken placeres

lavere i stakken, og at denne afhængighed kan beskrives rimeligt ved hjælp af en retliniet afhængighed af bakkenummeret. Indflydelsen af bakkens placering i stakken bedømmes dernæst ved at undersøge, om den rette linie har hældningen 0, og hertil benyttes teststørrelsen, foreslået af Armitage (1955) (se også Breslow og Day, 1980). I det følgende redegøres for principperne bag teststørrelsen.

Lad k betegne det totale antal knæk under transport i de seks (forsøgsplanerne 1 og 3) eller otte (forsøgsplanerne 2 og 4) bakker i samme stak under en transport. Lad m_i betegne antal hele æg før transport i bakke nr. i , lad a_i betegne antallet af observerede knæk i bakke nr. i under transport, og sæt $M = \sum m_i$. Lad e_i betegne det forventede antal knæk i bakke nr. i , hvis der ikke er forskel på bakkerne, d.v.s. $e_i = k \cdot m_i / M$. For hvert sæt bakker i samme stak beregnes så $R = \sum (a_i - e_i)$, som kan vises at have variansen $VR = k(M - k) (M \sum m_i^2 - (\sum m_i)^2) / (M \cdot M \cdot (M - 1))$ og middelværdien 0, hvis der ikke er forskel på bakkerne. For hver transport og forsøgsplan undersøges så, om summen $\sum R$ af de beregnede værdier af R har middelværdi 0. Dette gøres ved hjælp af teststørrelsen

$$(2) \quad N_2 = \frac{\sum R}{\sqrt{\sum VR}}$$

der er approksimativt normalfordelt (0,1) under nulhypotesen, om ingen forskel på bakkerne. Her betegner VR summen af varianserne VR . I forsøgsplanerne 2 og 4 beregnes teststørrelsen separat for vendte stakke (stakkerne 1, 3 og 5) og ikke-vendte stakke (2, 4 og 6).

4.3.4 Indflydelsen af lag og stak på knækægsfrekvensen

Det antages, at der er samme risiko for, at et æg knækker, hvad enten det er placeret i det indre eller i det ydre af en bakke; ligeledes antages, at i bakker, placeret i samme stak under transport, er risikoen den samme.

Lad p_{ILS} betegne sandsynligheden for, at et æg knækker under transport T , når ægget befinder sig i lag L og stak S ; og lad N_{ILS} betegne antallet af hele æg før transport. Antallet af knækkede æg i lag L og stak S under transport T betragtes da som binomialfordelt (N_{ILS}, p_{ILS}) . For nærmere at beskrive indflydelsen af lag og stak på knækægsfrekvensen er for hver enkelt forsøgsplan benyttet modellerne:

$$(1) \quad \log \frac{p_{TILS}}{1 - p_{TILS}} = \mu + \alpha_T + \beta_L + \gamma_S + (\alpha\beta)_{TL} + (\alpha\gamma)_{TS}$$

$$(2) \quad \log \frac{p_{TILS}}{1 - p_{TILS}} = \mu + \alpha_T + \beta_L + \gamma_S$$

$$(3) \quad \log \frac{p_{TILS}}{1 - p_{TILS}} = \mu + \alpha_T + \beta_L$$

$$(4) \quad \log \frac{p_{TILS}}{1 - p_{TILS}} = \mu + \alpha_T + \delta \cdot \text{lagnr.}$$

$$(5) \quad \log \frac{p_{TILS}}{1 - p_{TILS}} = \mu + \alpha_T$$

I model (4) er variabelen lag nr. 1 for lag A, 2 for lag B, 3 for lag C og 4 for lag D. Fortolkningen af modeller af typen (1)-(5) redegøres der for i det følgende.

Betragtes æg fra samme transport i samme lag, men i forskellige stakke f.eks. stak 1 og stak 2 fås ud fra model (1), at:

$$\log \left[\frac{p_{TIL1}}{1 - p_{TIL1}} / \frac{p_{TIL2}}{1 - p_{TIL2}} \right] = \gamma_1 - \gamma_2 + (\alpha\gamma)_{T1} - (\alpha\gamma)_{T2}$$

Da sandsynlighederne p_{TILS} er små, er odds $p_{TILS} / (1 - p_{TILS})$ omtrent lig med p_{TILS} ; og odds ratio $(p_{TIL1} / (1 - p_{TIL1})) / (p_{TIL2} / (1 - p_{TIL2}))$ er omtrent lig med den relative risiko p_{TIL1} / p_{TIL2} . Model (1) udtrykker således tilnærmelsesvis, at den relative risiko mellem to stakke varierer fra transport til transport. For model (2) fås derimod tilnærmelsesvis, at den relative risiko mellem to stakke er den samme fra transport til transport. Tilsvarende er den relative risiko mellem to lag konstant fra transport til transport. Model (3) er en yderligere simplificering, idet risikoen for, at ægget knækker, kun afhænger af, hvilken container der er tale om, og i hvilket lag ægget befinder sig. Man vil på forhånd forvente, at en eventuel forskel på lagene vil give sig udslag i, at knækægsfrekvensen enten aftager eller stiger, jo højere laget er placeret i containeren. En primitiv beskrivelse af dette er formuleret med model (4), hvor den relative risiko mellem to nabolag er konstant. Model (5) er den simpleste model, der betragtes. I denne model har alle æg under en transport samme sandsynlighed for at knække, men der kan være forskelle på forskellige containere.

Hvorvidt model (1) kan simplificeres til model (2), model (2) til model (3) o.s.v. afgøres ved hjælp af likelihood-ratio-test (Fienberg, 1978); hvorved forstås teststørrelser, der er approksimativt χ^2 -fordelte.

4.3.5 Håndteringsundersøgelsen

Der blev foretaget en analyse for hver producent for sig. Forskellen på det indre og ydre af bakken blev undersøgt på samme måde som ved transportanalysen. På grund af de meget små antal observerede knæk blev indflydelsen af bakke, stak og lag undersøgt gennem tre separate, marginale analyser. Sammenligningen af stakke blev således udført på tværs af lag som en sammenligning af 6 binomialfordelinger.

En sammenligning af antallet af knæk ved håndteringsundersøgelsen med antallet af knæk ved transportundersøgelsen gør det uhyre vanskeligt at inddrage resultaterne fra producent 99, da denne ikke indgår i transportundersøgelsen; derimod er det den samme producent, der optræder med numrene 101, 1010 og 199. Håndteringsundersøgelsen er foretaget den 25. juni, transportundersøgelsen med nummeret 101 er foretaget den 2., 15. og 28. maj, og transportundersøgelsen med nummeret 1010 er foretaget den 17. september, 16. oktober og 20. november; det virker derfor mest rimeligt at sammenligne håndteringsundersøgelsen med transportundersøgelsen med nummeret 101. Da knækægsprocenten med hensyn til transportundersøgelsen er mindre end knækægsprocenten med hensyn til håndteringsundersøgelsen, er en nærmere statistisk analyse ikke gennemført.

5 RESULTATER

I tabellerne 5.1 og 5.2 er hovedresultaterne af undersøgelsen opgjort. Som det umiddelbart ses, opstod der ca.1 % knæk på grund af håndtering af æggene og transport fra producent til ægpakkeri.

Tabel 5.1 Procent knækæg, før og opstået under transport, opgjort efter hønealder

Table 5.1 The percentage of cracked eggs before and under transport in relation to age of hens

Producentens forsøgsnr.:	Plan nr.	Hønealder, uger	Ægvægt, g	Knækæg før transport, %	Knækæg under transport, %
101	2	50	63,5	5,65	0,46
104	1	52	63,3	8,66	1,07
112	3	55	65,1	6,53	0,67
15	1	60	64,5	9,95	1,62
18	1	67	67,1	7,59	1,19
1040	3	68	64,8	13,80	1,40
1010	4	72	66,1	10,60	0,88
Gns.				8,97	1,04

Under håndteringsundersøgelsen blev anvendt 2 bakketyper; én bakke-type, hvor æggene blev sat på 17 pounds bakker, og én bakketype, hvor æggene blev sat på 20 pounds bakker, og resultaterne af denne undersøgelse ses i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Procent knækæg, overset eller opstået ved 1.gennemlysning af æggene

Table 5.2 The percentage of eggs cracked or not observed in the first candling

Plan nr.:	Bakkestørrelse, pounds	Hønealder, uger	Ægvægt, g	Knækæg v/1. gennemlysning, %	Forøgelse af % knækæg v/2. gennemlysning.
5	17	55	65,0	5,46	0,48
5	20	79	66,3	11,48	0,60

Af tabel 5.3 fremgår resultaterne af hver enkelt undersøgte container før og efter transporten.

Tabel 5.3 Antallet af knækæg før og under transporten for hver enkelt undersøgelse

Table 5.3 The number of cracked eggs before and during transport for each investigation

Producent nr.:	Dato i 1984	Hønealder, uger	Antal knæk før transport	Antal knæk under transport
15	5/02	60	401	68
15	19/02		459	82
15	4/03		429	59
104	19/03	52	342	47
104	2/04		319	34
104	4/06		462	62
18	23/02	67	331	38
18	1/03		335	56
18	15/03		317	60
101	2/05	50	260	21
101	15/05		217	16
101	28/05		254	21
112	12/09	55	307	29
112	26/09		257	25
112	10/09		282	32
1040	7/08	68	522	37
1040	20/08		572	83
1040	3/09		695	61
1010	17/09	72	425	45
1010	16/10		413	47
1010	20/11		535	21

5.1 Sammenligning af antal knæk i det indre og ydre område af bakken

I 3 containere fandtes signifikant større relativ knækægsfrekvens i det indre end i det ydre område af bakkerne; og i 2 containere fandtes signifikant mindre relativ knækægsfrekvens i det indre end i det ydre område af bakkerne (se tabel 5.4). Opgjort for hver forsøgsplan for sig samt totalt for alle forsøgsplaner, kunne ikke påvises nogle signifikante forskelle (tabel 5.5).

Tabel 5.4 Knækægsprocenten - før og under transport - for det indre og ydre område af bakkerne, for de undersøgelser, der viste forskelle under transporten

Table 5.4 The percentage of cracked eggs before and during transport as to the inner and outer area of the tray for the investigations which showed differences during transport

Pro. duc.	Dato	Indre		Knæk.% u/trp.	Ydre		Knæk.% u/trp.	P-værdi v/test af $P_I = P_Y$
		hele æg før trp.	knækæg u/trp.		hele æg før trp.	knækæg u/trp.		
104	19/03	1590	24	1,5	2250	18	0,8	2,1 %
104	2/04	1601	7	0,4	2400	27	1,1	2,8 %
18	23/02	1607	22	1,4	2382	16	0,7	3,2 %
112	12/09	1596	19	1,2	2417	13	0,5	1,8 %
1010	16/10	1547	10	0,6	2360	37	1,6	1,2 %

Tabel 5.5 Samlet opgørelse over knækægsprocenten i det indre og ydre område af bakken

Table 5.5 The whole statement of the percentage of cracked eggs in the inner and outer area of the tray

Indre		Knæk.% u/trp.	Ydre		Knæk.% u/trp.
hele æg før trp.	knækæg u/trp.		hele æg før trp.	knækæg u/trp.	
36288	361	1,0	54432	578	1,1

5.2 Sammenligning af antal knæk i bakker, placeret i samme stak

Ved forsøgsplan 1 fandtes i en enkelt container en signifikant afhængighed af bakkens placering i stakken ($p = 1\%$), således at jo lavere bakken var placeret i stakken under transporten til ægpakkeriet jo flere knæk (se tabel 5.6). Ved en samlet vurdering fandtes ingen effekt af bakkens placering i stakken; vedrørende forsøgsplanerne 2 og 3 kunne ikke påvises forskel på bakkerne i samme stak, hverken under enkelte transporter eller samlet for alle transporter.

Ved forsøgsplan 4 fandtes i ét tilfælde en signifikant afhængighed af bakkens placering i de vendte stakke ($p = 4\%$) og i ét tilfælde i de ikke-vendte stakke ($p = 2\%$).

I dét tilfælde, hvor bakkerne fik samme placering i stakken, fandtes flere knæk, jo lavere bakken var placeret under transporten; og i det andet tilfælde fandtes flere knæk, jo højere bakken var placeret under transporten. Ved en samlet vurdering fandtes ingen afhængighed af bakkens placering i stakken.

Tabel 5.6 Antal knækæg i stakken, hvor antallet af knæk var en effekt af bakkens placering i stakken

Table 5.6 The numbers of cracked egg in stack where the number of cracked eggs was an effect of placement in the stack

Producent	Dato	Stak	Stak vendt før transp.	Bakkenummer							
				1	2	3	4	5	6	7	8
				øverst				nederst			
Antal knæk											
15	19/02	1,6	ja	6	11	14	19	14	18	0	0
1010	17/09	1,3,5	nej	1	0	3	3	2	2	6	4
1010	20/11	2,4,6	ja	1	6	2	2	0	0	1	0

5.3 Indflydelse af lag og stak på knækægsfrekvensen

Ved forsøgsplanerne 1 og 4 kunne hverken påvises indflydelse af lag eller stak på knækægsfrekvensen; derimod var der store variationer fra transport til transport. Model (5) gav således en tilfredsstillende beskrivelse af data. Ved forsøgsplanerne 2 og 3 kunne heller ikke påvises nogen effekt af stak inden for lag, derimod fandtes med hensyn til begge planer en signifikant effekt af lag, idet knækægsfrekvensen øges, jo højere laget er placeret i containeren. Odds ratio relativt til øverste lag og estimeret ud fra model (3) er angivet i tabel 5.7.

Tabel 5.7 Antal hele og knækkede æg samt knækægsprocent i undersøgelser med forskel mellem lagene

Table 5.7 The number of the intact and cracked eggs and the percentage of cracked eggs in investigations which showed a difference between layers

Plan:	Lag	Hele æg før trp.	Knækæg under trp.	Knækægs- procent under trp.	Odds- ratio
1	A	8949	138	1,5	1,00
	B	8838	122	1,4	0,90
	C	8840	109	1,2	0,80
	D	8858	132	1,5	0,96
2	A	4073	26	0,6	1,00
	B	4065	20	0,5	0,77
	C	4091	12	0,3	0,46
3	A	5828	80	1,4	1,00
	B	5831	74	1,3	0,92
	C	5826	61	1,1	0,76
	D	5800	52	0,9	0,64
4	A	3862	33	0,9	1,00
	B	3827	43	1,1	1,32
	C	3898	37	1,0	1,11

5.4 Håndteringsundersøgelser

Ingen af forskellene i opgørelsen af resultaterne fra håndteringsundersøgelsen var signifikante. Forøgelsen af knækægsprocenten kan selv ved hjælp af 2.gennemlysning af æggene ikke påvises at afhænge af æggets placering i containeren.

6 DISKUSSION

Adskillige faktorer som f.eks. hønealder, burkonstruktion, automatisering af ægindsamling og desuden, hvor mange knækæg ægproducenten selv sorterer fra i forbindelse med pakning af æggene, har betydning for, hvor mange knækæg der findes i containeren inden transporten til ægpakkeriet. Dette kan være forklaringen på, hvorfor der ikke kan ses en sammenhæng mellem knækægsprocenten før afhentning af æggene og den, der opstod under transporten; ligeledes kan det være forklaringen på, hvorfor der ingen sammenhæng kan ses mellem knækægsprocent før transporten og hønens alder (tabel 5.1). Frasorteringen af knækæg hos producenterne svinger fra dag til dag, så antallet af knæk, fundet før transporten hos den enkelte producent (tabel 5.3), er ikke udelukkende et udtryk for skalkvaliteten på det aktuelle tidspunkt.

Ud fra iagttagelser af forholdene på produktionsstedet kunne det tænkes, at automatiseringsgraden af indsamlings- og pakkesystemet på flere måder havde betydning for knækægsprocenten under ægtransporten.

I et fuldautomatisk indsamlings- og pakkesystem kan æggene blive udsat for flere stød end i et mindre automatisk system, således at nogle af de intakte, men allerede belastede æg vil knække under transporten på grund af tidligere påvirkninger fra det fuldautomatiske system; og ud fra denne antagelse vil man finde en større knækægsprocent under transporten, hvor et fuldautomatisk indsamlings- og pakkesystem forefindes end, hvor systemet er mere manuelt.

Det modsatte kunne i teorien også være tilfældet. I et fuldautomatisk system vil æg med svag skal lettere knække og således blive frasorteret, før de bliver pakket på containeren, end hvis de samme æg blev indsamlet og pakket manuelt, d.v.s. man vil finde en lavere knækægsprocent, der kunne henføres til transporten, hvor der var et fuldautomatisk indsamlings- og pakkesystem end, hvor systemet var mere manuelt. På trods af de iagttagne forskelligheder i de anvendte indsamlings- og pakkesystemer (tabel 3.1) kunne der ikke konstateres forskel på knækægsprocenten, der kunne henføres til disse.

Ved hjælp af de statistiske analyser over opgørelserne af knækægsprocenten under transporten kunne konstateres, at der ikke var forskel på knækægsprocenten mellem æg, der stod i det indre eller ydre

område af bakken; dette er imidlertid ikke i overensstemmelse med resultaterne af en undersøgelse, foretaget af Anderson (1969), der fandt, at æg, stående i æggebakkens hjørner, var de mest udsatte og at æg, stående i æggebakkens midte, blev mindst beskadiget. Ligeledes fandt Anderson, at knækægsprocenten steg jævnt fra øverste bakke (nr. 1) til nederste bakke (nr.6) i en stak med forholdstal på henholdsvis 100 og 111,2. Disse resultater kunne ikke bekræftes af resultaterne fra denne undersøgelse, hvor der ikke blev fundet en generel effekt på bakkens placering i stakken; årsagen til den manglende overensstemmelse kan muligvis skyldes, at man i denne her undersøgelse pr. gang betragtede 4.320 æg, placeret i en container, medens Anderson pr.gang beskæftigede sig med 180 æg, placeret i en papkasse.

Almindeligvis er det ikke aktuelt at vende stakken med æg, men i visse undersøgelser kan det være en praktisk fordel at udføre dette. Ved at vende stakken får bakkerne, der flyttes fra øverst til nederst i stakken, et øget pres, der måske kan give anledning til knækæg blandt de æg, der ikke ville være knækket, hvis trykket havde været mindre. Det viste sig ved de statistiske analyser af resultaterne ikke at være tilfældet. Der var ingen forskel på knækægsprocenten mellem stakke, der blev vendt, og stakke, der ikke blev vendt.

Både ved forsøgsplan 2 (20 pounds bakker) og forsøgsplan 3 (17 pounds bakker) blev fundet en effekt af lag, således at det var mest risikofyldt for æggene at stå på det øverste lag.

Kun i forsøgsplanerne 2 og 3, d.v.s. hos 3 ud af 7 producenter, viste der sig at være en effekt af, hvilket lag æggene stod på. Denne effekt var uafhængig af, om stakken var vendt eller ikke-vendt, eller om der var anvendt 17 eller 20 pounds bakker (tabel 6.2). Det er vanskeligt at angive årsagen til forskellen mellem forsøgsplanerne 2 og 3 på den ene side og forsøgsplanerne 1 og 4 på den anden side.

Der var ingen væsentlig forskel på resultaterne fra forsøgsplanerne 2 og 3 og på resultaterne fra forsøgsplanerne 1 og 4. Årsagen til effekten af lag kan måske være måden, hvorpå containeren er blevet behandlet under transporten.

I termobilten står containerens nederste del forholdsvis stabilt på grund af vægten og fastspændingen, men stød og lignende kan forårsage, at containeren svejer i den øverste del, og dette forhold kan muligvis give anledning til flere knækæg i det øverste lag.

Tabel 6.2 Odds-ratio tal, som udtryk for knækægshæftens afhængighed af æggens placering på lag

Table 6.2 The odds-ratio as an expression of the percentage of cracked eggs dependent of the placement of the eggs on the layers

Lag:	Plan 2	Plan 3
A	1,00	1,00
B	0,77	0,92
C	0,46	0,76
D	0,00	0,64

En sammenligning af resultaterne fra håndteringsundersøgelsen med resultaterne fra transportundersøgelsen er ikke umiddelbart muligt, idet de to undersøgelser ikke er foretaget på samme tid. Det er ikke muligt at afvise, at forøgelsen i knækægshæftensprocenten ved håndtereingsundersøgelsen er den samme som forøgelsen i knækægshæftensprocenten ved transportundersøgelsen. Man ville dog næppe forvente at observere en forskel på lag som resultat af håndteringen.

Et af de forhold, det var ønsket at få klarhed over gennem undersøgelsen, var, om den anvendte bakkestørrelse havde indflydelse på knækægshæftensprocenten. Da de forskellige bakkestørrelser af praktiske årsager ikke blev anvendt af samme producent, var det ikke muligt at behandle resultaterne fra denne del af undersøgelsen statistisk; dog kan man ved at sammenligne producentnumrene 1040 og 1010 få et vist indtryk af, om bakkestørrelsen havde haft en vis indflydelse (tabel 6.3).

Tabel 6.3 Knækægshæftensprocenten, opgjort efter bakkestørrelse

Table 6.3 The percentage of cracked eggs due to the size of the egg tray

Producentnr.:	Hønealder, uger	Bakkestørrelse, pound	Knækæg, gns. af 3 undersøgelser, %
101	50	20	0,46
104	52	17	1,07
1010	72	20	0,88
1040	68	17	1,40

Om den forskel, der blev konstateret mellem producenterne (tabel 6.3), der anvendte henholdsvis 17 og 20 pounds bakker, alene skyldtes bakkens størrelse, er det ikke muligt med nogen statistisk sikkerhed ud fra de indsamlede data at udtale sig om, og der skal nye undersøgelser til, før man kan afgøre, hvor stor en del af forskellen på knækægsprocenten der kan tilskrives bakkens størrelse. En undersøgelse, udført af Danæg (Danæg-Nyt, 1984), afkræfter ikke tendenserne af resultaterne, fundet i denne undersøgelse, omend forsøgsmetoden ikke umiddelbart kan sammenlignes.

Hvor der blev anvendt 20 pounds bakker, stod der 8 bakker i en stak på grund af containerens lagopdeling, medens der med 17 pounds bakker, stod 6 bakker i en stak. Tilsyneladende har det ikke givet anledning til flere knækæg, at der har stået 8 bakker i stakken, selv om de nederste bakker blev udsat for et større tryk, end hvor der kun stod 6 bakker i stakken.

7 KONKLUSION

Under transporten fra producent til ægpakkeri knækkede i gennemsnit ca. 1 % af de undersøgte æg; en del af disse æg knækkede muligvis i forbindelse med selve håndteringen under gennemlysning af æggene. Da antallet af knækkede æg er lille, er undersøgelsen ikke tilstrækkelig omfattende til at udtale sig om, hvor mange æg der knækker på grund af gennemlysning og håndtering, og hvor mange der knækker som følge af transporten.

Ved sammenligning af 2 producenter med ensartede produktionsforhold blev fundet færrest knækæg hos den producent, der benyttede 20 pounds bakker. Dette kan skyldes forskellen på bakkens størrelse, men også andre forhold - f.eks. forskel på transportvejen.

Det eneste, der viste sig statistisk sikkert med hensyn til knækægsprocentens afhængighed af æggets placering i containeren, var i nogle tilfælde en effekt af lag; det viste sig at være mest risikofyldt for ægget at være anbragt på det øverste lag i containeren.

Variationen mellem de 3 containere, der blev undersøgt hos hver producent, viste sig at være så stor, at det på grundlag af undersøgelsen af en container var svært at udtale sig om knækægsprocentens størrelse fra container til container. Dette er værd at notere sig, når undersøgelse over knækægsprocenten i øvrigt skal foretages.

Det konstateres, at sammenligning af forskellige producenter med hinanden er overordentlig svært, ja, selv det at sammenligne ægpartier hos samme producent kan volde problemer, når undersøgelsen strækker sig over en længere periode.

Løsningen på dette problem kunne være kun at foretage undersøgelser hos én producent og eventuelt på flere æg for at få svar på et stille spørgsmål. Dette vil dog vise sig praktisk umuligt, hvis æggene skal gennemlyses enkeltvis af samme person, med mindre man finder en metode, der lettere end enkeltvis gennemlysning kan afsløre knækæg - f.eks. ved hjælp af farvning, der afslører knækkede æg (Dickens et al., 1985).

I denne undersøgelse er fundet, at det bidrag til den totale knækægsprocent, der stammer fra transport af æg fra producent til ægpakkeri, er en mindre del i forhold til de bidrag, der stammer fra andre faktorer, hvorfor en indsats for at få nedbragt frekvensen af knækæg i første omgang skulle koncentreres om disse faktorer.

LITTERATUR

- Anderson, G.B., Carter, T.C., Jones, R.M., 1969. Some factors affecting down grading in eggs, especially damage in transit. *British Poultry Science* 10:45-52.
- Armitage, P., 1955. Test for linear trend in proportions and frequencies. *Biometrics* II:375-386.
- Bowman, J.C., Challender, N.I., 1963. Egg shell strength, a comparison of two laboratory tests and field results. *British Poultry Science* 4:103-116.
- Breslow, N.E. and Day, N.E., 1980. Statistical methods in cancer research, volume 1 - the analysis of case-control studies. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- Cox, D.R., 1970. The analysis of binary data, London, Methuen.
- Danæg, 1984. Danæg-nyt nr.9.
- Dickens, J.A., Moats, W.A., and Thomson, J.E., 1985. Detection of cracked eggs. *Poultry Science* 64:414-416.
- Fienberg, S.E., 1978. The analysis of cross-classified categorical data. MIT Press, Cambridge Massachusetts and London, England.
- Johansson, G., 1981. Äggens kvalitet, insamling, transport och behandling. Skandinaviska Fjäderfäförbundet, Kongress 10.-12. augusti 1981, Tavastehus, Finland.
- Mantel, N. and Haenszel, W., 1959. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *Journal of national Cancer Institute*, 22:719-748.
- Ott-Ebbesen, L. og Therkildsen, S., 1986. Knækægsprojektet I. Målinger og iagttagelser hos producenter. 600. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Schoorl, P., Boersma, H.Y., 1962. Research on the quality of the egg shell. (A new method of determination). The 12th World's Poultry Congress, Sydney, Proceedings 432-435.
- Shrimpton, D.H. and Hann, C.M., 1967. Shell deformation in predicting of breakage due to transport and handling. *British Poultry Science* 8:317-320.