



Rapport

Effekt af temperatur og luftfugtighed under transport på kødkvalitet af slagtekyllinger

Margit Dall Aaslyng

1. oktober 2013
Proj.nr. 2002307-13
Version 1
MDAG/MT

Sammendrag

Lufttemperatur og -fugtighed blev målt 27 steder på 3 transportere for at beskrive klimaet under transport afhængig af placering på vognen. På den ene transport blev målingerne suppleret med måling af kødkvalitet.

Gennemsnitstemperaturen under transport var lavere for de bagerste kasser end for de midterste og forreste. I den kørsel med de største udsving var temperaturen i de forreste kasser endvidere mere stabil. Generelt var temperaturen mindst 8 °C højere i de forreste kasser.

Der var ikke forskel på temperaturen for de to sider af vognen, selv om der var direkte sol på den ene side. Dette har således ikke ændret temperaturen inde i kassen, selv om det kan have haft en betydning for de yderste kyllinger i de yderste kasser.

Kød fra de kyllinger, der var placeret i kasser tættest på førerhuset, havde et lavere pH. Samtidig var der en lineær effekt af maksimumtemperatur i kassen under transport, således at en højere maksimumtemperatur under kørslen medførte et højere pH. Selv om gennemsnitstemperaturen bag førerhuset således var højere, betød de store udsving i temperatur i kasserne fra de andre placeringer, at pH i fileter fra kyllinger fra disse kasser var højere.

Forsøget viser, at der er store udsving i temperatur på en vogn indenfor samme kørsel, og at kødkvaliteten påvirkes af dette.

Baggrund

Formålet med projektet er at fastlægge sammenhængen mellem temperatur forskellige steder på transportvognen og kødkvalitet og dødelighed med henblik på at anbefale optimale transportforhold f.eks. pakketæthed m.m. afhængig af vejret. Dette vil give virksomhederne et værktøj til at forbedre kødkvaliteten og nedbringe dødeligheden på slagtedagen, hvilket vil have en direkte økonomisk betydning samt en afledt dyrevelfærdsmæssig gevinst af betydning for image.

Pga. projektets budget har det kun været muligt at gennemføre kørsel om sommeren med åbne vogne, og resultaterne er således ikke repræsentative for kørsel om vinteren med presenninger, hvor det vides, at temperaturforløbet kan være væsentligt anderledes.

Transport vides fra litteraturen at påvirke kødkvalitet og dyrevelfærd. Dyrevelfærd påvirkes i form af dødelighed under transport, hvilket primært er vist, hvis transporten kommer over 300 km (Vecerek et al, 2006). Analyser viser endvidere, at transport over 100 km medfører, at kyllingerne bliver dehydreret (Wojcik et al, 2009). Endvidere har pH især i lårene været påvirket af transportlængde, hvilket viser, at transporten også har haft betydning for energiomsætningen i musklerne og dermed udvikling i kødkvalitet.

Temperaturen på vognen kan variere afhængig af placering af kasserne, og det er vist, at der på samme vogn både kan være kyllinger med kuldechok og med varmechok, hvis der ikke er optimal ventilation (Knezacek et al 2010).

Der er ikke hidtil blevet gennemført systematiske forsøg under danske forhold, der har kortlagt sammenhængen mellem temperatur og luftfugtighed på vognen og efterfølgende kødkvalitet. Dette forsøgs formål er derfor at undersøge sammenhængen på en længere, dansk kyllingetransport.

Gennemførelse

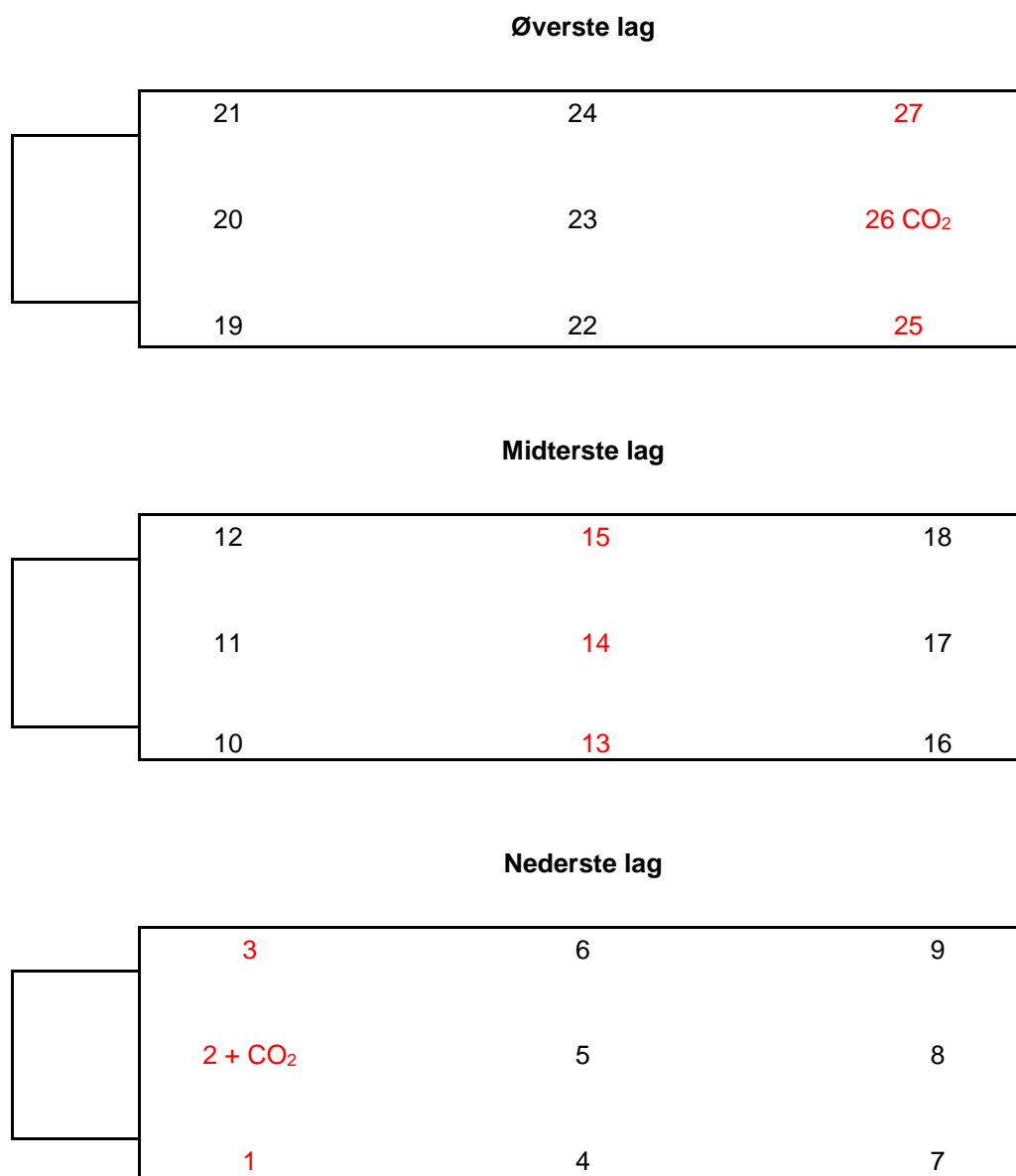
Der blev foretaget temperatur- og luftfugtighedsmålinger på tre kørsler på forskellige tidspunkter af døgnet.

I første og tredje kørsel var vognen læsset med 11 bure med kasser i længderetningen og 3 i tværgående retning. Der var 9 kasser i højden. På en vogn var der således 297 kasser med kyllinger.

På anden kørsel var vognen læsset med 10 bure i længderetningen og 2 bure i tværgående retning. Der var 10 kasser i højden. På en vogn var der således 200 kasser med kyllinger.

Der blev gennemført 3 kørsler, hvor der blev målt temperatur og luftfugtighed 27 udvalgte steder på vognen. Disse var valgt, så de repræsenterede hver side samt midten af vognen; tættest på førerhuset, i midten og bagerst på vognen samt i henholdsvis nederste lag, midterste lag og øverste lag (se figur 1). Temperatur og luftfugtighed blev logget hvert minut ved hjælp af Tiny Tag-loggere.

Endvidere blev der målt CO₂-koncentration to steder på vognen (se figur 1). (Tiny Tag CO₂-loggere 001).



Figur 1. Overblik over placering af loggere og kameraer. For kyllinger i kasser nummereret med rødt blev der også målt dryptab.

Tid fra indfangningsstart til kørsel samt køretid fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Tid, udetemperatur og relativ luftfugtighed ude (RH) ved 3 kørsler af slagtekyllinger.

	Indfangning til kørsel	Køretid	Tid på dagen	Temperatur, °C*	RH, %*
Kørsel 1	55 min	125 min	Eftermiddag	18,3	54
Kørsel 2	65 min	150 min	Aften	21,8	61
Kørsel 3	52 min	65 min	Morgen	11,7	56

*Målt som gennemsnit af hele transporten

På kørsel 1 og 3 blev antallet af kyllinger, der var døde ved ankomst, registreret.

Der blev endvidere målt kødkvalitet på kyllinger fra kørsel 1.

Måling af kødkvalitet

Opmærkning

Efter kasserne var blevet fyldt, blev 14 kyllinger i hver kasse opmærket med farvede strips for senere identifikation.

Opstaldning og slagtning

Kyllingerne blev slagtet i to hold, således at første hold var opstaldet i ca. 2 timer, mens det andet hold var opstaldet i 3½ time. Dette var af praktiske årsager for at sikre, at alle kødkvalitetsmålinger kunne gennemføres.

pH og temperatur

Kyllingerne blev hængt af slagtelinjen efter ca. 30 min. Her blev pH målt i den venstre brystfilet og temperatur i den højre med en måling pr. kylling.

Målingen tog ca. 50 min. pr. hold, hvorfor der er betydelig forskel i tidspunktet post mortem for måling.

Efter måling blev kyllingerne hængt på slagtekæden igen og kølet.

Efter køling – ca. 5 timer post mortem – blev kyllingerne igen hængt af slagtelinjen og pH blev målt i venstre brystfilet som enkeltbestemmelse. Ved denne måling blev kyllingerne registreret individuelt, således at pH kunne sammenholdes med dryptab.

Dryptab

Der blev bestemt dryptab på 9 kyllinger fra 9 kasser svarende til 81 kyllinger.

Højre filet blev udskåret, vejede og lagt på et trådnet i en kasse. Kasserne blev stablet, således at kødet var overdækket for at undgå udtørring. Fileterne blev vejede efter 48 timer.

Da der ikke var signifikant forskel på vægten (testet med en variansanalysemodel) mellem brystfileterne fra forskellige kasser, blev dryptabet ikke korrigeret for filetenes vægt.

Statistik

Sammenhængen mellem antal kyllinger pr. kasse og gennemsnit, maksimum- og minimumtemperatur under transport på dag 1 blev testet ved en variansanalyse med følgende model:

$$\text{Temperatur} = \text{antal kyllinger} + \varepsilon$$

Sammenhængen mellem temperatur under transport og pH henholdsvis temperatur tidlig post mortem blev testet ved følgende model:

$$\text{pH/temp} = \mu + \beta_1 \text{MaksT} + \beta_2 \text{SnitT} + \beta_3 \text{MinT} + \varepsilon$$

Sammenhængen mellem pH og temperatur tidlig post mortem og placering på vognen blev undersøgt ved en variansanalyse med følgende model:

$$\text{pH/temp} = \mu + \text{lag} + \text{position} + \text{side} + \text{lag} * \text{position} + \text{lag} * \text{side} + \text{position} * \text{side} + \text{position} * \text{lag} * \text{side} + \varepsilon$$

Modellen blev reduceret, ved at ikke signifikante effekter blev fjernet.

Dryptab og pH 5 timer post mortem af de tilsvarende kyllinger blev analyseret med en ensidig variansanalyse som følger:

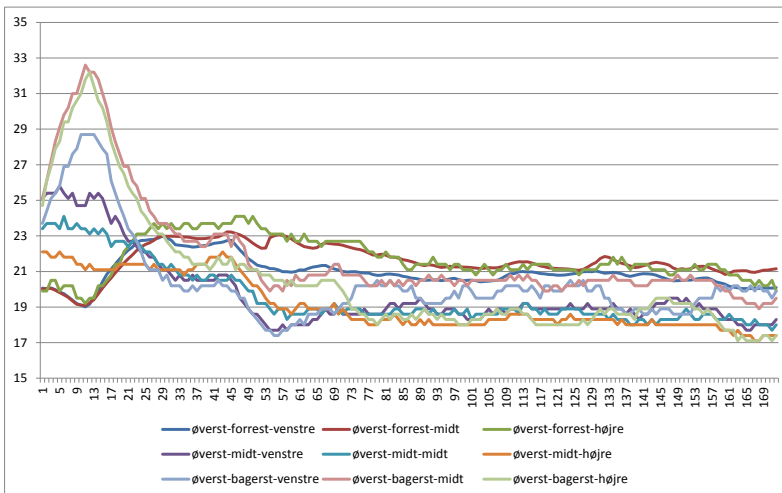
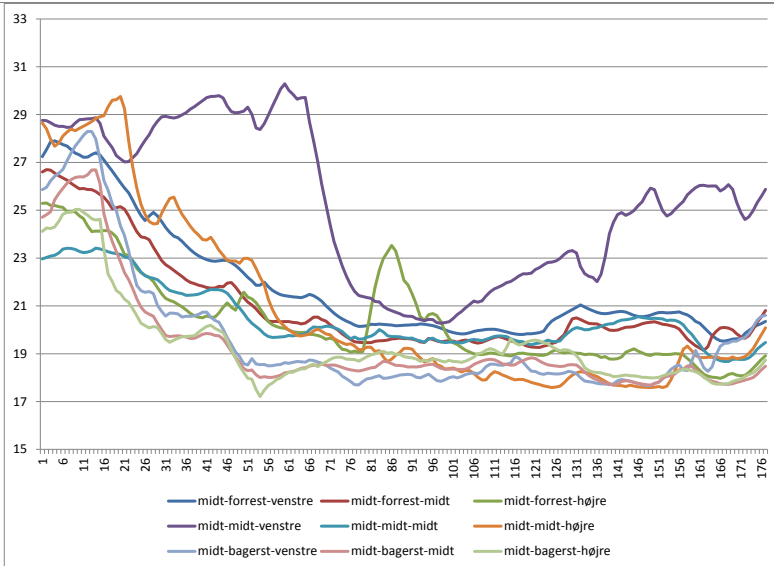
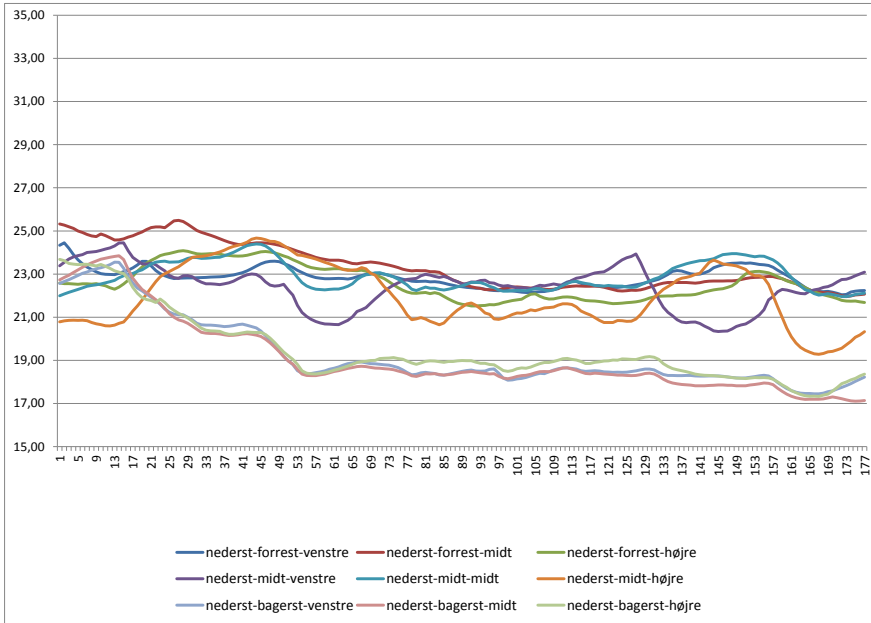
$$\text{pH/dryptab} = \mu + \text{kasse} + \varepsilon$$

Resultater

Temperatur

Temperatur på vognen

Temperaturen på vognen på kørsel 1 fremgår af figur 2. For de følgende to kørsler er temperaturforløbene i bilaget.



Figur 2. Temperaturforløb i kasserne under transport for henholdsvis øverste lag (øverste figur), midterste lag (midterste figur) og nederste lag (nederste figur). X-aksen angiver minutter efter transportstart.

Figureerne viser, at der var stor variation i temperaturforløbet. Gennemsnit, maksimum og minimum er summeret i tabel 2 for henholdsvis de tre lag og de tre positioner på vognen.

Tabel 2. Temperatur på vogn som gennemsnit, maksimum og minimum af 9 kasser

Kørsel 1	Gennemsnit	Maksimum	Minimum
Lag			
Øverste	20,6	32,6	17,1
Midterste	20,9	30,3	17,2
Nederste	21,5	25,5	17,1
Side			
Venstre	21,4	30,3	17,4
Midten	21,0	32,6	17,1
Højre	20,7	32,2	17,1
Placering i forhold til køreretning			
Forrest	21,8	23,3	20,4
Midt	21,4	30,3	17,1
Bagerst	19,9	32,6	17,1

Kørsel 2	Gennemsnit	Maksimum	Minimum
Lag			
Øverste	23,7	27,1	18,5
Midterste	21,6	25,8	17,1
Nederste	21,4	22,3	17,2
Side			
Venstre	22,6	27,1	17,2
Midten	22,2	26,3	17,2
Højre	21,8	27,0	17,1
Placering i forhold til køreretning			
Forrest	23,5	27,1	17,2
Midt	22,4	26,7	18,6
Bagerst	20,8	24,4	17,1

Kørsel 3	Gennemsnit	Maksimum	Minimum
Lag			
Øverste	16,4	23,6	13,5
Midterste	16,9	24,8	13,5
Nederste	18,1	24,1	13,4
Side			
Venstre	17,1	24,1	13,5
Midten	16,9	24,8	13,4
Højre	17,5	24,1	13,4
Placering i forhold til køreretning			
Forrest	19,9	24,8	15,3
Midt	15,9	20,5	13,4
Bagerst	15,6	22,6	13,4

Samlet

De tre kørsler har haft forskellig temperatur, hvor kørsel 2 har haft den varmeste gennemsnitstemperatur, svarende til at udendørstemperaturen også var højest her (tabel 1), efterfulgt af kørsel 1 og kørsel 3 med den laveste gennemsnitstemperatur svarende til en markant lavere uden-dørstemperatur ved kørsel 3, der var en tidlig morgenkørsel.

Maksimumtemperaturen var dog højest på kørsel 1, hvor især det midterste lag, men også det øverste lag, startede med meget høje temperaturer, idet flere af kasserne var over 27 °C de første 20-25 min af kørselen.

Lag

I kørsel 1 har nederste lag tilsyneladende haft en mere stabil temperatur end det midterste og øverste lag, idet maksimumtemperaturen er tættere på den gennemsnitlige temperatur. Dette fremgår også af figur 2, hvor der for de øvrige to lag er flere kasser, der afviger i temperatur end for det nederste lag. For de øvrige to kørsler var der generelt ikke så store udsving i temperatur, hvorfor alle tre lag var lige stabile.

Fælles for alle tre kørsler er, at de tre målinger i nederste lag bagerst på vognen viste en lavere temperatur end de midterste og forreste kasser. Ifølge tabel 2 er gennemsnitstemperaturen tilsvarende lavere for de bagerste kasser for kørsel 1 og 2, men ifølge figurerne er det tydeligst for det nederste lag.

Side

På kørsel 1 kom solen fra venstre side det meste af tiden, men dette har ikke medført en højere temperatur målt i kassen. Generelt har der for alle tre kørsler kun været få forskelle i temperatur, afhængig af på hvilken side af vognen kasserne har været. Den direkte sol har således ikke haft betydning for temperaturerne i kasserne.

Placering i forhold til køre-
retning De kasser, der i kørsel 1 var placeret nærmest førerhuset, var mere stabile i temperatur end kasserne midt og bagerst. Bag førerhuset varierede temperaturen kun mellem 20,4 og 23,3 grader, mens den for de øvrige placeringer varierede mellem 17,1 og 32,6 °C (bagerst) henholdsvis 30,3 °C (midten).

Da udsvingene i temperatur ikke var så markante i de andre kørsler, var der heller ikke den tilsvarende effekt af en mere stabil temperatur. Derimod var der for alle tre kørsler i flere af lagene op til 8 °C højere temperatur bag førerhuset i forhold til de midterste og bagerste kasser (figur 2 samt bilag).

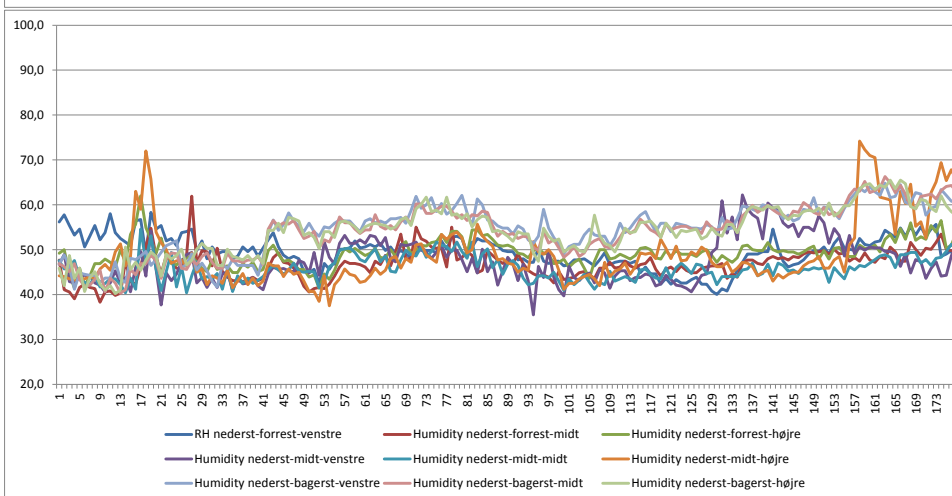
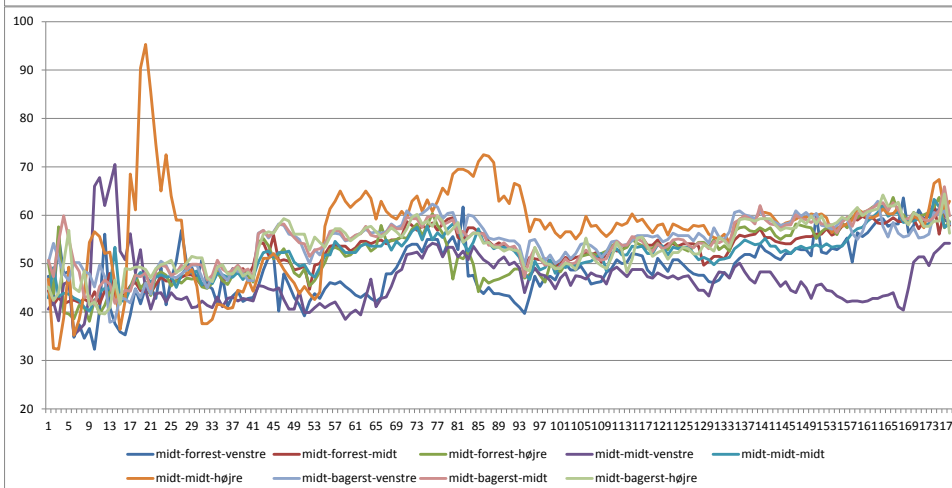
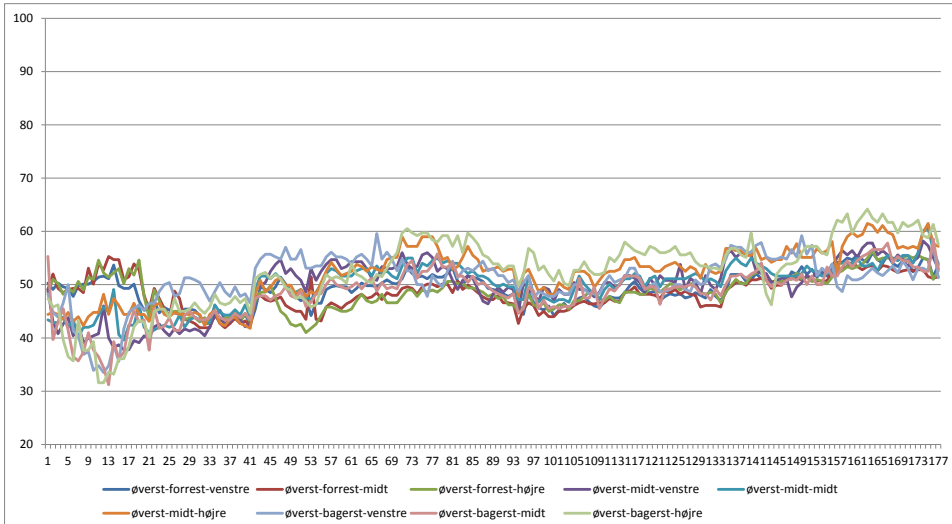
Betydning af temperatur Kyllingers termoneutrale zone er mellem 20 og 25 °C (Kettlewell, 1989), mens man taler om varmemstress ved temperaturer over 32 °C. Nogle undersøgelser finder dog, at antal døde under transport (DOA) stiger allerede ved udendørstemperaturer over 17 °C. I denne undersøgelse var den gennemsnitlige udetemperatur under transport mellem 11,7 og 21,8 °C, mens gennemsnitstemperaturen i selve kasserne var mellem 15,6 og 23,7 °C og således under den temperatur, hvor man kan forvente varmemstress. På især den første kørsel var temperaturen dog markant højere – i nogle kasser over 32 °C – hvilket har udsat kyllingerne for varmemstress. I kørsel 2 var temperaturen op til 27,1 °C, hvilket kun er enkelte grader over den termoneutrale zone på 25 °C, hvorfor belastningen trods alt må forventes at have været mindre end på kørsel 1.

Luftfugtighed

Luftfugtighed blev målt samtidig med temperaturen. Den fremgår af figur 3 samt bilag 2 og 4, mens de gennemsnitlige værdier og min. og maks. fremgår af tabel 3.

En enkelt måling i midterste lag i kørsel 1 når en meget høj luftfugtighed, hvilket ikke umiddelbart kan forklares. Ellers ligger målingerne i samme lag relativt tæt på hinanden, idet gennemsnit, minimum og maksimum er tættere på hinanden end i de øvrige lag. Hvis man ser bort fra den ene meget høje værdi, er der ikke stor forskel mellem siderne ligesom placering forrest, midt eller bagerst ikke har haft stor indflydelse på luftfugtigheden. Som det fremgår af tabel 3, er der i det øverste lag dog en mere jævn i luftfugtighed end i de andre lag.

Luftfugtigheden udendørs var på de tre kørsler mellem 55 og 61 RH i gennemsnit. De observerede luftfugtigheder er væsentligt højere, hvilket kan skyldes, at der er dannet kondens i kasserne. Især i kørsel 3 er der meget høj luftfugtighed – op til 100 RH – hvilket kan skyldes den lavere temperatur på denne kørsel, der gør, at luften kan holde på mindre fugtighed.



Figur 3. Luftfugtighedsforløb i kasser under transport (kørsel 1) i øverste lag (øverste figur) midterste lag (midterste figur) og nederste lag (nederste figur). X-aksen angiver minutter efter transportstart.

Tabel 3. Luftfugtighed afhængig af placering

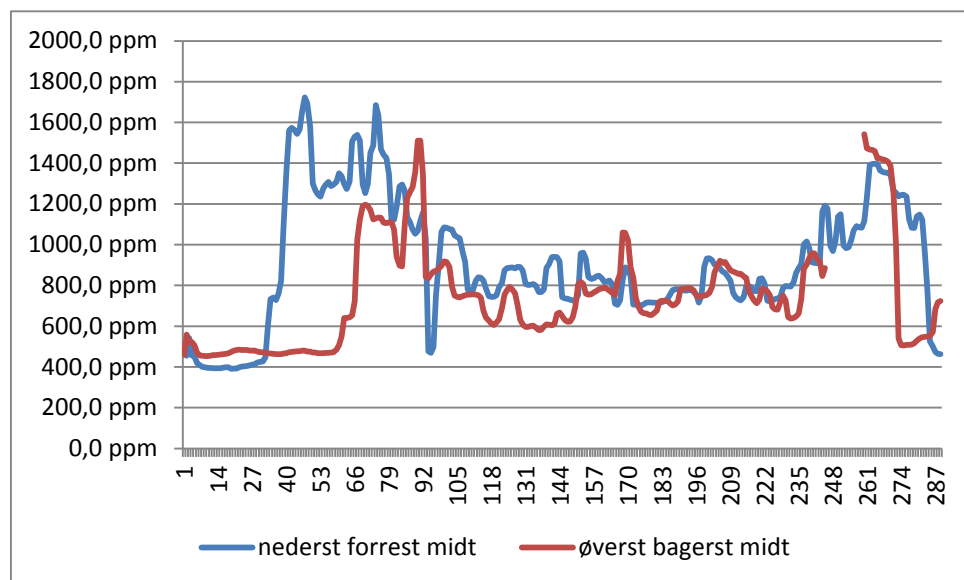
Kørsel 1	Gennemsnit	Maksimum	Minimum
Lag			
Øverste	49,9	64,2	31,2
Midterste	52,4	95,3	32,2
Nederste	50,0	74,2	35,5
Side			
Venstre	50,1	70,5	32,3
Midten	50,2	66,3	31,2
Højre	52,0	95,3	31,6
Placering i forhold til køreretning			
Forrest	49,4	63,7	32,3
Midt	52,4	95,3	32,3
Bagerst	52,0	66,3	31,2
Kørsel 2	Gennemsnit	Maksimum	Minimum
Lag			
Øverste	63,3	86,9	48,8
Midterste	68,2	85,1	55,0
Nederste	66,8	86,1	51,6
Side			
Venstre	65,3	86,9	49,6
Midten	65,7	84,6	48,8
Højre	67,2	86,1	49,2
Placering i forhold til køreretning			
Forrest	63,8	85,1	48,8
Midt	64,9	86,9	49,6
Bagerst	69,5	86,1	51,6
Kørsel 3	Gennemsnit	Maksimum	Minimum
Lag			
Øverste	92,5	100,0	78,2
Midterste	87,8	100,0	62,5
Nederste	79,9	100,0	50,6
Side			
Venstre	86,1	100,0	57,6
Midten	88,8	100,0	63,3
Højre	91,9	100,0	50,6
Placering i forhold til køreretning			
Forrest	79,1	100,0	50,6

Midt	89,7	100,0	67,2
Bagerst	89,2	100,0	69,0

Luffugtighed er af betydning for kyllingernes mulighed for at komme af med varmen, og især kombinationen af høj temperatur og høj luftfugtighed må forventes at have en negativ effekt på kyllingerne. Der er dog meget lidt i litteraturen om betydningen af luftfugtighed, så det er svært at sætte en optimal grænse for ønsket fugtighed svarende til den termoneutrale zone.

CO₂-koncentration

CO₂-koncentrationen blev logget to steder i vognen (se figur 4). Øvre tilladte grænse i kyllingestalde er 3000 ppm. Målingerne fra vognene ligger under 1800 ppm, hvilket må betegnes som velfærdsmæssigt tilfredsstillende.



Figur 4. CO₂-koncentration i to kasser under kørsel

Dead on arrival (DOA)

Generelt

Dead on arrival (DOA) blev registreret for kørsel 1 og kørsel 3 i de kasser, hvor temperaturen blev målt. For begge disse kørsler var der 1 død – for begge kørsler var den døde kylling i øverste lag enten forrest eller i højre side. Dette svarer til en DOA på 0,19 %, hvilket ligger indenfor det antal, der rapporteres i Europa, hvilket er 0,13 %-0,862 % (Weeks, 2007; Vecerek, Grbalova, Volslarova, Janackova, & Malena, 2006)

Antal kyllinger i forhold til temperatur

Antallet af kyllinger i kasserne varierede mellem 15 og 24 med et gennemsnit på 19,7 dvs. mellem 19 og 20 kyllinger. Det blev tilstræbt, at der skulle være 19 kyllinger pr. kasse.

Der var ingen signifikant sammenhæng mellem antal kyllinger og hverken maksimumtemperatur, gennemsnitlig temperatur eller minimumtemperatur i kassen, som det fremgår af tabel 4.

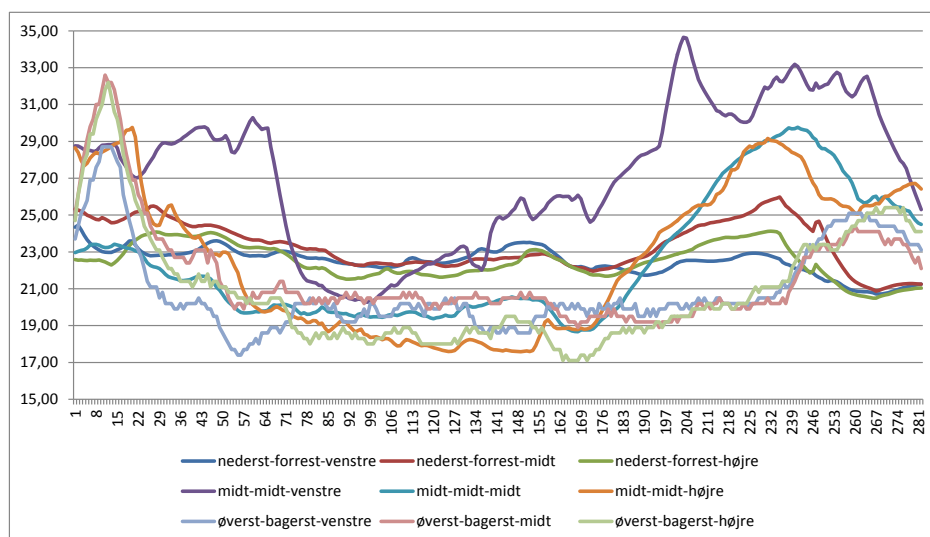
Tabel 4. LSmean for maksimum-, gennemsnits- og minimumtemperatur i kasser afhængig af antal kyllinger. LSmeans er et beregnet gennemsnit, der tager højde for forskelligt antal observationer i de forskellige grupper.

Antal	maksT LSMEAN	snitT LSMEAN	minT LSMEAN
15	24.1000000	19.5412429	17.7000000
17	28.5242350	22.3698873	20.4705700
18	23.8376667	20.6892429	18.4660000
19	23.6886250	20.4853298	18.5003750
20	27.3062500	20.8279944	18.5465000
21	28.0585000	22.1471073	18.9197500
22	25.6450750	21.5372827	19.8287300
23	27.4965000	20.3823983	18.4010000
24	27.8990000	21.8024689	19.5280000

P(forskel)	0,06	0,65	0,88
------------	------	------	------

Råvarekvalitet

På kørsel 1 blev råvarekvaliteten målt, idet pH og temperatur tidlig post mortem samt pH efter 5 timer blev målt på kyllinger fra samtlige kasser, mens dryptab blev målt på kyllinger fra udvalgte kasser. Målet var at undersøge sammenhæng mellem kødkvalitet og dels temperatur under transport og dels placering på vognen. Figur 5 viser temperaturforløbet for de kasser, hvor der blev målt dryptab på kyllingerne.

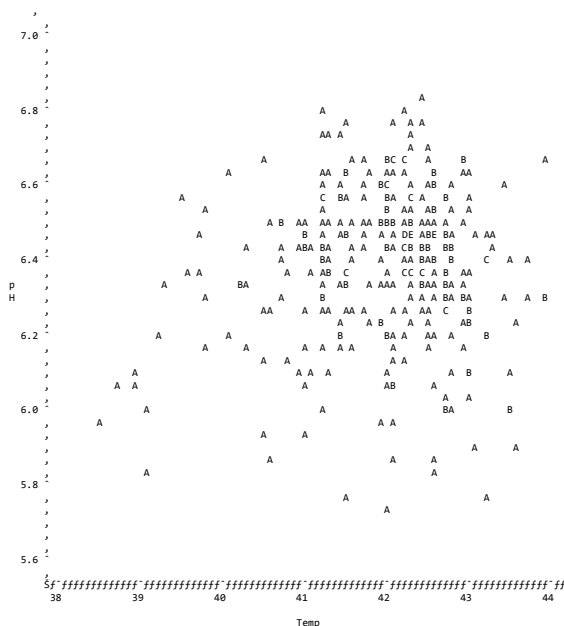


Figur 5. Temperaturforløb i de kasser, hvor der efterfølgende blev målt dryptab på kyllingerne.

For tre af de kasser, hvor der efterfølgende blev målt dryptab på kyllingerne, var maksimumtemperaturen over 30 °C. For "øverst-forrest-højre" og "øverst-bagerst-midt" forekom det som en stigning i starten af kørslen efterfulgt af en udjævning, hvor temperaturen var i samme område som for de øvrige kasser. Derimod var der for kassen "midt-midt-venstre" en mere konstant høj temperatur.

pH og temperatur tidlig post mortem

pH målt i brystfileten tidlig post mortem er et udtryk for, hvor hurtigt pH-faldet er startet. Et lavt pH vil være et udtryk for, at kyllingen har været stresset lige op til slagting. Omvendt vil et højt pH kunne indikere, at kyllingen har brugt sine energireserver før slagting og således ikke har haft glycogen i musklerne, hvilket er en forudsætning for et pH-fald. Temperaturen i brystfileten er tilsvarende et mål for energiomsætning. Det kan derfor forventes, at denne var korreleret til pH, men i dette forsøg var der ingen signifikant sammenhæng mellem temperatur og pH målt i brystfileten tidlig post mortem (se figur 6).



Figur 6. Sammenhæng mellem temperatur og pH i kyllingebrystfileter målt tidlig post mortem. Bogstaverne angiver antal observationer med den aktuelle værdi (A = 1 observation, B = 2 observationer osv.)

Effekt af temperatur under transport på pH

Sammenhængen mellem pH og temperatur i brystfileten tidlig post mortem og temperatur i kasserne under transport blev testet ved en lineær regression. Der var signifikant effekt af maksimumtemperaturen på pH ($P=0,01$), idet den højere temperatur medførte højere pH (1 °C stigning i temperatur medførte en stigning på 0,01 pH-enhed). Der var ingen effekt af den gennemsnitlige temperatur eller minimumtemperaturen.

Den tilsvarende sammenhæng blev observeret mellem maksimumtemperatur i kasserne og pH i brystfileterne 5 timer efter slagting ($P=0,0003$), hvor pH ligeledes steg med stigende maksimumtemperatur (en grads stigning medførte en stigning på 0,016 pH-enheder).

Effekt af placering af kasse på pH og temp.

Da der kan være andre forhold end temperatur i kassen, der har betydning for pH og temperatur, blev sammenhæng mellem placering af kassen og råvarekvaliteten undersøgt.

Tidlig post mortem Der var ikke trefaktor vekselvirkning af position (forrest, midt, bagerst), lag (nederst, midt, øverst) og side (højre, midt, venstre) på pH tidlig post mortem. Der var en mindre vekselvirkning mellem position og lag ($P=0,03$), men pga. størrelsen blev det valgt at se bort fra den. Dvs. at effekten af position henholdsvis lag og side ikke afhang af de to andre faktorer.

Der var en tydelig effekt af position på pH tidlig post mortem ($P<0,0001$). pH i fileterne fra de kyllinger, der var tættest på førerhuset, havde det laveste pH efterfulgt af kyllingerne i midten og med kyllingerne i de bagerste kasser med det højeste pH.

Tabel 5. pH, temperatur og dryptab afhængig af placering på vogn

	pH _{tidlig}	temp _{tidlig}
Position		
Forrest	6,3 ^a	41,9 ^a
Midten	6,4 ^b	41,8 ^a
Bagerst	6,5 ^c	42,4 ^b
	P(forskel)<0,001	P(forskel)>0,001
Lag		
Nederst	6,4	41,9 ^b
Midten	6,4	42,3 ^a
Øverst	6,4	41,9 ^b
		P(forskel)>0,001
Side		
Venstre	6,4	41,9
Midten	6,4	42,1
Højre	6,4	41,2

Der var en signifikant trefaktor vekselvirkning for temperatur tidlig post mortem ($P=0,013$), men da den med det forholdsvist store datasæt ikke er større, er det valgt at se bort fra den. En tilsvarende vekselvirkning mellem side og lag ($P=0,013$) blev der ligeledes ikke taget hensyn til.

Der var tydelig signifikant effekt af både position ($P<0,0001$) og lag ($P=0,0005$). Brystfileter fra kyllinger i kasserne, der var placeret forrest, havde lavest pH efterfulgt af de midterste og med fileter fra kyllinger i de bagerste kasser med det højeste pH. Disse havde også den højeste temperatur. Fileter fra kyllinger i det midterste lag havde en højere temperatur end fra de to andre lag.

5 timer post mortem Der var ikke signifikant korrelation mellem pH_{5 timer} og dryptab (P=0,27). Generelt var dryptabet lavt uanset placering på vognen, og der var da heller ikke signifikant effekt af dette (tabel 6).

Derimod var der signifikant effekt af kasse på pH 5 timer post mortem for de kyllingefileter, der også målt dryptab på, idet kød fra kyllinger i kasserne nederst-forrest havde et lavere pH end fra de øvrige placeringer (tabel 6).

Tabel 6. Dryptab og pH af udvalgte kyllinger udtaget 5 timer post mortem

		pH _{5 timer}	Dryptab
Nederst – forrest			
	Venstre	5,87 ^a	0,52
	Midt	5,92 ^{ab}	0,33
	Højre	5,79 ^a	0,41
Midt – midt			
	Venstre	6,10 ^c	0,58
	Midt	6,10 ^c	0,55
	Højre	6,07 ^c	0,73
Øverst – bagerst			
	Venstre	6,06 ^{bc}	0,71
	Midt	6,13 ^c	0,62
	Højre	6,11 ^c	0,55

Analyseres på tværs af alle kasser var der signifikant effekt af maksimumtemperaturen under transport på filets pH-værdi 5 timer post mortem (P=0,0003), idet en højere maksimaltemperatur gav et højere pH (en grads stigning medførte en stigning på 0,016 pH-enheder).

Da der kan være andre ting end temperatur, der adskiller sig, blev data med position, lag og side i modellen analyseret. Dette viste, at der ikke var tre-faktorvekselvirkning, hvorfor modellen blev reduceret. Der var derimod en tydelig vekselvirkning mellem lag og position som vist i tabel 7.

Tabel 7. pH_{5 timer} afhængig af lag og placering i længderetning for de kyllinger, hvor der samtidig blev målt dryptab.

	pH 4 timer		
	Øverst	Midt	Nederst
Forrest	5,83 ^a	5,94 ^c	5,86 ^{ab}
Midt	6,13 ^d	6,06 ^d	5,90 ^{bc}
Bagerst	6,08 ^d	6,16 ^d	6,06 ^d

For alle tre lag er pH i fileter fra kyllinger fra den forreste kasse lavest, om end det ikke er signifikant i nederste lag mellem den forreste og den midterste kasse.

For kyllinger fra de bagerste kasser er der ikke forskel på pH i filet uanset lag. For de midterste og forreste kasser er pH i fileter fra det nederste lag lavere end fra det midterste lag.

Temperaturen i kasserne placeret forrest i vognen var gennemsnitlig højere end i de midterste og bagerste kasser. Nogle undersøgelser har vist, at en transporttemperatur over 20 °C sammenlignet med en transporttemperatur under 0 °C gav et lavere pH og et øget væsketab ved optøning i fileterne. Endvidere er det vist, at den energiomsætning blev reduceret med 23 %, når temperaturen steg fra 18 til 32 °C (Kettlewell, 1989). En reduceret energiomsætning vil medføre mere glycogen tilbage i musklen ved ankomst til slagteriet og dermed mulighed for et større pH-fald efter slagting. I dette forsøg svarer dette til, at kyllinger fra kasserne forrest på vognen havde en højere temperatur under transport i forhold til de øvrige kasser, men uden de meget store udsving. Det kan derfor tænkes, at den højere temperatur har reduceret deres energiomsætning, hvorved der har været glycogen tilbage i musklerne til at øge pH-faldet efter slagting og dermed opnå et lavere slut-pH.

Stiger temperaturen til over 32 °C, er det set, at energiomsætningen steg med 34 % (Kettlewell, 1989). Dette kan forklare, hvorfor en høj maksimumtemperatur i nogle kasser har medført et højt slut-pH, idet glucogendepoterne kan være tømt før slagting.

Diskussion

Kyllinger kan varmeregulere ved forskellige strategier, f.eks. at løfte vingerne eller ved at nedsætte varmeproduktionen. Under transport er varmetab fra hovedet dog den vigtigste metode, hvorfor omgivelsernes temperatur og ventilation er vigtige, for at sikre en god varmeregulering (Kettlewell, 1989).

I tre kørsler med forskellige længder og udendørstemperaturer var gennemsnitstemperaturen højest bag førerhuset, mens den var lavest i de bagerste kasser. Dette tyder på, at ventilationen ligeledes har været højest i disse kasser. Derimod har der ikke været nogen effekt af side på temperaturen, hvorfor det ikke har kunnet vises, at der har været højere temperatur i midten af vognen i forhold til siderne, selv om man kan forvente en større påvirkning fra solen i den ene side og samtidig mere ventilation i begge sider end i midten.

Temperaturen på vognen varierede meget mellem de forskellige kasser – på kørsel 1 mellem 17,1 og 32,6 °C. Kyllinger har en termoneutral zone

mellem 20 og 25 °C (Kettlewell, 1989). I de fleste kasser har gennemsnitstemperaturen været indenfor dette område, men som det fremgår af figurerne i bilag 1 og 3 samt figur 2 har temperaturen i flere kasser været over den termoneutrale zone i længere tid. I kørsel 1 har temperaturen været over 32 °C, hvilket vil sige, at kyllingerne har været udsat for varmestress.

Forsøget var ikke designet til at undersøge betydning af antal kyllinger i kasserne, men der var en naturlig variation, der blev analyseret. Der var ingen effekt af antallet af kyllinger i kasserne, hvilket viser, at det kan være svært at regulere varmen gennem pakning af færre kyllinger i kasserne. Et egentlig forsøg designet på at undersøge dette vil dog være nødvendigt, før en endelig konklusion kan drages.

pH i brystfileten afhang af placering på vognen. Fileten fra de kyllinger, der var placeret forrest i vognen – og dermed fra de kasser der gennemsnitlig havde været varmest – havde et lavere pH både tidligt og efter 4 timer. Dette kan skyldes, at det varmere klima har sænket deres metabolisme og dermed reduceret nedbrydning af glycogen, før de blev slagtet. Derved kan der dannes mere mælkesyre post mortem, og pH kan dermed falde mere. Samtidig var der dog en sammenhæng mellem pH og maksimumtemperaturen under transport, således at høj maksimumtemperatur korrelerede med høj pH, hvilket kan skyldes, at kyllingerne ved de meget høje temperaturer bruger mere energi og dermed reducerer mængden af glycogen i musklerne.

I kørsel 3, der var en tidlig morgenkørsel, var luftfugtigheden meget høj i kasserne. Dette kan skyldes, at udendørstemperaturen var lav, hvorved luften ikke kan holde på så meget fugt. Hvis dette er kombineret med dårlig ventilation, kan luftfugtigheden blive meget høj i kassen. Det vil dog kræve flere forsøg at vise denne sammenhæng med sikkerhed. Betydning af luftfugtighed er ikke tydelig ud fra litteraturen, og det vil kræve flere undersøgelser at kunne fastlægge betydningen for kyllingetransporter.

Der var på de to kørsler, hvor det blev registreret, 1 død kylling pr. kørsel. Dette svarer til samme størrelsesorden, som rapporteres i litteraturen. Datagrundlaget er for lille til at sige, hvorvidt der er en sammenhæng mellem DOA og temperatur.

Forsøget er gennemført under varme forhold og ved kørsel med åbne vogne. Det er ønskeligt at kunne gentage forsøget under andre temperaturforhold og med presenning over vognen for at få et større datagrundlag at konkludere ud fra.

Konklusion

Temperatur afhængig af placering

Temperaturen på en kyllingetransport varierer meget med maksimumtemperaturer over 32 °C, hvorved der opstår varmemstress hos kyllingerne. Der var tydelig effekt af placering på vognen, idet de bagerste kasser var koldere end de forreste kasser. Effekten af lag og placering i forhold til længderetning var mindre.

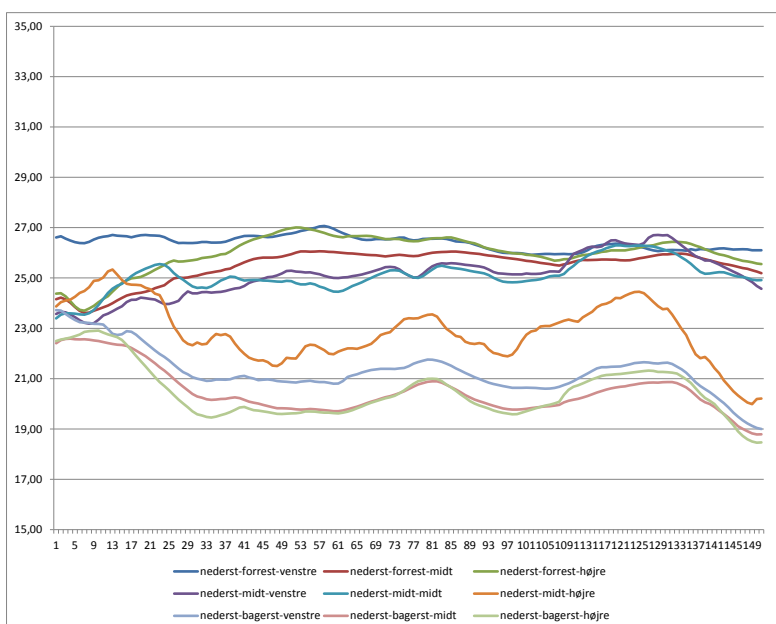
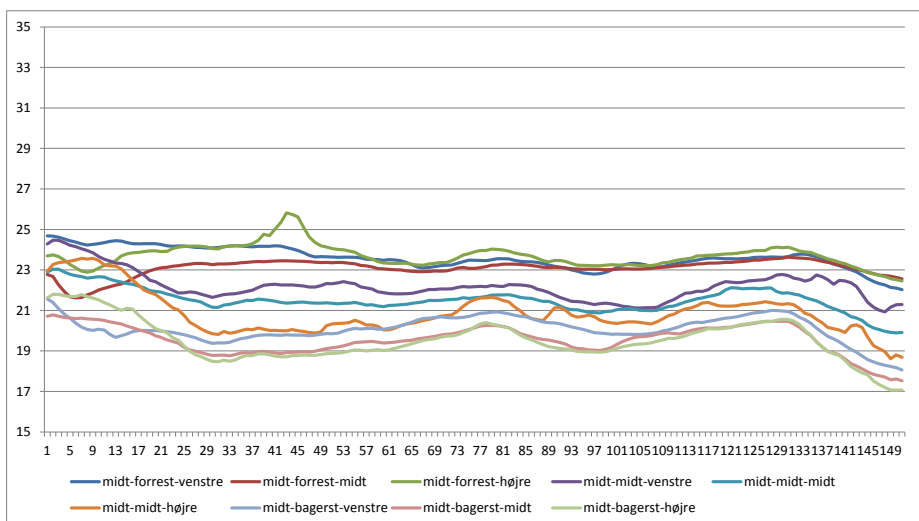
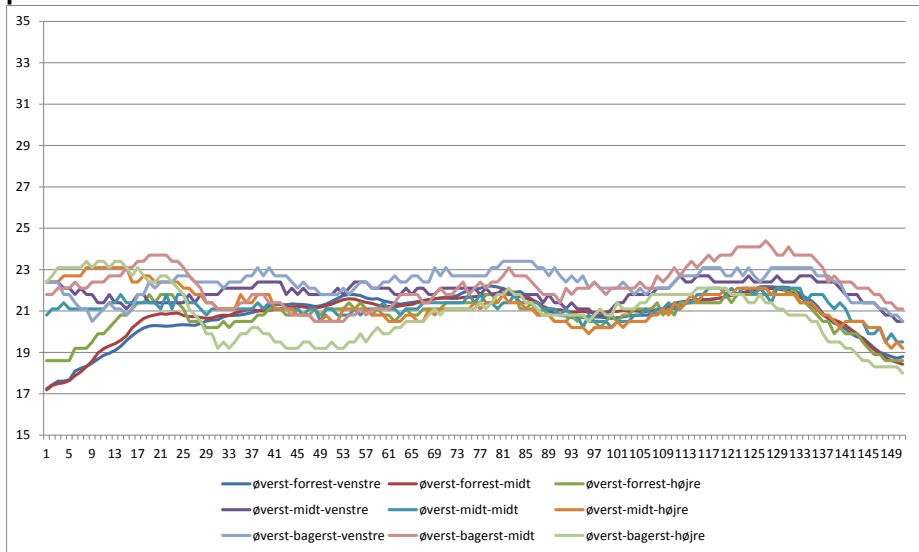
Temperatur og kødkvalitet

Der var en sammenhæng mellem temperatur under transport og kødkvalitet, idet pH varierede afhængig af placering, men også afhængig af maksimumtemperatur. Derimod var der ingen sammenhæng til dryptab.

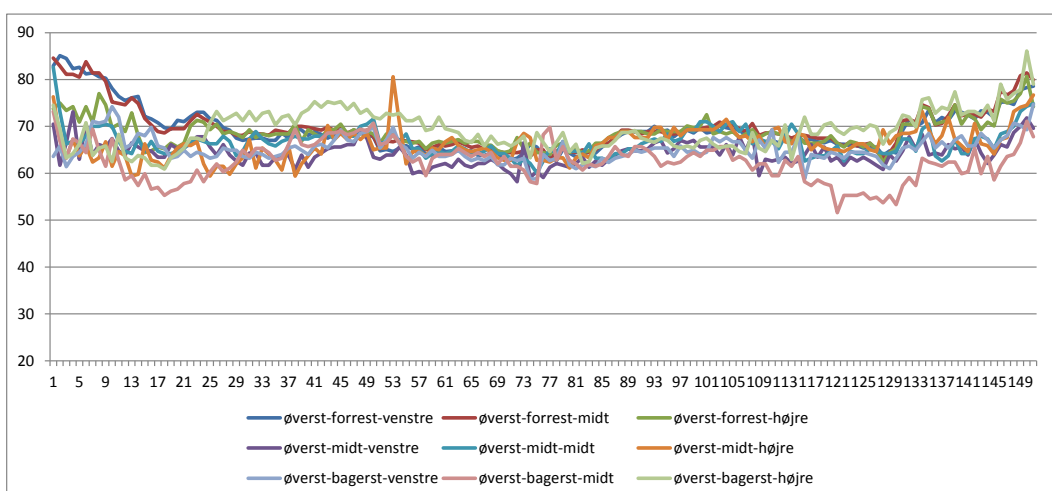
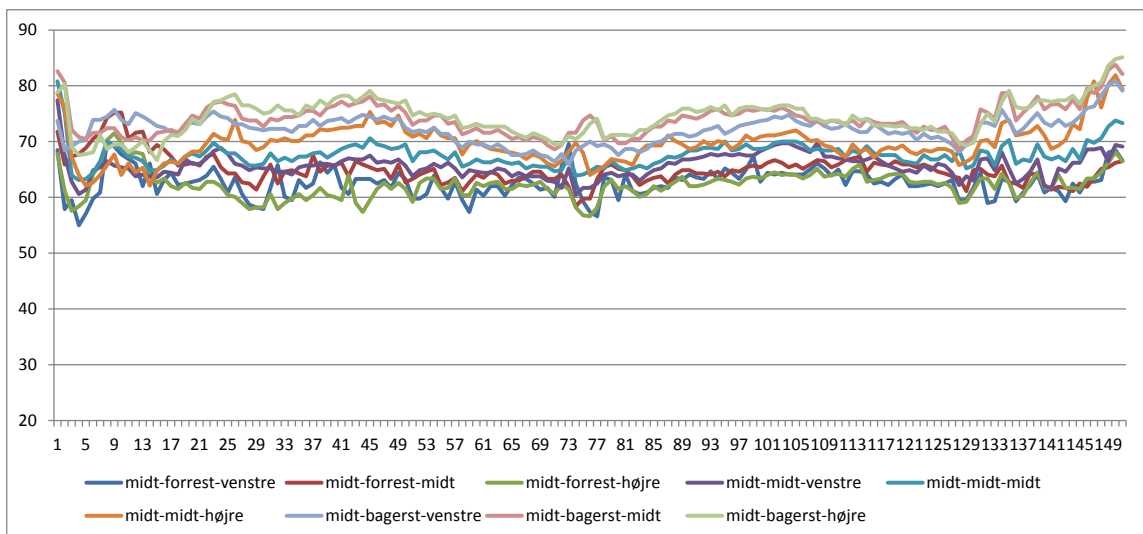
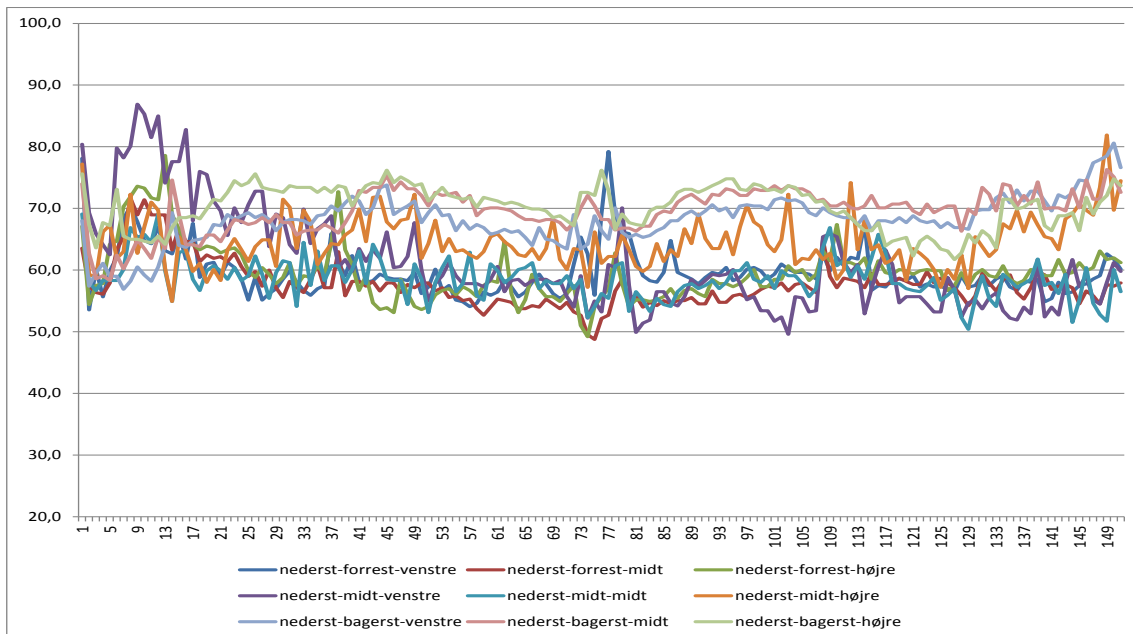
Temperatur og DOA

Dead on arrival var i samme størrelsesforhold som for tilsvarende europæiske undersøgelser – i alt 1 kylling pr. transport. Datagrundlaget er for lille til at kunne konkludere sammenhæng mellem temperatur og DOA.

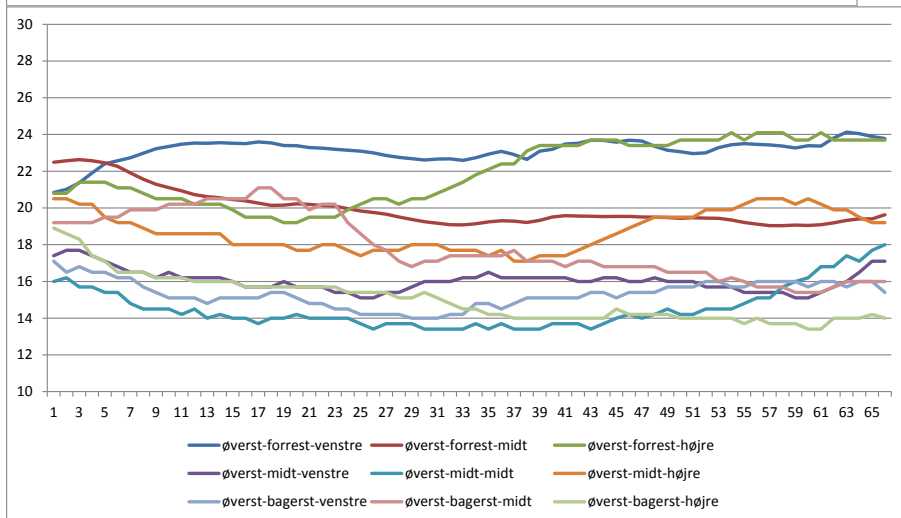
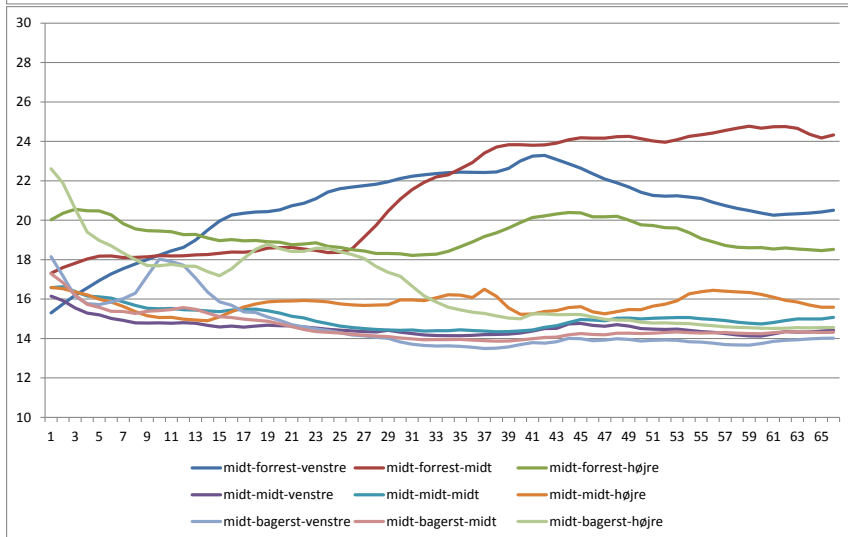
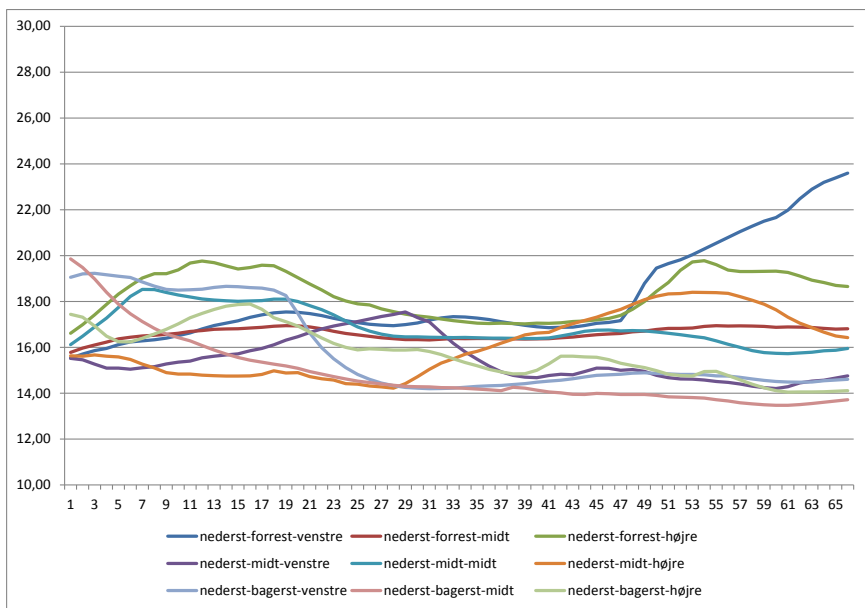
Bilag 1. Temperaturkurver over kørsel 2. X-aksen angiver antal minutter fra afgang, y-aksen temperatur



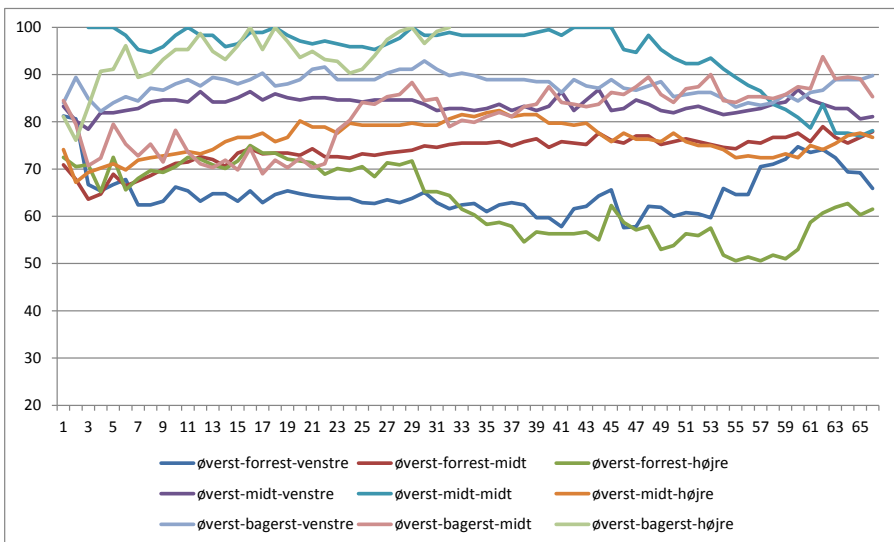
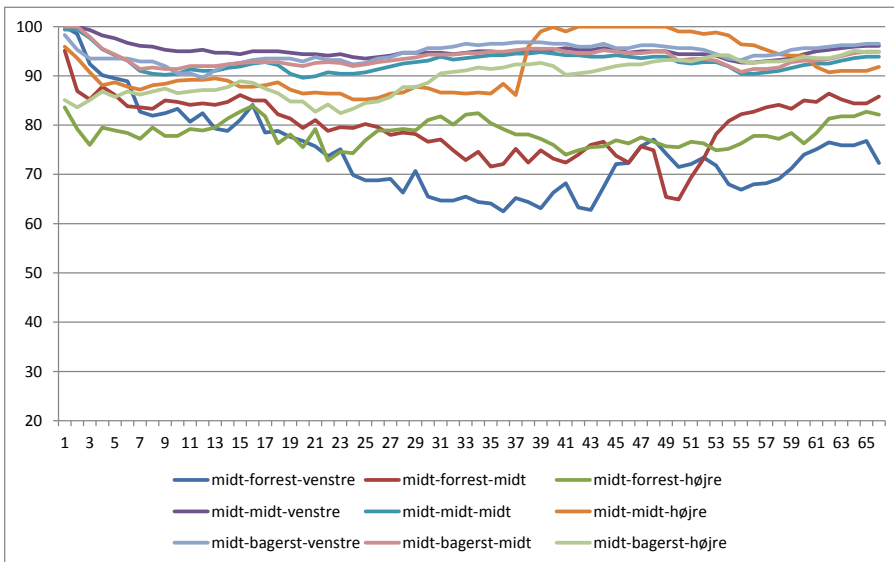
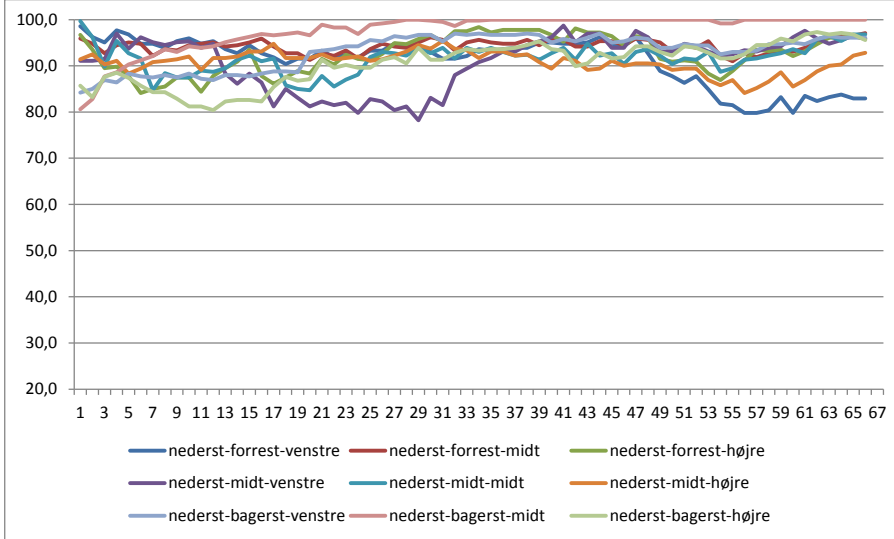
Bilag 2. Luftfugtighed (RH) under kørsel 2



Bilag 3 Temperaturkurver over kørsel 3. X-aksen angiver antal minutter fra afgang, y-aksen temperatur



Bilag 4 Luffugtighed over kørsel 3. X-aksen angiver antal minutter fra afgang, y-aksen RH



Reference List

- Debut, M., Berri, C., Baeza, E., Sellier, N., Arnould, C., Guemene, D. et al. (2003). Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science*, 82, 1829-1838.
- Kettlewell, P. J. (1989). Physiological-Aspects of Broiler Transportation. *Worlds poultry science journal*, 45, 219-227.
- Vecerek, V., Grbalova, S., Volslarova, E., Janackova, B., & Malena, M. (2006). Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. *Poultry Science*, 85, 1881-1884.
- Weeks, C. (2007). Poultry handling and transport. In *Livestock handling and transport* (pp. 295-310).