



Koncept
Sensorsystemer og indtransport
Optimering af klima under indtransport af slagtedyr

December 2020
2007932
Version 1
JOKL/LABN/JUSS

Baggrund

I Resultatkontrakten 'Sensorsystemer og indtransport' skal der udarbejdes et koncept for optimering af klima under indtransport af slagtedyr.

Svinetransporter er åbne - dvs. temperaturen på ladet, hvor grisene befinder sig, er afhængig af uden-dørstemperaturen. Nuværende lovgivning siger, at temperaturen inde i lastbilen under dyretransporter skal være mellem 5-30°C med en margin på $\pm 5^\circ\text{C}$. Klima reguleres på svinetransporter ved at justere åbningsgrad på spjæld langs siden på transporten og/eller brug af mekanisk ventilation. Klimastyring foregår altså navnlig via regulering af luftbevægelse omkring grisene. Man har længe kendt til begrebet chill faktor hos mennesker, som beskriver, hvordan vind kan afkøle kroppen og dermed påvirke den temperatur, som kroppen føler. Man kan dog ikke uden videre overføre chill faktor for mennesker på grise, fordi grise ikke har svedkirtler og derfor har en anden varmeproduktion end mennesker.

Ud fra eksperimentelle forsøg på grise har Bjerg et al. (2018) foreslået en ligning til udregning af effektiv temperatur for grise, som beskriver kombineret effekt af lufttemperatur, luftfugtighed, vindhastighed og varmetab på oplevet temperatur. Den kan bruges til at udregne et chill faktorindeks for grise, så klimastyring kan optimeres på baggrund af, hvordan grise oplever temperaturen på ladet under transport, når de påvirkes af f.eks. temperatur og vind. Det indebærer dog, at man kender vindhastigheden på ladet under transport.

Dette koncept for optimal klimastyring er udarbejdet på baggrund af en undersøgelse af vindhastighed på ladet af en transportbil under kørsel med varierende klimaforhold (åbningsgrad af spjæld, brug af mekanisk ventilation) og kørselsforhold (placering på ladet), litteratursøgning samt udregning af chill faktor for grise.

Undersøgelse af vindhastighed under transport ved forskellige klima- og kørselsforhold

Formål

At kende vindhastighed på ladet af en transportbil, og hvordan denne påvirkes af forskellige klima- (åbningsgrad af spjæld, brug af mekanisk ventilation, udendørs vindhastighed) og kørselsforhold (placering på ladet, kørselsretning, kørselshastighed).

Gennemførelse

Undersøgelsen foregik over to forsøgsdage udført i henholdsvis februar og juni 2020 i en tom svine-transportvogn. Vindhastighed blev målt af et anemometer (1590-PK-020/W, Wind Master med

Firmware 2329-701, Gill Instruments Limited, 60140-Hampshire, UK), som blev monteret og fastspændt på nederste dæk. Anemometeret var koblet til en computer, som loggede tid, vindhastighed og vindretning. En mobil med installeret app (TracksLoggerPro) blev lagt i førerhuset og startet og sluttet henholdsvis inden og efter hver kørsel. Den registrerede GPS-koordinater og kørselshastighed. Kørselsruten var 21,8 km og inkluderede, tilnærmelsesvist, alle kørselsretninger (nord, syd, øst og vest) kredset om én af DMI's vejstationer (Holbæk lufthavn) for at få de mest nøjagtige målinger af uden-dørs vindhastighed. Ved hjemkomst blev udendørs vindhastighed (gns. middelvind) og vindretning fra de seneste 24 timer registreret fra DMI's hjemmeside.

På de to forsøgsg dage blev der gennemført henholdsvis 12 og 7 kørsler med undersøgelse af forskellige indstillinger, herunder placering af udstyr (for, midt og bag ift. førerhuset), åbningsgrad af spjæld (0, 25, 50 og 100%) og brug af mekanisk ventilation (ja, nej). Således at indstillingerne kunne undersøges uafhængigt af hinanden, var henholdsvis åbningsgrad og brug af mekanisk ventilation ens under undersøgelse af placering og vice versa.

Statistik

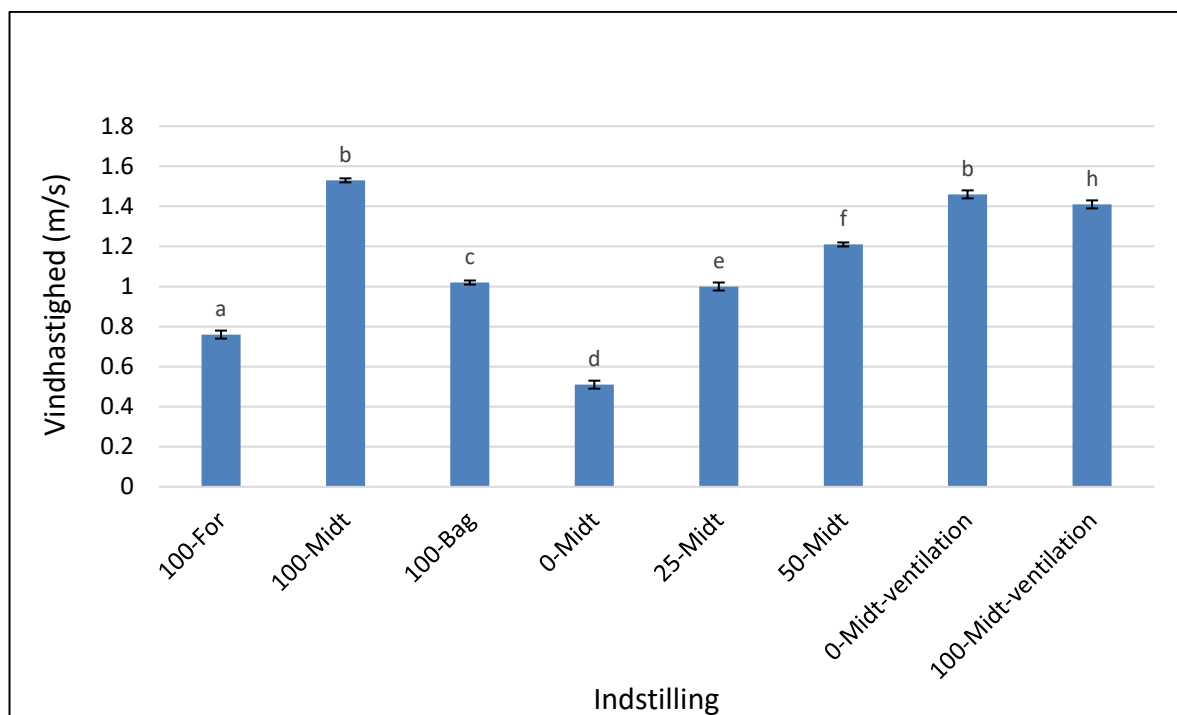
Følgende model blev brugt til at analysere betydning af indstilling på vindhastighed:

$$\begin{aligned} \text{Vindhastighed}_{ijkl} &= \mu + \text{indstilling}_i + \beta * \text{kørselsretning}_j + \gamma * \text{kørselshastighed}_k + \delta \\ & * \text{udendørs vindhastighed}_l + \varepsilon_i \end{aligned}$$

Hvor indstilling er en faktor med 8 niveauer ($i = 0$ -midt, 25-midt, 50-midt, 100-midt, 100-for, 100-bag, 0-ventilation, 100-ventilation), kørselsretning er en kontinuert variabel (0-360 grader), kørselshastighed er en kontinuert variabel (0-85 km/t) og udendørs vindhastighed er en kontinuert variabel (0-15 m/s).

Resultater

Resultaterne fra undersøgelsen kan ses i Figur 1. Der var signifikant effekt af kørselsretning, kørselshastighed og udendørs vindhastighed på vindhastighed på ladet ($P < 0,05$). Der var også signifikant effekt af indstilling, herunder placering på ladet og grad af spjældåbning, hvor en placering midt på ladet og en større åbningsgrad af spjæld gav højest vindhastighed. Der var kun en meget lille forskel, dog signifikant, når spjældene var 100% åbne med henholdsvis ingen mekanisk ventilation og med mekanisk ventilation, hvor brug af mekanisk ventilation medførte en lavere vindhastighed. Ydermere var der ingen signifikant forskel på vindhastighed, når spjæld var henholdsvis 100% åbne og med ingen mekanisk ventilation, og 0% åbne spjæld og med mekanisk ventilation.



Figur 1: Effekt af indstilling herunder spjældåbning (0, 25, 50, 100% åben), placering på ladet (for, midt, bag) og brug af mekanisk ventilation (med/uden) på vindhastighed. Søjler med forskellige bogstaver er signifikant forskelle fra hinanden $P < 0,05$.

Komforttemperatur

Komforttemperatur for grise, dvs. den temperatur, der ikke kræver en fysiologisk – eller adfærdssændring for at opretholde termisk komfort, ligger mellem 15-20°C (Brown-Brandl et al, 2001; Eskildsen & Weber, 2016).

Effektiv temperatur

Den effektive temperatur beskriver den temperatur, som kroppen føler. Udover rumtemperatur påvirkes den især af vind. Baseret på studier, som har undersøgt effekt af klima (temperatur, vindhastighed, luftfugtighed) på grises fysiologi, adfærd og produktivitet har Bjerg et al. (2018) foreslået følgende ligning til udregning af grises effektive temperatur (ET):

$$ET = 0,794t_{db} + 0,25t_{wb} + 0,70 - c(d - t_{db})(v^e - 0,2^e) \quad (1)$$

Hvor c er en konstant, som afhænger af dyreart, størrelse og vægt.

Hvor d er den udendørstemperatur, hvormed lufthastighed ikke længere kan reducere ET.

Hvor t_{db} er udendørs temperatur (dry-bulb temperatur) og t_{wb} er wet-bulb temperatur.

Hvor v er vindhastighed.

Hvor e er en konstant, som reflekterer vindhastighedens indflydelse.

Ligningen tager udgangspunkt i varmeproduktionen fra grise, der er opstaldet individuelt indendørs. Grise transporteres i grupper, hvor der generelt kan være større aktivitet pga. balance og slagsmål, og den samlede varmeproduktion på ladet vil derfor være større. Det forventes, at dette vil øge den

effektive temperatur. Ydermere vil det, når grisene er i grupper, være muligt for grisene at påvirke hinandens effektive temperatur vha. adfærdsændring, herunder at ligge tæt sammen, når det er koldt eller ligge spredt og på siden, når det er varmt.

Chill faktor for grise

Man har længe kendt til begrebet chill faktor for mennesker, som beskriver, hvordan vind kan afkøle kroppen og dermed påvirke den effektive temperatur. Man kan dog ikke uden videre overføre chill faktor for mennesker til grise, fordi grise ikke har svedkirtler og derfor har en anden varmeproduktion end mennesker. Tabel 2 er udarbejdet på baggrund af ligning (1). I ligningen angives luftfugtigheden til at være 80% (gns. sommer 2001-2010; DMI) og konstanterne $c=0,5$, $d=41^{\circ}\text{C}$ og $e=0,5$, jævnfør anbefalinger af Bjerg et al. (2018). Tabellen kan naturligvis udvides til at inkludere lavere/højere temperaturer og højere vindhastigheder.

Tabel 2: Chill faktor for grise.

Vindhastighed m/s	Temperatur $^{\circ}\text{C}$						
	0	5	10	15	20	25	30
0,1	3	8	13	17	22	27	32
0,2	0	5	11	16	21	26	31
0,4	-3	2	8	13	19	24	30
0,6	-6	0	6	11	18	23	30
0,8	-8	-3	4	10	16	22	29
1,0	-11	-5	2	8	15	21	28
1,2	-13	-6	1	7	14	21	28
1,4	-15	-8	-1	6	13	20	27
1,6	-16	-9	-2	5	12	19	27

Opsummering og øvrige kommentarer

Med viden om vindhastighed på ladet under transport samt en ligning fra Bjerg et al. (2018), hvor et chill faktorindeks for grise kan udledes, er det muligt at anbefale optimal klimastyring, herunder åbningsgrad af spjæld og brug af mekanisk ventilation ved forskellige udendørstemperaturer. Ud fra denne undersøgelse ses en positiv effekt på grises effektive temperatur, når åbningsgrad på spjæld øges og ved en placering midt på ladet sammenlignet med foran og bag på ladet. Spjældåbninger som kan fungere uafhængigt af hinanden, vil være optimale, da det vil medføre en mere jævn luftbevægelse på ladet, hvis f.eks. spjældene foran kan åbnes yderligere sammenlignet med i midten/bagerst under transporter ved middeltemperaturer ($10-20^{\circ}\text{C}$). Samtidig ses det, at ved høje temperaturer ($25-30^{\circ}\text{C}$) påvirkes den effektive temperatur ikke lige så meget af vind som ved lave – og middeltemperaturer ($0-20^{\circ}\text{C}$). Der kan med fordel etableres spjæld med større åbning, som vil øge luftbevægelsen på ladet mere end hvad nuværende klimastyring kan. På baggrund af undersøgelsen kan det ikke konkluderes, om brug af mekanisk ventilation ved 100% åbne spjæld vil have en større effekt på vindhastighed ved en anden placering end i midten (foran, bag). Derudover blev effekt af mekanisk ventilation, når transportbilen holder stille, ikke undersøgt.

Det skal nævnes, at ligning (1) tager udgangspunkt i individuelt opstaldede grise, hvor varmeproduktionen forventes at være anderledes end varmeproduktion genereret under transport. I undersøgelsen var det ikke muligt at inkludere grise på transporterne under kørslerne, fordi de ville ødelægge udstyret. Derudover tager ligningen udgangspunkt i udregning af ET ved høje temperaturer og er derfor ikke valideret ved lave temperaturer.

Referenceliste

- Bjerg BS, Zhang G, Pedersen P, Morsing S. 2018. Effective temperature for poultry and pigs in hot climate. *Animal Husbandry and Nutrition*, 23-41.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Kachman SD. 2001. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livestock Production Science* 71, 253-260.
- Eskildsen M, Weber AV. 2016. *Pig Production*. 1st edition. SEGES Publishing, Aarhus N, Denmark.