

Åtgärder för att förbättra boxhygien och reducera ammoniakemission i konventionella slaktgrisboxar

KNUT-HÅKAN JEPPSSON, ANNE-CHARLOTTE OLSSON OCH ABOZAR NASIRAHMADI

Genom att duscha vatten över spaltgolvet får grisarna möjlighet att blöta huden och därmed öka värmeavgivningen under varma perioder. Systemet ändrar var i boxen grisarna väljer att ligga så att de ligger mindre på spaltgolvet och mer på liggytan. När spaltgolvet inte är upptaget av liggande grisar tvingas inte grisarna att gödsla/urinera på den fasta liggytan. Därmed förbättras boxhygien och ammoniakförlusterna minskar. Ökad lufthastighet på liggytan ger också grisarna bättre möjlighet till kylning, vilket medför bättre boxhygien och mindre ammoniakförluster. Detta är två metoder att kyla grisarna som kan utföras i befintliga stallar. Åtgärderna har studerats under två varma sommarperioder i ett EU-projekt med samarbete mellan sex länder.

Inledning

I Sverige föds slaktgrisar oftast upp i boxar med en stor andel fast liggyta och en mindre andel gödselyta med spalt (Figur 1). Denna typ av box har många fördelar. Vid termoneutrala förhållanden föredrar grisar att ligga på en fast yta med lite strö (Duceux et al., 2002; Hillmann et al., 2004). Fast yta är också en förutsättning för att kunna ge grisarna strö att böka i som sysselsättning. Vid uppfödning av grisar utan svanskupering är tillgång till strömedel av stor betydelse för att undvika problem med svansbitning. Dessutom har stallar med delvis spaltgolv och rena liggytor ca 25% lägre ammoniakutsläpp än boxar med helspalt (Giner Santonja et al., 2017). Förklaringen är att arean med gödsel i stallet, inklusive gödselkulverten, är mindre i stallar med delvis spaltgolv. Ett problem med delvis spaltgolv är att grisarna kan "vända på boxarna" och liggytan blir nedsmutsad med träck och urin vilket ger dålig boxhygien, sämre luftkvalitet, ökade ammoniakutsläpp samt extra manuellt arbete med att skrapa liggytan.

Det är många faktorer som gör att grisarna ändrar beteende och börjar gödsla på liggytan (Larsen et al., 2018; Nannoni et al., 2020). Under sommarhalvåret när det är varmt i stallet beror det framförallt på att grisarna är värmestressade. Över en viss temperatur börjar grisarna ligga på spaltgolvet eftersom det oftast är den kallaste platsen i boxen (Aarnink et al., 2006; Hillmann et al., 2004; Huynh et al., 2005a; Savary et al., 2009). När spaltgolvet utnyttjas som liggplats börjar grisarna gödsla på liggytan (Figur 2). I en box med delvis spaltgolv och lite halm på liggytan börjar



Figur 1: Studien utfördes i ett konventionellt slaktgrisstall med tvärträgsboxar

grisarna ligga på spaltgolvet vid ca 27 °C, 23 °C och 22 °C när de väger 25–35 kg respektive 50–70 kg samt > 85 kg (Hillmann et al., 2004). Risken för nedsmutsning av liggytan ökar markant i slutet av uppfödningomgången vilket beror på brist på utrymme i boxen. När det är varmt vill grisarna ligga på sidan för att avge så mycket värme som möjligt (Aarnink et al., 2006, 1996; Hacker et al., 1994) och med ökande kroppsvikt och temperatur ökar utrymmesbehovet (Spooler et al., 2012). Här kan även utformningen av boxen ha betydelse. Speciellt i djupa/smala boxar finns risk att grisar med låg rang blir "inne-stängda" längst in på liggytan. De kan då välja att gödsla på liggytan istället för att utsätta sig för aggressionerna från övriga grisar i boxen för att ta sig till gödselplatsen på spaltgolvet.

Det finns ett flertal metoder för att förbättra den termiska närmiljön för grisarna och/eller öka grisarnas möjlighet att avge mer värme under varma förhållanden (Gody et al., 2020). Grisar är känsliga för höga omgivningstemperaturer eftersom de bara har några få aktiva svettkörtlar. För att avge mer värme när det behövs ökar de andningsfrekvensen (Huynh et al., 2007) och sedan är de naturligt anpassade till att ytterligare öka värmeavgivningen genom att vältra

sig i lera och vatten (Bracke, 2011). Detta har de inte möjlighet till i konventionella slaktgrisstallar men komplettering med duschar över spaltgolvet ger en möjlighet för grisarna att fukta huden och minska värmestressen genom evaporativ kylning.

Att kyla grisarna med ökad lufthastighet under varma sommarperioder är en känd metod som används i grisstallar. Sällvik & Walberg (1984) visade att en lufthastighet mellan 0,15–0,28 m/s respektive 0,74–1,31 m/s gav optimal värmeförlust för en 70 kg gris i ett slaktgrisstall med innertemperatur 16 °C respektive 28 °C. Den termiska närmiljön för grisen (dvs. det grisen känner/upplever) kan beskrivas genom att beräkna en "effektiv temperatur", vilket är ett sammanvägt värde för lufttemperatur, luftfuktighet och lufthastighet. Genom att öka lufthastigheten från 0,4 m/s till 0,8 m/s kan den effektiva temperaturen minska med ca 9 °C.

I denna studie testade vi två olika åtgärder för att kyla grisarna under de mycket varma sommarperioderna år 2018 och 2019; 1) dusching över spaltgolvet respektive 2) ökad lufthastighet på liggytan via justering av luftintagen. Det vi registrerade var grisarnas aktivitet och uppehålls-zon, hygien på liggytan samt emissionen av ammoniak.



Figur 2. a) Grisarna ligger på spaltgolvet och liggytan är nedsmutsad med träck och urin; b) Grisarna ligger på liggytan som är ren.

Metoder

Försök och försöksbesättning

Studien utfördes i ett konventionellt slaktgrisstall i södra Sverige. I försöksstallet finns 10 identiska avdelningar, med 16 boxar i varje avdelning. Varje box (4,825 m x 2,25 m) rymmer 9–13 slaktgrisar och har 70% helt golv och 30% betongspalt (Figur 1). Under spaltgolvet finns en gödselkylvert som utgödsas med hjälp av vakuumutgödsling en gång per vecka. Vid behov rengörs/skrapas boxarna en gång om dagen. Efter rengöringen får grisarna en liten mängd halm som sysselsättning.

Stallet har mekanisk ventilation med ett undertryckssystem från Skov A/S. I varje avdelning finns en frånluftsfläkt (DA 600) och 16 luftintag (DA 1540). Luftintagen är placerade i taket nära bakväggen ovanför varje box med öppningarna vända mot mitten av rummet. Klimatet i varje avdelning styrs av två temperatur- och luftfuktighetssensorer, en i avdelningen och en på vinden, anslutna till en klimatdator (DOL 234F) med en nödöppningsenhet (DOL 278). Avdelningarna har ingen tillskottsvärme.

Varje månad flyttas grisar (LY x H-korsningar, 25–30 kg) in i två parallella avdelningar, en på vardera sidan av den centrala korridoren i stallet. Grisarna utfodras med blötfoder fyra gånger per dag med en blandning av fodermedel, som produceras på gården, tillsammans med inköpt drank och en premix från ett svenskt foderföretag. Vattnet är tillgängligt i fri tillgång under dygnets alla 24 timmar via en vattennippel ovanför tråget på spaltytan. Grisarna skickas till slakt vid en levandevikt av ca 115–120 kg.

I varje uppfödningssomgång studerade vi två parallella avdelningar och jämförde dusch eller ökad lufthastighet med en kontrollbehandling.

Oberoende av behandling var ventilationssystemets grundinställningar desamma i alla avdelningarna. Vid inflyttning av grisarna (dag 1) var börvärdet för styrning av ventilationen 19,4 °C. Börvärdet minskade sedan successivt till 16,5 °C fram till dag 84 i uppfödningssomgången. Den relativa luftfuktigheten (RF-värdet), för styrning av minimiventilationen, var 80%. I kontrollbehandlingen var detta de enda inställningarna av ventilationen som användes utan några andra tillägg.

I behandlingen med dusch, duschades spaltytan i varje box med vatten (Figur 3), via styrning från ventilationssystemet (SKOV A/S). Duschningen startade när lufttemperaturen i avdelningen översteg börvärdet med mer än 0,5 °C. Duschtidens längd och intervallet mellan duschningar var inställda enligt rekommendationer från danska SEGES (SEGES, 2001) (Tabell 1). En mer detaljerad beskrivning av de olika komponenterna i duschsystemet finns i Jeppsson et al., (2021). Duschbehandlingen och kontrollbehandlingen jämfördes under 4 uppfödningssomgångar av slaktgrisar.

I behandlingen med ökad lufthastighet på liggytan, ändrades luftintagen från 35° till 75° öppning vid maximiventilation om temperaturen i tilluften översteg ett visst gränsvärde. I vår studie justerades tilluftsdonen från 35° till 75° öppning när temperaturen i tilluften översteg 27 °C i samband med insättning av grisarna (dag 1). Detta gränsvärde sänktes sedan linjärt till 17 °C dag 56. Efter dag 56 hölls gränsvärdet för justering konstant, dvs 17 °C, till slutet av uppfödningssomgången.

Förhållandena före och efter justering av luftintagen undersöktes i boxar utan grisar med hjälp av rök och en handhållen varmtråds-

anemometer. Vid 35° öppning registrerades en maximal lufthastighet på ca 0,5 m/s i övergången mellan spalten och den fasta liggytan, riktad från spaltytan till liggytan (Figur 4). Med 75° öppning riktades istället en stor luftvolym direkt ner på djurens fasta liggyta och lufthastigheten i detta område ökade. Den maximala lufthastigheten, ca 1,0 m/s, uppmättes på den fasta ytan ungefär en tredjedel från innerväggen med riktning från liggytan mot spaltytan (Figur 4). Behandlingen med ökad lufthastighet på liggytan jämfördes med kontrollbehandlingen under 6 uppfödningssomgångar av slaktgrisar.

Registreringar

Temperatur och relativ luftfuktighet (RF) i ingående och utgående luft uppmättes var 30:e minut i varje avdelning och uppfödningssomgång med hjälp av trådlösa fuktloggar (Rotronic, HL-RC-B-logger och HC2A-S3 fukt- och temperatursensor). Den kombinerade effekten av temperatur och RF, det s k THI-indexet, beräknades enligt Hahn et al. (2009).

Grisarnas aktivitet och uppehållszon i boxarna studerades med hjälp av videokameror och videoupptagningar i två fokalboxar per avdelning. Detta gjordes vid fyra mättillfällen (3–4, 6–7, 9–10 och 12–13 veckor efter insättning (M1–M4)) under uppfödningssomgången. Baserat på produktionen i försöksbesättningen uppskattades grisarnas vikt vid de fyra mättillfällena till 40–45 kg (M1), 60–65 kg (M2), 80–90 kg (M3) och 100–115 kg (M4). Från videospelningarna utvaldes en 24-timmarsperiod per fokalbox och mättillfälle och andelen aktiva grisar samt andelen liggande grisar på olika ytor i boxen, registrerades med hjälp av bildanalys och maskininlärning (Nasirahmadi et al., 2019).

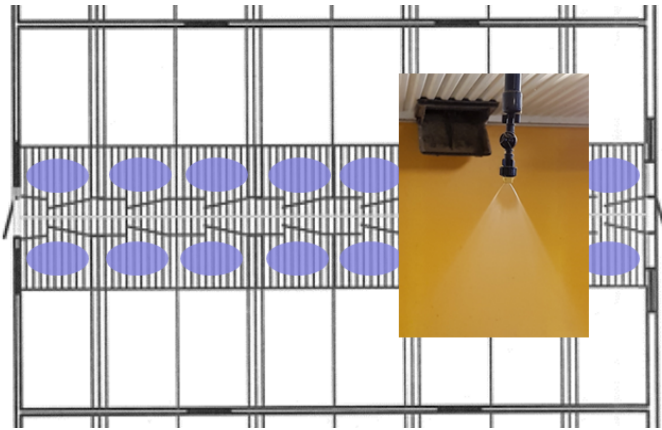
Bedömning av nedsmutsning i boxarna utfördes en gång i veckan i alla boxar, avdelningar och uppfödningssomgångar i försöket. Varje box delades in i totalt åtta deltytor, sex deltytor (av samma storlek) på den fasta ytan och två deltytor på spaltytan. Nedsmutsningen i varje delyta (blött/urin/ gödsel) bedömdes sedan enligt en 7-gradig skala (0= helt ren yta – 3= helt nedsmutsad yta). Samma person utförde alla studier av boxhygien under hela försöket.

Koncentrationerna av CO₂ och NH₃ i luften uppmättes med hjälp av en fotoakustisk gasanalysator 1412 och en multiplexer 1309 (Lumasense Technologies S/A, Danmark). Provtagning och analys utfördes med 30 minuters intervall under

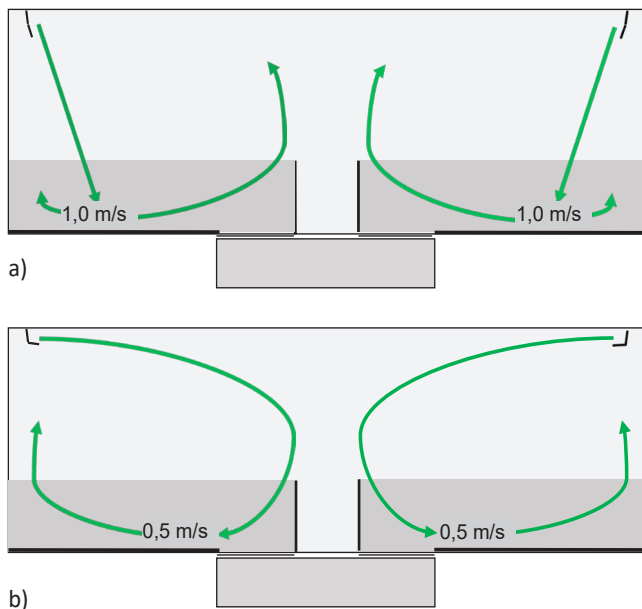
Tabell 1. Inställning av duschning över spaltgolvet

Temperaturskillnad ^{a)} °C	Duschtid ^{b)} min	Intervall ^{b)} min
0,5	1	45
3	2	20

^{a)} mellan stalltemperatur och börvärdet
^{b)} linjär ökning mellan 0,5 och 3,0 °C



Figur 3. Duschsystemet hade ett spaltmunstycke per box över spaltytan



Figur 4. a) Luftintagen med 75° öppning mot innertaket vilket gav max 1,0 m/s på liggytan vid max luftflöde genom stallet; b) Luftintagen med 35° öppning mot innertaket vilket gav max 0,5 m/s på liggytan vid max luftflöde genom stallet.

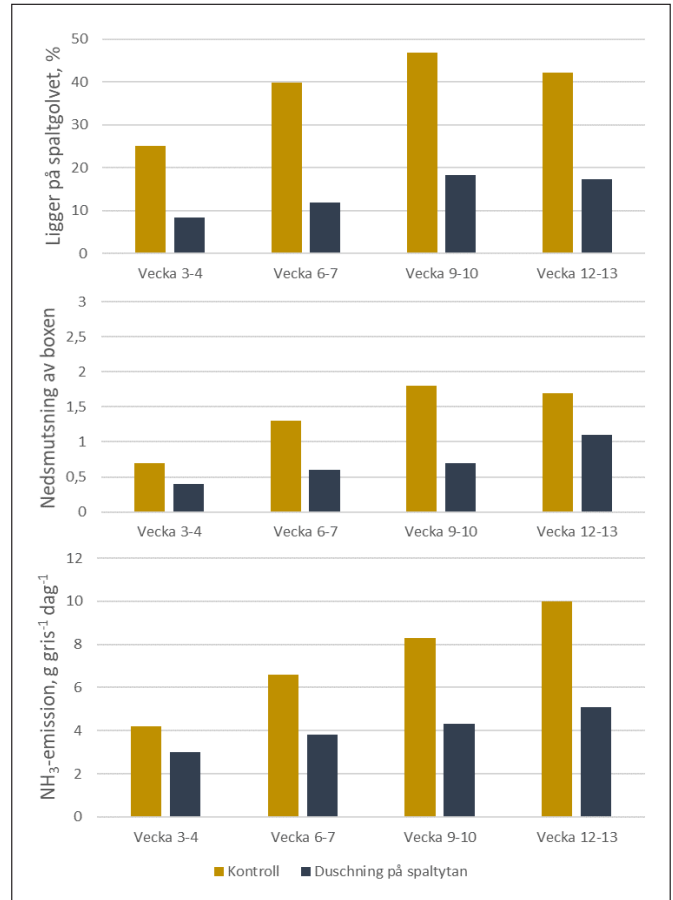
de fyra mätperioderna i varje uppfödningssomgång. Totalt pumpades luftprover till gasanalyser från sex olika mätpunkter; två i tilluften på vinden och två i frånluften för varje avdelning vid respektive frånluftsfläkt.

Ventilationsflöde och ammoniakemission

Ventilationsflödet bestämdes med hjälp av en indirekt spårgasmetod där djurens CO_2 -produktion används som spårgas. Beräkningarna utfördes enligt CIGR-beräkningsregler (VERA, 2018). Metabolisk CO_2 -produktion beräknades med hjälp av ekvationerna i CIGR (2002) och omvandlingsfaktorn för värmeproduktion till CO_2 -produktion enligt Pedersen et al. (2008).

För att skapa en tillväxtkurva och beräkna metabolisk CO_2 -produktion valdes två fokalboxar ut per avdelning i vilka grisarna vägdes vid 3-4 tillfällen under uppfödningssomgången. Emissionen av NH_3 beräknades som produkten mellan ventilationsflödet och differensen mellan NH_3 -koncentrationen i frånluft och tilluft.

Skillnader mellan behandlingar för de olika variablerna testades med hjälp av "mixed effects model" i Minitab Version 18.1 (Minitab Inc., n.d.). Fler detaljer kring försöksupplägg och registreringar finns i Jeppsson et al., 2021.



Figur 5. Resultat från försöket med duschning över spaltgolvet vid de fyra mättillfällena (M1-M4). I figuren anges M1-M4 som antal veckor efter insättning i stallet

Resultat och diskussion

Eftersom studierna utfördes under somrarna 2018 och 2019, när vädret var extremt varmt i södra Sverige, var klimatförhållandena optimala för att studera åtgärder för förbättrad boxhygien i slaktgrisboxar under varma perioder. Detta återspeglades i de uppmätta lufttemperaturerna i avdelningarna, som översteg 25 °C vid flera tillfällen och en registrerad max temperatur på 32 °C i stallet. Studierna är därmed bra exempel på hur klimatet i grisstallar kan komma att bli med den förutsagda globala klimatförändringen.

Duschning över spaltgolvet

Resultaten från videoupptagningarna av grisarnas val av liggyta visade att grisarna hade börjat ligga på spaltgolvet redan vecka 5-6 efter insättning i kontrollavdelningarna. Andelen som låg på spaltgolvet ökade med grisarnas tillväxt under uppfödningen (Figur 5). Grisarnas totala aktivitet skilde inte mellan dusch- och kontrollbehandling men grisarna i behandlingen med dusch på spaltytan valde oftare att ligga på den fasta liggytan och mer sällan på spaltytan jämfört med

grisarna i kontrollbehandlingen. Allt tyder på att tillgången till duschar gav grisarna en möjlighet att öka värmeavgivningen vid höga omgivningstemperaturer. Därmed behövde de inte ligga så mycket på spaltgolvet.

Nedsmutsningen av liggytan ökade under uppfödningen i både dusch- och kontrollavdelning, men var inte lika stor i boxarna med duschning på spaltytan som i kontrollboxarna. Skillnaden mellan behandlingarna var signifikant för mätperioderna M2, M3 och M4 (Figur 5). Eftersom de parallella avdelningarna som jämfördes var identiska och de hade samma lufttemperatur och luftfuktighet berodde den bättre boxhygien på duscharna över spaltgolvet.

Ammoniakkoncentrationen under mätperioderna M1-M4, var i medeltal 3,2-8,7 ppm i avdelningarna med dusch och något högre 4,4-10,8 ppm i kontrollavdelningarna. Den statistiska analysen visade på signifikanta skillnader mellan behandlingar vid mätningstillfällena M2, M3 och M4, men inte M1. Som en konsekvens av en lägre ammoniakkoncentration var den genomsnittliga ammoniakemissionen också lägre i duschbehandlingen (3,0-5,1 g per gris och dag) jämfört med kontrollbehandlingen (4,2-10,0 g per gris och dag), med större skillnader mellan behandlingarna vid slutet av uppfödningens perioden (Figur 5). Dessa skillnader var signifikanta under alla mätperioderna. Att emissionen av ammoniak var lägre kan förklaras med att liggytan var renare men även med utspädning av urin på spalten och i kulverten.

Ökad lufthastighet på liggytan

Även behandlingen med ökad lufthastighet på liggytan, visade på en positiv effekt jämfört med kontrollbehandlingen. Skillnaderna var dock inte lika stora som i jämförelsen mellan dusch och kontroll. I avdelningarna med ökad lufthastighet på liggytan valde grisarna att ligga mindre på spaltgolvet och mer i det område av liggytan där lufthastigheten var högst. Samtidigt var liggytan signifikant renare. Precis som för

försöket med duschar över spaltgolvet var det samma klimat i de parallella avdelningarna som jämfördes och skillnaderna berodde på den ökade lufthastigheten på liggytan.

Ammoniakhalten i frånluften uppmättes i medeltal till 3,7-11,0 ppm i behandlingen med ökad lufthastighet jämfört med 3,9-14,4 ppm i kontrollbehandlingen. Medelvärdena för ammoniakemissionen under mätperioderna M1-M4 steg från 3,4 till 6,6 g per gris och dag i behandlingen med ökad lufthastighet. Detta ska jämföras med en ökning från 3,3 till 8,4 g per gris och dag i kontrollavdelningarna. Det var emellertid bara emissionsvärdena i mätperiod M4 som var signifikant åtskilda.

Jämförelse av åtgärderna

Duschsystemet hade den bästa effekten på grisarnas beteende, boxhygien samt ammoniakemissionen. En nackdel med duschsystemet är naturligtvis vattenförbrukningen som uppskattningsvis ökade med 20-35%. Inställningarna och kontrollen av duschsystemet kan dock förbättras. PigSys-projektet har tillhandahållit de verktyg som behövs för att i framtiden optimera systemet och den termiska närmiljön med hjälp av beslutssystem (DSS), videoövervakning och olika sensorer. En ökning av lufthastigheten på liggytan hade inte lika stor effekt som duschsystemet men luftfördelningen på liggytan var inte optimal. Det var endast en mindre del av liggytan som hade lufthastigheten 1,0 m/s och uppskattningar via beräkning av effektiva temperaturen ger att lufthastigheten bör vara något högre för att ge en effektiv kylning av grisarna under perioder med höga omgivningstemperaturer. Potentialen för att använda högre lufthastighet i slaktgrisstallet utnyttjades med andra ord inte fullt ut. En intressant studie för framtiden är att kombinera duschsystemet med ökad lufthastighet på liggytan och få en kombinerad effekt där duschsystemet framförallt kan ge en bra kylning vid de riktigt varma omgivningstemperaturerna för grisarna.

Slutsatser

Denna studie utvärderade effekten av två metoder för att kyla grisarna under varma perioder och förbättra deras termiska närmiljö, förbättra boxhygien och reducera ammoniakförlusterna; 1) duschning över spaltgolvet respektive 2) ökad lufthastighet på liggytan. Båda åtgärderna kan utföras i befintliga slaktgrisstallar. Jämförande mätningar utfördes under 10 slaktgrisomgångar i två parallella avdelningar.

Med duschning över spaltgolvet låg grisarna betydligt mer på liggytan och mindre på spaltgolvet vid höga omgivningstemperaturer. Skillnaden syntes redan efter 5-6 veckor när grisarna vägde ca 40 kg. Boxhygien blev bättre med signifikanta skillnader från ca 60 kg vikt. Duschning över spaltgolvet minskade även ammoniakförlusterna signifikant under hela slaktgrisomgången. Ammoniakförlusterna minskade med ca 45% delvis på grund av mindre nedsmutsning av liggytan men även genom utspädning av urin på spaltytan och gödselytan i kulverten.

Ökad lufthastighet på liggytan ändrade också grisarnas uppehållszon och de låg mer i de delar av liggytan där lufthastigheten var störst, samtidigt som de låg mindre på spaltgolvet under perioder med höga omgivningstemperaturer. Boxhygien var signifikant bättre under hela slaktgrisomgången och ammoniakförlusterna minskade med ca 13 % med signifikant skillnad i slutet av uppfödningomgången.

Referenser

Referenslista ryms inte i Faktabladet men kan fås via kontakt med författarna.

För fler detaljer kring den första delen av denna studie (åtgärd duschning) hänvisas till artikel i *Livestock Science*: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104377>

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakulteten och Institutionen för Biosystem och Teknologi, <https://www.slu.se/institutioner/biosystem-teknologi/>
- Studien var en del av EU-projektet PigSys "Improving pig system performance through a whole system approach". Det internationella samarbetsprojektet finansierades via Formas och EU's ramprogram för forskning och innovation (Horizon 2020). Deltagande länder var Tyskland (koordinator), Danmark, England, Frankrike, Lettland och Sverige. Knut-Håkan Jeppsson och Anne-Charlotte Olsson är forskare vid SLU. Abozar Nasirahmadi är forskare vid universitetet i Kassel, Tyskland.
- Projektansvarig: Knut-Håkan Jeppsson (knut-hakan.jeppsson@slu.se)