



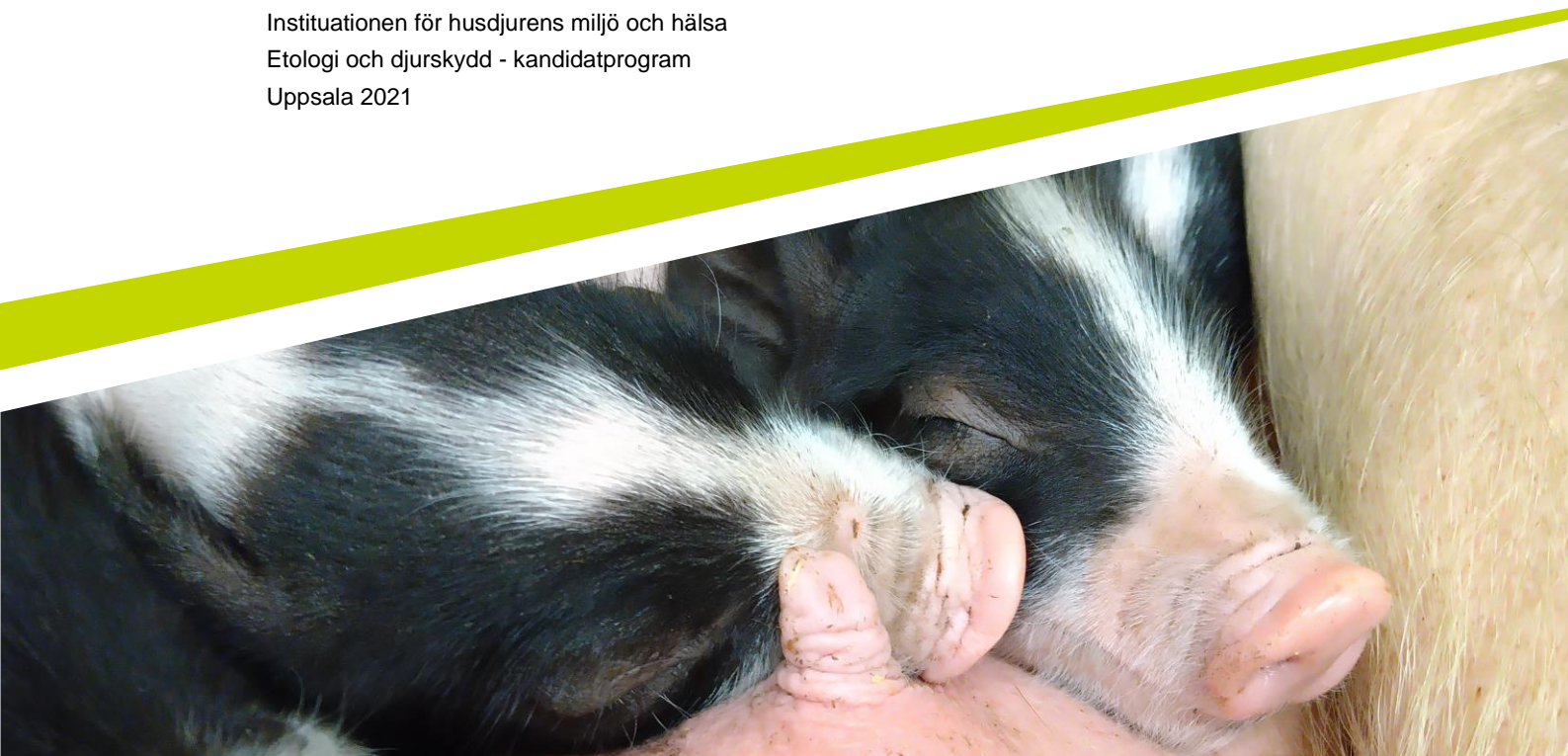
Boxtemperaturens effekt på antalet avvanda smågrisar

– en fältstudie under svenska förhållanden

The effect of temperature in the individual farrowing pen on the number of weaned piglets – a study under Swedish field conditions

Fay Wharton

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Etologi och djurskydd - kandidatprogram
Uppsala 2021



Boxtemperaturens effekt på antalet avvanda smågrisar – en fältstudie under svenska förhållanden

The effect of temperature in the individual farrowing pen on the number of weaned piglets – a study under Swedish field conditions

Fay Wharton

Handledare: Anna Wallenbeck, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Maria Andersson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0867

Program/utbildning: Etologi och djurskydd - kandidatprogram

Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2021

Omslagsbild: Fay Wharton

Nyckelord: Gris, sugga, grisning, kullnummer, box, temperatur, avvanda smågrisar

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Publicering och arkivering

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Att maximera antalet avvanda smågrisar per sugga har blivit ett viktigt mål inom dagens svenska grisproduktion, men fortsatt stora problem med hög smågrisdödlichkeit utgör en utmaning för producenterna och har negativa konsekvenser för djurväl-färden. Temperatur är en miljöfaktor som kan inverka på smågrisdödlichkeit och som visat sig kunna variera mellan boxar i samma stall, men få studier har undersökt omgivningstemperaturens effekt på suggornas prestation under svenska produktionsförhållanden. Syftet med studien var att ta reda på om alla boxar i samma grisningsavdelning ger den inhysta suggan samma förutsättningar att avvänja så många smågrisar som möjligt. Wimpig-protokoll från en grisningsavdelning i en konventionell svensk besättning användes för att sammanställa boxvisa avvänjningsresultat (suggans kullnummer och avvand kullstorlek) från 20 grisningsomgångar. Värmekameraundersökningar utfördes vid tre tillfällen för att mäta temperaturen på suggans liggplats, i smågrishörnan samt temperaturgradienten mellan dessa i varje box och statistiska modeller upprättades för att analysera effekten av de olika variablerna. Avvänjningsresultat från 681 grisningar visade att systematiska skillnader gällande antal avvanda smågrisar fanns mellan boxar, men att dessa berodde på effekten av omgång och kullnummer, där flest smågrisar avvandades av suggor med kullnummer 2 och 3 och minskade därefter med ökande kullnummer. Däremot så påfanns ett signifikant positivt samband mellan samtliga tre temperaturvariabler och avvand kullstorlek, och dessa varierade i hög grad mellan boxarna. Ett ökat antal avvanda smågrisar hängde ihop med en ökad temperatur i boxen, vilket innebär att suggor i varmare boxar gavs bättre förutsättningar att avvänja större kullstorlekar. Mer forskning behövs för att bekräfta sambandet och för att ta reda på hur den termiska miljön på boxnivå påverkar smågrisarnas överlevnad under svenska produktionsförhållanden.

Nyckelord: Gris, sugga, grisning, kullnummer, box, temperatur, avvanda smågrisar

Abstract

An increased number of weaned piglets per sow has become an important goal in contemporary Swedish pig production. However, continued high levels of pre-weaning piglet mortality constitutes a challenge for producers and has negative implications on animal welfare. Temperature is an environmental factor that can influence pre-weaning mortality and has also been known to vary between pens, but few studies on the effect of ambient temperature on sow performance have been conducted in Swedish field conditions. The aim of this study was to investigate if all pens in the same farrowing room provided the sows with equal opportunities to wean a greater number of piglets. Winpig-protocols from a farrowing room in a conventional Swedish herd was used to compile weaning results (sow parity and weaned litter size) for each pen during 20 farrowing cycles. Temperature measurements were conducted with the use of a thermal imaging camera on three occasions where the temperature on the sow resting area, in the piglet creep and the temperature gradient between these were recorded for each pen, and statistic models were set up to analyze the effect of the different variables. Analyzed results from 681 farrowings showed that there were systematic differences between pens regarding the number of weaned piglets per litter, but that these differences were caused by the effect of farrowing cycle and sow parity. The greatest number of weaned piglets occurred in second and third parity sows, and weaned litter size then decreased with increasing parity. There was a significant positive relationship between all three temperature variables and weaned litter size, and large temperature variation could be seen between pens. A greater number of weaned piglets was associated with an increased temperature in the farrowing pen, which implies that sows in warmer pens were given better prerequisites to wean a greater number of piglets. More research is needed in to confirm this relationship and to understand how thermal environment on pen level influences piglet survival in Swedish production conditions.

Keywords: Pig, sow, farrowing, parity, pen, temperature, weaned piglets

Innehållsförteckning

1. Inledning	9
2. Syfte	11
2.1. Frågeställningar.....	11
3. Material och metod	12
3.1. Stall och boxar.....	12
3.2. Djur och rutiner kring grisning.....	13
3.3. Produktionsdata.....	13
3.4. Värmekameraundersökningar.....	14
3.5. Datahantering.....	15
3.6. Statistiska analyser.....	16
4. Resultat	17
4.1. Variation i antal avvanda smågrisar.....	17
4.1.1. Deskriptiva resultat.....	17
4.1.2. Resultat från statistiska analyser.....	20
4.2. Samband mellan temperatur och antal avvanda smågrisar.....	20
4.2.1. Deskriptiva resultat.....	20
4.2.2. Resultat från statistiska analyser.....	22
5. Diskussion	23
5.1. Effekten av omgång och kullnummer.....	23
5.2. Skillnader mellan boxar.....	25
5.3. Termisk komfort i grisningsavdelningen.....	26
5.3.1. Är hög omgivningstemperatur alltid negativt för suggan?.....	27
5.3.2. Betydelsen av värme för smågrisarna.....	29
5.3.3. Temperaturgradienten mellan liggplats och smågrishörna.....	30
5.4. Metodutvärdering.....	30
5.4.1. Winpig-protokoll.....	30
5.4.2. Värmekameramätningar.....	31
5.4.3. Statistiska analyser.....	32
5.5. Temperatur kopplat till dagens avelsmål – hållbarhet och etik.....	32

5.6.	Studiens användbarhet.....	34
5.6.1.	Förslag på framtida forskningsprojekt	35
6.	Slutsatser	37
7.	Populärvetenskaplig sammanfattning	38
8.	Tack.....	39
9.	Referenser	40

1. Inledning

Svensk grisproduktion och dess målsättningar styrs idag till stor del av utmaningen i att möta en inhemsk efterfrågan på kött från djur som fötts upp under strängare djurskyddskrav och mindre antibiotika, och samtidigt öka sin konkurrenskraft mot billigare importerat kött från EU-länder där svagare djurskydd innebär en lägre produktionskostnad (Lund *et al.*, 2021). Höga produktionskostnader till följd av en högre djurskyddsnivå och en minskad marknadsandel samt ökad importkonkurrens sedan EU-inträdet 1995 har lett till sämre lönsamhet för svenska grisföretagare (Jordbruksverket, 2020). Att öka effektiviteten genom att maximera antalet avvanda smågrisar per sugga har därför blivit en prioriterad målsättning för svenska grisproducenter (Svenska köttföretagen, 2014).

En strävan efter fler avvanda smågrisar har, även ur ett internationellt perspektiv, lett till ett intensivt avelsarbete där suggor selekterats för att föda större kullstorlekar (Baxter *et al.*, 2013), och antalet levande födda smågrisar i snitt har ökat från 11,3 år 2000 (Annér, 2001) till 15,0 år 2020 (Gård & djurhälsan, 2021). Förutom storleken på kullarna som föds så påverkas även antalet avvanda smågrisar av hur många som överlever från födsel till avvänjning.

Sverige har en av Europas högsta nivåer av smågrisdödlighet (Eriksson, 2019), och trots framgångar med antalet levandefödda så har samma positiva trend beträffande smågrisdödligheten inte kunnat urskiljas då den endast minskat marginellt från 17,7% år 2013 (Eriksson, 2014) till 17,2% år 2020 (Gård & djurhälsan, 2021). Då smågrisdödligheten medför stora ekonomiska förluster för grisföretagarna och negativ påverkan på djurvälståndet så finns det ett stort intresse inom branschen att minska smågrisdödligheten (Svenska köttföretagen, 2014; Olson *et al.*, 2018; Vande Pol *et al.*, 2021).

Smågrisdödlighet har multifaktoriell bakgrund med orsaker kopplade till smågrisens och suggans egenskaper, såsom låg födelsevikt hos smågrisen (Baxter *et al.*, 2013) och ökande kullnummer hos suggan (Rangstrup-Christensen *et al.*, 2018), men är även kopplad till yttre faktorer i miljön som djuren hålls i där omgivningstemperaturen spelar en avgörande roll (Muns *et al.*, 2016). Forskningsresultaten är dock inte entydiga då låga omgivningstemperaturer nämns som en riskfaktor i vissa studier (Marchant *et al.*, 2000; Pedersen *et al.*, 2013;

Villanueva- García *et al.*, 2021), samtidigt som andra forskare menar att höga omgivningstemperaturer kan öka smågrisödligheten (Weber *et al.*, 2009; Nuntapaitoon & Tummaruk, 2018; Rangstrup-Christensen *et al.*, 2018).

Den fysiska boxen representerar flera olika miljöfaktorer utöver temperaturen, såsom ljus, buller och luftfuktighet, och enligt en studie av Morello *et al.* (2018) så kan dessa miljöfaktorer variera mellan boxar i samma stall vid samma tidpunkt. Detta skulle kunna innebära att suggans förutsättningar för att kunna avvänja många smågrisar påverkas av var i stallet hon blivit placerad. Dock så tenderar suggans prestation sällan att länkas till miljön i den enskilda boxen, och suggor som inte avvänjer ett tillfredsställande antal smågrisar riskerar utslagning i förtid (Engblom *et al.*, 2007).

Få studier har publicerats rörande temperaturens effekt på suggornas prestation under svenska produktionsförhållanden, och förutsättningarna för att applicera utländsk forskning i praktiken försvåras av att den svenska grisproduktionens placering på nordligare breddgrader och den särpräglade djurhållningen till följd av strängare djurskyddskrav. För att nå produktionsmålen och öka djurvälståndet så krävs det därför en större förståelse för vilka utmaningar som omgivningstemperaturen presenterar genom att studera vilken effekt boxklimatet har på antalet avvanda smågrisar i en representativ svensk smågrisproduktion.

Användandet av ny teknik har blivit allt vanligare inom lantbruket, och handhållna värmekameror har ett brett användningsområde som inkluderar både felsökning av byggnader och för att upptäcka tecken på sjukdomar hos djur (Gade & Moeslund, 2014). I Gård & djurhälsans handbok (Ehlorsson & Johansson, 2015) för felsökning av ventilation i slaktsvinsstallar används en FLIR-värmekamera för att på ett effektivt och tydligt sätt mäta temperatur och felsöka stallutrymmen. Värmekameran har därför potentialen att fungera som ett hjälpmedel även vid temperaturundersökningar i grisningsavdelningar.

2. Syfte

Syftet med studien var att ta reda på om alla boxar i en och samma grisningsavdelning ger den inhysta suggan samma förutsättningar för att avvänja så många smågrisar som möjligt, d.v.s. om det finns variation i avvänjningsresultat mellan boxar. För att korrigera för effekten av suggans kullnummer och den enskilda omgången så undersöks även dessa aspekters påverkan på antal avvanda smågrisar per box.

2.1. Frågeställningar

För att uppnå syftet så besvaras följande frågeställningar:

1. Finns det systematiska skillnader mellan boxar gällande antal avvanda smågrisar per kull?
2. Vad har omgången och suggans kullnummer för inverkan på antalet avvanda smågrisar?
3. Finns det temperaturskillnader mellan boxar?
4. Finns det samband mellan temperatur i boxen och avvänjningsresultat?

3. Material och metod

3.1. Stall och boxar

Stallet som undersöktes var en grisningsavdelning i en konventionell besättning i södra Sverige som tillämpar omgångsuppfödning med nyinsatta grisande suggor var sjätte vecka. Dagliga rutiner bestod av skrapning och utgödsling av boxar, tillsättning av strö i form av finhackad kornhalm i boxen, en behandlingsrunda där djurskötaren hälsokontrollerade alla grisarna i avdelningen och vid behov behandlade sjuka eller skadade djur, samt utfodring som skedde två gånger per dag fram till fredagen under grisningsveckan då denna utökades till tre utfodringar per dag under resten av digivningstiden.

I avdelningen fanns totalt 36 grisningsboxar fördelade mellan tre gånger: A-, B- och C-gången. Varje gång bestod av två rader med 6 boxar i varje rad, och boxarna är döpta efter gång och deras nummer i gången räknat från den första boxen i raden till vänster (A1, B1 respektive C1) till den första boxen i raden till höger (A12, B12 respektive C12) i respektive gång. I varje grisningsbox hölls en sugga och hennes tillhörande smågrisar och tomboxar reserverades för amsuggor. Boxen utgjordes av en spaltdel, en liggdel åt suggan i form av en helgjord betongyta samt en triangelformad smågrishörna utan tak. Värmetillförsel till smågrishörnan skedde via golvvärme från varmvattenledningar i golvet och via en värmelampa som var upphängd cirka 55 cm ovanför hörnans golv. Styrkan på värmelamporna varierade mellan 150 och 250 Watt.

Stallklimatet styrdes av mekanisk undertrycksventilation som reglerades via en dator som inhämtade information om temperaturen i stallet via en centralt utplacerad temperaturgivare i taket ovanför boxarna. Önskad stalltemperatur ställdes in i datorn av stallpersonalen och den befintliga stalltemperaturen redovisades på datorskärmen. Tilluft intogs via tolv stycken loftventiler och frånluften reglerades via en frånluftsfläkt placerad i en fläkttrumma i taket. Den inställda temperaturen var 17,5 °C i början av grisningsveckan då den första undersökningen med värmekameran ägde rum, och 19,5 °C då de två sista undersökningarna ägde rum.

3.2. Djur och rutiner kring grisning

De grisande suggorna som användes i studien var en korsning mellan norsk lantras och holländsk yorkshire. När suggan var färdiggrisad så stängdes de nyfödda smågrisarna in i smågrishörnan, hälsokontrollerades och räknades av djurskötaren. Information om datumet som suggan grisade och antalet födda smågrisar antecknades sedan på ett för suggan individuellt suggkort, där information om kullnummer och tidigare avvänjningshistorik fanns förtryckt.

På gården tillämpades skiftesdigivning, kullutjämning, sortering samt kirurgisk kastrering av galtar vid tre dagars ålder. Sortering och kullutjämning skedde av dagsfödda smågrisar som märkts ut av djurskötaren efter att deras tillgång till råmjölk säkrats genom skiftesdigivning, och dessa fördelades sedan på ett sådant sätt att de hamnade tillsammans med jämnstora smågrisar hos suggor som grisat samma dag och som hade minst en fungerande spene per smågris i kullen. Små och svagfödda grisar, så kallade ”pellegrisar”, samlades ihop hos en eller flera utsedda suggor med egenskaper som ansågs gynna dessa smågrisars överlevnad. Kullutjämning och sortering skedde även kontinuerligt under veckan i de fall där en spene hos en sugga blivit ledig efter att en smågris blivit avlivad eller dött, eller om djurskötaren bedömde att suggan inte klarade av att föda upp hela kullen.

Om det blev ett överskott på smågrisar och det inte fanns ett tillräckligt antal fungerande spenar för att föda varje smågris så sattes amsuggor från en annan avdelning in, förutsatt att det fanns en ledig tombox i avdelningen, och amman blev tilldelad den äldsta kullen med de enligt djurskötarens bedömning friskaste och starkaste smågrisarna. Alla smågrishörnor bäddades med ett tjockt lager halm, och till helgen så byttes halmen successivt ut mot kutterspån i boxar där galtarna i kullen kastrerats under veckan. Samtliga suggor beräknades vara färdiggrisade till helgen.

3.3. Produktionsdata

Stallet tillhörde en gård som var ansluten till produktionsuppföljningsprogrammet Winpig, ett datorprogram från Gård & djurhälsan där resultat rapporteras in i syfte att utveckla gårdens grisproduktion. Under och efter varje grisningsomgång i stallet så sammanställdes resultat och information från suggkorten och i ett protokoll från Winpig som innehöll följande: suggans ID-nummer, kullnummer (räknat som hur många kullar hon fött tidigare plus den för omgången väntade kullen), boxplats, levandefödda-, svagfödda-, dödfödda- och avvanda smågrisar, kullbetyg samt eventuella kommentarer om suggan exempelvis varit amma, tilldelats pellegrisar

eller haft hälsoproblem som påverkat resultatet. Produktionsresultaten skickas in digitalt, men det fysiska grisningsprotokollet arkiveras och sparas på gården.

I detta arbete så har Winpig-protokoll med information och resultat från det undersökta stallets 20 senast avvanda grisningsomgångar använts som underlag för att besvara frågeställning ett och två. Grisningarna i denna undersökningen ägde rum mellan december 2018 och februari 2021. Informationen som hämtades från Winpig-listorna var grisningsomgångens datum, den individuella suggans kullnummer, vilken box hon tilldelats och hur många smågrisar hon avvande vid den aktuella omgångens slut.

3.4. Värmekameraundersökningar

Vid två tillfällen under den första grisningsveckan efter att omgång 20 avvants (omgång 21) samt under den efterföljande måndagen, så uppmättes och registrerades temperaturen på den helgjorda golvytan (suggans liggplats) och i smågrishörnan i samtliga 36 boxar i avdelningen. Detta innebär tre utförda temperaturmätningar per liggplats och smågrishörna i varje box, vilket innebär totalt 216 registrerade temperaturvärden.

En handhållen FLIR-värmekamera av modell E5 från 2014 användes för att utföra temperaturmätningarna. Värmekameran mätte utsöndrad värmestrålning från ytor inom linsens radie med hjälp av en inbyggd IR-kamera, och hade en termisk känslighet på 0,10 °C. Den detekterade värmestrålningen redovisades sedan som en digital värmebild på kamerans display där mätområdets högsta och lägsta uppmätta temperaturvärde, samt även det lägsta uppmätta temperaturvärdet inom en begränsad yta i mätområdets mitt, redovisades i °C. Observatören använde det sistnämnda redovisade värdet i studien.

Suggans liggplats mättes snett uppifrån gången, cirka 130 cm ovanför golvytan, och smågrishörnans temperatur uppmättes genom att värmekameran hölls cirka 40 cm snett ovanför området precis under värmelampan. Om suggan låg ner på och upptog en stor del av liggytan så riktades kameran på ett sådant sätt att temperaturen avlästes vid sidan om henne. Om smågrisar befann sig i smågrishörnan vid mättillfället så uppmättes temperaturen på den närmsta tillgängliga golvytan under värmelampan. Detta skedde för att inte störa produktionen och för att hinna mäta temperaturen i alla boxar inom ungefär samma tidsram då omgivningstemperaturen kunde förväntas vara oförändrad från den första till den sista boxmätningen. Två boxar stod tomma vid mättillfällena, box A6 och A7, men mätningar av dessa gjordes på samma sätt som övriga boxar.

Det utvalda uppmätta temperaturvärdet antecknades och protokollfördes efter varje utförd mätning, och dessa ägde rum vid tre tillfällen under eftermiddagen under tisdagen den 30:e mars, söndagen den 4:e april samt måndagen den 5:e april 2021.

3.5. Datahantering

Resultat och information från de fysiska Winpig-protokollen för de 20 senast avvanda omgångarna i grisningsavdelningen, samt de uppmätta och beräknade temperaturvärdena från värmekameraundersökningen, sammanställdes i Microsoft Excel 2016. För varje box angavs vilket kullnummer som den inhysta suggan hade och hur många smågrisar som hon avvande vid den aktuella omgången, samt omgångens nummer. Omgångarna numrerades i kronologisk ordning, vilket innebär att den omgång som låg längst bak i tiden (december 2018) benämns som omgång nummer 1, och att den senast födda och avvanda omgången (februari 2021) benämns som omgång nummer 20. Kullnummer angavs på samma sätt som i Winpig-protokollen, det vill säga att den för omgången väntade kullen adderades till antalet kullar som suggan tidigare fött. En gylta fick på så vis kullnummer 1, en sugga som grisar för andra gången fick kullnummer 2 och så vidare.

Observationer på färre än tio avvanda smågrisar per box var sällsynta, och eftersom dessa högst sannolikt inte hade med boxen eller den inhysta suggans kullnummer att göra, utan var konsekvenser av exempelvis sjukdom och andra hälsoproblem hos den individuella suggan, så uteslöts dessa observationer ur studien. Kullnumret på de korresponderande suggorna bakom dessa resultat uteslöts också. Då även antalet observationer av suggor med kullnummer sex och uppåt var relativt få och visade en stor variation i antal avvanda inom samma kullnummer, så slogs dessa samman till ett gemensamt kullnummer; "6+". Detta gjordes även i syfte att öka tillförlitligheten på och underlätta de statistiska analyserna.

Temperaturgradienten, d.v.s. temperaturskillnaden mellan smågrishörnan och suggans liggplats, beräknades genom att subtrahera det uppmätta värdet på suggans liggplats från värdet på den motsvarande smågrishörnan i varje box efter varje utförd mätningstillfälle, vilket resulterade i tre gradientvärden per box. Inför de statistiska analyserna användes datan från de tre mättillfällena, och ett medelvärde för temperaturen på suggans liggplats, i smågrishörnan samt ett medelvärde för temperaturgradienten i varje box räknades ut. Det innebär 3 medelvärden per box, ett för vardera liggplats, smågrishörna och gradient.

3.6. Statistiska analyser

De statistiska analyserna utfördes i datorprogrammet Minitab 19. För att undersöka och redovisa genomsnittliga värden och variation mellan och inom boxar, kullnummer och omgångar avseende antal avvanda smågrisar och uppmätt temperatur så upprättades interval-plots där de beräknade intervallen utgörs av medelvärde \pm medelfelet. Detsamma gjordes även för kullnummer per box, för att kontrollera om suggor med olika kullnummer tenderar att fördelas jämnt mellan boxarna över tid.

För att testa om den fysiska boxen hade någon effekt på antal avvanda smågrisar så användes den utvalda Winpig-datan från de senaste 20 avvanda omgångarna för att upprätta en ANOVA general linear model där antal avvanda smågrisar per box angavs som den beroende variabeln och där boxen ingick som en oberoende variabel. För att justera för effekten av andra faktorer som kunnat påverka antalet avvanda, så ingick även omgång och kullnummer som oberoende variabler i modellen. För att undersöka hur många smågrisar som suggor av respektive kullnummer avvänjer och om det finns en signifikant skillnad mellan kullnummer, så gjordes därefter parvisa jämförelser mellan kullnummerna med hjälp av Tukey's post hoc test.

För att testa om temperaturen i boxarna hade någon effekt på antalet avvanda smågrisar per box så upprättades en linjär regressionsmodell där antalet avvanda smågrisar per box angavs som den beroende variabeln. Temperaturen på suggans liggplats, i smågrishörnan och temperaturgradienten mellan dessa i varje box angavs som oberoende kontinuerliga variabler och de beräknade medelvärdena av dessa för varje box användes i analysen.

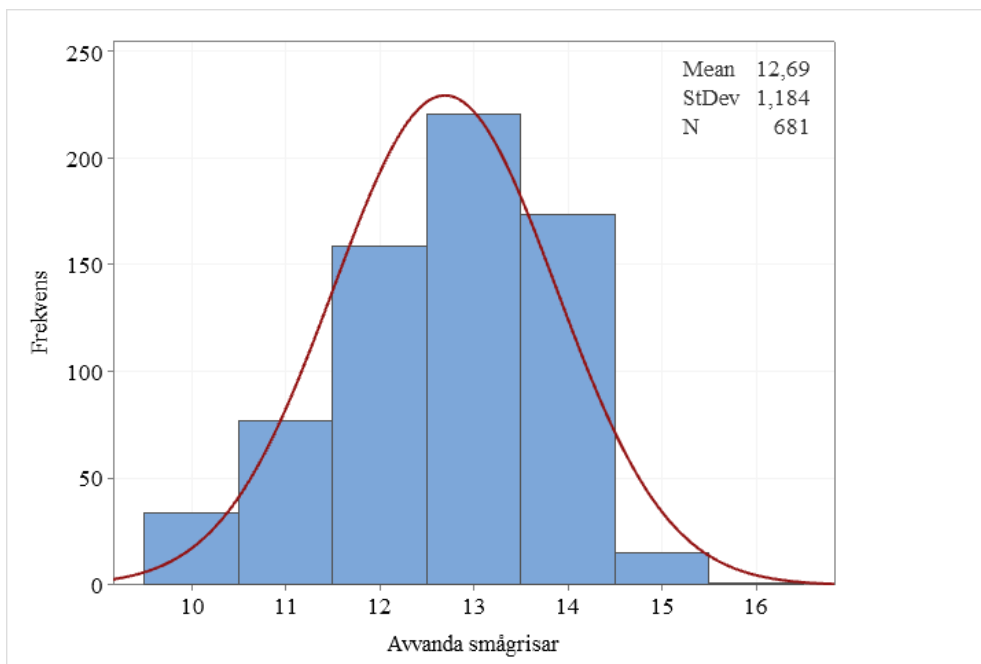
Då det inte är troligt att temperaturen i boxarna varit oförändrad under de senaste 20 omgångarna så baseras analysen på Winpig-data från de fem senaste avvanda omgångarna (omgång 16-20), där förutsättningen är att temperaturvariablerna varit oförändrade. För att återigen korrigera för effekten av omgång och kullnummer så lades dessa in som kategoriska oberoende variabler. Den linjära regressionsmodellen upprättades tre gånger, med en temperaturvariabel inlagd åt gången, för att testa varje enskild variabels effekt åt gången. Signifikansnivån (α) sattes på 0,05 för samtliga statistiska analyser.

4. Resultat

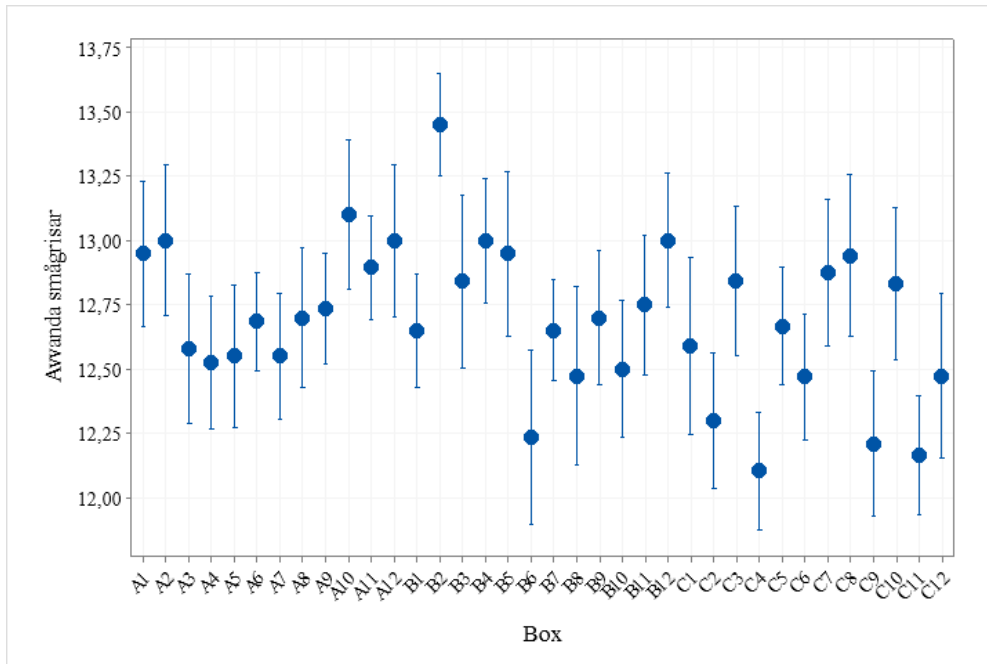
4.1. Variation i antal avvanda smågrisar

4.1.1. Deskriptiva resultat

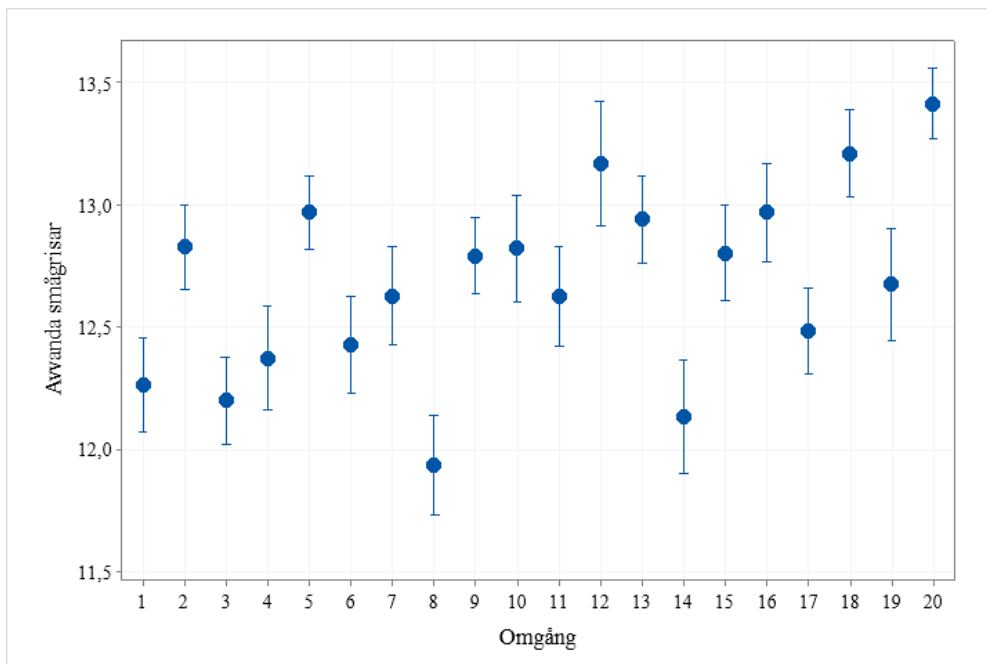
Variation i avvand kullstorlek för alla 20 omgångarna presenteras deskriptivt i figur 1, variationen mellan och inom box i figur 2 och variation inom och mellan omgångar presenteras i figur 3.



Figur 1. Histogram med anpassad normalkurva av antalet avvanda smågrisar per kull för alla kullar i de 20 senaste grisningsomgångarna (N=681 kullar).

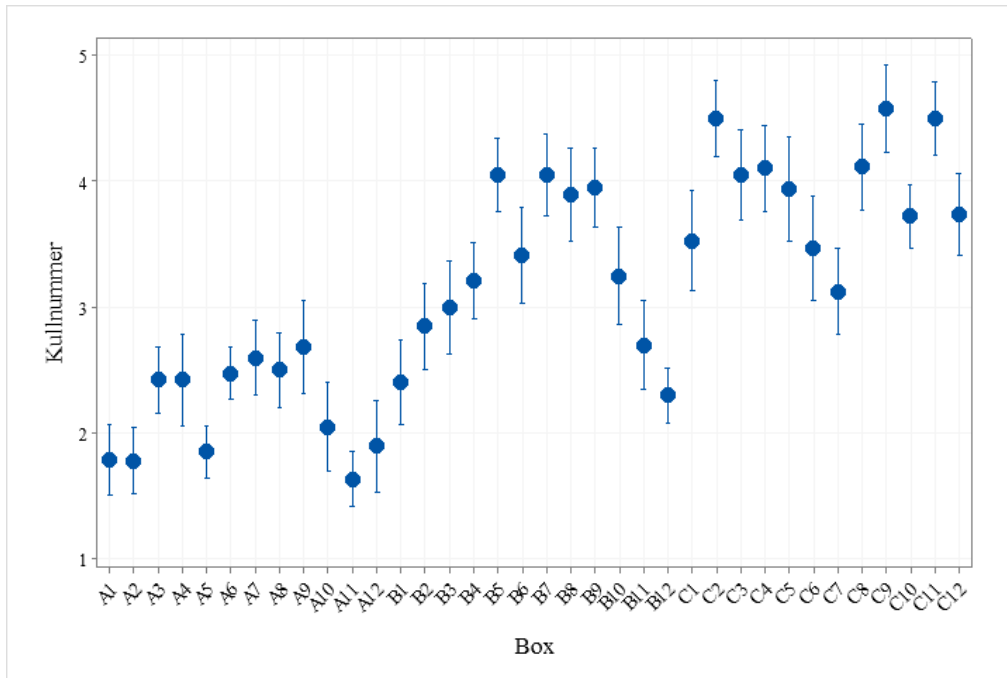


Figur 2. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för avvanda smågrisar per box ($N = 681$ kullar fördelade över 20 omgångar vilket medför 16-20 kullar per box).

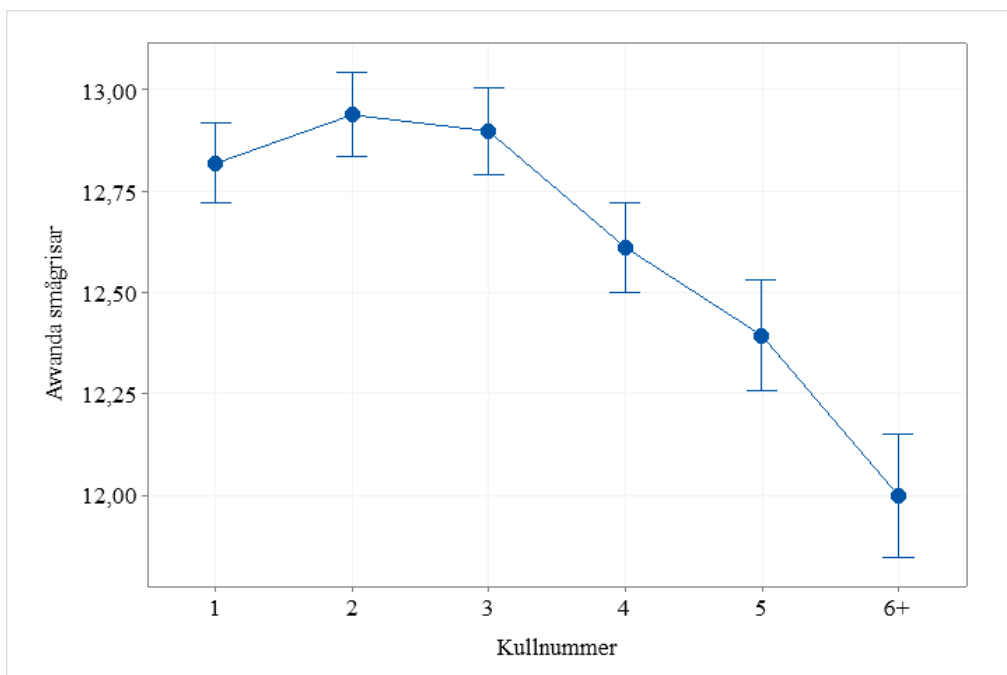


Figur 3. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för avvanda smågrisar per kull och omgång ($N=681$ kullar fördelade över 20 omgångar).

Variation i kullnummer inom och mellan boxar presenteras deskriptivt i figur 4 och variation i avvand kullstorlek mellan kullnummer presenteras i figur 5. Suggor med ett visst kullnummer tenderar att placeras i samma del av stallet oberoende av omgång.



Figur 4. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för inhysta suggors kullnummer per box (omgång 1-20).



Figur 5. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för antal avvanda smågrisar per kullnummer (omgång 1-20).

4.1.2. Resultat från statistiska analyser

Omgång och kullnummer hade signifikant effekt på antalet avvanda smågrisar per kull, men det fanns inget signifikant samband mellan den fysiska boxen och antalet avvanda smågrisar per kull (tabell 1). Figur 3 visar att trenden är att antal avvanda ökar i omgångarna över tid. Parvisa jämförelser mellan kullnummerna 1 (N=137), 2 (N=155), 3 (N=115), 4 (N=117), 5 (N=81) och 6+ (N=76) visade att suggor med kullnummer 1 och 2 avvänjer signifikant fler smågrisar än kullnummer 6+ ($p < 0,001$), och att det fanns en trend ($p < 0,1$) mot att kullnummer 2 avvänjer fler än kullnummer 5 ($p = 0,054$). Kullnummer 3 avvande signifikant fler smågrisar än kullnummer 5 ($p = 0,039$) och kullnummer 6 ($p < 0,001$). Kullnummer 4 avvande signifikant fler smågrisar än kullnummer 6+ ($p = 0,001$) och det fanns en trend mot att kullnummer 5 avvande fler än kullnummer 6+ ($p = 0,066$).

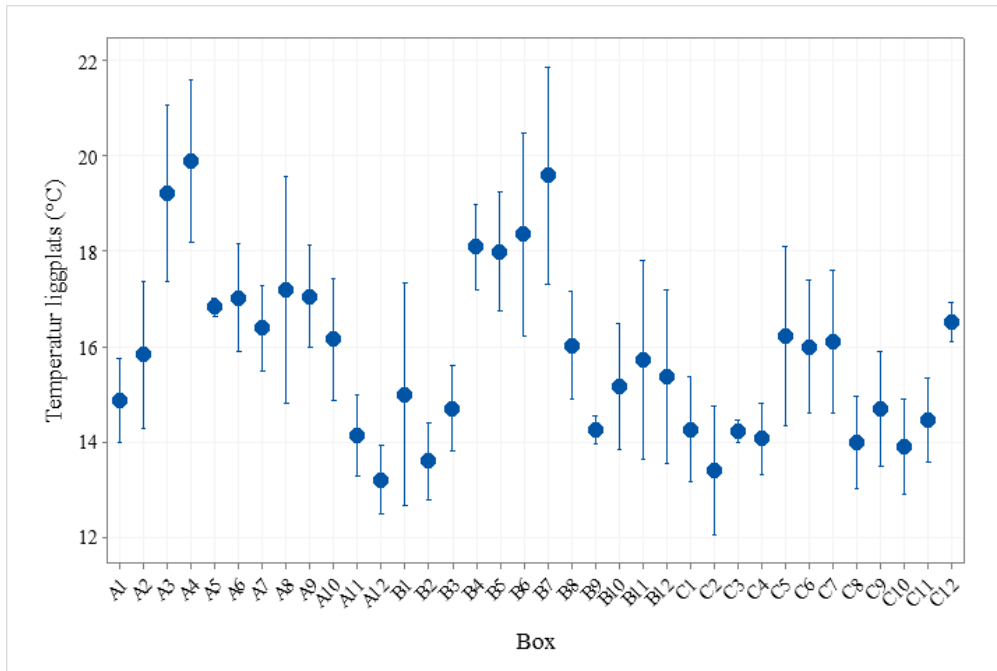
Tabell 1. Resultat från ANOVA-analysen med avseende på vilken påverkan respektive variabel (box, omgång och kullnummer) har på antalet avvanda smågrisar/kull.

Faktor i modellen	F-värde	P-värde
Box	0,97	0,523
Omgång	4,10	<0,001
Kullnummer	8,49	<0,001

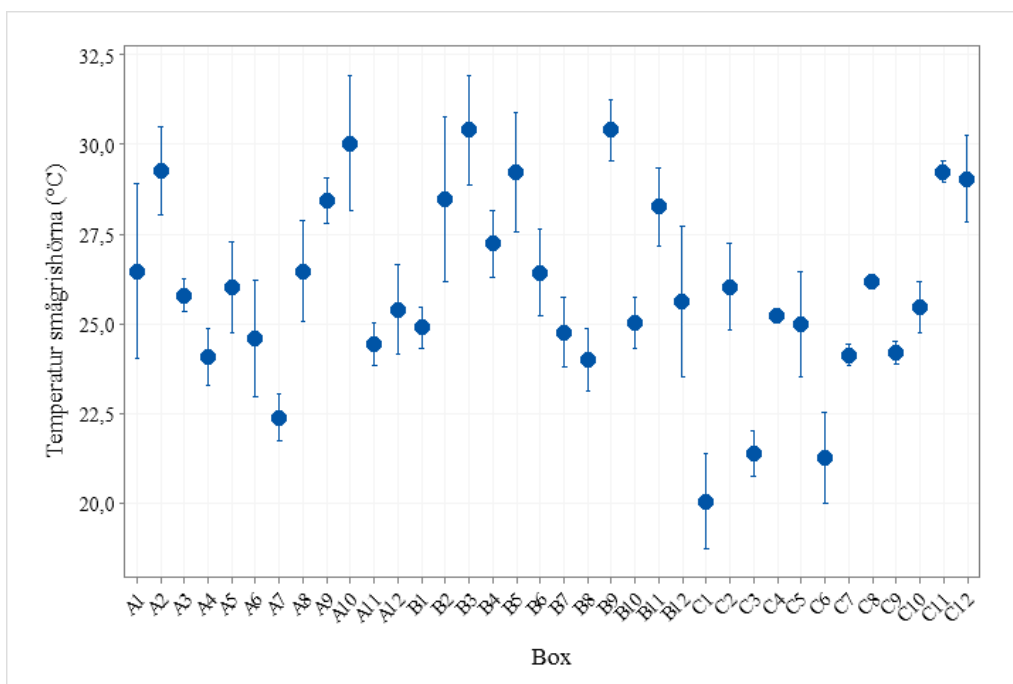
4.2. Samband mellan temperatur och antal avvanda smågrisar

4.2.1. Deskriptiva resultat

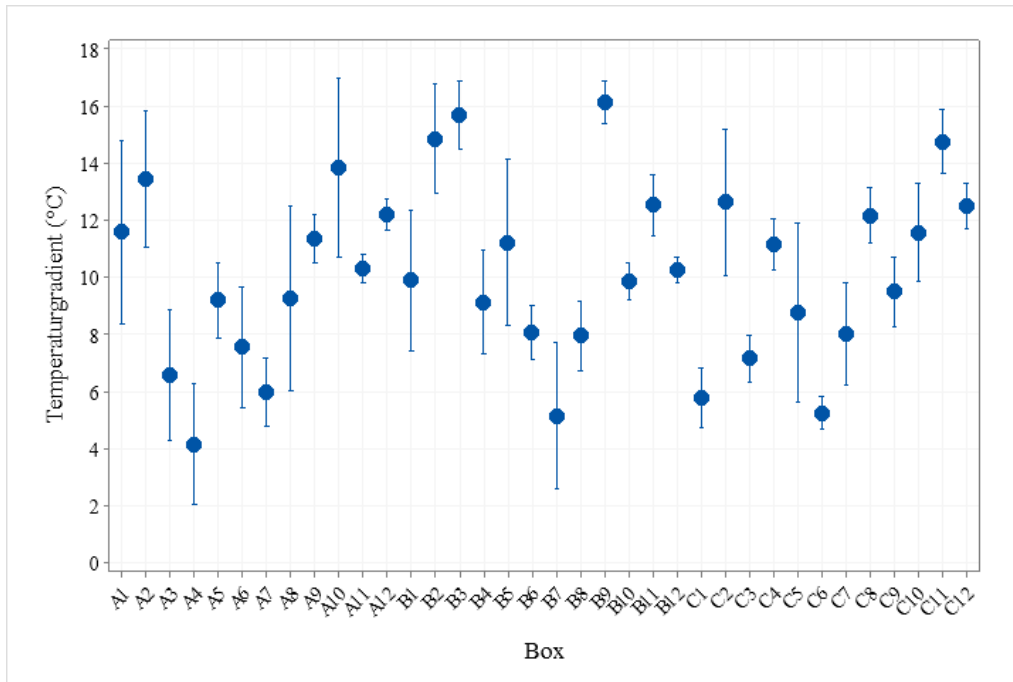
Variation i temperatur inom och mellan boxar avseende suggans liggyta i boxen, i den tillhörande smågrishörnan samt temperaturgradienten mellan dessa, uppmätta under den första nyinsatta omgången efter att omgång 20 avvants (omgång 21), presenteras i figur 6, 7 och 8.



Figur 6. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för den uppmätta temperaturen på suggans liggplats i respektive box ($N=108$ temperaturmätningar vilket innebär tre mätningar per box utförda under omgång 21).



Figur 7. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för den uppmätta temperaturen i smågrishörnan i respektive box ($N=108$ temperaturmätningar vilket medför tre mätningar per box utförda under omgång 21).



Figur 8. Interval-plot med medelvärde \pm medelfelet för den beräknade temperaturgradienten mellan suggans liggplats och smågrishörnan i respektive box ($N=108$, gradient beräknad efter varje utförd mättilfälle vilket innebär tre resultat per box).

4.2.2. Resultat från statistiska analyser

Temperaturmätningarna genomfördes under omgång 21 och samband med antal avvanda i samma boxar under de senaste 5 omgångarna undersöktes. Analysen genomfördes för varje temperaturvariabel (temperatur på suggans liggplats i boxen, i smågrishörnan och gradienten) separat och resultaten från de statistiska analyserna visar att det finns ett signifikant samband för alla temperaturvariabler och antalet avvanda smågrisar per box (tabell 2). Riktningen på sambandet visar att en ökad temperatur på suggans liggplats och i smågrishörnan, samt att en större temperaturgradient mellan dessa, innebär ett större antal avvanda smågrisar per box.

Tabell 2. Resultat från omgång 16-20 ($N=169$ kullar) i den linjära regressionsmodellen där temperaturvariablernas effekt på antalet avvanda smågrisar korrigeras för omgång och kullnummer. Antal avvanda är y-variabeln och modellen innehåller en temperaturvariabel samt omgång och kullnummer.

	Temperaturvariabel		Omgång		Kullnummer	
	F-värde	P-värde	F-värde	P-värde	F-värde	P-värde
Liggplats	943,53	<0,001	3,46	0,010	2,68	0,023
Smågrishörna	1267,64	<0,001	3,45	0,010	2,66	0,024
Temperaturgradient	197,23	<0,001	9,51	<0,001	9,07	<0,001

5. Diskussion

Syftet med studien var att ta reda på om det fanns en variation i antalet avvanda smågrisar per kull och om denna kunde kopplas till klimatskillnader mellan boxar. Efter databearbetningen återstod avvänjningsresultat från 681 grisningar fördelade över 36 boxar och 20 omgångar (fig. 1). Resultaten visade att det fanns en stor variation mellan boxar i samma grisningsavdelning (fig. 2), men att variationen inte berodde på den fysiska boxen utan på effekten av omgång och kullnumret på suggorna som varit inhysta i boxarna (tabell 1). Det fanns en variation mellan omgångarna, men trenden var att antalet avvanda ökade över tid (fig. 3).

Resultaten visade även att det fanns en stor variation i medelkullnumret bland boxarna (fig. 4) och att det fanns statistiskt säkerställda skillnader avseende antalet avvanda mellan kullnummer. Unga suggor med kullnummer 1-3 kan förväntas avvänja flest smågrisar och avvand kullstorlek är som störst i kull 2 och 3. Därefter går trenden neråt allteftersom suggans kullnummer ökar (fig. 5).

Även om boxvariabeln inte hade någon signifikant effekt på antalet avvanda så visade det sig att alla temperaturvariabler hade det (tabell 2), och att det fanns en stor variation mellan boxarna avseende temperaturen på suggans liggplats, i smågrishörnan och temperaturgradienten mellan dessa (fig. 6, 7 och 8). Resultatet från regressionsanalysen visade ett positivt samband, d.v.s att antalet avvanda smågrisar per box ökade med en ökande temperatur på suggans liggplats, i smågrishörnan samt en ökande temperaturgradient mellan dessa. Boxtemperaturens effekt kunde ses i de senaste 5 avvanda omgångarna.

5.1. Effekten av omgång och kullnummer

Då syftet med studien var att testa om boxarna i stallet gav de inhysta suggorna samma förutsättningar att avvänja många smågrisar så var det nödvändigt att ta hänsyn till faktorer vars påverkan inte är relaterat till boxmiljön, men som kan orsaka systematiska skillnader mellan boxar. Omgången representerar effekten av ett flertal faktorer som kan skilja sig mellan grisningsomgångarna; årstid, skötselrutiner, tillfälliga hälso- eller fertilitetsproblem, antal levandefödda smågrisar, fodersammansättning etc. Eftersom Winpig-resultaten samlats ihop över

en period på över två år så lär dessa faktorer förändrats med tiden, och applicerade råd från veterinärer och rådgivare samt förbättrade rutiner har med stor sannolikhet bidragit till trenden med fler avvanda. Detta bidrar till den signifikanta effekten av omgången.

Suggans kullnummer har visat sig ha en effekt på antal avvanda smågrisar, vilket främst beror på att antal levandefödda och risken för smågrisdödlighet skiljer sig mellan kullnummer (Wegner *et al.*, 2014; Lavery *et al.*, 2019). Antal avvanda är alltså inte synonymt med antal levandefödda, och smågrisdödligheten är därför inte nödvändigtvis alltid högre bland suggor som avvänjer mindre kullstorlekar. Studier om kullnumrets påverkan på svenska avvänjningsresultat är fåtaliga, men i svensk studie av Tummaruk *et al.* (2000) fann författarna att antalet levandefödda smågrisar var lägst i kullnummer 1 och sedan ökade till och med kullnummer 4-5, där antalet var högst. Därefter så minskade antalet levandefödda med ökande kullnummer. Avvand kullstorlek undersöktes dock inte. En annan svensk studie av Westin *et al.* (2015) fann att risken för smågrisdödlighet ökar med ökande kullnummer.

Även miljön har en påverkan på hur suggor med olika kullnummer presterar. I ett försök av Olson *et al.* (2018) undersöktes effekten av fixering av svenska suggor under de första 3 dagarna från grisningen och visade att fixering hade en positiv effekt på antalet avvanda för samtliga kullnummer utom gyltor (kullnummer 1). Produktionssystemet lär också ha en inverkan eftersom högre smågrisdödlighet har konstaterats hos suggor med kullnummer 1-3 i ekologiska system jämfört med i konventionella (Wallenbeck *et al.*, 2009).

Eftersom alla insatta suggor i en omgång inte har samma kullnummer och att suggor med olika kullnummer kanske inte fördelats jämnt mellan boxarna över tid, så är det viktigt att utvärdera hur mycket av variationen som kan förklaras av effekten av kullnummer. Det visade sig att suggor av olika kullnummer systematiskt placerades i samma delar av stallet, där de yngsta djuren framför allt placerades i A-gången och de äldsta i C-gången. Boxarnas medelkullnummer skiljde sig därför åt och det gick således inte att förvänta sig samma antal avvanda smågrisar per box över de 20 undersökta omgångarna.

Hur många avvanda smågrisar som kan förväntas av en sugga med ett visst kullnummer varierar mellan studier. Resultaten i min studie ligger i linje med resultaten i en studie av Lavery *et al.* (2019) som kom fram till att suggor med kullnummer 2 och 3 avvänjer flest smågrisar, trots att flest levandefödda förekom i kullnummer 3 och 4. Antalet avvanda minskade därefter och är som lägst hos suggor med kullnummer 5+, som även var det kullnummer med den högsta smågrisdödligheten. Att kullnummer 2 och 3 avvänjer flest smågrisar beror därför

sannolikt på en kombination av ett högt antal levandefödda och en lägre risk för smågrisdödlighet. Ett färre antal levandefödda i kombination med den lägsta risken för smågrismortalitet förklarar delvis varför gyltorna avvänjer något färre än kullnummer 2 och 3, och ett lägre antal levandefödda och en hög risk för smågrisdödlighet bidrar till att de äldsta suggorna med kullnummer 6+ avvänjer det lägsta antalet smågrisar.

I en undersökning av Wegner *et al.* (2014) var det däremot gyltorna som avvände de största kullstorlekarna, trots att de hade det lägsta antalet levandefödda. I båda försöken av Lavery *et al.* (2019) respektive Wegner *et al.* (2014) så förekom sortering och kullutjämning, och i studien av Wegner *et al.* (2014) användes framför allt gyltor som ammor. På gården där denna studien genomfördes förekom också sortering, kullutjämning och amsuggor, men däremot så användes gyltor mycket sällan som amsuggor i den undersökta besättningen. Antalet avvanda per kullnummer kommer därför sannolikt även att influeras av vilka rutiner som används i besättningen.

5.2. Skillnader mellan boxar

Det fanns systematiska skillnader mellan boxar gällande antal avvanda smågrisar, men dessa berodde inte på den fysiska boxen utan på effekten av omgång och kullnummer. Däremot så upptäcktes en variation i temperatur mellan boxarna, och denna visade sig ha en effekt på avvänjningsresultatet.

Få studier verkar ha undersökt betydelsen av mikroklimatet i boxen, men i ett försök av Morello *et al.* (2018) så undersöktes olika klimatvariabler, däribland temperaturen, i samtliga boxar i två intilliggande grisningsavdelningar med mekanisk ventilation under 27 omgångar. Författarna konstaterade att förutom att det fanns en skillnad i medeltemperatur mellan de olika avdelningarna, så kunde skillnader mellan alla undersökta klimatvariabler påvisades i en och samma grisningsavdelning vid en och samma tidpunkt. Temperaturen var i hög grad beroende av utomhustemperaturen, och temperaturskillnaden mellan boxar kunde vara så stor som 9,6 °C vid samma tidpunkt i en och samma avdelning.

Morello *et al.* (2018) drog slutsatsen att vissa suggor utsattes för termiska förhållanden som kunde innebära värmestress, drag och sämre luftkvalitet i vissa delar av avdelningen, och att deras termiska komfort riskerade att vara sämre jämfört med suggor vars boxplacering inte innebar samma påfrestningar. I ett av stallen påvisades även låga boxtemperaturer på 15,6 °C, vilket forskarna menade kunde vara skadligt för både suggan och smågrisarna. Inga samband mellan klimatvariablerna och suggornas beteende eller prestation undersöktes, men

forskarna hävdar att en variation av produktionsresultat kan vara en konsekvens av miljövariation inom stallet och att mer hänsyn bör tas till detta i både produktions- och försökssammanhang.

I likhet med den beskrivna studien så var den undersökta grisningsavdelningen i min studie mekaniskt ventilerad med ett självreglerande system. Syftet är att ventilationssystemet ska åstadkomma ett jämnt stallklimat och upprätthålla den inställda temperatur som ger samtliga djur i stallet en god termisk komfort (Helmersson, 2013). Men precis som i undersökningen av Morello *et al.* (2018) så varierade temperaturen i hög grad mellan olika boxar vid ungefär samma tidpunkt och trots att den inställda temperaturen var mellan 17,5°C och 19,5 °C under mätningarna så var majoriteten av medeltemperaturna på suggornas liggplatser under 17°C. Detta skulle kunna innebära att stora delar av stallet i regel är för kallt och förklara det funna sambandet mellan ökat antal avvanda smågrisar och ökad temperatur på liggplatsen i den här studien.

5.3. Termisk komfort i grisningsavdelningen

Att ge djuren en god termisk komfort har stor betydelse i produktions- och djurvälståndssammanhang eftersom för stora temperaturpåfrestningar kan orsaka värmestress alternativt köldstress, vilka kan upplevas som påfrestande av djuret som måste lägga sina energiresurser på att termoreglera och därför presterar sämre under produktionsförhållanden (Cecchin *et al.*, 2019).

Suggans termoneutrala zon, det vill säga den temperatur då hon lägger minimala kroppsegna resurser på att termoreglera, föreslås vara mellan 18-20 °C av Silva *et al.* (2009) och 12-22 °C av Black *et al.* (1993). Värmestress hos suggan på grund av höga omgivningstemperaturer anses vara ett stort problem inom grisproduktion eftersom det ökar risken att hon ligger ihjäl sina smågrisar (Weber *et al.*, 2009) och minskar hennes aptit, vilket leder till sämre laktation och sämre tillväxt på smågrisarna (Black *et al.*, 1993). Nuntapaitoon & Tummaruk (2018) fann dessutom ett positivt samband mellan ökande temperatur och smågrisdödlighet under grisningsveckan, vilket indikerar att temperaturens påverkan på suggan i grisningsavdelningen har direkta konsekvenser för antalet avvanda smågrisar.

Dessa studiers resultat står i motsats till fynden i min studie, där ett högre antal avvanda smågrisar var kopplat till en högre temperatur på suggans liggplats. Det är emellertid viktigt att ta hänsyn till temperaturspannet. I min studie varierade temperaturen på suggornas liggplatser mellan cirka 13 och 20 °C, samtliga låg alltså under eller inom gränsvärdena för suggans termoneutrala zon. Nuntapaitoon & Tummaruks studie var utförd i thailändska besättningar där det var ovanligt med

temperaturer på under 20 °C men vanligt med temperaturer på över 30 °C, vilket medför sämre termiska komfortförhållanden för suggorna.

Stalltemperaturen påverkas dessutom i hög grad av rådande utomhustemperatur (Wegner *et al.*, 2014; Morello *et al.*, 2018) och Sveriges klimat innebär färre varma dagar om året än många andra länder. Detta skulle kunna förklara varför min studie fann ett annat samband än tidigare studier gjort, och tyder på att det svenska klimatet innebär andra utmaningar för grisproducenter än de som finns beskrivna i utländsk litteratur. Detta resonemang stöds av Wegner *et al.* (2014) som menar att de flesta studier som gjorts på värmestress hos suggor kommer från länder med varmare klimat där lokala väderstationer används istället för den faktiska stalltemperaturen, vilket sänker tillförlitligheten av dessa studiers resultat.

Smågrisarnas termoneutrala zon står i stark kontrast till motsvarande hos suggan. Den termoneutrala miniminivån för en nyfödd smågris är 34 °C (Herpin *et al.*, 2002) och till skillnad från suggan så utgör för låga omgivningstemperaturer det största hotet mot smågrisens termiska komfort då nedkyllning snabbt kan leda till att smågrisen dör (Baxter *et al.*, 2011). Detta skapar en konflikt mellan förälder och avkomma, och i syfte att tillgodose både suggans behov av svalka och smågrisens behov av värme så inreds grisionsboxar med en uppvärmd smågrishörna dit suggan inte har tillträde (Baxter *et al.*, 2011).

Till skillnad från suggornas liggplatser så uppfyllde ingen av smågrishörnorna kravet för smågrisarnas termoneutrala zon, och därmed inte heller deras termiska komfort. Med tanke på att endast 3 smågrishörnor hade en medeltemperatur på minst 30 °C och resterande 33 hade en temperatur på mellan 20 och 30 °C, så kan det antas att den låga omgivningstemperaturen i de flesta boxar utgjorde en påfrestning för smågrisarna. Trots extra värmeförsel av golvvärme och värmelampor så räckte inte dessa åtgärder för att anpassa klimatet i smågrishörnorna efter smågrisarnas behov och de löpte därmed en ökad risk för att drabbas av köldstress.

5.3.1. Är hög omgivningstemperatur alltid negativt för suggan?

I det vilda så bygger suggor bon inför grisningen där smågrisarna föds och spenderar sina första levandagar innan de börjar undersöka miljön utanför (Algers & Jensen, 1990). När Algers & Jensen (1990) undersökte temperaturen i sådana bon så upptäckte de att medeltemperaturen i dessa var 20,3 °C i suggans frånvaro, trots extrema utetemperaturer på flera minusgrader. Temperaturen sjönk med i genomsnitt 6 °C då boet var tomt, och forskarna menar att både suggans och smågrisarnas kroppsvärme bidrar till att hålla boet varmt och att det sannolikt var ännu varmare då suggan befann sig inuti boet tillsammans med smågrisarna. Algers & Jensen (1990) drog slutsatsen att suggorna bidrar till att hålla smågrisarna varma

med sin egen kroppsvärme, men att boet tillgodoser både suggans och smågrisarnas termiska behov under den tid som de är som mest beroende av tillskottsvärme.

Algers & Jensens studie visar betydelsen av suggans bobyggnadsbeteende för smågrisarnas överlevnad under de första dagarna i livet, och hur starkt detta verkar vara kopplat till omgivningstemperaturen. Samtliga smågrishörnor i min studie hade en medeltemperatur som var högre än motsvarande i bona i Algers & Jensens studie, men en viktig skillnad är att suggan inte har tillgång till smågrishörnan och därför inte kan bidra med sin egna kroppsvärme för att skapa ett mer passande mikroklimat för smågrisarna. Därmed så utgjorde suggans kroppsvärme på liggplatsen sannolikt en mer attraktiv värmekälla än smågrishörnan.

En studie av Phillips *et al.* (2000) visade dessutom att dräktiga suggor föredrar att grisa på liggplatser vars golvtemperatur håller 35 °C framför 22 respektive 29 °C. Denna preferens avtog först efter tre dagar och mellan dag 7-14 efter grisningen var golvet med en tempertur på 22 °C, det vill säga den plats som låg närmst suggans egna termoneutrala zon, den föredragna liggplatsen. Detta beteende sågs även i en studie av Malmkvist *et al.* (2012) där grisande suggor som hade tillgång till en helgjord liggyta på 35 °C och ett ouppvämt spaltgolv nästan uteslutande valde att grisa på den varma liggytan, trots att vuxna djur normalt sett hade valt att undvika sådana höga temperaturer. Phillips *et al.* (2000) menar att suggans förändrade temperaturpreferens sker för att finna en passande termisk miljö åt smågrisarna.

Majoriteten av smågrisdödligheten sker under de första dagarna efter att suggan har grisat (Marchant *et al.*, 2000), så även om temperaturer över suggans termoneutrala zon under en längre tid kan vara negativt, så kan en hög temperatur specifikt vid grisningen innebära att fler smågrisar överlever under de första kritiska dagarna. Denna teori stöds av Wegner *et al.* (2014) som fann att smågrisdödligheten minskade och kullstorleken vid avvänjning ökade vid förhöjda stalltemperaturer på dagen då suggan grisade, men att en ökad temperatur två dagar innan grisning innebar ett lägre antal levandefödda. Detta skulle kunna bidra till det positiva sambandet mellan antal avvanda och en ökad temperatur i boxen i min studie.

Med tanke på att temperaturen i smågrishörnorna inte uppfyllde smågrisarnas termiska behov och att de naturligt söker värme hos suggan (Algers & Jensen, 1990; Vasdal *et al.*, 2010) så är det troligt att de kommer att spendera en stor del av tiden då risken för smågrisdödlighet är som störst på suggans liggplats. Så trots att miljön på suggans liggplats är tänkt att vara anpassad efter hennes termiska behov, så kommer smågrisarna att vistas i och påverkas av temperaturen på denna. En förhöjd temperatur på dagen för grisning kan vara prefererat av suggan och behöver inte ha en negativ påverkan på hennes välfärd, och verkar dessutom ha en positiv effekt på antalet avvanda smågrisar genom att risken för nedkylning minskar.

5.3.2. Betydelsen av värme för smågrisarna

Ur termoregulatorisk synpunkt så är den nyfödda grisen mycket underutvecklad: den föds blöt, glest behårad, har en stor kroppsytta i förhållande till kroppsvolym med få energireserver och till skillnad från många andra nyfödda däggdjur så saknar den brun fettvävnad att använda till värmeproduktion (Herpin *et al.*, 2002; Villanueva-García *et al.*, 2021). Sammantaget innebär detta att den nyfödda grisens termoreglerande förmåga är begränsad, och den löper därigenom en hög risk att drabbas av hypotermi om den inte snabbt tar sig till suggans juver för att få värme och energi via råmjölken (Baxter *et al.*, 2008).

Vad ett kallt klimat för smågrisarna har för effekt på smågrisdödligheten är ett välutforskat område och flera forskare har kommit fram till att låg omgivningstemperatur i smågrisarnas närmiljö leder till hypotermi och ökar risken för dödlighet under de första levnadsdagarna (Andersen *et al.*, 2007; Pedersen *et al.*, 2013; Muns *et al.*, 2016; Villanueva-García *et al.*, 2021). Vad temperaturen i smågrishörnan har för effekt på smågrisdödlighet råder det dock ingen konsensus om då vissa forskare inte lyckats finna något samband (Leonard *et al.*, 2020; Sulzbach *et al.*, 2020), medan andra sett att klimatanpassningar i smågrishörnan minskar smågrisdödligheten (Smith *et al.*, 2019).

I en norsk studie testade Vasdal *et al.* (2010) effekten av olika typer av åtgärder för att öka den termiska komforten i smågrishörnor (bottensubstrat och en extra vägg för att öka värmen) vars temperatur var 30 °C och fann att inga av åtgärderna hade någon effekt på smågrisdödligheten eller hur mycket tid som smågrisen spenderade hos suggan respektive i hörnan. Författarna drog slutsatsen att den termiska komfortnivån i smågrishörnan inte är så viktig som man tidigare trott i produktionssammanhang. Ur ett praktiskt implimenteringsperspektiv är studien av Vasdal *et al.* (2010) intressant eftersom suggorna i försöket hölls frigående i boxar som liknar de som används i svensk produktion. En nackdel var dock att djurantalet var lågt, endast 46 suggor fördelade mellan tre behandlinggrupper ingick i studien.

Trots oklarheter rörande smågrishörnans betydelse för smågrisdödligheten så visade resultaten i min studie att fler avvanda smågrisar kan förväntas i boxar vars smågrishörnor är varmare. Trots att ingen av smågrishörnornas temperatur uppfyllde smågrisarnas termiska komfort, så fanns en stor variation där vissa boxar låg närmre smågrisens termoneutrala zon på 34 °C och andra längre ifrån. Då antalet avvanda smågrisar starkt influeras av smågrisdödligheten under de första levnadsdagarna, och att denna i sin tur influeras av omgivningstemperaturen, så är ett rimligt antagande att fler smågrisar överlever i boxar vars smågrishörnor erbjuder en mindre påfrestande yttre miljö, även om den inte är optimal. Smågrisen kan på så sätt lägga mindre av sin energi på att metabolisera värme, har mindre

behov av att värma sig mot suggan och därmed utsätta sig för klämningsrisk och kan i högre grad lägga energin från mjölken på tillväxt.

5.3.3. Temperaturgradienten mellan liggplats och smågrishörna

För att uppmuntra smågrisarna att vistas i smågrishörnan så har vissa källor hävdade att detta kan faciliteras genom en stor temperaturgradient mellan boxen och smågrishörnan. Detta är emellertid ett område inom smågrisproduktion som det forskats lite om, i synnerhet i produktionsmiljö. Zhou & Xin (1999) observerade att smågrisar aktivt sökte sig till en värmekälla när de utsattes för låga temperaturer och drag. Studien genomfördes dock i en försöksbox utan närvaro av sugga eller smågrishörna, så därför är det svårt att veta om smågrisarna i studien inte hellre valt att värma sig hos suggan om de fått möjligheten.

I en nyare studie så undersökte Yajun *et al.* (2011) skillnader mellan dräktiga suggor som grisade i stalltemperaturer på 15 respektive 30 °C och fann att 62,4% av smågrisarna i de kalla boxarna utnyttjade smågrishörnan jämfört med 1% av smågrisarna i de varma boxarna. Inga smågrisar klämdes ihjäl i boxarna som höll 15 °C och smågrisarna hade en bättre tillväxt i jämförelse med boxarna som höll 30 °C, där 15,2% av smågrisarna klämdes ihjäl av suggan. Studien innehöll dock ett fåtal djur, endast 6 grisande suggor i varje temperaturgrupp, så därför måste resultatet tolkas med stor försiktighet och mer forskning med fler djur behövs för att dra några säkra slutsatser.

Att antalet avvanda ökar med en ökande temperaturgradient kan verka motsägelsefullt med tanke på att antal avvanda också ökade med en stigande temperatur på de platser som gradienten baseras på. Resultatet talar dock för att det finns ett optimum då det vore orealistiskt att anta att sambandet mellan antal avvanda och omgivningstemperaturen skulle vara positivt i oändlighet. Det torde finnas en gräns där de positiva effekterna för smågrisarna av en varm omgivningstemperatur avtar när de negativa effekterna på suggan väger tyngre. Temperaturgradienten representerar effekten av förhållandet mellan temperaturen på saggans liggplats respektive smågrishörnan, och resultatet tyder på att detta förhållande utgör en påverkande faktor. Trots ett fåtal studier på området och dess begränsningar så ligger resultatet från min studie i linje med befintlig forskning.

5.4. Metodutvärdering

5.4.1. Winpig-protokoll

Nyttjande av Winpig-protokoll är positivt ur det avseendet att det erbjuder lättöverskådliga resultat på gårdsnivå som samlats in under en lång tid. Det gör att

forskaren på ett enkelt och snabbt sätt kan samla in en stor mängd stalldata från flera omgångar på relativt kort tid, utan att själv behöva ta fram rådatan som ska användas i undersökningen. En annan fördel är att resultaten kommer direkt från fältet och därför kan anses vara mer representativa med högre implimenteringspotential än resultat från försöksanläggningar. Nackdelen är dock att boxen endast anges på den fysiska listan för att hjälpa djurskötaren att hålla reda på suggorna i den befintliga omgången, det är alltså ingen produktionsparameter som tas med i den digitala sammanställningen. För att sammanställa resultaten på boxnivå så måste forskaren alltså själv gå igenom var och en av de fysiska listorna och inhämta den data som hen behöver för hand, vilket kan vara tidskrävande.

Winpig-protokollen är ett säkert sätt att utvärdera effekten av omgång och kullnummer då dessa redan finns angivna i listorna. Dock så är det ett mindre säkert sätt att utvärdera effekten av temperaturen på antalet avvanda eftersom ingen sådan data samlas för varje enskild box och omgång. Temperaturmätningarna i den här studien gjordes under omgång 21, vars avvänjningsresultat inte finns med i studien, och därför så görs antagandet att resultaten från mätningarna även är representativa för de förgående omgångarna. För att säkert veta hur temperaturen i boxen påverkar avvänjningsresultatet hade temperaturdata från flera av de omgångar vars resultat analysen baseras på behövt tas med i studien. Att en hög signifikansnivå uppnåddes efter endast de 5 senaste avvänjningsresultaten talar dock för att sambandet inte är helt orimligt.

5.4.2. Värmekameramätningar

Värmekameran utgjorde ett mycket användarvänligt verktyg för insamlandet av temperaturdata då den enkelt kunde manövreras med en hand och tydligt åskådliggjorde den exakta mätpunkten på displayen. Värmebilden ger en stor mängd omedelbar och pålitlig information om temperaturen i omgivningen som kan vara användbar för forskaren. Det var även ett effektivt och icke-invasivt hjälpmedel, då resultat från boxen kunde inhämtas med stor noggrannhet på avstånd och på ett sätt som dessutom inte störde djuren. Värmekameran har därför uppenbara fördelar jämfört med vanliga termometrar och lasermätare.

Sättet som mätningarna gjordes på utgör dock en felkälla. I studien av Algiers & Jensen framgick det att temperaturen i boet sjönk med i genomsnitt 6 °C när det var tomt, och att suggans kroppsvärme troligen bidrar mycket till att höja dess temperatur när hon befinner sig där. Beroende på hur stor del av liggytan som suggan täckte vid tiden för mätningen, om hon stod upp eller låg ner eller om hon befann sig på spalten, lär ha påverkat resultatet av temperaturmätningarna på liggplatsen. Om suggan låg ner så mättes dessutom temperaturen vid sidan om

henne, vilket innebär att mätpunkten inte var densamma vid alla mätningar i boxarna. Detta kan förklara en del av temperaturvariationen inom boxar.

Samma felkälla gäller också för temperaturen i smågrishörnorna, där det förekom att smågrisarna låg i hörnorna under vissa mätningar. Temperaturen kan ytterligare ha påverkats av att vissa kullar var kastrerade vid den andra och tredje mätningen och därför hade spån istället för halm i smågrishörnan. För att göra en rättvis jämförelse mellan hörnornas temperaturer så skulle samma bottensubstrat använts i samtliga hörnor då mätningen ägde rum. Skillnader i uppmätt temperatur inom samma box kan emellertid inte helt förklaras av denna felkälla då boxarna A6 och A7 var tomma med samma bottensubstrat under samtliga mätningar och ändå visade en större inom-box-variation på mätplatserna än vissa andra boxar.

5.4.3. Statistiska analyser

För att göra en så rättvis och tillförlitlig jämförelse som möjligt så måste den statistiska analysen ta hänsyn till andra faktorer än den som undersöks (temperaturen på olika platser i boxen) och som kan ha påverkat den beroende variabeln (antal avvanda smågrisar per box). Genom att sätta upp en statistisk modell och korrigera för effekten av dessa andra faktorer, i det här fallet omgång och kullnummer, så tar analysen hänsyn till eventuella skillnader mellan boxresultat som inte alltid är uppenbara. Både omgång och kullnummer visade sig ha en effekt på antalet avvanda, och med tanke på att variationen i medelkullnummer mellan boxar var stor, så var en sådan korrigering nödvändig. Detta ökade tillförlitligheten på resultatet gällande de undersökta temperaturvariablernas effekt på antalet avvanda.

5.5. Temperatur kopplat till dagens avelsmål – hållbarhet och etik

Dagens avelsmål mot större kullstorlekar har dessvärre inte bara medfört ett större antal levandefödda smågrisar. Forskning har visat att med ökande kullstorlek så ökar variationen mellan de nyfödda smågrisarnas kroppsvikt och innebär fler små och svagfödda smågrisar (Quesnel *et al.*, 2008; Ocepek *et al.*, 2017). Kroppsvikt vid födseln har visat sig vara den enskilt viktigaste faktorn som avgör om kultingen överlever fram till avvänjning (Fix *et al.*, 2010; Ferrari *et al.*, 2014), framför allt genom att en ökad födelsevikt har ett positivt samband med hur mycket råmjölk som smågrisen intar (Declerck *et al.*, 2016; Gourley *et al.*, 2020). Samtidigt så har hög födelsevikt även visat sig vara avgörande för kultingens förmåga att återhämta sig från hypotermi (Kammersgaard *et al.*, 2011). Detta visar alltså att det finns ett samband mellan dagens avelsmål, temperatur och smågrisdödlighet.

Den vanligaste orsaken bakom smågrisdödlichkeit anses vara att de liggs ihjäl av suggan (Edwards & Baxter, 2018), vilket ökar risken för henne att bli utslaktad i förtid om hon inte avvänjer ett tillfredsställande antal smågrisar (Engblom *et al.*, 2007). Baxter & Edwards (2018) hävdar dock att orsakerna bakom dessa dödsfall ofta är mer komplicerade, och att momentet då smågrisen liggs ihjäl oftast föregås av ett tillstånd som gjort den nedsatt och därmed löpt större risk att bli legad på.

”Hypothermia-starvation-crushing mortality complex” kallas det konsekvensled då en nyfödd smågris kyls ner och därtill blir försvagad, inte orkar konkurrera med kullsyskonen om spenarna med konsekvensen att den svälter, försvagas ytterligare, får svårt att orientera sig i boxen och så småningom liggs ihjäl av suggan (Baxter & Edwards, 2018). Nyfödda smågrisar är generellt utsatta för termoregulatoriska utmaningar från det ögonblick då de lämnar suggans livmoder (Herpin *et al.*, 2002), men eftersom små och svagfödda smågrisar har en lägre kroppsvikt och desto mer begränsade kroppsegna energireserver så löper de en ännu högre risk att drabbas av hypotermi (Herpin *et al.*, 2002; Caldara *et al.*, 2014).

Trots att de negativa effekterna av kyla i smågrisarnas närmiljö är kända så är det ett problem som ofta går obemärkt förbi, och individuella dödsfall anges därför sällan som en konsekvens av hypotermi (Villanueva-García *et al.*, 2021). Marchant *et al.* (2000) fann dock att hypotermi var den vanligaste dödsorsaken innan avvänjning, och att detta var starkt kopplat till låg födelsevikt. Därmed så är det mycket i litteraturen som talar för att smågrisdödlichkeit som en konsekvens av hypotermi är ett vanligt problem som dessvärre lätt förbises. Fynden i min studie i kombination med vetskapen om att stalltemperaturen i hög grad påverkas av rådande utomstemperatur (Wegner *et al.*, 2014), skulle kunna indikera att risken för ”Hypothermia-starvation-crushing mortality complex” är större inom svensk grisproduktion än i länder med varmare klimat, och att större fokus bör läggas på på hur svenska grisproducenter kan säkerställa smågrisarnas värmebehov direkt efter grisning, i synnerhet åt de som är svagfödda med låg kroppsvikt.

Med tanke på hur aveln mot större kullstorlekar inneburit en ökad mängd djur som ställer högre krav på sin närmiljö för att överleva, så har anmärkningsvärt få förändringar och anpassningar gjorts i den svenska grisionsboxen. Detta beror troligtvis på att byggnadsinvesteringarna inom den svenska grisbranchen har varit låg under en längre tid till följd av sämre lönsamhet, och räknat efter 2014 års investeringstakt så förnyades en suggplats ungefär vart 100:e år (Svenska köttföretagen, 2014). En ökad innovationstakt och investeringar i moderna grisionsboxar som är bättre anpassade efter de svagfödda smågrisarnas värmebehov är önskvärt, framför allt ur ett djurvälståndsperspektiv, men utan tillräckligt god lönsamhet för grisföretagarna så är detta mycket svårt att uppnå.

Problemet som dagens avelsmål för med sig utgör ett dilemma; å ena sidan utgör grisföretagarnas lönsamhet och konkurrenskraft på EU:s öppna marknad en mycket viktig hållbarhetspunkt för att den svenska grisproduktionen med dess höga djurskydds krav och låga antibiotikaanvändning ska kunna fortsätta möta konsumenternas efterfrågan. Å andra sidan så medför den fortsatt höga smågrisdödligheten negativa konsekvenser för djurväl-färden och att jämförelsevis fler djur dör i förhållande till varje producerad gris som går till slakt. Ett gott djurskydd är ett mervärde som gör att konsumenter väljer att köpa svenskt kött (Jordbruksverket, 2020), men om fortsatt hög smågrisdödlighet i Sverige uppmärksammas som ett problem av konsumenterna, så riskerar detta mervärde att försvinna. Detta skulle innebära att den svenska grisproduktionens konkurrenskraft försvagas vilket kan medföra negativa ekonomiska konsekvenser på lång sikt.

Om aveln mot större storlekar ska fortgå så måste hållbara lösningar finnas för att nå målet med fler avvanda smågrisar samtidigt som smågrisdödligheten minskar. Resultaten i den här studien visar att en ökad temperatur i boxen innebär ett ökat antal avvanda smågrisar, vilket sannolikt beror på att det fortsatt ökade antalet svagfödda smågrisar löper en lägre risk att drabbas av hypotermi i varmare boxar som är bättre anpassade efter deras termiska komfortbehov. För att kunna göra en rättvis bedömning av suggans prestation och maximera hennes förutsättningar för att avvänja ett stort antal smågrisar under flera omgångar, så krävs det att boxtemperaturen ger henne den möjligheten, oavsett vart i stallet som hon placeras.

Att tillgodose smågrisarnas termiska komfortbehov är därmed viktigt ur ett djuretiskt och djurväl-färds mässigt perspektiv, men gynnar även grisföretagaren ur ett kort- och långsiktigt perspektiv genom att fler smågrisar överlever fram till avvänjning och genom att mervärdet i form av en hög djurskyddsnivå bibehålls.

5.6. Studiens användbarhet

De livsmedelsproducerande djurens välfärd har fått ökat fokus i Sverige under de senaste åren (Jordbruksverket, 2020) och konsumenternas attityd gentemot sättet som djur hålls och behandlas på inverkar på vilka mervärden de är beredda att betala för (Liljenstolpe, 2011; Lund *et al.*, 2021). Den svenska grisbranchen är beroende av att konsumenterna är beredda att fortsätta betala mer för ett inhemskt producerat kött, men eftersom det framför allt är mervärden i form av strängare djurskydd och lägre antibiotikaanvändning som motiverar konsumenterna till att välja det svenska alternativet (Jordbruksverket, 2020) så krävs det att konsumenterna upplever att dessa mervärden upprätthålls.

Den fortsatt höga smågrisdödligheten är problematisk ur ett djurvälståndsperspektiv, vilket kan innebära en negativ inverkan på konsumenternas vilja att fortsätta att betala mer för svenskt fläskkött i framtiden. Det efterfrågas även mer forskning som fokuserar på svenska produktionsförhållanden från grisbranchen, bland annat på hur smågrisdödligheten kan sänkas (Svenska köttföretagen, 2014).

Detta är, enligt författarens vetskap, den första studien som undersökt grisionsboxens inverkan-, samt vilken effekt som temperaturen i olika delar av boxen har på antalet avvanda smågrisar i en konventionell svensk smågrisproduktion. Det är även den första svenska studien som undersöker avvänjningsresultat i förhållande till temperaturen på boxnivå. Trots att en del felkällor medför att resultaten ska tolkas med viss försiktighet, så innebär de signifikanta sambanden i kombination med bristen på liknande studier att det finns en potentiellt viktig kunskapslucka som behöver fyllas. Mer forskning på vilka faktorer som inverkar på avvänjningsresultat och smågrisdödlighet och hur det påverkas under svenska produktionsförhållanden är värdefull kunskap för grisproducenter och djurskötare, och viktigt i syfte att minska smågrisdödligheten, öka lönsamheten och förbättra djurvälståndet.

5.6.1. Förslag på framtida forskningsprojekt

Förslag på frågeställningar till framtida studier är:

- Kan systematiska skillnader mellan boxar gällande smågrisdödlighet förklaras av temperaturen i boxen?
- Påverkas suggor på olika sätt av olika temperaturer beroende på hennes kullnummer?
- Vilken effekt har en förhöjd temperatur i boxen under grision på avvand kullstorlek?
- Vilket bottenmaterial bidrar mest till att hålla smågrishörnan varm?

Denna studie undersökte endast om det fanns ett samband mellan temperaturen på olika platser i boxen och antal avvanda, samt riktningen av sambandet. Däremot så undersöktes inte styrkan av dessa samband. En studie där temperaturdata samlas in för varje box och sedan jämförs med de korresponderande avvänjningsresultaten hade kunnat användas för att sätta upp en ny regressionsmodell. Denna hade sedan kunnat användas för att verifiera de funna sambanden i den här studien, och för att säkert kunna ange styrkan på sambandet mellan boxtemperatur och antal avvanda.

För att kunna dra några säkra slutsatser så hade dock felkällorna i denna studies metodik behövt elimineras, eller åtminstone minimeras. Detta kan uppnås genom att exempelvis göra fler temperaturmätningar under flera omgångar, se till att förhållandena i boxarna är så lika varandra som möjligt genom att samma bottensubstrat används i alla smågrishörnor och genom att mäta temperaturen på samma plats i varje box utan att den influeras av djurens egen kroppsvärme.

Antal avvanda smågrisar är det ultimata resultatet av ett flertal inverkanse faktorer, och på grund av kullutjämning och sortering så behöver inte den sugga som avvänjer flest även vara den som har den lägsta smågrisdödligheten. För att med säkerhet veta om den fysiska boxen har en effekt på antalet avvanda så hade en studie som undersöker smågrisdödligheten i varje box i förhållande till antal levandefödda, dödfödda samt hur många smågrisar som flyttats eller lagts till, under ett flertal omgångar. Smågrisdödligheten i varje box anges inte på Winpig-protokollet, utan i den undersökta besättningens fall så anges det på det individuella suggkortet. Genom att jämföra suggkortet med Winpig-protokollet så går det att koppla ihop datan från suggkortet med boxen i protokollet och därigenom samla ihop mer detaljerad data bakom avvänjningsresultatet.

Studien av Morello *et al.* (2018) är den första i sitt slag och lyckades visa att fanns stora klimatskillnader mellan olika grisningsboxar under exakt samma tidpunkt. En ny studie med samma upplägg där klimatfaktorer såsom buller, ljus, luftfuktighet och vindhastighet mäts samtidigt i samtliga boxar och sedan jämförs med avvänjningsresultaten i varje box, hade kunnat ge värdefull information om hur mikroklimatet i boxen påverkar avvänjningsresultatet och djurväl-färden.

6. Slutsatser

Det fanns systematiska skillnader mellan boxar i en och samma grisningsavdelning gällande antal avvanda smågrisar per kull, och denna variation berodde på effekten av omgången och de inhysta suggornas kullnummer under omgångarna. Suggor med kullnummer 2 och 3 kan förväntas avvänja flest smågrisar och därefter minskar antalet avvanda med ökande kullnummer. Det gick inte att bekräfta att den fysiska boxen innebar så pass unika miljöförutsättningar att den hade en signifikant effekt på avvand kullstorlek. En ökad temperatur på suggans liggplats, i smågrishörnan och en ökad temperaturgradient mellan dessa hängde ihop med fler avvanda smågrisar per kull, vilket innebär att suggor i varmare boxar gavs bättre förutsättningar att avvänja ett större antal smågrisar. Detta beror sannolikt på att det blivit vanligare med svagfödda kultingar vars överlevnad gynnas av högre omgivningstemperaturer då risken för dem att drabbas av hypotermi minskar. Temperaturskillnaderna mellan boxar innebär att suggans förutsättningar att avvänja så många smågrisar som möjligt delvis kommer att bero på vilken box hon placeras i. Det behövs mer forskning för att säkerställa effekten av sambandet mellan temperatur och antal avvanda smågrisar och för att kunna förstå hur den termiska miljön på boxnivå påverkar smågrisarnas överlevnad under svenska produktionsförhållanden.

7. Populärvetenskaplig sammanfattning

En stor utmaning för dagens svenska grisproducenter är att konkurrera med billigare importerat kött från andra EU-länder med lägre djurskydds krav. För att behålla de mervärden i form av ett gott djurskydd och låg antibiotikaförbrukning som svenska konsumenter efterfrågar och samtidigt öka lönsamheten så har ett viktigt mål inom grisbranchen blivit att öka suggans avvanda kullstorlek. Trots att dagens suggor föder fler smågrisar så har Sverige en av Europas högsta nivåer av smågrisdödlighet, vilket innebär en ekonomisk förlust för producenterna ett hot mot smågrisarnas välfärd. Studier har visat att miljöfaktorer såsom temperatur inverkar på smågrisdödligheten, och att denna har visat sig kunna variera mellan olika boxar i samma stall, men det finns väldigt lite forskning på vilken effekt som temperaturen har på suggans prestation och avvänjningsresultaten under svenska förhållanden.

Den här studien undersökte om alla boxar i en och samma grisningsavdelning gav suggorna samma förutsättningar att avvänja så många smågrisar som möjligt. För att ta reda på detta jämfördes boxresultat från 20 grisningsomgångar i en svensk konventionell grisningsavdelning och en värmkamera användes för att mäta temperaturen på suggans liggplats, i smågrishörnan och skillnaden i temperatur mellan dessa i varje box. Resultaten visade att det fanns skillnader mellan boxarna avseende hur många smågrisar som avvänjs per sugga, men statistiska analyser visade att detta berodde på effekten av omgången och suggans kullnummer. Suggor som grisade för andra och tredje gången avvande störst kullstorlekar, och därefter gick antalet avvanda ner ju fler kullar som suggan fått.

Den fysiska boxen hade ingen påverkan på antalet avvanda, men däremot så hade temperaturen det, och det visade sig att det fanns stora temperaturskillnader mellan boxarna i stallet. En ökad temperatur på suggans liggplats, i smågrishörnan och en ökad temperaturgradient mellan dessa hängde ihop med fler avvanda smågrisar per kull. Detta beror sannolikt på att det idag föds fler svagfödda kultingar vars överlevnad gynnas av högre omgivningstemperaturer. Temperaturskillnaderna innebär att suggorna ges olika förutsättningar att avvänja många smågrisar. För att öka antalet avvanda, säkerställa att suggornas prestation bedöms likvärdigt och öka djurvälståndet så måste temperaturen i alla boxarna i stallet uppfylla djurens termiska komfort, och fler studier på hur temperaturen påverkar antalet avvanda under svenska förhållanden behövs för att minska smågrisdödligheten.

8. Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Anna Wallenbeck för att du såg potentialen i mitt projekt, pushade mig med statistiken och hjälpte mig att förverkliga det. Tack till min mamma för det villkorslösa stödet och för att du alltid uppmuntrat mig att göra det som jag brinner för. Tack Bertil och Åsa Odell som lät mig genomföra studien på min arbetsplats och tack till alla mina fantastiska kollegor på Knutstorp för välbehövliga fikapauser och skratt. Till sist vill jag rikta ett extra stort tack till min vän och kollega i BB vars hårda slit genom åren ligger bakom majoriteten av de 681 boxresultaten som studien baseras på; stort tack till dig Angelica Odell för att du varit mitt bollplank och för att du aldrig slutar tro på att vi kan utvecklas och göra saker ännu bättre.

9. Referenser

Algers, B. & Jensen, P. 1990. Thermal microclimate in winter farrowing nests of free-ranging domestic pigs. *Livestock Production Science*. 25, 177-181.

Andersen, I., Melbø Tajet, G., Haukvik, I., Kongsrud, S. & Bøe, K. 2007. Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed, lactating sows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 57, 38-45.

Annér, K. 2001. https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/05/med2000_tot25.pdf, använd 2021-05-19

Baxter, E., Jarvis, S., D'Eath, R., Ross, D., Robson, S., Farish, M., Nevison, I., Lawrence, A. & Edwards, S. 2008. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology*. 69, 773-783.

Baxter, E., Lawrence, A. & Edwards, S. 2011. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal*. 5, 580-600.

Baxter, E., Rutherford, K., D'Eath, R., Arnott, G., Turner, S., Sandøe, P., Moustsen, V., Thorup, F., Edwards, S. & Lawrence, A. 2013. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. *Animal Welfare*. 22, 219-238.

Baxter, E. & Edwards, S. 2018. Chapter 3 – Piglet mortality and morbidity: Inevitable or unacceptable? I: Advances in pig welfare. (Red. M. Špinka). Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition.

Black, J., Mullan, B., Lorsch, M. & Giles, L. 1993. Lactation in the sow during heat stress. *Livestock Production Science*. 35, 153-170.

Caldara, F., Dos Santos, L., Machado, S., Moi, M., Alencar Nääs, I., Foppa, L., Garcia, R. & Dos Santos, R. 2014. Piglets' surface temperature change at different weights at birth. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 27, 431-438.

- Cecchin, D., Ferraz, P., Campos, A., Sousa, F., Amaral, P., Castro, J., Conti, L. & da Cruz, V. 2019. Thermal comfort of pigs housed in different installations. *Agronomy Research*. 17, 378–384.
- Declerck, I., Dewulf, J., Sarrazin, S. & Maes, D. 2016. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. *Journal of Animal Science*. 94, 1633–1643.
- Ehlorsson, C. & Johansson, S. 2015. Gård & Djurhälsan. Ventilation i slaktgrisstallar.
- Engblom, L., Lundeheim, N., Dalin, A-M. & Andersson, K. 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. *Livestock Science*. 106, 76-86.
- Eriksson, I. 2014. Svenska Pig. Internationella rapporten 2014 – Interpig.
- Eriksson, I. 2019. Gård & Djurhälsan. Internationella rapporten 2019 – Interpig.
- Ferrari, C., Sbardella, P., Bernardi, M., Coutinho, M., Vaz, I., Wentz, I. & Bortolozzo, F. 2014. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*. 259-266.
- Fix, J., Cassady, J., Holl, J., Herring, W., Culbertson, M. & See, M. 2010. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *Livestock Science*. 132, 98-106.
- Gade, R. & Moeslund, T. 2014. Thermal cameras and applications: A survey. *Machine vision and applications*. 24, 245-262.
- Gourley, K., Calderon, H., Woodworth, J., DeRouchey, J., Tokach, M., Dritz, S. & Goodband, R. 2020. Sow and piglet traits associated with piglet survival at birth and to weaning. *Journal of Animal Science*. 98. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa187>
- Gård & Djurhälsan. 2021. <https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2021/04/smagrisprod-medel-2020-25.pdf>, använd 2021-05-19
- Helmersson, N. 2013. Handbok i energieffektivisering – del 9: Grisproduktion.
- Herpin, P., Damon, M. & Le Dividich, J. 2002. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*. 78, 25-45.
- Jordbruksverket (2020). Marknadsrapport griskött - utvecklingen till och med 2019.

- Kammersgaard, T., Pedersen, L. & Jørgensen, E. 2011. Hypothermia in neonatal piglets: Interactions and causes of individual differences. *Journal of Animal Science*. 89, 2073–2085.
- Lavery, A., Lawlor, P., Magowan, E., Miller, H., O’Driscoll, K. & Berry, D. 2019. An association analysis of sow parity, live-weight and back-fat depth as indicators of sow productivity. *Animal*. 13, 622-630.
- Leonard, S., Xin, H., Brown-Brandl, T., Ramirez, B., Dutta, S. & Rohrer, G. 2020. Effects of farrowing stall layout and number of heat lamps on sow and piglet production performance. *Animals*. 10. <https://doi.org/10.3390/ani10020348>
- Liljenstolpe, C. 2011. Demand for value-added pork in Sweden: A latent class model approach. *Agribusiness*. 27, 129-146.
- Lund, T., Denver, S., Nordström, J., Christensen, T. & Sandøe, P. 2021. Moral convictions and meat consumption—a comparative study of the animal ethics orientations of consumers of pork in Denmark, Germany and Sweden. *Animals*. 11. <https://doi.org/10.3390/ani11020329>
- Malmkvist, J., Juul Pedersen, L., Kammersgaard, T. & Jørgensen, E. 2012. Influence of thermal environment on sows around farrowing and during the lactation period. *Journal of Animal Science*. 90, 3186-3199.
- Marchant, J., Rudd, A., Mendl, M., Broom, D., Meredith, M., Corning, S. & Simmins, P. 2000. Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record*. 147, 209-214.
- Morello, G., Lay, D., Rodrigues, L., Richert, B. & Marchant-Forde, J. 2018. Microenvironments in swine farrowing rooms: The thermal, lighting, and acoustic environments of sows and piglets. *Scientia Agricola*. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0303>
- Muns, R., Nuntapaitoon, M. & Tummaruk, P. 2016. Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. *Livestock Science*. 184, 46-57.
- Nuntapaitoon, M. & Tummaruk, P. 2018. Influences of climatic parameters on piglet preweaning piglet mortality in Thailand. *Tropical Animal Health & Production*. 50, 857–864.
- Ocepek, M., Newberry, R. & Andersen, I. 2017. Trade-offs between litter size and offspring fitness in domestic pigs subjected to different genetic selection pressures. *Applied Animal Behaviour Science*. 193, 7-14.

Olson, A., Botermans, J. & Englund, J. 2018. Piglet mortality – A parallel comparison between loose-housed and temporarily confined farrowing sows in the same herd. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 68, 52-62.

Pedersen, L., Malmkvist, J., Kammergaard, T. & Jørgensen, E. 2013. Avoiding hypothermia in neonatal pigs: Effect of duration of floor heating at different room temperatures. *Journal of Animal Science*. 91, 425–432.

Quesnel, H., Brossard, L., Valancogne, A. & Quiniou, N. 2008. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*. 2, 1842–1849.

Rangstrup-Christensen, L., Krogh, M., Pedersen, L. & Sørensen, J. 2018. Sow level risk factors for early piglet mortality and crushing in organic outdoor production. *Animal*. 12, 810-818.

Silva, B., Noblet, J., Oliveira, R., Donzele, J., Primot, Y. & Renaudeau, D. 2009. Effects of dietary protein concentration and amino acid supplementation on the feeding behavior of multiparous lactating sows in a tropical humid climate. *Journal of Animal Science*. 87, 2104-2112.

Smith, B., Ramirez, B., Hoff, S. & Greiner, L. 2019. Pilot-scale assessment of a novel farrowing creep area supplementary heat source. *Animals*. 9. <https://doi.org/10.3390/ani9110996>

Svenska köttföretagen (2014). Handlingsplan för att öka svensk grisproduktion.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. & Dalin, A-M. 2000. Reproductive performance of purebred Swedish landrace and Swedish yorkshire sows: I. Seasonal Variation and Parity Influence. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 50, 205-2016.

Vande Pol, K., Bautista, R., Harper, H., Shull, C., Brown, C. & Ellis, M. 2021. Effect of rearing cross-fostered piglets in litters of either uniform or mixed birth weights on preweaning growth and mortality. *Translational Animal Science*. 5. <https://doi.org/10.1093/tas/txab030>

Vasdal, G., Glærum, M., Melišová, M., Bøe, K., Broom, D. & Andersen, I. 2010. Increasing the piglets' use of the creep area—A battle against biology? *Applied Animal Behaviour Science*. 125, 96-102.

Villanueva-García, D., Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Olmos-Hernández, A., Mora-Medina, P., Salmerón, C., Gómez, J., Boscatto, L., Gutiérrez-Pérez, O.,

Cruz, V., Reyes, B. & González-Lozano, M. 2021. Hypothermia in newly born piglets: Mechanisms of thermoregulation and pathophysiology of death. *Journal of Animal Behavioural Biometeorology*. 9. <http://dx.doi.org/10.31893/jabb.21001>

Wallenbeck, A. Gustafson, G. & Rydhmer, L. 2009. Sow performance and maternal behaviour in organic and conventional herds. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 59, 181-191.

Weber, R., Keil, N., Fehr, M. & Horat, R. 2009. Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science*. 124, 216-222.

Wegner, K., Lambertz, C., Daş, Reiner, G. & Gauly, M. 2014. Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. *Animal*. 8, 1526-1533.

Xin, H. & Zhang, Q. 1999. Preference for mat or lamp heat by piglets at cool and warm ambient temperatures with low to high drafts. *Applied engineering in Agriculture*. 15, 547-551.

Yajun, G., Baoming, L., Mingli, L., Baozhong, L. & Zhaobing, G. 2011. Impacts of room temperature on sow behaviour and creep box usage for pre-weaning piglet. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 27, 191 – 194.