



Småskalig och mobil slakt av nötkreatur: Djurvälstånd och köttkvalitet

*Small-scale and mobile slaughter of cattle: Animal welfare
and meat quality*

**Jan Hultgren, Bo Algers, Katarina Arvidsson Segerkvist,
Charlotte Berg, Anders Karlsson, Anne Larsen, Karin
Wallin och Camilla Öhgren**



Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Skara 2018

Rapport 48

*Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health*

Report 48

ISSN 1652-2885

Småskalig och mobil slakt av nötkreatur: Djurvälstånd och köttkvalitet

Small-scale and mobile slaughter of cattle: Animal welfare and meat quality

Jan Hultgren¹, Bo Algers¹, Katarina Arvidsson Segerkvist¹, Charlotte Berg¹, Anders Karlsson¹, Anne Larsen¹, Karin Wallin¹ och Camilla Öhgren²

¹ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

² RISE Research Institutes of Sweden, Jordbruk och livsmedel

Vetenskaplig slutrapport

Framsidesfoto: Anne Larsen, SLU

Innehåll

Sammanfattning	4
Summary	5
Inledning	6
Bakgrund	6
Bedömning av stress och välfärd hos nötkreatur	8
Bedömning av kvalitet hos kött från nötkreatur	9
Syfte	12
Genomförande.....	13
Slakterier	13
Djur och datainsamling	17
Statistisk analys	23
Statistiska förklaringar	29
Resultat	31
Bakgrundsfaktorer.....	31
Djurhantering	37
Djurbeteende	47
Blodkemi	54
Slaktkroppsegenskaper och besiktningsfynd	59
Köttkvalitet.....	62
Diskussion.....	72
Transport och uppstallning på slakteriet	72
Drivning och djurbeteende	73
Bedövning och avblodning.....	74
Slaktkroppsegenskaper och köttkvalitet.....	75
Bakomliggande djur- och omgivningsfaktorer	75
Metodasppekter	77
Slutsatser och rekommendationer	78
Referenser	79
Tack.....	84

Sammanfattning

Hantering inför slakt utsätter oundvikligen produktionsdjuren för välfärdsrisker och kan utgöra den mest stressfyllda händelsen i deras liv. De flesta lantbruksdjur upplever betydande stress strax före och i samband med slakten. Stark eller långvarig stress leder till sänkt djurvälstånd och kan dessutom gå ut över köttkvaliteten. Projektet syftade till att bidra till utvecklingen av och att utvärdera system för slakt av nötkreatur för att uppnå en så god djurvälstånd och köttkvalitet som möjligt. Ett mobilt och ett stationärt slakteri studerades. Det mobila slakteriet hade kapacitet för ca 4 djur per timme eller 30-35 djur per dag och det stationära ca 45-50 djur per timme eller 290-320 djur per dag. Det mobila slakteriet inklusive kylenhet och personalutrymmen var inhyst i två långtradare med släp. Observationer av mobil slakt av 296 djur utfördes 17 dagar under drygt ett års tid 2016-2017 på 15 leverantörsgårdar i södra och mellersta Sverige. Sjutton dagar under samma period utfördes observationer av stationär slakt av 296 djur från 144 leverantörsgårdar. Observationerna rörde djurhantering vid drivning till skjutboxen, djurbeteende i drivgången till skjutboxen och i skjutboxen, blodkemi vid avblodning, slaktkroppsegenskaper direkt efter slakt, veterinära slaktanmärkningar, köttkvalitetsegenskaper i ryggbiffen efter 7 dagars hängmörning, samt händelser som kunde tänkas ha påverkat slaktprocessen. Studierna omfattade inte transporten till eller vistelsen på det stationära slakteriet före slakten. Den observerade delen av drivgången var 240-570 cm lång på det mobila slakteriet och 725 cm på det stationära. På båda slakterierna användes en krutdriven penetrerande bultpistol för att bedöva djuren och efter bedövning avblodades djuren genom bröststick. Hanteringen av slaktkropparna skilde på flera sätt mellan slakterierna. I 29 multivariabla statistiska modeller studerades effekten av olika djur- och gårdsfaktorer. De flesta djur drevs ett fåtal gånger och endast ett litet antal djur drevs många gånger. På samma sätt var det ett mindre antal djur som uppvisade många stressrelaterade beteenden medan de flesta bara uppvisade få sådana beteenden. Projektet visar betydelsen av att djuren är lugna när indrivningen i skjutboxen påbörjas, att utformningen av lokaler, drivvägar och utrustning är lämplig och att hanteringen av djuren vid drivningen, bedövningen och avblodningen är korrekt. Skillnaderna mellan slakterierna var relativt få och i huvudsak sannolikt orsakade av enskilda faktorer på de studerade anläggningarna, snarare än generella skillnader mellan mobil och stationär slakt i allmänhet. Det finns förutsättningar för god djurvälstånd och köttkvalitet i såväl mobil som stationär slakt av nötkreatur. Det går inte att säga att djurvälståndet eller köttkvaliteten generellt blir bättre med det ena eller andra sättet att slakta. Rekommendationer ges till de verksamhetsansvariga på de studerade slakterierna för att uppnå en minskad andel djur som övernattar på det stationära slakteriet, en förbättrad djurhantering på gårdarna och vid indrivningen i skjutboxen, en förbättrad utformning av skjutboxen på det mobila slakteriet för att underlätta snabb och korrekt skjutning, länkning och stickning av djuren, minska risken för omskjutning och långa sticktider, möjligheter för personalen att kommunicera mellan det mobila slakteriets insida och utsida för att undvika störande ljud i känsliga drivningssituationer, samt en mer permanent krets av leverantörer av djur till det mobila slakteriet för att minska variationen i gårdsförhållandena och djur samt förbättra möjligheterna att skapa väl fungerande rutiner inför slakt på gårdarna.

Summary

Handling for slaughter inevitably exposes production animals to welfare risks and can be the most stressful event in their lives. Most farm animals experience significant stress just before and during the slaughter. Strong or prolonged stress leads to reduced animal welfare and can also influence meat quality. The project aimed at contributing to the development and evaluation of systems for slaughter of cattle to achieve as good animal welfare and meat quality as possible. One mobile and one stationary slaughterhouse were studied. The mobile plant had capacity for about 4 animals per hour or 30-35 animals per day and the stationary about 45-50 animals per hour or 290-320 animals per day. The mobile plant including the cooling unit and staff spaces was housed in two trucks with trailers. Observations of mobile slaughter of 296 animals were performed on 17 days during slightly more than one year in 2016-2017 at 15 cattle farms in southern and central Sweden. On 17 days during the same period, observations of stationary slaughter of 296 animals from 144 farms were carried out. The observations were related to animal handling when driving to the stun box, animal behaviour in the driveway to the stun box and in the stun box, blood chemistry at bleeding, carcass characteristics immediately after slaughter, veterinary inspection findings, meat quality characteristics in the sirloin after hanging for 7 days, and events that might have affected the slaughtering process. The studies did not cover the transport to or the stay at the stationary plant before slaughter. The observed part of the driveway was 240-570 cm long at the mobile plant and 725 cm at the stationary plant. In both abattoirs a cartridge-driven penetrating captive bolt weapon was used to stun the animals and after stunning the animals were bled by thoracic sticking. The treatment of the carcasses differed in several ways between the slaughterhouses. In 29 multivariable statistical models the effects of different animal and farm factors were studied. Most animals were driven a few times and only a small number of animals were driven many times. Similarly, there were a smaller number of animals that exhibited many stress-related behaviors, while most only showed few such behaviors. The project shows the importance of the animals being calm when driving to the stun box begins, that the layout of the premises, driveways and equipment is appropriate, and that the handling of the animals during driving, stunning and bleeding is correct. The differences between the plants were relatively few and were mainly due to factors specific to the plants studied, rather than general differences between mobile and stationary slaughter in general. There are conditions for good animal welfare and meat quality in both mobile and stationary slaughter of cattle. It is not possible to conclude that animal welfare or meat quality is generally better with one or the other way of slaughtering. Recommendations are given to the operations managers to achieve a reduced proportion of animals in overnight lairage at the stationary slaughterhouse, improved animal handling on farm and at driving into the stun box, improved design of the stun box at the mobile plant to facilitate quick and accurate shooting, hoisting and bleeding of animals, reduce the risk of re-shooting and long sticking times, possibilities for the staff to communicate between the inside and outside of the mobile plant in order to avoid disturbing sounds in sensitive driving situations, as well as a more permanent circle of suppliers of animals to the mobile plant in order to reduce the variation in farm conditions and animals, and improve the possibilities for establishing well-functioning on-farm routines in preparation for slaughter.

Inledning

Bakgrund

Hantering inför slakt utsätter oundvikligen produktionsdjuren för välfärdsrisker och kan utgöra den mest stressfyllda händelsen i deras liv. Även om ansträngningar har gjorts för att minska djurens lidande i samband med transport och slakt upplever de flesta lantbruksdjur fortfarande betydande stress strax före och i samband med slakten (Warriss, 1990; Cockram och Corley, 1991). Stark eller långvarig stress leder till sänkt djurvälstånd.

Djurhållningen i Sverige och flera andra länder genomgår sedan åtskilliga decennier en omfattande omstrukturering. Den genomsnittliga besättningsstorleken ökar och djuren ges allt mindre tid för mänsklig kontakt under uppväxten, vilket kan göra dem mindre toleranta mot hantering när det blir dags för slakt (Bunzel-Drueke et al., 2009). Den industrialiserade slakten förändras också, vilket leder till färre och större slaktanläggningar. Transporterna från gård till slakteri riskerar därigenom att bli längre och antalet djur som slaktas per tidsenhet ökar, vilket kan utgöra ytterligare djurvälståndsrisker. Därför ökar betydelsen av bra slaktsystem och rutiner för att säkra djurskyddet och minimera djurens stress.

Exempel på potentiellt stressfyllda situationer är hantering av främmande människor, omild lastning och avlastning, lång transport under obekväma förhållanden, väntan och eventuell övernattnings på slakteriet, bristande tillgång på vatten och foder, blandning med främmande djur, obekanta miljöer och lukter, plötsliga klimatförändringar och starkt buller. Graden av påverkan på djuren beror sannolikt på karaktären, intensiteten och varaktigheten hos olika negativa stimuli i kombination med djurens känslighet och mottaglighet för sådana stimuli (EFSA, 2004; Algers et al., 2009; Dalla Villa et al., 2009).

Förutom att minska djurvälståndet kan stress i samband med slakt försämra köttkvaliteten genom förbrukning av glykogenreserverna i musklerna (Ferguson et al. 2001; Hambrecht et al., 2003; Gregory och Grandin, 2007; Warner et al., 2007; Ferguson och Warner 2008). Den viktigaste köttkvalitetsdefekten hos nötkreatur är DFD ('dark, firm and dry') eller DCB ('dark-cutting beef'), som orsakar köttindustrin avsevärda ekonomiska förluster (Scanga et al., 1998; Shen et al., 2009; Warren et al., 2010). DFD uppstår när muskulaturens glykogenreserver töms före dödsögonblicket, på grund av fysisk aktivitet eller mer långvarig och kraftig stress, vilket resulterar i ett högt slut-pH (över ca 5,8) och ett mörkt, torrt och segt kött. Hanteringsrelaterade skador på slaktdjur kan även leda till kassationer och en lägre slaktvikt (Jarvis et al., 1996; Huertas et al., 2010).

Studier har visat att djurskyddet vid kommersiell slakt varierar betydligt och i vissa fall är oacceptabelt svagt (Atkinson, 2007; Gregory et al., 2007; Berg och Axelsson, 2010; von Wenzlawowicz et al., 2012; Atkinson et al., 2013). Det finns anledning tro att skillnader i flera avseenden föreligger även mellan stationär och mobil slakt. Pådrivning med elektrisk påfösare för att driva in djuren i skjutboxen är vanligt förekommande i stationär slakt (Berg och Axelsson, 2010). Atkinson (2009) och Hultgren et al. (2014) fann samband mellan hård hantering och beteendemässiga stressreaktioner hos djuren. I en studie på sex svenska slakterier befanns mellan 7 och 35 % av nötkreaturen bedövas ofullständigt vid första skottet (Atkinson och Algers, 2009). Atkinson et al. (2013) iakttog att tjurar och kalvar är de djurkategorier som oftast bedövas på ett otillräckligt sätt. I en studie genomförd på ett svenskt slakteri sågs att 17 % av de 585 tjurar som studerades inte blivit fullständigt bedövade (Atkinson et al., 2013).

Ett effektivt sätt att minska stressen i samband med slakt anses vara att tillse att lokaler och utrustning för djurhantering medger smidig och effektiv framdrivning av djuren samt att personal som hanterar dem förstår principerna för detta (Grandin, 1996). Djurskötare och annan stallpersonal på slakteriet kan vara pressade av en hög slakthastighet eller ha svårigheter att genomföra sitt arbete till följd av olämpligt utformade lokaler och kan därför känna sig tvingade att använda hårda pådrivningsmetoder. Emellertid riskerar det att öka djurens stress och utlösa olämpliga beteenden såsom vägran att gå, backande eller försök till flykt, vilket försvårar drivningen ytterligare. Coleman et al. (2003) fann ett samband mellan slakteripersonalens attityd och sättet att driva djuren, genom att mer negativa skötare visade mer aggression mot djuren, i överensstämmelse med teorin om planerat beteende (Ajzen, 1985; 1991). Investeringar i utrustning för mekanisk pådrivning och huvudfixering under bedövning med bultpistol har visats kunna minska användningen av elpåfösare och stressfyllt beteende hos djuren dramatiskt (Atkinson, 2009). Wiberg (2012) menade att väl utformade drivvägar på slakteri underlättar ett jämnt djurflöde, vilket minskar risken för våldsamma pådrivningsmetoder.

Parallellt med den nämnda utvecklingen mot allt färre och större stationära slaktanläggningar finns ett ökande intresse för småskalig gårdsslakt. Sådan slakt kan ha förutsättningar att minska den stress som djuren upplever strax före slakt genom att transporten till slakteriet förkortas eller helt elimineras, exponeringen för okända miljöer, djur och skötare reduceras och slakthastigheten sänks. Hultgren et al. (2016) utförde en riskbedömning av djurvälstånd i samband med små- och storskalig slakt av får och fann att välfärdsriskerna var lägre vid småskalig slakt för de flesta riskfaktorer, men att motsatsen gällde för riskfaktorer som handlade om omgruppering och hantering av ensamma djur.

Ett mobilt slakteri utgör en komplett slaktanläggning som kan flyttas mellan olika gårdar. Prototyper för sådana anläggningar har utvecklats och godkänts i flera länder, bland annat Storbritannien, USA, Kanada, Norge och Sverige. Sannolikt förekommer mobil slakt av vuxna nötkreatur ibland i flera länder i Europa.

EU-förordningen om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning (Europeiska rådet, 2009) ger möjligheter till undantag från vissa krav för mobila slakterier, med följande motivering i de inledande skälen till förordningen, punkt 40: *”Mobila slakterier minskar behovet av att transportera djur långa sträckor och kan därför bidra till bättre djurskydd. Mobila slakterier har dock andra tekniska begränsningar än stationära slakterier och de tekniska kraven behöver eventuellt anpassas till följd av detta. Det bör därför vara möjligt att enligt denna förordning tillåta undantag för mobila slakterier från kraven på utformning, konstruktion och utrustning. I avvaktan på att sådana undantag antas är det lämpligt att ge medlemsstaterna möjlighet att fastställa eller behålla nationella bestämmelser när det gäller mobila slakterier.”* Undantag kan således medges från bestämmelserna i förordningens Bilaga II om utformning, konstruktion och utrustning i slakterier.

Effekterna av mobil slakt på djurvälstånd och köttkvalitet har hittills inte studerats vetenskapligt i någon större utsträckning. Under 2013-2014 utvecklade ett svenskt företag ett mobilt slakteri för kommersiell slakt av storboskap i Sverige. Med hjälp av anläggningen utförs slakt på gårdar i större delen av landet. Verksamheten ger möjligheter till vetenskapliga studier av mobil slakt.

Bedömning av stress och välfärd hos nötkreatur

Stress och välfärd hos nötkreatur som utsätts för mänsklig hantering, fasthållning och transport har bedömts med flera olika metoder. Projektet Welfare Quality® (2009) rekommenderade djurbaserade djurvälståndsmått relaterade till utfodring, inhysning, hälsa och beteende. Djurbeteende har i flera studier använts för att bedöma djurvälstånd i samband med slakt (till exempel Atkinson, 2009; Atkinson och Algers, 2009; Probst et al., 2013; Hultgren et al., 2014).

De vetenskapliga studier som har gjorts av djurvälståndseffekter av transport och slakt är delvis motstridiga, men det verkar som transporttid, transportkvalitet och förhållanden på slakteriet har stor betydelse för hur djuren reagerar. Transporttiderna och den maximala tillåtna uppställningstiden på slakteriet varierar mellan länder beroende på landets storlek, infrastruktur, slakteristandard och lagstiftning. Detta gör det svårt att tillämpa resultat från utländska studier under svenska förhållanden. I Sverige får man inte transportera djur längre än 8 timmar, såvida transporterna inte uppfyller extra lagkrav då kan djuren få transporteras upp till 11 timmar. Svenska transportfordon är också i allmänhet av god kvalitet. Djur som är uppstallade på slakteriet ska ha tillgång till dricksvatten. Om djuren transporterats och stallats upp under sammanlagt mer än tolv timmar ska de utfodras med tillräckligt mycket stråfoder (Jordbruksverket, 2010; 2012).

Halten av kortisol i blodet anses allmänt vara ett tillförlitligt mått på djurets stressnivå. Grandin (1997a) sammanställde vetenskapliga studier av kortisolnivåer hos nötkreatur såväl på gården som på slakteriet. Ovarsam hantering, halkning och användande av elektrisk påfösare resulterade i högre kortisolnivåer, men nivåerna var likartade vid huvudfixering på gården och vid slakt på slakteri (Crookshank et al., 1979; Mitchell et al., 1988; Ewbank et al., 1992; Dunn, 1990; Lay et al., 1992; Tume and Shaw, 1992; Zavy et al., 1992). Skog Eriksen et al. (2013) fann sänkta nivåer av blodkortisol hos lamm slaktade på ett mobilt slakteri i jämförelse med ett storskaligt stationärt slakteri. Blodnivåer av glukos och laktat är mer stabila än kortisol.

Kortisolfrisättningen vid stress kan leda till snabb glykolys, med förhöjda glukos- och laktatnivåer i blodet som följd (Shaw och Tume, 1992). Glukos och laktat i blodet har därför använts tillsammans med kortisol för att mäta stressrelaterade reaktioner hos nötkreatur (Petherick et al., 2009; Edwards et al., 2010). Probst et al. (2013) fann en tendens till sänkta laktatnivåer av liknande beröring under de sista veckorna före slakt. Skog Eriksen et al. (2013) fann sänkta nivåer av blodglukos hos lamm slaktade på ett mobilt slakteri i jämförelse med ett storskaligt stationärt slakteri.

Hjärtfrekvens är ett annat vedertaget mått på stress. Utrustning för distansmätning av hjärtfrekvens (Polar™ Sport Tester Profi, Polar Electro Oy, Finland) har utvecklats och använts vid mätning av akut stress hos nötkreatur (Lay et al., 1992; Janzekovic et al., 2010). Stermer et al. (1981) fann att ovarsam hantering i bristfälligt utformade lokaler resulterade i högre hjärtfrekvens än lugn hantering i bra utformade lokaler. Det snabba djurflödet gör det svårt att utföra hjärtfrekvensmätningar i kommersiell slakt. Hjärtfrekvens och blodkortisol har dock visats vara starkt korrelerade vid fasthållning av huvudet hos nötkreatur (Lay et al., 1992).

En nedsatt djurvälstånd kan antas vara fallet hos djur som drivs mycket och på ett olämpligt sätt, som visar många och tydliga stressbeteenden och som har höga blodnivåer av kortisol, glukos och laktat vid avblodningen.

Bedömning av kvalitet hos kött från nötkreatur

Köttkvalitetsmätningar inriktas ofta på att påvisa förändringar relaterade till DFD, såsom seghet och högt pH. Köttets textur ("mörhet") kan bedömas som skärsmotstånd enligt Warner-Bratzler (Bourne, 2002) eller som styvhet-elasticitet ('*stress-strain*') eller trycksmotstånd (kompressionsspänning) enligt kompressionsmetoden (Bourne, 2002). Trycksmotståndet antas beskriva såväl bindvävens sammanhållning av muskelfibrerna som muskelfibrernas styrka. Ytterligare mått relaterade till köttkvalitet är köttets ljushet och färg (rödhet och gulhet), graden av insprängt fett (marmorering), samt vätskehållande förmåga strax efter slakt, vid infrysning och upptining respektive vid kokning. Köttkvalitet kan även bedömas med hjälp av en relativt ny snabb och innovativ metod baserad på dielektrisk spektroskopi. Metoden har använts i flera tidigare studier för att utvärdera kvalitetsparametrar hos kött och fisk, t ex fetthalt och pH (Clerjon och Damez, 2007; Damez och Clerjon, 2008).

En eventuellt lägre slaktvikt på grund av lång transport och övernattning på slakteriet skulle kunna påverka uppfödarnas ekonomi negativt och ge ett sämre resursutnyttjande eftersom mängden producerat kött till försäljning minskar samtidigt som arbetsinsatsen och den övriga resursförbrukningen är oförändrad. Studier av hur transporter och övernattning påverkar slaktvikt och köttkvalitet har utförts i flera länder (Gallo et al., 2003; Liu et al., 2011). En sydamerikansk undersökning fann en minskad slaktvikt hos stutar som transporteras i 16 timmar jämfört med de som transporteras i 3 timmar (Gallo et al., 2003). Författarna såg även en trend till lägre slaktvikt vid längre uppställningstid på slakteriet. Med tanke på såväl djurvälstånd som produktionsekonomi bör djuren därför slaktas utan någon längre uppställning på slakteriet (Gallo et al., 2003).

Utländska studier har visat att det i de flesta fall behövs en fasta på mer än 24 timmar och ibland mer än 36 timmar för att slaktvikten ska minska för nötkreatur på grund av brist på foder och vatten (Kirton et al., 1972; Wythes and Shorthose, 1984). En nordamerikansk studie där man avlägsnade både fodret och vattnet till stutar under upp till 48 timmar före slakt visade att djuren förlorar levande vikt snabbt under de första 24 timmarna utan foder och vatten och att detta även har effekt på slaktvikt och muskelkvalitet (Jones et al., 1990). Den snabbaste levandeviktsförlusten skedde under de första 12 timmarna och djuren förlorade mest i vikt under natten. Författarna påtalade att de största viktförlusterna observerades när djuren varit utan både foder och vatten och deras studie indikerar att en del av slaktviktsförlusten beror på att djuren varit uttorkade. Knowles (1999) såg en variation i slaktviktsförlust från mindre än 1 % hos enskilda individer till 8 % hos djur som varit utan foder i mer än 48 timmar.

En nackdel med långa transporttider och övernattning på slakteriet är att djuren kanske inte får i sig det foder och den vätska de behöver. Trots att de erbjuds vatten på slakteriet är det inte säkert att de dricker. Knowles et al. (1993) har sett tecken på att lamm efter att de har blivit transporterade inte gärna dricker från vattentillförselsystem som de inte är vana vid. Detta trots att de kan ha varit utan vatten under lång tid.

Det finns studier som visar på positiva effekter av att låta djuren övernatta, genom att det kan ge dem möjlighet att lugna sig, äta, dricka och fylla på muskelglykogen och därigenom minska slaktviktsförlusterna (Jacob et al., 2006; Liste et al., 2011). Del Campo et al. (2010) drar liknande slutsatser men poängterar att det är många faktorer som påverkar övernattningens effekter på köttkvaliteten och slaktvikten, såsom tillgång till foder och vatten, uppställningsförhållanden, stallklimat och ljudnivå. Författarna såg inga skillnader i slaktvikt mellan 15 och 3 timmar på slakteriet men poängterar vikten av att uppställningen på slakteriet ska ge möjlighet till vila (del Campo et al., 2010). I detta sammanhang spelar transportförhållandena en betydande roll. En stressande transport ökar behovet av några timmars vila och behovet av vila minskar vid bättre transportförhållanden. Vid jämförelse mellan mobil småskalig och stationär storskalig slakt av lamm i Norge fann Skog Eriksen et al. (2013) en långsammare temperatursänkning i köttet under kylning de två första dyggen efter slakt, ett lägre skärmotstånd och ett högre pH-värde i köttet 7 dagar efter mobil slakt.

Vi har inte hittat några tidigare studier av hur lång transport och övernattning på slakteriet påverkat slaktvikt och köttkvalitet i Sverige. I en pilotstudie med ungnöt (Arvidsson Segerkvist, 2016) har framkommit att övernattningen påverkar slaktkroppen. Studien indikerade att slaktutbytet (kvoten slaktvikt/levandevikt) minskar med i genomsnitt ca 1,5 % hos ungnöt som övernattar. Ett ungnöt som förväntades ha vägt 300 kg slaktat på ankomstdagen, vägde således endast lite drygt 290 kg slaktat efter övernattning. Ett högre slut-pH i köttet är vanligast hos tjurar som stressas men kan uppkomma hos alla nötkreatur (Warris, 1990). I en svensk studie upptäcktes att kvigor som hade tillbringat ett halvt dygn med för dem okända nötkreatur direkt inför slakt hade högre slut-pH i köttet än kvigor som inte hade blandats med okända individer. Detta ledde till ett onormalt segt kött från de kvigor som hade blandats före slakt (Enfält et al., 2006).

Efter slakt är det viktigt och avgörande för köttets mörhet med en långsam sänkning av kotttemperaturen så att den ligger nära 15 °C när dödsheten (*rigor mortis*) inträder (Locker och Hagyard, 1963). Hannula och Puolanne (2004) undersökte inverkan av olika kylningsstrategier och fann att pH i långa ryggmuskeln (*Musculus longissimus dorsi*) bör understiga 5,7 när temperaturen passerar 7 °C för att undvika ett segt kött.

Vad gäller sambandet mellan stress före slakt och köttets slut-pH och viktförlust vid tillredning är bilden komplicerad. En lång tids kraftig stress före slakt leder till att musklernas glykogenreserver uttöms. Det resulterar i ett högre slut-pH i köttet och ökade vätskeförluster vid tining och kokning, vilket betecknas som DFD (Scanga et al., 1998; Shen et al., 2009). En kort tids kraftig stress omedelbart före slakt kan istället (under förutsättning att muskulaturens glykogenreserver är normala) resultera i ett lågt slut-pH, men detta muskeltillstånd är mindre vanligt hos nötkreatur än hos t ex gris. I extrema fall gör det köttet ljust, löst och vattnigt och vätskeförlusten vid tining och kokning är även i detta fall stor. Stressade djur kan därför förväntas ge ett mindre mörkt kött, med större skär- och tryckmotstånd.

Vid elektrisk stimulering av hela slaktkroppen omedelbart efter avblodning sker ett muskelarbete som förbrukar glykogen, vilket påskyndar pH-fallet i köttet så att slut-pH inträder tidigare. Dessutom påskyndas utvecklingen av dödsheten och det blir möjligt att kyla ner slaktkroppen snabbt utan risk för seghet p g a s k kylsammanslagning. Elstimulering kan därför förväntas öka köttets mörhet något och metoden tillämpas på de flesta storskaliga slakterier. Traditionellt hängs slaktkroppen i hälsenan med sträckta bakben (s k akilleshängning). Det har visat sig att om den istället hängs i bäckenet med böjda höftleder

(s k bäckenhängning eller 'tender stretching') sträcks ryggmuskulaturen ut, vilket resulterar i att vissa dyrbara styckdetaljer såsom ryggbiffen blir mer mörre. Bäckenhängning tillämpas inte regelmässigt av storskaliga slakterier, bland annat eftersom den kräver mer utrymme i sidled än akilleshängning. Slutligen ökar köttets mörhet med hängningstiden. Vid småskalig slakt används ibland hängningstider på en eller t o m ett par veckor, men storskaliga slakterier brukar istället stycka slaktkroppen kort tid efter slakten och utföra s k vakuummörning. En alltför lång hängningstid skulle kunna innebära ökade hygieniska risker.

Syfte

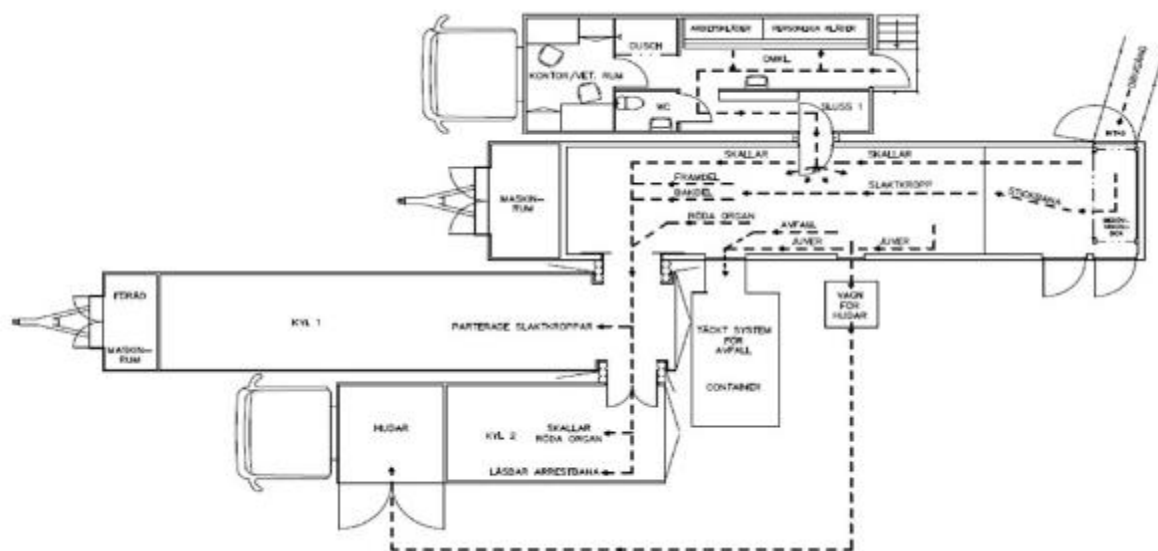
Projektets syfte var att bidra till utvecklingen av och att utvärdera system för slakt av nötkreatur för att uppnå en så god djurvälstånd och köttkvalitet som möjligt utan att kompromissa med livsmedelssäkerhet och smittskydd. Mer specifikt syftade projektet till att:

1. Jämföra förutsättningarna för god djurvälstånd och köttkvalitet vid mobil respektive stationär slakt av nötkreatur.
2. Föreslå förändringar av slakrutiner och djurhantering i mobil och stationär slakt av nötkreatur i syfte att förbättra djurskyddet och köttkvaliteten.

Genomförande

Slakterier

Ett mobilt och ett stationärt slakteri studerades. Det mobila slakteriet hade kapacitet för ca fyra djur per timme eller 30-35 djur per dag och det stationära ca 45-50 djur per timme eller 290-320 djur per dag. Det mobila slakteriet inkluderade en kylenhet och personalutrymmen, allt inhyst i två långtradare med släp (Figur 1).



Figur 1. Planskiss över det mobila slakteriet inklusive personal- och kylutrymmen, inhyst i två långtradare. Själva slakteridelen var inrymd i ett av släpen, den näst översta avdelningen på bilden. Djuren drevs in i skjutboxen, längst till höger på bilden. Drivgången riktades vinkelrätt mot slakteriet så att djuren gick rakt in i skjutboxen (skissen är missvisande).

På det mobila slakteriet togs djuren från stallet (eller vid ett tillfälle från betet) till en inspektionsfälla ("mobilt slaktstall") (Figur 2) där de samlades i grupper om upp till ca fem djur. Från inspektionsfällan drevs djuren av gårdspersonalen, slakteripersonalen eller personal från både gården och slakteriet i drivgången till skjutboxen. Underlaget i drivgången utgjordes av markytan utanför slakteriet. Drivgången hade väggar av horisontella metallrör och varierade i längd mellan 240 och 570 cm, med medelvärde (\pm standardavvikelse) 492 (\pm 105) cm, beroende på hur slakteriet parkerades i förhållande till stallet. Väggarna täcktes ibland delvis av tillfälligt monterade skivor. Drivgången begränsades baktill av en grind som sköts åt sidan vid utgången från inspektionsfällan och framtill av en giljotingrind vid ingången till skjutboxen (Figur 2-4). Dessutom fanns en skjutgrind ungefär halvvägs i drivgången. Golvet i skjutboxen lutade svagt i sidled och var belagt med gummimatta (Figur 4). Personal som utförde bedövningen stod på djurens högra sida. Halvvägs i observationsperioden genomfördes en modifiering av skjutboxen genom installation av en trekantig plåt (Figur 4) för att djuren lättare skulle falla ur skjutboxen efter bedövning och länken skulle kunna utföras snabbare och med mindre skaderisk för personalen.



Figur 2. Inspektionsfällan och drivgången till skjutboxen på det mobila slakteriet. (Foto: Anne Larsen, SLU)



Figur 3. Drivgången till skjutboxen på det mobila slakteriet. (Foto: Anne Larsen, SLU)



Figur 4. Skjutboxen på det mobila slakteriet, sedd framifrån (vänster) och från ingången baktill (höger). Till vänster på vänstra bilden skymtas utrymmet för avblodning, till vilket ytterdörren normalt hölls stängd under slakt (öppen på bilden). På högra bilden skymtas giljotingrinden upptill och den trekantiga plåt som installerades under studietiden för att underlätta länknigen av de bedövade djuren. Djuren föll ur skjutboxen åt höger på den högra bilden. (Foto: Lotta Berg och Anne Larsen, SLU)

Djuren som slaktades på det stationära slakteriet transporterades från gården på morgonen för slakten eller dagen före slakten. I det förra fallet stallades de upp en kortare eller längre tid, med tillgång till vatten. I det senare fallet övernattade majoriteten av djuren i enkelboxar i slakteristallets gångsystem, med tillgång till såväl foder som vatten. Ett mindre antal djur övernattade i gruppboxar. Vid slakttillfället drevs djuren i gångsystemet i slakteristallet fram till skjutboxen. Den del av drivgången som observerades låg närmast skjutboxen, var 725 cm lång och begränsades av en giljotingrind både baktill och framtill vid ingången till skjutboxen. Dessutom fanns en giljotingrind mitt i drivgången. Golvet utgjordes av gummimatta ströad med sågspån och väggarna var hela av mörkfärgad mörk lantbruksplywood. Golvet i skjutboxen lutade svagt i sidled och var belagt med gummimatta. Väggarna var i byggnadsskiva eller blank metall (Figur 5). Personal som utförde bedövningen stod på djurens vänstra sida.



Figur 5. Skjutboxen på det stationära slakteriet, sedd bakifrån. Giljotingrinden vid ingången till skjutboxen är uppdragen. Djuren föll ur skjutboxen åt höger på bilden. (Foto: Anne Larsen, SLU)

På båda slakterierna användes en krutdriven penetrerande bultpistol för att bedöva djuren. På det mobila slakteriet användes ammunition Cash 25 och på det stationära slakteriet Cash 22 eller Cash 25. Efter bedövning avblodades djuren genom bröststick. Den lagstadgade standardrutinen för det mobila slakteriet (senast uppdaterad den 10 april 2017) föreskrev att tiden mellan bedövning och avblodning ("sticktiden") skulle vara så kort som möjligt, att riktmärket var max 120 sekunder och att den tiden i enstaka fall kunde överskridas. Standardrutinen för det stationära slakteriet (senast uppdaterad den 15 juli 2015) föreskrev att avblodningen skulle påbörjas inom 60 sekunder efter bedövningen.

På det stationära slakteriet elstimulerades slaktkropparna i syfte att ge köttet bättre förutsättningar för mörning. På båda slakterierna tillämpades sju dagars hängmörning från slakt till styckning. Det mobila slakteriet bäckenhängde helfallen (halva slaktkroppar; Figur 6) i samband med slakten före kylning. Partering utfördes i samband med överföringen från den mobila kylvan till mörningsanläggningen, varefter köttet i de flesta fall hängmörades i parter (Figur 7) under resten av tiden. I ett fåtal fall hängmörades köttet som biffstock en del av tiden. På det stationära slakteriet akilleshängdes helfallen till dess att biffstocken skars ut 1-2 dagar efter slakt och hängmörades i ytterligare 5-6 dagar.



Figur 6. Bäckenhängning av slaktkroppen i det mobila slakteriet. (Foto: Karin Wallin, SLU)



Figur 7. Hängmörning av parter på hängingsanläggningen efter mobil slakt. (Foto: Karin Wallin, SLU)

Djur och datainsamling

Observationer vid mobil slakt utfördes under 17 dagar mellan den 4 februari 2016 och den 16 mars 2017, av 8-21 djur per dag på 15 leverantörsgårdar i södra och mellersta Sverige (på en av gårdarna utfördes slakt två dagar i rad och på en av gårdarna utfördes slakt vid två separata tillfällen). Endast djur som levererades från gården där det mobila slakteriet var placerat under slakten inkluderades i studierna (således inte djur som samma eller föregående dag hade transporterats dit från en närbelägen gård).

Observationer vid stationär slakt utfördes under 17 dagar mellan den 13 april 2016 och den 28 februari 2017, av 10-25 djur per dag från 144 leverantörsgårdar (1-10 studerade djur per gård).

Observationer utfördes rörande:

- Djurhantering i drivgången till skjutboxen (användbara data från 596 djur).
- Djurbeteende i drivgången till skjutboxen och i skjutboxen (596 djur).
- Blodkemi vid avblodning (prover från 571-594 djur).
- Slaktkroppsegenskaper direkt efter slakt (591 djur).
- Veterinära slaktanmärkningar (596 djur).
- Köttkvalitetsegenskaper i ryggbiffen efter 7 dagars hängmörning (prover från 546 djur, 378-543 djur analyserade).
- Händelser som kunde tänkas påverka slaktprocessen.

Två försökstekniker (A och B) utförde alla observationer och kommunicerade med varandra med hjälp av walkie-talkie för att säkerställa att samma djur observerades. Tekniker A var placerad vid drivgången (utanför det mobila slakteriet) och observerade väderlek, djurhantering, djurbeteende och tiderna i drivgången och skjutboxen (Figur 8) medan B var placerad vid skjutboxen och avblodningen (inne i det mobila slakteriet) och observerade djurbeteende i skjutboxen, skjutning, avblodning, tiderna i skjutboxen och till stickning, slaktkroppsegenskaper samt tog blodprov och analyserade blodlaktat.



Figur 8. En försökstekniker observerade djurhantering och djurbeteende i inspektionsfällan och drivgången till skjutboxen på det mobila slakteriet. (Foto: Karin Wallin, SLU)

Vid slakttillfällena observerades så många djur som var praktiskt möjligt. Det innebär att alla åtgärder med ett djur måste avslutas av försökstekniker B innan observationer av ett nytt djur påbörjades av försökstekniker A. Det första djur som då var tillgängligt valdes. Urvalet bedömdes därmed som slumpmässigt. Proceduren innebär att ett stort antal djur slaktades utan att kunna observeras, särskilt på det stationära slakteriet.

På det mobila slakteriet noterades om det var gårdens personal, slakteriets personal eller båda som drev djuren i drivgången. På det stationära slakteriet inhämtades uppgift från slakteriet om från vilken gård djuret kom, transportavståndet från gården till slakteriet, samt om djuren hade övernattat på slakteriet eller inte.

För varje djur observerades antalet gånger som skötaren:

- Vidrörde djurets bakdel lätt (bakom manken).
- Vidrörde djurets framdel lätt (framför manken).
- Klappade djurets bakdel (bakom manken, armen böjd i handled eller armbåge, men inte axel).
- Klappade djurets framdel (framför manken, armen böjd i handled eller armbåge, men inte axel).
- Slog djurets bakdel (bakom manken, armen höjd i axel).
- Slog djurets framdel (framför manken, armen höjd i axel).
- Drog i djuret (någon kroppsdel).
- Knuffade djuret.
- Stack djuret med ett vasst föremål.
- Höll fast djuret (någon kroppsdel).
- Vred om svansen.
- Viftade med arm eller redskap.
- Sparkade djuret (på någon kroppsdel).
- Slog djuret med en grind (från sidan eller uppifrån).
- Använde elektrisk påfösare på djurets bakdel.
- Talade, skrek eller visslade.
- Slog med hand eller redskap mot inredningen.

För alla hanteringar noterades om den utfördes med handen (kroppen) eller med ett redskap. Det var totalt åtta olika personer på det mobila och sex på det stationära slakteriet som hanterade djuren, sammantaget vid alla slakttillfällen.

Djurbeteende direktobserverades i dels drivgången av försökstekniker A och dels skjutboxen av A (mobila slakteriet) eller B (stationära slakteriet). Tekniker A noterade om ett djur föreföll vara särskilt tveksamt eller nervöst innan drivningen påbörjades. För varje djur observerades antalet gånger som djuret uppvisade följande stressrelaterade beteenden:

- Backade (minst två steg).
- Sprang (rörde sig snabbt framåt i trav eller galopp).
- Trippade på stället.
- Vände sig eller försökte vända sig om (huvudet vinklat bakåt).
- Halkade lindrigt (fortsatte gå utan märkbart uppehåll, bara klövar och underben vidrörde marken).
- Halkade allvarligt (kom ur gångrytmen, sänkt kropp men bara klövar och underben vidrörde marken).
- Föll (kropp vidrörde marken).
- Sparkade (mot person, annat djur eller inredning).
- Stångade (mot person, annat djur eller inredning).
- Kämpade emot våldsamt (kastade sig mot inredningen och uppvisade eventuellt flämtning, darrning eller fradga).
- Stelnade till ("frös", stod still).
- Vokaliserade (råmade).
- Gödslade eller urinerade.

Dessutom observerades antal gånger som djuret uppvisade undersökande beteende (nosade eller tittade sig omkring).

Tiden för olika arbetsmoment direktobserverades av både A och B med hjälp av armbandsur som synkroniserades före varje slakttillfälle. För varje djur observerades tiden i drivgången,

tiden i skjutboxen till första skottet och tiden från sista skottet till att det stacks för avblodning (sticktiden). I de fall omskjutning utfördes noterades antalet bedövningsskott.

Blodprov togs från alla djur i samband med avblodningen. Laktat analyserades direkt med portabel mätutrustning (Lactate Plus, Nova Biomedical Corp., Waltham, Massachusetts, USA). En liten mängd blod samlades i en plastsked i vilken provstickan doppades direkt efter bröststicket (Figur 9). De övriga blodproverna centrifugerades i 30-60 minuter, serum kylförvarades i högst 48 timmar och frystes sedan i -18--23 °C för senare analys på Universitetsdjursjukhusets klinisk-kemiska laboratorium, SLU, Uppsala. Glukos analyserades med Architect c4000 (Abbott Laboratories, Chicago, Illinois, USA) och kortisol analyserades med Immulite 2000 (Siemens Healthcare Diagnostics, Erlangen, Tyskland).



Figur 9. Blodlaktat mättes direkt efter bröststicket på båda slakterierna av försökstekniker B genom att provstickan doppades i en plastsked med en liten mängd blod. Blodglukos och blodkortisol analyserades på laboratorium. (Foto: Anne Larsen, SLU)

För varje djur klassificerades slaktkroppen av slakteriets personal med avseende på form och fettansättning och dessa uppgifter noterades löpande. Klassificerarna hade erhållit särskild utbildning, fortbildades årligen och innehade behörighetsbevis utfärdat av Jordbruksverket som utförde besiktningar ungefär varannan månad för att säkerställa likformig och korrekt klassificering. Slaktkroppens form graderades enligt ett EU-gemensamt system (EUROP) i fem huvudklasser:

1. Något tunn och insjunken, P.
2. Välutvecklad, O.
3. Svällande och välutvecklad, R.
4. Mycket svällande och välutvecklad, U.
5. Extremt svällande och välutvecklad, E.

Varje klass kompletterades med – (lågt i huvudklassen) eller + (högt i huvudklassen), vilket resulterade i totalt 15 klasser från P– (kodad som 1) till E+ (kodad som 15).

Fettansättningen graderades enligt ett svenskt system i fem huvudklasser:

1. Mycket liten.

2. Liten.
3. Ordinär.
4. Riklig.
5. Mycket riklig.

Varje klass kompletterades med – (lågt i huvudklassen) eller + (högt i huvudklassen), vilket återigen resulterade i totalt 15 klasser från 1– (kodad som 1) till 5+ (kodad som 15).

Slakteriets personal graderade även varje djur med avseende på gödselkontamination på kritiska hudområden (bukens mittlinje, bröstorgans undersida, hasleden, hälsenan, framknät, halsens undersida, könsorgan och juver, samt området kring ändtarmsöppningen och juverspegeln). Graderingen utfördes enligt ett system överenskommet genom slakteriernas branschorganisation Kött och Charkföretagen i fyra klasser:

0. Ingen eller mycket lindrig förorening.
1. Måttlig förorening med påtaglig förekomst av gödsel.
2. Kraftig gödselkontamination eller gödselpansar.
3. Mycket kraftig gödselkontamination eller gödselpansar med stor utbredning och/eller urin-/gödselbränna).

Slaktkroppen och organen från varje djur besiktigades av Livsmedelsverkets officiella veterinärer eller assistenter (Figur 10) och uppgifter om besiktningsfynd erhöles från veterinärerna. Besiktningen reglerades av lagstiftning och omfattade 37 sjukdomskoder (varav ca 32 tillämpliga på nötkreatur).



Figur 10. Veterinärbesiktning i det mobila slakteriet. (Foto: Karin Wallin, SLU)

I samband med styckningen 7 dagar efter slakt graderades fettmarmoreringen (mängden insprängt fett) i ryggbiffen (på ytan av *M. longissimus dorsi* mellan 10:e och 11:e revbenet) av slakteriets personal enligt en femgradig skala genom jämförelse med standardfoton hämtade från den amerikanska USDA-skalan:

1. Ej marmorerat.
2. Begynnande marmorerat.
3. Marmorerat.

4. Väl marmorerat.
5. Mycket marmorerat.

Vid styckningen mättes även köttets slut-pH med Testo 205 (Nordtec Instrument AB, Göteborg) (Figur 11) och ett 15–20 cm långt stycke av ryggbiffen (*M. longissimus dorsi* närmast entrecôte) togs ut, vakumförpackades och frystes i -20–25 °C direkt efter avslutad styckning. Köttprovernas storlek varierade efter typen av djur, med en medelvikt (\pm standavv) på 1481 (\pm 381) gram.



Figur 11. Mätning av pH i samband med styckning sju dagar efter mobil slakt. (Foto: Karin Wallin, SLU)

Köttproverna analyserades efter 43-398 (i medeltal 251) dagar på laboratorium (SP Food and Bioscience, numera RISE Research Institutes of Sweden) för viktförlust vid tining, viktförlust vid kokning, pH och färg hos tinat rått kött, samt textur hos kokat kött. Köttet tinades i vakuumpförpackningen vid 4–5 °C i 24 timmar, varefter en ca 1 cm tjock skiva med vikten 100 gram skars ut och sparades i -20 °C för senare analys av fettinnehåll. Två-tre ytterligare 5 cm tjocka skivor skars ut, vägdes, vakuumpförpackades och tempererades i vattenbad till 20 °C kärntemperatur (”tining”), vilket uppnåddes efter ca 2 timmar. Bitarna vägdes och den procentuella viktförlusten vid tining beräknades.

Köttets färg mättes på 4-10 ställen utan synligt fett på en av de tinade bitarna med ett system bestående av en datorstyrd digitalkamera (Nikon D90, Nikon Corp., Tokyo, Japan), en provkammare med konstanta ljusförhållanden och programvara för bildanalys (DigiEye v2.53c, VeriVide Ltd., Enderby, Storbritannien). Färgen beskrevs enligt CIELAB-systemet (CIE, 2004a, b) i tre dimensioner som representerade ljushet (L^* , från 0=svart till 100=vitt), rödhet (a^* , från negativt=grönt till positivt=rött) och gulhet (b^* , från negativt=blått till positivt=gult). Köttets pH mättes med Testo 205 (Nordtec Instrument AB, Göteborg) på bitarnas yta. Bitarna vakuumpackades därefter igen och värmdes i 75 °C vattenbad till kärntemperaturen 69 °C (”kokning”), kylades under rinnande vatten och placerades i 4–5 °C i 16 timmar, varefter skivorna togs ur vakuumpförpackningen, vägdes och den procentuella viktförlusten vid kokning beräknades.

Därefter stansades så många provbitar som möjligt ut för mätning av textur. Textur ("mörhet") mättes dels som skärmotstånd enligt Warner-Bratzler (Bourne, 2002) och dels som tryckmotstånd (kompressionsspänning) enligt kompressionsmetoden (Bourne, 2002), i båda fallen med Instron 5542 (Instron Ltd., High Wycombe, Storbritannien). Mätningarna av skärmotstånd utfördes på ca 4-10 cylinderformade provbitar, 15 mm i diameter, utstansades i köttfibrernas längdriktning. Skärbladet var 1 mm tjockt och rörde sig nedåt med en hastighet av 50 mm/min. Det uppmätta skärmotståndet anger den maximala kraft som krävdes för att skära köttet, uttryckt i N.

Kompressionsmätningarna utfördes på ca 4-10 cylinderformade provbitar, 15 mm i diameter och 15 ± 3 mm höga, utstansade vinkelrätt mot köttfibrerna. Kompressionen skedde därför parallellt med fiberriktningen. Instrumentet utrustades med en platta med 60 mm diameter som rörde sig nedåt med en hastighet av 50 mm/min och därigenom pressa ihop provbiten. Den uppmätta belastningen ('compressive load at 40%') anger det maximala tryck som krävdes för att pressa ihop provet 40 % (till 60 % av dess ursprungliga höjd), uttryckt i MPa.

Bestämning av råfett utfördes av Eurofins Food & Feed Testing Sweden enligt Schmid-Bondzynski-Ratzlaff (NMKL NordVal International, 1989).

Statistisk analys

Data samlades i Excel 2013 (Microsoft, Redmond, Washington, USA). För statistisk bearbetning användes Stata/IC 13 (StataCorp, College Station, Texas, USA). All analys utfördes med djuret som analysenhet. Tabell 1 och 2 visar de bakgrunds- respektive resultatvariabler (oberoende respektive beroende variabler) som skapades för bearbetningen. I materialet ingick 40 djur av korsningsras mjölk-kött som kodades som rastyp mjölk i analysen. Det ingick också två äldre tjurar som i likhet med ungtjurarna kodades som slaktdjurstyp tjur. För ett antal kontinuerliga bakgrundsvariabler (LTEMP, LFUKT, ÅLDER och SVIKT) konstruerades motsvarande nya ordinala variabler med fem likstora kategorier. Djurens känslouttryck när observationerna i drivgången startade (STRESS) noterades bara som en anmärkning när det var uppenbart att ett djur var tvekan eller stressat (ofullständiga observationer), varför denna variabel inte inkluderades i majoriteten av analyserna. Huruvida ett djur var ensamt kvar i inspektionsfållan på det mobila slakteriet (ENSAM) noterades endast för en del av djuren (ofullständiga observationer) och denna variabel inkluderades därför inte heller i majoriteten av analyserna.

Tabell 1. Bakgrundsvariabler.

Namn	Beskrivning	Mätskala	Enhet eller kategorier
SLAKTERI	Slakteri	Nominal	Mobilt Stationärt
PLATS	Plats för slakten	Nominal	16 nummer
GÅRD	Leverantörsgård (klustringsvariabel)	Nominal	159 nummer
ÅRSTID	Årstid	Nominal	Vår (feb–maj) Sommar (jun–aug) Höst (sep–nov) Vinter (dec–mar år 2)
TRANS	Transportavstånd från gården till det stationära slakteriet	Kontinuerlig	Km

TRANSKAT	Transportavstånd från gården till det stationära slakteriet	Ordinal	0–44 km 45–68 km 69–107 km 108–149 km 150–250 km
NATT	Övernattning på slakteriet på det stationära slakteriet	Nominal	Ej övernattning Övernattning
MOLN	Molnighet utanför det mobila slakteriet	Nominal	Klart väder Molnigt Mulet
NEDBÖRD	Nederbörd utanför det mobila slakteriet	Nominal	Ingen nederbörd Regn eller snö
VIND	Vind utanför det mobila slakteriet	Nominal	Svag vind Stark vind
ENSAM	Ensam kvar i inspektionsfällan (sista djuret i gruppen)	Ordinal	Ej ensam Ensam
DRIVTIM	Klockslag för start av drivning	Ordinal	0629–0859 0900–1059 1100–1259 1300–1802
LTEMP	Lufttemperatur i drivgången	Kontinuerlig	°C
LTEMPKAT	Lufttemperatur i drivgången	Ordinal	-9,3–5,3 °C 5,4–7,7 °C 7,8–12,1 °C 12,2–19,2 °C 19,3–22,0 °C
LFUKT	Relativ luftfuktighet i drivgången	Kontinuerlig	%
LFUKTKAT	Relativ luftfuktighet i drivgången	Ordinal	44–72 % 73–82 % 83–88 % 89–95 % 96–100 %
BOXTIM	Klockslag för drivning in i skjutboxen	Ordinal	0632–0859 0900–1059 1100–1259 1300–1812
STICKTIM	Klockslag för bröststick	Ordinal	0633–0859 0900–1059 1100–1259 1300–1817
DRIVPERS	Personal som driver på det mobila slakteriet	Nominal	Gården Slakteriet Gården och slakteriet
RASTYP	Ras	Nominal	Kött Mjölk
DJURTYP	Djurtyp	Nominal	Tjur Stut Ko Kviga

ÅLDER	Ålder	Kontinuerlig	Månader
ÅLDERKAT	Ålder	Ordinal	8–16 mån 17–23 mån 24–31 mån 32–178 mån
HORN	Behorning	Nominal	Utan horn Med horn
STRESS	Känslouttryck när observationerna i drivgången startade	Nominal	Ej påverkad Tydligt tvekande Tydligt nervös
SVIKT	Slaktvikt	Kontinuerlig	kg
SVIKTKAT	Slaktvikt	Ordinal	141,9–301,7 kg 301,8–327,4 kg 327,5–352,9 kg 353,0–382,9 kg 383,0–633,2 kg
STYCTEMP	Kött-temperatur vid styckning	Intervall	°C
MARMOR	Köttets fettmarmorering	Ordinal	grad 1-5

Tabell 2. Resultatvariabler.

Variabel	Beskrivning	Mätskala	Enhet eller kategorier
<i>Hantering:</i>			
HDRIVANT	Antal aktiva drivningar med hand (summan av alla slags drivningar)	Antal	-
RDRIVANT	Antal aktiva drivningar med redskap	Antal	-
DRIVANT	Totalt antal aktiva drivningar med hand eller redskap	Antal	-
FELDRIV	Olämplig drivning (vrider svans en eller flera ggr; <u>eller</u> slår med grind en eller flera ggr; <u>eller</u> slår på bak/framdel mer än 5 ggr; <u>eller</u> använder elpåfösare mer än 5 ggr)	Nominal	Ej olämplig drivning Olämplig drivning
NOLLDRIV	Ingen aktiv drivning alls	Nominal	Nej, minst en drivning Ja, ingen drivning alls
DRIVTID	Tid drivgång	Kontinuerlig	minuter
BOXTID	Tid i skjutbox	Kontinuerlig	sekunder
STICKTID	Tid från sista skottet till stickningen	Kontinuerlig	sekunder
ANTSKOTT	Antal bedövningsskott	Antal	-
<i>Beteende:</i>			
DBETANT	Antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången (summan av alla slags stressrelaterade beteenden)	Antal	-

HÖGTDBET	Stort antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången (>3)	Nominal	Nej, högst tre beteenden Ja, fler än tre beteenden
TYDLDBET	Tydligt stressrelaterat djurbeteende i drivgången (faller, vänder sig om eller gör motstånd en eller flera ggr; <u>eller</u> steppar, springer, backar, halkar, sparkar, stångar, stelnar till, råmar eller gödslar/urinerar >5 ggr)	Nominal	Nej, inget tydligt Ja, tydligt beteende
NOLLDBET	Inget stressrelaterat djurbeteende i drivgången	Nominal	Nej, minst ett beteende Ja, inget beteende
BBETANT	Antal stressrelaterade djurbeteenden i skjutboxen	Antal	-
HÖGTBBET	Stort antal stressrelaterade djurbeteenden i skjutboxen (>1)	Nominal	Nej, högst ett beteende Ja, fler än ett beteenden
TYDLBBET	Tydligt stressrelaterat djurbeteende i skjutboxen (samma som för TYDLDBEH)	Nominal	Nej, inget tydligt Ja, tydligt beteende
NOLLBBET	Inget stressrelaterat djurbeteende i skjutboxen	Nominal	Nej, minst ett beteende Ja, inget beteende
BETANT	Antal stressrelaterat djurbeteende i drivgången och skjutboxen tillsammans	Antal	-
TYDLBET	Tydligt stressrelaterat djurbeteende i drivgången eller skjutboxen	Nominal	Nej, inget tydligt Ja, tydligt beteende
NOLLBET	Inget stressrelaterat djurbeteende i drivgången eller skjutboxen	Nominal	Nej, minst ett beteende Ja, inget beteende
<i>Blodkemi:</i>			
KORTISOL	Blodkortisol	Kontinuerlig	nmol/l
GLUKOS	Blodglukos	Kontinuerlig	mmol/l
LAKTAT	Blodlaktat	Kontinuerlig	mmol/l
HÖGTBLOD	Minst ett högt blodvärde (KORTISOL, GLUKOS eller LAKTAT ligger över den högsta kvartilen)	Nominal	Nej, inget högt blodvärde Ja, minst ett högt blodvärde
<i>Slaktkropp:</i>			
FÖROREN	Hudförorening	Ordinal	Grad 0-3
FORMKL	Formklass	Ordinal	Grad 1-15 (motsvarande P-till E+ på originalskalan)
FETTKL	Fettklass	Ordinal	Grad 1-15 (motsvarande 1-till 5+ på originalskalan)
KYLTID	Tid från skjutning till att slaktkroppen placerades i kyl	Kontinuerlig	sekunder
<i>Köttkvalitet:</i>			
LJUS	Köttets ljushet	Kontinuerlig	-

RÖD	Köttets rödhet (röd färg i motsats till grön)	Kontinuerlig	-
GUL	Köttets gulhet (gul färg i motsats till blå)	Kontinuerlig	-
PH	Kött-pH vid styckning dag 7 (slut-pH)	Kontinuerlig	-
HÖGTPH	Högt kött-pH vid styckning dag 7 (indikerar DFD)	Nominal	pH≤5,8 pH>5,8
TINBORT	Viktförlust vid tining av köttet	Kontinuerlig	%
KOKBORT	Viktförlust vid kokning av köttet	Kontinuerlig	%
SKÄR	Köttets textur uttryckt som skärmotstånd efter kokning enligt Warner-Bratzler	Kontinuerlig	Newton, N
TRYCK	Köttets textur uttryckt som tryck vid 40 % hoppresning efter kokning enligt kompressionsmetoden	Kontinuerlig	Megapascal, MPa
FETT	Köttets råfetthalt	Kontinuerlig	%

För kontinuerliga variabler beräknades antal analyserade djur, median, interkvartilavstånd, medelvärde och standardavvikelse. För kategoriska bakgrundsvariabler beräknades antalet och andelen djur per kategori, uppdelat på kategorierna av ytterligare en eller två kategoriska bakgrundsvariabler om så bedömdes relevant. Diagram användes för att illustrera enkla samband mellan olika bakgrundsvariabler, i de flesta fall även skillnader mellan de två slakterierna.

Multivariabla statistiska modeller konstruerades för antal stressbeteenden i drivgången respektive skjutboxen, risk för stort antal stressbeteenden i drivgången respektive skjutboxen, risk för tydligt stressbeteende i drivgången respektive skjutboxen, blodkemiska värden, risk för minst ett högt blodkemiskt värde, formklass, fettklass, sannolikhet för ett slutligt kött-pH högre än 5,8, viktförlust vid tining respektive kokning, samt köttets textur uttryckt som skärmotstånd respektive tryckmotstånd (Tabell 3). Modelltypen anpassades till resultatvariabeln och endast bakgrundsvariabler (och första ordningens interaktionseffekter) som bidrog till modellerna på ett meningsfullt sätt inkluderades. De kategoriska motsvarigheterna till kontinuerliga variabler användes för att avslöja icke-linjära samband.

Tabell 3. Multivariabla statistiska modeller.

Modell	Typ av modell	Slakteridata	Variabler i modellen (fixa effekter) ¹
DBRETANT	Negativ binomial	Båda	SLAKTERI
		Mobila	ÅRSTID, RASTYP, DJURTYP, ÅRSTID x DJURTYP
		Stationära	DRIVTIM, LTEMPKAT
HÖGTDBET	Logistisk	Båda	SLAKTERI
		Mobila	Ej möjlig att konstruera
		Stationära	Ej möjlig att konstruera
TYDLDBEH	Logistisk	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID
		Mobila	ÅRSTID, SVIKKAT, MOLN
		Stationära	DJURTYP, RASTYP, NATT

BBRETANT	Negativ binomial	Båda	SLAKTERI, DJURTYP, ÅLDERKAT, SLAKTERI x DJURTYP
		Mobila	DJURTYP, ÅLDERKAT, LTEMPKAT
		Stationära	BOXTIM, DJURTYP, SVIKKAT, NATT
HÖGTBBET	Logistisk	Båda	SLAKTERI, DJURTYP, ÅLDERKAT
		Mobila	ÅRSTID, DJURTYP, SVIKTKAT, MOLN, LTEMPKAT
TYDLBBEH	Logistisk	Stationära	ÅRSTID, BOXTIM, DJURTYP, NATT
		Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, BOXTIM, DJURTYP, ÅLDERKAT, SVIKTKAT, SLAKTERI x SVIKKAT, BOXTIM x ÅLDERKAT
		Mobila	ÅRSTID, DJURTYP, ÅLDERKAT, SVIKTKAT, MOLN
KORTISOL	Linjär, log-link	Stationära	BOXTIM, NATT
		Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, RASTYP, DJURTYP, ÅLDERKAT, SVIKTKAT, ÅRSTID x DJURTYP
GLUKOS	Linjär, log-link	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, SKICKTIM, DJURTYP, ÅLDERKAT
LAKTAT	Linjär, log-link	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, RASTYP
HÖGTBLÖD	Logistisk	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, RASTYP
FORMKLAS	Linjär	Båda	SLAKTERI, RASTYP, DJURTYP, SVIKTKAT, RASTYP x DJURTYP
FETTKLASS	Linjär	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, RASTYP, DJURTYP, SVIKTKAT, ÅRSTID x DJURTYP, ÅRSTID x SVIKTKAT, RASTYP x DJURTYP, DJURTYP x SVIKTKAT
HÖGTPH	Logistisk	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID
TINBORT	Linjär	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, ÅLDERKAT
KOKBORT	Linjär	Båda	SLAKTERI, DJURTYP, ÅLDERKAT
SKÄR	Linjär, log-link	Båda	SLAKTERI, STICKTIM, DJURTYP, ÅLDERKAT
TRYCK	Linjär, log-link	Båda	SLAKTERI, ÅRSTID, STICKTIM, DJURTYP, ÅLDERKAT, STICKTIM x ÅLDERKAT

¹ Interaktioner anges som produkter (VARIABEL x VARIABEL).

I varje modell tvingades SLAKTERI in som oberoende variabel. Dessutom testades att inkludera bakgrundsvariablerna ÅRSTID, DRIVTIM, DJURTYP, RASTYP, ÅLDERKAT och SVIKTKAT. DRIVTIM ersattes av BOXTIM eller STICKTIM beroende där det var relevant. I modellerna av FORMKL och FETTKL testades dock endast årstid och djurbaserade bakgrundsvariabler (ÅRSTID, DJURTYP, RASTYP, ÅLDERKAT och SVIKTKAT). Förutom de inkluderade variablerna (Tabell 3) användes i alla multivariabla modeller leverantörsgårdens identitet (GÅRD) för att justera för att djur från samma gård kunde antas vara mer lika än djur från olika gårdar (s k klustring) genom att gårdarna antogs utgöra ett slumpmässigt urval (slumpmässig effekt).

Separata modeller för det mobila och stationära slakteriet konstruerades dessutom för vissa resultatvariabler. I dessa modeller testades förutom de gemensamma bakgrundsvariablerna även de som var specifika för respektive slakteri (MOLN, VIND, NEDBÖRD, LTEMPKAT och DRIVPERS på det mobila respektive TRANSKAT och NATT på det stationära slakteriet) (Tabell 3).

Modellernas validitet kontrollerades med hjälp av Pregibons linktest (Pregibon, 1980) och inspektion av residualer. Diagram användes för att illustrera effekten av olika bakgrundsvariabler (marginella medelvärden med konfidensintervall). Med hänsyn till det stora antalet tester användes 1 % signifikansnivå. Andelen av variationen hos resultatvariablerna som kunde hänföras till skillnader mellan producentgårdarna skattades genom att beräkna inomklasskorrelationen ('intra-class correlation coefficient').

Linjära samband mellan utvalda kontinuerliga och ordinala variabler undersöktes även med hjälp av korrelation (enligt Pearson eller Spearman), men utan hänsyn till klustring.

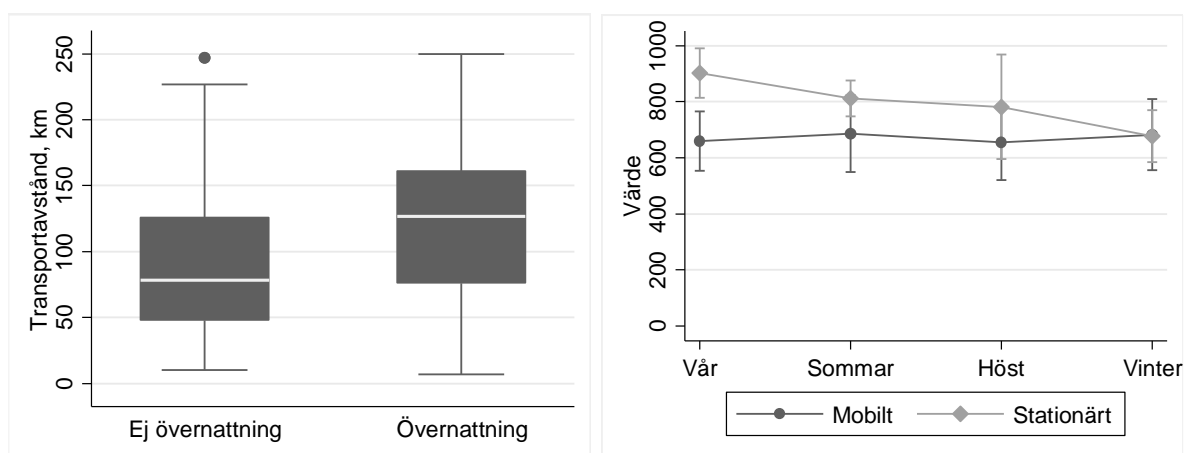
Statistiska förklaringar

Samband mellan olika variabler eller skillnader mellan olika grupper eller kategorier av en bakgrundsvariabel, t ex mellan de två slaktsystemen, kan visas på olika sätt. Ett är att visa hur medelvärdena eller medianerna skiljer sig mellan grupperna, eventuellt uppdelat på någon eller ett par andra faktorer, t ex skillnaden mellan slaktsystem under olika årstider. Sådan statistik är framför allt beskrivande och tar inte hänsyn till eventuell inverkan av andra faktorer som skulle kunna snedvrیدا bilden. Ett sätt att ta hänsyn till sådana störande faktorer är en multivariabel analys eller modell. Den skillnad mellan grupper som kan påvisas med en sådan modell är justerad för störande inverkan från alla de faktorer som beaktades när modellen konstruerades. Resultaten från en multivariabel modell är därför nästan alltid säkrare i en observationsstudie som den här aktuella, där det finns många möjliga störande faktorer. En multivariabel modell kan innehålla (och justera för) en eller flera bakgrundsvariabler.

P-värdet anger hur stor risken är att den funna skillnaden skulle kunna ha uppkommit bara av slumpen – förutsatt att studien är korrekt genomförd i övrigt. Ju lägre p-värde desto säkrare kan man vara på att skillnaden är "verklig". Vanligen kräver man 5 procents säkerhet, d v s att p-värdet ska understiga 0,05, men ibland höjer man kravet så att p-värdet ska understiga 0,01 eller t.o.m. 0,001. Man bör vara försiktig med att försöka tolka skillnader som inte är signifikanta.

Ett konfidensintervall omger ett skattat värde, t ex ett medelvärde för en grupp. Det anger mellan vilka värden det sanna medelvärdet skulle kunna variera bara av slumpen. Ju mindre konfidensintervall desto säkrare medelvärde. Konfidensintervall kan liksom p-värden konstrueras för olika signifikansnivåer. Exempelvis motsvaras en signifikansnivå på 5 % av ett 95 % konfidensintervall och signifikansnivån 1 % av ett 99 % konfidensintervall. I ett diagram går det att använda konfidensintervall för att avgöra om det finns en signifikant skillnad mellan två grupper. Om konfidensintervallen inte alls överlappar varandra är skillnaden signifikant (på den givna signifikansnivån), medan den är icke-signifikant om de överlappar varandra mycket. Om överlappningen är liten går det däremot inte att avgöra av diagrammet.

I beskrivande statistik används ibland boxdiagram för att illustrera skillnaden mellan två grupper med avseende på en kontinuerlig variabel, t ex skillnaden i transportavstånd mellan djur som inte övernattade och djur som övernattade på slakteriet. Av det vänstra diagrammet i Figur 12 framgår medianen i de två grupperna (det vita strecket i den mörka "boxen"), dvs det värde som delar datamaterialet i två lika stora hälften. Enligt Figur 11 transporterades hälften av de övernattande djuren mer än ca 125 km (och hälften mindre). Den mörka lådan innehåller hälften av datamaterialet, dvs hos övernattande djur transporterades hälften mellan ca 75 och 165 km. Över och under boxen finns de resterande fjärdedelarna av datamaterialet, dvs en fjärdedel av de övernattande djuren transporterades mer än ca 165 km och en fjärdedel mindre än 75 km. Tvärstrecken markerar det lägsta och högsta värdet. S k extremvärden, som ligger långt utanför det man skulle kunna förvänta sig, markeras dock med punkter (i detta fall en punkt för varje djur). Bland ej övernattande djur fanns ett högt extremvärde runt 250 km.



Figur 12. Exempel på boxdiagram (vänster) respektive diagram med marginella medelvärden och konfidensintervall (höger).

Resultat från en multivariabel modell kan redovisas genom att återge s k marginella medelvärden för olika grupper som man jämför. Det är de värden som variabeln kan förväntas anta (enligt modellen) i de olika grupperna. Medelvärdena kan dessutom omges av konfidensintervall för att visa hur säkra de är. Exempelvis kan en modell av köttets tryckmotstånd innehålla en variabel för årstid och resultatet kan åskådliggöras i ett diagram. Enligt det högra diagrammet i Figur 12 är det förväntade värdet μ på det mobila slakteriet 670 och på det stationära slakteriet 900. Konfidensintervallen (i detta fall 99 %) överlappar inte varandra, vilket betyder att skillnaden mellan slakterierna är signifikant (p-värdet är alltså i detta fall lägre än 1 %). Däremot är skillnaden mellan slakterierna inte signifikant under de övriga årstiderna eftersom de konfidensintervallen överlappar varandra mycket. Det går på samma sätt att utläsa att värdena för vår och vinter är signifikant olika på det stationära slakteriet, men inte det mobila.

Resultat

Bakgrundsfaktorer

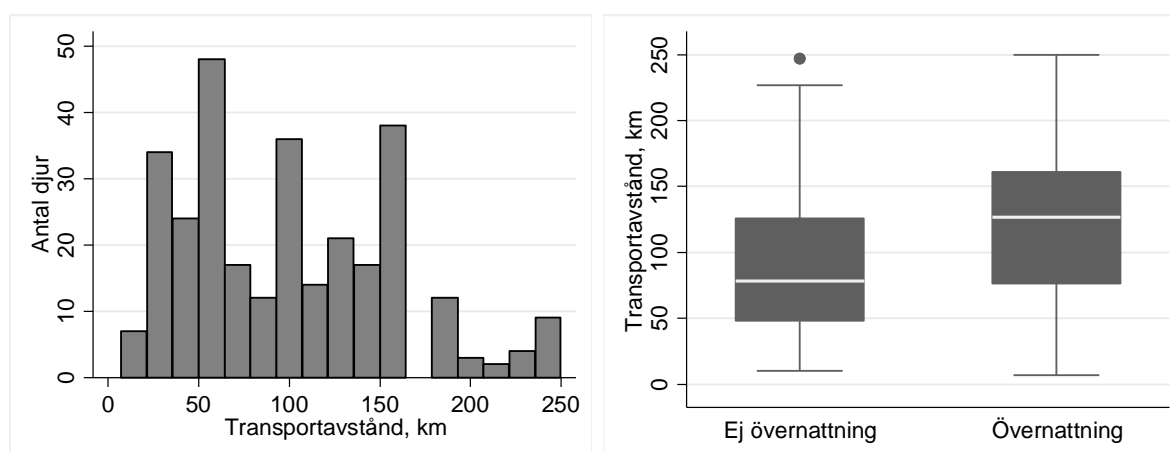
Iakttagelser vid datainsamlingen visade att förhållandena på de gårdar som levererade till det mobila slakteriet varierade kraftigt vad gäller möjligheterna och sättet att hantera djuren på ett bra sätt. I viss mån varierade även djurmaterialet genom att vissa gårdar exempelvis hade mer stutar av mjölkkras medan andra gårdar främst levererade tjurar av kötttras. Andelen behornade djur var 6,7 %. På det stationära slakteriet övernattade 32 % av djuren före slakt. På det mobila slakteriet blev 32 % av djuren ensamma kvar i besiktningfållan före drivningen. Strömavbrott eller tekniskt krångel med t ex bultpistolen, hudavdragaren, klyvsågen eller datorutrustningen inträffade under slakten av 10 djur på det mobila slakteriet och 3 djur på det stationära. Tabell 4 visar beskrivande statistiska mått för kontinuerliga bakgrundsvariabler på båda slakterierna.

Tabell 4. Övergripande beskrivande statistiska mått för kontinuerliga bakgrundsvariabler.

Variabel	Antal djur	Median	Interkvartil-avstånd	Medelvärde	Stand.avv.
Lufttemperatur, °C	596	9,4	12,1	10,98	7,69
Relativ luftfuktighet, %	547	86	17	83,85	13,11
Ålder, månader	591	24	15	31,85	24,81
Slaktvikt, kg	591	339	65,2	344	57,45
Transportavstånd, km	298	96,2	85,3	98,97	57,95

¹ Aktuell endast på det stationära slakteriet.

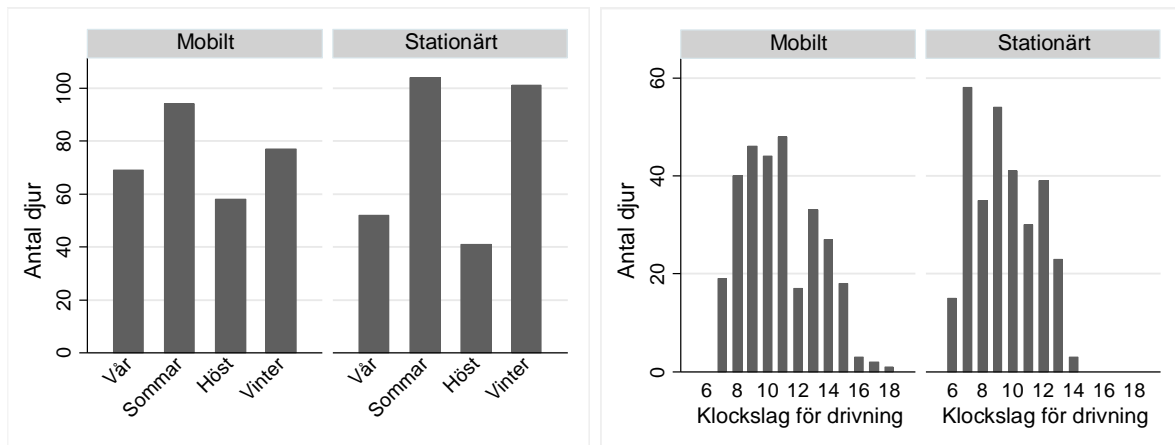
Figur 13-23 innehåller beskrivande statistik för bakgrundsvariablerna i diagramform. Djuren transporterades upp till 250 km till det stationära slakteriet (Figur 13) och de djur som övernattade på slakteriet hade i genomsnitt transporterats några mil längre än de som inte övernattade (Figur 13).



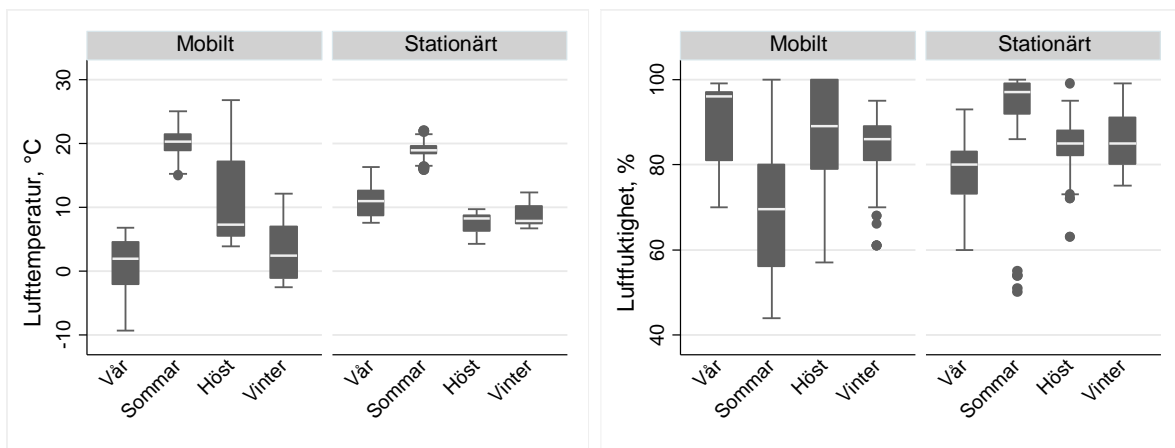
Figur 13. Fördelning av djur efter transportavstånd (vänster) respektive transportavstånd hos djur som inte övernattade respektive övernattade på det stationära slakteriet (höger).

Fördelningen av djur mellan årstiderna var likartad på de två slakterierna (Figur 14). Den stationära slakten var förlagd något tidigare på dagen (Figur 14). Som förväntat var variationen inom och mellan årstiderna vad gäller lufttemperatur och luftfuktighet vid drivningen betydligt större på det mobila slakteriet (Figur 15). Utanför det mobila slakteriet

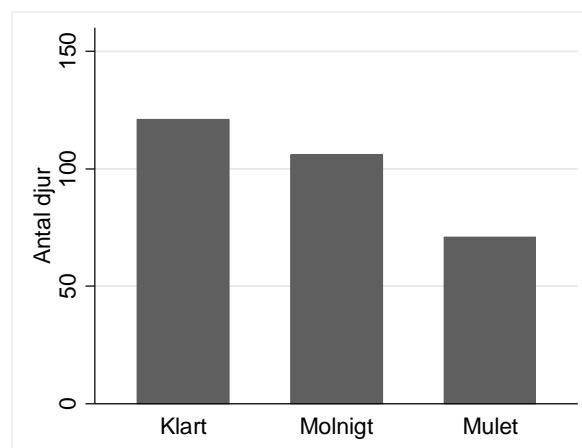
skiftade väderleken (Figur 16). Vinden var stark vid drivningen av 19 % av djuren och nederbörd i form av regn eller snö förekom i 11 % av fallen.



Figur 14. Fördelning av djur efter årstid (vänster) respektive klockslag för start av drivningen (höger) på de två slakterierna.

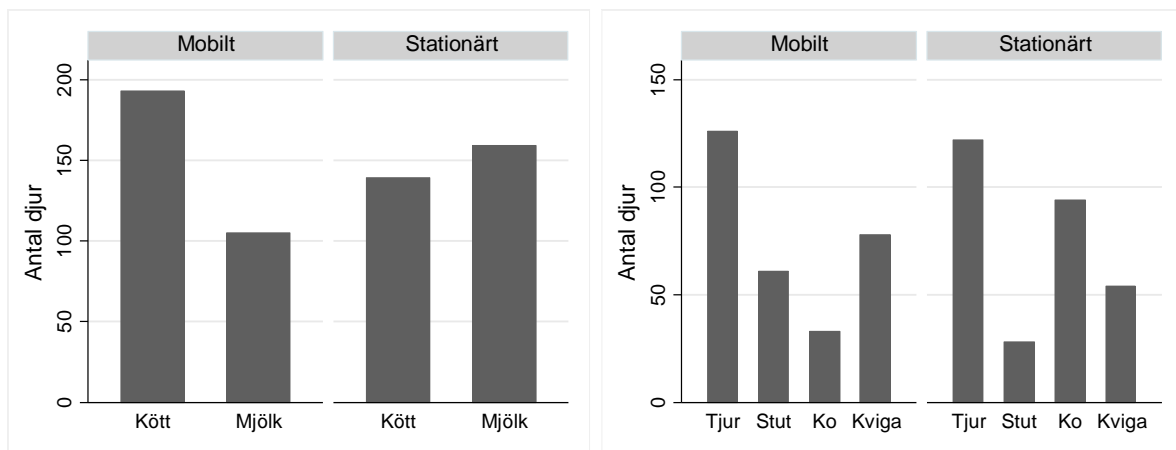


Figur 15. Lufttemperatur (vänster) respektive relativ luftfuktighet (höger) vid drivningen under olika årstider på de två slakterierna.

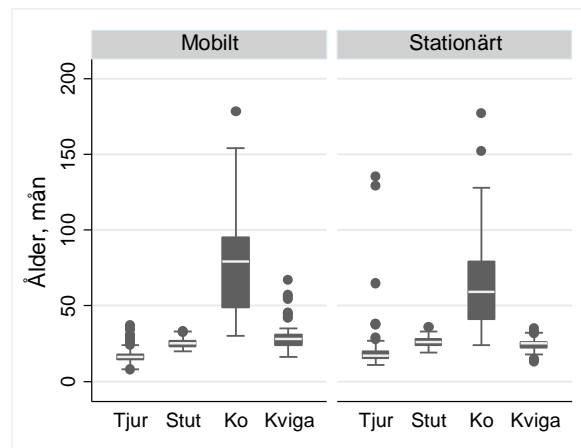


Figur 16. Fördelning av djur efter grad av molnighet vid drivningen på det mobila slakteriet.

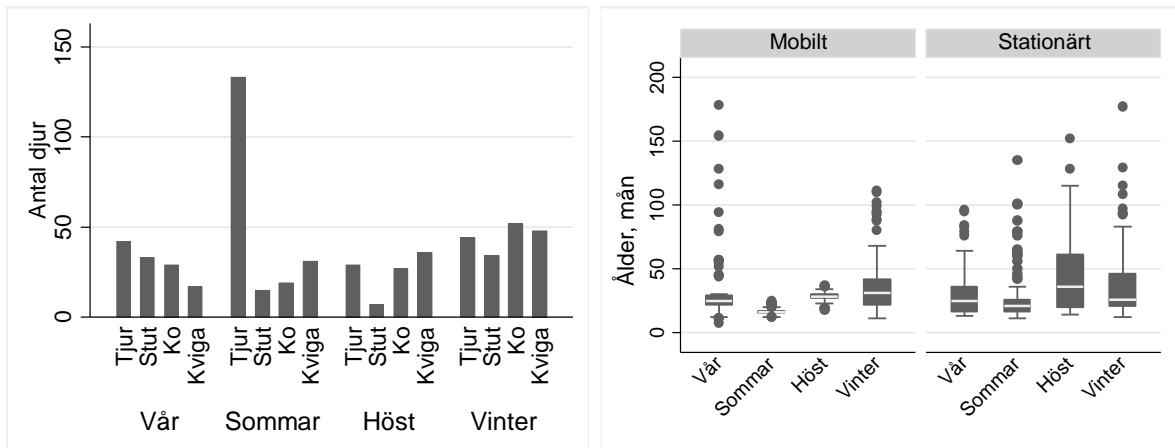
Djurmaterialet skilde något mellan slakterierna, genom att det mobila slakteriet hade en större andel djur av kötrastyp och en mindre andel kor än andra slaktdjurstyper (Figur 17). Åldern hos olika slaktdjurskategorier var dock likartad på de två slakterierna, även om korna var något äldre på det mobila slakteriet än det stationära (Figur 18). Andelen tjurar var störst på sommaren, medan det var lite mer vanligt med kvigor under hösten och kor under vintern (Figur 19), vilket återspeglades i djurens ålder vid olika årstider (Figur 19). Djuren som slaktades under sommaren var därför i genomsnitt 11-16 månader yngre än under andra årstider. På det mobila slakteriet drevs 66,8 % av djuren av gårdens personal, 8,4 % av slakteriets personal och 24,8 % av båda personalkategorierna tillsammans (Figur 20). I det mobila slakteriet upplevdes 6,7 % av djuren som uppenbart tvekande eller nervösa när observationerna i drivgången startade, medan detta nästan inte förekom alls i det stationära (Figur 20).



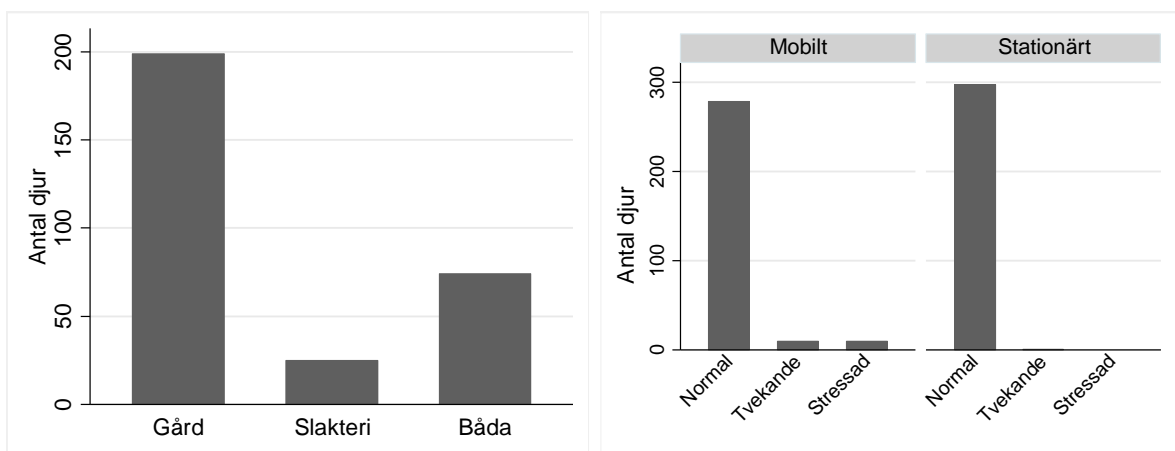
Figur 17. Fördelning av djur efter rastyp (vänster) respektive slaktdjurstyp (höger) på de två slakterierna.



Figur 18. Djurens ålder för olika slaktdjurstyper på de två slakterierna.

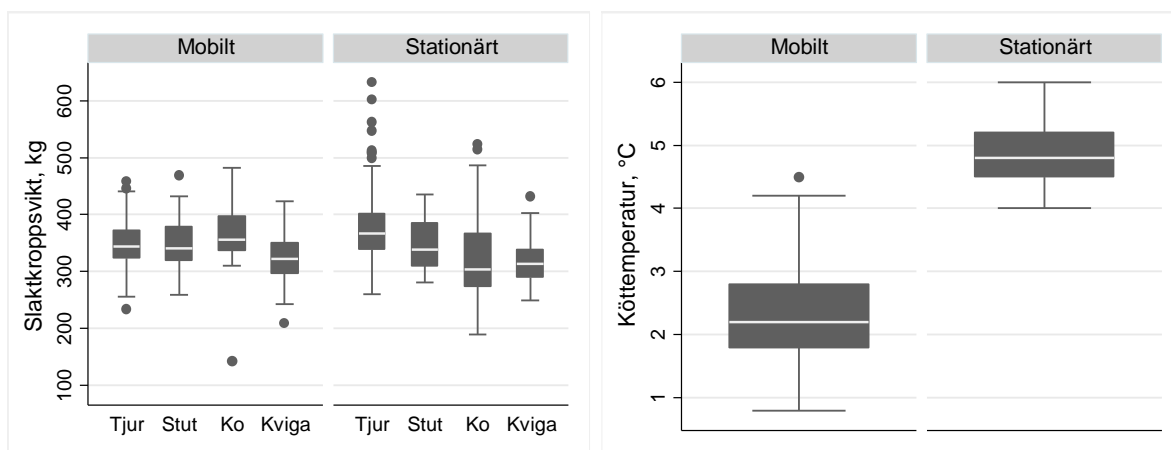


Figur 19. Fördelning av djur efter slaktdjurstyp under olika årstider (vänster) respektive djurens ålder under olika årstider på de två slakterierna (höger).



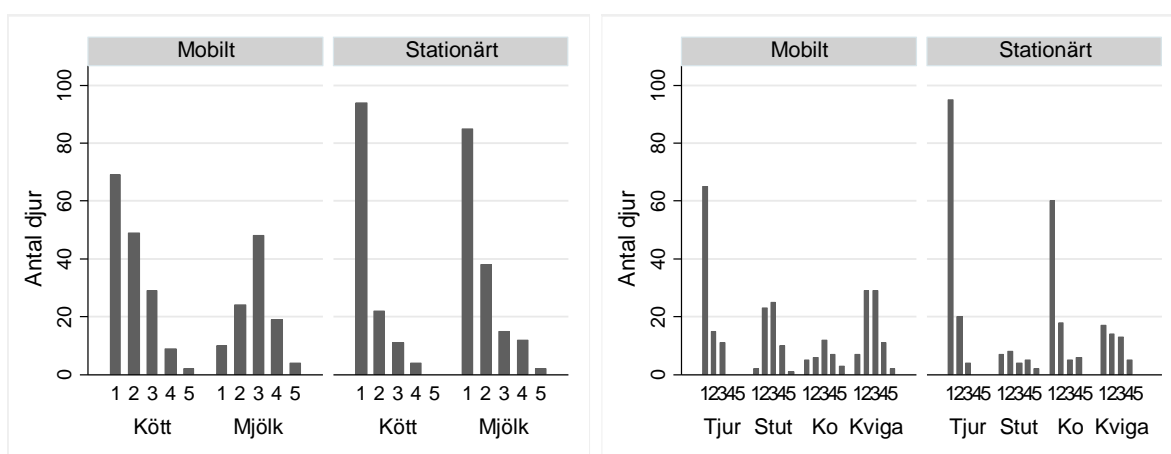
Figur 20. Fördelning av djur efter vilken personal som drev dem på det mobila slakteriet (vänster) respektive deras känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna (höger).

Slaktvikten på de två slakterierna var likartad för tjurar, stutar och kvigor, men något högre för korna på det mobila slakteriet än på det stationära slakteriet (Figur 21). Det fanns inget tydligt samband mellan slaktvikt och transportavstånd eller övernattning på det stationära slakteriet. Köttemperaturen vid styckningen (som sannolikt avspeglar kyl- eller stycklokalernas temperatur) var betydligt lägre på det mobila slakteriet (Figur 21).

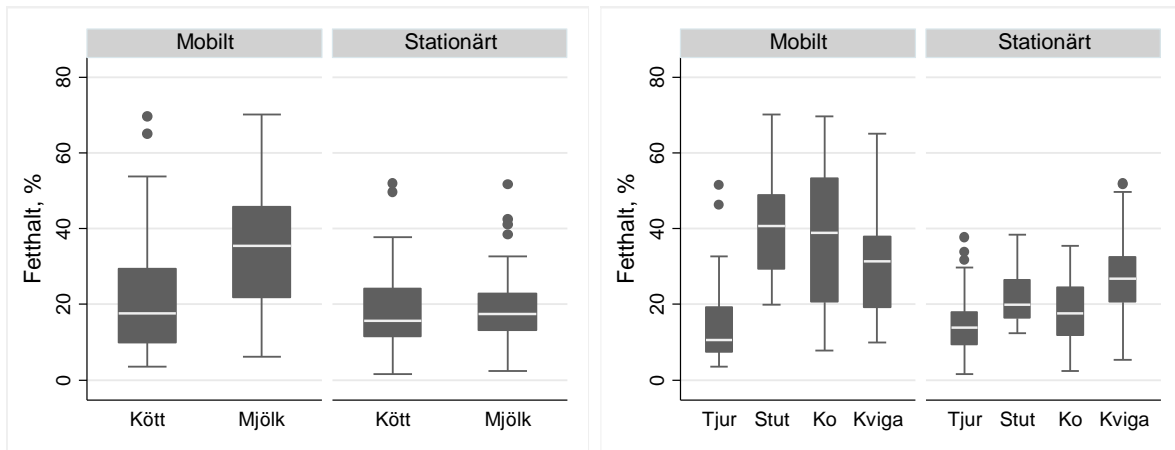


Figur 21. Slaktvikt i olika slaktdjurskategorier (vänster) respektive köttemperatur vid styckningen (höger) på de två slakterierna.

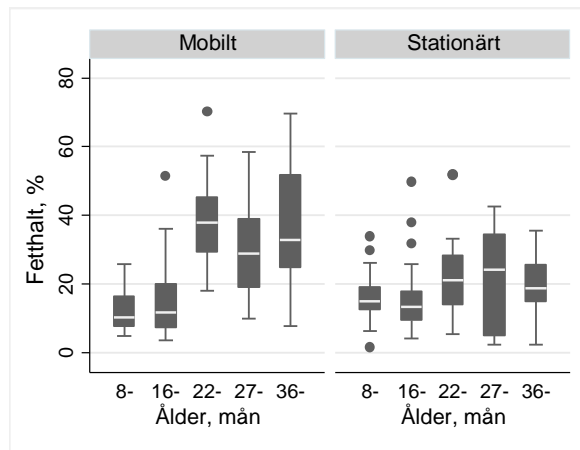
På det mobila slakteriet hade fler djur en hög grad av fettmarmorering i köttet, särskilt mjölkkrasdjur liksom stutar och kor (Figur 22). Köttets fettinnehåll var något högre på det mobila slakteriet och framför allt hos mjölkkrasdjur, liksom hos stutar och kor (Figur 23). Det fanns en tendens till ökande fettinnehåll med ökande ålder (Figur 24). På det mobila slakteriet minskade fettinnehållet med högre formklass, vilket inte var fallet på det stationära slakteriet där det snarast fanns ett maximum vid måttligt höga formklasser (Figur 25). På båda slakterierna ökade köttets fettinnehåll med högre fettklass (Figur 25) och högre fettmarmoreringsgrad (Figur 26).



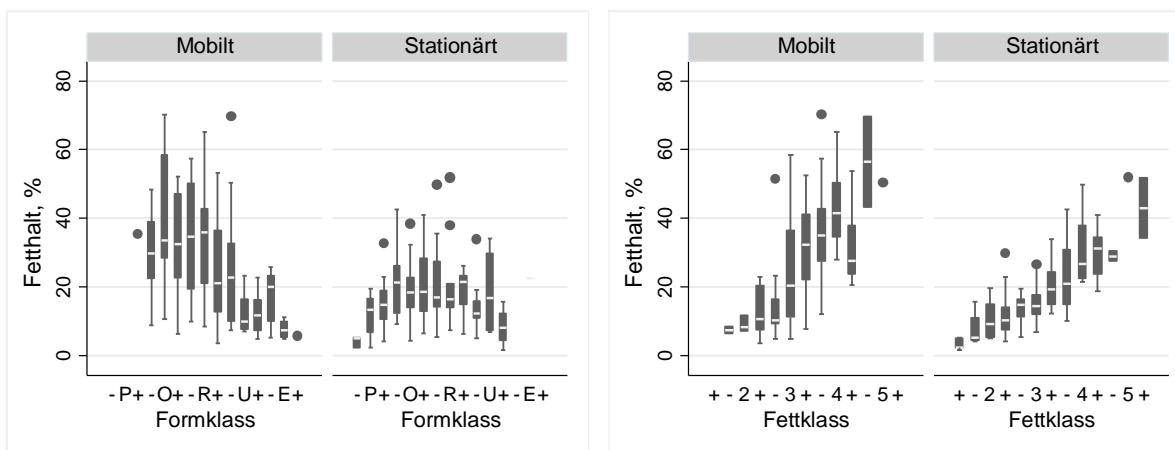
Figur 22. Fördelning av djur efter grad av fettmarmorering i köttet hos djur av olika rastyper (vänster) respektive slaktdjurskategorier (höger) på de två slakterierna.



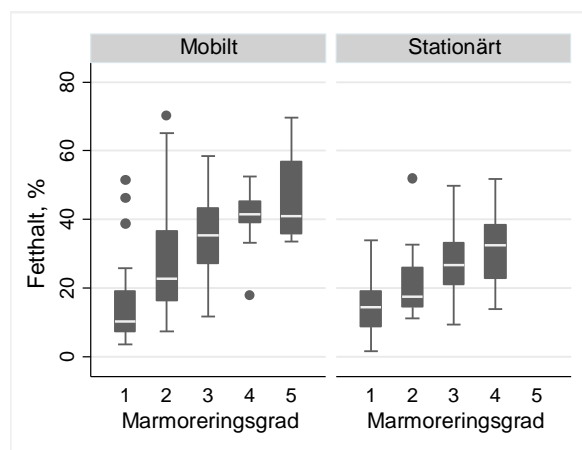
Figur 23. Köttets råfetthalt hos djur av olika rastyper (vänster) respektive slaktdjurskategorier (höger) på de två slakterierna.



Figur 24. Köttets råfetthalt hos djur i olika ålderskategorier på de två slakterierna.



Figur 25. Köttets råfetthalt hos djur i olika formklasser (vänster) respektive fettklasser (höger) på de två slakterierna. Fettklass lägre än 1+ förekom inte.



Figur 26. Köttets råfetthalt vid olika grader av fettmarmorering på de två slakterierna.

Djurhantering

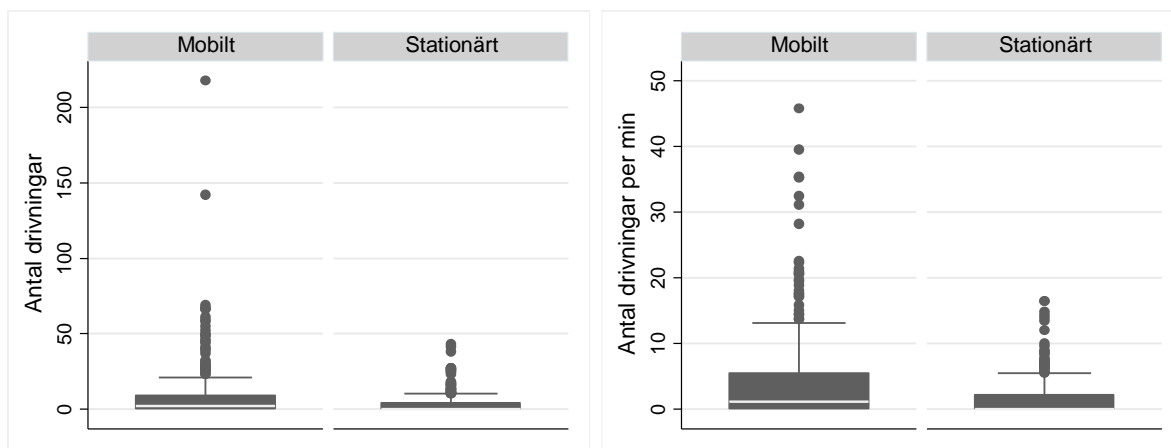
Djurägarens inblandning i arbetet med att driva djuren och sätt att hantera djuren iaktogs variera mellan gårdarna. Tabell 5 visar beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande djurhantering på båda slakterierna.

Tabell 5. Övergripande beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande antal djurhantering.

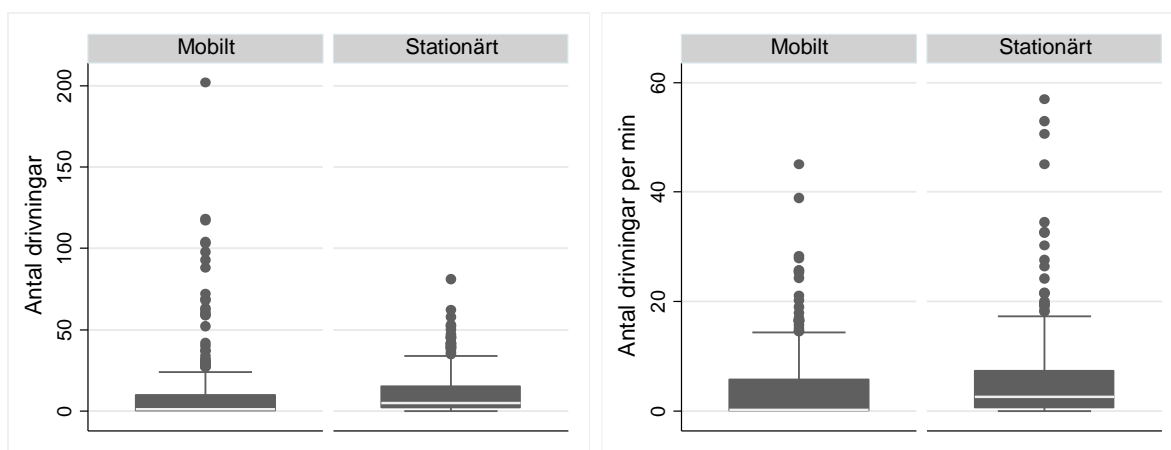
Variabel	Antal djur	Median	Interkvartil- avstånd	Medelvärde	Stand.avv.
Antal aktiva drivningsar med hand	596	1	6	6,31	15,1
Antal aktiva drivningsar med redskap	596	3	12	10,3	18,5
Antal aktiva drivningsar med hand eller redskap	596	7	16	16,6	26,5
Tid i drivgången, minuter	595	1,93	2,77	3,10	3,91
Tid i skjutboxen till första skottet, sekunder	595	28	24	35,7	26,5
Tid från sista skottet till bröststicket, sekunder	595	60	54	72,8	36,4

Diagrammen i Figur 27-48 illustrerar enkla samband mellan olika bakgrundsvariabler och sätt att hantera djuren. Antalet drivningar med hand per djur var något högre på det mobila slakteriet (Figur 27), medan antalet drivningar med redskap istället var något högre på det stationära slakteriet (Figur 28). Skillnaderna kvarstod om man istället beräknade antalet drivningar per minut. Fördelningen av antalet drivningar per djur var mycket skev, genom att det stora flertalet djur drevs få gånger och endast ett fåtal fick motta ett stort antal drivningar (Figur 29). Enstaka djur på det mobila slakteriet fick motta ca 140-220 drivningar (Figur 30). På båda slakterierna var beröring och klapp de vanligaste sätten att driva djuren med hand och klapp det vanligaste sättet med redskap (Figur 31). På det stationära slakteriet var paddel det helt dominerande drivningsredskapet, medan även plaströr förekom i viss utsträckning på det mobila slakteriet (Figur 32). Fyra av djuren på det mobila slakteriet drevs in i skjutboxen, varpå de tog sig ur boxen och fick drivas in på nytt. Ett djur på vardera slakteriet fick dras in i

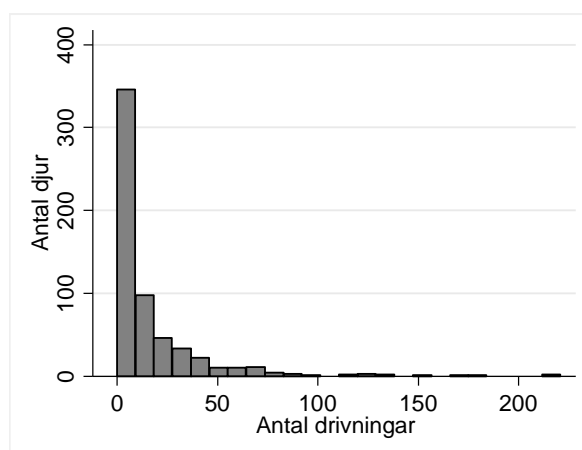
skjutboxen med vinsch. Sättet att hantera djuren varierade också mellan olika personer på slakterierna.



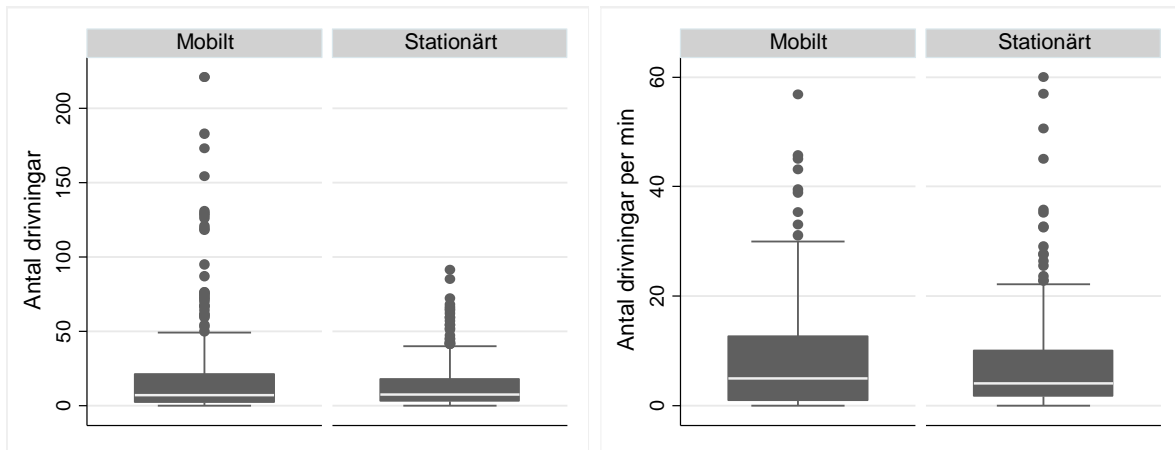
Figur 27. Antal drivningar med hand (vänster) respektive per minut (höger) på de två slakterierna.



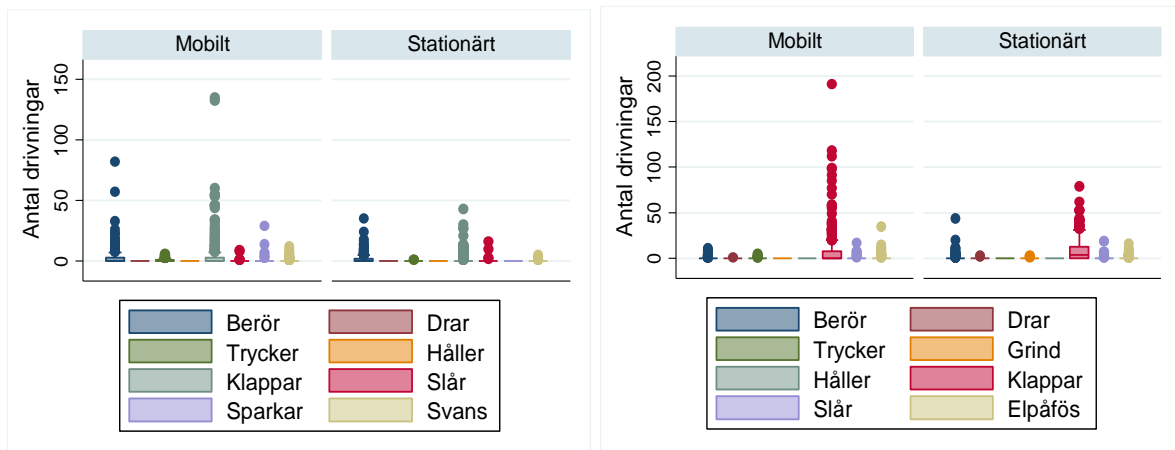
Figur 28. Antal drivningar med redskap (vänster) respektive per minut (höger) på de två slakterierna.



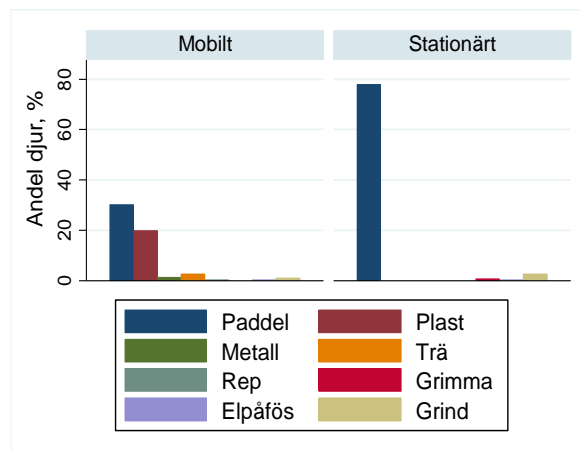
Figur 29. Fördelning av djur efter totalt antal drivningar med hand eller redskap.



Figur 30. Totalt antal drivningar med hand eller redskap (vänster) respektive per minut (höger) på de två slakterierna.



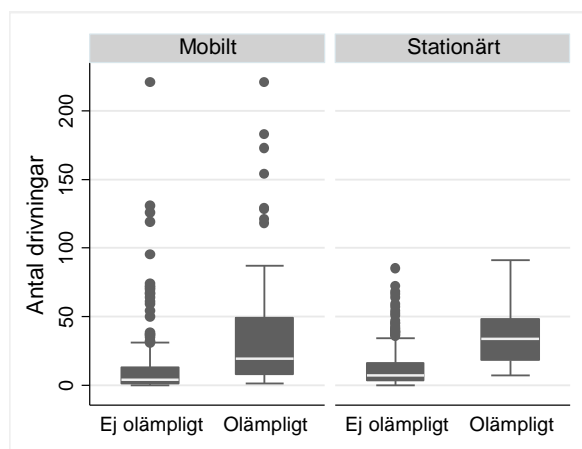
Figur 31. Olika sätt att driva med hand (vänster) respektive redskap (höger) på de två slakterierna.



Figur 32. Fördelning av djur efter olika redskap för drivning på de två slakterierna.

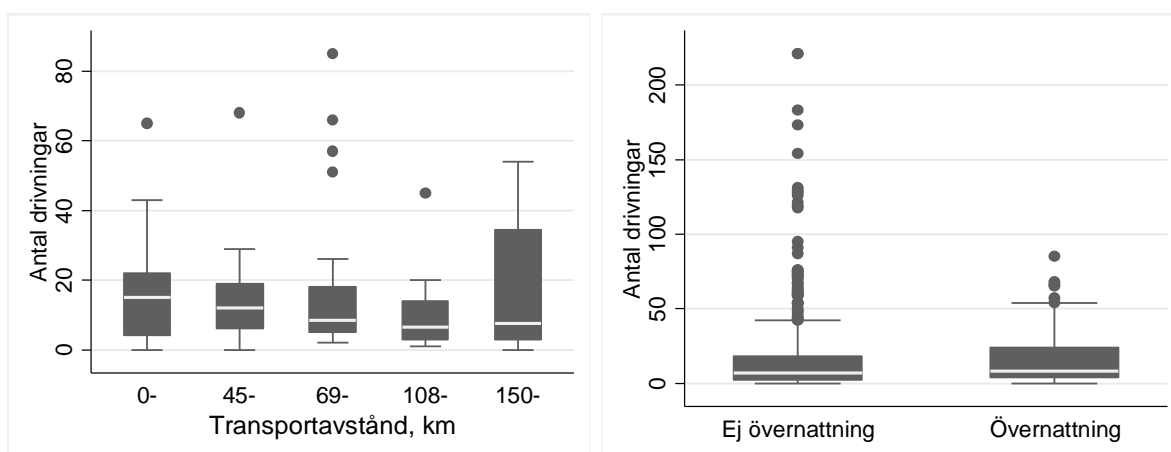
Andelen djur som drevs på ett olämpligt sätt var 23,8 % på det mobila och 6,7 % på det stationära slakteriet. Andelen var 17,0 % hos de djur som backade i drivgången jämfört med 9,9 % hos djur som inte backade. Andelen var också 16,1 % hos djur som vände sig om i drivgången jämfört med 14,8 % hos djur som inte vände sig om. Antalet drivningar var större hos djur som drevs på ett olämpligt sätt (Figur 33). Andelen djur som inte drevs alls var

15,1 % på det mobila och 3,7 % på det stationära slakteriet. Andelen var 6,2 % hos djur som backade i drivgången jämfört med 19,7 % hos djur som inte backade. Andelen var också 6,0 % hos djur som vände sig om i drivgången jämfört med 11,4 % hos djur som inte vände sig om.

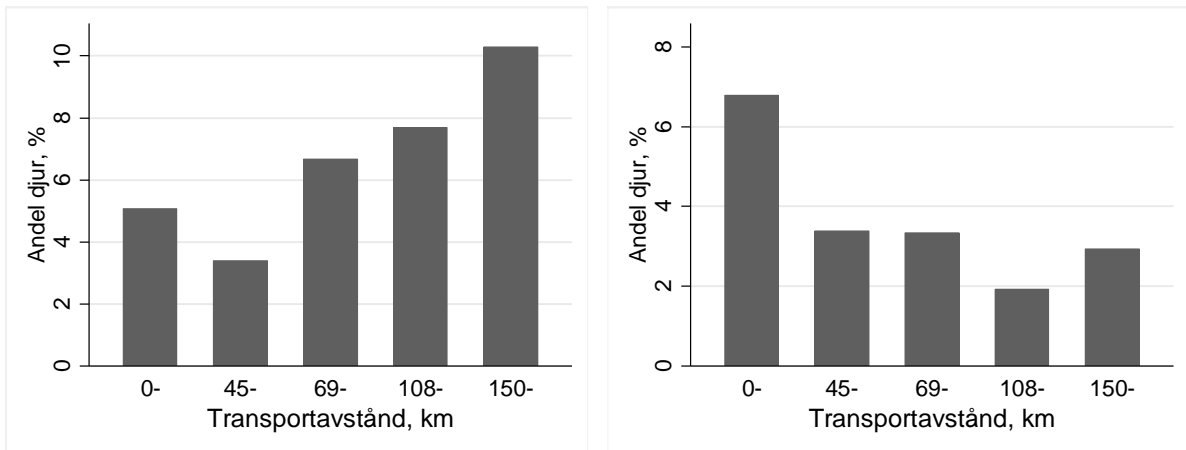


Figur 33. Totalt antal drivningar med hand eller redskap hos djur som drevs och ej drevs på olämpligt sätt på de två slakterierna.

På det stationära slakteriet minskade antalet drivningar med transportavståndet hos djur som övernattade (Figur 34), men inte lika tydligt hos djur som inte övernattade. I genomsnitt fanns inte heller något tydligt samband mellan övernattning och antal drivningar, även om djuren som inte övernattade var de som drevs flest gånger (Figur 34). Andelen djur som drevs på ett olämpligt sätt ökade med transportavståndet medan andelen djur som inte drevs alls minskade (Figur 35). Bland övernattande djur drevs 11 % på ett olämpligt sätt, medan motsvarande andel för djur som inte övernattade var 4,5 %. Andelen djur som inte drevs alls var ungefär lika stor hos dem som övernattade (4,2 %) som hos dem som inte övernattade (3,5 %).

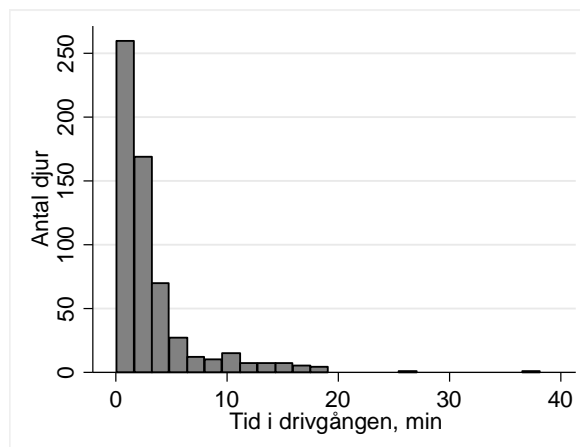


Figur 34. Totalt antal drivningar med hand eller redskap hos djur som transporterades olika avstånd och övernattade (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.

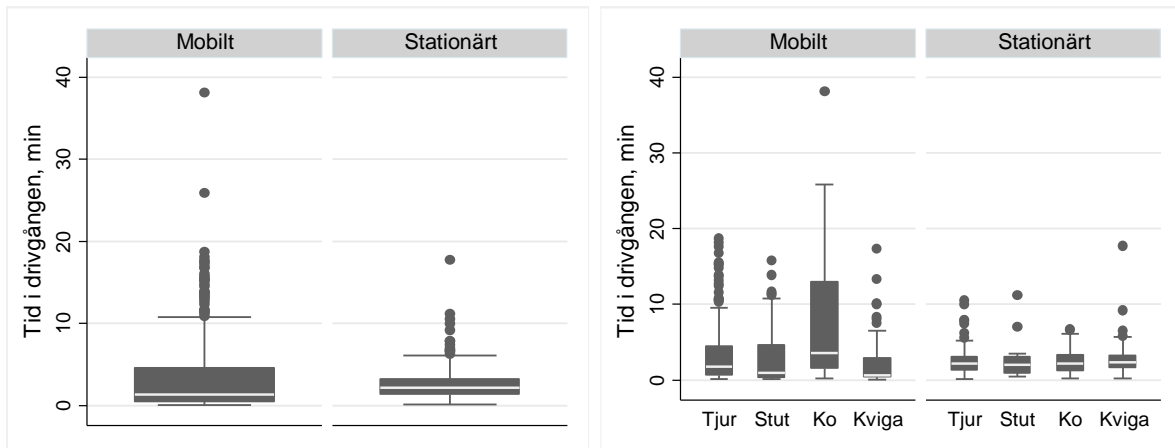


Figur 35. Andel djur som drevs på olämpligt sätt (vänster) respektive inte drevs alls (höger) vid olika transportavstånd på det stationära slakteriet.

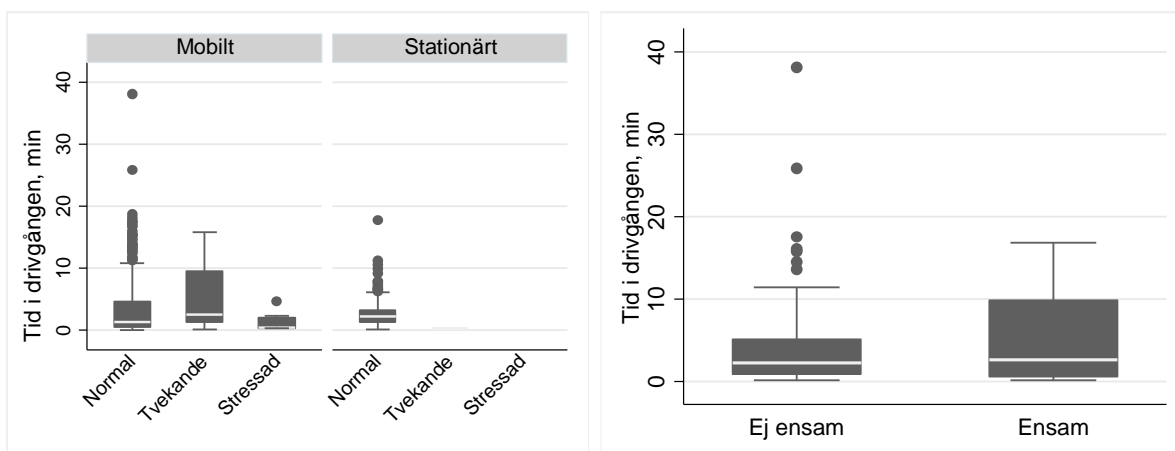
Tiden i drivgången var extremt skevt fördelad, genom att de flesta djur hade en kort drivtid och endast ett fåtal en mycket lång (Figur 36). Den genomsnittliga drivtiden var något längre på det stationära slakteriet, men kor hade längre drivtider på det mobila slakteriet där enstaka kor hade drivtider på 25-38 minuter (Figur 37). På det mobila slakteriet hade djur som bedömdes som tvekande inför drivningen och djur som blev ensamma kvar i inspektionsfållan något längre drivtider än övriga djur (Figur 38). Den genomsnittliga drivtiden på det mobila slakteriet var något längre när slakteriets personal drev, men enstaka djur drivna av gårdspersonal hade de längsta drivtiderna (Figur 39). Drivtiden var längre hos djur som backade eller vände sig om i drivgången (Figur 40), liksom hos djur som uppvisade undersökande beteende. Det fanns inget tydligt samband mellan drivtiden och transportavståndet eller övernattnings på det stationära slakteriet.



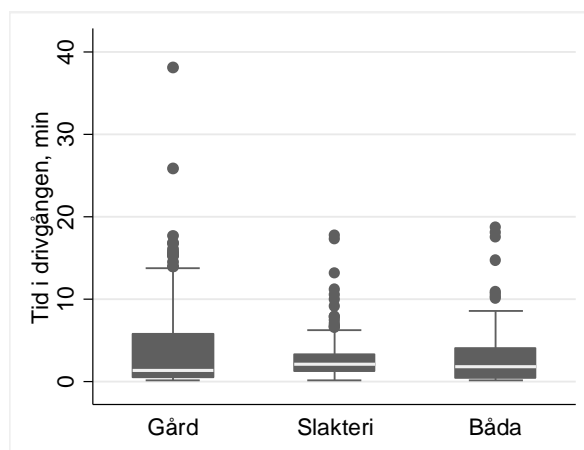
Figur 36. Fördelning av djur efter tid i drivgången.



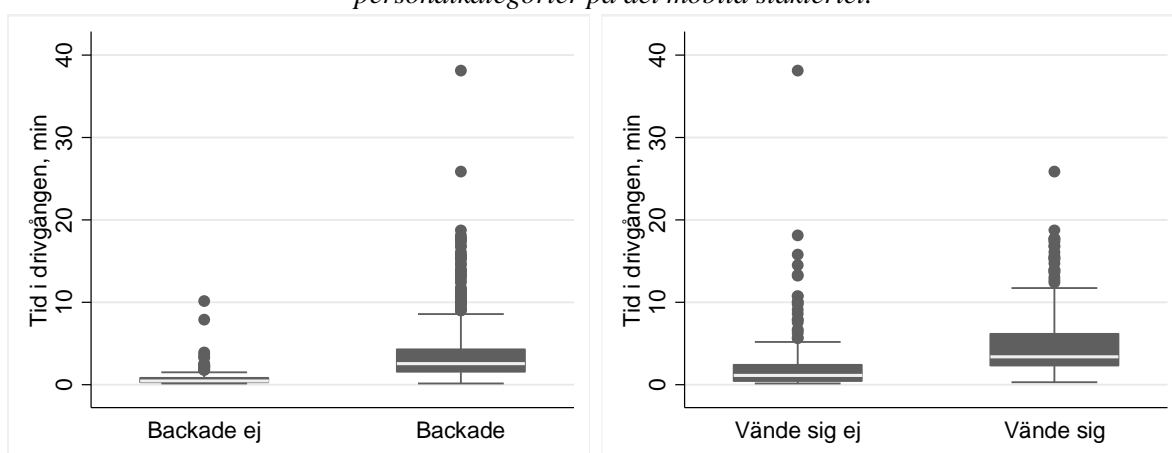
Figur 37. Tid i drivgången på de två slakterierna (vänster) respektive i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna (höger).



Figur 38. Tid i drivgången hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna (vänster) respektive hos djur som inte var ensamma respektive var ensamma kvar i inspektionsfållan före drivningen på det mobila slakteriet (höger).

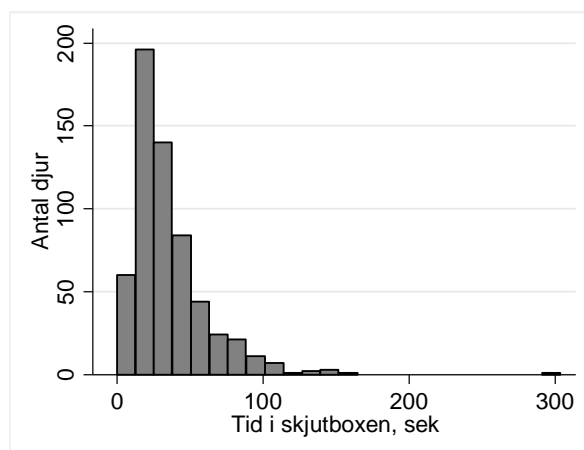


Figur 39. Tid i drivgången hos djur drivna av olika personalkategorier på det mobila slakteriet.

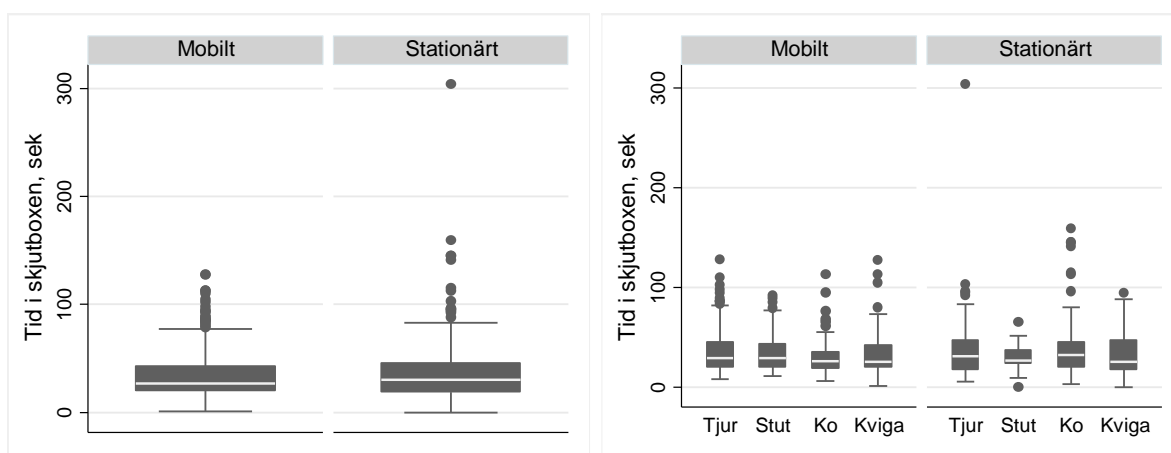


Figur 40. Tid i drivgången hos djur som backade eller inte (vänster) respektive mellan djur som vände sig om eller inte (höger) i drivgången.

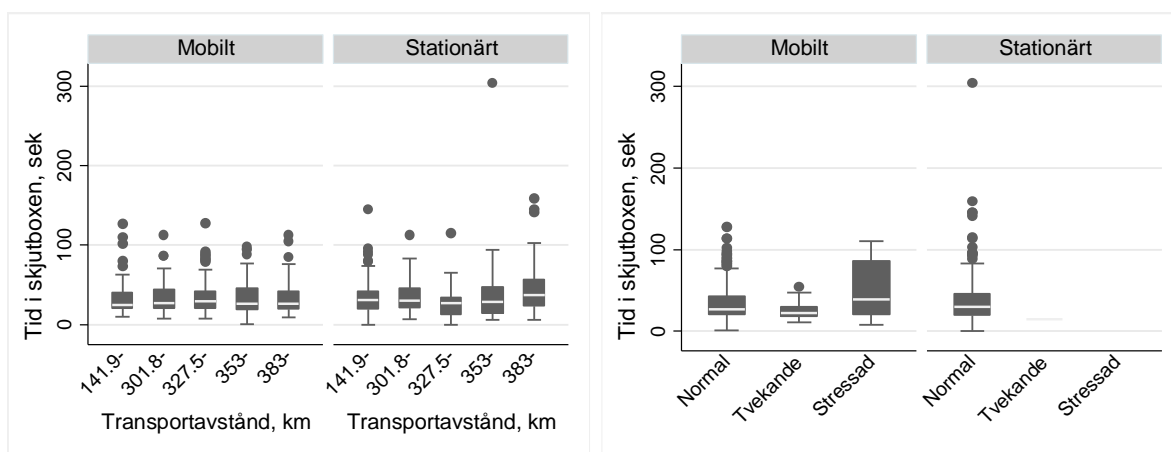
Tiden i skjutboxen var också extremt skevt fördelad (Figur 41). Den genomsnittliga boxtiden var ungefär lika på de två slakterierna, men en tjur på det stationära slakteriet stod 5 minuter i skjutboxen innan den sköts (Figur 42). Boxtiderna skilde annars endast marginellt mellan slaktdjurskategorierna. Skillnaderna i boxtid mellan djur med olika slaktvikt var också marginella (Figur 43). På det mobila slakteriet hade djur som bedömdes som nervösa inför drivningen något längre boxtider än övriga djur (Figur 43). Det fanns inget tydligt samband mellan boxtiden och transportavståndet eller övernattnig.



Figur 41. *Fördelning av djur efter tid i skjutboxen fram till första skottet.*



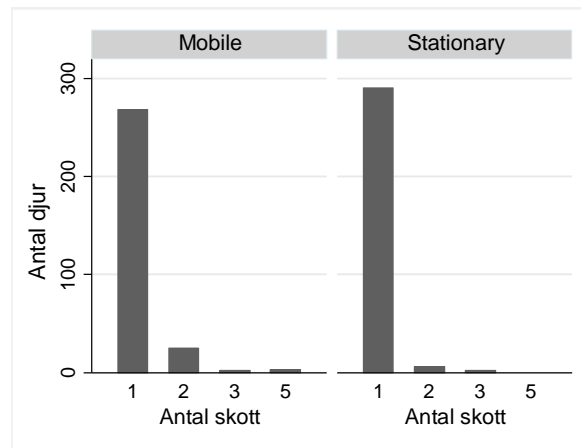
Figur 42. *Tid i skjutboxen fram till första skottet på de två slakterierna (vänster) respektive i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna (höger).*



Figur 43. *Tid i skjutboxen fram till första skottet hos djur med olika slaktvikter (vänster) respektive djur med olika känsloutryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna (höger) på de två slakterierna.*

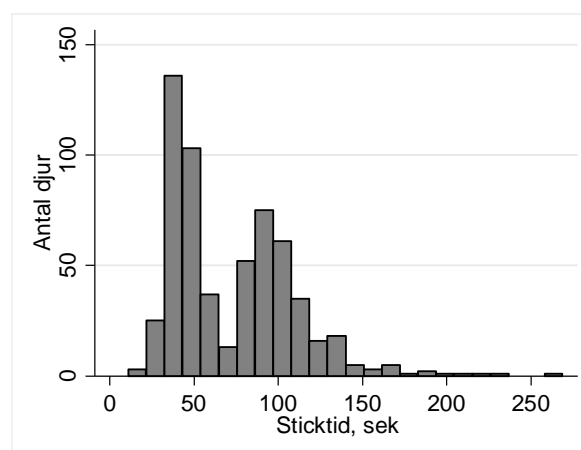
Andelen djur som sköts mer än en gång var 10,1 % på det mobila och 2,7 % på det stationära slakteriet. På det mobila slakteriet förekom skjutning av enstaka djur upp till fem gånger, på det stationära upp till tre gånger (Figur 44). I ett av fallen på det mobila slakteriet gavs det

fjärde och femte skottet först efter stickningen. Fyra av djuren på det mobila slakteriet sköts medan de stod baklänges i skjutboxen, antingen efter att de hade vänt sig i boxen eller efter att ha backat in i den.

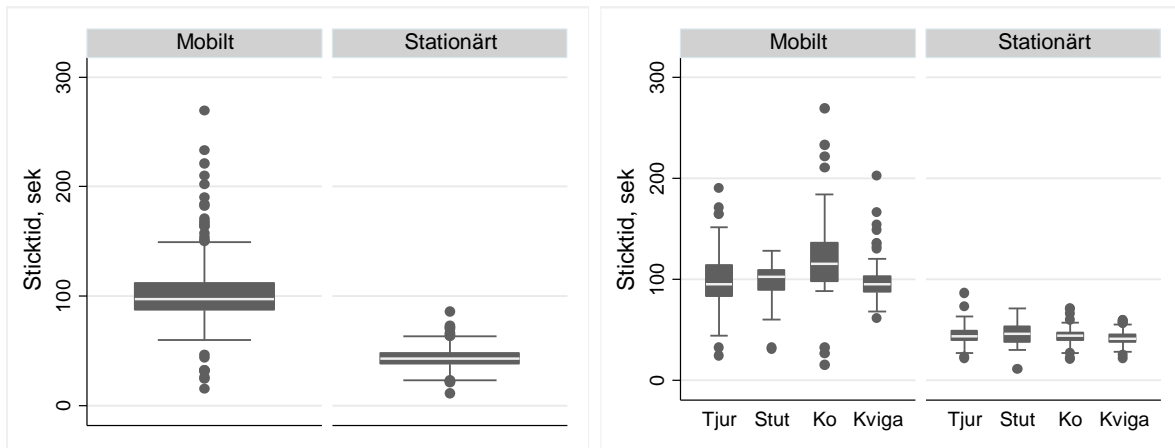


Figur 44. *Fördelning av djur efter antal bedövningsskott på de två slakterierna.*

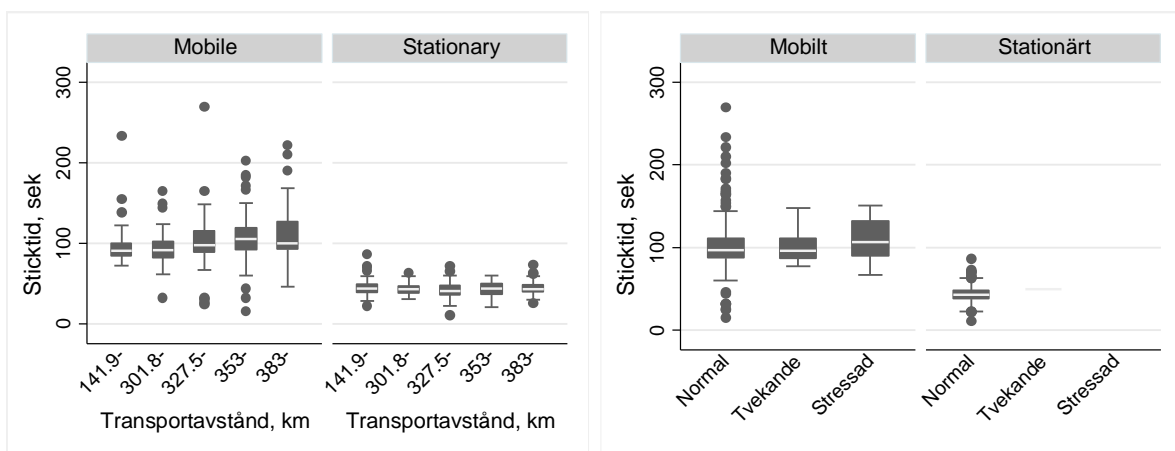
Sticktiderna skilde kraftigt mellan slakterierna och var betydligt längre på det mobila slakteriet, där variationen också var större och enstaka kor hade sticktider på ca 230-270 sekunder (Figur 45 och 46). På det mobila slakteriet ökade variationen i sticktid något med slaktvikten, vilket inte var fallet på det stationära (Figur 47). På det mobila slakteriet hade djur som bedömdes som nervösa inför drivningen i genomsnitt något längre sticktider än övriga djur (Figur 47). På det mobila slakteriet var medelvärdet (\pm standardavvikelsen) för sticktiden 100 (\pm 27) sekunder före ombyggnaden av skjutboxen jämfört med 106 (\pm 35) sekunder efter ombyggnaden och de längsta sticktiderna inträffade efter ombyggnaden. Det fanns inget tydligt samband mellan sticktiden och transportavståndet till det stationära slakteriet (Figur 48). Däremot var sticktiden betydligt kortare hos djur som hade övernattat (Figur 48). En felaktig position i skjutboxen efter skjutning med försvårad länkning som följt observerades för 14 djur på det mobila slakteriet, men för bara ett djur på det stationära. Ett djur på det mobila slakteriet stacks medan det låg i skjutboxen.



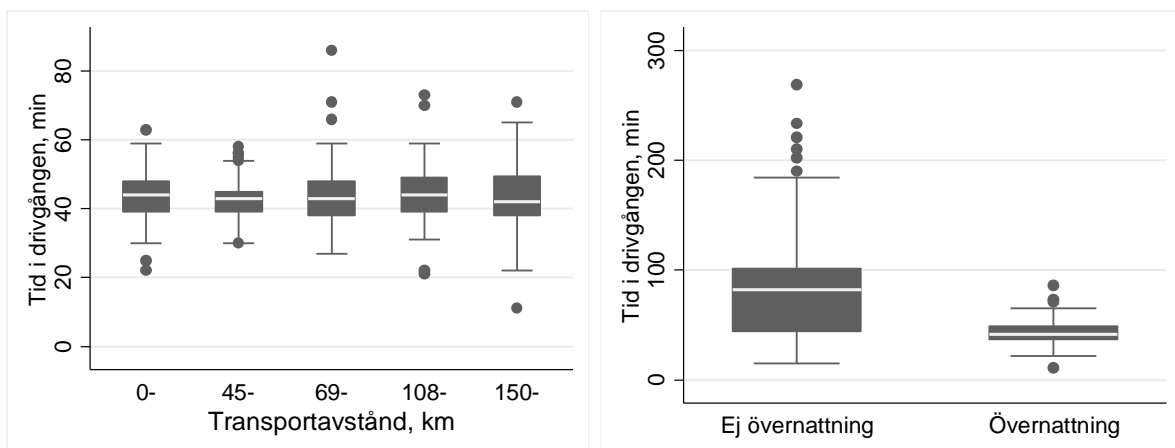
Figur 45. *Fördelning av djur efter tid från sista bedövningsskottet till bröststicket.*



Figur 46. Tid från sista bedövningskottet till bröststicket på de två slakterierna (vänster) respektive i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna (höger).



Figur 47. Tid från sista bedövningskottet till bröststicket hos djur med olika slaktvikter (vänster) respektive olika känsloutryck när observationerna i drivgången startade (höger) på de två slakterierna.



Figur 48. Tid från sista bedövningskottet till bröststicket hos djur som transporterades olika avstånd (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.

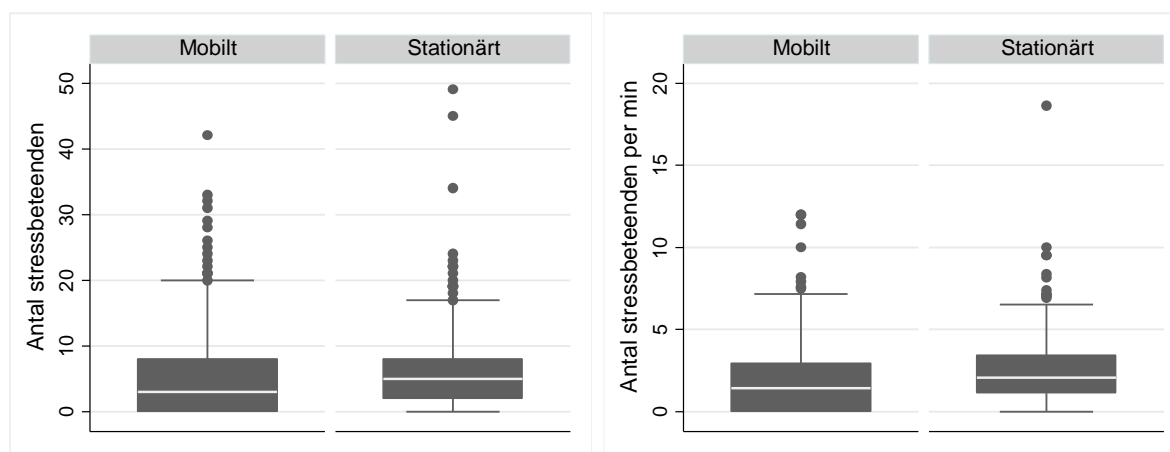
Djurbeteende

Djurbeteendet iakttogs variera mellan gårdarna genom att djuren föreföll vara mer lugna på vissa gårdar medan de var mer uppjagade och bråkiga på andra. Tabell 6 visar beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande djurbeteende på båda slakterierna.

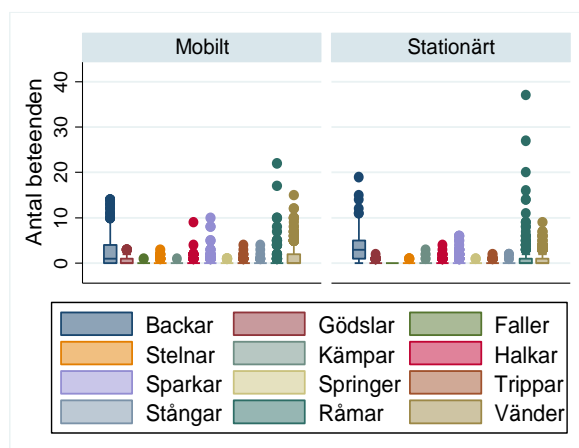
Tabell 6. Övergripande beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande djurbeteende.

Variabel	Antal djur	Median	Interkvartil		
			-avstånd	Medelvärde	Stand.avv.
Antal stressbeteenden i drivgången	596	4	7	5,81	6,61
Antal stressbeteenden i skjutboxen	595	2	3	2,73	3,19
Antal stressbeteenden i drivgången eller skjutboxen	595	7	9	8,50	7,28

I genomsnitt var antalet stressrelaterade beteenden hos djuren i drivgången något större på det stationära slakteriet (Figur 49). Mönstret bibehölls när jämförelsen baserades på antal beteenden per minut. Det vanligaste beteendet var backande, följt av vändning, samt gödsling/urinering på det mobila och råmande på det stationära slakteriet (Figur 50). Andelen djur som visade mer än tre stressbeteenden i drivgången var 46,3 % på det mobila och 61,1 % på det stationära slakteriet. Andelen djur som visade mer än ett stressbeteende i skjutboxen var 49,5 % på det mobila och 56,0 % på det stationära slakteriet. Andelen djur som visade tydligt stressbeteende i drivgången eller skjutboxen var 65,4 % på det mobila och 69,8 % på det stationära slakteriet. Andelen djur som inte visade något stressbeteende alls var 3,4 % på båda slakterierna. På det mobila slakteriet noterades att starka ljud inifrån slaktlokalen (sågbuller, rop från personalen) ibland störde djuren utanför och därigenom försvårade drivningen till skjutboxen.



Figur 49. Antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången (vänster) respektive per minut (höger) på de två slakterierna.

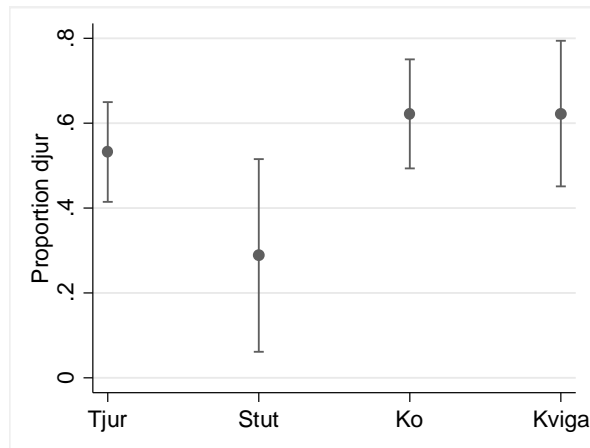


Figur 50. Antal stressrelaterade djurbeteenden av olika slag i drivgången på de två slakterierna.

Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och antalet stressbeteenden i drivgången i de multivariabla modellerna baserade på data från båda slakterierna eller enbart det stationära slakteriet. Enligt modellen baserad enbart på data från det mobila slakteriet kan djur av mjölkkrastyp förväntas ha 0,69 fler sådana stressbeteenden än djur av köttkrastyp ($p=0,0053$). På våren kan också stutar förväntas ha 2,38 färre sådana stressbeteenden än tjurar ($p<0,0001$) och 2,16 färre än kvigor ($p=0,0017$), men inte under andra årstider.

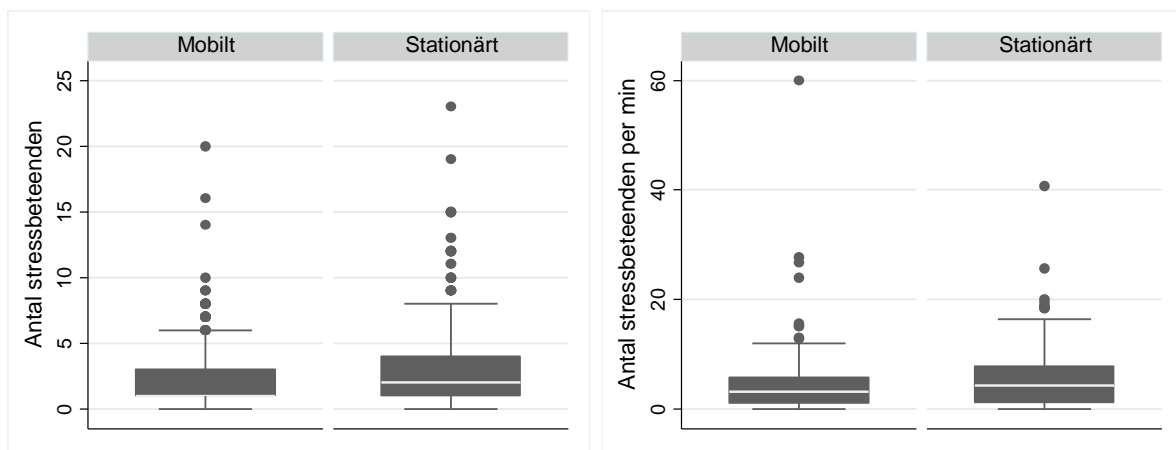
Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och risken för fler än tre stressbeteenden i drivgången i någon av de multivariabla modellerna. Enligt modellen baserad på data från båda slakterierna kan 29 % av den totala variationen i risken för fler än tre stressbeteenden i drivgången hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. I modellen baserad på det mobila slakteriet var andelen större (44 %) och i modellen baserad på det stationära var den mindre (5,9 %).

Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och risken för tydligt stressbeteende i drivgången i en multivariabel modell baserad på hela datamaterialet eller enbart data från det mobila slakteriet. Enligt modellen baserad på enbart det stationära slakteriet kan stutar förväntas ha 1,45 gånger lägre odds för tydligt stressbeteende än kor ($p=0,0039$) och 1,45 gånger lägre odds än kvigor ($p=0,0069$) (Figur 51). Enligt modellen baserad på data från båda slakterierna kan 20 % av den totala variationen i risken för tydligt stressbeteende i drivgången hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. I modellen baserad på det mobila slakteriet var andelen större (32 %) och i modellen baserad på det stationära mindre (9,8 %).

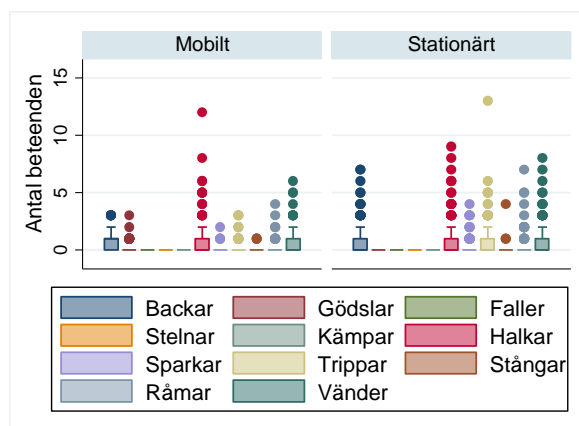


Figur 51. Skattade marginella medelvärden av andel djur med tydligt stressbeteende i drivgången för olika slaktdjurskategorier, enligt en multivariabel statistisk modell baserad på data från endast det stationära slakteriet. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

I genomsnitt var antalet stressbeteenden i skjutboxen något högre på det stationära slakteriet och mönstret kvarstod vid beräkning av antal beteenden per minut (Figur 52). De vanligaste beteendena var halkning, vändning och backande på båda slakterierna (Figur 53).

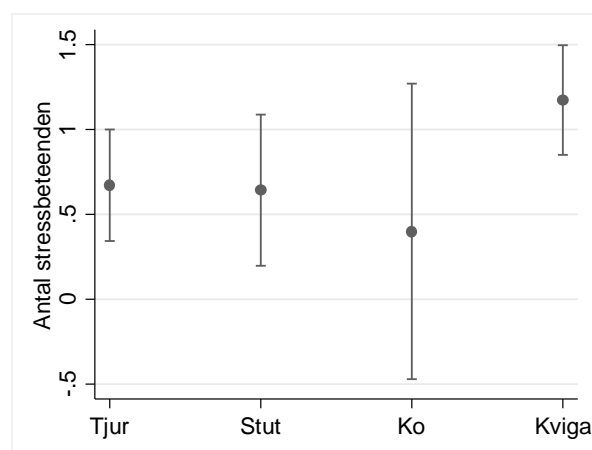


Figur 52. Antal stressrelaterade djurbeteenden i skjutboxen (vänster) respektive per minut (höger) på de två slakterierna.



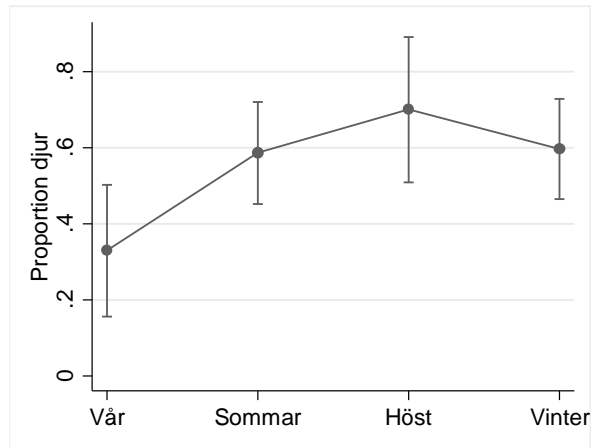
Figur 53. Antal stressrelaterade djurbeteenden av olika slag i skjutboxen på de två slakterierna.

Enligt en multivariabel modell baserad på hela datamaterialet kan kor på det mobila slakteriet förväntas ha 0,90 gånger färre stressbeteenden i skjutboxen än kor på det stationära ($p=0,0027$). Enligt en modell baserad enbart på data från det mobila slakteriet kan kvigor förväntas ha 0,53 fler sådana beteenden än stutar ($p=0,0075$) (Figur 54). Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och antalet stressbeteenden i en modell baserad enbart på data från det stationära slakteriet.



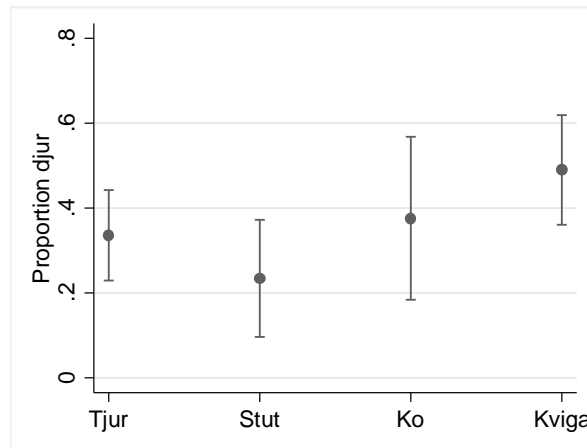
Figur 54. Skattade marginella medelvärden av antal stressrelaterade djurbeteenden i skjutboxen för olika slaktdjurskategorier, enligt en multivariabel statistisk modell baserad på data från endast det mobila slakteriet. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och fler än ett stressbeteende i skjutboxen i en multivariabel modell baserad på hela datamaterialet eller enbart på data från det mobila slakteriet. Enligt modellen baserad enbart på data från det stationära slakteriet kan oddsen för sådant stressbeteende under våren förväntas vara 1,13 gånger lägre än under sommaren ($p=0,0052$), 1,67 gånger lägre än under hösten ($p=0,0010$) och 1,18 gånger lägre än under vintern ($p=0,0034$) (Figur 55). Enligt modellen baserad på data från båda slakterierna kan 7,1 % av den totala variationen i risken för fler än ett stressbeteende i skjutboxen hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. I modellen baserad på det mobila slakteriet var andelen något mindre (4,7 %) och i modellen baserad på det stationära något större (10,7 %).



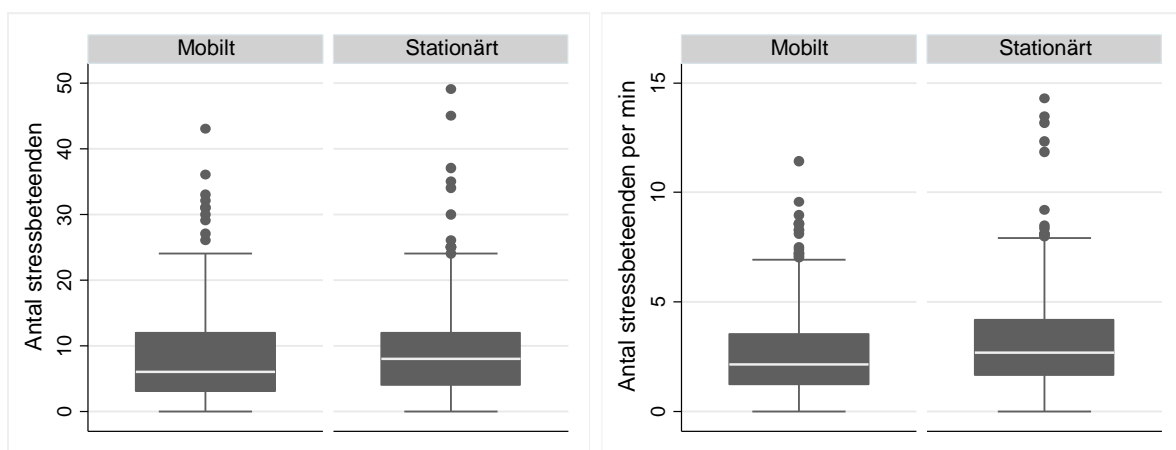
Figur 55. Skattade marginella medelvärden av andel djur med fler än ett stressrelaterat beteende i skjutboxen för olika årstider, enligt en multivariabel statistisk modell baserad på data från endast det stationära slakteriet. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

Enligt en multivariabel modell baserad på hela datamaterialet kan oddsen för tydligt stressbeteende i skjutboxen förväntas vara 1,33 gånger lägre på det stationära än på det mobila slakteriet ($p=0,0056$) vid slaktvikter under 302 kg, men inte vid högre slaktvikter. Enligt samma modell kan också oddsen för sådant beteende hos djur mellan 22 och 26 månader slaktade mellan kl 9.00 och 11.00 förväntas vara 2,18 gånger lägre än före kl 9.00 ($p=0,0008$) och 2,63 gånger lägre än efter kl 13.00 ($p=0,0023$), men samma skillnad mellan slakttiderna fanns inte vid andra åldrar. Slutligen kan också kvigor förväntas ha 1,30 gånger högre odds för tydligt stressbeteende än stutar ($p=0,0004$) (Figur 56). Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och tydligt stressbeteende i skjutboxen i multivariabla modeller baserade enbart på data från det mobila eller stationära slakteriet. Enligt modellen baserad på data från båda slakterierna kan 9,1 % av den totala variationen i risken för tydligt stressbeteende i skjutboxen hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. I modellen baserad på det mobila slakteriet var andelen något mindre (7,7 %) och i modellen baserad på det stationära något större (13,9 %).

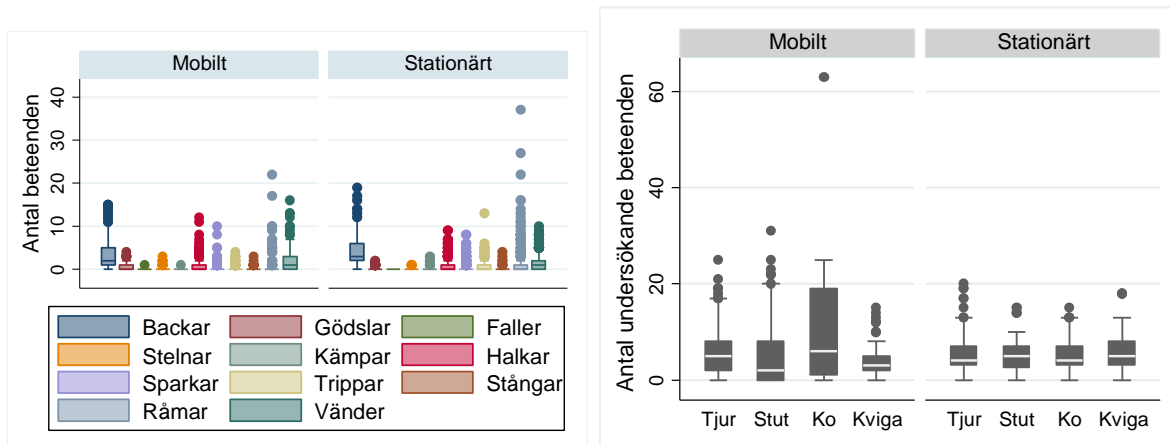


Figur 56. Skattade marginella medelvärden av andel djur med tydligt stressbeteende i skjutboxen för olika slaktdjurstyper, enligt en multivariabel statistisk modell baserad på data från båda slakterierna. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

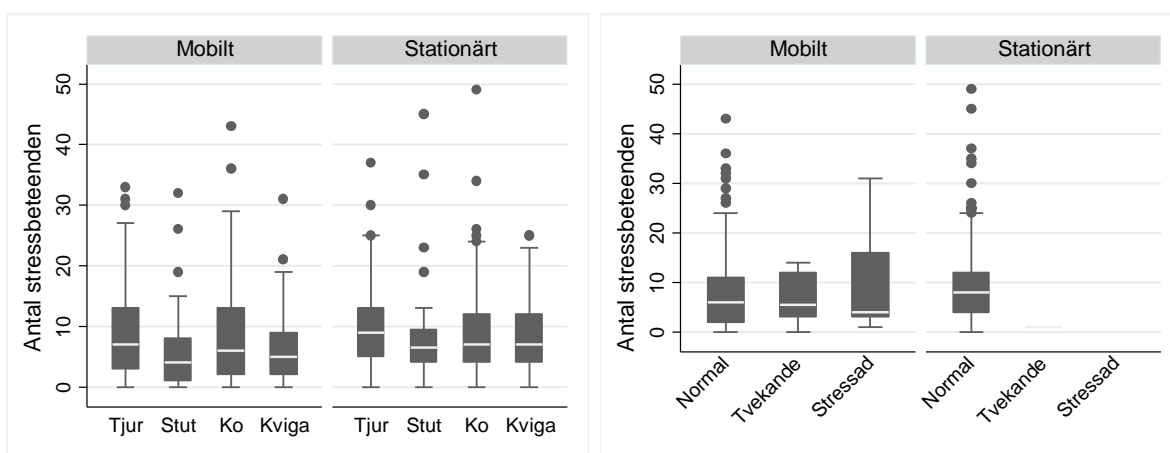
I genomsnitt var det totala antalet stressbeteenden i drivgången och skjutboxen något högre på det stationära slakteriet (Figur 57). På båda slakterierna var det vanligaste beteendet att backa, följt av att vända (Figur 58). Det beteende som av enstaka djur uppvisades flest gånger var dock att råma. Kor på det mobila slakteriet uppvisade flest undersökande beteenden, men i övrigt var skillnaderna mellan slakterierna och slaktdjurskategorierna små (Figur 58). I skjutboxen noteras högst sju undersökande beteenden. I genomsnitt var antalet stressbeteenden något högre för tjurar och kor än för stutar och kvigor, på båda slakterierna (Figur 59). Djurens känslouttryck hade inget tydligt samband med det totala antalet stressbeteenden (Figur 59). På det mobila slakteriet var det totala antalet stressbeteenden något högre hos djur som drevs på olämpligt sätt och lägre hos djur som inte drevs alls, medan förhållanden snarast var de omvända på det stationära slakteriet (Figur 60).



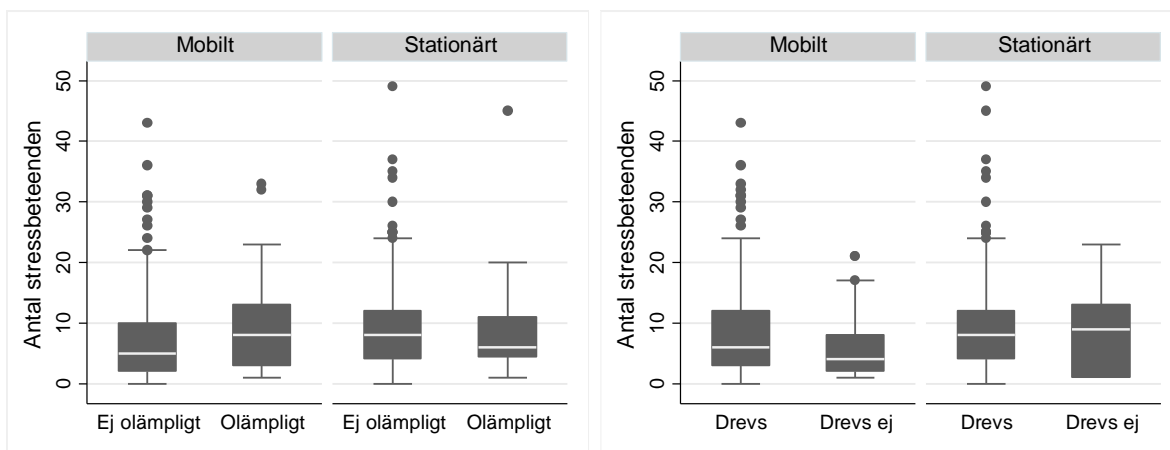
Figur 57. Totalt antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången och skjutboxen (vänster) respektive per minut (höger) på de två slakterierna.



Figur 58. Antal stressrelaterade djurbeteenden av olika slag (vänster) respektive antal undersökande beteenden i olika slaktdjurskategorier (höger) i drivgången och skjutboxen på de två slakterierna.



Figur 59. Totalt antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången och skjutboxen i olika slaktdjurskategorier (vänster) respektive hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade (höger) på de två slakterierna.

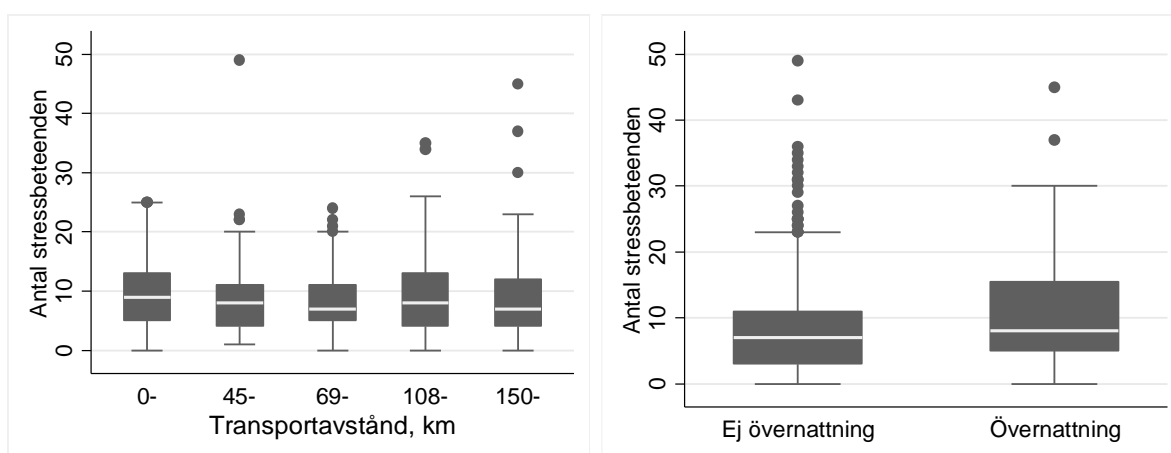


Figur 60. Totalt antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången och skjutboxen hos djur som drevs eller ej drevs på olämpligt sätt (vänster) respektive hos djur som drevs på något sätt eller inte alls (höger) på de två slakterierna.

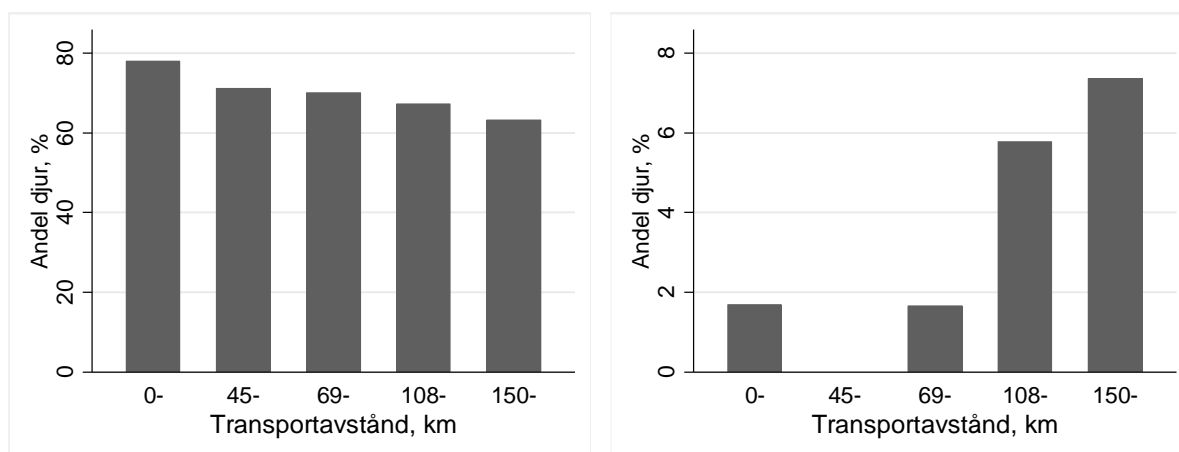
De flesta djur uppvisade minst ett undersökande beteende i drivgången eller skjutboxen och endast 7,4 % uppvisade inget sådant beteende. Djur som uppvisade undersökande beteende

visade samtidigt flera stressbeteenden och mer ofta tydligt stressbeteende, backande och vändning. De drevs också flera gånger och mer ofta på ett olämpligt sätt.

Det fanns inget tydligt samband mellan det totala antalet stressbeteenden och transportavstånd eller övernattning (Figur 61). Med större transportavstånd minskade andelen djur med tydligt stressbeteende medan andelen djur som inte visade något stressbeteende alls ökade (Figur 62). Andelen djur med tydligt stressbeteende var något högre hos djur som övernattade (76 %) än hos dem som inte gjorde det (67 %). Andel djur som inte visade något stressbeteende alls var samtidigt lägre hos dem som övernattade (2,1 %) än hos dem som inte gjorde det (4,0 %). Det fanns ett signifikant samband mellan antalet drivningar och antalet stressrelaterade beteenden i drivgången på det mobila slakteriet (Spearman rho=0,45; p<0,0001).



Figur 61. Totalt antal stressrelaterade djurbeteenden i drivgången och skjutboxen hos djur som transporterades olika avstånd (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.



Figur 62. Andel djur med tydligt stressbeteende (vänster) respektive inget stressbeteende alls (höger) vid olika transportavstånd på det stationära slakteriet.

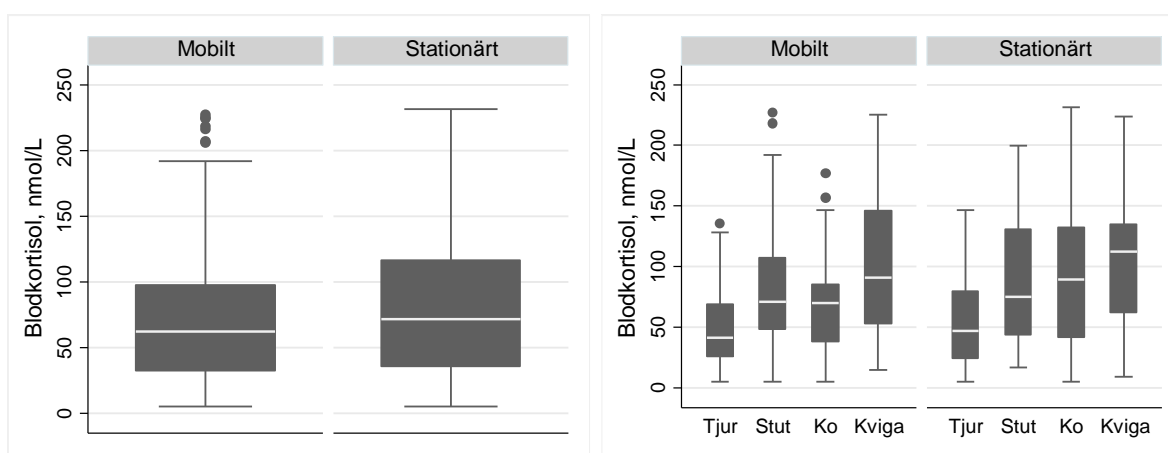
Blodkemi

Tabell 7 visar beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande blodkemi på båda slakterierna.

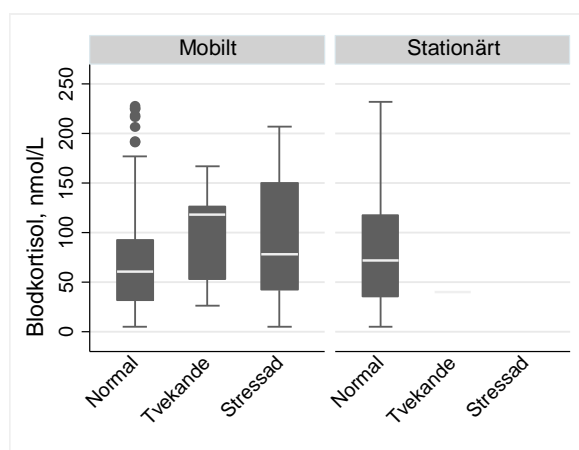
Tabell 7. Övergripande beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande blodkemi.

Variabel	Antal djur	Median	Interkvartil- avstånd	Medelvärde	Stand.avv.
Kortisol, nmol/L	571	65,7	74,2	74,4	50,5
Glukos, mmol/L	571	5,2	1,2	5,57	1,54
Laktat, mmol/L	594	4,65	2,8	5,25	2,68

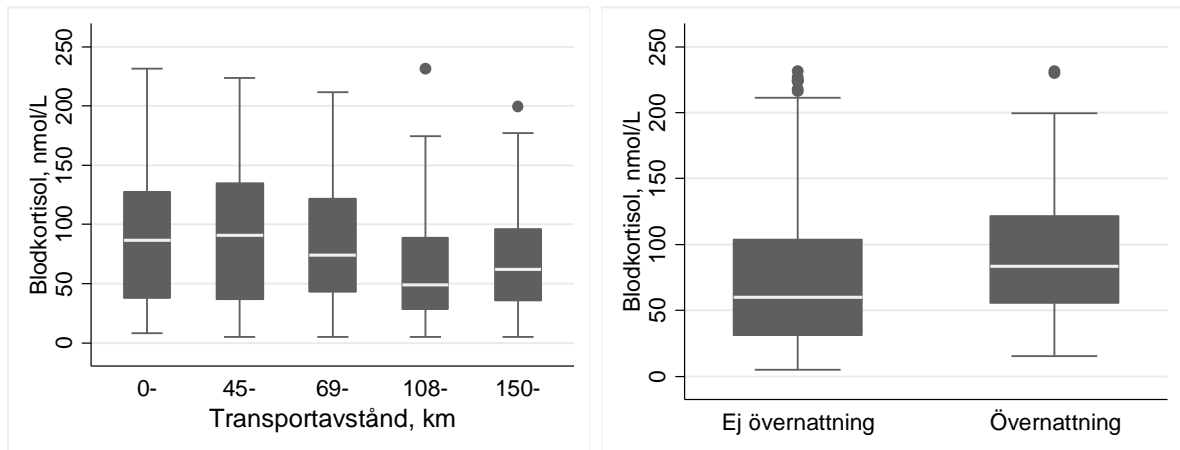
Figur 63-70 visar samband mellan olika bakgrundsfaktorer och blodvärden. Kortisolnivåerna var något högre på det stationära slakteriet och tjurar hade något lägre nivåer än övriga slaktdjurstyper (Figur 63). På det mobila slakteriet hade djur som upplevdes som tvekanade när observationerna i drivgången startade högre kortisolnivåer (Figur 64). Det fanns en tendens till lägre kortisolnivåer hos djur som transporterades längre och hos djur som inte övernattade på det stationära slakteriet (Figur 65).



Figur 63. Djurens blodkortisolnivå på de två slakterierna (vänster) respektive i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna (höger).

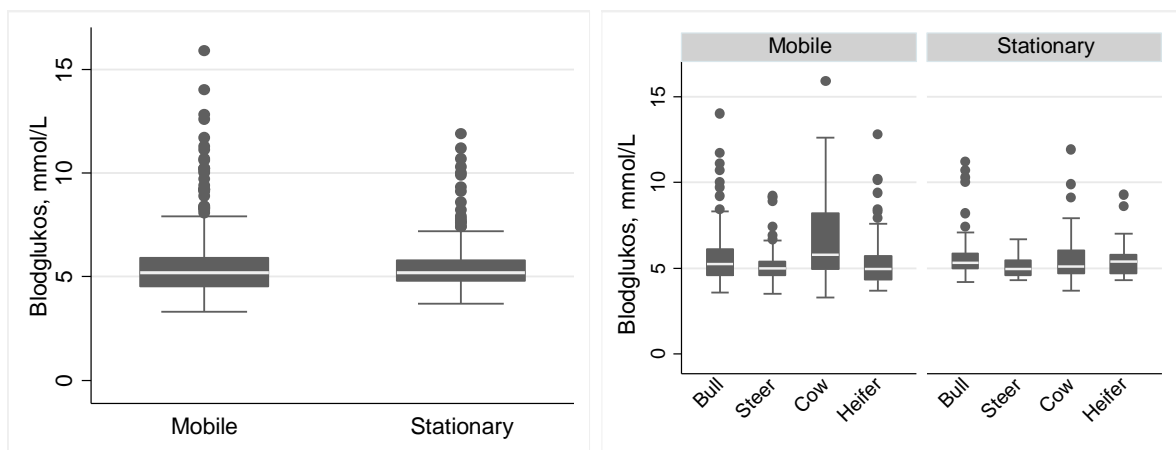


Figur 64. Blodkortisolnivå hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna.

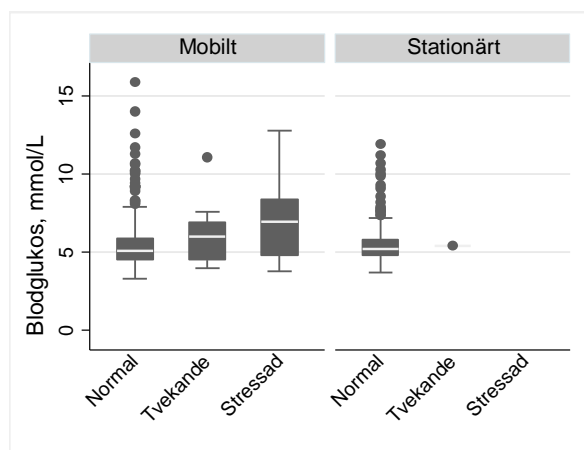


Figur 65. Blodkortisolnivå hos djur som transporterades olika avstånd (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.

Vad gäller glukosnivåerna fanns inga tydliga skillnader mellan slakterierna eller olika slaktdjurskategorier (Figur 66). På det mobila slakteriet hade djur som upplevdes som tvekande eller nervösa högre glukosnivåer (Figur 67). På det stationära slakteriet fanns inget tydligt samband mellan glukosnivåerna och transportlängd eller övernattnig.

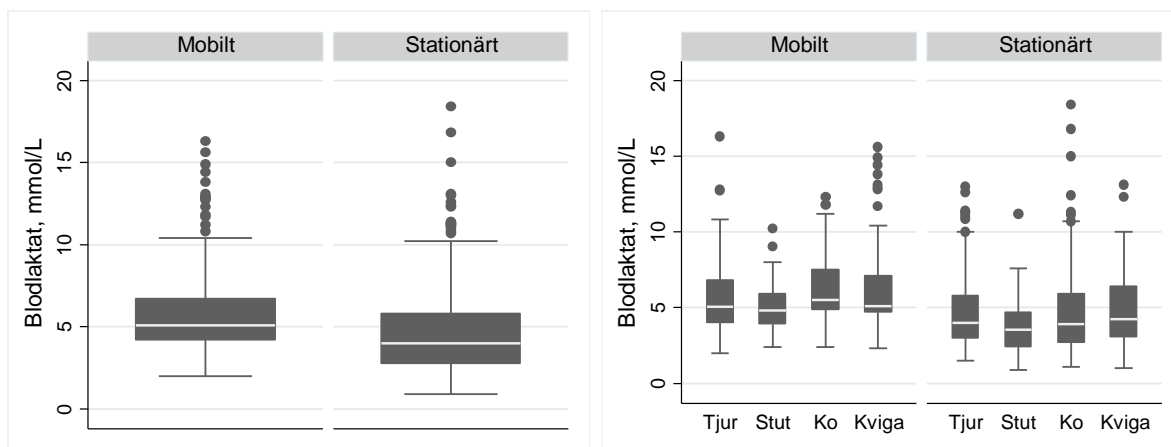


Figur 66. Djurens blodglukosnivå på de två slakterierna (vänster) respektive i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna (höger).

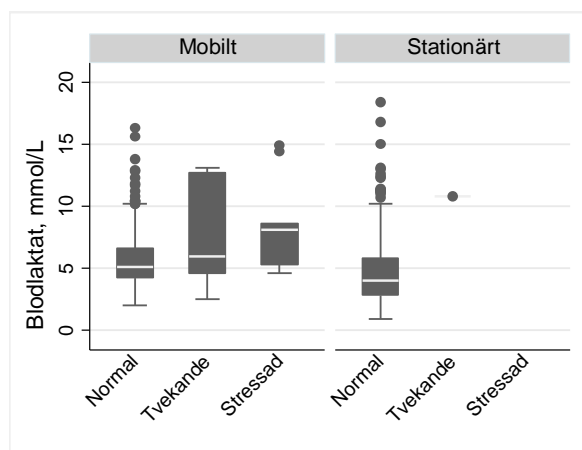


Figur 67. Blodglukosnivå hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna.

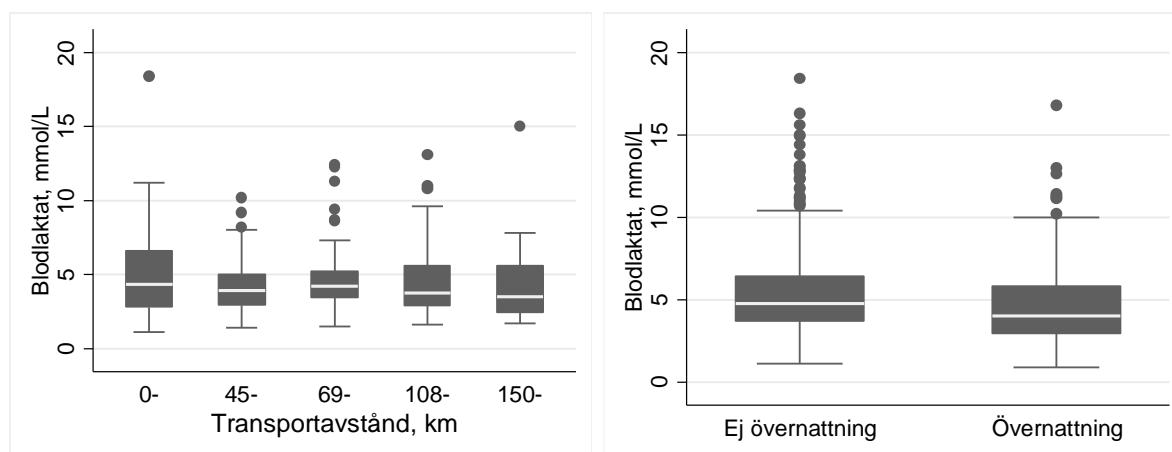
Laktatnivåerna var lägre på det stationära slakteriet men skilde inte nämnvärt mellan olika slaktdjurstyper (Figur 68). Tvekande eller nervösa djur på det mobila slakteriet hade högre laktatnivåer (Figur 69). Det fanns en svag tendens till lägre laktatnivåer hos djur som transporterades längre och därefter inte övernattade, men inte hos djur som övernattade (Figur 70). I genomsnitt var dock laktatnivån något lägre hos djur som övernattade (Figur 70).



Figur 68. Djurens blodlaktatnivå på de två slakterierna (vänster) respektive i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna (höger).



Figur 69. *Blodlaktatnivå hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna.*



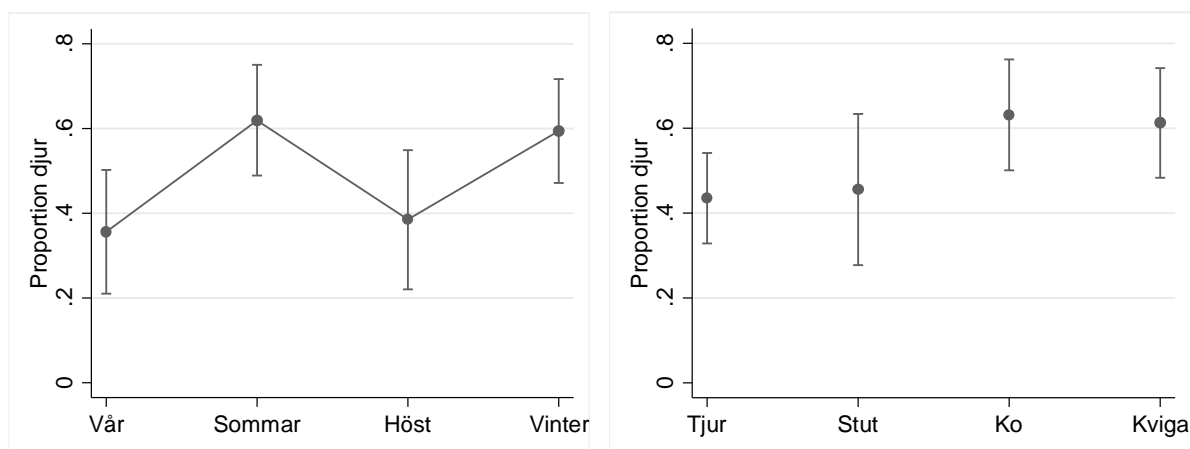
Figur 70. *Blodlaktatnivå hos djur som transporterades olika avstånd och inte övernattade (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.*

Blodvärdena var svagt till måttligt rangkorrelerade med varandra (Spearman rho=0,21 mellan kortisol och glukos, 0,22 mellan kortisol och laktat respektive 0,36 mellan glukos och laktat, i samtliga fall med $p < 0,0001$). Andelen djur som hade minst ett högt blodkemiskt värde var 51 % på båda slakterierna.

Enligt den multivariabla modellen av blodkortisol kan man under vissa årstider förvänta sig signifikanta skillnader mellan olika slaktdjurstyper, liksom signifikant högre värden hos köttdjur än hos mjölkdjur. Enligt den multivariabla modellen av blodglukos kan man förvänta sig 1,12 gånger högre värden under vintern än under våren ($p=0,0005$). Enligt den multivariabla modellen av blodlaktat kan man förvänta sig 1,22 gånger högre värden på det mobila än på det stationära slakteriet ($p=0,0068$). Enligt kortisolmodellen kan 32 % av den totala variationen i blodkortisol hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. Motsvarande andel för blodglukos och blodlaktat var 14 respektive 32 %.

Enligt den multivariabla modellen kan oddsen för ett eller flera höga blodvärden under våren förväntas vara 1,12 gånger lägre än under sommaren ($p=0,0015$) och 1,01 gånger lägre än under vintern ($p=0,0018$) (Figur 71). Enligt samma modell kan man också förvänta sig att

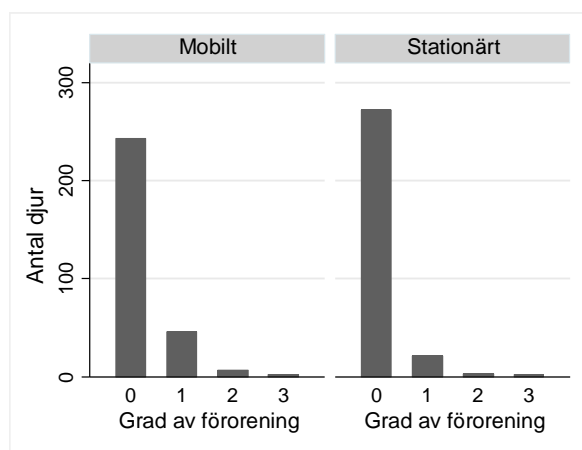
oddsen hos tjurar är 1,18 gånger lägre än hos kor ($p=0,0031$) och 1,31 gånger lägre än hos kvigor ($p=0,0063$) (Figur 71). Tretton procent av den totala variationen i risken för ett eller flera höga blodvärden hänförs till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå.



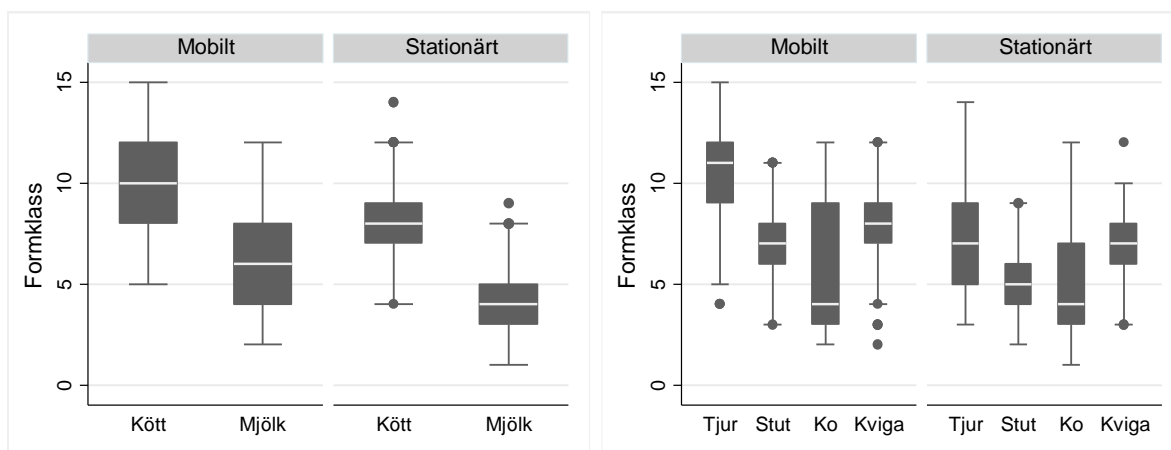
Figur 71. Skattade marginella medelvärden av andel djur med ett eller flera höga blodvärden av kortisol, glukos eller laktat för olika årstider (vänster) respektive olika slaktdjurskategorier (höger), enligt en multivariabel statistisk modell. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

Slaktkroppsegenskaper och besiktningsfynd

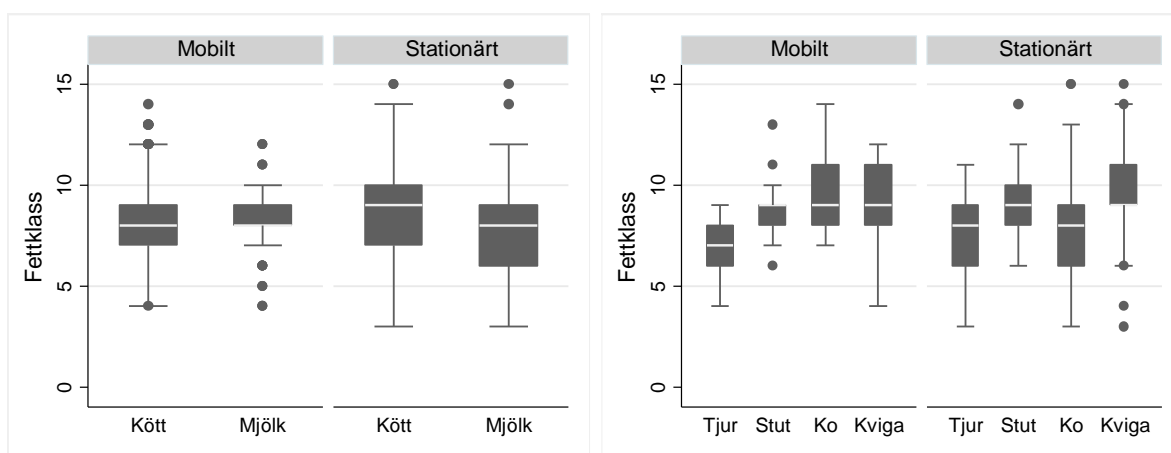
Figur 72-76 illustrerar samband mellan bakgrunds- och resultatvariabler relaterade till slaktkroppsegenskaper och besiktningsfynd. På det mobila slakteriet var andelen gödsel-förorenade djur något större (Figur 72). Djuren på det mobila slakteriet fick en avsevärt högre formklass. På båda slakterierna fick djur av kötttrastyp högre formklass än djur av mjölktrastyp, liksom tjurar högre och kor lägre formklass än stutar och kvigor (Figur 73). På det mobila slakteriet hade tjurarna lägre fettklass än övriga slaktdjurskategorier (Figur 74). Andra skillnader i fettklass mellan slakterier och djurtyper var inte tydliga. Variablerna för formklass och fettklass var svagt men tydligt signifikant korrelerade med varandra (Pearson $r=0,16$; $p=0,0001$).



Figur 72. Graden av gödsel-förorening på huden hos djur på de två slakterierna.

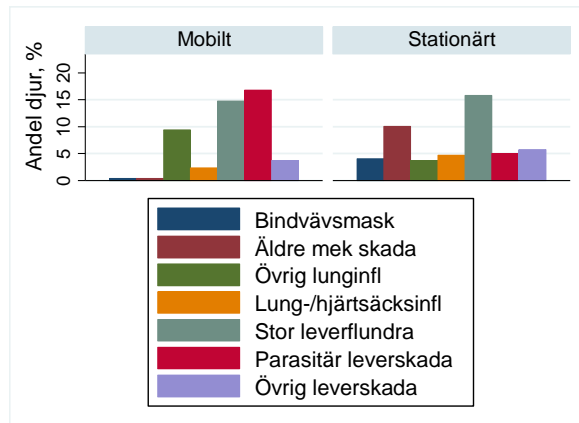


Figur 73. Formklass hos djur av olika rastyp (vänster) respektive slaktdjurskategori (höger) på de två slakterierna.

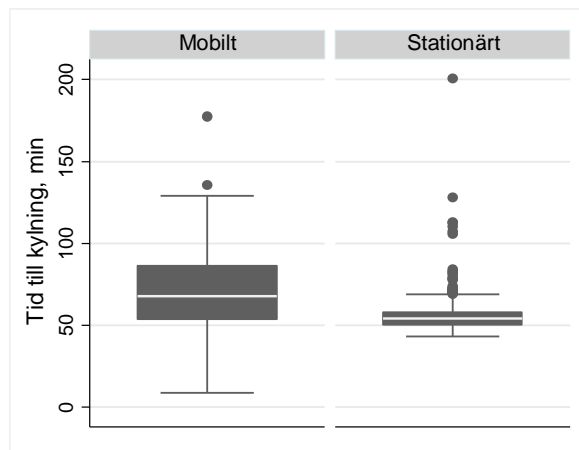


Figur 74. Fettklass hos djur av olika rastyp (vänster) respektive slaktdjurskategori (höger) på de två slakterierna.

På det mobila slakteriet var parasitär leverskada och ”övrig lunginflammation” betydligt vanligare besiktningsfynd än på det stationära (Figur 75). På det stationära slakteriet var istället äldre mekanisk skada ett vanligare fynd. Övriga besiktningsfynd förekom relativt likartat på slakterierna. Inga färskmekaniska skador noterades. Tiden från stickning till kylning av slaktkroppen var i genomsnitt längre och betydligt mer varierande på det mobila slakteriet (Figur 76). Som längst var den dock 2,5 tim på det mobila slakteriet och 3,3 tim på det stationära.

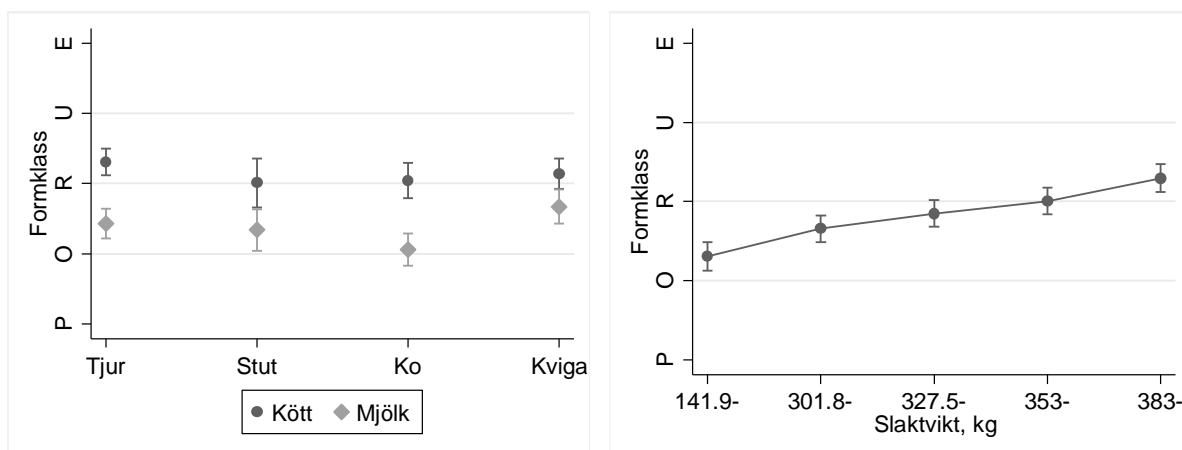


Figur 75. Andel djur med de vanligaste fynden i den officiella veterinärbesiktningen efter slakt på de två slakterierna.



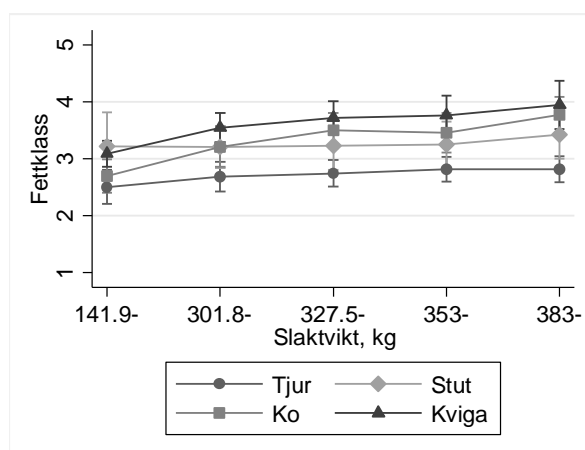
Figur 76. Tid från bröststicket till kylningen av slaktkroppen på de två slakterierna.

Enligt den multivariabla modellen kan formklassen förväntas vara 1,75 grader högre på det mobila än på det stationära slakteriet ($p < 0,0001$). De marginella medelvärdena (med 99 % konfidensintervall) var 8,3 (7,6 till 9,1) respektive 6,6 (6,3 till 6,9) grader, vilket på EUROP-skalan motsvarar R (R till R+) respektive R- (O+ till R-). Kött djur kan förväntas ha mellan 1,41 och 2,95 grader (beroende på slaktdjurtyp) högre formklass än mjölk djur ($p < 0,0001$) (Figur 77). Formklassen kan också förväntas öka signifikant med slaktvikten (Figur 77). Enligt modellen kan 72 % av den totala variationen i formklass hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå.



Figur 77. Skattade marginella medelvärden av förväntad formklass för köttdjur och mjölkdjur av olika slaktdjurskategorier (vänster) respektive för olika slaktvikter (höger), enligt en multivariabel statistisk modell. Klass anges på EUROP-skalan. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

Enligt den multivariabla modellen av fettklass finns ett komplext samspel mellan årstid, rastyp, slaktdjurkategori och slaktvikt. Fettklassen kan i de flesta fall förväntas öka med slaktvikten (Figur 78). Enligt modellen kan 62 % av den totala variationen i fettklass hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå.



Figur 78. Skattade marginella medelvärden av fettklass för olika slaktdjurskategorier vid olika slaktvikter, enligt en multivariabel statistisk modell. Klass anges på originalskalan. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

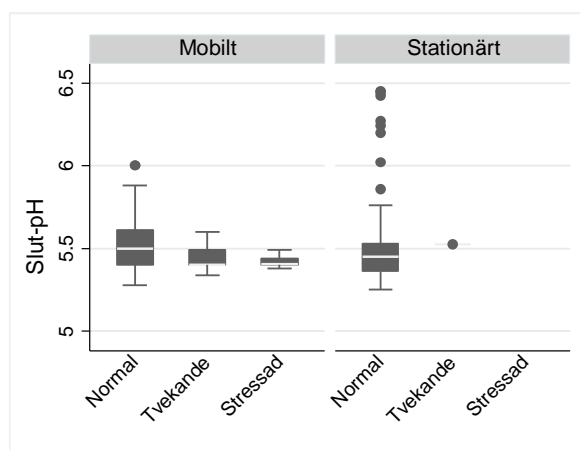
Köttkvalitet

Tabell 8 visar beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande köttkvalitet på båda slakterierna.

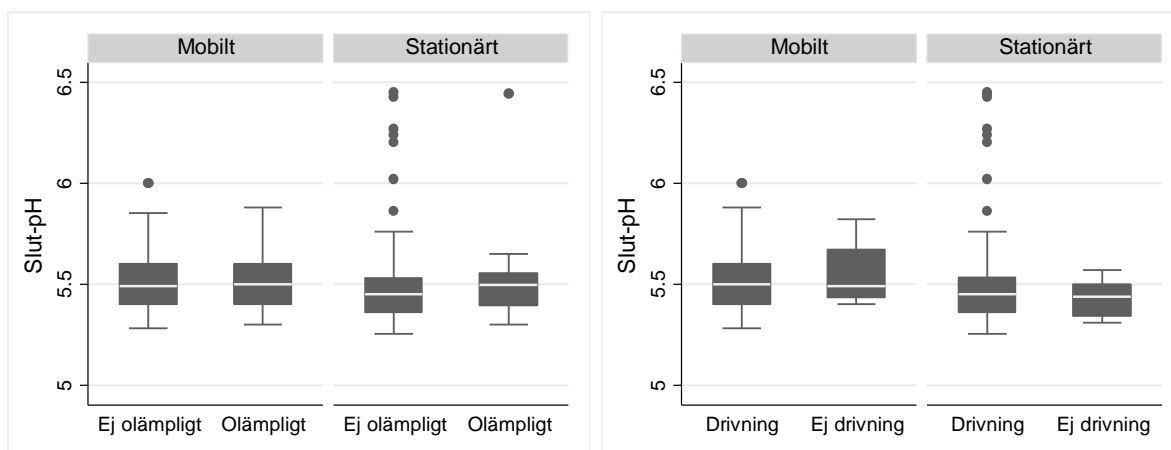
Tabell 8. Övergripande beskrivande statistiska mått för kontinuerliga resultatvariabler rörande köttkvalitet.

Variabel	Antal djur	Median	Interkvartil		
			-avstånd	Medelvärde	Stand.avv.
Ljushet	543	34,1	4,73	34,4	3,45
Rödhet	543	20,0	1,94	20,0	1,61
Gulhet	543	9,28	1,89	9,32	1,48
Slut-pH	546	5,47	0,17	5,50	0,16
Viktförlust vid tining, %	537	5,52	2,56	5,65	1,86
Viktförlust vid kokning, %	533	19,7	3,57	19,6	2,81
Skärmotstånd, N	381	40,0	13,9	41,9	12,7
Tryckmotstånd, MPa	378	17,2	7,62	17,9	6,12
Råfetthalt, %	292	19,2	18,9	22,2	13,9

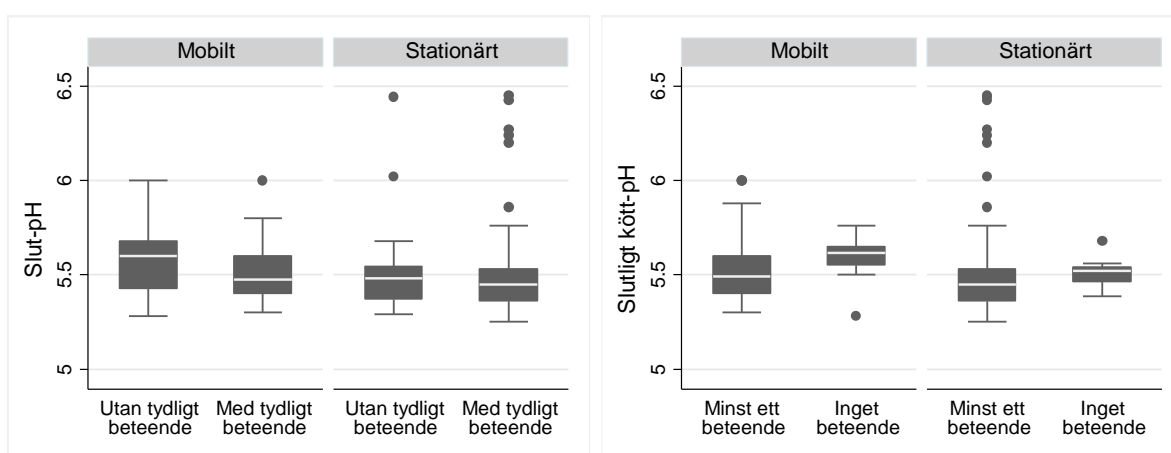
Figur 79-82 visar sambandet mellan olika bakgrundsfaktorer och köttets slut-pH vid styckning. Köttets slut-pH skilde inte nämnvärt mellan slakterierna. Det fanns inget tydligt samband mellan slut-pH och djurens känslouttryck vid starten av observationerna i drivgången (Figur 79) eller med sättet att driva djuren (Figur 80). Djur med tydligt stressbeteende hade ett något lägre och djur som inte uppvisade något stressbeteende alls ett högre slut-pH (Figur 81). Slut-pH tenderade att öka med transportavståndet hos djur som övernattade på det stationära slakteriet (Figur 82), men motsvarande samband fanns inte hos djur som inte övernattade. I genomsnitt var slut-pH något lägre hos djur som övernattade (Figur 82). Andelen djur med pH över 5,8 vid styckningen var 14,8 % på det mobila och 7,7 % på det stationära slakteriet. Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och risken för ett slut-pH i köttet över 5,8 i den multivariabla modellen. Enligt modellen kan 75 % av den totala variationen i risken för högt kött-pH hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå.



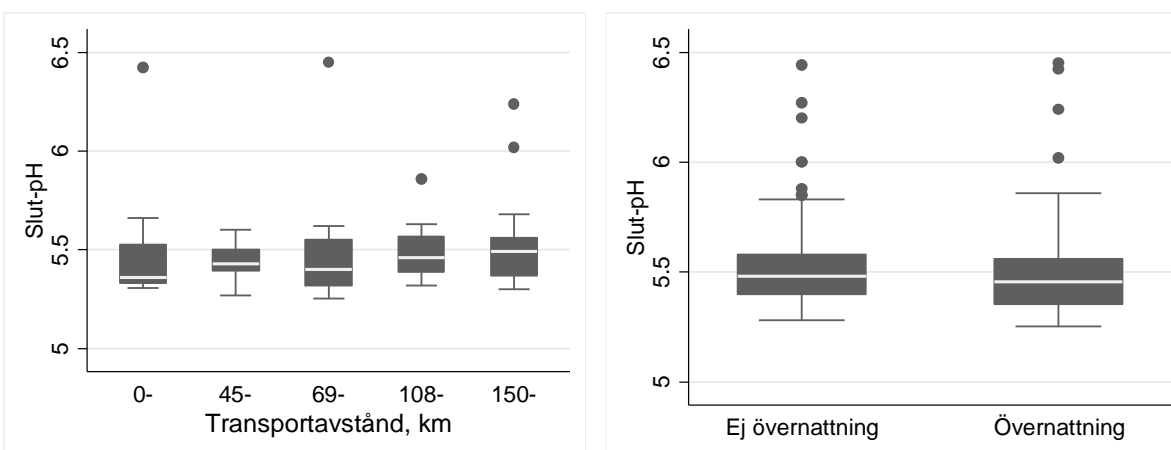
Figur 79. Köttets slut-pH hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna.



Figur 80. Köttets slut-pH hos djur som drevs på olämpligt sätt eller ej (vänster) respektive djur som drevs någon gång eller inte drevs alls (höger) på de två slakterierna.



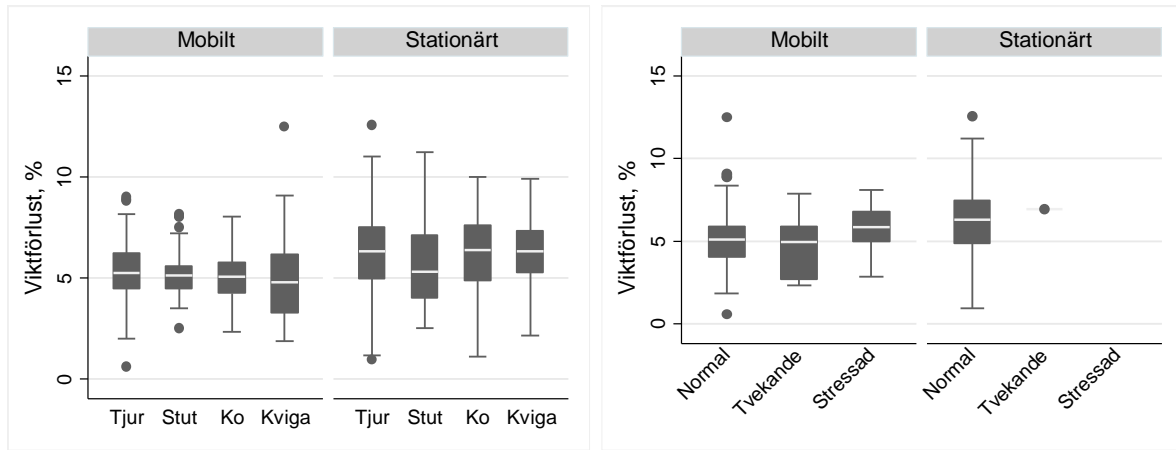
Figur 81. Köttets slut-pH hos djur med eller utan tydligt stressbeteende i drivgången eller skjutboxen (vänster) respektive mellan djur som visade något stressbeteende eller inget stressbeteende alls (höger) på de två slakterierna.



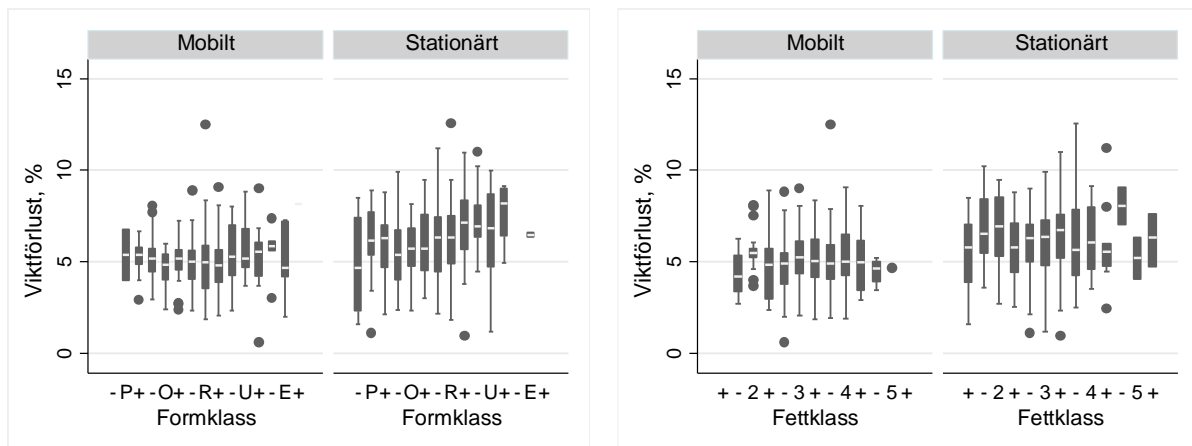
Figur 82. Köttets slut-pH hos djur som transporterades olika avstånd och övernattade (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.

Figur 83-92 visar sambandet mellan olika bakgrundsfaktorer och köttets vikt förlust vid tining och kokning, samt dess färg. Vikt förlusten vid tining av köttet var något högre på det stationära slakteriet men ingen tydlig skillnad mellan olika slaktdjurstyper (Figur 83). På det

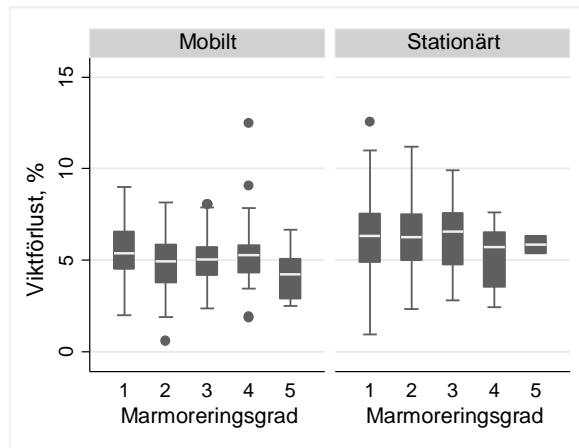
stationära slakteriet ökade viktförlusten vid tining något med ökande formklass, vilket inte var fallet på det mobila (Figur 84). På båda slakterierna minskade viktförlusten vid tining med ökande fettmarmoreringsgrad (Figur 85). Det fanns en tendens till minskad viktförlust vid tining vid längre transportavstånd hos djur som inte övernattade på det stationära slakteriet (Figur 86), liksom i genomsnitt hos djur som övernattade jämfört med dem som inte gjorde det (Figur 86).



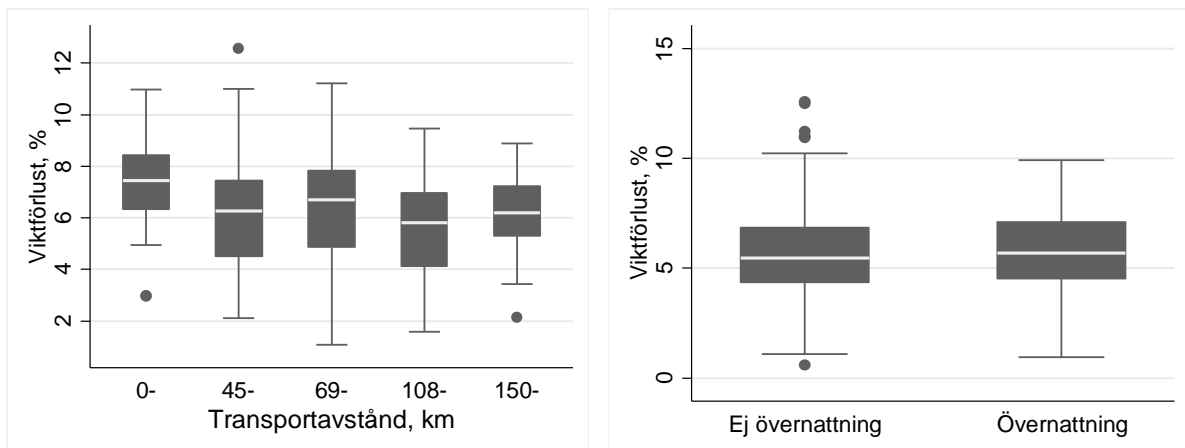
Figur 83. Köttets viktförlust vid tining i olika slaktdjurskategorier (vänster) respektive hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade (höger) på de två slakterierna.



Figur 84. Köttets viktförlust vid tining hos djur med olika formklasser (vänster) respektive fettklasser (höger) på de två slakterierna. Fettklass lägre än 1+ förekom inte.

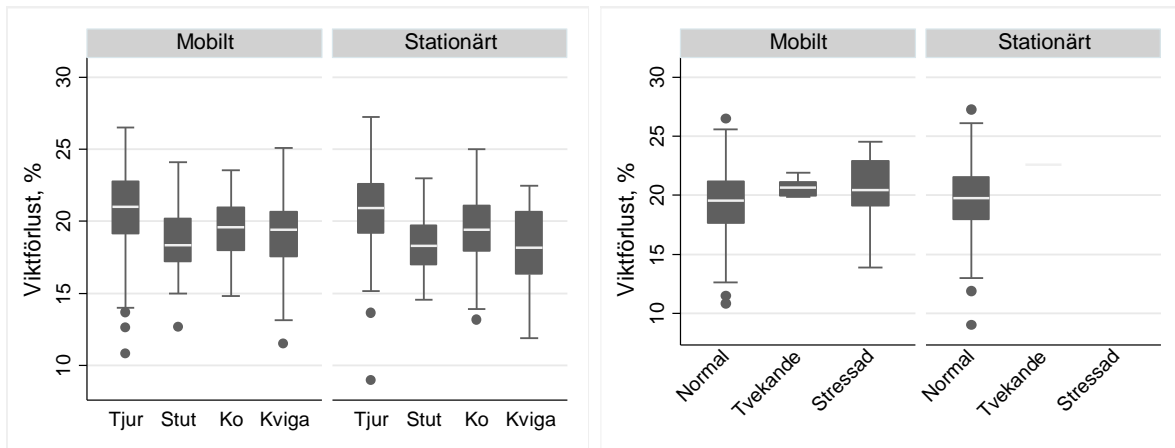


Figur 85. Köttets viktförlust vid tining hos djur med olika grader av fettmarmorering på de två slakterierna.

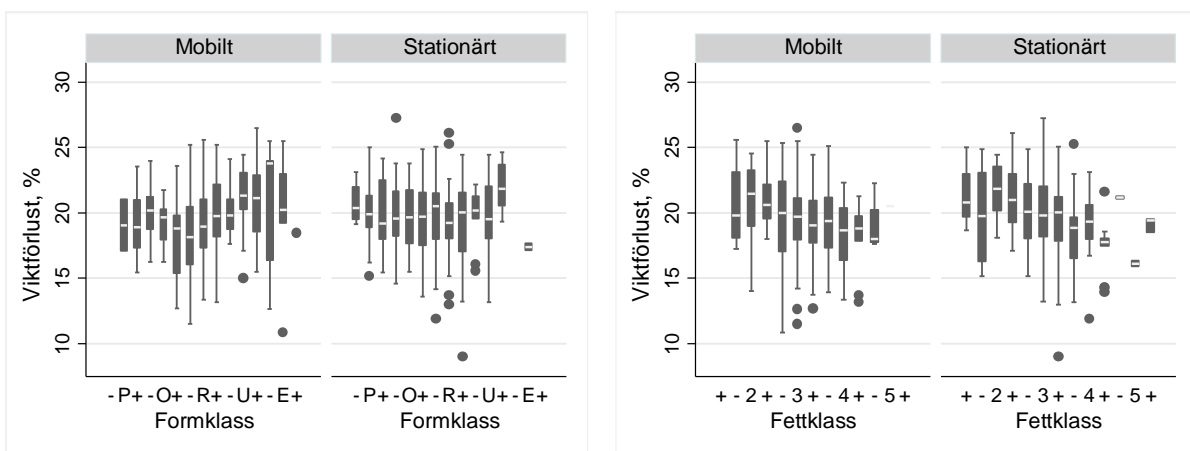


Figur 86. Köttets viktförlust vid tining hos djur som transporterades olika avstånd och inte övernattade (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.

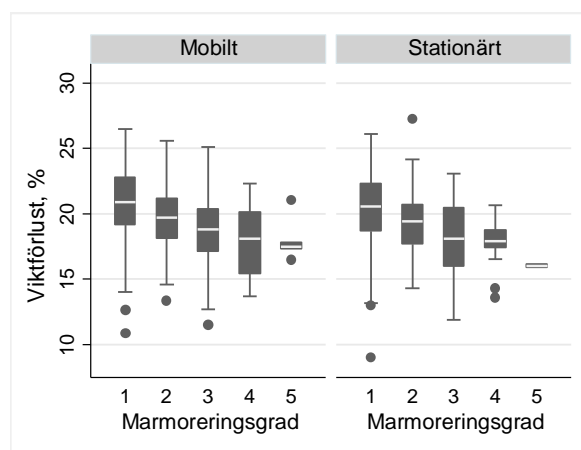
Viktförlusten vid kokning av köttet var i genomsnitt något högre hos tjurar än övriga slaktdjurskategorier (Figur 87). I båda slakterierna minskade viktförlusten vid kokning med ökande fettklass (Figur 88) och med högre fettmarmoringsgrad (Figur 89). Det fanns en tendens till minskade viktförluster vid kokning vid längre transportavstånd hos djur som inte övernattade på det stationära slakteriet (Figur 90), liksom i genomsnitt hos djur som övernattade jämfört med dem som inte gjorde det (Figur 90). Tjurar hade ett något ljusare och kor ett något mörkare kött än övriga slaktdjurskategorier (Figur 91). Köttets rödhet och gulhet var relativt lika hos olika typer av slaktdjur (Figur 92).



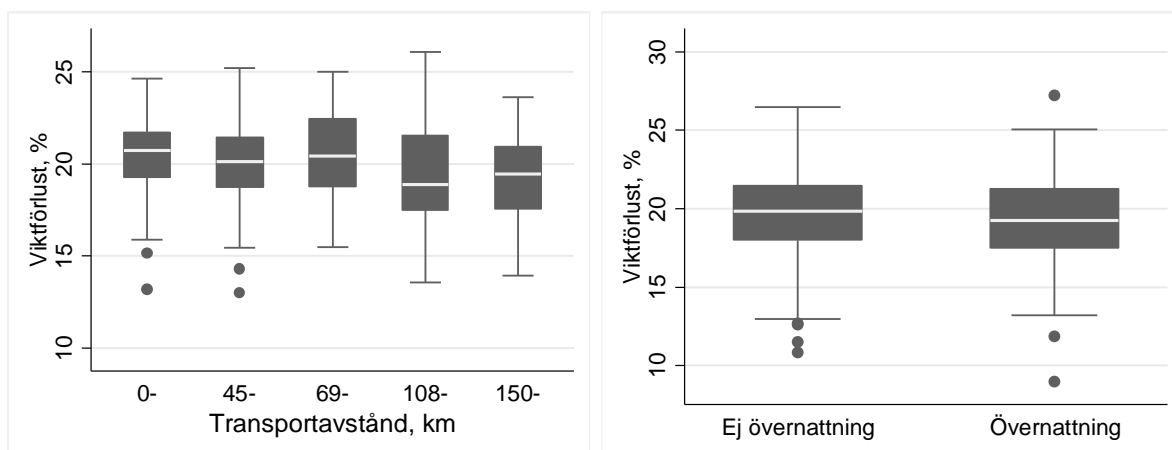
Figur 87. Köttets vikt förlust vid kokning i olika slaktdjurskategorier (vänster) respektive hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade (höger) på de två slakterierna.



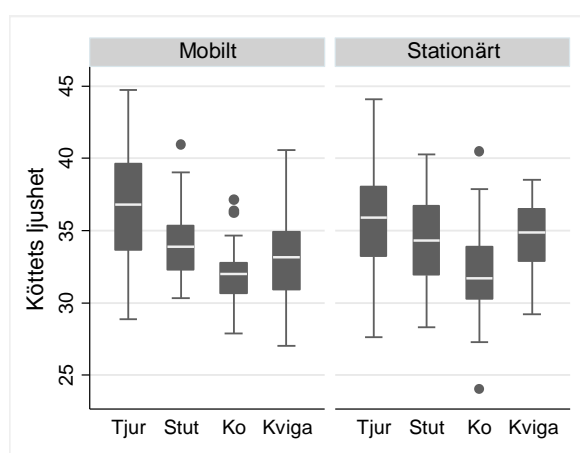
Figur 88. Köttets vikt förlust vid kokning hos djur med olika formklasser (vänster) respektive fettklasser (höger) på de två slakterierna. Fettklass lägre än 1+ förekom inte.



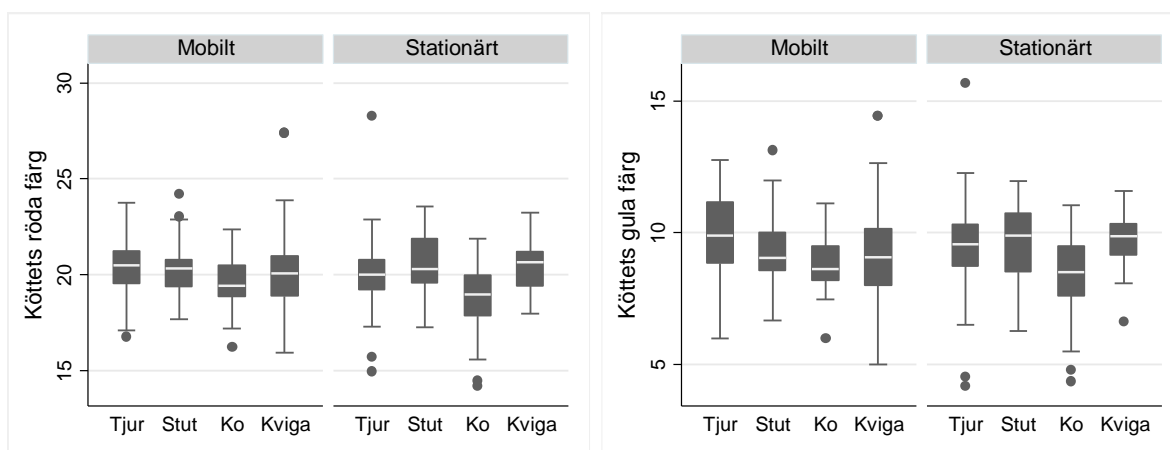
Figur 89. Köttets vikt förlust vid kokning hos djur med olika grader av fettmarmorering på de två slakterierna.



Figur 90. Köttets viktförlust vid kokning hos djur som transporterades olika avstånd och inte övernattade (vänster) respektive övernattade eller ej (höger) på det stationära slakteriet.



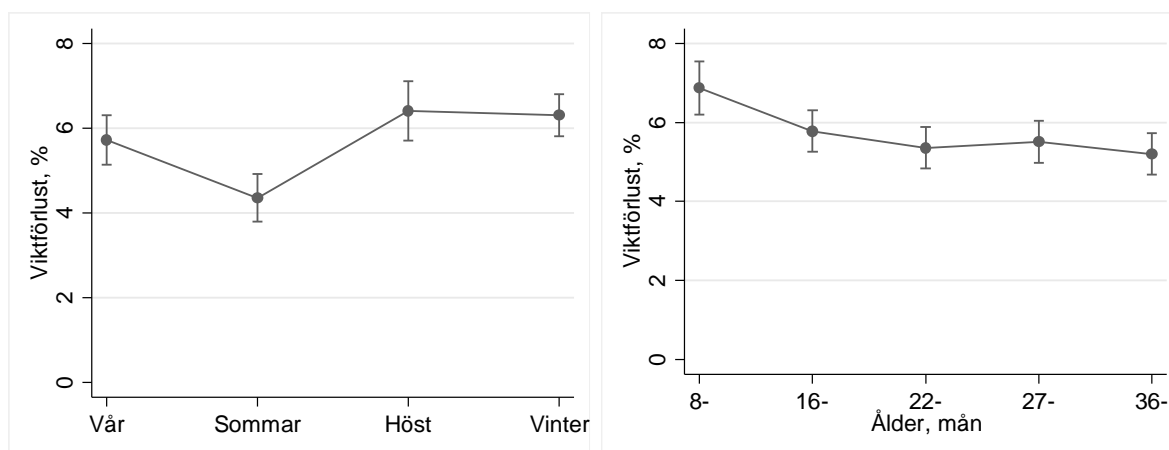
Figur 91. Köttets ljushet i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna.



Figur 92. Köttets rödhet (vänster) respektive gulhet (höger) i olika slaktdjurskategorier på de två slakterierna.

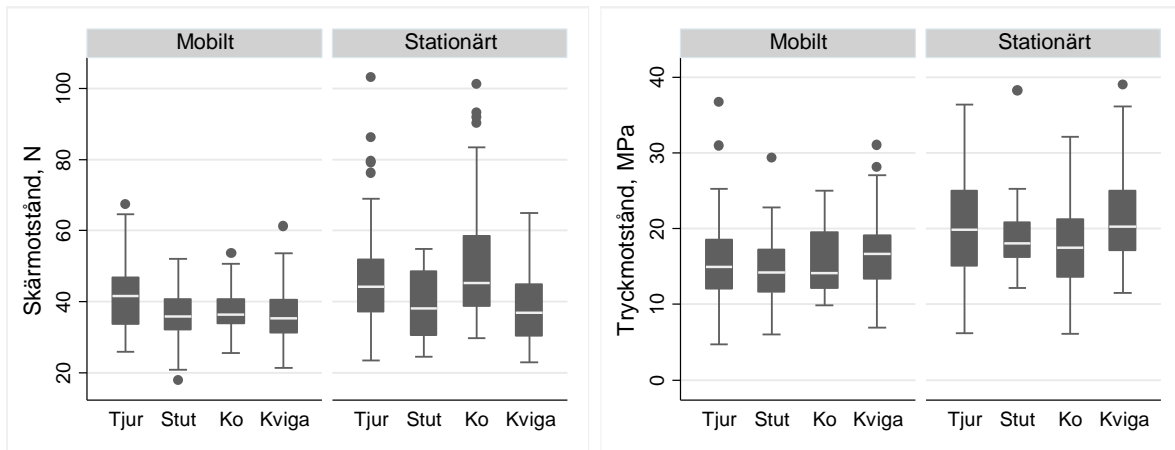
Viktförlusten vid tining och kokning var relativt svagt korrelerade med varandra (Spearman $\rho=0,23$; $p<0,0001$). Köttets slut-pH var negativt korrelerat med viktförlusten vid tining ($\rho=0,30$; $p<0,0001$), men inte med viktförlusten vid kokning.

Enligt en multivariabel modell kan man förvänta sig 1,24 procentenheter mindre vikt förlust vid tining på det mobila än på det stationära slakteriet ($p < 0,0001$). Enligt modellen kan man även förvänta sig 1,36–2,05 procentenheter lägre sådana vikt förluster under sommaren än övriga årstider ($p < 0,0001$) (Figur 93). Man kan också förvänta sig att vikt förlusten vid tining sjunker signifikant med stigande ålder (Figur 93). Vikt förlusten vid kokning kan förväntas vara något högre hos tjur än stut och kviga. Enligt modellerna kan 43 % av den totala variationen i vikt förlust vid tining hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. Motsvarande andel för vikt förlust vid kokning var 17 %.

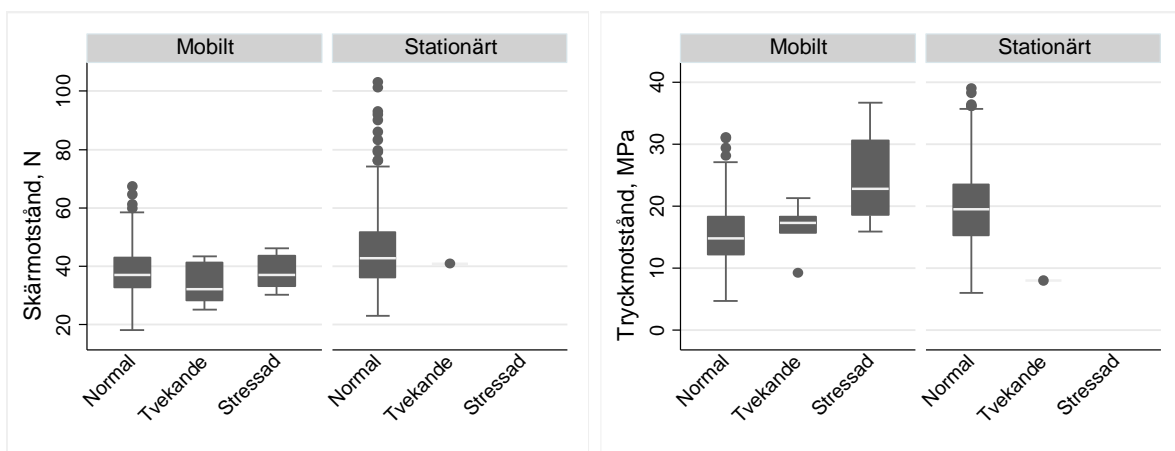


Figur 93. Skattade marginella medelvärden av förväntad vikt förlust vid tining av köttet för olika årstider (vänster) respektive olika djuråldrar (höger), enligt en multivariabel statistisk modell. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

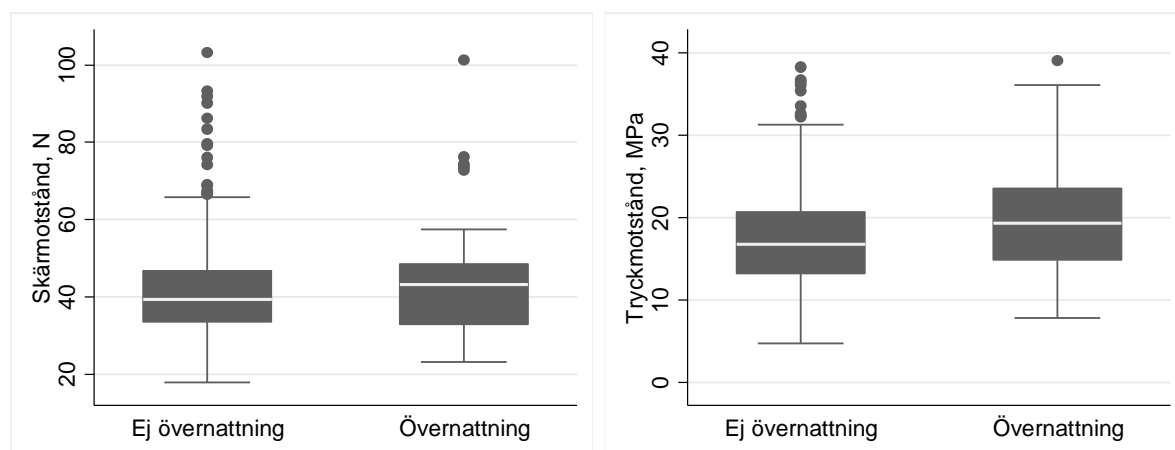
Figur 94-96 visar sambandet mellan olika bakgrundsfaktorer och köttets textur. Skär motståndet och tryck motståndet var något högre på det stationära slakteriet (Figur 94). På det stationära slakteriet var tryck motståndet högst hos kor och tjurar, men annars var skillnaderna mellan olika slaktdjurskategorier marginella. På det mobila slakteriet hade djur som bedömdes som tvekande inför drivningen högre tryck motstånd och djur som bedömdes som nervösa ännu högre tryck motstånd (Figur 95). Samma mönster sågs inte för skär motstånd. Det fanns inget tydligt samband mellan köttets textur och transportavståndet till det stationära slakteriet, men köttets skär motstånd och tryck motstånd var något högre hos djur som övernattade på det stationära slakteriet (Figur 96).



Figur 94. Köttets skärmotstånd (vänster) respektive tryckmotstånd (höger) i olika slaktjurskategorier på de två slakterierna.



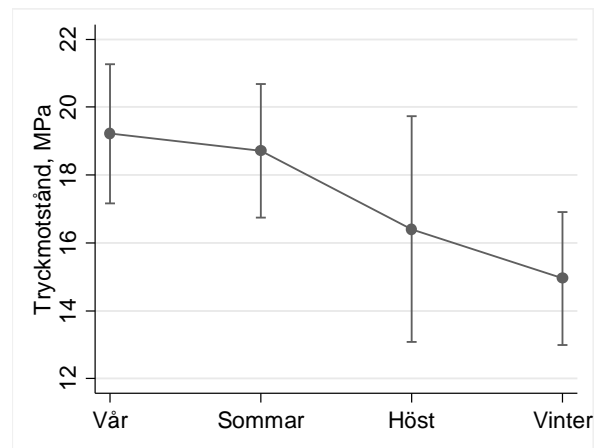
Figur 95. Köttets skärmotstånd (vänster) respektive tryckmotstånd (höger) hos djur med olika känslouttryck när observationerna i drivgången startade på de två slakterierna.



Figur 96. Köttets skärmotstånd (vänster) respektive tryckmotstånd (höger) hos djur som övernattade eller ej på det stationära slakteriet.

Skärmotstånd och tryckmotstånd var svagt men signifikant korrelerade med varandra (Spearman $\rho=0,20$; $p<0,0001$). Viktörlust vid tining och kokning var svagt korrelerade med varandra ($\rho=0,23$; $p<0,0001$) och med skärmotstånd ($\rho=0,22$ respektive $0,19$; $p\leq 0,0002$), men inte med tryckmotstånd ($p>0,05$).

Det gick inte att påvisa något signifikant samband mellan någon av bakgrundsfaktorerna och köttets skärmotstånd i den multivariabla modellen. Däremot kan köttets tryckmotstånd förväntas vara 1,24 gånger högre på det stationära än på det mobila slakteriet ($p=0,0006$). Det fanns också en minskande trend under kalenderåret så att tryckmotståndet kan förväntas vara 1,29 gånger lägre under vintern än under våren ($p<0,0001$) (Figur 97). Enligt modellen kan 42 % av den totala variationen i skärmotstånd hänföras till skillnader mellan olika gårdar, d v s förklaras av faktorer på gårdsnivå. Motsvarande andel för tryckmotstånd var 22 %.



Figur 97. Skattade marginella medelvärden av tryckmotstånd i köttet för olika årstider, enligt en multivariabel statistisk modell. Staplarna är 99 % konfidensintervall.

Diskussion

Detta projekt visar betydelsen av lugna djur när indrivningen i skjutboxen startar, lämplig utformning av lokaler, drivvägar och utrustning samt god hantering av djuren vid drivningen, bedövningen och avblodningen. De relativt begränsade skillnaderna mellan de två studerade slakterierna antyder att det i mobil slakt går att uppnå en djurvälstånd och köttkvalitet som är i nivå med storskalig stationär slakt. Projektet ger inte stöd för att djurvälståndet eller köttkvaliteten blir bättre med det ena eller andra sättet att slakta.

Transport och uppställning på slakteriet

Ett längre transportavstånd tycktes öka sannolikheten för en eller flera aktiva drivningar och för drivning på ett olämpligt sätt. Samtidigt tycktes längre transportavstånd minska sannolikheten för ett eller flera stressbeteenden och för ett tydligt stressbeteende, vilket är något motsägelsefullt. Ett större transportavstånd tycktes också sänka blodnivåerna av kortisol och laktat något. Sammantaget föreföll dock transportsträckans längd inte ha påverkat djurvälståndet eller köttkvaliteten på något avgörande sätt. En negativ effekt av transporten till slakteriet beror inte i första hand på transportavståndet, utan på förhållandena i samband med lastning och avlastning, antal stopp längs vägen, transportörens körsätt, miljön inuti transportfordonet och möjligen transporttidens längd (Dalla Villa et al., 2009), men dessa uppgifter fanns inte till hands i detta projekt.

På det stationära slakteriet tycktes djur som övernattade (ungefär ett djur av tre) ha en större risk för ett eller flera stressbeteenden och höga blodnivåerna av kortisol, vilket möjligen talar för stress strax före slakten. Köttets mörhet var också försämrad hos övernattande djur. Samtidigt hade dock dessa djur en något lägre laktatnivå och ett lågt slut-pH, vilket tycks vara motsägelsefullt och är svårt att tolka. Ett samband mellan övernattnings och en försämrad djurvälstånd och köttkvalitet skulle eventuellt kunna förklaras av att de övernattande djuren också hade transporterats längre inför uppställningen på slakteriet. Övernattning tycktes även ha samband med en kortare sticktid (tid mellan bedövning och bröststick), vilket också är svårt att förklara. I de statistiska modellerna kunde dock varken transportavstånd eller övernattnings på det stationära slakteriet visas ha något signifikant samband med resultatvariablerna. Fällström (2011) fann endast en begränsad inverkan av övernattnings på ett svenskt slakteri på stressrelaterat djurbeteende vid påföljande drivning och bedövning. Detta projekt omfattade inte stallförhållandena på slakteriet under övernattnings.

Sammantaget förefaller det rimligt att sträva efter en minskad andel övernattande djur, samtidigt som transportförhållandena generellt behöver förbättras för att minska djurens behov av återhämtning på slakteriet före slakten. Man uppskattar att knappt hälften av alla nötkreatur i Sverige övernattar på slakteriet före slakten.

Allmänt sett är planeringen av de svenska slakttransporterna till stor del manuell, vilket får till följd att den inte alltid blir optimal. Forskning har visat att transportavstånden kan minskas genom en mer strategisk planering och optimering med hjälp av lämplig mjukvara (Algers et al., 2006; Moen et al., 2009; Håkansson et al., 2016). Med en bibehållen struktur av den svenska slaktindustrin visades att det totala slakttransportavståndet för nötkreatur kunde minskas med 40 %. Om gårdarna levereras till den närmaste plantan beräknades det att minskningen kunde vara 60 %. Strategisk transportplanering ökar också möjligheten att

leverera djuren till slakteriet strax innan de slaktas, varigenom en del övernattningar bör kunna undvikas.

Drivning och djurbeteende

De flesta djur drevs ett fåtal gånger och endast ett litet antal djur drevs många gånger. På samma sätt var det ett mindre antal djur som uppvisade många stressrelaterade beteenden medan de flesta bara uppvisade få sådana beteenden. I medeltal uppvisade djuren 8,5 (median 7) stressbeteenden i drivgången och skjutboxen. Endast 3,4 % av djuren passerade drivgången helt utan stressbeteenden, vilket antyder att nästan alla djur upplevde hanteringen vid slakt som i varje fall lindrigt stressande. På båda slakterierna var beröringar och klappar de vanligaste sätten att aktivt driva djuren med hand och klappning var det vanligaste sättet att driva med redskap. Det vanligaste stressrelaterade djurbeteendet i drivgången var backande, följt av att vända sig om, samt gödsling/urinering på det mobila och råmande på det stationära. I skjutboxen var halkning, vändning och backande de vanligast förekommande djurbeteendena. På det mobila slakteriet fanns ett signifikant samband mellan ett stort antal drivningar och många stressrelaterade beteenden i drivgången, men samma samband fanns inte på det stationära slakteriet. De djur som backade eller vände sig om i drivgången drevs oftare mer än en gång och på ett olämpligt sätt, i jämförelse med djur utan dessa beteenden.

Andelen djur som drevs på ett olämpligt sätt var betydligt större på det mobila slakteriet än det stationära. Samtidigt var andelen djur som inte drevs alls betydligt större på det mobila än på det stationära slakteriet. I idealfallet ska drivgångens utformning underlätta framdrivningen av djur till bedövning. Den ska också underlätta för personalen att utnyttja djurens naturliga flyktbeteende i drivningen genom att placera och röra sig på rätt avstånd och i rätt vinkel till djuren. Hela väggar i drivgången är fördelaktiga eftersom de minskar risken för att djuren störs av människor, djur eller föremål vid sidan av drivgången (Grandin, 1997b). Mycket höga hela väggar försvårar dock drivningen genom att djuren inte ser den drivande personalen över dem. Under sådana förhållanden kan en upphöjd plattform vid sidan av drivgången underlätta drivningen.

Logiskt sett bör en längre drivningstid ge personalen möjligheter att utföra fler aktiva drivningar och djuren att utföra fler beteenden. Exempelvis bör en bristfällig utformning av en drivgång resultera i en längre drivtid, fler aktiva drivningar och fler stressrelaterade djurbeteenden. Å andra sidan kan en låg slakthastighet resultera i färre drivningar och stressbeteenden på grund av att djuren är mindre stressade, även om drivtiden är längre. En lång drivtid till följd av medvetet låg slakthastighet kan således bidra till god djurvälstånd. Coleman et al. (2012) fann att en pressad arbetssituation till följd av en upplevd brist på kontroll och tidsbrist hade samband med mer kraftfull drivning. Detta leder till frågan om frekvensen av drivningar och djurbeteenden bör uttryckas som rena antal (oberoende av tiden) eller som antal per tidsenhet, t ex antal drivningar per minut. De rena antalen ger sannolikt en bild av den totala påverkan på djuren på observationssträckan och de är dessutom lättare att jämföra med resultaten från andra studier, som t ex Grandin (1998) och Hemsworth et al. (2011).

Skillnader i djurhanteringen mellan olika personer på slakterierna kan förklaras av olikheter i attityder gentemot arbetet och djuren, kunskap om djurbeteende och skicklighet att hantera dem. Coleman et al. (2003; 2012) visade att personalens attityder till arbetet och djuren påverkar djurhanteringen. Graden av kunskap och skicklighet hos personalen kan förväntas

variera beroende på utbildning, erfarenhet och läggning. Studierna av Coleman et al. (2003; 2012) antyder att det finns möjlighet att förbättra djurhanteringen vid slakt genom att ta hänsyn till personalens attityder vid olika fortbildningsaktiviteter. Det har också föreslagits att slakteriföretagets ledning har en viktig normativ roll (Grandin, 2013).

Höga ljudnivåer är vanligt förekommande på slakterier, vilket kan störa djuren och försvåra djurhanteringen. Vid mobil slakt kan finnas förutsättningar att uppnå en låg ljudnivå utanför slakteriet, vilket bör underlätta drivningen. Möjligen kan dock detta göra djuren extra känsliga för enstaka skarpa ljudintryck. På det studerade mobila slakteriet noterades att starka ljud inifrån slaktlokalen ibland störde djuren utanför. Det bör vara möjligt att skapa ett system som möjliggör för personalen att kommunicera mellan insidan och utsidan och därigenom undvika störande ljud i känsliga situationer, t ex med hjälp av en ljussignal på utsidan för att visa att det är klart att driva fram ett nytt djur, alternativt en ljussignal på insidan för att visa att ljudnivån behöver sänkas.

Bedövning och avblodning

Vart tionde djur på det mobila slakteriet sköts med mer än ett skott, jämfört med endast ett par procent på det stationära. Det är sannolikt att omskjutningarna motiverades av en misstänkt bristande bedövningskvalitet vid första skottet snarare än att de gjordes rutinmässigt och utan goda skäl. Bedömningar av bedövningskvaliteten ingick dock inte i detta projekt. Bristande bedövning vid första skottet kan i sin tur ha berott på svårigheter för operatören att komma åt att skjuta djuren i skjutboxen på ett säkert sätt. Tiden från sista bedövningsskottet till bröststicket var samtidigt avsevärt längre på det mobila slakteriet än på det stationära (102 respektive 44 sek). Därtill var variationen i sticktid betydligt större på det mobila slakteriet. På det mobila slakteriet var sticktiden längst för kor, djur med hög slaktvikt och djur som bedömdes som nervösa när drivningen från besiktningfällan påbörjades.

Fram till 2013 var sticktiden reglerad i svensk lagstiftning och vid bedövning av nötkreatur med bultpistol fick den vara maximalt 60 sek. Nuvarande EU-lagstiftning (Europeiska rådet, 2009) anger inga maximala sticktider utan endast att det bedövade djuret ska förbli medvetslöst tills det dör. Sticktiden ska dock regleras i slakteriets egen standardrutin. Enligt standardrutinen för det studerade mobila slakteriet var riktmärket för sticktiden max 120 sekunder och den tiden fick endast i enstaka fall överskridas. Under studieperioden inträffade det för 16 % av de studerade djuren. Enligt standardrutinen för det stationära slakteriet skulle sticktiden understiga 60 sek och denna tid överskreds för 3 % av djuren.

Korrekt utförd bedövning med penetrerande bultpistol resulterar i omedelbar och fullständig medvetslöshet som djuret inte vaknar upp ur. Förutsatt att bedövningen är god är därför sticktiden relativt ointressant från djurskyddssynpunkt. Det är dock känt att bedövningskvaliteten i praktiken varierar. I studier har upp till 35 % av djuren på svenska slakterier uppvisat tecken på otillfredsställande bedövning (Atkinson och Algers, 2009; Atkinson et al., 2013). Risken för bristande bedövning tycks vara störst hos vuxna tjurar (Atkinson et al., 2013). För ett ofullständigt bedövat djur kan en lång sticktid sannolikt innebära ett avsevärt lidande i form av smärta, stress och ångest (Grandin, 1998; Gregory och Shaw, 2000), även om den exakta graden av lidande är svårt att uttala sig om. I praktiken är det därför viktigt att sticktiden inte är alltför lång, i synnerhet om bedövningskvaliteten är tveksam. Kombinationen av många omskjutningar och i vissa fall mycket långa sticktider på

det mobila slakteriet i detta projekt är därför oroväckande ur djurvälståndssynvinkel. Sticktider över 120 sek bör under alla omständigheter undvikas.

En sannolik förklaring till de långa och variabla sticktiderna på det mobila slakteriet är skjutboxens utformning, som försvårade en snabb och säker länkning av kroppen efter bedövningen. Ungefär halvvägs in i studieperioden byggdes det mobila slakteriets skjutbox om för att förbättra funktionen. Sticktiderna förblev dock ungefär lika långa efter ombyggnaden. Arbetet med att länka nyss skjutna nötkreatur är riskfyllt eftersom djuren kan sparka reflexmässigt. En mindre väl utformad skjutbox med resulterande svårigheter att länka och sticka djuren snabbt medför dessutom ökade arbetsmiljörisker.

Slaktkroppsegenskaper och köttkvalitet

Den genomsnittliga formklassen var signifikant högre på det mobila slakteriet, trots att vederbörlig hänsyn togs till djurfaktorer som ålder, rastyp och slaktdjurstyp. Orsaken till detta är okänd. Klassificeraren var utbildad av Jordbruksverket som också utövade tillsyn genom oaviserade kontroller ungefär varannan månad. Det låg inte heller i slakteriföretagets intresse att klassificera slaktkroppar för högt eftersom det skulle höja betalningen till producenterna.

I detta projekt använde det stationära slakteriet, i motsats till det mobila, elstimulering av slaktkropparna. Samtidigt tillämpade det mobila slakteriet bäckenhängning i motsats till det stationära som akilleshängde slaktkropparna. Det stationära slakteriet tog dessutom i de flesta fall ut biffstocken ur bakparten (inklusive ryggbiffen, ur vilken köttprovet senare togs) och hängmörade denna, medan det mobila hängmörade bakparten i ett stycke. Båda slakterierna hängmörade dock köttet i 7 dagar. Köttets mörhet (mätt som ett lågt tryckmotstånd) var signifikant större på det mobila slakteriet än det stationära. Skillnaden kan sannolikt förklaras av slaktkroppsbehandlingen, framför allt bäckenhängningen (Lundesjö Ahnström et al., 2009, 2012).

Även tiden från bedövningen till att slaktkroppen placerades i kylutrymme var i genomsnitt längre och betydligt mer varierande på det mobila slakteriet än på det stationära, vilket eventuellt kan förklaras av mer oregelbundna arbetsrutiner.

Bakomliggande djur- och omgivningsfaktorer

En statistisk modell visade att köttets vikt förlust vid tining hade samband med såväl årstiden som djurets ålder, oberoende av varandra. Även om djuren som slaktades på sommaren var yngre än under andra årstider var det därför sannolikt inte hela förklaringen till att vikt förlusten var lägst hos dessa djur.

De flesta av utfallen (resultatvariablerna) i den statistiska analysen tycktes ha samband med slaktdjurstypen, d v s om djuret var en tjur, stut, ko eller kviga. Slaktdjurstypen sammanhängde också med djurens ålder, genom att korna i allmänhet var äldre och tjurarna något yngre. På det mobila slakteriet var det korna som hade flest undersökande beteenden, liksom de längsta drivtiderna och sticktiderna. Stutar visades ha en signifikant lägre risk för tydligt stressbeteende än de andra djurslagskategorierna på det stationära slakteriet. Kvigor hade också signifikant fler stressbeteenden i skjutboxen än stutar i mobil slakt och en signifikant större sannolikhet för tydligt stressbeteende i skjutboxen än stutar. Kortisolnivåerna var högst hos kvigor och lägst hos tjurarna. Tjurar och stutar av köttas

hade högst formklass, medan mjölkkor hade lägst. Tjurar hade samtidigt lägst fettklass, magrast kött (lägst råfetthalt), ljusast kött och minst vikt förlust vid kokning av köttet. Däremot fanns inget tydligt samband mellan slaktdjurskategori och kötttextur.

På det mobila slakteriet bedömdes 7 % av djuren som påtagligt tvekande eller nervösa när drivningen till skjutboxen påbörjades. På det stationära slakteriet sågs endast enstaka påtagligt tvekande djur. På det mobila slakteriet hade djur som föreföll tveka inför drivningen och djur som blev ensamma kvar i inspektionsfällan något längre drivtider än övriga djur. Nervösa djur hade istället längre tider i skjutboxen fram till första skottet och något längre sticktider, vilket kan antyda att de var mer svårhanterliga. Uppenbart tvekande djur hade högre blodnivåer av kortisol, medan nervösa djur hade högst nivåer av glukos och laktat. Kött från nervösa djur hade också högst tryckmotstånd (men inte högst skärsmotstånd). Sannolikt beskriver tryckmotståndet köttets textur på ett tydligare sätt än skärsmotståndet, eftersom mätningen sker på fler fibrer och en större yta. Dessa resultat understryker vikten av en god djurhantering och lugna djur före indrivningen i skjutboxen.

Sambanden mellan väderlek och djurens beteende på det mobila slakteriet var förvånansvärt små. Nötkreatur som från ett mörkt stall kommer ut i starkt dagsljus anses ofta reagera negativt på grund av att de har svårt att se ordentligt innan ögonen har hunnit anpassa sig till ljuset. En förklaring till bristen på sådana effekter i detta projekt kan ha varit att de flesta djur redan hade vistats en stund utomhus innan observationerna påbörjades. Årstiden visades ha ett signifikant samband med sannolikheten för mer än ett stressrelaterat beteende i skjutboxen. Sannolikheten för sådant beteende var lägst under våren, vilket dock inte har någon uppenbar förklaring.

Förhållandena på gårdarna kan antas ha varierat kraftigt i många olika avseenden, även bland de gårdar som levererade till det stationära slakteriet. Andelen av den totala variationen i resultatvariablerna som enligt de statistiska modellerna kunde hänföras till skillnader mellan gårdarna var mellan 5 och 75 %. Störst andelar sågs för risken för högt slutligt kött-pH (75 %), formklassen (72 %), fettklassen (62 %), risken för fler än tre stressbeteenden i drivgången på det mobila slakteriet (44 %), vikt förlusten vid tining (43 %) och köttets skärsmotstånd (42 %), vilket indikerar att dessa resultatvariabler i hög grad påverkades av gårdsrelaterade faktorer, d v s faktorer som varierade mellan gårdarna snarare än inom en och samma besättning. Exempel på gårdsrelaterade faktorer kan ha varit avelsstrategier, inhyningsförhållanden och rutiner för skötsel, utfodring och hantering av djuren på gården, betesrutiner och hälsoläge i besättningen. I mobila slakt tillkommer det mobila slakteriets placering i förhållande till gårdens djurutrymmen (avstånd, solbelysning), markbeskaffenhet och förekomst av föremål och diverse andra störande faktorer utanför slakteriet. I stationär slakt tillkommer istället utlastningsutrymmenas utformning och transportförhållandena (typ av fordon, antal stopp, körsätt, tid). I detta projekt var även det mottagande slakteriet en gårdsrelaterad faktor, eftersom ingen av gårdarna levererade till båda slakterierna.

För de resultatvariabler där andelen variation på gårdsnivå var liten, t ex risken för fler än ett stressbeteende i skjutboxen (7 %) och risken för tydligt stressbeteende i skjutboxen (9 %) kan variationen istället antas bero i första hand på djurfaktorer, d v s sådant som varierade från djur till djur på varje gård. Exempel på sådana faktorer var ras, slaktdjurstyp, ålder och temperament, men även tidpunkt på dagen. Att döma av de skattade andelarna hade gårdsfaktorerna en relativt sett större betydelse för djurens beteende i drivgången på det

mobila slakteriet än på det stationära, medan förhållandet var det omvända när det gällde beteendet i skjutboxen. Orsaken till detta är okänd.

Metodasppekter

Från detta projekt är det inte möjligt att dra säkra slutsatser om skillnader mellan mobil och stationär slakt av nötkreatur i allmänhet, eftersom endast ett slakteri av vardera slaget studerades och dessa inte med säkerhet kan betraktas som representativa för respektive sätt att organisera slakt. De jämförelser som kan göras mellan mobil och stationär slakt gäller således främst just de två specifika slakterier som studerades i projektet. Trots det går det att peka på vissa skillnader och söka förklaringar till dem, samt diskutera förbättringsmöjligheter inom ramen för respektive slaktsystem. De avgörande skillnader mellan slakterierna som kunde påvisas hade att göra med djurens tillstånd innan indrivningen i skjutboxen påbörjades, sättet att driva djuren, omskjutningar, sticktid, slaktkroppsklassificering och kötttextur.

Direkta jämförelser av de två slakterierna kompliceras av att förutsättningarna skiljer sig åt i många avseenden. En förklaring till funna skillnader mellan de två studerade anläggningarna kan vara att djuren hanterades i ett mobilt eller stationärt slaktsystem, vilket är en aspekt som detta projekt avsåg att belysa. Andra tänkbara förklaringar är att lokalerna var olika utformade, att djurmaterialet skiljde sig, att personalen hade olika förutsättningar att utföra arbetet, att arbetstakten var olika, att transport från gården och övernattning endast förekom på det stationära slakteriet, att det mobila slakteriet tillämpade bäckenhängning av slaktkropparna medan det stationära använde akilleshängning, samt – sist men inte minst – att den stationära slakten (inklusive det studerade slakteriet) har en lång historik med utveckling av inredning, utrustning och metoder, medan mobil slakt är en ganska ny företeelse där man kan utgå ifrån att en del utvecklingsarbete återstår.

Observationerna av det stationära slakteriet omfattade endast tiden från det att djuren drevs in i skjutboxen, inte transporten från gården eller en eventuell längre vistelse på slakteriet. Den inverkan som själva slaktransporten och uppställningen kan ha haft kan därför inte bedömas annat än om den påverkade djuren under den tid de senare studerades. Exempelvis behöver inte en övergående stress vid lastningen till transportbilen på gården ha syns på slakteriet. Å andra sidan kan kraftig stress tiden före drivningen till skjutboxen ha påverkat djurens beteende, blodkemin eller köttkvaliteten senare.

Med hjälp av de statistiska modellerna kunde samband mellan olika bakgrundsvariabler (inklusive slakteri) och resultatvariabler beräknas, efter korrigering för alla de andra bakgrundsvariabler som testades. Bakgrundsvariabler som efter testning inte bedömdes ha någon betydande inverkan själva inkluderades inte i modellerna. Modellresultaten ska tolkas som förväntade samband om alla de övriga variablerna i modellerna skulle ha hållits konstanta – vilket sannolikt är det mest rättvisande sättet att uttrycka de studerade effekterna eller sambanden. Exempelvis gäller det skattade sambandet mellan årstid och köttets tryckmotstånd i Figur 97 oavsett slakteri, klockslag, slaktdjurstyp och ålder eftersom dessa variabler ingick i modellen av tryckmotstånd enligt Tabell 3.

Slutsatser och rekommendationer

Detta projekt visar betydelsen av att djuren är lugna när indrivningen i skjutboxen påbörjas, att utformningen av lokaler, drivvägar och utrustning är lämplig och att hanteringen av djuren vid drivningen, bedövningen och avblodningen är korrekt. Det finns förutsättningar för god djurvälstånd och köttkvalitet i såväl mobil som stationär slakt av nötkreatur. Baserat på projektet går inte att säga att djurvälstånden eller köttkvaliteten generellt blir bättre med det ena eller andra sättet att slakta.

Baserat på detta projekt rekommenderas de verksamhetsansvariga att vidta åtgärder för att uppnå följande:

- En minskad andel djur som övernattar på det stationära slakteriet, vilket kan uppnås genom transportoptimering med lämplig mjukvara, parallellt med åtgärder för att förbättra transportförhållandena.
- En förbättrad djurhantering på gårdarna och vid indrivningen i skjutboxen. På det mobila slakteriet behövs väl utformade permanenta drivvägar mellan gårdens stallutrymmen och slakteriet, liksom utbildad gårdspersonal som hanterar djuren. På det stationära slakteriet kan en effektivare indrivning i skjutboxen åstadkommas med en mekanisk påfösargrind.
- En förbättrad utformning av skjutboxen på det mobila slakteriet för att underlätta snabb och korrekt skjutning, länkning och stickning av djuren, minska risken för omskjutning och förkorta sticktiden.
- Möjligheter för personalen att kommunicera mellan insidan och utsidan på det mobila slakteriet och därigenom undvika störande ljud i känsliga drivningssituationer. Detta skulle kunna uppnås med hjälp av en ljussignal på utsidan för att visa att det är klart att driva fram ett nytt djur, alternativt en ljussignal på insidan för att visa att ljudnivån behöver sänkas.
- En mer permanent krets av leverantörer av slaktdjur till det mobila slakteriet för att minska variationen i gårdsförhållandena och slaktdjurskvaliteter samt förbättra möjligheterna att skapa väl fungerande rutiner inför slakt på gårdarna.

Framtida forskning om djurvälstånd och köttkvalitet i småskalig och mobil slakt bör beakta betydelsen av transport från gården till slakteriet, uppställning på slakteriet, drivningsmetoder samt olika sätt att behandla slaktkropparna. Bedövningskvaliteten bör bedömas när så är möjligt.

Referenser

- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: a theory of planned behavior. I: (J. Kuhl och J. Beckman, red.), *Action-control: From Cognition to Behavior*. Springer, Heidelberg, Tyskland, s 11–39.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Org. Behav. Human Dec. Process.* 50, 179–211.
- Algers, A., Algers, B., Franzén, U., Lindencrona, M., Moen, O., Ohnell, S., Waidringer, J. och Wiberg, S. (2006). *Logistik i samband med transport till slakt. Livsmedel och miljö – optimerade djurtransporter. En förstudie*. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Rapport 10. Tillgänglig på:
https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjKlozTzf3ZAhUDkSwKHcsJBDkQFgg_MAA&url=https%3A%2F%2Fpeople.ifm.liu.se%2Funwen%2Fdjurskydd%2FRapport_10_logistik_skara.pdf&usg=AOvVaw1HszSdCr1Oew_Vrf2bLU4I (besökt 2018-03-21).
- Algers, B., Anil, H., Blokhuis, H., Fuchs, K., Hultgren, J., Lambooij, B., Nunes, T., Paulsen, P. och Smulders, F. (2009). Final report on Project to develop Animal Welfare Risk Assessment Guidelines on Stunning and Killing. Project developed on the proposal CFP/EFSA/AHAW/2007/01. Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Rapport. Tillgänglig på:
www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/11e.htm (besökt 2018-03-21).
- Arvidsson Segerkvist, K. (2016). Slutrapport för projektet Hur påverkas ungnöt av övernattnig på slakteriet? Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Rapport. Tillgänglig på: <https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-miljo-halsa/forskning/forskningsprojekt/hur-paverkas-ungnot-och-lamm-av-att-overnatta-pa-slakteriet/> (besökt 2018-03-23).
- Atkinson, S. (2007). Development of a Stun Quality Audit for pigs and cattle at Slaughter. 5-day SANCO Workshop on Animal Welfare During Slaughter and Killing (European Commission Initiative on Better Training for Safer Food), Zagreb, Kroatien. Presentation.
- Atkinson, S. (2009). Assessing cattle welfare at stunning. *Proceedings of 43rd Congress of the International Society for Applied Ethology*. Cairns, Australien, 6-10 juli 2009, s 79–79.
- Atkinson, S. och Algers B. (2009). Cattle welfare, stun quality and efficiency in 3 abattoirs using different designs of stun box loading, stun box restraint, and weapons. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Projektrapport.
- Atkinson S., Velarde A. och Algers B. (2013). Assessment of stun quality at commercial slaughter in cattle shot with captive bolt. *Animal Welfare* 22, 473–481.
- Berg, C. och Axelsson, T. (2010). *Djurskydd vid slakt – ett kontrollprojekt*. Livsmedelverket, Uppsala. Rapport 16. Tillgänglig på:
<https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwibvj1jpHaAhXJ3iwKHQn0BI0QFgg7MAA&url=https%3A%2F%2Fwww.upphandlingsmyndigheten.se%2Fglobalassets%2Fupphandling%2Fhallbarhet%2Fdjurskydd-vid-slakt-livsmedelsverket-2010-16.pdf&usg=AOvVaw0fYWPLPu0F-yB8FIGqDA4R> (besökt 2018-03-29).
- Bourne, M.C. (2002). *Food texture and viscosity. Concept and measurement*. Academic Press, London.
- Bunzel-Druke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. och Zimball, O. (2009). *Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung – “Wilde Weiden”* [Riktlinjer för utomhushållning året runt i naturskydd och landskapsutveckling]. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz in Kreis Soest e.V., Bad Sassendorf-Lohne, Tyskland. Rapport. Tillgänglig på:
<http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiExOOuKJHaAhVGh6YKHWaSA10QFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.abu-naturschutz.de%2Fprojekte%2Fabgeschlossene-projekte%2Fqwilde-weidenq.html&usg=AOvVaw236opqOdw4rvA7MSWtLL5v> (besökt 2018-03-29).
- del Campo, M., Brito, G., de Lima, J.S., Hernandez, P. och Montossi, F. (2010). Finishing diet, temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. *Meat Science* 86, 908-914.
- CIE (2004a). A colour appearance model for colour management systems: CIECAM02. International

- Commission on Illumination. Rapport CIE 159:2004, 15 s.
- CIE (2004b). Colorimetry. Technical Report. International Commission on Illumination. Rapport CIE 15:2004, 3:e uppl., 72 s. Available at: https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiXvpDDlpHaAhWLiAYKHbAID1sQFggtMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.cdvplus.cz%2Ffile%2F3-publikace-cie15-2004%2F&usg=AOvVaw07P_bu1lCouGh9V1gCTPOG (accessed 28 March 2018).
- Clerjon, S. och Damez, J.-L. (2007). Microwave sensing for meat and fish structure evaluation. *Meas. Sci. Technol.* 18, 1038–1045.
- Cockram, M. och Corley, K.T.T. (1991). Effect of pre-slaughter handling on the behaviour and blood composition of beef cattle. *British Veterinary Journal* 147, 444–454.
- Coleman, G.J., McGregor, M., Hemsworth, P.H., Boyce, J. och Dowling, S. (2003). The relationship between beliefs, attitudes and observed behaviours of abattoir personnel in the pig industry. *Applied Animal Behaviour Science* 82, 189–200.
- Coleman, G.J., Rice, M. och Hemsworth, P.H. (2012). Human–animal relationships at sheep and cattle abattoirs. *Anim. Welfare* 21 (Suppl. 2), 15–21.
- Crookshank, H.R., Elissalde, M.H., White, R.G., Clanton, D.C. och Smalley, H.E. (1979). Effect of transportation and handling of calves upon blood serum composition, *Journal of Animal Science* 48, 430.
- Dalla Villa, P., Marahrens, M., Velarde Calvo, A., Di Nardo, A., Kleinschmidt, N., Fuentes Alvarez, C., Truar, A., Di Fede, E., Otero, J.L. och Müller-Graf, C. (2009). Technical report submitted to EFSA. Project to develop Animal Welfare Risk Assessment Guidelines on Transport. Project developed on the proposal CFP/EFSA/AHAW/2008/02. IZSAM G. Caporale Collaborating Centre for Veterinary Training, Epidemiology, Food Safety and Animal Welfare, Teramo, Italien och Världsförbundet för djurhälsa, Paris. Rapport. Tillgänglig på: www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/21e.htm (besökt 2018-03-21).
- Damez, J.-L. och Clerjon, S. (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science* 80, 132–149.
- Dunn, C.S. (1990). Stress reaction of cattle undergoing ritual slaughter using two methods of restraint. *Veterinary Record* 126, 522–525.
- Edwards, L.N., Engle, T.E., Correa, J.A., Paradis, M.A., Grandin, T. och Anderson, D.B. (2010). The relationship between exsanguinated blood lactate concentration and carcass quality in slaughter pigs. *Meat Science* 85, 435–440.
- EFSA (2004). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals (Question no. EFSA-Q-2003-093). European Food Safety Authority, Parma, Italien. Rapport. Tillgänglig på: www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/45.htm (besökt 2018-03-21).
- Enfält, L., Hesse, A., Pickova, J., Sampels, S., Karlsson, J. och Lundström, K. (2006). Bete och vallfoder ger nyttigare kött. Fakta Jordbruk, nr 2. Sveriges Lantbruksuniversitet. Faktabladd.
- Europeiska rådet (2009). Rådets förordning (EG) nr 1099/2009 av den 24 september 2009 om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning.
- Ewbank, R., Parker, M.J. och Mason, C.W. (1992). Reactions of cattle to head restraint at stunning: A practical dilemma. *Animal Welfare* 1, 55–63.
- Ferguson, D.M., Bruce, H.L., Thompson, J.M., Egan, A.F., Perry, D. och Shorthose, W.R. (2001). Factors affecting beef palatability - farmgate to chilled carcasses. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 879–891.
- Ferguson, D.M. och Warner, R.D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science* 80, 12–19.
- Fällström, M. (2011). Nötkreatur som övernattar på slakteri – effekter på beteende vid drivning och bedövning. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Examensarbete 2011:41. Tillgängligt på: <https://stud.epsilon.slu.se/2605/> (besökt 2018-03-21).
- Gallo, C., Lizondo, G. och Knowles, T.G. (2003). Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record*, 152, 361-364.

- Grandin, T. (1996). Factors that impede animal movement at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 209, 757–759.
- Grandin T. (1997a). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75, 249–257.
- Grandin, T. (1997b). The design and construction of facilities for handling cattle. *Livest. Prod. Sci.* 49, 103–119.
- Grandin, T. (1998). Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants. *JAVMA* 212, 36–39.
- Grandin, T. (2013). Making slaughterhouses more humane for cattle, pigs, and sheep. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2013, 491–512.
- Gregory, N.G. och Grandin, T. (2007). *Animal welfare and meat production. 2:a uppl.*, CABI Publishing, Wallingford, Storbritannien.
- Gregory, N.G., Lee, C. och Widdecomb, J.P. (2007). Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt. *Meat Science* 77, 499–503.
- Gregory, N. och Shaw, F. (2000). Penetrating captive bolt stunning and exsanguination of cattle in abattoirs. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 3, 215–230.
- Hambrecht, E., Eissen, J.J. och Versteegen, M.W.A. (2003). Effect of processing plant on pork quality. *Meat Science* 64, 125–131.
- Hannula, T. och Puolanne, E. (2004). The effect of cooling rate on beef tenderness: the significance of pH at 7 °C. *Meat Science* 67, 403–408.
- Hemsworth, P.H., Rice, M., Karlen, M.G., Calleja, L., Barnett, J.L., Nash, J. och Coleman, G.J. (2011). Human–animal interactions at abattoirs: relationships between handling and animal stress in sheep and cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 135, 24–33.
- Huertas, S.M., Gil, A.D., Piaggio, S.M. och van Eerdenburg, F.J.C.M. (2010). Transportation of beef cattle to slaughter- houses and how this relates to animal welfare and carcass bruising in an extensive production system. *Animal Welfare* 19, 281–285.
- Hultgren, J., Algers, B., Atkinson, S., Ellingsen, K., Eriksson, S., Hreinsson, K., Nordensten, L., Valtari, H. och Mejdell, C. (2016). Risk assessment of sheep welfare at small-scale slaughter in Nordic countries, comparing with large-scale slaughter. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58:34, 1-11.
- Hultgren, J., Wiberg, S., Berg, L., Cvek, K. och Lunner Kolstrup, C. (2014). Cattle behaviours and stockperson actions related to impaired animal welfare at Swedish slaughter plants. *Applied Animal Behaviour Science* 152, 23–37.
- Håkansson, N., Flisberg, P., Algers, B., Jonsson, A., Rönnqvist, M. och Wennergren, U. (2016), Improvement of animal welfare by strategic analysis and logistic optimisation of animal slaughter transportation. *Animal Welfare* 25, 255-263.
- Jacob, R.H., Pethick, D.W., Ponnampalam, E., Speijers, J. och Hopkins, D.L. (2006). The hydration status of lambs after lairage at two Australian abattoirs. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46, 909-912.
- Janzekovic, M., Vindis, P., Stajko, D. och Brus, M. (2010). Polar Sport Tester for cattle heart rate measurements. I: (Fuerstner, I., red.). *Advanced Knowledge Application in Practice*, kap 9, s 157–172. InTech.
- Jarvis, A.M., Messer, C.D.A. och Cockram, M.S. (1996). Handling, bruising and dehydration of cattle at the time of slaughter. *Animal Welfare* 5, 259–270.
- Jones, S.D.M., Schaefer, A.L., Robertson, W.M. och Vincent, B.C. (1990). The effects of withholding feed and water on carcass shrinkage and meat quality in beef-cattle. *Meat Science* 28, 131-139.
- Jordbruksverket (2010). *Statens Jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om transport av levande djur*, SJVFS 2010:2, saknr L 5. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket (2012). *Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om slakt och annan avlivning av djur*, SJVFS 2012:27, saknr L 22. Jordbruksverket, Jönköping.
- Kirton, A.H., Paterson, D.J. och Duganzic, D.M. (1972). Effect of pre-slaughter starvation in cattle. *Journal of Animal Science* 34, 555-559.
- Knowles, T.G. (1999). A review of the road transport of cattle. *Veterinary Record* 144, 197-201.

- Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Kestin, S.C., Rhind, S.M.; Edwards, J.E., Anil och M.H., Dolan, S.K. (1993). Long distance transport of lambs and the time needed for subsequent recovery. *Veterinary Record* 133, 286-293.
- Lay, D.C., Friend, T.H., Bowers, C.L., Grissom, K.K. och Jenkins, O.C. (1992). Behavioral and physiological effects of freeze and hot-iron branding using dairy cows. *Journal of Animal Science* 70, 1121.
- Liste, G., Miranda-de la Lama, G.C., Campo, M.M., Villarroel, M., Muela, E. och Maria, G.A. (2011). Effect of lairage on lamb welfare and meat quality. *Animal Production Science* 51, 952-958.
- Liu, H.W., Zhong, R.Z., Zhou, D.W., Sun, H.X. och Zhao, C.S. (2011). Effects of lairage time after road transport on some blood indicators of welfare and meat quality traits in sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 96, 1127-1135.
- Locker, R.H. och Hagyard, C.J. (1963). A cold shortening effect in beef muscles. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 14, 787-793.
- Lundesjö Ahnström, M., Hessle, A., Johansson, L. och Hunt, M.C. (2012). Influence of slaughter age and carcass suspension on meat quality in Angus heifers. *Animal* 6:9, 1554-1562.
- Lundesjö Ahnström, M., Hessle, A., Johansson, L., Hunt, M.C. och Lundström, K. (2009). Influence of carcass suspension on meat quality of Charolais heifers from two sustainable feeding regimes. *Animal* 3:6, 906-913.
- Mitchell, G., Hattingh, J. och Ganhao, M. (1988). Stress in cattle assessed after handling, after transport and after slaughter. *Veterinary Record* 123, 201-205.
- Moen, O., Algers, B. och Waidringer, J. (2009). Planning, operations and control to assure good animal welfare in transportation to slaughter. Application of modern logistics in EU. Proceedings of XIV Congress of the International Society for Animal Hygiene, Vechta, Tyskland, 19-23 juli 2009.
- NMKL NordVal International (1989). Fett. Bestämning enligt SBR (Schmid-Bondzynski-Ratslaff) i kött och köttvaror. Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler, Kongens Lyngby, Danmark. Rapport NMKL 131.
- Petherick, J.C., Doogan, V.C., Venus, B.K., Holroyd, R.G. och Olsson, P. (2009). Quality of handling and holding yard environment, and beef cattle temperament: 2. Consequences for stress and productivity. *Applied Animal Behaviour Science* 120, 28-38.
- Pregibon, D. 1980. Goodness of link tests for generalized linear models. *Applied Statistics* 29, 15-24.
- Probst, J.K., Hillmann, E., Leiber, F., Kreuzer, M. och Spengler Neff, A. (2013). Influence of gentle touching applied few weeks before slaughter on avoidance distance and slaughter stress in finishing cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 144, 14-21.
- Scanga, J.A., Belk, K.E., Tatum, J.D., Grandin, T. och Smith, G.C. (1998). Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *Journal of Animal Science* 76, 2040-2047.
- Shaw, F.D. och Tume, R.K. (1992). The assessment of preslaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents – a review of recent work. *Meat Science* 32, 311-329.
- Shen, Q.W., Du, M. och Means, W.J. (2009). Regulation of postmortem glycolysis and meat quality. I: (Du, M. och McCormick, R.J., red.). *Applied Muscle Biology and Meat Science*, s 175-194. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Skog Eriksen, M., Rødbotten, R., Grøndahl, A.M., Friestad, M., Andersen, I.L. och Mejdell, C.M. (2013). Mobile abattoir versus conventional slaughterhouse – Impact on stress parameters and meat quality characteristics in Norwegian lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 149, 21-29.
- Stermer, R.A., Camp, T.H. och Stevens, D.G. (1981). Heart rate as an indicator of stress in marketing feeder cattle. *Journal of Animal Science*, suppl. 1, 132.
- Tume, R.K. och Shaw, R.D. (1992). Beta-endorphin and cortisol concentrations in plasma of blood samples collected during exsanguinations of cattle. *Meat Science* 31, 211.
- Warner, R.D., Ferguson, D.M., Cottrell, J.J. och Knee, B.W. (2007). Acute stress induced by the preslaughter use of electric prodders causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47, 782-788.

- Warren, L.A., Mandell, I.B. och Bateman, K.G. (2010). Road transport conditions of slaughter cattle: Effects on the prevalence of dark, firm and dry beef. *Canadian Journal of Animal Science* 90, 471–482.
- Warriss, P.D. (1990). The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science* 28, 171–186.
- Welfare Quality® (2009). Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Nederländerna.
- von Wenzlawowicz, M., von Holleben, K. och Eser, E. (2012). Identifying reasons for stun failures in slaughterhouses for cattle and pigs: a field study. *Animal Welfare* 21, suppl. 2, 51-60.
- Wiberg, S. (2012). Slaughter – Not Only About Animals. An Interdisciplinary Study of Handling of Cattle at Slaughter. Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Licentiatavhandling. Tillgänglig på: <https://pub.epsilon.slu.se/8993/> (besökt 2018-03-28).
- Wythes, J.R. och Shorthose, W.R. (1984). Marketing cattle: its effects on liveweight, carcasses and meat quality. Australian Meat Research Committee Review no. 46, AMRC, Sydney, Australien.
- Zavy, M.T., Juniewicz, P.E., Phillips, W.A. och von Tungeln, D.L. (1992). Effects of initial restraint, weaning and transport stress on baseline and ACTH stimulated cortisol responses in beef calves in different genotypes. *American Journal of Veterinary Research* 53, 551.

Tack

Författarna vill framföra ett varmt tack till de två medverkande slakteriföretagen för möjligheten att utföra projektet, framför allt till den personal som på olika sätt bistod i samband med datainsamlingen vid drivningen, slakten och styckningen. Thomas Lyck, tidigare anställd vid det mobila slakteriföretaget, bidrog med värdefull information och idéer i projektets inledning. Marco Berta, Marlene Svensson och Emma Bragd på RISE Research Institutes of Sweden, Jordbruk och livsmedel utförde analyser av köttprover.

Projektet finansierades genom donationer från Marie-Claire Cronstedts Stiftelse och Svenska Djurskyddsföreningen. Basen AB och Caroline Ankarcrona bidrog med medel till köttanalyserna. De köttprover som togs på det mobila slakteriet bekostades av slakteriföretaget.

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 5-20 poäng. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.hmh.slu.se

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida: www.slu.se/husdjurmiljohalsa

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and Health
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage: www.slu.se/husdjurmiljohalsa*
