Gasping som indikator på otillräcklig bedövningskvalitet vid slakt av gris

Vendela Axberg Algotsson

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2026



Gasping som indikator på otillräcklig bedövningskvalitet vid slakt av gris

Gasping as an indicator of insufficient stun quality during slaughter of pigs

Vendela Axberg Algotsson

Handledare:	**Josefine Jerlström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd**
Bitr. handledare:	Lotta Berg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Examinator:	Anna Wallenbeck, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod:	EX1003
Program/utbildning:	Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2026
Omslagsbild:	Jerlström, J. *Grisar som sover*.

Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd. Bilder och figurer är gjorda av författaren om inte annat anges.

Nyckelord:	gris, bedövning, koldioxid, CO_2, slakt, indikator, gasping, gagging, djurvälfärd

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Vid slakt av gris i Sverige sker bedövningen främst med koldioxid (CO_2) i hög koncentration (≥ 80 %). Bedövning vid slakt är lagstadgat och viktigt för att säkerställa ett gott djurskydd, och undvika att djuren utsätts för onödigt lidande. Syftet med bedövningen är att göra djuren djupt medvetslösa innan avblodningen och fram tills dess att de dött av blodförlust. För att kontrollera att bedövningen är effektiv, d.v.s. bedövningskvalitet, behöver slakteripersonalen övervaka och bedöma djuren för förekomst av beteenden och reflexer, som indikerar närvaro eller frånvaro av medvetande. Som indikatorer är gasping och gagging även beskrivna som tecken på otillräcklig bedövning, men definitionerna av dessa begrepp är inte entydiga i den vetenskapliga litteraturen. Syftet med den här studien var att undersöka tillförlitligheten på gasping och gagging som indikatorer på bedövningskvalitet.

I studien utfördes dels en litteraturstudie, dels en observationsstudie på ett kommersiellt svenskt grisslakteri. Totalt observerades och bedömdes 480 grisar med avseende på indikatorer som tyder på otillräcklig bedövningskvalitet efter bedövning med CO_2. Av dessa observerades 19 (4 %) av grisarna med någon indikator på otillräcklig bedövningskvalitet, inklusive regelbunden och oregelbunden gasping. Av grisarna som observerades i studien uppvisade tre (0,6 %) positiv cornealreflex. Gagging observerades inte hos någon av grisarna som studerades. Både gasping och gagging beskrivs båda i litteraturen med varierande definition, vilket gör användbarheten av dessa otydlig i praktiken. En del av litteraturen visar samtidigt att gasping är en relativt vanligt förekommande indikator som kan vara användbar vid bedömning av bedövningskvaliteten. Samband mellan gasping eller gagging och andra indikatorer har inte kunnat fastställas i observationsstudien. Framtida studier på grisar bör syfta till att definiera vad gasping och gagging har för betydelse vid bedövning med CO_2.

Nyckelord: gris, bedövning, slakt, koldioxid, CO_2, slakt, indikator, gasping, gagging, djurvälfärd

Abstract

Slaughter of pigs in Sweden most often use carbon dioxide (CO_2) in high concentrations (≥ 80%) för stunning. Stunning at slaughter is regulated by law and is important to ensure a good animal welfare, and to prevent unnecessary suffering of the animals. The aim of stunning is to make the animals deeply unconscious prior to exsanguination, and until they are dead through bleeding. To make sure the stunning is effective, the staff of the abattoir needs to monitor and evaluate the animals för behaviors and reflexes related to presence or absence of consciousness. Gasping and gagging are also described as signs of insufficient stunning, but definitions of these indicators are vague. The purpose of this study was to evaluate the reliability of gasping and gagging as indicators of insufficient stunning.

In this study a literary review and an observational study at a commercial Swedish abattoir was conducted. In total 480 CO_2 stunned pigs were observed and evaluated for indicators related to insufficient stunning. Among the observed pigs, 19 (4%) showed indicators of insufficient stunning quality, including regular and irregular gasping. Out of the 19 individuals, three was observed with corneal reflex. Gagging was not observed in any of the individuals included in the study. Both gasping and gagging varied in definition in previous studies end therefore the usefulness of the behaviors as indicators in practice is unclear. At the same time, some literature has shown gasping to be a relatively common indicator with some usefulness for evaluating stunning quality. It was not possible to establish any connection between gasping or gagging and other indicators, in the observational study. Future studies on pigs needs to aim to define gasping and gagging and their usefulness when stunning with CO_2.

Keywords: pig, stun, slaughter, carbon dioxide, CO_2, slaughter, gasping, gagging, animal welfare

Innehållsförteckning

Figurförteckning **9**

Förkortningar **10**

1. Inledning **11**

2. Litteraturöversikt **13**

2.1 Slaktprocessen för gris i Sverige 13

2.1.1 Koldioxidbedövning 14

2.2 Bedömning av bedövningskvalitet 15

2.2.1 Kroppsrörelser 16

2.2.2 Regelbunden andning 17

2.2.3 Gasping 17

2.2.4 Gagging 19

2.2.5 Ögonrörelser 20

2.3 Samband mellan olika indikatorer 21

2.4 Djurvälfärd och djurskydd vid slakt 22

2.4.1 Lagstiftning och regelverk vid slakt 23

2.4.2 Alternativa typer av gasbedövning 24

3. Material och metod **26**

3.1 Litteraturstudie 26

3.2 Observationsstudie på slakteri 26

3.2.1 Utformning av protokoll för att bedöma bedövningskvalitet 26

3.2.2 Datainsamling 28

3.3 Hantering av rådata och analysmetod 29

4. Resultat **31**

4.1 Resultat från observationsstudien 31

4.1.1 Oregelbunden och regelbunden gasping 31

4.1.2 Gagging 33

4.1.3 Ögonrörelser och bensparkar 33

5. Diskussion **34**

5.1 Definition och beskrivning av gasping 34

5.2 Definition och beskrivning av gagging 36

5.3 Indikatorer tillsammans 37

5.4 Förutsättningar för bedövning med gas 38

5.5 Metoddiskussion och förslag på frågeställningar i framtida forskning 39

5.6 Slutsats 40

Referenser **41**

Populärvetenskaplig sammanfattning **48**

Tack **50**

Figurförteckning

Figur 1. Illustration av paternoster-system vid bedövning av gris. Grisar drivs in i en korg och förs sedan ner i gasen för att komma upp och ut på andra sidan efter bedövningen. I ett system finns flera korgar där samtliga roterar tillsammans (Jerlström 2025:39). 28

Figur 2. Illustration av grisar som är upphängda efter bedövning. Grisen till höger uppvisar gasping som har böjt fram huvudet mellan framben och har öppnat mer på munnen. 29

Figur 3. Antal grisar med otillräcklig bedövningskvalitet. Observerade indikatorer på otillräcklig bedövningskvalitet av totala antalet observerade grisar (n=480). ... 31

Figur 4. Andel grisar med otillräcklig bedövningskvalitet innan och efter sticket. Observerade indikatorer på otillräcklig bedövningskvalitet av totala antalet observerade grisar (n=480) 32

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
Ar	Argon
CO_2	Koldioxid
EEG	Elektroencefalogram
EFSA	European Food Safety Authority
He	Helium
N_2	Kvävgas
PSE	Pale soft exudative
WOAH	World Organization for Animal Health

1. Inledning

Årligen slaktas omkring 2,5 miljoner grisar i Sverige (Jordbruksverket 2024). Med slakt menas avlivning av djur som är ämnade att bli livsmedel, genom avblodning (Rådets förordning 1099/2009, Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om slakt och annan avlivning av djur 2019:8). Avlivningsprocessen består av två huvudsakliga delar, först bedövning för att göra djuren djupt medvetslösa och sedan avblodning som leder till eller säkerställer död genom blodförlust. Vid slakt av gris används huvudsakligen bedövning med elektricitet eller koldioxid (CO_2) (Wallgren et al. 2021). Bedövning med CO_2 används ofta på medelstora och större slakterier, med anledning av metodens praktiska fördelar att kunna bedöva flera individer samtidigt i grupp och utan större behov av att driva eller fixera grisarna enskilt (Bouwsema & Lines 2019).

I samband med bedövning och avblodning ska personalen på slakteriföretaget regelbundet kontrollera eventuella tecken på medvetande hos djuren fram till dess att de har dött (Rådets förordning 1099/2009). Personalen ska ha relevant utbildning i hantering, fixering, bedövning och avblodning av djur, samt ett kompetensbevis som styrker detta. Företaget ska även ha en utarbetad plan för vad som ska göras vid tecken på kvarstående medvetande, samt en tillgänglig reservmetod för ombedövning. Vid tecken på otillräcklig bedövning ska åtgärder vidtas omedelbart, vanligen genom ombedövning, för att minimera och förkorta lidandet (Rådets förordning 1099/2009). Likaså ska ett djur som misstänks inte ha dött ombedövas och avblodas omgående enligt Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2019:8). Varje slakteri ska ha standardrutiner där det ska framgå hur kontrollen och övervakningen av bedövningskvaliteten genomförs (Rådets förordning 1099/2009). Bedövningskvalitet beskriver hur effektivt bedövningen har gjort djuren medvetslösa. Indikatorer på bedövningskvalitet är vanligtvis tecken på medvetande eller frånvaro av reflexer och beteenden som annars skulle indikera en grad av medvetande.

Gasping och gagging är indikatorer som används för att bedöma bedövningskvaliteten vid bedövning med CO_2 på gris. Gasping innebär att grisen drar efter andan med en hastig indragning av luft (Jerlström et al. 2025) och gagging beskrivs som öppning och stängning av munnen med lågfrekventa ljud (Atkinson et al. 2020; Lindahl et al. 2025). Det råder i viss utsträckning skilda uppfattningar inom forskningen kring betydelsen av dessa indikatorer och hur de definieras, samt hur de ska bedömas och tolkas i praktiken i relation till bedövningskvaliteten. Denna problemställning ämnade det här arbetet att undersöka.

Det övergripande syftet med den här studien var att undersöka tillförlitligheten på gasping och gagging som indikatorer på bedövningskvalitet vid slakt av gris utifrån frågeställningarna;

1. Hur definieras gasping och gagging som indikatorer på bedövningskvalitet vid bedövning av gris i den vetenskapliga litteraturen?

2. Hur bedöms gasping och gagging i praktiken?

3. Finns det ett samband mellan gasping eller gagging och andra indikatorer?

Hypotesen var att både gasping och gagging kan användas som tillförlitliga indikatorer för att underlätta bedömningen av bedövningskvaliteten i praktiken, samt utgöra tidiga indikatorer på att bedövningen inte har gjort djuren medvetslösa på ett fullgott sätt.

2. Litteraturöversikt

2.1 Slaktprocessen för gris i Sverige

Slakterier ska följa de regler som är ämnade att skydda djur mot onödigt lidande vid slakt (SJVFS 2019:8). I Sverige ska alla djur som slaktas bedövas innan föregående avblodning enligt djurskyddslagen (SFS 2018:1192). Tillåtna bedövningsmetoder på gris är bultpistol, hagelgevär, kulvapen, elektricitet och CO_2 (SJVFS 2019:8). Syftet med bedövningen är att framkalla medvetslöshet och upphörd förmåga att känna smärta, något som ska upprätthållas till dess att djuret är dött genom blodförlust (Rådets förordning 1099/2009). Tiden från bedövning fram till start av avblodning, kallat sticktiden, bör hållas så kort som möjligt, samt anpassas till slakteriets förutsättningar, för att säkerställa att medvetande inte återkommer och för att skydda djuren från onödigt lidande (Jerlström et al. 2025). Det är även centralt att ha en effektiv avblodningsteknik med tillräckligt stickhål och tillräcklig genomskärning av blodkärl för en effektiv avblodningsprocess (Anil et al. 2000).

Om möjligt bör bedövningsmetoden orsaka omedelbar medvetslöshet och insensibilitet, utan aversion (EFSA 2004). Det är dock ett känt problem att bedövning med CO_2 leder till aversiva reaktioner hos grisar (Raj & Gregory 1995; Wallgren et al. 2021). Aversionsbeteende kan ses som flyktbeteende när grisen försöker undvika gasen, vilket sker för nästan samtliga grisar under bedövning med CO_2 vid 90 % (Atkinson et al. 2020). Inandning av CO_2 kan leda till smärta i luftvägarna och andningspåverkan initialt i bedövningen, vilket yttras i beteenden som hyperventilation (Raj & Gregory 1996), gasping och huvudrörelser (Rodríguez et al. 2008; Atkinson et al. 2020). Även vid normala förhållanden, när metoden genomförs på ett korrekt sätt, leder den höga koncentrationen CO_2 till att stresshormoner (katekolaminer) och laktat utsöndras i kroppen, vilka kan mätas från blodet som ett mått på stressnivån hos djuren (van der Wal 1978; Edwards et al. 2010). Katekolaminer och laktat påverkar även metabolismen och kan inverka på pH i muskulaturen, vilket i sin tur kan leda till en sämre köttkvalitet (van der Wal 1978). Köttkvaliteten påverkas även av konvulsioner som djuren gör i samband med bedövningsprocessen (van der Wal 1978). Av den anledningen kan en kortare bedövning generellt ge en bättre köttkvalitet.

Andra faktorer tycks också spela en roll för grisens nivå av stress under slakt och dess effekt på köttkvaliteten, såsom genetisk bakgrund och tidigare hantering (Terlouw 2005). Bedövningsmetoden kan påverka köttkvaliteten på olika sätt eftersom olika metoder ger olika fysiologiska effekter på djuren (Velarde et al. 2000b). Kvaliteten kan bedömas utifrån faktorer som köttets färg, mängden

blödningar, förändring i pH och förekomst av kött som är blekt, mjukt och vattnigt (pale soft exudative, PSE). Vid jämförelse mellan bedövning med elektricitet och CO_2 hos gris, ses PSE och blödningar i större utsträckning vid elbedövning (Velarde et al. 2000b). Frakturer och blödningar i muskulaturen kan också vara en effekt av bedövningsmetoden och ses i högre utsträckning vid elbedövning i jämförelse med CO_2 (Marcon et al. 2019). Variation i koncentration och exponeringstid för CO_2 kan också påverka köttkvaliteten, där en bättre köttkvalitet har observerats vid högre koncentration CO_2 (Nowak et al. 2007).

2.1.1 Koldioxidbedövning

Det finns rekommendationer och krav på slakteriföretaget vad gäller bedövning med CO_2 (Rådets förordning 1099/2009). Exempelvis ska bedövningen ske i en kontrollerad atmosfär med koncentration på minst 80 %, och utrustning i övrigt ska vara väl anpassade för ändamålet. Utöver det ska slakteriföretaget införa standardrutiner, vilka är i förväg bestämda rutiner för hur verksamheten på slakteriet ska genomföras, och hur den utförs med avseende på djurskyddet. I standardrutinerna ska det finnas beskrivet vilka inställningar (t.ex. temperatur på gas, koncentration CO_2, exponeringstid) som ska uppfyllas för en effektiv bedövning med den utrustning som används. Dessutom ska det ingå i standardrutinerna hur bedövningskvaliteten ska bedömas och vilka åtgärder som ska genomföras vid förekomst av avvikelser i bedövningskvaliteten. Vid förekomst av otillräckligt bedövade grisar ska ombedövning ske, och det sker främst i form av mekanisk bedövning med bultpistol (Wallgren et al. 2021) vilket orsakar ett slag och penetration av skallen som leder till irreversibla hjärnskador och efterföljande medvetslöshet (Rådets förordning 1099/2009). Utöver detta är slakteriföretaget ansvariga för underhåll av bedövningsutrustningen, vilket även ska dokumenteras och journalföras. Bedövningsutrustningen ska regelbundet kalibreras och gaskoncentrationen och exponeringstiden ska registreras (SJVFS 2019:8).

Bedövning med hög koncentration CO_2 orsakar acidos (lågt pH i blodet) och sekundärt även sänkt pH i cerebrospinalvätskan kring hjärnan och ryggmärgen, vilket leder till medvetslöshet (Rodríguez et al. 2008). Exakt när i processen som medvetslöshet inträffar kan variera något. European Food Safety Authority (EFSA 2004) har rapporterat att det vanligtvis sker inom 30 sekunder från bedövningens start och Raj (1999) att det tar mellan 16-36 sekunder, medan Rodríguez et al. (2008) visade att det kan ta närmare en minut, beroende på hur snabbt grisarna utsätts för maxkoncentration i gasen. En lägre koncentration CO_2, t. ex. vid jämförelse mellan 80 och 95 %, leder till att det tar längre tid för grisarna att bli medvetslösa (Verhoeven et al. 2016). I studien av Verhoeven et al. (2016) har medvetslöshet identifierats med elektroencefalogram (EEG) som visualiserar

hjärnaktivitet genom elektroder på grisens huvud. Dock kan avläsningen kompliceras av störningar när grisarna rör på sig.

Andra faktorer som kan påverka när medvetslöshet inträffar är variation i koncentration och exponeringstid. Nowak et al. (2007) rapporterade lägre nivå av stress och förekomst av reflexer hos grisar som utsatts för hög koncentration CO_2 och under en längre tid. En annan faktor som kan påverka stressnivån och till viss grad aversion hos grisarna är hanteringen av djuren inför bedövningen (Jongman et al. 2021). Antalet grisar som bedövas samtidigt och exponeringstid varierar med bedövningsutrustningen och inställningar som används, vilket leder till varierad effekt (EFSA 2004).

2.2 Bedömning av bedövningskvalitet

En tillräckligt bedövad gris ska falla ihop och vara avslappnad i hela kroppen och benen efter bedövning med CO_2 (Velarde et al. 2000b). Tecken på medvetslöshet hos gasbedövade grisar är utöver det slappa öron och frånvaro av käktonus, vilket lättast ses när grisen är upphängd (EFSA 2013). Slakteriföretaget ska övervaka bedövningskvaliteten i enlighet med gällande lagstiftning och med dess egna standardrutiner (Rådets förordning 1099/2009). Personalen ska ha fortsatt övervakning av bedövningen även efter att avblodning har påbörjats, eftersom medvetslöshet ska bibehållas fram till dess att djuret har dött. Därefter ska djuren okulärt kontrolleras att de är döda innan vidare åtgärder får genomföras (SJVFS 2019:8). Döden inträffar hos ett djur när hjärtats och hjärnans aktivitet har upphört till följd av avblodning och är irreversibelt (EFSA 2004, Jerlström 2014, Newhook & Blackmore 1982). Att utvärdera när dödstillfället inträffar kan dock kompliceras av svårigheter att praktisk bedöma (lyssna eller känna) för hjärtstopp i praktiken på slakteri. Därför bör en sammanställd information från djuren användas, gällande kroppshållning, frånvaro av reflexer samt att tillräcklig tid förflutit efter avblodning (SCAW 2017). För gris kan det enligt studien av Jerlström (2014) ta ungefär tre minuter, men ibland ännu längre, innan hjärtat slutat slå efter avblodning.

Det förekommer att bedövningen misslyckas med att göra djuren helt medvetslösa, eller att djuren successivt hinner återfå medvetandet innan det har dött av blodförlust (Wenzlawowicz et al. 2012) vilket innebär en djurvälfärdsrisk (Atkinson et al. 2012). Fysiska indikatorer kan användas för att utvärdera effekten av CO_2-bedövning på grisar (Raj 1999; Atkinson et al. 2012), exempelvis avsaknad av reflexer som tecken på att medvetslöshet har inträffat (Raj 1999; Rodríguez et al. 2008). EFSA (2013) har tagit fram ett underlag för hur indikatorer kan bedöma medvetandegrad efter bedövning vid tre tillfällen; vid upphängning, vid stick och under avblodning. De utrycker att det välfärdsmässigt kan vara fördelaktigt att istället för tecken på medvetslöshet, undersöka tecken på medvetande eftersom det

tydligare indikerar risk för djurvälfärden. I många fall handlar det i praktiken om att kontrollera närvaro eller frånvaro av olika indikatorer på bristande bedövning. Generellt finns en samstämmighet i att mer än en indikator bör användas vid övervakning och bedömning av bedövningskvalitet (EFSA 2013; Verhoeven et al. 2015; Terlouw et al. 2016; Wallgren et al. 2021).

Flera faktorer har betydelse för effekten av bedövningen på medvetandegraden, såsom exponeringstid och koncentration av CO_2 (Wenzlawowicz et al. 2012), och sticktiden (Atkinson et al. 2012; Jerlström et al. 2025), varför korrekta inställningar av bedövningsutrustningen är viktigt. Bedövning av gris med CO_2 i grupp innebär att flera individer ska avblodas i tät följd efter bedövning. I praktiken innebär det att det sista djuret i gruppen får en längre sticktid än det första djuret och övriga individer hamnar på ett spann däremellan (Velarde et al. 2000a). Det har även konstaterats att en längre exponeringstid av CO_2 under bedövningen är kopplat till en längre period av medvetslöshet efteråt (Holst 2001 se EFSA 2004). Den individuella variationen, mellan grisar, som påverkas av t.ex. ålder, kön och metabolism påverkar också bedövningseffekten (Zeller et al. 1988 se EFSA 2004). En annan anledning till att grisar återfår medvetande i någon grad kan vara en ineffektiv avblodningsteknik (Brandt & Aaslyng 2015). En ineffektiv avblodning kan leda till att det tar längre tid innan hjärtstopp inträder och djuret riskerar då att återfå medvetandet.

Förekomst av indikatorer på medvetande kan vara kopplat till när i slaktförloppet som bedömning av bedövningskvaliteten utförs, vilket diskuteras av Nowak et al. (2007). Författarna förklarar att en högre förekomst av reflexer som indikerar medvetande kan ses efter avblodning än innan, möjligen till följd av det smärtsamma stimulus i samband som avblodningssticket innebär leder till en ökad risk för att återfå medvetandet. Reaktion på smärta är en indikator, bland flera, som kan användas för att bedöma medvetandegrad (Anil 1991; Nowak et al. 2007; Jerlström et al. 2025). Smärtreflex testas exempelvis genom att sticka grisen i trynet, och den ska inte förekomma hos korrekt bedövade djur, vilket gör att sticket för avblodning kan vara en relevant aspekt i bedömningen av bedövningskvaliteten. Vid smärta eller stress kan djuret vokalisera, såväl innan som under bedövningen, som ett uttryck för negativa känslor, och det är en tydlig indikator på medvetande (Wallgren et al. 2021).

2.2.1 Kroppsrörelser

Effektiv CO_2-bedövning ska leda till att grisen faller ihop utan tecken på resningsförsök (EFSA 2013). Det kallas för ”loss of posture” och beskrivs som att grisen inte förmår att förbli stående samt inte utför några beteenden för att resa sig (Lindahl et al. 2025), eller som en liggande gris utan möjlighet att kontrollera kroppen (Verhoeven et al. 2016). ”Loss of posture” garanterar inte medvetslöshet,

men används som en första indikator på att medvetslöshet kommer att inträffa (Gerritzen 2025). Rättningsreflex ses hos medvetna djur och innebär att djuret försöker rätta upp kroppen när det har fallit på sidan (Anil 1991). Rörelser som indikerar rättningsreflex är kraftiga sparkar med benen, lyft av huvudet eller resning av hela kroppen (EFSA 2013). Resningsförsök kan ses när grisen böjer nacke och/eller kroppen och kan likna de kroppskonvulsioner orsakade av muskelsammandragningar i samband med avblodningen som ofta ses när grisen är upphängd. Om rättningsreflex eller resningsförsök observeras ska djuren ombedövas omedelbart för att undvika att de riskerar att utsättas för onödigt lidande.

Samtidigt finns det kroppsrörelser som kan förekomma även vid medvetslöshet. Opistotonus är en rörelse där ryggen böjs bakåt som kan förekomma med kraftfulla rörelser av extremiteter och huvud hos en del grisar (Hognestad et al. 2023). Kroppskonvulsioner ses vanligen hos grisar under induktion av medvetslöshet vid CO_2-bedövning (Raj 1999). Durationen av konvulsionerna kan variera beroende på vilket gas som grisarna bedövas med och med gaskoncentration. Konvulsioner ses under en kortare tid hos grisar bedövade med hög koncentration CO_2 än exempelvis argon (Ar). Muskelkontraktioner är en annan form av kroppsrörelse och ses förekomma hos nästan alla grisar under CO_2-bedövning innan medvetslöshet, men förekommer även efter bedövningen hos en del individer (Verhoeven et al. 2016).

2.2.2 Regelbunden andning

Rytmisk in- och utandning med rörelse av buk och flank kan observeras och kontrolleras genom att hålla en spegel framför nosen, där imma kan ses vid andetag (EFSA 2013), eller genom att känna rytmiska utandningar på handen (Atkinson et al. 2012). Den respiratoriska minutvolymen kan initialt vid bedövning ses öka på grund av hyperkapni (ökad koncentration CO_2 i blodet) men sjunker efter att gasen orsakar acidos i hjärnan (Hognestad et al. 2023). Acidosen hämmar andningscentrum vilket minskar andningsvolymen. Regelbunden andning förekommer endast hos medvetna djur (Verhoeven et al. 2015), eftersom det är en funktion i hjärnstammen. I samband med bedövning ska regelbunden andning inte förekomma, och frånvaron är en indikator på tillräcklig bedövning (Terlouw et al. 2016).

2.2.3 Gasping

Gasping är beskrivet inom humanmedicin vid hypoxi och ischemi (St John 2009). Det är associerat med återupplivning av människor vid hjärtstillestånd och har i en modell gjord på grisar setts kunna leda till ett lägre intrakraniellt tryck och en ökad cerebral perfusion (Srinivasan et al. 2006). Gasping har i en studie på hundar och apor undersökts efter inducerad apné under narkos och beskrivs som sporadiskt djupa indrag av luft (Guntheroth & Kawabori 1975). I studien sågs gasping till följd

av hypoxi och beteendet sågs leda till en ökning av arteriellt syre. Gasping sågs i samma studie även förekomma hos foster. Vidare beskrivs gasping hos foster uppkomma till följd av kvävning i livmodern (Harding 1984). Gasping hos foster i livmodern skiljer sig dock från gasping-lika andetag.

Gasping är ett beteende som kan ses vid bedövning av flera djurarter och bedövningsmetoder, såsom hos fjäderfä, nötkreatur och gris vid både el- och gasbedövning (Lambooij et al. 1999; Atkinson et al. 2012; 2013; May et al. 2022). Det är ett beteende som under flera år har setts i studier av bedövningseffekt, medvetslöshet och djurvälfärd vid bedövning med CO_2 på gris (Forslid 1987; Rodríguez et al. 2008; Dalmau et al. 2010; Atkinson et al. 2012; 2020; Verhoeven et al. 2015; Jongman et al. 2021). Dock är definitionen av gasping inte alltid beskriven, vilket kan vara en orsak till otydlighet vad gäller betydelsen av gasping. Tidigare observationer av gasping har beskrivits som korta inandningar med rörelse av käke och nacke, som sker under bedövningen och utan förekomst av normala andetag (Dodman 1977). Gasping är även beskrivet som en öppning och stängning av munnen hos grisar som ett tecken på att de återfår medvetande (May et al. 2022). Det kan även liknas vid beskrivningen av ansträngd andning av Raj & Gregory (1996). Vid undersökning av gasping hos kycklingar vid CO_2-bedövning har beteendet definierats av Lambooij (1999) som ”Gasp: broiler takes a deep breath through the wide-open mouth, which may involve stretching of the neck and vocalisation”. Denna definition tycks vara den som därefter använts i de flesta studier av gasping, även på gris vid CO_2-bedövning (Velarde et al. 2007; Rodríguez et al. 2008).

Hyperventilering, gasping och huvudskakningar är förväntade tecken på andningspåverkan och aversion initialt i bedövning med CO_2 (Rodríguez et al. 2008; Dalmau et al. 2010; Verhoeven et al. 2016). Gasping ses när grisen med öppen mun drar in luft (Jongman et al. 2021) och kan eventuellt fortgå även efter medvetslöshet inträffat (Verhoeven et al. 2016). En högre frekvens gasping ses vid bedövning med 90 % CO_2 jämfört med en mix av 20 % CO_2 och kvävgas (N_2), detsamma gäller för muskelkontraktioner, konvulsioner, spasmer och andra rörelser av kroppen (Atkinson et al. 2020). En lägre andel aversionsbeteende ses generellt vid bedövning med Ar eller helium (He) än vid bedövning med CO_2 (Gerritzen 2025). Gasping och aversionsbeteenden ses generellt tidigt under bedövningsfasen vid en högre koncentration (Verhoeven et al. 2016; Atkinson et al. 2020). Under induktion av bedövningen kan gasping ses i högre grad hos grisar som har haft en hög aktivitet under uppstallningen innan bedövningen (Jongman et al. 2021).

Grisar kan också uppvisa gasping efter att de kommer ut från bedövningen, och beskrivs då som ett djupt indrag av luft genom vidöppen mun, som kan involvera utsträckning av nacken (Atkinson et al. 2012; Lindahl et al. 2025). I studien av

Atkinson et al. (2012) delas gasping upp i regelbunden och oregelbunden gasping, beroende på om det sker fler än tre gånger under 10 sekunder eller ej. Regelbunden gasping bedöms utgöra en större risk för djurets lidande och välfärd än oregelbunden. Trots det bedömdes gasping, oavsett frekvens, utgöra en låg risk för att medvetande återkommer, men grisar som visar det bör övervakas vidare, för att snabbt kunna upptäcka andra eventuella tecken på bristande bedövning. Detta med tanke på att studien av Atkinson et al. (2012) visade att gasping som indikator på bedövningskvalitet sågs hos 102 grisar, varav 23 % av dessa även uppvisade positiv corneal-reflex. Även resultatet i studien av Jerlström et al. (2025) ligger i linje med detta, där 36 % av grisarna med regelbunden gasping också uppvisade positiv corneal-reflex.

Gasping kan förekomma hos medvetslösa djur såväl som hos djur som har en viss grad av medvetande (Atkinson 2016), och har även beskrivits förekomma kort innan djuret dör. Verhoeven et al. (2016) kunde också konstatera att det förekommer individer som visar gasping efter genomgången bedövning trots avsaknad av hjärnaktivitet baserat på EEG, vilket även Blackmore och Newhook (1982) har observerat hos kalvar. Detta skulle kunna jämföras med beskrivningen av agonal gasping som beskrivs som en öppning av munnen, utan förekomst av normala andetag, och som ses vid medvetslöshet (Hognestad et al. 2023).

I en studie av Lindahl et al. (2025) om bedövning av gris med gasskum (N_2, Ar respektive CO_2) är gasping ett observerat beteende. I studien sågs dock förekomst hos endast en gris (av 36 grisar), som bedövades genom skum med CO_2. Det diskuteras hur detta kan bero på en skillnad i responsen vid bedövning med CO_2, jämfört med N_2 och Ar. I en annan studie ses gasping vid bedövning av gris med en kombination av N_2 och CO_2 och med lägre en förekomst av gasping vid hög koncentration N_2 (85 % N_2 och 15 % CO_2) (Llonch et al. 2013). I studien diskuteras att det kan bero på att bedövning med CO_2 leder till irritation av luftvägarna, som kan stimulera en ökad förekomst av gasping.

2.2.4 Gagging

Gagging har tidigare beskrivits som en ansträngd bukandning i samband med en öppen mun, som tydligt skiljer sig från regelbunden andning (Raj 1999). Beteendet kan ses upprepas var 3-5:e sekund vid induktionsfasen av bedövning med CO_2. Under bedövningen varierar förekomsten av gagging med gasens koncentration och blandning. Tillfället när gagging upphör beskrivs även som avslutad respiration hos grisen, till följd av medvetslöshet. Antalet grisar som utförde gagging minskade enligt studien med en ökad exponeringstid (Raj 1999), då dock i gasmix med CO_2 och Ar. Rodríguez et al. (2008) beskrev i stället gagging som lågfrekventa ljud vid indragning av luft med huvudet böjt mellan frambenen. Det är beskrivet av flera författare att gagging även kan innebära att grisen gör ljud från munnen (Raj 1999;

Lindahl et al. 2025). Under senare år är gagging beskrivet av andra forskare som att munnen öppnas och stängs tillsammans med ljud som liknar snarkningar (Atkinson et al. 2020; Lindahl et al. 2025). Denna beskrivning är dock likt den beskrivningen av gasping efter bedövning som presenterades av May et al. (2022), vilket innebär en otydlighet i definitionen av gagging, men även vad i beskrivningen som skiljer gagging från gasping. Lindahl et al. (2025) beskrev gagging som ett beteende som uppstår antingen under bedövningen när grisen har fallit ihop, eller efter bedövningen, något som även Raj (1999) har undersökt. Generellt är gagging beskrivet som en indikator som ses hos grisar efter medvetslöshet har inträffat till följd av exponering med CO_2 (Rodríguez et al. 2008; Llonch et al. 2013; Verhoeven et al. 2015; Atkinson et al. 2020; Lindahl et al. 2025).

Grisar tycks kunna fortsätta visa gagging efter att de har kommit ut ur bedövning (Atkinson et al. 2020). Det gör att, i kombination med en lång sticktid, beskrivs gagging vara en riskfaktor för att grisarna återfår medvetande. Regelbunden gagging hos en individ som har bedövats är ett tecken på att andning riskerar att återkomma, och bedöms därför som ett tecken på otillräcklig bedövning (EFSA 2013). Det är dock inte förtydligat vad som skiljer regelbunden respektive oregelbunden gagging vilket utgör en otydlighet i hur informationen från att en gris visar gagging ska tolkas.

2.2.5 Ögonrörelser

Efter bedövning med CO_2 ska en medvetslös gris ha glasartade ögon som stirrar rakt fram, samt med pupiller som är utvidgade och inte reagerar på ljus (EFSA 2013). Grisen ska inte blinka spontant, ha en kvarvarande pupillreflex eller visa andra ögonrörelser vid medvetslöshet (Grandin 2013). Vid otillräcklig bedövning kommer en viss grad av medvetande och reflexer finnas kvar och spontan blinkning kan vara en indikator på det (Vogel et al. 2011). Förekomst av spontana blinkningar är ett tydligt tecken på medvetande och innebär att djuret behöver ombedövas omgående för att förhindra onödigt lidande. Bedömning av ögonreflexer kan användas som indikator under hela bedövnings- och avblodningsprocessen (EFSA 2013), men praktiskt finns det svårigheter i att utvärdera ögonen på grisarna. Efter att de hängts upp kan det vara svårt, eller omöjligt, att observera ögonen kontinuerligt på grund av hur de hänger i förhållande till var personal kan stå, eller på grund av kroppsrörelser eller blod i ögonen (Terlouw et al. 2016). Detta kan göra det svårt att bekräfta såväl som utesluta förekomst av ögonrörelser. Samtidigt kan ett djur ha ögon som inte är tydligt framåtstirrande, men samtidigt vara tillräckligt bedövat (Atkinson et al. 2012).

Corneal- och palpebral-reflex

Vid beröring av cornea (hornhinnan) hos ett djur med medvetande kommer djuret att blinka (Manning et al. 1983; Cruccu & Deuschl 2000), eftersom det är en reflexiv rörelse som styrs av grenar från trigeminusnerven (kranialnerv V) (Miles 1979). Reflexen indikerar en aktiv hjärnstam och är bland de sista reflexer som försvinner vid medvetslöshet efter bedövning med CO_2, samtidigt som det är ett tidigt tecken på att djuren är påväg att få eller har återfått medvetandet efter bedövningen (Anil 1991). Reflexen testas praktiskt genom att med försiktighet röra vid cornea, ofta med fingertoppen eller ett mindre redskap, såsom en penna, utan att samtidigt vidröra ögonlocken. Användning av corneal-reflex som indikator på otillräcklig bedövning anses tillförlitlig och användbar vid praktiska slaktförhållanden (Terlouw et al. 2016; Huanca-Marca et al. 2025). Samtidigt kan det vara svårt att bedöma reflexen om ögongloben har roterat eller ögonmusklerna kontraherat. Samtidigt visar Atkinson et al. (2012) vikten av att använda sig av flera indikatorer utöver corneal-reflexen, eftersom studien tyder på att grisar som visar en kvarvarande corneal-reflex i stor utsträckning även visar andra indikatorer på otillräcklig bedövning

Palpebral-reflexen innebär att djur som är vid medvetande blinkar vid beröring av ögonlockskanten eller området omkring (Bologna et al. 2024). Reflexen förekommer inte vid djup medvetslöshet (Dugdale et al. 2020). Palpebral-reflexen används av den anledningen vid narkos för bedömning av anestesidjup hos flera djurarter. Det föreligger en fysiologisk skillnad mellan corneal-reflexen och en reflexiv blinkning, eftersom corneal-reflexen sker till följd av stimulering av hornhinnan och palpebral-reflexen till följd av stimulering av huden kring ögat (Bologna et al. 2024). En annan aspekt är att till skillnad från corneal-reflexen förekommer palpebral-reflexen inte allt hos tillräckligt bedövade djur (EFSA 2013). Det kan vara svårt att praktiskt särskilja palpebral-reflexen från corneal-reflexen i slakterimiljö (Nowak et al. 2007). Orsaker till dessa svårigheter kan vara att djuren hänger tätt intill varandra när reflexerna testas, eller att de är i rörelse. I praktiken är det även svårt att testa den ena reflexen utan att oavsiktligt även stimulera den andra (EFSA 2013). Under kommersiella förhållanden grupperas dessa indikatorer ofta ihop vid bedömning av bedövningskvaliteten.

2.3 Samband mellan olika indikatorer

Flera olika faktorer påverkar bedövningseffekten i praktiken, såsom bedövningsutrustningen och dess inställningar, antalet grisar i varje korg och längden på sticktiden (Nowak et al. 2007). Atkinson et al. (2012) kunde i sin studie visa på hur exponeringstiden samt gaskoncentrationen i bedövningsutrymmet påverkade bedövningskvaliteten. När grisarna bedövades en kortare tid, eller med en lägre koncentration av CO_2, var det en signifikant högre risk att de visade tecken på

otillräcklig bedövningskvalitet. För de flesta av dessa grisar sågs den vanligaste kombinationen av positiva indikatorer vara corneal-reflex och regelbunden gasping. Samma kombination av indikatorer var även vanligast förekommande i studien av Jerlström et al. (2025). I den senare studien undersöktes dock inte koncentrationen CO_2 och exponeringstid. Jerlström et al. (2025) visade ett samband mellan längre sticktid och en ökad förekomst av djur som visade indikatorer på otillräcklig bedövningskvalitet, och sannolikhet för ombedövning. En annan studie visade att grisar som exponeras längre för CO_2, bibehåller medvetslöshet en längre tid efter bedövningen (Holst 2001 se EFSA 2004). Detta indikerar att det tar längre tid för grisen att återfå medvetandet efter bedövningen, vilket leder till att en längre sticktid i praktiken kan vara möjlig utan att riskera onödigt lidande hos djuren.

I praktiken varierar det vilka indikatorer som används vid bedömning av bedövningskvalitet. Vid bedövning med CO_2 hos grisar, kan indikatorerna som observeras uttryckas i en viss följd (Verhoeven et al. 2016). Det omfattar indikatorer såsom att grisarna undersöker och undviker gasen, följt av gasping, muskelkontraktioner och ”loss of posture”, varefter medvetslöshet uppstår. Alla grisar uppvisar inte samtliga indikatorer innan medvetslöshet inträder. En studie visar på att grisar i stor utsträckning har kvarvarande corneal-reflex som vanligaste indikatorn på otillräcklig bedövning och att det i de flesta fall ses tillsammans med en annan indikator (Atkinson et al. 2012). En annan studie visar i stället på gasping (både regelbunden och oregelbunden) som den vanligaste indikatorn på otillräcklig bedövning (Jerlström et al. 2025). Båda studierna undersökte flera andra indikatorer, vilka inte kunde påvisas hos någon individ som ingick i studien, såsom rättningsreflex, vokalisering, ögonglobsrotation och nystagmus. Däremot sågs bensparkar, både regelbundet och oregelbundet, efter bedövningen.

Förekomsten av en enstaka indikator, såsom corneal-reflex, palpebral-reflex, avsaknad av vokalisering eller avsaknad av smärtreaktion, anses inte vara avgörande i bedömning av bedövningskvaliteten (EFSA 2013). Enstaka förekomst av positiva svar på indikatorer kan fungera som en varning om att medvetandet kan riskera att återkomma, och individen bör därefter övervakas noggrant för att se eventuella andra tecken (Terlouw et al. 2016).

2.4 Djurvälfärd och djurskydd vid slakt

Djurvälfärd beskrivs av World Organization for Animal Health (WOAH 2021) som det fysiska och mentala tillståndet som ett djur befinner sig i, i relation till dess förutsättningar i livet. Vad som definierar god djurvälfärd är komplext och omfattas av olika aspekter som djurets hälsa, förutsättningar att utföra naturliga beteenden eller djurets egen upplevelse (Fraser 2008). Bedömning av djurvälfärd behöver vara bred och baseras på olika typer av faktorer, t.ex. fysiologiska mått som stress-

respons, beteendemässiga mått, smärtuttryck, hälsostatus, tillväxt och inhiberade beteenden (Broom & Fraser 2007). Ett djurs välfärd kan bedömas genom fem domäner (miljö, nutrition, hälsa, beteende och mental) (Mellor & Reid 1994). Generellt beskrivs ett djur ha en acceptabel välfärd när det är friskt, mår bra, växer, reproducerar sig och har god produktion (Mellor et al. 2009) och när det inte upplever negativa tillstånd såsom rädsla eller smärta (WOAH 2021). Utöver detta är det även viktigt att djurets upplevelse av sin situation är positiv, för en god djurvälfärd (Rault et al. 2025). Samtidigt krävs det att ett djur är levande och vid medvetande för att över huvud taget känna eller uppleva välfärd (Mellor et al. 2009). Grisar kan uppleva sin situation som negativ vid stress, smärta eller rädsla. EFSA (2020) har definierat möjliga problem för djurvälfärden, som smärtupplevelse, rädsla och andningssvårigheter hos grisar vid slakt. En negativ upplevelse kan förekomma vid slakt om hanteringen och drivning är högljudd eller smärtsam (Jordbruksverket 2022). I samband med bedövning är det tecken på medvetande som indikerar nivån av djurvälfärd. Inandning av CO_2 bedöms kunna orsaka smärta och rädsla hos grisarna (Brandt & Aaslyng 2015) eftersom gasen ger en känsla av andnöd (Llonch et al. 2012). Brant & Aaslyng (2015) har belyst välfärdsaspekter hos gris vid slakt och konstaterar att lugn hantering, korrekt bedövning och avblodningsteknik bidrar till en ökad djurvälfärd både innan och efter bedövning.

Djurvälfärd är ett tillstånd hos det enskilda djuret, medan begreppet djurskydd fokuserar på människans insatser för det enskilda djuret. Under den dagliga slakteriverksamheten innebär ett gott djurskydd i praktiken att djuren hanteras och inhyses med förutsättningar utformade för djurens behov, exempelvis med avseende på temperatur, skaderisk, renlighet och tillgången på foder och vatten (Jordbruksverket 2022). Djurskyddsarbetet inkluderar även att hantera de djur som är skadade, sjuka, eller på annat sätt inte är lämpliga att ingå i livsmedelskedjan, genom omedelbar avlivning (SJVFS 2019:8).

2.4.1 Lagstiftning och regelverk vid slakt

Djurskydd och djurvälfärd är etablerade begrepp i svensk lagstiftning, som ska efterlevas och kontrolleras vid all djurhållning, inklusive slakt. Djurskyddslagen (SFS 2018:1192) är en ramlag och innehåller grundläggande djurskyddsbestämmelser, som innebär att djur ska skyddas från onödigt lidande och behandlas väl och att välfärd ska främjas hos djuren genom god djurmiljö och skötsel. Det innebär att miljön och utrymmen för djur på slakteri ska vara utformade i enlighet med Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2019:8). Personalen som hanterar, fixerar, bedövar och avblodar djuren på slakteriet ska ha kompetensbevis i enlighet med Rådets förordning (EG 1099/2009). På slakteriet, med undantag för slakterier som slaktar mindre än 1000 däggdjursenheter per år, ska det finnas en djurskydds-

ansvarig som är ansvarig för efterlevnad av reglerna för djurskydd (EG 1099/2009). Den djurskyddsansvariga ska bland annat rapportera om djurskyddsfrågor till företaget, kunna instruera personalen om djurskyddsbestämmelser och ska föra register över åtgärder som har gjorts eller planeras att göras för att förbättra djurskyddet. Livsmedelsverket är den myndighet som utför djurskyddskontroller på slakterier, som i praktiken genomförs av livsmedelsverkets officiella veterinärer, som beskrivet i djurskyddsförordningen (SFS 2019:66). Länsstyrelsen bedriver kontroll vid slakterierna huvudsakligen av reviderande karaktär, genom att kontrollera hur djurlagstiftnigen efterlevs på anläggningarna.

2.4.2 Alternativa typer av gasbedövning

Alternativa gasbedövningsmetoder i stället för CO_2 kommer med både för- och nackdelar. Bedövning med CO_2, och andra gaser (Ar, N_2), i skumform har genomförts i studien av Lindahl et al. (2025). I studien sågs aversionsbeteenden utryckas i högre grad och även tidigare under exponeringen med CO_2 jämfört med de andra gaserna, vilket tyder på att det är en mer aversiv gas. I en annan studie rapporterades att djuren mer frivilligt går in i ett bedövningssystem med Ar eller He, jämfört med CO_2-system, eftersom de gaserna inte är lika aversiva (Gerritzen 2025). Det vill säga att grisarna är lättare att driva in i bedövningen med Ar och He jämfört med CO_2. Det har även observerats färre grisar som visar oros-relaterade beteenden i He och Ar, såsom försök att undvika gasen och huvudskakningar, jämfört med i CO_2. Även förekomst av andningsbesvär hos djuren var även lägre vid bedövning med Ar eller He, jämfört med CO_2.

De negativa aspekterna av bedövning med andra gaser är exempelvis att det krävs längre exponeringstid för att ge samma bedövningskvalitet, då bedövning med CO_2 har visat sig vara mer effektiv (Gerritzen 2025). När bedövningen tar längre tid kan det utgöra en svårighet att upprätthålla ett lika effektivt slaktflöde, som vid användning av CO_2. Vid användning av He krävs det en annan typ av utrustning för bedövning än den som finns kommersiellt tillgänglig idag, eftersom He-gasen är lättare och grisar behöver transporteras upp till där gasen finns i systemet, i stället för nedåt. Det kan även innebära större omkostnader för underhåll av utrustning och tillgång på gas, eftersom Ar-gas är 4–5 gånger dyrare och He-gas uppemot 100 gånger dyrare, än vid användning av CO_2. En annan aspekt är att det i sin tur kan orsaka en större miljöpåverkan (Gerritzen 2025).

Gasbedövning med CO_2 är mer effektivt när det kommer till att avliva grisarna i jämförelse med Ar, eller Ar- och CO_2-mix (Raj 1999). Vid exponering med CO_2 är det inte lika stor risk för grisarna att de återfår medvetandet efter bedövningen. Dessutom ses konvulsioner under en längre tid hos grisarna i samband med avblodning efter bedövning med Ar eller Ar-mix jämfört med CO_2 i samma duration. Kraftiga konvulsioner kan utgöra en arbetsmiljörisk, såväl som en negativ

faktor för effektiviteten i arbetet för personalen (Raj 1999). En annan aspekt är att vid bedövning med skum sker ”loss of posture” tidigare vid bedövning med CO_2 än för N_2 och Ar, vilket tyder på en snabbare bedövningseffekt (Lindahl et al. 2025), vilket även ses vid jämförelse av CO_2 och N_2 i gasform (Llonch et al. 2013).

3. Material och metod

3.1 Litteraturstudie

Sökning efter vetenskaplig litteratur till arbetet gjordes genom databaserna SLU:s databas Primo, Google Scholar, PubMed och Web of Science. Vid sökning har följande sökord använts: pig, welfare, euthanasia, gasp, gasping, stun, cornea, reflex, animal, CO_2 och agonal gasping i olika kombinationer. Utifrån resultaten har artiklar och arbeten valts ut utifrån ämnesinnehåll genom att välja de som berör grisslakt, grisars beteende vid slakt eller bedövning samt beteenden i samband med bedövning med CO_2. Andra referenser har även hittats genom Jordbruksverket, EU Reference Centre for Animal Welfare (EURCAW), EFSA och Djurvälfärd i Samband med Slakt och annan Avlivning (DISA). Det totala antalet vetenskapliga artiklar och rapporter som sökningen genererade var över 39 000 och efter sållning av dessa användes i materialet 74 artiklar och rapporter i litteraturstudien.

3.2 Observationsstudie på slakteri

Observationsstudien genomförde spå ett svenskt kommersiellt slakteri. Grisarna på det gällande slakteriet kom från olika gårdar med kommersiell uppfödning. Djuren var av kommersiella raskorsningar och omkring sex månaders ålder. I studien observerades grisarna från att de bedövades med CO_2, fram till två minuter efter avblodning. Grisarna utsattes inte för andra interventioner än de som redan omfattas normalt i kommersiell slakt. Etisk prövning var inte nödvändigt för arbetet, eftersom studien inte omfattade djurförsök enligt definitionen i djurskyddslagen (SFS 2018:1192).

3.2.1 Utformning av protokoll för att bedöma bedövningskvalitet

Protokollet för att bedöma bedövningskvaliteten utformades för att vara praktiskt möjligt att använda i kommersiell slakt. Exempelvis har indikatorerna definierats så att de ska kunna identifieras enbart genom observation, förutom corneal-reflexen, eftersom utgångspunkten var att genomföra en observationsstudie. Palpebral-reflexen har inte inkluderats bland indikatorerna på grund av svårigheten att urskilja den praktiskt. Definitionerna baserades även på andra protokoll från tidigare studier (Atkinson et al. 2012; Lindahl et al. 2025). Definitioner av indikatorerna i Tabell 1 har baserats på sammanställningar från tidigare litteratur, med viss modifiering eller förtydligade beskrivningar (Atkinson et al. 2012; Lindahl et al. 2025).

Regelbunden och oregelbunden gasping har definierats på samma sätt som i tidigare studier (Atkinson et al. 2012). Andning har även det kategoriserats som regelbunden respektive oregelbunden andning. Corneal-reflexen är en väletablerad indikator som kan kontrolleras relativt enkelt och bedöms vara användbar för bedömning av medvetslöshet (Huanca-Marca et al. 2025). Smärtreflexen har inte inkluderats, eftersom reflexen tycks förekomma i mycket låg utsträckning (1 gris av 2 795 i studien av Jerlström et al. 2025) och bedömdes inte vara tillräckligt relevant för att inkluderas i studien. Målsättningen inför observationsstudien var att observera minst 200 grisar under perioden, för att erhålla ett relevant urval av observationer. Observation av fler grisar gjordes i mån av tid.

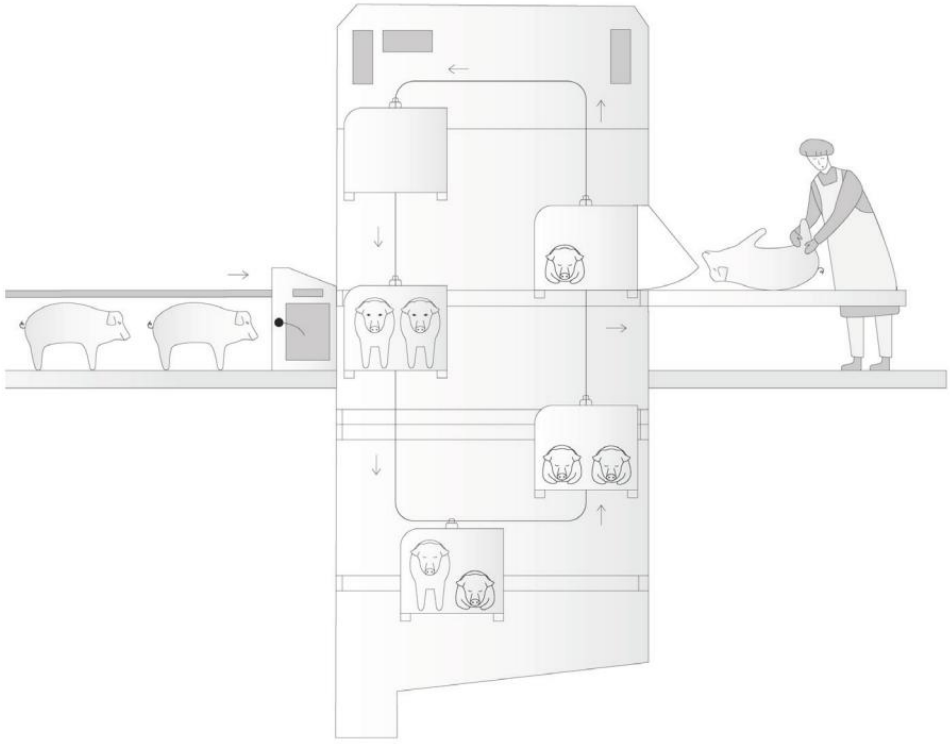
Innan observationsstudien påbörjades genomfördes en pilotstudie för att testa protokollet under de rådande praktiska förhållandena på slakteriet. Pilotstudien genomfördes på samma sätt som själva studien, men resultat har inte inkluderats i arbetet. Förändringar har inte gjorts i protokollet efter pilotstudien. Däremot har förutsättningar arbetats fram för att kontrollera två grisar samtidigt, såväl som att hålla undan öronen för att kontrollera corneal-reflexen.

Tabell 1. Deskriptiv information om indikatorer som använts för att bedöma bedövningskvaliteten, vid slakt av gris med CO_2-bedövning.

Indikator	Beskrivning
Gasping – regelbunden (GR)	Plötslig, snabb indragning av luft genom öppen mun, ibland i samband med sträckt nacke och lågfrekvent ljud som upprepas (mer än 3 på 10s).
Gasping – oregelbunden (GO)	Enstaka fall av indragning av luft genom öppen mun ibland i samband med sträckt nacke och lågfrekvent ljud.
Gagging (GG)	Öppning och stängning av munnen, ev. i samband med läten likt snarkning.
Andning – regelbunden (AR)	Regelbundet upprepade andetag med expandering/kontraktion av bröstkorgen.
Andning – oregelbunden (AO)	Enstaka andetag med expandering/kontraktion av bröstkorgen.
Corneal-reflex (C)	Blinkning som respons vid beröring av cornea.
Spontan blinkning (B)	Blinkning utan stimuli.
Vokalisering (V)	Ljud från stämbanden förknippat med medvetande.
Konvulsioner (K)	Kraftiga och ofrivilliga spasmiska rörelser av kroppen.
Rättningsreflex (RR)	Försök att räta upp huvud eller kroppen till normal kroppsposition.
Bensparkar (BE)	Enstaka eller upprepade sparkar med ett eller flera ben.
Ögonrörelser (Ö)	Nystagmus eller andra rörelser av ögonen.

3.2.2 Datainsamling

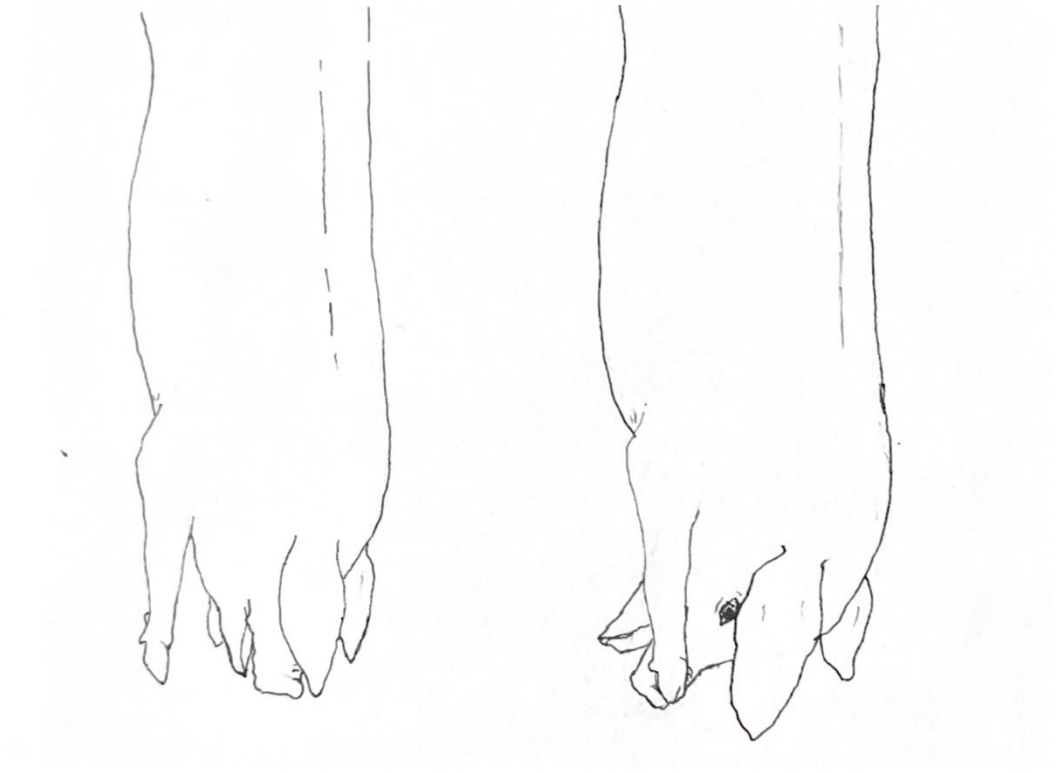
Observationsstudien genomfördes på ett svenskt grisslakteri som använde bedövning med CO_2 i paternostersystem (vilket innebär flera korgar, roterande likt ett pariserhjul (Figur 1). Samtliga observationer gjordes av författaren som agerade observatör under hela perioden. Oftast bedövades fyra eller fem grisar i samma korg och i systemet fanns totalt fyra korgar. Vid fall där ombedövning var nödvändigt, gjordes det genom bultning. Studien genomfördes under tre sammanhängande dagar under ordinarie slakt och omfattade totalt 480 slaktgrisar. Dagligen observerades 150, 156 och 174 individer respektive dag, vilket motsvarade mellan 9,8–11,3 % av den dagliga slakten.



Figur 1. Illustration av paternoster-system vid bedövning av gris. Grisar drivs in i en korg och förs sedan ner i gasen för att komma upp och ut på andra sidan efter bedövningen. I ett system finns flera korgar där samtliga roterar tillsammans (Jerlström 2025:39).

Under studien antecknades klockslag för observationen, antal grisar i korgen samt vilka av dessa grisar som observerades. Vanligen observerades den fjärde och femte grisen (den näst sista och sista) från samma korg. Indikatorerna noterades med 0 när det inte förekom, respektive 1 vid förekomst. När en indikator inte kunde bedömas under delar eller hela observationstiden markerades det med 2. Om en indikator kunde observeras (markerat 1) noterades det i bedövningsprotokollet om det var innan eller efter sticket. Corneal-reflexen kontrollerades på samtliga grisar när de var upphängda strax innan de stacks. Vid påvisande av gasping () noterades även frekvensen av beteendet. Grisar som visade gasping (Figur 2) observerades fortsatt

med avseende på upprepad corneal-reflex, flankrörelse, huvudrörelse och känsel av andetag på handen framför trynet. Observationsdag två genomfördes likt dag ett. Under dag 3 noterades även koncentrationen CO_2 och temperaturen i bedövningsutrymmet vid upprepade tidpunkter. Dessa parametrar har endast noterats under en dag på grund av feltolkade mätvärden av observatören övriga dagar.



Figur 2. Illustration av grisar som är upphängda efter bedövning. Grisen till höger uppvisar gasping genom att ha böjt fram huvudet mellan framben och har munnen mer öppen.

3.3 Hantering av rådata och analysmetod

Totalt har 480 grisar observerats under tre dagar. Resultaten från samtliga observationer fördes manuellt in i Microsoft Excel och datan från de olika dagarna fördes in i ett gemensamt blad. Information som sammanställts var datum, tidpunkt, antal grisar i korgen, om grisen var sist eller näst sist i korgen, förekomst av indikatorer (0/1/2), frekvens av indikatorn, om observation var innan eller efter stick samt förekomst av ombedövningar. Därefter har observationer av indikatorer sorterats ut genom filterfunktion (markerade 1).

Deskriptiv analys genomfördes därefter i Excel av samtliga indikatorer hos de observerade grisar. Resultaten sammanställdes för antalet grisar som uppvisade varje specifik indikator, för förekomst av mer än en indikator, samt för när i förloppet (före eller efter stick) indikatorn observerades. Värden för temperatur och

koncentration uppmätt under observationsdag tre har sammanställts och analyserats för variation, medelvärde, median och standardavvikelse, som redovisas i Tabell 2 och 3. Cykeltiden i bedövningsutrymmet är inställt på 160 sekunders exponeringstid i maxkoncentration och 10 sekunder från botten till utsläpp.

Tabell 2. Beskrivning av de uppmätta värdena för CO_2-koncentrationen (%) och CO_2-temperaturen (°C) under olika tidpunkter, uppmätt i botten av bedövningsutrymmet.

Klockslag	CO_2-koncentration (% i luft)	CO_2-temperatur (°C)
07:25	91	18,1
07:30	93	--
08:13	93	--
09:26	93	19,1
10:37	93	19,6
12:50	93	19,7
13:45	94	19,1

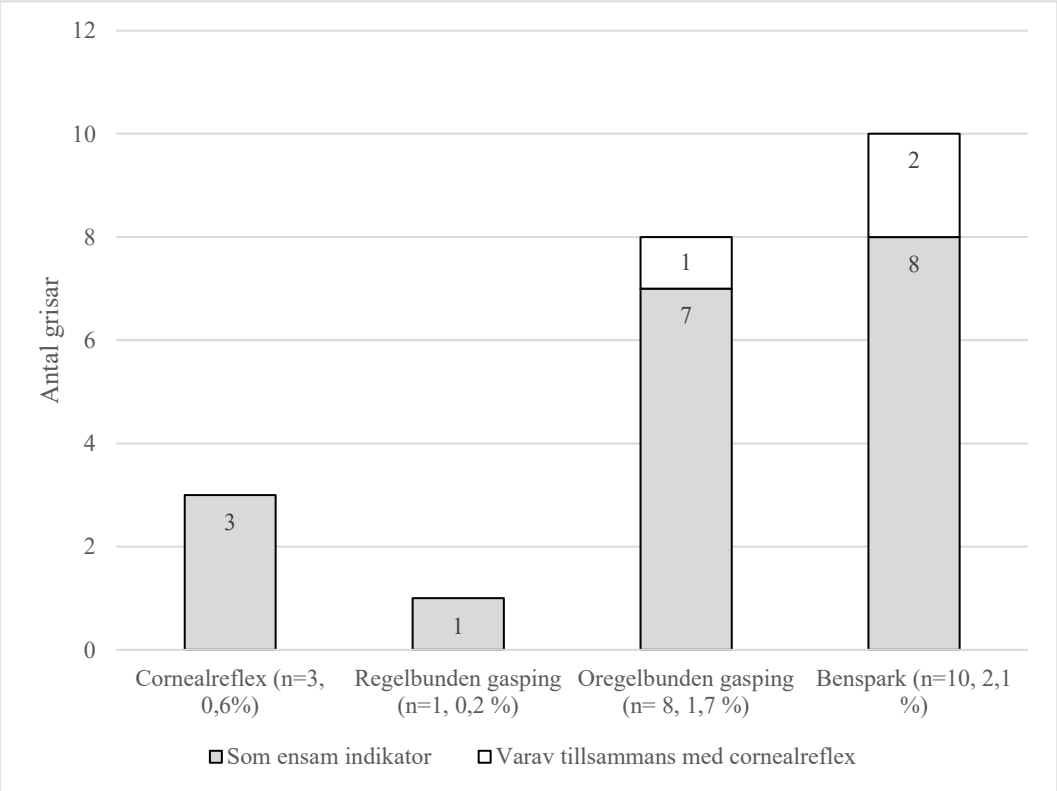
Tabell 3. Beskrivning av uppmätta intervall, median, medelvärde och standardavvikelse (SD) för CO_2-koncentrationen (%) och CO_2-temperaturen (°C) i botten av bedövningsutrymmet.

	Intervall (min–max)	Median	Medelvärde	SD
CO_2-koncentration (% i luft)	91–94	93	92,9	0,9
Temperatur (°C)	18,1–19,7	19,1	19,1	0,6

4. Resultat

4.1 Resultat från observationsstudien

Totalt observerades bedövningskvaliteten hos 480 slaktgrisar från att de kommer ut ur bedövningssystemet till två minuter efter avblodning, med avseende på indikatorer på otillräcklig bedövningskvalitet (Figur 3). Utav samtliga grisar har 19 individer observerats med minst ett beteende. Tre av dessa har uppvisat mer än ett beteende, antingen corneal-reflex och oregelbunden gasping eller corneal-reflex och benspark. Sammanlagt har tre av 480 individer ombedövats av personalen, eftersom de uppvisade antingen regelbunden eller oregelbunden gasping, varav en av dessa även uppvisade positiv corneal-reflex.



Figur 3. Antal grisar med otillräcklig bedövningskvalitet. Observerade indikatorer på otillräcklig bedövningskvalitet av totala antalet observerade grisar (n=480).

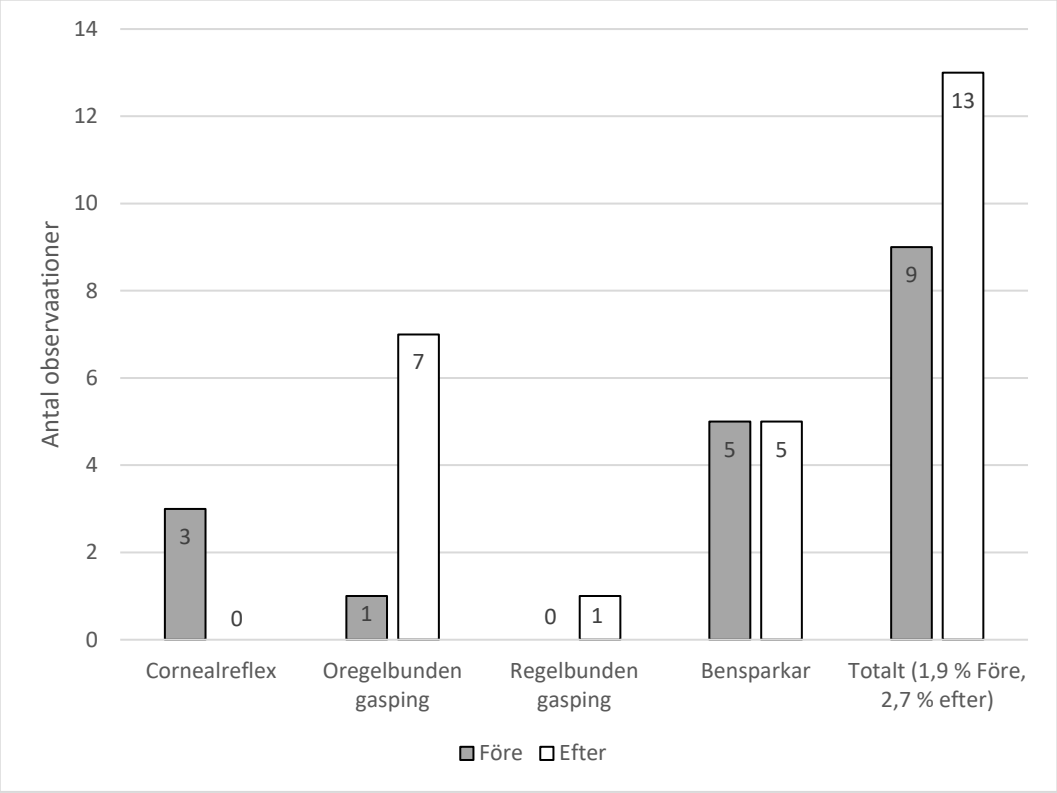
4.1.1 Oregelbunden och regelbunden gasping

Oregelbunden gasping observerades hos 8 av 480 individer (1,7 %). Antalet gånger som beteendet förekom per individ (frekvensen) varierade mellan 1–3, varav 1 var vanligast. En av grisarna som uppvisade oregelbunden gasping hade även positiv corneal-reflex (Figur 3). Den individen uppvisade även både gasping och positiv corneal-reflexen innan stick, och ombedövades då. De andra sju grisarna med

oregelbunden gasping visade detta beteende efter stick (Figur 4). De flesta grisar med oregelbunden gasping uppvisade detta i samband med eller strax efter avblodningen. En av grisarna som uppvisade oregelbunden gasping efter sticket ombedövades. Den uppvisade inte några andra indikatorer. En gris uppvisade oregelbunden gasping först efter ungefär två minuter efter det att avblodningen påbörjades. Den individen upprepade därefter gasping två gånger till och hade ingen corneal-reflex vid upprepad undersökning.

En individ av 480 (0,2 %) konstaterades med regelbunden gasping och den hade en frekvens på fem under ett kort intervall. Den grisen uppvisade beteendet efter stick men utan corneal-reflex eller några andra beteenden. Grisen ombedövades.

Inga av individerna som visade oregelbunden eller regelbunden gasping uppvisade flankrörelser, men samtliga visade de den karakteristiska huvudrörelsen framåt mot frambenen. Alla utom två av dessa individer har testats för upprepad corneal-reflex vilket inte har resulterat i en positiv corneal-reflex hos någon individ. Känsel av andning på handen har kontrollerats hos tre individer, som uppvisade regelbunden eller oregelbunden gasping med frekvens på mer än ett.



Figur 4. Andel grisar med otillräcklig bedövningskvalitet innan och efter sticket. Observerade indikatorer på otillräcklig bedövningskvalitet av totala antalet observerade grisar (n=480)

4.1.2 Gagging

Gagging observerades inte hos någon av grisarna i observationsstudien.

4.1.3 Ögonrörelser och bensparkar

Bland de individer som ingick i studien observerades en positiv corneal-reflex hos tre grisar (0,6 %). Hos samtliga tre grisar förekom corneal-reflexen vid den initiala kontrollen av reflexen och innan stick. Dessa ombedövades och efter ombedövning har ingen ytterligare positiv corneal-reflex observerats. Upprepad kontroll av reflexen gjordes på totalt 36 grisar som initialt uppvisade negativ corneal-reflex, utan någon positiv respons. De tre grisarna som uppvisade positiv corneal-reflex observerades även med andra indikatorer (Figur 3), där två av grisarna uppvisade bensparkar strax efter att de kom ut från bedövningen, och den tredje grisen observerades med oregelbunden gasping strax innan avblodning. Denna gris uppvisade en positiv corneal-reflex vid den uppföljande kontrollen följt av ytterligare gasping en gång, varpå den ombedövades och avblodades.

Bensparkar var den indikator som observerades i högst utsträckning (n=10, 2,1 %). Grisar observerades med bensparkar lika många gånger innan som efter stick (Figur 4). Två av dessa 10 grisar även observerades med en positiv corneal-reflex.

Någon eventuell förekomst av ögonrörelser har för flertalet grisar inte kunnat bedömas, på grund av att djuren har hängt nära varandra, eller hängde på ett sätt så att ögonen har varit mycket svåra att se utan att stå vid grisen, eller lyfta på örat. En av 480 individer kunde ej kontrolleras för corneal-reflex.

Övriga indikatorer som definierats enligt Tabell 1 har ej observerats hos de 480 grisarna under observationsperioden för studien.

5. Diskussion

Korrekt bedömning av bedövningskvaliteten under slakt är viktigt för att kunna identifiera medvetandegraden hos djur samt för att undvika risken att djur med medvetande utsätts för onödigt lidande (Mellor et al. 2009). Bedövning med CO_2 vid slakt av gris kräver kunskap för att kunna identifiera indikatorer som används vid bedömning på bedövningskvalitet, såsom gasping och gagging (Atkinson et al. 2020). Osäkerhet finns kring hur dessa beteenden definieras och bedöms i praktiken som indikatorer på bedövningskvalitet. Med bakgrund till detta var syftet med den här studien att undersöka gasping och gagging som indikatorer på bedövningskvalitet, dels för att bredda kunskapen, dels för att bidra till en säkrare bedömning av bedövningskvaliteten för att förbättra djurvälfärd och minska risken för onödigt lidande vid slakt av gris.

5.1 Definition och beskrivning av gasping

Gasping har i denna observationsstudie definierats som snabba indrag av luft genom en vidöppen mun som kan ske i samband med huvudrörelser och ljud från munnen. Beteendet har delats in i regelbunden och oregelbunden gasping, som beskrivet av Atkinson et al. (2012), för att ge möjlighet att undersöka samband mellan frekvens av gasping och andra indikatorer på medvetslöshet.

Vid jämförelse mellan regelbunden och oregelbunden gasping i studien ses oregelbunden gasping i större utsträckning. Av de som har uppvisat oregelbunden gasping har de flesta grisarna uttryckt beteendet en gång utan förekomst av andra indikatorer. Några av dessa grisar har därefter ombedövats av personalen. Regelbunden gasping har observerats med en frekvens på fem gånger hos en individ, men utöver den individen har gasping (regelbunden som oregelbunden) observerats med en lägre frekvens. Det går inte att dra slutsatser utifrån frekvensen av gasping som observerats hos grisarna i sen här studien, eftersom det har varierat hur snabbt gasping upptäcktes och hur snabbt grisen ombedövades av personalen. Resultaten skulle kunna tolkas som att det inte är relevant att dela in gasping i regelbunden och oregelbunden utifrån frekvens, eftersom samma bedömning och hantering (omedelbar ombedövning) har genomförts på individer som visade både regelbunden och oregelbunden gasping. Det är viktigt att slakteripersonal hanterar de fall av otillräcklig bedövningskvalitet som observeras. Vid osäkerhet om hur indikatorer på medvetslöshet som observerats hos en individ ska tolkas, kan det vara fördelaktigt att ombedöva som en försiktighetsprincip (Coordinated European Animal Welfare Network, EUWelNet 2013), i stället för att ta fokus och tid på att räkna frekvensen av indikatorn.

I studien observerades även individer som har visat gasping endast en gång utan att därefter bli ombedövad eller uppvisa gasping igen, och andra individer som visade gasping upprepade gånger. Det tyder på att det fortsatt kan finnas en skillnad regelbunden och oregelbunden gasping, vilket även Atkinson et al. (2012) kom fram till. I deras studie visade resultatet även att regelbunden gasping sågs tillsammans med andra indikatorer i olika hög frekvens vid jämförelse mellan olika slakteriet. Anledningen till det beror troligen på skillnader i bedövningsutrustning och dess inställningar (duration, koncentration CO_2) samt ombedövningsutiner. Denna studie är genomförd på ett slakteri, vilket inte möjliggör jämförelse mellan slakterier och olika rutiner. Vidare forskning och studier för att undersöka samband mellan bedövningsindikatorer och slakterirutiner på olika anläggningar skulle kunna öka förståelsen för detta.

En individ som ingick i studien visade oregelbunden gasping först två minuter efter avblodning påbörjats. Vid den tidpunkten borde grisen vara död (Jerlström 2014). Orsaken till att grisen trots detta visade gasping och eventuell indikation på medvetande är därför av intresse att diskutera. En möjlig orsak till att grisen visade gasping så sent i processen är att avblodningen var otillräcklig. Otillräcklig avblodning kan påverka tiden det tar för djuret att dö (Wotton & Gregory 1986) och risken för att medvetande återkommer (Brandt & Aaslyng 2015). En annan möjlighet är att sticket vid avblodning är smärtsamt, vilket kan leda till att djuret återfår en viss grad av medvetande (Nowak et al. 2007). En orsak kan vara att gasping är ett beteende som kan förekomma strax innan döden (Atkinson et al. 2012). Den beskrivningen liknar Hognestads et al. (2023) beskrivning av agonal gasping som är associerat med medvetslöshet. Hur regelbunden gasping och agonal gasping ska särskiljas är inte beskrivet i någon av dessa studier. Framtida forskning för att undersöka skillnaden mellan just regelbunden gasping och agonal gasping skulle kunna vara av betydelse, för att förtydliga hur gasping kan inkluderas i bedömning av bedövningskvalitet på ett relevant sätt.

Regelbunden gasping är troligen en viktig indikator på att medvetande är påväg tillbaka, men inte en användbar indikator på förekomst av medvetande i sig. Viss grad av medvetande kan förekomma i samband med gasping (EFSA 2020), t.ex. vid responsen under induktion då grisarna visar gasping som reaktion på gasen (Rodríguez et al. 2008). En egen teori är att gasping efter bedövningen är samma typ av reflex men i ett omvänt skede, och ett tecken på att medvetandet är påväg tillbaka i stället för på väg att inträda. Om teorin stämmer skulle det även innebära att gasping kan fungera som en tidig indikator på att en grad av medvetande riskerar att återkomma eller har återkommit, och av den anledningen viktigt att identifiera. En slutsats kring detta är dock svårt att dra från resultaten i observationsstudien i detta arbete. Det är viktigt att vidare undersöka gasping för att tydliggöra en definition av beteendet, och även för att utreda skillnaden på gasping som beteende

vid induktion, och gasping efter bedövning. Framtida studier som kan undersöka medvetandegraden hos grisar när de uppvisar gasping skulle kunna bidra med kunskap kring detta.

Gasping kan vara en användbar indikator i praktiken när de kan fungera som ett tidigt tecken på att medvetandet riskerar att återkomma. I den här observationsstudien var oregelbunden gasping den näst vanligaste förekommande indikatorn av de som undersöktes. Gasping kan fungera som en varning och fortsatt övervakning av den aktuella individen blir nödvändigt för att se om andra indikatorer förekommer. Samtidigt är det viktigt att förlita sig på flera indikatorer för att bedöma bedövningskvaliteten vid bedövning av gris med CO_2 (Verhoeven et al. 2015; Terlouw et al. 2016). När flera indikatorer som observeras på samma individ indikerar det tydligt otillräcklig bedövning, vilket innebär att individen som troligtvis inte är tillräckligt djupt medvetslös och ska ombedövas. Ett av målen med den här studien var därför att undersöka samband mellan gasping och andra indikatorer på otillräcklig bedövning. På grund av den låga förekomsten av dessa indikatorer har det varit svårt att fastställa något sådant samband, men det går heller inte att förkasta att sådana samband kan finnas och skulle konstateras om ett större antal grisar studerats. Endast ett fåtal individer i den här studien visade mer än en indikator på otillräcklig bedövning, och därmed är det svårt att dra några slutsatser relaterat till gasping i sig, och gasping i jämförelse till andra indikatorer. Det kan vara ett utfall av att studien endast omfattat ungefär 10 % av det totala antalet djur per dag. Framtida studier med liknande utformning som denna studie som omfattar fler grisar, skulle kunna bidra med ytterligare information på området.

5.2 Definition och beskrivning av gagging

Gagging har i den här studien beskrivs som öppning och stängning av munnen med ljud. Gagging sker under induktion av bedövningen, såväl som efter och är ett beteende som ses hos medvetslösa djur och kan därmed fungera som en indikator på tillräcklig bedövning (Llonch et al. 2013). Förekomst av gagging bör därmed innebära en tillräcklig bedövningskvalitet, till skillnad från regelbunden gasping och andning. Gagging kan därför vara en användbar indikator på att ett djur är medvetslöst, förutsatt att personalen är tillräckligt utbildad och att beteendet är tydligt definierat i företagets standardrutiner. Indelning av gagging i regelbunden och oregelbunden (EFSA 2013) kan samtidigt försvåra tolkningen av indikatorn, eftersom den studien tyder på att det skulle vara en skillnad i bedömning utifrån typ av gagging. Mer forskning behövs för att tydligare definiera vad som skiljer gagging under induktionen och gagging efter bedövning i förhållande till medvetandegraden.

I den här observationsstudien har gagging inte kunnat observeras hos någon individ. Det har inte observerats öppning och stängning av munnen. Rörelse av flanken har heller inte observerats, som i sin tur skulle vara ett tecken på bukandning som i en äldre beskrivning av gagging (Raj 1999). Andning på handen har inte kunnat konstateras hos någon individ, men handskar har använts under studien och kan försvåra eventuell känsel av ett andetag. Orsaken till resultatet är svårt att tolka, men kan bero på flera faktorer. Det är möjligt att gagging inte är vanligt förekommande på det aktuella slakteriet. Vetenskapliga beskrivningar i det avseendet tycks vara sällsynt, även gällande andra slakterier. Det kan bero på att koncentrationen CO_2 i bedövningen spelar roll, eftersom en högre koncentration kan leda till en minskad förekomst av gagging (Raj 1999). Koncentrationen CO_2 har under studien varit hög och med liten variation men har samtidigt endast undersökts under sista observationsdagen. En annan orsak kan ha varit att observationsstudien endast har omfattat individer som inte visat gagging, men att gagging har förekommit bland andra individer som slaktats på slakteriet under observationsdagarna, men att dessa inte observerats. Urvalet av vilka grisar som inkluderats i studien gjordes slumpmässigt, men det är möjligt att observation av fler grisar hade varit nödvändigt för att observera en lågfrekvent indikator.

Tidigare forskning som har beskrivit gagging skiljer sig i definieringen av beteendet. Det har både beskrivits som en sorts ansträngd andning (Raj 1999), och av andra som på samma sätt som gagging definierades i den här studien (Atkinson et al. 2020; Lindahl et al. 2025). Vissa studier har istället använt motsvarande definition som en definition av gasping (May et al. 2022). Tillsammans leder detta till en förvirring och utgör svårigheter för vidare studier såväl som för slakteripersonal att tydligt definiera vilket beteende som gagging syftar till. I praktiken behöver beteendet vara tydligt beskrivet i standardrutinerna för att kunna användas som en indikator på bedövningskvaliteten, och en otydlighet i hur gagging ska beskrivas leder till att det inte går att använda sig av slakteripersonalen. Därmed är gagging inte praktiskt användbart som bedövningsindikator. För att kunna tillämpa gagging som indikator på ett tillförlitligt sätt krävs det vidare studier som både klargör dess definition, neurofysiologiska bakgrund och utvärderar dess praktiska användbarhet.

5.3 Indikatorer tillsammans

Totalt har 19 av 480 (4,0 %) observerade grisar uppvisat något av de i förväg definierade indikatorerna på bristande bedövningskvalitet i studien. Tre av 19 (15,8 %) individer uppvisade även mer än en indikator, exempelvis corneal-reflex, bensparkar och/eller gasping. Corneal-reflexen är en viktig indikator som troligen är den mest användbara för att indikera otillräcklig bedövningskvalitet. När corneal-reflexen uppvisas tillsammans med andra indikatorer, såsom gasping, kan bedöm-

ningen bli tydligare (Terlouw et al. 2016). Tidigare studier tyder på att gasping och corneal-reflex är en vanlig förekommande kombination (Atkinson et al. 2012, Jerlström et al. 2025). Kombinationen sågs hos 60,5 % (23 av 38) av de otillräckligt bedövade grisarna i studien av Atkinson et al. (2012). I studien av Jerlström et al. (2025) sågs dessa indikatorer tillsammans hos 39,5 % (43 av 109) av de otillräckligt bedövade individerna. Motsvarande resultat har inte kunnat visas i denna studie. Det kan bero på för få observerade fall med positiv corneal-reflex, och eventuellt hade den bristen kunnat avhjälpas genom att observera fler grisar.

Den vanligaste indikatorn som observerades i den här studien var bensparkar, som sågs hos 2,1 % av grisarna. Bensparkar indikerar inte enskilt förekommande otillräcklig bedövning, men kan innebära en risk för att grisen är på väg att återfå medvetande när det observeras i samband med andra tecken på otillräcklig bedövningskvalitet (Atkinson et al. 2012). Bensparkar har i den här studien varit den indikator som har utgjort majoriteten av observationer innan stick för avblodning. Det kan vara till följd av att det är en indikator som är relativt lätt att observera när grisarna kommer ut ur bedövningen. Där grisarna ofta kan vara positionerade bortvända, eller delvis placerade under en annan individ. I det steget av bedövningsprocessen är bensparkar troligen lättare att identifiera jämfört med andra indikatorer, såsom ögonreflexer. Vidare har två av de individer som observerats med bensparkar, även uppvisat en annan indikator. I studien av Atkinson et al. (2012) har 16 individer (42 %) observerats med regelbundna bensparkar, hos otillräckligt bedövade individer. Bensparkar kan lämpligen användas som en indikator på att en individ bör övervakas vidare för andra indikatorer på otillräcklig bedövning.

5.4 Förutsättningar för bedövning med gas

Det är möjligt att fysiologiska effekter av gasbedövning av grisar kan härröra till deras anatomiska förutsättningar. Grisars struphuvud, svalg och luftrör är smala i förhållande till kroppen (Hodgkinson 2007), vilket t.ex. är problematiskt vid intubering för anestesi. Denna anatomi påverkar grisens förutsättningar att syresätta sig och ta upp andra gaser, som CO_2. Effekten av CO_2 beror på upptag av gasen i blodet, såväl som bristen på syre, och efterföljande acidos som leder till medvetslöshet (Rodríguez et al. 2008). Av den anledningen kan individuella fysiologiska förutsättningar, såsom anatomin, spela roll för bedövningskvaliteten. Det är möjligt att grisar som trängs ihop, eller hamnar ovanpå varandra också kan försvåra respirationen och kan leda till ett minskat gasutbyte. De blir då medvetslösa av hypoxi snarare än hyperkapni, vilket möjligen kan påverka bedövningskvaliteten.

Fortsatt forskning på förutsättningar för grisars gasutbyte vid bedövning är viktigt för att utveckling av alternativa gasmetoder. Bedövning med N_2, Ar eller He kräver längre exponeringstid än för CO_2, för att ge en likvärdig effekt (Gerritzen 2025),

men kan samtidigt innebära fördelar för djurvälfärden och bidra till en utvecklig av slaktindustrin. Studier för att undersöka grisars gasupptag och eventuella genetiska och anatomiska skillnader, kan därför ge en bättre grund för att utforma mer anpassade, eller effektiva metoder med gasbedövning.

5.5 Metoddiskussion och förslag på frågeställningar i framtida forskning

Den största styrkan med studiens upplägg var att den genomfördes under direkt på varandra följande dagar, vilket gjorde att förutsättningarna praktiskt var mycket lika under hela studien, med avseende på personal, utrustning och rutiner. En annan styrka är att övervakning och bedömning av grisarna kunde ske nära stick och avblodning, vilket praktiskt underlättade undersökningen av djuren. Övervakning kunde ske med ett tydligt fokus innan och efter det att sticket genomfördes, och möjligheten att övervaka eventuella effekter av sticket var goda.

En svaghet med upplägget för studien var att den endast genomfördes på ett slakteri. Det gör att resultaten från studien kan vara svåra att generalisera till slakt av gris på andra slakterier, men informationen från denna studie kan fortsatt vara av intresse. En svaghet är att protokollet med bedövningsindikatorer var relativt omfattande. Detta innebar att mycket fokus gick åt till att övervaka grisar med avseende på indikatorer som sedan inte observerade hos någon gris. En avsmalning beträffande hur mycket data som samlades in från en och samma individ, exempelvis med fokus på enbart en eller två indikatorer på varje individ, hade kunnat underlätta. Fler djur hade kunnat undersökas under samma tid, och möjligen gett en mer effektiv datainsamling. Data för temperatur och koncentrationen CO_2 noterades inte under samtliga dagar av studien, vilket innebar att det har varit svårt att se något samband mellan indikatorer och uppmätta värden. Detta har inte varit fokus för studien men tidigare forskning tyder på att koncentration CO_2 har en effekt på bedövningen, medvetslöshet och uppkomst av bedövningsindikatorer (Nowak et al. 2007; Wenzlawowicz et al. 2012; Verhoeven et al. 2016). Temperaturen på gasen ska inte vara för hög eller för låg eftersom detta kan öka den aversiva effekten av CO_2 (EFSA 2020; Raj 2014; Velarde & Dalmau 2018).

Som observatör i en observationsstudie är det av vikt att ha en god plan och tydlig bild inför studien hur och vad som ska undersökas. Att genomföra en observationsstudie som oerfaren observatör har därav varit en svaghet i den här studien. Av den anledningen har förberedelserna och pilotstudien underlättat arbetet under observationsstudien. Observationsstudien i sig har därav även fungerat som ett praktiskt perspektiv vid jämförelse med tidigare forskning i litteraturstudien, vilket har varit en styrka i den här studien.

Indikatorerna som observerats i denna studie har varit just indikatorer och har inte säkerställt om djuret har varit medvetande eller medvetslösa. I tidigare forskningsstudier har EEG använts för att identifiera upphörd hjärnaktivitet för att identifiera medvetslöshet mer objektivt (Verhoeven et al. 2016). Denna studie är i stället genomförd med samma förutsättningar som för slakteripersonalen. Vidare forskning på gasping, regelbunden som oregelbunden, bör göras experimentellt på grisar med hjälp av EEG för att undersöka med större säkerhet hur beteendet och medvetande förhåller sig till varandra. Det är till fördel om en sådan studie hade kunnat genomföras under motsvarande förhållanden som gäller vid bedövning med CO_2 i kommersiell slakt för att utgöra ett bättre underlag för hur gasping ska tolkas i dessa situationer.

Förslag på framtida frågeställningar:

- Hur ser förekomsten av gasping och gagging ut, som indikatorer på bedövningskvalitet vid slakt generellt i Sverige?

- Hur skiljer sig regelbunden gasping och agonal gasping vid bedövning med CO_2 av gris?

5.6 Slutsats

Målet i studien var att undersöka tillförlitligheten på gasping och gagging som indikatorer på otillräcklig medvetslöshet vid bedövning med CO_2. Resultatet av studien visar att definitionerna av gasping och gagging varierar i den vetenskaplig litteraturen. Det innebär att den praktiska tillförlitligheten av gasping och gagging är relativt låg. Tidigare forskning har visat att gasping har en viss användbarhet som indikator på bristande bedövningskvalitet. Resultaten i observationsstudien visade inte på några samband mellan gasping eller gagging och andra indikatorer vid bedömning av bedövningskvaliteten, men kunde inte heller visa att sådana samband inte existerar. Tidigare forskning tyder på att gasping och gagging är indikatorer på bedövningskvalitet som kan ses under induktion såväl som efter bedövning med CO_2, dock inte vad som skiljer dessa beteenden åt fysiologiskt eller dess betydelse vid de olika tidpunkterna. Dessa resultat tyder på att det finns ett behov av att studera detta ämne vidare i framtiden.

Referenser

Anil, M.H. (1991). Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science*, 30 (1), 13–21. https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90030-T

Anil, M.H., Whittington, P.E. & McKinstry, J.L. (2000). The effect of the sticking method on the welfare of slaughter pigs. *Meat Science*, 55 (3), 315–319. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00159-X

Atkinson, S. (2016). *Assessment of cattle and pig welfare at stunning in commercial abattoirs*. Diss. Department of Animal Environment and Health, Swedish University of Agricultural Sciences. https://research.slu.se/en/publications/assessment-of-cattle-and-pig-welfare-at-stunning-in-commercial-ab/

Atkinson, S., Algers, B., Pallisera, J., Velarde, A. & Llonch, P. (2020). Animal welfare and meat quality assessment in gas stunning during commercial slaughter of pigs using hypercapnic-hypoxia (20% CO_2 2% O_2) compared to acute hypercapnia (90% CO_2 in Air). *Animals*, 10 (12), 2440. https://doi.org/10.3390/ani10122440

Atkinson, S., Velarde, A. & Algers, B. (2013). Assessment of stun quality at commercial slaughter in cattle shot with captive bolt. *Animal Welfare*, 22 (4), 473–481. https://doi.org/10.7120/09627286.22.4.473

Atkinson, S., Velarde, A., Llonch, P. & Algers, B. (2012). Assessing pig welfare at stunning in Swedish commercial abattoirs using CO2 group-stun methods. *Animal Welfare*, 21 (4), 487–495. https://doi.org/10.7120/09627286.21.4.487

Blackmore, D.K. & Newhook, J.C. (1982). Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves— Part 3: The duration of insensibility induced by electrical stunning in sheep and calves. *Meat Science*, 7 (1), 19–28. https://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90094-8

Bologna, M., Paparella, G., Valls-Solé, J., Hallett, M. & Berardelli, A. (2024). Neural control of blinking. *Clinical Neurophysiology*, 161, 59–68. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2024.02.023

Bouwsema, J. & Lines, J. (2019). Could low atmospheric pressure stunning (LAPS) be suitable for pig slaughter? A review of available information. *Animal Welfare*, 28 (4), 421–432. https://doi.org/10.7120/09627286.28.4.421

Brandt, P. & Aaslyng, M.D. (2015). Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: A review. *Meat Science*, 103, 13–23. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.004

Broom, D.M. & Fraser, A.F. (2007). Welfare assessment. I: Broom, D.M. & Fraser, A.F. (red.) *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. CABI. 58–69. https://doi.org/10.1079/9781845932879.0058

Cruccu, G. & Deuschl, G. (2000). The clinical use of brainstem reflexes and hand-muscle reflexes. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International*

Federation of Clinical Neurophysiology, 111 (3), 371–387. https://doi.org/10.1016/s1388-2457(99)00291-6

Dalmau, A., Rodríguez, P., Llonch, P. & Velarde, A. (2010). Stunning pigs with different gas mixtures: aversion in pigs. *Animal Welfare,* 19 (3), 325-333. https://www.cambridge.org/core/journals/animal-welfare/article/stunning-pigs-with-different-gas-mixtures-aversion-in-pigs/88CA297CDD75F6E666EAF15CB2A83634 [2025-11-20]

Dodman, N.H. (1977). Observations on the use of the Wernberg dip-lift carbon dioxide apparatus for pre-slaughter anaesthesia of pigs. *British Veterinary Journal*, 133 (1), 71–80. https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)34190-8

Dugdale, A., Beaumont, G., Bradbrook, C. & Gurney, M. (2020). *Veterinary Anaesthesia: Principles to Practice*. Second edition, Wiley Blackwell.

Edwards, L.N., Engle, T.E., Correa, J.A., Paradis, M.A., Grandin, T. & Anderson, D.B. (2010). The relationship between exsanguination blood lactate concentration and carcass quality in slaughter pigs. *Meat Science*, 85 (3), 435–440. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.012

EFSA (2004). European Food Safety Authority. 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. *EFSA Journal*, 2 (7), 45. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2004.45

EFSA (2013). European Food Safety Authority. Scientific Opinion on monitoring procedures at slaughterhouses for pigs. *EFSA Journal*, 11 (12), 3523. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3523

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2020). European Food Safety Authority. Welfare of pigs at slaughter. *EFSA Journal*, 18 (6), e06148. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6148

EUWelNet (2013). Standard operating procedures (SOPs) for the waterbath stunning of poultry and the valid and reliable assessment of unconsciousness following mechanical stunning in bovines, electrical stunning in ovines, water bath electrical stunning in poultry and gas stunning in pigs. *Sub Deliverable 3.4.2*. https://www.euwelnet.eu/media/1176/d5_appendix_29_final.pdf [2025-12-09]

Forslid, A. (1987). Transient neocortical, hippocampal and amygdaloid EEG silence induced by one minute inhalation of high concentration CO_2 in swine. *Acta Physiologica Scandinavica,* 130, 1-10. https//doi.org/10.1111/j.1748-1716.1987.tb08104.x

Fraser, D. (2008). Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50 (1), S1. https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-S1-S1

Gerritzen, M. (2025). *Analyses and recommendations regarding four systems in the PigStun project that provide alternatives to high CO_2 stunning: Deliverable D4.* EU Reference Centre for Animal Welfare – Pigs. https://eurcaw-pigs.eu/search/result/d4:-analyses-and-recommendations-regarding-four-systems-

in-the-pigstun-project-that-provide-alternatives-to-high-co2-stunning:-deliverable-4-pigstun?id=1471551 [2025-09-26]

Grandin, T. (2013). Making slaughterhouses more humane for cattle, pigs, and sheep. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 491–512. https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103713

Guntheroth, W.G. & Kawabori, I. (1975). Hypoxic apnea and gasping. *Journal of Clinical Investigation*, 56 (6), 1371–1377. https://doi.org/10.1172/JCI108217

Harding, R. (1984). Fetal Breathing. I: *Fetal Physiology and Medicine*. Second edition, Butterworth-Heinemann. 255–286. https://doi.org/10.1016/B978-0-407-00366-8.50014-9

Hodgkinson, O. (2007). Practical sedation and anaesthesia in pigs. *In Practice*, 29 (1), 34–39. https://doi.org/10.1136/inpract.29.1.34

Hognestad, B.W., Digranes, N., Opsund, V.G., Espenes, A. & Haga, H.A. (2023). CO_2 Stunning in pigs: Physiological deviations at onset of excitatory behaviour. *Animals*, 13 (14), 2387. https://doi.org/10.3390/ani13142387

Huanca-Marca, N.F., Estévez-Moreno, L.X., Espinosa, N.L. & Miranda-de la Lama, G.C. (2025). Assessment of pig welfare at slaughterhouse level: A systematic review of animal-based indicators suitable for inclusion in monitoring protocols. *Meat Science*, 220, 109689. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109689

Jerlström, J. (2014). *When and what determines the death of an animal? A study investigating the heart activity during slaughter of farm animals*. Swedish University of Agricultural Sciences. Agricultural Science Programme - Animal Science. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-3358 [2025-11-18]

Jerlström, J. (2025). *Killing them softly: pig and cattle welfare at slaughter and its economic relevance*. Diss. Swedish University of Agricultural Sciences. 39. https://res.slu.se/id/publ/142460

Jerlström, J., Berg, C. & Wallenbeck, A. (2025). Unnecessary suffering during the slaughter of cattle and pigs: mapping stun quality and associations to stun-to-stick intervals. *Frontiers in Animal Science*, 6. https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1633616

Jongman, E.C., Woodhouse, R., Rice, M. & Rault, J.-L. (2021). Pre-slaughter factors linked to variation in responses to carbon dioxide gas stunning in pig abattoirs. *Animal*, 15 (2), 100134. https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100134

Jordbruksverket (2022). *Vägledning för god praxis gällande djurskydd och standardrutiner vid slakterier som slaktar grisar.* Dnr: 5.2.17-15780/2021. https://www.slu.se/contentassets/4b0ca2299b1e481ebc490e9b988534a6/vagledning-for-god-praxis-gris2-1096639-3-1-tg.pdf [2025-12-09]

Jordbruksverket (2024). *Statistik om slaktade djur och klassning*. https://jordbruksverket.se/djur/djurtransportorer-och-slakterier/statistik-om-slaktade-djur-och-klassning [2025-09-23]

Lambooij, E., Gerritzen, M.A., Engel, B., Hillebrand, S.J.W., Lankhaar, J. & Pieterse, C. (1999). Behavioural responses during exposure of broiler chickens to different gas

mixtures. *Applied Animal Behaviour Science*, 62 (2), 255–265. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00214-7

Lindahl, C., Sindhøj, E., Gerritzen, M.A., Reimert, H.G.M., Berg, C., Blad, M. & Wallenbeck, A. (2025). Pigs exposed to nitrogen, argon or carbon dioxide filled high-expansion foam: behavioural responses, stun process and blood lactate concentration. *Animal*, 19 (7), 101573. https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101573

Llonch, P., Dalmau, A., Rodríguez, P., Manteca, X. & Velarde, A. (2012). Aversion to nitrogen and carbon dioxide mixtures for stunning pigs. *Animal Welfare*, 21 (1), 33–39. https://doi.org/10.7120/096272812799129475

Llonch, P., Rodríguez, P., Jospin, M., Dalmau, A., Manteca, X. & Velarde, A. (2013). Assessment of unconsciousness in pigs during exposure to nitrogen and carbon dioxide mixtures. *Animal*, 7 (3), 492–498. https://doi.org/10.1017/S1751731112001966

Manning, K.A., Riggs, L.A. & Komenda, J.K. (1983). Reflex eyeblinks and visual suppression. *Perception & Psychophysics*, 34 (3), 250–256. https://doi.org/10.3758/BF03202953

Marcon, A.V., Caldara, F.R., de Oliveira, G.F., Gonçalves, L.M.P., Garcia, R.G., Paz, I.C.L.A., Crone, C. & Marcon, A. (2019). Pork quality after electrical or carbon dioxide stunning at slaughter. *Meat Science*, 156, 93–97. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.022

May, K., Hartmann, L., von Wenzlawowicz, M., Bühler, C. & König, S. (2022). Key parameters of head-heart electrical stunning need to be adapted to improve stunning effectiveness and meat quality in pigs of different genetic lines. *Meat Science*, 190, 108829. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108829

Mellor, D., Patterson-Kane, E. & Stafford, K.J. (2009). *The Sciences of Animal Welfare*. John Wiley & Sons. https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=LOJTcpUrr80C&oi=fnd&pg=PR6&dq=The+sciences+of+animal+welfare&ots=kUodESvmv4&sig=bdk-KXqkHEG-yISX5_YX4cUL2EU&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20sciences%20of%20animal%20welfare&f=false

Mellor, D. & Reid, C.S.W. (1994). Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. *Experimental Research and Animal Welfare Collection*. https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/exprawel/7

Miles, T.S. (1979). Features peculiar to the trigeminal innervation. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 6 (2), 95–103. https://doi.org/10.1017/S031716710011947X

Newhook, J.C. & Blackmore, D.K. (1982). Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves: Part 1—The onset of permanent insensibility in sheep during slaughter. *Meat Science,* 6 (3), 221-233. https://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90031-6

Nowak, B., Mueffling, T.V. & Hartung, J. (2007). Effect of different carbon dioxide concentrations and exposure times in stunning of slaughter pigs: Impact on animal welfare and meat quality. *Meat Science*, 75 (2), 290–298. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.014

Raj, A.B.M. (1999). Behaviour of pigs exposed to mixtures of gases and the time required to stun and kill them: welfare implications. *Veterinary Record*, 144 (7), 165–168. https://doi.org/10.1136/vr.144.7.165

Raj, A.B.M. (2014). Stunning | CO_2 and Other Gases. I: *Encyclopedia of Meat Sciences,* Dikeman, M.& Devine, C. (red.). Second edition, Academic Press. 401-406. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00155-0 [2025-12-08]

Raj, A.B.M. & Gregory, N.G. (1995). Welfare implications of the gas stunning of pigs 1. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon. *Animal Welfare*, 4 (4), 273–280. https://doi.org/10.1017/S096272860001798X

Raj, A.B.M. & Gregory, N.G. (1996). Welfare implications of the gas stunning of pigs 2. Stress of induction of anaesthesia. *Animal Welfare*, 5 (1), 71–78. https://doi.org/10.1017/S0962728600018352

Rault, J.-L., Bateson, M., Boissy, A., Forkman, B., Grinde, B., Gygax, L., Harfeld, J.L., Hintze, S., Keeling, L.J., Kostal, L., Lawrence, A.B., Mendl, M.T., Miele, M., Newberry, R.C., Sandøe, P., Špinka, M., Taylor, A.H., Webb, L.E., Whalin, L. & Jensen, M.B. (2025). A consensus on the definition of positive animal welfare. *Biology Letters*, 21 (1), 20240382. https://doi.org/10.1098/rsbl.2024.0382

Rodríguez, P., Dalmau, A., Ruiz-de-la-Torre, J., Manteca, X., Jensen, E., Rodríguez, B., Litvan, H. & Velarde, A. (2008). Assessment of unconsciousness during carbon dioxide stunning in pigs. *Animal Welfare*, 17 (4), 341–349. https://doi.org/10.1017/S0962728600027834

Rådets förordning (EG) 1099/2009 av den 24 september 2009 om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning (EUT L 303, 18.11.2009). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-SV/TXT/?uri=CELEX:32009R1099

SFS 2018:1192. *Djurskyddslag.*

SFS 2019:66. *Djurskyddsförordning.*

SJVFS 2019:8. *Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om slakt och annan avlivning av djur.*

Srinivasan, V., Nadkarni, V.M., Yannopoulos, D., Marino, B.S., Sigurdsson, G., McKnite, S.H., Zook, M., Benditt, D.G. & Lurie, K.G. (2006). Spontaneous gasping decreases intracranial pressure and improves cerebral perfusion in a pig model of ventricular fibrillation. *Resuscitation*, 69 (2), 329–334. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.08.013

St John, W.M. (2009). Noeud vital for breathing in the brainstem: Gasping—Yes, Eupnoea—Doubtful. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 364 (1529), 2625–2633. https://www.jstor.org/stable/40486035 [2025-11-20]

Swedish Centre for Animal Welfare (SCAW). (2017). *Yttrande SLU SCAW 2017.2.2.17 om kontroll av att djuret är dött.* SCAW, Sveriges lantbruksuniversitet. https://www.krav.se/app/uploads/sites/2/2021/03/kontroller_djuret_dott_scaw.pdf

Terlouw, C. (2005). Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience: A brief review of recent findings. *Livestock Production Science*, 94 (1), 125–135. https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.032

Terlouw, C., Bourguet, C. & Deiss, V. (2016). Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part II. Evaluation methods. *Meat Science*, 118, 147–156. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.010

Velarde, A., Cruz, J., Gispert, M., Carrión, D., Torre, J.R. de la, Diestre, A. & Manteca, X. (2007). Aversion to carbon dioxide stunning in pigs: effect of carbon dioxide concentration and halothane genotype. *Animal Welfare*, 16 (4), 513–522. https://doi.org/10.1017/S0962728600027445

Velarde, A. & Dalmau, A. (2018). Slaughter of pigs. I: *Advances in Pig Welfare*. Elsevier. 295–322. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00010-1

Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Manteca, X. & Diestre, A. (2000a). Survey of the effectiveness of stunning procedures used in Spanish pig abattoirs. *Veterinary Record*, 146 (3), 65–68. https://doi.org/10.1136/vr.146.3.65

Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Manteca, X. & Diestre, A. (2000b). The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science*, 55 (3), 309–314. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00158-8

Verhoeven, M., Gerritzen, M., Velarde, A., Hellebrekers, L. & Kemp, B. (2016). Time to loss of consciousness and its relation to behavior in slaughter pigs during stunning with 80 or 95% carbon dioxide. *Frontiers in Veterinary Science*, 3:38. https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00038

Verhoeven, M.T.W., Gerritzen, M.A., Hellebrekers, L.J. & Kemp, B. (2015). Indicators used in livestock to assess unconsciousness after stunning: a review. *Animal,* 9 (2), 320–330. https://doi.org/10.1017/S1751731114002596

Vogel, K.D., Badtram, G., Claus, J.R., Grandin, T., Turpin, S., Weyker, R.E. & Voogd, E. (2011). Head-only followed by cardiac arrest electrical stunning is an effective alternative to head-only electrical stunning in pigs. *Journal of Animal Science*. 89, (5), 1412–1418. https://academic.oup.com/jas/article/89/5/1412/4764504 [2025-11-24]

van der Wal, P.G. (1978). Chemical and physiological aspects of pig stunning in relation to meat quality—A review. *Meat Science*, 2 (1), 19–30. https://doi.org/10.1016/0309-1740(78)90018-9

Wallgren, T., Wallenbeck, A. & Berg, C. (2021). *Stunning methods for pigs at slaughter*. (56). Department of Animal Environment and Health, Swedish University of Agricultural Sciences. https://res.slu.se/id/publ/113531

Wenzlawowicz, M. von, Holleben, K. von & Eser, E. (2012). Identifying reasons for stun failures in slaughterhouses for cattle and pigs: a field study. *Animal Welfare*, 21 (S2), 51–60. https://doi.org/10.7120/096272812X13353700593527

WOAH (2021). *Terrestrial Animal Health Code. 2021*. Twenty-ninth edition, World Organization for Animal Health. https://rr-europe.woah.org/app/uploads/2020/08/oie-terrestrial-code-1_2019_en.pdf [2025-10-07]

Wotton, S.B. & Gregory, N.G. (1986). Pig slaughtering procedures: time to loss of brain responsiveness after exsanguination or cardiac arrest. *Research in Veterinary Science*, 40 (2), 148–151. https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)30504-6

Populärvetenskaplig sammanfattning

Vid slakt av gris i Sverige ska djuren bedövas innan avlivning för att på så sätt skydda djuren mot onödigt lidande. I Sverige används huvudsakligen koldioxid (CO_2) för att bedöva grisarna, innan de avlivas genom blodförlust (avblodning). Användning av CO_2 fungerar genom att grisarna utsätts för en hög koncentration koldioxid (≥ 80 % av luft) i ett nedsänkt utrymme. Inandning av gasen leder till att djuren förlorar medvetandet. Efter bedövningen ska slakteripersonalen kontrollera bedövningseffekt genom att observera djurens medvetandegrad, fram till dess att djuren har dött av avblodningen. Detta sker genom att djuren undersöks för förekomst eller frånvaro av beteenden och reflexer, som kan tyda på att djuret är medvetslöst.

Gasping och gagging är beteenden som ses hos grisar vid bedövning med CO_2, men det är inte entydigt hur dessa ska identifieras och tolkas under praktiska förhållanden på slakteriet. Syftet med den här studien var därför att undersöka hur gasping och gagging definieras enligt vetenskaplig litteratur, och hur de fungerar praktiskt på ett slakteri vid kontroll av bedövningen. Syftet med studien var att undersöka definitionen och tillförlitligheten på gasping och gagging som indikatorer på bedövningskvalitet, samt om det går att se något samband mellan gasping eller gagging och andra indikatorer på bedövningskvalitet. Hypotesen var att både gasping och gagging kan användas som indikatorer för att underlätta bedömningen av bedövningskvaliteten i praktiken, och utgöra tidiga indikatorer på att bedövningen inte har gjort djuren helt medvetslösa.

I studien har en litteraturundersökning gjorts av publicerad forskning om bedövningsindikatorer, beteendena gasping och gagging, såväl som en observationsstudie på ett svenskt grisslakteri. Gasping definierades i denna studie som plötsliga och snabba indrag av luft genom en öppen mun, som kan ske i samband med sträckt nacke och ljud från munnen. Det har även delats in i regelbunden gasping, om det sker upprepat mer än tre gånger under tio sekunder, eller oregelbunden gasping vid enstaka förekomster. I studien definierades gagging som öppning och stängning av munnen, möjligen i samband med snark-lika läten från munnen.

Observationsstudien genomfördes under tre efterföljande dagar där 480 grisar har observerats från det att de kommer ut ur bedövningen, till två minuter efter avblodningen. Under studien har det noterats förekomst av gasping, gagging och andra indikatorer, dess frekvens samt om en indikator har setts innan eller efter sticket för avblodning. När gasping observerades, undersöktes även en del av grisarna samtidigt för om utandning kunde kännas på handen eller om rörelser sågs i flanken, för att undersöka om ett samband kunde konstateras. Utöver detta undersöktes alla

(utom en) individer för om de visade en hornhinne-reflex, genom att försiktigt peta med ett finger på ögat strax innan stick.

Resultatet för studien blev att 4 % av individerna som observerades visade ett eller flera indikatorer på otillräcklig bedövning. Den vanligaste indikatorn som observerades var bensparkar, följt av oregelbunden gasping, hornhinne-reflex och regelbunden gasping. Gagging har inte observerats hos någon individ i denna studie. Tre individer visade mer än en indikator, däribland hornhinne-reflex och gasping eller bensparkar. Hornhinne-reflexen kontrollerades vid ett upprepat tillfälle, efter avblodningen, hos 36 grisar, och då observerades inte reflexen hos någon individ. Under den tredje dagen för observationsstudien registrerades temperatur och koncentrationen för CO_2 i bedövningsutrymmet, för att undersöka om det förekom variation. Dessa mätningar sammanställdes och medelvärdet för temperaturen på respektive koncentrationen för CO_2, beräknades till 19,1 °C respektive 92,9 %, med liten variation runt dessa värden.

Målet i studien var att undersöka tillförlitligheten på gasping och gagging som indikatorer på otillräcklig medvetslöshet vid bedövning. Resultatet av studien visar att definitionerna av gasping och gagging varierar i den vetenskapliga litteraturen. Det innebär att den praktiska tillförlitligheten av gasping och gagging är relativt låg. Tidigare forskning har visat att gasping har en viss användbarhet som indikator på bristande bedövningskvalitet. Resultaten i den här studien visade inte på samband mellan gasping eller gagging och andra indikatorer vid bedömning av bedövningskvaliteten, men kunde inte heller visa att sådana samband inte existerar. Tidigare forskning tyder på att gasping och gagging är indikatorer på bedövningskvalitet som kan ses under induktion såväl som efter bedövning med CO_2, dock inte vad som skiljer dessa beteenden åt fysiologiskt eller dess betydelse vid de olika tidpunkterna. Dessa resultat tyder på att det finns ett behov av att studera detta ämne vidare i framtiden.

Tack

Tack till mina handledare Josefine och Lotta för all hjälp i arbetet. Jag är så oerhört tacksam för all pepp och stöd som jag har fått. Det har varit ovärderligt och gjort mitt arbete så mycket bättre. Tack även till personalen och kollegorna på slakteriet som har har hjälpt mig och gjort den här studien möjlig. Jag vill även tacka mina vänner för det stöd och hjälp jag har kunnat få från er, oavsett tidpunkt på dygnet.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316

☒ JA, jag har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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