

Av Elisiv Tolo, spesialveterinær – bedøving og avliving, Animalia

## Vurderinger rundt bedøving av gris på slakterier

Valg av bedøvmingsmetode brukt i kommersielle slakterier støtter seg på dagens kunnskap om fordeler og ulemper ved de ulike metodene. I samfunnsdebatten kommer det jevnlig sterk kritikk mot bruk av CO<sub>2</sub>-bedøving av gris på grunn av grisens reaksjoner før den mister bevisstheten.

I Norge har et flertall på Stortinget ([Innst. 130 S \(2021-2022\)](#)), jf. [Dokument 8:25 S \(2021-2022\)](#)) bedt Regjeringen om å styrke velferden for produksjonsdyr på flere områder og å framskynde arbeidet med en ny stortingsmelding om dyrevelferd. Stortinget har som mål å innføre bedre metoder for avliving på slakteri, og på sikt et forbud mot bruk av CO<sub>2</sub>-bedøving.

Denne artikkelen er skrevet for å gi bedre forståelse av utfordringer ved ulike bedøvmingsmetoder, samt gi innblikk i forskning på alternativer til CO<sub>2</sub>-bedøving. Norsk kjøttbransje er avhengig av tillit og må legge til grunn at beste praksis på dyrevelferdsområdet skal brukes til enhver tid.

### Bakgrunn

I dag bedøves gris enten med elektrisk strøm eller med høye konsentrasjoner av karbondioksid (CO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub>-bedøving brukes på mer enn 90 % av grisene i Norden og er den vanligste metoden i mange europeiske land. For norsk kjøttbransje var innfasingen av gruppevis gassbedøving rundt årtusenskiftet et viktig tiltak for bedre dyrevelferd ved slakting og samlet sett en betydelig investering.

CO<sub>2</sub> gir ikke øyeblikkelig tap av bevissthet, er ubehagelig å puste inn, grisene puster anstrengt og mange får heftige kramper. Så langt kan ingen si nøyaktig når grisene mister bevisstheten, men flere undersøkelser tilsier at det er snakk om 13-33 sekunder ved gasskonsentrasjoner over 90 % (Erhardt et al, 1989, Martoft et al, 2002, Verhoeven et al, 2015, anon 2020). Kramper *kan* være viljestyrte forsøk på å holde seg oppreist, eller skyldes panikk, men det er også ubevisste kramper som i tråd med klassisk narkoselære kan forventes i eksitasjonsfasen, som vist i figur 1.

### Gassnarkosens faser

<b>1. Induksjonsfasen</b> Dyrene opplever ubehag, puster anstrengt og er urolige. Bevisstheten forsvinner gradvis, og de mister kontroll over musklene.	<b>2. Eksitasjonsfasen</b> Dyrene har mistet bevisstheten, men puster heftig og kan ha kraftige kramper	<b>3. Bedøvmingsfasen</b> - Dyrene er i narkose og godt bedøvet - Fortsatt anstrengt pust - Rolige dyr med sporadiske bevegelser, - Vokalisering forekommer - Reflekser, altså reaksjoner som skjer uavhengig av bevissthet, forsvinner gradvis	<b>4. Sluttfasen</b> Hjernestammen lammes. Grisene dør av oksygenmangel om de blir i gassen lenge nok.
--	--	--	---

Fig.1 Klassisk narkoselære deler gassanestesi i fire faser (Muir, 2007).

Forskere har kommet til ulike resultater når de det gjelder varighet og grad av ubehag etter at grisene eksponeres for CO<sub>2</sub>. Dårlig utforming og styring av anlegg påvirker tid til tap av bevissthet, og det finnes ingen metode som kan si nøyaktig når bevissthet forsvinner.

Motstandere av gassbedøving viser til forskningsresultater som konkluderer med at tid fra grisene kjenner gassen og til de mister bevisstheten, induksjonsfasen, er 30-60 sekunder og at grisene kan oppleve åndenød, smerter og heftige kramper før tap av bevissthet.

Argumenter for at man likevel bruker CO<sub>2</sub>-bedøving er gruppevis håndtering med rolig inndriving uten bruk av tvang, liten risiko for menneskelige feil, høy sikkerhet for at grisene er bedøvet inntil døden inntreffer, samt at det er enkelt å oppdage dyr som unntaksvis ikke er godt bedøvet.

### Kort om bedøving og avliving

Bedøving før avliving er definert som en villet prosess som fører til tap av bevissthet og følesans uten å påføre smerte, inkludert metoder som fører til øyeblikkelig død. (EF 1099/2009, art.2). Aktuelle bedøvingsmetoder tillatt brukt før slaktning deles i tre grupper: mekaniske og elektriske metoder, samt metoder basert på endret atmosfære (controlled atmosphere stunning = CAS), ofte omtalt som gassbedøving. Effekten av metodene kan skyldes fysisk påvirkning av hjernens aktivitet (mekanisk og elektrisk bedøving), direkte farmakologisk effekt på det sentrale nervesystemet (CO<sub>2</sub>), eller oksygenmangel (inerte gasser og kontrollert dekompressjon) (Meyer, 2015). Farmakologiske stoffer som brukes ved kirurgiske inngrep, inkludert de fleste narkosegasser, kan ikke brukes til dyr som skal slaktes for matproduksjon pga. medisinrester i kjøttet.

Etter at dyrene er bedøvet, dør de som følge av oksygenmangel:

- Ved CO<sub>2</sub>-bedøving kan dyrene dø i anlegget, både fordi oksygenet fortrenses og fordi hjernestammen påvirkes av CO<sub>2</sub>
- Ved elektrisk bedøving med industert hjertestans slutter dyrene å puste og kretsløpet stopper
- Blodforsyningen stopper som følge av stikking og avblødning

### Optimal bedøving før slaktning

Ved vurdering av bedøvingsmetoder, må man se på risiko for ubehag, uro, angst, frykt og smerte både før og under bedøving og avliving. Stress før bedøving kan påvirke belastningen ved og effekten av bedøvingen (Hemsworth et al, 2002, Jongmann et al, 2021).

En ideell metode forutsetter

- at dyrene ikke må skilles fra andre dyr
- lite håndtering eller bruk av tvang før bedøving, dvs. ikke behov for fiksering
- tap av bevissthet uten smerter, frykt eller ubehag
- at metoden er effektiv på alle dyr
- at det er lett å oppdage dyr som ikke er godt bedøvet
- at effekten er tilstrekkelig lang; liten risiko for oppvåkning før eller under avblødning
- at dyrene er rolige og kan avbløse korrekt
- at det ikke blir reststoffer i kjøttet
- at metoden i liten grad påvirker kjøttkvaliteten på andre måter
- at operatørens sikkerhet ivaretas
- ingen risiko for menneskelig svikt

Så langt finnes ingen metode som oppfyller alle disse kravene fullt ut (EFSA, 2004).

Alle kjente bedøvningsmetoder har svakheter. Det er viktig å være klar over svakheten ved den enkelte metode som brukes, slik at det kan utarbeides prosedyrer som reduserer ulemper ved valgte metode. Hvilken metode som vil fungere best, avhenger av dyreart og slaktehastighet.

## Vurdering av metoder som er i bruk i dag

### *Presisjon, individuell håndtering og fiksering*

Bruk av boltepistol og elektrisk bedøving krever høy presisjon ved treffpunkt for bolt og elektroder for å sikre effektiv bedøving. Det medfører behov for å skille hvert dyr fra resten av gruppen og noen grad av fiksering. Fiksering er definert som en måte å begrense dyrets bevegelsesfrihet på. Individuell håndtering og fiksering kan medføre stress og behov for noe bruk av tvang. Dyrene kommer i nær kontakt med fremmede mennesker, noe som kan bidra til mer stress.

Ved gassbedøving kan grisene bedøves i små grupper, uten nær kontakt med operatørene.

### *Effekt*

Forutsatt godt utstyr og rett treffpunkt, er bedøving med **boltepistol** en effektiv metode som gir øyeblikkelig tap av bevissthet. Men det er krevende å treffe riktig på urolige dyr. Eldre griser har hard skalle og store bihuler, og de er derfor særlig utfordrende å bedøve med boltepistol. Effekten skyldes en kraftig hjernerystelse og blødninger ved hjernebasis, mens boltens ødeleggelse av hjernevev reduserer risiko for oppvåkning. Dyrene faller umiddelbart sammen med en stiv krampe i få sekunder, etterfulgt av heftige kramper.

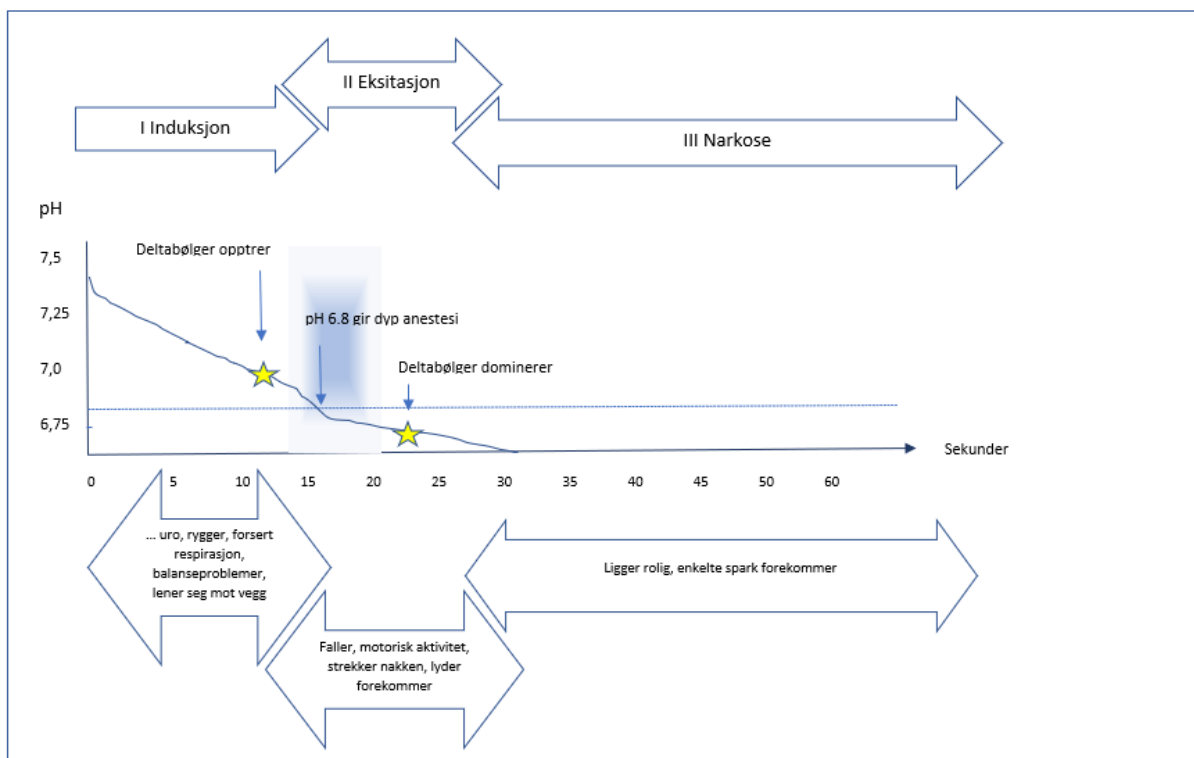
**Elektrisk bedøving** gir øyeblikkelig tap av bevissthet dersom alt gjøres riktig. Men det er liten margin mellom korrekt bedøving og smertefulle støt, i verste fall uten tap av bevissthet eller oppvåkning før eller under avblødning. Er dyrene urolige, kan de få støt før elektrodene får godt grep. Dårlig elektrodeplassering, for lav strømstyrke, og for mye vann brukt til å sikre kontakt mellom elektrode og hud kan resultere i at grisene blir lammet uten å miste bevisstheten. For kort strømtid gir kortvarig effekt. For lang strømtid kan kamuflere dårlig effekt. Begge feil medfører risiko for at grisene kan våkne opp under avblødning. Når det sendes tilstrekkelig strømstyrke gjennom hjernen, frisettes neurotransmittere som fører til epileptisk aktivitet; dyrene får først en stiv krampe etterfulgt av kraftige kramper med sparking og syklebevegelser. Selv om alt utføres riktig, vil dyrene våkne opp igjen etter ca. 30-70 sekunder. Under bedøvingen er det mulig å påføre hjertestans; det kan redusere krampene, og risiko for oppvåkning elimineres. Men dårlig elektrodeplassering kan resultere i at dyrene ikke blir bedøvet, men får hjertestans.

Ved **CO<sub>2</sub>-bedøving** går 2-7 griser inn i en gondol, eller heis, som senkes ned i en brønn fylt med 90 % CO<sub>2</sub>. Grisene er rolige de første sekundene, deretter sees dyr som løfter hodet, rygger, blir urolige, puster anstrengt, strever med å holde balansen og setter seg, legger seg eller faller over ende med kraftige kramper. Rundt 30 sekunder etter eksponering for høye konsentrasjoner ligger alle grisene normalt rolig, med sporadiske bevegelser. Det er individuell variasjon i reaksjon på gassen, og så langt har vi ikke metoder som gjør det mulig å si nøyaktig når grisene mister bevisstheten.

Martoft et al (2002) har vist at endringer i hjernen og blodparametre endres gradvis fra eksponeringen starter. Effekten av CO<sub>2</sub> skyldes rask senkning av pH i hjernen, som fører til tap av bevissthet før oksygennivået er kritisk lavt i hjernecellene. pH i hjernen ligger normalt rundt 7,4. Martoft et al ((2003) har vist at pH falt fra  $7,28 \pm 0,14$  (middelverdi  $\pm$  standardavvik) til 7,1 etter 8 sekunders eksponering for 90 % CO<sub>2</sub>. Etter 24 sekunder lå pH i hjernecellene på 6,75. En pH på 6,8

tilsvarende dyp anestesi hos hund (Eisele i Martoft 2003). Martoft fant at pH-senkningen i hjernen skjer minst like raskt som i blod, noe som kan forklares med at blodet har større bufferkapasitet. Nyere undersøkelser utført ved NMBU bekrefter at pH i blod faller raskt i løpet av de første 15 sekundene (anon, 2022).

Andre forskere har konkludert med at det kan ta fra 30-60 sekunder før grisene er uten bevissthet (Rodriguez et al, 2008, Atkinson et al, 2015, Verhoeven, 2016). Flere forsøk er gjort i eldre, suboptimale feller med manglende kontroll på gasskonsentrasjonen (Holleben, 2017). Lavere gasskonsentrasjoner gir økt tid til tap av bevissthet. Konklusjonene er delvis basert på EEG-undersøkelser, som under slike forhold kan være krevende å tolke fordi signalene fra hjerneaktiviteten forstyrres av muskelkrampes i det relevante tidsintervallet (Verhoeven, 2016).



Figur 2. Skjematisk framstilling av dyrenes atferd relatert til pH i hjernecellene og endringer i EEG under eksponering for CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over 90 %. Et EEG dominert av deltabølger indikerer at dyret er uten bevissthet. Verdier er hentet fra Martoft et al (2002 & 2003). Grisenes reaksjoner er basert på observasjoner i norske slakterier. Så langt har vi antatt at bevissthetstap hos majoriteten av grisene inntreer i det graderte feltet, rundt 13-20 sekunder fra grisen puster inn høye konsentrasjoner. Pilene i figuren indikerer de tre første fasene ved gassnarkose over grafen og beskrivelser av dyrenes atferd under. Pilene overlapper pga. individuell variasjon og usikkerhet om tid for tap av bevissthet.

### Bedøvningskontroll og stikking

Ved bruk av **boltpistol** er det relativt enkelt for operatøren å vurdere tegn på god effekt. På grunn av de kraftige krampene som sees hos gris, bør stikking utføres umiddelbart etter skuddet, så dyret er ikke tilgjengelig for kontroll for andre personer. Stikking er forbundet med en viss HMS-risiko for operatør.

Etter **elektrisk bedøving** uten hjertestans er det krevende å skille immobiliserte dyr fra godt bedøvede dyr. Operatøren må stikke dyret umiddelbart for å sikre at ingen dyr våkner opp igjen under avblødning, og for å unngå de kloniske krampene som sees ved epileptisk aktivitet. Dyrene er derfor ikke tilgjengelige for kontroll før etter stikking.

Ved **CO<sub>2</sub>-bedøving** er dyrene rolige når de kommer ut av gassen og lett tilgjengelig for kontroll av bedøvingseffekt og stikking. Narkosedybde kan reguleres ved å justere oppholdstid i gassen.

EEG har lenge vært vurdert som den beste metoden for å vise om et individ er uten bevissthet. Men det er krevende å få gode registreringer av endringer i hjerneaktiviteten både ved elektrisk bedøving og under CO<sub>2</sub>-bedøving fordi dyrene ved begge metoder får kraftige muskelkramper i det tidsrommet hvor de antas å miste bevisstheten. Muskelaktiviteten kamuflerer derfor hjerneaktiviteten. Uansett er måling av elektrisk aktivitet i hjernen ikke et direkte mål på bevissthet, selv om aktiviteten endres med endret grad av bevissthet. Vi vet at bevisstheten forsvinner før vi ser et flatt EEG, men ikke akkurat når.

I samarbeid med NMBU-Veterinærhøgskolen har Animalia fått midler fra «Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri» for å bekrefte eller avkrefte tidligere resultater om tid fra CO<sub>2</sub>-eksponering til tap av bevissthet. De praktiske delene av prosjektet er gjennomført, og det er etablert en modell som er godt egnet for å studere grisens ulike fysiologiske reaksjoner ved gassbedøving. NMBU Veterinærhøgskolen vil publisere resultatene fra forsøket som er gjennomført så snart disse er ferdig analysert. For næringen er det avgjørende å kunne dokumentere at beste praksis følges, og at eventuelle beslutninger om endring tas på et vitenskapelig grunnlag.

### Forskning på alternativer

I 2020 utgav EFSA AHAW en rapport om velferd for gris ved slakting, hvor eksponering for CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over 80 % vurderes som et alvorlig velferdsproblem (EFSA, 2020). Det anbefales at eksponering for CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over 80 % skal erstattes av andre gassblandinger som er mindre belastende (aversive). EU har bevilget 2 millioner euro til et forskningsprosjekt som skal utvikle bedre bedøvingsmetoder for gris.

På grunn av de kjente utfordringene med CO<sub>2</sub>-bedøving, har det i mer enn 30 år vært forsket for å finne en alternativ gass eller gassblanding. Som nevnt tidligere kan vanlige narkosegasser ikke brukes til bedøving før slakting fordi det blir reststoffer i kjøttet. I praksis betyr det at man må bruke gasser som finnes i luft. Gassene må ha en tetthet som gjør at de kan håndteres på en sikker måte, de må gi tilstrekkelig lang varighet av bevisstløshet slik at dyrene ikke våkner opp igjen, de må virke innen rimelig tid og det må være god tilgjengelighet. Det er med andre ord et svært avgrenset antall gasser som er aktuelle.

Så langt har ingen kommet opp med bedre alternativer som bedøver grisene på en sikker og trygg måte med mindre stress (Steiner et al, 2019). Europeiske forskningsmiljøer som har jobbet med disse problemstillingene anbefaler å prioritere følgende områder i videre forskning:

- Standardisere bruk av ord og begreper og beskrivelse av dyrs atferdsmønstre ved bedøving
- Identifisere markører eller metoder som kan skille mellom bevissthetstap og oppvåkning
- Korrelere slike markører med fysiologiske parameter og adferd som er enklere å observere under praktiske forhold
- Validere betydning av dyspnoe (endret/anstrengt pust) ved hypercapnia (høye nivåer av CO<sub>2</sub>) og hypoksi (lave nivåer av oksygen)
- Vurdere betydningen av lyssetting for stress og tap av bevissthet
- Utvikle utstyr og optimalisere prosesser for å redusere støy
- Optimalisere gruppesammensetning og håndtering av grisene før og under bedøving
- Vurdere grad av aversjon mot hypoksi ved bruk av inerte gasser
- Evaluere stress i grupper og i systemer med isolasjon fra andre griser

- Utvikle metoder for bedre elektrisk bedøving uten behov for fiksering
- Vurdere muligheter for bruk av single-pulse ultra-high current (SPUC)

Sindhøj et al (2021) har publisert en oversiktsartikkel over hva som er publisert om alternativer til CO<sub>2</sub>-bedøving ved slaktning av gris fra 2004 til 2020. De fant totalt 15 studier, hvorav 9 så på alternativer til CO<sub>2</sub>, mens 7 så på ulike kombinasjoner av CO<sub>2</sub> i lavere konsentrasjoner og andre gasser. Følgende alternativer er undersøkt:

- Argon og argon i 10 % luft
- Argon kombinert med 30, 40 og 50 % CO<sub>2</sub>
- Helium
- Nitrogen kombinert med 15, 20 eller 30 % CO<sub>2</sub>
- N<sub>2</sub>O (Lystgass) i luft (90/10)
- N<sub>2</sub>O etterfulgt av CO<sub>2</sub> i to trinn
- Nitrogen (98 %) i skum
- Low atmosphere pressure stunning (LAPS)

Forskerne Sindhøj et al viser til har til dels motstridene konklusjoner. Både argon og N<sub>2</sub>O er vist å gi mindre aversjon enn CO<sub>2</sub> i høye konsentrasjoner, men det tar vesentlig lenger tid til tap av bevissthet, risiko for oppvåkning under avblødning er større og gassene er vanskeligere å arbeide med. I tillegg er det utfordringer med uheldig effekt på kjøttkvaliteten. Helium er vist å gi lite aversjon og god kjøttkvalitet (Machtolf et al, 2013). Det skal være tatt i bruk på et tysk slakteri i 2022 (anon, 2021). En utfordring er knappe ressurser av helium og ønsker om å reservere tilgjengelig gass for medisinske formål. Derfor har det ikke vært satset på å utvikle anlegg som fungerer i praksis. Helium er lettere enn luft, og bruk til bedøving forutsetter anlegg hvor grisene kjøres med heis opp i en kuppel eller lignende.

To-trinns løsninger hvor grisene først bedøves med en mindre aversiv gass før de, i neste trinn, legges i dypere narkose med CO<sub>2</sub>, kan være interessante. Men det medfører behov for tekniske løsninger som håndterer ulike gasser.

For å unngå utfordringene knyttet til håndtering av nitrogen og sikre lave oksygenivåer er **nitrogenskum** prøvd ut. Grisene plasseres i et kammer som så fylles med skum med lav overflatespenning slik at det dannes en gassblære rundt hvert grisehode. Lindahl et al (2020) har vist at antall fluktforsøk øker når skummet når hodet, men grisene reagerer lite på gassen i skummet. Det er imidlertid ikke vurdert hvordan skum skal kunne brukes på slakterier, og det er ikke gjort vurderinger av kjøttkvaliteten. Tidligere undersøkelser har vist at anoksi kan være problematisk (Tröger et al, 2005).

McKeegan & Martin (2020) har konkludert med at **LAPS** (Low atmosphere pressure stunning) ikke er et humant alternativ for gris siden grisene viste tegn på smerter under dekompresjon. Dyr som fikk smertelindrende midler før dekompresjon reagerte mindre. Ved obduksjon hadde de fleste grisene sprukne trommehinner, og det var betydelig forekomst av indre blødninger.

Wallgren et al (2021) ved Sveriges lantbruksuniversitet har utgitt en omfattende rapport om bedøvmingsmetoder for gris ved slakt. De konkluderer med at fra et dyrevelferdsperspektiv har alle tilgjengelige metoder fordeler og ulemper. Betydningen av disse avhenger av slaktehastighet og andre faktorer. Basert på tilgjengelig vitenskapelig dokumentasjon er det ikke mulig å peke på en metode som klart bør foretrekkes for gris. Ingen nye metoder er klare for kommersialisering i nær fremtid fordi det mangler forskning på praktisk bruk og andre relevante aspekter.

## Alternative metoder for storfe testet ut i Australia/NZ

Uttesting av nye metoder på andre arter kan gi nyttig kunnskap for å komme fram til bedre bedøvningsmetoder også for gris, selv om overføringsverdien er noe uklar.

Robin et al (2014) har publisert en artikkel om bedøving av storfe med en metode kalt **SPUC** – single pulsed ultrahigh current. Etter god fiksering, sendes 70A i en enkelt puls gjennom dyrets hjerne, med en spenning på 5000 V. Metoden er vist å være rimelig sikker, dyrene er uten bevissthet i ca. 4 minutter, men våkner igjen om de ikke blir avblødd. De har ikke epileptisk aktivitet og er enklere å håndtere. Fikseringsstress antas å være tilsvarende for annen elektrisk bedøving. Sikkerhet for operatøren uavklart.

Allison Small fra CSIRO har arbeidet med flere alternative bedøvningsmetoder for storfe: Ved Diathermic Syncope (DTS), induseres kortvarig hypertermi i hjernen (43-50 °C) ved bruk av elektromagnetisk energi (922 MHz). Så langt vites lite om praktiskabilitet og risiko for personell, og stress forbundet med individuell håndtering og fiksering gjenstår.

## Vurdering av risiko ved tilgjengelige metoder

For å sammenligne aktuelle metoder, kan vi analysere risikoen forbundet med hver metode. Begrepet risiko er definert som produktet av sannsynlighet for at noe (en fare eller risikokilde) skal skje, og konsekvensen dersom faren inntreffer (EFSA, 2012).

### Risiko = sannsynlighet for at noe skal skje x konsekvensen dersom det skjer

Under er et oppsett av en enkel matrise med 3 nivåer, slik Mattilsynet bruker i andre sammenhenger

Konsekvens → Sannsynlighet ↓	LAV ① lettere/kortvarig ubehag	MIDDELS ② Større intensitet / lengre varighet	HØY ③ Høy intensitet / varighet
Høy ③	3 x 1 = 3	3 x 2 = 6	3 x 3 = 9
Middels ②	2 x 1 = 2	2 x 2 = 4	2 x 3 = 6
Lav ①	1 x 1 = 1	1 x 2 = 2	1 x 3 = 3

Når man skal tallfeste konsekvensen dersom en fare inntreffer, dvs. den dyrevelferdsmessige betydningen av en fare, må to spørsmål besvares:

- *grad* av ubehag, frykt eller smerter
- *varighet* av ubehaget, frykten eller smerten

Under er risikokilder for de to mest brukte bedøvningsmetodene oppført, sammen med årsaker til at det går galt og beregnet risiko. Tallfesting av konsekvensen dersom en fare opptrer kan diskuteres, men er basert på egen erfaring og litteraturhenvisninger.

## Elektrisk bedøving

I en rapport fra EFSA (2020) pekes det på fem farer ved elektrisk bedøving; fiksering, dårlig elektrodeplassing, dårlig kontakt mellom elektroder og dyr, kort eksponeringstid og utilstrekkelige elektriske parametere. Elektrisk bedøving med hjertestans reduserer eller eliminerer risiko for oppvåkning, men det er en viss risiko for menneskelig svikt. I tillegg er faktorer av praktisk betydning oppført.



## Elektrisk bedøving, (bare hode, psykologisk fiksering (små grupper fritt på gulv i lite rom))

Farer/risikokilder	Årsak	Sannsynlighet for at noe skal gå galt	Kons. om det skjer	Risiko
Separasjonsstress, tvang	Grisene vil være i gruppe, brukes ofte tvang for å få dem inn i enkeltdrivgang eller bedøvingsboks	1	2	2
Fikseringsstress	Korrekt plassering av elektrodene forutsetter at dyrene håndteres enkeltvis og hindres i å bevege seg	1	2	2
Ubehag, smerter før tap av bevissthet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strømstøt pga. glipptak ved elektrodepåsett</li> <li>For lav strøm</li> </ul>	2	2	4
Ikke bedøvet	Dårlig elektrodeplassering, for lite strøm	2	3	6
Tilgjengelig for kontroll	Varighet av elbedøving er kort, kritisk å stikke før kloniske kramper, kontroll før stikking vanskelig	2	2	4
Mangelfull bedøving ikke oppdaget	Elektroimmobilisering - dyrene lammet av strømmen i noen sekunder, sparking kan forveksles med kramper etter stikking	2	3	6
Krevende stikking?	Kort tid etter at elektrodene tas av opptrer kramper, som vanskeliggjør stikking	2	2	4
Varighet	Kort varighet 30-70 s, lang påsittingstid, sen eller dårlig stikking gir risiko for oppvåkning før eller under avblødning	2	3	6
Totalscore				38

## Elektrisk bedøving med hjertestans (hode-bryst, psykologisk fiksering)

Farer/risikokilder	Årsak	Sannsynlighet for at noe skal gå galt	Kons. om det skjer	Risiko
Separasjonsstress, tvang <sup>1</sup>	Grisene vil være i gruppe, brukes ofte tvang for å få dem inn i enkeltdrivgang eller bedøvingsboks	1	2	2
Fikseringsstress <sup>2</sup>	Korrekt plassering av elektrodene forutsetter at dyrene håndteres enkeltvis og hindres i å bevege seg	1	2	2
Ubehag, smerter før tap av bevissthet <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strømstøt pga. glipptak ved elektrodepåsett</li> <li>For lav strøm</li> </ul>	2	2	4
Ikke bedøvet <sup>4</sup>	Dårlig elektrodeplassering, for lite strøm	2	3	6
Tilgjengelig for kontroll <sup>5</sup>	Varighet av elbedøving er kort, kritisk å stikke før kloniske kramper, kontroll før stikking vanskelig	2	2	4
Mangelfull bedøving ikke oppdaget <sup>6</sup>	Elektroimmobilisering - dyrene lammet av strømmen i noen sekunder, sparking kan forveksles med kramper etter stikking	2	3	6
Krevende stikking <sup>7</sup>	Kort tid etter at elektrodene tas av opptrer kramper, som vanskeliggjør stikking	1	2	3
Varighet <sup>8</sup>	Kort varighet 30-70 s, lang påsittingstid, sen eller dårlig stikking gir risiko for oppvåkning før eller under avblødning	1	1	1
Totalscore				28

1-3 EFSA (2020)

4 Anil & McKinstry (1998), Wenzlawowicz et al, 2017), flere referanser Tolo (2005)

5 Praktisk erfaring

6 Gilbert (1991), Grandin (1994), Tröger (1999)

7 Praktisk erfaring, EFSA (2004)

8 Anil (1991), Cook et al (1995), Briese (1996), (EFSA 2004)



## Elektrisk bedøving med hjertestans, (helautomatisk, belte-restrainer, liggende stikking)

Farer/risikokilder	Årsak	Sannsynlighet for at noe skal gå galt	Kons. om det skjer	Risiko
Separasjonsstress, tvang	Grisene vil være i gruppe, brukes ofte tvang for å få dem inn i enkeltdrivgang eller bedøvingsboks	3	2	6
Fikseringsstress	Korrekt plassering av elektrodene forutsetter at dyrene håndteres enkeltvis og hindres i å bevege seg	2	2	4
Ubehag, smerter før tap av bevissthet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strømstøt pga. glipptak ved elektrodepåsett</li> <li>For lav strøm</li> </ul>	1	2	2
Ikke bedøvet	Dårlig elektrodeplassering, for lite strøm	2	3	6
Tilgjengelig for kontroll	Varighet av elbedøving er kort, kritisk å stikke før kloniske kramper, kontroll før stikking vanskelig	2	2	4
Mangelfull bedøving ikke oppdaget	Elektroimmobilisering - dyrene lammet av strømmen i noen sekunder, sparking kan forveksles med kramper etter stikking	2	3	6
Krevende stikking?	Kort tid etter at elektrodene tas av opptrer kramper, som vanskeliggjør stikking	1	1	1
Varighet	Kort varighet 30-70 s, lang påsittingstid, sen eller dårlig stikking gir risiko for oppvåkning før eller under avblødning	1	1	1
Totalscore				30

## CO<sub>2</sub>-bedøving

Farer/risikokilder	Årsak/forklaring	Sannsynlighet	Kons. om det skjer	Risiko
Separasjonsstress, tvang	Gruppevis bedøving	1	2	2
Fikseringsstress	Ikke behov for fiksering	1	1	1
Ubehag, smerter før tap av bevissthet	Sviende følelse på slimhinner, åndenød, kan stimulere angstsentre i hjernen	3	3	9
Ikke bedøvet	Det antas at over 70 % av grisene dør i gassen, men individuell variasjon medfører at griser unntaksvis kan våkne opp	1	3	3
Tilgjengelig for kontroll	Rolige dyr ved utkast, tilgjengelighet avhenger av design på linje	1	1	1
Mangelfull bedøving ikke oppdaget	Bevegelser og pusting relativt lett å se, fordi grisene normalt henger helt stille	1	3	3
Krevende stikking?	Rolige griser ved utkast	1	1	1
Varighet	Forutsatt at eksponeringstid og gasskonsentrasjon tilpasset stikketid	1	3	3
Totalscore				23

## Oppsummering

Det er viktig å presisere at bedøvmingsmetoder må fungere i praksis – ikke bare i et forsøksoppsett. Effekt på sluttproduktene bør i noen grad tas med i betraktning. Basert på gjennomgangen over, kommer CO<sub>2</sub>-bedøving fortsatt bedre ut enn elektrisk bedøving. Alle grisene opplever ubehag, mange har kraftige reaksjoner i noen sekunder, men bedøvingssikkerheten er høy og risiko for menneskelig svikt lav. Elektrisk bedøving er i beste fall øyeblikkelig, men risiko for at individer får smertefulle støt, ikke blir bedøvet eller våkner opp før eller under avblødning er betydelig. Det er også vanskelig å oppdage dyr som ikke er bedøvet.

Det finnes så langt ingen alternative gasser som kan erstatte CO<sub>2</sub> under praktiske forhold for bedøving av gris før slaktning. Forskning er nødvendig, men forutsetter gode ideer eller hypoteser som

må baseres på en realistisk forventning om at det skal gi bedre forhold for dyrene. Et forbud mot CO<sub>2</sub>-bedøving før bedre alternativer er på plass er lite hensiktsmessig.

## Referanser

Anon (2021) Holleben, K.v. bsi

Anon (2022). Bente Wabakken Hognestad & Henning Andreas Haga, NMBU.

Anil MH. (1991). *Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning*. Meat Sci 1991; 30: 13-21.

Anil M.H., McKinstry J.L. (1998). *Variations in electrical stunning tong placements and relative consequences in slaughter pigs*. Vet J 1998; 155: 85-90.

Atkinson, S., Larsen, A., Llonch, P., Velarde, A. (2015). Group stunning of pigs during commercial slaughter in a Butina paternoster system using 80 % nitrogen and 20 % carbon dioxide compared to 90 % carbon dioxide. Technical report – SLU.

Briese, A. (1996) Studie zum Verhalten von Schlachtschweinen nach einer Elektrobetäubung. Dissertation an der Freien Universität Berlin.

Cook CJ, Devine CE, Gilbert KV, Smith DD, Maasland SA. (1995). *The effect of electrical head-only stunning duration on electroencephalographic-measured seizure and brain amino acid neurotransmitter release*. Meat Sci 1995; 40: 137-47.

EF 1099/2099 Forordning om avliving av dyr [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-01-13-60/KAPITTEL\\_6-1#KAPITTEL\\_6-1](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-01-13-60/KAPITTEL_6-1#KAPITTEL_6-1)

EFSA (European Food Safety Authority). 2019. Hazard identification for pigs at slaughter and during on-farm killing. EFSA Supporting publication 2019:EN-1684. 10 pp. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1684>

EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare), 2013. Scientific Opinion on monitoring procedure at slaughterhouses for pigs. EFSA Journal 2013;11(12):3523, 62pp. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2013.3523>

EFSA. 2004. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main species of animals, The EFSA journal (2004), 45, pp. 1-29. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2004.45>

EFSA (European Food Safety Authority). 2020. Welfare of pigs at slaughter. The EFSA journal 2020;18(6):6148. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6148>

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2012). Guidance on risk assessment for animal welfare. EFSA Journal, 10(1), 2513. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.2903/j.efsa.2012.2513>

Erhardt, W., Ring, C., Kraft, H., Schmid, A., Weinmann, H.M., Ebert, R., Schläger, B., Schindele, M., Heinze, R., Lomholt, N., et al (1989). *CO<sub>2</sub> stunning of swine for slaughter from the anesthesiological viewpoint*. Dtsch Tierarztl. Wochenschr. 1989, 96, 92–99. [https://www.researchgate.net/publication/20660061\\_CO2-stunning\\_of\\_swine\\_for\\_slaughter\\_from\\_the\\_anesthesiological\\_viewpoint](https://www.researchgate.net/publication/20660061_CO2-stunning_of_swine_for_slaughter_from_the_anesthesiological_viewpoint)

Grandin T. (1994). *Euthanasia and slaughter of livestock*. J Am Vet Med Assoc 1994; 204: 1354-60.

Grandin, T. 2003. The welfare of pigs during transport and slaughter. Pig News and information, Vol, 24, No 3

Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., Hofmeyr, C., Coleman, G. J., Dowling, S., Boyce, J. (2002). *The effects of fear of humans and pre-slaughter handling on the meat quality of pigs*. Aust. J. Agric. Res. 2002, 53, 493–501.

Holleben, K., (2017). HSA-conference, Westminster ...

Innst. 130 S (2021-2022) Innstilling frå næringskomiteen om representantforslag om å styrke dyrevelferden for produksjonsdyr <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2021-2022/inns-202122-130s/>

Jongmann, 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* 2021 Feb;15(2)

Lindahl, C., Sindhøj, E., Brattlund Hellgren, R., Berg, C., Wallenbeck, A. (2020). *Improved pig welfare at slaughter – pigs' responses to air and nitrogen filled foam*. *Animals*, 10 (2020), p. 2210, [10.3390/ani10122210](https://doi.org/10.3390/ani10122210)

Machtolf, M., Moje, M., Troeger, K., Bülte, M., (2013). *Stunning slaughter pigs with helium compared to carbon dioxide*. *Fleischwirtschaft* 93, 118–124.

Martoft, L., Lomholt, L., Kolthoff, C., Rodriguez, B.E., Jensen E.V., Jørgensen P.F., Pedersen H.D., Forslid, A. (2002). *Effects of CO<sub>2</sub> anaesthesia on central nervous system activity in swine*. *Lab Anim* 2002; 36: 115-26.

Martoft, L., Stødkilde-Jørgensen, H., Forslid, A., Pedersen, H.D., Jørgensen, P.F. (2003). *CO<sub>2</sub> induced acute respiratory acidosis and brain tissue intracellular pH: a <sup>31</sup>P NMR study in swine*. *Lab Anim* 2003; 37: 241-8.

Mattilsynet, Rutiner for trygg mat - En innføring i internkontroll og HACCP

[https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/rutiner\\_for\\_trygg\\_mat\\_en\\_innforing\\_i\\_internkontroll\\_og\\_haccp.12389/binary/Rutiner%20for%20trygg%20mat%20-%20En%20innf%C3%B8ring%20i%20internkontroll%20og%20HACCP](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/rutiner_for_trygg_mat_en_innforing_i_internkontroll_og_haccp.12389/binary/Rutiner%20for%20trygg%20mat%20-%20En%20innf%C3%B8ring%20i%20internkontroll%20og%20HACCP)

McKeegan, D., Martin, J. (2020). *LAPS in pigs is not a humane alternative to stunning with carbon dioxide*. *The meat hygienist*, Dec. 2020. No.180.

Meyer, R.E. (2015). Physiologic measures of animal stress during transitional states of consciousness. *Animals* 5, 702-716; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4598702/>

Muir, W.W. (2007) Considerations for general anesthesia. In Lumb and Jones' *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 4th ed.; Tranquilli, W.J., Thurmon, J.C., Grimm, K.A., Eds.; Blackwell Publishing: Ames, IA, USA, 2007; pp. 7–30 [https://books-library.net/files/books-library.online\\_noob5781bfd0cd351b04a09bb-58889.pdf](https://books-library.net/files/books-library.online_noob5781bfd0cd351b04a09bb-58889.pdf)

Rodriguez, P., Dalmau, A., Ruiz-de-la-Torre, J.L., Jensen, E.W., Rodriguez, B., Litvan, H., & Velarde, A. (2008). *Assessment of unconsciousness during carbon dioxide stunning in pigs*. *Animal Welfare* 2008, 17;341-349.

Sindhøj, E., Lindahl, C., & Bark, L. (2021) *Review: Potential alternatives to high-concentration carbon dioxide stunning of pigs at slaughter*. *Animal* 15 (3), <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100164>

Steiner, A.R., Flammer, S.A., Beausoleil, N.J., Berg, C., Bettschart-Wolfensberger, R., Pinillos, R.G., Golledge, H.D.R., Mahrarens, M., Meyer, R., Schnitzer, T., Toscano, M.J., Turner, P.V., Weary, D.m., & Gent, T.C. (2019). *Humanely ending the life of animals: research priorities to identify alternatives to carbon dioxide*. *Animals* 2019, 9, 911 <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/11/911>

Tröger K. (1999). *Slaughtering method and animal welfare. Congress proceedings*. 45th International Congress of Meat Science and Technology, Yokohama 1999: 40-9

Tröger, K., Machold, U., Moje, M. & Behrschmidt, M. (2005). *Gas stunning of pigs – A comparison of carbon dioxide, argon, a nitrogen-argon-mixture and argon/carbon dioxide under meat quality aspects -3*. *Fleischwirtschaft* 85(5):109-111.

Verhoeven, M., Gerritzen, M., Velarde, A., Hellebrekers, L. & Kemp, B. (2016). *Time to loss of consciousness and its relation to behaviour in Slaughter pigs during stunning with (0 or 95 % carbon dioxide)*. *Frontiers in Veterinary science*, 2016, vol 3, art 38.

Wallgren, T., Wallenbeck, A. & Berg, C. (2021). *Stunning methods for pigs at slaughter* (SLU Rapport 56). Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. [https://pub.epsilon.slu.se/25313/1/wallgren\\_t\\_et\\_al\\_210913.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/25313/1/wallgren_t_et_al_210913.pdf)

Wenzlawowicz, M.v., Holmes, R., Schwarzlose, I., Maurer, B., Maharens, M., bucher, M., Opitz, C. 82017)  
*Hochvoltektrobetäubung beim Schlachtschwein – Problemstellung und Schlussfolgerungen für die  
Vollzugspraxis.* Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle, 24 (4)-2017.