



**Risikovurdering knyttet til bruk av gass, slag mot hode og strøm  
til bedøving av fisk**

**Uttalelse fra Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd i Vitenskapskomiteen  
for mattrygghet**

**15.09.10**

**ISBN: 978-82-8082-427-1**

**VKM Report 2010: 28**

## **Risikovurdering knyttet til bruk av gass, slag mot hode og strøm til bedøving av fisk**

Brit Hjeltnes

Ulf Erikson

Cecilie Mejdell

Rolf Erik Olsen

Erik Slinde

Rune Waagbø

## BIDRAGSYTERE

Den som utfører arbeid for VKM, enten som oppnevnte medlemmer eller på *ad hoc*-basis, gjør dette i kraft av sin egen vitenskapelige kompetanse og ikke som representanter for den institusjon han/hun arbeider ved. Forvaltningslovens habilitetsregler gjelder for alt arbeid i VKM-regi.

## TAKK TIL

VKM nedsatte en *ad hoc*-gruppe til å vurdere den siste foreliggende kunnskap om avlaving av fisk og til å utarbeide et grunnlag til risikovurdering. Etter at gruppen hadde startet arbeidet, la Mattilsynet til et fjerde spørsmål til oppdragsteksten. Da enkelte av medlemmene i *ad hoc*-gruppen var inhabile i forhold til å behandle dette spørsmålet, besluttet VKM å nedsette en egen *ad hoc*-gruppe til å utrede denne delen av oppdraget og til å sammenstille svarene på alle de fire spørsmålene fra Mattilsynet.

### Medlemmer av *ad hoc*-gruppene:

#### *VKM-medlemmer*

- Brit Hjeltnes, medlem av Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd (leder av begge gruppene)
- Ulf Erikson, medlem av Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd (medlem av gruppen som utredet spørsmål fire i oppdragsteksten og som sammenstilte svarene på alle spørsmålene fra Mattilsynet)
- Rolf Erik Olsen, medlem av Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd (medlem av gruppen som utredet spørsmål én til tre i oppdragsteksten)
- Rune Waagbø, medlem av Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd (medlem av gruppen som utredet spørsmål én til tre i oppdragsteksten)

#### *Eksterne eksperter*

- Cecilie Mejdell, Veterinærinstituttet (medlem av gruppen som utredet spørsmål fire i oppdragsteksten og som sammenstilte svarene på alle spørsmålene fra Mattilsynet)
- Erik Slinde, Havforskningsinstituttet (medlem av gruppen som utredet spørsmål én til tre i oppdragsteksten)

**VURDERT AV**

Rapporten fra *ad hoc*-gruppen er vurdert og godkjent av

Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd:

Olav Østerås (leder), Bjarne O. Braastad, Knut E. Bøe, Ulf Erikson, Brit Hjeltnes, Kristian Hoel, Stein Mortensen, Rolf Erik Olsen og Espen Rimstad

Koordinator fra sekretariatet: Ingrid Slaatto Næss

## SAMMENDRAG

Mattilsynet har bedt Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) om en vurdering av risiko knyttet til bruk av gass, slag mot hode og strøm til bedøving av fisk. Vurderingen er utført av Faggruppen for dyrehelse og dyrevelferd. VKM nedsatte en *ad hoc*-gruppe til å vurdere den siste foreliggende kunnskap om avliving av fisk og til å utarbeide et grunnlag til risikovurdering. Etter at gruppen hadde startet arbeidet, la Mattilsynet til et fjerde spørsmål til oppdragsteksten. Da enkelte av medlemmene i *ad hoc*-gruppen var inhabile i forhold til å behandle dette spørsmålet, besluttet VKM å nedsette en egen *ad hoc*-gruppe til å utrede denne delen av oppdraget. Denne rapporten representerer en sammenstilling av begge gruppens arbeid. Bakgrunnsrapporten fra *ad hoc*-gruppen er brukt som grunnlag for faggruppens konklusjoner.

*Med bakgrunn i eksisterende litteratur kan best fiskevelferd ved slakting oppnås ved bruk av elektrisk bedøving eller slagmaskin for bedøving/avlivning. For godt resultat krever begge metodene hyppig overvåkning av bedøvd fisk, at en daglig er nøyaktig med å kontrollere relevante innstillinger av utstyr, samt at det samme utstyret blir godt vedlikeholdt. Bruk av karbondioksid, CO<sub>2</sub>, er forbundet med høy risiko for dårlig fiskevelferd. Nitrogengass synes uegnet til slaktebedøving av fisk. Andre inerte gasser er så vidt vites ikke testet, men teoretisk sett vil gasser som kun virker ved å fortrenge oksygen forventes å forårsake reaksjoner hos fisken. Karbonmonoksid (kullos, CO) sederer fisk uten at den synes å merke gassen, men dette er ikke klart vitenskapelig dokumentert. Utvikling av metoden er foreløpig kun på et eksperimentelt stadium, og det er i dag uvisst om CO vil kunne få kommersiell anvendelse enten som eneste eller i kombinasjon med andre metoder for bedøving.*

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

BIDRAGSYTERE .....	3
Takk til .....	3
Vurdert av .....	4
SAMMENDRAG.....	5
INNHOLDSFORTEGNELSE .....	6
BAKGRUNN .....	7
OPPDRAK FRA MATTILSYNET.....	8
VURDERING .....	9
KONKLUSJON .....	15
Forskningsbehov .....	16
REFERANSER .....	17
APPENDIX.....	19
Vedlegg 1-Utdrag fra Efsas rapport fra 2009.....	19

## BAKGRUNN

Mattilsynet har bedt Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) om en vurdering av risiko knyttet til bruk av gass, slag mot hode og strøm til bedøving av fisk. Det vises til VKM sin referanse 2008/102326 (oppdragstekst fra Mattilsynet) og de rapporter som er angitt i referansen. Mattilsynet ba VKM vurdere fire punkter knyttet til ulike metoder å bedøve oppdrettsfisk på. Metodene er karbondioksid, slag mot hode, strøm (etter at vannet er drenert bort) og eventuelt, om det finnes andre gasser, alene, eller i kombinasjon med andre metoder, som kan minimalisere risiko for dårlig fiskevelferd.

Dette arbeidet tar ikke for seg all relevant litteratur på området, men ser i hovedsak på nytt arbeid som er gjennomført eller publisert i løpet av 2009 - 2010. EUs vitenskapskomité, European Food Safety Authority (EFSA), publiserte i fjor (2009) flere rapporter/risikovurderinger som grundig tar for seg fiskevelferd og bedøving av de viktigste fiskeartene i oppdrett i Europa. For sjøbasert oppdrett av Atlantisk laks og regnbueørret er følgende rapport publisert: *'Scientific opinion of the panel on animal health and welfare on a request from the European Commission on species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon'* (EFSA, 2009). EFSA konkluderte med at karbondioksid er uegnet for bedøving av laksefisk dersom en legger fiskevelferdsaspekter til grunn for vurderingen. Derimot ble slag mot hodet og elektrobedøving ansett for å være egnede metoder dersom metodene brukes på riktig måte. Sammendraget fra denne rapporten er vist i Vedlegg 1.

Ved en gjennomgang av flere lakseslakterier i Norge som benyttet elektrobedøving (Stansas<sup>TM</sup>) eller slagmaskiner (SI-5) ble det konkludert på samme måte (Mejdell et al. 2009, Mejdell et al., 2010). Mejdell et al. (2010) oppsummerer dagens kunnskap og konkluderer med: *"Etter forfatterens mening er tiden nå moden for å iverksette forbudet mot CO<sub>2</sub>-bedøving. I en overgangsfase kan imidlertid sedering med CO<sub>2</sub> etterfulgt av en enkel slagmaskin og bløgging være en løsning."*

For bedre fiskevelferd ved bruk av elektrobedøving ute av vann er det ønskelig at fisken kommer med hodet først inn i bedøveren. Hodet blir da første kontaktpunkt fisken får med elektrodene, noe som medfører raskere bedøving. En metode for retningsstyring av fisken, et "swim-in" system fra Melbu Systems AS, er testet og har vist seg å fungere meget bra. 97 % av laksen kom med hodet først inn til elektrobedøving (Mejdell & Gismervik, 2009).

Vurderingen er utført av Faggruppe for dyrehelse og dyrevelferd. Vitenskapskomiteen for mattrygghet nedsatte *ad hoc*-grupper bestående av medlemmer av VKM og eksterne eksperter for å utrede spørsmålene fra Mattilsynet. Bakgrunnsrapporten fra *ad hoc*-gruppene er brukt som grunnlag for faggruppens konklusjoner.

## OPPDRAK FRA MATTILSYNET

Mattilsynet ber VKM vurdere følgende:

- 1) Finnes det ny kunnskap om risikoen m.h.p. bruk av CO<sub>2</sub> til bedøvelse av fisk siden EFSA publiserte sine rapporter om slakting av oppdrettsfisk? Vi ber spesielt om en vurdering av om det synes mulig å utvikle bruken av CO<sub>2</sub> til en bedøvelsesmetode uten særlig risiko for dårlig fiskevelferd.
- 2) Knytter det seg andre risikoer til bruken av slag mot hode eller strøm som bedøvelsesmetode enn de som er beskrevet i vitenskapelige publikasjoner eller av EFSA?
- 3) Finnes det ny kunnskap som tilsier at risikobildet ved bruk av SI-5 slagmaskiner eller Stansas el-bedøvingsmaskiner har endret seg siden Veterinærinstituttet publiserte Rapport 01 – 2009 den 31. januar i år?
- 4) Er det gasser som enten alene, eller sammen med strøm eller slag mot hodet, kan gi mindre risiko for dårlig velferd ved bedøving av fisk ved slakting enn bare bruk av strøm eller slag mot hodet alene? Det forutsettes at gassen(e) er egnet ut fra hensynet til slaktekvalitet og arbeidsmiljø/sikkerhet for dem som arbeider på slakteriet. Dersom teknologien ikke finnes tilgjengelig i dag, ber vi VKM gjøre oppmerksom på det.



## VURDERING

- 1) *Finnes det ny kunnskap om risikoen m.h.p. bruk av CO<sub>2</sub> til bedøvelse av fisk siden EFSA publiserte sine rapporter om slakting av oppdrettsfisk? Vi ber spesielt om en vurdering av om det synes mulig å utvikle bruken av CO<sub>2</sub> til en bedøvelsesmetode uten særlig risiko for dårlig fiskevelferd.*

Bruk av CO<sub>2</sub> til bedøvelse karakteriseres ved at fisken viser til dels ekstrem fluktadferd før den blir immobilisert. Immobilisering inntreffer flere minutter før tap av bevissthet. For tidlig bløgging kan medføre at fisken opplever ubehag og smerte (Robb et al., 2000; Robb & Kestin, 2002). Det er også stor risiko for at fisk som er bedøvd midlertidig gjenvinner bevissthet før den dør av blodtapet.

Ved industrielt bruk av karbondioksid for bedøving av laks har gassen tradisjonelt blitt brukt i høye konsentrasjoner i små karbondioksid bedøvelseskar. Deretter har gassen blitt brukt i lavere konsentrasjoner i RSW levendekjølingskar. I begge tilfellene tar det 2-4 min før fisken blir immobilisert og det har vist seg at fisken som oftest er betydelig stresset målt etter bedøving (Erikson, 2008; Mejdell et al., 2010). Dessuten har det under kommersielle forhold vist seg at fisken ikke er bevisstløs etter 40 min. opphold i levendekjølingskar ved 2 °C (Roth et al., 2006). Videre har det vist seg fisken også er betydelig stresset på grunn av trenging i slaktermerd og på grunn av påfølgende trykk-/vakuumpumping (Erikson, 2008; Mejdell et al., 2010). I laksenæringen har det blitt spekulert i om det finnes et nivå av karbondioksid hvor fisken blir sedert uten at fisken påføres stress i betydelig grad. En kan da eventuelt tenke seg metoden brukt som forbehandling før bedøving og avlivning. For å undersøke dette, og for å studere effekten av karbondioksid under optimale forhold – *fisken i hviletilstand før behandling med CO<sub>2</sub>*- er det gjennomført forsøk under kontrollerte betingelser ved tre ulike CO<sub>2</sub>-nivå. Nivåene var (1) høyt (400-1000 mg CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, som i et tradisjonelt karbondioksidkar), (2) middels (180-250 mg CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, som i et RSW levendekjølingskar), og (3) lavt (70-80 mg CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, som et mulig nivå for sedering for lettere håndtering/innmating til utstyr for bedøving og avlivning). Det viste seg at selv om fisken var fullstendig ustresst på forhånd, så førte de to høyeste nivåene av CO<sub>2</sub> til fluktrespons og stress. Ved laveste nivå ble riktignok dette unngått, men til gjengjeld var fisken ikke tilstrekkelig rolig for sikker videre håndtering. Ingen av disse nivåene av CO<sub>2</sub> førte til tap av bevissthet (Erikson, *in press*). På grunnlag av disse forsøkene kan en dermed konkludere med at det ser ut til å ha lite for seg å prøve å optimalisere denne bedøvelsesmetoden for laksefisk.

*Konklusjon:* Det foreligger p.t. ingen ny informasjon om bruk av CO<sub>2</sub> som endrer konklusjonen i EFSA rapporten. Bruk av CO<sub>2</sub> som bedøvelsesmiddel *er forbundet med høy risiko for dårlig fiskevelferd.*

2) *Knytter det seg andre risikoer til bruken av slag mot hode eller strøm som bedøvelsesmetode enn de som er beskrevet i vitenskapelige publikasjoner eller av EFSA?*

**Slag:** Når slag eller slagmaskin benyttes optimalt, gir dette bedøvelse eller død. I praksis vil en person ikke alltid treffe riktig eller med tilstrekkelig kraft, og må da slå en gang til, eller fisken går til bløgging uten å være bedøvet. Når slagmaskin benyttes, er det viktig at denne er riktig innstilt etter fiskens størrelse og at fisken kommer frem til slagbolten på en skånsom måte. Slaget forårsaker en kraftig trykkbølge i hjernen som resulterer i hjernerystelse med bevissthetstap. Ofte vil slaget forårsake blødninger i vitale sentra i hjernen, noe som gjør at bevissthetstapet er irreversibelt, det vil si at fisken dør av slaget. Ved mindre kraftige slag kan det skje at fisken gjenvinner bevissthet om den ikke bløgges. Det er risiko for følgende:

- Slagbolten treffer ikke riktig sted i hoderegionen: slaget forårsaker ikke bevisstløshet, eller den bevisstløse tilstanden varer bare kort tid
- Fisken kommer inn feil vei: slaget treffer i haleregionen
- Fisken kommer inn med undersiden opp: slaget gir ikke bevissthetstap
- Slagbolten utløses ikke eller bommer helt
- Slagbolten har for liten kraft: fisken våkner opp igjen
- Fiskens størrelse/fasong er uegnet for den justering maskinen har: Slaget treffer på snuten (kjønnsmoden, stor fisk) eller på ryggen (liten fisk)

En god slagmaskin som fungerer effektivt på sortert fisk og som er riktig justert, vil drepe eller bedøve 98-100 % av fisken. I praksis antar en noe lavere verdier, og det er nødvendig med menneskelig kontroll med bedøvningseffekten og oppsamling av fisk som ikke er skikkelig bedøvd for manuell backup-bedøving (manuell innmating i slagenhet). Dette er elementer som er diskutert i EFSA's rapport, men hvor utvikling av utstyr har redusert noe av risikoen for feil og redusert fiskevelferd (Mejdell et al., 2010). Noen slakterier bløgger nå fisken etter at bedøvingskvaliteten i slagmaskinen er kontrollert.

Seafood Innovations, utvikleren av SI-5, har kommet på markedet med en ny modell (SI-7). Denne er p.t. montert ved ett lakseslakteri i Norge. SI-7 har fått en større slagbolt som det hevdes gir sikrere bedøving ved noe større størrelsesvariasjon hos fisken. Utstyret er også blitt lettere å vedlikeholde, noe som var ett av ankepunktene (Mejdell et al. 2009, 2010).

*Konklusjon:* På det nåværende stadium vurderes slagbedøving som akseptabel avlivning på sortert fisk ved bruk av optimalt innstilt maskineri. Utvikling av maskineri har redusert risikoen for feilslag og derved dårlig fiskevelferd. Det er viktig at det eksisterer rutiner for justering av maskinen og rutiner for oppfølging ved teknisk svikt. Dessuten bør en alltid ha et back-up system parat slik at fisk som ikke er tilfredsstillende bedøvd umiddelbart kan slås i hodet på nytt.

**Elektrisitet:** Elektrisk bedøving kan i prinsippet foregå i vann eller ute av vann. Et hovedproblem ved elektrisk avliving har vært kvalitetsforringelse på grunn av bruddskader i ryggvirvelen og bloduttredelser i filéten. Forbedringer av utstyr har redusert forekomsten, men fortsatt opptrer det av og til en del skader, og årsakssammenhengene er ikke godt nok forstått. Blant annet er det usikkerhet knyttet til hvordan fiskens kondisjon påvirker skaderisiko. Med det oppgraderte utstyret som finnes på det norske markedet, er det nå mulig å bedøve fisk innen 0,5-1 sekund og sikre tilstrekkelig varighet av bedøvelsen (Lambooj et al. 2010, Mejdell et al. 2010).

Risiko for redusert dyrevelferd kan oppstå ved at:

- Strømstyrke, spenning, frekvens og eksponeringstid er feil innstilt (eller at utstyrets kapasitet ikke er tilstrekkelig) slik at fisken kun blir immobilisert og/eller ikke mister bevissthet straks og/eller varigheten av bedøvelsen blir for kort slik at fisken midlertidig våkner opp under utblødningen
- Fisken (som bedøves ute av vann) kommer med sporden først inn i bedøveren og utsettes for smertefullt elektrisk støt

Utstyr for bedøving av laksefisk i saltvann (Are as) har p.t. ikke oppfylt krav om øyeblikkelig bevissthetstap, og metoden tilfredsstillende således ikke forskriftens krav om at bedøvelsesmetoden ikke skal påføre fisken vesentlig stress eller smerte.

Andre systemer har basert seg på å bedøve fisken ute av vann. Opphold ute av vann regnes som et stort stressmoment som gir redusert fiskevelferd. Det er viktig at den enkelte bedrift sørger for gode driftsrutiner slik at en ikke overbelaster elektrobedøveren (unngå akkumulering av ubedøvd fisk). Hver batch med fisk som pumpes inn til elektrobedøveren må ikke være større enn at bedøveren raskt (få sekunder) kan bedøve all fisk i batch'en.

Utstyr for å retningsstyre laks slik at den kommer med hodet først inn i elektrobedøveren, er utviklet (Mejdell & Gismervik, 2009).

*Konklusjon:* Utført på riktig måte med rettvending av fisken, kan bruk av elektrisitet (mens fisken er ute av vann) gi tilfredsstillende bedøving av fisk. Ny kunnskap og endringer i maskineri har redusert risikoen for dårlig fiskevelferd og slakteskader. Det er fortsatt manglende kunnskap om årsaker til slakteskader.

- 3) *Finnes det ny kunnskap som tilsier at risikobildet ved bruk av SI-5 slagmaskiner eller Stansas el-bedøvingmaskiner har endret seg siden Veterinærinstituttet publiserte Rapport 01 – 2009 den 31. januar i år?*

Basert på måling av hjernebølger (EEG) og hjertefrekvens (EKG) viste Lambooij et al., (2010) at slagbedøving (Stansas<sup>TM</sup> slagmaskin) kan gjøre laks umiddelbart bevisstløs dersom kraften er tilstrekkelig høy (> 8,1 bar). VKM er ikke kjent med andre publiserte studier av slagmaskiner. For ny informasjon om slagmaskiner fra Seafood Innovations, se under pkt. 2.

Lambooij et al., (2010) viste at også strøm (Stansas2<sup>TM</sup> elektrobedøver med 100V og 0,6A) kan være en god metode for bedøving av laks på en rask (<1 sek.) og effektiv måte.

Imidlertid er det funnet at ved elektrobedøving av både laksefisk (Mejdell et al., 2009) og oppdrettstorsk (løpende prosjekt som avsluttes 31.12.2010), at stor biomasse i elektrobedøver kan medføre et spenningsfall slik at tilfredsstillende bedøving ikke oppnås. Omlag 20 % av fisken våknet opp før det var gått 10 min etter bedøving (Erikson et al., 2009). I følge produsent, har dette med strømforsyningsenheten å gjøre (spenningen varierer med motstanden/biomasse på transportbåndet). På nyere modeller av utstyret er dette forholdet visstnok rettet opp. I en senere fase i det nevnte prosjektet var målsettingen å finne riktige elektriske betingelser for umiddelbart tap av bevissthet hos oppdrettstorsk samtidig som bedøvelsen skal vare tilstrekkelig lenge (10 min.) for at fisken ikke kommer til bevissthet før død som en følge av blodtap. Ved å bruke samme betingelser (ca 100 V) som for laks (Lambooij et al., 2010) ser det ut til at det er mulig å elektrobedøve torsk (hodet først) på under 1 sek samtidig som ingen fisk (tilsynelatende) gjenvant bevisstheten etter 10 min. Da prosessering og tolking av EEG og EKG data ikke er ferdig, må det foreløpig tas et visst forbehold om de visuelle observasjonene stemmer overens med EEG og EKG (Erikson, Lambooij, Digre, Reimert, Bondø & van de Vis, *in prep*).

Ved bruk av den samme elektrobedøveren (Stansas<sup>TM</sup>), men ved bruk av andre strømparametre (41 V, 0,2 A i 18-27 sek), ble det for torsk verken funnet brudd på ryggrad, indre blødninger eller redusert produktkvalitet sammenliknet med kontrollfisk (manuelt avlivet med slag i hodet). Dog førte elektrisk stimulering av muskelen til at tiden til inntreden i rigor mortis ble kortere (Digre et al., 2010). Det hersker derfor en viss usikkerhet om hvorvidt bedrifter som ønsker å filetere fisk pre-rigor bør benytte elektrobedøving.

*Konklusjon:* Utført på riktig måte, kan både metodene slag og elektrisitet gi tilfredsstillende bedøving av fisk. Ny kunnskap og endringer i maskineri har redusert risikoen for dårlig fiskevelferd.

- 4) *Er det gasser som enten alene, eller sammen med strøm eller slag mot hodet, kan gi mindre risiko for dårlig velferd ved bedøving av fisk ved slakting enn ved bare bruk av strøm eller slag mot hodet alene? Det forutsettes at gassen(e) er egnet ut fra hensynet til slaktekvalitet og arbeidsmiljø/sikkerhet for dem som arbeider på slakteriet. Dersom teknologien ikke finnes tilgjengelig i dag, ber vi VKM gjøre oppmerksom på det.*

Bruk av gasser/gassblandinger ansees å ha et potensial for å sedere og/eller bedøve fisk på velferdsmessig forsvarlig måte, uten at noen slik metode er tilgjengelig i dag. CO<sub>2</sub> anses som nevnt for uegnet. Karbonmonoksid og nitrogen, som begge benyttes til slaktebedøving/avliving av landdyr, omtales under.

**Karbonmonoksid (kulløs, CO).** CO benyttes kommersielt til avliving av pelsdyr (mink) i Norge. CO er en umerkelig gass som binder seg sterkt til hemeproteiner (hemoglobin i blod, myoglobin i muskel og antakelig neuroglobin i nervevev). Hjerne og nervevev inneholder hemeproteinet neuroglobin (Brunori & Vallone, 2007) som kan ha betydning for hjernefunksjonen ved at det lagrer oksygen som kan benyttes under stresstilstander med lavt oksygennivå. Hos pattedyr har CO 230 ganger sterkere affinitet til hemoglobin og 60 ganger sterkere til myoglobin enn det oksygen har. Allerede ved lave konsentrasjoner skaper CO derfor oksygenmangel i kroppen og hindrer celleåndingen. Det er interesse for bruk av CO ved slakting bl.a. fordi gassen bidrar til rødere muskelfarge og hemmer bakterievekst. Det foreligger en norsk patentsøknad på dette. Forsøk med laks viser at fisken ikke reagerer negativt på gassen, men blir gradvis rolig og legger seg på siden etter ca. 5 min. (Bjørlykke, 2009). Etter ca. 12 min. opptrer imidlertid unormale, raske svømmebevegelser og ukontrollerte sporadiske kramper i noen sekunder, før fisken igjen blir rolig og dør (Bjørlykke, 2009). Bruk til laks, ål og makrell er omtalt av Slinde og Kvamme i en rapport (2009), uten at det så vidt vites foreligger vitenskapelig publisert litteratur om dette. Kramper er ikke uvanlig ved anoksi og er beskrevet ved avliving av mink med CO (Mejdell et al., 2008) og også ved forgiftning på mennesker (Weaver, 2009). Hos mennesker skal tidlig eksponering for CO være assosiert med eufori (Clarke et al., 2005). Det er uvisst om muskelreaksjonen hos fisk skjer mens de fortsatt er ved bevissthet.

*Konklusjon:* Det er mulig CO kan utvikles til å bli en god sedasjons- eller avlivingsmetode for fisk. Det antas imidlertid at veien fram er lang, bl.a. på grunn av opptreden av kramper, hensynet til human sikkerhet og fordi det i dag er begrensninger i regelverk for bruk av CO i næringsmidler.

**Nitrogen (N<sub>2</sub>).** Nitrogen tilhører sammen med edelgassene de såkalte inerte gassene. Nitrogen brukes til slaktebedøving av fjørfe. Gassen er ikke bedøvende i seg selv, og virkningsmekanismen er å fortrenge oksygen. Det benyttes nitrogen, eventuelt i blanding med argon eller andre gasser, slik at det blir under 2 % restoksygen i atmosfæren. Det er blitt hevdet at bruk av nitrogengass for bedøving av regnbueørret kan være en aktuell bedøvningsmetode, til tross for at det ble påvist betydelig muskelaktivitet (lave nivåer av initiell pH og ATP/IMP nivå i muskel) (Wills et al., 2006). I en ny undersøkelse ble gassen testet i forbindelse med bedøving av laks (oksygenkonsentrasjon: 5 % metning). Fisken ble mer stresset enn fisk ved komparativ bedøvelse med karbondioksid og atferden til fisken viste at nitrogen ikke hadde beroligende effekt. På grunn av fiskens høye stressnivå og ekstreme atferd (fluktrespons) ble nitrogen funnet uegnet som bedøvelsesmiddel for laks (Erikson, *in press*). Siden fisk først og fremst styrer respirasjonen etter oksygeninnholdet i vannet, i motsetning til landdyr der det er luftens innhold av CO<sub>2</sub> som er viktigste regulator, vil også andre inerte gasser teoretisk sett være mindre egnet til fisk.

*Konklusjon:* Nitrogengass synes uegnet til slaktebedøving av laksefisk.

## KONKLUSJON

Til Mattilsynets spørsmål 1) om det finnes ny kunnskap om risikoen m.h.p. bruk av CO<sub>2</sub> til bedøvelse av fisk siden EFSA publiserte sine rapporter om slakting av oppdrettsfisk, er konklusjonen til faggruppen at det ikke foreligger ny informasjon om bruk av CO<sub>2</sub> som endrer konklusjonen i EFSA rapporten. Bruk av CO<sub>2</sub> som bedøvelsesmiddel er forbundet med høy risiko for dårlig fiskevelferd.

Til Mattilsynets spørsmål 2) om det knytter seg andre risikoer til bruken av slag mot hode eller strøm som bedøvelsesmetode enn de som er beskrevet i vitenskapelige publikasjoner eller av EFSA, er konklusjonen til faggruppen at på det nåværende stadium vurderes slagbedøving som akseptabel avlivning på sortert fisk ved bruk av optimalt innstilt maskineri. Utvikling av maskineri har redusert risikoen for feil og derved dårlig fiskevelferd. Det er viktig at det eksisterer rutiner for justering av maskinen og rutiner for oppfølging ved teknisk svikt. Dessuten bør en alltid ha et back-up system parat slik at fisk som ikke er tilfredsstillende bedøvd umiddelbart kan slås i hodet på nytt.

Når det gjelder bruk av elektrisitet kan, dersom utført på riktig måte, bruk av elektrisitet gi tilfredsstillende bedøving av fisk. Ny kunnskap og endringer i maskineri har redusert risikoen for dårlig fiskevelferd. Det er fortsatt manglende kunnskap om årsaker til slakteskader ved bruk av elektrisitet.

Til Mattilsynets spørsmål 3) om det finnes ny kunnskap som tilsier at risikobildet ved bruk av SI-5 slagmaskiner eller Stansas el-bedøvingsmaskiner har endret seg siden Veterinærinstituttet publiserte Rapport 01 – 2009 den 31. januar i fjor, er konklusjonen til faggruppen at utført på riktig måte, kan både metodene slag og elektrisitet gi tilfredsstillende bedøving av fisk. Utstyr for å retningsorientere fisk før el-bedøvingen ute av vann har redusert risikoen for dårlig fiskevelferd. Seafood Innovations har kommet med en ny modell slagmaskin (SI-7) som p.t. ikke er evaluert, men som skal være mindre avhengig av størrelsessortert fisk og være lettere å vedlikeholde.

Til Mattilsynets spørsmål 4) om det er gasser som enten alene, eller sammen med strøm eller slag mot hodet, kan gi mindre risiko for dårlig velferd ved bedøving av fisk ved slakting enn ved bare bruk av strøm eller slag mot hodet alene, er faggruppens konklusjon at det er mulig CO kan utvikles til å bli en god sedasjons- eller avlivingsmetode for fisk. Det antas imidlertid at veien fram er lang, bl.a. på grunn av opptreden av kramper, hensynet til human sikkerhet og fordi det i dag er begrensninger i regelverk for bruk av CO i næringsmidler. Når det gjelder nitrogen konkluderer faggruppen med at nitrogengass synes uegnet til slaktebedøving av fisk.

## **FORSKNINGSBEHOV**

Med bakgrunn i at en SI-7 slagmaskin kommer på markedet er det av interesse å teste/verifisere dette systemet. For elektrisk bedøving er det behov for å undersøke en eventuell sammenheng mellom fiskens kondisjon og risiko for slakteskader. Videre er det interessant å se nærmere på elektrobedøvning med optimaliserte betingelsene for rask bedøving med tanke på riktig eksponeringstid for fisken. En kortere eksponeringstid kan redusere ulempen el-stimulering har på rigorutvikling, og å finne beste skjæringspunkt mellom varighet av bedøvelse og produktkvalitet er således et aktuelt forskningstema.

Det er behov for mer forskning på CO før det kan vurderes om denne gassen kan være egnet ved slakting.



## REFERANSER

Bjørlykke GA. 2009. Slaughter of salmon sedated and anesthetized by carbon monoxide. Binding of to equine myoglobin and haemoglobin. Masteroppgave, UMB 2009.

Brunori M & Vallone B. 2007. Neuroglobin, seven years later. Cellular Molecular Life Sciences 64: pp1259-1268.

Clarke SFJ, Crosby A, Kumar D. 2005. Early carbon monoxide intoxication: happy to be poisoned? Emergency medicine Journal 22: pp754-755.

Erikson U (in press). Assessment of different stunning methods and recovery of farmed Atlantic salmon: Isoeugenol, nitrogen, and three levels of carbon dioxide. Anim. Welfare

Erikson U. 2008. Live chilling and carbon dioxide sedation at slaughter of farmed Atlantic salmon: A description of a number of commercial case studies. J. Appl. Aquacult. 20: pp 38-61.

Erikson U, Bondø, M. Schei M, Ibarra P. 2009. Slaktning av oppdrettstorsk hos Nils Williksen AS, Rørвик: Elektrobødøving 7 oktober 2009. SINTEF-rapport SFH80 A093066, pp16.

Digre H, Erikson U, Misimi E, Lambooi B, van de Vis H. 2010. Electrical stunning of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*): Comparison of an industrial and experimental method. Aquac. Res. 41: pp1190-1202.

European Food Safety Authority (EFSA). 2009. Scientific opinion of the panel on animal health and welfare on a request from the European Commission on species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon. The EFSA Journal 2012: pp1-77.

Lambooi E, Grimsbø E, van de Vis JW, Reimert HGM, Nortvedt R, Roth B. 2010. Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. Aquaculture 300: pp107-112.

Mejdell CM, Kjæstad HP, Lund V, Farstad W. Risk assessment concerning the welfare of fur animals associated with the use of various killing methods. 2008. Rapport til Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Rapport 07/807, april 2008. [http://www.vkm.no/eway/default.aspx?pid=0&oid=-2&trg=\\_new&\\_new=-2:17911](http://www.vkm.no/eway/default.aspx?pid=0&oid=-2&trg=_new&_new=-2:17911)

Mejdell CM, Midling KØ, Erikson U, Evensen TH, Slinde E. 2009. Slaktesystemer for laksefisk i 2008 – fiskevelferd og kvalitet. Veterinærinstituttets rapportserie nr. 1, 2009.

Mejdell CM & Gismervik. 2009. Dokumentasjon av metode for retningsorientering av laksefisk før slaktebedøving. Veterinærinstituttets rapportserie, Rapport nr. 15, pp14.

Mejdell CM, Erikson U, Slinde E, Midling KØ. 2010. Bedøvelsesmetoder ved slakting av laksefisk. Norsk Veterinærtidsskrift 122: pp83-90.

NFR prosjekt 178938 – Welfare of Farmed Fish from Harvest to Killing – Meeting the Future Challenge.

Robb DHF, Wotton SB, McKinstry JL, Sørensen NK, Kestin SC. 2000. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. Anim. Welfare 147: pp298-303.

Robb DHF & Kestin SC. 2002. Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. Anim. Welfare 11: pp269-282.

Roth B, Slinde E, Robb DHF. 2006. Field evaluation of live chilling with CO<sub>2</sub> on stunning Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the subsequent effect on quality. Aquac. Res. 37: pp799-804.

Slinde E, Misund OA. 2010. Kunnskap knyttet til ulike former for bedøving av fisk. Havforskningsinstituttet, Rapport nr 2009/1294.

Weaver LK. Clinical practice. Carbon monoxide poisoning. N. Engl. J. Med. 360 (12): pp1217-1225.

Wills CC, Zampacavallo G, Poli B-C, Proctor MRM, Henehan GTM. 2006. Nitrogen stunning of rainbow trout. Int. J. Food Sci.Tech. 41: pp395-398.

## APPENDIX

### VEDLEGG 1-UTDRAG FRA EFSAS RAPPORT FRA 2009

*Following a request from the European Commission, the Panel on Animal Health and Welfare was asked to deliver a scientific opinion on welfare aspect of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the EU. Harvesting and processing of farmed Atlantic salmon are the same as for sea-farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*); therefore this scientific opinion and its conclusions can also be applied to the sea farmed trout [1] production.*

*A semi-quantitative risk assessment approach was used to rank the risks of poor welfare associated with the different commercially applied stunning and killing methods for Atlantic salmon. The risk assessment was also used to identify other areas of concern, as well as to provide guidance for future research. The risk assessment was mainly based on expert opinion, due to the limited amount of quantitative data and published peer-reviewed data on many effects of hazards associated with killing of Atlantic salmon. Pre-slaughter stages which have a direct impact on the welfare immediately before and during killing were included in the risk assessment. Stunning and killing methods that are not commercially used in Europe (e.g. carbon monoxide) were described but not included in the risk assessment. The opportunity to develop new methods for slaughtering Atlantic salmon is considerable and should be encouraged.*

*The five stunning and killing methods assessed were: 1. Percussive stunning; 2. Electrical stunning; 3. Carbon dioxide; 4. Live chilling; and 5. Asphyxia in ice slurry. All methods are followed by exsanguination.*

*The most important hazards in the pre-slaughter phase were associated with crowding and transfer by pumping. Excessive crowding will result in poor welfare. There is a high risk that salmon are subjected to metabolic stress, handling stress and poor welfare (exhaustion) prior to slaughter. Exposing salmon to air causes a major negative impact on their welfare and should be avoided. Crowding of fish should not be performed to a level that they show signs of distress. Indicators for distress are; colour change, escape behavior and air gulping. Fish should be monitored when exiting the pumping system where the presence of fresh injuries and exhaustion are indicators of poor welfare. After pumping, there should be visual checks for wounds and injuries and any causes of these rectified.*

*Two to three days of fasting are needed to reduce the metabolic rate and thus the physical activity of the fish which may reduce distress associated with transport. Too short or too long transport and resting period may be an issue in association with the duration of the fasting period. Food deprivation can result in the utilization of body fat reserves and even functional tissue which is associated with poor welfare.*

*There will always be a certain risk of poor welfare involved when fish are transported live to slaughter. In closed systems, there are a number of issues that need to be addressed to ensure good fish welfare at slaughter such as to ensure good water quality, e.g. adequate levels of dissolved oxygen. The effect of elevated levels of carbon dioxide, ammonium and total organic carbon, as well as low pH on the welfare of the fish needs to be addressed. If fish are*

*transported under good conditions then the fish may recover from crowding and handling during the transport and thus, transport will not affect fish welfare at slaughter.*

*Regarding the stunning and killing methods, percussive methods and electrical stunning were assessed to reliably cause unconsciousness in the vast majority of salmon.*

*In hand held manually fed percussive systems the hazard causing the highest risk for poor welfare is asphyxia. For automated percussive stunning the main hazard is variation of size within the population causing a mis-stun in some fish, e.g. hitting the snout on larger fish. Machines for stunning and killing salmon should not be used if fish may be injured, not stunned or not rapidly killed because of their size or orientation in the machine. For percussive machines, size adjustment of the machines should be done by skilled personnel as it is crucial for stunning efficiency. Percussive systems should have a separate air supply or alternatively have security valves to block the system if the pressure is reduced below a certain threshold.*

*For electrical stunning the hazard is using too low electrical currents causing paralysis and insufficient stunning. In electrical dry stunners intended for head only application, fish entering tail first will consciously feel the electricity for a few seconds before the head reaches the stunner and thus welfare is poor. There is some risk of poor welfare when applying electrical stunning in water (batch) systems mainly due to mis-stuns or exhaustion due to exposure to electrical current. For electric stunning minimum requirements of the electric field or current should be sufficient to cause an immediate loss of consciousness, i.e. within 1 second. Moreover, after electrical or percussive stunning fish should not recover consciousness before being killed by exsanguination or maceration.*

*Severance of all gill arches on both sides of the fish, or the isthmus, or piercing the heart directly, appears to be the best methods for killing by bleeding out unconscious fish. Exsanguination should be carried immediately after stunning and in every case before recovery from stunning occurs. It is essential that a sharp knife is used to cut the vessels. Exsanguination without prior stunning is not humane and should not be used.*

*All stunning systems should have an appropriate backup system to enable an immediate correction from a mis-stun.*

*Carbon dioxide, asphyxia on ice and asphyxia are the methods resulting in the poorest welfare. Carbon dioxide has the highest risk score because not only was it judged that exposure to the gas causes a strong adverse reaction but it does not reliably result in unconsciousness, thus salmon may be bled or eviscerated when conscious. Killing salmon by asphyxia is judged to be a severe hazard.*

*Disease control methods used are: pharmacological (overdose of anaesthetics), electrical and maceration all of which should be considered as part of contingency plans. In some cases, slaughter may be performed by normal stunning and killing procedures. In order for an overdose of anaesthetic to be a reliable and humane killing method for salmon more knowledge is needed before being able to recommend minimum dosage and exposure times for specific life stages, body size and water temperature. Such information would help to ensure a minimum time to loss of consciousness and minimum induction of stress. Fish should be stunned or be killed before using mills for maceration.*

*Some indicators of poor welfare may be used to assess welfare of salmon slaughter under commercial conditions. Standard operating procedures to improve the control of the slaughter process to prevent impaired welfare should be introduced and validated, robust and practically feasible welfare indicators should be further developed.*