

## Slaktesystemer for laksefisk i 2008

- fiskevelferd og kvalitet

*Cecilie M. Mejdell*

*Kjell Ø. Midling*

*Ulf Erikson*

*Tor H. Evensen*

*Erik Slinde*





**Veterinærinstituttets rapportserie · 01 - 2009**

**Tittel**

Slaktesystemer for laksefisk i 2008  
- fiskevelferd og kvalitet

**Publisert av**

Veterinærinstituttet · Pb. 750 Sentrum · 0106 Oslo

Form omslag: Graf AS

**Bestilling**

kommunikasjon@vetinst.no

Faks: + 47 23 21 60 01

Tel: + 47 23 21 63 66

ISSN 1890-3290 elektronisk utgave

**Forslag til sitering:**

Mejdell CM, Midling KØ, Erikson U, Evensen TH, Slinde E.  
Slaktesystemer for laksefisk i 2008 - fiskevelferd og kvalitet.  
Veterinærinstituttets rapportserie 01-2009. Oslo: Veterinær-  
instituttet; 2009.

© Veterinærinstituttet

Kopiering tillatt når Veterinærinstituttet gjengis som kilde

**Foto:**

Forsidefoto: Registrering av tegn på oppvåkning hos bedøvd,  
ikke bløgget laks. Foto: Cecilie M. Mejdell

Ulf Erikson, figur 6, 7a, 28.

Bruce Goodrick, figur 45.

Cecilie M. Mejdell, figur 2-5, 7b, 8-12, 19-20, 27, 29, 36-37.

Veterinærinstituttets rapportserie  
*National Veterinary Institute's Report Series*  
**Rapport 01 · 2009**

## Slaktesystemer for laksefisk i 2008

- fiskevelferd og kvalitet

*Forfattere*

*Cecilie M. Mejdell, Veterinærinstituttet*

*Kjell Ø. Midling, Nofima Marin*

*Ulf Erikson, Sintef Fiskeri og havbruk*

*Tor H. Evensen, Nofima Marin*

*Erik Slinde, Havforskningsinstituttet*

*Oppdragsgiver*

*Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (FHL)/*

*Handlingsplan laks*

*Finansiert av*



*31. januar 2009*

*ISSN 1890-3290 elektronisk utgave*





# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>6</b>
<b>Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>Beskrivelse av bedøvingsystemer - prinsipper</b> .....	<b>8</b>
Elektrisk bedøving.....	8
Slag .....	9
<b>Bedømming av bevisstløshet</b> .....	<b>9</b>
<b>Metoder, utførte undersøkelser</b> .....	<b>11</b>
Forberedelse .....	11
Fiskens fysiologiske tilstand (stress) .....	11
Kvalitet.....	12
Bedøvningskvalitet .....	13
<b>De enkelte bedøvingsystemer</b> .....	<b>14</b>
Elektrisk bedøving - Stansas.....	14
Slag- og bløggemaskin, SI-5 .....	15
<b>Beskrivelse av de enkelte anlegg</b> .....	<b>18</b>
Slakteri A .....	18
Prosedyre.....	18
Evalueringsdag .....	18
Resultater .....	21
Slakteri B .....	26
Prosedyre.....	26
Evalueringsdagene: .....	27
Resultater .....	28
Slakteri C .....	34
Prosedyre.....	34
Evalueringsdagene .....	34
Resultater .....	37
Slakteri D .....	43
Prosedyre.....	43
Evalueringsdag .....	43
Resultater .....	44
<b>Oppsummering og samlet vurdering av bedøvingsystemene</b> .....	<b>50</b>
Elektrobedøving (Stansas) .....	50
Slagbedøving SI-5.....	52
Samlet vurdering .....	52
Kunnskapsbehov .....	53
<b>Forutsetninger, kontroll- og sjekkpunkter</b> .....	<b>53</b>
Spesielle for elektrisk bedøving, utstyr Stansas, Seaside .....	53
Spesielle for slagbedøving, SI-5.....	54
<b>Kritiske kontrollpunkter ved fiskeslakterier</b> .....	<b>55</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>60</b>
<b>Deltakere på prosjektet</b> .....	<b>61</b>

## Sammendrag

I forbindelse med utfasing av CO<sub>2</sub> som bedøvingsmetode ved slakting av fisk, har bedrifter som skal investere i alternative systemer behov en uavhengig evaluering av systemer og utstyr som er tilgjengelige på markedet. Utstørsprodusentene har nytte av en evaluering i forhold til krav etter slakteriforskriften. Myndighetene (Fiskeri- og kystdepartementet og Mattilsynet) har behov for en oppdatert status samt at forutsetninger for bruk blir belyst. Videre har det vært etterspurt en oversikt over viktige kontrollpunkter for en vurdering av fiskevelferd i slaktesystemer som benytter elektrisitet eller slag som bedøving. Prosjektgruppen har bestått av Cecilie Mejdell (Veterinærinstituttet), Kjell Midling (Nofima Marin), Ulf Erikson (Sintef Fiskeri og havbruk) og Erik Slinde (Havforskningsinstituttet). Arbeidet er en del av "Handlingsplan Laks" som er finansiert over Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og koordinert av Roy Robertsen.

Rapporten er basert på besøk ved og undersøkelser på 4 anlegg og to systemer: Slagbedøving fra Seafood Innovation (SI-5) markedsført i Norge av Stranda Prolog AS og elektrisk bedøving utviklet av Frode Kjølås (Stansas) markedsført av Seaside. Resultatene gir et realistisk bilde av forholdene under kommersiell slakting. Resultatene er imidlertid ikke direkte sammenliknbare når det gjelder hvordan de ulike bedøvingsmetodene fungerer. Dette skyldes at fiskens forhistorie og kondisjon, miljøforhold i ventemerde og ikke minst systemer for trengning og pumping er forskjellig fra anlegg til anlegg. Ved de besøkte anleggene viste fysiologiske undersøkelser at fisken var stresset og til dels utmattet før bedøving. Det er viktig å være klar over at forhold under trengning og pumping kan ha vel så stor dyrevelferdsmessig betydning som selve bedøvingsmetoden. For å vurdere fiskevelferd i slaktesammenheng er det derfor viktig å se på all håndtering av levende fisk ved slakteriet.

Det SI-5 utstyret som er vurdert, er den mest automatiserte løsningen fra leverandøren. Det består av en adferdsbasert orientering av fisken, automatisk slagbedøving, automatisk bløgging og deretter manuell etterkontroll. Fiskens orientering inn til bedøveren avhenger av at fisken har normale adferdsresponsers intakt, og forutsetter ideelt sett fisk som er frisk og skånsomt behandlet i alle ledd. Fisken bør ligge innenfor 1-8 kg i størrelse, og standardutstyret er ikke tilpasset kjønnsmoden fisk. Disse forutsetninger har dessverre ikke vært tilfelle under våre undersøkelser. Dette har trolig påvirket resultatene fra bedøvingskvalitet negativt. Tidvis har en ikke ubetydelig andel av fiskene ikke blitt bedøvd i slagmaskinen. Disse bedøves imidlertid manuelt i backup slagmaskiner som er montert på observasjonsbordet. Fisk som er bedøvd av slag, synes å miste bevissthet øyeblikkelig og bevissthetstapet er irreversibelt, det vil si at fisken gjenvinner ikke bevissthet før den dør (av slag eller blodtap). Teknisk sett fremstår systemet som relativt komplisert, med mange bevegelige deler.

Stansas elektrobedøver bedøver fisk uavhengig av størrelse og fasong, og fremstår teknisk sett som mer robust. Etter strømbehandlingen synes all fisk å være godt bedøvd. Bevissthetstapet er p.t. ikke øyeblikkelig. Bekymringen er først og fremst knyttet til mangel på retningsstyring av fisken. Fisk som kommer inn i elektrobedøveren med sporden først, får støt gjennom bakparten mens den er bevisst. Det knytter seg også usikkerhet til hvorvidt 59 V (pDC og 100 Hz), som ble benyttet under det første besøket, forårsaker øyeblikkelig bevissthetstap selv om fisken kommer inn i bedøveren med hodet først. Med visuell vurdering alene er det vanskelig å skille elektroimmobilisering (uten bevissthetstap) fra elektrobedøving (med bevissthetstap). Resultater fra laboratorieforsøk (laks 1 kg) viser at det mulig å oppnå bevissthetstap på 0,5 sekunder ved 110 V. Stansas elektrobedøver oppgraderes nå til å operere ved 110 V. Vi har evaluert ett slikt anlegg. Her viste det seg at faktisk spenning varierte mellom 58-110 V. Likevel er tendensen klar: Høyere spenning gir en større andel godt bedøvd fisk og lengre varighet av bedøvelsen. Elektrisk bedøving er i prinsippet reversibel, og fisk kan gjenvinne bevisstheten etter noen minutter om den ikke bløgges. Oppvåkningen kan skje såpass raskt at også fisk som bløgges kan våkne opp en periode før den dør av blodtapet. Kvalitetsreduksjon har vært et problem ved elektrisk bedøving. Elektrisk stimulering av muskulatur fører til kortere *pre rigor*-tid. Slakteskader som ryggbrudd og blødninger hadde et lavt omfang ved anleggene vi besøkte. Siden fisken var relativt påkjent allerede i ventemerde, kan vi imidlertid ikke si noe sikkert om hvorvidt skadeomfanget på uthvilt fisk vil være høyere enn det vi har observert.

Dersom slakteriet vektlegger lang *pre rigor*-tid, vil SI-5 være et aktuelt valg. For at SI-5 skal fungere godt, kreves teknisk innsikt hos ansatte. Andre forutsetninger er at slaktefisken bør ha noenlunde jevn størrelse og vise normale adferdsresponsers i adferdskaret. Den bør derfor være frisk og skånsomt behandlet før slakting. Systemet motiverer til god fiskehelse og -velferd i alle ledd. Slakterier som mottar variabel fisk, eller hvis lang *pre rigor*-tid ikke er viktig, får trolig en mer robust bedøvingsmetode ved å velge Stansas elektrobedøver. Forhold som i dag er ankepunkter med hensyn på fiskevelferd (retningsstyring, spenning), vil sannsynligvis løses innen kort tid.

## Innledning

Slakteriforskriften trådte i kraft 1. januar 2007. Forskriften vektlegger hensynet til fiskens velferd under all håndtering, og krever bedøvelse av fisk før bløgging: "Fisk skal bedøves før eller samtidig med avliving og være bedøvd til døden inntreer. Bedøving skal skje ved egnet metode som ikke påfører fisken vesentlig stress eller smerte. Om nødvendig skal fisken sederes eller immobiliseres på forsvarlig måte før bedøving. Det er forbudt å bedøve fisk ved hjelp av gass, herunder CO<sub>2</sub>, eller annet som blokkerer oksygenopptaket, samt salt, salmiakk eller andre kjemikaler med lignende virkning." Utfasingen av CO<sub>2</sub>-metoden ble gitt en overgangstid, i første omgang til 1. juli 2008. Næringens respons på det varslede forbudet mot CO<sub>2</sub>-bedøving har variert. Noen aktører har investert tid og penger i å anskaffe utstyr og teste og dokumentere det. Dette ble gjort for å følge forskriftens intensjoner, men også fordi flere av de største kundene for norsk laks (bl.a. Tesco i UK) har krevd at bruk av bedøving i CO<sub>2</sub>-kar må opphøre. Andre aktører har valgt å gjøre minst mulig. Flere har fjernet CO<sub>2</sub>-karet og benytter kun levendekjøling med moderate mengder tilsatt CO<sub>2</sub>, slik at fisken blir rolig (sedert). Man oppfylder dermed den tidligere kvalitetsforskriften der målet var at fisken skulle være så rolig at man ikke gjør skade på produktet (feilkutting), men ikke kravene til dyrevelferd i gjeldende slakteriforskrift, der fisken skal være bedøvd i betydingen bevisstløs.

Hos de "aktive" har det blitt installert mye og nytt utstyr, i første rekke elektrisk bedøvelse. Fiskeriforskning (nå Nofima) fikk derfor i 2006 et oppdrag fra FHL om å foreta en uavhengig evaluering av systemene for elektrisk bedøving, et arbeid som ble utført i samarbeid med Veterinærinstituttet (Midling *et al.* 2007). Rapporten konkluderte med at strøm gir bedre fiskevelferd enn tradisjonell bruk av CO<sub>2</sub>. Rapporten slo imidlertid fast at det gjenstår sentrale forskningsoppgaver og videre dokumentasjonsarbeid før systemene kan anbefales innført. utfordringen var i første rekke å finne strøparametre som gir øyeblikkelig bevissthetstap hos fisken uten at dette resulterer i forringet produktkvalitet (ryggbrudd og blødninger i fileten). Rapporten omtalte slagsystemer som et lovende alternativ.

Siden denne første evalueringen har det pågått forsknings- og utviklingsarbeid på adekvate bedøvningsmetoder. Det er likevel uklart om de nye systemene, da spesielt strøm, men også slag, oppfyller forskriftens krav til bedøvelse. Blir alle individer bedøvd? Inntreer bedøvelsen momentant, uten stress og smerte? Varer bedøvelsen lenge nok til at fisken ikke våkner opp under utblødning? I praksis har det derfor vært knyttet usikkerhet til om utstyret bedriftene har kjøpt og montert faktisk kan godkjennes. Denne usikkerheten finnes både i forskningsmiljøene, hos næringsaktørene og i forvaltningen.

Etter et møte i april 2008 der status for kunnskap om utstyr for bedøving av fisk ble gjennomgått, besluttet Fiskeri- og kystdepartementet (FKD) å forlenge fristen for utfasing av CO<sub>2</sub> med ytterligere 1 ½ år til 01.01.2010. Det var en klar forutsetning at arbeidet med å utvikle tilfredsstillende bedøvningsmetoder måtte fortsette for uforminsket innsats. Dette var den direkte foranledningen til at Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (FHL) ba forskningsmiljøer i Nofima Marin (tidligere Fiskeriforskning), Sintef Fiskeri og havbruk, Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet om å foreta en ny uholdt gjennomgang av alternative bedøvningsystemer (strøm og slag) som er på markedet for laksefisk. Arbeidet skulle utføres i kontakt med Mattilsynet. Arbeidet er en del av Handlingsplan Laks og er finansiert over Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og er koordinert av Roy Robertsen.

Formålet med forskningsprosjektet var å evaluere tilgjengelige, alternative bedøvningsystemer ut fra slakteriforskriftens krav til dyrevelferd og næringens krav til produktkvalitet. Videre skulle prosjektet belyse forutsetninger som må være tilstede for at utstyret skal kunne fungere optimalt. Målet er at den foreliggende rapporten kan gi bakgrunnsinformasjon som er nyttig for dem som nå skal investere i nytt bedøvningsutstyr, og bidra til at utstyrsprodusentene kan videreutvikle eller raffinere sitt utstyr. Det kunne vært aktuelt å undersøke systemer som per i dag ikke er i bruk i Norge, men i andre land, og utstyr som p.t. er under utvikling. Det har det i denne omgang ikke vært rom for av økonomiske og tidsmessige årsaker. En av de norske produsentene av elektrisk bedøvningsutstyr ønsket dessverre ikke å delta i prosjektet som forutsatt, og slakterier som benytter dette utstyret er derfor ikke blitt vurdert i denne omgang. Prosjektet omfatter dermed ett slagsystem (SI-5) og ett elektrisk system (Stansas elektrobedøver fra Seaside).

Det ideelle i et slikt prosjekt hadde vært å teste ut bedøvningsystemene parallelt på samme sted, der man benyttet fisk fra likt vannmiljø og som hadde gjennomgått samme behandling. Det har imidlertid ikke vært mulig å bygge opp en slik forsøksrigg innenfor den økonomiske og tidsmessige rammen. Det vi derfor har gjort, er å undersøke utstyret brukt i et visst miljø, dvs. på et slakteri under praktisk, kommersiell slakting. Resultatene vil derfor være påvirket av fiskens forhistorie (for eksempel helsestatus, oppholdstid og forhold i ventemerde), og prosedyrer og utstyr (som treningsmetode og -grad, pumpeystem mv.) som ble benyttet på det enkelte slakteriet ved vårt besøk. Vi har forsøkt å redusere effekten av denne

variasjonen ved å måle fysiologiske parametere på fisk undersøkt ulike steder i prosessen. Dermed vil vi i noen grad kunne skille effekten av bedøvningsmetoden fra effekten av forbehandlingen (trengning, pumping mv) på tiden til fisken blir dødsstiv (*pre rigor*-tid).

Prosjektet fikk også i oppgave å utvikle en sjekklister for vurdering av fiskevelferd som kan benyttes som ledd i bedriftens system for internkontroll og/eller av Mattilsynets inspektører. Denne skulle omfatte forhold av betydning for fiskens velferd på slakteriet, fra trengning fram til fisken er død.

## Beskrivelse av bedøvingsystemer - prinsipper

Laks som bløgges uten forutgående bedøving, vil miste bevissthet pga blodtapet etter 4-5 minutter (Robb *et al.* 2000, van de Vis *et al.* 2003). Tiden er imidlertid sterkt temperaturavhengig, og det kan ta betydelig lenger tid ved lave temperaturer. Et dårlig bløggesnitt vil også kunne gi forlenget utblødningstid. Bedøvningsmetoden bør føre til et bevissthetstap som varer så lenge at fisken ikke står i fare for å våkne opp før den dør av blodtapet.

### Elektrisk bedøving

Elektrisk bedøving er en mye brukt metode ved slakting av landdyr som gris, sau, geit, kalkun og høns. Bedøving oppnås når strøm over en viss terskel passerer dyrets hjerne. Effekten kan enkelt forklares som en "kortslutning" i hjernen. Hos pattedyr utløses et karakteristisk epileptisk grand mal anfall som kan påvises ved hjelp av EEG (elektroencefalogram) og som kjennetegnes ved at dyret kolliderer med først toniske krampes (stivhet) og deretter kloniske krampes (spasmebevegelser) før det blir liggende i ro. Under et grand mal epileptisk anfall er dyret bevisstløst. Etter relativt kort tid vil dyret gradvis kunne gjenvinne bevissthet.

Elektrisk støt oppleves som ubehagelig eller smertefullt av både mennesker og dyr. Det tar ca. 0,15 sekunder fra en perifer nervecelle stimuleres til impulsen har nådd hjernen (Wotton 1996), noe som er forutsetningen for at sansningen kan oppfattes bevisst. Ideelt sett bør derfor et bevissthetstap utløses like raskt. Forsøk med pattedyr har vist at det kan være mulig å oppnå bevisstløshet med strømeksponering i løpet av 0,2-0,3 sekunder. I forskriften om dyrevern i slakterier (FOR-1995-08-28-775) heter det at korrekt (dvs. forskriftsfestet) strømstyrke for den enkelte art skal oppnås innen ½ sekund etter påsetting av elektrodene. Nye forsøk viser at dette kan være mulig å oppnå også for laksefisk (Lambooj *et al.*, upubliserte data).

For ulike dyrearter har man gjennom vitenskapelige studier funnet den minste strømstyrke (ampere, A) som må til for å indusere bevissthetstap (dvs. et epileptoid EEG-mønster). Det er utført få slike studier på fisk, men på regnbueørret er det angitt til 0,5 A (Kestin *et al.* 1995). I motsetning til slakteriforskriften for fisk har forskrift om dyrevern i slakterier (som gjelder landdyr) spesifiserte krav til minste amperestyrke for hver enkelt art. I forhold til de vitenskapelig baserte grenseverdier man har funnet under forsøksbetingelser (da ofte på et begrenset antall dyr), legges gjerne til en sikkerhetsmargin for å ta høyde for individuelle forskjeller. Eksempelvis viser laboratorieforsøk at 0,6 A er tilstrekkelig strømstyrke for sau, mens forskriften krever minimum 1,0 A. Det kreves en viss spenning i systemet for å oppnå angitt strømstyrke gjennom hjernen raskt (0,5 sekund). I levende vev brytes motstanden (impedansen) ned over tid, hvilket betyr at spenningen må være tilstrekkelig høy til å overvinne den initiale impedansen, og med en margin som tar hensyn til individuelle variasjoner i motstand (som størrelse, fettinnhold, mv.). På slakterier for landdyr anses en spenning på under 150 V å være for lav under praktiske forhold. Det norske kravet er 220 V, mens flere forskere anbefaler 250 V (Tolo *et al.* 2005).

Hos pattedyr brukes vanligvis strømstimulering kun over dyrets hjerne. Det benyttes en strømførende "tang" som plasseres på hver side av hodet slik at strømmen går gjennom hjernen. Eventuelt kan tangen kombineres med en tredje elektrode som plasseres bakenfor brystet, slik at strøm i neste trinn også passerer dyrets hjerte. Dette induserer hjerteflimmer (fibrillering) eller hjertestopp. Hvis hjertet blir

---

<sup>1</sup> I mer detalj: Når en nervecelle stimuleres vil det utvikles et aksjonspotensial dersom stimuleringen overstiger en terskel ("alt eller intet"). Generalisert epileptiform aktivitet oppstår når et stort antall hjerneceller "fyrer" kontinuerlig etter de er blitt aktivert. Fysiologien bak dette er ikke helt klarlagt, men ulike neurotransmittere i hjernen spiller en sentral rolle. Viktige neurotransmittere i denne forbindelse er GABA ( $\gamma$ -aminosmørsyre) som er hemmende, og glutamat og aspartat som er eksitatoriske transmittere. Videre kan dopamin hemme en glutamat-indusert eksitasjon, mens noradrenalin kan forsterke eksitasjonen. En oversikt over forhold av betydning ved elektrisk bedøving er bl.a. gitt av Roth 2003 og Tolo *et al.* 2005.



tilstrekkelig påvirket, vil bedøvingen være irreversibel fordi dyret vil dø av hjertesvikt. Hjertet synes mest følsomt for frekvenser rundt 50 Hertz.

På fjørfe sendes strømmen vanligvis fra hodet (som senkes ned i et strømførende vannbad) gjennom kroppen til beina (som er hengt opp i en metallbøyle), og strømmen vil dermed kunne påvirke hjertet. Elektrisk bedøvelse resulterer ikke alltid i grand mal epileptiform aktivitet i hjernen hos fjørfe. Hjernefunksjonen (neurotransmisjonen) er likevel tilstrekkelig forstyrret til at fuglen anses for å være bedøvd.

På fisk er dagens utstyr for elektrisk slaktebedøving basert på strømeksponering av hele fisken. Det er utviklet systemer hvor fisken enten bedøves i vann eller ute av vann (tørr bedøving). Utstyr hvor strømmen kun appliseres på fiskens hode er under utvikling.

Strømeksponering fører til muskelsammentrekninger. Disse kan være så kraftige at muskelen river over blodkar eller til og med brekker knokler. Strøm kan både gi en direkte stimulering av muskelen eller effekten medieres til muskelen via nervesystemet. Muskelkontraksjoner opptrer dermed uansett om strøm kun sendes gjennom hjernen eller gjennom hele kroppen. Slakteskader som blødninger i muskulatur og brudd er velkjente problemer hos slaktedyr som gris, fjørfe og fisk. Problemene hos fjørfe og gris er mer eller mindre løst, blant annet ved at man har funnet gunstige kombinasjoner av strømparametre. Hos fisk har problemene også vært søkt løst ved å utmatte eller sedere fisken på forhånd.

## Slag

Kommersielle systemer for slaktebedøving av pattedyr ved hjelp av slag benytter i dag kun penetrerende bolt (bolt som trenger inn i hjernen). Slag mot hodet med stump redskap har imidlertid vært mye brukt tidligere, for eksempel ved hjemmeslakting av sau og til avliving av mindre dyr, samt under kommersiell selfangst. I flere land har fiskeslakterier lenge benyttet slag tildelt manuelt med en klubbe ("wooden priest"). Dette er tungt arbeid, og i dag blir klubben erstattet med mer eller mindre automatiserte systemer. Generelt regnes fisk som relativt følsomme for slag, noe som tilskrives at de er tilpasset livet i vann. Erfaring viser likevel at det er store variasjoner mellom artene, og også variasjon i forhold til fysiologisk status. Kjønnsmoden laksefisk tåler for eksempel mer enn en tilsvarende stor ikke kjønnsmoden laks.

Slag som rettes mot hodet (ut for hjernens plassering) og som har en tilstrekkelig kraft, forårsaker en sjokkbølge i hjernen som gir hjernerystelse med bevissthetstap. Er slaget kraftig nok, vil hjernerystelsen være så kraftig at dyret dør. I motsatt fall vil dyret kunne gjenvinne bevissthet etter noe tid. Blødninger i vitale sentre i hjernen antas å være viktig for å få den ønskede effekten. Desto mer omfattende blødninger i vitale områder av hjernen (bl.a. respirasjonssenteret i hjernestammen), desto større er sannsynligheten for irreversibel bedøving.

Effektiv bedøving oppnås ved å tilføre maksimal mengde energi mot hjernen i løpet av kortest mulig tid. Slagenergien avhenger av boltens vekt og hastighet, men boltens hastighet ved treffet har større betydning enn massen, som det går fram av likningen under. KE er kinetisk energi (i Joule), m er boltens masse (vekt i gram) og v er boltens hastighet målt i meter per sekund (m/s):

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

Slagsystemet som er evaluert i denne rapporten (SI-5) har en relativt lett bolt som opererer ved høy hastighet. Seaside har en bløgge-/slagmaskin (Stansas) som brukes etter forutgående elektrisk bedøving av fisken. Denne bolten er tung. En ny undersøkelse av den sistnevnte slagmaskinen (Stansas) viste at lufttrykket som driver slagboltene var av avgjørende betydning for effekten. Et trykk på <8,1 bar ga ikke tilfredsstillende slaktebedøvelse når utstyret ble brukt alene (Lambooj *et al.*, upubliserte resultater). Det ble påvist kjevebrudd og utsprenge øyne hos mange fisk når trykket var >8 bar.

## Bedømming av bevisstløshet

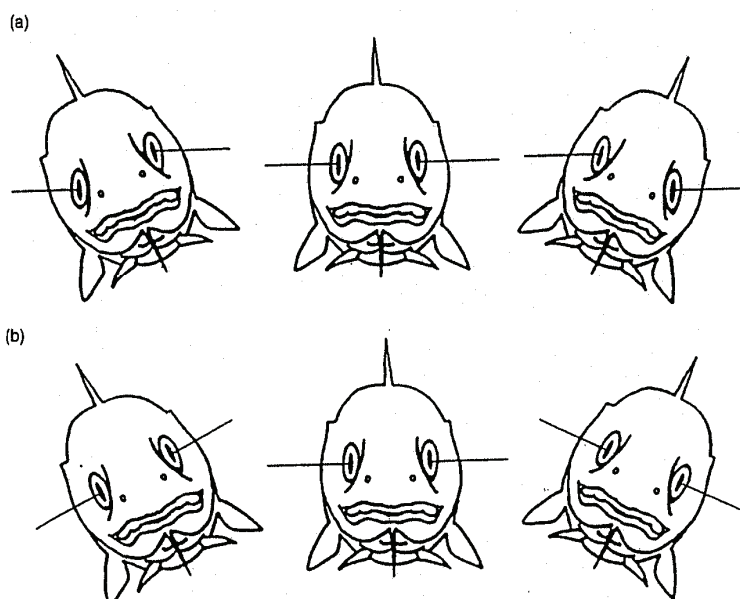
Dyrets hjernefunksjon og dermed bevissthetsnivå vurderes sikrest ved hjelp av vitenskapelige målinger av aktivitet i hjernen. Elektroencefalogram (EEG), som måler elektrisk aktivitet i hjernen, har vært mest brukt. Når EEG-mønsteret er isoelektrisk (flat kurve, ingen aktivitet), er dyret hjernedødt. Dyret kan imidlertid være bevisstløst og insensitivt (ufølsomt) lenge før dette. Ofte bruker man derfor EEG-respons

på stimulering av sanseapparatet ("evoked potentials"), for eksempel lys mot øynene ("visually evoked potentials"). EEG kan være vanskelig å tolke, og er relativt utsatt for feilutslag som følge av påvirkninger utenfra, for eksempel bevegelse av elektroder eller at dyret beveger seg. Ved å plassere elektrodene i selve hjernen får man et mer nøyaktig bilde av hjerneaktiviteten.

Under daglig drift på et slakteri vil man måtte sjekke om dyret er bevisstløst uten denne typen utstyr. Man benytter da nærvær eller fravær av ulike reflekser for å bedømme om dyret er bevisstløst. Bakgrunnen for å bruke disse refleksene er imidlertid forutgående forskning som viser gode korrelasjoner mellom nærvær eller fravær av visse reflekser og hjerneaktivitet målt som "evoked potentials" hos anesteserte dyr (for fisk, se Kestin *et al.* 2002).

Fravær av "evoked potentials" er et sikkert tegn på at dyret er bevisstløst. Forekomst av "evoked potentials" og enkelte reflekser er derimot ikke ensbetydende med at dyret er ved bevissthet. I forbindelse med slaktning av dyr etterstreber man en rimelig sikkerhet for at dyret virkelig er bevisstløst og ikke kan oppfatte ubehag. På et slakteri er det også nødvendig å ta høyde for individuelle variasjoner (for eksempel variasjon i strømtoleranse, dyrets størrelse, fysiologisk status). Et krav om fravær av reflekser eller "evoked potentials" når man sjekker et mindre antall dyr vil derfor gi en sikkerhetsmargin for at alle dyr som har gjennomgått bedøvelsen er ute av stand til å sanse omgivelsene, er insensitive.

Hos landlevende dyr brukes fravær av hjernestammereflekser, som regelmessig respirasjon, spontane øyebevegelser og blunkerefleks når man berører øyevipper eller hornhinnen, som gode tegn på bevisstløs tilstand. Parallellen til disse hos fisk er regelmessige gjellelokksbevegelser og vestibulookulær refleks (VOR), en slags balanserefleks der fisken forsøker å orientere øynene etter horisontalplanet (figur 1).



**Figur 1.** Figuren illustrerer øyerulling eller vestibulookulær refleks (VOR) på en levende (a) og en død (b) torsk. Når fisken beveges passivt fra side til side, vil øynene hos den bevisste fisken forsøkes holdt i horisontalplanet, mens hos den døde fisken ligger øynene urørlig i forhold til hodet (fra Kestin *et al.* 2002).

I tillegg til fravær av reflekser ser man etter karakteristiske faser dyret går gjennom under og etter bedøvingen, som kan variere med bedøvningsmetode og dyreart. Hos elektrisk bedøvde griser og sauer, der verdien av cornearefleksen omdiskutert (Tolo *et al.* 2005), anser man eksempelvis slapp underkjeve med uthengende tunge for å være et pålitelig tegn på bevisstløshet. Slagbedøving utløser også kloniske kramper. Noen sekunder etter slagbedøving forventer man imidlertid at en laks er uten vedvarende egenbevegelse (sprelling) og at den ikke reagerer når den håndteres eller bløggesnittet legges.

I praksis vil kontroll av det tekniske utstyret på et slakteri være viktig. Utstyret, som slagkraft på slagbolten og spesifikasjoner på strømmen ved elektrisk bedøving, må ligge innenfor det som man vet er egnet for å gi tilfredsstillende bedøving. Regelmessig vedlikehold må sikre at tilfredsstillende funksjon bibeholdes. Ved elektrisk bedøving vil for svak strøm kunne forårsake fysisk immobilisering uten bevissthetstap. Tilstanden kan være meget vanskelig å skille klinisk fra et bedøvd dyr.

## Metoder, utførte undersøkelser

### Forberedelse

Utstyrproduzentene og/eller forhandlerne av aktuelt bedøvningsutstyr ble kontaktet av prosjektet. Det var en forutsetning at disse var villig til å la sitt utstyr evalueres i prosjektet. Det var videre et krav at vedkommende bidro med nødvendig informasjon og også deltok ved slakteribesøkene. To av tre aktuelle systemer i bruk i Norge oppfylte disse kriteriene. Aktuelle slakterier ble deretter forespurt i samråd med produsent/forhandler, der målet var å undersøke slakterier som kunne gi et riktig bilde av hvordan angjeldende utstyr skal fungere under praktisk drift. Ett av anleggene (med slagmaskin) ble besøkt etter spesielt ønske fra Mattilsynet. Utstyrproduzent/-leverandør dro til slakteriet i forkant av prosjektgruppas ankomst, for å gå god for at utstyret så vidt mulig var riktig innstilt/justert og ble brukt slik det skulle.

Besøkene ble gjennomført ved at prosjektgruppa på fire forskere samt én tekniker først fikk en gjennomgang med ansvarlig(e) ved bedriften og deretter gjennomførte undersøkelsene i løpet av to påfølgende dager, mens slakteriet var i vanlig, kommersiell drift.

### Fiskens fysiologiske tilstand (stress)

For å ha kunnskap om fiskens tilstand og det stress håndteringen av levende fisk før slakting innebærer, ble fisk tatt ut for fysiologisk undersøkelse på ulike steder i prosessen. Det ble først tatt ut ca. 15 fisk fra slaktermerd, med så lite trengning som mulig. Enkeltfisk ble fanget i håv og slått i hjel på merdkanten så raskt som mulig, innen 5-10 sekunder. En blodprøve for måling av glukose og laktat ble tatt i forbindelse med bløgging. pH i fiskens muskel og blod ble målt med et pH-meter (modell WTW 340i, Tyskland). Glukose ble målt med glukosemåleren Freestyle Lite (Abbott, Illinois, USA) og laktat med Lactate Pro LT-1710 (Arkray, Japan). Ved slakteriene som brukte elektrisk bedøving ble fisk tatt ut og avlivet for disse målingene to steder til: etter pumping før bedøving og etter bedøving. Fisk fra slagsystemet ble tatt ut bare én ekstra gang, etter slagmaskinen. Det ble vurdert at det ville tilføre fisken mer stress å ta den ut og slå den i hjel manuelt før slagmaskinen enn å la den passere slagmaskinen. Automatisk bløggeenhet ble koblet fra, og fiskene bløgget manuelt. Alle fiskene ble lagt på is og sløyet. pH i muskel og rigor-utvikling ble deretter målt flere ganger inntil fisken var i full rigor (figur 2).

“Tail drop” er en enkel metode for å måle rigor. Fisken legges på siden på et bord med halve fiskelengden (bakparten) utenfor kanten. En skive plassert bak fisken gir et mål for hvor mye halen bøyes ned (dvs. hvor myk fisken er). En helt stiv fisk vil ha en verdi > 90, mens grensen for når den kan prosesseres ligger på ca. 60.

Når fisken stresses eller er i fysisk aktivitet, vil glukose forbrukes som energi. Glukose som er lagret som glykogen i kroppen frigjøres, og blodverdiene stiger. Så lenge oksygen er tilgjengelig for muskelcellene forbrennes glukose til karbondioksid og vann. Ved anaerob forbrenning dannes melkesyre (laktat). Fisk har lav aerob kapasitet, og ved høy muskelaktivitet skjer forbrenningen i hovedsak anaerobt. Som følge av syreeffekten av aerob (karbonsyre) og særlig anaerob forbrenning (melkesyre) vil fisk med høy muskelaktivitet få redusert pH i muskel. Ved langvarig aktivitet vil syreeffekten etter hvert påvirke pH i blod, men blodet har en god bufferkapasitet som gjør at en pH-senkning først blir synlig når bufferkapasiteten overskrides.

Hos uthvilt laks ligger pH i hvit muskulatur (som utgjør hovedmengden av fileten) i området pH 7,4-7,6. Laveste mulige muskel-pH hos levende laks (*in vivo*) er pH 6,6-6,7. Blod kan forventes å normalt ha pH omkring 7,7-7,8. Laksefisk viser en moderat økning av blodglukose ved stress, fra et basalnivå på omkring 5,5 mmol/L. Glukosenivået vil imidlertid avhenge av forinntaket. Slaktefisk er vanligvis sultet en periode før inntak. Ved langvarig muskelaktivitet (utmattelse) kan dessuten glukosereservene bli oppbrukt og nivåene derfor lave. Blodnivåer av laktat kan for eksempel ligge på 2 mmol/L hos fisk i ventemerde og stige til 3 etter pumping. Laktat stammer fra forbrenning av glukose og blodverdiene vil derfor kunne være lave hos fisk som er helt utmattet.

Rask inntreden av *rigor mortis* og også en sterkere dødsstivhet (dvs. hardere fisk) fås når fisken har vært stresset eller hatt sterk fysisk aktivitet. Elektrisk bedøving påvirker dessuten muskelen direkte og dermed også *pre rigor*-tiden. En laks som er helt ustresst når den avlives med et slag mot hodet, vil kunne ha en *pre rigor*-tid på 24-30 timer ved lagring på is. Ved et forsøk der uthvilt fisk ble tatt direkte fra oppdrettsmerd og bedøvd med enten slagmaskin (SI-5) eller elektrisitet (el-bedøver fra Seaside, men med andre innstillinger enn det utstyret som er brukt på slakteriene i denne undersøkelsen) var tid til “tail drop” på 60 gjennomsnittlig 22 timer med SI-5 og 7-8 timer med elektrisk bedøving (Midling *et al.* 2008).



**Figur 2.** Bildet til venstre viser "tail drop" som mål for grad av dødsstivhet (rigor mortis) og bildet til høyre pH-måling i ryggmuskulaturen.

Det er kjent at fiskens adferd og fysiologi, og dermed de parametre vi har målt, kan påvirkes av en rekke faktorer før fisken har kommet så langt som til bedøving/avlivning. Forhold som vanntemperatur, sultetid, eventuell forekomst av sjukdom, transporttid og tid siden transporten var avsluttet, trengningsmetode, pumper, utforming av rør mv. ble registrert i den grad det var mulig. Det samme gjaldt forekomst av ferske skader på fisken som finnesplitting (figur 4) og blødninger/sår på snuten. Disse kan skyldes henholdsvis skarpe kanter innvendig i rør/pumpe og krappe bend fisken passerer.

### Kvalitet

Lang tid til fisken går i *rigor* er en kvalitetsfaktor i seg selv ved at det indikerer at fisken har vært lite stresset før og under slaktingen. Lang *pre rigor*-tid har dessuten industriell betydning fordi det åpner muligheten for *pre rigor*-prosessering.

Opplysninger om slakteskader (blant annet blødninger i filet) ble innhentet fra ansvarshavende ved slakteriet. Et mindre antall fisk ble dessuten filetert og undersøkt av oss ved de anleggene som benyttet elektrisk bedøving, som er en kjent risikofaktor for ryggbrudd og blødninger (figur 3).



**Figur 3.** Bildet viser kontroll av slakteskader. Ryggraden undersøkes her for brudd. Filetene viser typiske blodflekker ved bruddstedet. Slike skader kan forekomme etter elektrisk bedøving.

## Bedøvingskvalitet

For å vurdere varighet av bedøving og eventuell oppvåkning, tok vi ut fisk etter bedøving (men før bløgging) over i et kar med vann og observerte fisken i 10 minutter (figur 4). Vi registrerte hvorvidt og eventuelt tidspunkt for når ulike tegn på bevissthet meldte seg (jfr. protokoll av Kestin *et al.* 2002):

- Regelmessige gjellelokksbevegelser ("pusting")
- Øyerefleks (vestibulookulær refleks - VOR)
- Svømming (at fisken viste svømmebevegelser av noen varighet)
- Balanse (at fisk som ble lagt på ryggen evnet å rette seg)
- Håndtering (at fisken reagerte når den ble tatt i, for eksempel grep om sporden)
- Smerte (reaksjon på stikk på leppene eller risp over sidelinjen)

Det ble gitt 3 mulige "karakterer", der 0 = ingen reaksjon, 1 = svak reaksjon, 2 = normal reaksjon.



**Figur 4.** Registrering av tegn på oppvåkning hos bedøvd, ikke bløgget laks.

Generelt var vår erfaring den samme som gjengitt i 2007-rapporten, at pusting og øyerefleks er de mest pålitelige tegn for å vurdere bevissthetsgrad hos laksefisk. Disse hjernestammerefleksene kommer normalt tilbake før de andre tegnene (egenbevegelse, reaksjon på ytre stimuli). Gispning ble av oss ikke registrert som pusting. Gispning kan være et tegn på en døende hjerne, men kan også være første varsel om at regelmessig respirasjon er i ferd med å vende tilbake. Reaksjon på håndtering og smertestimuli var sjelden til stede. De opptrådte dessuten uforutsigbart i forhold til andre tegn, ved at for eksempel reaksjon på spord-grep eller berøring av gjeller av og til kunne opptre på en fisk uten øye- og pustereflekser, men ikke alltid på en fisk som hadde gjenvunnet de andre funksjonene. Reaksjoner som spord-grep og skrap over sidelinjen kan skyldes rene ryggmargsreflekser, ikke nødvendigvis bevissthet. Balanse og svømming hos en ellers bevisst fisk påvirkes også av forbehandling og bedøvingsmetode. Fisken kan være sløv eller utmattet etter for eksempel levendekjøling eller elektrisk bedøving (som påvirker muskulaturen) og dermed kun vise svømmeadferd og evne til å rette seg i korte perioder av gangen. Resultater fra øyerefleks (VOR) og respirasjon gjengis på alle anleggene, mens resultater fra de andre parametrene kun omtales ved spesielle tilfelle.

Dersom det var praktisk mulig å få til, ble fisk bedømt etter tilsvarende protokoll også etter bedøving OG bløgging.

Vi observerte dessuten fisk i utblødningstank og på samleband etter utblødningstank, før sløyning, for å se etter tegn på liv.

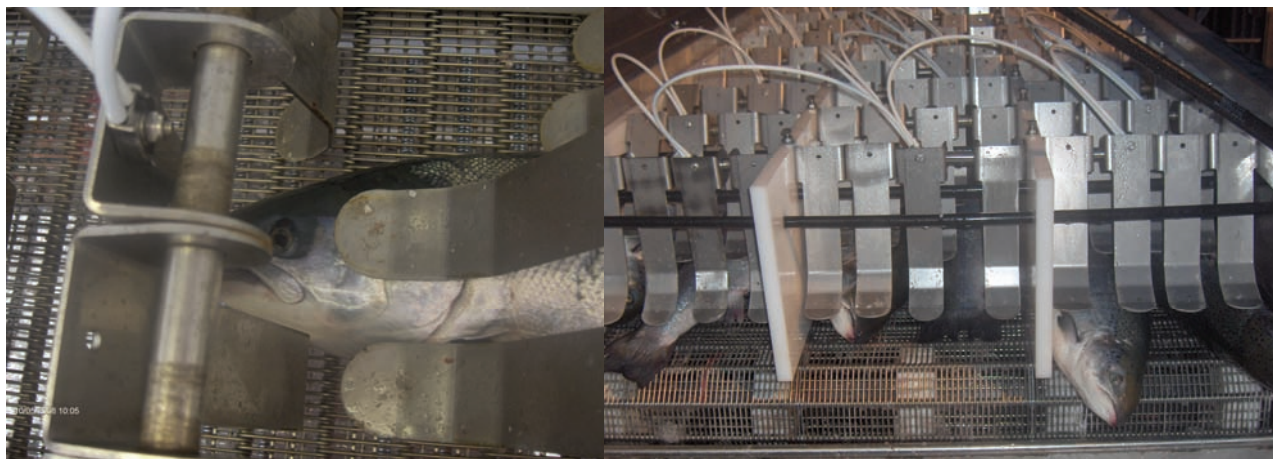
## De enkelte bedøvingsystemer

### Elektrisk bedøving - Stansas

Forhandles av Seaside

Den elektriske bedøveren fra Stansas leveres med eller uten etterfølgende slag- og bløggemaskin. Innstillingene på den elektriske bedøvningen er imidlertid uavhengig av dette, og prosjektet har bare vurdert den elektriske bedøvningen.

Prinsipp: Fisk pumpes/håves opp fra slaktemerd/brønnbåt/levendekjølingstank og vannet frasiles før fisken sklir inn i den elektriske bedøveren. Denne består av et horisontalt transportbånd i metallnetting som utgjør den ene polen i den elektriske kretsen, og over dette henger 10 rader á 4-5 metall-lameller i bredden som utgjør den andre polen i kretsen (figur 5). Lamellene er hengslet enkeltvis og sikrer kontakt med fisken, uansett fiskens (og nabofiskens) størrelse. Per i dag blir ikke fisken ensrettet før bedøving, noe som medfører at fisken kommer i kontakt med lamellene enten med hodet eller sporden først. Båndet er såpass smalt at laksefisk på vanlig størrelse ikke kan legge seg på tvers, en posisjon som erfaringsmessig øker risikoen for slakteskader.



**Figur 5.** Stansas elektrisk bedøvingsutstyr. Strøm passerer fra lamellene gjennom fisken til underlaget. Bildet til venstre viser hvordan lamellene glir over fisken. Bildet til høyre viser et oppsett med 3 parallelle løp, der fisken kommer ut til bløgging. Legg merke til at fisken ikke er retningsorientert, men kommer med spord eller hode først.

Transportbåndet leverer bedøvd fisk til et skrånende bord, der fisken enten føres manuelt inn i en automatisk slag- og bløggemaskin eller bløgges for hånd, før den går videre til utblødningstanken.

Framføringshastighet på båndet kan stilles inn. Produsenten anbefaler at båndet passerer de 10 radene med lameller på 12 sekunder.

Spenning og bølgefrequens kan justeres. Til sommeren 2008 benyttet standardutstyret 59 V pulserende likestrøm (pDC), frekvens 100 Hz. Utstyret, da med andre innstillinger (lavere spenning), er tidligere evaluert av Roth 2006 og Midling *et al.* 2007. Fra høsten 2008 har noen anlegg fått oppgradert utstyret til å operere ved inntil 110 V. Store spenningsfall anses å være en risikofaktor for slakteskader. For å holde jevn spenning selv om mengden fisk på båndet varierer, har Stansas elektrobedøver lagt inn et sett av motstander som kobler seg inn og ut automatisk. I løpet av prosjektperioden ble det oppdaget at spenningen likevel avhenger av mengde fisk på båndet. Det ble målt at faktisk spenning var lavere enn det innstillingen viser når det er mye fisk samtidig i bedøveren. Dette vil påvirke strømstyrken som passerer fiskens hjerne og dermed utstyrets evne til å forårsake raskt bevissthetstap. Utstyrsprodusenten arbeider nå med strømforsyningen for å sikre stabil, høy spenning.

Utstyrsprodusenten anbefaler at vedlikeholdsrutiner bl.a. består i daglig vask og ukentlig syrevask av lameller og transportbånd for å hindre belegg og korrosjon som øker den elektriske motstanden.

Kritiske punkter:

- Fiskens retning: Fisk som kommer inn i bedøveren med sporden først, vil få strøm gjennom bakparten noen tid før fisken bedøves. Strømmen må antas å påføre fisken smerte. Først når fisken har kommet så langt innpå båndet at hodet kommer i kontakt med en lamell, vil strøm kunne passere hjernen. En del av fiskene som kommer baklengs vil klare å hoppe ut av bedøveren og vil således få strømstøt flere ganger. Produsenten arbeider med å utvikle utstyr som vil retningsorientere fisken.
- Kunnskap: Det er fortsatt mangelfull kunnskap om de egenskaper ved strømmen som skal til for å sikre tilfredsstillende bedøvelse (øyeblikkelig bevissthetstap som varer lenge nok). Laboratorieforsøk har imidlertid vist at 110 V (100 Hz, pDC) gir bevissthetstap innen 0,5 sekunder hos liten laks (1 kg).

Fordeler:

- Fisk: Systemet håndterer alle størrelser og fasonger fisk, samt ulike forbehandlinger.
- Teknikk: Innstillinger og vedlikehold er relativt enkelt.

## Slag- og bløggemaskin, SI-5

Produsert av Seafood Innovation i Australia, forhandles i Norge av Stranda Prolog AS

Prinsipp: Slagmaskinen forårsaker bevissthetstap hos fisken gjennom hjernerystelse og eventuelt blødninger i hjernen. SI-5 utstyret som er installert ved de slakteriene som ble besøkt, er den mest automatiserte løsningen fra leverandøren. Systemet utnytter fiskens naturlige adferd ved at fisken selv orienterer seg riktig og aktivt svømmer inn til slagstedet. Fisken pumpes/håves fra slaktemerd eller brønnbåt og over i bakre enden av et grunt, relativt lite kar (2,4m lengde og 1,2 m bredde) med vann. Karet er mørkfarget og tildekket med svart gummi. I motsatt ende av karet finnes "båser" med utganger som leder ned til slagstedet. Fra fisken ankommer dette vannkaret baserer systemet seg på fiskens egen adferd. Videre i rapporten betegnes dette karet for "adferdskar". Antall utganger og dermed slagmaskiner kan tilpasses slakteriets kapasitet, 4 stk for nevnte karstørrelse. Større slakterier kan montere flere rigger (figur 6). I "båsene" strømmer vann i stor hastighet inn i adferdskaret, 2500-3000 liter per minutt. Dette stimulerer laksen til å orientere seg og svømme mot vannstrømmen, slik at den beveger seg ut av adferdskaret med hodet først og ryggsiden opp (figur 7). Når fisken har nådd utgangen, fører tyngdekraften den videre ned rennen til slagstedet. En lukkemekanisme skal sikre at det bare passerer en og en fisk. Slagbolten har en diameter på 2 cm. Den drives av trykkluft, som skal ha en kapasitet på 250 liter/minutt per slagenhet, dvs. 1000 liter per minutt for et anlegg med fire parallelle slagmaskiner. Lufttrykket skal ikke overstige 8 bar. Selve slagbolten er lett av vekt, og boltens hastighet er høy. Slagmaskinen har fire innstillinger som bestemmer høyden mellom underlaget og bolten i utløst posisjon. Slaget skal treffe midt på fiskens hode (figur 8). Treffpunktet, dvs. avstanden fra snuten, har fire innstillinger og settes i forhold til slaktefiskens størrelse og art (laks kontra regnbueørret), maksimalt 80 mm bak snuten. Leverandøren opplyser at laksefisk 1-8 kg håndteres greit, og at en innstilling håndterer en variasjon på 5 kg i størrelse. Det finnes spesialutstyr som kan benyttes til større fisk (stamfisk). Etter at fisken er slått i hodet, går fisken videre nedover i en renne (ca. 1 m lang) som vender fisken over på ryggen før den føres inn i bløggemaskinen. Bløggesnippet skal treffe i midtlinja og overskjære hovedblodkaret foran hjertet. Treffer bløggesnippet litt til siden, vil gjellene treffes. Etter bløggesnippet sklir fisken ut på et bord der den kontrolleres og ved behov slås og/eller bløgges på nytt. Manuelt opererte og separate slag- og bløggemaskiner regnes av leverandøren som en del av utstyret. Bløggemaskinen benyttes dersom en ønsker automatisk bløgging, alternativt kan fisken bløgges manuelt.



**Figur 6.** Bildet viser en dobbel rigg á 4 parallelle SI-5 slagenheter. Fisken svømmer selv ut av adferdskaret (her vist uten gummidekke) inn i en bås som leder den ut i rennen ned til slagenheten. På riggen til venstre synes rennen der fisken snus automatisk før den kommer ned til bløggemaskinen.



**Figur 7.** Bildet til venstre viser et adferdskar tildekket med svart matte. Kontrollbordet der fisken kommer ut etter slag og bløgging (slagmaskinene ikke synlig) ses øverst i bildet. Bildet til høyre viser den blå ryggen på en ørret som befinner seg i båsen, på vei ut av adferdskaret. Legg merke til vannstrømmen.





**Figur 8.** Bildet til venstre viser avtrykk etter slagbolten på rett plass midt på laksehodet, litt bak øynene. Slaget forårsaker blødninger i hjernebassen (bildet til høyre, pil markerer hjernen) og også blødninger i selve hjernen. (Midling *et al.* 2007)

Tidligere undersøkelser har vist at slaget ikke trenger treffe 100 % korrekt for ønsket effekt. Også slag litt foran eller bak eller til siden forårsaker bevissthetstap og de samme blødninger i hjernebassen og hjernen (Midling *et al.* 2007).

Driftsmessige forhold som påvirker svømmeadferd:

- Vannstand i adferdskaret: Er det relativt lite vann i karet, skal det mer aktiv handling til fra fisken for at den skal forlate det. Dette innebærer større sikkerhet for at fisk som forlater karet er riktig orientert. Lite vann kan på den annen side føre til at fisken er uvillig til å svømme fram. Relativt mye vann vil gi fisk som lettere søker fram mot utgangene, men man risikerer samtidig at svak fisk passerer passivt ut til slagmaskinen med buken opp.
- Fisketetthet i adferdskaret: Større fisketetthet vil stimulere fisken til å søke ut av karet. For stor fisketetthet kan resultere i at fisk presses ut baklengs eller at en mindre fisk passerer sammen med en annen ut, og dermed at de ikke blir bedøvd/bløgget korrekt.

Kritiske punkter:

- Fiskens kondisjon: Et system basert på at fisk selv svømmer inn til bedøving, forutsetter fisk med normal reaksjonsevne, dvs. som er lite svekket og ikke sedert. Det er dessuten viktig at fisken er lite påkjent av langvarig trengning i slaktermerd og at pumpesystemet er skånsomt. Dersom det av ulike grunner likevel slaktes påkjent fisk, må det kontinuerlig være personell som står ved adferdskaret og styrer fisk riktig vei (hodet først, ryggen opp) ut av karet og inn mot slagenheten.
- Størrelse: En fisk under 1 kg kan være for lett til å utløse slaget, eller slaget kan treffe feil. Fisken kan da risikere å få bløggesnitt uten å være bedøvd. Liten fisk kan også komme til å passere sammen med større fisk. Fisk med misdannelser i hodet kan også treffes feil. Særlig stor fisk, og spesielt kjønnsmoden fisk med lang kjeve, kan bli truffet av slagbolten for langt foran på hodet.
- Teknikk/bruk: Slag- og bløggeenheten har mange bevegelige deler. Utstyret krever at personellet er i stand til å oppdage dårlig funksjon og justere innstillinger og foreta enklere reparasjoner. Grundig og god opplæring av ansatte på bedriften, samt tett oppfølging fra leverandørens side, er nødvendig. Backup-enheter for både slag og bløgging monteres på bordet der fisken kontrolleres før utblødningskaret.

Fordeler:

- Systemet motiverer til skånsom behandling av levende fisk i alle ledd (oppdrett, transport, ventemerde, slaktermerde, pumper, rør) fordi det baserer seg på at fisken har normale adferdsrespons. Dette fremmer fiskevelferden.
- Metoden (regnet fra det øyeblikk fisken kommer inn i adferdskaret) påvirker ikke muskulaturen og gir grunnlag for å produsere fisk med lang *pre rigor*-tid.

## Beskrivelse av de enkelte anlegg

### Slakteri A

Elektrisk bedøvingsutstyr levert fra Stansas, Seaside

Anlegget ble besøkt 11.-13. juni 2008

Slakting av frisk laks fra stamfiskanlegg, snittvekt på 5,2 kg

#### Prosedyre

Inntransportert fisk settes i ventemerd ved anlegget. Anlegget har 8 stk. 20X20 m firkantmerder. Fisk som er trengt i orkast pumpes fra slaktemerd vha. dobbel vakuumpumpe fra Stranda prolog plassert på bryggekannten (figur 9). Lavtrykksiden har en løftehøyde på 3-4 m og en rørlengde 40-50 m). På trykksiden pumpes fisken ca. 5 m opp til en avsilingskasse, hvoretter fisken sklir inn i el-bedøveren. El-bedøveren er innstilt på 59 volt. Etter el-bedøveren kommer fisken ut på et oppsamlingsbord og føres manuelt inn i en av to Stansas bløgge-/slagmaskiner (eventuelt kan den bløgges manuelt) før den sendes ned i en RSW utblødningstank.

#### Evalueringsdag

Laksen som ble slaktet var transportert 1,5 time med brønnbåt før den ble overført til ventemerden 5 dager før slakting (ikke føret). Vanntemperatur i ventemerd var 14,6 °C (ved 1 m dyp) og oksygenmetningen like utenfor og i ventemerd ved innpumping var henholdsvis 111 % og 96 %. Ved pumping fra slaktemerden var fisken moderat til mye trengt, men viste i hovedsak relativt rolig adferd (liten grad av anaerob muskelaktivitet). Det ble benyttet tradisjonell trengningsmetode med opptrekking av notas sider. Inngangsrøret var plassert ca. 1,5 m under vannflaten. Vi fikk opplyst at det tar omtrent 1,5 minutt å pumpe fisk fra slaktemerd inn til elektrobedøveren.



**Figur 9.** Bildet til venstre viser rørgate (på flytebrygge) med merder på hver side og dobbel vakuumpumpe på brygga. Fra pumpene ses rørgangene opp til avsilingskassa på utsiden av slakteriet. Bildet under viser trengning i ventemerd.



Det var flere skjøter på røret både før og etter pumpa, men ingen bend og vinkler var på 90°. En skjot fra røret som ble brukt til pumping av fisk direkte fra brønnbåt kunne inspiseres, og denne hadde skarpe kanter innvendig. Det var inspeksjonsluker i vakuutankene.

Fra avsilingskassen ble fisken sendt inn i en 90° vinkel og inn i slakteriet. Også her møttes fisken, som kom i stor fart, av en 90° vinkel og igjen en ny 90° graders vinkel før den ble bremsset ned og kom inn i el-bedøveren (figur 10). Tiden fra fisken kom inn gjennom røret i veggen til den kom i kontakt med strømmen ble målt til 10-15 sekunder (lot seg bare måle når det kom lite fisk). Etter at vannet var drenert vekk i silkassen, slo flere fisk mye med halen før de etter hvert ble rolige når de kom i kontakt med de strømsatte lamellene. Denne muskelaktiviteten tapper ned energilagrene og medfører at tiden til fisken går inn i *rigor mortis* forkortes.

El-bedøveren var delt i to løp, der hver side bestod av et strømførende framføringsbånd i stålnetting der den andre polen bestod av strømførende lameller fra taket, fem i bredden og 10 rekker i hvert av de to løpene (figur 10). Det ble benyttet 59 V, 100 Hz, pDC. Båndet brukte knapt 13 sekunder fra første til siste lamell. Fiskens oppholdstid varierte og var stort sett noe lenger (14-26 sekunder), men kunne også være kortere i de tilfellene der enkeltfisk kom i stor fart inn i bedøveren. Fisk kom i kontakt med strømmen med hode eller spord først, det var ikke plass til at den kunne legge seg sidelengs. Fisk som kom med sporden først kunne i noen tilfelle klare å hoppe bort fra strømmen og fikk således støt som ikke fører til immobilitet eller bedøvelse. Når fisken kom baklengs inn på båndet avgjorde fiskens lengde, dens hastighet inn og om den evnet å hoppe ut fra båndet hvor lang tid det tok før fiskens hode kom i kontakt med begge poler (bånd og lamell). Tiden fra første halekontakt til hodet var i kontakt med strømførende lamell var i gjennomsnitt 6 sekunder (N= 62 fisk).



**Figur 10.** Bildet til venstre er tatt idet bedøvd fisk kommer ut etter elektrisk behandling, klare for bløgging. Bildet til høyre er tatt der fisk kommer inn mot bedøveren, etter avsiling. Legg merke til vinkelen ved innløpet til bedøveren, der fisken slås mot veggen.

Fisk som kom med hodet først, ble straks immobil, men fisk som kom baklengs ofte bøyde opp hodet/ framparten. Øyet var i starten tydelig rotert, men dette forsvant gradvis under oppholdet i el-bedøveren. Når fisken kom ut av bedøveren var den immobil med urørlige øyne. På mange fisk lå imidlertid øyet svakt nedrotert, men øyet beveget seg ikke om man snudde på fisken.

Det ble ikke observert egenbevegelse annet enn få tilfeller av sporadiske haleslag, heller ikke andre tegn på oppvåkning (regelmessig gjelleslag, tydelig øyerotasjon) på oppsamlingsbordet før bløgging (figur 11). Det ble ikke observert fisk som reagerte på håndtering eller manuell bløgging. Oppholdstiden på bordet etter el-bedøving varierte med tilgangen på fisk og ble målt til maksimalt to minutter. Vanligvis ble fisken bløgget innen ett minutt etter bedøving. Utformingen av bordet gjorde at noen fisk kunne bli liggende i en bakevje i et hjørne, og operatøren bør derfor være oppmerksom og aktivt hente fisk derfra.



**Figur 11.** Bildet viser elektrobedøvd laks som venter på å bli bløgget. Kombinert bløgge- og slagmaskin (med manuell innmatning) vises bak i bildet, person som bløgger manuelt står bak til høyre.

Anlegget hadde montert kombinert bløgge- og slagmaskin (Stansas). Slagmaskinen skal i følge produsent være innstilt på et lufttrykk på 9 bar, men var her innstilt (og rustet fast) på 7 bar. I forsøk er det vist at denne slagmaskinen ikke gir sikker bedøvelse med 7 bar (da brukt alene, uten forutgående el-bedøving) (Lamooij *et al.*, upubliserte data). Bløggesnitt og slag kommer i rask rekkefølge. Når fisken er elektrobedøvd først, er det uten betydning om gjellesnitt eller slag kommer først. Bløggesnittet legges gjennom gjellelokket på hver side. Fisk med avvikende størrelse bløgges alltid manuelt. Da vi besøkte anlegget, ble hoveddelen av laksen bløgget manuelt.

Vi fikk ikke tatt ut bløgget fisk til kontroll for oppvåkning ved dette anlegget. Over en observasjonsperiode på 10-15 minutter ble det sett etter svømmebevegelser i utblødningstanken (1,8° C) og i denne tidsperioden ble det observert én fisk med svømmeaktivitet. En visuell kontroll av 200 laks på samlebåndet etter utblødning, rett før sløyning, viste én fisk med svak øyerefleks og svake gjelleloksbevegelser. Denne var dessverre utenfor rekkevidde for kontroll av bløggesnitt. 53 fisk på båndet ble undersøkt for bløggesnitt, de aller fleste var manuelt bløgget. Én fisk var ikke bløgget og to dårlig bløgget, mens de øvrige 50 var tilfredsstillende bløgget.

Mange fisk hadde omfattende og ferske finneskader, der spord og ryggfinne var splittet inn til basis (figur 12). Tilsvarende skader ble ikke påvist på fisk vi tok ut fra slaktermerd, og skadene har sannsynligvis skjedd i forbindelse med pumping. Innsiden av ett av rørene (som brukes til pumping fra brønnbåt) ble kontrollert, og dette hadde en skarp kant i en skjøt. Mange fisk hadde dessuten ferske blødninger og hudavskrapninger på snuten (figur 12). Dette kan skyldes kollisjoner ved passering av 90° vinkler. Spesielt observert vi at når fisken kom inn i prosessanlegget og skulle passere et 90° bend like etter silkassen, kom fisken med stor fart rett i vegg, fordi svingen ble for knapp.



**Figur 12.** Eksempler på fersk finnesplitting og blødning på snute. Skadene kan skyldes skarpe kanter i rør-/pumpesystemet og kollisjoner i krappe bend.

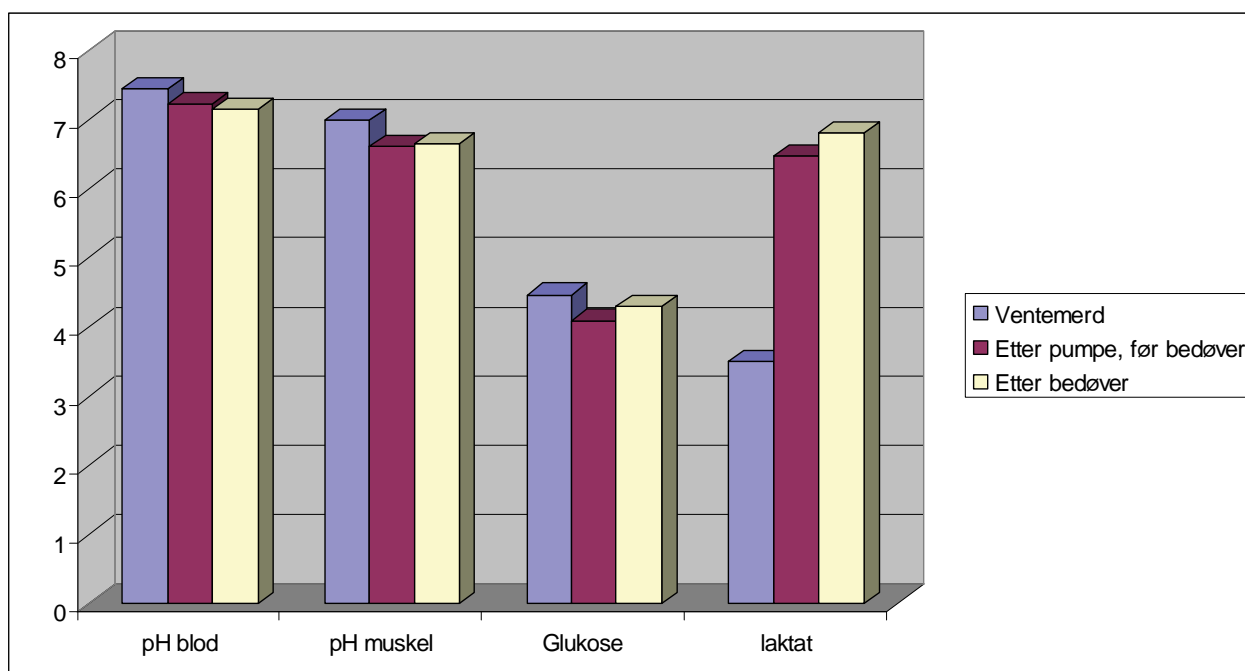
## Resultater

### Fysiologi

#### Blod og muskel:

Det ble tatt ut 20 laks direkte fra vente-/slaktermerd, 15 laks etter pumping og 15 etter el-bedøving. Resultatene fra undersøkelse av pH og blodparametre er oppsummert i figur 13.

Midlere pH i muskel var som ventet høyest i ventemerid med pH 6,9 og ble så redusert til pH 6,6 etter pumping og elektrobedøving. Hos uthvilt laks ligger til sammenlikning pH i hvit muskel i området pH 7,4-7,6. Lavest mulige muskel pH hos levende laks (*in vivo*) er pH 6,6-6,7. Også i blod viser pH et lavt utgangspunkt (pH 7,4) og en synkende tendens (pH 7,2 og 7,1 etter hhv. pumping og bedøving) som tyder på at bufferkapasiteten er overskredet. Dette viser at laksen var meget stresset allerede i orkastet, før pumping, trolig på grunn av trenging. Etter pumping var fisken fullstendig utmattet.



**Figur 13.** Slakteri A. Figuren viser målinger av pH, glukose (mmol/L) og laktat (mmol/L) i laksens blod og pH i muskel på fisk avlivet ved mærkanten (blått), etter pumping før bedøving (rødt) og etter el-bedøving (beige).

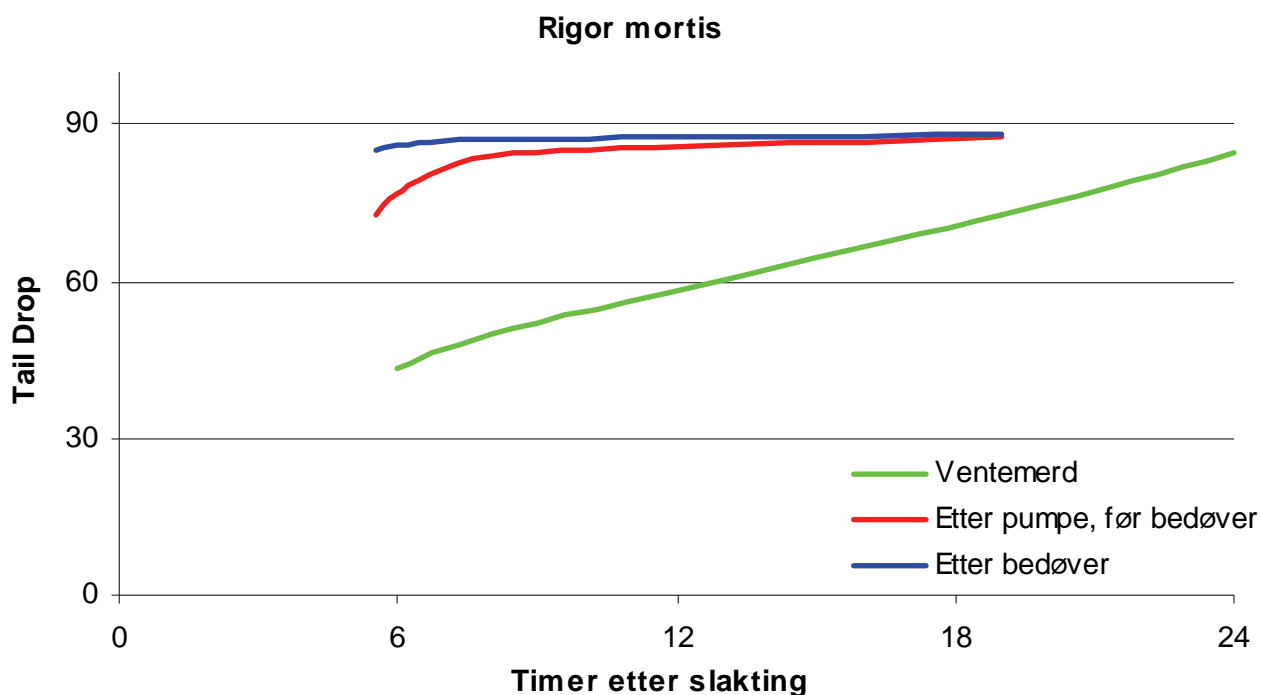
Glukoseinnholdet i blod forventes å stige ved stress. Resultatene her er vanskelige å tolke: Mulig er energilagrene allerede lave, slik at det ikke er mulig å mobilisere glukose. Laktat viser imidlertid den forventete stigningen. Selv før pumping er laktatverdiene relativt høye, og etter pumping har verdiene nådd et tak.

For vår videre evaluering betyr dette følgende:

(a) vi vet ikke hvordan ustresstet fisk, eller moderat stresset fisk, ville ha reagert på elektrisk bedøving og om dette ville påvirket effekten av bedøving eller gitt mer slakteskader,

(b) vi kan ikke si noe om hvor mye muskelens energireserver ville blitt tappet ned av elektrobedøvingen hos en fisk som i utgangspunktet var mindre stresset.

## Rigor-utvikling:



Figur 14. Slakteri A. Figuren viser utvikling av dødsstivhet (rigor mortis) målt som "tail drop" i timene etter avlaving for fisk avlivet på mærkanten (grønn linje), etter pumping (rød linje) eller etter el-bedøving (blå linje).

Figur 14 viser resultatene fra rigor-utvikling målt som "tail drop" hos fisk tatt ut og avlivet med slag i hodet før bløgging; henholdsvis direkte fra merd, etter pumping og etter elektrisk bedøving, og deretter oppbevart på is. Når "tail drop"-verdien passerer 60 vil ikke fisken kunne fileteres maskinelt uten stor risiko for feilskjæring. Allerede ved første måling har gruppene "etter pumping" og "etter bedøving" passert denne grensen.

Rigor ble i tillegg til "tail drop" vurdert ut fra en annen metode, Rigor Status Metode, som er en subjektiv vurdering av stivhet fra 0 til 4, der 0=ingen rigor og 4= sterk rigor. Denne metoden ga:

Fisk tatt fra merd og avlivet (N=20):

7 timer *post mortem*: de fleste fisk ennå ikke i rigor. Rigor score  $0,4 \pm 0,8$  (middelværdi  $\pm$  SD)

24 timer *post mortem*: alle i sterk rigor (score 4)

Fisk avlivet etter pumping (N=20):

3-5 timer *post mortem*: rigor score  $2,4 \pm 1,5$

20-22 timer *post mortem*: rigor score 4 (sterk rigor)

Fisk avlivet etter el-bedøving (N=16):

3-5 timer *post mortem*: rigor score  $3,3 \pm 1,0$

20-22 t *post mortem*: rigor score 4 (sterk rigor)

De fysiologiske undersøkelsene underbygger at fisken i merden er minst stresset og at fisken får hard behandling under pumping. Denne "stjeler" betydelig *pre rigor*-tid. El-bedøvelsen adderer til dette, vist ved at fisk undersøkt etter bedøving hadde sterkere rigor enn pumpet fisk etter 3-5 timer. Dette tyder på ytterligere nedtapping av muskulaturens energilagere under strømpåvirkningen. Potensiell tid til rigor (definert som "tail drop" 60) ved anlegget er 12,5 timer for fisk i ventemerden, mens den er under 5 timer etter pumping og bedøving. Ekstrapolering av kurvene antyder dessuten at den reelle tiden er atskillig kortere enn 5 timer. Til sammenlikning vil en fisk som er helt ustresst når den slås i hjel ha en *pre rigor*-periode på 24-30 timer under lagring på is (Midling *et al.* 2008).

## Slaktekvalitet

Det ble tatt med 16 laks for nærmere kvalitetsundersøkelser. Det ble ikke konstatert ryggbrudd i noen av disse fiskene og ingen fileter hadde blødninger. Det ble ikke produsert filet på anlegget, men slakteriet opplyste at slakteskader som ryggbrudd og blødninger i muskulatur ikke var noe problem (dvs. hadde ikke ført til reklamasjoner).

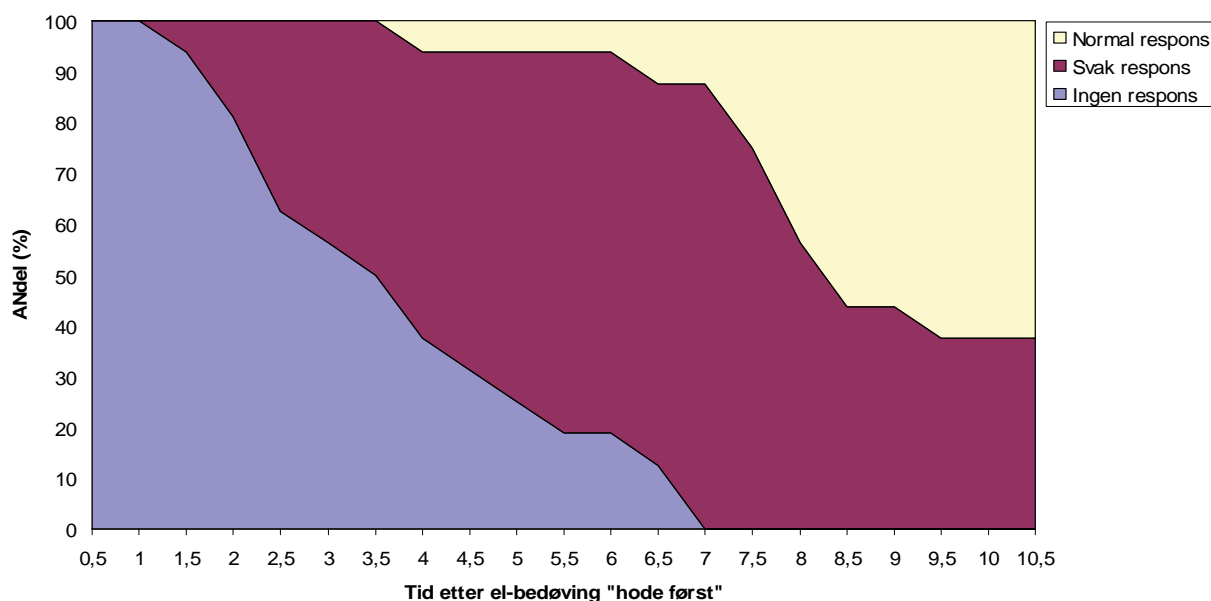
## Bedøvingskvalitet

Av 32 laks som ble lagt over i vann straks etter bedøving, gjenvant 19 laks normale puste- og øyereflekser (karakter 2 på begge) innen ti minutter, og 25 laks hadde fullt utslag (2) på den ene og minimum svak reaksjon (1) på den andre av disse to refleksene. En fisk hadde også gjenvunnet normal svømmeaktivitet og balanse innen 5 minutter. Kun tre laks ble vurdert som døde av elektrobedøvingen. For en del av fiskene vendte refleksene relativt raskt tilbake (innen 5 minutter) og de kan derfor risikere å gjenvinne bevissthet før døden inntreffer som følge av blodtap etter bløggning. I både "hode først" og "sporden først"-gruppene gjenvant minst halvparten av fiskene fulle reflekser. Det var en svak tendens til at fisk som kom baklengs våknet raskere opp.

Resultatene verifiserer at behandlingen med elektrisitet er en reversibel bedøving.

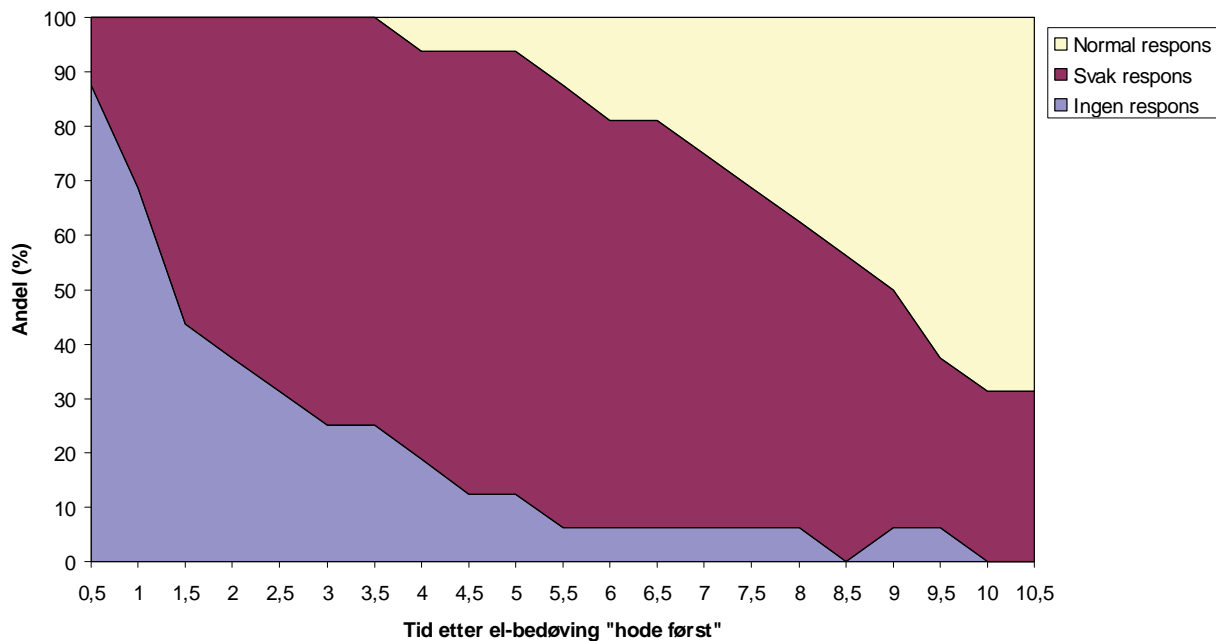
Data fra laks som kom forlengs inn i bedøveren og fra laks som kom baklengs inn er behandlet separat, og det presenteres egne figurer for pusterefleks (gjellelokksbevegelser) og øyerefleks (VOR). Figurene leses langs tidsaksen, fra venstre mot høyre. Helt til venstre vises situasjonen så snart refleksene kan sjekkes, dvs. ½ minutt etter avsluttet bedøving, og helt til høyre situasjonen når observasjonsperioden avsluttes etter 10 minutter. Andelen fisk med hhv. ingen, svak eller normal respons på de undersøkte refleksene vises med ulik farge. Når arealet av gult øker og blått reduseres med økende tid, betyr det at fisk våkner opp av bedøvelsen.

### Pusting, "hode først":



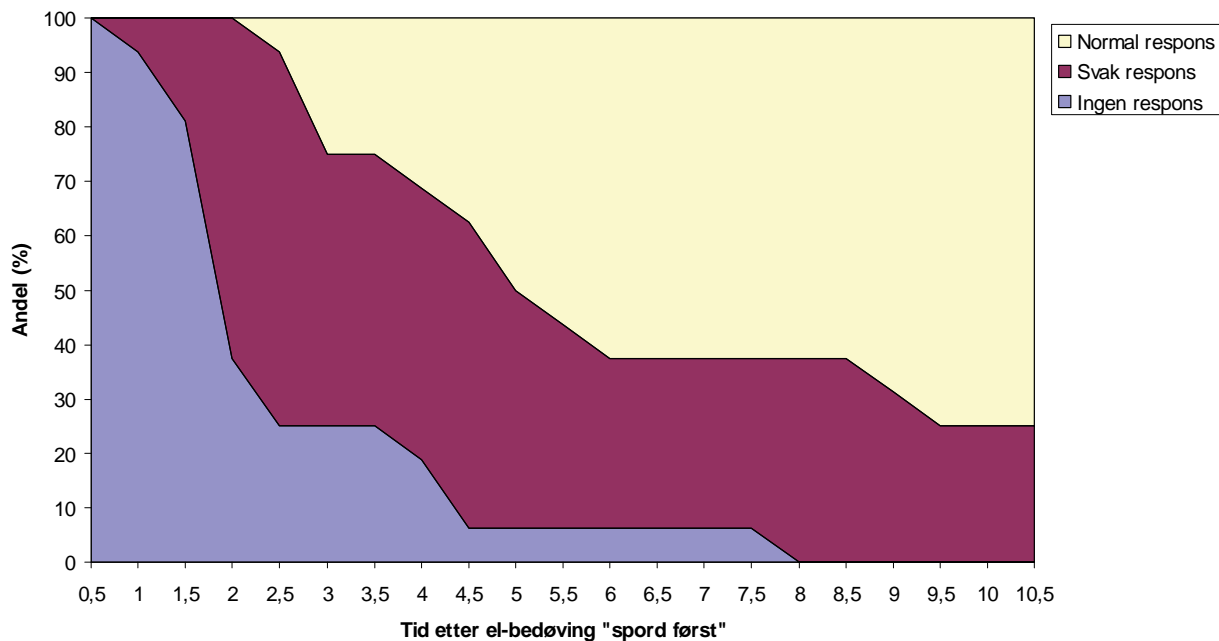
**Figur 15.** Slakteri A. Figuren viser andel fisk med henholdsvis normal, svak og ingen pusterefleks (Y-aksen) i forhold til tid i minutter etter avsluttet el-bedøving (X-aksen) for fisk som kom med hodet først inn i bedøveren (N=16).

### Øyerefleks, "hode først":



**Figur 16.** Slakteri A. Figuren viser andel fisk med henholdsvis normal, svak og ingen øyerefleks (Y-aksen) i forhold til tid i minutter etter avsluttet el-bedøving (X-aksen) for fisk som kom med hodet først inn i bedøveren (N=16).

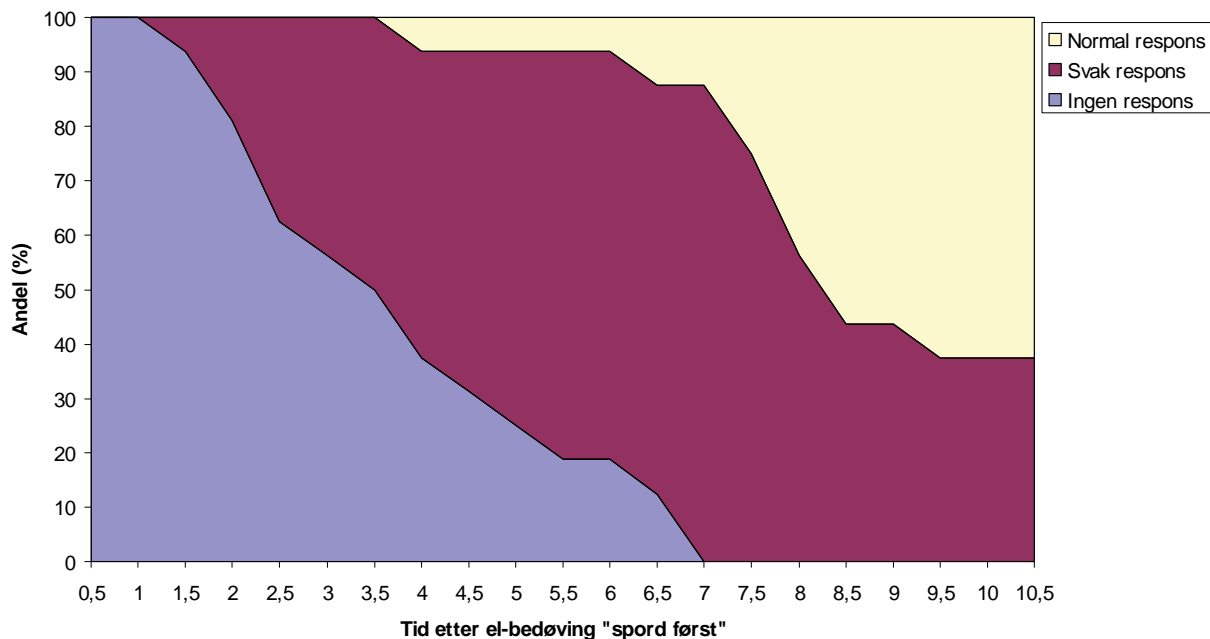
### Pusterefleks, "spord først":



**Figur 17.** Slakteri A. Figuren viser andel fisk med henholdsvis normal, svak og ingen pusterefleks (Y-aksen) i forhold til tid i minutter etter avsluttet el-bedøving (X-aksen) for fisk som kom med sporden først inn i bedøveren (N=16).



### Øyerefleks, "spord først":



**Figur 18.** Slakteri A. Figuren viser andel fisk med henholdsvis normal, svak og ingen øyerefleks (Y-aksen) i forhold til tid i minutter etter avsluttet el-bedøving (X-aksen) for fisk som kom med sporden først inn i bedøveren (N=16).

### Fysiske skader

Ingen av 20 laks avlivet ved merdkanten hadde ferske finneskader, mens 19 av 31 laks undersøkt etter pumping hadde det (se figur 6).

Ferske sår på snuten ble observert på mange fisk, uten at andelen ble registrert (se figur 6). Det antas at flere 90° vinkler på fiskens vei fram til bedøvelse kan ha forårsaket snuteskadene.

### Diskusjon og konklusjon

Fisken får hard medfart på vei fra ventemerd til bedøvelse, og det ligger her et vesentlig forbedringspunkt for fiskevelferden ved slakteriet.

Laksen er godt bedøvd når den kommer ut av elektrobedøveren. Det er likevel viktig at fiskene blir bløgget så snart som mulig etter bedøvelse. Undersøkelsene viser at de fleste individer er reversibelt bedøvd og gjenvinner bevissthet i løpet av 10 minutter i vann. Det er en risiko for at fisk risikerer å våkne opp under utblødning, før de dør som følge av blodtapet. Tidligere undersøkelser (Midling *et al.* 2007) og herværende rapport (se resultater fra Slakteri D) tyder riktignok på at elektrobedøvd fisk som bløgges, ikke gjenvinner bevissthet slik ubløgget fisk gjør. På pattedyr er det framsatt en hypotese om at elektrisk bedøvelse og stikking har en synergieffekt på konsentrasjonen av de neurotransmittere i hjernen som øker bedøvelseeffekten (se Tolo *et al.* 2005). Samlet effekt av bedøvelse og bløgging på fisk bør derfor undersøkes videre.

Forbedringspunkter for bedøvelsen er

- 1) sørge for at hodet, ikke sporden, kommer først i kontakt med strøm
- 2) øke spenningen/varigheten av bedøvelsen
- 3) bløgge fisk raskere etter avsluttet bedøvelse

## Slakteri B

### Slagmaskinen SI-5

Anlegget ble besøkt 17.-19. juni 2008

Det ble slaktet svekket, Pancreas disease (PD)-infisert laks

### Prosedyre

Fisk ble levert til ventemerde, 4 stk fordelt på to rekker med hver sin slaktermerde nærmest slakteriet. Fra ventemerden fikk fisken først svømme over i en slaktermerde nærmest slakteriet. Slaktermerden var ca. 10x10m med en dybde oppgitt til 9 m. Slaktermerden var montert inne i en stålramme. Fisken ble trengt ved at hele merden ble løftet opp med en kran, slik at fisken kunne "tappes" via et traktsystem sentrert under merden (figur 19). Fisken ble deretter pumpet med en enkel vakuumpumpe (Iras med ventilboks fra Stranda Prolog) som var plassert på en flytebrygge ved merden. Løftehøyden var 2-3 m og fisken ble så pumpet anslagsvis 20 m til det tildekkete adferdskaret som er en del av SI-5-utstyret. Adferdskaret var montert delvis utenfor og delvis innenfor slakteriets vegg (ca. 6 m over merdnivå). Vann som fulgte med fra pumpingen ble silt fra i det fisken ble overført til adferdskaret. Dypvann (200 m<sup>3</sup>/time) ble pumpet opp i adferdskaret og dannet motstrømmen ved utgangene mot slagmaskinen. Fisken i adferdskaret skal selv svømme fram mot vannstrømmen til utgangene, som fører ned til hver sin slagmaskin (i alt 4 stk). Direkte fra slagmaskin ledes fisken videre passivt ca. 1 m nedover og snus samtidig over på ryggen før den stoppes opp i bløggemaskinen.

Etter bløgging kom fisken ut på et bord i rustfritt stål der den ble kontrollert. Bordet sto i 90° vinkel i forhold til fartsretningen på fisken, og dette designet bremsset ned hastigheten på fisken. Det var montert backup-utstyr (manuelt opererte slag- og bløggemaskiner) slik at fisk som ikke var bedøvd eller tilstrekkelig bløgget kunne behandles på nytt, før fisken ble sendt til RSW utblødningstanken. Redusert fart på fisken gjorde det enkelt for operatørene å finne de fiskene som trengte et ekstra slag eller bløggesnitt. Risikoen for at ubedøvd og/eller ubløgget fisk kunne passere forbi operatørene og rett i utblødningstanken ble også redusert.

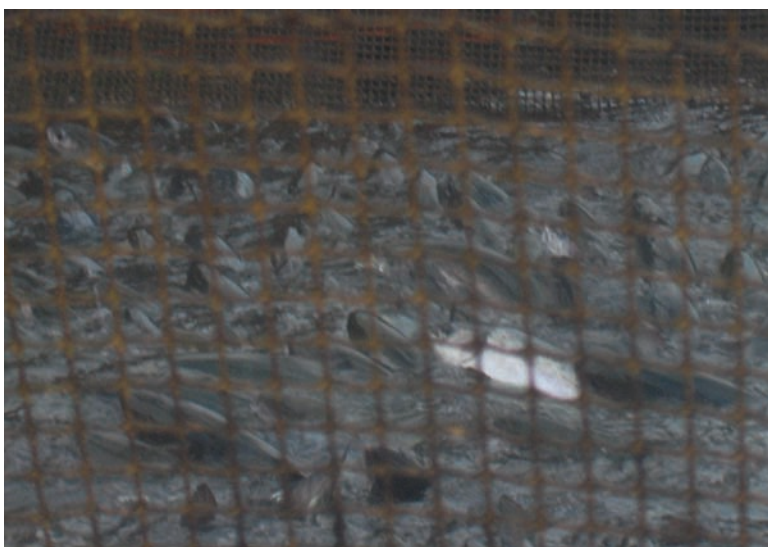


**Figur 19.** Slakteri B. Fisk trenges ved at slaktermerden heises opp i en kran. Vakuumpumpen er plassert på flytebrygge tett ved. Avsiling og overføring til adferdskaret som er synlig i svart utenfor veggen av slakteriet.

## Evalueringdagene

Vanntemperaturen på 1 m dyp i ventemerden var 15,4 °C og i adferdskaret var temperaturen 8,8 °C.

Laksen ble linet skånsomt slik at den selv fikk svømme fra ventemerden over i slaktemerden. Ved trengning og pumping ble hele slaktemerden løftet opp ved hjelp av en kran slik at sidene i slaktemerden forble loddrette. Under pumping ble trengningen vurdert som svært sterk over tid (figur 20). Vakuumpumpen var plassert på flytebrygge. Det ble opplyst at skjøter mv. i rør var kontrollert og at skarpe kanter var slipt bort. Laksen i adferdskaret var tydelig svekket og påkjent. Noen svømte på rygg, andre fløt passivt. Det var derfor plassert en person på hver side av karet. Disse hadde som oppgave å snu fisk riktig vei og lede dem inn i en "bås" mot slagstedet. For å få til dette var den svarte gummimatten som normalt dekker adferdskaret delvis tatt bort. Laksen var lite motivert for å bevege seg ut i lyset og i retning av utgangene. Det ble derfor benyttet meget høy tetthet av fisk i adferdskaret, slik at den fysisk ble presset fram mot utgangene. Enkelte fisk snudde og svømte tilbake mot innløpssiden, mens andre stilte seg på tvers foran utløpssiden og sperret utløpet til SI-5 maskinene.



Figur 20. Slakteri B. Trengning av laks i slaktemerden. Trengningsgraden er svært høy. Fisken står nesten loddrett.

Av og til kunne en fisk kile seg fast i enten slag- eller bløggemaskinene. En del av de minste fiskene ble ikke snudd før bløgging slik at de ble truffet i hodet av bløggkniven. Flere av disse levde fremdeles på bløggbordet slik at den manuelle backup-maskinen måtte benyttes. Fisk som passerte begge maskinene på forutsatt måte, viste kun unntaksvis muskelaktivitet på bløggbordet. I påfølgende bløggjetank (med vanntemperatur 5 °C) var det kun sporadisk muskelaktivitet (svømmebevegelser) å spore.

18. juni fungerte anlegget ikke godt (se resultater). Mange fisk ble visuelt vurdert som ubedøvd når de kom ut av slag- og bløggeneheten. Bløggnesnittene var i tillegg lite presise. Det ble videre observert tilfeller av at fisk som ikke var slått bevisstløse heller ikke ble snudd før bløgging, og at de følgelig ble stukket levende i hodet.

Utstyrslleverandøren som var til stede, endret innstillingene på slagmaskinen flere ganger underveis denne dagen uten at dette syntes å hjelpe. Om kvelden gikk leverandøren grundig gjennom utstyret og justerte dette. Personen ved anlegget som hadde mest kunnskap om utstyret, var langtids sykemeldt.

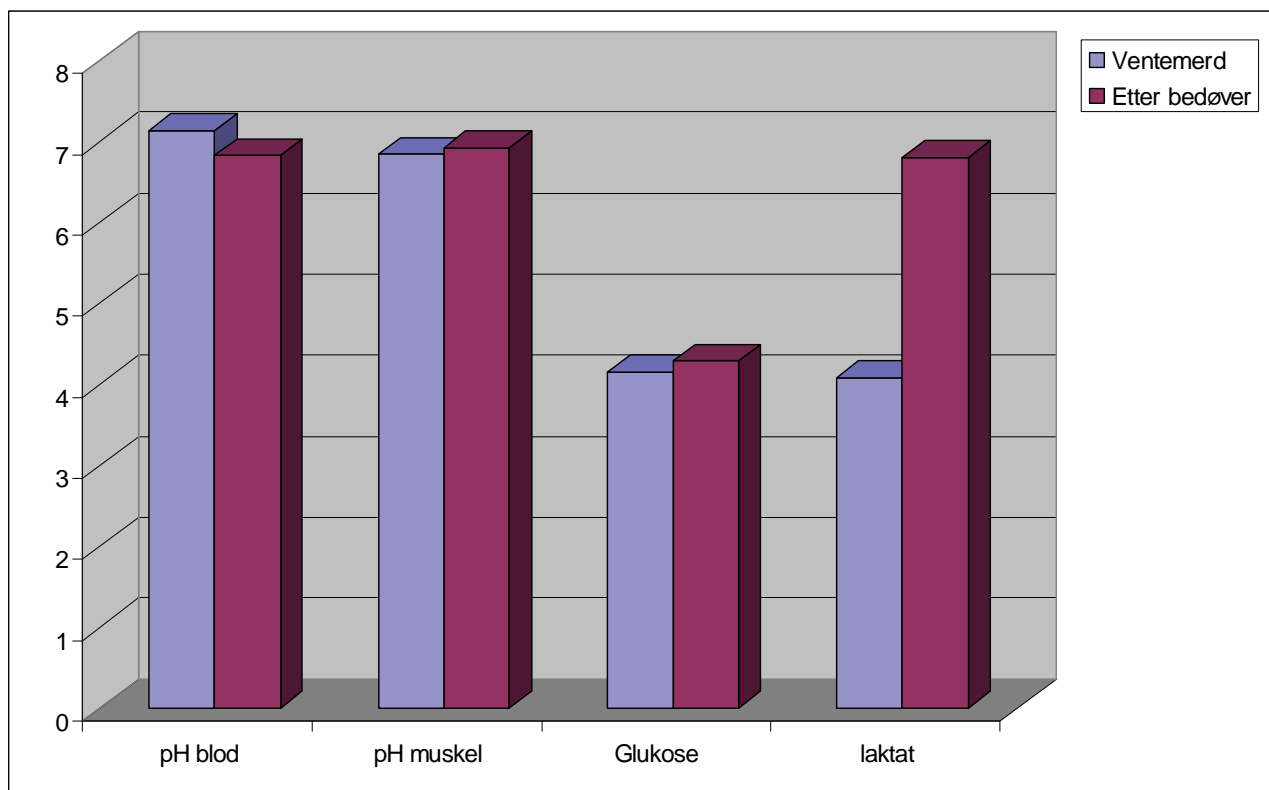
19. juni fungerte anlegget langt bedre, både når det gjaldt effekt av slaget og presisjon med hensyn til bløgging (se resultater). Men også denne dagen skjedde det at fisk kilte seg fast.

Det ble begge dagene kassert en del fisk som var klemt, var delt eller hadde store sårskader. Disse var forårsaket av lukkemekanismen (vakuumentilen) i pumpa. Det ble observert en del fisk med ferske finneskader, men av mer moderat grad enn det vi observerte hos Slakteri A.

## Resultater

### Fysiologiske undersøkelser

#### Blod og muskel:

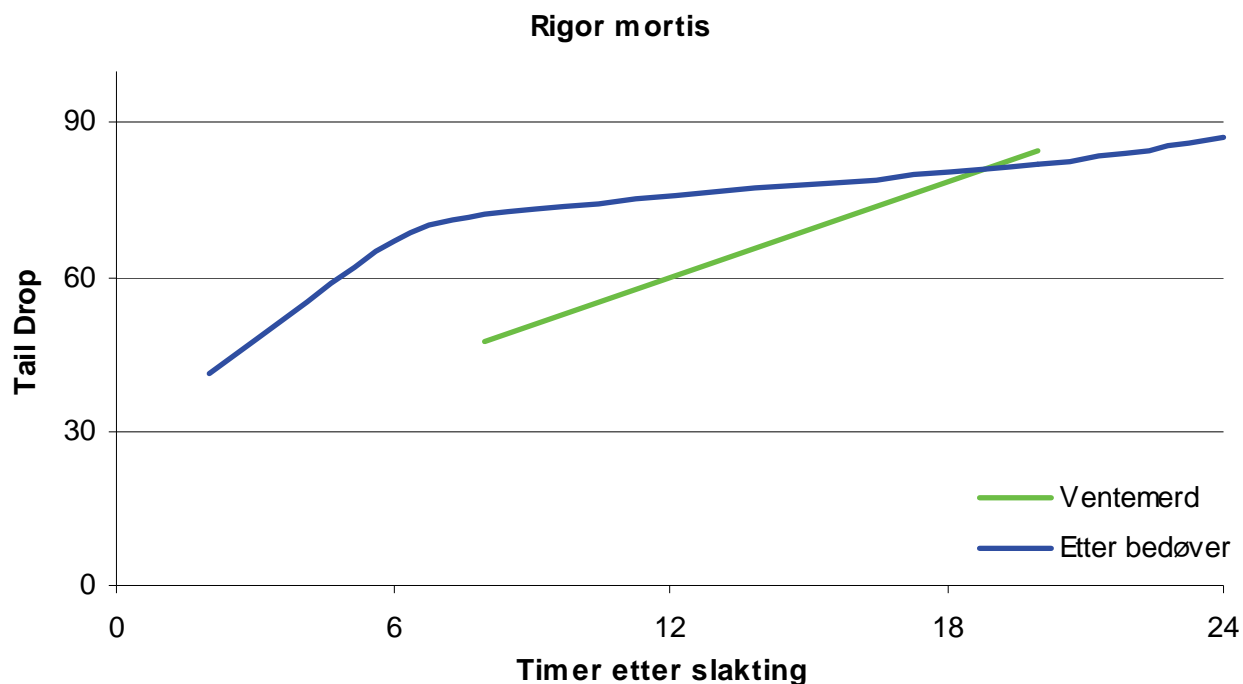


**Figur 21.** Slakteri B. Figuren viser målinger av pH, glukose (mmol/L) og laktat (mmol/L) i laksens blod og pH i muskel på fisk avlivet ved mærkanten (blå) og etter pumping og slagbedøving med S-15 (rød).

De fysiologiske undersøkelsene av blod- og muskelparametre (figur 21) viser at laksen var betydelig påkjent allerede i merden. Dette skyldes sannsynligvis en kombinasjon av sjukdom (PD) og trengning. pH i blod var så lav som 7,1 i merden. Bufferkapasiteten i blod er nærmest borte og pH i blod adskiller seg lite fra pH i muskel. Pumping og bedøving utgjorde lite i tillegg, annet enn for melkesyre (laktat). Den sterke økningen i laktat kan forklare forskjellen som ble registrert i rigorutvikling mellom de to gruppene (se figuren under).

For grunnleggende tolking av de ulike stressparameterene, se omtale under metodebeskrivelse og evalueringen av elektrobedøveren hos slakteribedrift A ovenfor. Som konklusjon kan vi også her fastslå at fisken var mer eller mindre utmattet allerede før pumping. Dette betyr at vår videre tolking av fiskens reaksjoner kun gjelder for fisk som er syk (PD) og utmattet.

## Rigor-utvikling:



**Figur 22.** Slakteri B. Figuren viser utvikling av dødsstivhet (rigor mortis) målt som "tail drop" (Y-aksen) i timene etter avliving (X-aksen) for fisk avlivet på merdkanten (grønn linje), og etter pumping og slagbedøving (blå linje).

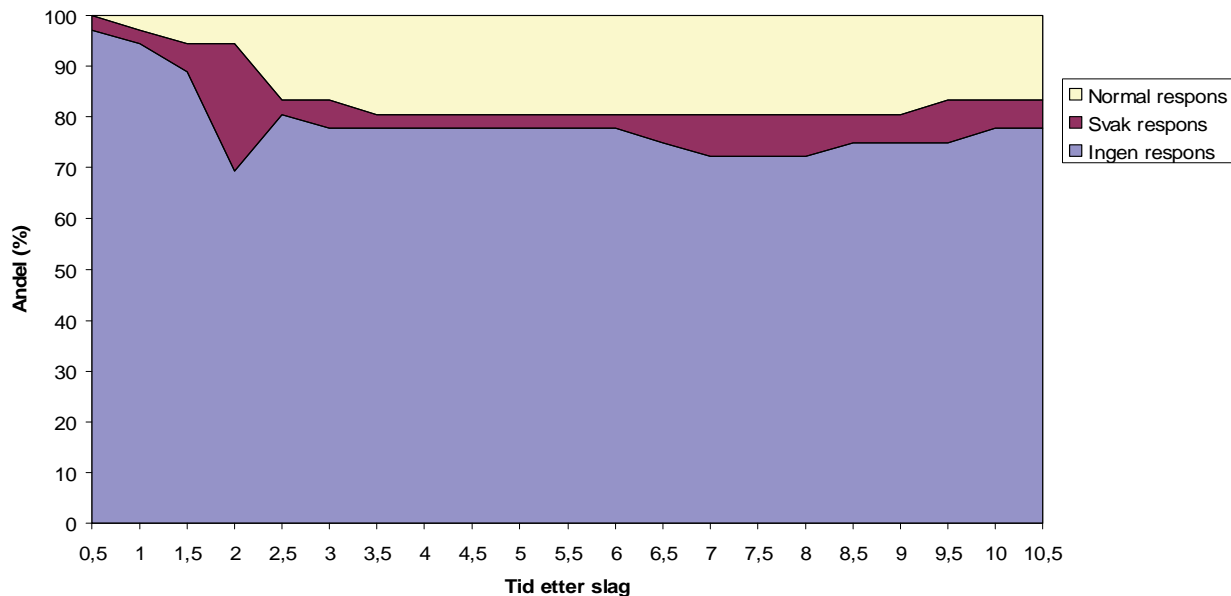
Potensiell tid til rigor (til 60 i "tail drop", som regnes som grensen for maskinell prosessering) for fisken fra merd var 12 timer, mens den etter pumping og bedøving var nede i 5 timer (figur 22).

### Bedøvningskvalitet

18. juni fungerte ikke anlegget tilfredsstillende. Av 36 laks tatt ut til kontroll etter slag (før bløgging), viste 9 fisk fullt utslag på øyerefleks (dvs. normal VOR-refleks) og 8 fisk normal pusterefleks (gjellelokksbevegelser) i løpet av 10 minutters observasjon. Dette er reflekser som regnes som indikatorer for bevissthet. Dessuten gjenvant 4 individer, dvs. 11 % av fiskene, normal svømmeaktivitet (score 2) og 3 fisk (8 %) normal balanse i løpet av 10 minutters observasjon.

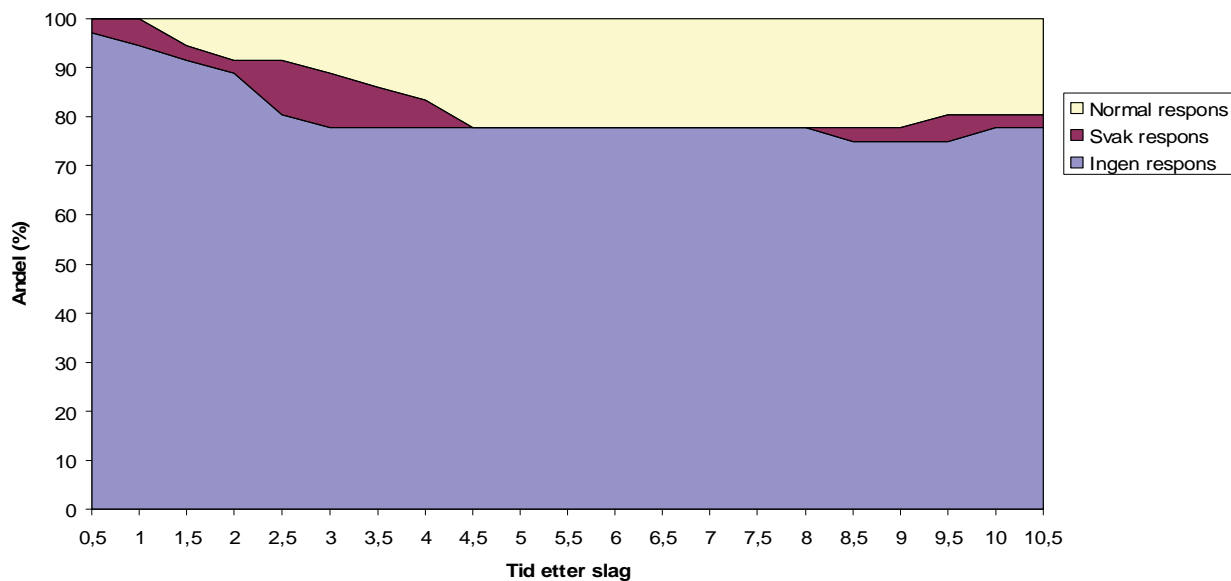
Resultatene gjengis i figurene 23-26. Leseveiledning for figurene finnes på s. 23 under resultater fra Slakteri A.

### Pusterefleks 18.06.:



**Figur 23.** Slakteri B 18.06.08. Figuren viser resultater fra undersøkelse av pusterefleks hos laks (N=36) som var slått av slagmaskinen (SI-5) med frakoblet bløggeenhet. X-aksen viser minutter etter bedøving og Y-aksen % av fiskene med henholdsvis ingen, svak og normal respirasjon.

### Øyerefleks (VOR) 18.06.:



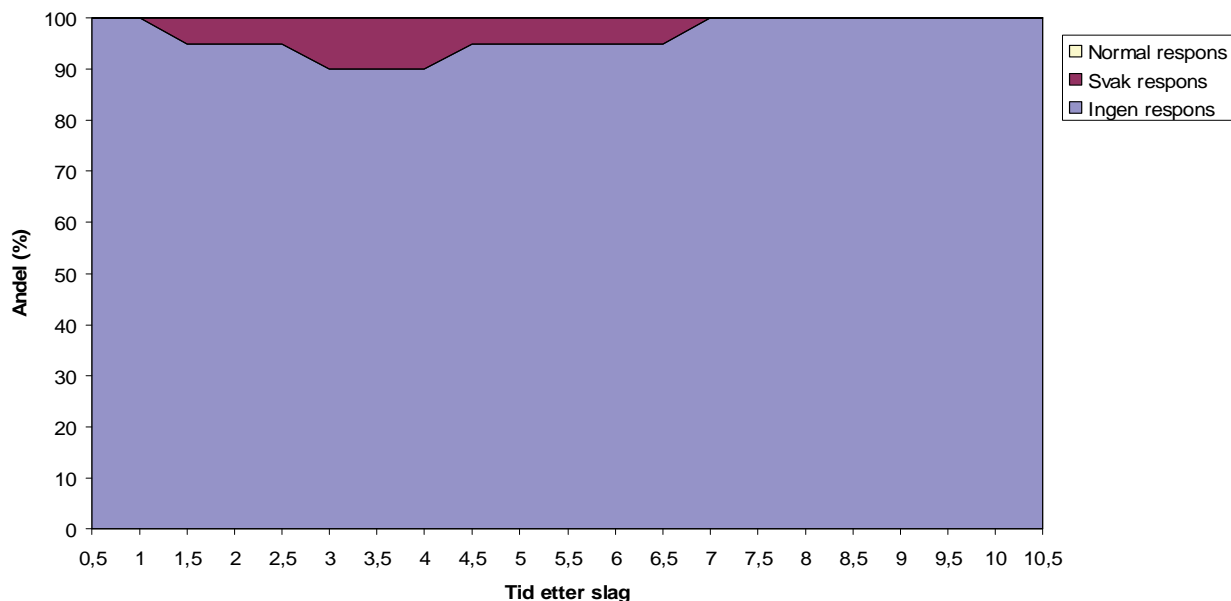
**Figur 24.** Slakteri B, 18.06.08. Figuren viser resultater fra undersøkelse av øyerefleks hos laks (N=36) som var slått av slagmaskinen (SI-5) med frakoblet bløggeenhet. X-aksen viser minutter etter bedøving og Y-aksen % av fiskene med henholdsvis ingen (blått), svake (rødt) og normale øyereflekser (gult).

Figurene 23-24 indikerer at ca. 20 % av fiskene har fått et slag som kun har resultert i en lettere hjernerystelse med et midlertidig bevissthetstap, mens ca. 80 % er irreversibelt bedøvd og dør som følge av slaget.

18. juni ble det videre tatt ut 20 tilfeldige laks fra bordet etter slag- og bløggemaskinen. Disse bløggede fiskene ble også observert i 10 minutter i vann og kontrollert for tilstedeværelse av reflekser. Blant disse fiskene viste 5 stk en svak pusterefleks og én fisk hadde en svak øyerefleks, men ingen gjenvant normale reflekser (score 2). Treffsted for både slag og bløggessnitt ble registrert. 17 laks var slått i hodet (9 av disse med et skjevt treff), mens tre manglet et synlig slagmerke. Bløggessnittene var lite presise: Én fisk hadde fått bløggessnittet i nakken og hos tre fisk hadde kniven snittet ganen uten å treffe større blodkar. Hos 2 fisk var kun én gjellebue overskåret, mens resten (14 stk) hadde minst to gjellebuer eller hovedblodkaret foran hjertet overskåret.

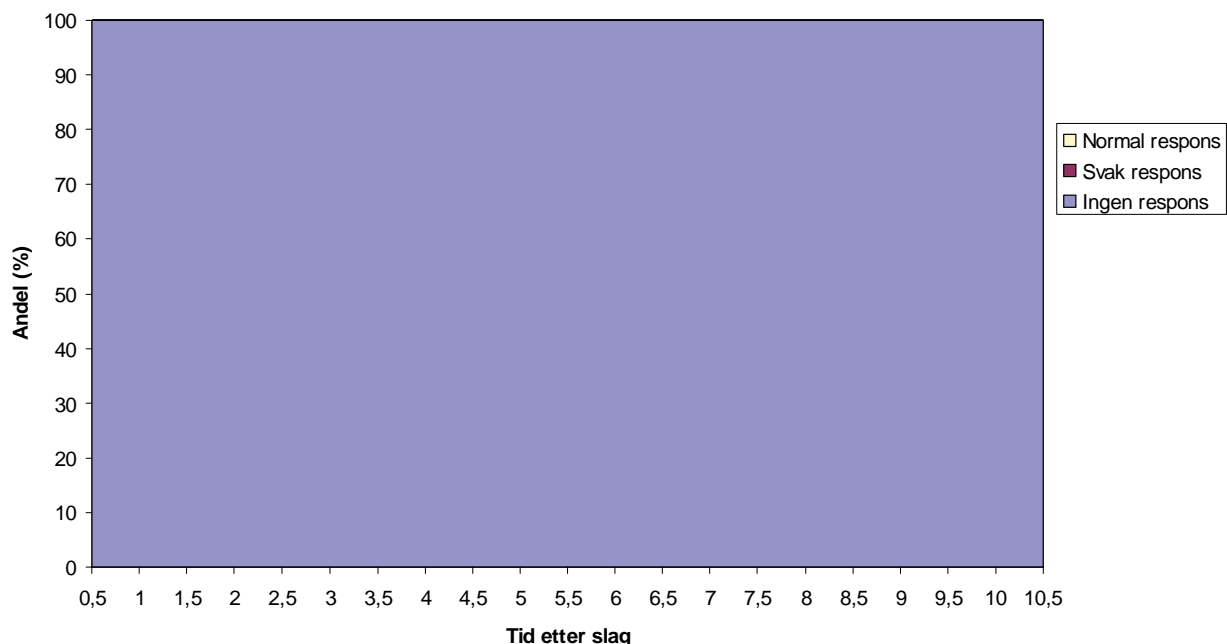
19. juni, etter gjennomgang og justering av utstyret kvelden før, var bildet et annet og atskillig bedre. Av 20 fisk tatt ut til kontroll etter slag (uten bløgging) viste ingen øyereflekser og 2 stk en svak pusterefleks (score 1) som kun varte noen minutter i løpet av 10 minutters observasjon (se figurene 25-26).

### Pusterefleks 19.06.:



**Figur 25.** Slakteri B 19.06.08. Figuren viser resultater fra undersøkelse av pusterefleks hos laks (N=20) som var slått av slagmaskinen (SI-5) med frakoblet bløggenehet. X-aksen viser minutter etter bedøving og Y-aksen % av fiskene med henholdsvis ingen, svak og normal respirasjon

### Øyerefleks 19.06.:



**Figur 26.** Slakteri B, 19.06.08. Figuren viser resultater fra undersøkelse av øyerefleks hos laks (N=20) som var slått av slagmaskinen (SI-5) med frakoblet bløggenehet. X-aksen viser minutter etter bedøving og Y-aksen % av fiskene med respons. Ingen av de undersøkte fiskene hadde øyereflekser.

En del av laksene viste etter noen minutter langsomme, svømmelignende bevegelser i bunnen av karet, uten at fisken samtidig hadde gjellelokkbevegelser eller øyereflekser. Fenomenet ble derfor ikke tolket som bevisst svømming.



Alle 20 laks undersøkt 19.06 hadde merke etter slaget i hodet, og kun 2 av slagene var litt skjevt plassert. Bløggesnittet viste mye mindre variasjon (mindre feilskjær). Det var langt mindre aktivitet (sprellende fisk) på bløggebordet sammenliknet med dagen før, uten at dette ble registrert systematisk. Likevel var det også denne dagen flere små og noen mellomstore fisk som ikke ble snudd før bløgging, slik at fiskene ble stukket i hodet.

18. juni ble det observert noe muskelaktivitet (svømmebevegelser) i utblødningstanken. Også 19. juni ble det observert 2 individer som svømte rundt i bløgetanken. En av disse hadde ikke slagmerke på hodet og den andre hadde et slagmerke på siden av hodet.

SI-5 maskinene har telleapparat for registrering av antall fisk som går gjennom systemet. Ved å bruke dette observerte vi antall fisk som ikke ble bedøvd/avlivet (registrert som fisk med vedvarende sprelling etter slagmaskinen) over et gitt tidsintervall. Resultatet, angitt som prosentandel ikke-bedøvd fisk av totalt antall fisk som passerte gjennom maskinen (slag og bløgging), er vist i tabellen under. Igjen ser man forskjellen i bedøvingseffektivitet mellom de to dagene.

**Tabell 1.** Slakteri B. Andel fisk som ikke ble tilfredsstillende bedøvd etter å ha passert SI-5.

Dato	Observasjons-tid (min)	Totalt antall fisk gjennom maskinen	Andel som ikke ble bedøvd (%)
18. juni	10	369	11
"	14	410	5
"	5	72	10
19. juni	32	973	1
"	52	1347	3
"	10	502	6
"	20	789	5

Fisk som ikke var tilfredsstillende bedøvd (jfr. tabell 1) når de kom ut av SI-5 maskinen ble tatt hånd om av personell ved kontrollbordet og bedøvd med manuelt betjente slagmaskiner. Tilsvarende ble fisk som ikke blødde ordentlig ført inn i manuelt operert bløggemaskin før de fikk passere til RSW utblødningstank.

### Slaktekvalitet

Det ble ikke tatt med fisk for kvalitetsundersøkelser av fileten, da bedøvningsmetoden ikke er noen risikofaktor for ryggknekk/blødninger. Bedriften opplyste at det forekom kvalitetsfeil på grunn av feilstikking (for langt bak eller i nakke/rygg) i et variabelt omfang, fra 0-14 %.

### Diskusjon

Som det går fram av forhistorie (PD-syk fisk) og resultatene presentert i figurer eller beskrevet i teksten, var fisken ved anlegget utmattet ved slakting. Temperaturfallet på 7 ° fra slaktemerd til adferdskar kan også ha påvirket laksens adferd. Evalueringen av bedøvelseskvalitet baserer seg dermed på fisk som i utgangspunktet er lite egnet for dette bedøvingssystemet.

Når det gjelder bedøvningskvalitet, var situasjonen atskillig bedre 19.06, etter at utstyret var gjennomgått og justert av leverandøren. Første dagen (18.06) gjenvant mer enn 20 % av fiskene normale (score 2) øyereflekser og pustebevegelser innen noen minutter etter å ha passert slagmaskinen. Dagen etter ble det kun registrert svake pustebevegelser (score 1) på ca. 10 % av fiskene, og øyereflekser ikke ble registrert. Presisjon på slag og bløggesnitt viste også klar forbedring fra første til andre dag. Dataene fra bedøvningskvalitet viser dermed tilfredsstillende resultater på andre dag.

Forbedringspunkter for bedre bedøvelse ved anlegget er

- frisk fisk
- mer skånsom trengning
- økt kompetanse hos operatører om avvik og justering av utstyr
- rutinemessig vedlikehold av utstyr

## Slakteri C

### Slagmaskin SI-5

Anlegget ble besøkt 19.-20. august 2008

Det ble slaktet stor laks (snittvekt sløyd 5,4 kg) med et betydelig innslag av kjønnsmoden fisk, og regnbueørret (snittvekt 3,8 kg, jevn størrelse)

Slakteriet har en kapasitet på 210 tonn/dag

### Prosedyre

Fisken, som ikke er forhåndssortert, blir normalt levert med brønnbåt til ventemerde ved anlegget. På slaktedagen trenges fisken i orkast og pumpes via en dobbel vakuumpumpe (Cflow av eldre modell) som er plassert på flytebrygge ved merdene (figur 26). Løftehøyden (vakuumsiden) er på drøyt 2 m og fisken pumpes så opp og inn til slakteriet (ca 15 m, høydeforskjell ca 6 m avhengig av flo og fjære). Avsiling foregår innenfor slakteriets vegger og fisken størrelsessorteres samtidig, slik at stor fisk går til ett SI-5 adferdskar med en rigg med 4 slagmaskiner innstilt på stor fisk og den mindre fisken til det andre adferdskaret også med 4 slagmaskiner stilt inn for mindre fisk (se figur 6 og 26). På sikt skal den aller minste fisken (herunder småsei og "laksepinner") og annen verdiløs fisk sorteres utenom SI-5-systemet og avlives med elektrisk strøm. Etter slaget i SI-5-maskinen snus fisken i rennen og går inn i automatisk bløggemaskin og deretter rett ut på et observasjonsbord der det finnes backup-utstyr (flere manuelt opererte slag- og bløggemaskiner). Deretter passerer fisken ut på et transportbånd som fører fram til en Helix (Stranda Prolog AS) RSW utblødningstank.



**Figur 27.** Slakteri C. Bildet til venstre viser ventemerder og dobbel vakuumpumpe plassert på flytebrygge, som gir lav løftehøyde i sugefasen. Bildet til høyre viser laks på vei inn i avsilingen der fisken størrelsessorteres. Mindre fisk faller mellom rørene og ledes til annen rigg enn den større fisken.

### Evalueringsdagene

Fisken som ble slaktet var transportert med brønnbåt i 5 timer før den ble overført til ventemerden ved anlegget 3 dager før slakting (ikke føret). Vanntemperatur i ventemerde var 11,0 °C målt ved 1m dyp. Oksygenmetningen like utenfor og i ventemerde ved innpumpingsstedet var henholdsvis 100 % og 80 %. Ved innpumping fra ventemerde var fisken trengt, men laksen viste i hovedsak relativt rolig adferd (liten grad av anaerob muskelaktivitet). Regnbueørreten ble synlig mer stresset under trengning. Vi fikk opplyst at det tar omtrent 1,5 minutt å pumpe fisk fra merde inn til adferdskaret.

Fra pumpa og opp til slakteriet var det jevn stigning på røret, men flere 90° bend. Størrelsessortering av fisken ble gjort i avsilingen inne i slakteriet ved at mindre fisk falt mellom langsgående rør og til et lavere

nivå, hvor den ble ledet til det andre adferdskaret. På grunn av skråstilling av sorteringsristen kom fisk ofte i høy hastighet og ble slått med stor kraft i veggen før den havnet i adferdskaret. Noen fisk som bare falt delvis mellom rørene, ble truffet av en tverrgående sperre før de falt gjennom, og flere av fiskene ble samtidig truffet av andre fisk som kom i stor fart bakfra. På denne måten ble en del fisk påført slag både fra utstyr og andre fisk.



**Figur 28. Slakteri C.** Bildet viser laks i adferdskaret. Fra båsene øverst i bildet strømmer det vann inn i karet, som stimulerer fisken til å svømme fram og ut i rennen som fører ned til slagmaskinen. Bildet viser fisk som svømmer motsatt vei og fisk som flyter opp ned. I dette tilfellet måtte karet ha personell stående som styrte fisken mot utgangene.

En betydelig andel av fiskene i adferdskaret var tydelig stresset og utmattet. Dette gjaldt både laks (figur 28), men kanskje spesielt regnbueørret, der mange fløt på siden. De fleste ørretene så imidlertid ut til å restituere etter noen minutters oppholdstid, slik at de gjenvant balanse. Fisken foretrakk å oppholde seg på den enden av adferdskaret der de kom inn, og en relativt høy tetthet av fisk så ut til å være nødvendig for å motivere fisk til å bevege seg fram mot utgangene. På grunn av et stort innslag av påkjent fisk, var den mørke gumnimatten som ellers dekker adferdskaret tatt bort, slik at fisk kunne styres manuelt inn i rennene mot slagmaskinene. Kontrasten med mørke der fisken kom inn i karet og mye lys ved utgangene kan ytterligere ha bidratt til at fisken nødig beveget seg fram.

Mens det ble slaktet laks, var bløggenheten tatt bort på siden der den største fisken (mange kjønnsmodne) ble ledet. Dette ble gjort fordi det faste utstyret ikke er tilpasset anatomien til kjønnsmoden fisk og bløggesnittet derfor ville komme for langt fram. All laks på denne riggen ble derfor bløgget med den manuelt opererte bløggemaskinen. Mange av laksene var imidlertid ikke slått i svime av slagmaskinen. Den maksimale avstanden som kan stilles inn fra snute til treffsted ble for kort for stor kjønnsmoden fisk. Mange fisk ble derfor truffet på snuten, ikke over hjernen. Inntrykket fra observasjonsbordet på denne siden var kaotisk, og det var en meget vanskelig jobb for operatørene å få ledet de sprellende fiskene inn i backup slagmaskinene. Stor laks, som den som ble slaktet disse dagene, har stor muskelkraft og utgjør en betydelig påkjenning for utstyret. Hele linja vibrerte. Vi vurderte at

forholdene på denne siden ikke ga et rettferdig bilde av utstyret, siden det ble anvendt til fisk som klart lå utenfor størrelsesområdet utstyret var designet for.

Observasjonen og uttak av fisk for nærmere undersøkelser ble derfor konsentrert om den andre riggen dit de normalt store fiskene ble ledet. Også her var det en del sprelling å se på observasjonsbordet. En betydelig andel av de sprellende fiskene var kjønnsmoden fisk som pga redusert kondisjonsfaktor hadde blitt sortert sammen med de mindre. Disse kan ha blitt slått for langt foran på hodet. Mange fisk kan vise kloniske kramper de første sekundene etter slaget. Å skille kramper fra sprelling gjøres best ved å se på øye- og gjelleloksbevegelser når fisken igjen er rolig. Observasjonsbordet var relativt kort og fisk som kom ut av slag- og bløggesystemet fortsatte i bevegelsesretningen i god fart ut på bordet. Dette gjorde det vanskelig for operatørene å avgjøre om all fisk med egenbevegelse virkelig trengte et ekstra slag, eller om de hadde forbigående kramper. På begge bord var det ordnet slik at all fisk måtte passere enten en ekstra slag- eller en ekstra bløggemaskin for å passere videre til utblødning (figur 29). Operatørene måtte dermed ofte ta avgjørelsen om ekstra slag eller ikke før de sikkert kunne avgjøre om fisken faktisk trengte det.



**Figur 29.** Slakteri C. Bildet er tatt fra utløpet av SI-5 riggen og viser regnbueørret på kontrollbordet. Backup-maskiner for slag og bløgging ses på hver side. Passasjen rett ut til transportbåndet som fører fisken til utblødningstanken er stengt av, og all fisk må ledes gjennom en av backup-maskinene.

En periode da det ikke var full bemanning ved adferdskarene, ble det observert en del fisk på kontrollbordet som ikke hadde slagmerke. Disse hadde sannsynligvis kommet inn i slagmaskinen opp ned eller med sporden først og var derfor ikke truffet i hodet. Det ble dessuten observert fisk som hadde bløggensnitt i nakken. Dette skyldes enten at fisken ikke ble snudd som den skulle etter hodeslaget, eller at den gikk inn i slagmaskinen med buken opp.

Anlegget hadde et kort besøk igjen i september 2008 av en av prosjektdeltakerne, i forbindelse med et annet oppdrag. Det ble da slaktet regnbueørret. Situasjonen ble beskrevet som betydelig bedre denne gangen, selv om et relativt stort antall fisk også nå måtte slås med backup-utstyret. Ørreten svømte selv inn i 'båsene' som ledet fram til SI-5 slagmaskinene, og det var ikke behov for personell som sto permanent og matet inn fisk. Fisken virket å være i bedre kondisjon (færre bikket over på siden), noe som ansvarshavende ved anlegget forklarte med at fisken var sultet i 11 dager mot 4 dager ved vår tidligere evaluering i august. Det ble hevdet at spesielt for regnbueørret var det viktig med lang nok sultetid for at

fisken bedre skal tåle trengning og pumping. Vannivået i adferdskarene var fylt helt opp, og siden fisken var i bedre kondisjon og færre utmattede fisk 'sperrert veien', kunne fisken selv svømme ut til SI-5 maskinene.

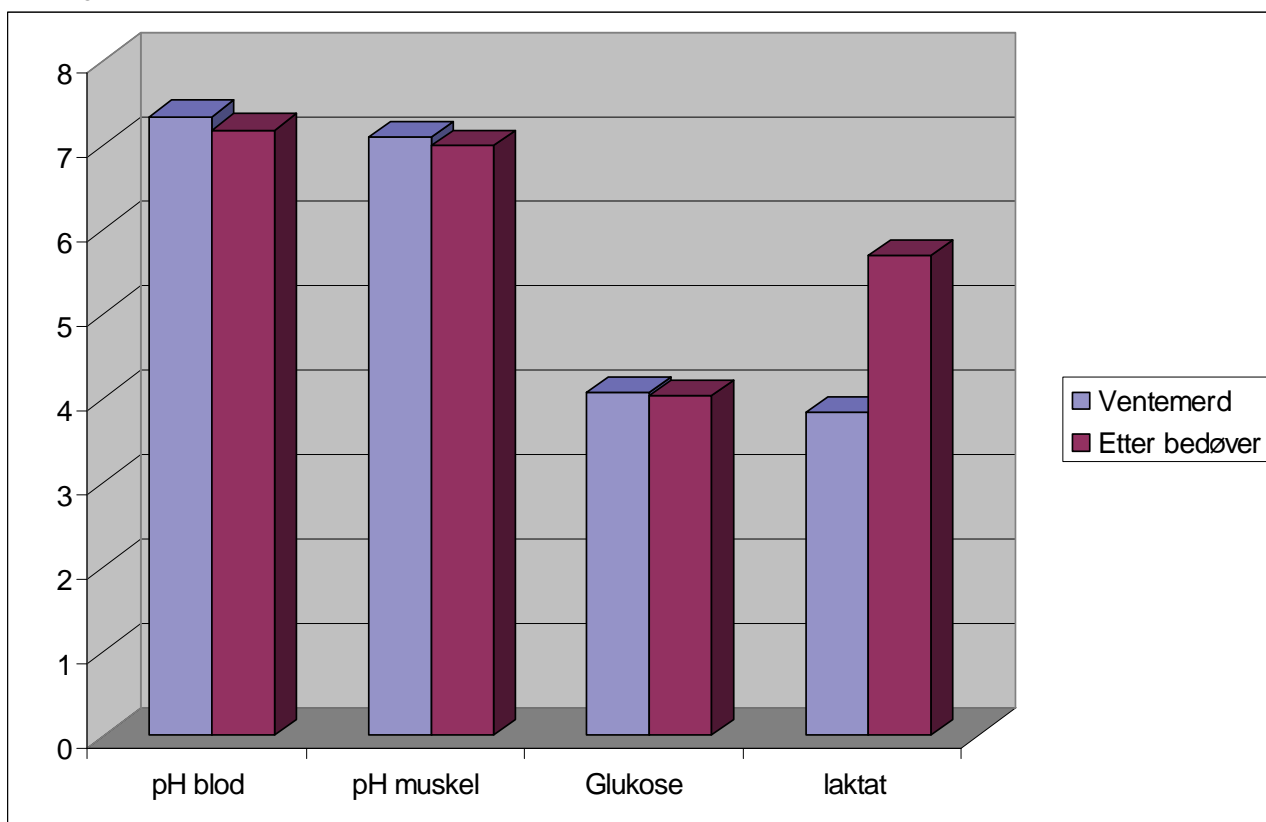
Det ble ikke observert aktivitet i RSW bløggekarer (observasjonstid 10 - 15 min). Vanntemperaturene ved RSW innløp og utløp var henholdsvis 1,5 og 6,5 °C.

## Resultater

### Fysiologiske data

Det ble kun tatt ut laks, ikke ørret, for undersøkelser av blod- og muskelverdier. For grunnleggende tolking av de ulike stressparameterene, se evalueringen av elektrobedøveren hos slakteri A. Som konklusjon kan vi som ved forgående to anlegg her fastslå at laksen var mer eller mindre utmattet allerede før pumping. Dette betyr at vår videre tolking av laksens reaksjoner kun gjelder for fisk som var utmattet.

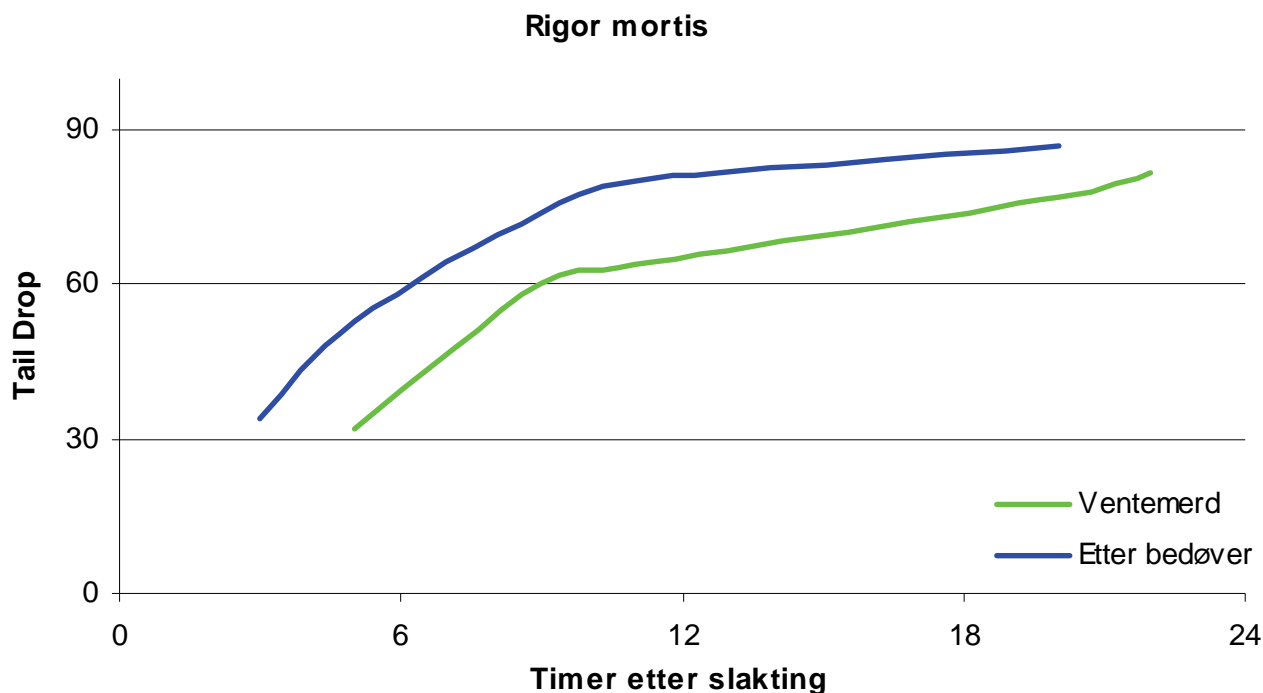
### Blod- og muskel:



**Figur 30.** Slakteri C. Figuren viser målinger av pH, glukose (mmol/L) og laktat (mmol/L) i laksens blod og pH i muskel på fisk avlivet ved merdkanten (blå) og etter pumping og slagbedøving med SI-5 (rød).

Verdiene viser samme tendens som ved de andre anleggene. pH tyder på at fisken er stresset allerede i merden og i en slik grad at pH i blod er lavere enn normalt, dvs. at blodets bufferkapasitet er overskredet.

## Rigor-utvikling:



**Figur 31.** Slakteri C. Figuren viser utvikling av dødsstivhet (rigor mortis) målt som "tail drop" (Y-aksen) hos laks i timene etter avliving (x-aksen) for fisk avlivet på merdkanten (grønn linje), og etter pumping og slagbedøving med SI-5 (blå linje).

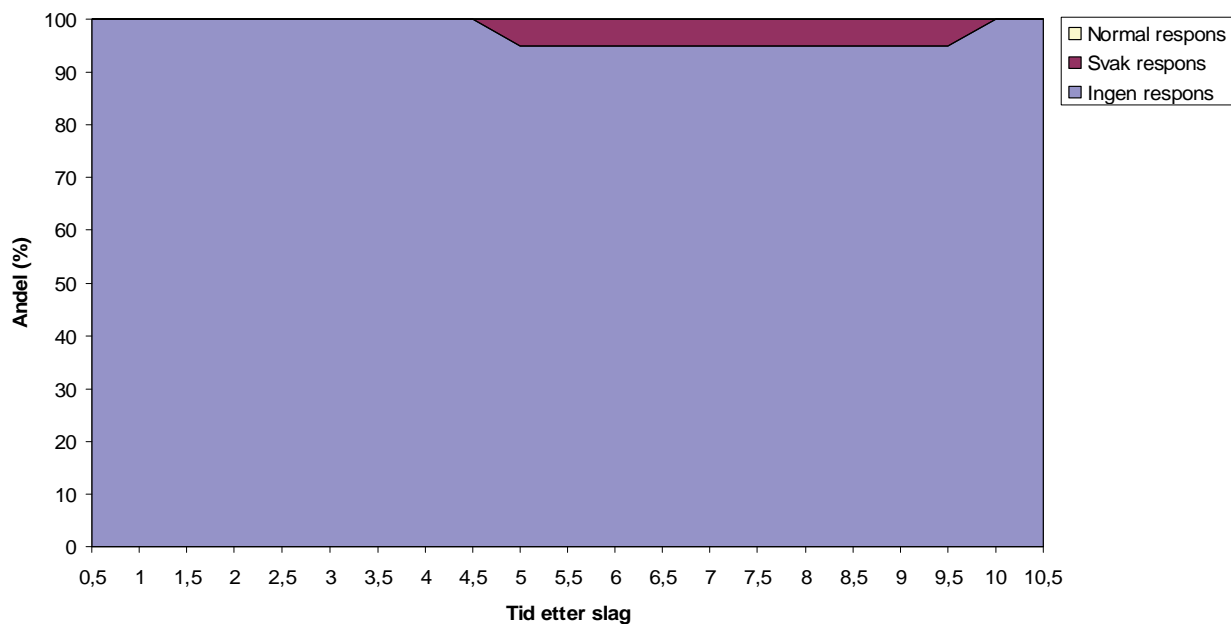
Fra slaktemerd har laksen en potensiell tid for *pre rigor*-prosessering på 9 timer, som er redusert til 6-7 timer etter pumping/bedøving (figur 31). Som nevnt tidligere har ustresset laks (med hvile pH i muskel 7,4-7,6) typisk en *pre rigor*-tid på 24-30 timer.

### Bedøvningskvalitet, laks

Laks: Det ble tatt ut 9 laks den 19.08 og 11 laks den 20.08, tatt idet fisken kom ut på observasjonsbordet etter slagmaskin (og bløggeenheten koblet fra). Fisken ble så lagt over i vann og kontrollert jevnlig for tegn på oppvåkning i 10 minutter.

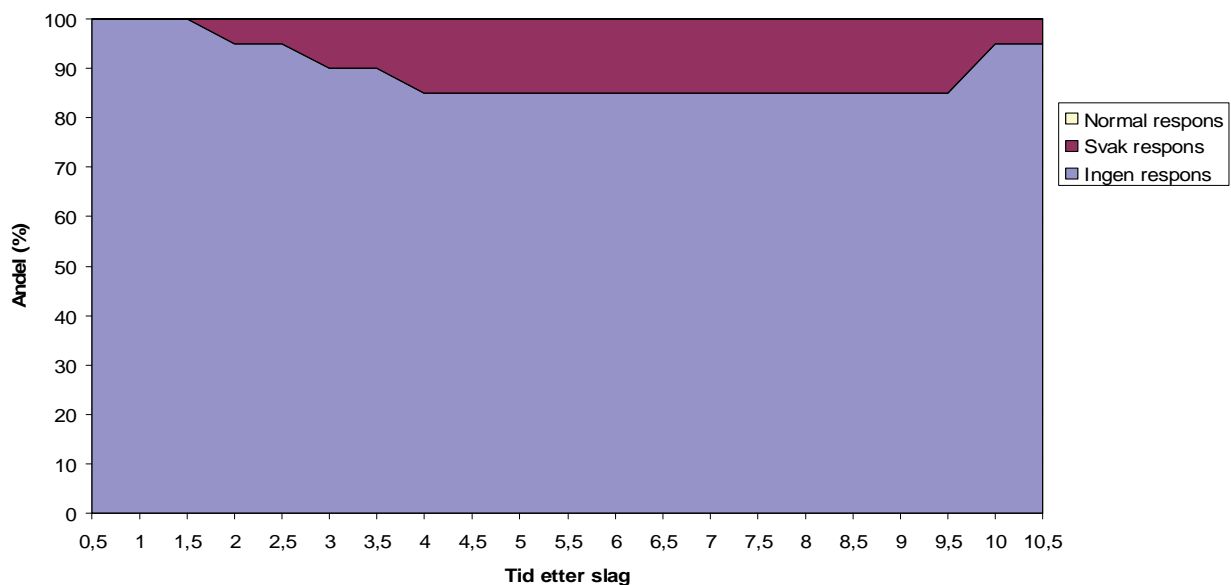
Leseveiledning for figurene 32-35 finnes på s. 23, under resultater fra Slakteri A.

### Laks, pusterefleks:



**Figur 32.** Slakteri C. Figuren viser andel laks med pusterefleks (Y-akse) i forhold til tid i minutter etter slag (X-akse), N=20. 5 % av fiskene viste svake pustereflekser etter 5 minutter, som forsvant innen 10 minutter.

### Laks, øyerefleks:



**Figur 33.** Slakteri C. Figuren viser andel fisk med øyerefleks (Y-akse) i forhold til tid i minutter etter slag (X-akse), N=20. Hos inntil 15 % av fiskene ble det observert svake øyereflekser etter noen minutter, som så ut til å forsvinne igjen heller enn å øke i andel eller grad.

Figurene viser at ingen av de undersøkte fiskene gjenvant normale reflekser. Bedøvingen var irreversibel, og fiskene døde. En mindre andel gjenvant riktignok svake responser etter noen minutter, men bare få individer begge refleksene. Det er lite sannsynlig at disse fiskene var bevisst.

#### Andre reflekser:

Nesten halvparten, 9 av 20 laks, viste svake, men rytmiske svømmebevegelser som begynte 4-8 minutter etter bedøving. Fiskene lå hele tiden på siden, på bunnen av karet. Siden disse bevegelsene ikke var fulgt av andre tegn på oppvåkning, som øye- og pustereflekser, har vi ikke tolket disse som sikre tegn på gjenvinning av bevissthet. På den annen side kan vi ikke gi noen fullgod forklaring på hva som er årsaken til fenomenet, som også ble observert på laks hos Slakteri B bedøvd med SI-5, men ikke på regnbueørret bedøvd med SI-5.

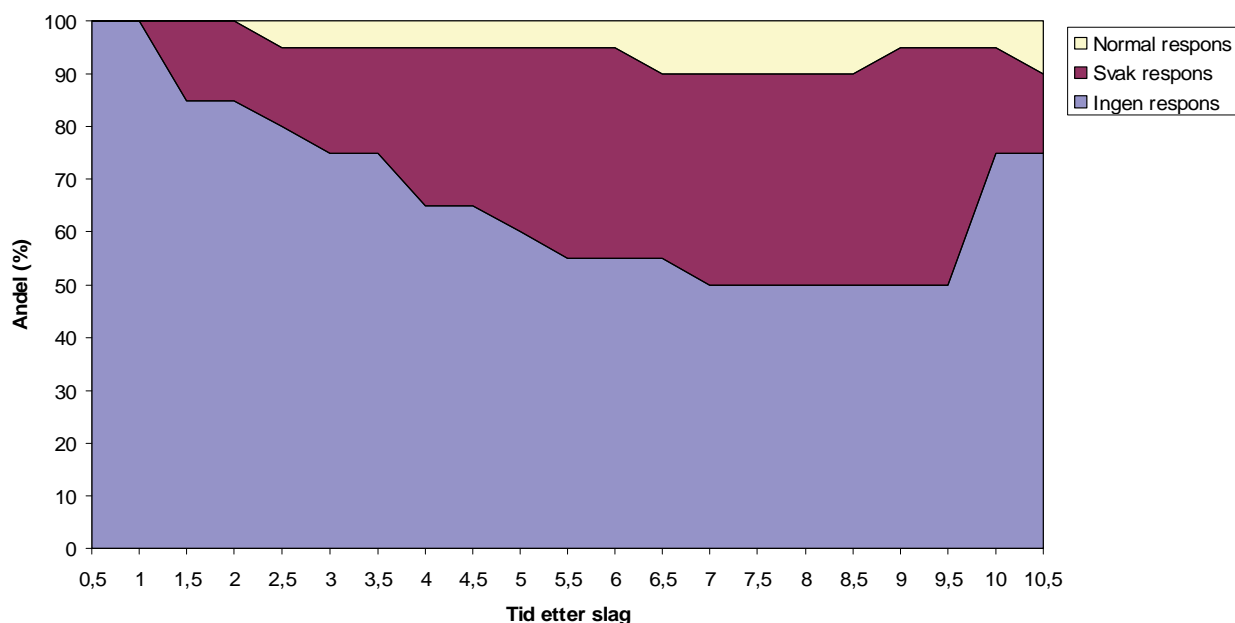
#### Oppvåkning, laks, etter slag og bløgging:

Det ble tatt ut 9 laks den 20.08, tilfeldig tatt fra observasjonsbordet etter at fiskene kom ut etter slag- og bløggebehandling, men før backup. En fisk viste svak pusterespons etter 4 minutter, som varte noen minutter, og den samme fisken reagerte ved en anledning på håndtering. Ingen fisk viste øyereflekser.

#### **Bedøvningskvalitet, regnbueørret**

Det ble tatt ut 20 ørret den 19.08, tatt fra observasjonsbordet etter at fiskene kom ut av slagmaskin (bløggeenhet koblet fra).

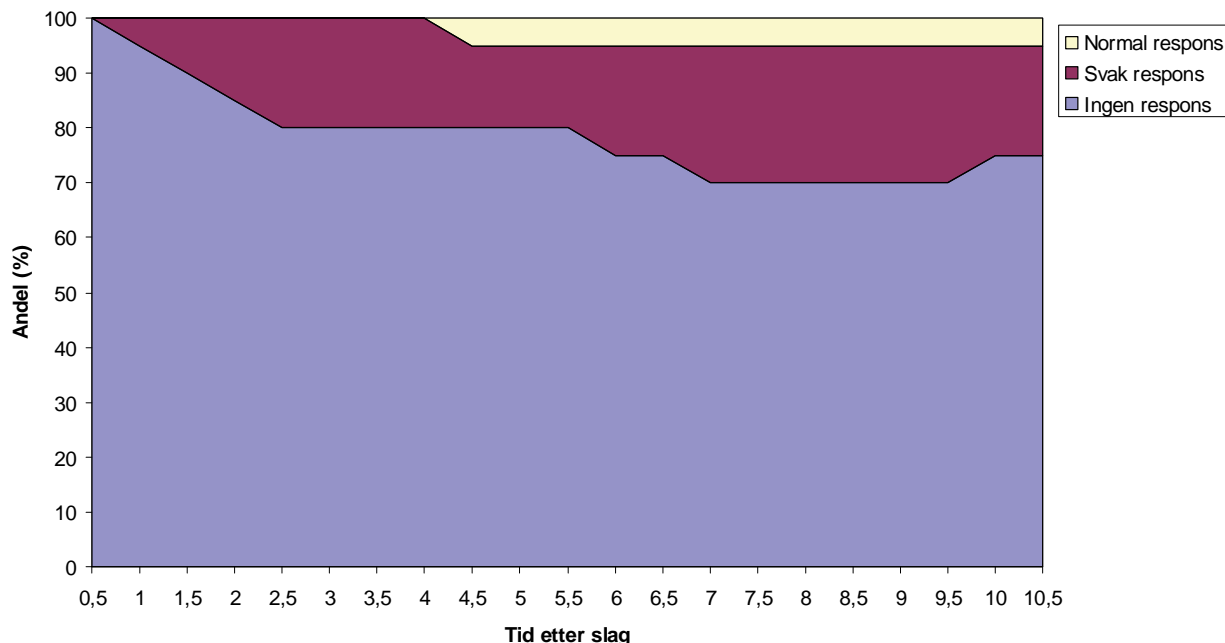
#### Pusterefleks, ørret:



**Figur 34.** Slakteri C. Figuren viser andel regnbueørret (N=20) med pusterefleks (regelmessige gjellelokksbevegelser) (Y-akse) i forhold til tid i minutter etter slag (X-akse).



### Ørret, øyerefleks (VOR):



Figur 35. Slakteri C. Figuren viser andel regnbueørret (N=20) med øyerefleks (Y-akse) i forhold til tid i minutter etter slag (X-akse). På en del fisk var øynene noe utstående etter slaget og refleksen derfor vanskelig å vurdere.

Ørreten adskilte seg fra laksen ved at en større andel gjenvant reflekser noen tid etter slaget. Dette kan tyde på at slaget ikke var kraftig nok, eller ikke rett plassert.

### Slagmerke

Ørret: Hos 12 av 20 ørret (tatt ut til bedøvingskontroll) var slagmerket fraværende eller meget utydelig. Laks: Hos 1 av 29 laks (tatt ut til bedøvingskontroll) var slagmerket fraværende. En periode da adferdskaret ikke hadde personell som styrte fisken (20.08), hadde 11 (14 %) av 79 laks ikke tydelig slagmerke. En årsak kan være fisken som kom opp ned inn i slagenheten.

### Bløggesnitt

Under ulike observasjoner av laks de to dagene ble det observert

a) blant 87 kontrollerte laks:

- 72 treff i riktig region (83 %) der kverken eller minst en gjellebue var overskåret,
- 10 uten knivmerke,
- 2 snitt for langt framme (uten overskjæring av større kar) og
- 3 snitt i nakke/rygg (3,4 %),

b) blant 350 laks: 11 (3,1 %) med bløggesnitt i hode/nakke,

c) av 350 laks: 6 stk (1,7 %) med bløggesnitt i nakke/rygg, og

d) av 9 laks tatt ut fra bordet etter slag- og bløggemaskin, før backup: 5 fisk som kun var snittet i gjellelamellene (ikke overskåret gjellebue).

Observasjon under slakting, fisk på bordet etter automatisk slag- og bløggemaskin:

Under observasjon av slakting av regnbueørret en periode 19.08, ble ørret visuelt bedømt på observasjonsbordet etter slag og bløggemaskin. Av totalt 191 fisk som var mulig å bedømme, ble 170 ørret vurdert som tilfredsstillende bedøvd og 21 ørret vurdert som bevisste (på grunnlag av sprelling og øye- og gjellelokksbevegelse) før backup bedøving.

Under tilsvarende observasjon 20.08 av totalt 27 laks, ble 22 bedømt som bedøvd mens 5 laks viste foruten sprelling også øye- og gjellelokksbevegelser og ble således bedømt som bevisste. På grunn av det store antallet fisk på observasjonsbordet og fordi SI-5 telleverket var ute av drift deler av besøket vårt,

var det meget vanskelig å bedømme effektiviteten av bedøvelsesmetoden like systematisk som vi gjorde ved Slakteri B.

### Skader

6 av 20 ørret og 6 av 20 laks tatt ut for bedømming av bedøvningskvalitet blødde fra gjellene. Det er uvisst om dette er forårsaket av pumping eller i slagmaskinen. Halvparten av laksene, men kun én av ørretene, hadde ferske finneskader.

### Diskusjon

Anlegget slaktet laks med et stort innslag av kjønnsmoden fisk. Kjønnsmoden laks er generelt kjent for å være vanskeligere å slå i hjel, og standardutgaven av SI-5 er ikke tilpasset den spesielle anatomien til kjønnsmoden laks.

Fysiologiske data (kun undersøkt hos laks) viser at laksen var mer eller mindre utmattet allerede før pumping, hvilket vil påvirke både adferd og kvalitet som *pre rigor*-tid. Regnbueørreten hadde en adferd i adferdskaret som tydet på at også den var meget påkjent. SI-5-konseptet er ikke beregnet til bruk på utmattet fisk. Under observasjonsdagene var fiskens tilstand så dårlig at manuell styring av fisk ut av adferdskaret og inn i rennen til slagmaskinen var påkrevd. I perioder der bemanning manglet eller var redusert, var det betydelig feilslag og feilstikking.

Undersøkelsen viste likevel at ingen av de 20 laksene vi tok ut til bedøvningskontroll gjenvant normale (grad 2) øye- eller pustebevegelser, mens 1 av 20 ørret gjorde det. Andelen fisk med svake responser (grad 1) var også betydelig større for regnbueørret, opp mot 40 %. Dette tyder på at drepeevnen av slaget var dårligere for ørret enn for laks. Dette kan like gjerne skyldes en suboptimal innstilling av utstyret heller enn en reell forskjell mellom ørret og laks.

På sitt beste ga SI-5 gi tilfredsstillende bedøvningskvalitet (irreversibel bevisstløshet). Dårlig bløgging og feilstikk var imidlertid et problem. Systemet krever nøye teknisk oppfølging for å fungere optimalt.

Forbedringspunkter for bedøvingen ved anlegget

- mer uthvilt fisk (skånsom håndtering)
- unngå kjønnsmoden fisk
- endre utforming av observasjonsbord etter bedøving slik at hastigheten på fisk bremses ned

Forhandleren opplyser at vinkelen på maskinene som er montert Norge har vært stilt annerledes enn i Australia (35 vs 25°) fordi vår laks har en litt annen fasong. Dette gir økt hastighet på fisken og fører til at rampen trykkes ned, med risiko for svake slag og grunne bløggesnitt som følge. SI-5 maskinene bygges om for å unngå dette.

## Slakteri D

Elektrisk bedøvingsutstyr (Stansas) levert fra Seaside  
Anlegget ble besøkt 8.-9. desember 2008  
Det ble slaktet laks (snittvekt 4,5 kg)

### Prosedyre

Etter brønnbåttransport blir fisken overført til ventemerder ved slakteriet (totalt seks merder á 12x12m). På slaktedagen trenges fisken og pumpes ved hjelp av en enkel Tendos trykk/vakuumpumpe plassert på kaikanten (oversiktsbilde, figur 36). Løftehøyden på sugesiden er 4-5 m, rørlengden er avhengig av hvilken merd det slaktes fra, maksimalt 35-40 m. På trykksiden blir fisken pumpet opp og gjennom et 90° bend til en silkasse plassert 4 m høyere enn pumpen, rørlengde ca. 8 m, hvor vannet dreneres vekk. Herfra sklir fisken gjennom et skråstilt rør (lengde 3 m) med 90° bend inn til innløpskassen (med lokk) foran elektrobedøveren. Inne i røret er det montert et telleverk (Aquascan) slik at biomassen inn til elektrobedøveren kan styres. Bedøveren (Stansas) har 3 parallelle løp, hver med 4 lameller i bredden og 11 rekker. Bedøveren er i sin helhet montert på utsiden av veggen. Etter bedøving blir fisken tippet over på et bløggebord på innsiden av veggen og bløgget manuelt før den passerer over i to stk RSW (2 °C) utblødningstanker (Helix fra Stranda Prolog).



**Figur 36.** Slakteri D. Bildet viser ventemerder på begge sider av flytebygga med rør til vakuumpumpen som er plassert på kaia. Avsilingskassen er synlig over og til venstre for pumpa, og elektrobedøveren ses på utsiden av veggen til høyre for skyvedørsporten. Legg merke til flere krappe bend som fisken må passere.

### Evalueringsdag

Laksen var inntransportert i brønnbåt to dager tidligere, fra et anlegg i nærheten. Vanntemperaturen i ventemerden var 8 °C på 1 m dyp. Laksen ble trengt og pumpet inn. Det var ikke personell tilstede som hadde tilsyn med trengt fisk under pumpingen. Trengningsgraden var moderat mens vi observerte, men enkelte fisk gikk seg fast i lommer i nettet. Avstanden fra innløpet i slaktemerden til vakuumpumpen var ved vår studie om lag 20 m (rørdiameter 12"). Røret hadde en inspeksjonsluke som avdekket at det ble stående fisk i røret (i vann) i forbindelse med pauser, og at fisken da fløt på siden.

Fra pumpen (rørdiameter på 14") måtte fisken passere flere bend på 90° (med avrundede hjørner). Fisken kom inn i avsilingskassen med stor hastighet og det var betydelig aktivitet å høre fra fisk (ute av vann) fram mot bedøveren. Fiskens orientering inn på elektrobandet var tilfeldig, slik at første berøring med lamellene var enten med hode eller spord. Midlere båndhastighet (tid fra båndet passerte fra første til siste rekke lameller) ble målt til 13,5 sek.

Når fisken kom inn i elektrobedøveren, ble de fleste fisk ubevegelige etter kontakt med første eller andre rekke med lameller, avhengig av fiskens orientering. Bevegelse av øyet (nedrulling) ble observert over

flere lameller. Når fisken kom ut av bedøveren, virket fisken i de aller fleste tilfelle godt bedøvd og det var lett å bløgge fisken (figur 37).



**Figur 37.** Slakteri D. Fisk kommer inn fra elektrobedøveren på utsiden av vegg og bløgges manuelt ganske umiddelbart etter bedøving.

Slakteriets elektrobedøver var utstyrt for en spenningskapasitet på inntil 110 Volt, men en hadde siden oppstarten benyttet 75 V. Etter vårt ønske ble innstillingen satt på 110 V for evalueringen den 08.12.08.

Ved besøket hadde vi bistand fra en elektriker og fikk tatt stikkprøver av spenningen på selve elektrobedøveren mens den var i bruk. Det viste seg da at spenningen varierte med antall fisk i bedøveren. Ved stor belastning (biomasse) sank spenningen betydelig. Vi fant at spenningen varierte mellom 58 og 110 V. Dersom bare én eller noen få fisk var inne på båndet, var spenningen opp mot 110 V. Det ble i tillegg gjort målinger med utstyret innstilt på 75 V, men også da varierte målt spenning med mengden fisk i bedøveren, fra 45-75 V. Dette tyder på at strømforsyningssystemet må forbedres slik at all fisk kan bedøves ved ønsket spenning. Fra bedriftens side ble det opplyst at man var nøye med rutinemessig vedlikehold av bedøveren og at det ble brukt daglig syrevask av lameller og transportbånd for å fjerne belegg som øker den elektriske motstanden (resistansen).

Til evaluering av bedøvingskvalitet (oppvåkning) fikk vi både tatt ut fisk som var bedøvd ved normal drift (dvs. med variabel spenning) og fisk som vi kunne bekrefte var bedøvd med høy spenning mellom 90-105 V. Dette kunne gjøres ved at en tok ut de første to fiskene i hver batch som ble pumpet inn til bedøveren, hvor det da var få fisk samtidig på båndet.

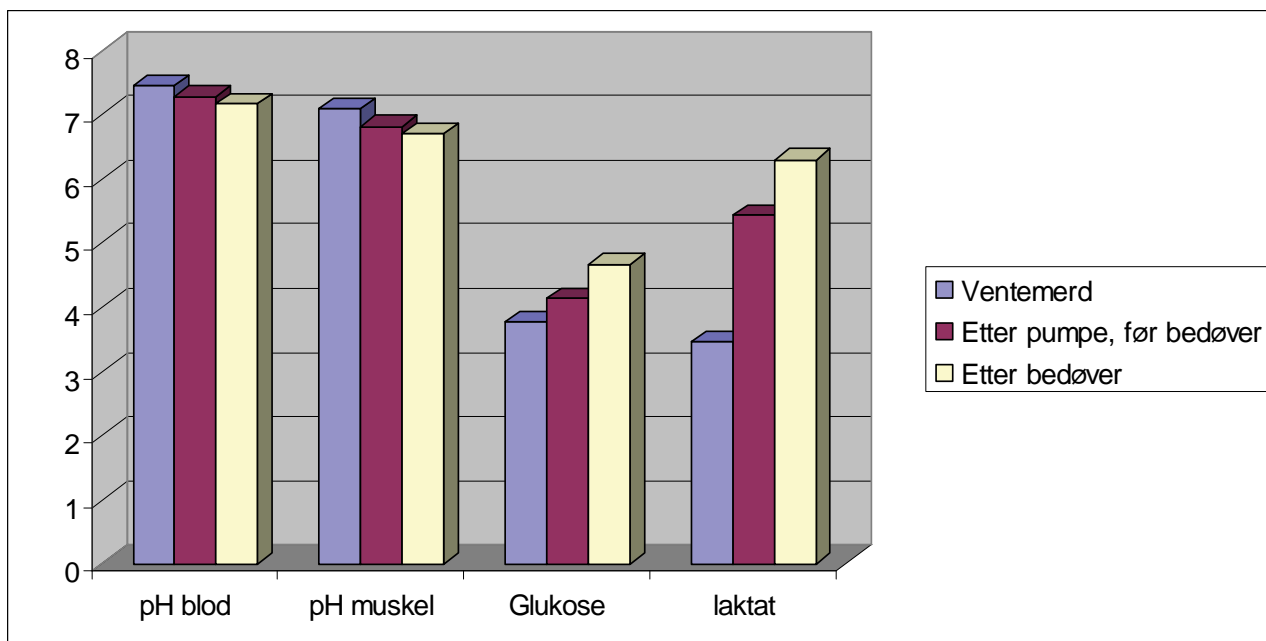
## **Resultater**

### **Fysiologi**

#### Blod og muskel:

Det ble tatt ut 16 laks (håvet enkeltvis) fra merd, 16 etter pumping før bedøving og 16 etter elektrisk bedøving. Fiskene ble avlivet med slag i hodet og blodprøve tatt ut i forbindelse med bløgging.

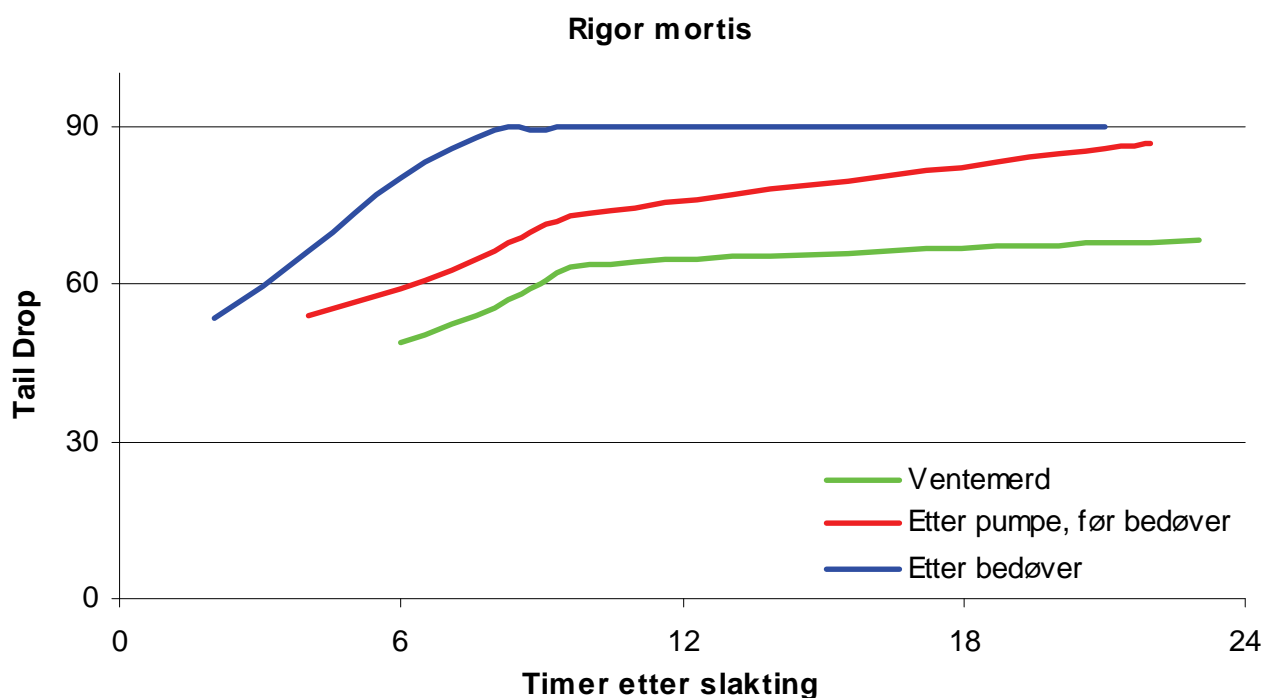
pH i muskel var i snitt 7,1 fra merd og sank til 6,8 etter pumping og 6,7 etter bedøving. pH i blod viste også en synkende tendens, fra 7,4 i merd til 7,2 etter bedøving.



**Figur 38.** Slakteri D. Figuren viser målinger av pH, glukose (mmol/L) og laktat (mmol/L) i laksens blod og pH i muskel på fisk avlivet ved merdkanten (blått), etter pumping før bedøving (rødt) og etter el-bedøving (beige).

De fysiologiske verdiene viser et forventet forløp, med et fall i pH og økning i glukose og laktat (figur 38). Selv om også denne laksen var stresset allerede i merden, har den fortsatt energireserver igjen å mobilisere. Dette viser seg som en økning av blodglukose og laktat (som uttrykk for henholdsvis mobilisering av energi til muskelaktivitet og konsekvens av anaerob muskelaktivitet) gjennom trening, pumping og elektrisk stimulering. Fra en muskel-pH på 7,1 i merden (mot 7,4-7,6 hos helt uthvilt laks) faller denne til pH 6,8 etter pumping og ytterligere til pH 6,7 etter bedøving. pH i blod faller også, hvilket viser at bufferkapasiteten er oppbrukt.

Rigor:



**Figur 39.** Slakteri D. Figuren viser utvikling av dødsstivhet (*rigor mortis*) målt som "tail drop" i timene etter avliving for fisk avlivet på merdkanten (grønn linje), etter pumping (rød linje) og etter el-bedøving (blå linje).

Laks avlivet fra slaktermerden hadde en *pre rigor*-tid på 8 timer. Ustresset fisk som avlives rett fra oppdrettsmerd har til sammenlikning en *pre rigor*-tid på mer enn et døgn. Dette viser at fisken var tydelig påkjent. Prosedyren rundt pumping kostet 2 timer *pre rigor*-tid. Elektrisk bedøving med 13-15 sekunder stimulering av muskulaturen reduserte *pre rigor*-tiden ytterligere, til ca. 3 timer. Verifisert høyere spenning påvirket ikke pH i muskel mer enn det lavere (variabel) spenning gjorde.

### **Slaktekvalitet**

Siden brudd på ryggrad og blødninger (blodflekker) i muskulaturen kan forekomme i elektrobedøvd fisk, ble det skåret fileter begge dagene.

**Dag 1:** 35 laks ble tatt direkte etter elektrobedøving og avlivet. Elektrobedøveren var stilt inn på 110 V denne dagen. 11 av fiskene ble tatt ut mens spenningen var målt å være minst 90 V, mens 24 ble tatt ut tilfeldig og kan ha da vært utsatt for spenning ned mot 58 V. Undersøkelse av 70 fileter ga som resultat 4 fisk med 1-2 blodflekker på grunn av brukket ryggrad. Det var ingen forskjell mellom gruppene (en av de fire fiskene tilhørte gruppen med sikker høy spenning, de tre andre gruppen med variabel spenning (58-110 V)).

**Dag 2:** Denne dagen var elektrobedøveren innstilt på 75 V (målt variasjon 45-75 V). Laksen (fra samme oppdrett som dagen før) fikk passere slaktelinjen før uttak. Sløyd fisk ble tilfeldig plukket ut på sorteringsbordet i perioden kl. 08:30 - 09:40 (hittil hadde da 3609 fisk blitt slaktet denne dagen). 40 laks ble filetert og evaluert. Det ble funnet 1 blodflekk som trolig skyldtes brudd på ryggraden. All fisk (sløyd vekt 3 - 4 kg) var av særdeles god kvalitet etter kriterier for vurdering av filetkvalitet.

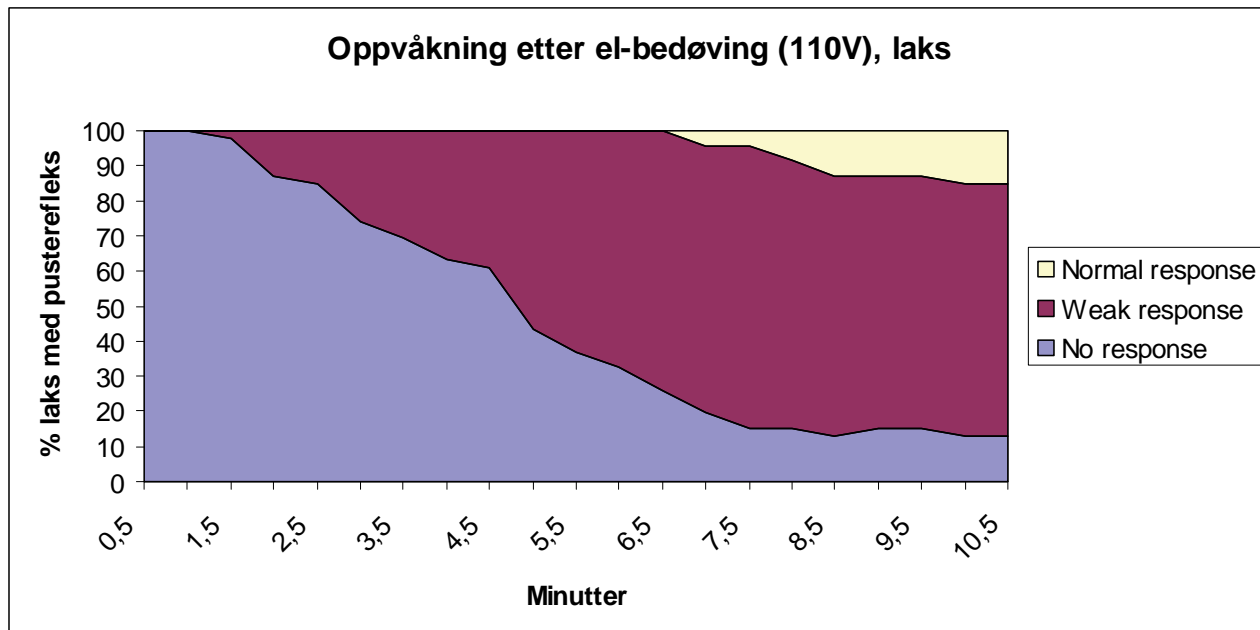
Ut over de nevnte funn kunne vi ikke påvise at elektrobedøvingen hadde påvirket kvaliteten av filetene.

### **Bedøvningskvalitet**

Det ble totalt tatt ut 36 laks for vurdering av bedøvningskvalitet. Alle fiskene ble undersøkt 08.12.09, og var således bedøvd med utstyret innstilt på 110 volt (i praksis varierte spenningen mellom 59 og 110 V avhengig av mengde fisk på båndet). Fiskene ble etter elektrobedøving lagt ubløgget over i et kar med vann og observert gjennom 10 minutter for registrering av tegn på oppvåkning. Under vises kun figurer for pusterefleks og øyerefleks (VOR). Alle fiskene som ble undersøkt var godt bedøvd etter å ha passert elektrobedøveren. Kun to fisk gjenvant både normal øyerefleks og respirasjon (grad 2) i løpet av observasjonsperioden, mens 5 fisk gjenvant normal respons på den ene og svak respons på den andre av disse refleksene innen 10 minutter. Nesten halvparten (15) hadde en periode rykninger i muskulaturen (tendens til kloniske kramper).

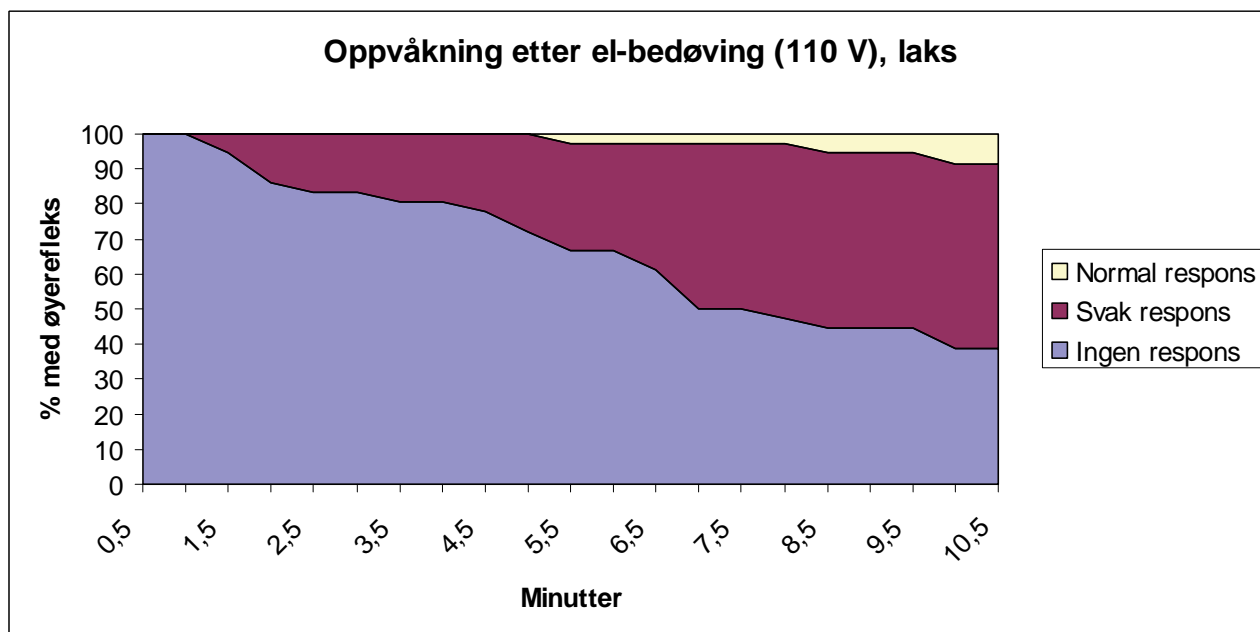
For leseveiledning til figurene som vises i dette avsnittet, henvises det til s. 23, under resultater fra Slakteri A.

#### Pusting:



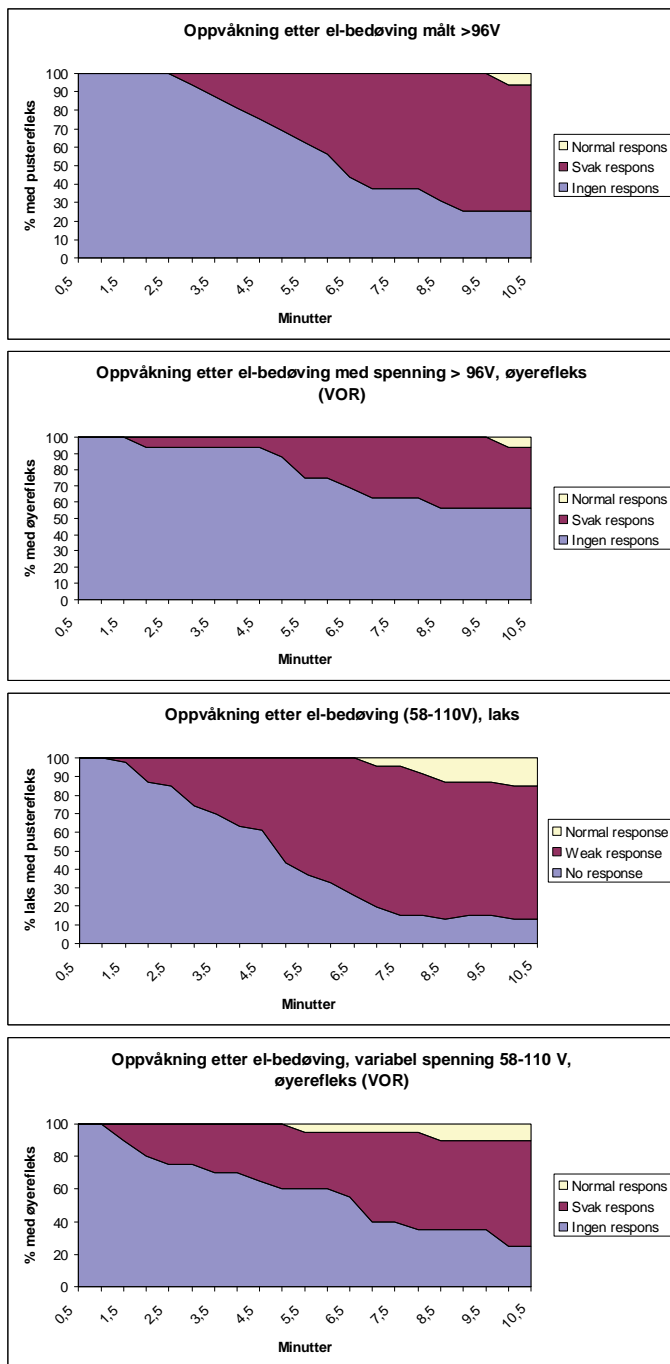
**Figur 40.** Slakteri D. Figuren viser pusting (regelmessige gjelleloksbevegelser) hos elektrobedøvet, ubløgget laks i forhold til tid etter avsluttet bedøving. Normal respons (grad 2) vises i gult, svak respons (grad 1) i rødt og ingen respons (grad 0) i blått. Utvalget omfatter både laks som kom inn i bedøveren med hode eller sporden først. Utstyret var innstilt på 110 V, men utvalget omfatter både fisk der spenning var > 90 V og fisk der spenning kan ha variert ned til 58 V.

#### Øyerefleks (VOR):



**Figur 41.** Slakteri D. Figuren viser øyerefleks (VOR) hos elektrobedøvet, ubløgget laks i forhold til tid etter avsluttet bedøving. Normal respons (grad 2) vises i gult, svak respons (grad 1) i rødt og ingen respons (grad 0) i blått. N=36 laks. Utvalget omfatter både laks som kom inn i bedøveren med hode eller sporden først. Utstyret var innstilt på 110 V, men utvalget omfatter både fisk der spenning var > 90 V og fisk der spenning kan ha variert ned til 58 V.

Hvis vi sammenlikner bedøvingsgrad hos laks som er bedøvd med variabel spenning (58-105 V) med laks bedøvd mens spenningen var bekreftet høy (> 96 V), ser det ut til at varigheten av bedøvelsen er lengre med den høyere spenningen. Noen få fisk gjenvinner normale reflekser (som tyder på bevissthet), og da etter lang tid. Også andelen som gjenvinner svake reflekser er mindre. Materialet er basert på 20 fisk bedøvd med variabel spenning og 16 fisk bedøvd med sikker spenning > 96 V. Halvparten av fiskene i hver gruppe er med hhv hode og spord først.



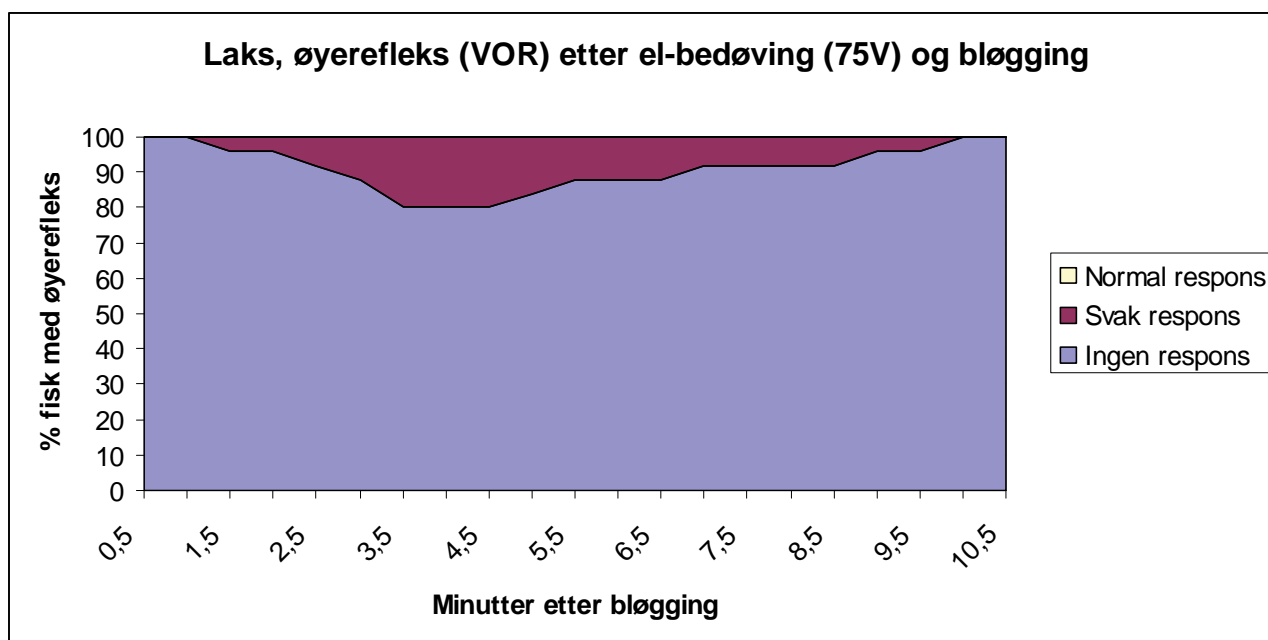
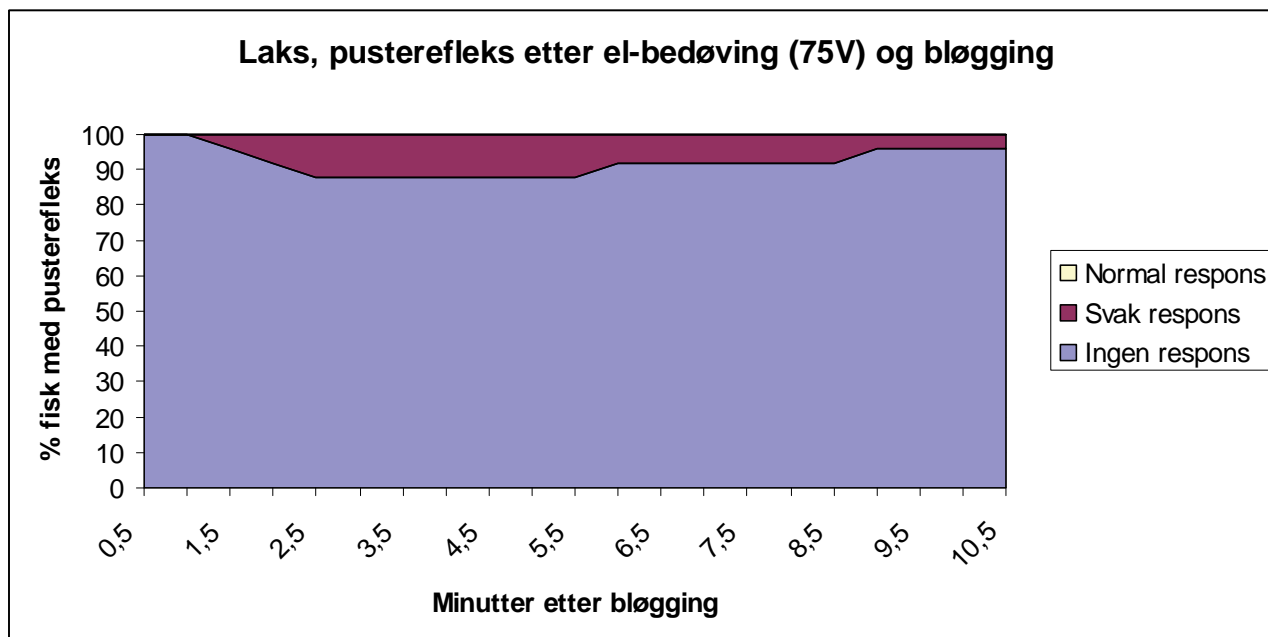
**Figur 42.** Slakteri D. Figuren viser øye- og puserrefleks hos laks som etter el-bedøving er overført til et kar med vann og observert i 10 minutter. Arealet av kurvene visualiserer andel laks uten reflekser (blått), svake reflekser (rødt) og normale reflekser (gult) i forhold til en tidsakse. Materialet er basert på 20 fisk bedøvd med variabel spenning og 16 fisk bedøvd med sikker spenning > 96 V. Halvparten av fiskene i hver gruppe er med hhv hode og spord først. Der spenningen sikkert er høy (> 96 V, de to øverste grafene) er varigheten av bedøvelsen lengre, slik at færre fisk gjenvinner tegn på bevissthet i løpet av 10 minutter, sammenliknet med situasjonen er spenningen varierer mellom 58 og 110 V (de to nederste grafene).



Figurene over bekrefter at el-bedøving, i motsetning til slagbedøving, er en reversibel bedøving, men indikerer også at en økende andel fisk dør av el-bedøving når strømstyrken (som en konsekvens av høyere spenning) øker.

### Oppvåkning etter el-bedøving og bløgging

På dag 2, da anlegget kjørte som normalt med bedøvelsesstrømmen innstilt på 75 V (reelt varierte den mellom 45 og 75 V), ble det tatt ut totalt 15 laks til kontroll etter bedøving og bløgging. Fiskene ble lagt over i et kar med vann og observert i 10 minutter mens tilstedeværelse av livstegn ble registrert. Som det framgår av figurene, gjenvant ingen fisk normale (grad 2) puste- eller øyerefleks, og bare en liten andel svake (grad 1) reflekser. Vel halvparten (8 av 15 fisk) viste imidlertid reaksjon ved berøring av gjellebuer. 5 av 10 fisk viste spontane og rytmiske, men forbigående muskelbevegelser, som ble tolket som kloniske kramper.



**Figur 43.** Slakteri D. Oppvåkning etter el-bedøving (75 V) og bløgging (N= 15 laks) i forhold til tid etter bløgging. Det blå arealet viser andel fisk uten reflekser. Pusting vises på øverste graf, øyerefleks på grafen under.

## Fysiske skader

Det var generelt lite ferske finneskader å se på denne fisken, men en del sår på snutene.

## Diskusjon og konklusjon

Fisken som ble slaktet virket å være i bedre kondisjon enn det vi så ved de andre slakteribesøkene. pH-verdiene viser riktignok at laksen var stresset allerede i merd, men energireservene var ikke nedtappet.

Laksen var godt bedøvd når den kom ut av el-bedøveren. Sammenliknet med utstyr fra samme produsent, men med lavere innstilling på spenningen (59 V), er varigheten av bedøvelsen på dette slakteriet lengre. Vi fant at fisk bedøvd ved bekreftet høy spenning var dypere bedøvd enn fisk bedøvd ved variabel spenning. Høyere spenning gir således økt sikkerhet for at bløgget fisk ikke midlertidig gjenvinner bevissthet under utblødning. Siden fisk ikke er retningsorientert når den går inn i bedøveren, vil fisk som kommer med sporden først utsettes for noen sekunders strømeksponering som ikke gir bevissthetstap. For fisk som kommer med hodet først, er det fortsatt noe usikkert om bevissthetstapet kan defineres som øyeblikkelig med gjeldende elektriske innstillinger, men det går i det minste kortere tid.

Høyere spenning synes ikke å ha forårsaket noe problem med slakteskader. Det må imidlertid tas forbehold om at vi ikke har evaluert utstyret brukt på uthvilt fisk.

Forbedringspunkter for bedøvelsen ved anlegget

- 1) retningsorientere fisken, slik at hodet kommer først inn i bedøveren
- 2) stabilisere spenningen, slik at den blir mindre påvirket av fiskeflyt

## Oppsummering og samlet vurdering av bedøvingsystemene

Slakteriforskriften setter krav om at fisk skal være bedøvd ved bløgging, at bedøvelsen skal skje øyeblikkelig og at den skal vare lenge nok til at fisken dør av blodtapet uten å gjenvinne bevissthet i mellomtiden.

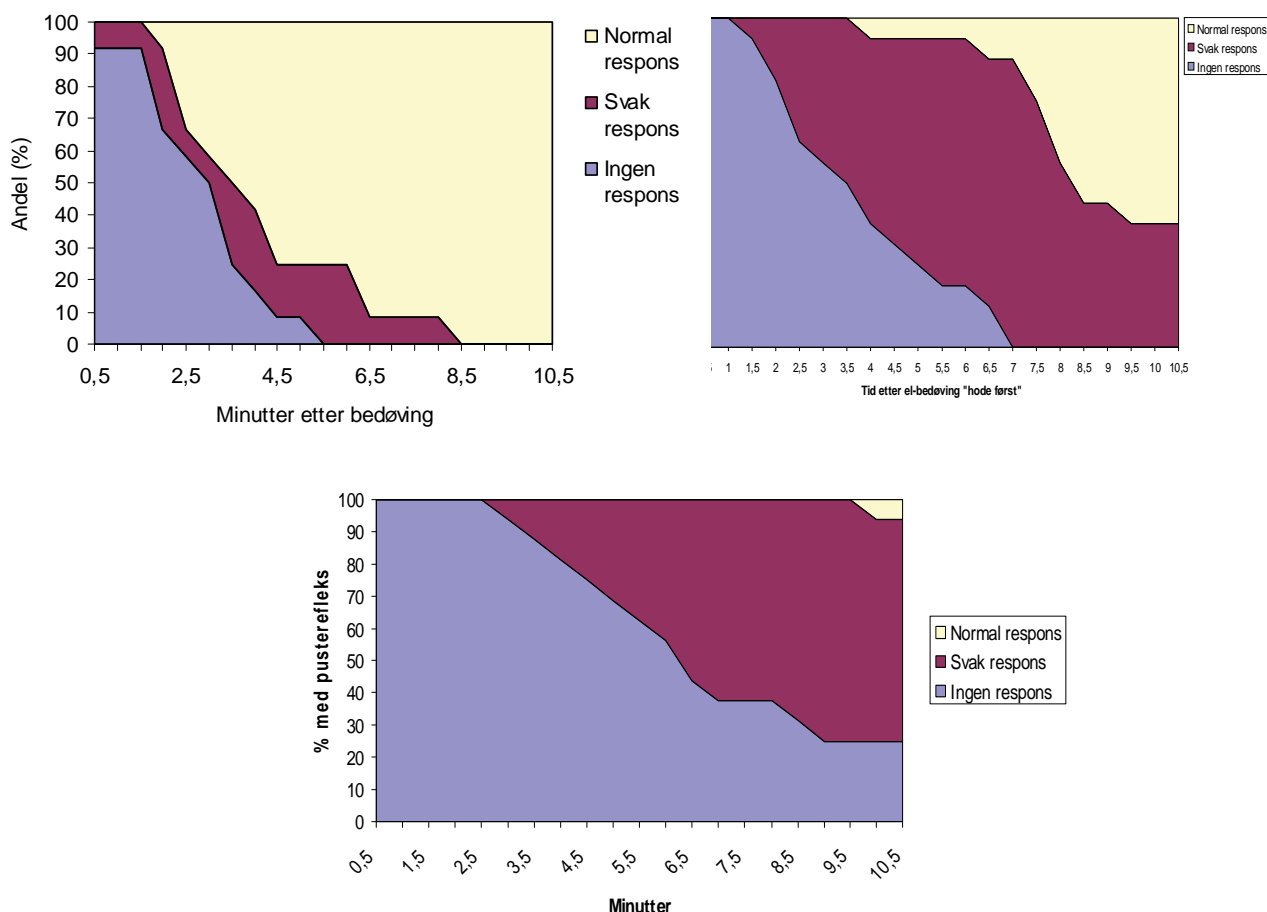
### Elektrobedøving (Stansas)

Samtlige fisk ble bedømt som godt bedøvd når de kom ut av elektrobedøveren. For fisk som kommer baklengs inn i bedøveren tar det åpenbart noe tid før fisken er immobil og bevisstløs. Fisk som kommer forlengs inn, blir straks immobil.

Det er p.t. ufullstendig kunnskap om minste strømstyrke og spesifikasjoner for øvrig som er nødvendig for å forårsake et øyeblikkelig bevissthetstap som varer tilstrekkelig lenge. Det er derfor heftet usikkerhet om spenningen over systemet er høy nok til å gi momentant bevissthetstap også for fisk som kommer forlengs. Kontrollerte laboratorieforsøk med utstyr fra Stansas viser at 110 V gir bevissthetstap innen 0,5 sekunder hos mindre laks (< 1 kg) (Lambooij *et al.*, upubliserte data). Ved innstilling av spenningen på henholdsvis 59, 75 og 110 V viser nye målinger at faktisk spenning under drift varierer med mengden fisk inne i bedøveren samtidig, og kan være betydelig lavere. Produsenten arbeider nå for å stabilisere spenningen, slik at den blir mindre påvirket av mengde fisk inne i bedøveren. Et annet tiltak kunne være å bedre logistikken, dvs. sørge for en jevnere tilflyt av fisk inn til bedøveren. Ingen fullgode løsninger for dette er imidlertid tilgjengelig i dag.

Elektrisk bedøving må prinsipielt anses for å være en reversibel bedøvingsmetode, selv om noen individer utvilsomt dør som følge av strømbehandlingen. I forhold til forskriftskravene er det i seg selv ikke noe problem at bedøvingen er reversibel. Hos varmblodige dyr, som mister bevisstheten innen sekunder (sau) eller opp til noen minutter (storfe) av blodtapet alene, trenger ikke bevissthetstapet etter bedøving vare så lenge. Annerledes er det hos fisk, der laks etter bløgging (uten forutgående bedøving) beholder hjernerrespons i ca. 5 minutter ved 6 °C (Robb *et al.* 2000) og betydelig lenger ved lave temperaturer. Ut fra dette bør bedøvelsen vare minimum 5 minutter pluss tid fra avsluttet bedøving til bløgging er utført. I Stansas elektrobedøver er varigheten av bedøvingen noe kort, spesielt ved de lavere spenningene (59 V) som er brukt. Det er dermed vanskelig å garantere at fisk ikke kan våkne opp under utblødning. Spesielt om fisken er levendekjølt, kan bevissthetstap som følge av blodtap ta lang tid. Kjølning etter bedøving kan på den annen side bidra til å forlenge varigheten av bedøvingen. Det trengs også flere studier av samlet effekt av el-bedøving og bløgging, der det synes å være en synergistisk effekt.

Siden forrige evaluering av utstyr for elektrisk bedøving (Midling *et al.* 2007), har Stansas-utstyret gjennomgått klare forbedringer både når det gjelder bedøvningskvalitet og slakteskader. Figur 44 viser skjematisk utviklingen for varighet av bedøvingen med økende elektrisk spenning, fra 30 V i det tidlige utstyret (forrige evaluering, Midling *et al.* 2007), til 59 V og >96 V i denne evalueringsrunden. Med lavvoltage hadde majoriteten av fiskene våknet opp etter 5 minutter, mens ingen av de undersøkte fiskene har gjenfunnet normale reflekser innen 10 minutter ved bruk av spenning på 96-110 V.



**Figur 44.** Effekt av økende elektrisk spenning på bedøvningskvalitet. Det vises 3 figurer over pusterefleks hos laks i forhold til tid etter avsluttet el-bedøving med Stansas elektrobedøver. Fisken er lagt over i vann uten forutgående bløgging. Gult areal viser andel fisk med normal respirasjon, rødt svak respirasjon og blått opphørt respirasjon. Over til venstre vises resultater med en spenning innstilt på 30 V, over til høyre spenning innstilt på 59 V og under faktisk spenning mellom 96-110 V. N=16 ved hvert anlegg.

En klar fordel med elektrobedøvingen er at denne bedøver all fisk, også de som avviker fra gjennomsnittlig slaktefisk (eksempelvis sei, leppefisk, "laksepinner" og kjønnsmoden laksefisk).

Det ble tidligere rapportert om til dels mye slakteskader ved elektrisk bedøving, men skadefrekvensen (blødninger, ryggbrudd) synes i dag beskjedent til tross for at spenningen er økt mye. Det må imidlertid tas forbehold om at vi bare har fått vurdert utstyret brukt på mer eller mindre utmattet fisk, og at resultatet kunne blitt annerledes med uthvilt fisk.

*Pre rigor*-tiden var til dels meget kort på anleggene som benyttet elektrisk bedøving. Elektrisitet påvirker muskulaturen direkte, og potensiell *pre rigor*-tid vil alltid være kortere med elektrisk bedøving sammenliknet med slagbedøving ved ellers like forhold. Vi må imidlertid ta forbehold om at vi ikke har fått undersøkt hvor mye elektrobedøvingen betyr for reduksjon i *pre rigor*-tid på ustresset laksefisk. I prosjektet om slakting på båt (Midling *et al.* 2008) ble det benyttet andre innstillinger og eksponeringstid

på elektrisiteten, så resultatene derfra (7-8 timer *pre rigor*-tid) er ikke direkte overførbare til dagens utstyr.

## Slagbedøving SI-5

Slagsystemet SI-5 virker meget godt når fisken har jevn størrelse, normal adferdsrespons og teknikken ellers fungerer. Fisk som er godt truffet, vil som hovedregel dø av slaget. Tidligere undersøkelser (Midling *et al.* 2008) viser at SI-5 under slike forhold kan oppnå 98-99 % godt treff, og data tilgjengelig på slakteriene vi besøkte bekrefter at dette er mulig. Under praktisk slakting, slik vi har erfart det, vil det imidlertid kunne være forhold (som dårlig størrelsessortering, syk fisk, kjønnsmodne individer, tekniske problemer med utstyret) som gjør at andelen fisk som trenger et nytt slag øker. Noen av disse faktorene er det selvfølgelig mulig å gjøre noe med, og eventuelle feil kan rettes. I forbindelse med evalueringen har vi ikke fått bedømt utstyret ut fra forutsetningene. Det er grunn til å tro at resultatene fra observasjonene hadde vært annerledes om fisken ikke hadde vært mer eller mindre utmattet på forhånd.

Uansett vil manuell etterkontroll av fisken og lett tilgang på backup-utstyr være nødvendig. Slik er det også på slakterier for landlevende produksjonsdyr, der kontroll av bedøvingen alltid skal utføres og backup-utstyr være tilgjengelig, uansett bedøvingsmetode. Avvikshåndtering er derfor et sentralt punkt.

En viktig dyrevernmessig bekymring ved SI-5 er, slik vi har sett utstyret i bruk, er at fisk som ikke er bedøvd etter å ha passert slagenheten, likevel kan være truffet av bløggekniven og snittet kan dessuten ha truffet feil. Upreis stikking kan synes å være mer utbredt enn dårlig slag. Så lenge fisken er truffet av slagbolten på rett sted og med nok kraft, vil den sannsynligvis dø av slaget uavhengig av om den bløgges. Dårlig/ikke bløgging er imidlertid et potensielt kvalitetsproblem, om det da ikke oppdages på kontrollbordet.

SI-5 slagsystemet bedøver/avliver ikke fisk som avviker mye i størrelse eller fasong fra normal slaktefisk. Det må etableres særskilte systemer/rutiner for dyrevelferdsmessig forsvarlig behandling av avvikende fisk som følger med slaktefisken inn til slakteriet.

*Pre rigor*-tiden påvirkes ikke av slagbedøvingen i seg selv. *Pre rigor*-tiden avgjøres av behandlingen av fisken før bedøvingstidspunktet (i utgangspunktet frisk fisk som transporteres, trenges og pumpes skånsomt). God behandling av fisk i alle ledd vil bidra til god funksjon av SI-5-bedøvingen og et potensial for meget lang *pre rigor*-tid.

## Samlet vurdering

Ved alle anleggene vi besøkte ble det slaktet fisk som var mer eller mindre utmattet av sykdom eller trengning/pumping. Det tas derfor forbehold om at resultatene når det gjelder bedøvingskvalitet og *pre rigor*-tid samt andre kvalitetsforhold ikke kan generaliseres.

Bedøvingskvaliteten og øvrige forhold ved de to ulike systemene slik de framsto ved evalueringen, er forenklet oppsummert i tabell 2. Nødvendige forbehold og en mer nyansert framstilling er gitt i teksten.

Tabell 2. Oppsummering av bedøvingskvalitet for SI-5 slagmaskin og Stansas elektrobedøver, vurdert ut fra undersøkelser ved fire anlegg.

	Elektrobedøver fra Stansas	Slagmaskin SI-5
Blir alle fiskene bedøvd?	Ja	Nei
Skjer bedøvelsen momentant?	Nei	Ja
Varer bedøvelsen > 5 min?	Ved høy volt: Ja Ved lavere volt: Nei	Ja
Gir bedøvingen skader i filet?	Lite	Nei
Robusthet mhp. variasjon i slaktefisk	Høy	Lav
Potensial for lang <i>pre rigor</i> -tid?	Nei	Ja
Krav til teknisk kyndighet?	Moderat	Høy
Krav til vedlikehold?	Moderat	Høy

Dersom slakteriet vektlegger lang *pre rigor*-tid, er elektrobedøving lite egnet. Et slagsystem vil da være valget. For at SI-5 skal fungere som forutsatt, krever dette god teknisk kompetanse hos ansatte og at fisken har noenlunde jevn størrelse og viser normale adferdsresponsen i adferdskaret. Fisken bør derfor være frisk og behandles skånsomt før slakting. Dette følger opp næringens mål for alt fiskeoppdrett: God fiskehelse og -velferd i alle ledd.

Slakterier som mottar variabel fisk eller av andre grunner ikke kan fylle forutsetningene over, eller hvis kort *pre rigor*-tid ikke har betydning, vil trolig få en mer robust bedøvingsmetode om man velger Stansas elektrobedøving. Frekvensen av slakteskader har vært lav ved de anlegg vi har evaluert. Forhold som i dag er ankepunkter med hensyn på fiskevelferd (retningsstyring, elektrisk spenning), vil trolig kunne løses innen kort tid.

## Kunnskapsbehov

Etter denne evalueringsrunden står vi fortsatt igjen med viktige, ubesvarte spørsmål.

- Hvordan fungerer elektrobedøving på uthvilt fisk?
- Påvirkes bedøvingsdybde og/eller forekomst av slakteskader etter elektrisk bedøving av fiskens kondisjon/tilstand?
- Hvordan fungerer SI-5 ved slakting der forutsetningene er til stede (størrelsessortert, frisk og skånsomt behandlet)?

Det finnes dessuten andre utviklere av elektrisk bedøving for slaktefisk der utstyret ikke er i bruk i Norge og derfor ikke har vært gjenstand for evaluering.

Prosjektgruppa håper å kunne bygge opp en forsøksrigg med aktuelt bedøvingsutstyr montert parallelt for å kunne sammenlikne utstyr under ellers like betingelser. Prosjektgruppa ønsker også å evaluere SI-5 som nå er montert om bord på båt og brukes i storskala slakting av fisk direkte fra oppdrettsmerd.

## Forutsetninger, kontroll- og sjekkpunkter

I det følgende gjengis forutsetninger for ideelt bruk av utstyr, forventede reaksjoner hos fisken, samt anbefalte kontroll- og sjekkpunkter.

### Spesielle for elektrisk bedøving, utstyr Stansas, Seaside

Ved elektrisk bedøving bør fiskens hode være i kontakt med strømførende utstyr i det øyeblikk fisken utsettes for strøm, for å sikre at strøm passerer hjernen med en gang. Slik Stansas bedøvingsutstyr i dag fungerer, må fisken derfor komme med hodet først inn i bedøveren. Det er dermed nødvendig å etablere en ordning for å retningsstyre fisken.

Ved kontakt med strømmen skal fisken øyeblikkelig gå i tonisk krampe (bli stiv) og miste gjellelokksbevegelser. Utspiling av gjellelokk ses ofte initialt, uten at vi vet om dette har sammenheng med (for lav) strømfyrke. Ofte ses nedrulling av øyet og bevegelse av øyet de første sekundene under strømeksposering. Vi vet ikke sikkert om dette indikerer bevissthet.

Hvis strømfyrking varer over noen tid, slik som med utstyret fra Stansas, ses sjelden kloniske kramper etter at strømeksposeringen er avsluttet. Etter kortere tids strømeksposering, er kloniske kramper normalt. Disse kan være vanskelig å skille fra sprelling hos en bevisst fisk.

Når fisken kommer ut av bedøveren, bør den være slapp, uten egenbevegelse (et slag med sporden kan aksepteres) og uten respirasjon og øyerefleks (VOR).

Utstyret bør ha måler som viser strømfyrke (A, ampere) og spenning (V, volt). Målerne må vise verdier som er i overensstemmelse med det som er nødvendig for øyeblikkelig bevissthetstap.

Fisken må bløgges uten unødig opphold etter avsluttet bedøving. Fisk må ikke sendes inn i bedøveren hvis det er "kø" fram til bløggestedet.

Polene i det elektriske systemet må holdes fri for slim og galvanisk belegg.

## **Spesielle for slagbedøving, SI-5**

Fisk som skal bedøves med et adferdsbasert utstyr må ha sin reaksjonsevne intakt. Fisken bør derfor være skånsomt behandlet i alle ledd fra oppdrettsmerd fram til bedøvingsstedet.

Ved kontroll av fisk i adferdskaret må fisken ha normal svømmeevne. Dersom en andel av fiskene ligger på siden eller flyter opp ned, må det være personell tilstede som sørger for at fisk styres rett vei inn i slagenheten. Dersom høy fisketetthet i adferdskaret er nødvendig for å få fisken til å søke ut, tyder dette på at fisken er svekket.

Standardutstyret er neppe egnet for bedøving av stor, kjønnsmoden fisk.

Fiskens størrelse bør være mest mulig jevn for hver rigg. Standardutstyret er ikke egnet for (mangler innstillingsmulighet) for fisk under 1 kg eller over 8 kg. Slik fisk bør sorteres fra og behandlet særskilt.

Det må finnes backup-utstyr for slag og bløgging på kontrollbordet, som må ha tilstrekkelig bemanning.

Dersom det stadig kommer fisk som ikke er bedøvd av slagmaskinen, bør det vurderes å koble fra bløggeenheten slik at bevisst fisk ikke blir knivstukket.

Når det slaktes svak fisk er det trolig nødvendig å øke bemanningen for å sikre akseptabel fiskevelferd.

Slaget skal være kraftig nok til å forårsake øyeblikkelig død eller et varig (irreversibelt) bevissthetstap, slik at fisk ikke risikerer å midlertidig gjenvinne bevissthet før den dør av blodtapet. Dette synes ekstra viktig siden våre resultater fra felt tyder på at presisjonen av bløggesnittet i den automatiske bløggeenheten kan være variabel.

## Kritiske kontrollpunkter ved fiskeslakterier

De følgende punkter er ment å kunne brukes som en sjekkliste for fiskevelferd i slakterier som en del av et system for internkontroll og av Mattilsynets inspektører.

### Ventemerd

Forholdene i ventemerd skal tilsvare forholdene under en ordinær oppdrettssituasjon, med den forskjell at det ikke føres. Tetthet og vannkvalitet skal ikke avvike fra en oppdrettssituasjon. Høy frekvens av fisk med synlige skader, død fisk, luseangrep mv. kan betinge kontakt med leverandør eller transportør.

Er forholdene i overensstemmelse med god praksis i oppdrett?  
Svømmer fisken rolig?

### Slaktemerd

Ventemerden går over til å bli en slaktemerd når slakting forberedes, oftest ved at trengning påbegynnes. Spesielt ved høye vanntemperaturer bør oksygenmetningen sjekkes. Akseptabel oksygenmetning er minimum 70-80 % metning.

Finnes utstyr for måling av oksygenmetning lett tilgjengelig?  
Finnes utstyr for oksygenering?  
Hvilke kriterier benyttes for å iverksette oksygenering?

### Trengning

Trengningsgrad og tiden fisken holdes trengt, har stor betydning for fiskens velferd. Hard og/eller langvarig trengning vil utmatte fisken og redusere produktkvaliteten. Hva som er nødvendig tetthet kan variere med trengningsmetode. Plassering av og utforming av innløp til pumpe har også betydning for hvor mye det er nødvendig å trengne fisken for å få den ut. Langvarig stress kan føre til slimtap og deretter skjelltap. Blå/grønn farge på fisken tyder på at den har vært stresset.

Hvilken metode/utstyr brukes for å trengne fisken?  
Hvor lenge holdes fisk trengt?  
Kan fisk bli trengt flere ganger?  
Dannes det områder med grunt vann eller lommer i nettet der fisk kan gå seg fast?  
Føres det tilsyn under trengning (personell på brygga)?  
Er det forskjell i farge på fisken i begynnelsen og slutten av et orkast?

Fiskens adferd og antall ryggfinner i overflaten og antall blanke fiskesider som er synlig, kan gi et mål for trengningsgrad:

Nivå 1 (Mål): Fisken svømmer rolig, men ikke nødvendigvis i samme retning. Ingen ryggfinner bryter vannflaten, ingen hvite sider å se.

Nivå 2 (Godt): Normal svømmeaktivitet ved inntak til pumpen. Få ryggfinner bryter overflaten, ingen hvite sider å se.

Nivå 3 (Uønsket): Oppjaget adferd med hektisk svømming i forskjellig retning. Mer enn 20 ryggfinner bryter overflaten, noen hvite sider synlig mesteparten av tiden.

Nivå 4 (Uakseptabelt): Svært høy aktivitet med svømming i alle retninger, pusting i overflaten. Avtagende aktivitet over tid pga utmattelse. Mange ryggfinner og hvite sider i hele avkastet. Ikke mulig å holde jevn pumperate.

Nivå 5 (Ekstrem trengning): Fisken er utmattet og dør om den ikke gis mer plass. Mange fisk flyter på siden.



**Figur 45.** Figuren gir eksempler på ulike grader av trengning, nivå 1 (øverst til venstre), nivå 2 (øverst til høyre), nivå 3 (midten til venstre), nivå 4 (midten til høyre) og nivå 5 (nederst).

## Pumpe og rørsystemer

Generelt er hevertpumper (Mammut) mer skånsomme enn vakuumpumper, og doble vakuumpumper mer skånsomme enn enkle (jevne sug). Løftehøyden på sugesiden (vakuumsiden, inn til pumpa) bør være så lav som mulig, mens høyden fisken "dyttes" opp (trykksiden) har trolig mindre betydning. Pumpa bør derfor stå nær vannflaten (flytebrygge i områder med stor forskjell på flo og fjære). Vindu i pumpa gjør det mulig å observere fisken, men lys kan påvirke fiskens adferd ugunstig.

Antall meter rør fisken går gjennom (og rørdimensjon) har betydning for oksygeninnholdet i vannet. En tommelfingerregel er at laksefisk forbruker oksygenet i 0,5 liter vann per kg fisk per minutt. Det er viktig at rørgangene er glatte innvendig, vær obs på utforming av skjøter. Sjekk gjerne åpne rørdeler (som for eksempel brukes til pumping fra brønnbåten). Finnes skarpe flenser der, er sannsynligheten stor for at tilsvarende kan finnes inne i rør som er i bruk. Ferske oppflisete finner på fisken kan tyde på at det finnes skarpe kanter i rør/pumpe. Bendene på røret bør ha stor vinkel, vinkler på 90° bør unngås. Krappe svinger kan gi opphav til sår på snuten og slagskader ("blåmerker") i muskelen.



Hva slags pumpe benyttes?  
Hvor er pumpen plassert?  
For vakuumpumper: løftehøyde på henholdsvis suge- og trykksiden?  
Er tilgjengelige rør glatte på innsiden?  
Er skjøter lagt riktig i forhold til fiskens bevegelsesretning i røret?  
Er det mye ferske finneskader og/eller ferske sår på snuter (se på avlivet fisk)?  
Rapporterer kunder/skjæreeavdeling om slagskader ("bruises") i filet?  
Ses fisk med klemskader (som kan tyde på dårlige lukkemekanismer i pumpe)?

## Våthåv

Ved bruk av våthåv må en sørge for at det er godt med vann i håven og at biomassen ikke er for stor slik at en unngår friksjon mellom fisk og trykkbelastninger.

## Avsiling (og eventuell sortering)

Opphold ute av vann er stressende for fisk. Oppholdstiden i luft bør derfor være kortest mulig. 90° vinkler der levende fisk passerer, bør unngås. Sjekk også farten til fisken gjennom slike passasjer. Fisken må ikke ha så stor fart at den slenges mot veggen.

Antall meter og sekunder fisk er ute av vann?  
Antall passeringer med krappe (90°) vinkler?  
Slås fisk mot kanter, vegger eller andre hindringer i avsiling/sortering før bedøving?

## Eventuell levendekjøling

I og med at en stor andel av vannet i en levendekjølingstank i praksis må resirkuleres, innbærer dette etter hvert redusert vannkvalitet i tanken. En får opphoping av karbondioksid som senker pH i vannet, og opphopning av totalt ammonium, organisk materiale og andre komponenter. Vannet blir mindre klart og ofte rødlig, noe som en antar skriver seg fra blod (for eksempel blødning fra gjeller eller fra skader på kroppen). Skumming kan forkomme, trolig som en følge av slimtap fra fisken (glykoproteiner) som øker ved stress. Oksygen tilsettes, og oksygenmetningen må ikke synke under 70-80 %. Vanntemperaturen må ikke bli lavere enn -0,5 °C for laks. Dersom vanntemperaturen er lavere enn rundt -1,5 °C, kan laksen dø av kuldesjokk. Regnbueørret er mer sensitiv for lave sjøtemperaturer enn laks og får problemer ved +0,5 °C. Sterk aktivitet der fisken kommer inn i levendekjølingstanken kan skyldes temperatursjokk (stort temperaturfall fra det vannmiljøet fisken kommer fra) eller lavt oksygennivå. Hvis det tilsettes CO<sub>2</sub> kan adferdsreaksjoner også skyldes CO<sub>2</sub>/lav pH.

Levendekjølig anses som en sedasjonsmetode, ingen bedøvingsmetode. Den må derfor kombineres med en bedøvingsmetode før bløgging. En skal være oppmerksom på at fisk som er levendekjølt vil ha langsomme responser og spesielt øyereflekser (vestibulooklærrefleks) kan være trege og vanskelige å se.

Hvordan reagerer fisken når den kommer inn i tanken (grad av uro)?  
Hva er temperaturen der fisken kom fra (slaktemerd/brønnbåt)?  
Hva er temperaturen i levendekjølingstanken?  
Hva er pH i vannet?  
Hvis det tilsettes CO<sub>2</sub>, hvor mye og hvordan reguleres det?  
Hva er oksygenmetningen (mål både ved innløp og utløp)?  
Hvor lang er oppholdstiden for fisken?  
Grad av skumming?  
Grad av rødfarging av vannet?

## Bedøvingsutstyr generelt

Alt bedøvingsutstyr behøver riktig montering og vedlikehold for å virke som forutsatt. Ofte kan ujevn tilførsel av fisk påvirke utstyrets funksjon/kapasitet. Bedøvingen bør ses i sammenheng med utforming av slaktelinjen for øvrig.

Hvilken bedøvingmetode benyttes?  
Hvordan styres fiskeflyten (mengden fisk inn) til bedøving?  
Er fiskeflyten jevn?

Er det god kommunikasjon mellom den som styrer innpumping og den som har ansvar for bedøving/bløgging?  
Hvordan er vedlikeholdsrutiner for utstyr?  
Føres loggbok over vedlikeholdet om hva som gjøres når og av hvem?

### Spesielt for elektrisk bedøving

Det kan være vanskelig å skille elektrobedøving fra elektroimmobilisering (dvs. lammet, men bevisst fisk). Det er derfor viktig at innstillinger i skapet er i tråd med leverandørens anbefalinger, som igjen bør være i tråd med etablert kunnskap (forskningsresultater). Mangelfull rengjøring kan øke motstanden (resistansen) i systemet og dermed redusere strømmengden fisken eksponeres for. Elektrobedøving er vanligvis reversibel, slik at fisken vil kunne våkne opp etter noen minutter om den ikke bløgges straks. Vær oppmerksom på at forutgående levendekjøling vil gjøre det ekstra vanskelig å vurdere reflekser.

Er innstillinger i henhold til utstyrsleverandørens anvisninger?  
Kan fisken få strøm uten at strømmen passerer hodet?  
Blir fisken straks immobil i møte med strøm?  
Er elektrodene fri for belegg?  
Tid med strømeksponeering?  
Bløgges fisken straks etter avsluttet bedøving?

### Spesielt for slagbedøving med SI-5

Systemet baserer seg på å utnytte normale adferdsresponsen ved at fisken aktivt søker ut av et mørkt kar mot vannstrøm (og lys) og dermed havner i rennen som fører til slagmaskinen. Hvis fisken av ulike årsaker er påkjent, er det ikke sikkert fisken orienterer seg riktig. Kanskje forholder den seg rolig ved innløpet og må tvinges i retning utløpet ved å øke fisketettheten i karet, eller den dras passivt med sammen med annen fisk, kanskje med buken opp eller baklengs. I slike tilfeller må fisken "mates" manuelt ut av adferdskaret. For å vurdere fiskens tilstand, og behovet for "hjelp", kan man begynne med å ta en titt på orienteringen av fisk som kommer ut av slagmaskinen. Man kan også undersøke merke etter slag og stikk, samt vurdere andel fisk som behøver backup med manuelt operert slagmaskin. (Maskinen har gjerne et telleverk som kan brukes når man beregner andel avvik.) Deretter kan man eventuelt trekke til side gummimatten over adferdskaret og se på fiskens adferd.

Etter/under bedøving:

Kommer all fisk riktig vei ut på observasjonsbordet etter å ha passert SI-5 slag/bløgg?  
Andel fisk som spreller?  
Er slagmerkene plassert riktig?  
Andel fisk uten slagmerke eller på feil sted?  
Blir fisken snudd som den skal (hvis automatisk bløgging)?  
Er bløggesnittene presise og rett plassert?  
Kiler fisk seg ofte fast i maskinen, og hvordan håndteres dette?

Adferdskaret:

Hvordan ser fisken ut?  
Fisketetthet i adferdskaret?  
Andel fisk som ikke har balanse?  
Svømmer fisken selv ut, riktig orientert?  
Hvis ikke, hvordan er vannstanden?

### Observasjons- eller bløggbord

Ligger fisken rolig?  
Er det bevegelser, og er i så fall disse kloniske kramper eller sprelling hos en bevisst fisk?  
Observeres pusting og/eller øyereflekser?  
Reagerer fisken på bløgging eller annen håndtering?  
Andel ikke-bedøvede fisk?  
Finnes backup-utstyr som fungerer?  
Tilpasses flyten av fisk fram til bløgging og bemanningen der?  
Passerer ubedøvd eller ubløgget fisk til utblødningstank?  
Hvordan sikres det at dette ikke skjer?  
For SI-5 med automatisk bløgging: Andel fisk med bløggesnitt i nakken eller bakpart?

## Utblødningstank

Observeres svømmeaktivitet i utblødningstanken?

## Etter utblødningstank

Er det tegn til liv (pustebevegelser, øyebevegelser) på transportbånd før sløyemaskin?  
Finnes utstyr for å eventuelt avlive fisk (jernrør eller lignende) tilgjengelig for personell som styrer sløyemaskin?

## Kvalitet

Kortere *pre rigor*-tid (til "tail drop" 60) enn 24 timer ved islagring etter slagbedøving viser at fisken har vært utsatt for håndteringsstress. Vanlig *pre rigor*-tid for fisk tatt direkte fra slaktemerd i Norge er ca. halvparten av dette. Elektrobødøving fører (pga direkte påvirkning av muskel) til redusert *pre rigor*-tid. Dersom fisken er totalt utmattet ved avliving vil rigor starte allerede etter ca 2 timer.

Kjenner bedriften tid til *rigor mortis* inntreffer, og hva er denne?  
Nedgradering pga ytre (sår, kjevebrudd) og indre (ryggbrudd, blødninger) skader?  
Reklamasjoner fra kunder pga skader (blødninger og lignende)?

## Behandling av annen fisk

Selv der det er gode rutiner for å behandle slaktefisken skånsomt, smitter ikke alltid denne adferden over til å omfatte fisk generelt. Ta en titt på gulvet og i oppsamlingskar for frasortert fisk.

Hva skjer med gulvfisk som spreller?  
Hvordan håndteres sei, leppefisk, slaktefisk med misdannelser og annen 'verdiløs' fisk?  
Avlives fisk som sorteres fra på båndet?

## Rutiner ved pauser

Ved noen anlegg går produksjonen hele tiden (ansatte har ikke pauser samtidig), mens ved andre anlegg er det felles pauser. I tilfelle stopp i slaktingen, bør det ikke stå fisk igjen i rør eller sterkt trengt i slaktemerd. Fisk i slaktemerden vil få ekstra tid trengt, som vil bidra til å utmatte fisken. Fisk som står i rør med vann, kan dø pga oksygenmangel. Oksygenforbruket for en laks tilsvarer ca. 0,5 liter vann per kg laks per minutt. Fisk som ligger igjen på steder uten vann, vil dø av kvelning.

Tømmes rør for fisk før pauser?  
Er det mulig å evakuere rør ved driftsstopp?  
Tilpasses pauser i forhold til orkast?

## Opplæring

Opplæring er viktig av flere grunner: For å legge grunnlaget for gode holdninger gjennom forståelse for fisk som et levende dyr, for å vite hvilke tegn en skal se etter for å vurdere stress og bedøvningsgrad hos fisk, for å betjene og vedlikeholde utstyr riktig og reagere på avvik, og for å kunne rette eventuelle feil.

Har ansatte som kommer i kontakt med levende fisk gjennomgått kompetansekurs som omfatter fiskevelferd?  
Har alle som betjener utstyr som kan påvirke levende fisk (bedøvningsutstyr m.v.) opplæring i bruk av utstyret?  
Er de i stand til å oppdage avvik, for eksempel: Kjent med tegn på dårlig bedøvelse?  
Har et tilstrekkelig antall personer opplæring i vedlikehold og eventuelt reparasjon av utstyret?  
Er slike personer alltid til stede på slakteriet under slakting?

## Kommentarer til sjekklisten

I første omgang er sjekklisten kun ment som et redskap for å kartlegge fiskevelferden på anlegget og få oversikt over eventuelle forbedringspunkter. Sjekklisten vil på sikt kunne videreutvikles til et fullverdig kontrollsystem med klare kriterier for hva som er henholdsvis bra eller uakseptabelt. Som en første start kunne det lages et skjema der hvert spørsmål besvares med et kryss i en av tre fargede kolonner: Grønt

(bra, tiltak ikke nødvendig), gult (akseptabelt, men kan forbedres, tiltak anbefales eller blir nødvendig på sikt) eller rødt (uakseptabelt, tiltak bør iverksettes straks).

## Referanser

Forskrift om slakterier og tilvirkingsanlegg for akvakulturdyr. <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20061030-1250.html>

Forskrift om dyrevern i slakterier <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19950828-0775.html>

Kestin SC, Wotton SB, Adams S. 1995. The effect of CO<sub>2</sub>, concussion or electrical stunning of rainbow trout on fish welfare. In: Quality in aquaculture, K. Scheire, L. Apselagh and H. Jonkeere (Eds.) International Conference Aquaculture Europe '95, Trondheim, Norway, pp 380-381.

Kestin SC, van der Vis LW, Robb DHF. 2002. Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun them. *Veterinary Record*; 150: 302-307.

Midling KØ, Akse L, Mejdell C, Tobiassen T, Sæther BS, Aas K. 2007. Evaluering av elektrisk bedøvelse til oppdrettsfisk. Rapport fra Fiskeriforskning mars 2007 på oppdrag fra FHF's program: "Industriell norm for etisk slaktning og pre-rigor bearbeiding". 46 sider.

[http://www.fiskerifond.no/index.php?current\\_page=index&lang=no&id=375](http://www.fiskerifond.no/index.php?current_page=index&lang=no&id=375)

Midling KØ, Mejdell C, Olsen SH, Tobiassen T, Aas-Hansen Ø, Aas K, Harris S, Oppedal K, Femsteinevik Å. Slaktning av oppdrettslaks på båt, direkte fra oppdrettsmerd. Nofima rapport 6, 2008. 59s.

[http://www.fiskeriforskning.no/nofima/publikasjoner/rapporter/slaktning\\_av\\_oppdrettslaks\\_p\\_b\\_t\\_direkte\\_fra\\_oppdrettsmerd](http://www.fiskeriforskning.no/nofima/publikasjoner/rapporter/slaktning_av_oppdrettslaks_p_b_t_direkte_fra_oppdrettsmerd)

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. *The veterinary record*. 147, 298-303.

Roth B. 2003. Electric Stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Thesis. University of Bergen, Norway.

Roth B. 2006. Evaluation of the electrical stunner Stansas #01 and its ability to stun Atlantic salmon (*Salmo salar*). Industrial report, University of Bergen.

Tolo E, Haga AH, Alvseike O. 2005. Elektrisk bedøving av slaktedyr med hovedvekt på bedøving av gris og sau. *Norsk Veterinærtidsskrift*, nr 6, 465-473.

Van de Vis H, Kestin S, Robb D, Oehlenschläger J, Lambooj B, Münkner W, Kuhlmann H, Kloosterboer K, Tejada M, Huidobro A, Otterå H, Roth B, Sørensen NK, Akse L, Byrne H, Nesvadba P. 2003. Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture Research* 34, 211-220.

## Deltakere på prosjektet

### Prosjektgruppa

**Mejdell, Cecilie Marie.** Veterinær, dr.scient. Forsker ved Veterinærinstituttet i Oslo. Arbeidsfeltet er forskning samt rådgiving overfor myndighetene vedrørende dyrevelferd, både landlevende og akvatiske dyr. Har arbeidet mye med forsvarlig bedøving og avliving. Ingen økonomiske eller personlige bindinger til oppdretts-/slakterinæringen eller leverandører av utstyr til slakteriene.

**Midling, Kjell Ø.** Fiskeribiolog, cand. scient. Seniorforsker ved Nofima Marin i Tromsø. Arbeidsfeltet er atferd hos fisk særlig knyttet til fangstbasert akvakultur, slakteprosesser hos oppdrettsfisk og hvordan dette påvirker kvalitet og velferd. Jobber også med teknologisk innovasjon og er oppfinner av blant annet patentert merd- og fôringsutstyr. Har ingen økonomiske bindinger til fiskeri- eller havbruksnæringen. Har i ti år fulgt utviklingen av SI-5 systemet nøye også gjennom prosjektarbeid under utenlandsopphold i Australia og regner systemets eier, Bruce Goodrick som en god venn.

**Erikson, Ulf.** Biokjemiker, dr.ing. Arbeidssted SINTEF Fiskeri og havbruk i Trondheim. Arbeidsfelt er relatert til håndtering av fisk fra merd til forbruker, herunder stress, dyrevelferd, produktkvalitet og måleteknikk. Har også jobbet som konsulent for oppdrettsnæringen innenfor de samme tema. Ingen økonomiske eller personlige bindinger til oppdretts-/slakterinæringen eller leverandører av utstyr til slakteriene.

**Slinde, Erik.** Dr. philos. Seniorforsker ved Havforskningsinstituttet og professor II ved Universitetet for miljø og biovitenskap på Ås. Har en lang rekke vitenskapelige publikasjoner om biokjemiske forhold knyttet til mat. Arbeider hovedsakelig med kvalitet på mat fra landlevende og akvatiske dyr, og er spesielt interessert i forholdene som har med det å berolige, bedøve og avlive dyr. Patentsøknad om metode for bruk av CO ved slakting av dyr (oppfinner E. Slinde (Havforskningsinstituttet), O. Sørheim (Nofima Mat), M. Hunt (Kansas Stat University, USA). Patentsøknaden er frembrakt i arbeidsforhold og forvaltes av Bioparken AS (kommersialiseringsenhet for Universitetsmiljøene på ÅS) på vegne av institusjonene og oppfinnerne. For øvrig ingen økonomiske eller personlige bindinger til oppdretts-/slakterinæringen.

**Evensen, Tor H.** Tekniker ved Nofima Marin, Tromsø. Arbeider med nasjonale og internasjonale prosjekter innen velferd. Prosjektene omfatter hele fiskens livsløp. Har ingen økonomiske eller personlige bindinger til oppdretts-/slakterinæringen.

### Andre involverte

Prosjektgruppa ønsker å takke Frode H. Kjølås (utvikler av Stansas elektrobedøver), Bruce Goodrick (utvikler av SI-5), Sture Utheim (representant for Stranda Prolog AS), ledelse og ansatte ved de besøkte slakteriene samt sentrale og lokale representanter for Mattilsynet for hjelp med tilrettelegging og praktisk bistand under evalueringene. Vi vil også takke forsker Torbjørn Tobiassen ved Nofima Marin i Tromsø for hjelp til bearbeiding av data.

### Finansiering

Prosjektet er i sin helhet finansiert over Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF). Roy Robertsen har vært koordinator for prosjektet.







Veterinærinstituttet er et nasjonalt forskningsinstitutt innen dyrehelse, fiskehelse, mattrygghet og dyrevelferd med uavhengig forvaltningsstøtte til departementer og myndigheter som primæroppgave. Beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger er de viktigste virksomhetsområdene.

Veterinærinstituttet har hovedlaboratorium i Oslo og regionale laboratorier i Sandnes, Bergen, Trondheim, Harstad og Tromsø, med til sammen ca. 350 ansatte.

[www.vetinst.no](http://www.vetinst.no)

#### Tromsø

Stakkevollvn. 23 b · 9010 Tromsø  
9010 Tromsø  
t 77 61 92 30 · f 77 69 49 11  
[vitr@vetinst.no](mailto:vitr@vetinst.no)

#### Harstad

Havnegata 4 · 9404 Harstad  
9480 Harstad  
t 77 04 15 50 · f 77 04 15 51  
[vih@vetinst.no](mailto:vih@vetinst.no)

#### Bergen

Bontelabo 8 b · 5003 Bergen  
Pb 1263 Sentrum · 5811 Bergen  
t 55 36 38 38 · f 55 32 18 80  
[post.vib@vetinst.no](mailto:post.vib@vetinst.no)

#### Sandnes

Kyrkjevev. 334 · 4325 Sandnes  
Pb 295 · 4303 Sandnes  
t 51 60 35 40 · f 51 60 35 41  
[vis@vetinst.no](mailto:vis@vetinst.no)

#### Trondheim

Tungasletta 2 · 7047 Trondheim  
7485 Trondheim  
t 73 58 07 27 · f 73 58 07 88  
[vit@vetinst.no](mailto:vit@vetinst.no)

#### Oslo

Ullevålsveien 68 · 0454 Oslo  
Pb 750 Semtrum · 0106 Oslo  
t 23 21 60 00 · f 23 21 60 01  
[post@vetinst.no](mailto:post@vetinst.no)

