

## **Elektrisk bedøving av rensefisk med strøm på slakteri**

Bjørn Roth (Nofima) og Atle Foss (Akvaplan Niva)





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 390 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1433 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sunnalsøra:**

Sjølsengvegen 22  
NO-6600 Sunndalsøra

**Alta:**

Kunnskapsparken, Markedsgata 3  
NO-9510 Alta

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 77 62 90 00

E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

# Rapport

<i>Tittel:</i> <b>Elektrisk bedøving av rensefisk med strøm på slakteri</b>	ISBN 978-82-8296-682-5 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Electric stunning and killing of lumpfish	<i>Rapportnr.:</i> 19/2021
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Bjørn Roth (Nofima) og Atle Foss (Akvaplan Niva)	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Avdeling:</i> Prosessteknologi	<i>Dato:</i> 20. mai 2021
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 8
<i>Stikkord:</i> Stunning, killing, cleanerfish, electricity, welfare	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901560
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Gjennom FHF prosjekt no. 901560 Gjenfangst, bedøvelse, avlaving og etterbruk av rensefisk (CLEANCATCH) var målsettingen å utvikle egen elbedøver for rensefisk. Effekt av elektrisk bedøver for rognkjeks ble derfor vurdert på slakteri. I tillegg til rognkjeks var det også innslag av laks og sei i populasjonen og dette ble også vurdert. Spenninger mellom 120–220 Volt ble vurdert med eksponeringstider 3–9 sekunder. Modifiseringer med hensyn til innmating av fisk i maskinen, medbringer og elektroderoppsett sikret at enkeltfisk av en viss størrelse ble forsvarlig eksponert for elektrisk strøm for å sikre en effektiv bedøvelse før avlaving ved kvern. Av samtlige fisk vurdert var ingen ved bevissthet før kverning. Vi konkluderer at 220 V, 50 HZ AC i kombinasjon med kvern er en effektiv og human bedøvelse og avlivingsmetode for utkastfisk på slakteri.	<i>Prosjektnr.:</i> 12773
<i>English summary/recommendation:</i> An electrical dry stunner for lumpfish was evaluated on a commercial slaughter facility for salmon. In addition to lumpfish, saith and small salmon were also used by the same system. Electrical settings were 120 and 220 V and the fish was exposed to 9 and 3 seconds of electricity. Modifications done for feeding the fish into the system and electrodes ensured efficient conditions for applying electricity to the animal. Of all fish evaluated none were concious prior to mincing. We conclude that dry stunning using 220 V, 50 Hz in combination with a mincer is an efficient humane way for stunning and killing cleanerfish and outsourced gadoid and salmonid species.	

## **Innhold**

<b>1</b>	<b>Sammendrag.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Material og Metode .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Resultater og Diskusjon.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Hovedfunn .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>7</b>

## 1 Sammendrag

Gjennom FHF prosjekt nr. 901560, Gjenfangst, bedøvelse, avliving og etterbruk av rensefisk (CLEANCATCH) var målsetting å utvikle egen elbedøver for rensefisk. Effekt av elektrisk bedøver for rognkjeks ble derfor vurdert på slakteri. I tillegg til rognkjeks var det også innslag av laks og sei i populasjonen og dette ble også vurdert. Spenninger mellom 120–220 Volt ble vurdert med eksponeringstider 39 sekunder. Modifiseringer med hensyn til innmating av fisk i maskinen, medbringer og elektroderoppsett sikret at enkeltfisk av en viss størrelse ble forsvarlig eksponert for elektrisk strøm for å sikre en effektiv bedøvelse før avliving ved kvern. Av samtlige fisk vurdert var ingen ved bevissthet før kverning. Vi konkluderer at 220 V, 50 HZ AC i kombinasjon med kvern er en effektiv og human bedøvelse og avlivingsmetode for utkastfisk på slakteri.

## 2 Innledning

Siden slutten av 90-tallet har det vært økt fokus på fiskevelferd i forbindelse med avliving og slakting av oppdrettsfisk (Lines & Spence, 2012). Det er særlig oppdrettsfisk for humant konsum som har vært prioritert, enten om det er laks, ørret, kveite, piggvar, ål eller andre oppdrettsarter (EFSA, 2004; EFSA, 2009 a,b; Lines & Spence, 2012). I dag er det i prinsippet 3 metoder som benyttes for bedøvelse og avliving av fisk; 1) slag, 2) strøm eller 3) overdose med anestesimidler (Lines & Spence, 2012). Ettersom anestesimidler hindrer videre bruk av fisken som mat, er det behov for å kunne avlive fisk humant for avkast med strøm i kombinasjon med kvern.

For bedøvelse og avliving av oppdrettslaks brukes det i all hovedsak elektriske bedøvere eller slagmaskiner i kombinasjon med bløgging (Lines & Spence, 2012; Lamboij *et al.*, 2010). Felles for begge metoder er at de kan frembringe bevisstløshet innen 0,5–1 s (Lamboij *et al.*, 2010; Lamboij *et al.*, 2012; Robb & Roth, 2003). Dette er i all hovedsak automatiserte systemer bygget for ørret og laks, spesielt slagmaskiner som har en viss størrelsesavhengighet (Roth *et al.*, 2007; Lines & Spence, 2012). Imidlertid oppstår det et problem når rensefisk eller andre arter kommer inn i systemet til slakterier. For slakterier som bruker slagmaskiner vil ikke smålaks, rensefisk eller andre arter passe inn i selve slagmaskinen. Likeledes gjelder dette for systemer som bruker elbedøving for laks. Tørrbedøvere som bruker AC+DC strømforsyning vil fungere fint for å bedøve de fleste undersøkte oppdrettsarter og hvitfisk, men ikke for rognkjeks som har høy kontaktmotstand på grunn av hudens morfologi (Foss *et al.*, 2017). Dette medfører at rensefisk og annen avkastfisk er avhengig av et system hvor fisken sorteres ut gjennom silekasser og/eller manuelt etter pumping.

Ettersom filét-kvalitet ikke er et problem for utsortert fisk er løsningen å bruke egnede el-bedøvere som bruker 50 Hz, AC eller pulserende DC strømforsyning (Foss *et al.*, 2017). Sensitiviteten til fisk er ikke bare avhengig av voltyrke og tid (Roth *et al.*, 2003), men også frekvens (Roth *et al.*, 2004). Forklaringen ligger ikke bare i hvordan fiskens nervesystem responderer på en serie med pulser, men fisken ledningsevne og impedans er av betydning med lavest mostand ved cirka 100 Hz eller 200 pulser/s (Grimsbø *et al.*, 2016). Tidlige studier på Rognkjeks (Foss *et al.*, 2017) viste at 220 V, 50 Hz AC var tilstrekkelig for å bedøve innen 0,5 sekund. En forlengelse av eksponeringstid medførte 85 % akutt dødelighet, noe som tilsier svært effektiv kombinasjon for bedøvelse for destruksjon (Foss *et al.*, 2017). I forbindelse med dette ble det konstruert elektriske bedøvere for avkastfisk etter samme prinsipper som for laks, hvor en nytter 220, 50 Hz AC.

### 3 Material og Metode

I oktober 2020 ble en destruksjonsbedøver av typen Stansas, Optimar, Stranda installert ved Lerøy Aurora lakseslakteri på Skjervøy i Troms. Slakteriet har Baader slakte-rigg med «swim-in» systemer og slag. Etter pumping sorteres mindre fisk (rognkjeks, smålaks og villfisk) ut under avsiling, hvor fisken faller mellom risten og sklir inn i destruksjonsbedøver som vist i Figur 1. En videre manuell sortering for større fisk skjedde på selve slakteriggen, slik at en har 2 linjer til destruksjonsbedøveren.



Figur 1 Venstre bilde: Innmating av fisk til Stansas destruksjonsbedøver, innmating til venstre er for småfisk fra avsilingskasse, mens høyre er fra manuell utsortering fra slakteriggen. Høyre bilde: Viser en GS 150 tannkvern

Den elektriske destruksjonsbedøveren har samme utforming som de som brukes på laks, bortsett fra at strømforsyningen er en 240V, 50 Hz AC trafo. For å overkomme problemer med retningsorientering inn i maskinen er de 2 første rekkene med elektroder satt i samme fase som båndet, slik at fisk ikke får strøm før de treffer 3. elektroderad, noe som betyr at fisken bedøves uavhengig av innføringsretningen (Daskalova *et al.*, 2016). Hastigheten er satt til cirka 5–10 sekunder strømeksponeering. Etter strømbedøving faller fisken direkte oppi en tannkvern, GS 150™, Optimar, Stranda (Figur 1).

Den 13.10.2020 ble det slaktet et parti laks som innholdt både rognkjeks, smålaks og sei. Ettersom dette var en leveranse som inneholdt en nokså stor andel av rognkjeks valgte en å se om det kommersielle systemet fungerte i henhold til intensjonen gitt av Foss *et al.* (2017).

## 4 Resultater og Diskusjon

Gjennom en produksjonsdag ble det observert variasjon av størrelser, mengde fisk og arter som ga et godt grunnlag for å vurdere systemet som helhet. Arter som ble observert var rognkjeks, sei og laks, alt fra cirka 30 gram til 3 kg. Innmating fungerte etter intensjonen. Fra silekassen var fallet såpass bratt at små fisk, spesielt rognkjeks fikk nok fart til å skli inn i elbedøveren. Likeledes var fallet og svingen for større laks såpass svak at fisken ikke fikk fart eller kraft nok til å skyte gjennom hele elbedøveren, men ble bremset tilstrekkelig ned i inngangen. Også selve elbedøveren var modifisert i såpass grad at den kunne håndtere mindre rognkjeks. Denne arten har tidligere hatt tendens å bli sittende fast mot en elektrode som medfører at den etter hvert blir brent og skaper litt røykutvikling. Medbringere på båndet sikret at større fisk ikke sklei frem inn i bedøveren og at mindre fisk ble dratt gjennom elbedøveren. Enkelte rognkjeks ble imidlertid sittende fast, men mengden av fisk inn i systemet var såpass stabil at fisken ble dratt videre uten at systemet måtte stoppes.

Ved ankomst var systemet allerede i bruk. Maskinen var stilt inn til 120 V og eksponeringstiden var cirka 9 sekunder. En rask vurdering av noen fisker (tabell 1) viser at fisken var bedøvet. Deretter ble voltstyrken i henhold til Foss *et al.* (2017) skrudd opp til 220 V med cirka 200 V mellom polene under belastning. Det ble notert en del gnistdannelse på rognkjeks og brennmerker. Etter å ha vurdert 50 rognkjeks, ble hastigheten til båndet skrudd opp slik at en reduserte eksponeringstiden til cirka 3–5 sekunder. Som vist i Tabell 1 var samtlige arter (sei, rognkjeks og laks) tilstrekkelig bedøvet etter endt strømeksposering. Samtlige fisk ble tatt ut og vurdert for epilepsi, øyerulling og bevegelse.

Ingen av fiskene som ble vurdert gjennom dagen ble klassifisert som ved bevissthet, bortsett fra en liten rognkjeks på cirka 20/30 g, som var for liten til å komme i kontakt med elektrodene. Den var imidlertid allerede død.

Tabell 1 Andel fisk vurdert og bedøvet ( $n/x$ ) av arter rognkjeks, laks og sei etter endt strømeksposering 120/200V for 3–9 sekunder. iv=ikke vurdert

Spenning (V)	Tid (s)	Rognkjeks	Laks	Sei
120	9	3/3	4/4	2/2
200	3	132/132	39/39	80/80
200	9	50/49*	iv	iv

\*En fisk var for liten til kontakt med elektrode, men allerede død.

Av flere hundre observerte fisk under kontinuerlig bruk mot kvern, var det ikke tegn til liv hos noen arter. Umiddelbart etter at fisken kom ut av elbedøveren datt den ned i kvernen. Kvernen fungerte tilfredsstillende ved at når den fikk tak på fisken ble denne dratt raskt gjennom systemet. For en liten rognkjeks var kvernetiden opp under 1 sekund, men for en større laks opp mot 3,4 kg som ble tatt med halen først, tok hel prosessen cirka 2–3 sekunder. Hvilken vei fisken ble dratt gjennom kvernen var nokså tilfeldig. Under denne prosessen ble kvernen aldri overbelastet, slik at all fisk ble hurtig avlivet bare sekunder etter bedøving.

At 240 V, 50 Hz AC er effektiv for å bedøve fisk er velkjent. Tidligere studier med elbedøving i vann viser at en rekke arter lar seg bedøve innen 1 sekund med feltstyrker rundt 150–200 V/m (Roth *et al.*, 2003; Robb & Roth, 2003; Van de Vis *et al.*, 2004; Lines & Spence 2012; Nordgreen *et al.*, 2008). Imidlertid gir feltspenninger i vann langt lavere feltspenninger over hjernen enn fisk som kommer i



direkte kontakt med elektroder, hvor en i dette tilfelle vil kunne ha feltspenninger opptil over 1000 V/m. Dette prinsippet demonstreres klart når Roth *et al.* (2003) ikke klarer å bedøve laks innen 0,5 sekund med 220 V/m med 50 Hz AC, mens tørrbedøvere på 105 V AC+DC klarer dette. Tidlige studier på en rekke arter viser at 105 V AC+DC bedøver nesten samtlige arter som har blitt vurdert (ål, karpe, hvitfisk, laksefisk, flatfisk og leppefisk), bortsett fra rognkjeks (Erikson *et al.*, 2012; Lambooij *et al.*, 2010; 2012; Foss *et al.*, 2017; Daskalova *et al.*, 2016; Roth *et al.*, 2004). Forklaringen på hvorfor rognkjeks ikke lar seg bedøve like lett, ligger i det faktum at den har høy kontaktmotstand i kombinasjon med fiskens impedans. Ettersom rognkjeks har et «knudret skinn» med utstikkende forbeininger, vil elektrodene få dårlig kontakt og gi gnistdannelser. Videre når en måler rognkjeks sin impedans viser den at den ikke har toppunkt rundt 200 Hz som på laks (Grimsbø *et al.*, 2016), men har en flat synkning med økende frekvens (Grimsbø, upublisert).

Når det gjelder spenningspotensialet ble dette satt ved Foss *et al.* (2017) på 240 V utfra et enkelt oppsett som kan fungere i alle systemer uten en variac. I dette tilfellet medfører det uforholdsmessig mye gnistdannelser på grunn av volt/ampere-styrke i kombinasjon kontaktmotstand. Dette kommer klart frem i forsøket da en reduserte eksponeringstid for å redusere effekten av gnistdannelsen. Rent praktisk for fisk som skal nyttes som et produkt for mat vil det være en fordel å kunne redusere voltstyrken og heller øke eksponeringstiden. Ettersom 50 Hz AC er mer effektiv for å bedøve en AC+DC (Grimsbø *et al.*, 2014), samt at 220 V ga høy dødelighet selv på rognkjeks (Foss *et al.*, 2017) er det mye som tilsier at en kan nytte lavere voltstyrker, som i dette tilfelle ned mot 120 V, uten at det har noen negativ effekt på fiskevelferd for rognkjeks. For andre arter som laks og sei vil 105 V fortsatt være gjeldende.

## **5 Hovedfunn**

Tørrbedøving med 220 V, 50 Hz i kombinasjon med kvern er effektiv og human måte å bedøve og avlive rognkjeks.

Dette gjelder også annen rensefisk, laks og villfisk.

## 6 Referanser

- Anders N., B. Roth, E. Grimsbø & M. Breen (2019). Assessing the effectiveness of an electrical stunning and chilling protocol for the slaughter of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *PLoS ONE*, **14**:9, e0222122. <https://doi.org/10.1371/journal>
- Daskalova A.H., M.B.M. Bracke, J.W. van de Vis, B. Roth, H.G.M. Reimert, D. Burggraaf & E. Lambooi (2016). Effectiveness of tail-first dry electrical stunning, followed by immersion in ice water as a slaughter (killing) procedure for turbot (*Scophthalmus maximus*) and common sole (*Solea solea*). *Aquaculture*, **455**, pp. 22–31.
- Digre H., U. Erikson, E. Misimi, B. Lambooi & H. Van De Vis (2010). Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: a comparison of an industrial and experimental method. *Aquaculture research*, **41**, pp. 1190–1202.
- EFSA, (2004). Welfare aspect of animal stunning and killing methods. Scientific report of the scientific panel of animal health and welfare on a request from the commission related to aspects of animal stunning and killing method. EFSA-AHAW/04-027, Brussels, EC, 241.
- EFSA (2009). Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare. The EFSA Journal (2009) 2012, pp. 1–77.
- EFSA 2009. Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed turbot Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare. The EFSA Journal (2009) 1073, pp. 1–34. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1073>.
- Erikson U., B. Lambooi, U. Digre, H.G.M. Reimert, M. Bondø & H. van der Vis (2012). Conditions for instant electrical stunning of farmed Atlantic cod after de-watering, maintenance of unconsciousness, effects of stress, and fillet quality — A comparison with AQUI-S™. *Aquaculture*, 324–325, pp. 135–144.
- Foss, A., A.V. Nytrø & B. Roth (2017). Innfangning, avliving og tilrettelegging for etterbruk av rognkjeks – fra problem til ressur: Forprosjekt. Sluttrapport FHF-prosjekt nr. 901235. 27 s.
- Grimsbø E., R. Nortvedt, E. Hammer & B. Roth (2014). Preventing injuries and recovery for electrically stunned Atlantic salmon (*Salmo salar*) using high frequency spectrum combined with a thermal shock. *Aquaculture*, **434**, pp. 277–281.
- Grimsbø E., R. Nortvedt, B.T. Hjertaker, E. Hammer and B. Roth (2016). Optimal AC frequency range for electro stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, **451**, pp. 283–288.
- Lambooi, B., E. Grimsbø, H. Van de Vis, H.G.M. Reimert, R. Nortvedt & B. Roth (2010). Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. *Aquaculture*, **300**, pp. 107–112.
- Nordgreen, A.H., E. Slinde, D. Moeller & B. Roth (2008). Effect of Various Electric Field Strengths and Current Durations on Stunning and Spinal Injuries of Atlantic Herring. *J. Aquat. Anim. Health*, **20**, pp. 110–115.
- Robb, D.H.F. & B. Roth (2003). Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. *Aquaculture*, **216**, pp. 363–369.
- Roth B., E. Slinde & D.H.L. Robb (2007). Percussive stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the relation between force and stunning. *Aquaculture Engineering*, **36**, pp. 192–197.
- Roth B., D. Moeller & E. Slinde (2004). Ability of electric field strength, frequency and current duration to stun farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and pollock (*Pollachius virens*) and relations to observed injuries using sinusoidal and squarewave AC. *N. Am. J. Aquacult.*, **65**, pp. 208–216.

- Roth, B., E. Slinde, A. Imsland & D. Moeller (2003). Effect of electric field strength and current duration on stunning and injuries in market-sized Atlantic salmon held in seawater. *N. Am. J. Aquacult.*, **65**, pp. 8–13.
- van de Vis, H., S. Kestin, D.H.F. Robb, J. Oehlenschläger, B. Lambooi, W. Münkner, Kuhlmann, K. Kloosterboer, M. Tejada, A. Huidobro, H. Otterå, B. Roth, N.K. Sørensen, L. Akse, H. Byrne & P. Nesvadba (2003). Is humane slaughter of fish possible for the industry? *Aquacult. Res.*, **34**, pp. 211–220.
- Lambooi, E., H. Digre, H.G.M. Reimertal, G. Aursand, L. Grimsmob & J.W. van de Vis (2012). Effects of on-board storage and electrical stunning of wild cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) on brain and heart activity. *Fisheries Research*, 127–128, pp. 1–8.
- Lines, J.A. & K. Spence (2012). Safeguarding the welfare of farmed fish at harvest. *Fish Physiol Biochem*, **38**, pp. 153–162.

