



# AVLUSING MED KALDT VANN? – EFFEKTIVITET OG LAKSENS VELFERD

sluttrapport FHF prosjekt 901488

Frode Oppedal, Lars Helge Stien, Daniel William Wright, Lene Moltumyr og Jonatan Nilsson (Havforskningsinstituttet)  
Tim Dempster og Kathy Overton (Universitetet i Melbourne)

www.havforskningsinstituttet.no



**Tittel (norsk og engelsk):**

Avlusing med kaldt vann? – effektivitet og laksens velferd

Thermal delousing with cold water: effects on salmon lice removal and salmon welfare

**Undertittel (norsk og engelsk):**

sluttrapport FHF prosjekt 901488

**Rapportserie:**

Rapport fra  
Havforskningen  
ISSN:1893-4536

**År - Nr.:**

2019-8

**Dato:**

25.02.2019

**Forfatter(e):**

Frode Oppedal, Lars Helge Stien, Daniel William Wright,  
Lene Moltumyr og Jonatan Nilsson (Havforskningsinstituttet)  
Tim Dempster og Kathy Overton (Universitetet i Melbourne)

Faggruppeleder(e): Tore Kristiansen (Dyrevelferd) Godkjent  
av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger  
Programleder(e): Terje Svåsand

**Distribusjon:**

Åpen

**Prosjektnr:**

14597-13

**Oppdragsgiver(e):**

FHF

**Oppdragsgivers referanse:**

901488

**Faggruppe(r):**

Dyrevelferd

**Antall sider:**

12

**Samarbeid med**

Universitetet i Melbourne

**Sammendrag (norsk):**

Termisk behandling av oppdrettslaks med varmt vann blir hyppig brukt av næringen som avlusingsmetode. Behandlingen rapporteres å fjerne mobile lus effektivt, men kan også føre til dårligere fiskevelferd og økt dødelighet. Kaldt vann har potensiale som en ny termisk avlusingsmetode og kan også være bedre for laksens velferd. I dette pilotforsøket undersøkes effekten av kaldt vann på lusefjerning og fiskens velferd. Samlet sett var det avlusningseffekt på rundt 40 % ved de mest ekstreme behandlingene, men også en liten nedgang i velferdskår. Ytterligere studier er nødvendig før metoden kan tas i bruk. Særlig bør det undersøkes om kaldt vann gir bedre effekt i kombinasjon med mekanisk påvirkning, og hvordan fiskevelferd endres under kommersielle forhold.

**Sammendrag (engelsk):**

Warm water thermal treatments dominate delousing operations in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*) aquaculture for the removal of ectoparasitic salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*). However, treatments can lead to poor welfare outcomes for fish. Reverse thermal delousing by rapidly reducing ambient temperatures to very low treatment temperatures may also prove effective if there is a sufficient safety margin in the tolerances of salmon to cold water exposure such that negative side effects do not emerge. We tested the effects of immediate transfer of salmon from ambient temperature (15°C) to cold water at different temperatures and durations on lice removal and short-term impacts on fish welfare. Treatments of -1°C water for 10 min and 1°C for 240 min treatments reduced mobile lice loads, but created slightly more skin and eye damage than controls. Our results on delousing effect and welfare outcomes require ground-truthing at industry scale, as crowding, pumping, and the passage of fish through delousing units add additional and possibly synergistic lice removal effects and pose further welfare risks.

## Innhold

<b>Kan avlusing med kaldt vann fungere?</b> .....	5
<b>Prosjektorganisering</b> .....	5
<b>Forsøksoppsett</b> .....	5
<b>Resultat - Avlusende effekt</b> .....	6
<b>Er behandlingseffekten verdt å teste videre?</b> .....	7
<b>Effektivisering av metode?</b> .....	8
<b>Kan være effektiv i kombinasjon med mekanisk påvirkning</b> .....	8
<b>Kuldesjokk</b> .....	8
<b>Utfordringer med immobilisering</b> .....	9
<b>Fiskevelferd og skår</b> .....	9
<b>Leveranser</b> .....	10
<b>Oppsummering og hovedfunn</b> .....	10

## Kan avlusing med kaldt vann fungere?

Termisk avlusing med varmt vann har økt kraftig på kort tid og utgjør i dag en av de vanligste formene for ikke-medikamentell behandling av laks og regnbueørret mot lakselus. Metoden går ut på å holde laksen og dens påsittende lus i vann som holder 28-34 °C i omtrent 30 sekunder. I tillegg til varmtvannet i seg selv, håndteres fisken inn og ut av det varme vannet med trenging, pumping, vannavsiling, behandling, ny vannavsiling og tilbakeføring til merd gjennom ulike rørgater og kanaler. Det antas at håndteringen medvirker til den avlusende effekten og mye av lusens samles opp under avsilingene. Basert på empiri, antas det at lus tåler varmt vann mye dårligere enn laks på grunn av lusens ubetydelige størrelse sammenlignet med fisken. Lusens vil varmes mye raskere opp til skadelig temperatur, og slippe taket eller løsne fra laksen. På samme måte kan det antas at nedkjøling av lakselus vil foregå raskere enn nedkjøling av fisk og at lusens tålegrense kan nåes før det får negative konsekvenser for laksen.

Levende-kjøling av laks med nedkjølt sjøvann (RSW) brukes av noen slakteri til å senke fiskens kroppstemperatur på vei fra merd til slakt, eller i fiskeri, for å forbedre filetkvalitet og holdbarhet. Av denne grunn er mange brønnbåter allerede utstyrt med RSW-utstyr om bord og kaldt vann kan være lett tilgjengelig ved merdkanten. Rask reduksjon i sjøvannstemperatur kan resultere i en fysiologisk respons hos fisk som kan karakteriseres som kuldesjokk. Dette kan redusere fysiologisk stress hos fisk da det virker beroligende. Frekvensen og omfanget av rask nedkjøling kan imidlertid få negative konsekvenser for fiskenes velferd, spesielt når temperaturen i omgivende sjøvann er høy. Det er derfor viktig å forstå hvordan ulike temperaturer og behandlingstider kan påvirke laksens velferd og eventuell dødelighet.

Målet med pilotforsøket var å teste om termisk behandling med kaldt vann kan bli et fremtidig behandlingsalternativ for avlusing av laks og om det påvirker laksens velferd.

## Prosjektorganisering

Prosjektet ble gjennomført i et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Universitetet i Melbourne, ledet av Frode Oppedal og Tim Dempster med utvidet prosjektgruppe bestående av Lars Helge stien, Kathy Overton og Lene Moltumyr. Arbeidet ble finansiert av FHF (901488). Konstruktive innspill ble gitt fra referansegruppen som besto av Aud Asheim fra Akvavet Gulen og Magne Gjønnes, Lerøy Midt og med observatør og FHF ansvarlig Kjell Maroni. Prosjektet ble initiert gjennom FHF basert på en ide av Magne Gjønnes.

## Forsøksoppsett

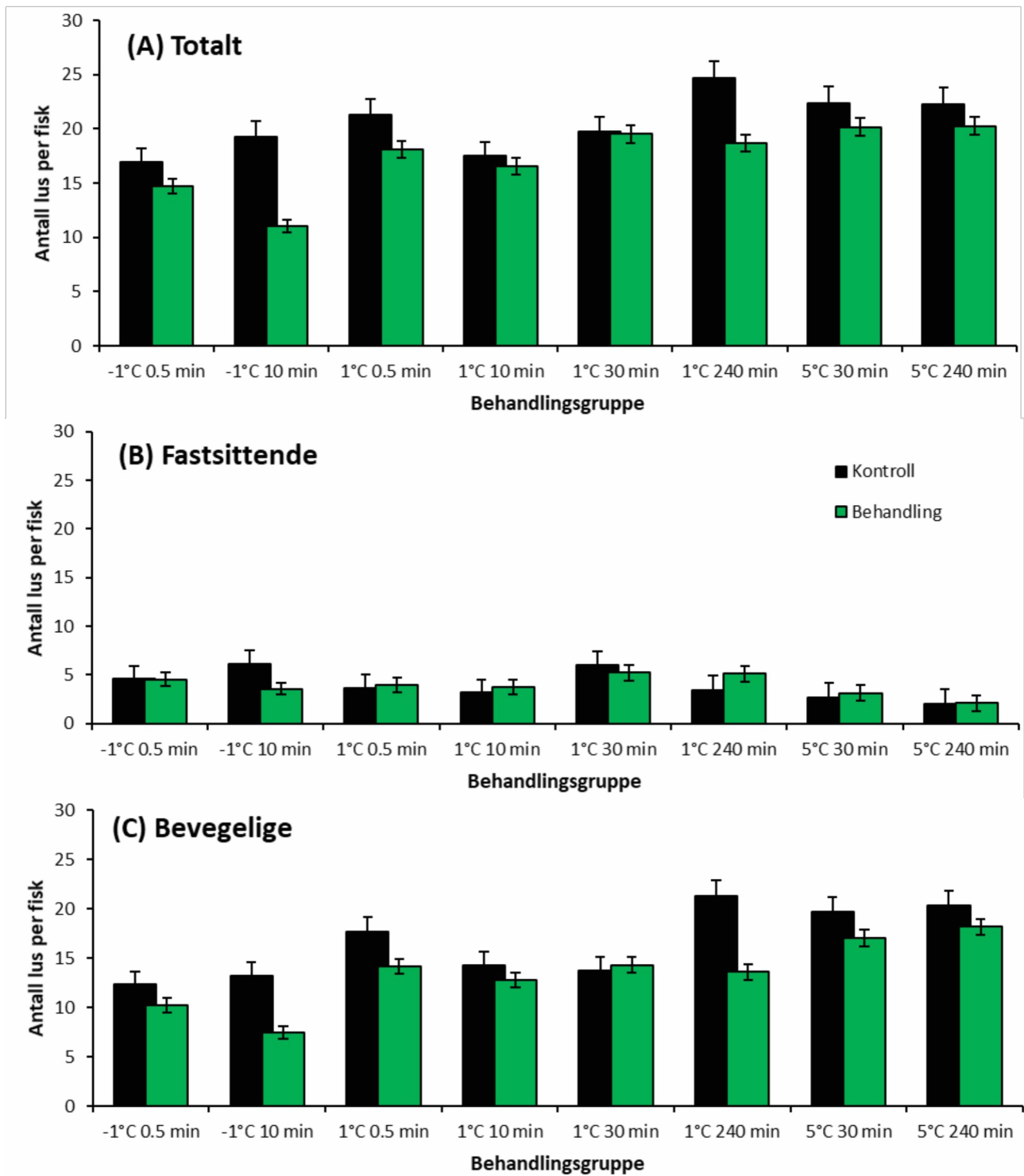
Laks var tilvent en sjøvannstemperatur på 15 °C. Tre ulike behandlingstemperaturer (-1, 1 og 5 °C) og fire behandlingstider (0, 5, 10, 30 og 240 min) ble valgt. Verdiene representerer betydelige temperaturforskjeller og tidsvariabelen er relevant og gjennomførbar i større skala. Effekter på eventuell lusefjerning og fiskevelferd er sannsynlig observerbare etter de valgte behandlingsrom.

Totalt hadde vi åtte behandlingsgrupper: -1 °C i 0,5 min, -1 °C i 10 min, 1 °C i 0,5 min, 1 °C i 10 min, 1

°C i 30 min, 1 °C i 240 min, 5 °C i 30 min og 5 °C i 240 min. Hver behandlingsgruppe ble repetert med 3 ganger 10 fisk og hadde en tilsvarende kontrollgruppe av 10 fisk. Hver enkelt laks ble beroliget med omtrent 10 % av normal dosering bedøvelse i holdekarer og meget forsiktig overført til behandlingskar og deretter tilbake til nye holdekarer. Etter behandling ble laksen holdt i 7 dager (inkludert laks brukt som kontrollgruppe) og undersøkt for lusnivå og velferdsskår. Antallet av fastsittende lus (kopepoditt, chalimus I og chalimus II), bevegelige lus (halvvoksen I, halvvoksen II, voksen hann og voksen hunn) og totalt antall lus ble sammenlignet.

## Resultat - Avlusende effekt

Samlet sett fant vi at kaldtvannsbehandling ga en signifikant nedgang på 43 % av det totale antall lus etter behandling med -1 °C i 10 min. Behandlet fisk hadde gjennomsnittlig 11 lus sammenlignet med 19 lus på kontrollfisk (figur 1A). Den synergistiske effekten av temperatur og behandlingsvarighet spilte en rolle i fjerning av lus, da kortere behandlingstid ved samme temperatur (eksempelvis -1 °C i 0,5 min) ikke ga noe signifikant reduserende effekt. Det var ingen signifikant reduserende effekt av kaldt vann på fastsittende lus (figur 1B). Således var den behandlende effekten kun på de mobile stadier, med signifikant reduksjon i antall lus på henholdsvis 43 og 36 %, ved behandling på -1 °C i 10 min og 1 °C i 240 min (figur 1C). Kaldt vann med 5 °C hadde ingen avlusende effekt hverken på kort eller lenger sikt (figur 1).



Figur 1. Gjennomsnittlig antall lus per fisk for hver behandling (grønn) og dens respektive kontroll (svart) for fisk behandlet ved -1 °C i 0,5 min, -1 °C i 10 min, 1 °C i 0,5 min, 1 °C i 10 min, 1 °C i 30 min, 1 °C i 240 min, 5 °C i 30 min og 5 °C i 240 min for alle (A) fastsittende (B) og bevegelige (C) stadier målt 7 dager etter behandling.

## Er behandlingseffekten verdt å teste videre?

Kaldt vann reduserte generelt nivået av bevegelige lus, men ikke av fastsittende. Selv om det var en behandlingseffekt for de mest ekstreme temperatuene (-1 °C i 10 min og 1 °C i 240 min), med omtrent 40 % lusereduksjon, var det observerte antallet lus etter behandling fortsatt høyt. Reduksjonen av lus på dette nivå vil for mange vurderes som uakseptabelt lavt i forhold til den påkjenningen en slik lusebehandling er for fisken og den kostnad det er å gjennomføre avlusing av store mengder fisk.

## Effektivisering av metode?

Det er vanligvis en forskjell mellom karbaserte eksperimenter under rolige forhold og behandlinger som utføres i full industriell skala. Basert på erfaring vet man at trenging, pumping og andre mekaniske påvirkninger fører til at flere lus faller av, både før og etter det avlusende kammeret, og at det dermed kan være større avlusingseffektivitet i kommersiell skala. Men slike påvirkninger kan imidlertid også føre til skader på fisken, f.eks. skjelltap og snuteskader. God fiskevelferd forutsetter at fisken behandles så varsomt at en unngår skader, og ved termisk avlusing bør en streve etter å finne kombinasjoner av temperatur og behandlingstid som får lusen til "å slippe" uten at laksen tar skade.

Ved temperaturen med best avlusende effekt, -1 °C, ble ikke behandlingstider lengre enn 10 minutter forsøkt, og økt varighet kan gi forbedret avlusingseffekt. Ettersom vi heller ikke hadde noen testgrupper mellom 0,5 og 10 minutter, kan det være at det er lignende avlusingseffekter også med varighet kortere enn 10 minutter. Videre små-skala-tester bør utføres for å finne formålstjenlige varigheter av kaldt-vannseksponering før metoden testes i stor skala. Et forslag vil da være å teste temperaturer fra 1 til -1 °C ved flere varigheter. Dersom man finner effektive kombinasjoner, bør sammenhengene også testes på fisk og lus som kommer fra ulike holdetemperaturer og ikke bare fra 15 °C som ble valgt i vårt pilotforsøk.

## Kan være effektiv i kombinasjon med mekanisk påvirkning

Det er tenkelig at kaldtvannsbehandling kan være mer effektiv til å fjerne lus hvis den utføres i kombinasjon med mekaniske metoder. Et konkret eksempel fra tidligere prosjekt med kombinasjon, er at når avlusing ble utført med fossefall (spyling), økte avlusingseffekten når ferskvann/ varmt vann ble benyttet fremfor standard sjøvann (gjennomført av HI, delfinansiert av FHF (901342)). Det er også mulig at det kalde vannet svekker lusen slik at den lettere faller av i etterfølgende transport gjennom avlusingssystemenes ulike rørgater og kanaler. Dette må undersøkes nærmere.

## Kuldesjokk

Kuldesjokket som laksen opplevde på -1 og 1 °C ga en beroligende effekt og immobilisering etter noen minutter som innebar at all fisk etter hvert mistet likevekten (engelsk: LOE "loss of equilibrium") og så bedøvd ut (Bilde 1). Ved de kaldeste temperatuene våknet fisken opp igjen innen en time hvis de fortsatt ble holdt på 1 °C eller innen 30 minutter etter tilbakeføring til 15 °C. Ved 5 °C var fisken rolig, men aldri immobilisert med tap av likevekt. Det antas at dette kuldesjokket vil være mindre til stede når



temperaturendringen er mindre. I et senere forsøk med fisk overført fra 8 til 0,5 °C ble det ikke observert immobilisering.



Bilde 1. Laks opplever kuldesjokk og ligger på bunnen av karet etter noen minutter ved -1 °C. Foto: Kathy Overton.

## Utfordringer med immobilisering

Den immobiliserende effekten på laks som ble utsatt for det kaldeste vannet, tilsier at all laks som behandles vil synke til bunns i behandlingsvolumet/ -enheten. I industriell skala er dette noe som det må finnes teknologiske løsninger på, slik at ikke tusener av fisk blir liggende oppå hverandre. Det må også utvikles metodikk som vekker fiskene opp igjen på en god måte. Uansett hvilke fremtidige temperaturer og varigheter som benyttes, bør effekter av immobilisering også undersøkes nærmere.

## Fiskevelferd og skår

Laksens velferd etter behandling ble overvåket ved å registrere dødelighet og appetitt i syv dager etter behandling, samt velferdskår. Samlet registrerte vi ingen dødelighet, og både kontroll- og

behandlingsfisk hadde normal appetitt to til tre dager etter behandling. Velferdsskår viste en liten nedgang i finnestatus med behandlingstid og en nedgang i øye- og skinnstatus med behandling, men det var ingen store forskjeller mellom behandlings- og kontrollgrupper. Basert på dette kan vi antyde at behandlingene hadde små negative konsekvenser for fisken på kort sikt. Det må presiseres at det kun ble målt ytre, synlige velferdsindikatorer, og ikke stress eller velferdsindikatorer basert på blodkjemi eller histologi. Før kaldtvannsbehandling eventuelt brukes som avlusingsmetode, bør de langsiktige effektene på fiskevelferd dokumenteres bedre, inkludert ytterligere fysiologiske mål og frekvensen av finne- og hudskader, øyestatus og langtids-dødelighet på større grupper av fisk.

## Leveranser

- Planlegging og gjennomføring av forsøk
- Referansegruppemøter
- Populærvitenskapelig artikkel. Norsk Fiskeoppdrett, 15.02.19
- Manuskript vitenskapelig artikkel. Innsendt 14.12.18
- Sluttrapport. 15.02.19

## Oppsummering og hovedfunn

Det var en avlusingseffekt av de lengste behandlingene på -1 og 1 °C, mens behandling generelt ga en liten nedgang i velferdsskår. Avlusing med kaldt vann kan være verdt å undersøke videre ved de laveste temperaturene, og referansegruppen fokuserte spesielt på at forsøk bør utføres i kombinasjon med noe mekanisk håndtering for å gi mer realistiske effekter for hvordan slik avlusing kan gjennomføres i praktisk oppdrett. Hvis kaldtvannsbehandling som metode skal forfølges, er det nødvendig med ytterligere detaljerte undersøkelser og deretter tester i mer industriell relevant skala for å avgjøre om behandlingen kan gi effektiviteter og dyrevelferd som er akseptable for industriell bruk.

### Hovedfunn:

- 40 % avlusende effekt av vann på -1 og 1 °C i hhv. 10 og 240 minutter
- Avlusende effekt kun på mobile stadier av lakselus
- Behandling ga en svak nedgang i velferdsskår
- Fremtidige mer detaljerte forsøk bør gjennomføres før metoden tas i bruk kommersielt





## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes  
5817 Bergen  
E-post: [post@hi.no](mailto:post@hi.no)  
[www.hi.no](http://www.hi.no)