

# Er varmt vann smertefullt for laks?

## -Atferd og vevsskader

21/1-2020 FHF lusekonferanse

Kristine Gismervik, Siri Gåsnes  
Veterinærinstituttet

Lars H Stien, Jonatan Nilsson,  
Havforskningsinstituttet



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Mattilsynets bestilling

- Vurdere om termisk avlusing påfører fisken smerte
- Vurdere om kunnskapen er tilstrekkelig
- Behov for vitenskapelige undersøkelser

- Veterinærinstituttet

- **Kristine Gismervik**
- (Anne-Gerd Gjevre)
- Siri Gåsnes
- Cecilie Mejdell
- Brit Tørud

- Havforskningsinstituttet

- **Lars Helge Stien**
- Angelico Madaro
- Lene Moltumyr
- Jonatan Nilsson



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Kunnskapsmangler

- Mangor-Jensen, Stien og Kristiansen, HI; Svar på bestilling fra MT, 2016
  - «På bakgrunn av eksisterende informasjon er det ikke mulig å vurdere om fisken blir utsatt for et utilbørlig ubehag eller smerte ved selve oppvarmingen.»
  - «Det er vist at de mekanotermiske reseptorene i huden hos regnbueørret har en terskelverdi rundt 33 grader.»
  - «Hvor terskelen ligger for laks er ikke kjent.»



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Kunnskapsmangler

- Tilgjengelig velferdsdokumentasjon-termiske avlusere (feltforsøk)
- FISHWELL, Noble m.fl. 2018
  - «Basisreferanser for øvre grenser og holdetider for temperaturjustert vann samt smerteaspektet betraktes som mangelfullt for postsmolt, og må relateres til tilpasset vanntemperatur»



**Smerte??**



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Elliot et al., 1991/1981



Laks kan overleve en kort periode med høy temperatur

Laks dør etter kort tid ved høye temperaturer

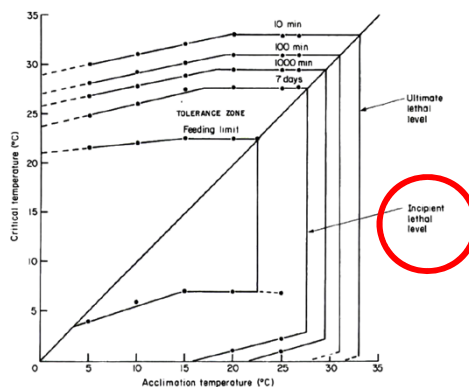


FIG. 2. Thermal tolerance polygon for juvenile Atlantic salmon, showing the feeding zone, tolerance zone, incipient lethal level (survival over 7 days), ultimate lethal level (survival over 10 min) and intermediate levels (survival over 1000 min, 100 min); each point is the arithmetic mean of sixteen values (see Table 1).

## Fisk har reseptorer som reagerer på varmt vann

- Nosisseptor: nervereseptor som reagerer på potensiell skade på kroppen
- Menneske: «smertereseptor»

### Ashley et al., 2007 (regnbueørret)

- Reagerer ikke på kaldt vann
- Polymodale nosisseptorer: ca. **29 °C**  
(variasjon 20-37 °C, n=17)
- Mekanotermiske nosisseptorer: ca. **33 °C**  
(variasjon 22-40 °C, n=22)

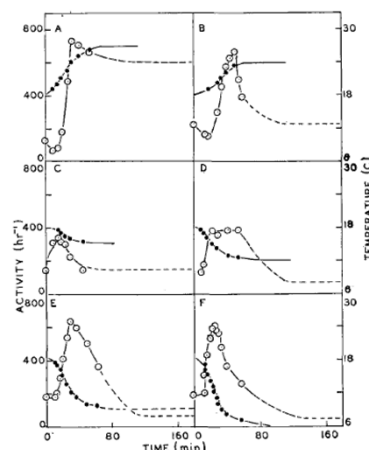


## Peterson & Anderson 1969

Journal of the Fisheries Research Board of Canada

- Atlantisk laks, smolt
- Akklimatisert til 18 °C.
- Fotocelle i respirometer logget svømme-runder/aktivitet.

- A: 18 °C → 27 °C
- B: 18 °C → 24 °C
- C: 18 °C → 15 °C
- D: 18 °C → 12 °C
- E: 18 °C → 9 °C
- F: 18 °C → 6 °C



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Litteratur

- Huntsman 1942, villaks i elv
  - Nylig svømt inn fra sjøen døde ved 29.5 °C, akklimatisert laks døde i kulper som nådde 30.5 °C.
- Brunsvik, 1997, Miljømessig avlusing av laks
  - "Behandlingsmetoden virker stressende når ser på fiskens atferd under behandlingen» (30 °C)
- Erikson m.fl. 2012, laks eksponert 35 °C (Sintef rapport)
  - Voldsom fluktrespons
- Poppe m.fl. 2018, skader i vev, diagnostikk
- Nordgreen m.fl. 2009, gullfisk- atferdsstudier, kraftig respons 38 °C (~kritisk makstemp.)

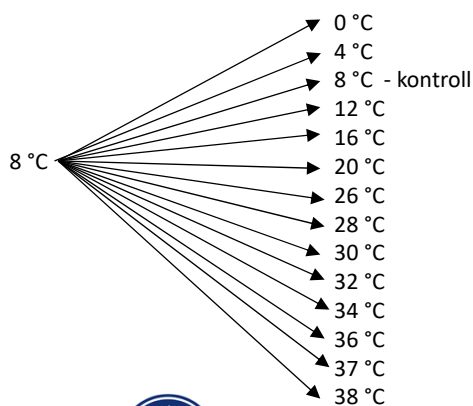


Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Forsøk - Smerteatferd

Atferd til laks (ca 230 gram) overført til kar med vann med annen temperatur  
6 fisk per gruppe



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Forsøk - Smerteatferd

Observasjoner:

- Tid til de mistet likevekt (endepunkt)
- Svømmehastighet
- Spesifikke atferdsmønstre:
  - Hurtig endring av svømmeretning
  - Kollisjoner
  - Plasking i overflaten
  - Spenne seg som en banan («bend»)
  - Sirkling
  - Hoderisting



## Eksempelfilm



8 grader

34 grader



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



## Tid til endepunkt

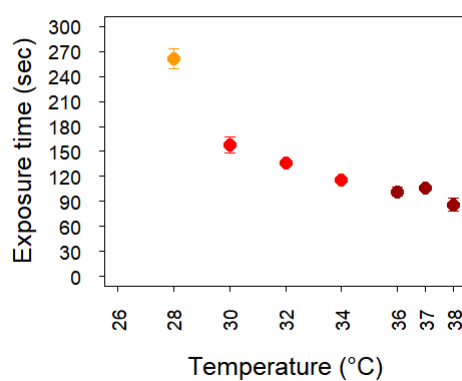
### Tap av likevekt

<28 °C: Ingen fisk viste denne atferden i løpet av de maks 5 minuttene.

På 28 °C: fem av seks fisk viste denne atferden.

>28 °C: viste all fisk denne atferden innen 3 minutter.

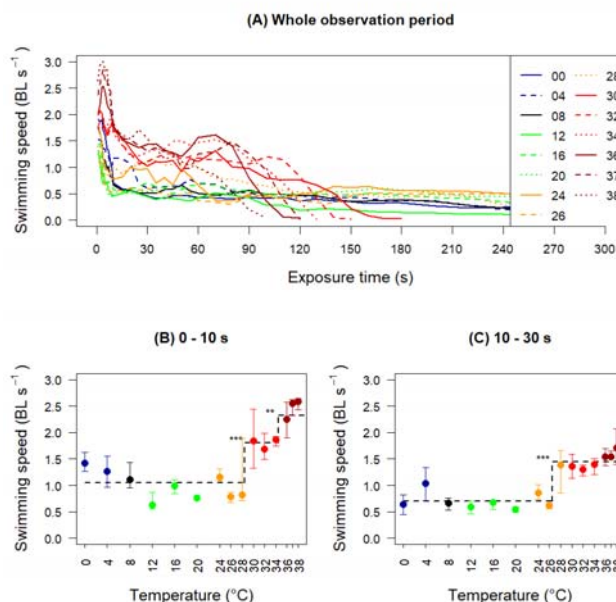
Time to endpoint (sec)



## Svømmehastighet

Høy temperatur medførte signifikant høyere sjokkrespons (høy svømmehastighet første 10 sek).

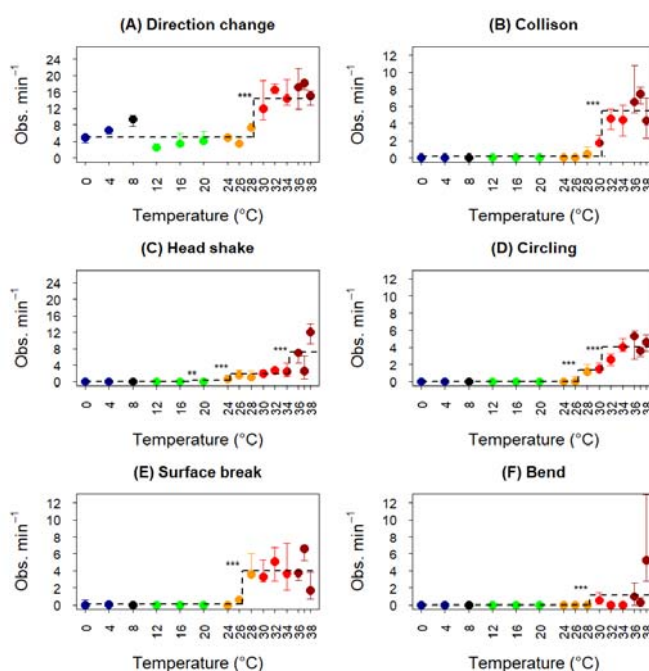
Fisk som ble eksponert til høye temperaturer fortsatte å ha høy svømmehastighet frem til de begynte å miste likevekt og la seg ned på siden.



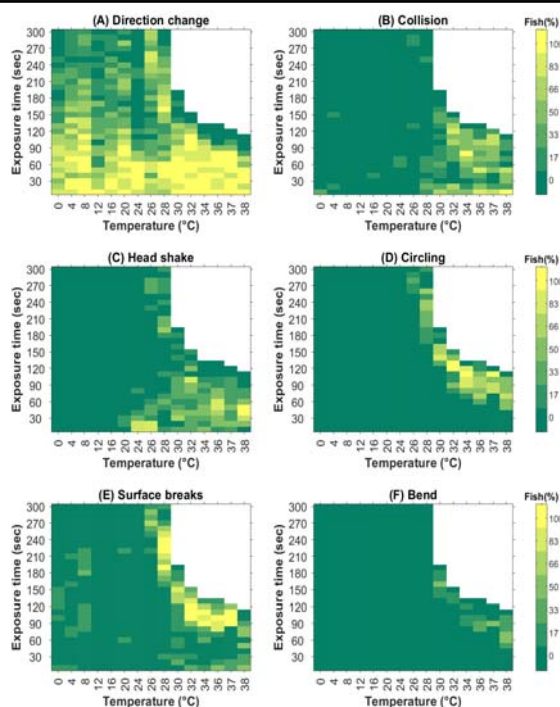
## Andre atferder

Fisk utsatt for høye temperaturer kolliderte, ristet på hodet, sirklet, spente seg som en banan og plasket i overflaten.

Denne endringen i adferd startet allerede rundt 28 °C, og økte med høyere temperaturer.



Figuren viser prosentandel av de seks fiskene som viste atferdene per tidsintervall (10 sek)



### Skader registrert i atferdsforsøk – pilot

NB! Lengre tid enn vanlig i felt og høyere temperatur (72-140 sek. 34-38 °C)

Makro:

- Gjelleblødning
- Blødning i hjerne
- Blakking av øyne



Hjerneblødning (36°C)  
Foto: K. Gismervik

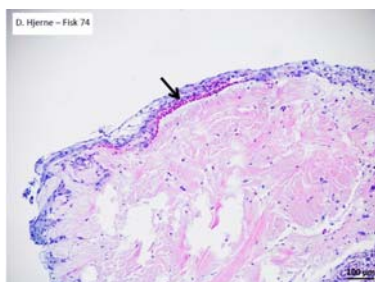


Gjelleblødning (36°C)  
Foto: K. Gismervik



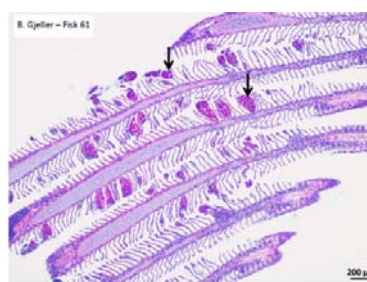
## Eksempler histologi

### Hjerneblødning:



Blødning i hjernehinner, vann med 37°C. Foto: Jinni Gu

### Gjelleblødning:



Gjellelvv – fisk eksponert for 36°C vann. Akutte blødninger. Foto: Jinni Gu



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



- Basert på atferdsobservasjonene fra forsøket er det sannsynlig at fisk eksponert for varmt vann opplever sterkt ubehag og viser smerteatferd.
- Den økte skadefrekvensen og dødeligheten som blir observert i forbindelse med termisk avlusing i industrien kan være et resultat av stresset og panikkreaksjonene varmtvannet påfører fisken.



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute



Veterinary and Animal Science 8 (2019) 100076

Contents lists available at ScienceDirect

**Veterinary and Animal Science**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/vas](http://www.elsevier.com/locate/vas)




**Sudden exposure to warm water causes instant behavioural responses indicative of nociception or pain in Atlantic salmon**

Jonatan Nilsson<sup>a,\*</sup>, Lene Moltumyr<sup>a</sup>, Angelico Madaro<sup>a</sup>, Tore Sigmund Kristiansen<sup>a</sup>, Siri Kristine Gåsnes<sup>a</sup>, Cecilie Marie Mejdell<sup>b</sup>, Kristine Gismervik<sup>a</sup>, Lars Hølge Stien<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institute of Marine Research, P.O. Box 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen, Norway

<sup>b</sup> Norwegian Veterinary Institute, P.O. Box 750, 0408 Oslo, Norway

**ARTICLE INFO**

Keywords:  
Behavioural response  
Fish  
Hazard assessment  
Nociception  
Pain  
Thermal delimiting

**ABSTRACT**

Thermal treatment has become the most used delimiting method in salmonid aquaculture. However, research has been limited about it being painful for the fish. We studied the behavioural response of Atlantic salmon acclimated to 8 °C when transferred to temperatures in the range 0–38 °C. Exposure time was 3 min or until they reached the endpoint of losing equilibrium and lying on their side, a sign of anaesthetic death. At temperatures below 28 °C, most of the fish reached endpoint within the 3-min treatment. At 28 °C four of five fish reached endpoint, and fish reached endpoint more rapidly as temperature increased further. Fish transferred to temperatures above 28 °C had higher swimming speed immediately after transfer and maintained a high swimming speed until just before loss of equilibrium. Their behaviour was from the start characterised by collisions into tank walls and head shaking. Just before loss of equilibrium they started heading the surface of the water, swimming in a circle pattern and in some instances displayed a side-wise bending of their body. In other words, salmon transferred to temperatures above 28 °C showed instant behavioural responses indicative of nociception or pain.

---

Veterinary and Animal Science 8 (2019) 100081

Contents lists available at ScienceDirect

**Veterinary and Animal Science**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/vas](http://www.elsevier.com/locate/vas)




**Thermal injuries in Atlantic salmon in a pilot laboratory trial**

Kristine Gismervik<sup>a,\*</sup>, Siri K. Gåsnes<sup>a</sup>, Jinni Gu<sup>a</sup>, Lars H. Stien<sup>b</sup>, Angelico Madaro<sup>a</sup>, Jonatan Nilsson<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Norwegian Veterinary Institute, PB 750 Nordnes, 0408 Oslo, Norway

<sup>b</sup> Research Group Animal Welfare, Institute of Marine Research, P.O. Box 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen, Norway

**ARTICLE INFO**

Key words:  
Fish  
Delimiting  
Thermal pain  
Tissue damage  
Welfare

**ABSTRACT**

Thermal delimiting is a new method for removing sea lice from farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). We investigated thermally related tissue injuries in Atlantic salmon in a pilot laboratory trial to describe the acute effect of high water temperatures (24–38 °C). Acute tissue injuries in gills, eyes, brain and possible also nasal cavity and thyroid were seen in salmon exposed to water temperatures of 24–38 °C in 72 to 140 s. This implies that exposing salmon to such water temperatures is a welfare risk, not only due to the direct tissue injuries that may also be dependent on exposure time, but also due to risk of thermal pain and aversion, including flight reactions.



**Veterinærinstituttet**  
Norwegian Veterinary Institute

