

Effekt på dyrevelferd av gjentatt termisk behandling med ulike Δt

Resultater fra arbeidspakke 2 FHF-prosjekt:

Objektiv dokumentasjon og beste praksis for å forbedre termisk avlusing (**TermVel**)

Martin H. Iversen, Tore Seternes (UiT), Samantha Bui, Jonatan Nilsson, Angelico Madaro, Deepti Manjari Patel, Monica F. Brinchmann, Lars H. Stien



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET



NORD
universitet



SINTEF



PATOGEN



Norwegian Centres of Expertise
NCE Aquaculture

Bakgrunn

- Brunsvik 1997. Miljømessig avlusing av lus.
 - Gjorde ikke forsøk på temperaturer over 30 °C fordi de oppnådde full avlusingseffekt og siden fisken tydelig ble stresset av behandlingen
- Erikson et al. 2012. Atlantic salmon exposed to lukewarm freshwater
 - Voldsom fluktrespons i 35 °C
 - Redusert ved sedasjon (Aqui-S)
 - Mer skjelltap i termisk behandlet, ellers generell økning i skader alle grupper pga. håndtering
- Grøntvedt mfl. 2015. Termisk avlusing av laksefisk – dokumentasjon av fiskevelferd og effekt
 - Betydelig reduksjon i bevegelige lus
 - Ingen signifikante akutte skader etter utbedring av Thermolicer og lav dødelighet
 - Men på en av lokalitetene utviklet det seg øyeskader over tid
- Roth, 2016. Avlusing av laksefisk med Optilice: Effekt på avlusing og fiskevelferd.
 - Betydelig reduksjon i bevegelige lus.
 - Temperaturer opp mot 33 °C i 21-30 s påfører ikke fisken skade, hverken på skinn, øye eller gjeller.
 - Men fysiske skader fra håndtering (under kontinuerlig forbedring), lav dødelighet
 - Observert klar fluktrespons
- Mangor-Jensen mfl 2017. Varmebehandling av laks i forbindelse med avlusing
 - Eksponering av laks i størrelsen 2,5-3 kg for sjøvann opptil 34 °C i maksimalt 30 sekunder forårsaket ikke akutte ytre skader eller utvikling av skader innenfor 14 dager.

The Fish Report

MILJØMESSIG
AVLUSNING
AV
LAKS

© 1997



Nofima
Avlusing av laksefisk med Optilice (HMT) på
avlusing og fiskevelferd



Bakgrunn

- Nordgren 2017. Brennende varmt for fisken. Morgenbladet, oktober 2017
 - Avlusingen som millioner av laks utsette for, kan være smertefull
- Nordgren mfl. 2017. Rutinemessig avlusning kan være smertefullt. Intrafish, oktober 2017.
 - Kan være smertefullt
 - Vi trenger dokumentasjon på at dyrevelferden blir ivaretatt
- Hjeltnes mfl. 2018. Fiskehelse rapporten 2017
 - Fiskehelsepersonell rapporterte høyest frekvens av akutt dødelighet fra termisk avlusning
- Poppe mfl. 2018. Termisk behandling av laks. Norsk veterinærtidsskrift
 - Fra innsendte prøver: Skader på gjelle, skinn, nesehule, tymus, hjerne
 - Påpekte at
 - Usikkert om de observerte skadene skyldes den termiske komponenten
 - Effekt av gjentatt behandling er dårlig dokumentert
 - Laksens smerteopplevelse ved termisk avlusning er ikke dokumentert
 - Dokumentasjonen av metoden er ikke tilstrekkelig for å kunne si at dyrevelferden er ivaretatt



Bakgrunn

- Nilsson et al., 2019. Sudden exposure to warm water causes instant behavioural responses indicative of nociception or pain in Atlantic salmon
 - Postsmolt, ca. 230 g, ble utsatt til temperature fra 0 til 38 °C.
 - Tydelig økt atferdsrespons rundt 28 °C
 - Ytterligere økning mellom 34 og 36 °C
- Gismervik et al., 2019. Thermal injuries in Atlantic salmon in a pilot laboratory trial.
 - **NB:** Lengre tid enn vanlig i felt og høyere temperatur (72-140 sek. 34-38 °C).
- Ashley et al., 2006: Regnbueørret har smertereseptorer i hornhinnen
- Ashley et al., 2007: Smertereseptorer i skinnet til regnbueørret begynne å fyre
 - rundt 29 °C (polymodale)
 - rundt 33 °C (mekanotermiske)
- Moltumyr et al., 2021 og 2022. Long-term welfare effects of repeated warm water treatments on Atlantic salmon (*Salmo salar*)

Absolutt temperatur vs. Δt

- I alle de refererte forsøkene er utgangstemperaturen 8-10 °C, $\rightarrow 34$, $\Delta t \sim 26$.
- Tiltaksveileder kontroll med lakselus og skottelus 2020:

Tabell 14: Termiske metoder

Metode	Optilicer	Thermolicer
Justerbare effektparametere	<p>- Temperatur. Dokumentert behandlingstemperatur er i området 28-34 °C, med en ΔT fra 20 til 22,5 °C i forhold til sjøtemperatur.</p> <p>- Holdetid. Fisken drives gjennom badet ved hjelp av skovler. Dokumentert holdetid er i området 28-30 sekunder.</p>	<p>- Temperatur. Dokumentert behandlingstemperatur er i området 28-34 °C, med en ΔT fra 20 til 22,5 °C i forhold til sjøtemperatur.</p> <p>- Holdetid. Ikke mulig å justere. Fisken bruker som regel 25-30 sekunder gjennom behandlingseenheten.</p>

Behandling



Figur 4. Fisk fra hvert forsøkskar ble først fordelt på 4 oppbevaringskar basert på fargen på det utvendige T-bar merket, deretter ble de enkeltvis håvet videre til behandling på enten 14, 27, 30 eller 33°C før de ble returnert tilbake til det opprinnelige forsøkskaret.

Forsøksoppsett – Matre – lav Δt

Kar



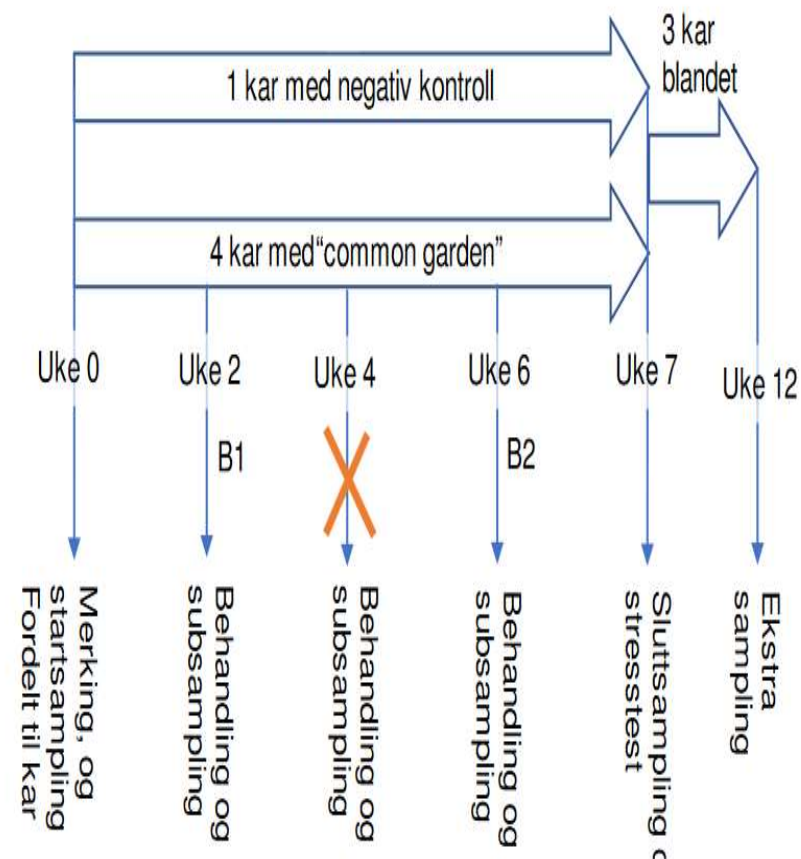
PIT- og floydmerket



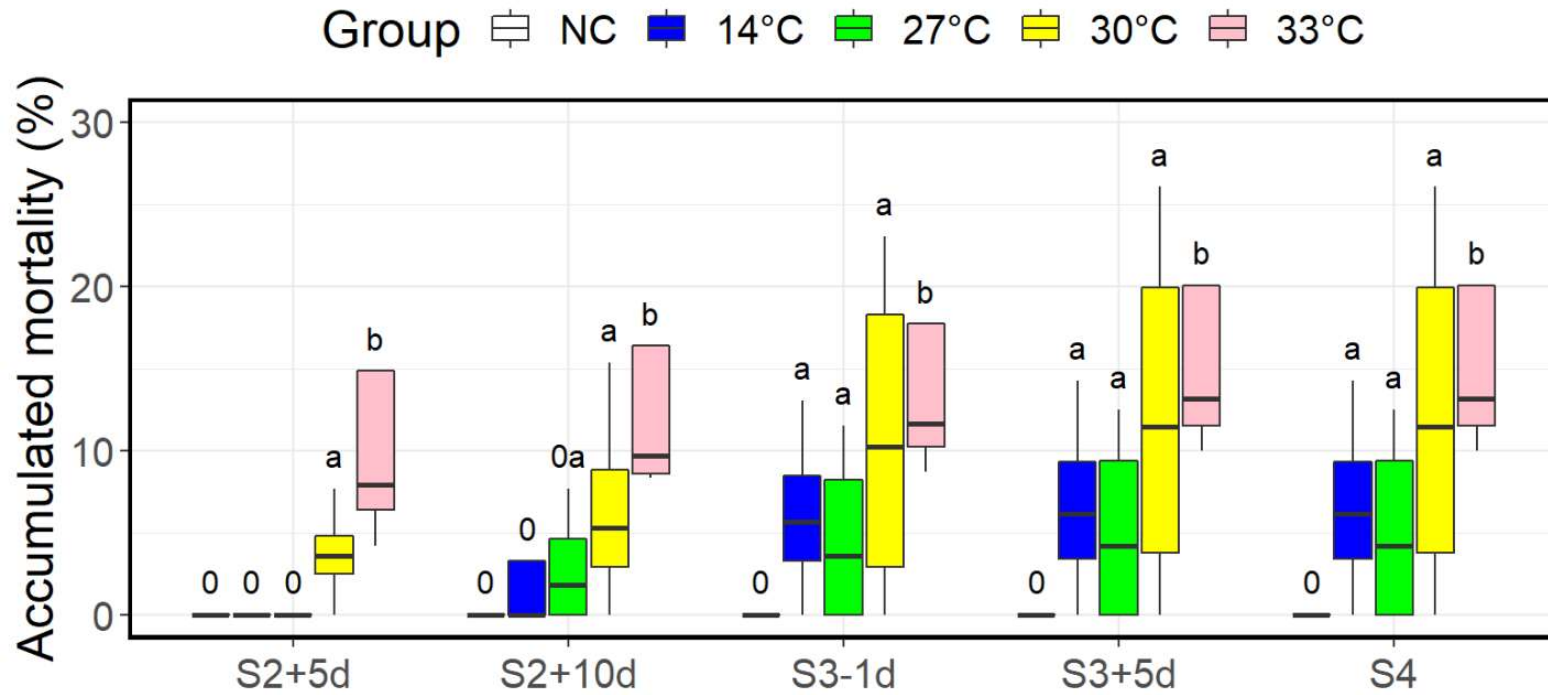
Fem kar med 14 °C vann

- 120 i fisk i hver, ca. 2 kg.
- 1 kar som negativ kontroll (uforstyrret)
- 4 kar med fisk fra de 4 behandlingsgruppene («common garden»)

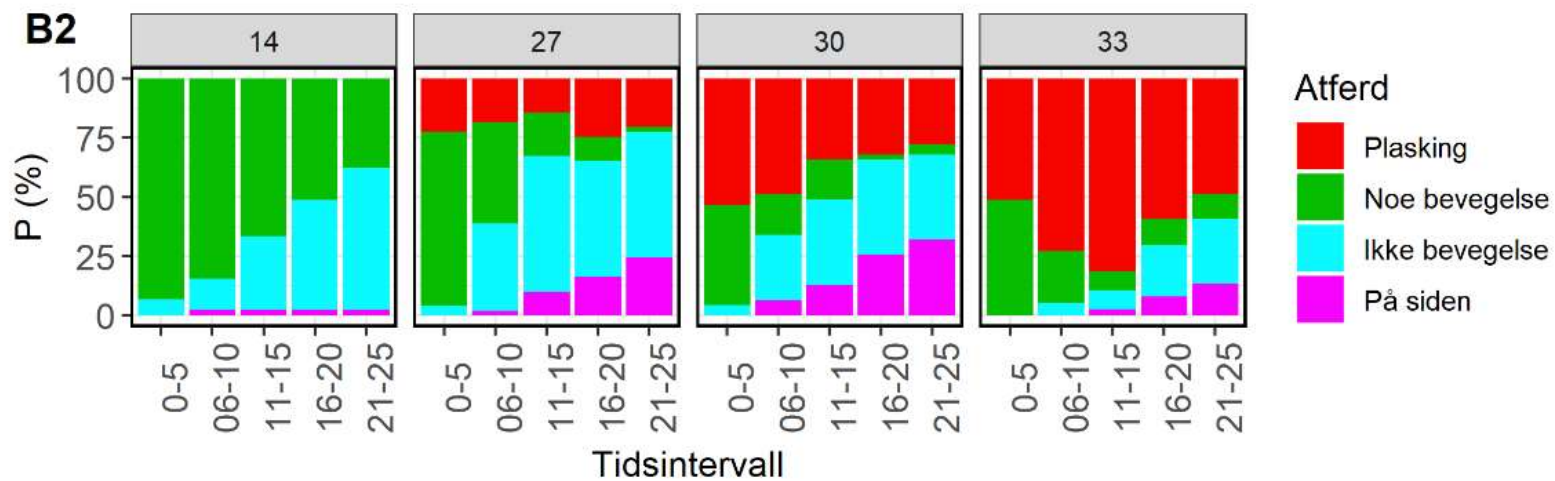
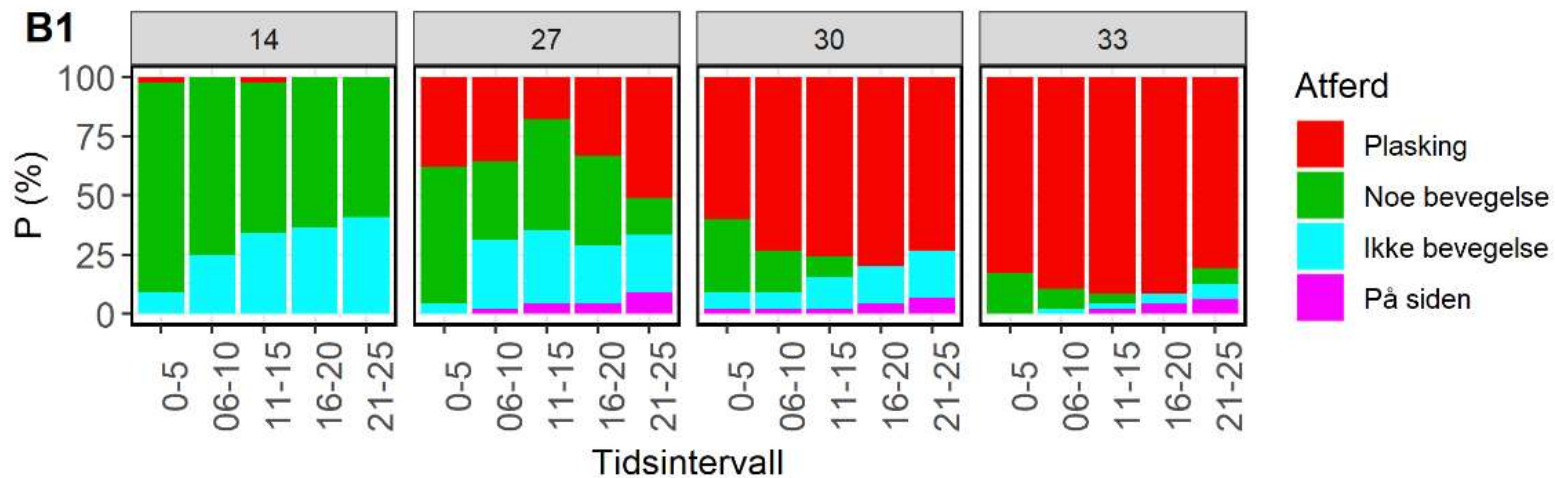
- 33 °C, $\Delta t = 19$ °C
- 30 °C, $\Delta t = 16$ °C
- 27 °C, $\Delta t = 13$ °C
- 14 °C, $\Delta t = 0$ °C
- Ingen behandling
(negative kontroll)



Dødelighet



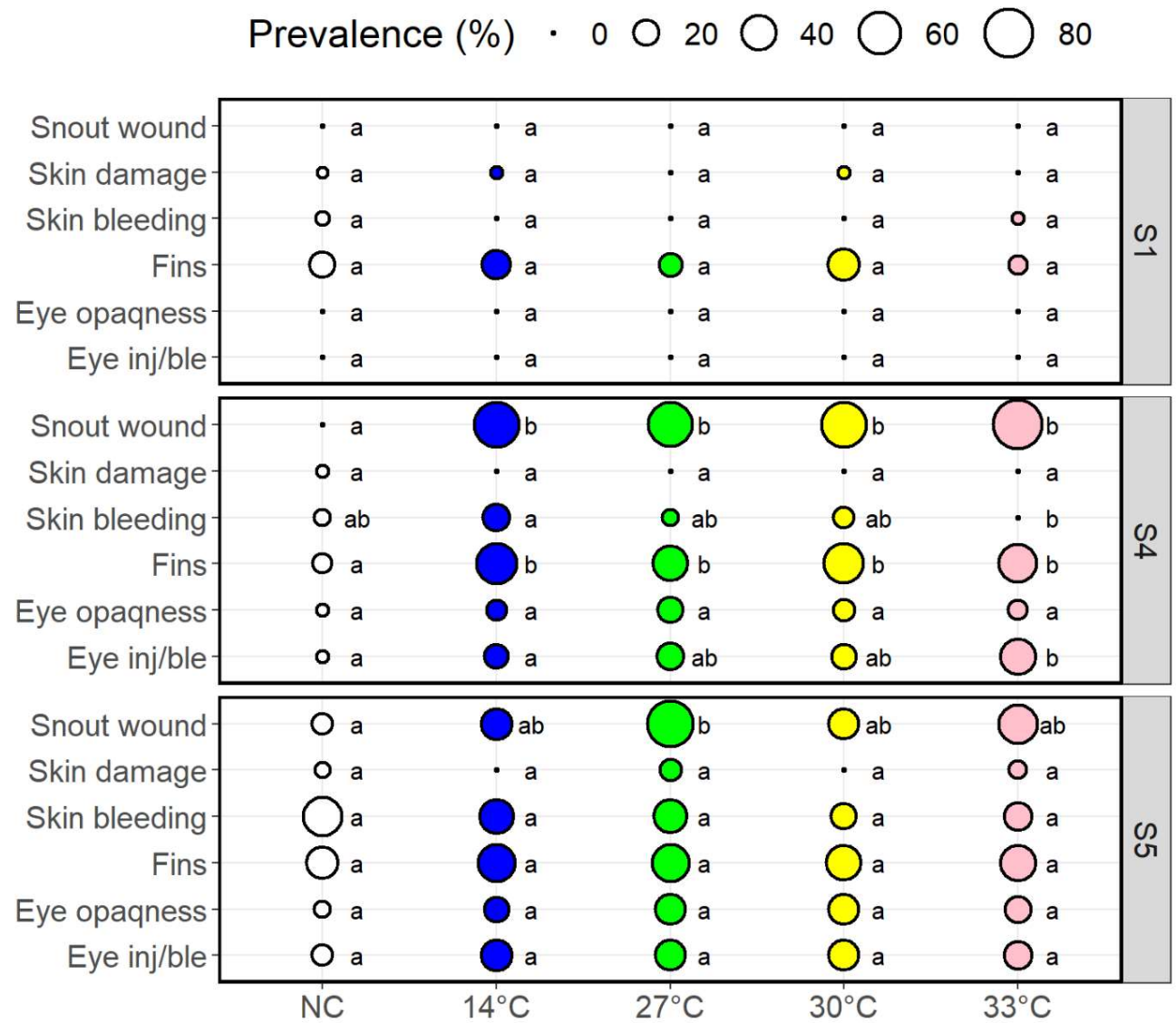
Atferd



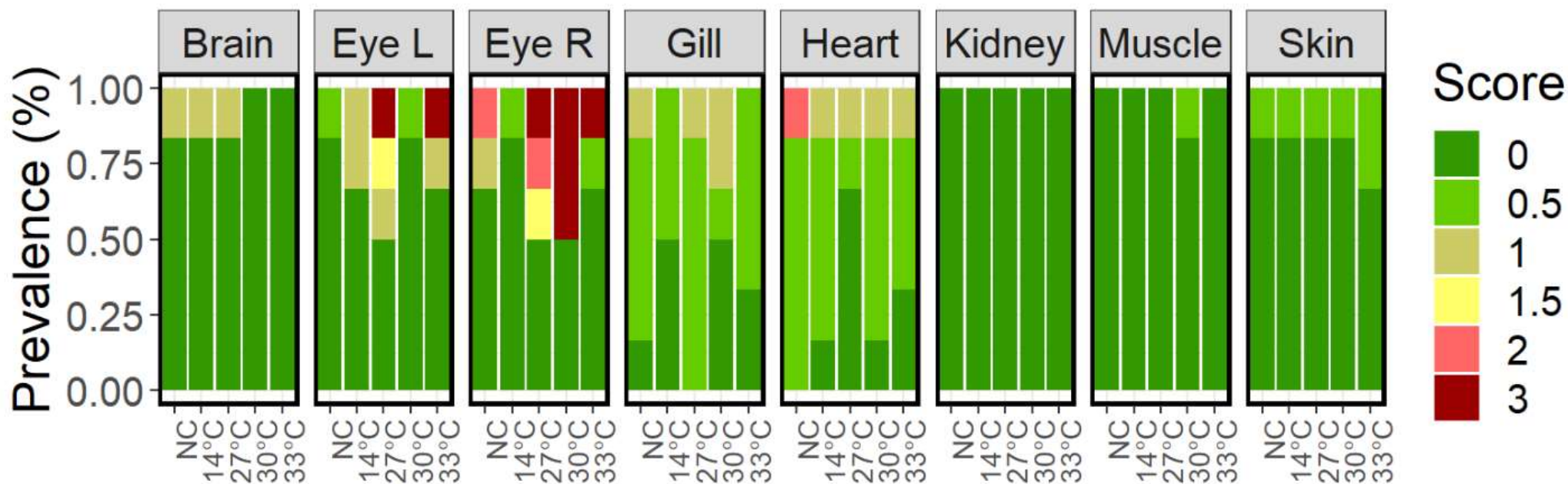
Ytre skader

Først og fremst en behandlingseffekt.

Signifikant mer øyeskader S4.



Histologi



Signifkant mer øyeskader i histologiprøvene til varmtvannsbehandlet (27-33 °C) i forhold til kontroller (NC og 14 °C).

Forsøksoppsett – Bodø – lav Δt

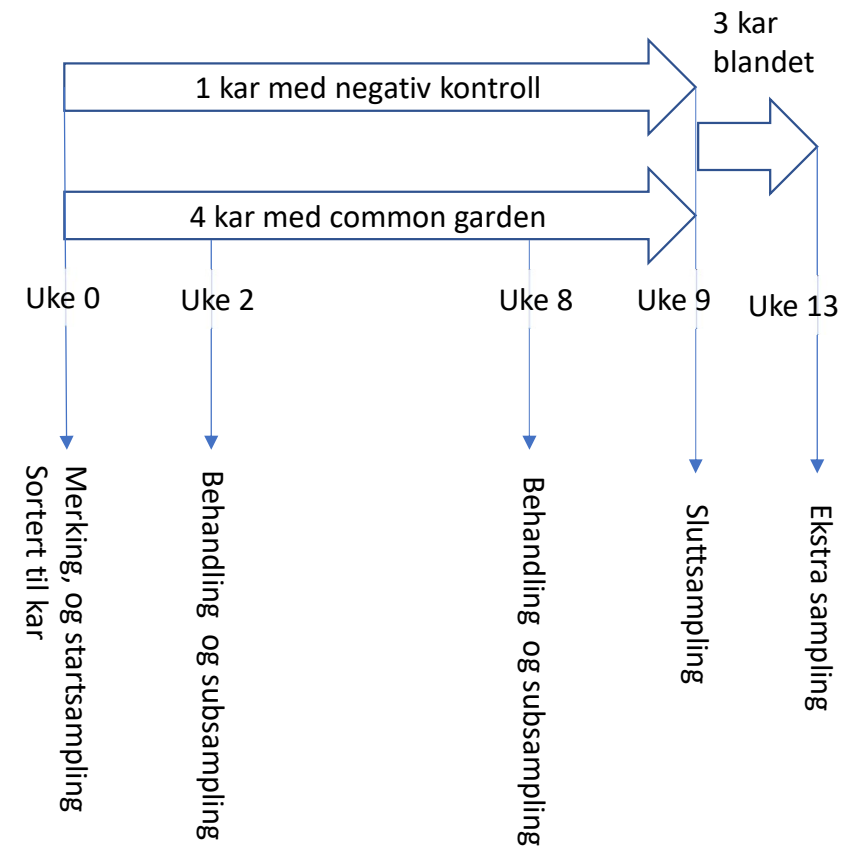
Kar



PIT- og floydmerket



Tidslinje



Fire kar med 8 °C vann.

- 100 i fisk i hver, ca. 1.8 kg.
- 1 kar som negativ kontroll (uforstyrret)
- 3 kar med fisk fra de 4 behandlingsgruppene («common garden»)

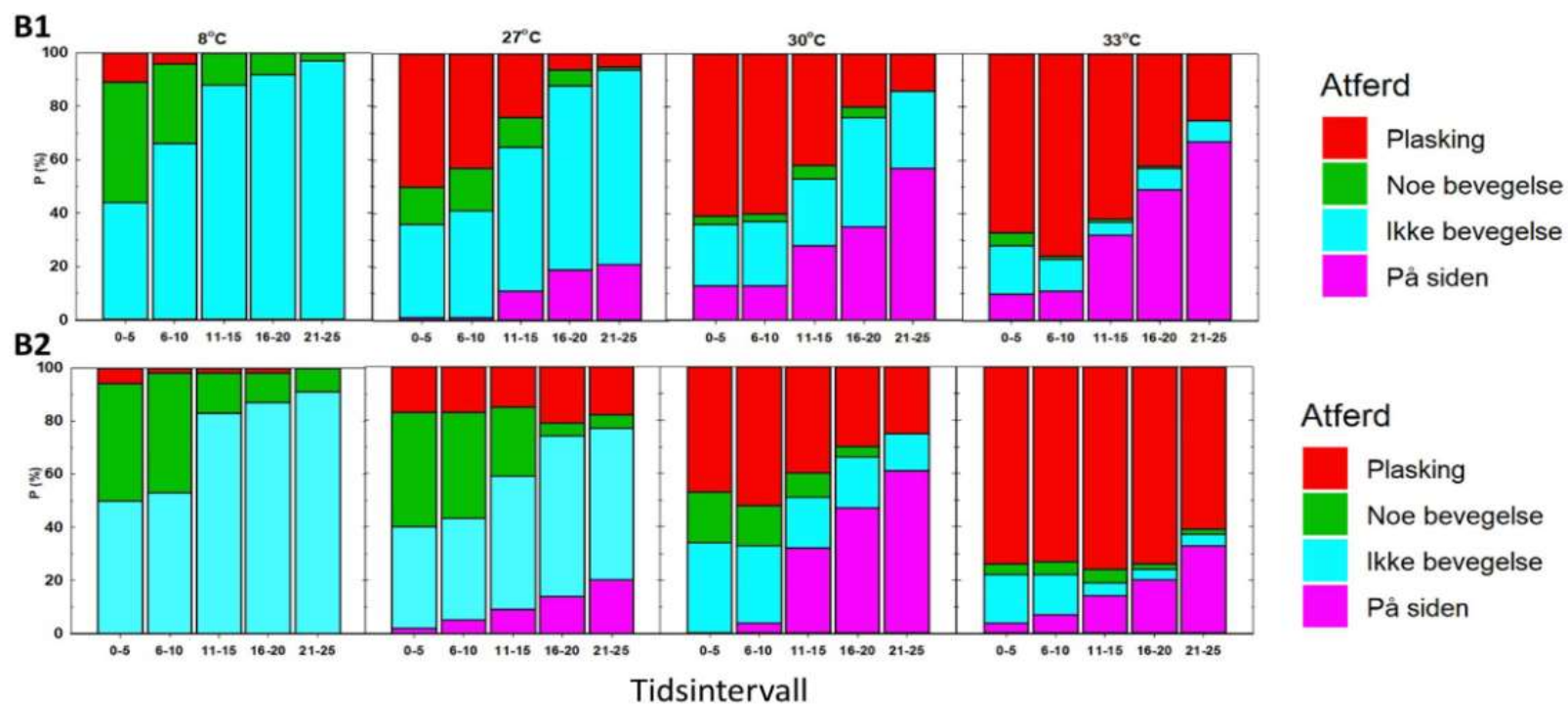
- 33 °C, $\Delta t = 19$ °C
- 30 °C, $\Delta t = 16$ °C
- 27 °C, $\Delta t = 13$ °C
- 14 °C, $\Delta t = 0$ °C
- Ingen behandling (negative kontroll)

Dødelighet

Gruppe	Kar 1	Kar 2	Kar 3	Kar 4	Total	%
Negativ kontroll				4*	4 (0)	4,0
8°C (p. kontroll)	0(2)	2(0)	0(0)		2 (2)	0,8
27°C	0(3)	0(0)	1(0)		0 (3)	0,0
30°C	1(0)	0(0)	2(0)		3 (0)	1,3
33°C	0(0)	2(0)	1(0)		3 (0)	0,8
Total	1	4	2	4	11 (5)	

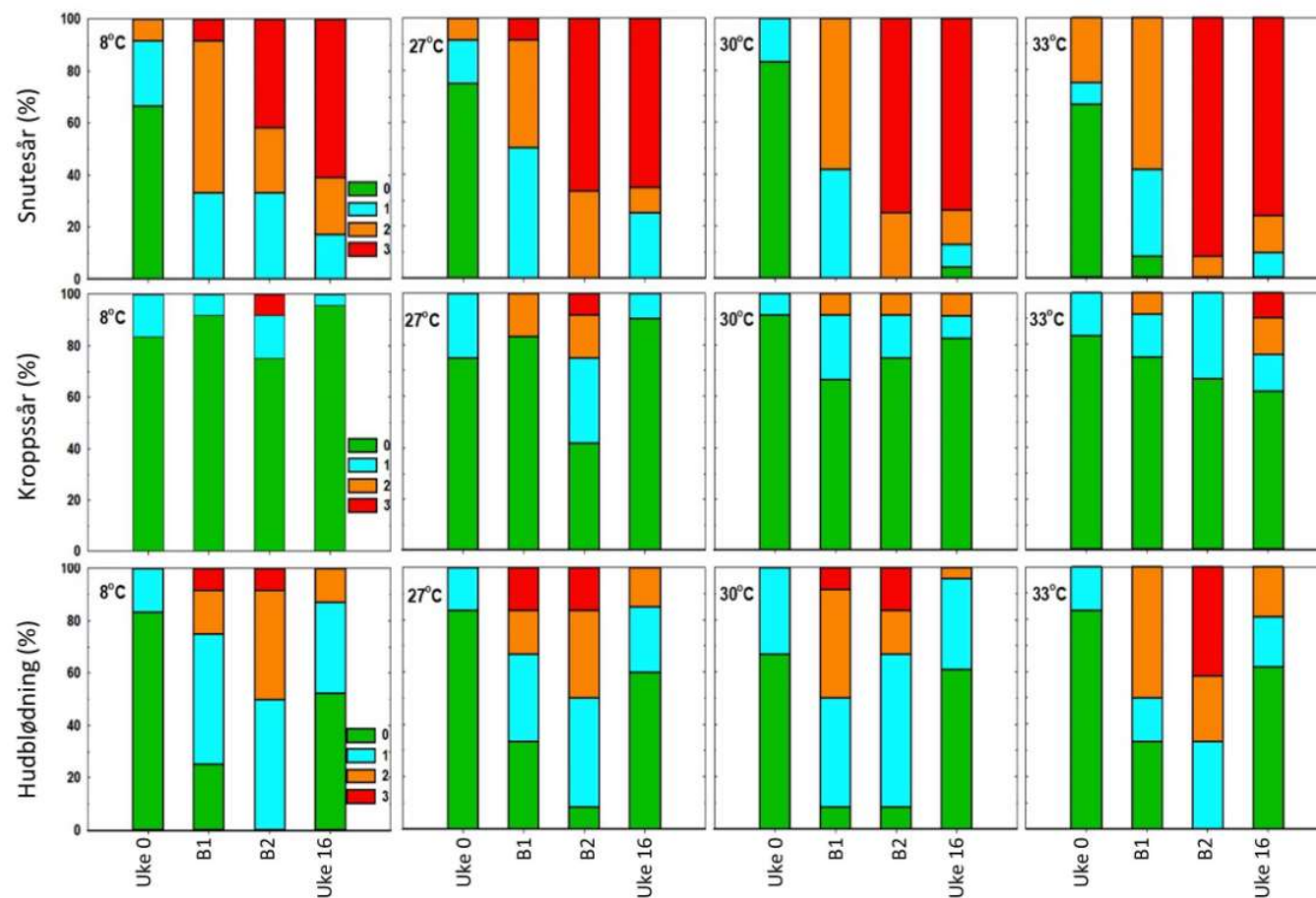
Tabell 3. Antall døde fisk gjennom hele forsøksperioden per kar og behandlingsgruppe. Antallet i parentes angir hvor mange fisk som døde i perioden før forsøket startet. Dette var også antall døde etter fire uker.

Atferd



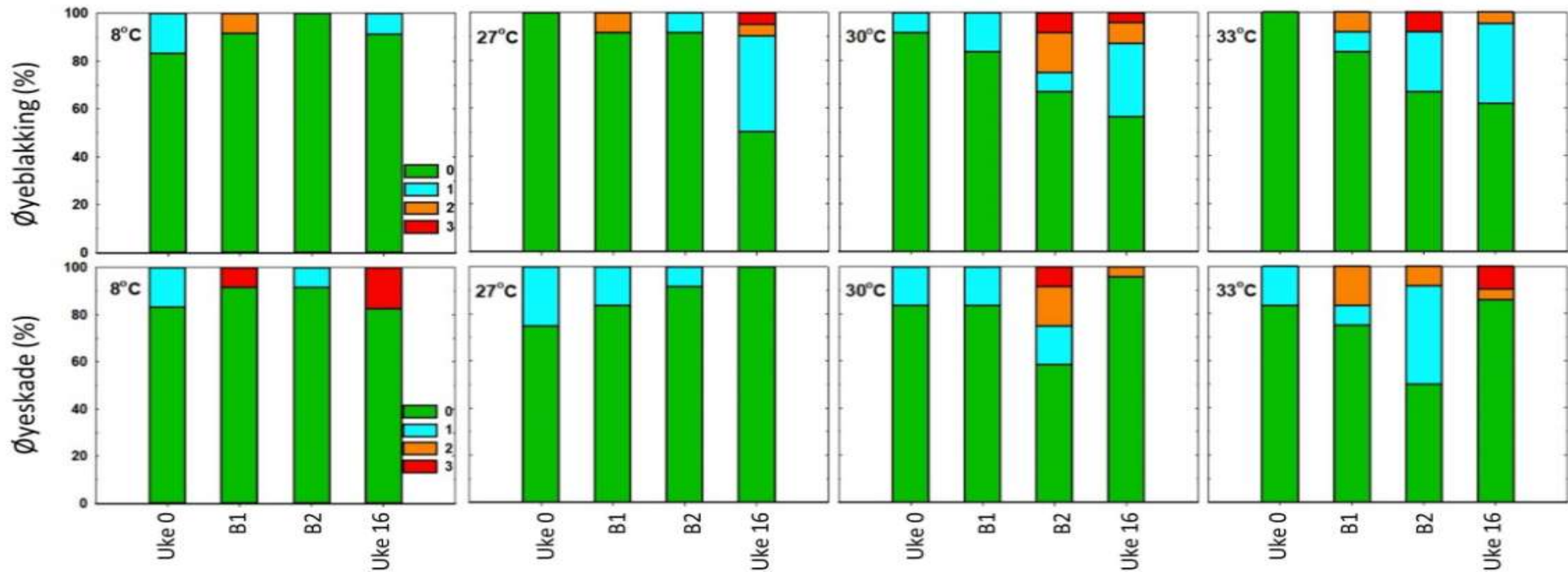
Figur 9. Observert atferd ved første (B1) og andre (B2) behandling. Y-aksen angir andel fisk med observert atferd i % (Tabell 2) for tidsrom første 5 sekunder av eksponeringen (0-5), neste fem sekunder (6-10), osv.

Ytre skader



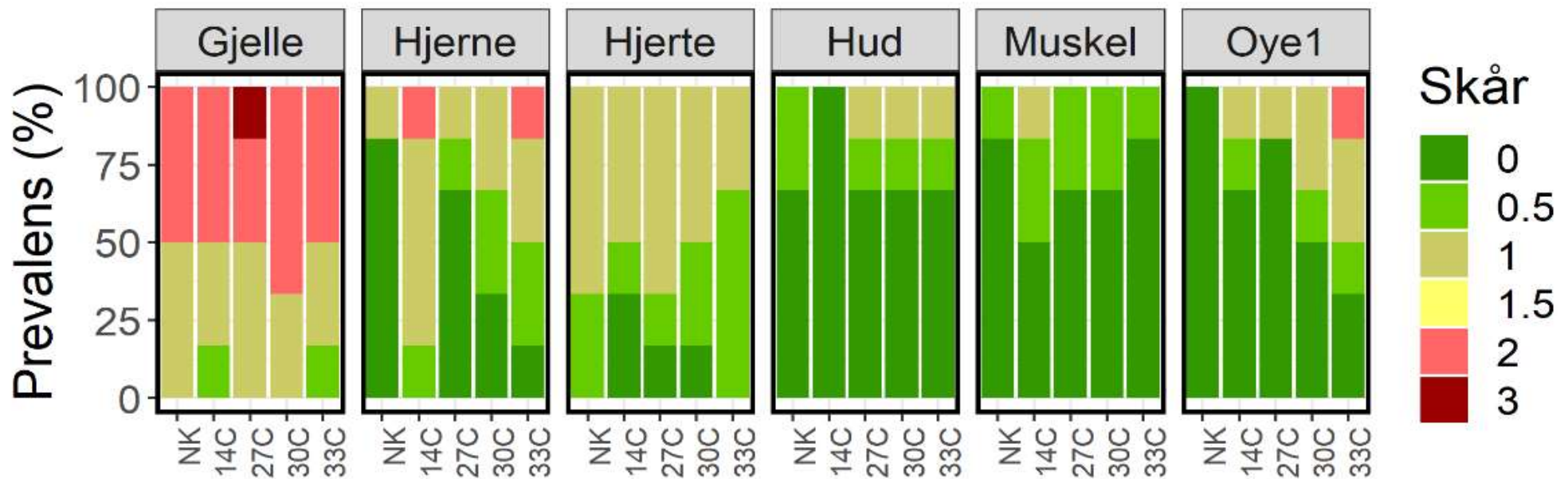
Figur 11. Prevalens av skår for velferdsindikatorer snutesår, kroppssår og hudblødning i uke 0, 24 timer etter første behandling (B1), 24 timer etter andre behandling (B2) og i uke 16b (langtidseffekter). Grønn = prosentandel med skår 0, turkis = andel med skår 1, oransje = andel med skår 2 og rød = andel med skår 3.

Ytre skader



Figur 12. Prevalens av skår for velferdsindikatorer øyeblikking og øyeskade i uke 0, 24 timer etter første behandling (B1), 24 timer etter andre behandling (B2) og i uke 16b (langtidseffekter). Grønn = prosentandel med skår 0, turkis = andel med skår 1, oransje = andel med skår 2 og rød = andel med skår 3.

Histologi

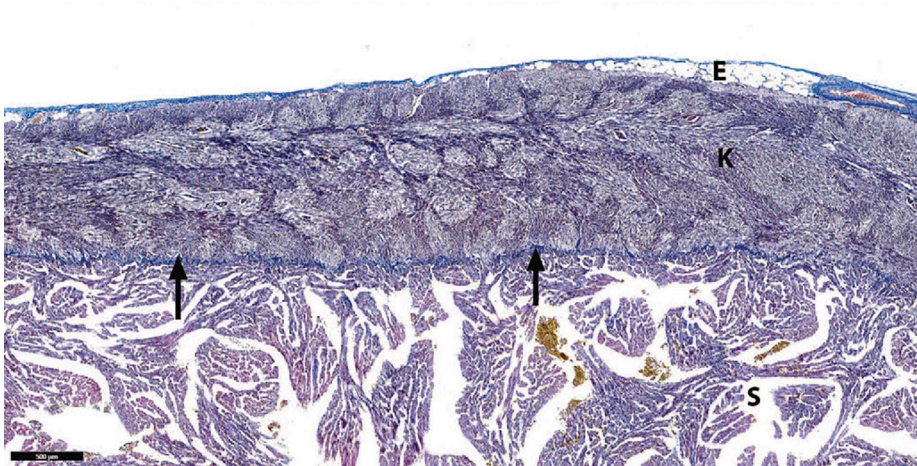


Figur 21. Histologiresultat fra prøvetaking Uke 9. Seks fisk ble analysert fra hver gruppe. Venstre øye, i tillegg til hjerne, hjerte, gjeller, hud, skjelettmuskulatur ble undersøkt og funnene beskrevet og gradert. Funnene er gradert fra 0-3, der "0" representerer ingen spesifikke funn, "0,5" representerer minimale funn uten diagnose, "1" representerer milde funn, "2" representerer moderate funn og "3" representerer alvorlige eller uttalte funn.. Y-aksen angir frekvensen av observert skår per vev.

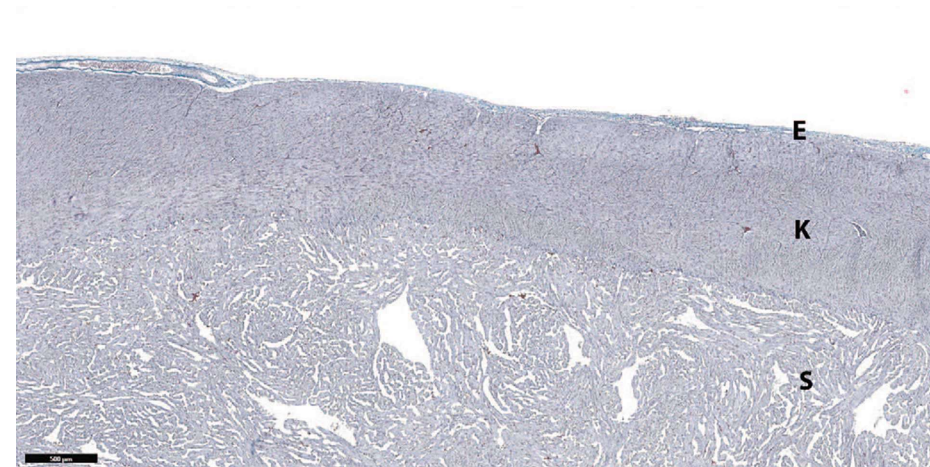
Tilleggsspørsmål

Poppe mfl. 2021. Alvorlige hjertesykader på oppdrettslaks etter termisk og mekanisk behandling mot lakselus. Norsk Veterinærtidsskrift 3, 2021.

Poppe et al. 2021. Novel myocardial pathology in farmed salmonids. Journal of Fish Diseases.

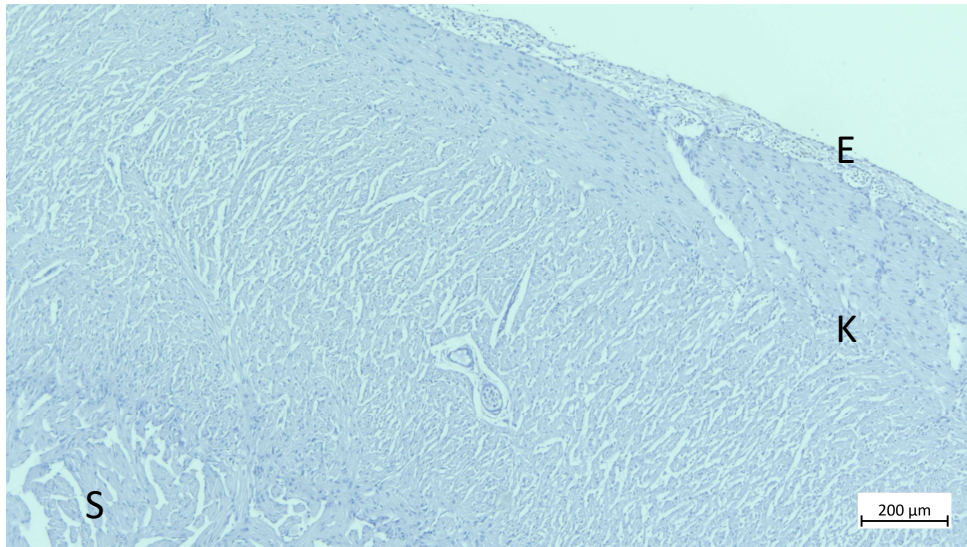


Behandlet oppdrettslaks. Bemerk skjoldet stratum compactum



Stamlaks fra Sandvikselva

Tilleggsspørsmål



Histologi av hjerte fra Bodø-forsøk

Vi har analysert histologi av samtlige grupper (11-12 fra hver gruppe)

Ingen funn av skjoldet *stratum compactum*.

Ingen tegn til at behandlingen har hatt noen negative effekt på hjerte for noen av temperaturene.

Konklusjoner

Forsøkene viste at:

- En av laksegruppene hadde økt dødelighet som funksjon av behandlingstemperatur.
- Laksen reagerte på å bli eksponert for 27 °C også ved høy utgangstemperatur (lav Δt).
- Graden av panikkatferd økte med økende behandlingstemperatur i tillegg til panikkatferd kan laks også reagere på varmt vann ved å legge seg over på siden, og tilsynelatende «gi opp».
- Laksen responderte med «gi opp»-atferd i større grad ved 30°C enn ved 33°C.
- Eksponering til varmt vann gir risiko for øyeskader.
- Det ble ikke funnet noe som tyder på at eksponering til 27-33°C i 30 sekunder gir laks langvarige vevsskader hjertet.

Konklusjoner

Basert på disse resultatene anbefaler vi at det utføres oppfølgingsprosjekter og studier for å avdekke:

- **Betydning av helsetilstand før behandling.** «Helsemarkører» som kan brukes av oppdrettere og fiskehelsepersonell, for å avgjøre om en fiskegruppe er egnet for termisk behandling eller ikke.
- **Hva som avgjør om laks, reagerer med «gi opp»-atferd** til termisk behandling og om denne atferden fører til mindre skader. Er dette en tillært adferd ved gjentatte behandlinger.
- **Hvorfor laksens øyne synes å være utsatt for skade ved termisk behandling**, hvordan disse skadene påvirker fisken, og hva som eventuelt kan gjøres for å forhindre skade på øynene

Takk for meg

- Bui, S., A. Madaro, J. Nilsson, P. G. Fjellidal, M. H. Iversen, M. F. Brinchman, B. Venås, M. B. Schrøder, and L. H. Stien. 2022. *Warm water treatment increased mortality risk in salmon*. Veterinary and Animal Science 17:100265. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100265>
- Lars Helge Stien, Samantha Bui, Jonatan Nilsson, Angelico Madaro, Per Gunnar Fjellidal (HI), Merete Bjørgan Schrøder (Sintef Ocean AS), Malin Johansen (NCE Aquaculture), Tore Seternes (Universitetet i Tromsø), Caroline Piercey Åkesson (Pharmaq Analytiq AS), Helene Wisløff (Pharmaq Analytiq AS), Monica Fengsryd Brinchmann (Nord universitet), Deepti Manjari Patel (Nord universitet) og Martin Haugmo Iversen (Nord universitet), 2022. *Effekt på dyrevelferd av gjentatte termiske behandlinger med ulik Δt , ulik utgangstemperatur og ulik behandlingstemperatur*, FHF - 901646 - SLUTTRAPPORT (L 2.2). Rapport fra havforskningen. ISSN:1893-4536. 32s. <https://www.hi.no/hi/nettrapper/rappport-fra-havforskningen-2022-39>
- FHF, 2022. Objektiv dokumentasjon og beste praksis for å forbedre termisk avlusing (**TermVel**; 901646). <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901649/>