



Euroopan unionin
osarahoittama



Pro gradu –tutkielma:

Virikkeiden vaikutus kirjolohen (*Oncorhynchus mykiss*) hyvinvointiin – eroja viriketyyppien välillä



Sanniminja Koskenala

Ohjaajat: Juhani Pirhonen (JYU) ja Jouni Vielma (Luke)

Kalojen hyvinvointi ja sen mittaaminen



- Kalojen hyvinvoinnin lisääminen intensiivisissä tuotantojärjestelmissä on yksi tärkeimmistä kalanviljelyn kehityskohteista (YM 2022, Vielma ym. 2025).
- Kalojen hyvinvoinnin mittaaminen on kuitenkin vaikeaa monesta syystä:
 - Vesiympäristö on hyvin erilainen kuin maaympäristö, johon olemme tottuneet
 - Kala on poistettava vedestä lähempää tarkastelua varten, mikä aiheuttaa sille stressiä (Cockrem ym. 2019, Khansari ym. 2019, da Santa Lopes ym. 2023)
 - Kalojen fyysisen ja psyykkisen terveydentilan silmämääräinen tulkinta on vaikeaa
 - ➔ On käytettävä indikaattoreita, esim. evävaurioiden tarkkailu

Evävauriot



- Evät ovat elävää kudosta. Niissä on myös hermosäiekimppuja (Becerra ym. 1983).
 - ➔ Rispaantuneet ja tulehtuneet evät mahdollisesti kivuliaita ja hyvinvointia heikentävä tekijä.
- Evävauriot tarjoavat myös sisään pääsyn bakteereille (Schneider ja Nicholson 1980).
- Kirjolohen evistä selkä-, pyrstö- ja rintaevät ovat herkimmät aistimaan kipua (Chervova 1997).
- Evävaurioiden vakavuus intensiivisesti kasvatetulla kaloilla on vaihtelevaa, mutta pahimmillaan koko evä puuttuu (St-Hilaire ym. 2006).
- Kalanviljelijät ovat ilmoittaneet, että evävauriot vähentävät kalan arvoa, sillä liian vaurioituneita kaloja ei voida hyväksyä istutuksiin ja esteettiset viat vähentävät myös ruokakalan arvoa (Hoyle ym. 2006).

Muutama sana virikekasvatuksesta



- Ympäristön liiallinen yksinkertaisuus ongelma tuotantoeläinten hyvinvoinnissa (Sheperdson ym. 1998, Dawkins 1988).
- Suurin osa Suomessa viljeltävistä kaloista viettää ainakin osan elämästään virikeköyhissä keinoaltaissa.
- Ympäristön virikkeistäminen = ihmisen tekemät muutokset vankeudessa elävän eläimen ympäristöön (Würbel ym. 1998).
- Virikkeiden vaikutusta kalojen hyvinvointiin ja käytökseen on tutkittu eri lajeilla
 - lohi, *Salmo salar*: palautuminen käsittelystä nopeampaa, parempi kasvu ja selviytyminen luonnossa (Roberts 2011, Prentice 2025).
 - kirjoahvenet, *Cichlidae*: vähentää aggressiivisuutta, lisää rohkeutta (Torrezani 2013, Tatemoto 2021)
 - **kirjolohi: vähentää käsittelystä aiheutuvaa stressiä** (Pounder 2016)
- Kalanviljelyyn sopiva virike on helposti puhdistettava, ei häiritse ruokintaa ja tehty kalaturvallisesta materiaalista (Gerber ym. 2015)



ei saa aiheuttaa vaurioita tai liuottaa veteen haitallisia aineita

Virikekasvatuskoe kirjolohella

Hyvinvointihaaste kalankasvatuksessa: eväkulumat ja muut vauriot

➔ RATKAISUNA VIRIKEKASVATUS?



TUTKIMUSKYSYMYKSET

1. Vähentävätkö virikkeet eväkulumien ja muiden vaurioiden **määrää**?
2. Vähentävätkö virikkeet eväkulumien ja muiden vaurioiden **vakavuutta tai aktiivisuutta**?
3. Parantavatko virikkeet kirjolohen **kasvua**?

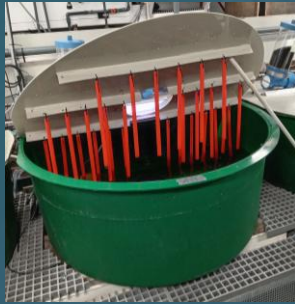
Hypoteesi

- Virikkeet parantavat kalojen hyvinvointia vähentämällä vaurioita ja lisäämällä kasvua

virikkeet



keppi



virtaus



valo

RAS

12 kpl
500l allasta

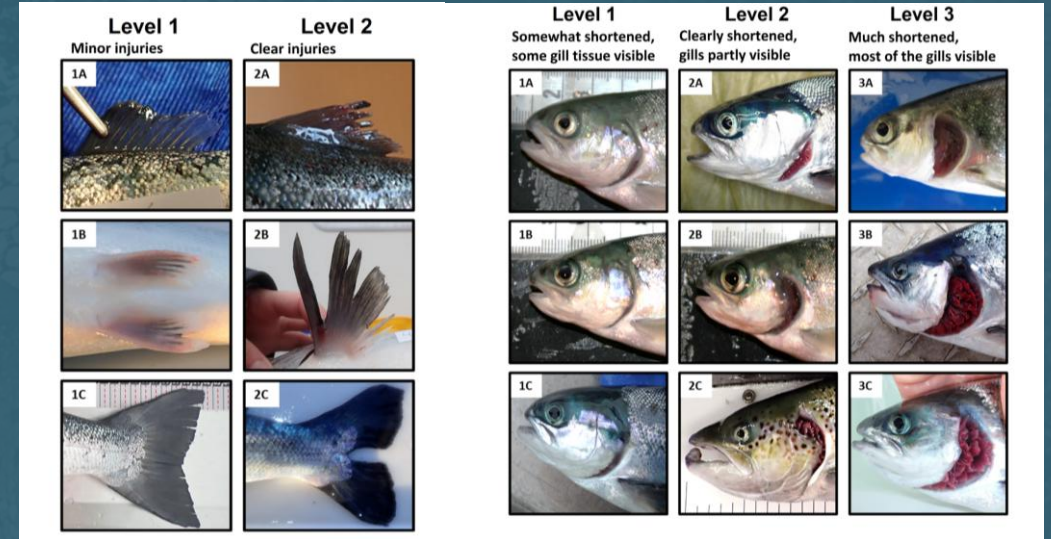
3/käsittely

n.43
kalaa/allas

Kesto 2kk

Laksvel-protokolla

Nilsson ym. (2025)



Nuketettujen kalojen
punnitseminen ja vauriokatsaus



Vaurioiden vakavuus pisteytettiin asteikolla 0-3

0 = ei vauriota

1 = pieni tai epäilty vaurio

2 = selkeä vaurio

3 = vakava vaurio, harkittava lopetusta

Tulokset

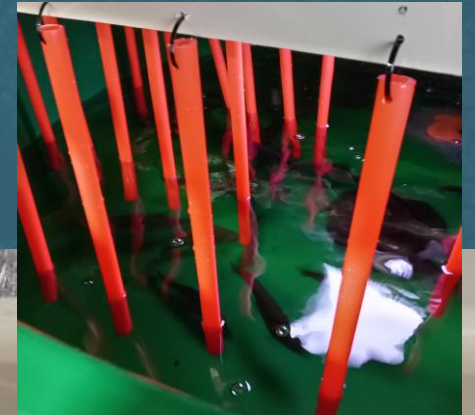
Yleisin ei-evävaurio oli silmän sameus

Lähes kaikissa kaloissa oli vaurioita

→ Huom! Suurin osa taso 1

Enemmän vaurioita
Kruskal-Wallis ($p < 0,05$)

Keppikäsittely



Evävaurioiden määrissä, aktiivisuudessa tai vakavuudessa ei eroja käsittelyiden välillä

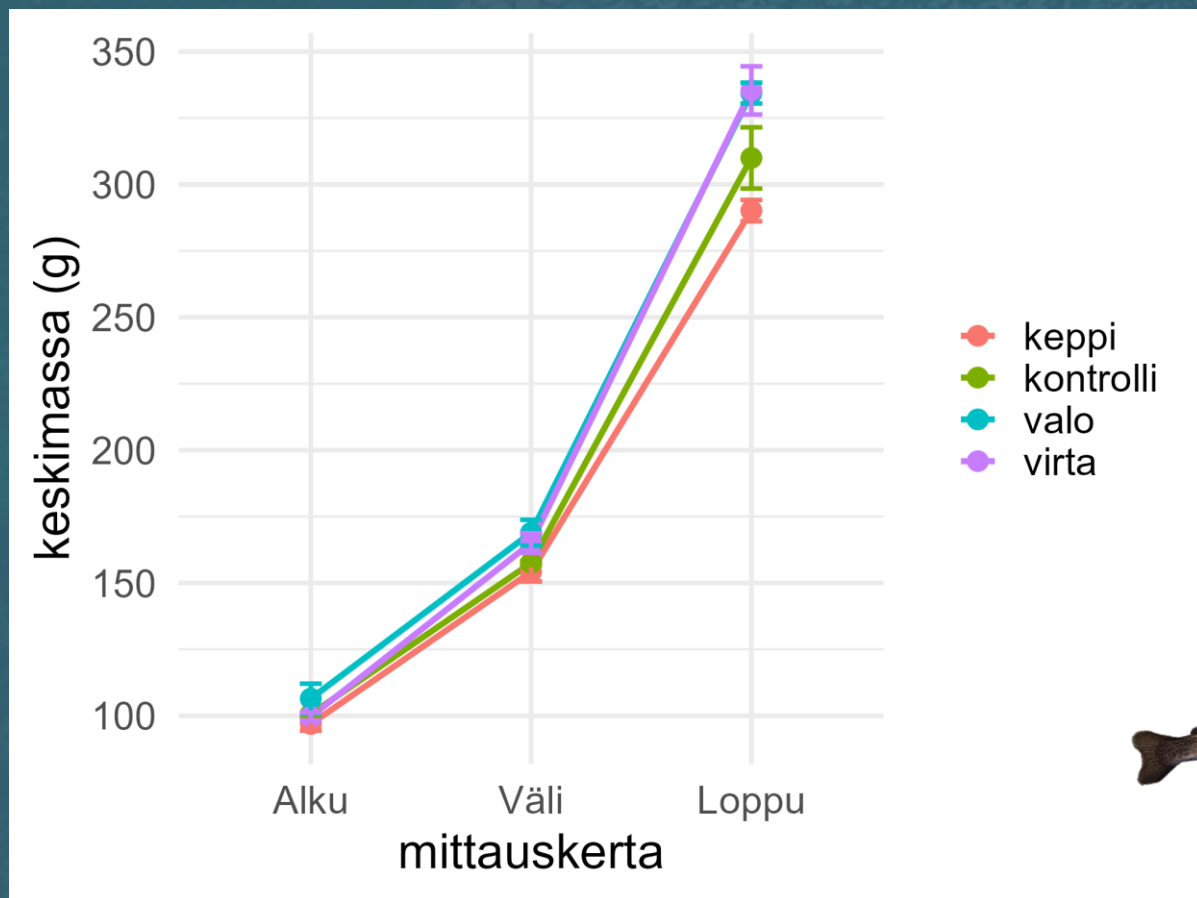
Käsittelyillä näytti olevan vaikutusta kasvuun

Rehukerroin hieman parempi virta- ja valokäsittelyissä

→ Pyrstö oli kulunein evä

Käsittelyillä näytti olevan vaikutusta kasvuun

Tutkimuskysymys 3: Parantavatko virikkeet kirjolohen kasvua?

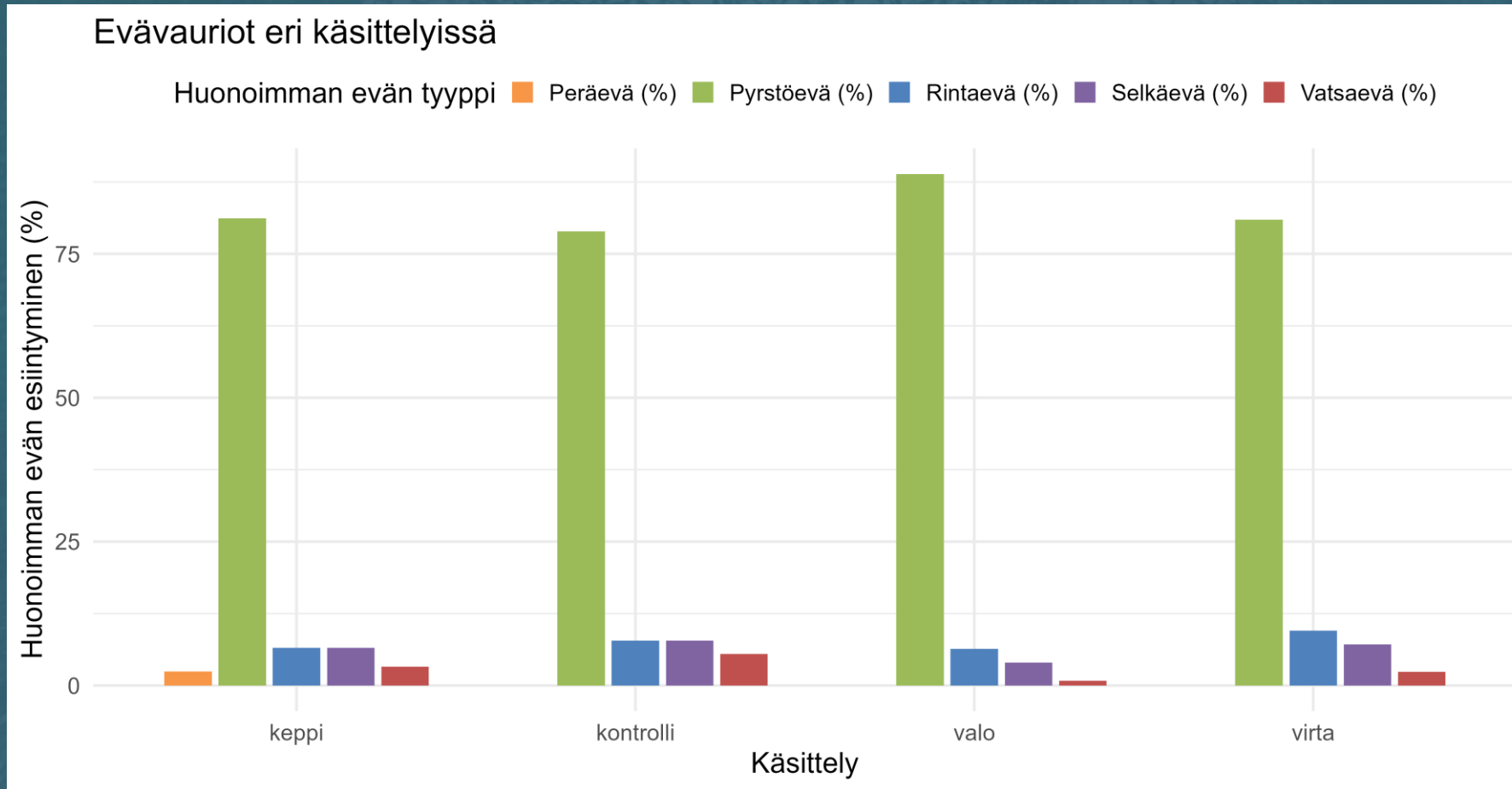


Kasvu

- Kokeen lopussa ei-fyysisten virikkeiden ryhmällä oli n. 8% korkeampi keskimassa (vrt. kontrolli)
- Rehukertoimessa havaittiin suuntaa-antava ero
- **Virta- ja valokäsittelyissä** oli matalampia FCR-arvoja, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä

Pyrstöevä oli yleisin huonoin evä

- Evävaurion vakavuusaste asettui välille pieni-selkeä

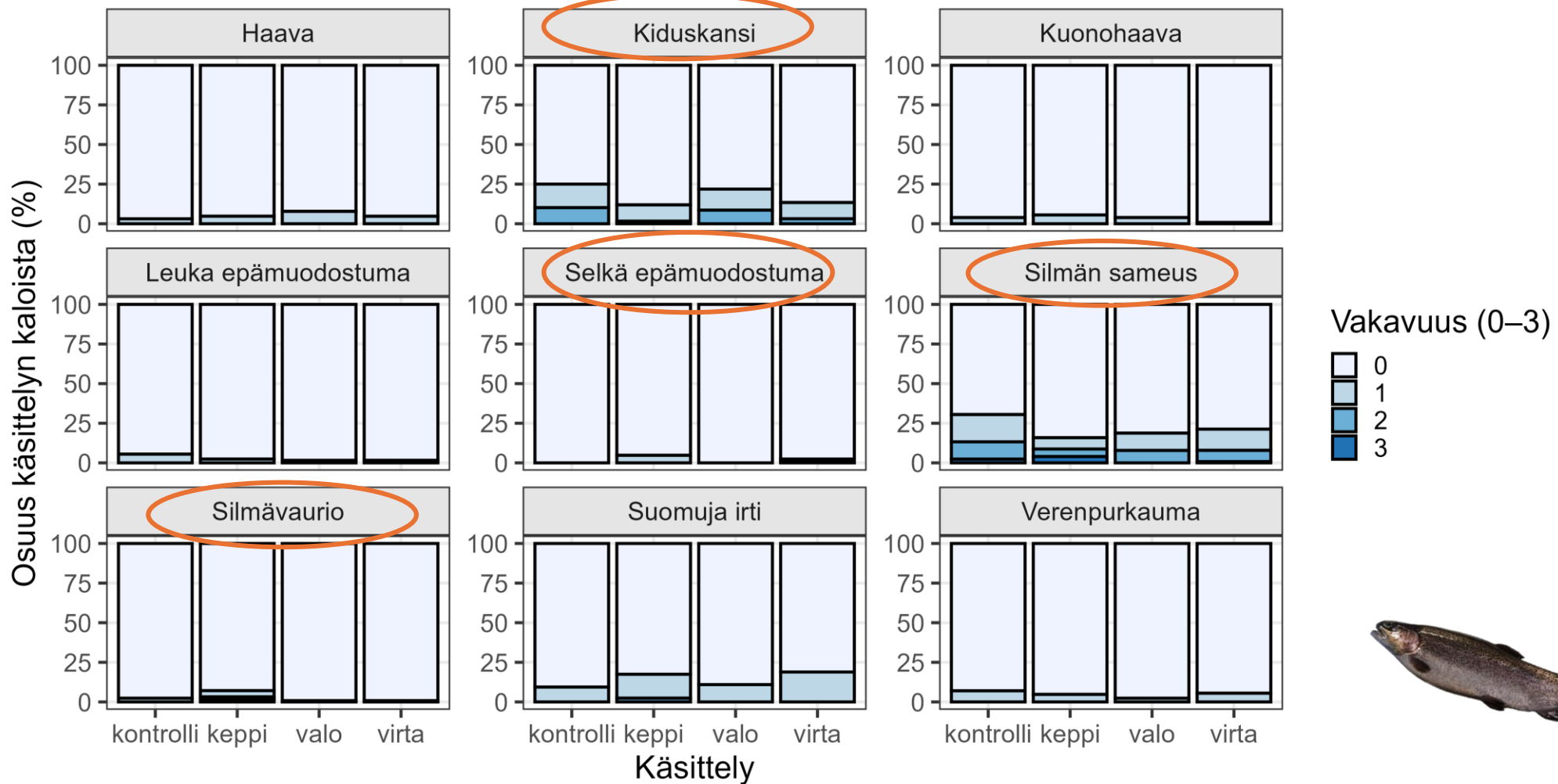


n= 3
Jokaista
käsittelyä
oli 3 allasta



Muut vauriot

Vauriot käsittelyittäin



Keppivirikkeen haasteet

- Korkeammat vauriomäärät ja vakavuusasteet
- Lisäksi:



**Haasteet virikkeen
puhdistuksessa**

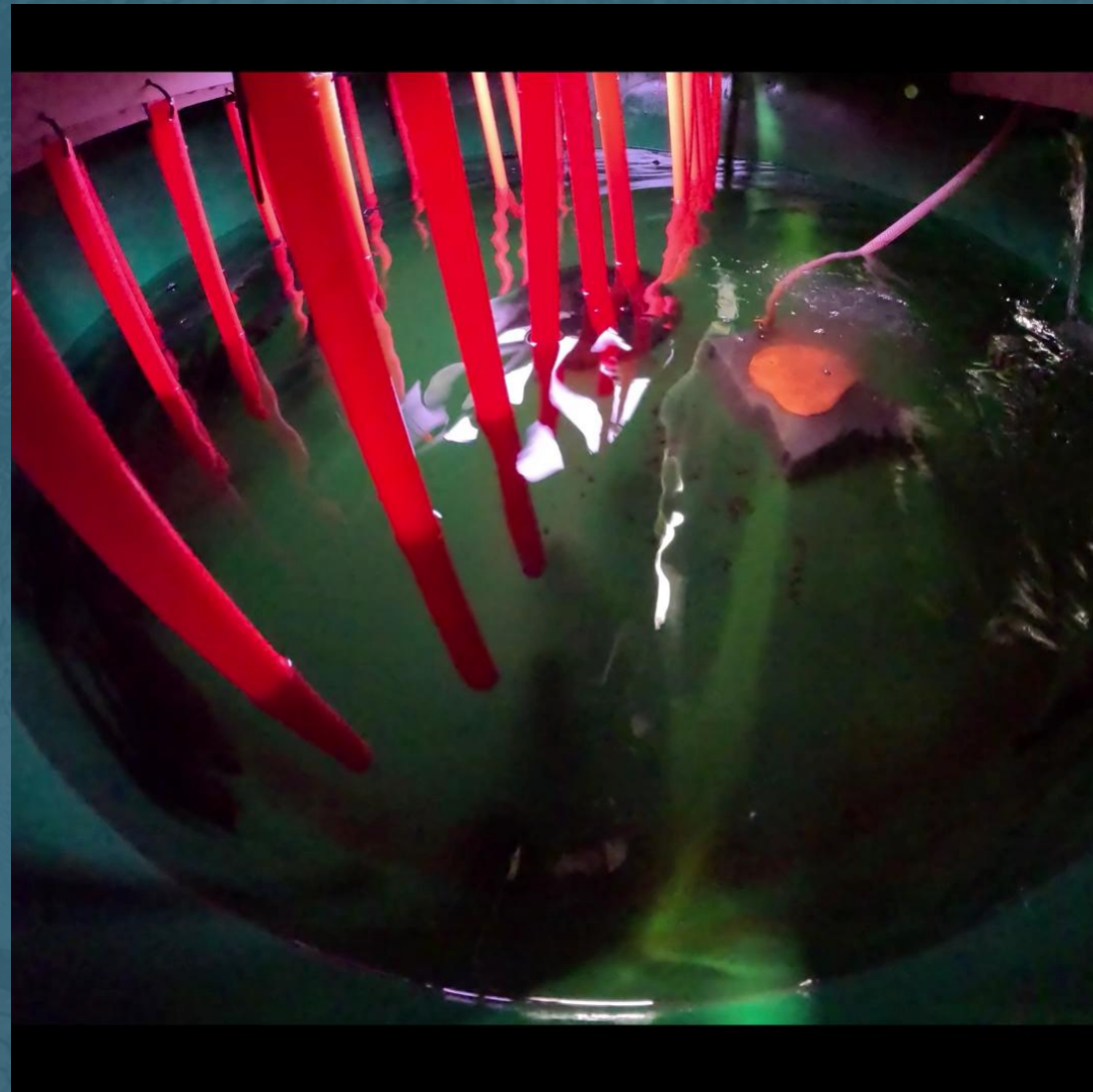
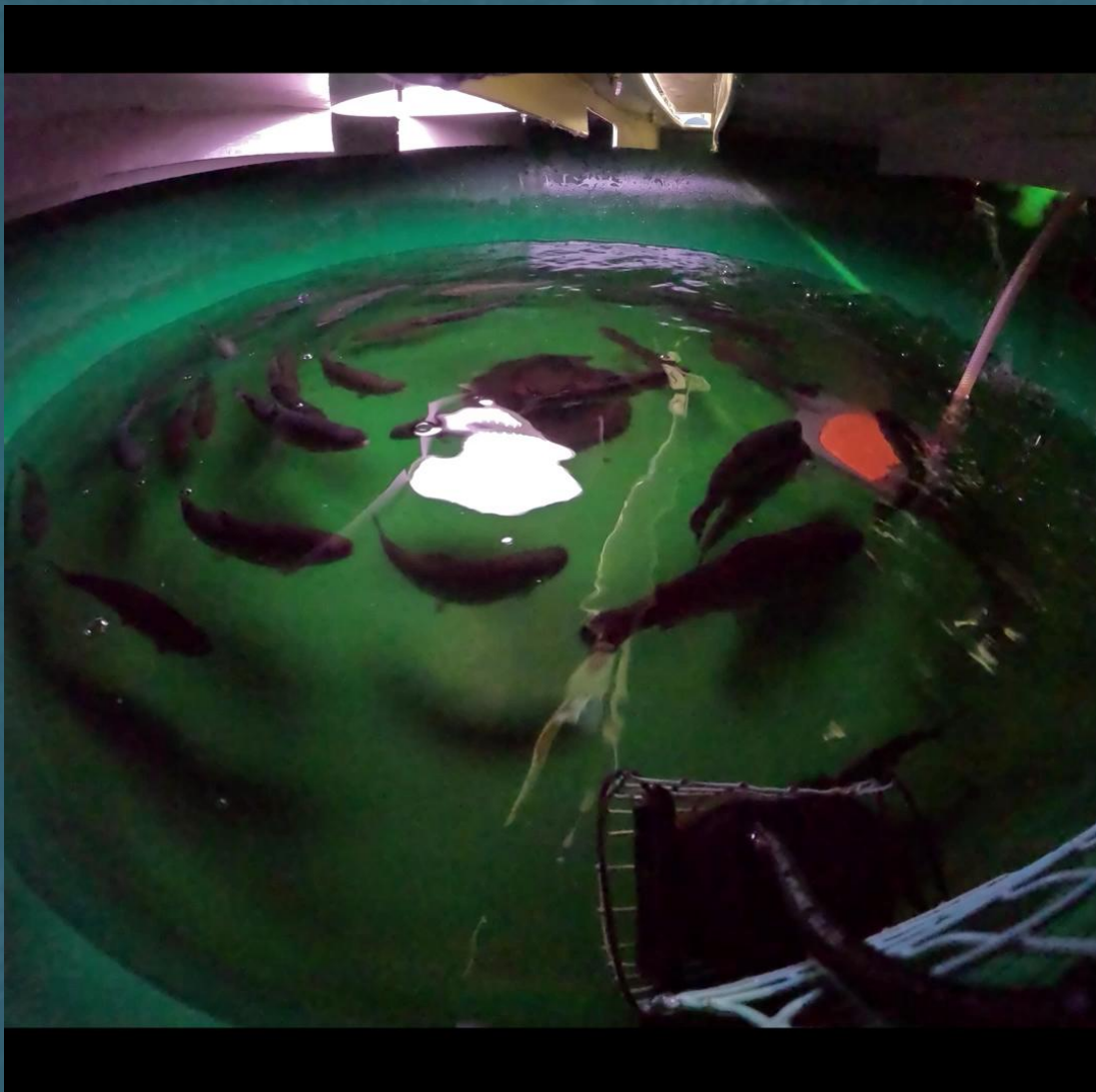


**Keppikalat söivät
huonommin ja olivat
passiivisempia**



Tätä virikettä ei voi suositella sellaisenaan kirjolohen kasvatukseen

Ei-fyysinen virike (virtausmuutos) ei häiritse ruokintaa



Vastaukset tutkimuskysymyksiin



TUTKIMUSKYSYMYKSET

1. Vähentävätkö virikkeet eväkulumien ja muiden vaurioiden **määrää**?
 - Ei vähentänyt tässä tutkielmassa. Fyysinen virike voi jopa lisätä vauriomääriä.
2. Vähentävätkö virikkeet eväkulumien ja muiden vaurioiden **vakavuutta tai aktiivisuutta**?
 - Ei vähentänyt tässä tutkielmassa. Fyysinen virike voi jopa lisätä vakavuusastetta
3. Parantavatko virikkeet kirjolohen **kasvua**?
 - Virikkeillä näytti olevan vaikutus kasvuun. Tätä olisi kuitenkin hyvä tutkia lisää. Virikkeet voivat parantaa myös rehukerrointa.

Tulosten laajempi merkitys



- Tulos fyysisen virikkeen kasvua heikentävästä ja vaurioita aiheuttavasta vaikutuksesta on ristiriidassa aiempien tutkimusten kanssa
 - Eidsmo ym. (2023) tutkimuksessa muoviputkisuojat eivät vaurioittaneet kaloja
 - Jones ym. (2019) ja Rosburg ym. (2019) tutkimuksissa fyysinen virike paransi kasvua
 - syynä saattaa olla kokeiden pidempi kesto ja virikkeen pienempi koko.
 - Fyysisen virikkeen koko
 - Vaikutukset käyttäytymiseen
 - Mahdolliset dominanssihierarkiat



Tätä olisi hyvä tutkia lisää esim. kuvaamalla videoita ja analysoimalla käyttäytymistä

- Haasteet keppivirikkeen puhdistuksessa ja kalojen ruokinnassa
 - vaikka virikkeen havaittaisiin parantavan kalojen hyvinvointia, se ei välttämättä sovi kaikkiin kasvatusjärjestelmiin tai kaikille lajeille
- Ei-fyysiset virikkeet voivat sopia paremmin kirjolohen kasvatukseen, koska altaaseen ei tule puhdistusta tai ruokintaa haittaavia rakenteita

Kirjallisuusluettelo

Becerra J., Montes G.S., Bexiga S.R.R. & Junqueira L.C.U. 1983. Structure of the tail fin in teleosts. *Cell and Tissue Research* 230: 127–137.

Chervova L.S. 1997. Pain sensitivity and behavior of fishes. *Journal of Ichthyology* 37: 98–102.

Cockrem J.F., Bahry M.A. & Chowdhury V.S. 2019. Cortisol responses of goldfish (*Carassius auratus*) to air exposure, chasing, and increased water temperature. *General and Comparative Endocrinology* 270: 18–25.

Dawkins M.S. 1988. Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 20: 209–225.

Eidsmo J., Madsen L., Pedersen L.-F., Jokumsen A. & Gestø M. 2023. Environmental Enrichment for Rainbow Trout Fingerlings: A Case Study Using Shelters in an Organic Trout Farm. *Animals* 13: 268.

Gerber B., Stamer A. & Stadtlander T. 2015. Environmental Enrichment and its effects on Welfare in fish. FiBL (Research Institute of Organic Agriculture), Frick, Switzerland.

Hoyle I., Oidtmann B., Ellis T., Turnbull J., North B., Nikolaidis J. & Knowles T.G. 2007. A validated macroscopic key to assess fin damage in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 270: 142–148.

Khansari A.R., Balasch J.C., Vallejos-Vidal E., Teles M., Fierro-Castro C., Tort L. & Reyes-López F.E. 2019. Comparative study of stress and immune-related transcript outcomes triggered by *Vibrio anguillarum* bacterin and air exposure stress in liver and spleen of gilthead seabream (*Sparus aurata*), zebrafish (*Danio rerio*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology* 86: 436–448.

Nilsson J., Gismervik K., Nielsen K.V., Iversen M.H., Noble C., Kolarevic J., Frotjold H., Nilsen K., Wilkinson E., Klakegg B., Hauge H.S., Sæther P.A., Kristiansen T. & Stien L.H. 2025. Laksvel — A standardised, operational welfare monitoring protocol for Atlantic salmon held in sea cages. Institute of Marine Research.

Pounder K.C., Mitchell J.L., Thomson J.S., Pottinger T.G., Buckley J. & Sneddon L.U. 2016. Does environmental enrichment promote recovery from stress in rainbow trout? *Applied Animal Behaviour Science* 176: 136–142.

Prentice P.M., Chivite Alcalde M., Císař P. & Rey Planellas S. 2025. Early-life environmental enrichment promotes positive animal welfare for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in aquaculture research. *Scientific Reports* 15: 5828.

Roberts L.J., Taylor J. & Garcia de Leaniz C. 2011. Environmental enrichment reduces maladaptive risk-taking behavior in salmon reared for conservation. *Biological Conservation* 144: 1972–1979.

Santa Lopes T. da, Costas B., Ramos-Pinto L., Reynolds P., Imsland A.K.D. & Fernandes J.M.O. 2023. Exploring the Effects of Acute Stress Exposure on Lumpfish Plasma and Liver Biomarkers. *Animals* 13: 3623.

Schneider R. & Nicholson B.L. 1980. Bacteria Associated with Fin Rot Disease in Hatchery-Reared Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1505–1513.

Shepherdson D.J., Mellen J.D. & Hutchins M. 1999. *Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals*. Smithsonian Institution.

Sneddon L.U., Braithwaite V.A. & Gentle M.J. 2003. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 270: 1115–1121.

St-Hilaire S., Ellis T., Cooke A., North B.P., Turnbull J.F., Knowles T. & Kestin S. 2006. Fin erosion on rainbow trout on commercial trout farms in the United Kingdom. *The Veterinary Record* 159: 446.

Tatemoto P., Valença-Silva G., Queiroz M.R. & Broom D.M. 2021. Living with low environmental complexity increases fear indicators in Nile tilapia. *Animal Behaviour* 174: 169–174.

Torrezani C.S., Pinho-Neto C.F., Miyai C.A., Sanches F.H.C. & Barreto R.E. 2013. Structural enrichment reduces aggression in *Tilapia rendalli*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 46: 183–190.

Vielma J., Hellström E., Raussi S., Kauppinen T., Eriksson-Kallio A.M., Korkea-aho T. & Westerback J. 2025. Poliitikasuositus: Kalojen hyvinvoinnin parantamisen neljä suositusta. Luonnonvarakeskus.

Würbel H., Chapman R. & Rutland C. 1998. Effect of feed and environmental enrichment on development of stereotypic wire-gnawing in laboratory mice. *Applied Animal Behaviour Science* 60: 69–81.

Ympäristöministeriö. 2020. Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohje. Ympäristöministeriö.

Lisälukemista

Laksvel-protokolla:

Nilsson J., Gismervik K., Nielsen K., Iversen M., Noble C., Kolarevic J., Frotjold H., Nilsen K., Wilkinson E., Klakegg B., Hauge H., Sæther P., Kristiansen T. & Stien L. 2025. Laksvel — A standardised, operational welfare monitoring protocol for Atlantic salmon held in sea cages.

Rapport fra havforskningen 2025-40 ISSN: 1893-4536, saatavissa

<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2025-40>

Kiitos!

