RUOKAVIRASTO

Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

RUOKAVIRASTO
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Euroopan unionin osarahoittama

Kirjolohen hyvinvointitarpeet ja hyvinvoinnin mittaaminen

Jenni Westerback

Tutkija, eläinlääkäri

Vesi- ja villieläinpatologian jaosto, eläinterveystutkimuksen yksikkö

Kalojen hyvinvointikoulutus

Teams

2.2.2026

RUOKAVIRASTO
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Euroopan unionin osarahoittama

Mitä kalan hyvinvointi on
Miksi kalan hyvinvoinnilla on väliä
Hyvinvoinnin seuranta

Hyvinvointi on eläimen kokemus sen omasta psyykkisestä ja fyysisestä olotilasta

- Nykyinen tieteellinen konsensus:
  - Kalojen hyvinvointi ei ole vain fyysisiä/fysiologisia merkkejä
  - Kalat kykenevät tuntemaan negatiivisia ja positiivisia tunnetiloja

Hyvinvointi on eläimen kokemus sen omasta psyykkisestä ja fyysisestä olotilasta

- Eläimen hyvinvointiin vaikuttavat eläimen mahdollisuudet sopeutua ympäristön tapahtumiin ja olosuhteisiin.
- Jos sopeutuminen ei onnistu, tai sopeutumisesta aiheutuu eläimelle jatkuvaa tai voimakasta stressiä, rasitusta, käytöshäiriöitä tai haittaa terveydelle, eläimen hyvinvointi heikkenee.
- Eläimen hyvinvointiin vaikutetaan pito-olosuhteilla, hoidolla, käsittelyllä ja eläinjalostuksella

Eläinten hyvinvoinnin neuvottelukunnan määritelmä hyvinvoinnista

Miksi kalan hyvinvoinnilla on väliä?

Eettiset syyt:

- Eläinten tuntoisuus = kyky kokea subjektiivisia tuntemuksia ja tietoisuutta.
- Tuntoisuus sisältää kyvyn tuntea kipua, mielihyvää, pelkoa, iloa sekä ympäristön havaitsemisen ja siihen reagoinnin.
- Ymmärrys tuntoisuudesta on tärkeää eettisistä, hyvinvoinnin ja suojelun näkökulmista

Lainsäädännön vaatimukset:

- Näistä enemmän Terhin luennossa

Tuotannolliset syyt:

- Hyvinvoiva kala kasvaa paremmin, lihanlaatu parempi

Markkina-arvo:

- Tuotantoeläinten hyvinvointi noussut tärkeäksi aiheeksi

Mistä kalan hyvinvointi rakentuu?

- **Biologiset toiminnot:** terveys, kasvu ja kehitys, ei tauteja
- **Lajityypillinen käyttäytyminen:** mahdollisuus itsensä ilmaisuun ja vuorovaikutukseen
- **Selviytymiskyky:** pärjää ympäristön haasteissa
- **Tunnetila:** kalan todennäköinen kokemus olotilastaan – stressi, mukavuus, kokemukset

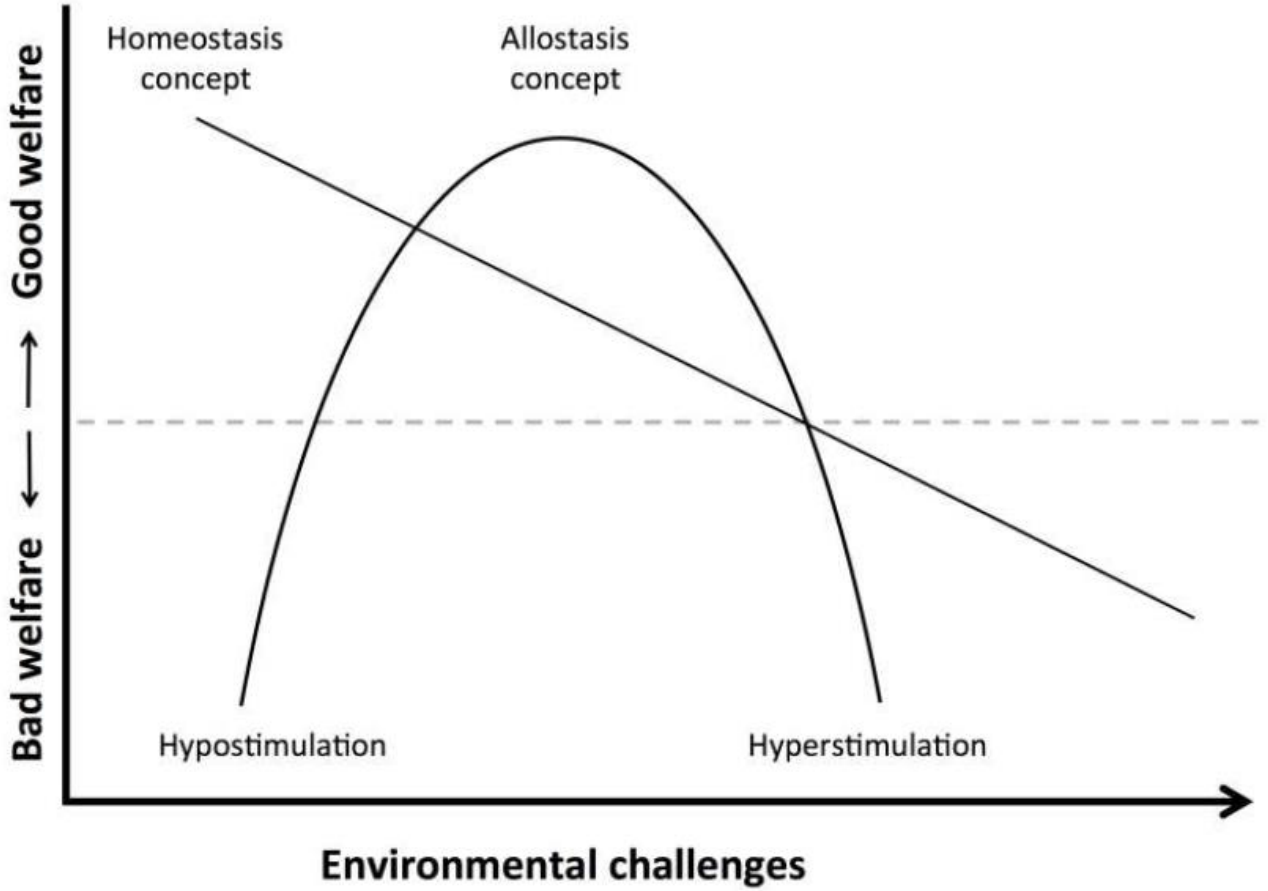


Figure 1 - Animal welfare in relation to environmental challenges as shown by the out-dated concept based on homeostasis and the new concept based on allostasis. Adapted from Saraiva et al. (2018) and Korte et al. (2007).

Hyvinvointitarpeet

Välitön selviytyminen:

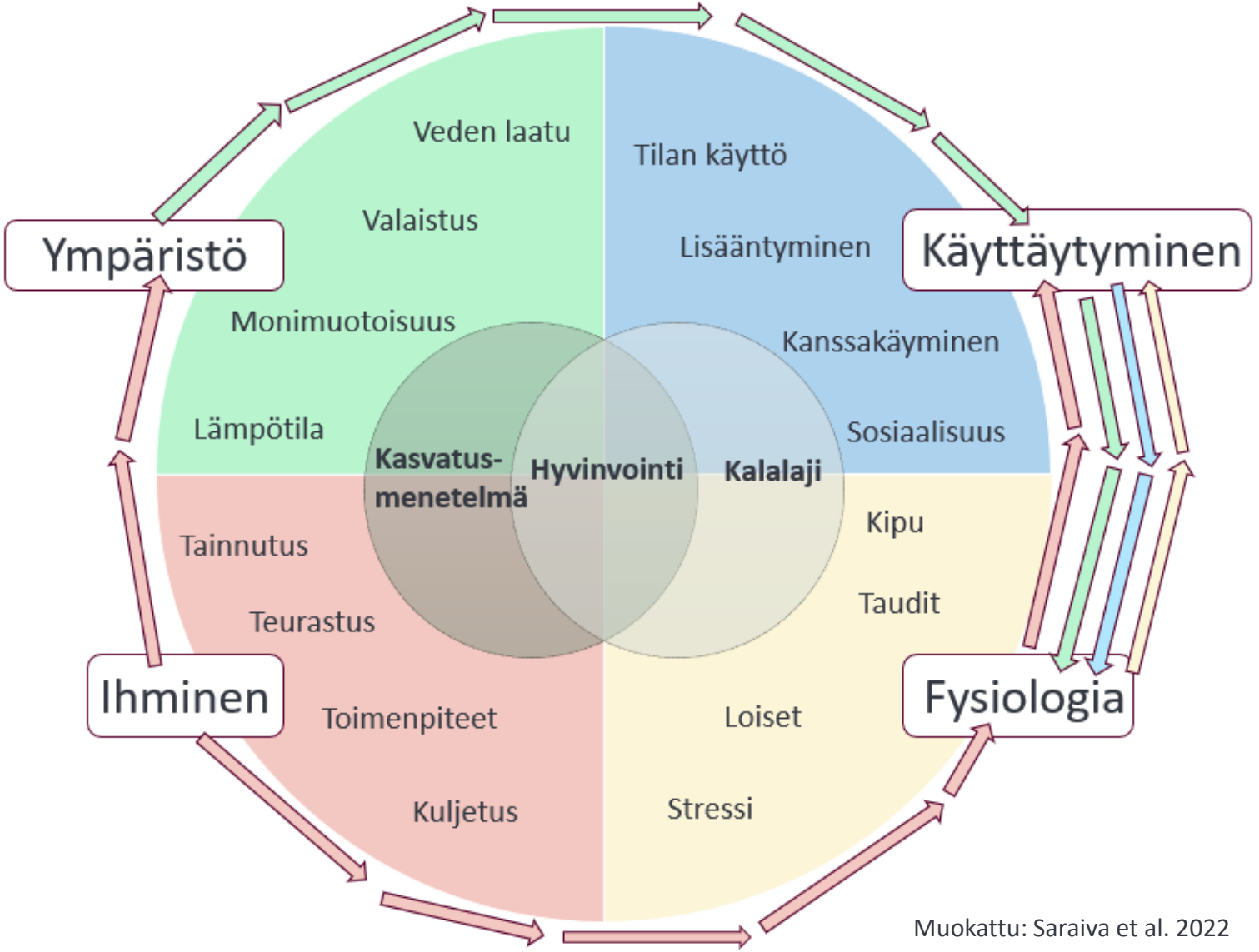
- Tehokas hengitys ja hapen saanti
- Osmoregulaatio (suolatasapainon säätely)
- Lämmönsääntely
- Ravitsemus

Pidempiaikainen selviytyminen:

- Mahdollisuus ympäristön tutkimiseen ja tarkkailuun
- Kiinnostava elinympäristö
- Sosiaalinen käyttäytyminen
- Turvallisuus ja suojautuminen
- Kehonhuolto (mahdollisuus vaikuttaa omaan kehoon)
- (Lisääntyminen ja jälkeläisten hoito)

Hyvinvoinnin haasteet tuotantoympäristössä

- Nuolet osoittavat eri haasteiden välistä yhteyttä:
  - **Ympäristöolosuhteet** (kuten huono vedenlaatu) voivat lisätä fysiologista stressiä ja pahentaa käyttäytymiseen liittyviä rajoitteita.
  - **Ihmisen aiheuttamat** käsittelytilanteet voivat voimistaa stressireaktioita ja olla vuorovaikutuksessa sekä ympäristöongelmien että käyttäytymistarpeiden kanssa.
  - **Käyttäytymistä rajoittavat tekijät**, kuten tilan puute, voivat johtaa **fysiologisiin toimintahäiriöihin** (esim. stressi, taudit) → Vaikeuttavat kalan selviytymistä eri stressitekijöille (haasteet).



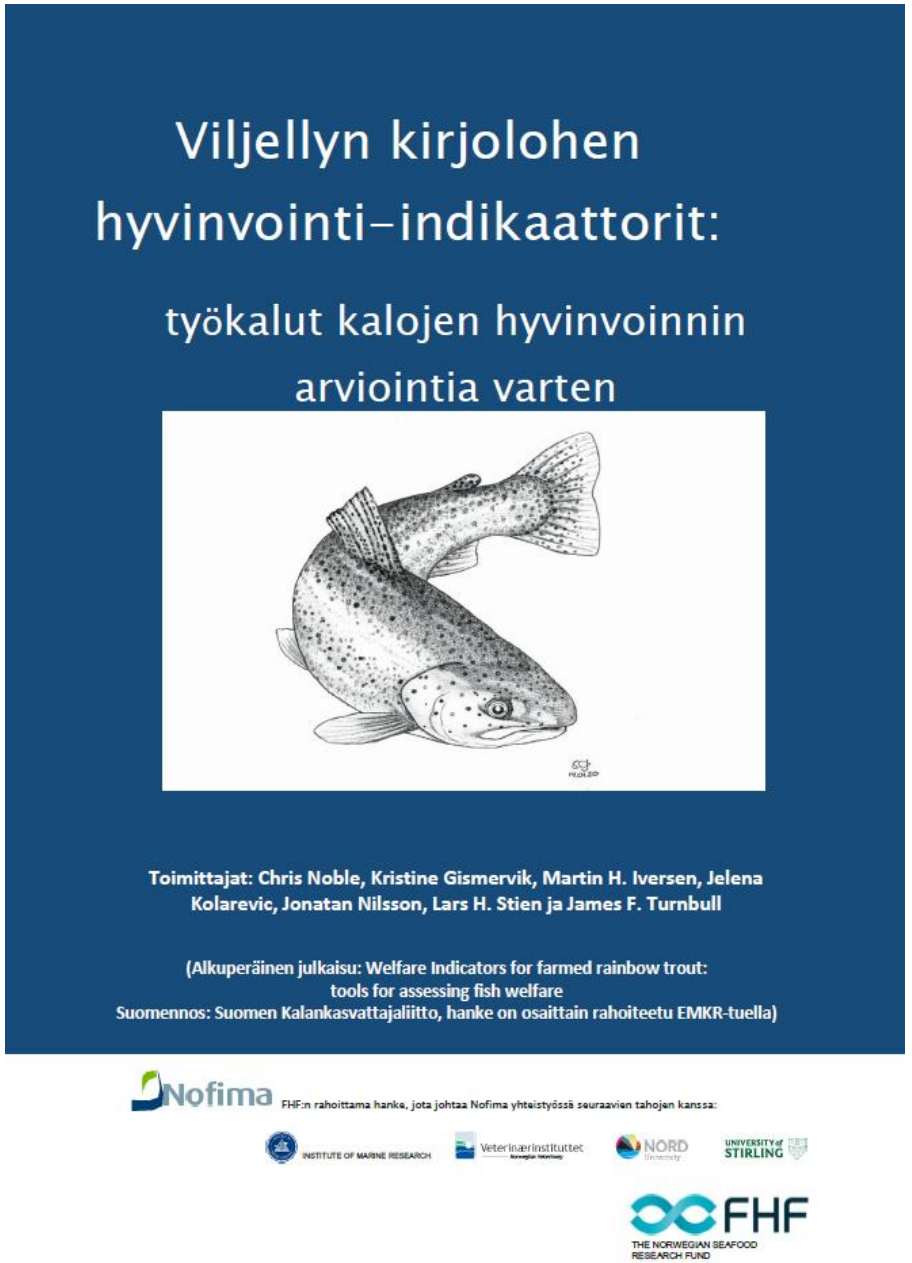
Muokattu: Saraiva et al. 2022

Hyvinvoinnin mittaaminen ja seuranta

- Useita kasvatetun kalan hyvinvoinnin arvioinnin työkaluja, esim.:
  - **S**almon**W**elfare**I**ndex**M**odel (SWIM, 2012)
  - FishWell handbook (kirjolohi) (Noble et al. 2020)
  - MyFishCheck (2021)
- Täysin hyvinvointiin keskittyviä
- Laaja valikoima indikaattoreita eri hyvinvoinnin osa-alueista

- Rajoitukset:
  - Epätäydellinen kuva hyvinvoinnista
    → mitattaa fyysistä terveyttä, ei kokemusarviota
  - Mitattavien indikaattoreiden painotus haasteellista
    → Tutkimustiedon puute
  - Hyväksyttävien raja-arvojen määrittämisen vaikeus
    → Tutkimustiedon puute

Esimerkkinä
FishWell handbook



Welfare indicators (WIs)

Environment based WIs

- Temperature
- Salinity
- Oxygen
- CO_2
- pH and alkalinity
- TGP and gas supersaturation
- Total ammonia nitrogen
- Nitrite and Nitrate
- Turbidity and susp. solids
- Water current speed
- Lighting
- Stocking density
- Surface access

Animal based WIs

Group based WIs

- Mortality rate
- Behaviour
  - Decreasing echo
- Appetite
  - Growth
- Disease / health
- Emaciated fish
- Water signs

Individual based WIs

- Gill beat rate
- Sea lice
- Gill bleaching and status
- Condition indices
  - Condition factor
  - Hepo-somatic index
  - Cardio-somatic index
- Feed in intestine
- Emaciation state
- Sexual maturity state
- Smoltification state
- Vertebral deformation
- Fin damage and fin status
- Reflexes/eye roll
- Scale loss and skin condition
- Snout jaw wound
- Eye haemorrhage and status
- Opercula deformation
- Handling trauma
- Skin colour change
- Abdominal organs
- Vaccine related pathology

Blood

- Cortisol
- Ionic composition
- Glucose
- Lactate
- pH

Muscle

- pH
- Rigor mortis

Noble et al. (2020), s. 110

Kalojen fyysiset indikaattorit

- Ravitsemustila
- Ihon haavaumat ja vauriot
- Irronneet suomut vedessä
- Silmän vauriot / verenvuodot
- Ulkonevat silmät
- Kiduskannen vauriot
- Kuonon vauriot / haavaumat
- Selkärangan epämuodostumat
- Leuan epämuodostumat

- Melko helposti havaittavissa ja rutiinisti seurattavissa
- Sopii reaaliaikaiseen seurantaan
- Fyysisiin indikaattoreihin liittyvät rajoitteet:
  - Vaatii kokeneen arvioijan
  - Koko parven arviointi vaikeaa – turvaudutaan otantaan
  - **Myöhäisen vaiheen indikaattoreita**

Kalojen fysiologiset indikaattorit

- **Veden / veren / iholiman** kortisoli ja katekoliamiinit ym. Immuuni- ja stressimarkkerit

→ Stressi aiheuttaa välittömästi näiden markkerien vapautumista elimistössä: syke ja hengitystiheys ⬆

→ Fysiologisia vasteita, joilla kala pyrkii palauttamaan ja ylläpitämään kehon normaalia toimintaa

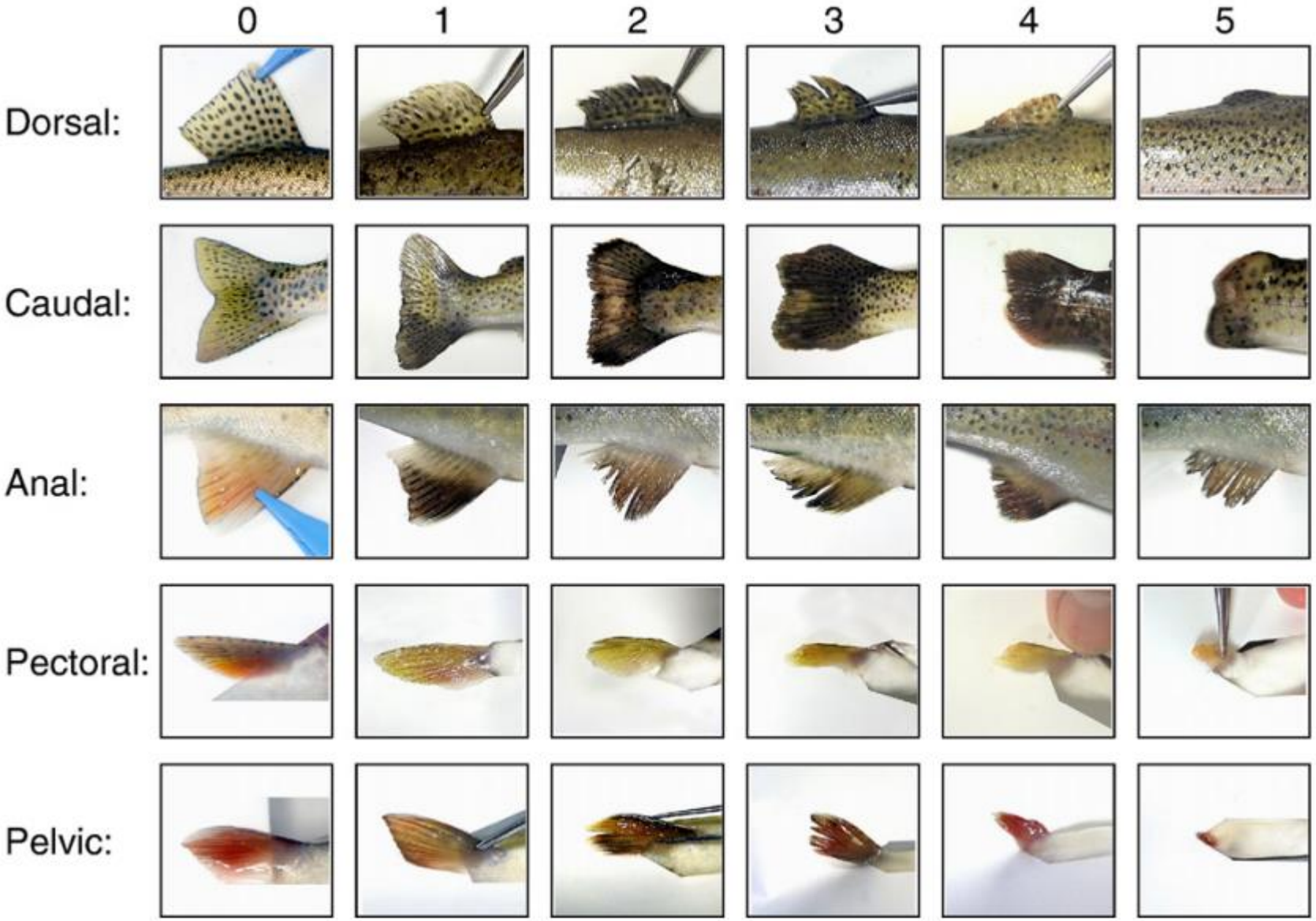
→ Pitkittyessään stressi: energiavarastot ja immuunipuolustus ⬇, käytöshäiriöiden ilmentyminen

- Fysiologisiin indikaattoreihin liittyvät rajoitteet:
  - Verinäyte on invasiivinen
  - Analysoidaan laboratoriossa
  - Vaatii koulutetun näytteenottajan
  - Raja-arvot?
  - Kustannus?

Kalojen käytökseen liittyvät indikaattorit

- Syömiskäyttäytyminen
- Uintikäyttäytyminen
- Tauteihin liittyvä tyypillinen poikkeava käyttäytyminen
- Uintinopeus
- Agonistinen käyttäytyminen ja dominanssi

- Melko helposti havaittavissa ja rutiinisti seurattavissa
- Sopii reaaliaikaiseen havainnointiin
- Käytöksellisiin indikaattoreihin liittyvät rajoitteet:
  - Käyttäytymisen ajallinen vaihtelu
  - Sopeutuvien ja poikkeavien käyttäytymismallien ero voi olla epäselvä
  - Vaatii kokeneen arvioijan

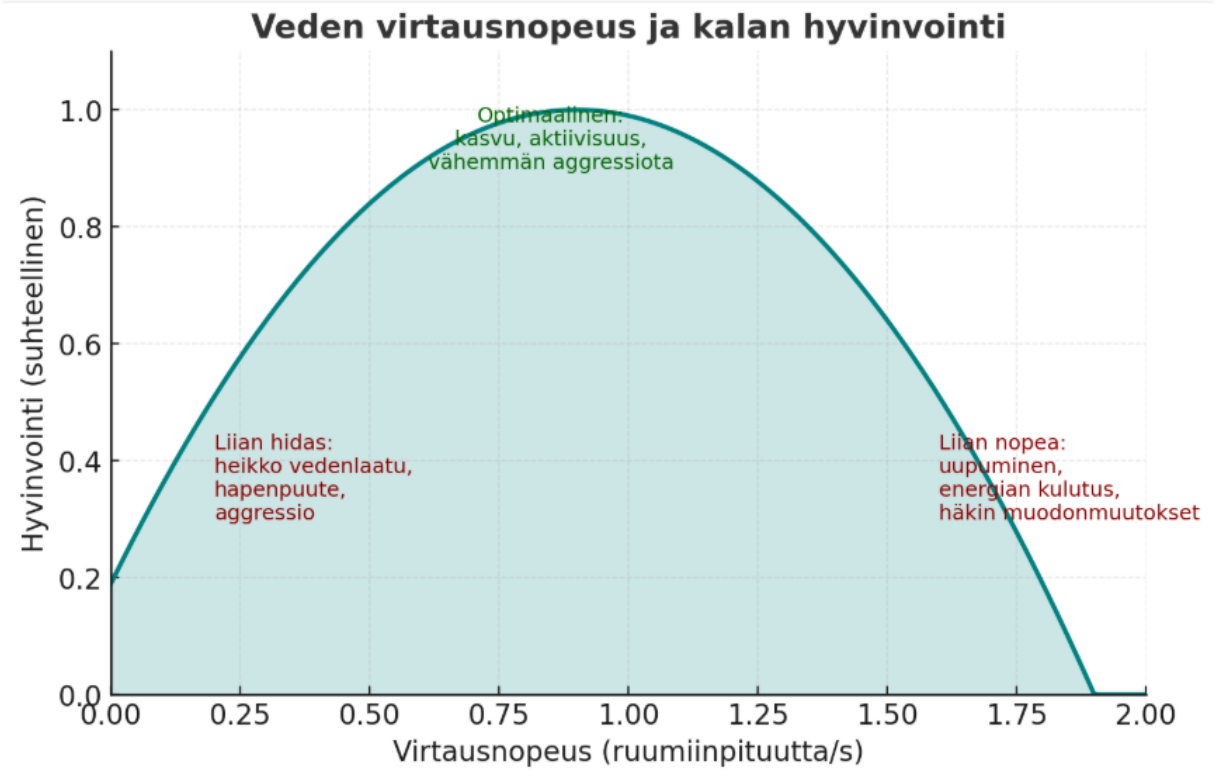


Esimerkki: Evien kunto hyvinvoinnin mittarina

- Evävaurioiden arviointi tarjoaa yksinkertaisen, edullisen ja tilalla helposti toteutettavan menetelmän kalan hyvinvoinnin seurantaan

Kuva: Hoyle, Imogen, et al. 2007 "A validated macroscopic key to assess fin damage in farmed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss).“ Aquaculture 270.1-4 (2007): 142-148.

Esimerkki: Veden virtausnopeus hyvinvoinnin mittarina



Veden virtauksen merkitys:

Virtauksen nopeus ja suunta vaikuttaa kalan kykyyn uida, levätä, syödä sekä ylläpitää muita fysiologisia toimintoja

Veden virtausnopeus (Noble et al. 2020)

- Merkittävä tekijä kalojen hyvinvoinnille
- Liian hidas virtaus → heikentynyt vedenlaatu, hapenpuute.
- Liian voimakas virtaus → energian kulutus, kalojen uupuminen ja kasvun hidastuminen, kassin fyysiset muodonmuutokset.
- Sopiva virtaus tukee kasvua, terveyttä ja vähentää aggressiivisuutta (kirjolohella ~1 ruumiinpituutta/s)
- Haaste merikasseissa: virtaukseen vaikuttavat vuorovesi, sääolosuhteet ja kassien biofouling

Kalojen tiivistäminen: hyvinvoinnin arviointi

- Korkea tiheys heikentää veden virtausta → paikallisia hapenpuutealueita.
- Stressi lisää hapentarvetta.

Hyvinvoinnin arviointi tiivistyksen aikana:

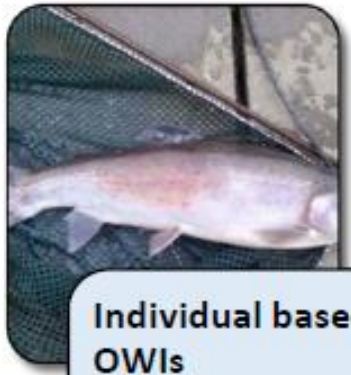
- Ympäristö-, parvi- ja yksilöindikaattorit
- Fysiologiset mittarit (glukoosi, laktaatti, pH) kertovat stressistä, mutta viiveellä → eivät sovellu reaaliaikaisiksi hälytysmerkeiksi.
- Toistomittaukset ennen, aikana ja jälkeen tiivistyksen voivat antaa hyödyllistä tietoa tulevien käytäntöjen kehittämiseen.

Environment based OWIs

- Oxygen
- Temperature

Group based OWIs

- Health status
- Mortality
- Red water (in closed or smaller tanks)
- Scales in water
- Appetite recovery time after crowding + growth



Individual based OWIs

- Skin damage; typically scale loss and haemorrhaging; "Net imprint" on skin
- Opercula damage
- Gill status
- Snout damage
- Fin damage
- Eye damage
- Lactate, Glucose
- Muscle pH
- Pre-rigor time
- Gill beat rate
- LABWI: plasma cortisol

Noble et al. (2020), s. 248

Kalojen kuljetus: hyvinvoinnin arviointi

- Ympäristöön perustuvat THI:t koskevat kuljetussäiliötä:
  - O_2 > 80%
  - CO2 < 10 mg/l
  - Kalatiheys (riippuu kalan koosta)
  - Lämpötila (riippuu kehitysasteesta)
  - LHI: TAN (total ammonia nitrogen)
- Kalaparveen perustuvat THI:t sitä, mitä voidaan havaita ja tarkistaa kuljetuksen aikana,
  - Kunto ennen ja jälkeen
  - Kuolleisuus
  - Suomut vedessä
  - Käytösmuutokset: ruokahalu, pakeneminen jne
- Yksilöön perustuvat THI:t: vauriot, laktaatti, kortisoli – viiveellä → hyödyllistä tietoa käytäntöjen kehittämiseen

Environment based OWIs

- Oxygen saturation
- CO_2 level
- TAN
- Stocking density
- Temperature

Group based OWIs

- Health status
- Behavior; calm, no panic or abnormal behavior
- Mortality, monitored before, during and after
- Return of appetite after transport
- Scales in transport tank

Individual based OWIs

- Injuries during handling and pumping (see section 1.1 and 1.2)
- Lactate
- Glucose
- LABWI: Plasma cortisol

Noble et al. (2020), s. 248

Kalojen teurastus: hyvinvoinnin arviointi

- **Tavoite:** kalan tulee olla tajuton verestyksen aikana ja pysyä tajuttomana kuolemaan asti → kala ei saa tuntea kipua eikä pelkoa
- **Ennen tainnutusta** tiivistäminen, pumppaus, alhainen happipitoisuus ja ilmaan joutuminen aiheuttavat stressiä ja loukkaantumisriskejä. Putkistojen jyrkät mutkat ja kova nopeus voivat vaurioittaa kaloja.
- **Tainnutus** tapahtuu niin että kalat ovat rauhallisia
- **Tainnutuksen/teurastuksen jälkeen** arvioidaan koko prosessin onnistuminen

Environment based OWIs

- Correct electrical parameters and function if electrical stunning
- Correctly adjusted blow if percussive stunning/killing
- Oxygen saturation (> 80%)
- Temperature
- Water level in tanks
- Time out of water

Group based OWIs

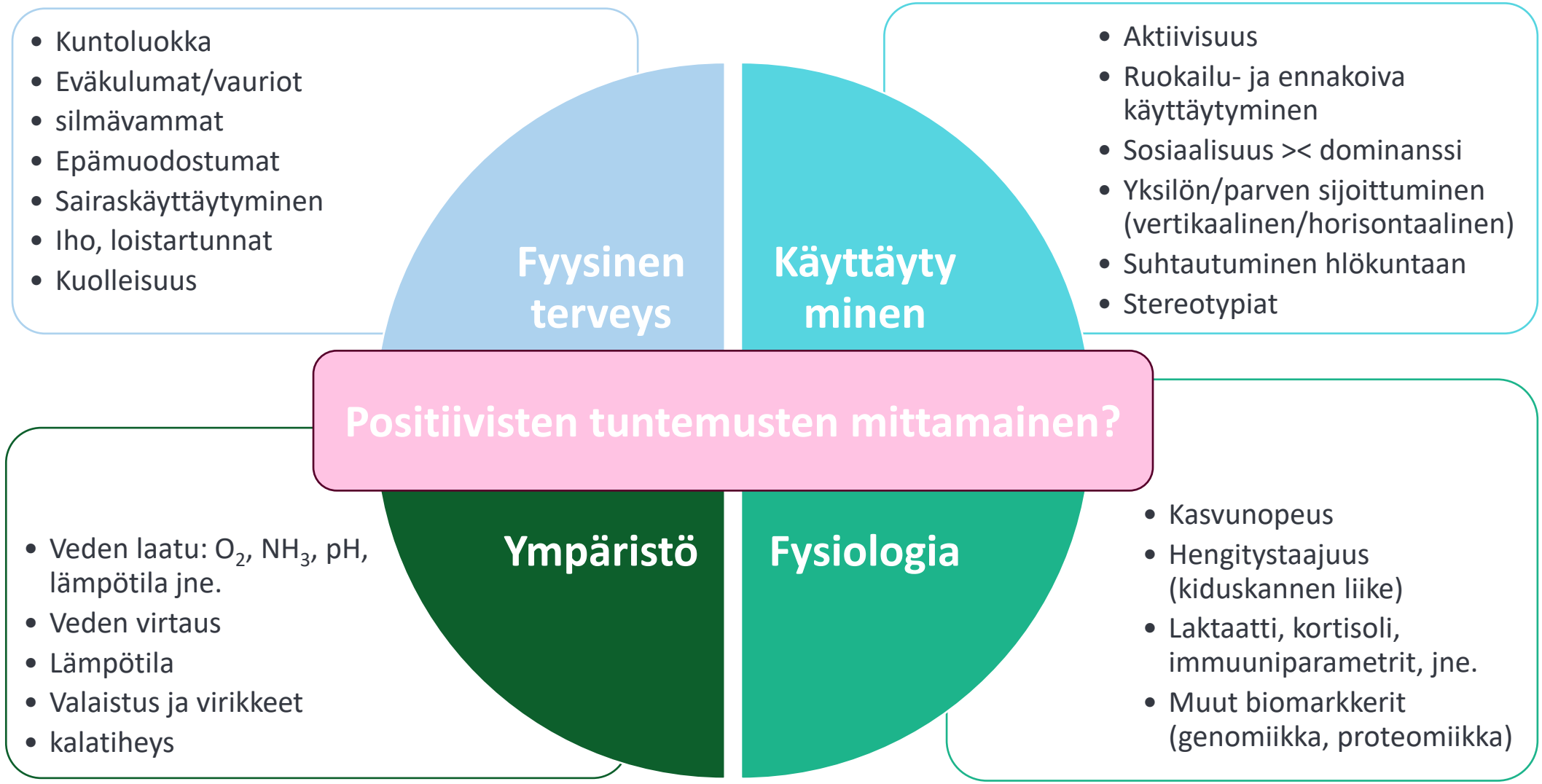
- Health status
- Behaviour; fish are calm and not exhausted
- Fish enter machine correctly (head first)
- Red water (before the fish are bled)
- Scales in water
- Fish die before slaughter

Individual based OWIs

- Control of correct blow/bleed
- No eyeroll reflex, tail grab reflex, opercula movements or tail flapping
- Acute injuries; fins, snout, eye, skin haemorrhages, scale loss, crush injuries, muscle haemorrhages
- Pre-rigor time
- Muscle and blood pH
- Emaciation state
- Feed in intestine

Noble et al. (2020), s. 221

Keskeiset hyvinvointi-indikaattorit kirjolohella



Tuntemusten arviointi mahdotonta?

- Meillä ei ole validoitua testiä tunteiden mittaamiseen
  - Emme pysty vielä mittaamaan kalojen tuntemuksia suoraan kalankasvatusympäristöissä.
  - Ei subjektiivista kokemusta mittaavia testejä/indikaattoreita
  - Ei standardoiduja tunnetilojen mittausmenetelmiä
- Mutta meillä on **merkkejä** joita voimme havainnoida
  - milloin kalat eivät selviydy tai sopeudu hyvin, tai sopeutuvat hyvin ympäristössään

Muutokset käyttäytymisessä, terveydessä ja tuotantotuloksissa antavat selkeitä viestejä siitä, että kasvatusympäristössä tai hoidossa on tarpeen tehdä parannuksia.

Miten voidaan havainnoida, miten kala aistii ympäristöään?

- Mitä voidaan kokeilla:
  - Tutkia mieltymyksiä: esim. valolle, virtauksille, virikkeille, jne
  - Käyttäytymismuutosten seuraaminen hoitotoimenpiteiden yhteydessä
  - Muutosten yhdistäminen ympäristö- ja stressitekijöihin

Meillä on käytettävissä indikaattoreita…

- Voimme havaita sopeutumisen ilmentymää

- Nämä ilmentymät toimivat **sijaismittareina**: ne eivät kerro miltä kalasta tuntuu, mutta ne **viestivät, milloin kala ei kykene selviytymään tai sopeutumaan ympäristöönsä tai hoitokäytäntöihin**.

…jotka kertovat, milloin ympäristöä tai hoitokäytäntöjä on parannettava

Jos indikaattorit osoittavat:

- Kroonista stressiä
- Toistuvia sairauksia
- Poikkeavaa käyttäytymistä
- Heikkoa palautumista käsittelyiden/toimenpiteiden jälkeen

On hyvinvointi todennäköisesti heikentynyt, ja korjaavat toimenpiteet perusteltuja – vaikka suoraa näyttöä kärsimyksestä ei olisi

Näin hyvinvoinnin arviointi muuttuu **ennakoivaksi ja sopeutuvaksi**, ei pelkästään reagoivaksi.

Linkkejä

- Noble et al. 2020 Welfare Indicators for farmed rainbow trout: tools for assessing fish welfare
  - FI: Viljellyn kirjolohen hyvinvointi-indikaattorit: työkalut kalojen hyvinvoinnin arviointia varten
- Raposo de Magalhães et al. 2023 A new window into fish welfare: A proteomic discovery study of stress biomarkers in the skin mucus of gilthead seabream (Sparus aurata). https://doi.org/10.1016/j.jprot.2023.104904
- Fernández-Alacid et al. 2018 Skin mucus metabolites in response to physiological challenges: A valuable non-invasive method to study teleost marine species. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.083
- De Mercado et al. 2018 Skin mucous: A new approach to assess stress in rainbow trout. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.031
- Saraiva et al. 2022 Using ethology to improve farmed fish welfare and production. Report produced for the AAC.
- Knight, Andrew, et al., editors. Routledge Handbook of Animal Welfare. 1st ed., Routledge, 2022. Chapter 10 Saraiva et al. 2022 Farming Fish
- Alvarado et al. 2025 A Functional framework for a comprehensive study of welfare in fishes. https://doi.org/10.1098/rspb.2025.1833
- Browning 2023 Improving welfare assessment in aquaculture. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36925609/

RUOKAVIRASTO
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Kiitos

Euroopan unionin
osarahoittama