



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2025

Taustaselvitys kalojen hyvinvointiohjelman pohjaksi

Kalojen hyvinvoinnin nykytila ja kehitystarpeet

**Jenni Westerback, Susanna Airaksinen, Anna Maria Eriksson-Kallio,
Ella Hellström, Tiina Kauppinen, Tiina Korkea-aho, Satu Raussi
ja Jouni Vielma**

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2025

Taustaselvitys kalojen hyvinvointiohjelman pohjaksi

Kalojen hyvinvoinnin nykytila ja kehitystarpeet

**Jenni Westerback, Susanna Airaksinen, Anna Maria Eriksson-Kallio,
Ella Hellström, Tiina Kauppinen, Tiina Korkea-aho, Satu Raussi
ja Jouni Vielma**

Viittausohje:

Westerback, J., Airaksinen, S., Eriksson-Kallio, A. M., Hellström, E., Kauppinen, T., Korkea-aho, T., Raussi, S. & Vielma, J. Taustaselvitys kalojen hyvinvointiohjelman pohjaksi: Kalojen hyvinvoinnin nykytila ja kehitystarpeet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 118 s.

Jenni Westerback ORCID ID 0009-0007-7362-6193



ISBN 978-952-419-034-3 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-034-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Jenni Westerback, Susanna Airaksinen, Anna Maria Eriksson-Kallio, Ella Hellström, Tiina Kauppinen, Tiina Korkea-aho, Satu Raussi ja Jouni Vielma

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2025

Julkaisu vuosi: 2025

Kannen kuva: Luonnonvarakeskus

Tiivistelmä

Jenni Westerback¹, Susanna Airaksinen², Anna Maria Eriksson-Kallio¹, Ella Hellström², Tiina Kauppinen³, Tiina Korkea-aho⁴, Satu Raussi³ ja Jouni Vielma⁵

¹ Ruokavirasto, Mustialankatu 3, 00790 Helsinki

² Luonnonvarakeskus, Itäinen Pitkätie 4 a, 20520 Turku

³ Eläinten hyvinvointikeskus, Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

⁴ Ruokavirasto, Neulaniementie 4, 70210 Kuopio

⁵ Luonnonvarakeskus, Survontie 9, 40500 Jyväskylä

Kotimaisen kalan edistämishjelmassa painotetaan vastuullisen toiminnan merkitystä. Kalojen hyvinvointi on osa vastuullista kalankasvatusta ja kalastusta. Se kiinnostaa kuluttajia, järjestöjä ja päätöksentekijöitä ja puhuttaa myös julkisuudessa. Hyvinvoinnin edistäminen sekä eettinen kalankasvatus ja kalastus edesauttavat kalan valintaa osaksi ilmastokestävää ja terveellistä ruokavaliota ja hyödyttävät siten yhteiskuntaa laajemminkin.

Tässä raportissa taustoitetaan kalojen hyvinvointiin liittyviä suosituksia, lainsäädäntöä ja kalojen hyvinvoinnin tilannetta Suomessa sekä luodaan katsaus kalojen kansainvälisen hyvinvointitutkimuksen nykyiseen tilaan. Tavoitteena on luoda kehys tarpeellisille toimenpiteille ja tutkimusagendalle niin, että kalojen hyvinvointia voidaan kehittää Suomessa tavoitteellisesti ja ratkaisukeskeisesti. Työn rahoitti maa- ja metsätalousministeriö.

Kalankasvatusyrityksille kalojen hyvinvointi käy käsi kädessä kalaterveyden ja tuottavuuden kanssa, joten panostus hyvinvoinnin parantamiseksi on selkeä kannustin. Kalastuksessa toimintatapojen muutokset voivat edellyttää mittavia investointeja, joten niille tulisi olla hyvät, tietoon pohjautuvat perusteet.

Kyselyt kalojen hyvinvoinnin nykytilasta suomalaisessa kalankasvatuksessa toteutettiin kalakasvattajille ja eläinlääkäreille erikseen. Samalla kartoitettiin, millaisia hyvinvoinnin mittareita ja monitorointimenetelmiä toimijoilla on käytössä, tai millaisilla mittareilla toimijat näkisivät potentiaalia. Kyselyjen perusteella toimijoiden ja viranomaisten näkemykset ovat pitkälti yhteneväisiä. Vastaajat peräänkuuluttivat koulutuksen tarvetta kasvatetun kalan hyvinvoinnista sekä työkaluja hyvinvoinnin arviointiin.

Hyvinvoinnin mittariston ja parhaiden hyvinvointia parantavien käytäntöjen kehittäminen sekä uuden tutkimustiedon vieminen käytäntöön edellyttää jatkuvaa yhteistyötä yritysten ja tutkimuksen välillä.

Asiasanat: kalankasvatus, kalastus, kalojen hyvinvointi, vastuullisuus.

Abstract

Jenni Westerback¹, Susanna Airaksinen², Anna Maria Eriksson-Kallio¹, Ella Hellström², Tiina Kauppinen³, Tiina Korkea-aho⁴, Satu Raussi³ ja Jouni Vielma⁵

¹ Finnish Food Authority, Mustialankatu 3, 00790 Helsinki

² Natural Resources Institute Finland, Itäinen Pitkätu 4 a, 20520 Turku

³ Eläinten hyvinvointikeskus, Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

⁴ Finnish Food Authority, Neulaniementie 4, 70210 Kuopio

⁵ Natural Resources Institute Finland, Survontie 9, 40500 Jyväskylä

The national domestic fish promotion program emphasizes the importance of responsible practices. Fish welfare is an integral part of responsible aquaculture and fisheries. It interests consumers, organizations, and decision-makers, and it is also a topic of public discussion. Promoting welfare, along with ethical fish farming and fishing, supports the inclusion of fish as part of a climate-resilient and healthy diet, benefiting society more broadly.

The purpose of this report is to provide background information on recommendations, legislation, and the current state of fish welfare in Finland, as well as to review the current state of international fish welfare research. The aim is to create a framework for necessary actions and a research agenda so that fish welfare in Finland can be developed in a goal-oriented and solution-focused manner.

For fish farming companies, fish welfare goes hand in hand with fish health and productivity, making investments in improving welfare a clear incentive. In fishing, changes in practices may require substantial investments, which should be supported by strong, evidence-based justifications.

Surveys on fish welfare in aquaculture were conducted separately for fish farmers and veterinarians to map the current situation. At the same time, the surveys examined what welfare indicators and monitoring methods are currently used or which indicators respondents see as having potential in domestic fish farming. Based on the surveys, the views of stakeholders and authorities are largely aligned. Respondents emphasized the need for education on the welfare of farmed fish and tools for assessing welfare.

The development of welfare indicators, the best practices for improving welfare, and the application of new research findings require ongoing collaboration between businesses and research institutions.

Keywords: aquaculture, fishing, fish welfare, responsibility.

Sisällys

1. Johdanto	8
2. Kotimainen ruokakalatuotanto ja kulutus	9
2.1. Kasvatetun kalan tuotanto	9
2.2. Kalastus ja kalastetun kalan saaliit	9
2.3. Kalan kulutus	9
3. Tuotantojärjestelmät	11
3.1. Läpivirtauslaitokset	12
3.2. Kiertovesilaitokset	12
3.3. Verkkoallaslaitokset	16
3.4. Rutiinit ja toimintatavat laitoksilla	16
3.4.1. Rehut ja ruokinta	16
3.4.2. Punnitukset ja lajittelu	17
3.4.3. Rokotus, loisten häätö ja lääkintä	17
3.4.4. Kuljetus	17
3.4.5. Haaviminen ja pumppaus	18
3.4.6. Tainnutus, verestys ja teurastus	18
3.5. Hyvinvointi kalantuotannon strategisena kehittämissuuntana	19
4. Eläinten hyvinvointi	21
4.1. Eläinten hyvinvoinnin määritelmä	21
4.2. Eläinten käyttäytymistarpeet	21
5. Kasvatetun kalan hyvinvointi	23
5.1. Kirjoloihen käyttäytymistarpeet	23
5.2. Kasvatetun kalan hyvinvointi tainnutuksen yhteydessä	24
5.3. Kasvatetun kalan hyvinvoinnin indikaattorit	25
5.4. Kalatautien vaikutukset hyvinvointiin	26
5.4.1. Flavobakteerit	29
5.4.2. Kirjoloihen pikkupoikassyndrooma ja kylmän veden tauti	29
5.4.3. Lämpimän veden flavobakterioosi: kolumnaaritauti	31
5.4.4. Yersinioosi	33
5.4.5. IPN (Infectious pancreatic necrosis): tarttuva haimakuoliotauti	34
5.4.6. Vesihome	36
6. Kasvatetun ja kalastetun kalan hyvinvointia koskeva lainsäädäntö	38
6.1. EU-lainsäädäntö ja EU-tason sopimukset	39

6.1.1.	Yleissopimus tuotantoeläinten suojelusta	39
6.1.2.	Direktiivi tuotantoeläinten suojelusta	40
6.1.3.	Eläinten suojelusta kuljetuksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden aikana	41
6.1.4.	Asetus eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä	41
6.2.	Kansallinen lainsäädäntö Suomessa.....	42
6.2.1.	Laki eläinten hyvinvoinnista	42
6.2.2.	Asetus viljeltävien kalojen suojelusta	42
6.2.3.	Laki eläinten kuljetuksesta.....	43
6.2.4.	Asetus eläimille tehtävistä toimenpiteistä ja keinollisen lisäämisen menetelmistä.....	43
6.2.5.	Kalastuslaki	43
6.2.6.	Luonnonsuojelulaki	44
6.3.	Kalaviljelylaitoksiin kohdistuva valvonta hyvinvoinnin näkökulmasta	44
7.	Kasvatetun kalan hyvinvointiin liittyvät ohjeet ja standardit	46
7.1.	Kansainvälisiä standardeja ja ohjeistoja.....	46
7.1.1.	Euroopan neuvoston suositukset viljellyistä kaloista.....	46
7.1.2.	Ohjeet viljeltyjen kalojen veden laadusta ja käsittelystä hyvinvoinnin edistämiseksi.....	47
7.1.3.	Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen tieteelliset lausunnot kalojen hyvinvoinnista	48
7.1.4.	Maailman eläintautijärjestön hyväksymä vesieläinten terveystieteelliset säännöt.....	52
7.1.5.	Euroopan sisävesikalastuksen neuvontakomission lausunto kalan hyvinvoinnista vesiviljelyssä	52
7.1.6.	Kasvatetun kirjolohen hyvinvointi-indikaattorit: työkalut kalojen hyvinvoinnin arviointia varten.....	53
7.1.7.	Kansalaisjärjestöt kestävä vesiviljelyn edistäjinä	54
7.2.	Kansalliset ohjeet.....	55
7.2.1.	Ruokavirasto	55
7.2.2.	Eläinten hyvinvointikeskus.....	56
7.2.3.	Suomen Kalankasvattajaliiton materiaalit	57
8.	Säätelykehiksen arviointi: EU:n ja kansallisen tason puutteiden tarkastelu sekä kehityskohteet.....	58
9.	Kalojen hyvinvointitutkimus	60
9.1.	Kipuaistimus	60
9.2.	Kasvatusolosuhteet.....	61
9.2.1.	Vedenlaatu, virtaus ja ilman saanti	61
9.2.2.	Kasvatustiheys	62
9.2.3.	Melu, valaistus ja rakenteet.....	63
9.2.4.	Virikkeellistäminen.....	64

9.2.5. Petojen vaikutus	65
9.3. Rehu ja ruokinta	66
9.4. Kalojen käsittely	67
9.5. Tainnutus ja teurastus	68
9.6. Valintajalostus kalojen hyvinvointitekijänä	69
9.7. Uudet teknologiat ja sensorit hyvinvoinnin ja terveyden monitorointiin	70
10. Kalankasvatuksen toimijoiden ja valvovien viranomaisten näkökulmat hyvinvointiin	71
10.1. Toimijoiden näkökulmat – Webropol-kyselyn yhteenveto	71
10.2. Valvovien viranomaisten näkökulmat – Webropol-kyselyn yhteenveto	72
10.3. Webropol-kyselyjen johtopäätökset	72
11. Kriittiset hyvinvointiin liittyvät tekijät kotimaisessa kaupallisessa kalastuksessa	73
11.1. Saaliskalojen käsittely ja kalan lopettaminen	74
11.1.1. Hyvinvoinnin parantaminen troolikalastuksessa	75
11.1.2. Hyvinvoinnin parantaminen rysä- ja nuottakalastuksessa	77
11.1.3. Hyvinvoinnin parantaminen verkkokalastuksessa	77
11.1.4. Sivusaalis	77
11.2. Kadonneet kalastusvälineet ja haamuverkot	78
11.3. Säädökset ja hyvien käytäntöjen ohjeet kalastuksessa	79
11.4. Toimijoiden näkökulma	80
11.4.1. Kalojen hyvinvointia heikentävät tekijät kalastuksessa	80
11.4.2. Valikoiva pyynti	80
11.4.3. Tainnutus	81
11.4.4. Maine	81
11.4.5. Tutkimus ja kehityskohteet	81
11.4.6. Saavutettavissa olevat hyödyt	82
12. Koulutustarpeet	83
13. Kalojen hyvinvoinnin parantamisen kehityskohteet	84
14. Kiitokset	86
Viitteet	87
Liitteet	103

1. Johdanto

Kalatuotteiden kysyntä Suomessa on jatkuvasti korkeampi kuin kotimaisen tuotannon tarjonta, mikä johtaa merkittävään riippuvuuteen tuontikalasta. Kotimaisen kalankasvatuksen ja kalastuksen lisääminen on tunnustettu sekä kansallisella että EU-tasolla strategiseksi tavoitteeksi, jonka avulla voidaan parantaa ruokaturvaa, vähentää tuontiriippuvuutta ja edistää kestävämpää ruoantuotantojärjestelmää. Kalankasvatus on ilmasto vaikutuksiltaan tehokas tuotantomuoto, joka käyttää vähemmän luonnonvaroja verrattuna moniin maalla pidettäviin tuotantoeläimiin. Kala on lisäksi ravitsemuksellisesti tärkeä osa ruokavaliota erinomaisena proteiinin, omega-3-rasvahappojen ja muiden terveyttä edistävien ravintoaineiden lähteenä.

Kalankasvatus on kuitenkin intensiivistä eläintuotantoa, jossa kalojen hyvinvointi riippuu monimutkaisista ympäristötekijöistä, kuten tuotantomenetelmästä (esim. verkkoallaskasvatus vs. kierto vesikasvatus), veden laadusta, kasvatusolosuhteiden hallinnasta ja ravinnosta. Kalojen hyvinvointiin liittyvät riskit vaihtelevat merkittävästi erilaisten tuotantomenetelmien välillä, ja monia näistä riskeistä ei ole tutkittu riittävästi. Tämä tekee kalojen hyvinvoinnin varmistamisesta haastavaa. Kuluttajat, päättäjät ja tutkijat kiinnittävät yhä enemmän huomiota kalojen elinoloihin ja niiden hyvinvoinnin turvaamiseen. Vaikka keskustelua käydään aktiivisesti, lainsäädäntö ei vaikuta olevan yhtä kattavaa eikä yksityiskohtaista kuin maalla kasvatettujen tuotantoeläinten kohdalla. Lisäksi kansainväliset ja kansalliset hyvinvointiohjeet ja -standardit ovat usein geneerisiä eivätkä ota riittävästi huomioon eri kalalajien biologisia ja käyttäytymiseen liittyviä erityispiirteitä tai erilaisia tuotantoympäristöjä.

Maa- ja metsätalousministeriön käynnistämässä kalojen hyvinvointihankkeessa pyrittiin yhdessä verkoston toimijoiden – yritysten, kalaterveyden ammattilaisten kuten eläinlääkärit ja laitosvalvontaa tekevät eläinlääkäriviranomaiset, tutkimuslaitosten ja muiden sidosryhmien – kanssa tunnistamaan kotimaisen kalan kasvatuksen keskeisimmät hyvinvointihaasteet ja löytämään niihin ratkaisuja hyvinvointiohjelman rakentamiseksi.

Tämä raportti kuvaa kasvatetun ja kalastetun kalan hyvinvointiin liittyviä erilaisia näkökulmia, kuten tuotantoympäristöä, hyvinvoinnin mittareita, lainsäädäntöä ja sen kattavuutta kasvatetun kalan osalta sekä ohjeita ja alan yritysten ja eläinlääkäreiden käsityksiä kalojen hyvinvointikysymyksistä ja tarpeista hyvinvoinnin parantamiseksi. Raportti tarjoaa suosituksia kalankasvattajille, viranomaisille, lainsäätäjille sekä koulutuksen ja tutkimuksen kehittämiseksi. Näiden suositusten tarkoituksena on tukea kestävä ja vastuullisen kalantuotannon kehittämistä vastaamaan sekä kuluttajien odotuksiin että eläinten hyvinvointiin liittyviin eettisiin ja oikeudellisiin vaatimuksiin.

2. Kotimainen ruokakalatuotanto ja kulutus

2.1. Kasvatetun kalan tuotanto

Vuonna 2022 Suomessa kasvatettiin 16,3 miljoonaa kiloa kalaa ihmisravinnoksi (Luonnonvarakeskus, 2023b). Tästä 15,3 miljoonaa kiloa oli kirjolohta, 0,8 miljoonaa kiloa siikaa ja 0,2 miljoonaa kiloa muita ruokakalalajeja, kuten taimenta. Kahden kilon keskipainolla laskettuna tämä tarkoittaa noin 6,5 miljoonaa kalayksilöä. Verrattuna muihin tuotantoeläimiin se on noin 8 kertaa sikojen, 10 kertaa nautojen ja alle puolet siipikarjajyksilöiden lukumäärästä (Luonnonvarakeskus 2024a). Muut tuotantoeläimet kuin kalat tilastoidaan kerran vuodessa sen hetki- sen tilanteen mukaan, jolloin porsaiden ja broilereiden lyhyet tuotantokierrot kasvattavat niiden vuosittaisia tuotantoeläinmääriä edellä mainituista.

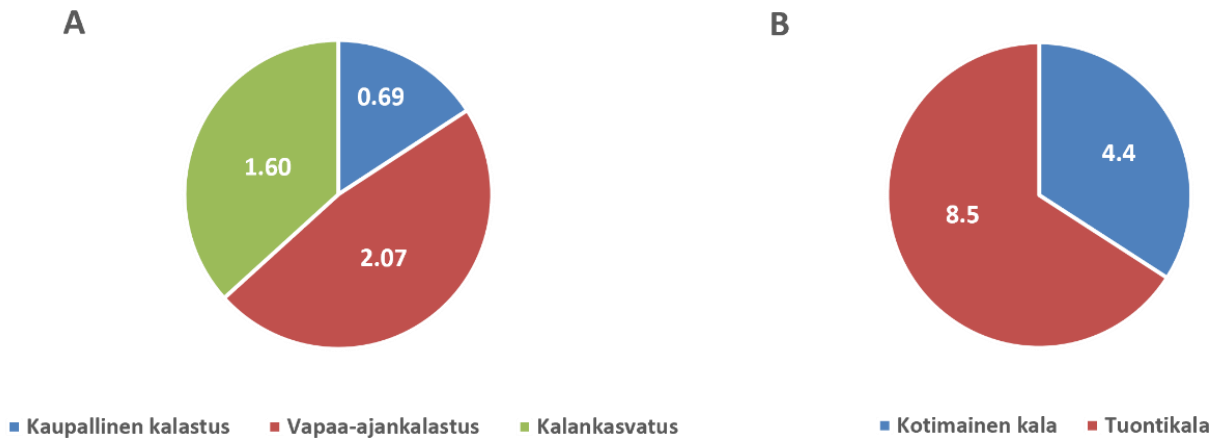
Ruokakalan lisäksi kalaa kasvatetaan myös istutettavaksi luonnonvesiin. Erikokoisia kalanpoikasia tuotettiin istutuksiin ja jatkokasvatukseen, pois lukien vastakuoriutuneet, yhteensä noin 50 miljoonaa yksilöä. Kalojen emot, mäti ja poikaset tuotetaan pääosin sisämaan läpivirtausvesilaitoksissa ja ruokakala jatkokasvatetaan merialueen verkkoaltaissa ja sisävesien uoma- lammikoissa tai verkkoaltaissa. Lisäksi poikasia tuotetaan ja kalaa kasvatetaan suljetuissa, teknologiaintensiivisissä kiertovesilaitoksissa (Recirculation Aquaculture Systems, RAS-laitokset).

2.2. Kalastus ja kalastetun kalan saaliit

Kotimaisen kalastetun saaliin määrä vuonna 2022 oli 125 miljoonaa kiloa, josta kaupallisen kalastuksen osuus oli noin 92 miljoonaa kiloa ja vapaa-ajankalastuksen osuus noin 33 miljoonaa kiloa (Luonnonvarakeskus 2024d). Tärkeimmät kaupallisesti kalastetut saaliskalat olivat silakka (osuus saaliista 74 %), kilohaili (15 %), muikku (3 %) ja kuore (2 %), joita pyydetään pääosin troolilla, mutta myös rysillä, verkoilla ja nuottaamalla. Silakasta, kilohailista ja kuoreesta vain murto-osa hyödynnetään elintarvikkeena kotimaassa. Elintarvikkeeksi kotimaan markkinoille silakan ja muikun lisäksi kalastetaan kaupallisesti muun muassa ahventa (1.3 %), kuhaa (1 %) ja lahnaa (0.9 %).

2.3. Kalan kulutus

Kala muodostaa ravitsemuksellisesti tärkeän osan ruokavaliotamme ja on merkittävä resurssi ruoan huoltovarmuuden turvaamisessa. Kotimaisesta käyttämästämme kalasta yli puolet saadaan kaupallisesta kalastuksesta ja kalankasvatuksesta, mutta huomattava osa, lähes puolet, saadaan vapaa-ajankalastuksen saaliina (Kuva 1 a). Kokonaisuudessaan kulutamme kalaa henkilöä kohden 12,9 kiloa vuodessa (Kuva 1 b). Suurin osa siitä on tuontikalaa, jonka tuotantolosuhteista ei välttämättä ole tietoa ja jonka tuotantotapoihin emme juuri voi vaikuttaa. Kotimaisesta kalasta merkittävin on kasvatettu kirjolohi (1,6 kg). Ruokapöydissä syödään lisäksi kalastettua ahventa (0,6 kg), haukea (0,59 kg), kuhaa (0,41 kg), muikkua (0,26 kg) ja silakkaa (0,21 kg) sekä kalastettua ja kasvatettua siikaa (0,3 kg). (Luonnonvarakeskus 2023c).



Kuva 1. Kalankulutustilastot 2022: a) Kotimaisen kalan kulutus alkuperän mukaan (kg/hlö/v) b) Kotimaisen kalan ja tuontikalan käyttö elintarvikkeeksi (kg/hlö/v). (Luonnonvarakeskus 2023.)

3. Tuotantojärjestelmät

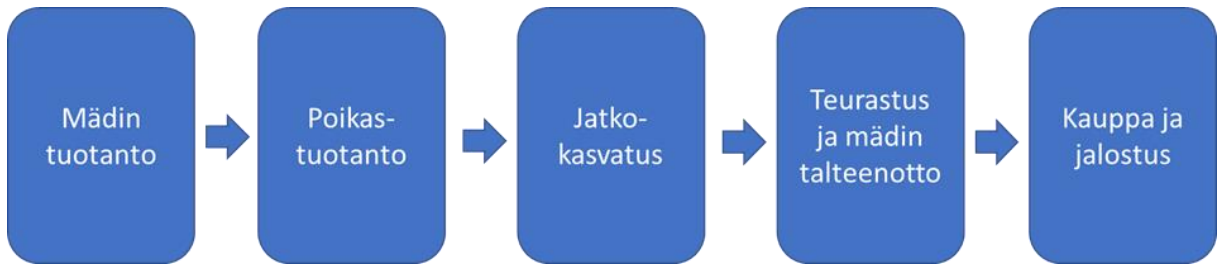
Suomessa ruuaksi päätyvän kalan kasvattamisessa emot, mäti ja poikaset tuotetaan pääosin sisävesilaitoksissa, minkä jälkeen kala jatkokasvatetaan merialueen verkkoaltaissa ja sisävesien maapohjaisissa altaissa, verkkoaltaissa tai sisätiloissa kiertovesilaitoksissa (RAS-laitokset). Luonnonvesiin kasvatettavat poikaset, ns. istukkaat, tuotetaan sisävesilaitoksissa. Toisin kuin muiden tuotantoeläinten kohdalla, ruoaksi kasvatettujen kalojen yksilömääriä ei tilastoida, mutta yksilömäärät voidaan suuntaa antavasti johtaa tuotantotilastojen perusteella.

Kalan kasvatuksen ensimmäinen vaihe on emokalojen lypsäminen, mädin hedelmöittäminen ja haudonta. Mäti haudotaan suppiloissa, saaveissa tai haudontalaatikoissa, joiden läpi vesi virtaa. Mätihautomoita voi olla poikaslaitoksen yhteydessä ja pieniä hautomoita on myös istutuksia varten erikseen rannikolla tai sisävesien varrella.

Hedelmöitettyä kirjolohen mätiä on Suomesta saatavilla joulukuusta kesäkuuhun ja verkkoalaskasvatuksen tuotantorytmiin on eriaikaisen mädin ja markkinakoon avulla sovellettavissa kahden tai kolmen vuoden tuotantokiertoja. Kalaa voidaan teurastaa, eli perata, ympärivuotisesti, mutta suurin osa verkkoalaskasvatuksen teurastuksista ajoittuu syksyyn ja alkutalveen. Kiertovesikasvatuksessa tuotanto ja teurastus pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena, minkä vuoksi hedelmöitettyä mätiä hankitaan ulkomailta, jos sitä ei ole Suomesta saatavilla. Sekä verkkoallas- että kiertovesikasvatukseen on tuotu myös ulkomailta eläviä poikasia, mutta niihin liittyy suurempi kalatautiriski verrattuna ulkomailta tuotuun desinfioituun mätiin ja elävän kalan tuontia edes hyväksytyistä kohteista pyritään välttämään.

Suomessa kasvatetaan vuosittain noin 50 miljoonaa kalanpoikasta jatkokasvatukseen ja istutuksiin. Pääosa poikasista on kirjolohta ja siikaa, mutta myös lohen, siian, kuhan, taimenen, harjuksen ja nieriän poikasia tuotetaan. Sisävesialueella poikaskasvatustiloksilla vettä tulee altaisiin joista, järvistä tai lähteistä pääasiassa omalla paineella ja joissakin tapauksissa pumppaten. Tuotanto-olosuhteita parannetaan tavallisesti vettä lämmittämällä ja ilmastamalla. Poikaslaitoksilla tuotetaan myös mätiä ja ylläpidetään emokalastoja. Emokalaston kasvattaminen poikasesta mädintuotantoon kestää 3–4 vuotta, joten se vaatii pitkäjänteistä suunnittelua eikä pysty reagoimaan äkillisiin lisätarpeisiin. Sisävesien läpivirtauslaitoksissa kasvetaan suurin osa poikasista sekä istutuksiin että jatkokasvatukseen. Uomalaitoksissa osa järven tai joen vedestä johdetaan kalankasvatustiloksen käyttöön. Uomat voivat olla betoni- tai muovipäällysteisiä, mutta useimmiten ne ovat maapohjaisia. Kappalemäärinä arvioiden iso osa poikasista tuotetaan ns. luonnonravintolammikoissa, joissa olosuhteet vastaavat hyvin pitkälle pienen järven luonnollisia olosuhteita, ja joista kalat (pääasiassa siiat) istutetaan luonnonvesistöihin. Poikas-tuotannon koko arvo vuonna 2023 oli noin 22,6 miljoonaa euroa (Luonnonvarakeskus 2024c).

Uomalaitoksissa sekä joissakin joissa ja järvissä tuotetaan kalaa myös ruokakalaksi. Useimmiten poikaset siirretään merelle, jossa niitä kasvatetaan lajista ja olosuhteista riippuen 2–3 vuotta kalanjalostusteollisuuden ja markkinoiden haluamaan painoon. Tyypillisellä merilaitoksella ensimmäinen kasvatusvaihe tapahtuu lähellä rantaa, koska pienet poikaset vaativat jatkuvaa tarkkailua eivätkä siedä hyvin avoimen alueen myrskyisyyttä. Syksyllä tai keväällä poikaset siirretään jatkokasvatustiloihin, missä kaloja kasvatetaan seuraava kasvatuskausi. Kalojen talvehtimiselle on erikseen määritellyt paikat, joissa tuotantorakenteet ja kalat ovat suojassa esimerkiksi ahtojäiltä (Kuva 2).



Kuva 2. Kasvatetun kalan tuotantoketju.

Kasvatuspaikkojen lisäksi kasvatuslaitoksilla tulee olla teurastamo, eli perkaamo, jonka yhteydessä tavallisesti sijaitsevat myös rehuvarastot sekä muut toimitilat. Yrityksillä on usein perkaamon läheisyydessä vesialue, jonne verkkoaltaat ja rakenteet kuljetetaan odottamaan teurastusta. Perkaamot ovat tyypillisesti usean kasvatuspaikan yhteisiä.

3.1. Läpivirtauslaitokset

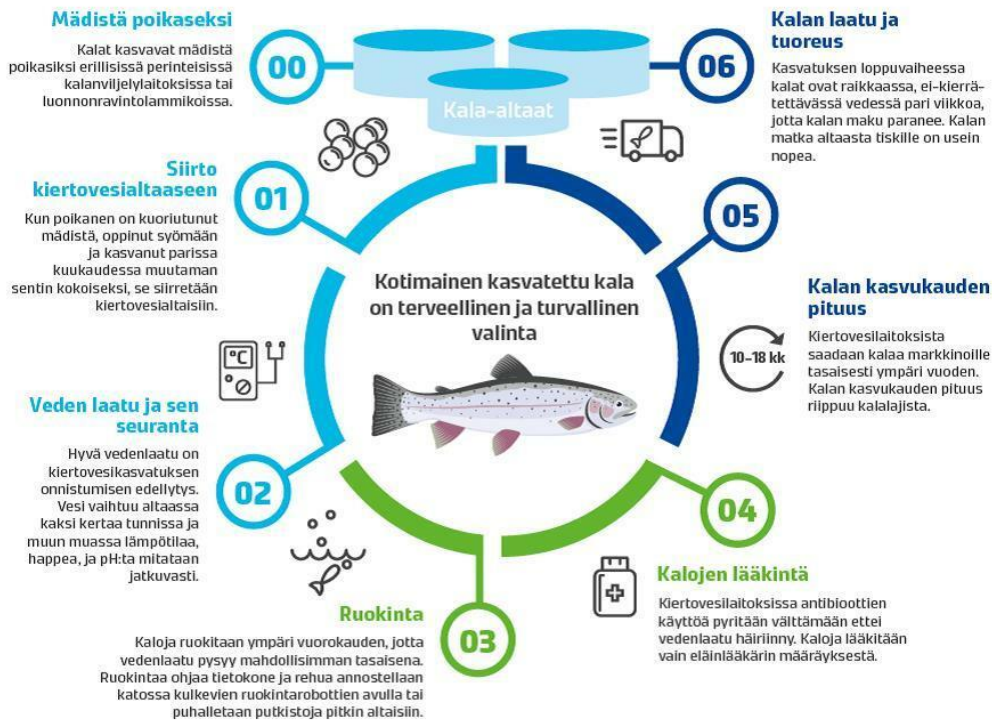
Läpivirtauslaitoksissa kasvatetaan pääasiassa emokaloja, mätiä ja poikasia, mutta myös markkinoille päätyvää ruokakalaa. Joista, järvistä tai lähteistä johdetaan vettä omalla paineella tai pumppaamalla muovi- tai lasikuitualtaisiin. Mädin haudonta tapahtuu saaveissa, haudontaukaloissa tai suppiloissa. Vettä voidaan uudelleen käyttää esimerkiksi peräkkäin sijaitsevilla altaissa ja vettä voidaan tarvittaessa ilmastaa tai hapettaa. Poikasten kasvatuksessa veden käyttö on sen verran vähäistä, että sitä voidaan lämmittää tai jäähdyttää. Isompien vesimäärien lämpötilaa voidaan säätää lähinnä silloin, kun käytössä on järven pinta- ja alusvettä.

3.2. Kiertovesilaitokset

RAS-laitokset ovat teollisuushalleja, joissa voidaan käyttää makeaa vettä tai merivettä ja kasvattaa kylmän tai lämpimän veden kaloja. Suomen RAS-laitoksissa kasvatetaan tällä hetkellä kirjolohta, siikaa ja nieriää.

Kalojen kiertovesikasvatuksen peruseräatteen ovat jo vuosikymmeniä vanhoja, mutta viimeisen noin 10 vuoden aikana menetelmä on selvästi yleistynyt kalankasvatuksessa. RAS-kasvatuksesta on tullut lohien poikasten (smoltit) tärkein tuotantotapa ja eri puolilla on myös massiivisia markkinakokoisen kalan RAS-laitoksia. Kiertovesikasvatuksessa käytetään suljetun kierroksen periaatetta, jossa samaa vettä käytetään uudelleen tyypillisesti 50–100 kertaa puhdistuen vettä eri menetelmin (Kuvat 3 ja 4). Jotta kierrätettävä vesi olisi kaloille käyttökelpoista, pitää siitä poistaa kalojen aineenvaihdunnan tuotteita, joita ovat proteiinimetaboliasta aiheutuva ammonium/ammoniikki, soluaineenvaihdunnasta johtuva hiilidioksidi sekä veden kiintoainepitoisuutta nostava uloste. Hyvin suunniteltu, toteutettu ja luotettava vedenkäsittely ylläpitää hyvinvoinnin kannalta välttämätöntä vedenlaatua. Toisaalta ongelmat vedenkäsittelyssä voivat heikentää kalojen hyvinvointia äkillisesti ja dramaattisesti.

Kalan elämä kiertovesialtaassa



Kuva 3. Kalan elämä kiertovesialtaassa.

Kiertovesikasvatuksen prosessi



Kuva 4. Kiertovesikasvatuksen prosessi.

Systeemin tulevan uuden veden määrä määrittää, mitä tekniikoita veden puhdistukseen tarvitaan (Taulukko 1). Kalojen uloste ja syömätön rehu aiheuttavat veteen kiintoainekuormaa, jota voidaan poistaa mekaanisesti erilaisilla suodattimilla ja selkeyttimillä sekä myös hapettavilla kemikaaleilla. Erilaiset tekniikat poistavat erikokoisia kiintoainepartikkeleita ja parhaaseen vedenlaatuun pääsemiseksi joudutaan yleensä käyttämään useita eri tekniikoita. Rumpusuodatuksesta on tullut kiertovesikasvatuksessa yleisin kiintoaineen poistotekniikka.

Kalat erittävät proteiinin hajotuksesta tulevia tyypiyhdisteitä suurimmilta osin kidusten kautta ammoniakkinä. Ammoniakin liuetaessa veteen muodostuu ammoniumionia ja veden pH:sta riippuu se, kuinka suuri osa ammoniakista on ammoniumionia. Ammoniakki on erittäin myrkyllinen kaloille ja sen poistamiseen vedestä käytetään biologista suodatusta. Biologisia suodatusmenetelmiä on useita, mutta pääperiaate näissä on sama, eli bakteeribiomassaa käytetään hyödyksi ammoniumpitoisuuden vähentämiseen nitrifikaatioprosessissa. Bakteerit käyttävät energianlähteenä ammoniumionia (NH_4^+) hapettamalla sitä nitriitiksi (NO_2^-) ja edelleen nitraatiksi (NO_3^-). Välituotteena oleva nitriitti on myös erittäin myrkyllinen kaloille. Biologisen suodatuksen reaktorit ovat tyypillisesti altaita, jotka täytetään muovisella kantoaineella, joka joko liikkuu jatkuvasti (moving bed) tai on paikoillaan (fixed bed) ja sitä huuhdellaan aika ajoin. Bioreaktorit mitoitetaan päivittäin syötettävän rehumäärän mukaan.

Nitrifikaation lopputuote, nitraatti, ei ole kaloille niin haitallinen yhdiste kuin ammoniakki ja nitriitti, mutta senkin pitoisuudet voivat nousta haitalliselle tasolle, mikäli korvausveden määrä pidetään pienenä. Nitraatin poistoon kiertovedestä voidaan käyttää denitrifikaatiota, jossa bakteerit pelkistävät nitraattia hapettomissa olosuhteissa eri välivaiheiden kautta typpi-kaasuksi. Toinen tapa nitraattipitoisuuden hallintaan on riittävä vedenvaihto.

Kalojen veteen erittämä hiilidioksidi on kaloille myrkyllistä. Kalojen lisäksi bioreaktorin bakteeristo tuottaa hiilidioksidia. Hiilidioksidia saadaan poistettua vedestä tuulettamalla, joko johtamalla ilmaa veteen tai johtamalla vettä ilmaan. Ensin mainittua tapaa edustaa allasveden ilmastus, jolla voidaan lisäksi muuttaa veden virtauksia altaassa. Jälkimmäistä periaatetta sovelletaan erilaisissa valutustorneissa, joissa vesi johdetaan ritilöiden tai muiden huokoisten rakennelmien läpi alaspäin, usein puhallettavaa ilmavirtaa vastaan. Kiertovesikasvatuksessa laitokseen tulevan uuden veden määrä on niin pieni, että siinä oleva hapen määrä ei riitä ylläpitämään kasvatusta. Tämän vuoksi happea lisätään veteen usein ylikylläisiä määriä. Happi voidaan liuottaa erilaisissa kammioissa ja torneissa, tai liuotus voidaan valutuksen jälkeen yhdistää hiilidioksidia poistavan valutustornin yhteyteen. Happi voidaan tuottaa paikallisesti generaattorin avulla tai sitä voidaan ostaa nestehappena.

Kalojen erittämä hiilidioksidi laskee veden pH:ta. Nitrifikaatio vaatii toimiakseen hieman neutraalin yläpuolella oleva pH:n sekä kuluttaa veden alkaliniteettiä, joka kuvaa veden puskurointikykyä pH:n laskua vastaan. Kalojen erittämän ammoniakkin myrkyllisyys riippuu myös veden pH:sta. Veden pH:n hallinta onkin monen asian takia tärkeä tekijä kiertovesikasvatuksessa ja sen säätöön tarvitaan kemikaaleja, joista yleisimmin on käytössä lipeä, natriumbikarbonaatti tai sammutettu kalkki.

Taulukko 1. Kiertovesikasvatuksen veden käytön intensiteetin vaikutukset vedenkäsittelyyn.

Teknologia	Uutta vettä (l/kg rehua)	Kierrätysaste (%)	Rajoittava tekijä	Veden käsittely
Perinteinen läpivirtaus	50 000	0	O ₂	(Ilmastus)
Osittaiskierrätys	15 000	60	+CO ₂ +kiintoaine	+ilmastus +(hapetus)
Tanskalainen modeldambrug	5 000–10 000	90	+NH ₄ +pH	+mekaaninen suodatus +nitrifikaatio +pH:n säätö
Tyypillinen kiertovesikasvatus	500–1 000	99	vaihtelee	+lämpötilan säätö +desinfektio (UV, O ₃)
Intensiivinen kiertovesikasvatus	50–100	99,9	+NO ₃	+denitrifikaatio

Viimeaikaisissa suurissa kiertovesilaitoshankkeissa on yleensä käytetty suuria pyöröaltaita, joskin myös uoma-altaissa kasvatetaan erityisesti annoskalakoon kirjolohta (500–700 g). Pyöröaltaan etuna on hyvä itsepuhdistuvuus ja tasainen vedenlaatu koko altaassa. Laitoskoon mukana myös altaiden koko on kasvanut. Koon kasvaessa myös altaan materiaalit ovat vaihtuneet muovista ja lasikuidusta betoniin (joka myös usein pinnoitetaan) tai päällystettyyn teräkseen. Yleisimmin altaat on rakennettu betonielementeistä samalla tekniikalla kuin maatalouden lietelantasäiliöt.

Käytettäessä pintavettä laitoksen vesilähteenä, on suositeltavaa desinfioida vesi ennen sen johtamista RAS-laitokseen. Yleisimmin tuloveden desinfiointissa käytetään UV-säteilytystä. Myös otsonointi ja/tai kemikalointi esim. vetyperoksidilla tai peretikkahapolla ovat mahdollisia. Samoja desinfiointimenetelmiä sovelletaan usein myös kiertävään prosessiveteen. Tällöin tavoitteena ei kuitenkaan ole veden täydellinen desinfiointi vaan mikrobikuorman keventäminen tai vedenlaadun muu parantaminen.

Kiertovesikasvatettu kala on raikastettava läpivirtaavassa vedessä ennen teurastusta, sillä kiertovesiympäristössä olevat mikrobit voivat tuottaa veteen kalaan sivumakua aiheuttavia yhdisteitä (lähinnä geosmiini ja isoborneoli). Raikastusjakso on 1–2 viikkoa, jolloin kaloja ei yleensä ruokita lainkaan.

Kiertovesikasvatuksessa keskeisimmille vedenlaatuparametreille (veden virtaus, happi, lämpötila, pH) tarvitaan jatkuvatoiminen mittaus. Lisäksi seurattavia parametreja ovat veden ammonium-, hiilidioksidi-, kiintoaine-, nitriitti- sekä nitraattipitoisuudet. Mittaukset ja hälytysjärjestelmät voivat olla itsenäisiä järjestelmiä tai yhdistettyjä laitoksen prosessinohjaukseen tai ruokinnanohjaukseen.

Kiertovesilaitosten veden lämpötilaa pystyy säätämään paremmin kuin perinteisissä laitoksissa. Toisin kuin ehkä usein luullaan, Suomessa lohikalojen kiertovesilaitosten vettä joutuu enemmänkin jäähdyttämään kuin lämmittämään.

3.3. Verkkoallaslaitokset

Meressä sekä joissa ja järvissä kalaa voidaan kasvattaa kelluviin kehikoihin kiinnitetyissä kas-seissa eli verkkoaltaissa. Tuotantotapa soveltuu kaloille muutaman gramman koosta alkaen. Verkon havaskokoa kasvatetaan kalan kasvaessa veden hyvän vaihtuvuuden turvaamiseksi. Suurin osa kirjolohesta päätyy markkinoille juuri tällaisilta verkkoallaslaitoksilta.

Laitoksilla kasvatusta tapahtuu luonnonolosuhteissa, joihin voidaan mukautua laitospaikan va-linnalla ja sen jälkeen lähinnä ruokintaa ja kalatiheyttä säätämällä. Kaloja ruokitaan käsin tai automaattiohjauksella halutun ruokintarytmin mukaisesti. Erilaiset lämpötila-, happi- ja olo-suhdeanturit sekä kamerat voivat lähettää tietoja varsin kaukana sijaitseville ohjaus- ja hallin-tayksiköille, jolloin kasvattaja voi ohjata ruokintaa myös etänä.

Verkkoallaskasvatuksen ympäristökuormitusta on pystytty pienentämään tehokkaasti rehuja, ruokintaa ja kalan valintajalostusta kehittämällä. Soveltuvaa teknologiaa kuolleiden kalojen, ulosteiden ja hukkarehun keräämiseksi tutkitaan ja kehitetään.

Tyypillinen verkkoallaslaitos sijaitsee saarien suojaamana, mutta uusia avomerilaitoksia on pe-rustettu ja perusteilla myös ulommille avoimille merialueille, joilla toimiminen edellyttää aikai-sempää järeämpää kalustoa. Myös upotettavaa verkkoallasteknologiaa on testattu Suomessa, mutta ongelmia on toistaiseksi liikaa kaupalliseen tuotantoon. Välimatkojen kasvaessa mer-kittäväksi tekijäksi seurannan ohella nousee tavat kuljettaa kalaa sekä kuljetuksessa käytettävä kalusto.

Avomerialueella veden lämpötila nousee harvoin haitallisen korkeaksi, kun taas matalissa si-säsaariston laitoksissa, kuten myös pintavettä käyttävissä sisävesilaitoksissa, kohonneen läm-pötilan vuoksi voidaan joutua rajoittamaan tai katkaisemaan ruokinta kokonaan useiksi päi-viksi. Korkea lämpötila aiheuttaa myös kalakuolemia. Pedot, kuten hylkeet, haikarat ja meri-metsot, voivat hyökkäyksillään tappaa kaloja, aiheuttaa kaloille käyttäytymishäiriöitä ja li-sästressiä tai vahingoittaa laitosten rakenteita.

3.4. Rutiinit ja toimintatavat laitoksilla

Päivittäisiin toimiin kalankasvatustiluksilla kuuluu olosuhteiden ja kalojen käyttäytymisen seuranta ja siihen perustuva kalojen ruokinta. Mikäli kaloja kuolee, ne poistetaan. Käytetystä tuotantojärjestelmästä riippumatta tuotantoon kuuluu vaiheita, jolloin kaloja joudutaan keräi-lemään tai sumputtamaan punnituksen, lajittelun, rokotuksen tai kuljetuksen ajaksi. Kasvatuk-sen lopussa tapahtuvan teurastuksen, eli perkuun, käytännöt vaihtelevat laitoksen sekä kalo-jen teurastamon (perkaamon) sijainnin ja varustelun mukaan. Teurastusta edeltävät vaiheet, kuten tainnutus, verenlasku ja lyhytaikainen varastointi, kuuluvat alkutuotantoa koskevan sääntelyn piiriin.

3.4.1. Rehut ja ruokinta

Lohikalojen kasvatuksessa käytetään tehdasvalmisteisia rehuja, joiden koko muuttuu alkukas-vatuksen noin 0,2 mm:n läpimitasta loppuvaiheen noin 7 mm:iin. Hyvinvoinnin kannalta avainasemassa on ravinnon laatu eli välttämättömät amino- ja rasvahapot sekä vitamiinit, mi-neraalit ja hivenaineet, joita ilman kehittyvät ravitsemuksellisia puutosoireita ja hyvinvointion-gelmia. Nykyteknologian ja tietämyksen takia varsinaisia puutosoireita vakavin seurauksin

havaitaan harvoin. Rehujen raaka-ainekoostumus on kuitenkin jatkuvassa muutoksessa ja uusia rehun raaka- ja lisäaineita kehitetään jatkuvasti. Kala käyttää energianlähteenä rehun rasvaa, proteiineja ja hiilihydraatteja, ja proteiinin säästämiseksi rehuissa on runsaasti rasvaa, kun taas hiilihydraattipitoisten raaka-aineiden merkitys on suuri pelletin teknisille ominaisuuksille.

Kaloja ruokitaan tyypillisesti käsin tai automaattiohjauksella niiden ruokahalun mukaisesti tai hieman rajoittaen. Ruokintakertoja on poikasvaiheessa kymmeniä vuorokaudessa, loppuvaiheessa yhdestä muutamaan kertaan vuorokaudessa. Ruokintaa vähentämällä tai muutaman vuorokauden paastolla turvataan riittävä hapensaanti kalan aineenvaihdunnalle, jos ympäristökijöissä tapahtuu ennustettavia (hellejakso) tai suunniteltuja (kalojen siirto) muutoksia. Ennen teurastusta tai kuljetusta kaloja paastotetaan myös hygieniasyistä tyypillisesti muutamia päiviä, kylmässä vedessä pidempäänkin.

3.4.2. Punnitukset ja lajittelu

Siirtojen yhteydessä kaloja voidaan punnita, pumpata ja lajitella, kun niitä jaetaan useampaan altaaseen tai siirretään kokonaan uuteen kasvatuspaikkaan. Lajittelulla varmistetaan sopiva kalatiheys ja parven tasakokoisuus, jolloin altaaseen ei pääse syntymään kokohierarkiaa. Ylimääräistä käsittelyä ja sen aiheuttamaa stressiä kuitenkin vältetään. Eri ikäryhmiä tai alkuperäisiä ei mielellään sekoiteta keskenään, mutta joskus eri alkuperiä saatetaan joutua yhdistämään.

3.4.3. Rokotus, loisten häätö ja lääkintä

Suurin osa kaloista rokotetaan yleisimpien kalojen bakteeritautien (vibrioosi, paisetauti ja yersinioosi) varalta ennen siirtoa sisämaasta merelle. Rokotus voidaan tehdä kylvettämällä tai pistämällä rokote käsin tai koneella kalan vatsaonteloon. Rokotus voidaan tehdä kalalle, jonka puolustusjärjestelmä on riittävän kehittynyt, tyypillisesti kun kala on yli 15 grammainen. Kylvetysrokotuksia tehdään noin viiden gramman koossa. Kalan sairastuessa se tulee eläinten hyvinvointilain mukaisesti hoitaa ja lääkittää, jolloin kyseeseen tulevat erilaiset kylvetykset tai rehun mukana syötettävät mikrobilääkekuurit. Lisää tietoa löytyy luvusta 4.4 ja mm. Ruokaviraston ja Luonnonvarakeskuksen Terve Kala-kirjasta.

3.4.4. Kuljetus

Selkärankaisia eläimiä, mukaan lukien kalat, saa kuljettaa vain aluehallintovirastojen myöntämällä luvalla. Luvan saaminen edellyttää, että kuljettaja on suorittanut kalojen kuljetukseen liittyvän koulutuksen. Aluehallintovirastot ylläpitävät myös rekisteriä kalankuljetusyritysten kuljetuskalustosta. Kuljetuksissa käytetään täys- ja puoliperävaunuyhdistelmiä, kuorma-autoja sekä pienempiä ajoneuvoja ja peräkärryjä, joissa kaloille järjestetään tankkeihin asianmukainen hapetus. Kuljetuskapasiteetti on mukautunut Suomen kalankasvatuksen tuotantomäärään niin, että autot ajavat keväisin kuljetusten alettua liki ympärivuorokautisesti. Kalat puretaan kuljetuksesta veteen joko jatkokasvatuspaikoille suoraan verkkoaltaaseen (Kuva 5) tai sumpualukseen purkuputkea pitkin. Istukkaat puretaan suoraan luonnonvesistöön. Kuljetukset tulee dokumentoida kirjallisesti ja dokumentaatio säilyttää jäljittävyden takaamiseksi.



Kuva 5. Kuvasarja kalojen purkamisesta kuljetusautosta suoraan verkkoaltaaseen, joka on hinnattu rantaan kalanpoikasten vastaanottamiseksi. Purkuputki kiinnitetään tankkiin, josta kalat vapautetaan veden mukana putkea pitkin. (Kuva: Ella Hellström.)

Vesitse tapahtuvissa kalasiirroissa käytetään kahta päämenetelmää: verkkoaltaiden hinausta ja sumpppualuksia. Altaiden hinaaminen on yleistä merikuljetuksissa, mutta pitkillä matkoilla se on suhteellisen hidas tapa siirtää kaloja. Hinaukseen liittyy myös riskejä, kuten kassin juuttuminen pohjaan. Sumpppualukset ovat merisiirtoihin vaihtoehtoinen ratkaisu. Sumpppualuksen säiliöihin johdetaan jatkuvasti uutta vettä aluksen liikkua eteenpäin, mikä parantaa veden happipitoisuutta ja edistää kalojen hyvinvointia. Alukseen lastataan kaloja sen kapasiteetin ja veden lämpötilan mukaan, ja tarvittaessa käytetään lisähapetusta. Sumpppualukset voidaan desinfioida kalatautien leviämisen ehkäisemiseksi, mikä parantaa bioturvallisuutta.

3.4.5. Haaviminen ja pumppaus

Kalojen nostossa tulee minimoida aika, jonka kalat viettävät poissa vedestä. Pitkä altistus ilmalle heikentää merkittävästi niiden hyvinvointia. Haavimisen yhteydessä on tärkeää varmistaa, että haaviin kerätään sopiva määrä kalaa, jotta vältetään liiallinen puristuminen ja vaurioiden syntyminen. Ulkolämpötila vaikuttaa merkittävästi noston turvallisuuteen, erityisesti pakasessa kalojen silmät, iho ja kidukset voivat jäätymään nopeasti. Jäätymisen voi johtaa jääkiteiden muodostumiseen kiduksissa, mikä estää hapensaannin ja heikentää kalojen selviytymistä. Haavissa olevia kaloja ei tule pitää ilmassa tarpeettoman pitkään, ja siirron tulee olla nopea ja tarkoituksenmukainen.

Kaloja voidaan siirtää myös tarkoitukseen suunnitelluilla kalapumpuilla. Tämä menetelmä pitää kalat jatkuvasti veden alla, mikä minimoi tukehtumisriskin. Kun kaloja pumpataan altaasta, ne on ensin kerättävä nuottaamalla. Nuottaa kiristämällä tai löysäämällä voidaan hallita pumpun imuputken syöttämää kalamäärää ja varmistaa siirron sujuvuus. Pumppaaminen tapahtuu sykähdyksin ja imusykähdyksien välillä kalat uivat pumppuputkessa vastavirtaan. Pumppaaminen veden mukana vähentää vaurioitumisriskiä siirron aikana.

3.4.6. Tainnutus, verestys ja teurastus

Kalat tulee tainnuttaa nopeasti ja eettisesti eläinten hyvinvointia koskevien säädösten, kuten asetuksen (EY) N 1099/2009 ja uuden eläinten hyvinvointilain, mukaisesti ennen lopetusta. Tainnutuksen on tapahduttava alle sekunnissa ja oltava peruuttamaton, jotta se täyttää eläinten hyvinvoinnille asetetut vaatimukset. Suomessa lopetusmenetelmistä käytetään nykyisin pääasiassa sähkötainnutusta. Ruokakalatutuotannossa kaikki suurimmat toimijat ovat siirtyneet

sähkötaimnutukseen. Myös isku- ja hiilidioksiditainnutusta on käytetty vielä viime vuosina, mutta nykyään niitä hyödynnetään erityistilanteissa tai pienimuotoisessa toiminnassa. Hiilidioksiditainnutuksen hitaus ei täytä kalalle asetettuja hyvinvointitavoitteita. Kalankasvattajaliitto on teettänyt kattavan selvityksen teurastuksen hyvinvointinäkökohdista ja eri tainnutusmenetelmistä (Virtanen 2020). Selvityksen mukaan silloisista lyönti- ja sähkötaimnutuskoneista useimmat olivat suomalaisille kalanviljelijöille liian suuria ja kalliita, eikä niiden vaikutuksista kalan hyvinvointiin ollut yksiselitteistä tutkimustietoa. Selvityksen mukaan alalle olisi hyvä kehittää selkeä strategia parempien tainnutus- ja lopetusmenetelmien kehittämiseksi, joissa huomioidaan kalojen hyvinvointi, lajikohtainen tehokkuus sekä sosiaaliset, käytännölliset ja taloudelliset näkökohdat.

Välittömästi tainnutuksen jälkeen kalat verestetään, johon kala kuolee. Sydämen tulee pumpata veri pois, jotta kala saadaan elintarvikekelpoiseksi tuotteeksi. Tämän takia on tärkeää, että tainnutus ei tapa kalaa, mutta säilyttää sen tajuttomuuden kuolemaan saakka. Kunnollinen verestys varmistaa kalan kuoleman. Kala pyritään jäädyttämään verestyksen aikana pitämällä verestysvesi jääkylmänä. Teurastuksessa, eli perkuussa avataan kalan vatsa kidusten alta peräaukkoon, poistetaan vatsaontelosta suolipaketti ja munuaiset ja kerätään mahdollinen määti talteen. Teurastuksen tulee tapahtua elintarvikehuoneistoiksi määritellyissä tiloissa. Tilloissa voidaan omavalvonnan ja elintarvikehuoneiston saaman hyväksynnän puitteissa käsitellä kaloja myös useilta eri laitoksilta ja yrityksiltä. Teurastusvaiheesta eteenpäin toimet kuuluvat elintarvike- ja sivutuotesäätelyn piiriin.

3.5. Hyvinvointi kalantuotannon strategisena kehittämissuuntana

Kalankasvatus ja kalastus Suomessa ovat tiukasti säädeltyjä ja valvottuja toimialoja, jotka täyttävät nykyiset vastuullisuuskriteerit. Kalojen hyvinvoinnin kehittäminen on kuitenkin nouseva painopistealue, jossa vakiintuneet mittarit, teknologiat ja arviointiprotokollat ovat vielä kehitysvaiheessa. Tämä tekee hyvinvointityöstä osittain haastavaa, mutta myös tarjoaa mahdollisuuksia innovaatioille ja tutkimuksen edistämiseksi. Hyvinvointi liittyy läheisesti alan strategiaan kehittämiseen, mukaan lukien uusien menetelmien käyttöönotto, tutkimustiedon hyödyntäminen, koulutus, kilpailukyvyyn parantaminen ja riskien hallinta.

Kalojen hyvinvoinnin kehittämiseksi on vahvaa strategista tukea. Manner-Suomen vesiviljelystrategiassa 2030 kalojen terveys ja hyvinvointi on nostettu yhdeksi kolmesta tärkeimmästä painopistealueesta. Lisäksi Euroopan meri-, kalatalous- ja vesiviljelyrahaston ohjelmakaudella 2021–2027 hyvinvointi on keskeinen teema. Eurooppalaisten tutkimuslaitosten (EFARO) kyseilyssä vuosille 2023–2024 akvaattisten eläinten hyvinvointi tunnistettiin kaikkein tärkeimmäksi tutkimuskohteeksi, ja EU HORIZON-ohjelmassa on osoitettu rahoitusta erityisesti eläinten terveyden ja hyvinvoinnin tutkimukseen.

Aiemmat kotimaisen kalankasvatuksen ja kalastuksen innovaatio-ohjelmat ovat jo käynnistäneet hyvinvointiin liittyvää tutkimusta. Näitä teemoja ovat esimerkiksi kalojen siirrot kiertoviesilaitoksista luonnonvesiin tai avomerelle, suojautuminen taudeilta kuten vesihomeelta ja yersinioosilta, sekä predaation vaikutukset kalojen hyvinvointiin. Suomen ulkopuolella on pyritty kehittämään eettisempiä teurastusmenetelmiä. Eettisemmät teurastusmenetelmät pyrkivät vähentämään kalojen kipua, stressiä ja kärsimystä teurastuksen aikana sekä parantamaan kalanlihan laatua. Tainnutus ennen tappamista on keskeistä. Yleisesti käytetyimpiä menetelmiä

ovat sähköinen tainnutus ja mekaaninen isku, mutta myös innovatiivisia ratkaisuita, kuten kylmäsuolavesimenetelmää (cold saline immersion) on yritetty kehittää (Mercogliano ym. 2024). Tukeutumista ilmassa tai jääsohjossa ilman tainnutusta pidetään erityisen epäeettisenä. Hyvinvoinnin kehittämisessä hyödynnetään laboratorio- ja käytännön mittareita, kuten EEG-tutkimuksia (Hjelmstedt ym. 2024), ja kalojen käyttäytymisen tarkkailua, tarkoituksena varmistaa tainnutettavan kalan tajuttomuus ja tuntoaistimusten puuttuminen. Hyvinvoinnin seurantaan hyödynnetään uusia teknologioita ja hyvinvoinnin parantamiseksi geneettistä valintaa, mikä mahdollistaa kestävämpien ja terveempien kalakantojen kehittämisen.

Kuluttajien asenteita ja odotuksia seurataan vuosittain, esimerkiksi haastatteleamalla jalostajia ja kaupan edustajia. Hyvinvointistandardien, kuten luomutuotannon, merkitys kasvaa markkinoilla. Hyvinvoinnin syvällisempi ymmärtäminen kuitenkin nojaa pitkälti kansainväliseen tutkimukseen, mikä korostaa Suomen tarvetta vahvistaa kansainvälisiä verkostoja. Kilpailukyvyn näkökulmasta kotimaisen kalantuotannon tulee ottaa huomioon yritysten tasa-arvoiset toimintaedellytykset markkinoilla. Vuonna 2023 Suomeen tuotiin kalaa ja kalatuotteita 78 miljoonaa kiloa ja vietiin 76 miljoonaa kiloa (Luonnonvarakeskus 2024b). Hyvinvointityön edistäminen voi tarjota lisäarvoa kotimaiselle kalantuotannolle, samalla vahvistaen sen asemaa vastuullisena ja kilpailukykyisenä toimialana.

4. Eläinten hyvinvointi

4.1. Eläinten hyvinvoinnin määritelmä

Hyvinvointi on laaja käsite, johon sisältyvät muun muassa eläimen fyysinen ja psyykinen terveys, normaali kasvu, sekä hyvä hoito ihmisen huostassa oleville eläimille. Eläinten hyvinvoinnin kulmakivet ovat hyvä ruokinta, lajinmukainen kasvatusympäristö, hyvä terveys ja mahdollisuus lajinmukaiseen käyttäytymiseen. Hyvinvointia voidaan arvioida sekä eläimen käyttäytymisestä ja fysiologisista tekijöistä että sen ympäristöstä erilaisten mittareiden avulla. Kaloille ei kuitenkaan ole vielä kehitetty ja standardoitu kattavaa, laajasti käyttöön soveltuvaa mittaristoa.

Eläinten hyvinvoinnin käsite juontaa juurensa 1960-luvulle, jolloin julkaistiin Ruth Harrisonin tuotantoeläimiä käsittelevä kirja 'Animal Machines'. Kirjasta syntyneen keskustelun pohjalta tuotantoeläinten suojelua alettiin tarkastella viiden vapauden pohjalta, joita olivat i) vapaus nälästä ja janosta, ii) vapaus epämukavuudesta, iii) vapaus kivusta, loukkaantumisista ja sairauksista, iv) vapaus normaaliin käyttäytymiseen sekä v) vapaus pelosta ja ahdistuksesta. Tätä viiden vapauden periaatetta kritisoidaan kuitenkin siitä, että eläimen psyykkisen hyvinvoinnin tilan arvioimisessa se painottuu negatiivisten tuntemusten poistamiseen eikä malli sisällä positiivisten tuntemusten, kokemusten tai luonnollisen käyttäytymisen arviointia (Mellor ym. 2020).

Nykyistä tutkimustietoa eläinten hyvinvoinnista vastaa paremmin viiden osa-alueen eli "five domains" malli, jossa mallin osa-alueet ovat: ravitseminen, fyysinen ympäristö, terveys, käyttäytyminen ja eläimen psyykinen tila. Eläimen positiivinen tunnetila huomioidaan Welfare Quality® -eläinten hyvinvoinnin mittausjärjestelmässä. Welfare Quality® -järjestelmässä arvioidaan eläimen fyysisen hyvinvoinnin lisäksi myös psyykkistä hyvinvointia tarkkailemalla eläimen positiivisia tuntemuksia ja kokemuksia käyttäytymisen kautta. Tähän kuuluu sosiaalinen kanssakäyminen muiden eläinten kanssa, leikkiminen sekä pelon ja ahdistuksen puuttuminen. Voidaan siis todeta, että eläimen hyvinvointia edistetään poistamalla eläimen elämästä negatiivisten tuntemusten aiheuttajia, sekä lisäämällä eläimen elämään positiivisia kokemuksia.

Suomalaisten eläinten hyvinvoinnin neuvottelukuntien mukaan eläimen hyvinvointi on eläimen kokemus sen omasta psyykkisestä ja fyysisestä olotilasta. Eläimen hyvinvointi voi vaihdella hyvästä huonoon, ja siihen vaikuttavat eläimen kyky sopeutua ympäristön tapahtumiin ja olosuhteisiin. Mikäli sopeutuminen ei onnistu tai aiheuttaa eläimelle jatkuvaa tai voimakasta stressiä, rasitusta, käyttäytymishäiriöitä tai terveyshaittoja, eläimen hyvinvointi heikkenee. Hyvinvointia voidaan parantaa esimerkiksi pito-olosuhteiden, hoidon, käsittelyn ja eläinjalostuksen avulla.

4.2. Eläinten käyttäytymistarpeet

Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta on koostanut eri tuotantoeläinlajien olennaiset käyttäytymistarpeet. Käyttäytymistarpeella tarkoitetaan sellaista käyttäytymistä, joka on välttämätöntä yksilön normaalin kehittymisen ja/tai fyysisen ja psyykkisen hyvinvoinnin ylläpitämiseksi. Käyttäytymisen tekemisen lopputulos ei yksin riitä määrittelemään jotain käyttäytymistä tarpeeksi, vaan käyttäytymisen tekeminen itsessään voi olla tärkeää eläimen hyvinvoinnille. Jos eläin ei pääse tyydyttämään käyttäytymistarvettaan, se voi turhautua tai

stressaantua. Eläimelle voi myös tulla terveysongelmia tai fysiologisia muutoksia. Tyydyttämättä jäänyt käyttäytymistarve voi aiheuttaa käyttäytymismuutoksia, jotka ovat usein haitallisia tai patologisia.

Käyttäytymistarpeeseen liittyy eläimen motivaatio toimia tietyllä tavalla. Motivaatiota säätelevät sisäiset ja ulkoiset tekijät. Eläin toimii motivaation ansiosta tavalla, joka ylläpitää kehon tasapainoa ja terveyttä. Osa käyttäytymistarpeista on sellaisia, että motivaatio niihin esiintyy vain tietyissä tilanteissa ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta, kuten pedon välttäminen. Osa käyttäytymistarpeista ilmenee sisäisten motivaatiotekijöiden säatelemänä, kuten syöminen. Sisäsyntyisen käyttäytymisen motivaatioon vaikuttaa usein myös ympäristö.

5. Kasvatetun kalan hyvinvointi

Kasvatettua ja kalastettua kalaa koskevat hyvinvointikysymykset herättävät enenevässä määrin keskustelua kuluttajien, tiedeyhteisöjen ja päättäjien keskuudessa kaikkialla EU:ssa (Pavlidis ym. 2023). Etenkin kuluttajat haluavat yhä enemmän varmistua siitä, että heidän syömänsä kala on elänyt hyvän elämän, joten kalan hyvinvointi on heille enemmän kuin pelkkä terveysasia (Seibel ym. 2020). Myös kalankasvattajat ja valvovat viranomaiset ovat enenevässä määrin kiinnostuneet kasvatetun kalan hyvinvoinnista. Kestävä kalankasvatus, joka huomioi kalojen hyvinvoinnin, tukee vastuullista ruokatuotantoa ja vastaa siten kuluttajien odotuksiin.

Kalankasvatuksen keskeisimmät hyvinvointikysymykset liittyvät tainnutukseen, kalatauteihin ja niiden ehkäisyyn, kiertovesikasvatuksen vedenlaadun vaihteluihin, korkeisiin kalatiheyksiin sekä kasvatusympäristön virikkeettömyyteen ja kalojen mahdollisuuksiin toteuttaa lajinmukaisia käyttäytymistarpeitaan. Luonnonvaraiset kalat altistuvat luontaisesti saalistukselle, lajitoverien aggressiolle, nälkiintymiselle, taudinaiheuttajille ja heikoille ympäristöolosuhteille, ja niille on kehittynyt mekanismeja sopeutua näihin stressitilanteisiin. Vaihtolämpöisinä eläiminä kalat voivat säädellä elintoimintojaan stressin aikana esimerkiksi vähentämällä syömistä tai lopettamalla syömistä kokonaan, mikä vapauttaa elimistön resursseja selviytymiseen. Kasvatetun kalan sopeutumiskyky eri stressitekijöihin puolestaan riippuu suurelta osin sen kasvatusympäristön tarjoamista mahdollisuuksista.

5.1. Kirjoloihen käyttäytymistarpeet

Maa- ja metsätalousministeriön alainen tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta toimii ministeriön tukena tuotantoeläinten hyvinvointia koskevissa kysymyksissä ja linjauksissa. Neuvottelukunta on määritellyt kirjolohelle olennaiset käyttäytymistarpeet, jotka tarjoavat näkökulmia sen hyvinvoinnin turvaamiseen (Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta 2014).

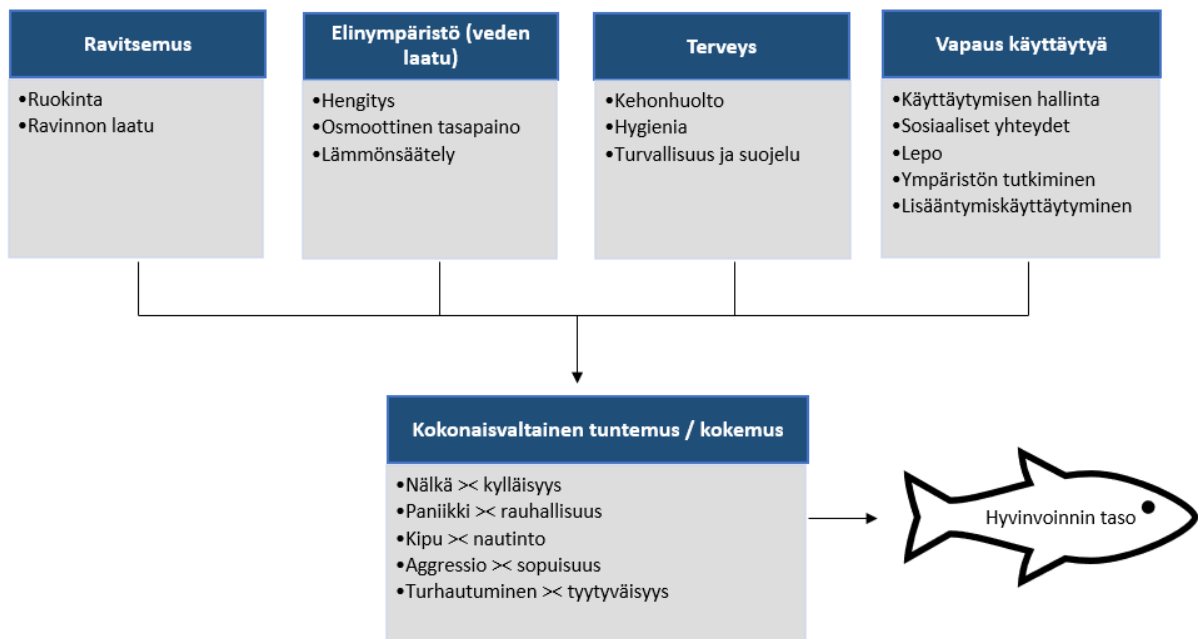
Kirjolohi tarvitsee mahdollisuuden liikkumiseen, erityisesti vaelluspoikasvaiheessa (smoltina), jolloin se hakee ravintoa ja liikkuu parvessa. Poikasvaiheessa kirjolohi on eläinplanktonia ja hyönteisiä syövä peto, joka hyödyntää pientä reviiriä ravinnonhankinnassa. Aikuisena ja smoltina sen ravinnonhankinta-alue laajenee huomattavasti. Kirjolahilla on myös tarve levätä ja nukkua, mutta niiden lepo- ja unikäyttäytymistä on tutkittu vain vähän. Leikkikäyttäytymisestä ei myöskään ole tietoa, vaikka se on nisäkkäillä ja linnuilla olennainen osa yksilönkehitystä. Sosiaaliselta käyttäytymiseltään kirjolohi on yksineläjä poikasvaiheessa, mutta smoltina ja aikuisena se elää parvessa, jossa yksilöt toimivat yhdessä etsiessään ravintoa ja välttellessään vaaroja. Parvikäyttäytyminen vaatii tilaa, lajitovereita ja riittäviä resursseja. Tilantarpeen huomioiminen on erityisen tärkeää, sillä kirjoloihen iho on herkkä vaurioitumaan, ja se pyrkii välttämään ihokosketusta.

Lämmönsäätelyn ja muun käyttäytymisensä toteuttamiseksi kirjolohi tarvitsee lajinmukaiset ympäristöolosuhteet, kuten sopivan veden lämpötilan, happamuuden ja valaistuksen. Luonnossa kirjolohet hakeutuvat optimaaliseen lämpötilaan, joka on 8–16 °C, liikkumalla eri syvyyksissä. Kirjoloihen luonnollinen elinympäristö on viileä, kirkas ja hapekas vesi, ja äkilliset veden lämpötilan muutokset voivat heikentää sen hyvinvointia.

Kaikilla eläimillä on tarve tutkia ympäristöään, ja tämä pätee myös kirjolohien. Ympäristön monimuotoisuus, kuten tilan, rakenteiden ja tutkittavan materiaalin saatavuus, on tärkeää

tämän käyttäytymistarpeen täyttämiseksi. Kirjoloheet tutkivat elinympäristöään parvessa, ja parven yksilöt reagoivat nopeasti havaittuihin uhkiin yhdessä. Lisääntymiskäyttäytymisensä toteuttamiseksi kirjoloheet tarvitsevat pääsyn virtaavaan veteen kutemista varten. Luonnossa ne vartioivat ja puolustavat kutupaikkaansa. Tutkimusta kutukäyttäytymisen merkityksestä kirjoloheen hyvinvoinnille on kuitenkin vain vähän.

Lohikalojen hyvinvointitarpeisiin on esitetty kuuluvan resurssit, ympäristöolosuhteet, terveytensä sekä käyttäytymisen toteuttamisen mahdollisuudet (Noble ym. 2020). Näiden tekijöiden yhteisvaikutus vaikuttaa kalan hyvinvointiin ja sen kokemiin tunteisiin, kuten nälkään, kipuun, pelkoon ja kylläisyyteen. Tarpeiden täyttyminen on olennaista kirjoloheen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin turvaamisessa.



Kuva 6. Lohikalojen hyvinvointitarpeet. Tarpeiden täyttyminen aste vaikuttaa eläinten psyykkiseen ja fyysiseen tilaan, ja edelleen hyvinvoinnin tasoon. (Muokattu lähteestä: (Mellor ym. 2009)

5.2. Kasvatetun kalan hyvinvointi tainnutuksen yhteydessä

Kalojen hyvinvointi tainnutuksen yhteydessä on keskeinen osa vastuullista kalankasvatusta. World Organization for Animal Health (WOAH) ja European Food Safety Authority (EFSA) suosittelevat kasvatettujen kalojen tainnutukseen sähköisiä tai mekaanisia iskeviä menetelmiä nopeina ja eettisinä tainnutustapoina. Iskevät menetelmät ovatkin yleisimmin käytössä Euroopassa. Sähkötainnutuksen käyttö on lisääntynyt samalla, kun hiilidioksiditainnutus on vähentynyt. Suomen kaikki suurimmat ruokakalalaitokset ovat siirtyneet sähkötainnutukseen ja suurin osa ruokakalasta tainnutetaan nykyisin sähköllä.

Huonojen hyvinvointivaikutusten vuoksi hiilidioksiditainnutusta, elävänä jäädyttämistä CO₂ avulla, jäävedessä jäädyttämistä ja sen jälkeistä sähkötainnutusta sekä jäihin tukehduttamista ei tulisi käyttää WOAH:n ohjeiden mukaan. Näitä menetelmiä pidetään kalan kannalta kärsimystä aiheuttavina ja hyvinvoinnille haitallisina. Hiilidioksiditainnutus aiheuttaa voimakasta stressiä, pakoreaktioita ja limanerityksen lisääntymistä, ja kalat voivat pysyä tajuissaan

liikkumattomuudestaan huolimatta. Tainnutus CO₂-vedessä kestää huomattavasti pidempään (4–5 minuuttia) kuin sähkötainnutus tai päähän iskevä tainnutus, jotka vievät tajunnan välittömästi.

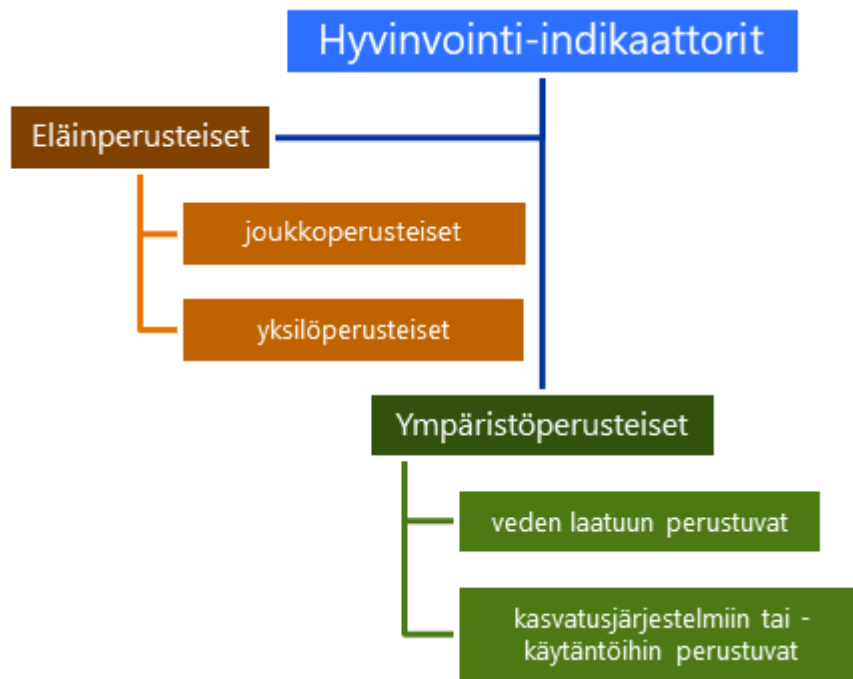
Aiemmin joidenkin kalankasvattajien kokemukset sähkötainnutuksesta olivat negatiivisia, koska vanhemmat laitteet saattoivat tainnuttaa hitaasti tai tehottomasti, tai ne aiheuttivat vaurioita kaloille. Osa kalankasvattajista oli jo aiemmin tyytyväisiä sähkötainnutuksen toimivuuteen. Sittenmin laitoksilla on investoitu uusiin, tehokkaampiin sähkötainnutuslaitteisiin, jotka ovat parantaneet tainnutuksen nopeutta, luotettavuutta ja kalojen hyvinvointia.

EFSA:n suositusten mukaan tainnutusmenetelmän tulisi tuottaa välitön tajunnan ja aistimiskyvyn menetys, mieluiten alle yhdessä sekunnissa. Jos välitön tajunnan menetys ei ole mahdollista, menetelmän on oltava sellainen, ettei se aiheuta eläimelle kipua, tuskaa tai kärsimystä. EU:ssa nykyisin yleisimmin käytössä olevat tainnutus- ja teurastusmenetelmät eivät kuitenkaan aina täytä näitä vaatimuksia kaikkien kalalajien kohdalla. Kalojen hyvinvoinnin kannalta on tärkeää kehittää ja ottaa käyttöön menetelmiä, jotka täyttävät eettiset ja eläinten hyvinvointia koskevat standardit.

Ranskan eläinten hyvinvointikeskus (French Reference Centre for Animal Welfare, FRCAW) korostaa, että kalan hyvinvoinnin varmistaminen tainnutuksen aikana edellyttää useita keskeisiä tekijöitä. Operoivan henkilöstön asianmukainen koulutus ja osaaminen sekä sopivan, oikein kalibroidun ja huolletun laitteiston käyttö ovat olennaisia tainnutuksen tehokkuuden ja eettisyyden kannalta. Tainnutuksen onnistumista tulee arvioida tunnistamalla, onko kala tajuton ennen verestystä. Stressin minimointi on erityisen tärkeää, ja vedettömässä ympäristössä tapahtuva käsittely tulisi rajoittaa vain välttämättömään. Tainnutusprosessin suunnittelussa on huomioitava lajikohtaiset ja yksilölliset erot, kuten kalojen herkkyyys ja koko, sekä mukautettava paaston pituus veden lämpötilan ja lajin vaatimusten mukaan. Luotettavien stressin ja tajuuttomuuden mittareiden kehittäminen on keskeistä hyvinvoinnin arvioinnissa. Lisäksi lainsäädäntöä olisi päivitettävä vastaamaan uusinta tieteellistä tietoa, jotta käytettävät tainnutusmenetelmät täyttävät hyvinvointivaatimukset. Menetelmien tehokkuuden ja sovellettavuuden varmistamiseksi tarvitaan riittäviä kontrollitestejä ja suurilla otoksilla tehtyjä kokeita. Näiden toimenpiteiden tavoitteena on taata kalojen hyvinvointi tainnutuksen ja teurastuksen yhteydessä samalla, kun kipu, stressi ja kärsimys minimoidaan. (FRCAW 2024)

5.3. Kasvatetun kalan hyvinvoinnin indikaattorit

Eläimen hyvinvoinnin taso määräytyy sen perusteella, kuinka hyvin vapausperiaatteisiin perustuvat hyvinvointitarpeet täyttyvät. Hyvinvointitarpeiden täyttymistä voidaan arvioida erilaisilla eläimeen ja sen ympäristöön liittyvillä havainnoilla, eli niin sanotuilla hyvinvointi-indikaattoreilla (Kuva 7). Indikaattorit jaetaan edelleen kalankasvatuslaitoksella käytettäviin toiminnallisiin hyvinvointi-indikaattoreihin (THI, operational welfare indicators) ja laboratoriooperusteisiin indikaattoreihin, jotka perustuvat laboratoriossa analysoitaviin näytteisiin (LABHI, laboratory welfare indicators).



Kuva 7. Hyvinvointi-indikaattoreiden jaottelu. (Muokattu lähteestä Noble ym. 2020)

Hyvinvointitarpeisiin kuuluvat perustarpeet, jotka ovat välttämättömiä eläimen hengissä säilymisen kannalta (kuten hengittäminen ja ravinto) sekä välillisiin tarpeisiin (esim. sosiaaliset kontaktit), jotka ovat tärkeitä pidempiaikaisen hyvinvoinnin kannalta. Hyvinvointitarpeet liittyvät saatavilla oleviin resursseihin, elinympäristöön, terveyteen ja mahdollisuuteen toteuttaa lajityypillistä käyttäytymistä. Liitteessä 1 on esitelty kasvatetun kirjolohen keskeisimmät hyvinvointi-indikaattorit suhteessa näihin tarpeisiin (Noble ym. 2020). Kalojen hyvinvoinnin arviointi on kuitenkin haastavaa, sillä hyvinvointitarpeet vaihtelevat kalalajien välillä, ja niiden merkitys voi muuttua kalan kehitysvaiheen ja kasvatusympäristön mukaan.

5.4. Kalatautiin vaikutukset hyvinvointiin

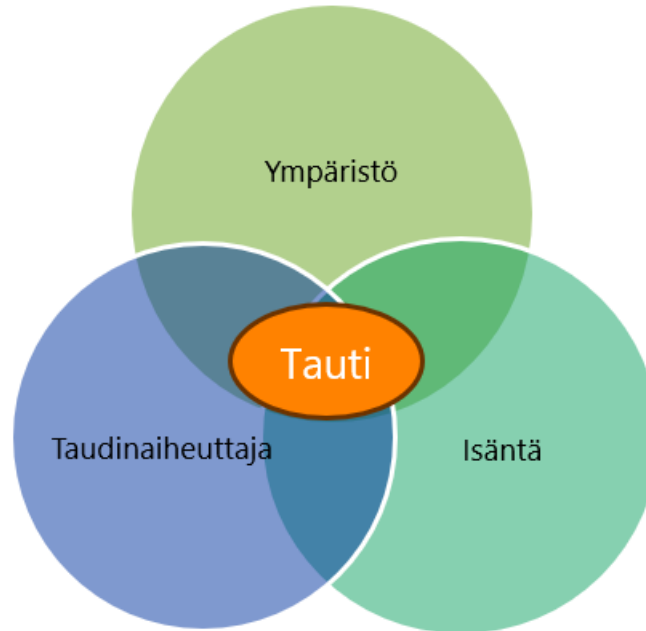
Eläintautien tiedetään häiritsevän ja vahingoittavan eläimen normaalia toimintaa monin eri tavoin, ja taudin tai vamman aiheuttamalla kärsimyksellä on merkittävä vaikutus eläimen hyvinvointiin (Cockram & Huges 2018). Tautien aiheuttamien haittavaikutusten kirjo on hyvin laaja ja ne voivat ilmentyä mm. kipuna ja kärsimyksenä, yleistyneenä epäspesifinä epämieluisana tai häiritsevästä tunteesta, alentuneena suorituskykyinä sekä heikkoutena tai pelkona (Taulukko 2) (Cockram & Huges 2018).

Taulukko 2. Esimerkkejä taudin aiheuttamista vaikutuksista eläinten hyvinvointiin. (Muokattu lähteestä: Cockram & Huges, 2018)

Kipu ja tuska	Taudit, joihin liittyy tulehdus ovat tyypillisesti kivuliaita. Kudostuhon määrä ja kudoksen kipuherkkyys voivat antaa viitteitä kivun suuruuden arvioimiselle.
Sairauden tuntemus	Tulehdusvälittäjäaineet vaikuttavat aivoihin ja laukaisevat epäspesifisiä käytösoireita. Tuntemus sairaudesta voi ilmetä esimerkiksi ruokahaluttomuutena, janon tunteena, kuumeena ja pahoinvointina. Kaloilla infektio laukaisee ns. käytöksellisen kuumeen (behavioural fever) eli tarpeen siirtyä lämpimämpään ympäristöön simuloiden nisäkkäillä esiintyvää kuumeita infektion aikana (F. Huntingford ym. 2020).
Pelko	Sairauden aiheuttama heikentynyt toimintakyky voi aiheuttaa pelkoa ja haitata mahdollisten uhkien havaitsemista sekä kykyä selviytyä uhkaavista tilanteista.
Ahdinko/kärsimys	Normaalien fysiologisten toimintojen heikentymisestä johtuva ahdinko ja kärsimys, kuten hengityselinten sairauksissa hapenpuute (hypoksemia) tai emotionaalisen stressin lisääntyminen taudin vaikutuksesta.
Fyysinen epä mukavuus / levon puute	Tauti voi aiheuttaa epä mukavuutta ja siten estää eläintä lepäämästä riittävästi, esim. ihosairauksiin liittyvä ihoärsytys (ulkolaiset, bakteeritulehdukset, hiiva- ja sienitaudit).
Heikkous, nälkä, levon puute	Tauti voi aiheuttaa alentuneen toimintakyvyn, jolloin kyky taistella resursseista (kuten ruuasta ja lepopaikoista) heikkenee. Huonontunut ruuan saanti johtaa aliravitsemukseen ja lepäämättömyys pitkittyneeseen energiankulutukseen, mikä näkyy väsymyksenä ja huonontuneena puolustusjärjestelmän toimintana tauteja vastaan.
Lämpötilaan liittyvä epämiellyttävyyden tunne	Kuume, kaloilla käytöksellinen kuume ja huonontunut liikkumiskyky suhteessa ympäröivään lämpötilaan esim. sairauden, loukkaantumisen tai muun syyn takia. Kyvyttömyys toteuttaa fysiologista tarvetta siirtyä miellyttävämpään lämpötilaan voi johtaa epämiellyttävään tuntemukseen eläimellä.
Nälkä, jano, levon puute	Taudin aiheuttama toimintakyvyn alenema voi heikentää eläimen kykyä syödä, juoda tai levätä riittävästi.
Heikentynyt fyysinen kunto ja toimintakyky	Tietyt taudit voivat aiheuttaa vakavaa toimintakyvyn alenemaa. Kaloilla mm. flavobakterioosin aiheuttamat selkärangan epämuodostumat (krooninen muoto) tai yersinioosin aiheuttama sokeus, tai IPN-taudissa nähtävä holtiton spiraaliuinti.

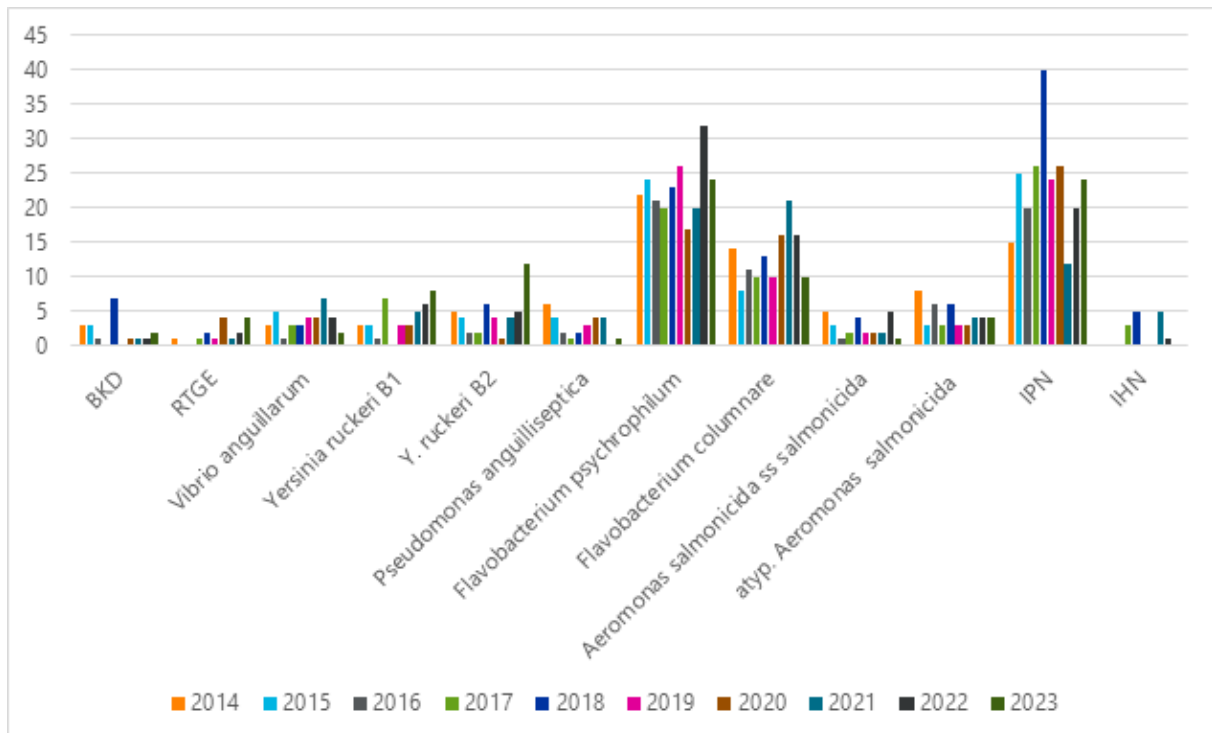
Heikentyneen hyvinvoinnin tiedetään altistavan eläimiä infektioille ja taudeille (Dawkins 2019). Taustalla on usein eläimen kokema pitkittynyt (krooninen) stressi, mikä heikentää vastustuskykyä taudinaiheuttajia vastaan. Kuten muilla selkärangkaisilla, myös kaloilla stressi huonontaa hyvinvointia, mikä näkyy mm. huonontuneena vastustuskykynä taudinaiheuttajille (Dai ym. 2023). Kasvatusolosuhteisiin liittyvät mahdolliset ongelmat, kuten suuri kalatiheys tai veden laadulliset tekijät (alentunut veden happipitoisuus, kohonnut nitriitti tai nitraatti), veden lämpötilan vaihtelut tai epäsopeva rehu ja altistuminen taudinaiheuttajille ovat hyvin tunnettuja stressitekijöitä kaloilla (Cain & Polinski 2014). Myös vääränlainen käsittely ja epäsuotuisat kasvatusolosuhteet, sekä niistä johtuvat mekaaniset vauriot, ovat merkittäviä stressitekijöitä kalalle (Dai ym. 2023, Waśkiewicz & Irzykowska 2014). Stressitekijöiden kiistaton yhteys tuotantotappioihin on johtanut kalankasvattajien haluun panostaa hyvinvointiin kokonaisvaltaisesti. Tärkeäksi päämääräksi onkin noussut pyrkimys vähentää kaloihin kohdistuvaa stressiä ja siten myös opportunististen tartuntojen määrää. Opportunistiset taudinaiheuttajat (bakteerit, virukset, sienet) eivät yleensä aiheuta tauteja terveelle yksilölle, mutta muuttuneet olosuhteet,

kuten heikentynyt vastustuskyky, voivat tarjota mahdollisuuden aiheuttaa tautia (Dai ym. 2023). Eläintautien esiintymiseen ja taudin vakavuuteen vaikuttavat taudinaiheuttajan, eläinlajin ja yksilön ominaisuuksien lisäksi ympäristö, missä eläinlaji ja taudinaiheuttaja kohtaavat (Kuva 9).



Kuva 8. Epidemiologinen kolmikko: taudin ilmenemiseen vaikuttavat taudinaiheuttajan, eläinlajin ja yksilön ominaisuuksien lisäksi ympäristö missä eläinlaji ja taudinaiheuttaja kohtaavat.

Suomessa kasvatetuilla ja luonnonvaraisilla kaloilla todetaan vuosittain erilaisia bakteri- ja virustauteja, joista tietyt taudit esiintyvät toistuvasti vuosittain useammin kuin toiset (Kuva 8) (Ruokavirasto 2023a) ja aiheuttavat näin merkittäviä hyvinvointihaittoja ja kuolleisuutta kaloille. Suomessa kasvatetun kalan merkittävimmät tuotantotappioita aiheuttavat kalataudit ovat bakteritaudeista kylmän ja lämpimän veden flavobakterioosi (*Flavobacterium psychrophilum* ja *Flavobacterium columnare*) ja yersinioosi (*Yersinia ruckeri*), virustaudeista tarttuva haimakuoliotauti (Infectious Pancreatic Necrosis, IPN) sekä leväsienten aiheuttama vesihome (*Saprolegnia* spp.) (Ruokavirasto 2023a). Tautikohtaiset tapausmäärät ovat pysyneet melko tasaisina viime vuosina, suurin muutos todettiin *Y. ruckeri* biotyypin 2 bakteerin tartuntamäärässä, myös *F. psychrophilum* tartuntojen määrä oli kasvussa (Korkea-aho 2023). Kasvatettujen kalojen kokonaistautitilannetta Suomessa voidaan kuitenkin pitää kohtalaisen hyvänä (Ruokavirasto 2023a). Tautipurkauksen sattuessa kylmän ja lämpimän veden flavobakterioosi ja yersinioosi voidaan hoitaa lääkkeellisesti, kun taas tarttuvaan haimakuoliotautiin tai vesihometartuntaan ei ole tehokasta lääkkeellistä hoitoa. Edellä mainittuihin tauteihin liittyy merkittävä uudelleeninfektiopaine ympäristöstä ja kantajaeläimistä, mikä korostaa niiden merkitystä kasvatetun kalan hyvinvoinnin heikentäjinä ja tuotantotappioiden aiheuttajina (Ruokavirasto 2023a). Rokotteiden kehitys kalojen bakteritauteja vastaan on parantanut kasvatetun kalan hyvinvointia vähentämällä tautien esiintymistä ja lisännyt vastuullisuutta kalankasvatuksessa vähentämällä antibiootti lääkitysten tarvetta (Sommerset ym. 2005).



Kuva 9. Kalataudille positiivisten kalanviljelylaitosten lukumäärä suomessa vuosina 2014–2023. Yleisimpiä todettuja kalatauteja suomen kalanviljelylaitoksilla ovat kylmän ja lämpimän veden flavobakterioosit ja IPN-tartunnat. Yersinioosi positiivisten laitosten määrät ovat selvästi lisääntyneet viime vuosien aikana. (Korkea-aho 2023)

5.4.1. Flavobakteerit

Flavobakteerit ovat monimuotoinen ryhmä gramnegatiivisia sauvabakteereja, jotka kuuluvat veden normaalimikrobistoon. Muutamat näistä ovat merkittäviä taudinaiheuttajia kasvatettavilla kalalajeilla ympäri maailmaa (Waśkiewicz & Irzykowska 2014). Flavobakteereja esiintyy laajalti kaikkialla ympäristössä, ja ne säilyvät tartuntakykyisinä pitkiä aikoja (Cain & Polinski 2014). Ne selviytyvät hyvin kasvatusalaiden ja vesitysputkien pinnoilla tuottaen biofilmejä, minkä takia niistä on vaikea päästä eroon (Ruokavirasto, 2024a). Tärkeimpinä flavobakteerien levittäjiä ovat sairaat kalat ja oireettomat kantajakalat. Tartunta voi tapahtua myös emosta poikaseen mätimunien välityksellä hedelmöityksen ja haudonnan aikana. Suomessa kalankasvatuksen kannalta tärkeimmät flavobakteerit ovat *Flavobacterium psychrophilum* ja *Flavobacterium columnare*, jotka aiheuttavat merkittäviä tappioita etenkin poikaskasvatuksessa.

5.4.2. Kirjoloihen pikkupoikassyndrooma ja kylmän veden tauti

Aiheuttaja: *Flavobacterium psychrophilum* -bakteeri aiheuttaa kahta yleistulehdusellista tautia, kirjoloihen pikkupoikaissyndroomaa (rainbow trout fry syndrome, RTFS) ja kylmän veden tautia (bacterial cold water disease) (Chong, 2022a).

Esiintyminen: *F. psychrophilum* -bakteeria tavataan lähinnä makean veden kasvatuksessa lohikaloilla veden lämpötilan ollessa $< 12^{\circ}\text{C}$ (Åbo Akademi, 2006). Pikkupoikaissyndrooma esiintyy erityisesti starttiruokinnan yhteydessä, kun taas bakteeriperäinen kylmän veden tauti esiintyy tätä vanhemmilla kaloilla. Suomessa esiintyy kumpaakin tautimuotoa kirjoloihen lisäksi myös muilla lohikaloilla.

Taudin kulku: Kirjolohen pikkupoikassyndrooma ilmenee äkillisenä verenmyrkytyksenä pikkupoikasilla. Kuolleisuus on korkea ilman juurikaan havaittavia ulkoisia oireita (Cain & Polinski 2014). Kuolleisuus voi nousta jopa 90 %:iin, mutta pienenee veden lämpötilan noustessa (Chong 2022a). Pikkupoikaset voivat olla väriltään tummia, apaattisia ja niiden silmät voivat olla ulospäin pullistuneet. Vatsaontelossa todetaan vapaata nestettä, suurentunut perna ja pistemäisiä verenvuotoja elinten pinnoilla ja rasvakudoksessa. Pikkupoikaissyndrooman esiintyminen on suuri ongelma, sillä tauti on vaikeasti hoidettavissa kalanpoikasten hyvin nuoren iän vuoksi (Åbo Akademi 2006).

Bakteeriperäinen kylmän veden tauti on pääasiassa isompien kalanpoikasten yleistulehdus, ja varsin tappava tauti etenkin lohikaloilla (Waśkiewicz & Irzykowska 2014). Sairastuvuus vaihtelee 1–50 % välillä ja tautiin kuolleisuus on jopa 70 %:n luokkaa (Chong 2022a). Taudille herkkillä kalalajeilla kuten lohikaloilla kuolleisuus voi nousta jopa yli 90 %:iin. Taudissa nähdään enemmän verestäviä vaurioita iholla, pyrstön tyvessä ja lihaksistossa, ja kalat voivat olla hyvinkin aneemisia. *F. psychrophilum* -bakteerin aiheuttamien tautien tyypillisimmät oireet kirjolohella on kuvattu taulukossa 3. *F. psychrophilum* -bakteerin aiheuttamat hyvinvointivaikutukset ovat merkittävät; korkean kuolleisuuden lisäksi tauti voi aiheuttaa mm. vakavia selkärangan epämuodostumia ja toimintakyvyn menettämisen. Vanhemmat poikaset ja aikuiset kalat voivat toimia bakteerin kantajina levittäen taudinaiheuttajaa horisontaalisesti kalasta kalaan ja ympäristöönsä sekä vertikaalisesti mätiin. (Cain & Polinski 2014).

Taulukko 3. Kylmän veden tautiin ja kirjolohen pienpoikaissyndrooman tyypilliset kliiniset oireet ja löydökset sekä tautipurkauksiin ja hyvinvointiin vaikuttavat tekijät. (Mukailtu lähteistä: Cain & Polinski 2014, Chong 2022, Waśkiewicz & Irzykowska 2014.)

	Kirjolohen pikkupoikassyndrooma	Kylmän veden tauti
Taudille herkät lohikalalajit	kirjolohi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), hopealohi (<i>O. kisutch</i>), lohi (<i>Salmo salar</i>), taimen (<i>S. trutta</i>), nierä (<i>Salvelinus fontinalis</i>), harmaanierä (<i>S. namaycush</i>)	
Kuolleisuus	jopa 90 %	jopa 70–90 %
Ikäryhmä	- vastakuoriutuneet (= kuoriutuneesta ensimmäiseen ruokintaan saakka) - pikkupoikaset (= ensimmäisestä ruokinnasta kesänvanhaksi, 2–3 cm)	- poikanen (= kesänvanhasta yhden vuoden ikään saakka, 2–15 cm) - myös vanhemmat yksilöt
Kliiniset oireet ja löydökset	- kuolleisuutta ilman oireita - ihon tummuminen - vatsan turpoaminen - ulospullistuvat silmät - suuri ja verekäs perna	- akuuttivaiheessa verenmyrkytysmuutoksia - kroonisessa vaiheessa selvärajaisia ihovaurioita ja/tai paiseita - vatsan turpoaminen - ulospullistuvat silmät - ruokahalun lasku - neurologisia oireita (spiraaliuinti) - selkärangan epämuodostumat (seurausta pikkupoikasvaiheen tartunnasta)
Riskitekijät tautipurkauksille	- käsittelyyn liittyvä stressi - smolttiutumisen (siirtyminen makeasta vedestä meriveteen)	- veden lämpötila <12°C (4–10°C) - veden pH -muutokset ja toksiinit - aliravitsemus
Hyvinvointivaikutukset	- korkea kuolleisuus	- korkea kuolleisuus - selkärangan epämuodostumia - toimintakyvyn alenema - taudista selvinneet jäävät usein heikkokasvuiseksi

5.4.3. Lämpimän veden flavobakterioosi: kolumnaaritauti

Aiheuttaja: *Flavobacterium columnare* on pääsääntöisesti lämpimän veden (> 18 °C) kalatauti-
bakteeri, mutta pystyy infektoimaan myös viileässä vedessä (> 10 °C) (Chong 2022a, Waśkiewicz & Irzykowska 2014). *F. columnare* -bakteeri aiheuttama kolumnaaritauti on kidus- ja
yleistulehduksellinen tauti (Rahkonen ym. 2012).

Esiintyminen: Suomessa *F. columnare* -bakteeri aiheuttaa tautia lähinnä lohikaloilla makean
veden viljelyssä (Rahkonen ym. 2012). Maailmalla kolumnaaritautia esiintyy sekä luonnonva-
raisilla että monilla kasvatettavilla kalalajeilla (Declercq ym. 2013). Epäedulliset kasvatusolo-
suhteet, kuten veden huono laatu, korkea lämpötila ja korkea kalatiheys voivat nostaa sairas-
tuvuuden jopa 100 %:iin (Rahkonen ym. 2012). Kuolleisuus voi olla etenkin nuorilla 70 % tai
jopa 100 % verrattuna luonnonkaloihin, joilla kuolleisuus on tyypillisesti 1–30 % (Chong
2022a, Pulkkinen ym. 2010). Taudin vakavuuteen ja kuolleisuuteen vaikuttavat veden lämpöti-
lan nousu (Chong 2022a) ja bakteerin taudinaiheutuskyky eli virulenssi (Declercq ym. 2013).
Noin 20 °C:n veden lämpötilassa matalan virulenssin *F. columnare* -kannat aiheuttavat hi-
taammin etenevän tautikuvan, jossa nähdään massiivista kudostuhoa. Sen sijaan korkean vi-
rulenssin kantojen on todettu aiheuttavan korkeaa kuolleisuutta ilman merkittävää kudostu-
hoa (Declercq ym. 2013). Suomessa tautia tavataan tyypillisesti loppukesästä, jolloin veden
lämpötila on korkeimmillaan (Ruokavirasto 2024a).

Taudin kulku: Nuorilla kaloilla tauti esiintyy akuuttina muotona kehittyen varsin nopeasti,
vaurioittaen etenkin kiduksia ja aiheuttaen suurta kuolleisuutta. Ulkoiset merkit voivat nuorilla
kaloilla olla hyvinkin vähäiset. Aikuisilla kaloilla tautimuoto voi vaihdella akuutista krooniseen.
Akuutissa ja subakuutissa muodossa aikuisten kalojen kiduksiin ilmestyy tyypillisesti kellertä-
viä kuolioisia alueita (nekroosi) jotka johtavat lopulta koko kiduksen tuhoutumiseen. Krooni-
sessa muodossa taudin kulku on huomattavasti hitaampaa, jolloin kidus- ja ihovauriot il-
maantuvat vähitellen (Declercq ym. 2013). Selkävän ympärillä voidaan nähdä taudille tun-
nusomainen satulanmuotoinen haavauma, josta tulee taudin englanninkielinen nimitys "sad-
dleback disease". Hyvinvoinnin kannalta taudin keskeiset vaikutukset näkyvät heikentyneenä
ruokahaluna, jopa syömättömyytenä (anoreksia), mikä puolestaan johtaa kalan nälkiintymi-
seen ja lopulta kuolemaan (Declercq ym. 2013). Taulukossa 4 on koottu taudin tyypilliset oi-
reet ja vaikutukset hyvinvointiin.

Taulukko 4. Kolumnaaritaudin eli lämpimän veden flavobakterioosin kliiniset oireet ja löydökset sekä tautipurkauksiin ja hyvinvointiin vaikuttavat tekijät. (Muokattu lähteistä: (Chong 2022a, Declercq ym. 2013, Waśkiewicz & Irzykowska 2014).

Lämpimän veden flavobakterioosi, kolumnaaritauti	
Taudille herkät lohikalalajit	Kasvatettavat lohikalat kuten kirjolohi ja lohi
Kuolleisuus-%	70–100 %, nuorilla kaloilla kuolleisuus korkeampi
Kliiniset oireet	<ul style="list-style-type: none"> - ihon limaisuuden lisääntyminen - kidus- ja/tai yleistulehdus - kidusvauriot/-kuoliot - suun limakalvon haavaumat/syöpymät - ihon ja evien haavaumat/syöpymät - laihtuminen, nälkiintyminen - satulan muotoinen haavauma selkäevän takana (nk. saddleback iholeesio)
Riskitekijät tautipurkauksille	<ul style="list-style-type: none"> - tyypillinen veden lämpötila 20–25°C - korkea veden lämpötila etenkin kalojen keräämisen ja kuljetuksen jälkeen (stressi) - korkea kalatiheys - huonot kasvatusolosuhteet (stressi) - veden kovuus vaikuttaa virulenssiin - korkea nitriitti- ja arseenipitoisuus - matala veden happipitoisuus
Hyvinvointivaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> - Suun limakalvon vauriot estävät kalaa syömästä normaalisti, johtaen kalan nälkiintymiseen ja lopulta kuolemaan - Kidusten vauriot heikentävät kidusten toimintaa johtaen heikentyneeseen kaasujen vaihtoon - Ihon ja evien haavaumat/syöpymät aiheuttavat kipua ja epämukavaa oloa

Ehkäisy ja hoito: *F. psychrophilum* ja *F. columnare* -bakteerien aiheuttamia flavobakterioositauteja voidaan hoitaa antibiooteilla herkkyysmäärityksen perusteella. Lääkityksen onnistumisen edellytys on normaali ruokahalu, mikä voi tartunnan vuoksi olla huonontunut ja siten heikentää hoidolta odotettavaa vastetta. (Ruokavirasto 2024.) Lisäksi kuolleet ja taudista selvinneet oireettomat kantajat toimivat uusien tartuntojen lähteinä ja hyvän ympäristösäilyvyytensä ansiosta jatkuva ympäristöperäinen tartuntariski on korkea (Cain & Polinski 2014). Antibioottihoito ei tästä syystä ole kestävä tapa hoitaa kummankaan flavobakteerin aiheuttamia tauteja. Lisäksi antibiootihoidot aiheuttavat toistuvina hoitojaksoina myös merkittävää ympäristön kuormittumista. Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimean lääkehaun mukaan Flavobakteeritartuntoihin ei ole olemassa myyntiluvallista rokotetta. Fimean ylläpitämän eläimille myönnettyjen erityislupavalmisteiden listan mukaan kylmän veden flavobakterioosia vastaan on saatavilla tällä hetkellä erityisluvallinen rokotevalmiste. Pienpoikasten rokottaminen ei ole mahdollista niiden kypsyttömän immuniteetin vuoksi, mutta emokalojen rokottaminen voi suojata pienpoikasia tartunnalta pienentämällä infektiopainetta, kun emokalojen bakteerieritys vähenee rokotuksen ansiosta (Marana ym. 2022). Bakteerien määrää kalan pinnalla ja vedessä voidaan myös vähentää desinfioidulla kylvyillä, mutta etenkin lämpimän veden taudissa kidusvauriot herkistävät kaloja kylvetyksessä käytettäville aineille. Lisäksi Flavobakterioosin leviämistä voidaan hidastaa hyvällä laitoshygienialla ja välttämällä liian suuria kalatiheyksiä (Rahkonen ym. 2012).

5.4.4. Yersinioosi

Aiheuttaja: *Yersinia ruckeri* on kalojen suolistobakteeri, joka aiheuttaa maailmanlaajuisesti makeassa ja merivedessä kasvatettavilla kaloilla yersinioosia (eng. enteric red mouth, ERM) (Cain & Polinski 2014). *Y. ruckeri* -bakteerilla on useita eri kantoja (biotyyppejä) joiden ominaisuudet ja taudinaiheutuskyky vaihtelevat eri kalalajien välillä (Ruokavirasto 2023b).

Esiintyminen: Yersinioosia pidetään erityisesti lohikaloiden tautina, mutta myös muut kalalajit voivat sairastua tautiin (Vennerström & Jansson 2014). Suomessa esiintyy biotyyppejä 1 ja 2., joista biotyyppi 2 aiheuttaa kirjolohella vakavamman taudin ja korkeampaa kuolleisuutta kuin biotyyppi 1 (Ruokavirasto 2023b). Biotyyppiä 2 on aiemmin todettu vain merialueilla (Ahvenenmaalla ja Saaristomerellä), mutta vuonna 2020 biotyyppi 2:n aiheuttama tauti todettiin ensimmäistä kertaa Suomen sisävesialueella, ja tartuntojen määrä sisävesialueella on huomattavasti kasvanut epidemian tavoin tämän jälkeen (Ruokavirasto 2020).

Taudin kulku: Kyseessä on hitaasti riuduttava vakava yleistulehduksellinen tauti, joka aiheuttaa jatkuvaa vähäistä kuolleisuutta, mutta voi johtaa myös korkeaan kuolleisuuteen. Kuolleisuus on taudin alkuvaiheessa tyypillisesti matala, mutta nousee nopeasti taudin edetessä jopa 75 %:n (Wrobel ym. 2019). Ensimmäiset havaittavat oireet ovat kalojen apaattisuus ja aneemisuus sekä pistemäiset verenvuodot eripuolilla elimistöä (ihossa, evillä, kiduksilla, sisäelinten pinnoilla). Yersinioosin aiheuttamat kliiniset oireet (Taulukko 5) johtavat hyvinvoinnin heikentymiseen, mikä näkyy ruokahalun menetyksenä, nälkiintymisenä, välinpitämättömyytenä (letargia) sekä poikkeavana uintikäyttäytymisenä, jossa infektoitunut kala hakeutuu erilleen muista kaloista (Wrobel ym. 2019). Yersinioosi tarttuu kalasta toiseen suoran kosketuksen ja veden välityksellä. Luonnonkalat ja taudista selviytyneet kasvatetut kalat voivat toimia bakteerin kantajina ja levittää bakteeria ympäristöönsä.

Taulukko 5. *Y. ruckeri* -bakteerille herkät lohikalat, kliiniset oireet ja löydökset sekä tautipurkauksiin ja hyvinvointiin vaikuttavat tekijät. (Muokattu lähteistä: Cain & Polinski 2014, Rahkonen ym. 2012, Wrobel ym. 2019)

Yersinioosi (<i>Yersinia ruckeri</i>)	
Taudille herkät lohikalalajit	kirjolohi, punalohi (<i>Oncorhynchus nerka</i>), hopealohi, kuningaslohi (<i>O. tshawytscha</i>), punakurkkulohi (<i>O. clarkii</i>), lohi, taimen, nieriä(/rautu) (<i>Salvelinus alpinus</i>), harmaanieriä (<i>S. namaycush</i>), härkänieriä (<i>S. malma</i>), muksunsiika (<i>Coregonus muksun</i>), peledsiika (<i>C. peled</i>)
Kuolleisuus-%	25–75 %
Kliiniset oireet ja löydökset	<ul style="list-style-type: none"> - ihon tummunut väri - verestävät haavaumat suuontelossa/limakalvoilla - punoitus ja verenvuodot suun, evien ja peräaukon ympärillä sekä vatsan alueella aneemisuus - silmätulehdus, joka voi johtaa silmien puhkeamiseen ja sokeutumiseen - molemminpuoleinen eksoftalmia (silmien ulospäin pullistuminen) - ruokahaluttomuus (anoreksia) - välinpitämättömyys (letargisuus/apaattisuus) - muuttunut uintikäyttäytyminen: eristäytyminen muista - pistemäiset verenvuodot sisäelinten (maksat, haima, uimarakko, mahalaukku) ja lihaksiston pinnoilla (verenmyrkytys) - suolistossa kellertävää nestettä - turvonnut munuainen - turvonnut ja tummunut perna
Riskitekijät tautipurkauksille	<ul style="list-style-type: none"> - käsittelystä aiheutunut stressi - alhainen veden happipitoisuus - muu epäedullinen ympäristötekijä - starttikoikat suuremmassa riskissä
Hyvinvointivaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> - normaali käytös muuttuu apaattiseksi - kalat uivat enemmän pinnassa ja/tai reunoilla - ruokahalu huononee - kuolleisuus, joka voi nousta äkillisesti - kalat voivat sokeutua

Ehkäisy ja hoito: Yersinioosin määrittäminen perustuu bakteerieristykseen kalan kudoksista ja tautia voidaan hoitaa mikrobilääkityksellä, mutta hyvän ympäristössä säilymisen (pohjan sedimentti, laitoksen rakenteet ja vesi) ja terveiden kantajien vuoksi taudinaiheuttajasta päästään harvoin kokonaan eroon ja parantuminen jää yleensä lyhytaikaiseksi. Tautiin on olemassa tehokas myyntiluvallinen rokote, jonka vaikuttavina aineina on inaktivoituja biotyyppiä 1 ja EX5 *Yersinia ruckeri* -bakteerisoluja, mutta valmisteen saatavuudessa on ollut viime aikoina merkittäviä ongelmia, mikä on todellinen uhka kalaviljelytoiminnalle Suomessa. Yersinioosin, etenkin biotyyppiä 2, vastustustoimet ja hoitoyritykset aiheuttavat merkittäviä taloudellisia tappioita suomalaisessa kalaviljelyssä (Ruokavirasto 2023b).

5.4.5. IPN (Infectious pancreatic necrosis): tarttuva haimakuoliotauti

Aiheuttaja: Tarttuvaa haimakuoliotautia aiheuttaa IPN-virus, joka kuuluu aquabirnavirusiin.

Esiintyminen: IPN on merkittävä virustauti kalankasvatuksessa, etenkin lohikaloilla (Ruokavirasto 2024b) ja sitä esiintyy kylmän, viileän ja lämpimän veden alueilla maailmanlaajuisesti (Dopazo 2020). IPN-viruksesta on erotettu 7 eri genoryhmää (Ruokavirasto 2024b). Suurin osa

Euroopassa eristetyistä viruskannoista kuuluvat genoryhmiin 2 ja 5 (Rahkonen ym. 2012). Suomessa esiintyy genoryhmiä 2, 5 ja 6 (Ruokavirasto 2024b). Suomen merialueella on todettu genoryhmiä 2, 5 ja 6, mutta sisämaa on vapaa genoryhmän 5 IPN-virustartunnoista (Ruokavirasto 2024b). Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 325/2021 mukaan Suomen sisävesialueella IPN genoryhmä 5 luokitellaan valvottavaksi eläintaudiksi (4 §) ja muut IPN-tartunnat muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi (5 §).

Taudin kulku: Akuutti tautimuoto koskettaa tavallisesti starttivaiheen poikasia, joilla taudin on kirjallisuuden mukaan todettu pahimmillaan johtavat jopa lähes 100 %:n kuolleisuuteen. Tautipurkauksia nähdään 5–6 kuukauden ikään saakka, jonka jälkeen vastustuskyky virusta vastaan kehittyy huomattavasti ja kuolleisuus vähenee merkittävästi (Chong 2022b). Taudista selvinneet yksilöt jäävät viruksen kantajiksi. Kliiniset oireet ja patologiset löydökset on kuvattu taulukossa 6, ensimmäiset havaittavat oireet ovat mm. ihon tummuminen, vatsaontelon laajeneminen, syömättömyys ja kohonnut kuolleisuus. (Chong 2022b, Vennerström & Jansson 2014.) Taudin tunnusomaisena piirteenä pidetään spiraaliuintia, josta sairastunut kala ei usein enää palaudu (Dopazo 2020).

Ehkäisy ja hoito: IPN-virusinfektioiden estäminen on vaikeaa, sillä virus leviää sairaiden kalojen, sukusolujen, oireettomien kantajien (säilymö) ja ympäristön välityksellä, ja lisäksi virus on vastustuskykyinen monille desinfektioaineille (Vennerström & Jansson 2014). IPN tautiin ei ole olemassa tehokasta lääkkeellistä hoitoa, hyvät kasvatusolosuhteet hillitsevät tautikuvaa (Ruokavirasto 2024b). Euroopan lääkeviraston (EMA) lääketietokannan (EMA 2025) mukaan unionin alueella on useita myyntiluvallisia rokotteita lohikaloille IPN-virusta vastaan, mutta Suomessa näillä ei ole myyntilupaa.

Taulukko 6. Tarttuvan haimakuoliotaudin (IPN) tyypilliset kliiniset oireet ja patologiset löydökset ja lohikaloilla esiintyvä kuolleisuus. Lisäksi tautipurkauksiin ja hyvinvointiin vaikuttavat tekijät. (Muokattu lähteistä: Chong 2022b, Dopazo 2020)

Tarttuva haimakuoliotauti (IPN)	
Taudille herkät lohikalalajit	kaikki lohikalat
Kuolleisuus-%	1–4 kk:n ikäisillä jopa 100 %, ≥6 kk:n ikäisillä kuolleisuus harvinaisempaa
Kliiniset oireet ja löydökset	<ul style="list-style-type: none"> - ihon tummunut väri - turvonnut vatsan alue - pistemäisiä verenvuotoja rinta- ja peräevän tyven ympärillä - eksoftalmia (molemminpuolinen) - hengitys pinnallista ja heikkoa - spiraali- tai kierteinen uinti - syömättömyys (anoreksia) - limainen kellertävä löysä mahalaukun ja suoliston sisältö (catarrhal enteritis) - vaalea suurentunut perna - vaalean suurentunut maksa - pistemäisiä verenvuotoja sisäelinten pinoilla
Riskitekijät tautipurkauksille	<ul style="list-style-type: none"> - Nuori ikä (< 3kk) - smolttiutuminen - veden lämpötila 10–13°C - stressi - IPN-viruksen genotyypin taudinaiheutuskyky (virulenssi)
Hyvinvointivaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> - tauti vaikuttaa laajasti kalan hyvinvointiin: kala ei pysty ylläpitämään normaaleja toimintoja kuten syömistä ja liikkumista - taudista selvinneet kasvavat huonosti - heikentynyt vastustuskyky muita tauteja kohtaan

5.4.6. Vesihome

Aiheuttaja: Vesihome on yleensä *Saprolegnia* lajien joko yksin tai sekakasvustona aiheuttama vakava tarttuva tauti kasvatetun ja luonnonvaraisen kalan iholla. Kaloilta on eristetty erilaisia oomykeetti sukuja taudinpurkausten yhteydessä esim. *Achlya*, *Aphanomyces*, *Leptolegnia*, *Leptomitus*, *Pythiopsis* ja *Saprolegnia* (Rahkonen ym. 2012). Yleisimmin vesihomeen taudinpurkauksissa kalanviljelylaitoksilla eristetään *Saprolegnia parasitica* -lajeja kaloilta ja *S. diclina*-lajeja mätimunista (Engblom ym. 2019). *Saprolegnia* -sukuun kuuluvat lajit ja niiden itiöt esiintyvät yleisesti makeassa vedessä ja terveiden kalojen pinnalla, ja niiden itiöt selviytyvät ja leviävät tehokkaasti ympäristössä hyvin vaihtelevissakin olosuhteissa (Rahkonen ym. 2012). Yleisesti vesihometta aiheuttavat *Saprolegnia* -lajit pystyvät infektoimaan mätiiä, pienpoikasia ja aikuisia kaloja (Chong 2022c), mutta eivät ihmisiä (Rahkonen ym. 2012).

Esiintyminen: *Saprolegnia spp.* leväsieniä esiintyy maailmanlaajuisesti vesistöissä ja ne menestyvät hyvin niin kylmässä kuin lämpimässä vedessä (Cain & Polinski 2014). *Saprolegnia* menestyy makeassa vedessä, mutta myös murtovedessä on todettu tartuntoja. Tartuntoja todetaan kaikkina vuoden aikoina, mutta enemmän keväisin ja syksyisin veden lämpötilan muuttuessa (Rahkonen ym. 2012).

Taudin kulku: Terve kala pystyy tavallisesti vastustamaan vesihometartuntaa, minkä takia taudin puhkeamisen taustalla on tyypillisesti aiempi ihovaurio tai muu kalan yleisvointia heikentävä tekijä kuten stressi, käsittely tai muu sairaus (Cain & Polinski 2014). Myös fysiologinen stressi kuten smolttituminen tai kutu voi laukaista taudin. On myös epäilty, että jotkut *Saprolegnia* -lajit tai -kannat kykenisivät aiheuttamaan tautia ilman altistavaa tekijää. Vesihometartunnan on arveltu altistavan kalaa myös muille taudeille (Cain & Polinski 2014).

Taudille on tyypillistä ihon pinnalla ja kiduksilla nähtävä ilmava pumpulimainen vaalea kasvusto, joka muuttuu taudin edetessä limaiseksi kiillottomaksi massaksi. Oireet alkavat paikallisesti, mutta leviävät nopeasti kalan pinnalla aiheuttaen ärsytystä. Sienen aiheuttama ärsytys saa kalan hankaamaan itseään, jolloin iho vaurioituu entisestään ja sieni pääsee leviämään lisää. Tämä johtaa infektoituneiden kalojen uintikäyttäytymisen muuttumiseen, jolloin aktiivisuus vähenee ja ruokahalu huononee. (Chong 2022c). Kala kuolee lopulta ihovaurioiden kautta poistuvan nesteen aikaansaaman nestetasapainon häiriöön tai kidusten toiminnan häiriintymiseen (Rahkonen ym. 2012).

Ehkäisy ja hoito: Tärkeimpiin tartuntoja ehkäiseviin toimenpiteisiin kuuluvat kasvatusympäristön puhtaana pitäminen, sairaiden kalojen varhainen poistaminen ja ylitheiden kalaparvien välttäminen (Rahkonen ym. 2012). Tautiin ei ole tällä hetkellä kunnolla tehoavaa lääkitystä ja taudin merkitys on kasvanut sen jälkeen, kun malakiittivihreän käyttö infektioiden hoidossa kiellettiin karsinogeenisyyden takia (Chong 2022c, Engblom ym. 2019).

Taulukko 7. Vesihomeelle (*Saprolegnia spp*) alttiit lohikalalajit, tyypilliset kliiniset oireet ja patologiset löydökset sekä kuolleisuus. (Muokattu lähteistä: (Cain & Polinski, 2014; Chong, 2022c)

Vesihome (<i>Saprolegnia parasitica</i>)	
Taudille herkät lohikalalajit	kirjolohi, kirsikkalohi (<i>O. masou</i>), punalohi, lohi, taimen, läikkänieriä (<i>Salvelinus leucomaenis</i>), siika (<i>Coregonus lavaretus</i>)
Kuolleisuus-%	jopa 100 %
Kliiniset oireet	<ul style="list-style-type: none"> - ihon, kiduskannen ja kidusten pinnalliset pumpulimaiset kasvustot, jotka leviävät nopeasti - taudin edetessä kasvusto muuttuu limaiseksi mattapintaiseksi kasvustoksi - käytösmuutoksia - poikkeava uintikäyttäytyminen - verenvuotoja ventraalisesti iholla
Riskitekijät tautipurkauksille	<ul style="list-style-type: none"> - veden lämpötila 2–35°C - lämpötilan vaihdokset (kevät ja syksy) - fysiologinen stressi (smolttiutuminen, kuteminen) - ympäristöperäiset stressitekijät - yleisvointia heikentävät tekijät (aiempi ihovaurio, toinen sairastettu tauti, käsittelystressi)
Hyvinvointivaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> - kidusten toimintahäiriöt - tauti häiritsee kalan normaalia uintikäyttäytymistä - tauti häiritsee kalan normaalia käyttäytymistä

6. Kasvatetun ja kalastetun kalan hyvinvointia koskeva lainsäädäntö

Nykyinen EU-lainsäädäntö kalojen hyvinvoinnista on vähemmän kattava ja yksityiskohtainen verrattuna maalla elävien tuotantoeläinten hyvinvointilainsäädäntöön, eikä se sisällä tarkkoja lajikohtaisia vaatimuksia kasvatetun tai kalastetun kalan hyvinvoinnin takaamiseksi (Giménez-Candela ym., 2020). Kalankasvatuksen ja kalastuksen lisääntyessä paine hyvinvoinnin sääntelyn kehittämiseen on suuri, mutta toisaalta tieteellinen tutkimus kasvatettavien kalalajien hyvinvointitarpeista nykyisissä kasvatusjärjestelmissä, saati kalastettujen kalojen hyvinvointitarpeista on vielä riittämätöntä, mikä vaikeuttaa velvoittavien säädösten laatimista (Pavlidis ym., 2023). Tällä hetkellä kalan hyvinvointia koskevien vaatimusten ja hyvinvointivalvonnan perustana ovat pitkälti maalla elävien tuotantoeläinten säädökset.

Euroopan unionin tuotantoeläinten suojelua ja hyvinvointia koskeva lainsäädäntö luotiin 1970-luvulla ja perustuu viiden vapauden periaatteeseen (Kuva 10) (Euroopan Parlamentti 2020), jotka ovat olleet eläinten hyvinvoinnin perusta 1960-luvulta lähtien (Elischer 2019). Lainsäädännössä vapausperiaatteet toimivat eläinten hyvinvoinnin turvaamisen peruspilareina kasvatusympäristössä sekä kuljetuksen ja lopetuksen aikana (Elischer 2019). Myöhemmin eläinten hyvinvoinnin määritelmää on muokattu viiteen osa-alueeseen, jotka käsittelevät eläinten hyvinvointia laajemmin ja syvemmin. Hyvinvoinnin viidestä osa-alueesta kerrotaan enemmän kappaleessa 3.

5 Vapausperiaatetta, vapaus:

- Nälästä ja kivusta
- Epämukavuudesta
- Kivusta, vammoista ja sairaudesta
- Pelosta ja kärsimyksestä
- Toteuttaa luontaista käyttäytymistä

Kuva 10. Eläinten hyvinvoinnin viisi vapausperiaatetta.

Suomessa kasvatetun ja luonnonvaraisen kalan hyvinvointia koskeva lainsäädäntö perustuu useisiin EU-tason ja kansallisiin säädöksiin, jotka asettavat yleiset puitteet kalojen hyvinvoinnin turvaamiseksi. Suomessa kasvatettavaa sekä kalastettavaa kalaa koskeva lainsäädäntö on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Kasvatettavia ja luonnonvaraisia pyydettäviä kaloja koskeva lainsäädäntö Suomessa. Sinisellä EU-lainsäädäntö.

Lain/direktiivin/asetuksen nimi	Kasvatettu kala (KK), Luonnonvarainen kala (LVK)	Lain/direktiivin/asetuksen Nro.
Neuvoston direktiivi tuotantoeläinten suojelusta	KK	98/58/EY
Laki eläinten hyvinvoinnista	KK, LVK (soveltuvien osin)	693/2023
Valtionneuvoston asetus viljeltävien kalojen suojelusta	KK	VNa 812/2010
Eläinkuljetusasetus	KK	(EY) 1/2005
Laki eläinten kuljetuksesta	KK	1429/2006
Valtioneuvoston asetus eläimille tehtävistä toimenpiteistä ja keinollisen lisäämisen menetelmistä	KK, LVK (soveltuvien osin)	VNa 1165/2023
Kalastuslaki	LVK	379/2015
Luonnonsuojelulaki	LVK (soveltuvien osin)	9/2023
Lopetusasetus	KK	(EY) 1099/2009

6.1. EU-lainsäädäntö ja EU-tason sopimukset

Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen (SEUT) 13 artikla, joka otettiin käyttöön vuonna 2009, tunnustaa eläimet tuntevina olentoina ja velvoittaa EU:n jäsenvaltiot ottamaan eläinten hyvinvoinnin täysimääräisesti huomioon laatiessaan ja pannessaan täytäntöön unionin lakeja, hallinnollisia määräyksiä ja tapoja tietyillä keskeisillä aloilla, kuten maataloudessa ja kalastuksessa (Euroopan Unioni 2016):

”Laatiessaan ja pannessaan täytäntöön unionin maatalous-, kalastus- ja liikennepolitiikkaa, sisämarkkinoita sekä politiikkaa tutkimuksen, teknologisen kehittämisen ja avaruuden aloilla unioni ja jäsenvaltiot ottavat eläinten, jotka ovat tuntevia olentoja, hyvinvoinnin vaatimukset täysimääräisesti huomioon kunnioittaen samalla erityisesti uskonnollisiin rituaaleihin, kulttuuriperinteeseen ja alueelliseen perintöön liittyviä jäsenvaltioiden lakeja ja hallinnollisia määräyksiä sekä tapoja.”

Ensimmäiset EU:n eläinten hyvinvointia koskevasta lainsäädännöstä annettiin 1970-luvulla ja suurin osa niistä on keskittynyt maaeläimiin. Yli 40 vuoden ajan EU on säätänyt lukuisia määräyksiä tuotantoeläinten pidon, kuljetuksen ja teurastuksen säätelemiseksi, erityisesti eläinten hyvinvoinnin parantamiseksi (Giménez-Candela ym. 2020). Kalojen hyvinvoinnista säädetään neuvoston yhdessä direktiivissä (5.1.2.) ja kahdessa asetuksessa (5.1.3. ja 5.1.4.).

6.1.1. Yleissopimus tuotantoeläinten suojelusta

Euroopan neuvoston (EN) yleissopimukset eivät kuulu varsinaiseen EU-lainsäädäntöön, mutta ovat juridisesti sitovia niille valtioille, jotka ovat sopimuksen allekirjoittaneet ja ratifioineet. Tämä tarkoittaa, että kyseiset maat sitoutuvat noudattamaan sopimuksen ehtoja ja varmistamaan, että niiden kansallinen lainsäädäntö on sopusoinnussa yleissopimuksen kanssa. Tuotantoeläinten suojelua koskeva eurooppalainen yleissopimus annettiin 1976 vahvistamaan unionin alueella yhteiset vähimmäisvaatimukset tuotantoeläinten suojelusta allekirjoittajamaissa (Pavlidis ym. 2023). Yleissopimus uusittiin vuonna 1992, jolloin se astui voimaan myös

Suomessa. Yleissopimus (SopS 47/1992) koskee tehotuotantojärjestelmissä pidettäviä eläimiä, joita kasvatetaan tai pidetään elintarviketuotantoa varten. Yleissopimuksen tavoite on suojata tuotantoeläimiä tarpeettomilta kärsimyksiltä tai vammoilta, jotka aiheutuvat niiden elinoloista, terveydenhuollosta, käsittelystä ja niille annettavasta rehusta (Euroopan neuvosto 1976).

Yleissopimus kattaa yleisellä tasolla tuotantoeläinten hyvinvoinnin, mutta ei erityisesti mainitse kasvatettuja kaloja. Euroopan neuvosto on kuitenkin tunnustanut kasvatettujen kalojen erityistarpeet ja on ottanut kalat huomioon sopimusta täydentävissä suosituksissa, kuten Euroopan komission vuoden 2005 "Tuotantoeläinten suojelua koskevan eurooppalaisen yleissopimuksen pysyvän komitean suositukset koskien viljeltyä kalaa" -julkaisussa. Suositukset keskittyvät erityisesti kasvatettujen kalojen hyvinvointiin ja sisältävät yksityiskohtaisempia ohjeita, jotka koskevat kasvatustekniikoita, vedenlaatua, ruokintaa, kalojen terveydenhuoltoa ja käsittelyä (Euroopan Komissio 2005). Kasvatettua kalaa koskevat komitean suositukset käsitellään jäljempänä kappaleessa 6.1.1.

6.1.2. Direktiivi tuotantoeläinten suojelusta

Yleissopimuksen pohjalta vuonna 1998 ilmestyi Euroopan neuvoston direktiivi tuotantoeläinten suojelusta (98/58/EY), jonka sisältämiä yleisiä sääntöjä sovelletaan kaikkiin tuotantoeläinlajeihin. Sääntöjä noudatetaan eläinten kasvatuksessa, joka liittyy elintarvikkeiden, villan, nahkan ja turkisten tuotantoon sekä muuhun maataloustuotantoon, mukaan lukien kalat, matelijat ja sammakkoeläimet. EU-maiden on otettava nämä eläinten hyvinvointia koskevat vaatimukset huomioon EU:n lainsäädännön laadinnassa ja täytäntöönpanossa erityisesti maatalouspolitiikan alalla (Euroopan parlamentti ja neuvosto 1998). Direktiivin tärkeimmät artikkelit koskevat tuotantoeläinten tarpeita vastaavia eläinsuojia, ruokintaa ja hoitoa. Direktiivin keskeinen ehto eläinten hyvinvoinnin edistämiseksi on, että eläimille, mukaan lukien kalat, ei saa aiheuttaa tarpeetonta kipua, kärsimystä tai vahinkoa. Tämä periaate on kirjattu selkeästi direktiivin 3 artiklaan, jossa edellytetään jäsenvaltioiden säätävän, että eläinten omistajat ja pitäjät ovat velvollisia toteuttamaan kaikki asianmukaiset toimenpiteet eläinten hyvinvoinnin turvaamiseksi:

"Jäsenvaltioiden on annettava säännökset, joiden nojalla eläinten omistajien tai pitäjien on toteutettava kaikki asianmukaiset toimenpiteet eläintensä hyvinvoinnin takaamiseksi ja sen varmistamiseksi, että eläimille ei aiheuteta tarpeetonta kipua, kärsimystä tai vahinkoa."

On kuitenkin huomionarvoista, että direktiivin 4 artikla rajaa kalat, matelijat ja sammakkoeläimet eläinten olosuhteita ja niiden fysiologisten ja etologisten tarpeiden huomioimista koskevien vaatimusten ulkopuolelle. Kyseisessä artiklassa todetaan:

"Jäsenvaltioiden on varmistettava, että olosuhteet, joissa eläimiä (kaloja, matelijoita ja sammakkoeläimiä lukuun ottamatta) kasvatetaan ja pidetään, ovat liitteessä annettujen säännösten mukaiset, ottaen huomioon eläinlajit ja niiden kehittyneisyyden asteen, mukautumiskyvyn ja kesyyntymisen sekä saadun kokemuksen ja tieteellisen tiedon mukaisesti niiden fysiologiset ja etologiset tarpeet."

Tämä poikkeus nostaa esiin erityisen haasteen kalojen, matelijoiden ja sammakkoeläinten hyvinvoinnin sääntelyssä, sillä näitä lajeja koskevat vaatimukset jäävät artiklan ulkopuolelle, huolimatta niiden hyvinvointiin liittyvistä erityistarpeista.

6.1.3. Eläinten suojelusta kuljetuksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden aikana

Asetus (EY) N:o 1/2005, eli ns. "eläinkuljetusasetus," säätelee elävien selkärankaisten eläinten kuljettamista EU jäsenvaltioiden välillä, ja siinä säädetään EU:hun saapuville tai sieltä lähteville eläimille tehtävistä tarkastuksista. Asetus kuitenkin keskittyy maaeläinten, kuten nautojen, sikojen, lampaiden ja hevosten kuljetusolosuhteisiin ja niille asetettaviin hyvinvointivaatimuksiin kuljetuksen aikana jättäen kalat kokonaan mainitsematta. Asetus koskee kalojakin, joten kalojen osalta voidaan soveltaa vain asetuksen pääperiaatetta: turvata eläinten hyvinvointi sekä estää loukkaantumiset ja tarpeeton kärsimys kuljetuksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden aikana (Euroopan parlamentti ja neuvosto 2005).

Lisäksi komissio on antanut delegoidun asetuksen (EU) 2020/990, joka määrittää eläinterveysvaatimukset ja todentamismenettelyt vesieläinten ja niistä saatavien tuotteiden siirroille EU:ssa. Asetus sisältää myös toimenpiteitä eläintautien ehkäisemiseksi.

Vuoden 2023 lopussa Euroopan komissio julkaisi ehdotuksen eläinkuljetusasetuksen uudistamiseksi, ja uutta asetusta on tarkoitus soveltaa myös kaloihin, pääjalkaisiin ja kymmenjalkaisiin. Ehdotuksessa esitetään parannuksia kasvatetun kalan hyvinvoinnin turvaamiseksi kuljetuksen aikana, kuten vaatimukset veden happipitoisuuden ja lämpötilan säätelylle, mikä vähentäisi kalojen stressiä ja kuolleisuutta kuljetusten aikana (Euroopan Komissio 2023).

6.1.4. Asetus eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä

Euroopan neuvoston asetus (EY) N:o 1099/2009 eli ns. "lopetusasetus" antaa elintarvikkeiden ja muiden tuotteiden, kuten villan tai nahan, tuotantoa varten pidettyjen eläinten lopetusta ja teurastamista koskevat hyvinvointisäännökset. Asetusta sovelletaan myös tuotantoeläinten lopettamiseen eläintautien torjunnassa. Asetuksessa käsitellään eläinten lopetusta koskevia vaatimuksia, jotka varmistavat eläinten suojelun, stressin vähentämisen ja kivun minimoimisen lopetusprosessin aikana (Euroopan parlamentti ja neuvosto 2009). Asetuksen kohdissa 6 ja 11 korostetaan, että annetut suositukset eivät koske kaloja, sillä tieteelliset lausunnot niiden teurastuksesta ovat vielä puutteellisia. Kohdassa 6 todetaan:

"Viljeltyjä kaloja koskevia suosituksia ei ole sisällytetty tähän asetukseen, koska niiden osalta on tarpeen hankkia lisää tieteellisiä lausuntoja ja taloudellisia arviointeja."

Samoin kohdassa 11 huomautetaan, että kalojen tainnuttamista on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin muiden tuotantoeläinten tainnuttamista. Lausunnossa todetaan:

"...lisäksi kalojen tainnuttamista on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin muiden tuotantoeläinten tainnuttamista. Kalojen suojelemiseksi lopetuksen yhteydessä olisi vahvistettava erilliset normit. Siksi kalojen osalta olisi tässä yhteydessä säädettävä vain pääperiaatteesta."

Kalojen osalta sovelletaan vain asetuksen 3 artiklan 1 kohdan vaatimusta, jonka mukaan eläimiä on suojeltava vältettävissä olevalta kivulta, tuskalta ja kärsimykseltä lopetuksen ja siihen liittyvien toimien aikana.

6.2. Kansallinen lainsäädäntö Suomessa

6.2.1. Laki eläinten hyvinvoinnista

Uusi Eläinten hyvinvointilaki (693/2023) hyväksyttiin 1.3.2023 ja astui voimaan 1.1.2024, kumoten aiemman eläinsuojelulain (247/1996) ja eläinsuojeluasetuksen (MMM 396/1996) (MMM 2023). Lakiuudistuksen peruseriaatteina on edistää eläinten hyvinvointia ja lisätä niiden kunnioitusta, sekä huomioida eläinten hoidossa lajille olennaiset käyttäytymistarpeet että asiallinen kivunlievitys kivuliaissa toimenpiteissä (Eduskunta 2023). Lain 5 § määrittelee eläinten hyvinvoinnin eläimen kokemuksena sen omasta fyysisestä ja henkisestä tilasta, ja lain tavoite on 1 §:n mukaan edistää eläinten hyvinvointia ja suojella eläimiä parhaalla mahdollisella tavalla niiden hyvinvoinnille aiheutuvalla haitalla, sekä lisätä eläinten kunnioitusta ja hyvää kohtelua.

Laki asettaa kaikkia eläimiä koskevat yleistason vähimmäisvaatimukset eläinten kohtelulle (luku 3), hoidolle (luku 4), pitopaikkojen rakenteille (luku 5) ja eläinten lopetukselle (luku 9). Lain keskeisiin periaatteisiin kuuluu eläinten mahdollisuus toteuttaa olennaisia käyttäytymistarpeitaan (EHL 693/2023 2024).

Lakiuudistuksen tarkoituksena on myös tehostaa eläinten hyvinvoinnin valvontaa säätämällä eläinten hyvinvoinnin valvonnan yleisistä periaatteista ja valvontasuunnitelmista (Eduskunta 2023). Lain 76 § mukaan eläinten hyvinvointisäädösten noudattamista tulee valvoa ja edistää antamalla neuvontaa. Valvonta tulee perustua valtakunnalliseen suunnitelmaan, jonka laatii Ruokavirasto, ja aluehallintovirastot vastaavat valvonnan toteutuksesta omilla alueillaan (EHL 693/2023 77 §). Eläinten hyvinvointilain noudattamista valvotaan epäilyyn perustuissa eläinsuojelutarkastuksissa (Laaksonen & Aro 2023). Kasvatetun kalan hyvinvoinnin valvontaa Suomessa käsitellään tarkemmin kohdassa 5.3.

Kumoutuneen eläinsuojelulain nojalla annetut eläinlajikohtaiset asetukset jäävät voimaan toistaiseksi ja niitä kumotaan asteittain uusien asetusten valmistuessa ja tullessa voimaan (MMM 2023). Näissä asetuksissa annetaan eläinlajikohtaisesti yksityiskohtaisemmat säännöt eläimillä harjoitettaviin toimintoihin liittyen (Eduskunta 2023).

6.2.2. Asetus viljeltävien kalojen suojelusta

Voimaan jäänyt Valtioneuvoston asetus viljeltävien kalojen suojelusta (VNa 812/2010) annettiin kumotun eläinsuojelulain nojalla, ja se käsittelee viljeltyjen kalojen (leuattomien ja leuallisten selkärankaisten alaluokkiin kuuluvat kalalajit) koko tuotantokaaren lukuun ottamatta lopetusta. Asetus tarkentaa eläinten hyvinvointilain asettamia vaatimuksia erityisesti kalojen pitopaikkoihin, kalankasvatuksessa käytettäviin laitteisiin, kasvatustiheyteen, kalojen käsittelyyn ja hoitoon, ruokintaan sekä kuolleiden kalojen käsittelyyn ja poistoon liittyen. Näiden määräysten tarkoituksena on turvata viljeltyjen kalojen hyvinvointi kaikissa tuotantovaiheissa (VNa 812/2010 2010).

Asetuksen hyvinvointia koskevat säännökset jäävät kuitenkin yleiselle tasolle. Esimerkiksi veden laadun ylläpitämistä edellytetään, mutta tarkkoja numeerisia raja-arvoja laadusta kertyville parametreille, kuten happi- ja ammoniakkipitoisuuksille ym. ei anneta (VNa 812/2010 5 §). Lisäksi asetus ei ota kantaa kalojen psykologisiin kokemuksiin kasvatussympäristössä, ja käyttäytymistarpeiden huomioiminen painottuu lähinnä fyysisten olosuhteiden arviointiin.

Näin ollen kalojen luonnolliset käyttäytymistarpeet eivät tule huomioitua asetuksessa. Fyysisten olosuhteiden lisäksi, kalojen hyvinvoinnin huomioimisessa tulisi kiinnittää huomiota tärkeisiin osa-alueisiin kuten stressitasot, luonnollinen käyttäytyminen ja sosiaaliset vuorovaikutukset, jotka kertovat kalan kokemuksesta kasvatusympäristöstä (Segner ym. 2019).

Asetus ei anna ohjeita kalojen kokeman stressin tai kivun tunnistamiseen tai hoitoon, eikä myöskään tarkempia ohjeistuksia tai vaatimuksia stressin ja kivun hallintamenetelmistä. Näin ollen asetus ei täysin vastaa kasvatetun kalan kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin tarpeisiin.

6.2.3. Laki eläinten kuljetuksesta

Laki eläinten kuljetuksesta (1429/2006) säätelee eläinten kuljetukseen liittyviä vaatimuksia ja pyrkii varmistamaan eläinten hyvinvoinnin kuljetusten aikana. Tämä laki koskee kaikkia eläimiä, mukaan lukien kalat, mutta se ei sisällä erityisiä tai yksityiskohtaisia säännöksiä kalojen hyvinvoinnista kuljetusten aikana. Kalojen hyvinvointia koskevat kohdat jäävät yleistasolle: kuljettamisesta ei saa aiheutua kalalle tarpeetonta kipua tai kärsimystä. Laki ei esimerkiksi sääädä veden laatuun, kuljetuksen aikaiseen kalatiheyteen ja elintoimintoja ylläpitäviin järjestelmiin liittyvistä määräyksistä. Nämä ovat merkittäviä lainsäädännön puutteita, koska ne vaarantavat kalojen hyvinvoinnin kuljetuksen aikana. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmät ovat kuitenkin antaneet ohjeistusta muun muassa kalojen kuljetustiheyksistä vuoden 2003 raportissa, joka käsittelee kalataloudellisten istutus- ja maksuvelvoitteiden toimeenpanoa, sekä vuoden 2004 raportissa, joka koskee kalaistutusten kehittämistä. Viranomaiset edellyttävät näiden ohjeiden noudattamista.

6.2.4. Asetus eläimille tehtävistä toimenpiteistä ja keinollisen lisäämisen menetelmistä

Valtioneuvoston asetus eläimille tehtävistä toimenpiteistä ja keinollisen lisäämisen menetelmistä (VNa 1165/2023) sääntelee kalojen osalta sallituista merkintämenetelmistä (3 §) sekä keinollisesta lisäämisestä ja lisääntymisterveyden sallituista menetelmistä ja toimenpiteistä (6 §). Asetuksessa vaaditaan, että edellä mainituissa kohdissa mainitut toimenpiteet on tehtävä mahdollisimman kivuttomasti ja turvallisesti. Tarvittaessa on käytettävä kivunlievitystä ja kalat on rauhoitettava toimenpiteitä varten. Asetus ei kuitenkaan anna tarkkoja lajikohtaisia ohjeita, eikä myöskään määrittele selkeitä valvonta- tai toimenpidekäytäntöjä kalojen hyvinvoinnin turvaamiseksi kyseisten toimenpiteiden aikana.

6.2.5. Kalastuslaki

Kalastuslaki (379/2015) keskittyy pääasiassa kalastuksen säätelyyn ja kalakantojen kestäväan käyttöön, mutta huomioi luonnonvaraisen kalan hyvinvoinnin muutamissa kohdissa. Kalojen hyvinvointiin liittyvät määräykset löytyvät laista kalastusta ja pyydysten käyttöä koskevista säännöistä. Esimerkiksi pyyntimenetelmät ja -välineet tulevat olla sellaisia, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa kaloille (luku 2, 33 §). Alamittaiset tai rauhoitetut kalat on vapautettava välittömästi ja mahdollisimman hellävaraisesti takaisin veteen (luku 3, 52 §). Saalis-kaloja on käsiteltävä etenkin pyydystämisen jälkeen niin, että ne kärsivät mahdollisimman vähän (luku 4, 52 §). Laissa kielletään tietyt, tarpeetonta kärsimystä aiheuttavat, pyydystämismenetelmät (luku 2, 33 §). Lisäksi pyydykset on tarkastettava riittävän usein, jotta niihin joutu-neet kalat voidaan vapauttaa tai ottaa talteen mahdollisimman pian pyydykseen jäämisen jälkeen (luku 4, 51 §). Kalastuslaki pyrkii vähentämään luonnonvaraisten kalojen kärsimystä ja

edistämään niiden hyvinvointia pyydystämisen ja sen jälkeen tapahtuvan käsittelyn aikana. Säädökset keskittyvät enemmän pyydysten käyttöön ja kalastuksen sääntelyyn kuin kalojen kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin

Kalastuslakiin on lisätty vuonna 2024 säännös (58 a §, 23.3.2023/695), joka koskee kalojen ja rapujen lopetusta. Säännöksen olennainen sisältö on, että saaliiksi otettava tai syöttinä käytettävä kala tai rapu on lopetettava mahdollisimman nopeasti ja kivuttomasti sen lopetukseen soveltuvalla menetelmällä ja tekniikalla (Rauhala 2024). Erityisesti rapujen osalta tämä tarkoittaa, että lopetusmenetelmän tulee varmistaa eläimen nopea ja kivuton kuolema. Lopetusvelvollisuutta ei kuitenkaan sovelleta välittömästi, mikäli olosuhteet vaikeuttavat lopetusta, tai jos ravut säilytetään sumpussa tai muussa vastaavassa säilytykseen soveltuvassa tilassa. Lisäksi suurten saalismäärien kohdalla säädetään poikkeus lopetusvelvollisuudesta. Valtioneuvoston asetuksilla voidaan tarvittaessa täsmentää lopetusmenetelmiä ja -tekniikoita sekä määrittellä, mitä suurilla saalismäärillä tarkoitetaan. Näillä toimilla pyritään edistämään kalojen ja rapujen hyvinvointia ja varmistamaan, että lopetusmenetelmät täyttävät sekä eläinsuojelulliset että lainsäädännölliset vaatimukset.

6.2.6. Luonnonsuojelulaki

Luonnonsuojelulaki (9/2023) keskittyy luonnon monimuotoisuuden ja luonnonympäristöjen suojeluun sekä uhanalaisten eläin- ja kasvilajien turvaamiseen. Kalan hyvinvointi ei ole suoraan lainsäädännön keskiössä, mutta tietyt kohdat epäsuorasti vaikuttavat luonnonvaraisten kalojen hyvinvointiin, kuten kalastusta koskevat määräykset ja rajoitukset (50 §, 52 §). Laki ei kuitenkaan käsittele luonnonvaraisen kalan hyvinvointia kokonaisvaltaisesti.

6.3. Kalaviljelylaitoksiin kohdistuva valvonta hyvinvoinnin näkökulmasta

Suomessa kalankasvatuslaitoksen toiminta vaatii usein Ruokaviraston hyväksynnän eli vesiviljelytoiminnan luvan. Hyväksyntä on tarpeen silloin, kun laitoksen toimintaan liittyy vähäistä merkittävämpi riski eläintautien leviämiseen (Laaksonen & Aro 2023). EU-lainsäädäntö velvoittaa, että vesiviljelytoiminnan lupiin sisältyy velvollisuus noudattaa voimassa olevaa lainsäädäntöä, ja vakavimmissa tapauksissa lainsäädännön noudattamatta jättämisen seuraamuksena on vesiviljelytoiminnan luvan peruuttaminen (Pavlidis ym. 2023). Hyväksynnän saaneissa vesiviljelylaitoksissa toteutetaan säännöllistä, riskiarviointiin perustuvaa valvontaa. Laitoksia tarkastetaan tyypillisesti vähintään kerran vuodessa tai joka toinen tai kolmas vuosi laitokohtaisen riskitason mukaan (Laaksonen & Aro 2023). Valvonta kattaa ympäristö-, eläintauti-, vierasesine- ja lääkitsemisen valvonnan sekä alkutuotannon hygieniavalvonnan.

Kalojen hyvinvoinnin osalta tarkastus tapahtuu vain epäilytapauksissa, silloin kun on syytä epäillä, että kalojen hyvinvointi on vaarantunut. Epäilyyn perustuva eläinsuojelutarkastus keskittyy kalojen kohteluun, hoitoon tai käyttöön liittyviin epäilyihin eläinten hyvinvointilain tai sen nojalla annettujen säännösten rikkomisesta, jolloin valvontaviranomaisella on oikeus tarkastaa pitopaikka (Laaksonen & Aro 2023). Säännöllisistä valvonnoista vain eläintautivalvontaan ja lääkitsemisen valvontaan sisältyy kalojen käyttäytymistä ja kasvatusolosuhteita koskeva havainnointi. Mikäli tarkastaja havaitsee merkittävän kalojen hyvinvointiin vaikuttavan asian, hänen tulee ilmoittaa siitä ja ryhtyä täytäntöönpanon valvontaa koskeviin toimenpiteisiin. Eläinsuojelutarkastuksen yhteydessä hyvinvointia katsotaan laajemmin, mutta siinäkin

asioiden tarkastelu jää yleisluontoiselle tasolle ja perustuu pitkälti tarkastajan subjektiivisiin havaintoihin tarkkojen viitearvojen puuttuessa (Kuva 11).

Voidaankin todeta, että kasvatetun kalan hyvinvoinnin viranomaisvalvonta Suomessa on tällä hetkellä varsin rajoitettua. Hyvinvoinnin valvonta ei ole säännöllistä vaan perustuu epäilytilanteisiin, toisin kuin edellä mainitut vesiviljelylaitoksia koskevat valvontatyypit. Säännöllistä kasvatetun kalan hyvinvointivalvontaa suunnitellaan toteutettavaksi määräajaksi, ja sen mahdollinen toteutus kuvataan seuraavassa ilmestyvässä Eläinten hyvinvointivalvonta 2024-raportissa.

Eläintautivalvonnan yhteydessä katsottavat hyvinvointi-indikaattorit (vesiviljelypaikan tarkastuskertomus 2685/04.01.00.02/2003)

- Eläinluettelossa on ajantasaiset merkinnät kuolleisuudesta
- Onko esiintynyt normaalia suurempaa kuolleisuutta
- Pitopaikan altaiden/kassien silmämääräinen tarkastus ja havainnot
- Oireellisia tai vastikään kuolleita kaloja poimitaan altaista ja tarkastellaan silmämääräisesti ulkoa ja vatsaontelo avaamalla, ja näistä havainnot
- Haittaeläinten torjunta on asianmukaista

Lääkitsemisen valvonnan yhteydessä katsottavat hyvinvointi-indikaattorit (tarkastuspöytäkirja, kalalaitoksen lääkekirjanpidon ja lääkkeiden käytön tarkastus)

- Lääkityksistä pidetään kirjaa ja kirjaukset ovat ajan tasalla
- Nukutetaanko kaloja toimenpiteitä varten
- Rokotetaanko kaloja
- Käytetäänkö loislääkkeitä
- Käytetäänkö mikrobilääkkeitä

Eläinsuojelutarkastuksen yhteydessä katsottavat hyvinvointi-indikaattorit (eläinsuojelutarkastus)

- **Yleiset vaatimukset**
 - Pitopaikan soveltuvuus kalojen pitoon
 - Pitopaikan turvallisuus kaloille
 - Luonnonvaraisista eläimistä koituvan vaaran arviointi
 - Pitopaikan ja laitteiden puhtaus
- **Laitteet ja välineet**
 - Käytettävät laitteet ja välineet ovat kaloille turvalliset
 - Onko kalojen terveys ja hyvinvointi riippuvainen automaattisesta tai mekaanisesta laitteesta
 - Automaattisten ja mekaanisten laitteiden hälytysjärjestelmien kunto
 - Happipitoisuuden laskun varalta hälytysjärjestelmä RAS-järjestelmissä
 - Ruokintalaitteet eivät heikennä veden laatua
 - Rehun määrää seurataan
- **Veden laatu**
 - Veden laatua seurataan riittävän usein
 - Vedestä mitataan vähintään: happipitoisuus, happamuus ja lämpötila
 - Kalojen eritteiden ja aineenvaihduntatuotteiden määrä vedessä ei ole liian korkea
- **Hyvinvoinnista huolehtiminen**
 - Kalat tarkastetaan vähintään kerran päivässä
 - Kalojen käsittely ja hoito on asianmukaista
 - Kasvatustiheys on sopiva
 - Kalat saavat riittävästi sopivaa rehua
 - Kalojen tainnutus ja lopetus on asianmukaista

Kuva 11. Eläintautivalvonnan ja lääkitsemisen valvonnan sekä eläinsuojelutarkastuksen aikana seurattavia tekijöitä, jotka liittyvät suoraan tai välillisesti kalojen hyvinvointiin. Eläinsuojelutarkastus, jota tehdään vain epäilytilanteissa, on ainoa valvontakäynti, jossa kalojen hyvinvointia arvioidaan enemmän. Seurattavat asiat kertovat kalojen hyvinvoinnista kuitenkin parhaimmillaan vain yleisellä tasolla.

7. Kasvatetun kalan hyvinvointiin liittyvät ohjeet ja standardit

Euroopan unionin alueella sekä yksityiset että julkiset organisaatiot ovat julkaisseet useita ohjeistoja kasvatetun kalan hyvinvoinnista. Ottaen huomioon alan monimuotoisuus sekä kasvatettavien lajien että tuotannon osalta, suurin osa ohjeista on yleisiä ja hyvin harvat niistä ovat lajikohtaisia (Pavlidis ym. 2023). Pavlidis ym. (2023) korostavat tuoreessa EU-tutkimuksessaan "Animal welfare of farmed fish" yhtenäisten ja standardoitujen arviointimenetelmien puutetta, mikä vaikeuttaa vertailukelpoisten tulosten saamista eri kalalajien ja tuotantojärjestelmien välillä. Tässä mielessä Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (EFSA) on edelläkävijä, koska se on antanut lukuisia tieteellisiä lausuntoja EU:n kannalta tärkeitä kalalajien hyvinvoinnista.

Merkittävin este kasvatettujen kalojen hyvinvointia koskevien suositusten ja määräysten kehittämisessä on tieteellisen tiedon ja käytännön kokemuksen puute, erityisesti eri kalalajien ja tuotantojärjestelmien välillä (Segner ym. 2019). Konkreettiset suositukset eri kalalajeille hyvinvoinnin toteuttamisesta ja seurannasta ovat edelleen vähäisiä (Seibel ym. 2020). Kalojen hyvinvointia on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin maalla elävien tuotantoeläinten, kuten nautojen, sikojen ja siipikarjan, eikä kalalajikohtaisia hyvinvointitarpeita vielä täysin ymmärretä. Tämän vuoksi kasvatetun kalan toiminnallisia hyvinvointi-indikaattoreita on vahvistettu vain vähän (Segner ym. 2019).

Ohjeistojen yleisluonteisuuden lisäksi on tärkeää huomioida, että lainsäädäntöä lukuun ottamatta mikään julkaistu ohje ei ole velvoittava, vaan niiden käyttö Euroopan unionin jäsenmaissa perustuu vapaaehtoisuuteen. Julkaistut ohjeet ja standardit tarjoavat kuitenkin hyvän mallin käytännön toimenpiteistä kalojen hyvinvoinnin edistämiseksi, joita jäsenmaat voivat ottaa käyttöön kansallisesti (Pavlidis ym. 2023). Tämän raportin kirjoitushetkellä ei ole tiedossa, kuinka moni kalankasvatusyritys tai laitoksia valvova viranomainen hyödyntää alla esitettyjä standardeja ja ohjeistoja Suomessa.

7.1. Kansainvälisiä standardeja ja ohjeistoja

Monet julkiset ja yksityiset organisaatiot ovat julkaisseet ohjeita kalojen hyvinvoinnista. Näiden julkaisujen pääasiallinen tarkoitus on ollut yhdistää tutkimustulosten viimeisin tieto kalankasvatuksen käytäntöihin. Koska ala on monimuotoinen sekä kasvatettujen lajien että tuotantojärjestelmien osalta, suurin osa ohjeista on yleisluonteisia ja vain harvat niistä ovat lajikohtaisia. Ohjeet eivät myöskään ole pakollisia, vaan niiden käyttö on täysin vapaaehtoista (Pavlidis ym. 2023).

7.1.1. Euroopan neuvoston suositukset viljellyistä kaloista

Tuotantoeläinten suojelua koskevan eurooppalaisen yleissopimuksen pysyvän komitean suositukset koskien kasvatettua kalaa vuodelta 2005 ovat ensimmäisiä Euroopan laajuisia ohjeita, jotka käsittelevät viljeltyjen kalojen hyvinvointia (Euroopan neuvosto 2005). Suositukset pyrkivät asettamaan minimisuosituksia kalojen hyvinvoinnin turvaamiseksi kalankasvatuksessa. Suositukset kattavat monia kalan hyvinvointiin liittyviä osa-alueita, kuten kalojen käsittelyn, ruokinnan, tilavaatimukset, vedenlaadun ja tautien torjunnan. Suositukset korostavat

kalankasvattajien vastuuta huolehtia kaikista mahdollisista toimenpiteistä kalojen hyvinvoinnin varmistamiseksi, jotta kalat eivät altistuisi tarpeettomalle kivulle, kärsimykselle tai vaurioitumiselle. Tämä on yleinen periaate, jota käytetään useimmissa ohjeissa ja standardeissa, ja toisaalta myös laeissa ja viranomais määräyksissä, kun niitä on saatavilla. Tämän yleisen periaatteen käytännön toteuttamiseksi Euroopan neuvosto suosittelee, että kalojen hyvinvoinnin takaamiseksi erikoistuneen henkilöstön tulisi arvioida säännöllisesti kalojen terveydentila ja käyttäytyminen sekä kasvatusympäristön soveltuvuus kalojen tarpeisiin (Pavlidis ym. 2023). Artiklan 3, kohdan 4 mukaan kasvatettuja kaloja tulee hoitaa riittävä määrä henkilöstöä, jolla on asianmukainen koulutus ja kokemus sekä kalojen biologiasta että käytetystä kasvatusjärjestelmästä. Henkilöstön on erityisesti kyettävä (a) tunnistamaan, ovatko kalat terveitä, (b) ymmärtämään käyttäytymismuutosten merkitys ja (c) arvioimaan koko ympäristön soveltuvuutta kalojen hyvinvoinnin ja terveyden edistämiseksi.

Suosituksissa on kuitenkin myös puutteita. Ne eivät sisällä yksityiskohtaisia säännöksiä kalojen kaupallisesta teurastuksesta ja lopettamisesta. Ainoastaan hätälopetusta koskevat suositukset on annettu 19 artiklassa (Giménez-Candela ym. 2020). Lisäksi suositukset ovat vuodelta 2005, eikä niitä ole päivitetty vastaamaan uusinta tieteellistä tietoa kalan hyvinvoinnista. Kalan psyykkisestä hyvinvoinnista, kognitiivisista kyvyistä ja tunteista on opittu paljon viimeisten vuosikymmenien aikana, samoin eri kalalajien välisistä eroista (Pavlidis ym. 2023). Suosituksissa ei myöskään anneta konkreettisia toimenpiteitä kalan psyykkisen hyvinvoinnin varmistamiseksi, kuten käyttäytymistarpeiden huomioimisesta.

Euroopan neuvosto tunnustaa tuotantojärjestelmien ja kasvatettavien kalalajien moninaisuuden ja suosittelee, että suositusta täydennetään lajikohtaisilla liitteillä heti, kun on saatavilla riittävästi tieteellistä tietoa tai käytännön kokemusta erityisesti veden laatua, eläintihyettä, ruokintaa, sosiaalista käyttäytymistä ja ympäristön rakenteita koskevista vaatimuksista (Euroopan Komissio 2005). Suositukset asettavat perustason kalojen hyvinvoinnin huomioimiselle kalankasvatuksessa, mutta vaativat tarkempia ja ajantasaisia täydennyksiä lajikohtaisten ja uusimpien tieteellisten tutkimustulosten mukaisesti.

7.1.2. Ohjeet viljeltyjen kalojen veden laadusta ja käsittelystä hyvinvoinnin edistämiseksi

Vuoden 2020 ohjeistus "Veden laatua ja kalojen käsittelyä koskevat ohjeet viljeltyjen selkärantaisten kalojen hyvinvoinnin edistämiseksi" keskittyy parantamaan kasvatettujen kalojen hyvinvointia erityisesti veden laadun ja käsittelykäytäntöjen osalta. (Euroopan Komissio 2020b). Ohjeistus on suunnattu kalankasvattajille ja kalankasvatusta valvoville viranomaisille, ja sen tarkoitus on auttaa tunnistamaan yleisimpiä veden laatuun ja käsittelyyn liittyviä hyvinvointiriskejä (Euroopan Komissio 2020a). Ohjeiden tavoitteena on tarjota tieteelliseen näyttöön ja alan asiantuntemukseen perustuvia suosituksia ja parhaita käytäntöjä. Kalojen hyvinvointiin liittyviä tarkempia ohjeita tärkeistä vedenlaadun parametreista esitetään eri kehitysvaiheille ja eri käytännöille (esimerkiksi elävien kalojen kuljetus). Kalojen käsittelyä koskevissa ohjeissa kuvataan työntekijöiden teknistä ja käytännön osaamista koskevat vaatimukset. Ohjeissa annetaan tarkat ohjeet siitä, miten kaloja tulee käsitellä näytteenoton, altaiden välisen siirron, elävien kalojen kuljetukseen tarkoitettujen kuorma-autojen lastauksen, terveystarkastusten näytteenoton ja teurastuksen aikana. Huomioitavaa on, että lajikohtaisia lukuja tai ohjeita ei anneta, koska ohjeet ovat yleisluonteisia (Taulukko 9). Lisäksi ohjeista puuttuvat selkeät, mitattavissa olevat kriteerit, joiden avulla veden laatua tai käsittelykäytäntöjen tehokkuutta voitaisiin arvioida. (Pavlidis ym. 2023).

Taulukko 9. Veden laatua ja käsittelyä koskevat parametrit ja niiden seuranta (Euroopan Komissio, 2020a). EU-foorumin ohjeet tarjoavat hyviä suosituksia veden laadun ja käsittelykäytäntöjen osalta.

VEDEN LAATU	Kuvaus
Happi	Kiertovesijärjestelmissä happitasoja tulisi seurata jatkuvasti, ja erityisen tiiviisti muussa allaskasvatuksessa ja verkkoaltaissa, mikäli kalatiheys on suuri ja vesi lämmintä. Happitasoja tulisi seurata järjestelmillä, joissa on hälytykset raja-arvot alittavista pitoisuuksista.
Ammoniakki	Ammoniakin kokonaispitoisuutta tulisi seurata erityisen tarkkaan järjestelmissä, joissa veden vaihtuvuus on vähäistä, tai joissa veden kierrätys on intensiivistä, sekä kuljetuksen aikana ja sen jälkeen.
Hiilidioksidi	Veteen liuenneen hiilidioksidin pitoisuuteen vaikuttavat veden pH, lämpötila ja suolaisuus. Erityisesti huomioitava kasvatusjärjestelmissä, joissa veden vaihtuvuus on vähäistä tai veden kierrätys on intensiivistä.
pH	pH vaikuttaa useiden alkuaineiden tai yhdisteiden myrkyllisyyteen ja/tai esiintyvyyteen. Seurannan tulisi tapahtua säännöllisin väliajoin, mutta kiertovesijärjestelmissä tai kun veden takaisinkierroaste on suuri, pH-seurannan tulisi olla jatkuvaa.
Lämpötila	Seurannan tulisi olla jatkuvaa etenkin järjestelmissä, joissa veden kierrätys on intensiivistä.
KÄSITTELY	Kuvaus
Lämpötila	Kalat ovat vaihtolämpöisiä ja riippuvaisia ympäristön lämpötilasta. Kaloja ei pitäisi käsitellä, kun veden tai ilman lämpötila on kalojen optimaalisten lämpötila-alueen ala- tai ylärajoissa, tai niiden yli.
Kalatiheys	Käsittelyn, esimerkiksi yhteen kokoamisen aikana kalatiheys tulee pitää mahdollisimman pienenä.
Happi	Happipitoisuutta tulee seurata erityisen tiiviisti käsittelyn aikana ja se on pidettävä hyväksyttävissä rajoissa.

7.1.3. Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen tieteelliset lausunnot kalojen hyvinvoinnista

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (EFSA, European Food Safety Authority) korostaa, että kasvatettavien kalojen hyvinvoinnin parantamiseksi säännösten tulisi olla räätälöityjä kunkin kalalajin, elinvaiheen ja käytetyn tuotantojärjestelmän erityistarpeiden mukaan. EFSA on julkaissut tieteellisiä lausuntoja, jotka käsittelevät kalojen hyvinvointia eri kasvatusjärjestelmissä sekä lajikohtaisia näkökulmia yleisimpiin tainnutus- ja lopetusmenetelmiin. Näissä lausunnoissa on käsitelty monien keskeisten kasvatettavien kalalajien, kuten kirjolohen ja lohen, hyvinvointiin liittyviä erityisvaatimuksia (Pavlidis ym. 2023).

Vuonna 2009 julkaistu tieteellinen lausunto "Yleinen lähestymistapa kalojen hyvinvointiin ja kalojen tuntoaistin käsitteeseen" on laadittu Eläinten terveyttä ja hyvinvointia käsittelevän lautakunnan toimesta Euroopan komission pyynnöstä (EFSA 2009a). Lausunnossa käsitellään kalojen hyvinvointia ja niiden tuntoaistia. Se tarjoaa tieteellistä tietoa, joka tukee EU:n päätöksentekoa ja sääntelyä kalojen hyvinvoinnin edistämiseksi. Lautakunta toteaa, että kaloilla on monilta osin samankaltaiset hermostollis-anatomiset rakenteet ja fysiologiset vasteet kuin tuotantoeläiminä pidettävillä maanisäkkäillä, mikä mahdollistaa kivun, pelon ja stressin kokemisen. Tämän vuoksi kalat luokitellaan tunteviksi eläimiksi, joiden huono hyvinvointi vaikuttaa negatiivisesti niiden terveyteen ja siten myös tuottavuuteen. Lausunnossa korostetaan kalojen hyvinvoinnin arvioinnin ja valvonnan tärkeyttä kaikissa tuotantovaiheissa, kuten kasvatuksessa, kuljetuksessa ja teurastuksessa. Lisäksi lautakunta korostaa ympäristön virikkeellisuuden

merkitystä kalojen hyvinvoinnille; monimuotoinen ja stimuloiva kasvuympäristö parantaa kalojen elämänlaatua. Hyvinvoinnin arviointi ja valvonta tulisi perustua lajinmukaisiin toiminta-ohjeisiin, ja ne olisi päivitettävä säännöllisesti uusimpien tieteellisten tutkimustulosten mukaisesti.

Lausunnossa tuodaan esiin merkittäviä tutkimustarpeita kalojen tuntemiskyvyn ymmärtämisessä. Erityisesti kalojen kykyä tunkea kipua ja stressiä on tutkittava lisää, jotta voidaan paremmin ymmärtää, miten eri kasvatusjärjestelmät vaikuttavat kalojen hyvinvointiin. Myös virikkeellisen ympäristön merkitystä tulisi korostaa entisestään, koska sillä on suuri vaikutus kalojen käyttäytymiseen ja hyvinvointiin. Nykyinen tieto ei ole riittävää antamaan kattavaa kuvaa eri lajien erityispiirteistä ja niiden tarpeista erilaisissa kasvatusympäristöissä. (EFSA 2009a).

Samana vuonna laadittiin myös lajikohtainen lausunto kasvatetun kirjolohen tainnutus- ja lopettamismenetelmien soveltuvuudesta (EFSA 2009b). Lausunnon laati EFSA:n eläinten terveyttä ja hyvinvointia käsittelevä tiedelautakunta, ja se on tehty Euroopan komission pyynnöstä. Lausunnossa arvioidaan viisi kirjolohille yleisimmin käytettyä tainnutusmenetelmää: iskevä-, sähkö- ja hiilidioksiditainnutus, tukehduuttaminen (asfyksia) ja tukehduuttaminen jäähauteessa. Eläinsuojelullisesti ja hyvinvoinnin kannalta parhaimmat menetelmät ovat iskevä- ja sähkötainnutus, koska ne aiheuttavat nopean tajuttomuuden ja vähentävät kivun ja stressin kokemista. Sen sijaan puoliautomaattinen iskevä tainnutus on jo heikompi vaihtoehto, koska se altistaa kalat ilmalle sekunneista jopa useimman minuutin ajaksi. Hiilidioksiditainnutus aiheuttaa kaloille merkittävää stressiä ja ärsytystä, ja sen luotettavuus riittävän tajuttomuuden aikaansaamisessa on käytännössä olematon. Tukehduuttaminen ja tukehduuttaminen jäähauteessa ovat kalojen hyvinvoinnin ja eläinsuojelun kannalta vältettävät menetelmät, sillä ne aiheuttavat pitkäkestoista kärsimystä (EFSA 2009). Lausunnon johtopäätökset ja suositukset koskien kirjolohen tainnuttamista ja lopettamista on koottu taulukoihin 10 ja 11.

Taulukko 10. Johtopäätökset kirjolohelle sovellettavissa olevista tainnutus- ja lopetusmenetelmistä sekä niihin liittyvistä toimenpiteistä. (EFSA 2009b)

JOHTOPÄÄTÖKSET	
Paastottaminen	Yli 50 astevuorokautta kestävä paasto voi johtaa kehon rasvakudoksen ja myöhemmin toiminnallisten kudosten vähentymiseen. Toiminnallisen kudoksen menettäminen voi johtaa hyvinvoinnin heikkenemiseen.
Teurastusta edeltävät toimenpiteet	Kalojen keräämiseen ja kuljetukseen liittyy suurentunut riski kalojen hyvinvoinnin vaarantumiselle. Kalojen siirtäminen pumppamalla on todennäköisesti suurempi hyvinvointiriski verrattuna vapaavirtauksella (free-flow) tapahtuvaan siirtoon tai konehaavilla tapahtuvaan nostoon.
Tainnutus	Asianmukaisesti toteutettu iskevä- tai sähkötainnutus saa aikaan välittömän tajunnanmenetyksen ja varmistaa siten hyvän hyvinvointitason tainnutuksen aikana.
Ilma-altistus	Puoliautomasoidussa iskevässä tainnutuksessa kala voi joutua useaksi sekunniksi, jopa minuuteiksi, kosketuksiin ilman kanssa, mikä huonontaa hyvinvointia. Ilma-altistuksen kestäessä 10 s tai enemmän, patologisia muutoksia havaitaan kiduksissa.
CO ₂ ja asfyksia	Hiilidioksiditainnutus sekä tukehduttaminen ja tukehduttaminen jäähileessä eivät täytä Maailman eläintautijärjestön (WOAH) asettamia kansainvälisiä standardeja, ja ovat huonoimmat menetelmät hyvinvoinnin kannalta.
Lämpötila teurastuksen aikana	Lämpötila teurastuksen aikana voi vaihdella 2–20 C°:en välillä, millä on merkittävä vaikutus kirjolohen fysiologiaan. Korkeammassa lämpötilassa kirjolohi stressaantuu helpommin, mikä aiheuttaa hyvinvointiriskin.
Teurastukseen liittyvät hyvinvointi-indikaattorit	Teurastukseen liittyviä validoituja hyvinvointi-indikaattoreita ei vielä ole.

Lausunnossa muistutetaan, että kasvatuksen kriittisiä vaiheita, jotka uhkaavat kalojen hyvinvointia, ovat erityisesti kalojen kerääminen ja mahdollinen siirtäminen odotusaltaisiin sekä käsittely ennen teurastusta. Hyvinvointia voidaan parantaa vähentämällä käsittelyaikaa ja minimoimalla stressaavia olosuhteita, kuten pitkää ilma-altistusta (Taulukko 11) (EFSA 2009b).

Taulukko 11. Kirjoloihen tainnutusta ja lopetusta koskevat suositukset. (EFSA, 2009b)

SUOSITUKSET	
Toimintaohjeet ja hyvinvointi-indikaattorit	Standardoitujen toimintaohjeiden laatiminen teurastukselle, jotta teurastuksen parempi valvonta ja hyvinvoinnin varmistaminen teurastuksen aikana mahdollistuisi. Keskeisten ja käytännöllisten hyvinvointi-indikaattoreiden kehittäminen.
Teurastukseen liittyvät hyvinvointi-indikaattorit	Tarvitaan pätevien ja käytännöllisten hyvinvointi-indikaattoreiden kehittämistä kirjolohelle teurastuksen aikana.
CO ₂ tainnutus ja tukehduttaminen	Koska hyvinvoinnin on todettu olevan huono kaikilla tutkituilla kasvatetuilla kalalajeilla, kun ne altistetaan vedessä olevalle hiilidioksidille (hiilidioksiditainnutus) tai kun kala jätetään ilmaan kuolemaan (tukehduttaminen), ei näitä menetelmiä tulisi käyttää millekään lajille.
Valvontaohjelma	Teurastusta koskeva valvontaohjelma tulisi panna alulle, jotta siitä saatua tietoa olisi hyödynnettävissä jatkossa riskinarvioimisen parantamiseksi sekä vertailuarvojen asettamiseksi kaloja teurastaville toimijoille.
Teurastusmenetelmien kehittäminen	Uusien kirjolohelle soveltuvien teurastusmenetelmien kehittämistä pitäisi kannustaa.
Koulutus	Teurastukseen osallistuva henkilökunta pitää olla hyvin koulutettu ja taitavia kalojen käsittelijöitä ja hyvinvoinnin osaajia.
Ahtaaminen/tiivistäminen (liikkumisen rajaaminen)	Kalojen siirtäminen korkeisiin tiheyksiin ennen teurastusta on todettu olevan merkittävä hyvinvointiongelmia, minkä takia se pitäisi tehdä hyvinvoinnista mahdollisimman hyvin huolehtien.
Teurastukseen liittyvät hyvinvointirisikit	Kalojen käsittely teurastuksen aikana voi johtaa useisiin hyvinvointia vaarantaviin tilanteisiin. Vältettäviä tilanteita ovat kalojen altistaminen ilmalle tai pitäminen liian matalassa vedessä. Kalojen siirtäminen odottamaan teurastusta on välttämätöntä, mutta pyrkimyksenä pitää olla aiheutuneen stressin minimointi ja hyvinvoinnin varmistaminen parhaan mukaan.
Ilma-altistus	Teurastuksen yhteydessä, ennen tainnutusta, ilma-altistusaika saa olla enintään 10 sekuntia.
Kuljetus ennen teurastusta	Kuljetusta ennen teurastusta tulisi välttää.
Kalojen siirto ennen teurastusta	Teurastusta edeltävä kalojen siirto tulisi tapahtua vapaavirtauksella (free-flow) tai pienellä konehaavilla. Kalojen pumpppaamista tai suuren konehaavin käyttämistä tulisi välttää.
Iskevä- ja sähkötainnutus	Iskevä- ja sähkötainnutus tulee tehdä hyvien käytäntöjen mukaisesti niin, että kirjolohi altistuu mahdollisimman vähän hyvinvointiriskeille tainnutuksen aikana.
Puoliautomaattinen iskevä tainnutus	Menetelmään liittyvää merkittävää hyvinvointirisikää voidaan pienentää välttämällä kalojen ilma-altistusta tainnutuspöydällä. Esimerkiksi lyhentämällä ilma-altistukseen kuluvaa aikaa tai johtamalla vettä pöydälle.
Lämpötila	Kaikissa teurastusmenetelmissä veden lämpötilan tulisi olla kirjolohelle optimaalinen: 2–20 C°.

Lausunnossa todetaan, että eri tainnutusmenetelmien vaikutuksia kirjoloihen hyvinvointiin tulisi tutkia tarkemmin, jotta ohjeet ja suositukset voidaan optimoida lajin erityistarpeiden mukaisesti (Taulukko 12). Nykyiset suositukset eivät välttämättä riitä takaamaan optimaalista hyvinvointia kaikissa tuotantovaiheissa, sillä lajikohtaisten mittareiden ja arviointiprotokollien puutteet vaikeuttavat hyvinvoinnin tarkkaa seurantaa eri kasvatus- ja tainnutusolosuhteissa. Lausunnossa korostetaan ohjeistusten jatkuvaa päivittämistä, jotta ne perustuisivat uusimpaan tieteelliseen tietoon ja vastaisivat paremmin lajikohtaisia hyvinvointi-indikaattoreita (EFSA 2009b).

Taulukko 12. Kirjoloheen tainnutusta ja lopetusta koskevat suositukset tarvittavista tutkimuskohteista. (EFSA 2009b)

SUOSITUKSET TUTKIMUSKOHEISTA	
Hyvinvointi-indikaattorit	Sellaisten hyvinvointi-indikaattoreiden kehitys ja validointi, joiden käyttö onnistuu kalankasvatustiluksilla.
Tajuttomuuden todentaminen	Tieteeseen perustuvaa tietoa tajuttomuuden arvioimiseksi eri tainnutusmenetelmiä käytettäessä eri lämpötiloissa.
Uusien menetelmien arviointi	Tutkimusta tarvitaan uusien menetelmien, kuten hiilimonoksidin (CO) ja typen (NO) käytöstä tainnuttamisessa.
Hätäteurastus	Inhimilliset hätäteurastusmenetelmät pitäisi vakiinnuttaa käytäntöön.
Kalojen siirtomenetelmät	Tarve parantaa kalojen siirtämiseen käytettyjä menetelmiä on suuri. Tutkimusta tarvitaan etenkin hyvinvointinäkökulmasta.

7.1.4. Maailman eläintautijärjestön hyväksymä vesieläinten terveystäytäntö

Maailman eläintautijärjestö (WOAH) hyväksyi vuonna 2008 vesieläinten terveystäytäntön (Aquatic Animal Health Code), joka antaa yleiset periaatteet kalojen biologisiin ominaisuuksiin ja niiden kasvatusympäristön vaatimuksille sekä erityiset suositukset kalojen hyvinvoinnista kuljetuksen ja teurastuksen aikana. Elävien kalojen kuljetukseen annetaan suosituksia ajoneuvojen ja kalojen käsittelylaitteiden ominaisuuksista, veden laadun seurannasta matkan aikana sekä valmistelutoimenpiteistä ennen matkan aloittamista ja kalojen lastausta (Pavlidis ym. 2023). Täytäntö peräänkuuluttaa myös hyvinvoinnin parantamista teurastuksen aikana todeten, että kalat tulisi tainnuttaa ennen teurastusta, ja tainnutusmenetelmän tulisi aiheuttaa välitön ja pysyvä tajuttomuus (artikkeli 7.3.6.). WOAH vaatii merkittäviä parannuksia lajikohtaiseen tietämykseen, jotta voidaan luoda sääntelyjärjestelmä, joka perustuu kalojen käyttäytymiseen, fysiologiaan, tauti-indikaattoreihin ja huonon hyvinvoinnin merkkeihin. Täytäntö julkaistaan kerran vuodessa sisältäen uudet ja tarkastetut standardit uusimman tieteellisen tiedon mukaan (WOAH 2024). Vesieläinten terveystäytäntö ei ole laji- tai kasvatusympäristökohtainen, eikä anna yksityiskohtaisia sääntöjä tai raja-arvoja. Se ei myöskään ole jäsenmaita oikeudellisesti velvoittava, mutta se toimii ohjeellisena asiakirjana, jota jäsenvaltiot voivat käyttää oman lainsäädäntönsä ja käytäntöjensä kehittämisessä.

7.1.5. Euroopan sisävesikalastuksen neuvontakomission lausunto kalan hyvinvoinnista vesiviljelyssä

Euroopan sisävesikalastuksen neuvontakomissio (EIFAAC), joka toimii viitejärjestönä Euroopan alueella sisävesikalastuksen ja vesiviljelyn osalta, on julkaissut vuonna 2019 lausunnon kasvatetun kalan hyvinvoinnin edistämisestä (Welfare of Fishes in Aquaculture). Raportti keskittyy pääasiassa makean veden kalankasvatustiloihin, mutta huomioi myös merikasvatuksen tietyissä kohdissa. Raportti tarjoaa yleisluontoisia suosituksia, jotka eivät ole laji- tai tilannekohtaisia, lukuun ottamatta välttämättömiä poikkeuksia. Se ei käsittele kuljetukseen ja teurastukseen liittyviä hyvinvointikysymyksiä, eikä se ota kantaa vastakuoriutuneiden kalapoikasten tai pienpoikasten hyvinvointiin. Lisäksi raportti ei kata kaupallista kalastusta, eikä virkistys- tai urheilukalastusta.

Euroopan sisävesikalastuksen neuvontakomission (EIFAAC) mukaan kalankasvatuksen parhaiden käytäntöjen kehittämisessä ja toteuttamisessa on keskeistä keskittyä kalan hyvinvoinnin peruskäsitteisiin, kuten henkilökunnan osaaminen, kalan fysiologisten ominaisuuksien

huomioiminen, kasvatusmenetelmien suunnittelu ja toteutus, kalojen käsittely ja kuljetus, teurastusprosessi sekä tehokas tautien torjunta. Toinen tärkeä asia on panostaa kalojen hyvinvoinnin arviointiin ja valvontaan. Näiden aiheiden avulla voidaan luoda suosituksia ja ohjeita, jotka parantavat kalojen hyvinvointia vesiviljelyssä. (Segner ym. 2019)

7.1.6. Kasvatetun kirjolohen hyvinvointi-indikaattorit: työkalut kalojen hyvinvoinnin arviointia varten

Käsikirja kasvatetun kirjolohen hyvinvointi-indikaattorit: työkalut kalojen hyvinvoinnin arviointia varten (eng. Welfare Indicators for Farmed Rainbow Trout) (Noble ym. 2020) on tällä hetkellä ainoa teos, joka käsittelee yksityiskohtaisemmin hyvinvointi-indikaattoreita kirjolohelle. Käsikirjan päätavoitteena on tarjota käyttäjälle kattava yhteenveto kirjolohen hyvinvoinnista ja tarpeista eri tuotantovaiheissa, sekä liittää näihin tarkoituksenmukaiset hyvinvointi-indikaattorit. Jokainen indikaattori on kuvattu perusteellisesti: miten sitä käytetään, mitä parametreja tai raja-arvoja seurataan, mitkä ovat sen hyödyt ja haitat, ja onko indikaattori toiminnallinen (THI) vai laboratorioperusteinen (LABHI). Lisäksi arvioidaan indikaattorin soveltuvuutta eri tuotantojärjestelmiin ja käytännön toimiin. Kirjoittajat tunnistavat edelleen useita kehityskohteita kirjolohen hyvinvoinnin parantamiseksi kasvatusolosuhteissa (Kuva 12). Näiden tavoitteiden saavuttaminen edellyttää tiivistä yhteistyötä tutkijoiden, kalankasvattajien ja viranomaisten kesken.

Käsikirjan ovat kirjoittaneet asiantuntijat Norjan elintarvike-, kalatalous- ja vesiviljelytutkimuslaitoksesta (Nofima), Norjan merentutkimusinstituutista (Institute of Marine Research, IMR), Nordin yliopistosta, Norjan eläinlääkintäinstituutista ja Sterlingin yliopistosta (Noble ym. 2020). Käsikirjan on suomentanut Suomen Kalankasvattajaliitto ry, ja se on saatavilla valvontaa tekeville eläinlääkäreille Ruokaviraston Pikantti-ekstranetissä.



Kuva 12. Kirjoloheen hyvinvoinnin parantamiseksi kasvatusolosuhteissa tarvitaan yhteistyötä tutkijoiden, kalankasvattajien ja viranomaisten välillä. Tärkeimpiä kehityskohteita ovat hyvinvointi-indikaattoreiden parantaminen, yhtenäisten arviointimenetelmien luominen, sekä kalankasvattajien kouluttaminen. Lisäksi teknologian ja automaation hyödyntäminen sekä ympäristötekijöiden, kuten veden laadun, hallinta ovat keskeisiä tekijöitä hyvinvoinnin edistämisessä.

7.1.7. Kansalaisjärjestöt kestävän vesiviljelyn edistäjinä

Euroopan unionissa toimii useita kansalaisjärjestöjä (Non-governmental organisations, NGOs), jotka edistävät kestävää vesiviljelyä, johon sisältyy myös kalojen hyvinvointi. Nämä järjestöt tarjoavat standardeja ja sertifiointiohjelmia, jotka asettavat vaatimuksia kalankasvatuksen ympäristövaikutuksille, eläinten hyvinvoinnille ja tuotantotapojen kestävälle kehitykselle, pyrkien tuomaan viimeisimmän tutkimustiedon kasvatukseen (Pavlidis ym. 2023). Koska vain järjestöjen jäsenet pääsevät tarkastelemaan näitä standardeja ja ohjeistoja, niiden sisällöstä ei ole tarkempaa tietoa, eikä myöskään käsitystä siitä, miten hyvin ne huomioivat eri kalalajit tai kalan psyykkisen hyvinvoinnin tuotantokaaren eri vaiheissa.

Taulukko 13 esittelee joitain EU alueella toimivia järjestöjä, jotka ovat sitoutuneet parantamaan kalojen hyvinvointia. Taustaraporttia laadittaessa ei kuitenkaan ole ollut saatavilla tietoa siitä, kuinka suuri vaikutus näiden järjestöjen ohjeilla ja standardeilla on käytännössä yritysten toimintatapoihin ja kalojen hyvinvoinnin edistämiseen.

Taulukko 13. Euroopassa toimivia kalan hyvinvointiin keskittyviä kansalaisjärjestöjä.

JÄRJESTÖ	KUVAUS	LINKKI
Aquaculture Stewardship Council (ASC)	Tarjoaa sertifiointin vastuullisesti toimiville vesiviljely-yrityksille. Asettaa korkeat ympäristö- ja sosiaaliset standardit, joihin kuuluu myös kalojen hyvinvointi.	https://asc-aqua.org/the-new-asc-farm-standard/
Aquaculture Welfare Standards Initiative (AWSI)	Pyrkii edistämään hyvinvointistandardeja kehittämällä ja toteuttamalla tieteeseen perustuvia ohjeita. Parantaa kasvatettujen vesieläinten elinolosuhteita, terveyttä ja hyvinvointia eri lajit ja kasvatusjärjestelmät huomioiden maailmanlaajuisesti.	https://www.aquaculture-welfare-standards.net/en/
Marine Stewardship Council (MSC)	MSC keskittyy ensisijaisesti luonnonvaraisesti pyydettyihin mereneläviin, mutta sen määrittelemät kestävän kalastuksen ja kasvatuksen standardit ja ohjeet koskevat myös vesikasvatusta.	https://www.msc.org/standards-and-certification/fisheries-standard
Global Aquaculture Alliance (GAA)	Asettaa vastuullisen vesiviljelytuotannon standardit, mukaan lukien kalojen hyvinvointi ja ympäristövaikutukset Parhaiden vesiviljelykäytäntöjen (Best Aquaculture Practices, BAP) -sertifiointin avulla.	https://www.globalseafood.org/ https://www.bapcertification.org/
Friend of the Sea	Sertifioi sekä luonnonvaraisia että kasvatettuja mereneläviä keskittyen kestäviin käytäntöihin ja eläinten hyvinvointiin.	https://friendofthesea.org/sustainable-standards-and-certifications/sustainable-aquaculture/
GlobalG.A.P.	Tarjoaa vesiviljelystandardin, joka sisältää kattavat kriteerit koko tuotantoketjulle mukaan lukien kalojen hyvinvointi.	https://www.globalgap.org/what-we-offer/solutions/ifa-aquaculture/
Compassion in World Farming (CIWF)	Pyrkii parantamaan kasvatettujen kalojen ja muiden eläinten hyvinvointia kampanjoiden ja tutkimuksen avulla.	https://www.ciwf.org.uk/farm-animals/fish/fish-welfare/
RSPCA Assured	Järjestöllä on oma sertifiointiohjelmansa, joka sisältää kasvatettujen kalojen hyvinvointia koskevia standardeja.	https://www.rspca.org.uk/adviceandwelfare/farm/fish

7.2. Kansalliset ohjeet

Suomessa kasvatetun kalan hyvinvointiin liittyviä ohjeita ja suosituksia löytyy Ruokaviraston, Luonnonvarakeskuksen (Luke), Eläinten hyvinvointikeskuksen (EHK) ja Suomen kalankasvattajaliiton sivuilta. Se, miten laajasti kalankasvattajat ja kalalaitosvalvontaa tekevät viranomaiset noudattavat tai hyödyntävät mainittuja sivustoja tai mieltävät niiden käytännöllisyyden kalan hyvinvoinnin edistämiseksi, ei ole tiedossa raporttia kirjoittaessa.

7.2.1. Ruokavirasto

Ruokaviraston sivuilta löytyy koosteita kasvatetun kalan hyvinvointiin liittyvistä asioista eri tuotantovaiheissa. Nämä on laadittu lainsäädännön pohjalta käsittäen kasvatettavien kalojen pitoon liittyvät, lopetusta ja teurastusta sekä eläinten suojelua kuljetusten aikana koskevat yleiset ohjeet ja vaatimukset (Taulukko 14). Ruokavirasto ylläpitää viranomaisille suunnattua suljettua Pikantti-ekstranettiä, joka tarjoaa kasvatetun kalan hyvinvointia käsitteleviä oppaita

ja tiedotusmateriaaleja viranomaiskäyttöön (Taulukko 15). Näiden ohjeiden ja oppaiden heikkous on siinä, etteivät ne anna yksityiskohtaisia ohjeita tai raja-arvoja kalojen hyvinvoinnin seuraamiseen ja mittaamiseen.

Taulukko 14. Ruokaviraston sivuilta löytyviä ohjeita liittyen kasvatetun kalan hyvinvointiin.

Ohje	Puutteet	Linkki
Viljeltävät kalat (Eläinten hyvinvointi – Eläinsuojelu pitopaikoissa)	Yleisluontoinen ohje. Tarkemmat raja-arvot puuttuvat.	https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-hyvinvointi/elainsuojelu-pitopaikoissa/tuotantoelaimet/viljeltavat-kalat/
Eläinten suojelu kuljetuksen aikana	Kalaa ei käsitellä erikseen. Kalaa koskevia eläinlajikohtaisia erityisvaatimuksia ei ole.	https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-hyvinvointi/elainsuojelu-kuljetuksessa/
Kaupalliset eläinkuljetukset maantiellä – opas	Kalaa ei käsitellä erikseen. Kalaa koskevia eläinlajikohtaisia erityisvaatimuksia ei ole.	https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoameista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/elainten-pito/elainten-suojelu-ja-kuljetus/kaupalliset-elainkuljetukset-maanteilla-fi.pdf
Eläinsuojelu teurastuksessa ja lopetuksessa (Yleiset vaatimukset lopetuksessa ja teurastuksessa)	Kalaa ei käsitellä erikseen. Kalaa koskevia eläinlajikohtaisia erityisvaatimuksia ei ole.	https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-hyvinvointi/elainsuojelu-teurastuksessa-ja-lopetuksessa/

Taulukko 15. Ruokaviraston ylläpitämässä Pikantti-ekstranet sivustolta löytyvä opas.

Ohje / koulutusmateriaali	Puutteet	Linkki
Hyvät käytänteet vesiviljelyssä (Suomen kalankasvattajaliitto ry, 2010)	Lainsäädännön osalta vanhentunut	Ruokaviraston Pikantti-ekstranetti (vaatii kirjautumisen)

7.2.2. Eläinten hyvinvointikeskus

Eläinten hyvinvointikeskus (EHK) on itsenäinen kansallinen asiantuntijaverkosto, jonka tavoitteena on parantaa ja turvata eläinten hyvinvointia Suomessa. Keskus sijaitsee Luonnonvarakeskuksessa ja sen toimintaa rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö (Luonnonvarakeskus 2017). EHK:n verkkosivuilla esitellään eri eläinlajien hyvinvoinnin nykytilannetta Suomessa lajikohtaisesti.

Vaikka Eläinten hyvinvointikeskuksella ei ole varsinaisia hyvinvointiohjeita, tarjoaa EHK kirjolohen osalta tietoa lajikohtaisista hyvinvointitarpeista ja ohjeistaa parantamaan olosuhteita kalankasvattamoissa näiden tarpeiden mukaisesti. EHK tuo esille kirjolohen hyvinvointiin liittyviä asioita keskittyen yleisiin hyvinvointiin vaikuttaviin tekijöihin, kuten kasvatustiheyteen, veden laatuun, ruokintaan, käsittelyyn ja tainnutukseen. Materiaaleissa ei kuitenkaan käsitellä kirjolohen psyykkistä hyvinvointia, kuten stressin ja käyttäytymistarpeiden merkitystä kalojen kokonaisvaltaisessa hyvinvoinnissa, eikä niissä tarjota kirjolohelle suunnattuja mittareita hyvinvoinnin arvioimiseksi.

7.2.3. Suomen Kalankasvattajaliiton materiaalit

Kansallisia, vapaaehtoisia ohjeita kalojen hyvinvoinnin arviointiin on koonnut myös Suomen kalankasvattajaliitto. Hyvinvointia edistävä menettely ennen teurastusta ja teurastuksen yhteydessä -hankkeen loppuraportti tunnistaa, että kasvatetun kalan hyvinvoinnin arviointi on monivaiheinen prosessi, joka vaatii oikeanlaisia teknisiä ratkaisuja, henkilökunnan koulutusta ja lainsäädännön tukea. (Suomen Kalankasvattajaliitto ry 2020, Virtanen 2020).

8. Sääntelykehityksen arviointi: EU:n ja kansallisen tason puutteiden tarkastelu sekä kehityskohteet

Viimeisten 40 vuoden aikana Euroopan unioni on hyväksynyt kattavasti tuotantoeläinten hyvinvointia koskevaa lainsäädäntöä. Tuotantoeläiminä pidettäviin kasvatettuihin kaloihin ja maaeläimiin sovelletaan tällä hetkellä samaa EU:n lainsäädäntöä (neuvoston direktiivi 98/58/EY, neuvoston asetus (EY) N:o 1/2005 ja neuvoston asetus (EY) N:o 1099/2009), mutta kaloilla on huomattavan pieni rooli verrattuna maaeläimiin. EU-lainsäädäntö tarjoaa vain yleisiä periaatteita kalojen hyvinvoinnin turvaamiseksi ilman selkeitä raja-arvoja tai yksityiskohtaisempia sääntöjä. Konkreettiset sitovat säännökset puuttuvat. Vaikka kasvatettuja kaloja suojellaan myös Euroopan neuvoston suosituksella (2005) ja WOAH:n vesieläin terveystieteiden sääntöillä (2008), nämä sisältävät vain yleistason vähimmäisvaatimuksia. EU:n lainsäädäntö ja suositukset eivät tarkastele kaloja lajikohtaisesti, eivätkä kata kaikkia alueita, jotka voivat altistaa kalat hyvinvointiongelmille, eikä niiden yleisluonteisuus sovi kansalliseen implementointiin. (Giménez-Candela ym. 2020).

EU-lainsäädännön yleisluonteisuus vaikuttaa myös kansalliseen lainsäädäntöön. Kansallisen kasvatetun kalan hyvinvointia koskevan lainsäädännön kattavuudessa ja yksityiskohtaisuudessa on puutteita, ja luonnonvaraisen pyydetyt kalan hyvinvointia koskevaa lainsäädäntöä on vielä vähemmän. EU- ja kansallisen lainsäädännön epämääräisyys ja yleisluonteisuus ovat johtaneet myös siihen, että lain tulkinta jää usein eläinlääkäreiden ja tarkastajien vastuulle. Euroopan tasolla jonkinlaista apua tähän tuovat useat kalan kasvatukseen ja kalojen hyvinvointiin keskittyvät kansalaisjärjestöt, jotka tarjoavat lisäsuosituksia korjaamaan kalojen hyvinvointia heikentävien olennaisten seikkojen puuttumista lainsäädännöstä (Pavlidis ym. 2023). Kansallisesti mm. SEY Suomen eläinsuojelu ry on julkaissut katsauksen kirjolohen hyvinvointiin (Lapio 2023), jossa yhdistys esittää tavoitteita kirjolohen lajikohtaisten vaatimusten huomioimiseksi kalan kasvatuksessa. Uutta tieteellistä tutkimustietoa kalojen hyvinvoinnista ilmestyy koko ajan, ja tutkimus eri kalalajien tarpeiden huomioimista erilaisissa kasvatusmenetelmissä on lisääntynyt. Lainsäädäntö ei kuitenkaan ole pysynyt uusimman tutkimustiedon mukana mikä on johtanut siihen, että kalojen hyvinvoinnin kannalta parhaimpia käytäntöjä ei pystytä soveltamaan käytäntöön. Yhteenvetona voidaan todeta, että kasvatettujen ja luonnonvaraisten ravinnoksi pyydettyjen kalojen hyvinvoinnin turvaamisessa on selviä haasteita ja ongelmakohtia sekä EU- että kansallisessa lainsäädännössä että ohjeistuksissa, ja merkittäviä parannuksia sekä EU- että kansallisella tasolla on tehtävä, jotta kalojen hyvinvoinnin erityispiirteet tulisi huomioiduksi (Pavlidis ym. 2023).

Kalojen hyvinvointia koskevan lainsäädännön uudistamisen päätavoitteena tulisi olla kasvatolosuhteiden ja käytäntöjen parantaminen siten, että kalojen hyvinvointia koskevat korkeat standardit taataan yhdenmukaisesti koko EU alueella kaikille kalalajeille ja eri kasvatusjärjestelmille, ottaen huomioon kunkin kalalajin ja -kannan elämänvaiheen erityisvaatimukset. Lainsäädännön tulisi paitsi suojella kalojen terveyttä, välttää tarpeetonta kipua, kärsimystä ja vammoja, varmistaa ravinteikkaan rehun saannin sekä tarjota kaloille mahdollisuuden luontaiseen käyttäytymiseen eri kasvatusympäristöissä. Hyvinvoinnin toteutuminen tulisi varmistaa virallisten ja säännöllisten tarkastus- ja valvontatoimien kautta, johon tähänkin tarvittaisiin tarkennusta EU- ja kansallisen lainsäädännön osalta (Pavlidis ym. 2023). Taulukoon 16 on koottu Giménez-Candela ym. (2020) esittämät välttämättömät lainsäädäntöä koskevat muutos- ja kehityskohteet.

MMM:n tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta on todennut, että kansallisesti kasvatettuja kaloja koskevassa hyvinvointisäädöksessä tulisi terveyden ohella kiinnittää enemmän huomiota kalojen kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin. Neuvottelukunta toivoo, että MMM priorisoisi ja kiirehtisi eläinten hyvinvointilain nojalla annettavan kasvatettujen kalojen hyvinvointisäädöksen uudistamista. Kiireellisimpänä neuvottelukunta pitää kasvatetun kirjolohon hyvinvointisäädösten antamista. Neuvottelukunta toivoo lisäksi, että kasvatettujen kalojen hiilidioksiditainnutuksesta luovuttaisiin siirtymäajan jälkeen mahdollisimman nopeasti ja, että hiilidioksiditainnutus korvattaisiin kalojen hyvinvoinnille vähemmän haittaa aiheuttavilla menetelmillä, kuten sähkö- tai iskevilla tainnutusmenetelmillä.

Taulukko 16. Ehdotukset välttämättömille muutos- ja kehityskohteille kasvatetun ja kalastetun kalan hyvinvoinnin turvaamiseksi. (Giménez-Candela ym., 2020)

Muutokset ja kehityskohteet	Nykyisen EU lainsäädännön muuttaminen eri kalalajien tarpeita vastaavaksi.
	Kalojen hyvinvointia koskevien lajikohtaisten sääntöjen ja ohjeiden laatiminen, huomioiden eri elinvaiheet, kasvatusympäristöt, käsittely, kuljetus ja teurastus.
	Investoiminen tutkimushankkeisiin, joissa vahvasti keskitytään hyviin hyvinvointikäytäntöihin ja otetaan huomioon kalojen myönteiseen henkiseen tilaan vaikuttavat asiat, kuten elinympäristön virikkeellisyys, sosiaalinen vuorovaikutus, sekä käyttäytyminen uudessa ja ruokinnan aikana.
	EU:n alueella yhtenäisten ja pakollisten kalojen hyvinvointia ja käyttäytymistä koskevien sertifiointien ja koulutusten toteuttaminen kalankasvatukseen osallistuville tahoille (kalankasvattajat, kalojen kuljettajat, perkaamon henkilöstö sekä hoitavat eläinlääkärit ja toimivaltaiset eläinlääkintäviranomaiset)
	Virallisen valvonnan lisääminen, jonka avulla voidaan seurata kalojen hyvinvointisäädösten noudattamista kalankasvatuslaitoksilla.
	Seuraavien teurastusmenetelmien välitön kieltäminen: tukehduuttaminen, hiilidioksiditainnutus, suola-/ammoniakkikylyt, verenlasku ja pään katkaisu ilman edeltävää tainnutusta.
	Kalojen hyvinvoinnin edistäminen ja tietoisuuden lisääminen sidosryhmien keskuudessa (tuottajat, kuluttajat, toimivaltaiset viranomaiset) EU:ssa ja kansallisesti.
	Ottamalla myös luonnonvaraiset kalat mukaan hyvinvointia koskeviin pohdintoihin ja tutkimukseen.

9. Kalojen hyvinvointitutkimus

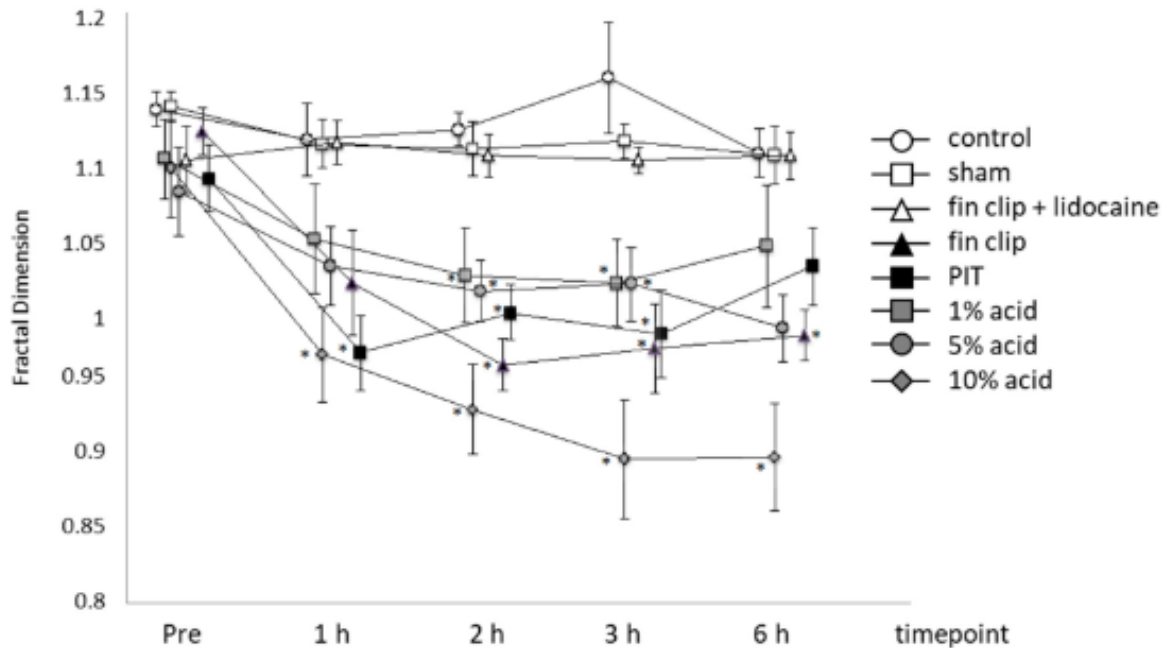
Lisääntynyt julkinen kiinnostus kalojen hyvinvointiin näkyy panostuksena tutkimukseen. Kun aikaväliltä 1999–2003 hakusanoilla 'Kalojen hyvinvointi' ('Fish welfare') löytyy kirjallisuustietokannasta (Web of Science) 19 viitettä, oli niitä kymmenen ja kaksikymmentä vuotta myöhemmin jo 163 kpl (2009–2013) ja 194 kpl (2019–2023). Alan kongresseissa kalojen hyvinvointi esiintyy vakiintuneesti omana teemanaan ja viime vuosina on järjestetty kansainvälisiä kongresseja, jotka rakentuvat jopa pelkästään kalojen hyvinvoinnin ympärille. Kalojen hyvinvointikysymykset eivät koske ainoastaan ruokakalan tuotantoa ja kaupallista kalastusta, vaan myös akvaarionäyttelytoimintaa ja -harrastusta, virkistyskalastusta sekä kaloilla tehtävää tutkimusta, joista jälkimmäiset on kuitenkin rajattu pois tämän raportin tarkastelusta.

Kalojen kyky tuntea pelkoa, kipua ja hyvää oloa on osoitettu neurofysiologisiin mekanismeihin ja käyttäytymiseen perustuen. Ominaisuudet ovat tärkeitä selviytymisen kannalta: kyky reagoida ympärillä tapahtuviin muutoksiin tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Kala voi sopeutua, muuttaa käyttäytymistään tai paeta. Tuotannollisissa oloissa tai kalastuksessa kalan ei ole mahdollista valita tai välttää olosuhteita, joille se altistuu. Hyvinvoinnin edistäminen jää tällöin kasvattajan tai kalastajan vastuulle. Kalojen lajittelu, keräily, kuljetus ja teurastusprosessi ovat tyyppisiä vaiheita, joissa kalan hyvinvointi voi vaarantua. Tällöin vaarantumisen vakavuus ja/tai kesto tulisi pystyä minimoimaan. Kalankasvatuksessa myös kasvatuksen aikaisia olosuhteita tulisi kehittää niin, että kalalla on mahdollisuus positiivisiin kokemuksiin.

9.1. Kipuaistimus

Ympäristön vaikutuksista kalan tunnetiloihin ja ympäristötekijöiden hyvinvointiin vaikuttavista raja-arvoista saadaan tietoa tutkimalla kalan tekemiä valintoja, sitä kuinka paljon kala on valmis ponnistelemaan tiettyihin olosuhteisiin pääsemiseksi tai millaisia olosuhteita kala pyrkii aktiivisesti välttelemään. Kun keskushermostoa lamautetaan lääkinällisesti tai kun kipua lievitetessä kalan käyttäytyminen muuttuu, voidaan kyseisten olosuhteiden ja/tai tekijöiden olettaa aiheuttavan suoranaista kipua.

Koe-eläinmallina käytettyä seeprakalaa on tutkittu paljon kalojen hyvinvoinnin näkökulmasta. Kipuaistimuksen voimakkuutta on pystytty arvioimaan seeprakalan uintikäyttäytymisen perusteella. Mitä kivuliaampi käsittely, sitä monotonisemmaksi kalan uinti muuttuu (kuva 13) (Deakin ym. 2019). Vastaava reaktio kipuun ja epämukavuuteen on osoitettu myös kirjolohella (Poisson ym. 2017, Reilly ym. 2008, Sneddon 2003a, 2003b).



Kuva 13. Liikeratojen fraktaalianalyysi (keskiarvo±keskivirhe) seeprakaloilla, jotka on altistettu eri tavoin kipua aiheuttaville käsittelyille: kontrolli, lumekäsittely, eväleikkaus+puudutus lidokaiinilla, eväleikkaus ilman puudutusta, PIT-merkintä, 1 % happokäsittely, 5 % happokäsittely ja 10 % happokäsittely (n=7). Merkitsevyytaso suhteessa kontrolliin on merkitty tähdellä ($p < 0.05$). (Deakin ym., 2019).

9.2. Kasvatusolosuhteet

9.2.1. Vedenlaatu, virtaus ja ilman saanti

Vedenlaatu ja virtaus ovat keskeisiä tekijöitä kalojen hyvinvoinnin turvaamisessa tuotannossa, erityisesti intensiivisissä kalankasvatusjärjestelmissä. Liuennut happi on tärkeä parametri. Se vaikuttaa merkittävästi kalojen aineenvaihduntaan ja veden mikrobiologisiin prosesseihin, kuten bakteeritoimintaan, joka säätelee hapen saatavuutta (Royer ym. 2021). Hapensaannin riittämättömyys voi lisätä stressiä, altistaa taudeille ja heikentää kasvua ja ravinnon hyödyntämistä (Ellis ym. 2002).

Erilaisissa järjestelmissä veden virtauksen hallinta vaikuttaa vedenlaadun säilyttämiseen. Perinteisissä läpivirtausjärjestelmissä vesi käytetään kerran tai kahdesti, mikä lisää veden kuluusta ja voi altistaa kalat ulkoisille vedenlaadun heikentäville tekijöille (Roque d'Orbcastel ym. 2009). Kiertovesijärjestelmät tarjoavat mahdollisuuden vähentää vedenkulutusta ja valvoa vedenlaatua, koska vesi käsitellään useita kertoja (Kamali ym., 2022, Roque d'Orbcastel ym. 2009).

Vedenlaatua heikentävät tekijät, kuten ammoniakki, hiilidioksidi ja nitraatit, voivat kerääntyä erityisesti korkeissa tiheyksissä. Näiden aineiden myrkyllisyys vaihtelee kalan lajin ja koon mukaan. Esimerkiksi turvallinen liukoisen ammoniakkin (NH_3) pitoisuus makean veden lohikaloille pitkäaikaisessa altistuksessa on noin 0,002–0,025 mg/l, ja hiilidioksidin (CO_2) turvallinen taso on 10–20 mg/l. Makeassa vedessä smolttivaiheessa tapahtunut hiilidioksidille altistuminen voi kuitenkin vaikuttaa kalan osmoosisäätelyyn merivesisiirron yhteydessä. (Fivelstad ym. 1999, 2003, Roque d'Orbcastel ym. 2009). Näiden parametrien hallinta on ratkaisevaa erityisesti

korkean tiheyden kasvatuksessa, jossa vedenlaadun heikkeneminen voi johtaa hyvinvoinnin heikentymiseen ja kasvuongelmiin (Ellis ym. 2002, Roque d'Orbcastel ym. 2009).

Veden virtaus (hydrodynamiikka) voi vaikuttaa kalojen käyttäytymiseen ja fysiologiaan. Esimerkiksi RAS-järjestelmissä on havaittu, että korkeat virtaukset heikensivät kirjolohen pyrstöevän kuntoa, vaikka muut evät säilyivät paremmassa kunnossa kuin perinteisissä läpivirtausjärjestelmissä (Roque d'Orbcastel ym. 2009).

Ilman saannin järjestäminen kirjolohelle on kriittinen tekijä, joka vaikuttaa kalojen hyvinvointiin, kasvuun ja energiankäyttöön. Kirjoloheet kuuluvat lajeihin, joiden uimarakko vaatii säännöllistä ilman täyttämistä pintakäynneillä, jotta ne voivat ylläpitää neutraalia kelluvuutta ja energiatehokasta liikkumista (Dempster ym. 2008, Webb 1993, Yu ym. 2022). Jos pääsy pintaan ei ole, kalan kelluvuus heikkenee, mikä voi johtaa jatkuvaan energianhukkaan ja vaikuttaa negatiivisesti kasvuun ja selviytymiseen (Robertson ym. 2008).

Uimarakon rooli kelluvuuden säätelyssä on merkittävä, sillä se vähentää kalan tiheyttä ja mahdollistaa energiatehokkaan kelluvan asennon vedessä. Kasvatusolosuhteissa, joissa kalat pidetään vedenpinnan alapuolella, esimerkiksi upotettavissa altaissa tapahtuvassa merikasvatuksessa, ilmansaannin puuttuminen voi aiheuttaa kielteisiä vaikutuksia, kuten hitaampaa kasvua, muutoksia käyttäytymisessä ja jopa fysiologisia epämuodostumia (Korsøen ym. 2009). Tutkimuksissa on havaittu, että ilman lisääminen vedenalaiseen ympäristöön, esimerkiksi ilmakiivien tai ilmakuplien avulla, voi lieventää näitä vaikutuksia ja parantaa kalojen hyvinvointia (Oppedal ym. 2020).

Kirjoloheet voivat käyttää ilmakuplavirtoja täyttääkseen uimarakkoaan vedenalaisissa olosuhteissa, mikä tarjoaa mahdollisuuden kehittää uusia teknologioita vedenalaisessa kasvatuksessa. Tämä mahdollistaa energiatehokkuuden säilyttämisen ja ehkäisee rasvakudoksen liiallista käyttöä energianlähteenä (Ulrich-Lai & Ryan 2014). Näin ollen ilmansaannin varmistaminen vedenalaisessa kirjolohen kasvatuksessa on keskeistä, ei vain kasvun ja selviytymisen, vaan myös kalan hyvinvoinnin edistämiseksi (Yu ym. 2022).

9.2.2. Kasvatustiheys

Säädöksiä ja hyvinvointisertifiointia kehittävät tahot peräänkuuluttavat kiinteitä hyvinvoinnin turvaavia raja-arvoja kasvatustiheyksille. Kalatiheydestä riippuvia hyvinvointivaikutuksia onkin tutkittu paljon (Ellis ym. 2002, North ym. 2006). Suurissa tiheyksissä merkittävimmät hyvinvoinnin haasteet syntyvät todennäköisimmin veden laadun heikentymisestä ja sen seurauksista. Optimaalisen tiheyden raja-arvot, liian harva tai liian tiheä, vaihtelevat kuitenkin jokaiselle kalalajille, kalan kehitysvaiheelle ja tuotantoympäristölle. Koska optimaalinen tiheys hyvinvoinnin ja tuotannon tehokkuuden kannalta on yhteydessä suureen joukkoon muita tekijöitä, tutkijat ovat yksimielisiä siitä, että sopiva tiheys taataan parhaiten käyttämällä useita hyvinvoinnin indikaattoreita samanaikaisesti (Saraiva ym. 2022).

Kasvatustiheys ei yksinään ole kalan hyvinvointia määrittävä tekijä, vaan se on aina yhteydessä muihin kasvatusolosuhteisiin ja kullekin kalalajille ja kalan elämän vaiheelle ominainen kyseissä olosuhteissa. Kasvatustiheys vaikuttaa vedenlaatuun ja hygieniaan, kalojen käyttäytymiseen kuten aggressiivisuuteen, niiden kokemaan stressiin ja sosiaalisten kontaktien laatuun (Noble ym. 2020, Segner ym. 2019). Optimaalisen kasvatustiheyden määrittämisessä tulisi huomioida kalojen kunto ja käyttäytyminen (Noble ym. 2020).

Matalissa tiheyksissä dominoivat yksilöt saattavat estää alemmassa asemassa olevia yksilöitä saamasta ruokaa tai hyökätä niiden kimppuun, jolloin kroonisen stressin ja fyysisten vaurioiden, kuten eväkulumien riski kasvaa. Korkeissa tiheyksissä taas dominoivat yksilöt eivät pysty puolustamaan ruokailupaikkaansa aggressiivisesti. Aggressiivisen käyttäytymisen puuttuminen ei välttämättä kerro hyvinvoinnin paranemisesta, vaan se voi viestiä olosuhteiden rajoittavan kirjolohen luontaista käyttäytymistä, mikä voi johtaa kalan kokeman stressin kroonistumiseen. (LeBlanc ym. 2011).

Korkea kasvatustiheys (100 kg/m^3) heikensi kalojen kasvua verrattuna matalampaan tiheyteen (25 kg/m^3) ja kiihdytti kalojen aineenvaihduntaa ja heikensi uintisuorituksen tasoa (McKenzie ym. 2012). Pitkään jatkuessa (yli 240 vrk) yli 36 kg/m^3 :ssa kasvatetuilla kirjolohilla kasvuominaisuudet alkoivat heiketä, samoin kuin vedenlaatu (Liu ym. 2016). Luomukasvatuksessa matalissa tiheyksissä ($12\text{--}21 \text{ kg/m}^3$) ja korkeammassa tiheyksissä ($17\text{--}30 \text{ kg/m}^3$) kirjolohien hyvinvoinnissa ei havaittu merkittäviä eroja käyttäytymisessä eikä fysiologiassa. Myöskään kasvatustiheyden vaihdellessa $4\text{--}26 \text{ kg/m}^3$ välillä ei havaittu eroa vedenlaadussa eikä kalojen stressitasoissa (Klug ym. 2021).

Suuri kasvatustiheys lisää kirjolohella evien kulumisen riskiä. Tutkimusten mukaan kasvatustiheyden nosto yli 50 kg/m^3 johti suurempaan evien kulumiseen. Väljyyскään ei ole välttämättä eduksi, sillä väljimmässä, 10 kg/m^3 , kasvatuksessa kirjolohien stressihormoni kortisolin pitoisuuden ja kokovaihtelun on tutkimuksessa havaittu olevan suurempi kuin tiheämmässä kasvatetuilla kaloilla. (EHK, n.d.).

9.2.3. Melu, valaistus ja rakenteet

Melun, valaistuksen ja rakenteiden vaikutukset kalojen hyvinvointiin ovat monisyisiä ja riippuvat sekä lajin erityispiirteistä että kasvatusolosuhteista. Eri kasvatusympäristöjen melutasot poikkeavat suuresti toisistaan käytettävistä pumpuista, ruokintalaitteista, ilmastimista, suodatimista sekä muusta ympäröivästä aktiviteetista tai meriliikenteestä johtuen. Melu voi voidaan jakaa ilmassa kuuluvaan meluun ja vedenalaiseen meluun. Osa ilmassa kuuluvasta melusta voi välittyä veteen. Intensiivisissä kalankasvatusjärjestelmissä voi melutaso ilmassa nousta korkeaksi ($130 \text{ dB re: } 1 \mu\text{Pa}$) johtuen ilmastimista, pumpuista ja muista laitteista (Bart ym. 2001). Tämä voi aiheuttaa stressivasteita, jotka vaikuttavat kalojen fysiologisiin ja käyttäytymismekanismiin. Ihmisen tuottama vedenalainen melu voi lisätä oksidatiivista stressiä, häiritä aineenvaihduntaa ja pahentaa muiden ympäristömyrkköjen, kuten kadmiumin, vaikutuksia, mikä tekee melusta kriittisen hyvinvointitekijän intensiivisissä kasvatusympäristöissä (El-Dairi ym. 2024).

Uimarakko on yhteydessä ruokatorven kautta ruoansulatuskanavaan (physostomous) ja tiedetään, että rakon tiheysero ympäröivään kudokseen nähdessä aiheuttaa uimarakon värähtelyä äänen vaikutuksesta (Dempster ym. 2008, Webb 1993). Rountree on esittänyt ajatuksia siitä, että uimarakko voisi evolutiivisesti kehittyä neuromuskulaariseksi järjestelmäksi, jonka avulla uimarakko voisi mahdollistaa kaloille mekanismin havaita korkeampia taajuuksia kuin mitä kalat muuten kykenisivät aistimaan (Rountree 2023). Rakenteet, kuten tankkien ja altaiden materiaalit, vaikuttavat kalojen hyvinvointiin vedenlaadun ja melun kautta. Esimerkiksi lasikuitualtaat tuottavat korkeampia matalataajuisia ääniä kuin puu- tai betonirakenteet, mikä voi lisätä kirjolohen stressiä (Bart ym. 2001). Kirjolohen kuuloaisti ei ole erityisen herkkä ja kuulo rajoittuu verrattain kapealle aallonpituusalueelle (Wysocki, Davidson ym. 2007).

Toisaalta melun vaikutukset eivät aina ole yksiselitteisesti negatiivisia. Tutkimuksissa on havaittu, että vaikka kirjolohien kasvu hidastui ensimmäisen melualtistuskuukauden aikana, ne sopeutuivat ympäristöönsä ajan myötä, eikä pitkäaikaisessa melualtistuksessa havaittu merkittäviä vaikutuksia kasvuun tai selviytymiseen (Davidson ym. 2009). Tämä viittaa siihen, että kirjolohet kykenevät jossain määrin sietämään korkeita melutasoja, mutta tämä sopeutumiskyky saattaa olla lajikohtaista eikä päde kaikkiin kasvatettaviin kalalajeihin (Wysocki, Davidson ym. 2007).

Melun lisäksi äänillä voi olla positiivisia vaikutuksia kalojen hyvinvointiin (Arechavala-Lopez ym. 2021). Musiikin on todettu lisäävän kirjolohien serotoniinitasoa ja parantavan kasvua valkoiseen kohinaan ja kontrolliryhmiin verrattuna (Papoutsoglou ym. 2013). Tämä viittaa siihen, että tietyt ääniaistimukset voisivat edistää kalojen hyvinvointia lievittämällä stressiä.

Valaistuksen osalta keinotekoiset valaistusolosuhteet voivat häiritä kalojen biologisia rytmejä, mikä vaikuttaa negatiivisesti niiden käyttäytymiseen ja fysiologiaan, mutta lisätutkimusta tarvitaan hyvinvoinnin kannalta optimaalisista valaistusolosuhteista intensiivisessä kasvatuksessa.

Valolla on rooli kalojen hyvinvoinnin säätelyssä intensiivisissä kasvatusolosuhteissa, ja erityisesti kiertoovesijärjestelmissä valaistusta voidaan helposti mukauttaa tarpeiden mukaan (Boeuf & Le Bail 1999). Valon spektri, intensiteetti ja fotoperiodi vaikuttavat kalojen fysiologiaan ja käyttäytymiseen liittyviin mekanismeihin, kuten kasvuun, neurohormonaaliseen säätelyyn, lisääntymiseen ja stressivasteisiin (Bayarri ym. 2002, Downing 2002, Karakatsouli ym. 2008). Vaikka kalojen visuaalinen järjestelmä on hyvin sopeutunut erilaisten aallonpituuksien havaitsemiseen, valospektrin vaikutuksista kalojen hyvinvointiin ei ole yhtenäistä näkemystä (Güller ym. 2020, Karakatsouli ym. 2008).

Kalankasvatuksessa optimaalinen valaistus ja valon väri voidaan räätälöidä lajin ja olosuhteiden mukaan (Karakatsouli ym. 2008). Valon avulla voidaan myös vähentää kalojen stressivasteita, kuten kortisolin nousua, joka liittyy sekä kroonisiin että akuutteihin stressitekijöihin, kuten tiheään kasvatukseen tai käsittelyyn (Barcellos ym. 2006, Karakatsouli ym. 2008). Tämä tekee valaistuksen manipuloinnista lupaavan työkalun kalojen stressin hallinnassa ja hyvinvoinnin parantamisessa. Valonlähteiden manipulointi voi tarjota myös yksinkertaisen ja edullisen keinon parantaa kalojen hyvinvointia intensiivisessä kasvatuksessa (Güller).

Kirjolohen hyvinvointi kasvatuksessa on riippuvainen ympäristötekijöiden vuorovaikutuksesta. Melun, valon ja rakenteiden optimointi sekä mahdollisesti positiivisten ärsykkeiden hyödyntäminen voivat tarjota keinoja edistää kalojen hyvinvointia.

9.2.4. Virikkeellistäminen

Ympäristön rikastaminen eli virikkeellistäminen voi parantaa kalojen hyvinvointia kasvatuksessa. Virikkeet, kuten sorapohja, kasvit ja piilopaikat, saattavat tarjota kaloille mahdollisuuden toteuttaa luonnollista käyttäytymistään, vähentää stressiä ja parantaa kalojen stressinsietokykyä (Näslund & Johnsson 2016). Virikkeellisessä ympäristössä kasvatetuilla kaloilla on havaittu olevan paremmin kehittyneet aivot, parempi selviytyminen stressitekijöistä sekä parempi syöntikyky verrattuna yksinkertaistetuissa ympäristöissä kasvatettuihin kaloihin (Batzina ym. 2014, Braithwaite & Salvanes 2005). Virikkeiden käyttö voi myös parantaa kalojen terveyttä ja vähentää taudeista johtuvaa kuolleisuutta (Pounder ym. 2016). Sekä sisä- että ulkotiiloissa tapahtuvan virikekasvatuksen on todettu vähentävän lohikalojen eväaurioita ja

herkkyyttä loistaudeille, mikä vähentää kalataudeista aiheutuvia tappioita kasvatuksen aikana (Arechavala-Lopez ym. 2021, Korhonen ym. 2014, Räihä ym. 2019).

Kirjolohen kasvatuksessa kiinteät kivet ja muovikasvit ovat osoittautuneet hyödyllisiksi lisäämällä tutkimiskäyttäytymistä (Lee ym. 2008). Lisäksi tutkimukset muilla kalalajeilla, kuten kul-taotsa-ahvenella (*Sparus aurata*), ovat osoittaneet, että virikkeet voivat lisätä oppimis- ja suunnistuskykyyn liittyviä aivotoimintoja, kuten dopamiinin ja serotoniinin aktiivisuutta sekä antioksidatiivista suojaa, mikä viittaa parantuneeseen hyvinvointiin (Arechavala-Lopez ym. 2020). Virikkeellinen ympäristö voi nopeuttaa kirjolohen toipumista stressistä, kuten käsitte-lystä tai ilman saannin rajoittamisesta. Kivuliaisiin toimenpiteisiin liittyvä stressi ei kuitenkaan välttämättä vähene virikkeiden avulla, mikä osoittaa, että virikkeiden vaikutukset ovat tilan-teesta riippuvaisia (Näslund & Johnsson 2016).

Virikkeellistämällä on osoitettu positiivisia vaikutuksia kalaterveyteen, kognitioon, luonnolli-seen käyttäytymiseen, stressin sietoon ja hyvinvointiin (F.A. Huntingford ym. 2006, Näslund & Johnsson 2016), joista kaikki ovat asioita, jotka hyödyttävät kasvattajaa myös tuotannollisista näkökulmista. Rakenteiden lisääminen ei kuitenkaan ole ratkaisu kaikkiin kasvatuksen hyvin-vointihaasteisiin (Näslund & Johnsson 2016) ja eri virikkeellistämistapojen teho tulee spesifi-sesti testata kullekin lajille ja tuotantoympäristölle erikseen.

9.2.5. Petojen vaikutus

Pedot, kuten hylkeet, haikarat, merimetsot ja saukot aiheuttavat läsnäolollaan ongelmia kalo- jen hyvinvoinnille. Tämä näkyy muutoksina käyttäytymisessä ja fysiologiassa. Kalat reagoivat petoihin usein piiloutumalla ja vähentämällä liikkumista välttääkseen saaliiksi joutumista. Tämä rajoittaa ravinnon saamista hidastaen kasvua. (Conte 2004, Pemberton ym. 1991). Tois- tuvissa tilanteissa häiriö johtaa levottomuuteen ja stressikäyttäytymiseen, joka heikentää ka- lojen kykyä toimia normaalisti (Chandroo ym. 2004). Fysiologisella tasolla petojen aiheuttama stressi nostaa kalojen kortisolitasoja, mikä vaikuttaa haitallisesti immuunijärjestelmään ja ylei- seen terveyteen, altistaen ne sairauksille ja lisääntyneelle kuolleisuudelle (Chandroo ym. 2004, Pemberton ym. 1991). Lisäksi stressi pakottaa kalat ohjaamaan energiaa pois kasvusta ja li- sääntymisestä selviytymiseen, mikä heikentää niiden pitkän aikavälin elinvoimaisuutta (Chan- droo ym. 2004, Nash ym. 2000).

On havaittu, että esimerkiksi merimetsojen metsästäessä kollektiivisesti karppikaloja, voi kalo- jen käyttäytyminen muuttua oleellisesti. Saalistuksen kohteeksi joutuneet kalaparvet hakeutu- vat piiloon ja kerääntyvät tiiviisti rantavyöhykkeille. Tämän seurauksena ravinnonsaanti häi- riintyy ja energiavarastot ehtyvät. Mikäli kalat ovat jo valmiiksi heikommassa kunnossa, ai- heuttaa stressi ja ravinnonpuute alentunutta vastustuskykyä altistaen ne sairauksille ja loistar- tunnoille. (Kortan & Adámek 2011). Toistuvat petojen hyökkäykset voivat aiheuttaa fyysisiä vammoja, jotka eivät paitsi heikennä kalojen markkina-arvoa, myös lisäävät kalojen kokemaa kärsimystä. Petojen aiheuttamien haittojen hallitsemiseksi on tärkeää hyödyntää tehokkaita suojoitavia, kuten oikein käytettyjä suojaverkkoja, jotka estävät petojen pääsyn kalojen lähei- syyteen, ja suunnitella laitokset alusta alkaen petoaltistuksen minimoimiseksi. (Nash ym. 2000; Pemberton ym. 1991).

Suomessa merimetsan ja harmaahaikaran vaikutukset kasvatettujen kalojen hyvinvointiin voi- vat olla huomattavia tietyillä alueilla, vaikkakaan vaikutukset eivät jakaudu tasaisesti kaikille kalankasvatustiluksille. Luonnonvarakeskuksen tutkimusten mukaan harmaahaikara

aiheuttaa enemmän suoria vahinkoja kalanviljelylaitoksilla kuin merimetso. Merimetsojen aiheuttamat vahingot kohdistuvat erityisesti suojaverkottomiin tai heikosti suojattuihin vesiviljelylaitoihin, joissa ne voivat aiheuttaa merkittävää kalan menetystä. Harmaahaikarat puolestaan hyödyntävät jopa suojaverkkoja, istuen niiden päällä ja nokkien kaloja verkon läpi. Tämä johtaa vahingoittuneiden kalojen määrän kasvuun ja kalan hyvinvoinnin heikkenemiseen. Stressi ja vahingot, joita linnut aiheuttavat kaloille, voivat heikentää niiden kasvua ja lisätä alttiutta sairauksille. Vaikka vaikutukset vaihtelevat alueellisesti ja laitoksittain, tutkimuksessa havaittiin, että yksittäisillä laitoksilla lintujen aiheuttamat tappiot voivat nousta merkittäviksi ja jopa kymmeneen tuhansiin euroihin vuodessa. (Westerbom ym. 2024).

Hylkeiden aiheuttamia vahinkoja pyritään vähentämään merialueen verkkoallaskasvatuksessa erilaisilla karkottimilla, joita voidaan käyttää lähes ympäri vuoden. Karkottimia on testattu viime vuosina laajasti, mutta niiden tehokkuudesta ja optimaalisesta asetelusta on vain vähän systemaattista tietoa ja kehitystyö on kesken. Uusimmista innovaatioista karkotin aktivoituu, kun kalojen liikehdintä verkkoaltaassa on poikkeuksellista ja viittaa hylkeen läsnäoloon. Vesiviljelyn lisäksi tällaisen teknologian soveltaminen kuitenkin rannikolla tapahtuvaan ammattikalastukseen, kuten rysäpyyntiin, on edelleen haastavaa. (Suuronen ym. 2024).

9.3. Rehu ja ruokinta

Kirjolohen ravitsemukselliset tarpeet tunnetaan varsin hyvin (Kamalam ym. 2020). Kalanrehujen kehityksellä on pitkä juuret myös kotimaassa ja rehuja on kehitetty olosuhteisiimme rinnan kasvatettavien kalojen geneettisten ominaisuuksien kanssa (Kause ym. 2006). Uusien rehuaeineiden (mm. hyönteisjauho, yksisoluproteiinit, levätuotteet) tuominen markkinoille edellyttää ravintoaineiden koostumuksen tuntemisen lisäksi tietoa niiden maittavuudesta, sulavuudesta ja mahdollisista haitallisista aineosista. Kasvipäriset raaka-aineet voivat altistaa kaloja suolistotulehduksille niiden sisältämien ravitsemuksellisten haitta-aineiden vaikutuksesta. Kalankasvatuksessa ravitsemustarpeiden tyydyttäminen on keskiössä, mutta kalalla on myös mieltymyksiä, jonka perusteella se valitsee tai hylkää annettua rehua (Roy ym. 2021).

Kalan hyvä kunto ja ravitsemustaso auttavat kalaa sopeutumaan ja palautumaan stressaavista tilanteista. Kalojen hyvinvointia tukevat ravitsemustarpeet todellisissa tuotanto-olosuhteissa voivatkin poiketa eri ravintoaineille määritetyistä minimitarpeista. Ravitsemustutkimus tähtääkin tällä hetkellä ratkaisuihin, joilla ravitsemus tukisi hyvinvointia ja parantaisi kalojen vastustuskykyä kalatauteja vastaan eri tuotantomuodoissa. Tällöin pelkkä kasvun mittaaminen ei anna riittävää kokonaiskuvaa ravitsemuksen hyvinvointivaikutuksista.

Kalojen terveyttä ja hyvinvointia voidaan ylläpitää ja parantaa rehun tasapainoisen ravintoainekoostumuksen lisäksi erilaisilla immunostimulanteilla, probiooteilla ja prebiooteilla. Oikeanlaisella ravinnolla voidaan tukea vastustuskykyä eri taudinaiheuttajia kuten bakteereja, viruksia ja loisia vastaan. Esimerkiksi Gesto ym. (2021) totesivat kirjolohen poikasten flavobakterialistuskokeessaan, että ravinnon korkeampi rasvahappojen pitoisuus suojasi poikasia taudin aiheuttamalta kuolleisuudelta, vaikka optimaalisissa kasvatusolosuhteissa esimerkiksi pitkäketjuisten EPA- ja DHA-rasvahappojen hyvinkin matalat pitoisuudet rehussa täyttävät kirjolohen perustarpeet (Gesto ym. 2021). Myös rehun lisäaineilla voidaan tehostaa kalojen immuunivastetta. Beta-glukaanit toimivat immunostimulantteina (Verlhac ym. 1998) ja erilaiset orgaaniset hapot ja kasvipäriset yhdisteet antimikrobisina yhdisteinä (Menanteau-Ledouble ym. 2017). Hyvä suolistoterveys on yksi hyvän kalaterveyden perustoista. Prebiootteja käytetään rehuissa parantamaan hyvien suolistomikrobien toimintaa ja suolen terveyttä

(Dimitroglou ym. 2009). Myös probiootteja, kuten maitohappobakteeri, käytetään, mutta elävien komponenttien lisääminen rehuun edellyttää erityistä teknologiaa.

Kaavaillut lainsäädännölliset tiukennukset rehun sisältämien mineraalien maksimipitoisuuksille edellyttävät lisätutkimusta ja huolellista formulointia kalojen hyvinvoinnin ja hyvän vastustuskyvyn turvaamiseksi.

Väärä ruokintasuhde voi johtaa joko aliravitsemukseen tai ylipainoon. Aliravitsemuksen seurauksena kalojen yleiskunto heikkenee ja ne sairastuvat helpommin. Kriittisin vaihe on kalanpoikasten syömäänoppimis- ja pienpoikasvaiheessa. Ruuan raekoon ja ruokinnan ajoituksen täytyy olla oikea ja veden virtauksen sellainen, että ruoka saavuttaa poikaset. Ylipaino voi taas johtaa hapenpuutteeseen varsinkin helteillä ja myös liialliseen rasvoittumiseen (ks. rasvat). Lämpötilan nousu kiihdyttää kalan aineenvaihduntaa ja siten sekä hapen että energian kulutusta. Ruokintaa rajoittamalla voidaan vähentää olosuhteiden aiheuttamaa stressiä korkeissa lämpötiloissa, mutta myös silloin, kun kaloja joudutaan käsittelemään tuotantoyksiköiden eri vaiheissa.

Lyhytaikainen paastotus ennen teurastusta 58 päiväasteeseen saakka, ei nostanut kirjolohella veren fysiologisia stressi-indikaattoreita (López-Luna ym. 2013). Leukosyyttien lukumäärä sen sijaan oli laskussa, mikä vastaa pidempiaikaisessa paastotuksessa havaittua immuunivasteen heikentymistä. Vatsan ja suoliston tyhjentymiseen tarvittava paastotus ei vaikuta stressitekijältä luonnossa pitkiinkin paastoihin sopeutuneella kirjolohella, vaan on tarpeellinen hyvien teurastusta edeltävien olosuhteiden takaamiseksi.

Perusaineenvaihdunnalle, aivojen asetyylikoliiniesteraasiaktiivisuuden perusteella, paastotuksella ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta edes 2000 päiväasteen paastotuksen jälkeen (Bermejo-Poza ym. 2019). Heikot olosuhteet tai terveys ilmenee tyypillisesti ruokahalun heikkenemisenä. Paasto onkin useammin stressin oire kuin stressin aiheuttaja (Hvas ym. 2024).

Ruokinnan seuranta voi toimia indikaattorina kalojen hyvinvoinnin arvioinnissa. Kalojen ruokahaluun ja ruokintakäyttäytymiseen liittyvä monitorointi voi tarjota kustannustehokkaan ja käyttökelpoisen tavan arvioida kalojen hyvinvointia laitoksilla (Kleiber ym. 2024). Reaktiot ihmisen läsnäoloon ja ruokaa ennakoiva käyttäytyminen sekä uintiaktiivisuus ja parveutuminen korreloivat kalan aiemmin kokeman stressin kanssa. Stressiä kokeneiden kalojen uintiaktiivisuus ja reagoivuus heikkeni, kun taas parveutuminen lisääntyi. Näitä on esitetty potentiaalisiksi myös yrityksissä mitattaviksi indikaattoreiksi arvioida kalojen hyvinvointia kasvatuksessa (Colson ym. 2019).

9.4. Kalojen käsittely

Kalojen käsittely, kuten siirrot, kuljetus tai sumputus ovat stressitekijöitä, jotka voivat heikentää kalojen hyvinvointia. Stressi näissä prosesseissa johtuu usein fyysisistä ja kemiallisista vaatimuksista, joita kalat tarvitsevat elinympäristössään. Näiden vaatimusten laiminlyönti voi nopeasti vaarantaa kalojen terveyden ja selviytymisen (Conte 2004). Elävänä kuljetus tai kalojen väliaikainen sumputus voivat aiheuttaa stressireaktioita, jotka johtavat heikentyneeseen hyvinvointiin ja jopa ääriolosuhteissa kuolleisuuteen (Shabani ym. 2016).

Käsittelyprosessit, kuten kalojen nuottaaminen, haaviminen, lajittelu tai pumppaaminen lisäävät kalojen stressiä, koska ne häiritsevät kalojen luonnollista käyttäytymistä ja altistavat voimakkaalle fyysiselle kuormitukselle. Ennen käsittelyä kalat pidetään ilman ruokintaa, mikä

auttaa vähentämään ulosteiden aiheuttamaa veden laadun heikkenemistä kuljetuksen aikana. RSPCA:n hyvinvointistandardissa kirjolohelle on määritetty maksimissaan 54 päiväasteen paasto. Stressin minimoimiseksi vesiolosuhteita, kuten happipitoisuutta tulee seurata ja säätää. (Brijs ym. 2018). Alhaiset happitasot ovat erityisen kriittinen tekijä, sillä ne voivat nopeasti johtaa hapenpuutteeseen, joka ilmenee kidusten nopeana liikkeenä, pinnalla haukkovana hengityksenä ja ruokahaluttomuutena. Myös hapen ylikyllästyminen voi heikentää kalojen hyvinvointia, ja tätä voi tapahtua suoran hapenlisäyksen aikana. Ylikyllästyminen johtaa hiilidioksidin kertymiseen vereen, oksidatiiviseen stressiin ja energiavarojen kulumiseen. Lisäksi happikuplat voivat vaurioittaa kalojen ihoa, mikä korostaa tasapainoisen happipitoisuuden tärkeyttä kaikissa käsittelyvaiheissa. (EU Platform on Animal Welfare Own-Initiative Group on Fish, 2020).

Kalojen stressireaktiot näkyvät ensisijaisina fysiologisina vasteina, kuten kortikosteroidien ja katekolamiinien vapautumisena, sekä toissijaisina vasteina, kuten lisääntyneenä hengitystihyeytenä ja energiavarastojen mobilisointina. Pitkittynyt stressi johtaa kuitenkin usein kolmannen asteen stressivasteisiin, kuten heikentyneeseen ruokahaluun, kasvuun, immuunipuolustukseen ja käyttäytymiseen (Ashley 2007, Barton & Iwama 1991). Esimerkiksi toistuva stressi useissa peräkkäisissä kasvatusvaiheissa, kuten sumputuksessa ja kuljetuksessa, aiheuttaa kumulatiivisia ja pitkäkestoisia vaikutuksia korostaen stressinhallinnan merkitystä kalojen hyvinvoinnissa (Brijs ym. 2018).

9.5. Tainnutus ja teurastus

Kalat ovat tainnutettava ennen lopetusta siten, että tajunnan menetys on välitön ja peruuttamaton, mikä vähentää kalojen kärsimystä ja parantaa lopputuotteen laatua. Kirjoloilla käytetyistä menetelmistä sähkötainnutus on yleistynyt Suomessa. Menetelmä mahdollistaa nopean tajunnan menetyksen. Käyttöön kuitenkin tarvittaisiin tarkempaa standardointia ja validointia liittyen laitteistojen ja parametrien, kuten jännitteen, virran ja altistuksen keston säätämiseen (Hjelmstedt 2022, Saraiva ym. 2024). Toinen tehokas menetelmä lohikaloille on iskutainnutus, joka poistaa visuaaliset ärsykevasteet (VER) kaikilta yksilöiltä välittömästi ja pysyvästi, mikä tekee siitä erittäin luotettavan vaihtoehdon kalojen hyvinvoinnin varmistamiseksi (Brijs ym. 2025).

Hiilidioksiditainnutusta käytetään edelleen pienimuotoisesti erityisesti silloin, kun kustannustehokkaiden tainnutusjärjestelmien investoinnit ovat pienille yrityksille liian suuria (Virtanen 2020). Hiilidioksidin käyttö heikentää kuitenkin merkittävästi kalojen hyvinvointia ja elintarvikelaatua. Se aiheuttaa korkeaa stressiä ja vaikuttaa haitallisesti aivotoimintaan, minkä vuoksi sen käyttöä tulisi vähentää kehittämällä kustannustehokkaita ja siirrettäviä tainnutusjärjestelmiä (Laakso 2006, Saraiva ym. 2024). Hiilidioksidin ja muiden stressiä lisäävien menetelmien, kuten nopean jäähdätyksen ilman tainnutusta, on todettu olevan erityisen haitallisia, sillä ne johtavat korkeaan kärsimystasoon ja heikentyneeseen fileen laatuun (Saraiva ym. 2024).

Tainnutusmenetelmien valinta vaikuttaa suoraan kalojen hyvinvointiin ja lopputuotteen laatuun. Stressittömästi käsitellyt kalat tuottavat laadukkaampia fileitä, mikä korostaa humanien tainnutuskäytäntöjen merkitystä (AWSI 2024). Sähkö- ja iskutainnutuksen yhdistelmä on suositeltava, sillä se minimoi stressin ja varmistaa kalojen hyvinvoinnin (Brijs ym. 2025). Innovatiiviset hankkeet, kuten SLU:n FishBox-projekti, pyrkivät kehittämään siirrettäviä tainnutus- ja validointiratkaisuja yhteistyössä johtavien laitevalmistajien, kuten Ace Aquatec, Baader, Optimar, Bock Industries ja Shinkei, kanssa. Näiden toimijoiden teknologiset ratkaisut voivat

tarjota uusia keinoja teurastusprosessien kehittämiseksi. Nopea ja tehokas tainnutus, yhdistettynä välittömään verestykseen, hyödyttää kaikkia osapuolia – se edistää kalojen hyvinvointia, kasvatuksen taloudellista kannattavuutta ja kuluttajien saaman lopputuotteen laatua (Saraiva ym. 2024, Virtanen 2020).

9.6. Valintajalostus kalojen hyvinvointitekijänä

Kotimainen kirjolohen valintajalostusohjelma, yksi maailman pitkäikäisimmistä, on vuodesta 1989 lähtien keskittynyt tavoitteellisesti parantamaan kalojen ominaisuuksia, kuten kasvunopeutta, mutta nykyään yhä enemmän kalaterveyttä ja resurssitehokkuutta (Mehtiö ym. 2023). Jalostusmenetelmiin kuuluu suora valinta tiettyihin ominaisuuksiin, kuten kasvuun, sekä epäsuora valinta geneettisesti kytkeytyneisiin ominaisuuksiin, kuten rehutehokkuuteen (Kause ym. 2022). Jalostustavoite on siirtynyt kasvunopeuden valinnasta huomioimaan yhä enemmän kalaterveyttä ja resurssitehokkuutta. Vastustuskyky kalataudeille on osin geneettisesti periytyvää, joten sitä voidaan valintajalostuksella ja genomisella valinnalla parantaa. Noin 33 % kasvatetun siian elossa säilyvyydestä vesihometta vastaan ja 32–43 % kirjolohen säilyvyydestä *F. columnarea* vastaan selittyvät perintötekijöillä (Calboli ym. 2022, 2023, Fraslin ym. 2018, 2022).

Valintajalostuksella voidaan parantaa myös kalojen sopeutumista uusiin ympäristöihin, kuten kiertovesiviljelyyn, jossa kalojen kasvatusolosuhteet ja parannettavat ominaisuudet poikkeavat perinteisestä tuotannosta (Mehtiö ym. 2023). Kirjolohen kasvun ja säilyvyyden periytyvyysasteen on todettu olevan kroonisessa lämpöstressissä kohtalainen, mikä mahdollistaa näiden ominaisuuksien parantamisen jalostuksen keinoin. Samalla on kuitenkin huomioitava kasvuun ja yleiseen terveyteen liittyvien ominaisuuksien väliset geneettiset yhteydet niin, ettei yhtä ominaisuutta kehitettäessä toista huomaamatta heikennetä. (Gallardo-Hidalgo ym. 2021).

Resurssitehokkuuden näkökulmasta valintajalostus on vähentänyt kirjolohen ruokintatarvetta ja sitä kautta myös ympäristökuormitusta merkittävästi. Vuodesta 1980 kirjolohen farmitason rehun muuntokerroin on parantunut 53,4 % ja ravinnepäästöt ovat vähentyneet yli 70 %. Jalostusohjelmassa kasvuominaisuuksien valinnan myötä rehutehokkuus on parantunut 1,74 % per sukupolvi, mikä vastaa 11,6 % kumulatiivista parannusta kahdeksan sukupolven aikana (Kause ym. 2022). Myös kirjolohen fileen saantoprosenttia voidaan parantaa epäsuorasti valintajalostuksen avulla. Esimerkiksi sisäelinten painon väheneminen korreloi positiivisesti fileen painon kanssa. (Kause ym. 2007).

Kirjolohilla on havaittu yleisesti selkärangan epämuodostumia, jotka kehittyvät kasvun aikana ja laajenevat selkärangan eri alueille. Vaikka vakavimmat epämuodostumat on havaittu ilmevänsä vatsaontelon alueella ulottuvassa selkärangassa, yleisimmin epämuodostumat liittyvät pyrstöevän tukirakenteiden rappeutumiseen. Epämuodostumat korreloivat negatiivisesti kirjolohien kasvun ja hyvinvoinnin kanssa. (Fjellidal ym. 2025).

9.7. Uudet teknologiat ja sensorit hyvinvoinnin ja terveyden monitorointiin

Uusien teknologioiden ja sensoreiden kehitys tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia kalojen hyvinvoinnin ja terveyden tarkkaan monitorointiin. Tämä on keskiössä esimerkiksi EU-rahoitteisissa IGNITION- ja CURE4AQUA-hankkeissa, joissa yhdistetään perinteisiä biomarkkereita, kuten kortisolia, käyttäytymiseen perustuvia havaintoja sekä laajoja geneettisiä ja molekyyliaineistoja tekoälyn avulla (Ignition 2024, Mladineo 2024). Hankkeiden tavoitteena on löytää uusia biomarkkereita, jotka kuvaavat kalojen hyvinvointia erityisesti stressaavissa olosuhteissa, ja kehittää näistä non-invasiivisia sensoreita. Näihin kuuluvat esimerkiksi kalan pinnalle kiinnitettävät tai veteen asennettavat anturit, jotka mahdollistavat reaaliaikaisen ja jatkuvan seurannan ilman fyysistä interventiota. Edellä mainituissa projekteissa ei ole kotimaisia kumppaneita, mutta tutkimuskohteena on myös meille tärkeä kirjolohi. Molemmat projektit ovat alkaneet 2022 ja päättyvät vuosina 2026–2027.

Yksi lupaava innovaatio on elektrokemialliseen tunnistukseen perustuva laastari, joka mittaa kortisolia kalan pinnalta tai vedestä jopa kuukauden ajan (Sensor Globe 2024). Tällaiset sensorit voivat havaita hyvinvoinnin heikkenemisen ajoissa, jolloin ennaltaehkäisevät toimenpiteet voidaan aloittaa. Lisäksi bio-loggereiden käyttö mahdollistaa kalojen stressitason reaaliaikaisen tarkkailun, kuten sykkeen, kehon lämpötilan ja päivärytmin mittaamisen, mikä auttaa arvioimaan hyvinvointia esimerkiksi kuljetuksen ja keräämisen aikana (Brijs ym. 2018). Bio-logging-teknologia tarjoaa tarkkoja yksilötason mittauksia, kuten liikkeen ja nopeuden seurannan, mutta niiden asentaminen voi aiheuttaa stressiä kaloille (Yang ym. 2021).

Bio-loggereiden lisäksi muiden teknologioiden, kuten konenäön- ja oppimisen kehitys tarjoaa uusia mahdollisuuksia kalojen hyvinvoinnin tarkempaan seurantaan ja analysointiin. Kone näkö mahdollistaa kalojen käyttäytymisen havainnoinnin ei-invasiivisesti sekä yksittäisistä kaloista että parvista, mutta se edellyttää korkeaa laskentatehoa ja ainakin vedenalaista kuvaa käyttäen kirkasta vettä (An ym. 2021). Kaikuluotaus voi olla tässä kontekstissa arvokas teknologia, sillä se kykenee toimimaan luotettavasti myös sameassa vedessä (Darodes De Tailly ym. 2021) mahdollistaen kalojen liikkeiden seurannan.

Eri teknologioiden yhdistäminen syväoppimisen ja kontrastioppimisen kaltaisiin tekoälymallien sovelluksiin tarjoaa tulevaisuudessa entistä kattavampia työkaluja kalojen hyvinvoinnin analysointiin. Monilähteiset sensorifuusiot, jotka yhdistävät biologisia, käyttäytymiseen liittyviä ja ympäristöindeksejä, voidaan valjastaa tuottamaan kokonaisvaltaista tietoa kalojen terveydestä ja hyvinvoinnista (An ym. 2021). EU:n Eläinten terveyden ja hyvinvoinnin tutkimus- ja innovaatiostrategia tukee näiden teknologioiden kehittämistä ja edistää niiden merkitystä kestävämmän kalankasvatuksen tulevaisuudessa (SCAR AHW 2023). Osana strategiaa tutkimusrahoitushaku avattiin kesällä 2024, ja marraskuussa 2024 valittiin hankkeet, jotka etenevät kakkosvaiheeseen. Lopulliset päätökset rahoitettavista hankkeista ovat odotettavissa kesällä 2025.

10. Kalankasvatuksen toimijoiden ja valvovien viranomaisten näkökulmat hyvinvointiin

Suomessa toteutettiin 2023 kasvatetun kalan hyvinvoinnista kaksi kyselytutkimusta. Yksi kalankasvatuksen toimijoille (Kalankasvattajaliiton rekisterin kautta) ja toinen kalankasvatustilojen valvontaa tekeville eläinlääkäreille. Kyselyn tarkoitus oli kartoittaa, miten kasvatetun kalan hyvinvointia tarkkaillaan tällä hetkellä ja miten toimijat sekä laitosvalvontaa tekevät eläinlääkärit kokevat seurannan onnistumisen. Vastauksissa tunnistettiin yhteisiä tieto- ja kehitystarpeita (liite 2).

10.1. Toimijoiden näkökulmat – Webropol-kyselyn yhteenveto

Kyselyiden tulosten perusteella toimiala tarvitsee viranomaisten ja tutkijoiden tukea eläinten hyvinvoinnin parantamiseksi tuotannon eri osa-alueilla. Keskeiseksi teemaksi nousi kalaterveys, joka muodostaa perustan hyvinvoinnin kehittämiseksi. Hyvinvoivan kalan vastustuskyky on vahva, ja siten kalaterveyden edistäminen lähtökohtaisesti tukee kalojen hyvinvointia. Kii-reellisinä kehittämiskohteina mainittiin vesihomeongelman ratkaiseminen, tauti- ja loisdiag-nostiikan kehittäminen sekä tautien hoito. Lisäksi merkityksellisiä teemoja olivat kierto-vesikasvatuksen hyvinvointikysymykset, kalojen lämpötilan siedon parantaminen sekä kylmissä että lämpimissä olosuhteissa, hylkeiden torjunta ja automatisoitujen seurantatyökalujen ke-hittäminen.

Toimialalla on selkeä käsitys siitä, millä tuotannon osa-alueilla tutkimus voi olla hyödyksi hy-vinvoinnin edistämiseksi. Koulutuksen ja toiminnan kehittämiseksi tarvitaan erityisosaamista, tutkimusinfrastruktuuria sekä tietojen jatkojalostamista ja jakamista. Hyvinvoinnin seurannan indikaattoreiden valinta ja käyttöönotto edellyttävät tiivistä yhteistyötä toimijoiden, valvovien viranomaisten ja tutkimuksen välillä. Nykytilanteessa kalojen ja tuotannon seuranta laitoksilla on monipuolista, mikä luo vahvan perustan uusien, tehokkaiden seurantakeinojen kehittämi-selle. Jos näiden uusien menetelmien toimivuus osoitetaan, ne otettaneen nopeasti ja laajasti käyttöön. Monissa nykyisissä seurantamenetelmissä luotetaan silmämääräisiin arvioihin, joita voitaisiin tehostaa automatisoinnilla. Kuitenkin teknologian kehitys tai sen käyttö ei saa syr-jäyttää henkilöstön suorittamaa kalojen jatkuvaa seuranta- ja kasvatustyötä.

Automatisoitu datan jatkojalostaminen ja datafuusio voivat merkittävästi parantaa ennusta-mista sekä nopeuttaa korjaavien toimenpiteiden määrittämistä ja toteuttamista. Kehittämis-toimet voidaan suunnata hyvinvointia vaarantavien tekijöiden osalta kolmeen suuntaan:

- a) tekijöiden poistamiseen, mikä edellyttää luotettavia todentamis-, seuranta- ja pois-tomenetelmiä (esimerkiksi vesihome, loiset, bakteerit ja teknologiset ratkaisut),
- b) sopeutumiseen ja siedon parantamiseen, kuten haittaeläinten karkottamiseen, tau-tien vastustuskykyyn, rokotekehitykseen ja kalan kunnon ylläpitoon eri lämpötiloissa, tai
- c) näiden lähestymistapojen yhdistämiseen.

10.2. Valvovien viranomaisten näkökulmat – Webropol-kyselyn yhteenveto

Kalakasvatustiluksilla valvontaa tekevät eläinlääkärit kokevat, ettei heillä ole riittäviä työkaluja tai osaamista kasvatetun kalan hyvinvoinnin luotettavaan arvioimiseen, kuten miten tunnistaa varhaisia merkkejä hyvinvoinnin heikkenemisestä. Laitosvalvontakäyntien aikana hyvinvoinnin kannalta katsotaan pääasiassa kuolleisuutta, kalatauteja ja lääkkeiden käyttöä, jotka edustavat myöhäisiä merkkejä heikentyneestä hyvinvoinnista. Hyvinvoinnin arviointi kalakasvatustiluksilla koetaan haasteelliseksi erityisesti yksityiskohtaisten ohjeiden ja viitearvojen puuttumisen vuoksi. Eläinlääkärit ovat yksimielisiä siitä, että he tarvitsevat kohdennettua koulutusta kalan hyvinvoinnista ja sen valvomisesta sekä perehdytystä toimiviin hyvinvoinnista kertoviin indikaattoreihin.

Kyselyn vastauksista nousi myös vahvasti esille eläinlääkäreiden motivaatio perehtyä kasvatetun kalan hyvinvointiin ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Vastausten perusteella voidaan todeta valvontaa tekevien eläinlääkäreiden kiinnostavan huomiota laajemmin eri hyvinvointi-indikaattoreihin, mutta näitä havaintoja ei kirjata talteen eikä hyödynnetä hyvinvoinnin tilan kokonaisvaltaisessa arvioinnissa.

Kyselyn vastausten perusteella eläinlääkärit kokevat myös, että näkemys hyvinvoinnista ja sen arviointi ei ole yhdenmukaista toimijoiden ja eläinlääkäreiden välillä. Eläinlääkärit näkevät toimijoiden keskittyvän tuotantoon vaikuttaviin tekijöihin, kun taas he itse tarkastelevat hyvinvointia nimenomaan hyvinvointitarpeiden täyttymisen näkökulmasta. Eläinlääkärit korostivat toimijoiden asenteen muutoksen tärkeyttä, jos kalojen hyvinvointia halutaan aidosti parantaa.

10.3. Webropol-kyselyjen johtopäätökset

Kyselyn tulokset osoittivat, että laitosvalvontakäynneillä seurataan pääasiassa myöhäisen vaiheen hyvinvoinnin indikaattoreita, kuten kuolleisuutta, kalatauteja ja lääkkeiden käyttöä. Sen sijaan varhaisia merkkejä hyvinvoinnin heikkenemisestä ei osata arvioida tai niitä tarkastellaan vain vähäisessä määrin. Yksi keskeinen ongelma on, että valvontakäyntejä ohjaa vahvasti lainsäädännön vaatimusten mukaisten valvontalomakkeiden sisältö, joka rajoittaa valvonnan kattavuutta. Lisäksi eläinlääkäreiltä puuttuu koulutus kasvatetun kalan hyvinvoinnin arviointiin, mikä vaikeuttaa heidän kykyään tehdä kokonaisvaltaisia hyvinvointiarviointeja.

Kyselyn tulokset osoittavat, että toimijoiden ja eläinlääkäreiden välillä on eroja siinä, miten kalojen hyvinvointia arvioidaan. Toimijat painottavat tuotantoon vaikuttavia tekijöitä, kun taas eläinlääkärit keskittyvät eläinten hyvinvointitarpeiden toteutumiseen tai niiden puutteisiin. Eläinlääkäreillä on selkeä ymmärrys nykyisen hyvinvointitason tilasta, siihen liittyvistä haasteista ja kehittämiskohteista, ja heillä on vahva halu kehittää asiantuntemustaan kalojen hyvinvoinnin arvioinnissa. Tulokset tarjoavat kuitenkin hyvän lähtökohdan suunnitella koulutuksia, jotka tukevat ja parantavat kalaviljelylaitosten valvonnassa työskentelevien eläinlääkäreiden osaamista hyvinvoinnin arvioinnissa.

11. Kriittiset hyvinvointiin liittyvät tekijät kotimaisessa kaupallisessa kalastuksessa

Hyvinvointia kalastuksessa on tutkittu suhteellisen vähän kenties siksi, että ihmisen vaikutus ulottuu vain kalan elämän viimeiseen vaiheeseen, ja koska ilmeisiä keinoja hyvinvoinnin parantamiseksi on niukalti. Myös lainsäädännölliset vaateet kalastetun kalan hyvinvoinnille on kirjattu vain hyvin yleisellä tasolla. On kuitenkin hyvä muistaa, että eläinten hyvinvoinnin huomioiminen on tarpeen myös kalastuksessa aivan kuten kaikissa eläimiä koskevissa tuotantomuodoissa.

Kalastuselinkeino tarvitsee tutkimukseen perustuvia käytännön ratkaisuja, jotka parantavat kalojen hyvinvointia kalastuksen aikana ja ovat sekä eettisiä että taloudellisesti toteuttamiskelpoisia. Kannustimina voivat toimia parantunut kalastuksen kestävyys, lopputuotteiden laadun koheneminen sekä siitä seuraava arvon nousu ja parempi kannattavuus. (Breen ym. 2020). Kehittämistoimien näkyminen lopputuotteen arvossa on kuitenkin aina epävarmaa, ja vaihtoehdot nykyisille kalastusmenetelmille ovat vähissä. Tästä huolimatta, jo hyväksyttävyyden kannalta, pieniinkin kehitysaskeliin kalojen tarpeettoman stressin, vahingoittumisen ja kuolleisuuden ehkäisemiseksi tulee pyrkiä. Tavoitteen toteutuminen voi kulkea käsikädessä vaikkapa työtä keventävien käytäntöjen, elintarvikekelpoisen tuotteen määrän kasvun tai pienentyvien energiakustannusten kanssa.

Kalastuksen hyvinvointihaasteet liittyvät kalastustapahtumaan ja kalojen lopetukseen (Kuva 14). Eri kalastusmenetelmät poikkeavat suuresti toisistaan, joten tarkasteltavaan kuhunkin kalastusmenetelmään liittyvät stressiä ja vahingoittumista aiheuttavat tekijät on ensin tunnistettava. Kalat voivat altistua kalastuksessa rankalle rasitukselle, saalistukselle, vahingoittumiselle, lämpö- tai paineshokille, hapen puutteelle ja tukehtumiselle. Näille tapahtumille altistuvat tarpeettomasti myös vapautettavat, sivusaaliiksi jäävät kalat.



Kuva 14. Kalastustapahtuma ja siihen liittyvät stressitekijät kalalle. (Muokattu lähteestä: (Aquatic Life Institute 2024)).

Kun kuhunkin kalastusmenetelmään liittyvät kriittiset hyvinvointitekijät on tunnistettu, voidaan kehittämistoimia suunnata riskiperusteisesti samaan tapaan kuin kasvatetulla kalalla. Eri-tyisesti saaliin käsittelyssä, teurastuksessa ja tuotelaadun parantamisessa voisi oppia olla otettavissa kalankasvatuksen puolelta.

11.1. Saaliskalojen käsittely ja kalan lopettaminen

Kaikessa kalastustoiminnassa on tärkeää minimoida kalojen kärsimys ja vahingoittuminen, mikä edellyttää sopivaa pyyntikalustoa ja mahdollisimman hyvää kalojen käsittelyä. Suuren mittakaavan tainnutusmenetelmiä on niukalti käytössä kalastukseen. Laki kalastuslain muuttamisesta (695/2023) on kuitenkin vuoden 2024 alusta alkaen edellyttänyt kalojen nopeaa ja mahdollisimman kivutonta lopetusta siihen soveltuvalla menetelmällä, tai tainnuttamista, mikäli lopetusmenetelmä ei johda välittömästi kalan kuolemaan. Lopetusvelvollisuus ei koske kuitenkaan kerralla saatavaa suurta saalismäärää. Ennen verestämistä kalat tulee aina tainnuttaa.

Tainnuttamisen ja verestyksen menetelmä vaikuttaa sekä kalan hyvinvointiin että saaliista saatavan tuotteen laatuun. Tainnutusmenetelmän valinnassa korostuu usein yksinkertaisuus ja edullisuus. Yleisin verestystapa on kaula- tai niskavaltimon leikkaaminen, mutta tämä tulee tehdä vasta kalan tainnutuksen jälkeen. Viive tainnuttamisen ja verenlaskun välillä lisää lihaksen verijäämiä ja heikentää laatua. On havaittu myös, että verenlasku puhtaassa vedessä tyhjentää kalan verestä pääosin jo kolmen minuutin sisällä, ja kylmä vesi voi estää veren hyytymistä ja edistää kalan nopeaa jäähdyttämistä. Suositeltua on kontrolloitu teurastusprosessi, joka sisältää tainnuttamisen, verenlaskun ja sisäelinten poiston heti saaliin noston yhteydessä. Tämä parantaa sekä kalan hyvinvointia että saaliin laatua (Tobiassen 2018)

Aiemmat tutkimukset osoittavat, että kalastustapahtuman aikana useat tekijät vaikuttavat saaliskalojen hyvinvointiin ja selviytymiseen. Veldhuizen ym. (2018) laajassa, eri kalastusmuotoja globaalisti käsittelevässä yhteenvedossa havaittiin, että i) saaliskalojen pituus korreloi käänteisesti kuolleisuuden kanssa, ii) pyyntisyvyys ja kalastusponnistuksen kesto ovat yhteydessä kalojen vaurioitumiseen ja kuolleisuuteen, ja iii) suuri lämpötilan vaihtelu, ilma-altistuksen kesto ja suuret kalamäärät pyydyksessä lisäävät kuolleisuutta. Havainnot pätevät hyvin myös suomalaiseen kalastukseen. Näiden tekijöiden hallinta on keskeistä kalastuksen eettisyyden ja tehokkuuden parantamisessa.

Esimerkkejä hyvinvoinnin parantamisesta löytyy muun muassa ulkomailta turskan ja kampelan kalastuksessa. Norjassa on kehitetty toimintatapoja ja aluksia, joissa turskaa ei nosteta vedestä koko kalastustapahtuman aikana, ja alukselle saapuessaan se saa toipua vesialtaissa ennen tainnutusta ja lopetusta rannalla suoritettavassa perkuuprosessissa (Ulstein 2020). Hollannissa kampelan kalastuksessa on puolestaan integroitu sähkötainnutus osaksi kalastusprosessia, mikä parantaa sekä kalojen hyvinvointia että käsittelyn tehokkuutta (Ekofish Group 2024). Nämä esimerkit osoittavat, että kalastustekniikoiden kehittäminen hyvinvointia huomioiviksi on mahdollista ja voi johtaa myös parempaan saaliin laatuun.

Vaikka tämä taustaselvitys ei koske vapaa-ajan kalastusta, koskevat samat kalastuslain vaatimukset myös sitä. Vapaa-ajan kalastuksessa edellytetään, että silloin kun kala otetaan saaliiksi, kala tainnutetaan välittömästi pyynnin jälkeen asianmukaisella tavalla, kuten lujalla iskulla päähän, minkä jälkeen siitä lasketaan veri tai käytetään muuta soveltuvaa lopetusmenetelmää. Pienikokoisen kalan lopettaminen voi onnistua esimerkiksi lujaa lyömällä tai

murtamalla niska käsin, saksilla tai puukolla. Kalan jättäminen tukehtumaan katsotaan tarpeettoman kärsimyksen aiheuttamiseksi ja se on sallittua vain poikkeusolosuhteissa. (Ruokavirasto 2024c).

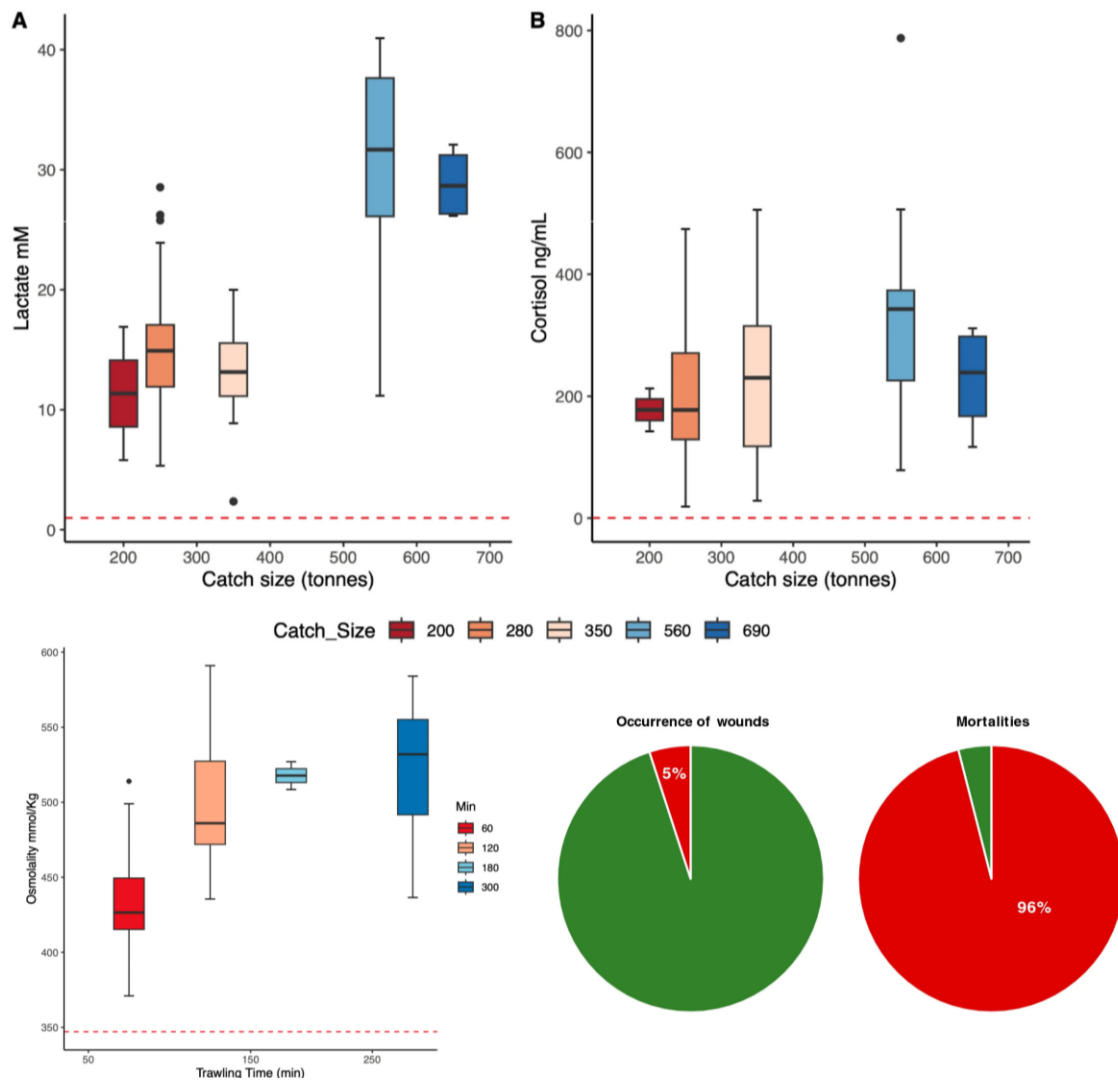
11.1.1. Hyvinvoinnin parantaminen troolikalastuksessa

Kotimaisesta kaupallisesti kalastetusta kalasta suurin osa saadaan troolikalastuksen saaliina, jolloin myös suurimpaan vaikuttavuuteen on mahdollista päästä troolikalastusta kehittämällä (Lappalainen ym. 2023). Kalat altistuvat troolikalastuksessa uupumiselle, tukehtumiselle ja musertumiselle. Somu-, iho- ja evävauriot ovat tyypillisiä, samoin paineen ja puristumisen aiheuttama vahingoittuminen. Useita haittaa vähentäviä ratkaisuja on esitetty, kuten pyyntivälineiden sopivat materiaalivalinnat, kokoa ja lajistoa valikoivat pyyntimenetelmät, lyhyemmät vetoajat, hitaampi pintaan tuonti ja vetonopeus, kalastussyvyys, lämpötila- ja painerojen minimointi, ilma-altistuksen ja sumpustustiheyden minimointi sekä saaliin tainnuttamisen (Taulukko 17).

Taulukko 17. Hyvinvointia vaarantavien riskien tunnistaminen silakan troolikalastuksessa ja niihin liittyvät suositukset ratkaisuksi. Muokattu lähteestä (Waley ym. 2021).

Tekijä	Haitta	Ratkaisu
Kovat osat	Musertuminen ja fyysiset vauriot	Kalaa vahingoittamattomat laitteisto- ja materiaalivalinnat (pehmeä, solmuton)
Troolin perä	Musertuminen, fyysiset vauriot, uupuminen ja hapenpuute	Troolin perän suunnittelu kalaa vahingoittamattomaksi ja saaliskoon rajoittaminen
Vetonopeus	Vahingoittuminen ja pakenevien kalojen uupuminen	Vetonopeuden hidastaminen
Vetoaika	Kalojen uupuminen, vahingoittuminen ja kuolleisuuden nousu sekä pakenevien kalojen uupuminen	Vetoajan lyhentäminen
Saaliskoko	Troolin perän tukkeutuminen, joka edesauttaa edelleen uupumista, musertumista, vahingoittumista ja tukehtumista, nostaa kuolleisuutta sekä pidentää saaliin käsittelyyn kuluva aikaa	Ylisuurien saaliiden välttäminen, ettei pyydyksen valikoivuus kärsi ja/tai saalis puristu
Syvyys	Paineen ja lämpötilan muutoksen aiheuttama sokki ja kuolleisuus	Vetosyvyyden ja nostonopeuden minimointi
Käsittely	Musertuminen ja fyysiset vauriot sekä tukehtuminen	Kalapumppujen käyttö, nopea ja hellävarainen käsittely aluksella, lämpötilan hallinta sekä tainnutus- ja lopetusmenetelmien käyttöönotto

Osa kalastettavasta silakasta onnistuu myös pakenemaan troolista. Aiemmin on osoitettu, että troolaustapahtuma aiheuttaa isommalle silakalle haitallisia ihovaurioita ja uuvuttaa pienemmät niin, että paenneiden kalojen hengissäsäilyvyys on huono, eikä esimerkiksi troolin perän havaskoolla ole tälle merkitystä (Suuronen ym. 1996). Pohjanmerellä tehdyssä tutkimuksessa vain 4 % saalikalasta oli hengissä troolauksen ja pumppauksen jälkeen (Tomás ym. 2024).



Kuva 15. Kalan rasitusta (laktaatti), stressiä (kortisoli) ja suolatasapainon säätelyä kuvaavat muuttujat sekä vaurioiden esiintyminen (punainen) ja kuolleisuus kalastuksen aikana (punainen). (Tomás ym. 2024)

Tutkijat ovat yhdessä sisävesien troolikalastajien kanssa testanneet trooliin asennettavaa lajittelusäleikköä, joka voi parantaa pyydyksen käytettävyyttä ja tehokkuutta ilman merkittäviä haittavaikutuksia. Välikappale ei lisää vetovastusta, vaan sen on havaittu jopa keventävän troolin vetoa. Oikein mitoitettun ja huolellisesti suunnitellun lajittelusäleikön käyttö mahdollistaa sen, että järvilohet ja -taimenet voivat poistua pyydyksestä itsenäisesti kalastuksen aikana. Samalla muikkusaaliin laatu ja määrä pysyvät ennallaan, eikä kalastajien työskentely tai pyydyksen käsittely vaikeudu. Läpivirtauksen parantuminen vähentää muikkujen parveutumista pyydyksen sisällä, mikä osaltaan tukee saaliin hyvinvointia ja laatua. Lisäksi suuremmat sivusaalisyksilöt lajittelevat erilliseen saalispussiin, mikä edistää kalastuksen valikoivuutta ja vähentää ei-toivottujen lajien saaliiksi joutumista. (Ruokonen ym. 2023). Painottamalla kalojen käytetytymisen ymmärtämistä pyydyksen suunnittelussa tutkimus edistää kestävämpiä ja vähemmän haitallisia kalastustapoja (Jacques ym. 2024), mutta sen pääpaino on kestävä kalastuksen ja valikoivuuden parantamisessa, ei suoraan kalojen hyvinvoinnissa.

11.1.2. Hyvinvoinnin parantaminen rysä- ja nuottakalastuksessa

Rysä- ja nuottakalastuksessa voidaan optimoida pyynnin kesto, rysän kokemisvälin tiheyttä ja kalastusvälineistöön sopivia nostomenetelmiä. Nuottakalastuksessa saaliin nuottaan kertyvän massan rajoittaminen lyhyillä pyyntiajoilla ja perän havaksen solmuvälillä vähentää kalojen vammoja (Waley ym. 2021). Puristus- ja hapenpuutevaurioita voidaan ehkäistä välttämällä nuotan ylitäyttöä sekä minimoimalla kalojen altistuminen ilmalle vedenpinnan yläpuolella. Kalojen nostaminen kalapumpuilla haavien sijaan pienentää tukehtumisriskiä ja parantaa selviämismahdollisuuksia (Waley ym. 2021). Lisäksi lajitteluprosessin nopeuttaminen lyhentää käsittelyaikoja, mikä pienentää kuolevuutta.

Pydyksestä kalat siirtyvät imupumpun tai nostohaavien avulla, mikä altistaa ne lämpö-, paine- ja valoshokille sekä fyysiselle puristukselle. Tällaisissa olosuhteissa stressiä voidaan lievittää minimoimalla vedenpinnan yläpuolella vietetty aika ja rajoittamalla kalojen tiheyttä ryssä ennen nostoa. Joiden kalalajien saalista voidaan kerätä useamman päivän ajan sumpuun, jolloin hyvät olosuhteet elävänä säilyttämisen aikana tulisi turvata. Samoin kuin troolauksessa (Tomás ym. 2024), sumputtamisen aikana stressi ilmenee fysiologisina häiriöinä, kuten kortisolin, laktaatin ja glukoosin nousuna. Vähentämällä sumputuksen tai pydyksessä olon tiheyttä ja kestoja voidaan lieventää haitallisia vaikutuksia ja parantaa kalojen hyvinvointia (Brown ym. 2010).

11.1.3. Hyvinvoinnin parantaminen verkkokalastuksessa

Verkkokalastus on yksi perinteisimmistä tavoistamme kalastaa ammattimaisesti ja vapaa-ajalla. Vaikka verkkokalastuksen merkitys on pienentynyt viime vuosina, on kuitenkin vapaa-ajankalastajien verkkosaalis ollut viimevuosina yli viisinkertainen ammattikalastajien saaliiseen verrattuna (Luonnonvarakeskus 2023a). Pitkän aikavälin tavoitteena on korvata verkkopyyntiä rysäpyynnillä, jolla vastattaisiin kalojen hyvinvointiin ja laatuun liittyviin haasteisiin (Ruokonen ym. 2023).

Verkkokalastus vaikuttaa kalan hyvinvointiin aiheuttamalla vammoja ja kuolleisuutta, joita lisäävät esimerkiksi verkkojen kokemisvälin pitkittyminen, pyyntisyvyys ja ympäristöolosuhteiden muutokset (Veldhuizen ym. 2018). Verkon solmuväli vaikuttaa siihen, kuinka pitkään kala pysyy elävänä (Purbayanto ym. 2001). Äkilliset veden lämpötilan muutokset lisäävät kuolleisuutta (Olla ym. 1997). Kidusten puristuessa verkoissa voi pyyntitapa lisätä tukehtumisen mahdollisuutta. Vaikka verkkokalastus aiheuttaa yleensä vähemmän vammoja kuin troolit tai nuotat, se kuitenkin aiheuttaa muun muassa suomujen, ihon ja evien vaurioita. (Veldhuizen ym. 2018). Hyvinvointia heikentäviä vaikutuksia voidaan lieventää lyhentämällä kalastusaikaa, valikoimalla verkon solmuväli kohdelajille, sekä käsittelemällä kaloja mahdollisimman vähän elävänä ilmassa ennen tainnutuista ja lopettamista (Bettoli & Scholten 2006, Broadhurst ym. 2009).

11.1.4. Sivusaalis

Globaalin kaupallisen kalastuksen keskeinen haaste on sivusaalis, joka lisää merkittävästi kalastuksen kohteena olevien yksilöiden kokonaismäärää. Sivusaalis viittaa ei-toivottujen lajien, kalojen lisäksi myös hylkeiden tai muiden merinisäkkäiden, tahattomaan pyydystämiseen. Mikäli vapautettavien kalojen elinkelpoisuus merkittävästi laskee, kalastuksen vaikutukset

kalakantoihin ovat suuremmat kuin saalismäärien perusteella olisi pääteltävissä. Tutkimusta vapautettavan sivusaaliin elinkelpoisuudesta onkin paljon.

EU:ssa sivusaaliin määrän vähentämiseksi on otettu käyttöön säädös, joka edellyttää, että koko saalis tuodaan maihin ja raportoidaan kalastuksen päättyessä (Landing Obligation, voimassa vuodesta 2019 alkaen). Tällä pyritään vauhdittamaan kalastuksen valikoivuuden eli selektiivisyyden kehittymistä niin, että sivusaalista ei enää syntyisi. Kotimaiset kohtalokkaimmat esimerkit ovat julkisuudessa tuttuja Saimaalta, jossa uhanalaisen saimaannorpan kuolemat kalastuspyydyksiin puhututtavat vuosittain ja ovat omiaan heikentämään kalastuksen hyväksyttävyyttä. Sivusaaliin vaikutukset yksilön hyvinvointiin ja sen laajempaan sosiaaliseen ryhmään aliarvioidaan usein kalastuspolitiikan arvioinneissa, jotka keskittyvät pääasiassa populaatiotasoon ja kalakantojen kestävyteen (Dolman & Brakes 2018).

Suomessa on innovoitu ratkaisuja hylkeiden saamiseksi elävänä rysäpyydyksistä. Tällaisten ratkaisuiden, kuten hyljeportin avulla voidaan parantaa sivusaaliiksi saatujen hylkeiden hyvinvointia samalla, kun menetelmä mahdollistaa tutkimustyön tarjoamalla valikoivan ja kestävä ratkaisun hylkeiden aiheuttamien vahinkojen hallintaan. Pyydetyt yksilöt voidaan poistaa tai vapauttaa nopeasti, mikä vähentää hyljeyskilön stressiä ja loukkaantumisriskiä eikä hylje huku pyydykseen. Tämä lähestymistapa voi vähentää myös laitonta metsästystä ja edistää sekä kalastuksen että hylkeiden suojelun kestävyttä. (Lehtonen & Suuronen 2010).

Valikoivien pyydysten käyttö vähentää merkittävästi sivusaalista parantamalla kohdelajien erottelua ei-toivotuista lajeista ja vähentämällä tahattoman pyydystämisen riskiä. Tämä voidaan saavuttaa esimerkiksi säätämällä pyydysten silmäkokoa, välttämällä alueita, joilla sivusaalista esiintyy paljon, tai käyttämällä erilaisia karkottimia, jotka pitävät ei-toivotut lajit poissa pyydysten läheltä. Parannettu valikoivuus auttaa suojelemaan sivusaalislajeja ja ekosysteemejä sekä vähentämään taloudellisia menetyksiä, joita aiheutuu kalastustoiminnan keskeyttämisestä ja tahattoman saaliin käsittelystä. (Bache 2003). Onnistuneen valikoivuuden takia pyydys voi olla kevyempi vetää, mikä laskee polttoainekustannuksia. Hyvä valikoivuus voi helpottaa ja nopeuttaa työntekijän toimia lyhentäen kalan käsittelyyn tarvittavaa aikaa ja se voi parantaa saaliiksi jäävän kalan laatua.

11.2. Kadonneet kalastusvälineet ja haamuverkot

Kadonneet kalastusvälineet, kuten verkot, aiheuttavat ongelman joutuessaan vahingossa tai elinkaarensa lopussa kierrätyksen sijaan vesistöön. Ne voivat säilyä vesistöissä vuosikymmeniä ja jatkaa pyytämistä ilman kalastajan valvontaa. Näitä ilman tarkoitettua käyttöä kalastavia pyydyksiä kutsutaan haamuverkoiksi. Haamuverkot aiheuttavat turhaa kärsimystä pyydyksiin jääville kaloille ja muille eläimille sekä haittoja ympäristölle, kalastajille ja vesistöjen virkistyskäytölle. Ne myös edustavat merkittävää luonnonvarojen hukkaa, sillä niihin jäänyt saalis jää hyödyntämättä. Esimerkiksi kesällä 2023 Rauman ja Uudenkaupungin edustalta kerättiin Re:Fish-hankkeen yhteydessä yli 4 kilometriä kadonneita kalaverkkoja, joiden mukana nousi kuolleita kaloja, lintujen jäänteitä ja pohjaroskaa (Syke 2024). Saimaalla tehdyissä haamuverkkojen etsinnöissä on todettu viistokaikuluotauksen sopivan myös haamuverkkojen havaitsemiseen (Kaartinen 2024).

Vaikka EU:n alueella pyydysten hävikki on arvioitu alle yhdeksi prosentiksi kaikista pyydyksistä (Drinkwin 2022), maailman merillä synteettisistä materiaaleista valmistetut pyydykset voivat säilyä toimintakuntoisina vuosikymmeniä. Suomessa haamuverkkojen määrän odotetaan

olevan EU:n keskiarvoa vähäisempi ammattikalastuksen muuttuneiden pyyntitapojen ansiosta. Suomen ympäristökeskus (Syke) ja Suomen Ammattikalastajaliitto (SAKL) kartoittavat haamuverkkojen määrää ja sijaintia sekä selvittävät mahdollisuuksia käyttää uudelleen kadonneita tai käytöstä poistuneita pyydyksiä. Kuka tahansa voi raportoida löydetyistä pyydyksistä Syke:n Rosgis-palveluun. Haamuverkkojen minimoiminen on tärkeää paitsi ympäristön suojelun myös kalastuksen hyväksyttävyyden näkökulmasta. Niiden kerääminen ja hävittäminen vähentää vesistöjen roskaantumista ja parantaa elinkeinon kestävyttä (Drinkwin 2022).

11.3. Säädökset ja hyvien käytäntöjen ohjeet kalastuksessa

Ammattikalastusta koskevat säädökset ja ohjeistukset tähtäävät kalojen hyvinvoinnin takaamiseen sekä kalakantojen kestäväan hyödyntämiseen ja suojeluun. Suomessa keskeisiä säädöksiä ovat kalastuslaki (379/2015) ja eläinten hyvinvointilaki (693/2023), jotka asettavat selkeät vaatimukset niin saaliin käsittelyyn, lopettamiseen kuin tiettyjen kalalajien saalistietojen ilmoittamiseen. Kalastuslakia on täydennetty asetuksella, joka velvoittaa myös vapaa-ajankalastajia ilmoittamaan uhanalaisten kalalajien pyydystys- ja saalistiedot 1.1.2025 alkaen. Tämä koskee seitsemää kalalajia, kuten lohta, järnilohta, ankeriasta ja harjusta tietyillä alueilla, ja tavoite on kerätä luotettavaa tietoa kalakantojen tilasta kalastuksen sääntelyn tehostamiseksi. Saalisilmoitus on tehtävä viimeistään 14 vuorokauden kuluessa kalojen pyydystamisestä, ja velvollisuus kattaa myös takaisin veteen vapautetut kalat.

Eläinten hyvinvointilain myötä saaliiksi otettava kala on lopetettava mahdollisimman nopeasti ja kivuttomasti soveltuvilla menetelmillä, ellei kyseessä ole suuren saalismäärän yhtäaikaista käsittelyä. Vapautettavia kaloja on käsiteltävä mahdollisimman varovasti välttämällä tarpeetonta kipua tai kärsimystä. Vahingoittuneet kalat on lopetettava ennen talteenottoa tai vapauttamista. Lain päivitysten tavoitteena oli tarkentaa kalojen käsittelyyn liittyviä käytäntöjä niin, että ne vastaavat entistä paremmin sekä eläinten hyvinvoinnin että kestäväan kalastuksen vaatimuksia.

EU-tasolla säädökset, kuten yhteinen kalastuspolitiikka (YKP) ja neuvoston asetus (EY) N:o 1099/2009 eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä, vahvistavat kalastuskäytäntöjä, jotka minimoivat kalojen tarpeetonta kärsimystä ja tukevat meren ekosysteemien suojelua. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 1380/2013 yhteisestä kalastuspolitiikasta sekä meristrategiapuitedirektiivi (2008/56/EY) asettavat tavoitteita ympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi ja kalakantojen kestäväan hyödyntämisen varmistamiseksi. EU:n elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) on myös julkaissut suosituksia kalojen hyvinvoinnin huomioimiseksi pyynnin ja kuljetuksen aikana.

Kansainvälisesti YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö (FAO) sekä World Organisation for Animal Health (WOAH) ovat laatineet vastuullisen kalastuksen ohjeita, joissa korostetaan kalakantojen kestäväa hallintaa ja kalojen hyvinvointia pyyntitilanteissa. FAO:n suuntaviivat korostavat erityisesti kestäviä kalastusmenetelmiä, jotka suojelevat paitsi kalayksilöitä myös niiden elinympäristöjä. Lisäksi YK:n biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (CBD) korostaa kalalajien monimuotoisuuden ja niiden elinympäristöjen säilyttämistä.

Vaikka kalojen hyvinvoinnin huomioiminen otetaan huomioon sääntelyssä, monet kansalliset ja kansainväliset ohjelmat keskittyvät ensisijaisesti kalakantojen elinvoimaisuuden turvaamiseen. Tämä painotus jättää yksittäisten kalojen hyvinvoinnin usein vähemmälle huomiolle.

Ohjeistuksilla ja säädöksillä pyritään kuitenkin myös vähentämään tarpeetonta kärsimystä esimerkiksi pyydystämisen, käsittelyn ja vapauttamisen yhteydessä.

11.4. Toimijoiden näkökulma

Toimijoiden näkökulmaa kartoitettiin keskusteluissa asiantuntijoiden ja toimijoiden kanssa. Asiantuntijaverkostoon kuuluivat Kim Jordas (SAKL), Mika Halttu (Lännen Kalaleader), Juha Piilola (Kalaleader), Mikko Malin (Kalatalouden keskusliitto), Jari Setälä (Luke) ja Timo Ruokonen (Luke).

11.4.1. Kalojen hyvinvointia heikentävät tekijät kalastuksessa

Kalastuksessa kalojen hyvinvointiin kohdistuvat tekijät voidaan jakaa ympäristöllisiin, toiminnallisiin ja biologisiin tekijöihin. Toimijat tunnistivat muutosten voivan aiheuttaa kaloissa stressiä ja heikentää niiden terveyttä. Keskustelujen perusteella keskeisiksi stressitekijöiksi oli tunnistettu mm. nopeat lämpötilan muutokset, korkeat veden lämpötilat, alhainen happipitoisuus sekä korkeat hiilidioksidipitoisuudet, jotka voivat häiritä kalojen fysiologisia toimintoja. Lisäksi veden suuren kiintoainepitoisuuden ja huonon mikrobiologisen laadun tunnistetaan lisäävän kalojen infektoriskiä ja vahingoittavan kidusten toimintaa. Liiallinen kalatiheys sumputuksessa ja kalojen välinen aggressio voivat aiheuttaa fyysisiä vammoja ja lisätä kilpailua resursseista. Myös pedot, kuten hylkeet ja merimetsot, voivat lisätä stressiä ja vahingoittaa kaloja.

Toiminnallisiin tekijöihin kuuluvat kalojen käsittelyssä ja lajittelussa tapahtuvat virheet, kuten vääränlainen käsittely ja epäonnistunut tainnutus, jotka voivat aiheuttaa tarpeetonta kärsimystä. Kalojen hyvinvoinnin tunnistettiin laskevan käsittelyssä, kuten lajittelussa tai sumputuksessa. Biologiset tekijät, kuten loiset ja sairaudet, voivat heikentää kalojen terveyttä erityisesti tiheissä sumputusolosuhteissa. Lisäksi henkilökunnan osaamisen puute ja viestinnän haasteet aiheuttavat alueellisia eroja toimintatavoissa. Häiriötilanteet, kuten sähkökatkot, laiterikot, äärimmäiset sääolosuhteet ja kustannusten nousu, voivat edelleen vaikeuttaa hyvinvoinnin edistämistä.

Kalastajalta vaaditaan kokonaisvaltaista ymmärrystä yhdistää ympäristöolosuhteiden vaikutukset ja riskien ennaltaehkäisy, jotta operatiivisia käytäntöjä voidaan kehittää. Tutkimustiedon lisääminen, toimintatapojen standardointi ja henkilöstön koulutuksen kehittäminen tunnustettiin keskeisiksi toimiksi kalojen hyvinvoinnin parantamiseksi ammattikalastuksessa.

11.4.2. Valikoiva pyynti

Valikoivalla pyynnillä voidaan parantaa sekä kalastuksen tehokkuutta, että saaliskalojen hyvinvointia. Valikoivan pyynnin avulla voidaan vähentää manuaalista työaikaa, sillä käsittelyaika lyhenee, mikä puolestaan vaikuttaa positiivisesti lopputuotteen laatuun. Oikein valitut ja käytetyt pyydykset voivat lisäksi parantaa vapautettavien kalojen elinvoimaisuutta vähentämällä niiden vangittuna olemisen aikaa ja fyysisiä vaurioita. Valikoivan pyydyksen käyttö mahdollistaa myös ei-toivottujen lajien tehokkaamman vapauttamisen ilman tunnistetusti merkittävää haittaa kalojen hyvinvoinnille.

11.4.3. Tainnutus

Nykyisin kalat tainnutetaan iskulla päähän ennen verestystä, mikä edellyttää tarkkuutta ja tehokkuutta erityisesti haastavissa olosuhteissa. Toimijoiden mukaan tainnutusmenetelmien kehittäminen on tarpeellista, jotta tainnutus voitaisiin suorittaa nopeasti ja luotettavasti myös suurten ja vahvojen kalojen kohdalla, jotka ovat kalastusolosuhteissa erityisen haastavia käsitellä. Esimerkiksi aluksilla suoritettavassa turskan tainnutuksessa havaittiin ongelmia kalojen ollessa hengissä vielä kaksi tuntia saaliiksi ottamisen jälkeen.

11.4.4. Maine

Kalojen hyvinvoinnin edistämiseen liittyvillä toimilla tunnistettiin olevan suoran kaupallisen hyödyn lisäksi merkittäviä vaikutuksia toimijoiden maineeseen ja toimintaedellytyksiin. Eettisesti korkeatasoista toimintaa harjoittavat standardia noudattavat kalastajat voivat parantaa mahdollisuuksiaan saada uusia kalastuslupia ja käyttöoikeuksia vesialueisiin, sillä ympäristöön ja eläinten hyvinvointiin panostaminen voi olla merkittävä kilpailuetu päätöksenteossa. Läpinäkyvyys vahvistaa kuluttajien luottamusta ja parantaa kalastajien asemaa markkinoilla. On kuitenkin tärkeää, että hyvinvointiin liittyvä kehitystyö tapahtuu yhteistyössä yrittäjien kanssa, jotta ratkaisut ovat käytännönläheisiä ja realistisia. Liian monimutkaisten tai epäkäytännöllisten ratkaisujen vieminen väkisin eteenpäin voi johtaa vastarintaan ja heikentää sitoutumista tavoitteisiin.

11.4.5. Tutkimus ja kehityskohteet

Keskustelut toimijoiden ja sidosryhmien kanssa toivat esiin useita tutkimus- ja kehityskohteita, joilla voidaan parantaa kalojen hyvinvointia samalla tarjoten merkittäviä etuja kaupalliselle kalastukselle, kuluttajille ja vesialueiden omistajille. Yksi keskeinen esiin noussut tarve oli yksinkertaisen ja sertifioimalla todennetun hyvinvointiohjelman kehittäminen kalastukselle. Tällainen ohjelma voisi toimia kilpailuetuna kaupallisessa toiminnassa, vahvistaa kuluttajien luottamusta sekä helpottaa uusien vesialueiden käyttöoikeuksien hankintaa. Lisäksi eettisten näkökulmien integrointi osaksi kestävyyskriteerejä nousi merkittäväksi kehityskohteeksi.

Mahdollisia lähestymistapoja hyvinvoinnin parantamiseksi ovat muun muassa kokoa ja lajistoa valikoivat pyyntimenetelmät, lyhyemmät vetoajat, säädetty vetonopeus, hitaampi pintaan tuonti, kalastussyvyyden optimointi, lämpötila- ja painerojen erojen minimointi sekä ilma-alistuksen ja kalatiheyksien vähentäminen. Tehokkaiden tainnutusmenetelmien kehittäminen nousi keskiöön ja se tunnistettiin erityisen tärkeäksi suurikokoisten kalojen, kuten lohen tai hauen, käsittelyssä vesillä.

Rysäkalastuksessa ja muissa kalastusmuodoissa, kuten verkkokalastuksessa, on havaittu myös epäkohtia, jotka vaativat lisätutkimusta ja käytännön ratkaisuja. Näiden menetelmien kehittäminen stressin ja fyysisten vaurioiden minimoimiseksi kalastustapahtuman aikana on olennaista sekä kalojen hyvinvoinnin että saaliin laadun parantamiseksi. Kaikkien menetelmien kehitystyössä on tarve käytännöllisiin, käyttökelpoisiin ja helposti toteutettaviin ratkaisuihin, jotka tukevat kestävä ja eettistä kalastustoimintaa. Lähtökohtaisesti kalan käsittelytavat vaikuttavat kalan laatuun, minkä vuoksi ne on jo nyt pyritty säätämään kalastukselle sopivaksi. Kalan hyvinvointia ja laatua kannattaa kehittää rinnan, jotta kalastajalla on kannustin hyvinvoinnin kehittämiseen. Epärealistisia ratkaisumalleja ei kannata viedä väkisin eteenpäin vaan

kehitystyötä olisi hyvä tehdä yhteistyössä yrittäjien kanssa. Hallinnon kannattaa suunnata tukia yhteistyössä löydettyjen ratkaisujen edistämiseksi.

11.4.6. Saavutettavissa olevat hyödyt

Hyvinvointia edistävien toimien toteuttamisella kalastuksessa voidaan saavuttaa hyötyjä laadun, markkinoiden hyväksyttävyyden, prosessien sujuvuuden ja työhyvinvoinnin parantamisen kautta. Kalojen parempi hyvinvointi korreloi positiivisesti saaliin laatuun, mikä lisää tuotteiden arvoa ja arvostusta markkinoilla sekä vahvistaa kuluttajien luottamusta. Nopeammat ja tehokkaammat prosessit vähentävät manuaalista työmäärää, jolla parannetaan työhyvinvointia vähentämällä työn kuormittavuutta.

Parempi kalankäsittely ja valikoiva kalastus parantavat sivusaaliiden elinkykyä, jolloin takaisin veteen vapautettavat kalat palautuvat stressistä nopeammin ja selviävät paremmin. Tämä edistää ekologisesti kestävästä kalastuksesta tukien vesiekosysteemien tasapainoa. Tuotannolliset investoinnit, kuten troolien muotoilun, rakenteiden ja materiaalien kehittäminen, voivat samanaikaisesti edistää kalojen hyvinvointia ja tuottaa polttoaineen säästöjä, mikä vähentää kalastuksen ympäristövaikutuksia.

On tärkeää, että prosessien sujuvuutta parannetaan ja kalastuksen työllistävät vaikutukset kohdistuvat palkitsevasti. Ilman taloudellisia kannustimia ja tehokkaita tuotannollisia investointeja hyvinvointia parantavat toimet eivät todennäköisesti toteudu laajamittaisesti. Näin ollen hyvin suunniteltujen kehitystoimenpiteiden ja investointien avulla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä niin taloudellisesti, ekologisesti kuin eettisesti.

12. Koulutustarpeet

Kalatalouden koulutustarpeet kalojen hyvinvoinnissa muuttuvat ja kasvavat lainsäädännön sekä toimintatapojen kehittyessä. Koulutukset ja tapahtumat tarjoavat mahdollisuuden perehtyä ajankohtaiseen tutkimustietoon ja vaihtaa kokemuksia alan toimijoiden kanssa. Suomessa vuosittain järjestettävät Kalaterveyspäivät, Innovaatiopäivät ja Kalatutkimuspäivät ovat hyviä tilaisuuksia, joiden ohjelmissa on myös kalojen hyvinvointia otettu viimevuosina mukaan laajenevissa määrin. Kansainvälisesti Norjan Frisk Fisk ja Ruotsin Svensk Fiskhälsa tarjoavat pohjoismaisen foorumin verkostoitumiseen, kouluttautumiseen ja kokemusten vaihtoon.

Tammikuussa 2024 perustettu EU-komission vesieläinten hyvinvoinnin referenssikeskus (EU Reference Centre for Animal Welfare Focusing on the Welfare of Aquatic Animals) tulee tarjoamaan kansainvälistä hyvinvointitietoa keskuksen toiminnan käynnistyessä. Tämä tulee täydentämään kalojen hyvinvointiin liittyvää osaamista ja saattaa tarjota myös varsinaista koulutusta tapahtumissaan.

Kalanviljelyelinkeinolle merkittäviä kansainvälisiä tapahtumia ovat muun muassa AQUA-tapahtumat, jotka järjestetään yhteistyössä European Aquaculture Society:n (EAS) ja World Aquaculture Society:n (WAS) kanssa kuuden vuoden välein vaihtuvassa paikassa. Norjan Trondheimissa järjestettävä Aqua Nor -tapahtuma pidetään joka toinen vuosi, ja se on jo yli 40 vuoden ajan tarjonnut kalankasvattajille mahdollisuuden osallistua messuille, seminaareihin ja verkostoitumiseen. Vuorovuosina samassa paikassa järjestetään Nor-Fishing, joka keskittyy ammattikalastukseen. Trondheimissa järjestettävillä messuilla sekä kalankasvattajat että kalastajat pääsevät tutustumaan uusimpiin kaupallistettuihin tuotteisiin ja laitteisiin, joihin investoimalla on mahdollista parantaa myös kalojen hyvinvointia. Monien tahojen järjestämät webinaarit ja muut etäkoulutusmuodot tukevat tiedon jakamista ja alan käytäntöjen kehittämistä.

Kalankasvatuslaitoksilla kalojen terveydenhuoltoa ja laitosvalvontaa tekevät eläinlääkärit tarvitsevat koulutusta kasvatettujen kalojen terveydestä ja hyvinvoinnista sekä hyvinvoinnin arvioinnin ja valvonnan menetelmistä. Kasvatettujen kalojen terveyden ja hyvinvoinnin kokonaisvaltainen hallinta edellyttää kunkin kalalajin biologian, anatomian ja fysiologian tuntemusta sekä eri lajien välisten erojen ymmärtämistä. Koulutuksen tulisi tarjota sekä kalankasvatuslaitoksia hoitaville että valvontaa suorittaville virkaeläinlääkäreille vahva pohja kalan hyvinvoinnin ja terveyden arviointiin sekä mahdollisuuksia luoda ammatillisia verkostoja hyvinvointi- ja terveysasioiden käsittelyä varten. Koska koulutustarve on laaja ja aihepiirit monipuolisia, koulutuksen tulisi koostua erilaisista osa-alueista, sisältäen luentoja, työpajoja ja käytännön harjoituksia.

13. Kalojen hyvinvoinnin parantamisen kehityskohteet

Raportin aiemmat kappaleet ovat taustoittaneet kasvatetun ja kalastetun kalan hyvinvointikysymysten monia puolia. Seuraavassa tehdään 13 nostoa kalojen hyvinvoinnin kehittämiseksi kasvatuksen eri vaiheissa, hyvinvoinnin säätelyssä ja aihepiirin koulutuksessa.

1. **Tuetaan laitoksella työskentelevien osaamisen kehittymistä.** Laitoksen huolellinen hoito ja kalojen oikeanlainen käsittely on kalojen hyvinvoinnin perusta. Se nojaa osaa-vaan henkilöstöön ja parhaiden toimintatapojen käyttöön läpi tuotantoketjun emokala- lastosta kalojen tainnutukseen. Paikalliset olosuhteet huomioivat työtavat pienentävät kuolleisuutta ja vähentävät heikosta hyvinvoinnista kärsivien yksilöiden määrää. Alen- tunut kuolleisuus pienentää myös kasvatuksessa tarvittavaa eläinmäärää.
2. **Parannetaan kalaterveyttä.** Kalatautien asianmukainen ehkäisy ja hallinta on kes- keistä kuolleisuuden ja hyvinvointiongelmien pienentämiseksi. Rokotteita ja tautidiag- nostiikkaa kehitetään globaalisti. Sen lisäksi Suomessa kannattaa jatkaa paikallisten olosuhteiden, patogeenien ja syndroomien tutkimusta (mm. vesihome, Yearsinia, fla- vobakteerit, selkärankaongelmat) kansainvälistä tutkimusta tiiviisti seuraten.
3. **Kehitetään tainnutusmenetelmiä.** Kun hiilidioksiditainnutusta ei (tätä kirjoitettaessa) enää juuri käytetä, on seuraavaksi keskityttävä sähkötainnutuksen yksityiskohtien hio- miseen kalayksilön hyvinvoinnin näkökulmasta, ja toisaalta seurattava tainnutusmene- telmien yleistä teknistä kehitystä. Tulevaisuudessa on etsittävä toimivaa ratkaisua myös kerralla saaliiksi saaduille suurille kalamäärille.
4. **Virikkeellistetään kasvatusympäristöjä.** Kasvatusympäristön virikkeellistämisen hyö- dyt istutettavien kalojen kasvatuksessa on osoitettu, mutta ruokakalankasvatuksessa asia kaipaa lisää tutkimusta ja yritysmittakaavan pilotointeja. Tieteelliset tutkimukset viittaavat vahvasti siihen, että virikkeellistämällä voi olla merkittäviä positiivisia vaiku- tuksia myös ruokakalojen hyvinvointiin ja kasvuun, mikä tekee aiheesta tärkeän kehit- tämiskohteen kestäväen kalankasvatuksen edistämiseksi.
5. **Hyödynnetään teknologiaa hyvinvoinnin varmistamiseksi.** Kalayksilöiden määrä on suurimmillaan poikaskasvatuksessa, ja kasvatuksen muuttuessa yhä intensiivisem- mäksi sekä tekniikkaan nojaavaksi vedenlaadun tarkka seuranta ja varmistaminen mo- nipuolisilla menetelmillä vähentää merkittävästi kalojen hyvinvointiongelmia. Tekoäly, kuten konenäkö, avaa uusia mahdollisuuksia kalojen hyvinvoinnin seurantaan. Auto- matisoidut monitorointijärjestelmät mahdollistavat reaaliaikaisen hyvinvointi-indikaat- toreiden tarkkailun, ja tekoälyä voidaan hyödyntää suurten valvontadatamäärien ana- lysoinnissa hyvinvointiongelmien ja -trendien havaitsemiseksi. Näin uudet teknologiat auttavat edistämään hyvinvointia ja tukevat parempien hoitopäätösten tekemistä.
6. **Turvataan tutkimus- ja kehitysrahoitusta.** Kalojen hyvinvoinnin edistäminen vaatii riittävän perusrahoituksen turvaamista. Ilman osaavaa henkilöstöä akuutteihin ongel- miinkaan ei voida tarttua. Tutkimuksen rahoituksen turvaaminen on myös laajempi tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan kysymys.

7. **Luodaan kansalliset kalalaji- ja tuotantojärjestelmäkohtaiset ohjeistot.** Suomalaisen kalankasvatuksen olosuhteet ja niiden vaikutukset kasvatettavien kalalajien hyvinvointitarpeisiin on arvioitava perusteellisesti, jotta ohjeistukset voidaan sovittaa niidenomaan Suomen erityispiirteisiin. Tämä edellyttää kansallista tutkimusta ja parhaiden toimintakäytäntöjen kehittämistä, jotta kalankasvatus voi toimia mahdollisimman tehokkaasti ja kestävästi.
8. **Otetaan käyttöön hyvinvointimittareita.** Erilaisten hyvinvointitoimien tuloksellisuuden arviointiin tarvitaan mittareita eli indikaattoreita. Erityisesti suomalaiseen tuotantoon sovellettavista indikaattoreista tarvitaan käyttökokemuksia. Indikaattorit tulee räätälöidä niin, että ne ovat riittävän tarkkoja mutta samalla soveltuvat osaksi erilaisten tuotantomuotojen rutiineja. Kuolleisuuteen johtaneiden syiden tarkempi selvitys, luokitus ja kirjanpito lisää tietoa hyvinvoinnista ja johtaa parannuksiin.
9. **Kehitetään lainsäädäntöä ja vapaaehtoisia järjestelmiä.** Seurataan kalojen hyvinvointisäädösten kehittymistä Euroopassa ja tarvittaessa pyydetään tarkennuksia EU:n kalojen hyvinvoinnin referenssikeskukselta. Hyvinvoinnin varmistamiseksi lainsäädännön puutteita voidaan täydentää vapaaehtoisuuteen perustuvalla seurantaohjelmalla, joka pohjautuu ajantasaiseen lainsäädäntöön sekä suosituksiin kalojen hyvinvoinnin toteuttamisesta ja valvonnasta.
10. **Suojataan kalat pedoilta.** Hylkeiden, haikaroiden ja merimetsojen aiheuttamia hyvinvointiongelmia voidaan vähentää suojautumalla esimerkiksi oikein asennetuilla lintuverkoilla ja hyljekarkottimilla. Seuraamme jatkuvasti petojen aiheuttamien ongelmien laajuutta ja tarkastelemme maailmalla kehittyviä uusia ratkaisuja, jotta tarvittaessa voimme tehostaa suojautumistoimia entistä paremmin.
11. **Edistetään suomalaisen kalamateriaalin käyttöä jalostuksessa.** Kasvatettujen kalojen alkumateriaali on suurelta osin peräisin kotimaisista emokaloista, mikä varmistaa kalayksilöiden paremman geneettisen sopeutumisen suomalaisiin olosuhteisiin. Patogeeniresistenssin kehittämistä voidaan edelleen edistää suomalaisissa tutkimus- ja kehityshankkeissa, mikä vahvistaa kotimaisen kalan kilpailukykyä ja kestävyyttä.
12. **Kehitetään kaupalliseen kalastukseen soveltuvia hyvinvointitoimia.** Kalojen hyvinvointia kohentavat toimet parantavat myös saaliin laatua ja siten toiminnan kannattavuutta. Sisällytetään luonnonvaraiset kalat hyvinvointia koskeviin pohdintoihin ja tutkimukseen.
13. **Verkostoidutaan.** Kalojen terveyteen ja hyvinvointiin liittyvät koulutukset, työpajat ja konferenssit tarjoavat arvokasta uutta tietoa ja luovat mahdollisuuksia verkostoitumiseen. Näissä tapahtumissa syntyneitä kontakteja voidaan hyödyntää yhteishankkeiden ja yhteistyöprojektien edistämiseksi. Lisäksi suomalaisiin tilaisuuksiin kutsutut kansainväliset asiantuntijat tuovat mukanaan uusia näkökulmia ja parhaita käytäntöjä, mikä vahvistaa osaamista ja yhteistyötä kansainvälisesti.

14. Kiitokset

Haluamme esittää lämpimät kiitokset kaikille, jotka ovat arvokkaalla panoksellaan tukeneet tämän raportin laatimista ja osoittaneet kiinnostusta aihetta kohtaan. Erityisesti kiitämme eläinlääkäreitä, kalastajia ja kalankasvattajia heidän osallistumisestaan kyselyihin sekä Suomen Ammattikalastajaliittoa (SAKL) ja Suomen Kalankasvattajaliittoa asiantuntemuksestaan ja ajastaan.

Lisäksi kiitämme asiantuntijaverkostoa, joka antoi arvokkaita näkemyksiä keskustelujen kautta: Kim Jordas (SAKL), Mika Halttu (Lännen Kalaleader), Juha Piilola (Kalaleader), Mikko Malin (Kalatalouden keskusliitto) ja Timo Ruokonen (Luke). Erityiskiitos asiantuntijaverkostossa toimineelle Jari Setälälle hänen panoksestaan kalastuksen hyvinvoinnin tilannekuvan selvittämisessä yrityshaastattelujen kautta.

Kiitämme myös hankkeen ohjausryhmän jäseniä: Susanna Ahlström (MMM), Kim Jordas (SAKL), Tommi Lapio (SEY), Taina Mikkonen (Ruokavirasto), Jaakko Mononen (Luke), Saana Tarhanen (MMM) sekä Mari Virtanen (Kalankasvattajaliitto).

Työn rahoitti maa- ja metsätalousministeriö.

Viitteet

- An, D., Huang, J. & Wei, Y. 2021. A survey of fish behaviour quantification indexes and methods in aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 13(4): 2169–2189. <https://doi.org/10.1111/raq.12564>
- Aquatic Life Institute 2024. Aquatic Life Institute-Why aquatic animals? Aquatic Life Institute. <https://www.ali.fish>. Viitattu 29.11.2024.
- Arechavala-Lopez, P., Caballero-Froilán, J.C., Jiménez-García, M., Capó, X., Tejada, S., Saraiva, J.L., Sureda, A. & Moranta, D. 2020. Enriched environments enhance cognition, exploratory behaviour and brain physiological functions of *Sparus aurata*. *Scientific Reports* 10(1): 11252. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68306-6>
- Arechavala-Lopez, P., Cabrera-Álvarez, M.J., Maia, C.M. & Saraiva, J.L. 2021. Environmental enrichment in fish aquaculture: A review of fundamental and practical aspects. *Reviews in Aquaculture* 14(2): 704–728. <https://doi.org/10.1111/raq.12620>
- Ashley, P.J. 2007. Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science* 104(3–4): 199–235. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.09.001>
- AWSI 2024. Aquaculture Welfare Standards Initiative. Aquaculture Welfare Standards Initiative. <https://www.aquaculture-welfare-standards.net/en/>. Viitattu 22.11.2024.
- Bache, S.J. 2003. Bycatch mitigation tools: Selecting fisheries, setting limits, and modifying gear. *Ocean & Coastal Management* 46(1–2): 103–125. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(02\)00123-0](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(02)00123-0)
- Barcellos, L.J.G., Ritter, F., Kreutz, L.C., Silva, L.B.D., Cericato, L. & Quevedo, R.M. 2006. The color of illumination affects the stress response of jundiá. *Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, Heptapteridae. *Ciência Rural* 36(4): 1249–1252. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000400031>
- Bart, A.N., Clark, J., Young, J. & Zohar, Y. 2001. Underwater ambient noise measurements in aquaculture systems: A survey. *Aquacultural Engineering* 25(2): 99–110. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(01\)00074-7](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(01)00074-7)
- Barton, B.A. & Iwama, G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases* 1: 3–26. [https://doi.org/10.1016/0959-8030\(91\)90019-G](https://doi.org/10.1016/0959-8030(91)90019-G)
- Batzina, A., Kalogiannis, D., Dalla, C., Papadopoulou-Daifoti, Z., Chadio, S. & Karakatsouli, N. 2014. Blue substrate modifies the time course of stress response in gilthead seabream *Sparus aurata*. *Aquaculture* 420–421: 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.016>
- Bayarri, M.J., Madrid, J.A. & Sánchez-Vázquez, F.J. 2002. Influence of light intensity, spectrum and orientation on sea bass plasma and ocular melatonin. *Journal of Pineal Research*, 32(1): 34–40. <https://doi.org/10.1034/j.1600-079x.2002.10806.x>

- Bermejo-Poza, R., Fernández-Muela, M., De La Fuente, J., Pérez, C., De Chavarri, E.G., Díaz, M. T., Torrent, F. & Villarroel, M. 2019. Physio-metabolic response of rainbow trout during prolonged food deprivation before slaughter. *Fish Physiology and Biochemistry* 45(1): 253–265. <https://doi.org/10.1007/s10695-018-0559-0>
- Bettoli, P.W. & Scholten, G.D. 2006. Bycatch rates and initial mortality of paddlefish in a commercial gillnet fishery. *Fisheries Research* 77(3): 343–347. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.11.008>
- Boeuf, G. & Le Bail, P.-Y. 1999. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, 177(1–4): 129–152. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00074-5)
- Braithwaite, V.A. & Salvanes, A.G.V. 2005. Environmental variability in the early rearing environment generates behaviourally flexible cod: Implications for rehabilitating wild populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272(1568): 1107–1113. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3062>
- Breen, M., Anders, N., Humborstad, O.-B., Nilsson, J., Tenningen, M. & Vold, A. 2020. Catch Welfare in Commercial Fisheries. Teoksessa T.S. Kristiansen, A. Fernö, M.A. Pavlidis & H. Van De Vis (Toim.). *The Welfare of Fish* (Vsk. 20, ss. 401–437). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41675-1_17
- Brijs, J., Hjelmstedt, P., Sundell, E., Berg, C., Sandblom, E. & Gräns, A. 2025. Effects of electrical and percussive stunning on neural, ventilatory and cardiac responses of rainbow trout. *Aquaculture* 594: 741387. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741387>
- Brijs, J., Sandblom, E., Axelsson, M., Sundell, K., Sundh, H., Huyben, D., Broström, R., Kiessling, A., Berg, C. & Gräns, A. 2018. The final countdown: Continuous physiological welfare evaluation of farmed fish during common aquaculture practices before and during harvest. *Aquaculture* 495: 903–911. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.081>
- Broadhurst, M., Millar, R. & Brand, C. 2009. Mitigating discard mortality from dusky flathead *Platycephalus fuscus* gillnets. *Diseases of Aquatic Organisms* 85: 157–166. <https://doi.org/10.3354/dao02063>
- Brown, J.A., Watson, J., Bourhill, A. & Wall, T. 2010. Physiological welfare of commercially reared cod and effects of crowding for harvesting. *Aquaculture* 298(3–4): 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.10.028>
- Cain, K.D. & Polinski, M.P. 2014. Infectious diseases of coldwater fish in fresh water. Teoksessa P. Woo & D. Bruno (toim.) 2014. *Diseases and disorders of finfish in cage culture* (2. p., ss. 60–113). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780642079.0060>
- Calboli, F.C.F., Iso-Touru, T., Bitz, O., Fischer, D., Nousiainen, A., Koskinen, H., Tapio, M., Tapio, I. & Kause, A. 2023. Genomic selection for survival under naturally occurring *Saprolegnia* oomycete infection in farmed European whitefish *Coregonus lavaretus*. *Journal of Animal Science* 101: skad333. <https://doi.org/10.1093/jas/skad333>

- Calboli, F.C.F., Koskinen, H., Nousianen, A., Fraslin, C., Houston, R.D. & Kause, A. 2022. Conserved QTL and chromosomal inversion affect resistance to columnaris disease in 2 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations. *G3 Genes Genomes Genetics* 12(8): jkac137. <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkac137>
- Chandroo, K.P., Duncan, I.J.H. & Moccia, R.D. 2004. Can fish suffer?: Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behaviour Science* 86(3–4): 225–250. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.004>
- Chong, R.S.-M. 2022a. Flavobacteriosis. Teoksessa: Kibenge, F.S.B., Baldisserotto, B & Chong, R.S.-M. (toim.). *Aquaculture pathophysiology: Volume I: Finfish diseases*. s. 367–377. Academic Press.
- Chong, R.S.-M. 2022b. Infectious pancreatic necrosis. Teoksessa: Kibenge, F.S.B., Baldisserotto, B & Chong, R.S.-M. (toim.). *Aquaculture pathophysiology: Volume I: Finfish diseases*. s. 165–175. Academic Press.
- Chong, R.S.-M. 2022c. Saprolegniasis. Teoksessa: Kibenge, F.S.B., Baldisserotto, B & Chong, R.S.-M. (toim.). *Aquaculture pathophysiology: Volume I: Finfish diseases*. s. 645–650. Academic Press.
- Cockram, M. & Huges, B. 2018. Health and Disease. Teoksessa: Appleby, M., Olsson, A. & Galindo, F.. Teoksessa *Animal Welfare* (s. 139–159). CAB International.
- Colson, V., Mure, A., Valotaire, C., Le Calvez, J.M., Goardon, L., Labbé, L., Leguen, I. & Prunet, P. 2019. A novel emotional and cognitive approach to welfare phenotyping in rainbow trout exposed to poor water quality. *Applied Animal Behaviour Science* 210: 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.10.010>
- Conte, F.S. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science* 86(3–4): 205–223. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.003>
- Dai, C., Zheng, J., Qi, L., Deng, P., Wu, M., Li, L. & Yuan, J. 2023. Chronic stress boosts systemic inflammation and compromises antiviral innate immunity in *Carassius gibel*. *Frontiers in Immunology* 14: 1105156. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1105156>
- Darodes De Tailly, J., Keitel, J., Owen, M.A.G., Alcaraz-Calero, J.M., Alexander, M.E. & Sloman, K.A. 2021. Monitoring methods of feeding behaviour to answer key questions in penaeid shrimp feeding. *Reviews in Aquaculture* 13(4): 1828–1843. <https://doi.org/10.1111/raq.12546>
- Davidson, J., Bebak, J. & Mazik, P. 2009. The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 288(3–4): 337–343. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.037>
- Dawkins, M. 2019. Animal welfare as preventative medicine. *Animal Welfare* 28(2): 137–141. <https://doi.org/10.7120/09627286.28.2.137>
- Deakin, A.G., Spencer, J.W., Cossins, A.R., Young, I.S. & Sneddon, L.U. 2019. Welfare Challenges Influence the Complexity of Movement: Fractal Analysis of Behaviour in Zebrafish. *Fishes* 4(1): 8. <https://doi.org/10.3390/fishes4010008>

- Declercq, A.M., Haesebrouck, F., Van den Broeck, W., Bossier, P. & Decostere, A. 2013. Columnaris disease in fish: A review with emphasis on bacterium-host interactions. *Veterinary Research* 44(1): 27. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-27>
- Dempster, T., Juell, J.-E., Fosseidengen, J.E., Fredheim, A. & Lader, P. 2008. Behaviour and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) subjected to short-term submergence in commercial scale sea-cages. *Aquaculture* 276(1–4): 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.01.018>
- Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Moate, R., Davies, S.J., Spring, P., Sweetman, J. & Bradley, G. 2009. Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Walbaum. Journal of Animal Science* 87(10): 3226–3234. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1428>
- Dolman, S.J. & Brakes, P. 2018. Sustainable Fisheries Management and the Welfare of By-caught and Entangled Cetaceans. *Frontiers in Veterinary Science* 5: 287. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00287>
- Dopazo, C.P. 2020. The Infectious Pancreatic Necrosis Virus (IPNV) and its Virulence Determinants: What is Known and What Should be Known. *Pathogens* 9(2): 94. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020094>
- Downing, G. 2002. Impact of spectral composition on larval haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L., growth and survival: Light quality effects on haddock growth, survival. *Aquaculture Research* 33(4): 251–259. <https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2002.00668.x>
- Drinkwin, J. 2022. Reporting and retrieval of lost fishing gear: Recommendations for developing effective programmes. *FAO/IMO*. <https://doi.org/10.4060/cb8067en>
- Eduskunta 2023. Eläinten hyvinvointilaki, tietopaketti hallituksen esityksestä HE 186/2022. https://www.eduskunta.fi/443/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oi-keus/LATI/Sivut/elainten-hyvinvointilaki.aspx Viitattu 10.10.2024.
- EFSA 2009a. General approach to fish welfare and to the concept of sentience in fish. *European Food Safety Authority. EFSA Journal, EFSA Journal*. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.954>
- EFSA 2009b. Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed fish: Rainbow Trout. *European Food Safety Authority. EFSA Journal* 7(4). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1012>
- EHK. n.d. Kirjolohi on sopeutunut monenlaisiin elinympäristöihin. *Eläinten hyvinvointikeskus EHK*. 2017. <https://www.elaintieto.fi/kirjolohi/> Viitattu 10.9.2024.
- Ekofish Group 2024. Ekofish Group—A journey to a sustainable future. <https://www.ekofishgroup.nl/en/>. Viitattu 29.11.2024.
- El-Dairi, R., Outinen, O. & Kankaanpää, H. 2024. Anthropogenic underwater noise: A review on physiological and molecular responses of marine biota. *Marine Pollution Bulletin* 199: 115978. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115978>

- Elischer, M. 2019. The Five Freedoms: A history lesson in animal care and welfare. 4-H Animal Science. Päivitetty 6.9.2019. https://www.canr.msu.edu/news/an_animal_welfare_history_lesson_on_the_five_freedoms. Viitattu 20.11.2024.
- Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M. & Gadd, D. 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 61(3): 493–531. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb00893.x>
- EMA 2025. Union Product Database (UPD). Coordination Group for Mutual Recognition and Decentralized Procedures for Veterinary Medicinal Products. Dataset. <https://www.hma.eu/veterinary-medicines/cmdv/union-product-database-upd.html>. Viitattu 15.1.2025.
- Engblom, C., Landor, L. & Wiklund, T. 2019. Saprolegnia infections in Finnish fish farms, identification of disease agents. Laboratory of Aquatic Pathobiology, Environmental and Marine Biology No. 65390. Åbo Akademi University.
- EU Platform on Animal Welfare Own-Initiative Group on Fish. 2020. Veden laatua ja käsittelyä koskevat ohjeet viljeltyjen selkärankaisten kalojen hyvinvoinnin edistämiseksi. 16 s.
- Euroopan Komissio. 2005. Tuotantoeläinten suojelua koskevan eurooppalaisen yleissopimuksen pysyvän komitean suositukset koskien viljeltyä kalaa, Brysseli, Belgia. 78/923/ETY. 92/583/ETY.
- Euroopan Komissio. 2020a. Eläinten hyvinvointia käsittelevän EU:n foorumin kaloja koskeva oma-aloitteinen työryhmä: Veden laatua ja kalojen käsittelyä koskevat ohjeet viljeltyjen selkärankaisten kalojen hyvinvoinnin edistämiseksi. Brysseli, Belgia.
- Euroopan Komissio. 2020b. Guidelines on Water Quality and Handling for the Welfare of Farmed Vertebrate Fish. EU Platform on Animal Welfare Voluntary Initiative on Fish 20. s. 20
- Euroopan Komissio 2023. Ehdotus eläinkuljetusasetuksen uudistamiseksi, Luxemburg: Euroopan unionin julkaisutoimisto. COM(2023) 770. 87 s.
- Euroopan neuvosto 1976. Tuotantoeläinten suojelua koskeva eurooppalainen yleissopimus ETS No. 087, Strasbourg.
- Euroopan neuvosto 2005. Recommendation concerning farmed fish adopted by the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes (T-AP).
- Euroopan Parlamentti 2020. Eläinten hyvinvointi ja suojelu: EU:n lainsäädäntö. Päivitetty 30.1.2020. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20200624STO81911/elainten-hyvinvointi-ja-suojelu-eu-n-lainsaadanto>. Viitattu 20.11.2024.
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 1998. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 98/58/EY, annettu 20. Heinäkuuta 1998, tuotantoeläinten suojelusta. Euroopan unionin virallinen lehti,, Issue L 221, s. 23–27.

- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2005. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N1/2005, annettu 22. Joulukuuta 2004, eläinten suojelusta kuljetuksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden aikana sekä direktiivien 64/432/ETY ja 93/119/EY ja asetuksen (EY) N1255/97 muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti, Issue L 3. s. 1–44.
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2009. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N1099/2009, annettu 24. Syyskuuta 2009, eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä. Euroopan unionin virallinen lehti, Issue L 303. s. 1–30.
- Euroopan Unioni 2016. Euroopan Unionista tehdyn sopimuksen ja Euroopan Unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen konsolidoidut toisinnot 2016/C 202/01.
- Fivelstad, S., Olsen, A.B., Kløften, H., Ski, H. & Stefansson, S. 1999. Effects of carbon dioxide on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts at constant pH in bicarbonate rich freshwater. *Aquaculture*, 178(1–2): 171–187. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00125-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00125-8)
- Fivelstad, S., Olsen, A.B., Åsgård, T., Baeverfjord, G., Rasmussen, T., Vindheim, T. & Stefansson, S. 2003. Long-term sublethal effects of carbon dioxide on Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.): Ion regulation, haematology, element composition, nephrocalcinosis and growth parameters. *Aquaculture*, 215(1–4): 301–319. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00048-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00048-0)
- Fjellidal, P.G., Murugesan, S., Vågseth, T., Pedersen, A.Ø., Madaro, A., Bui, S., Kryvi, H., Stien, L. H. & Nilsson, J. 2025. Vertebral deformities in cultured big size Rainbow Trout: Radiological analysis from juvenile to harvest size. *Aquaculture* 596: 741729. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741729>
- Fraslin, C., Dechamp, N., Bernard, M., Krieg, F., Hervet, C., Guyomard, R., Esquerré, D., Barbieri, J., Kuchly, C., Duchaud, E., Boudinot, P., Rochat, T., Bernardet, J.-F. & Quillet, E. 2018. Quantitative trait loci for resistance to *Flavobacterium psychrophilum* in rainbow trout: Effect of the mode of infection and evidence of epistatic interactions. *Genetics Selection Evolution* 50(1): 60. <https://doi.org/10.1186/s12711-018-0431-9>
- Fraslin, C., Koskinen, H., Nousianen, A., Houston, R.D. & Kause, A. 2022. Genome-wide association and genomic prediction of resistance to *Flavobacterium columnare* in a farmed rainbow trout population. *Aquaculture* 557: 738332. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738332>
- FRCAW 2024. Opinion of the FRCAW on slaughter conditions for farmed fish. French Reference Centre for Animal Welfare (FRCAW).
- Gallardo-Hidalgo, J., Barría, A., Yoshida, G.M. & Yáñez, J.M. 2021. Genetics of growth and survival under chronic heat stress and trade-offs with growth- and robustness-related traits in rainbow trout. *Aquaculture* 531: 735685. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735685>
- Gesto, M., Madsen, L., Andersen, N.R., El Kertaoui, N., Kestemont, P., Jokumsen, A. & Lund, I. 2021. Early performance, stress- and disease-sensitivity in rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) after total dietary replacement of fish oil with rapeseed oil. Effects of EPA and DHA supplementation. *Aquaculture* 536: 736446. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736446>

- Giménez-Candela, M., Saraiva, J.L. & Bauer, H. 2020. The legal protection of farmed fish in Europe – analysing the range of EU legislation and the impact of international animal welfare standards for the fishes in European aquaculture. *Derecho Animal. Forum of Animal Law Studies* 11(1): 65. <https://doi.org/10.5565/rev/da.460>
- Güller, U., Önalın, Ş., Arabacı, M., Karataş, B., Yaşar, M. & Küfrevioğlu, Ö.İ. 2020. Effects of different LED light spectra on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): In vivo evaluation of the antioxidant status. *Fish Physiology and Biochemistry* 46(6): 2169–2180. <https://doi.org/10.1007/s10695-020-00865-x>
- Hjelmstedt, P. 2022. *Safeguarding the Welfare of Fish in Aquaculture: Physiological Assessments of Stress and Welfare During Handling, Transport and Slaughter*. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Hjelmstedt, P., To, F., Gräns, A. & Allen, P. 2024. Use of electroencephalogram (EEG) to optimize stunning efficiency and animal welfare in commercial catfish production. *Aquaculture* 592: 741200. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741200>
- Huntingford, F.A., Adams, C., Braithwaite, V.A., Kadri, S., Pottinger, T.G., Sandøe, P. & Turnbull, J.F. 2006. Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology* 68(2): 332–372. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.001046.x>
- Huntingford, F., Rey, S. & Quaggiotto, M.-M. 2020. Behavioural fever, fish welfare and what farmers and fishers know. *Applied Animal Behaviour Science* 231: 105090. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105090>
- Hvas, M., Kolarevic, J., Noble, C., Oppedal, F. & Stien, L.H. 2024. Fasting and its implications for fish welfare in Atlantic salmon aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 16(3): 1308–1332. <https://doi.org/10.1111/raq.12898>
- Ignition 2024. Improving green innovation for the blue revolution. New tools and opportunities for a more sustainable animal farming. <https://ignition-project.eu/>
- Jacques, N., Herrmann, B., Brinkhof, J. & Sistiaga, M. 2024. Understanding size selectivity of trawls using structural models: Methodology and a case study on fish sorting grids. *Aquaculture and Fisheries* S2468550X24000273. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2024.03.003>
- Kaartinen, R. 2024. Haamuverkkojen jäljillä Saimaalla – selvitämme, uhkaavatko karanneet ja unohtuneet verkot saimaannorppaa. WWF Suomi. <https://wwf.fi/uutiset/2024/07/haamuverkkojen-jaljilla-saimaalla-selvitamme-uhkaavatko-karanneet-ja-unohtuneet-verkot-saimaannorppaa/>. Viitattu 27.11.2024.
- Kalam, B.S., Rajesh, M. & Kaushik, S. 2020. Nutrition and Feeding of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Teoksessa Ninawe, A.S., Dhanze, J.R., Dhanze, R. & Indulkar, S.T. (Toim.). *Fish Nutrition and Its Relevance to Human Health* (1. p., ss. 299–332). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003107583-12>

- Kamali, S., Ward, V.C.A. & Ricardez-Sandoval, L. 2022. Dynamic modeling of recirculating aquaculture systems: Effect of management strategies and water quality parameters on fish performance. *Aquacultural Engineering*, 99, 102294. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2022.102294>
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S.E., Panopoulos, G., Papoutsoglou, E.S., Chadio, S. & Kalogiannis, D. 2008. Effects of light spectrum on growth and stress response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering* 38(1): 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.10.006>
- Kause, A., Nousiainen, A. & Koskinen, H. 2022. Improvement in feed efficiency and reduction in nutrient loading from rainbow trout farms: The role of selective breeding. *Journal of Animal Science* 100(8): skac214. <https://doi.org/10.1093/jas/skac214>
- Kause, A., Paananen, T., Ritola, O. & Koskinen, H. 2007. Direct and indirect selection of visceral lipid weight, fillet weight, and fillet percentage in a rainbow trout breeding program1. *Journal of Animal Science* 85(12): 3218–3227. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0332>
- Kause, A., Tobin, D., Houlihan, D.F., Martin, S.A.M., Mäntysaari, E.A., Ritola, O. & Ruohonen, K. 2006. Feed efficiency of rainbow trout can be improved through selection: Different genetic potential on alternative diets. *Journal of Animal Science* 84(4): 807–817. <https://doi.org/10.2527/2006.844807x>
- Kleiber, A., Roy, J., Brunet, V., Baranek, E., Le-Calvez, J.M., Kerneis, T., Batard, A., Calvez, S., Pineau, L., Milla, S., Guesdon, V., Calandreau, L. & Colson, V. 2024. Feeding predictability as a cognitive enrichment protects brain function and physiological status in rainbow trout: A multidisciplinary approach to assess fish welfare. *Animal* 18(3): 101081. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101081>
- Klug, J.J., Treuting, P.M., Sanders, G.E., Winton, J.R. & Kurath, G. 2021. Effects of Stocking Density on Stress Response and Susceptibility to Infectious Hematopoietic Necrosis Virus in Rainbow Trout. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 60(6): 637–645. <https://doi.org/10.30802/AALAS-JAALAS-21-000003>
- Korhonen, P.K., Hyvärinen, P. & Leinonen, A. 2014. Lohikalojen istukaspoikasten virikekasvatus: Käytännön kokemuksia. *RKTL:n työraportteja* 35/2014. 22 s.
- Korkea-Aho, T. 2023. Kalaterveyskatsaus vuodelta 2023. *Ruokavirasto*.
- Korsøen, Ø.J., Dempster, T., Fjellidal, P.G., Oppedal, F. & Kristiansen, T.S. 2009. Long-term culture of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in submerged cages during winter affects behaviour, growth and condition. *Aquaculture* 296(3–4): 373–381. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.08.036>
- Kortan, J. & Adámek, Z. 2011. Behavioural response of carp (*Cyprinus carpio*, L.) pond stock upon occurrence of hunting great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) flocks. *Aquaculture International* 19(1): 121–129. <https://doi.org/10.1007/s10499-010-9346-3>

- Laakso, J. 2006. Kalanlihan anatomiaa ja stressin biokemiaa kirjolohella (*Oncorhynchus mykiss* W.), I osa; Kolkkaus ja hiilidioksiditainnutus: Vaikutus rauhoitetun ja rauhoittamattoman kirjolohen (*Oncorhynchus mykiss* W.) lihan laatuun, II osa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto.
- Laaksonen, T. & Aro, T.-M. 2023. Eläinlääkintähuollon valtakunnallinen ohjelma (EHO) 2015—2024. Elintarvikeketjun monivuotisen kansallisen valvontasuunnitelman (VASU) osan 4 liite, Päivitys vuodelle 2024. Ruokavirasto.
- Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023. Eläinten hyvinvointilaki., Pub. L. No. 693/2023, EHL 693/2023. Voimaantulo 1.1.2024.
- Lapio, T. 2023. SEYn katsaus kirjolohien hyvinvointiin. SEY Suomen eläinsuojelu. 34 s.
- Lappalainen, A., Setälä, J., Helminen, J., Lehtonen, T., Niukko, J., Rantanen, P., Saarni, K. & Söderkultalahti, P. 2023. Suomen troolilaivaston kalastusalueet Itämerellä vuosina 2010–2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 102/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 23.
- LeBlanc, S., Middleton, S., Gilmour, K.M. & Currie, S. 2011. Chronic social stress impairs thermal tolerance in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Experimental Biology 214(10): 1721–1731. <https://doi.org/10.1242/jeb.056135>
- Lehtonen, E. & Suuronen, P. 2010. Live-capture of grey seals in a modified salmon trap. Fisheries Research 102(1–2): 214–216. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.10.007>
- Liu, Q., Hou, Z., Wen, H., Li, J., He, F., Wang, J., Guan, B. & Wang, Q. 2016. Effect of stocking density on water quality and (Growth, Body Composition and Plasma Cortisol Content) performance of pen-reared rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Ocean University of China 15(4): 667–675. <https://doi.org/10.1007/s11802-016-2956-2>
- López-Luna, J., Vásquez, L., Torrent, F. & Villarroel, M. 2013. Short-term fasting and welfare prior to slaughter in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture 400–401: 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.03.009>
- Luonnonvarakeskus 2017. Eläinten hyvinvointikeskus, EHK. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/projektit/ehk>. Viitattu 10.9.2024.
- Luonnonvarakeskus 2023a. Suomen virallinen tilasto (SVT): Vapaa-ajankalastus 2022 [verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu: 20.12.2024. Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/vapaaajankalastus/vapaaajankalastus-2022>.
- Luonnonvarakeskus 2023b. Suomen virallinen tilasto (SVT): Vesiviljely 2022 [verkkojulkaisu] Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu: 23.7.2024. Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/vesiviljely/vesiviljely-2022>.
- Luonnonvarakeskus 2023c. Kalan kulutus 2022 [verkkojulkaisu] Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 23.7.2024. Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kalan-kulutus/kalan-kulutus-2022>

- Luonnonvarakeskus 2024a. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kotieläinten lukumäärät keväällä 2023 [verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 23.7.2024. Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kotielainten-lukumaara/kotielainten-lukumaarat-kevaalla-2023>
- Luonnonvarakeskus 2024b. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kalan ulkomaankauppa 2023 [verkkojulkaisu] Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 10.9.2024. Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kalan-ulkomaankauppa/kalan-ulkomaankauppa-2023>
- Luonnonvarakeskus 2024c. Suomen virallinen tilasto (SVT): Poikastuotannon arvo 2023 [verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 18.11.2024. Saantitapa: https://www.luke.fi/fi/tilastot/vesiviljely/TARGET=_blank> Tilaston kotisivu
- Luonnonvarakeskus 2024d. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kalansaalis ja tuotanto 2022 [verkkojulkaisu] Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 23.7.2024. Saantitapa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kalansaalis-ja-tuotanto/kalansaalis-ja-tuotanto-2022>
- Marana, M.H., Dalsgaard, I., Kania, P.W., Mohamed, A., Hannibal, J. & Buchmann, K. 2022. *Flavobacterium psychrophilum*: Response of Vaccinated Large Rainbow Trout to Different Strains. *Biology* 11(12): 1701. <https://doi.org/10.3390/biology11121701>
- McKenzie, D.J., Höglund, E., Dupont-Prinet, A., Larsen, B.K., Skov, P.V., Pedersen, P.B. & Jokumsen, A. 2012. Effects of stocking density and sustained aerobic exercise on growth, energetics and welfare of rainbow trout. *Aquaculture* 338–341: 216–222. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.01.020>
- Mehtiö, T., Luostarinen, S., Leskinen, H., Rinne, M., Huuskonen, A., Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Huhtanen, P., Perttilä, S., Keto, L., Setälä, J., Vielma, J., Niemi, J., Mäntysaari, E., Kause, A., Leino, A.-M., Pastell, M., Tapio, M., Mononen, J. & Vilkki, J. 2023. Luken visio suomalaisesta eläintuotannosta ja sen tutkimuksesta vuoteen 2040. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 8/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 52 s.
- Mellor, D.J., Beausoleil, N.J., Littlewood, K.E., McLean, A.N., McGreevy, P.D., Jones, B. & Wilkins, C. 2020. The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals* 10(10): 1870. <https://doi.org/10.3390/ani10101870>
- Mellor, D.J., Patterson-Kane, E. & Stafford, K.J., Universities Federation for Animal Welfare. 2009. *The sciences of animal welfare*. Wiley-Blackwell.
- Menanteau-Ledouble, S., Krauss, I., Goncalves, R.A., Weber, B., Santos, G.A. & El-Matbouli, M. 2017. Antimicrobial effect of the Biotronic® Top3 supplement and efficacy in protecting rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from infection by *Aeromonas salmonicida* subsp. *Salmonicida*. *Research in Veterinary Science* 114: 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.010>
- Mercogliano, R., Avolio, A., Castiello, F. & Ferrante, M.C. 2024. Development of Welfare Protocols at Slaughter in Farmed Fish. *Animals* 14(18): 2730. <https://doi.org/10.3390/ani14182730>
- Mladineo, I. 2024. Cure4Aqua. <https://cure4aqua-project.eu/> Viitattu 25.11.2024.

- MMM 2023. Uusi laki eläinten hyvinvoinnista ja sitä täydentäviä asetuksia voimaan vuoden vaihteessa. Maa- ja metsätalousministeriö. Valtioneuvosto. Päivitetty 22.12.2023. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/uusi-laki-elainten-hyvinvoinnista-ja-sita-taydentavia-asetuksia-voimaan-vuoden-vaihteessa> Viitattu 20.11.2024.
- Nash, C.E., Iwamoto, R.N. & Mahnken, C.V.W. 2000. Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific Northwest. *Aquaculture* 183(3–4): 307–323. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00300-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00300-2)
- Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M.H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L.H. & Turnbull, J.F. 2020. Welfare Indicators for farmed rainbow trout: Tools for assessing fish welfare.
- North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J. & Bromage, N.R. 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255(1–4): 466–479. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.01.004>
- Näslund, J. & Johnsson, J.I. 2016. Environmental enrichment for fish in captive environments: Effects of physical structures and substrates. *Fish and Fisheries* 17(1): 1–30. <https://doi.org/10.1111/faf.12088>
- Olla, B.L., Davis, M.W. & Schreck, C.B. 1997. Effects of simulated trawling on sablefish and walleye pollock: The role of light intensity, net velocity and towing duration. *Journal of Fish Biology* 50(6): 1181–1194. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1997.tb01646.x>
- Oppedal, F., Folkedal, O., Stien, L.H., Vågseth, T., Fosse, J.O., Dempster, T. & Warren-Myers, F. 2020. Atlantic salmon cope in submerged cages when given access to an air dome that enables fish to maintain neutral buoyancy. *Aquaculture* 525: 735286. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735286>
- Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Skouradakis, C., Papoutsoglou, E.S., Batzina, A., Leondaritis, G. & Sakellaris, N. 2013. Effect of musical stimuli and white noise on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth and physiology in recirculating water conditions. *Aquacultural Engineering* 55: 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.01.003>
- Pavlidis, M., Papaharisis, L., Adamek, M., Steinhagen, D., Jung-Schroers, V., Kristiansen, T., Theodoridi, A. & Otero Lourido, F. 2023. Research for PECH Committee – Animal welfare of farmed fish, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels.
- Pemberton, D., Brothers, N & Copson, G. 1991. Predators on marine fish farms in Tasmania. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania* 125: 33–35. <https://doi.org/10.26749/rstpp.125.33>
- Poisson, A., Valotaire, C., Borel, F., Bertin, A., Darmaillacq, A.-S., Dickel, L. & Colson, V. 2017. Embryonic exposure to a conspecific alarm cue triggers behavioural plasticity in juvenile rainbow trout. *Animal Behaviour* 133: 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.09.013>

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.01.009>
- Pulkkinen, K., Suomalainen, L.-R., Read, A.F., Ebert, D., Rintamäki, P. & Valtonen, E.T. 2010. Intensive fish farming and the evolution of pathogen virulence: The case of columnaris disease in Finland. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277(1681): 593–600. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1659>
- Purbayanto, A., Tsunoda, A., Akiyama, S., Arimoto, T. & Tokai, T. 2001. Survival of Japanese whiting *Sillago japonica* and by-catch species captured by a sweeping trammel net. *Fisheries Science* 67(1): 21–29. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2001.00194.x>
- Rahkonen, R., Vennerström, P., Rintamäki, P. & Kannel, R. 2012. Terve kala: Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 139 s.
- Rauhala, E. 2024. Lainsäädäntömuutokset kalastuslaissa. ELY-keskuksen julkaisu: UUTISRYSÄ. Kalatalousyksikön tiedotuslehti 1/2024.
- Reilly, S.C., Quinn, J.P., Cossins, A.R. & Sneddon, L.U. 2008. Behavioural analysis of a nociceptive event in fish: Comparisons between three species demonstrate specific responses. *Applied Animal Behaviour Science* 114(1–2): 248–259. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.01.016>
- Robertson, G.N., Lindsey, B.W., Dumbarton, T.C., Croll, R.P. & Smith, F.M. 2008. The contribution of the swimbladder to buoyancy in the adult zebrafish: A morphometric analysis. *Journal of Morphology* 269(6): 666–673. <https://doi.org/10.1002/jmor.10610>
- Roque d’Orbcastel, E., Person-Le Ruyet, J., Le Bayon, N. & Blancheton, J.-P. 2009. Comparative growth and welfare in rainbow trout reared in recirculating and flow through rearing systems. *Aquacultural Engineering* 40(2): 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.11.005>
- Rountree, R. 2023. Conceptual ideas on the interrelated evolution of buoyancy control, respiration, and sound production functions of an internal gas bladder in fishes. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10867.09762>
- Roy, J., Terrier, F., Marchand, M., Herman, A., Heraud, C., Surget, A., Lanuque, A., Sandres, F. & Marandel, L. 2021. Effects of Low Stocking Densities on Zootechnical Parameters and Physiological Responses of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Juveniles. *Biology*, 10(10): 1040. <https://doi.org/10.3390/biology10101040>
- Royer, E., Faccenda, F. & Pastres, R. 2021. Estimating oxygen consumption of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a raceway: A Precision Fish Farming approach. *Aquacultural Engineering* 92: 102141. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102141>
- Ruokavirasto 2020. Uusi kalojen bakteeritauti todettu Suomen sisävesialueella. Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/laboratoriopalvelut/ajankohtaista-laboratoriopalveluista/uusi-kalojen-bakteeritauti-todettu-suomen-sisavesialueella/>. Viitattu 20.11.2024.

- Ruokavirasto 2023a. Eläintaudit Suomessa 2022. Ruokaviraston julkaisuja 3/2023. ISBN PDF 978-952-358-052-7.
- Ruokavirasto 2023b. Yersinioosi (ERM, Enteric Redmouth Disease). Ruokavirasto. Päivitetty 17.1.2024. <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/kalat-ja-ravut/yersinioosi/> Viitattu 20.11.2024
- Ruokavirasto 2024a. Flavobakteerit. Ruokavirasto. Päivitetty 17.1.2024. <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/kalat-ja-ravut/flavobakteerit/>. Viitattu: 20.11.2024.
- Ruokavirasto 2024b. Tarttuva haimakuoliotauti IPN. Ruokavirasto. Päivitetty 1.2.2024. <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/kalat-ja-ravut/ipn/>. Viitattu: 20.11.2024.
- Ruokavirasto 2024c. Kalojen lopettaminen kalastuskilpailuissa ja muun vapaa-ajan kalastuksen yhteydessä. Ruokavirasto. Päivitetty 4.4.2024. <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/elainten-hyvinvointi/elainsuojelu-ja-luonnonvaraiset-elaimet/kalojen-lopettaminen-kalastuskilpailuissa-ja-muun-vapaa-ajan-kalastuksen-yhteydessa/>. Viitattu 29.11.2024.
- Ruokonen, T. & Keskinen, T. (toim.). 2023. Tutkimuksen ja kalastajien kumppanuus: Kalatalouden innovaatio-ohjelman loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 72/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 64 s.
- Räihä, V., Sundberg, L., Ashrafi, R., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2019. Rearing background and exposure environment together explain higher survival of aquaculture fish during a bacterial outbreak. *Journal of Applied Ecology* 56(7): 1741–1750. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13393>
- Saraiva, J.L., Faccenda, F., Cabrera-Álvarez, M.J., Povinelli, M., Hubbard, P.C., Cerqueira, M., Farinha, A.P., Secci, G., Tignani, M.V., Pulido Rodriguez, L.F. & Parisi, G. 2024. Welfare of rainbow trout at slaughter: Integrating behavioural, physiological, proteomic and quality indicators and testing a novel fast-chill stunning method. *Aquaculture* 581: 740443. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740443>
- Saraiva, J.L., Rachinas-Lopes, P. & Arechavala-Lopez, P. 2022. Finding the “golden stocking density”: A balance between fish welfare and farmers’ perspectives. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 930221. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.930221>
- SCAR AHW 2023. SCAR Animal Health and Welfare (SCAR AHW) Mission and aims. <https://scar-europe.org/ahw-mission>. Viitattu 27.11.2024.
- Segner, H., Reiser, S., Ruane, N., Rösch, R., Steinhagen, D. & Vehanen, T. 2019. Welfare of fishes in aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1189*.
- Seibel, H., Weirup, L. & Schulz, C. 2020. Fish Welfare – Between Regulations, Scientific Facts and Human Perception. *Food Ethics* 5(1–2): 4. <https://doi.org/10.1007/s41055-019-00063-3>
- Sensor Globe 2024. Crowding Companion -Precision monitoring of crowding operations. <https://www.sensorglobe.no/the-crowding-companion>. Viitattu 27.11.2024.

- Shabani, F., Erikson, U., Beli, E. & Rexhepi, A. 2016. Live transport of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and subsequent live storage in market: Water quality, stress and welfare considerations. *Aquaculture* 453: 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.040>
- Sneddon, L.U. 2003a. The evidence for pain in fish: The use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviour Science* 83(2): 153–162. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00113-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00113-8)
- Sneddon, L.U. 2003b. Trigeminal somatosensory innervation of the head of a teleost fish with particular reference to nociception. *Brain Research* 972(1–2): 44–52. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(03\)02483-1](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(03)02483-1)
- Suomen Kalankasvattajaliitto ry. 2020. Hyvinvointia edistävä menettely ennen teurastusta ja teurastuksen yhteydessä, Hankenro 109718. Loppuraportti. 6 s.
- Suuronen, P., Erickson, D.L. & Orrensalo, A. 1996. Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research* 25(3–4): 305–321. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(95\)00446-7](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00446-7)
- Suuronen, P., Lehtonen, E., Lehmonen, R., Hopkins, J. & Helminen, J. 2024. Hyljekarkottimet kalastuksessa: Mahdollisuudet ja soveltuvuus hylkeiden kalastukselle aiheuttamien vahinkojen torjunnassa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 16/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s.
- Syke 2024. Kadonneita kalastusvälineitä kerätään merestä, Tiedote 4.11.2024. Suomen ympäristökeskus. Suomen tietotoimisto, STT. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/70634877/kadonneita-kalastusvalineita-kerataan-meresta?publisherId=69819243> Viitattu 3.12.2024.
- Tobiassen, T. 2018. New knowledge on stunning and bleeding fish. Nofima. Päivitetty 29.11.2018. <https://nofima.com/results/new-knowledge-on-stunning-and-bleeding-fish/>. Viitattu 29.11.2024.
- Tomás, M., Behrens, J.W., Nielsen, D.B., Sparrevohn, C.R., Gesto, M., McEvoy, F. & Gräns, A. 2024. Investigating the effects of pelagic trawling on the welfare of Atlantic herring (*Clupea harengus*). *Scientific Reports* 14(1): 17530. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68629-8>
- Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta 2014. Tuotantoeläinten olennaiset käyttäytymistarpeet. Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta. Muistio 16.9.2014. <https://www.elaintieto.fi/wp-content/uploads/2015/12/TEHVNK-k%C3%A4ytt%C3%A4ytymistarpeet.pdf> Viitattu 29.11.2024.
- Ulrich-Lai, Y.M. & Ryan, K.K. 2014. Neuroendocrine Circuits Governing Energy Balance and Stress Regulation: Functional Overlap and Therapeutic Implications. *Cell Metabolism*, 19(6): 910–925. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2014.01.020>
- Ulstein 2020. The ECOFIVE concept for sustainable fishing. Ulstein. Päivitetty 15.2.2022. <https://ulstein.com/news/the-ecofive-concept-for-sustainable-fishing> Viitattu 29.11.2024.

- Valtioneuvoston asetus viljeltävien kalojen suojelusta, Pub. L. No. 812/2010. 2010. Voimaantulo 1.11.2010. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100812>. Viitattu 29.11.2024.
- Veldhuizen, L.J.L., Berentsen, P.B.M., De Boer, I.J.M., Van De Vis, J.W. & Bokkers, E.A.M. 2018. Fish welfare in capture fisheries: A review of injuries and mortality. *Fisheries Research* 204: 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.02.001>
- Vennerström, P. & Jansson, E. 2014. Infectious diseases of coldwater fish in marine and brackish waters. Teoksessa: *Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture*. CAB International.
- Verlhac, V., Obach, A., Gabaudan, J., Schüep, W. & Hole, R. 1998. Immunomodulation by dietary vitamin C and glucan in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology* 8(6): 409–424. <https://doi.org/10.1006/fsim.1998.0148>
- Virtanen, J. 2020. Kalojen hyvinvointia edistävä menettely ennen teurastusta ja teurastuksen yhteydessä—Hankenro 109718. 43 s.
- Waley, D., Harris, M., Goulding, I. & Correia, M. 2021. Eurogroup for Animals: Catching Up. *Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*.
- Waśkiewicz, A. & Irzykowska, L. 2014. *Flavobacterium* spp. – Characteristics, Occurrence, and Toxicity. Teoksessa *Encyclopedia of Food Microbiology* (ss. 938–942). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00126-9>
- Webb, P.W. 1993. Swimming. In: Evens, D.H. (Toim.). *The Physiology of Fishes*, CRC Press, Boca Raton, 47-73.
- Westerbom, M., Airaksinen, S., Arkko, V., Byholm, P., Ekblad, C., Hopkins, J., Jormalainen, V., Kankainen, M., Laaksonen, T., Lehmonen, R., Lehmuskallio, J., Lindberg, P., Lindén, A., Lindqvist, M., Moilanen, N., Niukko, J., Olin, M., Ovaskainen, A., Piha, M. & Tiitinen, M. 2024. Merimetson ja harmaahaikaran suorat kalatalousvahingot: Määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 177 s.
- WOAH 2024. Aquatic Code Online Access 2024. World Organisation for Animal Health. WOA - World Organisation for Animal Health. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/>. Viitattu: 21.11.2024.
- Wrobel, A., Leo, J.C. & Linke, D. 2019. Overcoming Fish Defences: The Virulence Factors of *Yersinia ruckeri*. *Genes* 10(9): 700. <https://doi.org/10.3390/genes10090700>
- Wysocki, L.E., Amoser, S. & Ladich, F. 2007. Diversity in ambient noise in European freshwater habitats: Noise levels, spectral profiles, and impact on fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America* 121(5): 2559–2566. <https://doi.org/10.1121/1.2713661>
- Wysocki, L.E., Davidson, J.W., Smith, M.E., Frankel, A.S., Ellison, W.T., Mazik, P.M., Popper, A.N. & Bebak, J. 2007. Effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 272(1–4): 687–697. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.07.225>

- Yang, X., Zhang, S., Liu, J., Gao, Q., Dong, S. & Zhou, C. 2021. Deep learning for smart fish farming: Applications, opportunities and challenges. *Reviews in Aquaculture* 13(1): 66–90. <https://doi.org/10.1111/raq.12464>
- Yu, J., Dong, S., Zhou, Y., Guo, Y., Gao, Q. & Dong, Y. 2022. Effects of different types of air supplementation on rainbow trout confined underwater. *Aquacultural Engineering* 96: 102214. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2021.102214>
- Åbo Akademi 2006. Kalaterveyttä, kalataudit. Kalaterveyssivut. Päivitetty 15.5.2006. <http://web.abo.fi/instut/fisk/Fin/fisksjukdomar.htm>. <https://web.archive.org/web/20081230061325/http://web.abo.fi/instut/fisk/Fin/fisksjukdomar.htm>. Viitattu 20.11.2024.

Liitteet

Liite 1. Hyvinvointi-indikaattorit

HYVINVOINTI-INDIKAATTORIT		TARPEET													
		YMPÄRISTÖ				TERVEYS			KÄYTTÄYTYMINEN					RESURSSIT	
		Hengitys	Osmoottinen tasapaino	Lämmön-säätely	Hyvä veden laatu	Kehon-huolto	Hygienia	Turvallisuus ja suojelu	Käyttäytymisen hallinta	Sosiaaliset yhteydet	Lepo	Ympäristön tutkiminen	Lisääntymis-käyttäytyminen	Syömi-nen	Ravitse-mus
KALOIHIN PERUSTUVAT HYVINVOINTI-INDIKAATTORIT	PARVIPERUSTEISET	Kuolleisuus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Käyttäytyminen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Ruokahalu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Kasvu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Vedessä esiintyvät suomut tai veri	x	x					x	x					
	Taudit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	YKSILÖPERUSTEISET	Kidusten liikenopeus	x			x			x	x					
		Lohitait	x	x			x	x	x						
		Kidusten vaaleus ja kunto	x	x				x			x				
		Kuntotekijä												x	x
Nälkiintymistila			x				x						x	x	
Sukukypsyyden vaihe			x									x			
Sopeutuminen meriveteen			x												
Selkänikaman epämuodostuma									x		x				
Evävaurio								x		x					
Evän kunto			x				x	x							
Suomujen irtoaminen ja ihon kunto			x				x	x							
Silmävauriot, silmien tila							x	x	x				x	x	
Kiduskansien epämuodostumat		x													
Vatsaontelon elimet							x	x						x	
Rokotuksiin liittyvä patologia													x	x	
VERI	Kortisoli		x					x	x	x	x		x		
	Osmolaliteetti		x												
	Ionien koostumus		x												
	Glukoosi							x					x	x	
	Laktaatti							x	x		x				
VEDEN LAATU	Lämpötila	x	x	x			x	x							
	Suolapitoisuus	x	x												
	O ₂	x	x												
	CO ₂	x			x										
	pH	x	x		x										
	Ammoniakkityypen kokonaispitoisuus	x			x								x		
	Nitriitti ja nitraatti	x	x		x										
	Sameus ja kiintoaineiden kokonaismäärä	x			x		x								
KASVATUSJÄRJESTELMÄT JA KASVATUSKÄYTÄNNÖT	Veden virtausnopeus								x		x				
	Valaistus								x	x	x	x		x	
	Kasvatustiheys				x		x		x	x	x				
	Pääsy pinnalle					x	x		x		x	x			

Liite 2. Webropol yhteenveto

Kasvatetun kalan hyvinvointiin liittyvä kysely

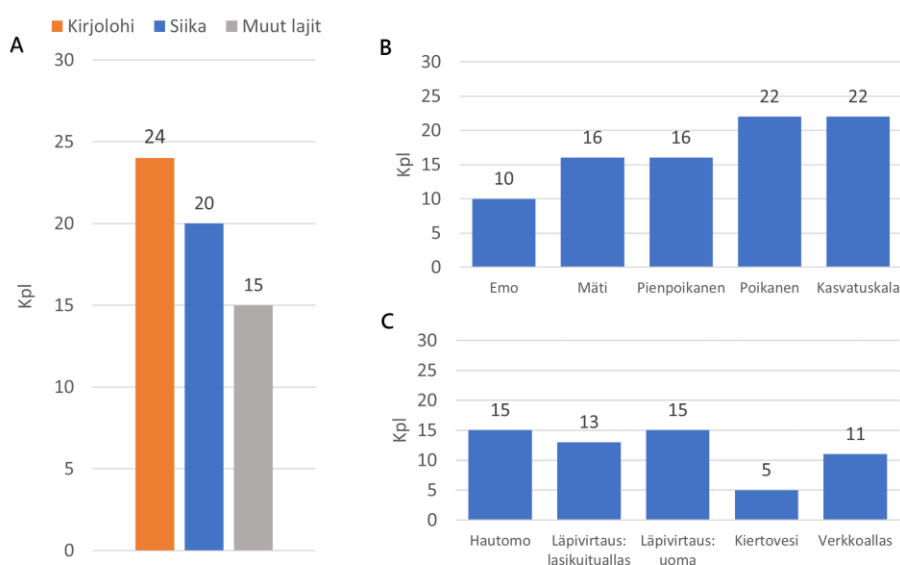
Susanna Airaksinen (Luke) ja Jenni Westerback (Ruokavirasto)

Keväällä 2023 lähetettiin kalojen hyvinvointiin liittyvä kysely kala-alantoimijoille ja kalalaitosvalvontaa ja terveydenhuoltoa tekeville eläinlääkäreille. Kyselyn tarkoitus oli kartoittaa, miten kasvatetun kalan hyvinvointia seurataan tällä hetkellä ja miten toimijat sekä eläinlääkärit kokevat seurannan onnistumisen ja missä tarvitaan kehitystoimenpiteitä. Kysely koostui pääasiassa monivalintakysymyksistä ja avoimista kysymyksistä. Monivalintakysymyksissä oli usein myös avoin vastauskenttä. Kyselyn laati Kalojen hyvinvointiohjelman suunnittelu ja käynnistys -hankkeen projektiryhmä, johon kuuluivat Susanna Airaksinen ja Jouni Vielma (Luke), Satu Raussi ja Tiina Kauppinen (Eläinten hyvinvointikeskus) sekä Tiina Korkea-aho ja Anna-Maria Eriksson-Kallio (Ruokavirasto). Molempien ryhmien suhteellisen pienestä vastaajamäärästä huolimatta kyselyn vastaukset antoivat kasvatetun kalan hyvinvoinnin tilasta hyvän yleiskuvan. Tässä yhteenvetossa esitetään kyselyn tulokset, joita on esitelty aiemmin vastaajille Kalankasvattajien kesäpäivillä Oulussa 31.8.2023 ja Kalaterveyspäivillä Tampereella 13.2.2024. Vastauksia hyödynnetään Kalojen hyvinvointiohjelman toimenpide- ja tutkimusprioriteettien määrittelyssä.

Kalankasvatustoimialan näkemykset

Vastaajaprofiili

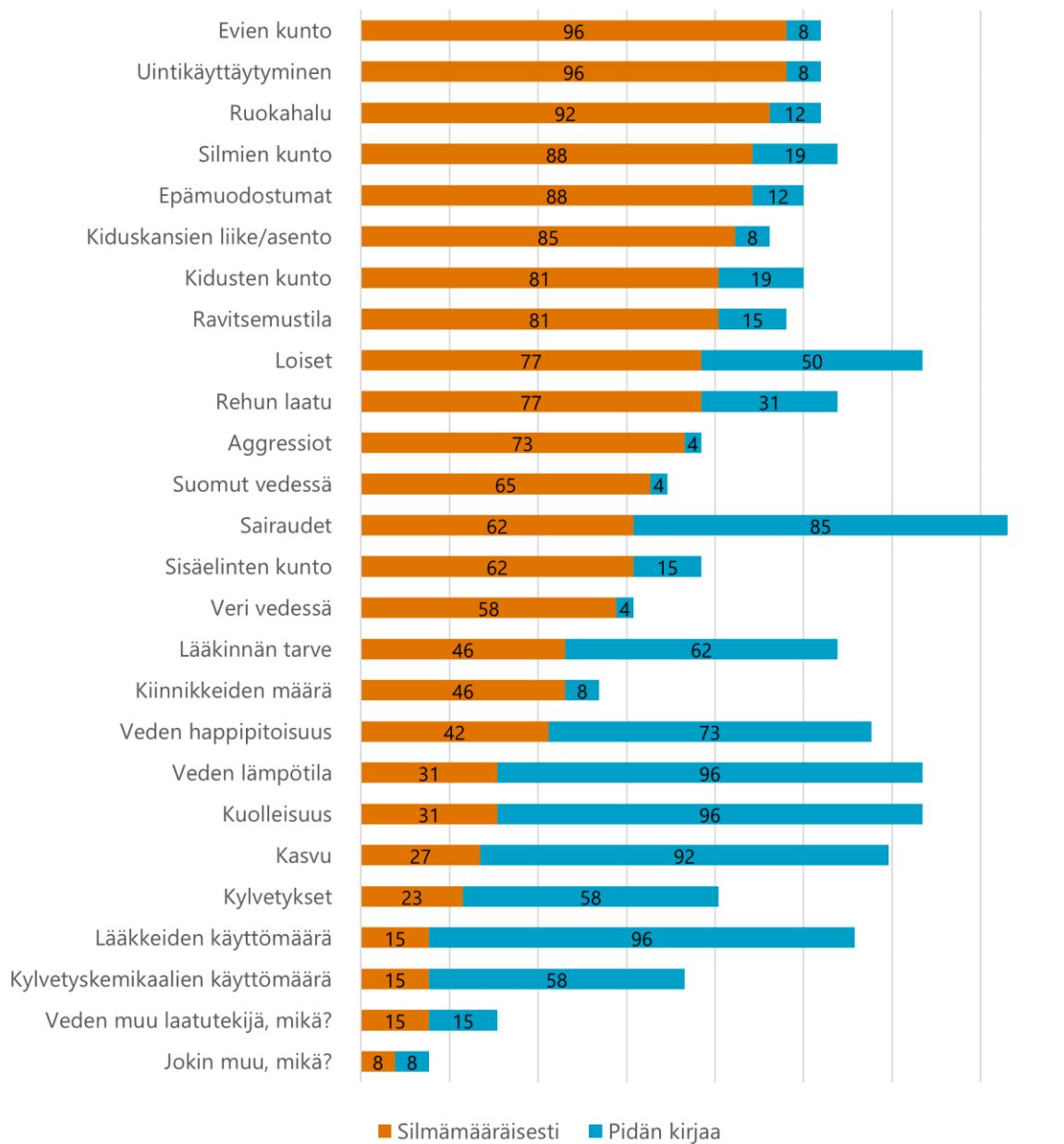
Vastauksia saatiin yhteensä 26 kappaletta. Taustatiedoksi vastaajilta kysyttiin, 1) minkä kalalajien kasvatuksesta, 2) mistä tuotannon vaiheista ja 3) mistä tuotantojärjestelmistä heillä oli kokemusta. Vastaajilla oli kokemusta laajasti eri kalalajeista, tuotannonvaiheista ja laitostyypeistä (Kuva 1). Vastaukset antavat hyvän yleiskuvan tilanteesta, mutta niitä ei voida suhteuttaa tuotantomääriin, koska sellaista tietoa ei kyselyssä kerätty.



Kuva 1. Vastaajaprofiili eli vastaajien taustakokemus. A) Kokemusta eri kalalajeista. B) Kokemusta eri tuotannonvaiheista. C) Kokemusta eri tuotantojärjestelmistä. Muut lajit sisältävät taimenen, lohena, nieriän, kuhan, harjuksen ja sammen. Ilmoitettu vastaajien lukumääränä, Kpl.

Nykytilanne

Kaloja ja tuotantoa seurataan laitoksilla monin eri tavoin (Kuva 2). Osa tekijöistä seurataan silmämääräisesti ja osasta seurattava tieto tallentuu automaattisesti järjestelmiin tai se kirjataan manuaalisesti. Kuolleisuuden, kasvun, sairauksien, uintikäyttäytymisen, evien ja silmien kunnon sekä veden lämpötilan ja happipitoisuuden seuranta on kaikilla laitoksilla rutiinia. Pääsääntöisesti seurataan myös ruokahalua, loisten määrä, kidusten kuntoa ja liikettä. Myös lain velvoittamat asiat kuten lääkitys kirjataan. Seurantaa, mikä edellyttää kalojen lopettamisen, kuten sisäelinten kunto ja kiinnikkeiden määrä, mainittiin edellisiä harvemmin.

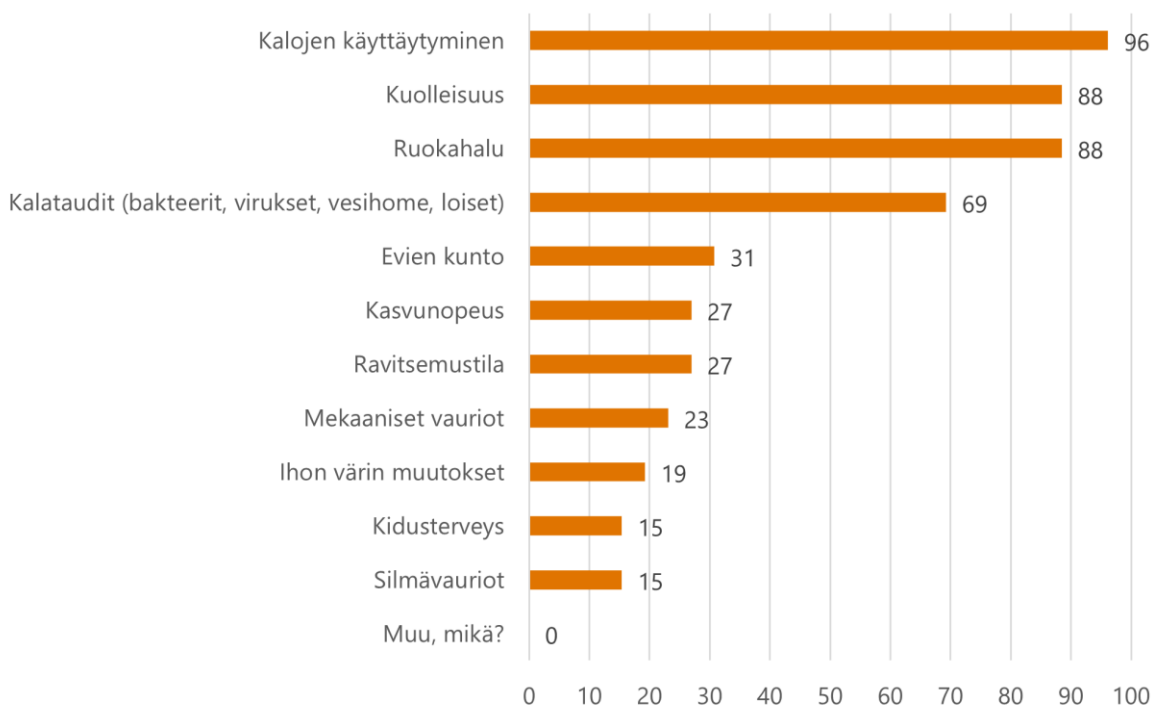


Kuva 2. Vastaukset kysymykseen: Mitä asioita seuraat ja mistä pidät kirjaa laitoksellasi? Ilmoitettu prosenttina (%) vastauksista (n=26).

Seurattavat asiat olivat projektiryhmän listaamia, mutta 'Jokin muu tekijä' -kohdassa vastaajilla oli mahdollisuus täydentää listausta. Muina tekijöinä maininnan tai muutamia mainintoja saivat klorofylli, virtaama, tuulen suunta, sinilevän määrä, kiintoaine, hiilidioksidi, nitraatti, nitriitti, alkaliniteetti, pH ja jäljitettävyyys.

Kehittämisen kannalta on kiinnostavaa, voiko silmämääräisesti seurattavien tekijöiden seuranta automatisoida tai tallennettavia/tallentuvia tietoja hyödyntää tehokkaammin tuotannon ohjaamisessa. Silmämääräinen seuranta on subjektiivista ja se edellyttää kokemusta ja ammattiosaamista, joten on riski, että siinä epäonnistutaan, kun työntekijät ovat uusia tai vaihtuvat usein. Inhimillinen tekijä aiheuttaa seurannassa vaihtelua ja reagointi muuttuneeseen tilanteeseen voi tapahtua viiveellä tai muutosta ei havaita lainkaan. Automatisoitu seuranta edellyttää sekin ihmisen valvontaa, mutta voi optimoituina varoittaa tehokkaasti riskitilanteista, auttaa olosuhteiden säätämisessä ajantasaisesti ja vapauttaa työntekijöitä muihin tehtäviin. Kirjattu tai automatisoitu tallennus ja siitä kertyvä historiatieto on keskeinen väline tuotannon kehittämiseksi - Mitä voidaan mitata, sitä voidaan parantaa.

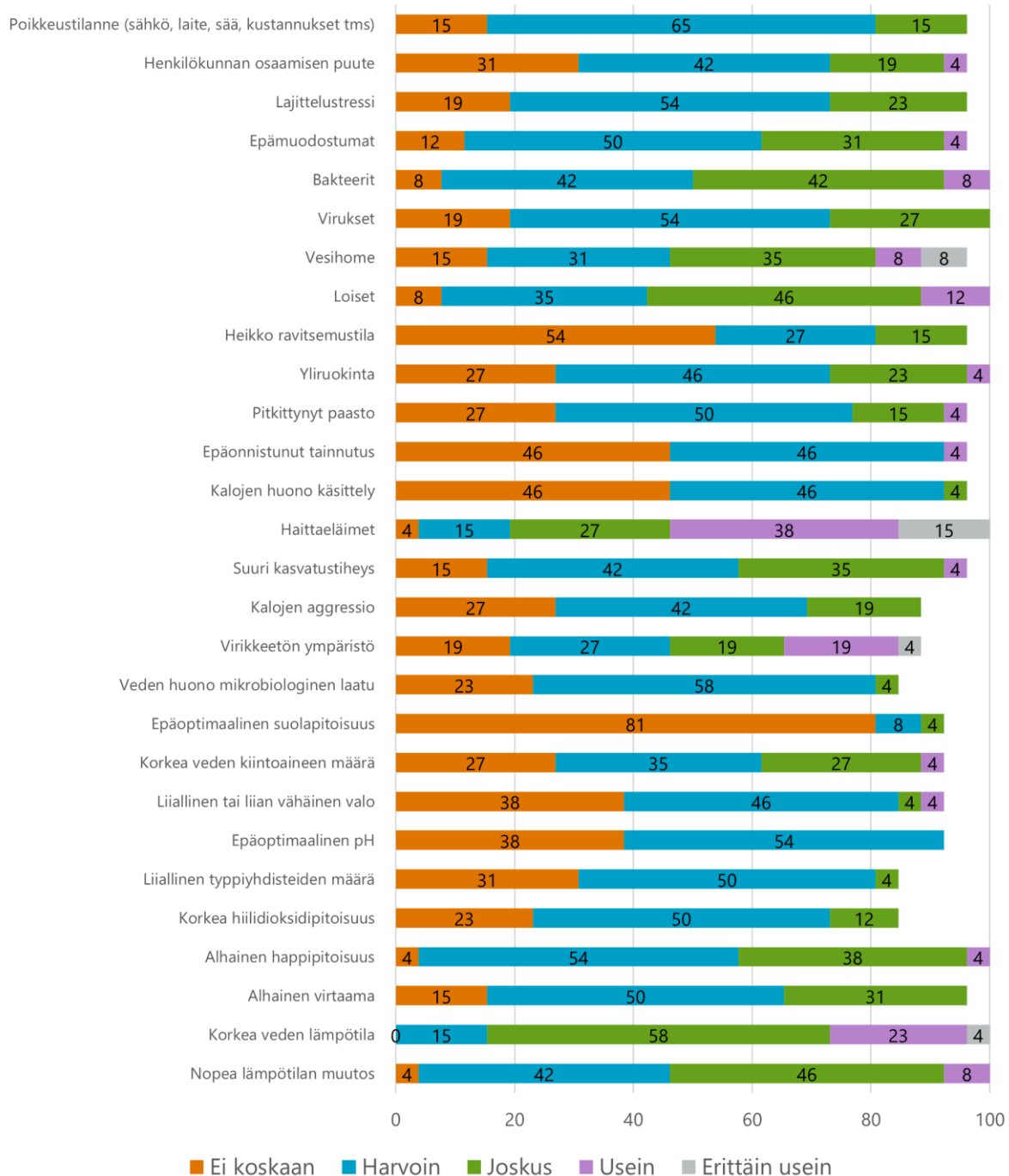
Vastaajat olivat varsin yksimielisiä kalojen hyvinvoinnista parhaiten kertovista tekijöistä. Näitä olivat kalojen käyttäytyminen, ruokahalu, kuolleisuus ja kalataudit, tässä järjestyksessä.



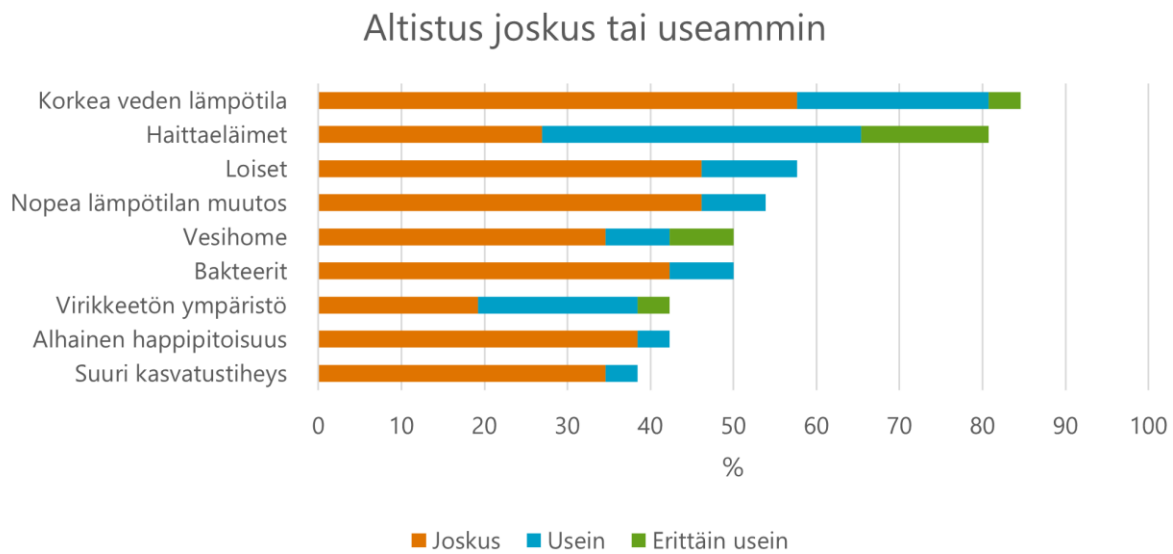
Kuva 3. Vastaukset kysymykseen: Mitkä tekijät ovat mielestäsi tärkeimmät kasvatetun kalan hyvinvoinnista kertovat tekijät? Ilmoitettu prosenttina (%) vastauksista (n=26).

Kalat altistuvat tuotannossa hyvinvointia vaarantaville tekijöille. Voi kuitenkin olla niin, että tietyille tekijöille altistutaan vain harvoin tai poikkeustilanteissa, jolloin panostus sellaisen tekijän eliminointiin ei ole ensisijaista. Tämän vuoksi toimijoilta kysyttiin eri tekijöille altistumistiheyttä viisiportaisella asteikolla välillä ei koskaan – erittäin usein. Vain haittaeläimet, vesihome, veden korkea lämpötila ja virikkeetön ympäristö saivat maininnan erittäin usein (Kuva 4). Pienen aineiston takia yksi maininta tarkoittaa noin 4 %:ia vastauksista, joten lienee mielekästä huomioida esiintymistiheyden kannalta merkittävänä myös tekijät, joiden mainittu esiintyvän usein tai

joskus. Tällöin edellisten lisäksi listalle nousee myös loiset, nopea lämpötilan muutos, bakteerit, alhainen happipitoisuus ja suuri kasvatustiheys, jotka mainitaan neljässäkymmenessä tai useammassa prosentissa vastauksia (Kuva 5). Tämä ei luonnollisesti poista sitä mahdollisuutta, että harvemmin mainittu tekijä olisi kuitenkin yksittäisellä laitoksella merkittävä.



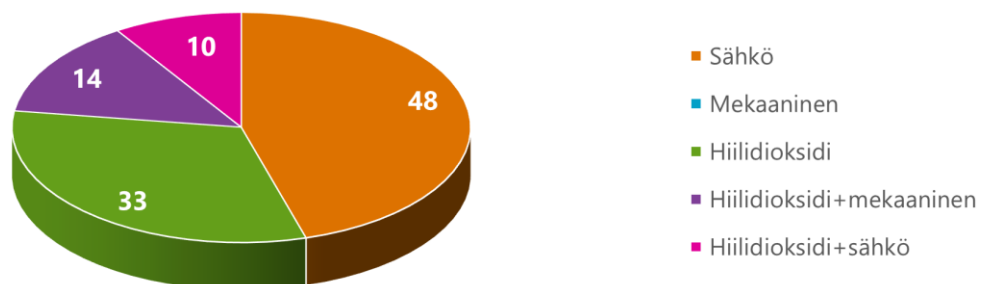
Kuva 4. Vastaukset kysymykseen: Kuinka usein kalat voivat altistua listatuille tekijöille? Ilmoitettu prosenttina (%) vastauksista (n=26).



Kuva 5. Suuressa osassa vastauksia (≥ 40 %:ssa) ilmoitetut tekijät, joille kalojen arvioitiin altistuvan tuotannossa joko joskus, usein tai erittäin usein. Ilmoitettu %:na vastauksista (n=26).

Kalojen lopetus

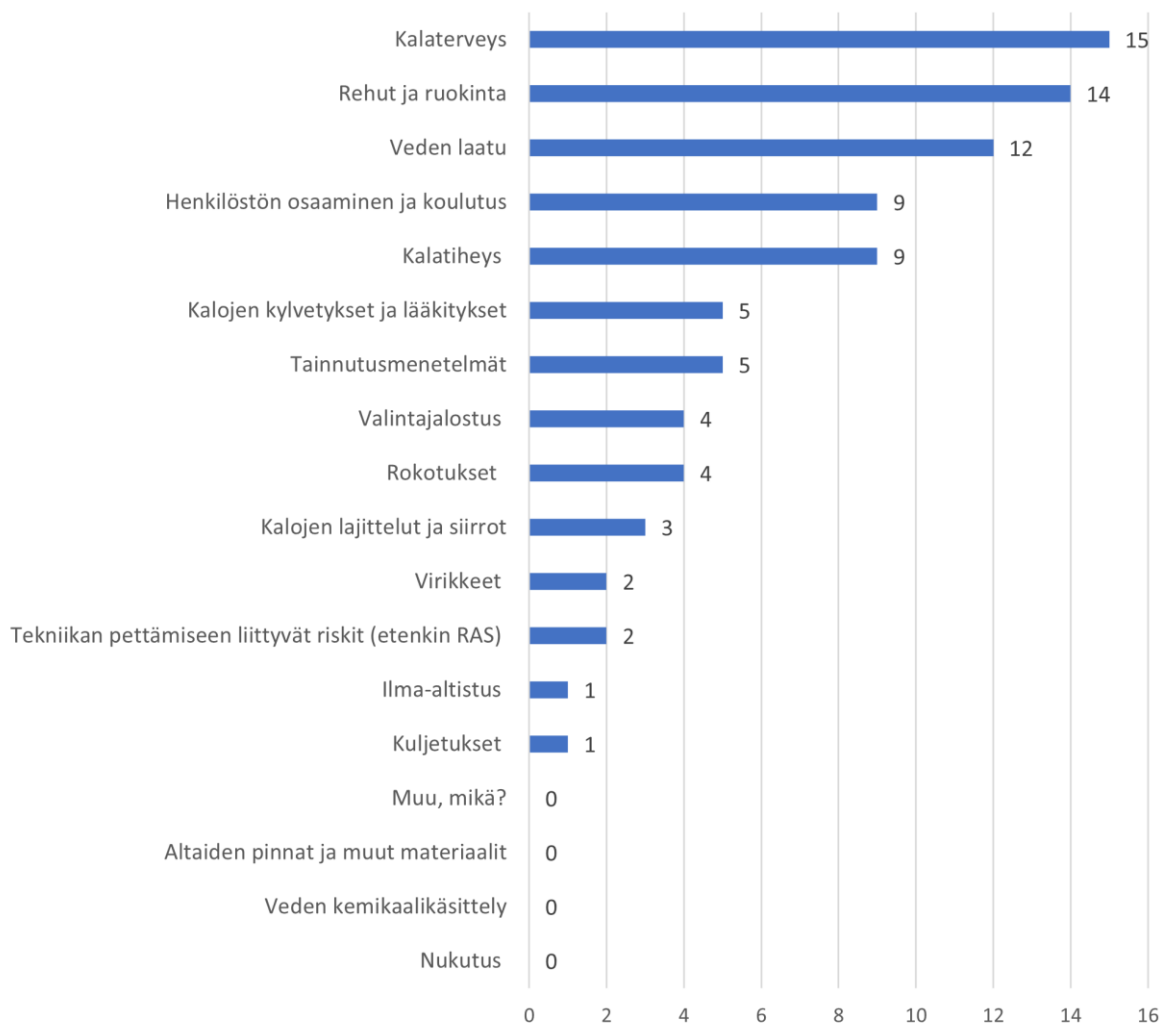
Kalojen lopetus on oma kokonaisuutensa, jossa kalat altistuvat väijäämättä useille hyvinvointia heikentäville tekijöille, kuten korkea kalatiheys, veden lämpötilan ja happipitoisuuden vaihtelu, fyysiset kontaktit ja vauriot ja niin edelleen. Tässä kyselyssä vain yksi kysymys kohdistettiin tähän kasvatuksen vaiheeseen ja se koski käytössä olevaa kalan tainnutusmenetelmää. Vastauksista 21 toimi laitoksilla, joilla kalaa tainnutetaan ja lopetetaan. Kymmenen laitosta käytti sähkötainnutusta ja seitsemän hiilidioksiditainnutusta ainoana menetelmänään. Lisäksi 3 laitosta käytti hiilidioksiditainnutusta yhdessä mekaanisten menetelmien kanssa ja yksi yhdessä sähkötainnutuksen kanssa. Koska vastaajien tuotantomäärät eivät ole tiedossa, ei voida arvioida tarkoin, kuinka suuri joukko kaloja altistuu kalojen hyvinvoinnin kannalta huonona pidetylle hiilidioksiditainnutukselle. Voidaan kuitenkin olettaa, että suurimmat kalamäärät lopetetaan suurimmassa osassa laitoksissa, joilla on mahdollisuus investoida uusiin, tehokkaampiin tainnutusmenetelmiin, kuten sähkötainnutus.



Kuva 6. Vastaukset kysymykseen: Jos laitoksellasi teurastetaan kaloja, mitä tainnutusmenetelmää käytetään? Ilmoitettu prosenttina (%) vastauksista (n=21).

Tulevaisuuden tarpeet

Tutkimuksen tulisi vastata todellisiin tarpeisiin, joten toimijoilta kysyttiin, mitkä olisivat **tärkeimmät teemat**, joihin nimenomaan tutkimusta ja kehittämistä tulisi toimialalla suunnata kalojen hyvinvoinnin kehittämiseksi. Useimmin mainitut laajat teemat ovat todennäköisesti tärkeitä, koska ne ovat vakavimmin hyvinvointia vaarantavia tekijöitä, mikäli niissä epäonnistutaan. Yli puolet vastaajista pitää panostusta kalaterveyden tutkimukseen ja kehittämiseen ensisijaisena (Kuva 7). Kun otetaan huomioon kalaterveyden perustavalaatuisuus tuotannolle, tulos on varsin ymmärrettävä. Tutkimuksella, joka tähtää kalaterveyden parantamiseen odotetaan saatavan merkittävimmät hyödyt toimialalle. Esimerkiksi rehuihin, ruokintaan, veden laatuun tai kalatiheyteen liittyvien tutkimusten hyödyt voivat välittyä juuri parantuneen kalaterveyden kautta.

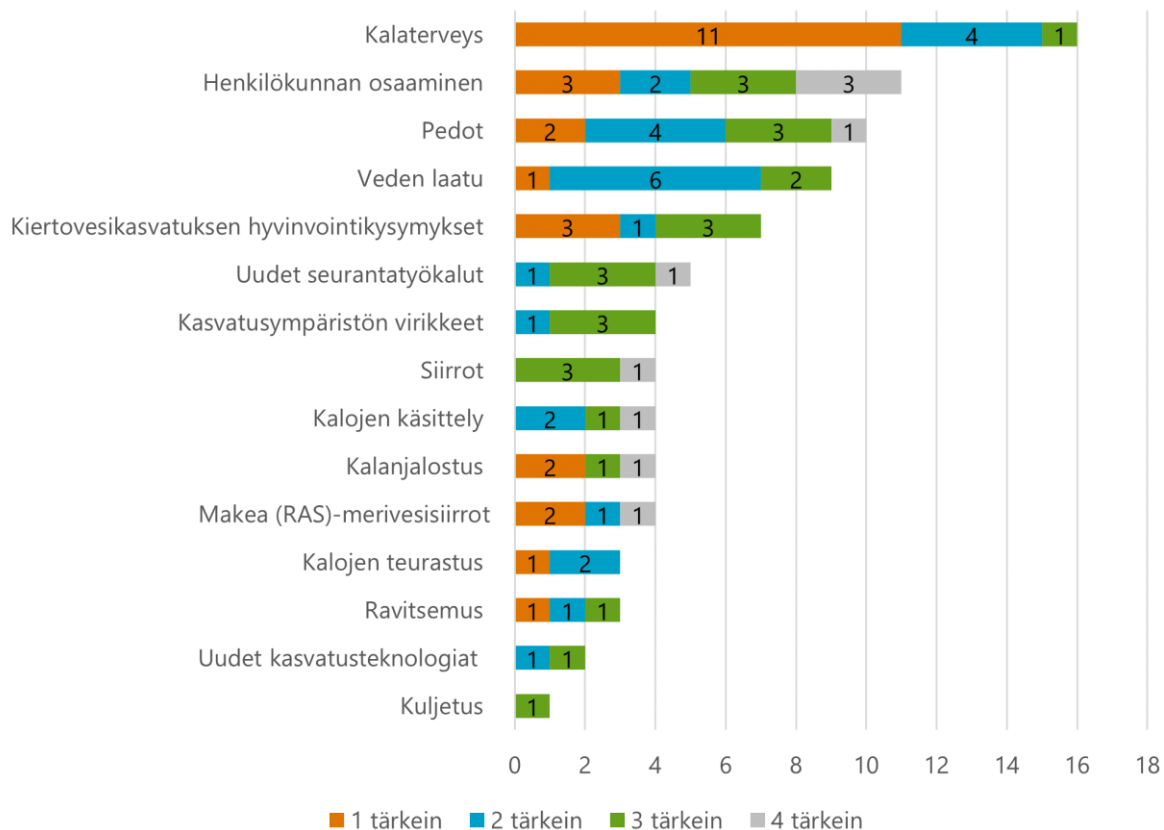


Kuva 7. Vastaukset kysymykseen: Mihin kalojen hyvinvoinnin tutkimuksessa ja/tai kehittämissuunnassa pitäisi mielestäsi keskittyä? Ilmoitettu mainintojen lukumääränä (n=26).

Lähes yhtä moni vastaajista piti tutkimus- ja kehittämissuunnasta rehuihin ja ruokintaan ensisijaisena. Erityisosaaminen kalaterveydessä, rehukehityksessä, teknologisten ratkaisujen kehittämisessä ja valintajalostuksessa ovat tyypillisesti alueita, joihin yksittäiset laitokset eivät pysty itse vastaamaan, jolloin tuki tutkimuksesta on tervetullutta. Vapaassa kentässä mainittiin edellä mainittua päätelmää tukien rokotekehitys ja kalakantojen kehittäminen paremmin lämpöä

sietäviksi. Vapaassa kentässä kysyttiin vielä tarkennetusti, mitkä keinot hyödyttäisivät erityisesti omalla laitoksella hyvinvoinnin edistämistä ja maininnat liittyivät samoihin kuvan 7 viiteen ensimmäiseen teemaan, kuten digitaaliset tarkkailulaitteet (ihonmuutokset, kalankasvu), vesihometutkimus, lupaehtojen kehittäminen (riittävästi vesivolyyymia, jotta tiheys ei nousisi liian suureksi), henkilöstöressurssien riittävyys ja henkilökunnan osaamisen ja koulutuksen kehittäminen erityisesti hyvinvoinnin eri indikaattorien havainnoinnissa.

Tutkimuksen aikajänne on tuskastuttavan pitkä yritysten tuotantorytmiin tai tilikauteen verrattuna. Tutkimustulosten saantiin ja hyödyntämiseen kuluu aikaa, joten ensinnä toimeksi tulisi panna aihealueilla, joita toimijat pitävät kiireellisimpinä. Edellisessä kysymyksessä priorisoitavaksi valittu teema kalaterveys valittiin myös kiireellisimmän ratkottavaksi kysymykseksi (11 vastaajaa, Kuva 8). Kiireellisimpinä pidettiin myös henkilökunnan osaamista ja kiertovesikasvatuksen hyvinvointikysymyksiä (3 vastaajaa) sekä petoja, valintajalostusta ja makea (RAS)-merivesisiirtoja (2 vastaajaa kussakin). Myös veden laatu, kalojen teurastus ja ravitseminen saivat yhden maininnan kukin (1 vastaaja). Vapaassa kentässä mainittiin erikseen vesihome kuusi kertaa ja tautien ja loisten tunnistus kalaa vahingoittamatta kerran.



Kuva 8. Mitkä seuraavista kalan hyvinvointiin liittyvistä asioista mielestäsi vaativat kiireisimmän ratkaisua? Valitse vähintään 3 tärkeintä (1=tärkein, 2=toiseksi tärkein, 3=kolmanneksi tärkein, 4=neljänneksi tärkein). Ilmoitettu mainintojen lukumääränä (n=26).

Ratkottavan kysymyksen luonteen mukaisesti osaan kysymyksistä on toivottavasti löydettävissä nopeita ratkaisuja, kun taas toisia ratkotaan vain pitkäjänteisellä, sinnikkäällä työllä, mutta ei siltäkään jollei toimeen alun alkaenkaan ryhdytä. Kiireellisyydeltään tärkeimpään kategoriaan nostettiin myös kiertovesikasvatuksen hyvinvointikysymykset ja henkilökunnan osaaminen

(koulutus). Jo koulutuksen avulla hyvien käytäntöjen, vedenlaadun seurannan ja kalaterveyden kehittämisessä voitaisiin päästä yrityksissä eteenpäin.

Johtopäätökset

Kyselyn perusteella toimiala tarvitsee viranomaisilta ja tutkijoilta tukea eläinten hyvinvoinnin parantamiseksi tuotannon useilla eri osa-alueilla. Kattoteemaksi nousee kalaterveys siihen kytkeytyvine osa-alueineen. Kalaterveys luo pohjan hyvinvoinnin kehittämiselle ja toisin päin, hyvinvoivan kalan vastustuskyky on parempi. Eritellysti kiireellisenä mainittiin vesihomeongelman ratkaiseminen, tauti- ja loisdiagnoosiin kehittämisen ja tautien hoito. Muina tärkeinä teemoina olivat kiertovesikasvatuksen hyvinvointikysymykset, kalojen lämpimän ja kylmän veden sietokyvyn parantaminen, hylkeet ja niiden torjunta sekä automatisoitujen seurantatyökalojen kehittäminen.

Toimiala on varsin tietoinen siitä, millä toiminnan alueilla tutkimus voi olla hyvinvoinnin kehittämisessä apuna. Erityisosaamista, tutkimuksen infrastruktuuria, tiedon jatkojalostamista ja välittämistä tarvitaan koulutuksen ja toiminnan kehittämisen tueksi. Sopivien hyvinvoinnin seurannan indikaattoreiden valinta ja käyttöönotto pystytään toteuttamaan vain toimijoiden, valvovien viranomaisten ja tutkimuksen yhteistyönä.

Nykytilanteen perusteella voidaan päätellä

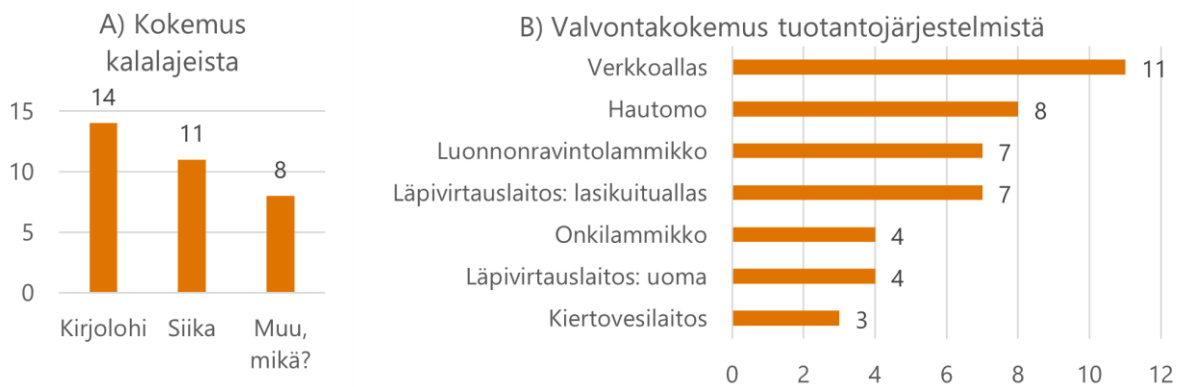
- Toimenpiteet kalaterveyden parantamiseksi parantavat potentiaalisesti myös kalojen hyvinvointia
- Kalojen ja tuotannon seuranta laitoksilla on jo nyt monipuolista, joten mikäli uusia tehokkaita seurantakeinoja ja menetelmiä hyvinvoinnin parantamiseksi osoitetaan toimiviksi, ne suurella todennäköisyydellä otetaan tehokkaasti laitoksilla käyttöön.
- Useat seurantamenetelmät perustuvat silmämääräisyyteen, jolloin niitä, niiden luotettavuutta ja jatkuvatoimisuutta voitaisiin potentiaalisesti tehostaa automatisoinnilla, mutta itse teknologia tai teknologian käyttö ei voi eikä saa viedä henkilöstön fokusta kasvatuspäivien äärellä tapahtuvalta jatkuvalta seurannalta.
- Manuaalisesti tai automaattisesti kerättävän laitospöytäkirjan automatisoitu jatkojalostaminen ja datafuusio voisi edesauttaa hyvinvointimuutosten ennustamisessa sekä korjauksien toimenpiteiden määrittämisessä.
- Useimmin esiintyvien hyvinvointia vaarantavien tekijöiden suhteen kehittämistoimet voidaan suunnata a) tekijän poistamiseen (vesihome, loiset, bakteerit, virukset), jota varten voidaan tarvita luotettavien todentamis-, seuranta- ja poistomenetelmien kehittämistä (teknologiset ratkaisut) tai mikäli ei mahdollista, b) tekijälle sopeutumiseen ja sietokyvyn parantamiseen (haittaeläinten karkotus, tautien vastustus ja rokotekehitys, kalan vastustuskyky ja kunto eri lämpötiloissa sekä tuotantokiertojen ja -prosessien säätäminen) tai c) molempien lähestymistapojen yhdistämiseen.

Laitosvalvontaa tekevät eläinlääkärit

Kyselyn tarkoitus oli kartoittaa, miten viljellyn kalan hyvinvointia seurataan tällä hetkellä ja miten laitosvalvontaa tekevät eläinlääkärit kokevat seurannan onnistumisen ja selvittää kehitystarpeet.

Vastaajaprofiili

Suomessa on noin 40 eläinlääkärinä, jotka valvovat kalalaitoksia. Kyselyyn vastasi 16 eläinlääkärinä, mikä on noin 40 % kohderyhmästä. Valvontakokemus keskittyy pääasiassa kirjolohen ja siian kasvatustiloihin sekä verkkoaltiloihin (Kuva 1). Suomessa ei ole erillistä viljellyn kalan hyvinvointiin keskittyvää valvontaa. Kalaviljelylaitoksilla valvontaa suorittavat eläinlääkärit eivät ole saaneet koulutusta kalojen hyvinvoinnin arvioinnista. Hyvinvoinnin arviointia tehdään eri valvontakäyntien yhteydessä valvontalomakkeessa esiintyvien kohtien mukaisesti.



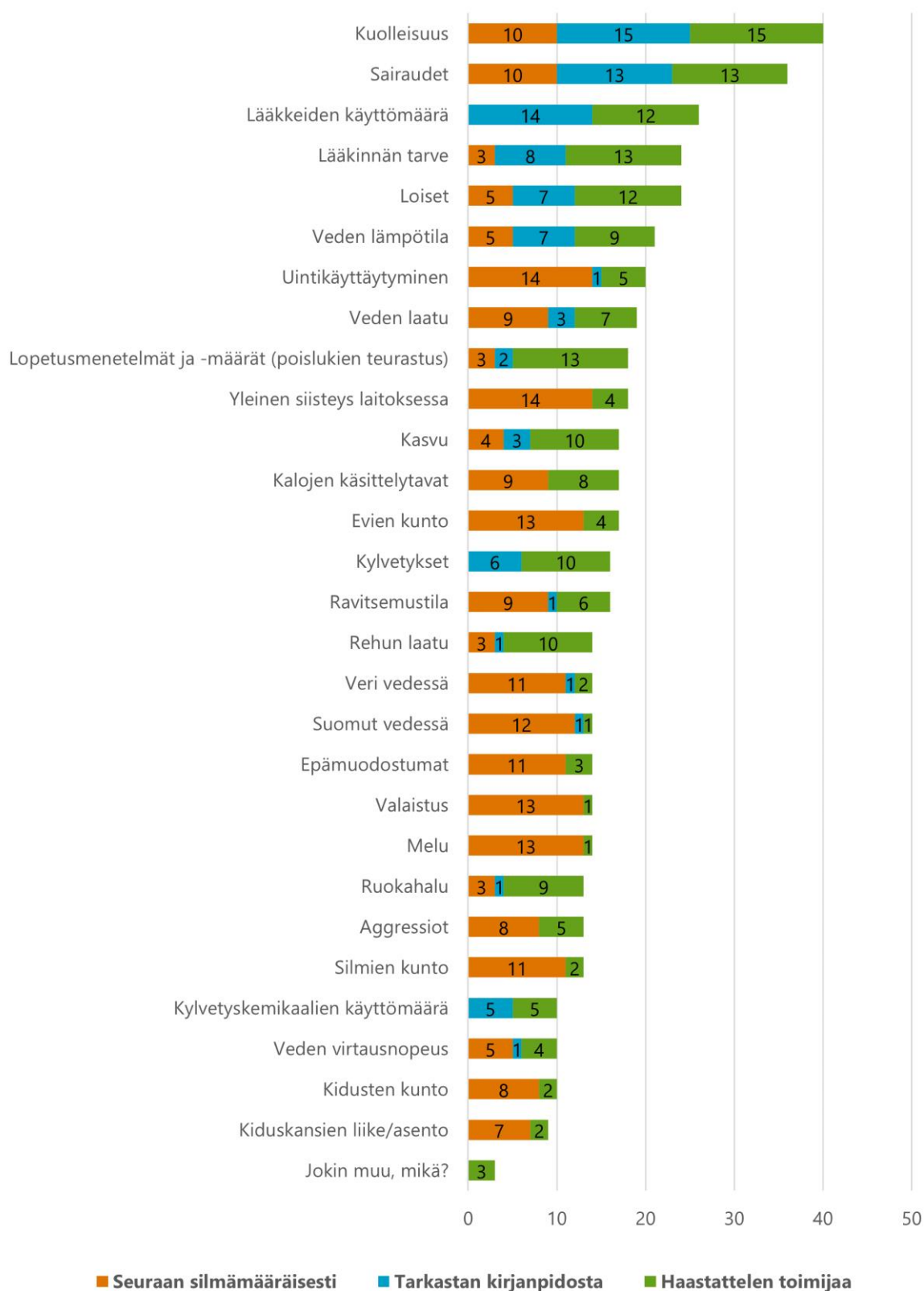
Kuva 1. A) Kirjolohi ja siika ovat tyypillisimmät kasvatettavat kalalajit, joita eläinlääkärit kohtavat valvontakäynneillään. Muut kalalajit olivat kuha, taimen, järvitaimen, meritaimen, merilohi, harjus, nieriä, järvilohi ja sampi. B) Eniten valvontakokemusta eläinlääkäreillä oli verkkoaltiltaista.

Nykytilanne – hyvinvoinnin seurantatavat ja välineet

Kalanviljelylaitoksiin kohdistuu monenlaista valvontaa, mutta yksikään valvontamuoto ei keskity yksinomaan kalojen hyvinvoinnin arviointiin. Valvontakäynneillä käytettävissä laitosvalvontalomakkeissa on joitakin hyvinvoinnin ilmeisestä heikentymisestä kertovia indikaattoreita, kuten kuolleisuus, sairauksien esiintyminen ja lääkkeiden käyttömäärät. Näitä parametrejä ei kuitenkaan seurata ensisijaisesti hyvinvoinnin varmistamiseksi, vaan kuvaamaan esimerkiksi laitoksen tautitilannetta ja käytettyjen lääkkeiden määriä. Nykyinen valvontakäytäntö näkyy myös eläinlääkäreiden vastauksissa. Valvontalomakkeissa käsiteltävät kohteet, kuten kuolleisuus, lääkkeiden käyttö ja kalataudit, tarkistettiin perusteellisemmin: niitä seurattiin silmämääräisesti, tarkastettiin kirjanpidosta ja niistä keskusteltiin toimijan kanssa. Muita tekijöitä tarkkailtiin pääasiassa vain silmämääräisesti (Kuva 2).

Vastausten perusteella eläinlääkärit osaavat kiinnittää huomiota moniin kalan hyvinvointiin liittyviin yksilö- ja joukkoindikaattoreihin, kuten uintikäyttäytymiseen, evien kuntoon, ravitsemustilaan, veren tai suomujen esiintymiseen vedessä, epämuodostumiin ja silmien kuntoon. Nämä ovat kuitenkin havaintoja, jotka edustavat myöhäisiä merkkejä hyvinvoinnin heikkenemisestä. Varhaisia merkkejä, kuten kalojen käyttäytymismuutoksia (mm. aggressiivisuus), seurataan vähemmän eikä niistä yleensä keskustella toimijan kanssa tai pidetä kirjaa. Huomionarvoista on myös, ettei yksikään kyselyyn vastanneista eläinlääkäreistä kertonut avanneensa valvontakäynneillä kuolleita tai lopetettuja kaloja terveydentilan arvioimiseksi.

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2025



Kuva 2. Vastaukset kysymykseen ”Mitä asioita seuraat valvontakäynneillä? Valitse niin monta vaihtoehtoa kuin on tarpeen.” Eläinlääkäreiden seurantakohteita määrittää paljolti valvontalomakkeen sisältö, mikä näkyy seurannan monimuotoisuudessa (silmämääräinen seuranta, kirjanpidon tarkastus ja toimijan haastattelu). Monia eläin- ja joukkoperusteisia hyvinvointi-indikaattoreita seurataan pääasiassa vain silmämääräisesti.

Näkemykset hyvinvointiin keskeisimmän vaikuttavista tekijöistä

Eläinlääkäreiltä kysyttiin näkemyksiä keinoista, jotka edistäisivät kalojen hyvinvointia parhaiten. Kyselyyn vastasi viisi eläinlääkärää, jotka toivat esiin useita keskeisiä tekijöitä hyvinvoinnin parantamiseksi (Kuva 3). Ensinnäkin kasvatusolosuhteiden tulisi mahdollisimman hyvin jäljitellä kyseisen kalalajin luontaisia elinolosuhteita. Oikeiden toimintatapojen omaksuminen eri tuotantovaiheissa, kuten lopetuksessa ja teurastuksessa, sekä toiminnan valvonta nähtiin myös tärkeänä. Lisäksi katsottiin, että hyvinvoinnin valvonta onnistuisi vain, jos käytössä on asianmukaiset työkalut eli hyvinvointi-indikaattorit. Edellisten lisäksi eläinlääkäreiden vastauksissa korostui tarve ymmärtää hyvinvointia eläinsuojelullisesta näkökulmasta, eikä vain tuotantolukujen valossa ja viedä tätä näkökantaa myös toimijoiden keskuuteen.



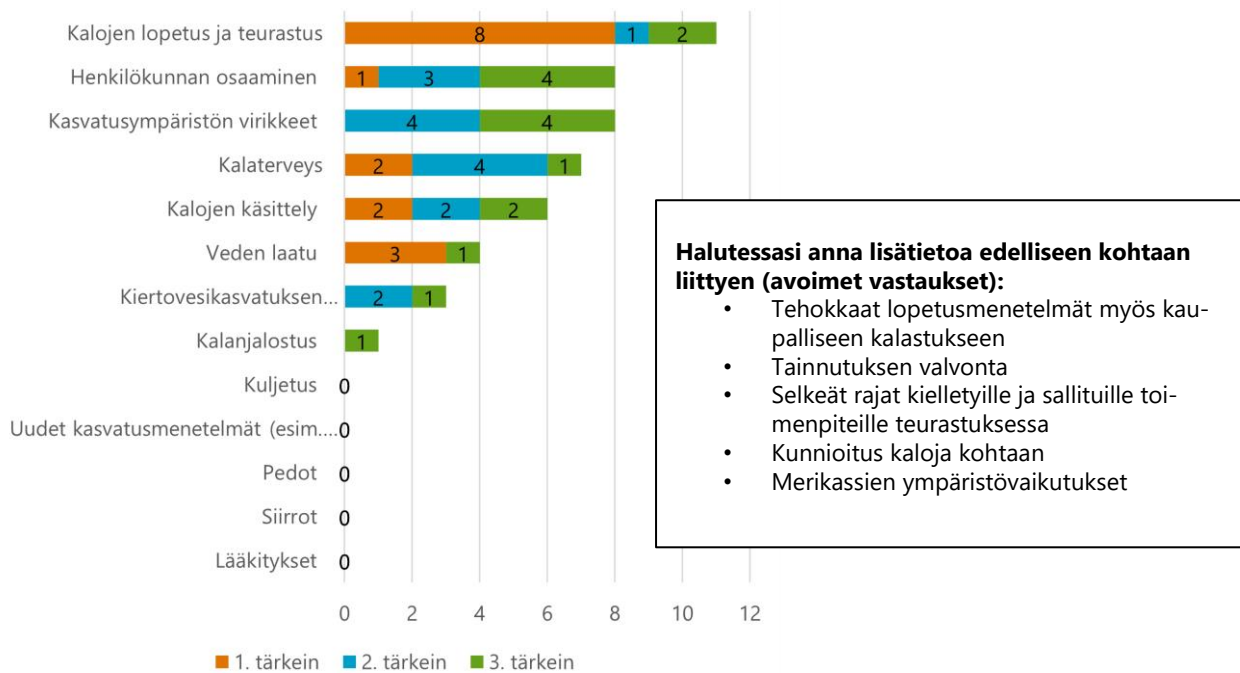
Kuva 16. Keskeisimmät asiat, jotka eläinlääkärit mainitsivat vastatessaan kysymykseen "Mitkä kalojen hyvinvoinnin edistämisen keinot hyödyttäisivät kaloja eniten?"

Eläinlääkärit olivat lähes yhtä mieltä, että kuolleisuus, kalataudit ja kalojen käyttäytyminen, sekä laitoksen työntekijöiden suhtautuminen kaloihin että kaloissa havaittavat mekaaniset vauriot kertovat kalojen hyvinvoinnin tilasta (Kuva 4). Kalojen käyttäytymismuutokset koettiin olevan seurausta huonontuneesta hyvinvoinnista esimerkiksi tilan puutteen ja tautien takia. Eläinlääkärit kokivat myös, että kalalaitoksen työntekijöiden suhtautuminen kaloihin ja kalojen käsitteilytyyli vaikuttavat suoraan kalojen hyvinvointiin.



Kuva 17. Vastaukset kysymykseen ”Mitkä ovat mielestäsi tärkeimmät kasvatetun kalan hyvinvoinnista kertovat tekijät? Valitse 3–5 tärkeintä ja tarkenna halutessasi.” Eläinlääkärit kokevat, että kuolleisuus, kalataudit, kalojen käyttäytyminen, laitoksen henkilökunnan suhtautuminen kaloihin ja mekaaniset vauriot kalassa ovat tärkeimpiä hyvinvoinnista kertovia tekijöitä.

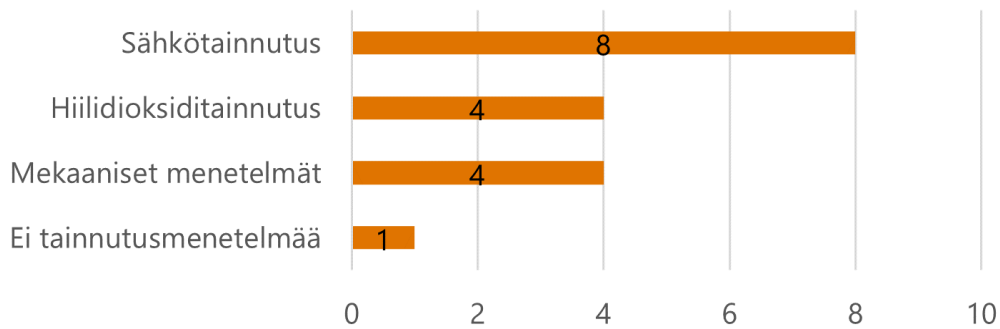
Kysyttäessä eläinlääkäreiltä kiireisimmän ratkaisua vaativista kalojen hyvinvointiin liittyvistä tekijöistä, suurin osa vastaajista piti lopetusta ja teurastusta erityisen kriittisinä ja kiireellisinä kehityskohteina (Kuva 5). Erityisesti hiilidioksiditainnutus sekä tainnutusmenetelmien puuttuminen kaupallisessa kalastuksessa (nuottoaus ja troolauus) nousivat merkittävinä hyvinvointia heikentävinä tekijöinä. Avoimissa vastauksissa korostettiin tainnutusmenetelmän tarpeellisuutta myös kaupallisen kalastuksen osalta, tainnutuksen valvontaa samoin kuin maaeläinten teurastuksessa, sekä selkeitä ohjeita kielletyistä ja vaadituista toimenpiteistä teurastuksen aikana. Hiilidioksiditainnutukseen liittyvät hyvinvoinnin epäkohdat nousivat esiin useissa vastauksissa, vaikka vain neljä eläinlääkärää ilmoitti sen olevan käytössä valvomissaan kalalaitoksissa (Kuva 6).



Halutessasi anna lisätietoa edelliseen kohtaan liittyen (avoimet vastaukset):

- Tehokkaat lopetusmenetelmät myös kaupalliseen kalastukseen
- Tainnutuksen valvonta
- Selkeät rajat kielletyille ja sallituille toimenpiteille teurastuksessa
- Kunnioitus kaloja kohtaan
- Merikassien ympäristövaikutukset

Kuva 18 Vastaukset kysymykseen ” Mitkä seuraavista kalan hyvinvointiin liittyvistä asioista mielestäsi vaativat kiireisimmin ratkaisua? Valitse vähintään 3 tärkeintä (1=tärkein, 2=toiseksi tärkein, 3=kolmanneksi tärkein). Tarkenna tarvittaessa avoimiin vastauksiin.” Kiireisimmin ratkaisua vaativat kalojen hyvinvointia uhkaavat tekijät liittyvät kalojen lopetukseen ja teurastukseen, henkilökunnan osaamiseen ja kasvatusympäristön virikkeisiin sekä kalaterveyteen.



Kuva 19. Vastaukset kysymykseen ” Jos valvomillasi laitoksilla teurastetaan kaloja, mitä tainnutusmenetelmiä niissä käytetään? tarkenna tarvittaessa avoimeen tilaan” Eläinlääkäreistä kahdeksan ilmoitti valvovansa kalalaitoksia, joissa tainnutusmenetelmänä käytetään sähköä, neljä eläinlääkäreitä vastasi hiilidioksiditainnutus ja toiset neljä mekaaniset menetelmät. Yksi eläinlääkäri vastasi, ettei tainnutusmenetelmää ole ollenkaan käytössä. Vastaus koski troolauksen- ja nuotaukskalastusta.

Toiseksi kiireellisimmin ratkaisua vaativiksi tekijöiksi eläinlääkärit nimesivät henkilökunnan osaamisen ja kasvatusympäristön virikkeet. Kalaterveys sijoittui kolmanneksi kiireellisten kehityskohteiden listalla, mikä saattaa selittyä sillä, että kalaterveyttä seurataan jo nykyisin olemassa olevien tautiseurantaohjelmien avulla. Vastauksista ei kuitenkaan käynyt ilmi, mitkä tarkalleen ottaen ovat ne teurastuksen osa-alueet, jotka vaativat kiireisimpiä toimenpiteitä, millä tavalla henkilökunnan osaaminen koettiin puutteelliseksi tai mitä erityisiä näkemyksiä virikkeisiin liittyen oli.

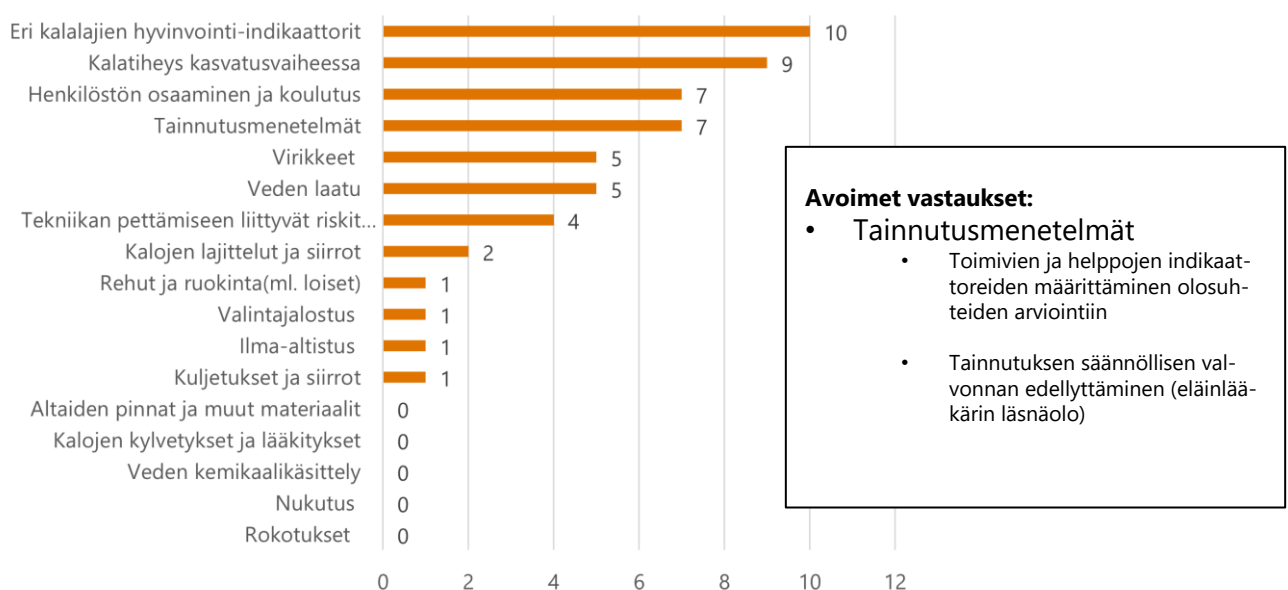
Tulevaisuuden tarpeet

Kyselyn perusteella voidaan todeta, että eläinlääkäreillä on vahva halu ja kiinnostus syventää ymmärrystään kalan henkisestä ja fyysisestä hyvinvoinnista. He haluavat oppia lisää esimerkiksi siitä, miten kala kokee vesiviljelylaitoksen elinympäristönään, miten se aistii kipua ja stressiä ja mitä fysiologisia vaikutuksia niillä on, sekä mitkä tekijät aiheuttavat kalalle stressiä (kuva 7). Eläinlääkärit kokevat, että heidän tietämyksensä ja taitonsa hyvinvoinnin arvioinnissa ja tulkin- nassa eivät ole riittävällä tasolla. Tarve koulutukselle on suuri.



Kuva 20. Asiat, jotka eläinlääkärit mainitsivat vastatessaan kysymykseen "Mitä haluaisit tietää tai mitata kalojen hyvinvoinnista, mutta menetelmä puuttuu? Avoimet vastaukset". Vastauksista käy selväksi eläinlääkäreiden halu syventyä kalan henkiseen ja fyysiseen hyvinvointiin.

Eläinlääkäreiden näkemykset viljellyn kalan hyvinvoinnin kehittämistarpeista olivat varsin yhte- näiset. Keskeisimmät kehityskohteet olivat käytännöllisten hyvinvointi-indikaattoreiden kehit- täminen eri kalalajeille, optimaalisen kalatiheyden määrittäminen sekä henkilökunnan koulutus ja asianmukaiset tainnutusmenetelmät (Kuva 8). Lisäksi hyvinvointi-indikaattoreiden tulisi sel- keästi osoittaa kalan hyvinvoinnin taso. Eläinlääkärit painottivat tainnutuksen valvonnan merki- tystä ja tarvetta, ja että valvonnan suorittajana toimisi eläinlääkäri.



Kuva 21. Vastaukset kysymykseen "Mihin kalojen hyvinvoinnin tutkimuksessa ja/tai kehittämi- sessä pitäisi mielestäsi keskittyä? Valitse kolme tärkeintä ja tarkenna halutessasi."

Johtopäätökset

Kyselyn tulokset osoittivat, että laitosvalvontakäynneillä seurataan pääasiassa selkeitä ja ilmeisiä hyvinvoinnin heikentymisestä kertovia indikaattoreita, kuten kuolleisuutta, kalatauteja ja lääkkeiden käyttöä. Sen sijaan varhaisia merkkejä hyvinvoinnin heikkenemisestä ei osata arvioida tai niitä tarkastellaan vain vähäisessä määrin. Yksi keskeinen ongelma on, että valvontakäyntejä ohjaa vahvasti valvontalomakkeiden sisältö, joka rajoittaa valvonnan kattavuutta. Lisäksi eläinlääkäreiltä puuttuu koulutus viljellyn kalan hyvinvoinnin arviointiin, mikä vaikeuttaa heidän kykyään tehdä kokonaisvaltaisia hyvinvointiarvioita.

Kyselyn perusteella voidaan todeta, että hyvinvoinnin arviointi ei ole yhdenmukaista toimijoiden ja eläinlääkäreiden välillä. Eläinlääkärit kokevat, että toimijoiden painopiste on tuotantoon vaikuttavissa tekijöissä, kun taas eläinlääkärit keskittyvät enemmän hyvinvointitarpeiden täyttymiseen tai täyttymättä jäämiseen. Eläinlääkäreillä on selkeä näkemys nykyisestä hyvinvoinnin tilasta, sen puutteista ja kehitystarpeista, sekä motivaatio perehtyä kalahyvinvoinnin asiantuntijaksi. Tulokset antavat hyvän pohjan kehittää koulutuksia, jotka tukevat ja vahvistavat kalaviljelylaitosten valvontaa tekevien eläinlääkäreiden kykyä arvioida viljellyn kalan hyvinvointia.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki