SEY
SUOMEN ELÄINSUOJELU

SEYn katsaus kirjolohien hyvinvointiin

Sisällysluettelo

1. Johdanto 4
2. Ravinto 5
   2.1 Rehu 5
   2.2 Ruokinta 5
   2.3 Paastottaminen 6
   2.4 SEYn suositukset kirjolohien ravintoa koskien 7
3. Kasvuympäristö 7
   3.1 Vedenlaatu 7
      3.1.1 Lämpötila 7
      3.1.2 Happi 8
      3.1.3 Hiilidioksidi 8
      3.1.4 PH 8
      3.1.5 Ammoniakki 9
      3.1.6 Nitriitti 9
      3.1.7 Nitraatti 9
   3.2 Kasvatustiheys 10
   3.3 Rakenteet 11
   3.4 SEYn suositukset kasvuympäristöä koskien 12
4. Terveys 12
   4.1 Kalojen hyvinvointi 12
   4.2 Hyvinvoinnin arviointi eläimiin perustuen 13
   4.3 Jalostus 14
   4.4 Kalojen vastustuskyky ja lääkitys 15
   4.5 Kivunlievitys 16
   4.6 Kalojen tainnutus ja teurastus 17
      4.6.1 Hiilidioksiditainnutus 18
      4.6.2 Sähkötainnutus 18
      4.6.3 Lyöntitainnutus 18
   4.7 SEYn suositukset kalojen terveyttä ja hyvinvointia koskien 19
5. Käyttäytyminen 19
   5.1 Kirjolohien lajityypilliset käyttäytymistarpeet 19
   5.1.1 Sosiaaliset yhteydet 19
      5.1.2 Ympäristön tutkiminen 19
      5.1.3 Kehonhoito 20
      5.1.4 Lisääntymiskäyttäytyminen 20

5.1.5 Vaaran pakeneminen 20
5.2 Käytökselliset indikaattorit 20
5.3 Ympäristön rikastuttaminen ja virikkeet 21
5.3.1 Fyysiset rakenteet ja virikkeet 21
5.3.2 Veden virtausnopeus ja suunta 22
5.3.3 Valon määrä 22
5.4 SEYn suositukset kirjolohien käyttäytymisen tarkkailun osalta 23
5.5 SEYn suositukset kirjolohien ympäristön rikastuttamisen ja virikkeiden osalta 23
6. Kalojen käsittely 23
6.1 Tiivistäminen 24
6.2 Siirrot 24
6.3 Käsittely 24
6.4 SEYn suositukset kirjolohien käsittelyn osalta 25
7. Subjektiiviset kokemukset 26
7.1 Koulutus 26
7.2 Suunnittelu 26
7.3 Seuranta ja tarkastukset 27
7.4 SEYn suositukset koulutuksen, suunnittelun ja seurannan osalta 27
8. Pohdinta 28
Lähdeluettelo 29

Teksti:
Tommi Lapio

Julkaisija:
SEY Suomen eläinsuojelu, 2023
Lintulahdenkatu 10
00500 Helsinki
www.sey.fi

SEY
SUOMEN ELÄINSUOJELU

1. Johdanto

Kiinnostus eläinten hyvinvointia kohtaan kasvaa jatkuvasti yhteiskunnassa ja kansalaisten keskuudessa. Eläinten hyvinvointi onkin nousemassa läpileikkaavaksi teemaksi tulevaisuudessa kaikessa yhteiskunnallisessa päätöksenteossa samaan tapaan kuin ympäristö- ja ilmastokysymykset ovat nousseet jo aiemmin. Keskustelua käydään etenkin tuotantoeläinten hyvinvoinnista.

Kasvatetut kalat ovat muihin tuotantoeläimiin nähden heikommassa asemassa ja niiden kasvatusoloihin- ja käytäntöihin ollaan vasta nyt toden teolla alettu kiinnittää huomiota. Kun muutoksen tuulet puhaltavat, on tärkeää, että eläinten hyvinvointi huomioidaan tärkeänä osana koko alan kestävää kehitystä.

Eläinten hyvinvointilain uudistus on juuri valmistumassa, ja seuraavaksi on aika edistää lakia tarkentavia asetuksia eri eläinryhmien osalta. Eduskunnan käsittelyssä olevaan lakiin on tulossa useita tärkeitä kirjauksia, jotka parantavat toteutuessaan olennaisesti eläinten hyvinvointia. Lain mukaan eläinten pitopaikan tulee mahdollistaa eläimelle ominaiset, sisäsyntyiset käyttäytymistarpeet.

Laissa huomioidaan myös se, että eläin tarvitsee riittävästi liikkumatilaa muun muassa kehonhoidollisten ja sosiaalisiin suhteisiin liittyvien käyttäytymistarpeiden tyydyttämiseksi. Eläinten hyvinvointilakiin on myös tulossa vaatimus kivunlievityksen käytöstä kivuliaiden toimenpiteiden yhteydessä. Lakiin on niin ikään ehdotettu lisättäväksi vaatimus eläinten pitäjän ja muun hoitajan riittävästä osaamisesta eläinten hyvinvoinnin arvioimisen ja mahdollisiin ongelmiin puuttumisen varmistamiseksi. Nämä ja muut eläinten hyvinvoinnin edistämiseksi ehdotetut parannukset tulee huomioida myös kalojen kasvatuksessa ja sitä säätelevässä asetuksessa.

Sanna Marinin hallituksen hallitusohjelmaan on kirjattu tavoite kotimaisen kalan tarjonnan ja kulutuksen lisäämisestä, jota ohjaa Kotimaisen kalan edistämisohjelma. Lisäksi Euroopan meri-, kalatalous- ja vesiviljelyrahaston uuden ohjelmakauden 2021–2027 valmistelu on parhaillaan käynnissä. Iloksemme eläinten hyvinvointi on huomioitu ohjelmassa huomattavasti aiempaa kattavammin. Myös Manner-Suomen vesiviljelystrategiassa 2030 kalojen terveys ja hyvinvointi on yksi strategian kolmesta strategisesta valinnasta. Tahtotila kasvatettujen kalojen hyvinvoinnin parantamiseksi on siis jo olemassa.

Suomessa on suuri tarve lajikohtaisille standardeille kalankasvatuksessa etenkin kirjolohen kohdalla, sillä yli 90 % maassamme kasvatetusta kalasta on kirjolohta. Nykyiset kansalliset säädökset (Valtioneuvoston asetus viljeltävien kalojen suojelusta 812/2010) kasvatettujen kalojen hyvinvointia koskien ovat varsin ylimalkaiset, eivätkä ne vastaa nykyhetken vaatimuksia, saati tavoitetta eläinten hyvinvoinnin edistämisestä.

SEY esittää tässä katsauksessa tavoitteita, joita tulisi mielestämme huomioida kirjolohen lajikohtaisia vaatimuksia laadittaessa. Useat esittelemistämme hyvistä käytännöistä ovat jo Suomessa käytössä, mutta osa kunnianhimoisemmista tavoitteista vaatii alalta aiempaa pitkäjänteisempää kehitystyötä. Tiedostamme myös, että osa suosituksistamme ei ole kaikissa kasvatustavoissa toteutettavissa. SEYlle on tärkeintä, että kalojen hyvinvointi otetaan mahdollisimman laaja-alaisesti huomioon kirjolohia koskevaa asetusta valmisteltaessa.

Tämä katsaus pohjaa rakenteeltaan Eurogroup for Animalsin kalatyöryhmän lainsäädännöllisiin vaatimuksiin sekä hyvinvoinnin toteutumisen määritelmänä toimivaan Five Domains -malliin, jonka osa-alueita ovat ravinto, ympäristö, terveys, käyttäytyminen sekä subjektiivisten kokemusten osa-alue (Mellor & Reid 1994). Lähdeaineistona on pääasiassa kirjolohen hyvinvointitarpeisiin keskittynyttä tutkimusta ja kirjallisuutta. Lisäksi esitämme jokaisen luvun lopussa SEYn suositukset lajikohtaisiin säädöksiin.

2. Ravinto

2.1 Rehu

Kasvatettu kirjolohi saa ravintonsa kalanrehusta. Määrältään ja laadultaan riittävä ravinto on perusedellytys kirjolohien hyvinvoinnille ja rehun tulisikin olla kirjolohen kehitysvaiheeseen sopivaa myös sisällöltään (Noble ym. 2020). Kirjolohi vaatii kasvaakseen ja terveenä pysyäkseen monipuolista ravintoa, ja rehun tulee sisältää sopivassa määrin rasvoja, valkuaisaineita, hiilihydraatteja sekä vitamiineja, mineraaleja ja hivenaineita (Rahkonen ym. 2012).

Kirjolohi saa merivedessä kasvaessaan osan tärkeistä mineraaleista suoraan vedestä (Hardy 2002). Makeassa vedessä tilanne on päinvastainen: kalat tarvitsevat ravinnossaan enemmän mineraaleja, sillä ne kärsivät pikemminkin ylihydraatiosta ja juovat siksi vain vähän vettä (Terech-Majewska ym. 2016). Kirjolohi ei juuri tarvitse hiilihydraatteja ravinnossaan, joten suurin osa rehusta sisältääkin tyypillisesti 42–48 % raakaproteiinia ja 16–24 % lipidejä (Hardy 2002).

Kalanrehu on perinteisesti koostunut pitkälti kalajauhosta ja -öljystä. Maapallon vuotuisesta 80 miljoonan tonnin kalansaaliista peräti 27 miljoonaa tonnia päätyy elintarvikekäytön ulkopuolelle, valtaosin kalajauhon tuotantoon (Vielma ym. 2013). EU:n alueen tuotanto vastaa 10–15 % globaalista tuotannosta (EUMOFA 2021).

Liikakalastuksen tukemisen välttämiseksi kalajauhon ja kalaöljyn osuus kalojen ruokinnassa tulisi pitää kohtuullisena (Fair Fish Internatioanal 2022). Kalastuksesta peräisin olevien aineosien merkitys rehunvalmistuksessa onkin vähentynyt korvaavien rehuvaihtoehtojen tultua markkinoille (Kamalam ym. 2020) ja nykyään Suomessa käytettävästä rehusta vain noin 20 % on peräisin kalajauhosta, kasviperäisten raaka-aineiden osuuden yhä kasvaessa (Setälä ym. 2016).

Rehun raaka-aineiden alkuperän jäljitettävyys on tärkeää, jotta voidaan varmistua koko tuotantoketjun kestävyydestä ja eettisyydestä. Kalankasvattajien tulee olla tietoisia kaikista rehussa käytetyistä pääraaka-aineista ja pystyä jäljittämään kaikkien sellaisten raaka-aineiden alkuperä, jotka muodostavat yli yhden prosentin rehusta (ASC 2019). Tämä edellyttää yhteydenpitoa rehuntoimittajiin sekä kopioiden saamista rekistereistä (ASC 2019).

2.2 Ruokinta

Kirjolohien ruokinnan onnistuminen ei ole itsestäänselvyys. Älykkäinä kaloina kirjolohet osoittavat odotuksia ravintoa kohtaan. Niillä voi ilmetä jo poikasvaiheessa inhoa ravitsemusarvollisesti riittämätöntä tai niille haitallista ravintoa kohtaan (Noble ym. 2020).

Luonnossa kirjolohet ovat tottuneet säätelemään ruokailuaan vuodenajan ja ravinnon saatavuuden mukaan (Noble ym. 2020). Ruokahalun kannalta optimaalisin veden lämpötila on 7–18 , mutta korkeammissa lämpötiloissa ruokahalu alkaa laskea (Woynarovich ym. 2011). Ruokinnan määrää tulee kuitenkin lisätä lämpötilan noustessa, kun ravinnontarve kasvaa (Woynarovich ym. 2011).

Ravinnon määrä ja koostumus tulee räätälöidä kalan iän ja kasvun mukaan. Tarjottavan rehun tulisi olla juuri kirjolohen kehitysvaiheeseen sopivaa sisällöltään. Rehurakeiden tulisi olla kooltaan sopivan pieniä, jotta kalat pystyvät nappaamaan ja nielaisemaan ne (Noble ym. 2020, Woynarovich ym. 2011). Tämänkaltainen vaiheruokinta parantaa kalanlihan laatua ja minimoi kasvatuksen ympäristövaikutuksia (Kamalam ym. 2020).

Ruokinnan yhteydessä tulisi tarkastaa myös kalojen terveydentila, sillä ruokahaluttomuus kielii usein sairaudesta (Woynarovich ym. 2011). Tässä voidaan hyödyntää tekniikkaa, kuten vedenalaisia

kameroita, joiden avulla voidaan seurata kalojen ruokailukäyttäytymistä ja hyvinvointia reaaliaikaisesti sekä reagoida niiden tarpeisiin (Janhunen ym. 2019).

Kirjolohen kasvatuksessa on havaittu, että kalojen aktiivisin ruokailuaika on aamunkoitteessa (Kamalam ym. 2020, López-Olmeda ym. 2012). Ruokinnassa olisi silti hyvä tarjota rehua sekä pimeään että valoisaan aikaan, jotta kaloille voidaan tarjota luontaista ruokailuajan vaihtelua. Jotta vältytään kaloille stressiä aiheuttavan aggressiivisen käyttäytymisen ja hierarkian muodostumiselta, olisi ruokinnan hyvä tapahtua ajallisesti ja alueellisesti ennustamattomasti sekä eri paikoissa (Fair-Fish International 2022, CIWF 2.).

Koska kaikki kalat eivät pysty sijoittumaan ruokinnan kannalta optimaalisiin asemiin, on kiinnitettävä huomiota siihen, että myös altaan reunoille sijoittuvat kalat saavat riittävästi ravintoa (RSPCA 2020). Kasvatusoloissa ruokinnan käytäntöjen muuttamisessa on myös haasteensa: Poikkeukset säännönmukaisuuksista ruokailuaikojen suhteen voivat lisätä kalojen aggressiivista käyttäytymistä. Tätä voidaan lieventää lisäämällä kalojen kykyä vaikuttaa itse ympäristöönsä ja ruokintakäytäntöihin (Braithwaite & Ebbesson 2014).

Ruokinta voidaan suorittaa joko käsin (useimmiten poikasvaiheessa) tai ruokinta-automaatin avulla. Automaatit voivat olla esimerkiksi tarveperusteisia tai kellokäyttöisiä (Woynarovich ym. 2011). Suomessa on käytössä muun muassa kalojen kosketukseen perustuva pendel-ruokintalaite sekä altaan sivuun asetettava Betten ruokinta-automaatti (Kankainen ym. 2014). Kasvatuksen mittakaava vaikuttaa ruokintatapaan ja esimerkiksi Norjassa käytetään paljon rehukapasiteetiltaan valtavia ruokintalauttoja (Kankainen ym. 2014).

Kalankasvatuksessa on helposti riskinä kalojen yliruokinta ja sitä seuraava rehuhävikki, mikä kuormittaa ympäristöä. Kirjolohia on yleensä hyvä ruokkia lähelle niiden kylläisyyden tasoa etukäteen suunniteltujen ruokintakertojen määrän mukaan. Näin ravinto saadaan optimaalisesti hyödynnettyä (Kamalam ym. 2020).

2.3 Paastottaminen

Paastotuksessa kalojen aineenvaihdunta ja sitä kautta hapen tarve sekä aktiivisuus vähenee (CIWF). Kaloja paastotetaan ennen käsittelyä, kuljetuksia, siirtoja makeasta vedestä meriveteen ja teurastusta pääasiallisesti suoliston tyhjentämiseksi. Toimenpide vähentää suolistossa haitallisten bakteerien määrää ja parantaa hygieniaa kaloja käsiteltäessä. Lisäksi se ehkäisee ammoniakin sekä hiilidioksidin kasautumista veteen (Lines & Spence 2014, Noble ym. 2020, Suomen Kalankasvattajaliitto ry 2022). Paastottamisen pituus vaihtelee vuorokaudesta jopa viiteen vuorokauteen, riippuen kalalajista ja veden lämpötilasta (Lines & Spence 2014, Suomen Kalankasvattajaliitto ry 2022).

Oikean paastottamisajan määrittäminen on haastavaa, sillä siihen vaikuttavat myös vallitsevat olosuhteet. Lämpimämmässä vedessä kirjolohien aineenvaihdunnan on havaittu hiipuvan nopeammin ja kylmemmässä vedessä paastoaika kasvaa (CIWF). Kirjolohi on viileän veden kala, mutta sitä kasvatetaan hyvin vaihtelevissa lämpötiloissa. Tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että paastotuksessa kirjolohet ovat käytännössä tyhjentäneet suolistonsa jo ensimmäisen 24 tunnin aikana, eikä pidempi paastotus enää sikäli olisi tarpeen. Pidemmän paastottamisen on lisäksi havaittu johtavan leukosyyttien vähenemiseen, mikä viittaisi alentuneeseen immuniteettiin (Lines & Spence 2014).

Kun kaloja tiivistetään, yksilötiheys nousee altaissa huomattavasti, mikä lisää kalojen stressiä. Kun tiedetään, että stressi heikentää kalojen vastustuskykyä, voi paastottamisen tarpeeton jatkaminen johtaa myös kalojen sairastumiseen. Paastottamiseen liittyvä ruoansaannin rajoittaminen saattaa myös lisätä kirjolohen aggressiota ja siitä johtuvia evävaurioita, mikä heikentää sitä kautta hyvinvointia (Cvetkovikj ym. 2015). CIWF suosittelee, että kalojen hyvinvoinnin näkökulmasta paastoa-

minen ei saisi koskaan kestää pidempään kuin 72 tuntia, eikä kaloja saisi koskaan paastottaa vedoten paastottamisen oletettuun lihan laatua parantavaan vaikutukseen.

2.4 SEYn suositukset kirjolohien ravintoa koskien

- Rehun tulee sisältää kalan hyvinvoinnin kannalta kaikki välttämättömät ravintoaineet.
- Rehun kala-ainesosien alkuperän tulee olla tiedossa ja pyynnissä käytettyjen menetelmien tulee olla kalojen hyvinvoinnin kannalta asianmukaisia.
- Rehun annostelu ja koostumus tulee suunnitella vastaamaan kalan ikää ja kehitysvaihetta.
- Ruokinnan yhteydessä on varmistuttava, että kaikki kalat saavat riittävän määrän rehua
- Kirjolohien luontaisten ruokailuaikojen vaihtelun tukemiseksi ja aistien stimuloimiseksi ruokintaa tulee tehdä sekä valoisaan että pimeään aikaan. Myös ruokailun ajankohtaa sekä paikkaa tulee vaihdella.
- Kaloja saa paastottaa vain, kun tilanne sitä edellyttää.
- Paastoaika tulee pitää mahdollisimman lyhyenä, eikä se saa koskaan ylittää 72 tuntia.

3. Kasvuympäristö

3.1 Vedenlaatu

Vesi on kirjolohen elinympäristö. Siksi vedenlaadun tarkkailu sekä laadun pitäminen parhaalla mahdollisella tasolla on kalojen hyvinvoinnin kannalta välttämätöntä (Fiordelmondo ym. 2020). Vedenlaadulla on havaittu olevan kirjolohien hyvinvoinnille kasvatustiheyttäkin suurempi merkitys (Person-Le Ruyet ym. 2008). Mikäli vedenlaatu ei ole kohdallaan, vaikuttaa se kalojen fysiologiaan. Heikko vedenlaatu johtaa kalojen kasvuhäiriöihin, patologisiin muutoksiin ja elinvaurioihin tai jopa kalojen kuolemiin (Macintyre ym. 2008).

Kasvatustavalla on vaikutusta vedenlaatuun. Avoimissa kalahäkeissä uhkana on virtausten mukana leviävät organismit, ja suljetuissa järjestelmissä patogeenien kasautuminen (Noble ym. 2020). Siksi riittävästä virtausnopeudesta huolehtiminen on tärkeää. Etenkin läpivirtaussysteemeissä se vaikuttaa suoraan veden vaihtuvuuteen tarjoten tuoretta happea sekä vähentäen veden kuona-aineiden määrää (FAO 2019).

Vedenlaatua heikentää kalojen ulosteen lisäksi myös syömättä jäänyt rehu. Tänä päivänä yleistynyt ekstrudoitu eli kuumennuskäsitelty rehu on edesauttanut merkittävästi vedenlaadun parantamista perinteisiin pelletteihin verrattuna (Fiordelmondo ym. 2020).

3.1.1 Lämpötila

Kalat ovat vaihtolämpöisiä eläimiä ja niiden hyvinvoinnin kannalta on tärkeää pitää veden lämpöti-

lan vaihteluväli niille sopivana (Noble ym. 2020). Lohikalat viihtyvät viileämmässä vedessä. Yli 20 ° lämpötila vaikuttaa liuenneen hapen määrään ja lisää aineenvaihdunnan tasoa, mikä heikentää vedenlaatua muun muassa ammoniakin lisääntyessä (Rahkonen ym. 2012, CIWF 2).

Optimaalisesta vedenlämpötilasta kirjolohille on esitetty paljon arvioita, ja ne ovat pääosin varsin lähellä toisiaan. Fornshell (2002) esittää optimaaliseksi vedenlämpötilaksi kirjolohien kasvun kannalta 15 °. Hardy (2002) katsoo kirjolohien menestyvän parhaiten, kun veden lämpötila on 13–18 °. FAO (2022) suosittelee 12–21 asteen lämpötiloja. Yleisesti veden lämpötilan yläraja on kirjolohien hyvinvoinnin kannalta alarajaa kriittisempi. Myös liian viileä vesi voi muodostua ongelmaksi, sillä se heikentää tunnetusti lohikalojen immuniteettia ja altistaa niitä sairauksille.

Lämpötilan seuraaminen on helppoa, mutta sen muuttaminen on joissakin kasvatusjärjestelmissä hyvin hankalaa (Noble ym. 2020). On hyvä muistaa myös, että optimaalinen lämpötila riippuu paljon myös kalojen kehitysvaiheesta, niiden sopeutumiskyvystä lämpötilojen vaihteluun sekä veden muista laadullisista parametreistä kuten happipitoisuudesta, ammoniakin määrästä sekä veden pH:sta (EU Platform on Animal Welfare 2020).

3.1.2 Happi

Hapensaanti ja hiilidioksidin vapauttaminen ylläpitävät kalan aerobista aineenvaihduntaa ja kehon pH-arvon tasapainoa. Hypoksia eli hapensaannin väheneminen saa kirjolohessa aikaan stressitasojen kohoamista ja johtaa jo minuuteissa kalan kuolemaan. (Noble ym. 2020)

Kalojen hapen tarve kasvaa, kun veden lämpötila ja kasvatustiheys nousevat. Tällöin happitasoja tulee seurata tarkkaan yhdessä veden lämpötilan kanssa (Noble ym. 2020, EU Platform on Animal Welfare 2020). Kohonneen veden lämpötilan lisäksi suolapitoisuus laskee happipitoisuutta (Rahkonen ym. 2012).

Rahkonen ym. (2012) katsovat riittäväksi happimääräksi lohikaloille 8 mg/l ja MacIntyre ym. (2008) toteaa liuenneen hapen suositeltavien osuuksien vaihtelevan välillä 5–9 mg/l lämpötilasta riippuen.

Kalojen käyttäytyminen vaikuttaa niin ikään happitasapainoon, sillä kalojen aktiivisuus lisää niiden hapen kulutusta (EU Platform on Animal Welfare 2020). Jos happipitoisuus laskee vaarallisen alas, se näkyy kalojen sijoittumisessa: Mikäli kalat eivät saa vedestä happea tarpeeksi, ne hakeutuvat pinnan tuntumaan (CIWF 2.). On hyvin tärkeää, että veden happipitoisuutta seurataan jatkuvasti ja korjausmekanismit ovat valmiina, kun niitä tarvitaan. Veden happipitoisuuden lisäämisen (ilmastuksella tai hapetuksella) tuleekin olla mahdollista kaikissa olosuhteissa kasvatuslaitoksissa sekä kuljetustilanteissa (EU Platform on Animal Welfare 2020).

3.1.3 Hiilidioksidi

Hengityksessä veteen erittyvä hiilidioksidi on kirjolohille toksista, sillä pitoisuuksien kasvu estää kalan endogeenisen hiilidioksidin eritystä. Tällöin hiilidioksidin pitoisuus veressä kasvaa, mikä taas alentaa veren pH:ta (Vielma ym. 2006, MacIntyre ym. 2008). Tämä vaikuttaa negatiivisesti kirjolohien ravinnonsaantiin, kasvuun (CIWF 2), uintisuoritukseen ja homeostaasin ylläpitoon (EU Platform on Animal Welfare 2020).

Hiilidioksidin pitoisuudet olisi hyvä pitää välillä <5–10 mg/l (MacIntyre ym. 2008). Hiilidioksidi on haaste etenkin makean veden kasvatuslaitoksissa, ja pitoisuudet ovat huomattavasti korkeampia kuin luonnonvaraisissa olosuhteissa (Noble ym. 2020).

3.1.4 pH

Veden happamuus aiheuttaa kirjolohien kiduksiin muun muassa kalsiumkatoa ja liian alhainen pH-arvo heikentää niiden uintikykyä (Noble ym. 2020).

Optimaalinen pH-arvo on lohikaloille 6,5–8 (Rahkonen ym. 2012). Veden pH-arvo vaikuttaa paljon veden muihin laadullisiin parametreihin ja niiden vahingollisuuteen, joten pH-arvoa on seurattava tasaisesti (EU Platform on Animal Welfare 2020).

3.1.5 Ammoniakki

Vapaa ammoniakki (NH_3) on myrkyllistä kaloille: se on haitaksi muun muassa kidusten terveydelle sekä osmoottisen paineen säätelylle (Noble ym. 2020). Vapaan ammoniakin (NH_3) määrä lisääntyy, kun veden pH nousee (Rahkonen ym. 2012). Ammoniakkia syntyy kalankasvatuksessa pääasiassa aineenvaihdunnan seurauksena (MacIntyre ym. 2008). Ammoniakin suotuisat pitoisuudet riippuvat kuitenkin paljon käytössä olevasta kasvatusjärjestelmästä, sen olosuhteista sekä veden laatuun muuten vaikuttavista muuttujista (MacIntyre ym. 2008 Meadeen 1985 viitaten).

Ammoniakin määrän seurannan tulee olla erityisen tarkkaa vedenvaihtuvuudelta rajatuissa järjestelmissä, kuljetuksen yhteydessä ja sen jäljiltä sekä toisaalta vesiviljelyjärjestelmissä, joissa vettä kierrätetään paljon (EU Platform on Animal Welfare 2020). Ammoniakkipitoisuuden muutokset edellyttävät välitöntä tilanteen arviointia ja pikaisia korjaavia toimenpiteitä (EU Platform on Animal Welfare 2020).

3.1.6 Nitriitti

Nitriitti on myrkyllistä lohikaloille ja erityisesti kirjolohi on hyvin altis nitriitin toksisuudelle makeassa vedessä (Noble ym. 2020). Nitriitti haittaa muun muassa kalojen kasvua ja uintisuoritusta (EU Platform on Animal Welfare 2020). Nitriitti leviää veren punasoluihin ja altistus sille voi johtaa muun muassa kidusvaurioihin ja lopulta jopa kuolemaan (MacIntyre ym. 2008).

3.1.7 Nitraatti

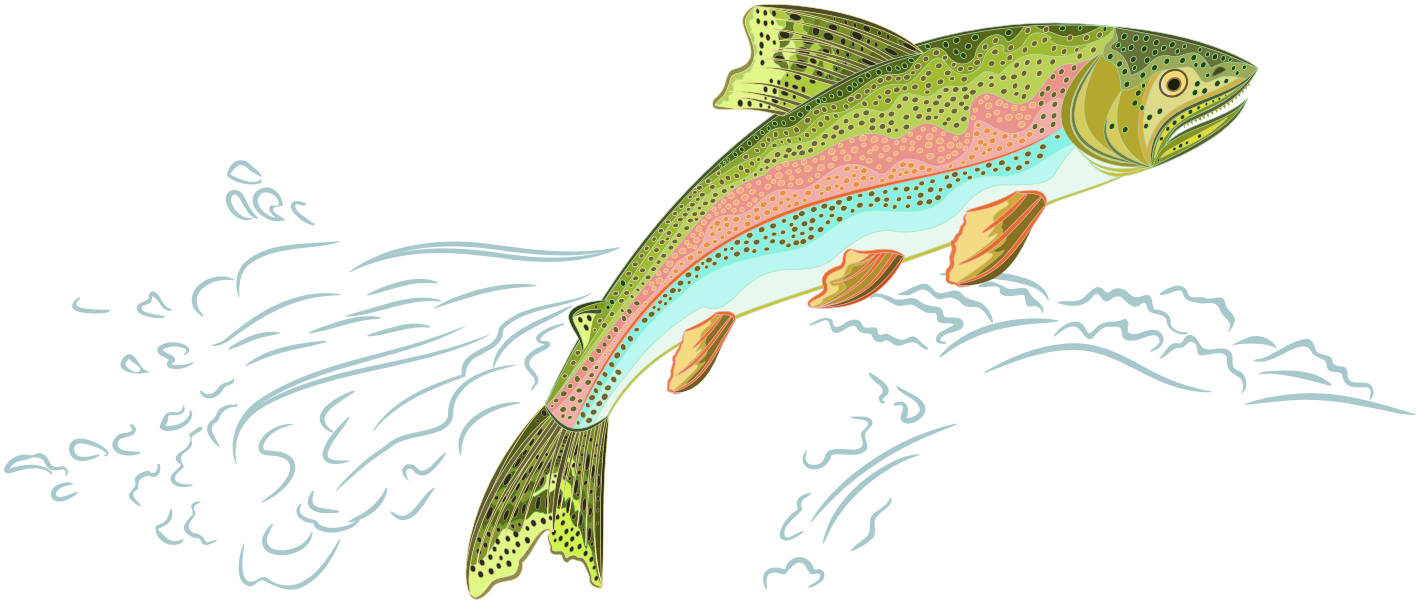
Nitraatti ei ole kirjolohille yhtä vahingollista kuin ammoniakki tai nitriitti (Vielma ym. 2006). Silläkin on kuitenkin toksisia vaikutuksia, mikäli pitoisuudet pääsevät kasvamaan liikaa ja vaikutus on pitkäaikaista etenkin veden lämpötilan noustessa (Noble ym. 2020).

Muuttuja	*Raja-arvot*
Happi	7-9 mg/l
Vapaa ammoniakki NH3	<0,025 mg/l
Hiilidioksidi	<10 mg/l
pH	6.2-8
Nitriitti	<0,2 mg/l
Nitraatti	<50 mg/l

Taulukko 1. SEYn suosittelemat parametrit vedenlaatua koskien (RSPCA (2020), Fair-FIsh International (2022), FAO (2022), VKM (2012), Rahkonen ym. (2012), Fornshell (2002), Hardy (2002), MacIntyre ym. (2008), CIWF).

Taulukossa 1. on esitetty SEYn kotimaiseen kirjolohen kasvatukseen suosittelemat vedenlaatuparametrit ja niiden raja-arvot mainittuihin lähteisiin perustuen. Nämä arvot ovat vain viitteellisiä, sillä tosiasiassa esimerkiksi kasvatustapa, veden lämpötila ja virtausnopeus vaikuttavat suuresti sallittuihin pitoisuuksiin.

On kuitenkin tärkeää, että Suomeen säädetään eri kasvatustapoihin raja-arvot. Niiden puitteissa mainitut ja mahdolliset muut vedenlaatuun oleellisesti vaikuttavat muuttujat, kuten kiintoaineen määrä, saavat Suomen olosuhteissa muuttua.



3.2 Kasvatustiheys

Kasvatustiheys vaikuttaa monin tavoin kalojen hyvinvointiin. Kasvatustiheydellä on vaikutusta vedenlaatuun ja yleiseen hygieniaan, kalojen käyttäytymiseen kuten aggressiivisuuteen, niiden kokemaan stressiin sekä kalojen sosiaalisiin yhteyksiin (Noble ym. 2020, FAO 2019). Kasvatustiheys voidaan laskea eri tavoin, mutta tyypillisesti se ilmaistaan kilogrammoina kuutiometriä kohden. Tämä havainnollistaa hyvin kalojen perinteisesti heikkoa asemaa tuotantoeläinten joukossa, sillä kalojen määrät ilmaistaan edelleen tuotantomassana yksilöiden lukumäärän sijaan.

Optimaalisen kasvatustiheyden määrittäminen on haastavaa, koska se on monen tekijän summa. Määrittäminen on helpompaa, kun mukaan integroidaan kalojen kunnon ja käyttäytymisen arviointi (Noble ym. 2020).

Matalassa kasvatustiheydessä vahvat yksilöt saattavat muodostaa ruokailutilanteissa hierarkian, jossa dominoivat yksilöt estävät alistuvampia yksilöitä saamasta rehua (Eläintieto.fi). Dominoivimpien yksilöiden hyökkäysten kohteiksi joutuvat yksilöt altistuvat tällöin krooniselle stressille sekä fyysisille vaurioille kuten eväkulumille (LeBlanc ym. 2011, Best ym. 2023, Laursen ym. 2013). Korkeammissa kasvatustiheyksissä dominoivat yksilöt eivät kykene puolustamaan aggressiivisesti ruokailupaikkaansa samaan tapaan (Eläintieto.fi). Aggressiivisuuden väheneminen suuremmissa kalatiheyksissä ei kuitenkaan ilmaise kalojen hyvinvoinnin paranemista, vaan se voi kertoa myös olosuhteiden rajoittavan kirjolohen luontaista käyttäytymistä. Tällöin akuuttina stressireaktiona ja selviytymiskeinona toimiva aggressiivisuus ei ilmene. Tämä saattaa puolestaan johtaa kalan kokeman stressin kroonistumiseen (LeBlanc ym. 2011, Best ym. 2023, Laursen ym. 2013).

Myös kirjolohen elinvaihe ja kasvatustapa vaikuttavat kasvatustiheyteen. Tyypillisesti kasvatustiheys (kg/m^3) on kalojen elämän alkuvaiheessa matalampi ja sitä lisätään, kun siirrytään kohti ruokakalakasvatusta (Noble ym. 2020). Yksilöt kasvavat eri tahtiin muun muassa ravinnon saannin ja sen hyödyntämisen tason mukaan. Siispä kalat on hyvä erotella keskenään samankokoisten yksilöiden ryhmiin, jotta vältytään hierarkioiden muodostumiselta (Fair-Fish International 2022). Kasvatustiheys tavanomaisessa kirjolohien verkkokassikasvatuksessa vaihtelee virtausolosuhteitten mukaan 10–15 kg/m^3 ja 20–30 kg/m^3 välillä (Sinisalo ym. 2020 Partaseen 1998 viitaten). Sen sijaan kiertovesikasvatuksessa kasvatustiheys voi hyvinkin kivuta yli 50 kg/m^3 tai jopa 100 kg/m^3 (Sinisalo ym. 2020).

Osviittaa kalojen kasvatustiheyden ylärajoille voi hakea kalojen luonnonmukaisen kasvatuksen säädöksistä. Euroopan komission vaatimuksissa luomutuotannolle määritellään kirjolohen maksimitiheydeksi makeassa vedessä 25 kg/m³ ja merivedessä 10 kg/m³. Myös Fair-Fish International (2022) suosittelee, että kasvatustiheys tulisi pitää alle 25 kg/m³ ja jopa alle 10 kg/m³ olisi suositeltavaa.

Kirjolohen kasvatustiheyden tutkimusta on tehty jo verrattain paljon. McKenzie ym. (2012) tutkivat kasvatustiheyden vaikutusta kirjolohien kasvuun ja hyvinvointiin vertaamalla matalan 25 kg/m³ ja korkean 100 kg/m³ kasvatustiheyden vaikutuksia. Korkea kasvatustiheys heikensi kalojen kasvua selvästi. Kalojen aineenvaihdunta kiihtyi korkeammassa kasvatustiheydessä, mikä viittasi esimerkiksi siihen, että ne joutuivat käyttämään enemmän energiaa rehun saamiseksi. Korkeammassa kasvatustiheydessä kaloilla ilmeni myös heikentynyttä uintisuorituksen tasoa. Tämän katsottiin viittaavan niiden fyysisten ominaisuuksien heikkenemiseen (McKenzie ym. 2012). Myös Liu ym. (2016) havaitsivat kokeissaan, että pitkään jatkuessaan (240 vuorokautta) yli 36 kg/m³:ssa kasvatetuilla kirjolohilla kasvuominaisuudet alkoivat laskea, samoin vedenlaatu alkoi heiketä.

Maltillisissa kasvatustiheyksissä kalojen hyvinvoinnissa ei näytä ilmenevän suuria eroja. Carbonara ym. (2020) tutkivat kasvatustiheyden vaikutusta kirjolohien hyvinvointiin luomukasvatuksessa. Tutkimuksissa matala kasvatustiheys vaihteli välillä 12–21 kg/m³ ja korkea kasvatustiheys 17–30 kg/m³. Tutkijat eivät havainneet merkittävää eroa kalojen käyttäytymisessä tai fysiologiassa kahdella toisiaan lähellä olevalla kasvatustiheydellä. He toteavatkin, että kokeiden perusteella kirjolohien luomukasvatuksessa 30 kiloa kuutiometriä kohden voidaan pitää maksimikasvatustiheytenä. Niin ikään Klug ym. (2021) eivät havainneet kokeissaan eroa vedenlaatuun tai stressitasoihin, kun kasvatustiheydet vaihtelivat 4–26 kg/m³ välillä.

3.3 Rakenteet

Myös kasvatusympäristön rakenteet vaikuttavat olennaisesti kirjolohen hyvinvointiin. Rakenteiden tulisi olla turvalliset, mutta samalla niiden olisi myös tarjottava kaloille mahdollisuus toteuttaa luontaisia käyttäytymistarpeita. Kasvatusoloissa näiden tarpeiden toteuttaminen ei kuitenkaan käytännössä koskaan toteudu riittävän hyvin.

Veden lämpötila on kirjolohen hyvinvoinnin kannalta erittäin olennainen tekijä. Vaihtolämpöisinä lohikalat pyrkivät liikkumaan vedessä lajin fysiologisten toimintojen kannalta kohti optimilämpötilaa. Vääränlainen, äkisti vaihtuva veden lämpötila aiheuttaa kaloissa stressiä sekä muun muassa kohonnutta hapenkulutusta ja aktiivisuutta (Noble ym. 2020). Tämän takia kirjolohille tulisi tarjota riittävä uintisyvyys kasvatustiheydestä ja elinvaiheesta riippuen. Minimissään sen tulisi olla 10 metriä (Fair-Fish International 2022). Luonnossa kirjolohet pyrkivät liikkumaan laajamittaisesti. Toisaalta ne osoittavat alueuskollisuutta paikkoihin, joten altaassa tulisi olla tarpeeksi liikkumatilaa kutakin yksilöä kohden (Fair-Fish International 2022). Aitauksen tulisi tarjota niille mahdollisuus myös laajempiin liikeratoihin. Liian matala kasvatussyvyys altistaa kaloja liiallisessa määrin muun muassa valolle sekä uv-säteilylle (Saraiva ym. 2019).

Rakenteiden tulee mahdollistaa kalojen terveyden kannalta olennainen hyvä hygienia ja esimerkiksi ulosteiden helppo poistaminen (FAO 2019). Rakenteiden tulee lisäksi olla sellaiset, että ne minimoivat kalojen mahdollisuuden karata tai joutua petojen ja lintujen hyökkäyksen kohteeksi (FAO 2019).

Käytettävät rakenteet vaihtelevat kalan elinvaiheen mukaan. Suomessa ruokakalat kasvatetaan pääosin meressä. Avomerikasvatuksessa käytetään pyöreitä, kelluvia ja joustavia kasvatusrakenteita kuten polyeteeniputkesta tehtyjä verkkoallaskehikkoja. Itämeren alueella näiden verkkoallaskehikoiden suurin ympärysmitta voi olla jopa sata metriä, mutta Suomessa ne ovat yleensä ympärysmitaltaan 60–90 metriä (Kankainen ym. 2014). Mikäli kasvatuspaikka on suojainen, voidaan tällöin käyttää myös kiinteitä metallisia kehikoita kasvatusrakenteina (Kankainen ym. 2014). Metallisten kiinteiden kehikoiden koko on suurimmillaan 20 m x 20 m (Kankainen ym. 2014). Avoimilla merialueilla voi-

daan käyttää myös upotettavia tai puoliuppoavia järjestelmiä, joiden etuna on veden tasalämpöisyys sekä pienempi likaantumisalttius (Kankainen ym. 2014).

Aitaukset tulee suunnitella ja sijoittaa siten, että ne kestävät myös sään ääriolosuhteita. Lisäksi karkaamisen ehkäisemiseksi on oltava valmiina toimintasuunnitelmat (RSPCA 2020). Veden poistuma-aukot tulee suojata levyin ehkäisemään kalojen karkaamista sekä estämään kalojen kiinnijääminen kaltereihin (Woynarovich ym. 2011). Etenkin läpivirtaussysteemeissä on kiinnitettävä huomiota kalojen karkaamisen estämiseen.

3.4 SEYn suositukset kasvuympäristöä koskien

- Vedenlaatu tulee pitää parhaalla mahdollisella tasolla, olosuhteet huomioon ottaen (säädetään raja-arvot).
- Kasvatustiheys on pyrittävä optimoimaan, kasvatusolosuhteet ja kalan elinvaihe huomioiden.
- Kasvatustiheyden ei tule ylittää 25 kg/m^3.
- Kalojen kasvatusrakenteiden tulee mahdollistaa kullekin yksilölle niiden luontaiset liikeradat.
- Rakenteiden tulee tarjota kaloille riittävä uintisyvyys, mikä mahdollistaa muun muassa viileämpiin veden kerroksiin hakeutumisen sekä liialta valon määrältä ja säteilyltä suojautumisen.
- Rakenteiden on oltava turvalliset, jotta ne ehkäisevät kalojen karkaamisen sekä suojelevat niitä pedoilta sekä loukkaantumisilta.

4. Terveys

4.1 Kalojen hyvinvointi

Suomen kolme kansallista eläinten hyvinvoinnin neuvottelukuntaa määrittelevät eläinten hyvinvoinnin seuraavasti: “Hyvinvointi on eläimen kokemus sen omasta psyykkisestä ja fyysisestä olotilasta (Eläinsuojeluasiamies).” Valitettavan usein muiden tuotantoeläinten tapaan hyvinvoinnilla viitataan kapea-alaisesti vain kasvatettujen kalojen terveyteen. Jotta voitaisiin aidosti puhua eläinyksilöiden hyvinvoinnista, tulisi kasvatusoloissa huomioida ravinnon, kasvun ja terveyden lisäksi myös kalojen elämänlaadullisia tekijöitä sekä keskittyä hyvinvointiin eläinyksilöiden näkökulmasta. Tätä ideologiaa ilmentää David Mellorin ja Cam Reidin (1994) kehittämä Five Domains -malli, jossa eläimen hyvinvointi toteutuu, kun sen ravinnolliset, ympäristölliset, terveydelliset, käytökselliset ja mentaaliset tarpeet toteutuvat. Malli ei siis perustu pelkästään negatiivisten vaikutusten ehkäisyyn, vaan keskiössä ovat myös eläimen kokemat positiiviset kokemukset ja tunnetilat.

Kaloilla esiintyy suurta yksilöllistä vaihtelua niin kognitiivisten kykyjen, tunteiden kuin preferenssienkin osalta (Torgerson-White & Sánchez-Suárez 2022 Budaevin 2011 mukaan). Kirjolohilla on myös havaittu selkeitä persoonallisuuspiirteitä, ja arat ja rohkeat yksilöt ovat osoittaneet kokeissa reagoivansa hyvin eri tavoin ympäristöstressitekijöiden yhdistelmiin (Frost ym. 2013). Jotta eläimen

voidaan katsoa voivan hyvin, täytyy sen pystyä toimimaan hyvin, tuntea voivansa hyvin ja pystyä toteuttamaan lajityypillisiä käyttäytymistarpeitaan (MacIntyre ym. 2008).

On esitetty, että eläinten hyvinvoinnin käsitteellistämisessä ja määrittämisessä on käytännössä kolme peruslähestymistapaa: eläimen biologia, eläimen mentaalinen tila sekä eläimen luonnollinen elämä (Fishcount.org.uk 2019). Näistä tärkein on eläimen mentaalinen tila, mutta se on myös vaikeimmin arvioitavissa ja sen mittaaminen suoraan on mahdotonta (Fishcount.org.uk 2019).

Lohikalojen hyvinvointitarpeisiin on esitetty kuuluvan seuraavat asiat: Käytettävissä olevat resurssit (ruokinta ja ravinto), ympäristö (hengitys, osmoottinen balanssi, lämmönsäätely, hyvä vedenlaatu), terveys (kehonhoito, hygienia, turvallisuus ja suoja) ja käyttäytyminen (käytöksellinen kontrolli, sosiaalinen kontakti, lepo, tutkiminen ja lisääntymiskäyttäytyminen). Nämä kaikki vaikuttavat kalan tunteisiin (nälkä, kylläisyys, kipu ja paniikki) ja näiden yhteisvaikutuksesta syntyy kalan hyvinvointistatus. (Noble ym. 2020, Dawkinsin 1990, Spruijtin ym. 2001 sekä Pankseppin ja Bivenin (2012) mukaan)

Luonnossa kalat elävät vaihtuvissa olosuhteissa. Samalla ne havainnoivat jatkuvasti ympäristöään monipuolisine aisteineen. Eläimen hyvinvointiin vaikuttaa myös eläimen kyky sekä mahdollisuudet ennakoida ja mukautua ympäristön haasteisiin. Kalayksilön aiemmat kokemukset auttavat sitä hyödyntämään muistamaansa ja oppimaansa (Braithwaite & Ebbesson 2014). Monotonisissa kasvuolosuhteissa kasvatetuilla kaloilla on hyvin rajalliset mahdollisuudet tähän.

4.2 Hyvinvoinnin arviointi eläimiin perustuen

Kalojen hyvinvoinnin toteutuminen edellyttää päivittäistä seurantaa ja kasvatusympäristön arviointia. Hyvinvoinnin arvioimisessa voidaan hyödyntää joko suoria eläimeen perustuvia tai epäsuoria ympäristöön perustuvia indikaattoreita (Noble ym. 2020). Keskitymme tässä osiossa eläinperusteisiin indikaattoreihin.

Kuolleisuus on hyvinvoinnin mittarina paljon käytetty ja varsin selkeä. Se ei kuitenkaan anna tarkempaa kuvaa terveyttä heikentävistä sairauksista eikä kuolleisuuden alhaisuus indikoi suoraan sitä, että kalat voivat hyvin (Noble ym. 2020, FAO 2019). Hyvinvoinnin tason arvioiminen kuolleisuuden perusteella ei myöskään mahdollista jo kuolleiden yksilöiden hyvinvoinnin parantamista.

Kalojen kasvu on helposti seurattava indikaattori, jonka avulla voidaan ennakoida muutoksia hyvinvoinnissa (Noble ym. 2020), mutta kasvu ei yksin anna kokonaisvaltaista kuvaa kalan hyvinvoinnista (FAO 2019). Kasvussa voidaan lisäksi havainnoida kalojen kehityksellistä normaaliutta ja kasvun homogeenisuutta (FAO 2019). Mikäli osa yksilöistä kasvaa eri tahtiin, voi se esimerkiksi kieliä hierarkioista ja ongelmista ruokinnassa ja kalojen ruokailukäyttäytymisessä.

Taudit ovat merkittävä hyvinvointi-indikaattori kalojen terveyden osalta ja varhainen diagnoosi voi auttaa ehkäisemään tautien leviämistä (Noble ym. 2020). Vedessä esiintyvät suomut tai veri ilmaisevat selkeästi, että kaloilla on hyvinvointiongelmia, mutta tarkempi tilannekuva vaatii näytteiden ottoa ja analysointia (Noble ym. 2020). Tautien seuranta onkin ensiarvoisen tärkeää koko kasvatusyksikön terveyden ja sairauksien ennaltaehkäisyn kannalta. Tautien esiintymättömyys on kuitenkin vain osa kalojen kokonaishyvinvointia.

Kalan hyvinvoinnin muutoksia voidaan havainnoida kiduksia tutkimalla. Liikenopeuden kohoaminen voi kieliä sekä negatiivisista että positiivisista muutoksista, joten yksistään siitä ei ole mahdollista päätellä kalan hyvinvoinnin tilaa (Noble ym. 2020). Kidusten sävyn ja kunnon tarkistus on periaatteessa helppo ja edullinen toimenpide toteuttaa, mutta lopullinen arvio saadaan vasta histologisten tutkimusten jälkeen (Noble ym. 2020). Mikäli kalat haukkovat henkeä, voi se viitata sairastu-

miseen (Rahkonen ym. 2012) tai veden happipitoisuuden laskuun.

Meritäiden havaitseminen on yksinkertainen ja helppo tapa huomata kalojen hyvinvoinnin heikkeneminen verkkokassikasvatuksessa. Haasteena on kuitenkin näytteen ottamisen hankaluus ja yksittäin tapahtuessa huono edustus koko kalaryhmän hyvinvoinnista (Noble ym. 2020).

Muutokset kalan värissä (tummuminen), silmien pullistuminen, ulkoiset vammat tai evissä havaittavat muutokset (eväkulumat) kielivät kalojen sairastumisesta (Rahkonen ym. 2012, FAO 2019, Eläintieto.fi). Ulkoiset vammat ja eväkulumat voivat myös viitata epäoptimaalisen kalatiheyden ja puutteellisten elinolojen aiheuttamaan stressiin ja siitä johtuviin käytöshäiriöihin.

Kalojen laihtuminen tai kitukasvuisuus on selvä oire kalojen hyvinvointiongelmista (FAO 2019). Yksittäisten kalojen nälkiintymistilan tunnistaa helposti, mutta nälkiintyneiden kalojen suhteellisten osuuksien arvioiminen on kasvatusolosuhteissa liki mahdotonta (Noble ym. 2020).

Kuntotekijä ja muut kuntoindeksit ovat suhteellisen helppoja ja edullisia toteuttaa, mutta vuodenaika, kalan yleisterveys ja ikä vaikuttavat tuloksiin (Noble ym. 2020).

Kalojen ruokailukäyttäytymistä tulee tarkkailla päivittäin, sillä se on tehokas terveydentilan kuvaaja (Rahkonen ym. 2012). Rehupellettien poissylkeminen kuvaa alentunutta ruokahalua, mutta yhtä lailla se voi ilmaista vain tyytymättömyyttä rehun koostumukseen ja laatuun.

Tukirangan epämuodostumat on helppo havaita, mutta niiden aiheuttajaa on vaikeaa arvioida (Noble ym. 2020). Epämuodostumiin vaikuttavat monet tekijät, kuten perinnöllisyys, alkion kehitys, ulkoiset traumat, infektiot ja ruokinta (Eriksson-Kallio). Myrkyt, esimerkiksi orgaaniset kloorit ja -fosfaatit, aiheuttavat ympäristötekijöistä johtuvia epämuodostumia. Altistuminen myrkyllisille aineille aiheuttaa esimerkiksi osteoporoosia (kadmium) ja voimakkaita lihaskramppeja, jotka voivat johtaa selkärangan murtumiin (Eriksson-Kallio).

Stressi on aina oire kalan hyvinvointiongelmista. Kortisolitasojen muutoksilla on mahdollista arvioida eri tekijöiden vaikutusta kalojen kokemaan stressiin, kun ennen ja jälkeen -tilat ovat tiedossa (Noble ym. 2020).

Kuolonkankeuden avulla voidaan havaita äkilliset ennen teurastusta ilmenneet stressireaktiot. Rigor-tila nimittäin alkaa stressistä kärsineillä kaloilla normaalia aiemmin ja ilmenee myös voimakkaampana (Polit ym. 2005). Tämän toteaminen edellyttää kalan testaamista useaan kertaan. Seuranta tulee aloittaa välittömästi teurastamisen jälkeen (Noble ym. 2020).

4.3 Jalostus

Kaloja jalostetaan, kuten muitakin tuotantoeläimiä. Jalostuksen tavoitteena on taata kalojen terveys samalla, kun kalojen tuotanto-ominaisuuksia lisätään (Eläintieto.fi). Terveysjalostuksessa tavoitellaan muun muassa kalakuolemien ehkäisyä, kaihin torjuntaa ja kaloilla ilmenevien selkärankavaurioiden ehkäisyä (Eläintieto.fi).

Suomessa on hiljattain käynnistetty julkisten ja kaupallisten tahojen yhteistyöhanke kiertovesikasvatukseen sopeutuvan kirjolohikannan jalostamiseksi (Luonnonvarakeskus 2021, STT 2021).

Kun kalojen sopeutuvuutta uusiin kasvatusolosuhteisiin arvioidaan, on kuitenkin tärkeää ottaa huomioon myös ne kirjolohen hyvinvointia ja vallitseviin elinoloihin sopeutumista koskevat tekijät, joihin valintajalostuksella ei voi vaikuttaa. Niitä ovat esimerkiksi lajityypilliset käyttäytymistarpeet, joiden toteuttaminen on eläimen kokonaishyvinvoinnin kannalta välttämätöntä. Jalostus tai domestikaatio eivät poista eläimeltä tarvetta lajityypillisten käyttäytymistarpeiden toteuttamiseen. (Jensen 2017, Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta 2014)

Kuva: USFWS/Wikimedia Commons

Jalostuksella voidaan niin haluttaessa kontrolloida myös kalojen sukukypsyyttä. Triploidit ovat mätimunien lämpö- tai painekäsittelyllä aikaansaatuja steriilejä kirjolohia, joilla on kolme kromosomistoa. Sukukyvyttöminä niillä ei ilmene lisääntymiskauden aikana esiintyvää lihan laadun heikkenemistä (Eläintieto.fi). Tätä menetelmää kehitetään aktiivisesti, sillä sen avulla voitaisiin kasvattaa ympärivuotista tuotantoa sekä estää karanneiden yksilöiden lisääntyminen luonnonvaraisten kalojen kanssa.

Triploideilla kaloilla on parempi kasvupotentiaali diploideihin verrattuna (Janhunen ym. 2019, Pandey ym. 2021) ja ne myös käyttäytyvät ruokailutilanteissa vähemmän aggressiivisesti diploideihin verrattuna (Granlund 2013). Triploideilla esiintyy kuitenkin enemmän nikamavaurioita (Janhunen ym. 2019) eivätkä ne ole normaalien kirjolohien tapaan yhtä sopeutuvaisia lämpötilojen vaihteluun (Eläintieto.fi).

Suomalaisessa ruokakalan tuotannossa käytetään täysnaarasparvia, jotka on saatu aikaan hedelmöittämällä mäti kääntökoiraiden maidilla (Eläintieto.fi). Vastakuoriutuneille naaraspoikasille syötetään testosteronia sisältävää rehua, mikä muuttaa ne maitia tuottaviksi kääntökoiraiksi (Sinisalo ym. 2020). Asiantuntijat eivät kuitenkaan yleisesti suosittele sukupuolen manipulointia, sillä sen vaikutuksesta kalojen hyvinvointiin pidemmällä aikavälillä ei ole riittävästi tutkimusta (Fair-Fish International 2022).

4.4 Kalojen vastustuskyky ja lääkitys

Kaloilla on luontaisesti hyvä vastustuskyky, johon vaikuttavat muun muassa kalan terveyden tila ja mahdolliset sairaudet, veden lämpötila ja laatu sekä saatu lääkitys ja hormonit (Rahkonen ym. 2012). Yksi syy kirjolohen yleisyyteen kasvatuskalana on sen mukautuvuus vaihteleviin olosuhteisiin ja kyky sietää käsittelyä verrattain hyvin. Kirjolohen iho on kuitenkin sangen herkkä kasvatuksesta johtuville mekaanisille ruhjeille ja lajitoverien hyökkäyksistä alkunsa saaville vammoille (Noble ym. 2020). Lämmin vesi sinänsä edistää kalan puolustusjärjestelmän toimintaa paremmin kuin viileä vesi, mutta se on myös otollisempi kasvualusta bakteereille ja alkueläimille (Rahkonen ym. 2012).

Stressi on vahingollista kalojen vastustuskyvylle, ja kasvatusolosuhteissa useat tekijät altistavat kaloja stressille. Kalat toipuvat muun muassa kuljetuksen tai käsittelyn aikaansaamasta stressistä yleensä nopeasti, mutta krooninen stressi heikentää niiden immuniteettia ja altistaa sairauksille (Rahkonen ym. 2012). Krooninen stressi on usein seurausta ei-optimaalisista kasvatusolosuhteista ja siihen voivat johtaa muun muassa veden heikko laatu, liian suuri kasvatustiheys tai kalojen keskuudessa syntyneet hierarkiat (Rahkonen ym. 2012). Kalojen stressiä voidaan tutkia parhaiten verikokeiden avulla. Kortisolitasojen ylittäessä 2–10 ng/ml, plasma glukoosin ylittäessä 73.1–82.3 mg/ml tai seerumi glukoosin ylittäessä 28–75 mg/dl, viittaa se kalan kärsivän stressistä (Fair-Fish International 2022).

Kalojen hyvinvoinnista huolehtimisen lisäksi niiden vastustuskykyä voidaan parantaa rokotteilla. Rokotteet sisältävät antigeenejä, jotka aktivoivat kalan omaa puolustusjärjestelmää. Suomessa niitä käytetään vibrioosia, paisetautia, yersinioosia ja flavobakteereita vastaan (Rahkonen ym. 2012). Eläinlääkärin määräyksestä kaloille voidaan määrätä myös antibiootteja tai emamektiinibentsoaattia bakteeritautien hoitoon (Rahkonen ym. 2012). On tärkeää, että lääkitystä antavat vain siihen koulutetut ammattilaiset ja annostus noudattaa eläinlääkärin ohjeistusta (RSPCA 2020). Kalat tulisi aina rauhoittaa ennen rokotuksen antamista (RSPCA 2020).

4.5 Kivunlievitys

Tuntoisuus voidaan määritellä tietoiseksi kyvyksi kokea emotioita, tuntea sekä kärsiä (MacIntyre ym. 2008). Kalojen kykyä kokea kipua on tutkittu laajasti. Kalojen nisäkkäisiin nähden erilaisesta aivojen rakenteesta huolimatta tiedeyhteisö on tänä päivänä yhä yksimielisempi siitä, että kalat kokevat kipua. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että kalojen telenkefalon vastaa toiminnaltaan paljon nisäkkäiden mantelitumaketta ja hippokampusta (Kittilsen 2013). Niin ikään kipureseptorit, hermoradat ja kipua käsittelevät aivon osat löytyvät myös kaloilta (Kittilsen 2013).

Luukalat, joihin myös kirjolohi kuuluu, omaavat kiistattomasti kipureseptoreita ja niiden vahingollinen stimulointi aiheuttaa muutosta kalojen käyttäytymisessä (Braithwaite & Boulcott 2007). Kivun tunne saa kaloissa myös aikaan muiden aistien ja toimintojen vajausta, koska kivun kognitiivinen kokemus ajaa muiden prosessien päälle (Brown 2015). Tämä viittaa siihen, että kivun tunne on kaloilla hyvinkin voimakas. Kalojen kipukokemusta paljon tutkinut Lynne Sneddon (2003) esittää, että voimakkaat käytökselliset (kipualueen hankaaminen) ja fysiologiset reaktiot haitallisiin kipuärsykkeisiin osoittavat, että kalat ovat kykeneviä tuntemaan kipua. Kalojen kipukokemusta on kokeissa onnistuttu lieventämään morfiinilla.

Kipulääkityksen tehoa on tutkittu kaloilla vielä verrattain vähän (Sneddon 2012). Kalojen kivun tutkimuksen merkitys kuitenkin kasvaa alati ja Martinsin ym. (2019) mukaan kaloille tarvitaan lajikohtaiset nukutusaine- ja kivunlievitysprotokollat.

Kun kaloja rokotetaan, mitataan, merkitään tai niistä lypsetään mätiä tai maitia, kaloja voidaan joutua nukuttamaan (Rahkonen ym. 2012, Eläintieto.fi). Vaikka nukuttaminen stressaa kaloja, se on tärkeää kalan hyvinvoinnin kannalta. Huomioon on kuitenkin otettava veden lämpötila ja lisäksi kalan koko ja kunto tulee tarkistaa ennen toimenpidettä sopivan aineen ja annosmäärän löytämiseksi (Sneddon 2012). Nukutus ei kuitenkaan auta toipumisessa, vaan kipua aiheuttavan toimenpiteen jälkeen kirjolohille on hyvä antaa kipulääkitystä (Fair-Fish International 2022). Tutkimuksissa on jo havaittu muutamien lääkeaineiden toimivan kaloilla hyvin.

Emokalat joutuvat sietämään paljon käsittelyä ja ne altistuvat kivulle. Vaikka mädin lypsy tehdään usein nukutettuna, tulisi kaloja myös suojella toimenpiteen aiheuttamalta kivulta. Karprofeeni sopii ominaisuuksiensa puolesta monipuolisesti emokalojen hoitoon (Uney ym. 2021).

Kalojen merkitseminen aiheuttaa kipua, jota voidaan lieventää lidokaiinilla ilman, että siitä koituu

havaittavia sivuvaikutuksista (Mettam ym. 2011).

Opioidien, kuten morfiinin, käyttöä kaloille mahdollisesti kipua aiheuttavissa tilanteissa voidaan pitää suositeltavana, sillä niiden ei ole havaittu aiheuttavan kaloille merkittäviä sivuvaikutuksia (Chatigny ym. 2018, Sneddon 2012). Haaste on kuitenkin siinä, että morfiinin erittymisaika on hidas, mutta vaikutusaika pitkä. Tästä syystä morfiinia suositellaankin käytettäväksi kirjolohilla kroonisten kiputilojen hoitoon tai esimerkiksi suurten leikkausten jälkihoitoon (Sneddon 2012).

Kivunlievityksen tarpeellisuus täytyy kuitenkin punnita ennalta huolella, jotta kalojen nuottaaminen ja käsittely ei aiheuta kalalle enempää vahinkoa kuin toimenpiteen hyöty sille antaa (Chatigny ym. 2018).

4.6 Kalojen tainnutus ja teurastus

Kalojen, kuten muidenkin tuotantoeläinten teurastusta, tulee edeltää asianmukainen ja onnistunut tainnutus. ”Eläimiä saa lopettaa vasta tainnuttamisen jälkeen lopetusasetuksessa säädettyjen menetelmien ja näiden menetelmien soveltamiseen liittyvien erityisvaatimusten mukaisesti (Ruokavirasto).”

Tainnuttamisella tarkoitetaan menetelmää, jolla ”eläimelle aiheutetaan sen kuolemaan saakka kestävä tajuttomuus (EHK 2012: 112).”Ollakseen optimaalinen, tainnutuksen tulisi olla välitön ja tapahtua alle sekunnissa (EFSA 2009) siten, että siitä seuraa kuolemaan asti kestävä tajuttomuus ilman vältettävissä olevaa jännitystä, stressiä, kipua tai muuta kärsimystä (van de Vis ym. 2003). Valitettavasti näin ei kalojen kohdalla useinkaan ole.

Tainnutuksen jälkeen kirjolohet tulee lopettaa viipymättä verestämällä eli katkaisemalla kiduskaaret tai kurkkukannas, jonka jälkeen kala palautetaan veteen 10–15 minuutiksi (Virtanen Clewer Aguaculture Oy 2021). Samaa käytäntöä tulee soveltaa myös niiden yksilöiden kohdalla, joita ei syystä tai toisesta voida hyödyntää ruokakalana. RSPCA (2020) suosittelee, että havaittaessa vakavasti sairaita, loukkaantuneita tai toipumaan kykenemättömiä kaloja, täytyy ne lopettaa eettisesti välittömästi, eikä kaloja saa missään olosuhteissa jättää kuolemaan tukehtumalla.

Yleisesti ottaen tainnuttamisessa piilee aina se riski, että kala on teurastushetkellä yhä tajuissaan. Kalan liikkumattomuus ei vielä takaa, että tainnutus on onnistunut. Kirjolohilla taintumista voidaan tarkastella kidusten liikkeen lisäksi silmän liikkeen, vestibulo-okulaarisen refleksin sekä muun kehon liikkeen perusteella (EFSA 2009). Muun muassa OIE suosittelee kasvatettujen kalojen tainnutukseen sähkö- tai mekaanista (lyönti)tainnutusta. CIWF suosittelee tätä menetelmää nimenomaan kirjolohien tainnutukseen.

Kalankasvatuslaitoksen koko ja tuotannon mittakaava vaikuttavat eettisempien tuotantomenetelmien aiheuttamiin lisäkustannuksiin ja niiden soveltuvuuteen alan yrityksille. Euroopan komission selvityksen mukaan OIE:n standardien mukaiset menetelmät eli sähkötainnutus ennen vedestä ottamista ja iskutainnutus vedestä ottamisen jälkeen aiheuttivat esimerkiksi Tanskassa vain 4 senttiä lisäkustannuksia tuotantokiloa kohden, kun taas Ranskassa lukema oli 24 senttiä/kg (Euroopan komissio 2018).

Pienissä kasvatuslaitoksissa lyöntitainnutuksen aiheuttamat lisäkustannukset ovat sähkötainnutusta selvästi korkeammat (Euroopan komissio 2018). Osittain tästä syystä ne eivät ole kovin yleisiä myöskään Suomessa. Useimmat kasvattajat käyttävät Suomessa yhä hiilidioksiditainnutusta (Virtanen Clewer Aguaculture Oy 2021). EU:ssa suurissa kirjolohen kasvattamoissa investoinnit kalojen hyvinvoinnin parantamiseen teurastuksen yhteydessä ovat vähentäneet työvoiman kustannuksia (Euroopan komissio 2018).

Käymme seuraavaksi läpi kolme Suomessa kirjolohien käytössä olevaa tainnutusmenetelmää.

4.6.1 Hiilidioksiditainnutus

Hiilidioksiditainnutus lienee Suomessa edelleen yleisin kirjolohien tainnutusmuoto etenkin pienemmän kokoluokan kasvatuslaitoksissa. Hiilidioksiditainnutus tapahtuu, kun veteen lisätään hiilidioksidia, mikä laskee veden pH:ta. Kun pH saavuttaa noin 4,5:n, johtaa se kalojen taintumiseen (EFSA 2009). Menetelmä on kuitenkin hidas ja kalojen taintuminen kestää puolesta minuutista jopa useisiin minuutteihin (EFSA 2009). Esimerkiksi kirjolohella taintuminen kestää jopa 4,5 minuuttia (Kestin ym. 1995).

Hiilidioksiditainnutus on epäeettinen ja epäluotettava tainnutusmenetelmä. Kun altaan veteen lisätään hiilidioksidia, alkavat kalat reagoida siihen voimakkaasti. Kirjolohilla esiintyy hiilidioksiditainnutuksen aikana voimakkaita pakoreaktioita, kasvavaa limaneritystä ja pään sekä pyrstön ravistelua yleensä puolen minuutin ajan. Tämän jälkeen kala alkaa väsyä (EFSA 2009). Hiilidioksidin käyttö tainnutuksessa voi johtaa kalan liikkumattomuuteen, mutta esimerkiksi lohien on tavattu pysyvän tajuissaan siitä huolimatta jopa 6 minuuttia (EFSA 2009). Vaikka kalan liike lakkaa, on tutkimuksissa havaittu aivojen aktiivisuutta vielä minuuttien päästä (CIWF). Suomen Kalankasvattajaliitto ry (2022) toteaa, että kalaa tulisi altistaa hiilidioksidille vähintään 4–5 minuuttia, jotta voidaan varmistua sen taintumisesta.

OIE sekä CIWF eivät suosittele hiilidioksidin käyttöä kalojen tainnuttamisessa tai lopettamisessa, sillä sen käytön on osoitettu johtavan kaloilla merkittävään hyvinvoinnin alenemiseen (OIE 2022).

4.6.2 Sähkötainnutus

Sähkötainnutus tapahtuu joko kuivana tai vedessä. Jälkimmäinen on kaloille parempi ja tänä päivänä yleisempi vaihtoehto. Tyypillisesti sähkötainnutus tapahtuu altaassa, joka on täytetty vedellä ja jossa on elektrodit vastakkaisilla puolilla. Toinen malli on altaan ja käsittelylinjan välinen sähköistetty tunneli (EFSA 2009).

Sähkötainnutusta käytetään etenkin pienemmille (350–400 gramman) kirjolohille. Jotta sähkötainnutus toimii oikein, sähköisten parametrien on oltava oikein säädettyjä. Vedessä, joko altaassa tai putkessa, tapahtuva sähkötainnutus on kalan hyvinvoinnin kannalta parempi vaihtoehto kuin kuivatainnutus, sillä se ei altista kalaa ilmalle (CIWF).

Oikein toteutettuna sähkötainnutus mahdollistaa kalan eettisen ja nopean taintumisen. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että sähköiset parametrit on oikein määritelty lajin osalta. Lisäksi parametrien täytyy olla oikeat kalojen koon ja lukumäärän, painon sekä veden johtavuuden osalta (AAC 2017).

4.6.3 Lyöntitainnutus

Lyöntitainnutus tapahtuu joko yhdellä tai useammalla terävällä iskulla päälaelle aivojen yläpuolelle. Oikein toteutettuna se johtaa kalan välittömään ja pysyvään taintumiseen ja on sikäli kalojen hyvinvoinnin kannalta paras tainnutusmenetelmä. Jung-Schroers ym. (2020) havaitsivat tutkimuksissaan, että lyöntitainnutetuista kirjolohista 92,3 %:lla tainnutus johti välittömästi täydelliseen tajuttomuuteen sekä fyysisten merkkien että aivotoiminnan osalta.

Suurempien tuotantomäärien tainnuttamisessa käytetään lyöntitainnutukseen tarkoitettuja koneita, jotka hyödyntävät paineilmaa (Suomen Kalankasvattajaliitto ry 2022). Koneiden suurimpana haasteena on saada elävä kala uimaan koneeseen ja saada isku kohdistumaan oikein. Markkinoilla on useita tainnuttimia, mutta ne eivät juuri sovellu alle kilon painoisille kirjolohille (EFSA 2009).

Automatisoitu lyöntitainnutin mahdollistaa kalan eettisen lopettamisen. Se kuitenkin edellyttää kalojen jaottelua, jotta tainnutettavat kalat ovat oikean kokoisia laitteeseen. Lisäksi se vaatii oikean muotoisen vasaran/iskimen, voimakkuudeltaan sopivan iskun huolehtimaan pysyvästä taintumisesta

sekä menetelmän kalan saamiseksi tainnuttimeen (CIWF). Paras menetelmä on sisäänuinnin mahdollistava laite, jossa kalat uivat kanaviin, mitkä syöttävät ne suoraan tainnuttimeen. Tällainen on muun muassa BAADER 101 automatisoitu järjestelmä (CIWF).

4.7 SEYn suositukset kalojen terveyttä ja hyvinvointia koskien

- Kirjolohien terveydestä ja hyvinvoinnista on huolehdittava kokonaisvaltaisesti niin, että seurannassa huomioidaan kalojen terveydentilan lisäksi myös niiden elämänlaadulliset tekijät sekä yksilön hyvinvointi.
- Kasvatuksessa on kaikin mahdollisin tavoin pyrittävä suojelemaan kaloja vältettävissä olevalta stressiltä.
- Kalojen hyvinvointia on seurattava päivittäin. Seurannassa tulee huomioida sekä kaloissa että kasvuympäristössä havaittavat muutokset.
- Jalostuksessa pääpainopisteen tulee olla kalojen terveyttä ja hyvinvointia parantavissa valinnoissa tuotanto-ominaisuuksien lisäämisen sijaan.
- Kalat tulee nukuttaa tilanteen ja toimenpiteen sitä vaatiessa, mutta niiden tarpeetonta nukuttamista tulee välttää.
- Kaloille tulee tarjota kivunlievitystä kaikissa niille mahdollisesti kipua aiheuttavissa tilanteissa ja toimenpiteissä. Kivunlievitystä tulee tarjota myös kroonisen kivun hoitoon.
- Kalat tulee tainnuttaa ennen lopettamista parhain mahdollisin menetelmin joko lyöntitainnutuksella tai vedessä tapahtuvalla sähkötainnutuksella.
- Hiilidioksidia ei tule käyttää kirjolohien tainnutuksessa lainkaan.

5. Käyttäytyminen

5.1 Kirjolohien lajityypilliset käyttäytymistarpeet

5.1.1 Sosiaaliset yhteydet

Kalat ovat sosiaalisia ja kommunikoivat keskenään eri tavoin. Monet lajit myös kykenevät tunnistamaan lajitovereitaan (Kittilsen 2013). Kirjolohi on tottunut elämään ainakin osan elämästään parvissa. Toisten kalojen läheisyys voikin tuoda kalalle turvaa, palvella kalan luontaista tarvetta parittelukumppanin etsintään sekä tuoda kalalle tietoa ympäristöstä, kuten ravinnosta ja mahdollisesta vaarasta (Noble ym. 2020). Loukkaantuneiden kalojen on myös havaittu viestivän lajitovereilleen kemiallisin varoitussignaalein, mikä herättää niissä pelkoa (Kittilsen 2013).

5.1.2 Ympäristön tutkiminen

Kalat ovat luonnostaan uteliaita eläimiä ja homogeenisissa kasvatusolosuhteissa ne passivoituvat. Ympäristön eroavaisuuksien tutkiminen on yksi kalan lajityypillisistä tarpeista. Kala tekee sitä ravinnon etsimisen ja vaaran kartoittamisen lisäksi säädelläkseen omaa lämpötilaansa (Noble ym.

2020). Kalankasvattamoissa vieraiden esineiden ja esimerkiksi ruuan tutkiminen on etu, kun taas luonnossa liian rohkeat yksilöt altistuvat muun muassa pedoille (Wilson & Stevens 2005). Fyysisten rakenteiden hyödyntäminen kirjolohien kasvatusympäristössä lisää niiden tutkivaa käyttäytymistä ja vähentää niiden aggressiivisuutta toisiaan kohtaan (Brunet ym. 2022).

5.1.3 Kehonhoito

Kirjolohilla ilmenee luonnossa tarve puhdistaa itseään loisista muun muassa hankaamalla itseään, hyppimällä, tai etsiytymällä jokiin makeaan veteen (Noble ym. 2020). Koska kasvatusoloissa ei ole tarjolla puhdistajakaloja ja kasvatusaltaat pyritään tekemään hygieniasyistä muodoiltaan mahdollisimman yksinkertaisiksi, on kaloilla varsin vähän mahdollisuuksia toteuttaa tätä käyttäytymistarvetta.

5.1.4 Lisääntymiskäyttäytyminen

Luonnossa nuorilla kirjolohikoirailla on tarve vaeltaa kotijoilleen kutemaan. Naarailla taas on tarve pesänrakennukseen (Noble ym. 2020).

5.1.5 Vaaran pakeneminen

Kyky paeta vaaraa on kaloilla, kuten muillakin eläimillä, perustarve. Kasvatuksessa tätä tarvetta rajoitetaan monin tavoin. Muun muassa kalojen tiivistäminen ja käsittely saa niissä aikaan välttelevää käytöstä, stressitasojen nousua ja hapenkulutuksen kasvua (Noble ym. 2020). Yksilöiden välillä on vaihtelua suhteessa kohdattavaan vaaraan. Arat yksilöt ovat vetäytyvimpiä ja rohkeammat taas pysyttelevät vaarankin uhatessa avoimilla paikoilla (Frost ym. 2013). Kokeissa kemialliset vihjeet pedoista ovat saaneet myös kasvatetut kirjolohet pidättäytymään muun muassa ympäristön tutkimisesta ja aktiivisen uinnin sijaan pysymään paikoillaan (Kopack ym. 2015).

5.2 Käytökselliset indikaattorit

Kalojen uintikäyttäytyminen ja sijoittuminen indikoivat varsin hyvin niiden hyvinvoinnin tilaa ja siksi niihin kannattaa kiinnittää huomiota. Kalojen ryntäily, rauhattomuus tai ilman haukkominen ilmaisevat hyvinvointiongelmia (Rahkonen ym. 2012). Sekava ja tavallisesta poikkeava uintitapa viittaa siihen, että kala kärsii stressistä. Kiivas, epävakaa uinti taas viittaa ammoniakkipitoisuuden kasvuun (MacIntyre ym. 2008). Puolelta toiselle keinuminen tai huulien hinkkaaminen altaan pintoihin viittaavat puolestaan kipuun (Fair-Fish International 2022). Mikäli useat kalat oireilevat, viittaa se siihen, että olosuhteet ovat pielessä. Kalat tapaavat normaalioloissa sijoittua tasaisesti ympäri allasta, mutta hapen määrän vähentyessä ne voivat kasautua lähemmäs tulovesitystä (Rahkonen ym. 2012).

Kirjolohien ruokahalu on merkittävä tekijä niiden keskinäisissä hierarkioissa. Kokeissa on havaittu, että stressaaville tekijöille altistuneista yksilöistä ensimmäisinä ruokailua jatkaneet yksilöt olivat lähes poikkeuksetta myös dominoivia yksilöitä (Øverli ym. 2004). Kalat yleensä aktivoituvat ruokinnan yhteydessä, joten niiden ajelehtiminen viittaa sairauteen (Eläintieto.fi). Myös kalojen apaattisuus ja passiivisuus niitä lähestyessä kertovat ruokahaluttomuudesta tai muista ongelmista (Rahkonen ym. 2012). Kalojen ruokahalua on helppo havainnoida ruokinnan yhteydessä, mutta sen määrällisten tietojen arvioiminen on hankalaa muun muassa siksi, että kalojen ruokailutottumuksissa esiintyy luontaisestikin ajallista vaihtelua (Noble ym. 2020).

Käyttäytymisen poikkeavuus ja toisaalta kaavamaisuus ilmentävät varsin hyvin kalojen hyvinvointiongelmia. Toisaalta kalojen käyttäytymisen analysoiminen vaatii tarkkuutta ja korkeaa ammattitaitoa. Sitä ei useinkaan pystytä toteuttamaan reaaliajassa, vaan vasta jälkikäteen (Noble ym. 2020). Kaloilla esiintyy muiden tuotantoeläinten tapaan stereotyyppistä käyttäytymistä. Tämä viittaa kalan hyvinvoinnin heikentymiseen, vaikka sen terveydentilassa ei muuten olisi havaittavissa mitattavia muutoksia.

5.3 Ympäristön rikastuttaminen ja virikkeet

Kalojen perinteiset kasvatusolosuhteet ovat kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin kannalta liian yksitoikkoiset. Kirjolohi kärsii köyhässä ympäristössä jatkuvasti kognitiivisten, aistillisten sekä fyysisten ärsykkeiden puutteesta (CIWF 2). Kasvattamoissa perinteisesti kasvatetut kalanpoikaset passivoituvat, kun niiden ravinnonsaanti tapahtuu aina samalla tavalla (Korhonen ym. 2014). Tämä heikentää tutkimusten mukaan myös kalanpoikasten oppimiskykyä (Korhonen ym. 2014).

Verkkoaltaissa esiintyy kyllä joidenkin ympäristömuuttujien, kuten veden lämpötilan, virtausnopeuden ja valon määrän, ajallista sekä paikallista vaihtelua. Kuitenkin fyysisten rakenteiden vaihtelu on vähäistä, samoin kalojen mahdollisuus vaellella, paeta ja tutkia ympäristöään (Noble ym. 2020). Vaikka kalojen kasvuympäristö ei voi kasvatusoloissa koskaan vastata kaikkiin kalan hyvinvoinnin kannalta olennaisiin hyvinvointitarpeisiin, tulee niiden osalta kuitenkin pyrkiä olosuhteiden sallimissa rajoissa parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Vaihtelua tulee tarjota ainakin seuraavien muuttujien osalta.

5.3.1 Fyysiset rakenteet ja virikkeet

Kun ympäristöä muokataan vaihtelevammaksi ja ympäristö muistuttaa enemmän kirjolohien luontaista elintilaa kasvillisuuden ja piilojen avulla, voidaan lisätä kalojen turvallisuuden tunnetta ja vähentää sekä niiden stereotyyppistä käytöstä että aggressiivisuutta toisiaan kohtaan (Brunet ym. 2022 Dolinsekin ym. 2007, Höjesjön ym. 2004 ja Masonin ym. 2007 mukaan). Apeus ja stereotyyppinen käytös viittaavat siihen, että kala voi huonosti, vaikka kalassa ei olisi havaittavissa stressitasojen nousua. Tällöin tulee pyrkiä tarjoamaan olosuhteisiin vaihtelua ja virikkeitä ja seurata kalojen reaktioita (Fair-Fish International 2022).

Ympäristön rikastuttamisen peruspilareita ovat fyysisten rakenteiden, kuten keinotekoisten objek-

tien, kivien tai soran ja kasvillisuuden, lisääminen altaaseen (Brunet ym. 2022). Piilot, kuten kasvillisuus sekä pienet kivet ja sora, tarjoavat suojaa ja ehkäisevät muun muassa eväkulumia (Fair-Fish International 2022). Ne toimivat myös virikkeinä, joiden alta kirjolohet voivat luontaisesti etsiä ravintoa (Fair-Fish International 2022). Kirjolohille olisi hyvä tarjota jo poikasvaiheesta asti ainakin yksi karkea suoja kalaa kohti, tai vähimmäistapauksessa keinotekoinen suojavärinen kate. Kasvillisuutta olisi hyvä olla tarjolla. Lisäksi tarjolla olisi hyvä olla vähintään yksi suurempi ja yksi pienempi lahopuu (Fair-Fish International 2022).

Tanskassa tehdyissä kokeissa on havaittu, että piilot ovat eduksi kirjolohen poikasten kehitykselle. Piiloja hyödyntämään päässeiden poikasten havaittiin kehittyvän vähemmän kilpaileviksi, kun ne myöhemmin siirrettiin kilpailulle alttiisiin olosuhteisiin, jossa oli alhainen yksilötiheys sekä rajoitettu ruokailumahdollisuus (ICROFS 2022). Kokeissa havaittiin myös, että kirjolohen poikasilla on taipumus suosia suojia ja piiloja, kun niillä on siihen mahdollisuus etenkin häirittyinä. Piilopaikat suojasivat kaloja myös evävaurioilta (ICROFS 2022).

Samankaltaisia tuloksia ovat havainneet myös Brunet ym. (2022). Tutkimuksissa havaittiin, että virikkeellisempi kasvuympäristö tarjoaa kirjolohille monipuolisesti positiivista stimulointia. Niiden kasvuominaisuudet paranevat, kun aggressiivisuus vähentyy. Lisäksi ne saavat mahdollisuuden lepoon sekä lisää turvaa. Vaihtelevuus lisää myös niiden uteliaisuutta ja halukkuutta tutkia ympäristöä. Lisäksi vaihtelevuus vähentää kasvatusoloissa kirjolohilla usein ilmenevää vieraiden esineiden pelkoa neofobiaa (Brunet ym. 2022).

Fyysisten rakenteiden käytön mahdollisuutta kasvatusoloissa kritisoidaan esittämällä, että rakenteet levittävät patogeeneja ja toimivat bakteerien kasvualustana. Karvonen ym. (2021) kuitenkin havaitsivat tutkimuksissaan, että yksinkertaisten rakennelmien, kuten kivien, lisääminen altaisiin vähentää kalojen kuolleisuutta ja auttaa tartuntatautien torjunnassa. Kalojen luontaisen vastustuskyvyn parantuessa vähenee myös tarve käyttää mikrobilääkkeitä (Karvonen ym. 2021). Virikekasvatuksen on lisäksi huomattu parantavan kalanpoikasten vastustuskykyä ja niin ikään vähentävän tartuntataudeista johtuvaa kuolleisuutta (Korhonen ym. 2014).

Toinen haaste virikekasvatuksen käyttöönotossa lienee kunnostus- ja hoitotöiden vaatima aika. Korhosen ym. (2014) tutkimuksen perusteella ”Tuntikirjanpidon mukaan kasvattajien käyttämä aika virikealtaan hoitotoimenpiteisiin oli keskimäärin 2,5-kertainen normaaliin kasvatukseen verrattuna.”

5.3.2 Veden virtausnopeus ja suunta

Veden virtauksella on kirjolohiin rauhoittava vaikutus (CIWF 2). Virtaus vaikuttaa positiivisesti energia-aineenvaihduntaan ja ehkäisee myös kirjolohien oikukasta uintikäyttäytymistä (CIWF 2).

Virtausnopeus on merkittävä tekijä kalan uinnin kannalta, sillä kalat pyrkivät altaissa pitämään positionsa altaan reunoihin nähden tai uivat vastavirtaan (Noble ym. 2020). Liian alhainen veden virtausnopeus heikentää veden laatua, kun muun muassa kalojen ulosteen ja rehujätteen ulosvirtaus heikkenee. Lisäksi se voi aikaansaada happikatoa (Noble ym. 2020). Liian kova virtausnopeus puolestaan väsyttää kaloja (Noble ym. 2020).

Kun veden virtausnopeutta ja suuntaa muutetaan, voidaan elävöittää kalojen elämää ja tarjota olosuhteisiin kaivattua vaihtelua. Suomessa taimenilla veden virtauksen muutokset ja niihin sopeutumisen on todettu parantaneen kalojen kykyä löytää ravintoa (Härkönen ym. 2014).

5.3.3 Valon määrä

Valon määrää tulisi säädellä vuorokausirytmin ja vuodenajan mukaan. Luonnossa valojaksot kirjolohille vaihtelevat 6–20 tunnin välillä (Fair-Fish International 2022).

Valon voimakkuuden ja värin säätely on helppo tapa lisätä kalojen hyvinvointia. Valon määrä

vaikuttaa muun muassa kirjolohien uintisyvyyteen altaassa. Yöllä kalat uivat lähempänä pintaa, ja päivällä valoisampaan aikaan ne hakeutuvat syvemmälle. Valonmäärän säätely muistuttaa kaloja luontaisesta vuorokautisen ja vuodenaikaisen valonmäärän vaihtelusta ja vaikuttaa niiden mielialaan. Äkillisen valojen sammuttamisen on todettu lisäävän kaloilla stressiä. (Noble ym. 2020)

Myös kalan ikä vaikuttaa valaistuksen optimaaliseen määrään. Valaistus tulee pitää kehitysvaiheeseen sopivana ja kaloja tulee suojella liiallisen UV-säteilyn aiheuttamalta stressiltä sekä äkillisiltä valaistuksen muutoksilta (RSPCA 2020). RSPCA (2020) suosittelee, että kun kaloja totutetaan valoisampaan ympäristöön, altaiden kannet tulee poistaa. Kaloille tulee tarjota valoa vähintään 12 tuntia.

5.4 SEYn suositukset kirjolohien käyttäytymisen tarkkailun osalta

- Uintikäyttäytymisen osalta tulee havainnoida, onko uintikäyttäytyminen normaalia, tavallisesta poikkeavaa tai rauhatonta.
- Kalojen sijoittumista altaassa on seurattava: ovatko kalat sijoittuneet ympäri allasta, vai kasautuneet esimerkiksi tulovesityksen eteen?
- Kalojen käyttäytymistä tulee havainnoida: ovatko kalat uteliaita, vai vaikuttavatko ne apaattisilta eivätkä osoita kiinnostusta ympäristöään kohtaan? Ilmentävätkö kalat poikkeavaa tai stereotyyppistä käyttäytymistä?
- Kalojen ruokahalua tulee seurata tarkkaan. Lisäksi tulee seurata, aktivoituvatko kalat ruokintatilanteessa.

5.5 SEYn suositukset kirjolohien ympäristön rikastamisen ja virikkeiden osalta

- Kirjolohille tulisi pyrkiä tarjoamaan poikasvaiheesta asti fyysisiä rakenteita, kuten kiviä, soraa ja keinotekoisia piiloja, suojia sekä kasvillisuutta.
- Veden virtausnopeutta ja suuntaa tulee vaihdella.
- Valon määrää ja voimakkuutta tulee säädellä simuloimaan vuorokauden ja vuodenaikojen vaihtelua.

6. Kalojen käsittely

Kaloja joudutaan käsittelemään erinäisissä tilanteissa. Liikkumismahdollisuuden rajoittaminen tiivistämisen, pumppauksen, kuljetusten ja käsittelyn yhteydessä altistavat kirjolohia hyvinvointiongelmille ja stressille (EFSA 2009, Noble ym. 2020). Lisäksi kalat voivat altistua käsittelyn aikana ilmalle, mikä on vahingollista niiden hyvinvoinnille.

6.1 Tiivistäminen

Kaloja joudutaan tiivistämään useita kertoja niiden elinkaaren aikana muun muassa terveydenhoitoon, kuljetuksiin sekä teurastukseen liittyen. Normaalisti tämä tapahtuu yksinkertaisesti laskemalla vettä pois (Noble ym. 2020). Tiivistäminen tapahtuu usein nuottien avulla, jonka jälkeen kalat pumpataan teurastusalueelle (Cooke 2016). Suomessa tiivistämisessä käytetään useimmiten verkkokassien alle vedettävää palloköyttä tai nuottaa, jossa kaloja pidetään viidestätoista minuutista jopa kuuteen tuntiin. Tämän jälkeen ne siirretään tainnutukseen useimmiten nosturihaavilla (Virtanen Clewer Aquaculture 2021). Tiivistämisessä käytettyjen verkkojen tulisi olla solmuttomia, jotta voidaan ehkäistä kalojen loukkaantumisia (RSPCA 2020).

Kalojen tiivistäminen lisää niiden kokemaa stressiä ja altistaa niitä vammoille sitä enemmän mitä pidempään tiivistäminen kestää (EFSA 2009). Haavaumat ja korkea yksilötiheys lisäävät myös infektioiden syntyä ja taudinaiheuttajien leviämistä (Noble ym. 2020).

Kalojen käytöksen seuranta auttaa havaitsemaan tiivistämisestä johtuvia hyvinvointiongelmia. Kalojen nopea uiminen, hengen haukkominen, värimuutokset, pakoyritykset ja verkkoon kaivautuminen viittaavat siihen, että kirjolohet ovat stressaantuneita tiivistämisestä (CIWF). Tiivistämisen aikana veden happipitoisuudesta on varmistuttava. Happipitoisuuden tulisikin olla vähintään 7mg/L (CIWF). Tiivistäminen tulisi tehdä vähitellen ja se saisi kestää maksimissaan kaksi tuntia (Noble ym. 2020).

6.2 Siirrot

Kalojen siirtäminen nuottaamalla tai haavittamalla ei ole suositeltavaa, sillä se edellyttää kalojen poistamista vedestä ja altistaa kalat vammoille, kun kalat hankaavat toisiaan ja verkkoa vasten (CIWF). Kun haaveja ja nuottia käytettään, niiden on aina oltava puhtaita ja desinfioituja, hyvässä kunnossa ja sopivan kokoisia (RSPCA 2020). Lisäksi haavit ja nuotat pitää vaihtaa, mikäli käsitellään kaloja, jotka ovat peräisin eri populaatioista (RSPCA 2020).

Kalojen huolellisesti suunnitellussa ja hienovaraisessa pumppaamisessa on suurempi potentiaali kalojen hyvinvoinnin toteutumiselle (CIWF). Kalojen kuljetuksessa pumppaamiseenkin liittyy aina riskejä. Putkien reunukset, terävät kulmat ja kalojen törmääminen toisiinsa suurella nopeudella aiheuttavat niille vammoja (EFSA 2009). Kalat eivät saisi myöskään osua kiinteisiin esineisiin putkista ulos tullessaan (EU Platform on Animal Welfare 2020).

Kalojen kuljetuksia varten ajoneuvoissa sekä säiliöissä tulee olla asianmukaiset hallintalaitteet hapen, hiilidioksidin sekä muiden vedenlaatuparametrien hallintaa ja seurantaa varten (EU Platform on Animal Welfare 2020). Henkilökunnan tulee huolehtia myös kuljetusajoneuvojen, säiliöiden sekä vaadittavien laitteiden puhtaanapidosta ja desinfioimisesta, jotta ne ovat puhtaana seuraavaa käyttökertaa varten (EU Platform on Animal Welfare 2020).

6.3 Käsittely

Kaloja voidaan joutua käsittelemään muun muassa punnitsemisen ja koon mukaan lajittelun, lypsyn, rokotusten ja merkitsemisen yhteydessä (Eläintieto.fi). Yleensä kaloja käsitellään ryhmänä (Eläintieto.fi). Käsiteltävät kalat olisi hyvä erottaa muista lajitovereista, jotteivat ne turhaan altistu stressille (Fair-Fish International 2022).

Terveet ja hyvinvoivat yksilöt kestävät myös käsittelyä paremmin. Tästä syystä kalojen terveydentila tulee arvioida ennen käsittelyn aloittamista. Näin voidaan varmistua kalojen selviävän käsittelystä

ilman, että niiden hyvinvointi heikkenee (EU Platform on Animal Welfare 2020).

Kalojen käsittely aiheuttaa aina stressiä. Lyhytaikaisellakin stressillä voi olla pitkäaikaisia vaikutuksia (EU Platform on Animal Welfare 2020). Kaloja tulee käsitellä vain, kun se on välttämätöntä ja tämä tulee tehdä mahdollisimman varovaisesti rasituksen määrä ja käsitellyn aika minimoiden (Eläintieto.fi, Fair-Fish International 2022). Kalat tulee pyrkiä pitämään vedessä koko käsittelyn ajan. Lämpötila vaikuttaa kriittisesti kirjolohien kykyyn sietää käsittelyä ja äärilämpötiloissa käsittelyä tulee välttää (FAO 2019). Mikäli kaloilla ilmenee käsittelyn aikana stressiä tai happivajausta, tulee veteen lisätä happea tai edistää sen vaihtuvuutta (EU Platform on Animal Welfare 2020).

Mikäli kaloja joudutaan käsittelyn aikana poistamaan vedestä, tulee tämä aika minimoida. Lisäksi tulee huolehtia siitä, että kalat pysyvät märkinä koko tämän ajan (EU Platform on Animal Welfare 2020). Kalojen käsittely ja ilma-altistus on pidettävä minimissä niin, ettei se koskaan ylitä 15 sekuntia (RSPCA 2020). Jo kymmenen sekunnin altistus ilmalle johtaa patologisiin muutoksiin kalan kiduksissa, veden lämpötilasta riippuen (EFSA 2009). Kaloja tulee tukea käsiteltäessä oikein, eikä niitä saa koskaan roikottaa pyrstöstä tai heitellä kiinteälle alustalle (RSPCA 2020).

Kalanhoitoon ja sen valvontaan osallistuvien henkilöiden tulee huolehtia, että henkilökunnalla on riittävä osaaminen, ja että käsittelyn vaikutukset kalojen hyvinvointiin huomioidaan (EU Platform on Animal Welfare 2020). Kaikkien välineiden hyvästä hygieniasta on tärkeää huolehtia. Myös kalojen käsittelyyn tarkoitetut pinnat pitää puhdistaa päivittäin ja tarvittaessa desinfioida (Rahkonen ym. 2012). Lisäksi pintojen tulee olla mahdollisimman sileitä (FAO 2019). Tuotantovälineet tulee pitää kuivana, kun niitä ei käytetä (Woynarovich ym. 2011).

Kalojen käsittelyä tulee pystyä myös arvioimaan. Kasvattamoilla on oltava toimintamallit, joissa tehdään tarpeen mukaan korjaavia toimenpiteitä tai käsittely lopetetaan, jos kalojen hyvinvointi vaarantuu (EU Platform on Animal Welfare 2020).

6.4 SEYn suositukset kirjolohien käsittelyn osalta

- Kalojen käsittelyä on pyrittävä välttämään. Käsittelyä tulee tehdä vain, kun se on välttämätöntä.
- Käsittelyyn käytetty aika tulee minimoida.
- Ilma-altistusta tulee välttää. Kalat eivät saisi koskaan altistua ilmalle yhtäjaksoisesti yli 10 sekunnin ajan.
- Käsittely tulee tehdä mahdollisimman varovaisesti. Kalaan kohdistuvaa rasitusta tulee välttää.
- Kaloja ei saa koskaan roikottaa pyrstöstä tai muista ruumiinosista.
- Kaloja ei saa heitellä, vaan ne tulee siirtää hallitusti ja hienovaraisesti.
- Käsittelyyn tarkoitettujen pintojen tulee olla sileitä.
- Kalojen käsittelyyn tarkoitetut pinnat tulee puhdistaa päivittäin asianmukaisesti.
- Kalojen käsittelyyn tarkoitettujen välineiden tulee olla hyväkuntoisia sekä oikean kokoisia, ne tulee pitää puhtaana ja desinfioida, sekä säilyttää kuivana.

7. Subjektiiviset kokemukset

Kalankasvattajat ovat vuorovaikutuksessa kaloihin, ja tällä on merkittävä vaikutus kalojen hyvinvointiin. Työvoiman osaaminen ja ymmärrys, sekä sitä kautta motivaatio ja asenne vaikuttavat työntekijöiden käyttäytymiseensä eläimiä kohtaan. Tällä puolestaan on suuri vaikutus eläinten positiivisiin ja negatiivisiin kokemuksiin. (Mellor ym. 2020)

Lopulta kalojen itsensä kokemus hyvinvoinnista ratkaisee, millä tasolla niiden hyvinvointi käytännössä toteutuu. Mentaaliset kokemukset ovat aina seurausta aiemmin käsiteltyjen lukujen olosuhteiden ja tekijöiden vaikutuksesta. Esimerkiksi maalla elävillä tuontantoeläimillä käytössä olevan Qualitative Behavior Assesment (QBA) -menetelmän soveltamista on testattu lupaavin tuloksin lohella (Salmo salar) (Jarvis ym. 2021). QBA:n kehittämismahdollisuuksia kirjolohen hyvinvoinnin arviointiin tulisi aktiivisesti kartoittaa ja kehittää lähitulevaisuudessa.

7.1 Koulutus

Sekä työntekijöiden että johtajien koulutus, osaaminen ja kokemus ovat välttämättömiä kalojen hyvinvoinnin toteutumiseksi. Siksi alan yritysten on huolehdittava siitä, että henkilökunnan saama koulutus ja perehdytys on kalojen hyvinvoinnin toteutumisen edellyttämällä tasolla (FAO 2019, RSPCA 2020, G.A.P. 2022). Kaikkien kalojen hoitoon osallistuvien henkilöiden tulee omata riittävät tiedot ja taidot kalojen hyvinvoinnista huolehtimiseen koko tuotantoprosessin ajan (EU Platform on Animal Welfare 2020). Tämä koskee myös toimintaa valvovia työntekijöitä.

Kalankasvattajien täytyy osata tunnistaa hyvinvoinnin puutteisiin viittaavat indikaattorit ja piirteet, kuten heikentynyt vedenlaatu, sekä kaikki normaalit ja epänormaalit merkit ja muutokset kalojen käytöksessä ja ulkonäössä (RSPCA 2020, G.A.P. 2022). Ilman riittävää osaamista ja kokemusta kalojen hyvinvointiongelmat eivät välttämättä tule tietoon lainkaan tai niihin reagoiminen voi jo olla liian myöhäistä (FAO 2019).

Koulutuksen tulee lisäksi tehdä selväksi kaikki henkilökunnan vastuut ja muut ohjeistukset, kuten hätätilamenettelyt ja bioturvallisuusprotokollat (G.A.P. 2022).

7.2 Suunnittelu

Jotta kalojen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin toteutumisesta voidaan huolehtia, on toiminnan oltava suunnitelmallista. Tätä varten on laadittava kalojen kasvatuksesta hoitosuunnitelma. Kalojenkasvatus ja -hoitosuunnitelman täytyy käsittää operaation koko kuvaus (G.A.P. 2022). Hoitosuunnitelmassa tulee olla listattuna kaikki kirjolohien kasvatukseen kuuluvat menettelytavat sekä terveysohjelmat (G.A.P. 2022).

Kalojen kasvatukseen liittyy paljon riskitekijöitä, joten tähän täytyy varautua. Yrityksellä tulee olla riskiperusteinen hallintaprotokolla muun muassa kalojen terveyttä, bioturvallisuutta sekä kriisimenettelyä koskien (ASC 2019). Huomioitavia asioita ovat muun muassa pedoilta suojautuminen, kalojen pakenemisen ehkäisy sekä ympäristön hallintatoimenpiteet (G.A.P. 2022).

Yksiköllä on oltava toimivat varasuunnitelmat ja odottamattomien tilanteiden hallintakeinot, joita voidaan joutua soveltamaan haastavissa olosuhteissa, kuten esimerkiksi luonnonkatastrofien, kalojen karkaamisen, tulipalon tai energiakatkon kohdalla (EU Platform on Animal Welfare 2020, G.A.P. 2022). Kriisitilanteen sattuessa on oltava olemassa käyttöön valjastettavat vaihtoehtoiset energialähteet (G.A.P. 2022).

7.3 Seuranta ja tarkastukset

On olennaista, että sekä valittavat hyvinvoinnin arviointikriteerit että seurantatoimenpiteet ovat toteutettavissa olevia ja toistettavia (FAO 2019).

Kasvatuslaitos on tärkeä pitää puhtaana päivittäin huolehtimalla kuolleiden kalojen poistamisesta, pintojen puhdistamisesta sekä tarvittaessa desinfioimisesta (Rahkonen ym. 2012). Kasvatuslaitoksen tilat ja laitteiden kunto tulisikin tarkistaa päivittäin (Kleingeld ym. 2018).

Kalojen terveyden ja käyttäytymisen seurannan ja tarkkailun on hyvä olla päivittäistä, ja kaikenlainen epänormaalius ja muutokset edellisiin havaintoihin nähden on oleellista kirjata ylös (ASC 2019, Kleingeld ym. 2018). Vedenlaatua ja sitä ilmentäviä parametreja tulisi seurata tarkkaan ja kirjata havainnot ylös (Kleingeld ym. 2018). Ruokintapäiväkirjaan on suositeltavaa kirjata päivittäiset ruokailut eri ikäryhmien ja rehumäärien osalta (Woynarovich ym. 2011). Muutokset kalojen painon kehityksessä sekä kalojen keskenään epätasainen kasvu tulisi huomioida ja kirjata ylös, sillä ne viittaavat hyvinvointiongelmiin (Kleingeld ym. 2018).

Kaikki kasvatetut kalat olisi hyvä laskea tekniikalla tai metodilla, jonka tarkkuus on vähintään 98 % (ASC 2019). Karanneet kalat sekä selittämättömät kalojen menetykset tulisi dokumentoida julkisesti ja raportoida oleellisille viranomaisille (ASC 2019). Jos kuolleisuus nousee selittämättömästi tai oireet viittaavat sairauteen, on suositeltavaa toteuttaa kaikkien vaikutuspiirissä olevien kalojen terveydentilan tarkastus eläinlääkärin toimesta (Kleingeld ym. 2018).

Myös teurastuksen yhteydessä esiin nousevat, esimerkiksi kalojen säilytyksestä tai käsittelystä johtuvat, hyvinvoinnin alenemiseen mahdollisesti viittaavat seikat tulisi kirjata ylös ja arvioida (Kleingeld ym. 2018).

7.4 SEYn suositukset koulutuksen, suunnittelun ja seurannan osalta

- Kaikkien kirjolohen tuotantoketjuun osallistuvien ja tuotantoketjua valvovien henkilöiden koulutuksen tulee olla riittävällä tasolla, jotta luvuissa 2–6 esitetyt kirjolohien hyvinvointivaatimukset toteutuvat.
- Kaikkien henkilökunnan jäsenten velvollisuudet ja vastuualueet tulee määritellä selkeästi.
- Jokaisella yrityksellä tulee olla laadittuna kirjolohen kasvatus- ja hoitosuunnitelma.
- Henkilökunnalla tulee olla riskiperusteinen hallintaprotokolla kaikkia oleellisia toimia koskien.
- Henkilökunnalla tulee olla varasuunnitelma odottamattomien tilanteiden sekä kriisitilanteiden varalta.
- Kalojen hyvinvoinnin tarkkailun ja seurannan tulee olla päivittäistä, ja kaikki havainnot täytyy kirjata ylös sekä tallentaa tietokantaan.
- Henkilökunnan kouluttamisessa tulee seurata kalankasvatusalan kehitystä ja huolehtia siitä, että eläinten hyvinvointia koskevat tiedot ja käytännöt ovat uusimman tutkimustiedon mukaisia.

8. Pohdinta

Tässä katsauksessa esittämämme tavoitteet ovat kunnianhimoisia, mutta täysin toteutettavissa. Osaan tavoitteista tarvitaan siirtymäaika, osa on mahdollista ottaa käyttöön nopeasti. Monet esittämämme hyvät käytännöt toteutuvat jo nykyisin suomalaisessa kalankasvatuksessa.

Jokaista esittämäämme suositusta ei voida kaikissa tuotantomuodoissa toteuttaa. On kuitenkin tärkeää, että kaikissa tuotantotavoissa pyritään tuotannon mittakaava ja sijainti sekä toimintaedellytykset huomioiden kalojen hyvinvoinnin kannalta parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Kun kirjolohen kasvatuksen säädöksistä aikanaan päätetään, on tärkeää, että niissä otetaan kantaa kuhunkin tuotantotapaan erikseen.

Kalojen kasvuympäristön monimuotoistaminen on kenties yksi suurimpia haasteita. Kirjolohen kasvatus on jakautunut Suomessa perinteisesti siten, että kalanpoikaset kasvatetaan sisävesissä ja ruokakala meressä. On selvää, että poikaslaitoksissa kasvavien kalanpoikasten ja merellä verkkokasseissa kasvatettavien aikuisten yksilöiden kasvuympäristön rikastuttaminen tapahtuu käytännössä hyvin eri tavoin. Pieniin altaisiin, joissa kalanpoikasia kasvatetaan, on verrattain helppo lisätä rakenteita. Verkkokassikasvatuksessa se taas ei ole mahdollista. Ratkaisuissa tulisi kuitenkin toimia siten, että olosuhteiden sanelemat puutteet pyritään kompensoimaan muilla toteutettavissa olevilla, kalojen elämänlaatua parantavilla ratkaisuilla.

Virikekasvatuksella on useita etuja ja sitä on Suomessa sovellettu jo istukaspoikasten tuotannossa menestyksekkäästi. Tästä huolimatta virikkeet eivät ole yleistyneet vielä ruokakalan kasvatuksessa. On tärkeää, että istukaspoikasten virikekasvatuksessa saatuja hyviä kokemuksia aletaan soveltaa myös ruokakalan kasvatuksessa. Tämä vaatii myös koko kalankasvatusta koskevan ajattelutavan muutosta. Vaikka ruokakalan ei tarvitse oppia saalistamaan tai suojautumaan pedoilta kasvatusoloissa selviytyäkseen, on lajityypillisten käyttäytymistarpeiden mahdollistaminen niille silti tärkeää.

Suomen olosuhteet vaihtelevine vuodenaikoineen ja Itämeren alttius rehevöitymiselle ovat kalankasvatusteollisuudelle suuri haaste. Ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi ja elinkeinon kestävyyden parantamiseksi kiertovesikasvatus on yleistymässä, ja sen kehittämiseen tullaan tulevaisuudessa investoimaan paljon. Tilanne on ristiriitainen, sillä vettä säästävä ja päästöjä minimoiva kiertovesikasvatus luo haasteita kalojen hyvinvoinnin kehittämiselle. Kiertovesilaitoksissa kalojen kasvatustiheydellä on taipumus nousta, varsinkin, kun tuotantoa halutaan tulevina vuosina lisätä. Kalliilla tekniikalla toteutetussa tehotuotannossa mahdollisuudet kalojen kasvuympäristön monimuotoistamiseen ovat hyvin rajalliset, kun kalatautien torjunta on jo muutenkin haastavampaa läpivirtaussysteemeihin verrattuna.

Suomen kalaterveystilanne on moneen muuhun Euroopan maahan verrattuna hyvä. Tauteja ennaltaehkäistään rokotuksin antibioottien sijaan, mikä on elinkeinolle suuri etu. Suomessa tulisi kuitenkin lisätä tutkimusta kalojen luontaisen vastustuskyvyn lisäämisestä kasvatuksessa. Tieteellistä näyttöä tulee jatkuvasti lisää siitä, kuinka muun muassa kalojen kasvuolosuhteita monipuolistamalla, ehkäisemällä kasvatuksen aikaista stressiä sekä ymmärtämällä paremmin kalojen käyttäytymistarpeita, voidaan parantaa niiden kokonaisterveyttä ja elämänlaatua.

Kalojen hyvinvointia täytyy pyrkiä jatkossa kehittämään enemmän yksilön näkökulmasta sekä kalojen positiivisten kokemusten vahvistamisen kautta. Usein sanotaan, että vain hyvinvoiva eläin on tuottava eläin. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, sillä kalojen kasvu ja terveys eivät vielä tarkoita sitä, että yksilöt voivat kokonaisvaltaisesti hyvin. Kun opimme enemmän tuntemaan kalojen tarpeita ja havainnoimaan niiden käytöksessä positiivista mielialaa sekä yksilön hyvinvointia ilmentäviä seikkoja, olemme askeleen lähempänä tavoitetta kalojen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin turvaamisesta.

Erityisen tärkeää on, että kalojen hyvinvoinnin kehittämisen tulee olla tavoitteena jatkuvaa. Ala kehittyy nopeasti, joten suomalaisten kasvattamoiden tulee seurata uusimpia innovaatioita sekä käydä jatkuvaa vuoropuhelua myös ulkomaisten toimijoiden kanssa. Nyt tehtävät ratkaisut eivät välttämättä ole enää riittäviä kymmenen vuoden kuluttua. Kalojen hyvinvointitutkimusta tehdään jatkuvasti lisää ja tutkimustieto kalojen kyvyistä ja lajityypillisistä käyttäytymistarpeista karttuu kaiken aikaa. Suomen kalankasvatusteollisuuden täytyy pysyä tässä kehityksessä mukana ja pyrkiä toimimaan suunnannäyttäjänä.

Lähdeluettelo

AAC (2017). https://aac-europe.org/images/Slaughter_report__AAC_report.pdf

ASC (2019). Freshwater Trout Standard Version 1.2. https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2019/09/ASC-Freshwater-Trout-Standard_v1.2_Final.pdf

Best, C., Jennings, K., Culbert, B. M., Flear, K., Volkoff, H., & Gilmour, K. M. (2023). Too stressed to eat: Investigating factors associated with appetite loss in subordinate rainbow trout. Molecular and Cellular Endocrinology, 559, 111798.

Braithwaite, V. A., & Boulcott, P. (2007). Pain perception, aversion and fear in fish. Diseases of aquatic organisms, 75(2), 131-138.

Braithwaite, V. A., & Ebbesson, L. O. E. (2014). Pain and stress responses in farmed fish. Rev Sci Tech, 33(1), 245-253.

Brown, C. (2015). Fish intelligence, sentience and ethics. Animal cognition, 18(1), 1-17.

Brunet, V., Kleiber, A., Patinote, A., Sudan, P. L., Duret, C., Gourmelen, G., ... & Colson, V. (2022). Positive welfare effects of physical enrichments from the nature-, functions-and feeling-based approaches in farmed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture, 550, 737825.

Carbonara, P., Alfonso, S., Gai, F., Gasco, L., Palmegiano, G., Spedicato, M. T., ... & Lembo, G. (2020). Moderate stocking density does not influence the behavioural and physiological responses of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in organic aquaculture. Aquaculture Research, 51(7), 3007-3016.

Chatigny, F., Creighton, C. M., & Stevens, E. D. (2018). Updated review of fish analgesia. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science, 57(1), 5-12.

CIWF (Compassion in World Farming). https://www.compassioninfoodbusiness.com/media/7436982/126881_ciwf_trout_insert-56.pdf

CIWF 2. (Compassion in World Farming). https://www.compassioninfoodbusiness.com/media/7436981/126880_ciwf_trout_insert-4_welfare.pdf

Cooke, M. (2016). Animal welfare in farmed fish. Bus. Benchmark Farm Anim. Welf. Invest. Brief, 23, 1-16.

Cvetkovikj, A., Radeski, M., Blazhekovikj-Dimovska, D., Kostov, V., & Stevanovski, V. (2015). Factors affecting fin damage of farmed rainbow trout. Macedonian Veterinary Review.

EFSA (2009). https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.2903/j.efsa.2009.1012

EHK (Eläinten hyvinvointikeskus). Eläinten hyvinvointi Suomessa. Kansallinen eläinten hyvinvointiraportti 2012.

Eläinsuojeluasiamies. https://www.elainsuojeluasiamies.fi/elainten-hyvinvointi/

Eläintieto.fi. Eläinten hyvinvointikeskus EHK. Kirjolohi ihmisen kasvattamana. https://www.elaintieto.fi/kirjolohi/kirjolohen-hyvinvointi/ https://www.elaintieto.fi/kirjolohi/kirjolohi-ihmisen-kasvattamana/

Eriksson-Kallio, A. M. Selkärangan kehityshäiriöt viljellyllä kalalla. Anna Maria Eriksson-Kallio DVM, M Aq Med Tuotanto- ja villieläinterveyden tutkimusyksikkö Evira. https://docplayer.fi/4228265-Selkarangan-kehityshairiot-anna-maria-eriksson-kallio-dvm-m-aq-med-tuotanto-ja-villielainterveyden-tutkimusyksikko-evira.html

EU Platform on Animal Welfare (2020). Guidelines on Water Quality and Handling for the Welfare of Farmed vertebrate Fish. EU Paltform on Animal Welfare Own-Initiative Group on Fish. Veden-laatua-ja-käsittelyä-koskevat-ohjeet-viljeltyjen-kalojen-hyvinvoinnin-edistämiseksi.pdf (kalankasvatus.fi)

EUMOFA (European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products) (2021). Fishmeal and Fish Oil – Production and Trade Flows in The EU. https://www.eumofa.eu/documents/20178/432372/Fishmeal+and+fish+oil.pdf/d3c6e416-6b50-c68b-af61-799022da2404?t=1631084568023

Euroopan komissio (2018). KOMISSION KERTOMUS EUROOPAN PARLAMENTILLE JA NEUVOSTOLLE mahdollisuudesta ottaa käyttöön tiettyjä vaatimuksia, jotka koskevat kalojen suojelua lopetuksen yhteydessä. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2018:0087:FIN:FI:PDF

Euroopan komission vaatimukset luomutuotannolle. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:204:0015:0034:EN:PDF EU

Fair-Fish International (2022). https://fishethobase.net/db/30/farm/recommendations/

FAO (2019). https://www.fao.org/3/ca5621en/CA5621EN.pdf

FAO (2022). https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/oncorhynchus_mykiss/en

Fiordelmondo, E., Magi, G. E., Mariotti, F., Bakiu, R., & Roncarati, A. (2020). Improvement of the water quality in rainbow trout farming by means of the feeding type and management over 10 years (2009–2019). Animals, 10(9), 1541.

Fishcount.org.uk (2019). http://fishcount.org.uk/fish-welfare-in-commercial-fishing/what-is-fish-welfare

Fornshell, G. (2002). Rainbow trout—challenges and solutions. Reviews in Fisheries Science, 10(3-4), 545-557.

Frost, A. J., Thomson, J. S., Smith, C., Burton, H. C., Davis, B., Watts, P. C., & Sneddon, L. U. (2013). Environmental change alters personality in the rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Animal Behaviour, 85(6), 1199-1207.

G.A.P. Global Animal Partnership (2022). Animal Welfare Standards for Farmed Atlantic Salmon. https://globalanimalpartnership.org/wp-content/uploads/2022/06/G.A.P.Animal-Welfare-Standards-for-Farmed-Atlantic-Salmon-v1.0.20220615.pdf

Granlund, L. (2013). Pitkäkestoisen lämpötilan nousun vaikutus triploidien kirjolohien (Oncorhynchus mykiss) stressivastegeenien ilmentymistasoihin (Master›s thesis, Itä-Suomen yliopisto).

Hardy, R. W. (2002). Rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture, 184-202.

Härkönen, L., Hyvärinen, P., Paappanen, J., & Vainikka, A. (2014). Explorative behavior increases vulnerability to angling in hatchery-reared brown trout (Salmo trutta). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 71(12), 1900-1909.

ICROFS (International Centre for Research in Organic Food Systems) 2022. https://icrofs.dk/en/aktuelt/nyheder/viewnews/artikel/uring-production-of-organic-rainbow-trout-in-denmark

Janhunen, M., Niukko, J., Vehviläinen, H., Kankainen, M., Hakulinen, J., & Pesonen, O. (2019). Esiselvitys 3D-kameratekniikan ja koneoppimisen hyödyntämisestä suomalaisessa kalan-kasvatuksessa.

Janhunen, M., Vehviläinen, H., Koskela, J., Forsman, A., & Kankainen, M. (2019). Added value from an added chromosome: Potential of producing large fillet fish from autumn to spring with triploid rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture Research, 50(3), 818-825.

Jarvis, S., Ellis, M. A., Turnbull, J. F., Rey Planellas, S., & Wemelsfelder, F. (2021). Qualitative behavioral assessment in juvenile farmed Atlantic Salmon (Salmo salar): potential for on-farm welfare assessment. Frontiers in Veterinary Science, 1019.

Jensen, P. (2017). Behavioural Effects of Domestication. In The ethology of domestic animals: an introductory text, toim. Per Jensen. CABI 2017, 23-25.

Jung-Schroers, V., Hildebrandt, U., Retter, K., Esser, K. H., Hellmann, J., Kleingeld, D. W., ... & Steinhagen, D. (2020). Is humane slaughtering of rainbow trout achieved in conventional production chains in Germany? Results of a pilot field and laboratory study. BMC veterinary research, 16(1), 1-16.

Kamalam, B. S., Rajesh, M., & Kaushik, S. (2020). Nutrition and Feeding of Rainbow Trout (Oncorhynchusmykiss). In Fish nutrition and its relevance to human health (pp. 299-332). CRC Press.

Kankainen, M., Vielma, J., & Niukko, J. (2014). Kalankasvatuksen avomeritekniikat ja niiden soveltuvuus Suomeen.

Karvonen, A., Räihä, V., Klemme, I., Ashrafi, R., Hyvärinen, P., & Sundberg, L. R. (2021). Quantity and quality of aquaculture enrichments influence disease epidemics and provide ecological alternatives to antibiotics. Antibiotics, 10(3), 335.

Kestin, S. C., Wotton, S., & Adams, S. (1995). The effect of CO2, concussion or electrical stunning of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) on fish welfare. Quality in aquaculture, Special Publication, (23), 380-381.

Kittilsen, S. (2013). Functional aspects of emotions in fish. Behavioural processes, 100, 153-159.

Kleingeld, Dirk & Moritz, Johanna & Reiser, Stefan & Steinhagen, Dieter & Wedekind, Helmut. (2018). «Animal Welfare Indicators» Guidelines.

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.

Kopack, C. J., Broder, E. D., Lepak, J. M., Fetherman, E. R., & Angeloni, L. M. (2015). Behavioral responses of a highly domesticated, predator naïve rainbow trout to chemical cues of predation. Fisheries Research, 169, 1-7.

Korhonen, P. K., Hyvärinen, P., & Leinonen, A. (2014). Lohikalojen istukaspoikasten virikekasvatus: käytännön kokemuksia.

Laursen, D. C., Silva, P. I., Larsen, B. K., & Höglund, E. (2013). High oxygen consumption rates and scale loss indicate elevated aggressive behaviour at low rearing density, while elevated brain serotonergic activity suggests chronic stress at high rearing densities in farmed rainbow trout. Physiology & behavior, 122, 147-154.

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.

Lines, J. A., & Spence, J. (2014). Humane harvesting and slaughter of farmed fish. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics), 33(1), 255-264.

Liu, Qun, ym. «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 (2016): 667-675.

López-Olmeda, J. F., Noble, C., & Sánchez-Vázquez, F. J. (2012). Does feeding time affect fish welfare?. Fish physiology and biochemistry, 38(1), 143-152.

Luonnonvarakeskus – luke.fi (2021). Luke ja Finnforel kehittävät yhdessä kirjolohen valintajalostusta. https://www.luke.fi/fi/uutiset/luke-ja-finnforel-kehittavat-yhdessa-kirjolohen-valintajalostusta

MacIntyre, C. M., Ellis, T., North, B. P., & Turnbull, J. F. (2008). The influences of water quality on the welfare of farmed rainbow trout: a review. Fish welfare, 150-184.

Martins, T., Valentim, A., Pereira, N., & Antunes, L. M. (2019). Anaesthetics and analgesics used in adult fish for research: A review. Laboratory Animals, 53(4), 325-341.

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, 216-222.

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 2020, 10, 1870.

Mellor DJ & Reid CSW (1994) Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In Improving the Well-Being of Animals in the Research Environment; Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching (ANZCCART): Glen Osmond, SA, Australia, pp. 3–18.

Mettam, J. J., Oulton, L. J., McCrohan, C. R., & Sneddon, L. U. (2011). The efficacy of three types of analgesic drugs in reducing pain in the rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Applied Animal Behaviour Science, 133(3-4), 265-274.

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.

OIE (2022). https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/

Øverli, Ø., Korzan, W. J., Höglund, E., Winberg, S., Bollig, H., Watt, M., ... & Summers, C. H. (2004). Stress coping style predicts aggression and social dominance in rainbow trout. Hormones and behavior, 45(4), 235-241.

Pandey, N. N., Vishwakarma, B. K., Sharma, S., & Kumar, S. (2021). Comparative growth performance of diploids and triploids rainbow trout (Oncorhynchus mykiss).

Person-Le Ruyet, Jeannine, ym. «Combined effects of water quality and stocking density on welfare and growth of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss).» Aquatic Living Resources 21.2 (2008): 185-195.

Poli, B. M., Parisi, G., Scappini, F., & Zampacavallo, G. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. Aquaculture International, 13(1), 29-49.

Rahkonen, R., Vennerström, P., Rintamäki, P., & Kannel, R. (2012). Terve kala: Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito.

RSPCA (2020). https://science.rspca.org.uk/documents/1494935/9042554/RSPCA+Trout+Welfare+Standards+2020.pdf/3f74881f-577b-d4bb-22f0-a9792a298db6?t=1618819287216

Ruokavirasto. https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-hyvinvointi/elainsuojelu-teurastuksessa-ja-lopetuksessa/tuotantoelainten-lopetus-ja-teurastus/yleiset-vaatimukset-lopetuksessa-ja-teurastuksessa/

Saraiva, J. L., Arechavala-Lopez, P., Castanheira, M. F., Volstorf, J., & Heinzpeter Studer, B. (2019). A global assessment of welfare in farmed fishes: The FishEthoBase. Fishes, 4(2), 30.

Setälä, J., Kankainen, M., Vielma, J., Niukko, J., Pitkämäki, A., Saario, M., ... & Tommila, P. (2016). Itämerirehua kotimaisista kalavirroista.

Sinisalo, K., Salminen, R., Kankainen, M., & Vielma, J. (2020). RantaRAS–Selvitys rantaan sijoitettavan kiertovesilaitoksen ja kalojen talvivarastoinnin mahdollisuuksista Suomen rannikolla.

Sneddon, L. U. (2003). The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. Applied Animal Behaviour Science, 83(2), 153-162.

Sneddon, L. U. (2003). The bold and the shy: individual differences in rainbow trout. Journal of Fish Biology, 62(4), 971-975.

Sneddon, L. U. (2012). Clinical anesthesia and analgesia in fish. Journal of Exotic Pet Medicine, 21(1), 32-43.

STT – sttinfo.fi (2021). Finnforel investoi 45 miljoonaa uusiin tuotantolaitoksiin ja perustaa kirjolohen valintajalostuskeskuksen. https://www.sttinfo.fi/tiedote/finnforel-investoi-45-miljoonaa-uusiin-tuotantolaitoksiin-ja-perustaa-kirjolohen-valintajalostuskeskuksen?publisherId=69818898&releaseId=69923767

Suomen Kalankasvattajaliitto (2022). https://www.kalankasvatus.fi/hyvinvointia-edistava-menettely-ennen-teurastusta-ja-teurastuksen-yhteydessa/

Terech-Majewska, E., Pajdak, J., & Siwicki, A. K. (2016). Water as a source of macronutrients and micronutrients for fish with special emphasis on the nutritional requirements of two fish species: The common carp (Cyprinus carpio) and the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Journal of Elementology, 21(3).

Torgerson-White, L., & Sánchez-Suárez, W. (2022). Looking beyond the Shoal: Fish Welfare as an Individual Attribute. Animals, 12(19), 2592.

Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta (2014). Tuotantoeläinten olennaiset käyttäytymistarpeet. https://www.elaintieto.fi/wp-content/uploads/2015/12/TEHVNK-k%C3%A4ytt%C3%A4ytymistarpeet.pdf

Uney, K., Durna Corum, D., Terzi, E., & Corum, O. (2021). Pharmacokinetics and bioavailability of carprofen in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) broodstock. Pharmaceutics, 13(7), 990.

Van De Vis, H., Kestin, S., Robb, D., Oehlenschläger, J., Lambooij, B., Münkner, W., ... & Otterå, H. (2003). Is humane slaughter of fish possible for industry?. Aquaculture research, 34(3), 211-220.

Vielma, J., Kankainen, M., Setälä, J., Naukkarinen, M., & Koskela, J. (2006). Fosforikuormituksen alentamisen yritystaloudelliset vaikutukset kirjolohen kasvatuksessa sisävesialueella.

Vielma, J., Setälä, J., Airaksinen, S., Kankainen, M., Tarkki, V., Kaitaranta, J., ... & Nurmio, J. (2013). Vähäarvoisen kalamateriaalin jalostus lisäarvotuotteiksi-liiketoimintanäkymät.

Virtanen, J. Clewer Aquaculture Oy (2021). Kalojen hyvinvointia edistävä menettely ennen teurastusta ja teurastuksen yhteydessä - hankenro 109718.

VKM (Norvegian Scientific Committee for Food Safety) (2012). https://vkm.no/download/18.3a33d0ea16122420c393dc33/1516971511354/Risk%20Assessment%20of%20Recirculation%20Systems%20in%20Salmonid%20Hatcheries.pdf

Wilson, A. D., & Stevens, E. D. (2005). Consistency in context-specific measures of shyness and boldness in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Ethology, 111(9), 849-862.

Woynarovich, A., Hoitsy, G., & Moth-Poulsen, T. (2011). Small-scale rainbow trout farming. FAO fisheries and aquaculture technical paper, (561), I.