



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2023

Kalatalouden ympäristöohjelma

Loppuraportti

**Pauliina Louhi, Pekka Hyvärinen, Ari Huusko, Sanna Kuningas,
Timo Ruokonen, Pekka K. Korhonen, Laura S. Härkönen ja
Antti Lappalainen**

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2023

Kalatalouden ympäristöohjelma

Loppuraportti

**Pauliina Louhi, Pekka Hyvärinen, Ari Huusko, Sanna Kuningas, Timo Ruukonen,
Pekka K. Korhonen, Laura S. Härkönen ja Antti Lappalainen**



Montan Lohi Oy

Viittausohje:

Louhi, P., Hyvärinen, P., Huusko, A., Kuningas, S., Ruokonen, T., Korhonen, P.K., Härkönen, L. & Lappalainen, A. 2023. Kalatalouden ympäristöohjelma : loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 65 s.

Pauliina Louhi ORCID ID, 0000-0002-8610-979X



ISBN 978-952-380-729-7 (Painettu)
ISBN 978-952-380-730-3 (Verkkójulkaisu)
ISSN 2342-7647 (Painettu)
ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-730-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Pauliina Louhi, Pekka Hyvärinen, Ari Huusko, Sanna Kuningas, Timo Ruokonen, Pekka K. Korhonen, Laura S. Härkönen ja Antti Lappalainen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023

Julkaisuvuosi: 2023

Kannen kuva: Sanna Kuningas, Luke

Tiivistelmä

¹ Pauliina Louhi, ² Pekka Hyvärinen, ² Ari Huusko, ³ Sanna Kuningas, ⁴ Timo Ruokonen,
² Pekka K. Korhonen, ¹ Laura S. Härkönen ja ³ Antti Lappalainen

¹ Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

² Luonnonvarakeskus (Luke), Manamansalontie 90 C, 88300 Paltamo

³ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

⁴ Luonnonvarakeskus (Luke), Survontie 9, 40500 Jyväskylä

Kalatalouden ympäristöohjelmassa pureuduttiin hankevuosina 2017–2023 hyvin laajasti keskeisiin kalavesien hoidon teemoihin: vesistökunnostuksiin rannikkoalueilla ja virtavesissä, aluesuunnittelun kehittämiseen, velvoitetarkkailuiden tehostamiseen, uusien tulosperusteisten rahoitusmallien soveltamiseen sekä luonnossa menestyvien istukkaiden tuottamiseen. Ohjelma mahdollisti omissa aihepiireissään kalavesien hoidon kehittämisen pidemmällä aikavälillä kuin yksittäisten hankkeiden puitteissa on mahdollista tehdä.

Tutkimusperusteinen kehittäminen ja päätöksenteko luonnonvarojen käytössä tuovat mahdollisuuksia myös yhteiskunnalliseen kasvuun. Kokonaiskestävyyden huomioiminen lähteekin pienistä teoista, joten myös Kalatalouden ympäristöohjelmassa koottiin useita suosituksia huomioitavaksi kalavesien hoitotyössä:

- Kalavesiä tulisi hoitaa ekosysteemiperustaisesti kokonaisuuksina ja istutukset korvata kalojen luontaisen lisääntymisen tukemisella aina, kun sille on edellytyksiä.
- Tietoisuutta rannikkoalueiden merkityksestä kalojen lisääntymisalueina ja niiden kunnostusmahdollisuutta tulisi lisätä. Kunnostuksen vaikuttavuuden seurantaan soveltuvia menetelmiä tulisi vielä kehittää ja vaikuttavuutta seurata tulevaisakin hankkeissa.
- Kunnostusmenetelmiä tulisi kehittää huomioimaan paremmin sopeutuminen ilmastonmuutokseen. Kalastolla tulisi jatkossakin olla suojapaikkoja kuivuuden tai tulvien ja liian korkeaksi kohoavien veden lämpötilojen varalta.
- Virtavesien kunnostusmenetelmiä tulisi kehittää huomioimaan paremmin valuma-alueilta tuleva kuormitus sekä kalaston talviaikaiset elinympäristövaatimukset. Kunnostuksia tulisi myös kohdistaa laajemmille alueille ja huomioida muutos koko ekosysteemissä, jolloin toimenpiteiden vaikuttavuus olisi todennäköisesti suurempi.
- Kunnostuksien vaikuttavuutta tulisi seurata muissakin kuin vain erillisissä tutkimushankkeissa. Tällä tavalla toimenpiteitä voitaisiin luotettavasti kohdentaa juuri niihin todellisiin kalastoa ja muuta lajistoa rajoittaviin tekijöihin. Tämä tietenkin edellyttää, että myös seurantaan olisi oltava resursseja käytettävissä.
- Erityisesti valuma-alueiden maankäytöstä vesistöihin huuhtoutuvaa kiintoainekuormitusta tulee rajoittaa tehokkaammin kuormituksen syntypaikoilla. Puroissa jo olevan hiekan ja muun kiintoaineen poistamiseksi tulisi kehittää tehokkaampia menetelmiä.
- Taimenien vaellus syönnös- ja lisääntymisalueiden välillä tulisi mahdollistaa molempiin suuntiin. Tämä voi tarkoittaa alueesta riippuen sekä vaellusesteiden poistamista tai kunnostamista että kalastuksen rajoittamista.
- Täpläravun, kuten muidenkin vieraslajien, leviämistä uusiin vesistöihin tulee estää ja poistaa kohteista, missä se aiheuttaa haittaa esimerkiksi jokiravun suojelulle.

- Täpläravun poistopyyntikokeiluja tulisi jatkaa usean vuoden ajan ja leviämissesteen tehokkuutta kokeilla erilaisissa kohteissa.
- Tietoisuutta kunnostusmenetelmistä, toteutuksesta ja vaikuttavuudesta tulisi jatkaa. Kunnostuskurssin materiaaleja voitaisiin hyödyntää myös uusilla kursseilla ja muussakin opetuksessa. Osaamisen jakamiselle ja myös pidempimuotoisen koulutuksen varmistamiselle on olemassa selkeä tarve.
- Kalatalousalueiden toimintaa tulee tukea tuottamalla laadukasta tutkimus- ja seurantatietoa alueiden kalastosta, kalastuksesta ja vesienhoidosta. Toimintaa tulee tukea myös kouluttamalla eri tahoja kalastuksen ohjaukseen ja kalakantoja sekä vesienhoitoa koskevan tutkimustiedon hyödyntämiseen.
- Kalavesien tuottokykyä tulisi arvioida ja kalastusta mitoittaa nykyistä tietoperustaisemmin. Alamittasäätelyä tulisi toteuttaa perustuen vesistökohtaisesti kerättäviin aineistoihin.
- Vesistökohtaisia rauhoitusalueita suojaamaan kalakantojen lisääntymistä sekä geneettistä monimuotoisuutta tulisi kartoittaa ja toteuttaa.
- Virikekasvatus voitaisiin ottaa käyttöön laajemminkin ja emokalastoja villiyyttää luonnossa menestyvien uhanalaisten lohikalakantojen elvytys- ja palautusistutuksia varten.
- Vieraiden kalakantojen käyttö istutuksissa tulisi lopettaa, mikäli saatavilla on vesistöön sopeutunutta kalakantaa.
- Hoitokantojen ja säilytyksessä olevien uhanalaisten kalakantojen emokalastojen perustamisessa, säilytyksessä ja käytössä tulisi ottaa käyttöön uusin tutkimustieto, välttää haitallista geneettistä laistumista sekä pyrkiä villiyttämään näitä kalakantoja palautusistutusten onnistumismahdollisuuksien lisäämiseksi.
- Nykyinen resursseja tuhlaileva kalataloustarkkailujärjestelmä tulee uudistaa.
- Rahoituksia voitaisiin sitoa tulosperusteisuuteen, jolloin toimenpiteiden vaikuttavuus voisi kasvaa. Samalla luotaisiin myös mahdollisuuksia vaikuttavuussijoittamiseen, yksityisen pääoman hyödyntämiseen ja tehokkaampaan verkostoitumiseen.

Valtaosa ohjelman tuloksista on jo julkaistu aiemmin tieteellisinä artikkeleina tai erillisinä raporteina, joten tämän raportin tavoitteena on vetää yhteen ohjelmassa toteutettuja erillisiä kokeita ja selvityksiä keskittyen erityisesti tuloksiin ja vaikuttavuuteen. Yksityiskohtaisempia tietoja kaipaavia lukijoita suosittelemme tutustumaan raportin lopussa olevaan viiteluetteloon sekä liitteiden sisältöön.

Ohjelmaa koordinoi Luonnonvarakeskus, mutta valtaosa toimenpiteistä toteutettiin partnereiden tuella: Suomen ympäristökeskus, Jyväskylän yliopisto, Oulun yliopisto, Helsingin yliopiston Tvärminnen biologinen asema, Itä-Suomen yliopisto, Valonia ja Länsi-Uudenmaan Vesi ja Ympäristö Oy (LUVY). Lisäksi kiinteää yhteistyötä tehtiin Voimalohi Oy:n ja Montan Lohi Oy:n kanssa. Varsinaisen EMKR-rahoituksen lisäksi ohjelma mahdollisti myös useiden muiden kansallisten ja kansainvälisten rahoitusten saamisen, millä edistettiin osittain samoja teemoja ympäristöohjelman lisäksi.

Kalatalouden ympäristöohjelma oli yksi viidestä Euroopan meri- ja kalatalousrahaston rahoittamista innovaatio-ohjelmista rahoituskaudella 2014–2020. Rahoituksen ympäristöohjelmalle myönsi Lapin Ely-keskus. Kalatalouden ympäristöohjelma toteutettiin muiden innovaatio-ohjelmien tapaan kaksivaiheisena: vaihe I toteutettiin vuosina 2017–2020 ja vaihe II vuosina 2021–2023.

Isot kiitokset partnereillemme onnistuneesta ohjelman toteutuksesta ja tämän loppuraportin toteutuksesta! Hankeorganisaatioita ovat edustaneet Anssi Karvonen, Pekka Kilpeläinen, Hannu Marttila, Jukka Syrjänen, Craig Primmer, Janne Tolonen, Jarno Turunen, Anssi Vainikka ja Juha-Pekka Vähä.

Asiasanat: geneettinen monimuotoisuus, kalanviljely, kalatalous, kalavarat, monimuotoisuus, rannikkoalueet, vaelluskalat, velvoitetarkkailu, vesistöjen kunnostus, vesistövaikutukset

Sisällys

1. Johdanto	7
2. Kalatalouden ympäristöohjelman toteutus ja tavoitteet	9
3. Kalojen kutu- ja poikastuotantoalueiden kunnostaminen	13
3.1. Rannikon alueiden kunnostus	13
3.2. Virtavesien kunnostus.....	15
3.2.1. Taimenen kutu- ja poikastuotantoalueet ja niiden kunnostus	17
3.2.2. Saaristomeren taimenkannat ja purojen elinympäristöt	18
3.2.3. Virtavesien luonnontilaennustemallin soveltuvuus taimenelle.....	18
3.2.4. Lämmittävätkö pienet patoaltaat niiden alapuolisia purovesistöjä?	19
3.2.5. Vaellusesteiden poistaminen osana vaelluskalojen elinympäristökunnostuksia.....	20
3.3. Liiallinen kiintoainekuormitus vaikeuttaa kalojen lisääntymistä	21
3.4. Täplärapujen leviämisen hallinta	22
3.5. Virtavesien kunnostus kiinnostaa – tiedot käytännön taidoiksi kunnostuskurssilla	24
4. Kalatalouden aluesuunnittelu tukee kalatalousalueiden käyttö- ja hoitosuunnitelmia.....	25
5. Kalataloudellisten velvoitetarkkailujen kehittäminen.....	27
6. Laitostuneiden kalakantojen geneettisen perimän monimuotoisuus	29
6.1. Järvitaimenen hoitokannan villiyttäminen	29
6.2. Järvilohen elinvoimaisuuden parantaminen.....	31
6.3. Merilohen hoitokantojen villiyttäminen.....	33
6.4. Hoitokantojen monimuotoisuuden säilyttäminen.....	34
7. Luonnossa menestyvien istukkaiden tuotanto- ja istutusmenetelmien kehittäminen	36
7.1. Tuotantomenetelmät	36
7.2. Istutusmenetelmät	38
7.2.1. Stressiarvojen mittaaminen kalojen kuljetusvedestä parantaisi istukkaiden laadun arviointia	39
8. Tulosperusteiset rahoitusmallit osana kalastonhoitoa.....	42
9. Viestintä ja vaikuttavuus osana kalastonhoitoa.....	44
10. Suositukset ja yhteenveto.....	47
Viitteet.....	49
Liitteet	56

1. Johdanto

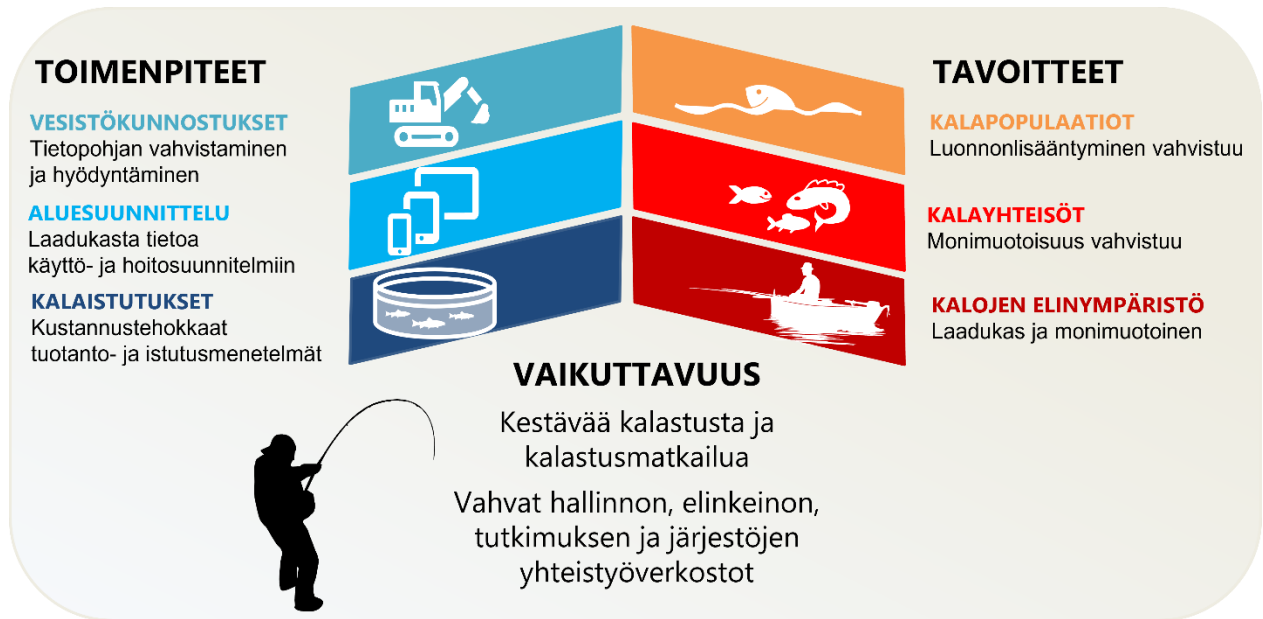
Suomella on erinomaiset edellytykset kasvattaa kalatalouden merkitystä, mikäli vesistöjä ja kalavaroja hoidetaan kestävästi. Kalayhteisöt ja niiden geneettinen tausta ovat oleellinen osa vesien monimuotoisuutta, minkä säilyttäminen on mukana useissa luonnonhoidon tavoitteissa ja ohjelmissa. Esimerkiksi Euroopan Biodiversiteettistrategian tavoitteena on pysäyttää luontokato ja kääntää suuntaa myönteisemmäksi vuoteen 2030 mennessä. Luonnon tilan parantamiseksi EU antoi ehdotuksen ennallistamisasetukseksi kesällä 2022. Jo vuosien ajan Suomi on sitoutunut noudattamaan myös EU:n Vesipuitedirektiiviä (VPD), mikä edellyttää kaikkien jäsenvaltioidensa toteuttamaan toimenpiteitä, millä saavutetaan tai säilytetään vesien hyvä ekologinen tila vuoteen 2027 mennessä.

Viimeisimmän vuonna 2019 toteutetun ekologisen tila-arvioinnin mukaan suurin osa maamme pintavesistä on vähintään hyvässä tilassa. Kuitenkin Suomen jokipituudesta noin 35 %, järvipinta-alasta 13 % ja 87 % rannikkovesien kokonaispinta-alasta on hyvää heikommassa tilassa (Suomen ympäristökeskus 2022). Eryteisesti maamme pienet järvet kärsivät rehevöitymisestä ja virtavedet liettymisestä. EU:n ennallistamisasetus-ehdotuksen mukaisesti tunnistettuja suurimpia luontotyyppien ennallistamistarpeita on pinta-alallisesti soiden, metsien sekä merialueiden, sisävesien ja tuntureiden luontotyypeissä (Kareksela 2022). Suurimmat haasteet kalakantojen kestävyyskohdistuvat valuma-alueilta tulevasta kuormituksesta ja hydrologisista muutoksista sekä vesien rakentamisesta. Tutkimustieto nopeuttaa näiden haasteiden ratkaisemista kokonaisuuden kannalta kestäväällä tavalla.

Kalatalouden ympäristöohjelman keskeisenä tavoitteena oli kalakantojen tilan parantaminen sekä edellytysten luonti kalakantojen hoidolle, elvyttämiselle ja palauttamiselle sekä niiden luontaiselle lisääntymiselle (Kalatalouden ympäristöohjelman keskeiset tavoitteet, niihin johdatavat toimenpiteet sekä tavoiteltu vaikuttavuus. Toimenpiteillä vahvistettiin kalakantojen elinvoimaisuutta ja parannettiin niiden tuottavuutta:

- edistämällä kalavarojen luontaisen lisääntymisen edellytyksiä,
- edistämällä tietoon perustuvaa ja osallistavaa kalatalouden aluesuunnittelua,
- kehittämällä nykyistä istutustoimintaa ja istukaskalojen geneettistä monimuotoisuutta.

Laaja-alaisesti vahvistuneet kalakannat saivat aikaan myönteisiä sosioekonomisia vaikutuksia ja loisivat edellytyksiä harjoittaa kestävästä kaupallista kalastusta, vapaa-ajankalastusta ja kalastusmatkailua.



Kuva 1. Kalatalouden ympäristöohjelman keskeiset tavoitteet, niihin johtavat toimenpiteet sekä tavoiteltu vaikuttavuus.

Ympäristöohjelman kehitystyöllä haluttiin myös vahvistaa elinkeinon, hallinnon, tutkimuksen ja järjestöjen asiantuntijoiden yhteistä osaamisverkostoa. Tämä voisi muodostaa kansallisesti ja kansainvälisesti korkeatasoisen toimintaympäristön kalavesien hoidon kehittämiseksi.

2. Kalatalouden ympäristöohjelman toteutus ja tavoitteet

Koska tämä raportti on Kalatalouden ympäristöohjelman hallinnollinen loppuraportti, tässä kappaleessa esitellään myös ohjelman käytännön toteutus sekä ohjelmassa asetetut tavoitteet eri työpaketeille. Kuitenkin kappaleesta 3 eteenpäin työpaketteja käsitellään enemmän raportin luettavuutta helpottavina asiakokonaisuuksina sen sijaan, että niitä jaoteltaisiin erillisiin työpaketteihin. Valtaosa ohjelman tuloksista on myös jo julkaistu aiemmin tieteellisinä artikkeleina tai erillisinä raportteina (Liite 1), joten raportissa kootaan ohjelmassa toteutettuja erillisiä kokeita ja selvityksiä yhteen keskittyen erityisesti saatuihin tuloksiin ja vaikuttavuuteen.

Kalatalouden ympäristöohjelma oli yksi viidestä [Euroopan meri- ja kalatalousrahaston rahoittamista innovaatio-ohjelmista](#) rahoituskautella 2014–2020. Rahoituksen ympäristöohjelmalle myönsi Lapin Ely-keskus. Kalatalouden ympäristöohjelma toteutettiin muiden innovaatio-ohjelmien tapaan kaksivaiheisena: vaihe I toteutettiin vuosina 2017–2020 ja vaihe II vuosina 2021–2023. Vaiheesta I on tehty erillinen väliraportti ([Louhi ym. 2020](#)), jonka sisältöä tämä loppuraportti täydentää.

Kalatalouden ympäristöohjelmassa oli kaksi osakokonaisuutta: 1) Kalavarojen elinvoimaisuuden parantaminen ja 2) Luonnossa menestyvät istukkaat. Kokonaisuudet toimivat omilla rahoituspäätöksillään (Kalatalouden ympäristöohjelman budjetin jakautuminen osakokonaisuuksiin rahoituspäätöksien mukaisesti. 1).

Taulukko 1. Kalatalouden ympäristöohjelman budjetin jakautuminen osakokonaisuuksiin rahoituspäätöksien mukaisesti.

Osakokonaisuus	Vaihe I 1.4.2017–31.12.2019	Vaihe II 1.1.2020–30.4.2023	Yhteensä €
<i>Kalavarojen elinvoimaisuuden parantaminen</i>	1 499 750	1 000 250	2 500 000
<i>Luonnossa menestyvät istukkaat</i>	499 750	499 750	999 500

Toteuttamissuunnitelman vaikuttavuustavoitteiden saavuttamiseksi osakokonaisuudet jaettiin toiminnallisiin työpaketteihin (Kalatalouden ympäristöohjelman osakokonaisuudet sekä niiden sisältämät työpaketit koko ohjelmakauden aikana.

1) **Kalavarojen elinvoimaisuuden parantaminen**

- A. Sininen luomu
 - Kutu ja poikasalueiden kunnostustarpeet, -mahdollisuudet ja -kokeilut rannikolla
 - Kutu- ja poikasalueiden kunnostukset ja laadun ylläpito virtavesissä sekä täpläravun leviämisen hallinta
 - Vesistökuunnostusportaali
 - Tulospöytäkirjojen rahoitusmallien pilotointi
- B. Tolkkua aluesuunnittelu
 - Velvoitetarkkailut ja kalatalouden aluesuunnittelu
 - Kalatalousalueiden aluesuunnittelu -pilotit

2) **Luonnossa menestyvät istukkaat**

- A. Laitoskalakantojen villiyttäminen
- Risteytysmenetelmät
 - Monimuotoisuuden säilyttäminen
- B. Menestyvä istukas
- Luonnossa ja altaassa menestyvien istukkaiden tuotantomenetelmät
 - Selviytymistä lisäävät istutusmenetelmät

Kaikki työpaketit eivät olleet käynnissä koko ohjelman ajan, vaan niitä toteutettiin edistymisen mukaan. Myös uusia työpaketteja käynnistettiin ohjelman toisessa vaiheessa edellisten valmistuessa.



Kuva 2. Kalatalouden ympäristöohjelman osakokonaisuudet sekä niiden sisältämät työpaketit koko ohjelmakauden aikana.

Sininen luomu -osakokonaisuuden tavoitteina oli:

- luoda rannikkoalueiden kunnostustoimenpiteiden suunnitteluun ja toteuttamiseen soveltuvaa tietopohjaa,
- laajentaa virtavesien kunnostustoimenpiteiden toteuttamisen edellyttämää tietopohjaa virtavesikalojen kutu- ja poikastuotantoalueiden kunnostuksien tuloksellisuudesta sekä erityisesti pohjasedimentaation vaikutuksista kutu- ja pienpoikasalueisiin ja sen hallinnan keinoista,
- laajentaa Suomen ympäristökeskuksen vetämää valtakunnallista Vesistökuunnostusverkostoa kattamaan vesienhoidon lisäksi nykyistä paremmin myös kalojen elin- ja lisääntymisolosuhteiden kunnostamisen sekä niistä kiinnostuneiden kansalaisten tarpeet.
- toteuttaa tietopohjainen tarkastelu, miten ja millä tavoin tulosperusteisiä rahoitusmalleja voitaisiin soveltaa erilaisissa kalastonhoitohankkeissa.

Tolkku aluesuunnittelu – osakokonaisuuden tavoitteina oli:

- tehostaa paikkatietoaineistojen ja niihin liittyvien menetelmien käyttöä kalataloudellisessa aluesuunnittelussa ja erityisesti kalatalousalueiden KHS:ien laadinnassa,
- arvioida todellisten esimerkkien avulla velvoitetarkkailuissa kerättävien aineistojen riittävyys sekä esittää konkreettisia ehdotuksia tarkkailuohjelmien ja koko tarkkailujärjestelmän kehittämiseksi.

Laitoskalakantojen villiäyttäminen -osakokonaisuuden tavoitteina oli:

- villiäyttää laitostuneita taimen- ja lohikantoja kontrolloiduilla risteytyksillä sekä altistamalla laitostuneita kalakantoja luonnon valinnalle muuntuneiden tai heikentyneiden vaellus-, kasvu- ja taudinsieto-ominaisuuksien palauttamiseksi sekä istukkaiden luonnossa menestymisen parantamiseksi,
- selvittää villiäytettyjen lohikalakantojen poikasten ominaisuuksia, jotka vaikuttavat niiden menestymiseen luonnossa, esimerkiksi perimän vaikutusta laitostaustaisten kalojen vaellusominaisuuksiin, sukukypsyysikään, ja siten myös lohien koon vaihteluun
- selvittää villiäyttämisen vaikutusta istukastoiminnan kustannustehokkuuteen,
- testata vaihtoehtoisia säilytysmenetelmiä sekä kontrolloidusti luontoa simuloivissa kokeellisissa ympäristöissä tai luonnon vesissä.

Menestyvä istukas – osakokonaisuuden tavoitteina oli:

- aiempaa paremmin menestyvien istutuspoikasten tuotanto- ja istutusmenetelmien kehittäminen,
- selvittää eri kasvatustekniikoilla tuotettujen lohien ja taimenpoikasten tauti- ja loistartuntojen vastustuskykyyn vaikuttavia tekijöitä, istutusmenestystä ja kustannustehokkuutta,
- kehittää uusia stressittömiä istuskalojen tuotantomittakaavan istutusmenetelmiä, joilla vapautusajankohta ja -ikä pyritään ottamaan huomioon kalayksilökohtaisesti,
- arvioida esitutkimuksen perusteella, voidaanko uuteen sensoritekniikkaan perustuen kehittää laite kalojen stressitason mittaamiseen (kalatautien ehkäisyssä ja istutusstressin vähentämisessä) niiden uintivedestä sekä arvioida laitteen jatkokehitys- ja rahoitustarpeet.

Kalatalouden ympäristöohjelmaa koordinoi Luonnonvarakeskus. Kalojen elinvoimaisuuden parantaminen – osakokonaisuudessa kumppaneina toimivat I-vaiheessa Suomen ympäristökeskus, Jyväskylän yliopisto, Oulun yliopisto ja Helsingin yliopiston Tvärminnen biologinen asema. Vaiheessa II Oulun yliopisto ei enää jatkanut, ja ohjelmaan saatiin mukaan Valonia ja Länsi-Uudenmaan Vesi ja Ympäristö Oy (LUVY). Luonnossa menestyvät istukkaat – osakokonaisuudessa kumppaneina toimivat vaiheissa I ja II Itä-Suomen yliopisto, Jyväskylän yliopisto, Oulun yliopisto ja Helsingin yliopisto. Lisäksi kiinteää yhteistyötä on tehty Voimalohi Oy:n ja Montan Lohi Oy:n kanssa.

Kalatalouden ympäristöohjelman koordinaattorina Luonnonvarakeskuksessa toimi Pauliina Louhi 1.4.2019 alkaen ja sitä ennen Aki Mäki-Petäys. Kalojen elinvoimaisuuden parantaminen – osakokonaisuudessa oli molemmilla työpaketeilla omat vastuuhenkilönsä: Sininen Luomutyöpaketista vastasi Ari Huusko ja Tolkku aluesuunnittelu-työpaketista vastasi Antti Lappalainen. Luonnossa menestyvät istukkaat – osakokonaisuutta koordinoi Pekka Hyvärinen.

Ohjelman johtoryhmä kokoontui kahdesti vuodessa. Johtoryhmän tehtävänä oli ohjata ohjelman etenemistä sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti sekä tarvittaessa muutoksien toteuttaminen ohjelman vaikuttavuustavoitteiden mukaisesti. Johtoryhmään kuuluivat:

- Kalatalouden keskusliitto: Vesa Karttunen
- Suomen vapaa-ajankalastajat: Olli Saari
- Luke: Nina Peuhkuri (hankkeen ulkopuolinen edustaja)
- Fortum: Katri Hämäläinen (Marja Savolainen vuoteen 2020 asti)
- WWF: Matti Ovaska
- Metsähallitus Luontopalvelut: Jari Ilmonen
- Maa- ja metsätalousministeriö: Jouni Tammi (puheenjohtaja)
- Lapin ELY-keskus: Jari Leskinen (asiantuntija)
- Luke: Pauliina Louhi, Pekka Hyvärinen (sihteeri), Ari Huusko, Antti Lappalainen (hanketoimijat)

Tärkeimmät yhteistyötahot ohjelmapartnereiden lisäksi olivat Metsähallitus, Turun yliopisto, Oulun yliopisto, SLU-Uppsala (Ruotsi), Karlstadin yliopisto (Ruotsi), Università degli Studi di Milano - State University of Milan (Italy), Valonia (Turku), Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesienhoitoyhdistys ry, maanomistajat, Porvoon-Sipoon kalatalousalue, Kalatalouden keskusliitto, Keski-Suomen ja Hämeen kalatalouskeskukset, Suomen Sisävesiammattikalastajien Liitto, Montan Lohi oy, Voimalohi Oy, Savon Taimen Oy, Raisio Agro oy, KN Composite Oy, Oulun kaupunki, Fortum oy, Lapin ELY, Pohjajoki ry, Kuhmo Kaupunki, Tmi Olli van der Meer, Paltamo I kalaveden osakaskunta, Paltamo II kalaveden osakaskunta, Paltaniemen-Jormuan kalaveden osakaskunta, Kainuun ja Koillismaan kalaleader, Evira, Elinvoimainen järvilohi ry sekä Entoprot Oy.

3. Kalojen kutu- ja poikastuotantoalueiden kunnostaminen

Luonnollisen elinkierron toteutumiseksi kaloilla tulee olla riittävästi hyvälaatuista kutu- ja poikastuotantoaluetta. Rannikon tarjoamia kalojen lisääntymisalueita ovat heikentäneet mm. jokisuiden perkaukset, fladojen suualueiden ruoppaukset sekä lisääntymisalueiden liettyminen rehevöitymisen seurauksena. Virtavesikutuisten kalojen lisääntymisalueita ovat heikentäneet muun muassa valuma-alueilta huuhtoutuva ravinne- ja kiintoainekuormitus, hydrologiset muutokset sekä vesien säännöstely ja uomaperkaukset.

3.1. Rannikon alueiden kunnostus

Maankohoamisen seurauksena syntyneet matalat vesialtaat, fladat ja kluuvit, ovat tärkeitä lisääntymisalueita ahvenelle, haulle ja särkikaloille, etenkin niiden suojaisuudesta johtuen (Westerbom ym. 2023). Suomen rannikolla on runsaasti fladoja ja kluuveja, jotka ovat menettämässä kykyään toimia erityisesti ahvenen ja hauen lisääntymisalueina, mutta joita kunnostamalla voitaisiin paikallisesti lisätä kalantuotantoa. Näitä kalojen lisääntymisaluekunnostuksia on tehty vasta vähän Suomessa, joten myös aiheeseen liittyvä tietopohja on vielä vähäinen. Lähinnä Merenkurkun alueella on kunnostettu muutamia fladoja ja kluuvia, joiden tavoitteena on ollut kalojen kulkumahdollisuuksien parantaminen näihin kohteisiin. Järjestelmällisiä selvityksiä näidenkään toimenpiteiden tuloksellisuudesta ei ole aiemmin tehty.

Työpakettin tavoitteena oli lisätä tietopohjaa rannikolla tehtävistä kalojen lisääntymisaluekunnostuksista, käynnistää asiaan liittyvää koetoimintaa sekä selvittää tuloksellisuuden seuraamiseen sopivia menetelmiä. Työ aloitettiin tekemällä järjestelmällinen kartoitus rannikkolajien lisääntymisalueilla tapahtuneista muutoksista ja kokoamalla tiedot rannikolla aiemmin tehdyistä lisääntymisaluekunnostuksista (Hynninen ym. 2019, Kuningas ym. 2019).

Alkuvaiheessa tehtyjen maastokartoitustöiden yhteydessä saatiin lisävarmistusta sille, että merenlahdista kehittyneet fladat ja kluuvit ovat rannikolla tärkeitä lisääntymisalueita erityisesti ahvenelle, haulle ja särkikaloille. Fladoja ja kluuveja on lähes koko rannikkoalueella, mutta eniten niitä esiintyy Merenkurkun seudulla. Pelkästään Kristiinankaupungin ja Kokkolan välisellä alueella on arvioitu olevan lähes 2000 mataliksi merenlahdiksi, fladoiksi tai kluuveiksi luokiteltavaa muodostumaa.

Merenkurkun alueella on arvioitu 60 prosenttia fladoista olevan paikallisen ihmistoiminnan muuttamia. Kluuveissa ongelmaksi kalantuotannon kannalta muodostuu ennen pitkää kalojen kulkuyhteyden heikkeneminen. Perussyy tähän on maan kohoaminen, mutta myös lisääntynyt ravinteiden määrä ja sen aiheuttama rehevöityminen ja pohjien liettyminen edesauttavat paikallista ruovikoiden kasvua ja siten kalojen kulkuyhteyksien heikkenemistä.

Kunnostuskokeiluja tehtiin yhdeksässä kohteessa. Kolmessa läntisellä Suomenlahdella sijaitsevassa kohteessa tavoitteena oli palauttaa ahven kutemaan fladaan tai kluuviin, joissa olemassa olevien lähtötietojen perusteella ahven ei enää kutenut. Näistä kohteista kahdessa saatiin melko rohkaisevia tuloksia, sillä kevyiden käsivoimin tehtyjen kunnostustoimien jälkeen ahvenia kuti kohteissa runsaasti. Kolmannessa kohteessa ahventen saaminen kutemaan selkeästi epäonnistui.

Kahdessa Suomenlahden ja kolmessa Merenkurkun kluuvikohteessa tavoitteena oli turvata heikentymässä olleita kalojen kulkuyhteyksiä tuleviksi vuosiksi tai vuosikymmeniksi. Kunnostukset toteutettiin pääosin koneellisesti. Kohteista kerättyjen aineistojen perusteella toimenpiteillä ei ollut havaittavia lyhytaikaisia haittavaikutuksia kohteiden vedenlaatuun, poikastuotantoon tai kutukantaan.

Selkämereillä Kristiinankaupungin alueella tehdyssä kunnostuskokeilussa muokattiin koko kluuvia melko voimaperäisesti kaivinkoneilla. Siellä hauen pienpoikamäärät moninkertaistivat kunnostuksen jälkeisinä vuosina.



Kuva 3. Backfladan uoman kunnostusta elokuussa 2019. Kuva: Sanna Kuningas, Luke.

Kokeilujen yhteydessä todettiin, että yksinkertaista kvalitatiivista tietoa siitä, käyttävätkö kalat kohdetta lisääntymisalueena, voidaan kohtalaisen helposti saada jo muutaman hyvin ajoitetun käynnin perusteella (Lappalainen ym. 2023). Tarkempaa määrällistä tietoa kohteen merkityksestä ahvenen lisääntymisalueena saadaan esimerkiksi laskemalla mätinauhoja joko pinnan yläpuolelta tai snorklaamalla. Dronekuvien avulla tehty mätinauhojen laskenta osoittautui hankalaksi ja epävarmaksi. Vastakuoriutuneiden ahvenpoikasten tiheyden arviointi vetohaavi-pyydyksellä antoi samansuuntaisia tuloksia eri kohteista kuin mätinlaskennat. Kluuveihin ja myös fladoihin keväällä kutemaan nousevien kalojen määriä voidaan arvioida riistakameralla. Menetelmä on melko työläs, erityisesti kuvamateriaalin läpikäymisen osalta, ja eri lajien erottaminen kuvista oli ajoittain vaikeaa. Riistakameralla saatujen tulosten yhdistäminen rysällä tehdyn näytteenoton tuloksiin voi antaa hyvän kuvan kohteen kutupopulaatioista.

Kokeiluissa saatiin sekä onnistumisten että epäonnistumisten kautta arvokasta tietoa kunnostusmenetelmistä. Kunnostuskokeiluissa tavoiteltujen vaikutusten pysyvyydestä kertyy kuitenkin luotettavaa tietoa vasta vuosien kuluttua. Jatkossa tulisi entistä systemaattisemmin ja monipuolisemmin kerätä tietoa sekä veden laadusta että kalastosta useiden vuosien ajan ennen kunnostuksia ja kunnostusten jälkeen. Tuloksia esiteltiin lukuisten esitelmien ja kirjallisten tuotteiden avulla erilaisille sidosryhmille. Tulosten myötä kiinnostus rannikon fladojen ja kluuvien kunnostuksiin on kasvanut. YM:n ja MMM:n yhteiseen [Helmi-ohjelmaan](#) on tulossa mukaan flada- ja kluuvikohteita, joissa tavoitteena on myös kalojen lisääntymisolosuhteiden kohentaminen. Jo kunnostettujen kohteiden seuranta, yhteistyötä Helmi-ohjelman kanssa sekä kokonaan uusien flada- ja kluuvikohteiden kunnostamista jatketaan osana [BIODIVERSEA LIFE IP –hanketta](#) (2022–2029). Flada- ja kluuvikunnostuksia koskevan tiedon ja kokemusten keruussa on vasta päästy hyvään alkuun.



Kuva 4. Hankkeen aikana kerättiin kokemuksia 14 fladan tai kluuvien kunnostuskohteesta.

3.2. Virtavesien kunnostus

Jokiuomakunnostuksia maassamme on tehty jo 1970-luvulta alkaen. Nykyisellään valtaosa maamme keskisuurista ja pienistä joista on kunnostettu luonnontilaisemman näköiseksi mm. tukinuiton jälkeen. Kunnostukset on toteutettu pääasiassa kalataloudellisesta näkökulmasta keskittyen lohikalojen poikasvaiheen elinympäristön parantamiseen. Suomessa jokien kunnostamisella on yleensä ollut vahva yhteiskunnallinen kannatus ja koskikunnostukset ja virtavesien kunnostus laajemminkin on nähty mielekkäinä toimina (Marttila ym. 2016, 2019).

Kokonaisvaltaista tarkastelua toteutetun kunnostustoiminnan vaikutuksista ei kuitenkaan ole ollut saatavilla. Tähän tietotarpeeseen vastasimmekin kokoomalla ensimmäistä kertaa yhteen tulokset koskikunnostuksia käsittelevistä kotimaisista tutkimuksista ja raporteista viimeisen noin 40 vuoden ajalta (Huusko ym. 2021). Kohteista ja toteutustavasta riippuen koskikunnostusten tulokset ovat olleet vaihtelevia ja niiden raportointi varsin kirjavaa. Kunnostusten vaikutuksia ei ole seurattu rutiininomaisesti, vaan niitä on seurattu lähinnä erillisissä tutkimushankkeissa. Tämä hankaloittaa tehtyjen toimenpiteiden vaikutusten todentamista ja menetelmien kehittämistä. Virtavesikunnostusten seurantaan ja seurannassa käytettävien kenttäkohteasetelmien rakenteeseen tulisikin jatkossa kiinnittää tarkempaa huomiota luotettavien vaikutusarvioiden saamiseksi (Christie ym. 2020, Huusko ym. 2021).

Huuskon ym. (2021) mukaan kunnostetut kohteet tarjoavat monimuotoista elinympäristöä etenkin kaloille, kun kohteita arvioidaan yleisimpien ympäristömuuttujien, kuten veden syvyyden, virrannopeuden ja pohjamateriaalin koon suhteen. Toisaalta raportoitujen tulosten

perusteella eri vesistöissäkin sijaitsevat kunnostetut alueet muistuttavat em. ympäristömuuttajien osalta paljon toisiaan. Kunnostetut alueet eivät myöskään vastaa, ainakaan vielä, lähes luonnontilaisina säilyneitä koskialueita.

Usein kunnostetuilla koskialueilla on niukkuutta lohikalojen kutuun soveltuvasta sorasta. Taimenen ja lohen kutualueiden rakentaminen koetaan keskeiseksi kunnostustoimeksi, mutta kutusoraikkojen sijoittamisesta koskialueille ei ole riittävästi tietoja. Suurimpina ongelmina ovat olleet soran huuhtoutuminen pois sijoituspaikasta ja soraikkojen sedimentoituminen (Turunen ym. 2019, Huusko ym. 2021).

Taimenen ja lohen poikaset ovat keskimäärin hyötyneet koskikunnostuksista, mutta eri jokien ja myös joen sisällä olevien koskikohteiden välillä esiintyy suurta vaihtelua varhaispoikasten tiheyksissä (Marttila ym. 2019, Huusko ym. 2021). Kunnostusten jälkeen tehdyillä taimenistutuksilla kunnostettuihin koskiin on saatu kohtuullisia taimentiheyksiä, mutta istutuksien hyödyt eivät ole yleensä pysyviä ja ne saattavat olla jopa haitallisia joen oman taimenkannan kehitykselle (Marttila ym. 2019). Suositeltavaa olisikin odottaa kunnostuksien jälkeen joitakin vuosia ja seurata luonnonpoikasten tiheyksien kehittymistä ennen istutuksiin ryhtymistä, jos kunnostettavalla alueella on jonkinlaista omaa taimentuotantoa olemassa. Kunnostusten vaikutuksista muihin tyyppisiin jokien koskialueiden kalalajeihin ja niiden populaatioihin tiedetään lopulta vähän ja ne eivät ole olleet aktiivisen seurannan kohteina (Huusko ym. 2021).

Raportoitujen selvitysten mukaan kunnostukset eivät ole merkittävästi vaikuttaneet koskien pohjaeläimistöön (Huusko ym. 2021). Syynä tähän voi olla niiden tärkeimmän elinympäristön, eli erityisesti vesisammalien väheneminen kunnostusten yhteydessä, ja sammalien hidas palautuminen kunnostusten jälkeen. Myös uusien selkärangattomien levittäytyminen kunnostetuille alueille on usein hidasta, koska valuma-alueella tapahtuneet muutokset ovat yleensä heikentäneet myös niiden läheisten vesistöjen tilaa. Tällöin kunnostettujen kohteiden lähetyvillä ei ole lajilähteitä, joista selkärangattomat voisivat kunnostetuille alueille nopeasti levittäytyä.

Kunnostuksilla voidaan saavuttaa ekologista vaikutusta, jos toimenpiteet osataan kohdistaa oikeisiin rajoittaviin tekijöihin (Huusko ym. 2021). Jos esimerkiksi taimenen tiheyksiä rajoittava tekijä on kutusoraikkojen peittyminen hiekan/humuksen alle, on valuma-alueiden maankäytön vesiensuojelua tehostettava ja humuksen ja hiekan huuhtoutumista uomaan rajoitettava (Turunen ym. 2019). Paikallisesti myös rakenteiden muokkaamisella tai kutusoraikkojen puhdistamisella voi olla merkitystä ainakin lyhyellä aikavälillä tai sitten ylläpitotoimia on tehtävä jatkuvaluonteisesti. Jos rajoittava tekijä sen sijaan onkin emokalojen puute, on toimenpiteillä varmistettava emokalojen määrään vaikuttavat esim. toimivat vaellusyhteydet tai riittävän tehokas kalastuksen säätely (esimerkiksi Syrjänen ym. 2017). Jos kunnostuksilla tavoitellaan monimuotoisuuden kasvattamista, toimenpiteissä on huomioitava erityisesti koko vesiekosysteemin yhteisö rakenne ja sen toiminta. Usein onnistunut kunnostaminen edellyttääkin monien toimenpiteiden yhdistelmiä, eli samanaikaisesti koskikunnostusten kanssa tulisi tehostaa vesiensuojelua ja/tai säännöstellä kalastusta ja/tai palauttaa vaellusmahdollisuuksia. Kaiken kaikkiaan vesiekosysteemejä tulisi tarkastella ja niiden kunnostuksia toteuttaa laaja-alaisina kokonaisuuksina yhdessä niiden valuma-alueiden kanssa (Huusko ym. 2021).

Kunnostuksissa tulisi myös varautua jo nyt ilmastonmuutoksesta johtuviin muutoksiin ekosysteemeissä. Esimerkiksi virtaamien vaihtelun luontaisen rytmien ennustetut muutokset ovat

todennäköisesti vahingollisempia virtavesien eliöstölle kuin veden lämpötilan nousu yksinään (Truchy ym. 2020, Sarremejane ym. 2021).

3.2.1. Taimenen kutu- ja poikastuotantoalueet ja niiden kunnostus

Osana Kalatalouden ympäristöohjelmaa Jyväskylän yliopiston tutkija Jukka Syrjäsen ryhmä selvitti koskien sivu-uomien ja kunnostusrakenteena käytetyn puun merkitystä taimenen poikasten esiintymiseen ja menestykseen laaja-alaisissa reittivesistöjen koskissa (Nerg ym. 2023, Koski ym. 2023). Vaikka Suomessa taimenen vaeltavat sisävesikannat ovat taantuneet, johon ehkä tärkeimpänä syynä lienee pitkäaikainen liiallinen kalastuskuolevuus sekä vaellusesteet, ei lajin varhaisvaiheiden elinympäristön merkitystä ole syytä väheksyä, erityisesti populaatioiden elvyttämisen näkökulmasta tarkasteltuna (Nerg ym. 2023).

Sivu-uomia on pidetty yleisesti tärkeinä virtavesien ekosysteemien monipuolistajina, ja niiden on arvioitu soveltuvan erityisesti lohikalajien elinkierron varhaisvaiheiden elinympäristöiksi. Nerg ym. (2023) raportoiden tietojen mukaan nollavuotiaan taimenen tiheys oli laajojen koskien sivu-uomissa keskimäärin yli kolminkertainen kosken pääuomaan verrattuna, ja myös paikallisesti ja ajallisesti tarkasteltuna lähes poikkeuksetta suurempi kuin pääuomissa. Myös yksivuotiaan taimenen tiheys oli keskimäärin hieman yli kaksinkertainen jokien sivu-uomissa niiden pääuomiin verrattuna. Tulosten perusteella erityisesti sivu-uomien avaaminen, monipuolisen ja suurikokoisemman kivimateriaalin käyttö sekä myös vesikasvien ja -sammaleiden säästäminen tai niiden istutus voisivat olla potentiaalisia taimentiheyksiä kohottavia uoma-kunnostusmenetelmiä (Nerg ym. 2023).

Koski ym. (2023) puolestaan selvittivät suurikokoisen puun lisäämisen merkitystä taimenen poikasten esiintyvyyteen laaja-alaisilla reittivesien koskilla. Kesänvanhojen taimenen poikasten runsaus oli selvästi suurempi niillä kosken osa-alueilla, jonne oli tuotu puunrunkoja ja kantoja verrattuna alueisiin, joissa puuta ei ollut lainkaan. Sen sijaan vanhempien taimenen poikasten runsaudessa ei havaittu vastaavaa eroa. Laaja-alaisissa koskissa puuaineksen lisäys näyttäisi hyödyttävän erityisesti taimenen pienpoikasia aivan kuten edellä kuvattu sivu-uomien aukaiseminen.

Tutkija Jukka Syrjäsen ryhmä on myös selvittänyt taimenen kutupesien soran alkuperän merkitystä taimenen kutupaikkana seitsemällä eri vesistöreitillä tai joessa Kymijoen päävesistössä (Syrjänen, kirjallinen ilmoitus 18.10.2022). Mätiä sisältäviä kutupesäitä havaittiin yhteensä 1945 kpl. Näistä luonnonsorassa sijaitsi 938 pesää, eri menetelmillä tuoduissa kunnostusorassa 588 pesää ja luonnonsoran ja kunnostussoran seoksessa 389 pesää. Kutupesäkartoitusten yhteydessä on Syrjäsen mukaan ilmennyt mm. seuraavia huomioita:

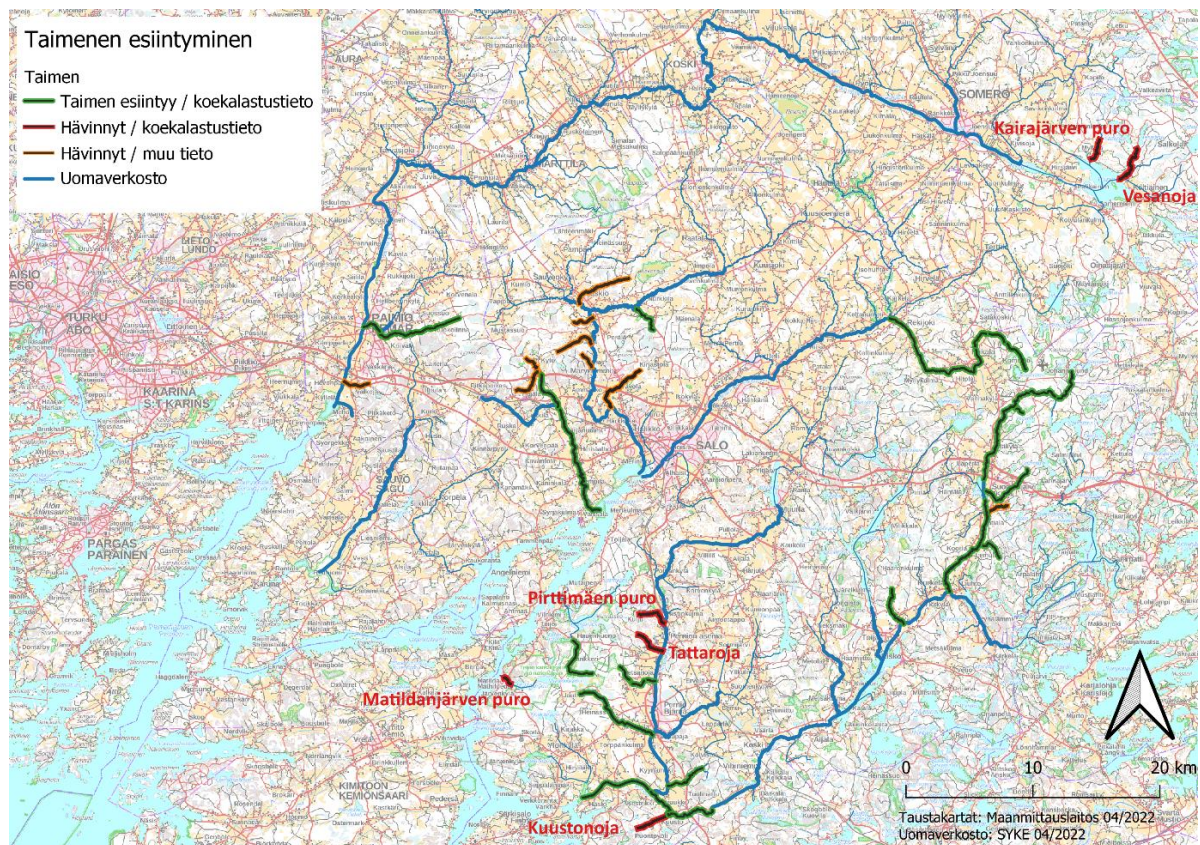
- alueelle tuodun kunnostussoran määriä ei yleensä ole raportoitu kunnostuksen yhteydessä,
- luonnonsora taimenen kutupesissä ei ole tarkkaan ottaen pelkkää soraa, vaan joukossa on hiekkaa ja suurempia kiviä eli kaikkia kivikokoluokkia väliltä 2–256 mm kun muualta tuotu kunnostussora puolestaan on epäluonnollisen tasakokoista,
- kunnostussorasta suuri osa, noin 20–80 % kohteesta riippuen, on sijoitettu liian hitaan virtauksen alueelle eli veden virtausnopeus soran päällä on liian pieni, ja
- kunnostussora näyttäisi siirtyvän paikoiltaan luonnonsoraa useammin.

Taimenen ja lohen kutualueiden rakentaminen koetaan keskeiseksi kunnostustoimeksi, mutta kutusora-alueiden sijoittamisesta koskialueille ei ole vielä riittävästi tietoja optimaalisten kunnostusratkaisujen saavuttamiseksi.

3.2.2. Saaristomeren taimenkannat ja purojen elinympäristöt

Valonia toteutti Saaristomeren luonnonvaraisten taimenkantojen nykytilan kartoittamiseksi taimenen oletetulla esiintymisalueella virtavesien sähkökoekalastuksia vuosina 2020–2022. Valonia keräsi myös kaikki löydettävissä olevat tiedot aiemmista alueen virtavesien sähkökoekalastuksista taimenkantojen tilassa tapahtuneiden muutoksien tarkastelemiseksi pidemmällä aikavälillä.

Taimenkantojen tila alueen virtavesissä on heikentynyt viimeisen 20–30 vuoden aikana. Nykyiset taimenen poikasten keskimääräiset tiheydet olivat pienempiä kuin 1990-luvulla. Useista puroista taimen on jo aiemmin hävinnyt, todennäköisimmin vedenlaadun heikentymisen ja elinympäristöjen tilan pitkäaikaisen heikentymisen seurauksena (Kuva 5, Tolonen 2022).



Kuva 5. Taimenen esiintymisen Saaristomereen laskevissa virtavesissä vuosien 2020–2022 sähkökoekalastusten mukaan (vihreä). Punaisella tekstillä on erikseen merkitty kuvaan purot, joista taimen jo on hävinnyt koekalastustietojen perusteella. Lähde: Tolonen ym. (2022).

3.2.3. Virtavesien luonnontilaennustemallin soveltuvuus taimenelle

Tolonen (2022) selvitti myös Suomen ympäristökeskuksen (Aroviita ym. 2021) kehittämän paikkatietopohjaisen pienten virtavesien luonnontilaennustemallin soveltuvuutta taimenelle sopivien purojen tunnistamisessa Lounais-Suomen maatalousvaltaisella alueella. Työtä voidaan hyödyntää lajin suojelussa ja hoidossa.

Virtavesien luonnontilaennustemallissa purojen elinympäristön (habitaatin) luonnontilan muuttuneisuuden arviointi perustuu Metsähallituksen ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kehittämään inventointimenetelmään (Hyvönen ym. 2005, Ahola ja Havumäki 2008). Inventoinnissa habitaatin luonnontilan muuttuneisuutta havainnoidaan maastossa silmämääräisesti havaittavien tekijöiden kuten metsäojitusten ja uoman perkausten ja niiden vaikutusten avulla. Inventoinnin lopputuloksena on purojen kuusiportainen luonnontilan muuttuneisuusluokittelu, jossa vähiten muuttuneeseen tilaan (luokka 5) luokitellaan ne purojaksot, joissa ei ole uomaan ja lähivaluma-alueeseen kohdistuneita tai muita merkittäviä ihmistoiminnasta aiheutuneita muutoksia. Vastaavasti jos purojakso saa pistearvon 0 tai 1, se on voimakkaasti ihmistoiminnan muuttama (Aroviita ym. 2021).

Purojen ja purojen valuma-alueiden ominaisuuksista paikkatietomenetelmillä laadittu purohabitaatin luonnontilaisuusarvio ei kuitenkaan tunnistanut hyvin taimenelle soveltuvia elinympäristöjä (Tolonen 2022). Korkein taimenen esiintymisen todennäköisyys oli suhteellisen alhaisen luonnontilaennusteen luokassa 2. Luonnontilaennuste ei selittänyt tiheyden vaihtelua. Tulokset eivät tukeneet hypoteesia, jonka mukaan taimenen esiintymisfrekvenssi tai taimentiheys olisi korkeampi purohabitaateissa, joiden luonnontilaennuste on korkea (Tolonen 2022).

Purojen luonnontilaennuste on kehitetty erityisesti metsäpuroille, ja mallia on kehitetty metsätalousvaltaisen lijoen vesistöalueen puroinventointitiedoilla (Aroviita ym. 2021). Todennäköisin syy ennustemallin toimimattomuuteen onkin luonnontilaennusteen toimimattomuus Lounais-Suomen savimailla ja maatalousympäristöissä.

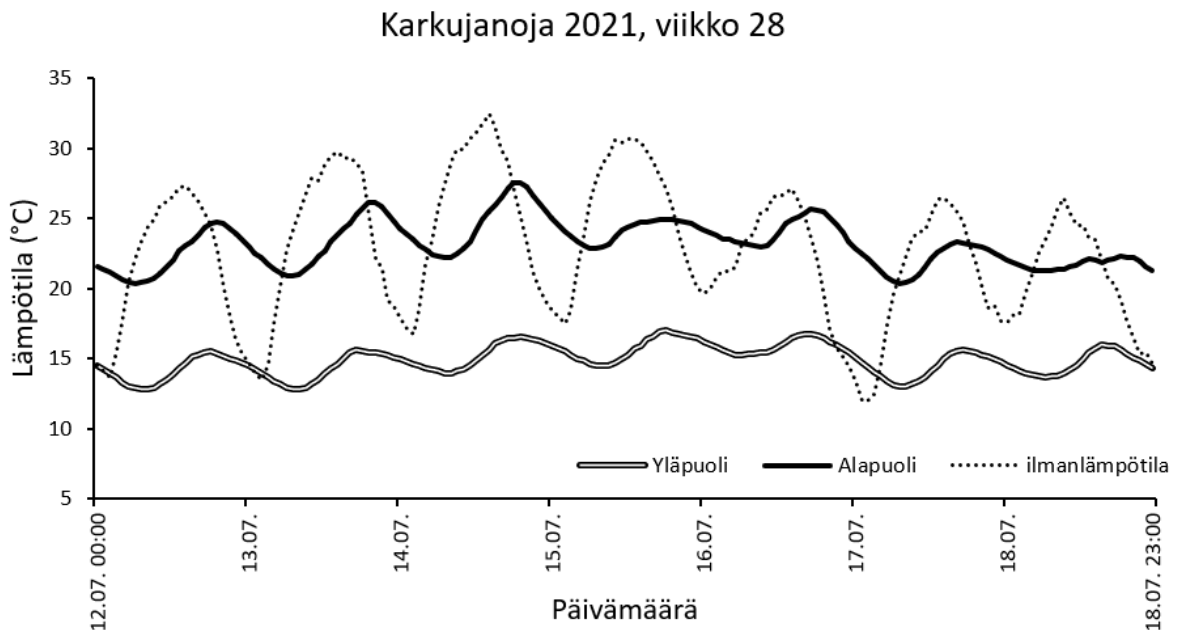
Myös käytetyn koekalastusaineiston laatu todennäköisesti vaikutti tulokseen. Esimerkiksi kaikkien muokatuimmat, muun muassa kokonaan maatalousalueilla virtaavat olettavasti huonokuntoiset ja taimenen lisääntymiseen huonosti soveltuvaksi arvioidut purot olivat koekalastusaineistossa aliedustettuina (Tolonen 2022). Toisaalta taimen kykenee sopeutumaan ja elämään myös ihmistoiminnan jonkin verran muuttamissa virtavesissä, joten purojen luonnontilaisuutta ei yksistään voida pitää kriteerinä taimenen menestymiselle. Valuma-alue- ja puroomatekijöiden ominaisuuksiin pohjautuvan taimenen esiintymistä kuvaavan ennustemallin kehittäminen toimivaksi kokonaisuudeksi Lounais-Suomen savimailla ja maatalousympäristöissä vaatii vielä lisää selvitys- ja kehitystyötä (Tolonen 2022).

3.2.4. Lämmittävätkö pienet patoaltaat niiden alapuolisia purovesistöjä?

Valonia ja LUVY selvittivät myös mahdollisia ilmastonmuutoksen aiheuttamia haasteita kalakannoille ja erityisesti viileässä vedessä viihtyvälle taimenelle Varsinais-Suomen ja Länsi-Uudenmaan alueella. Selvityksen kohteina oli 12 puroa Vantaanjoen ja Aurajoen välisellä alueella. Tavoitteena oli selvittää, toimivatko ihmisten puroihin eri tarkoituksia varten rakentamat patoaltaat ja kaivannot niiden alapuolisia purovesiä lämmittävänä tekijänä. Tutkimuskohteina olleet kaivannot olivat virkistyskäyttöön rakennettuja patoaltaita, kuten uima- ja kala-altaita, tai maatalouden vedentarpeisiin rakennettuja kasteluvesialtaita. Kaikki selvityksessä mukana olleet patoaltaat olivat rakenteeltaan päällysvettä purkavia, ja niiden koko oli 0,1–1,5 hehtaaria (keskimäärin 0,52 hehtaaria).

Heinä- ja elokuussa vuosina 2021 ja 2022 tehtyjen lämpötilamittausten perusteella patoaltaan ylä- ja alapuoliset lämpötilat erosivat toisistaan (Kuva 6). Ympäristötekijöistä patoaltaan lämmittävään vaikutukseen vaikuttivat altaan syvyys ja veden viipymä altaassa (Tolonen ym. 2022, Miettinen ja Peltonen 2023). Tulokset tukivat tutkimuksen hypoteesia, jonka mukaan

patoaltaat toimivat purovesiä lämmittävänä tekijänä, ja että pienimuotoisella, vähäpätöiseltä vaikuttavalla toiminnalla voi saada aikaan merkittäviä muutoksia purojen elinympäristön laadussa ja eliöstön menestymismahdollisuuksissa. Selvitys myös osoittaa, että puro- tai joki-uomaan tehtävät rakenteelliset muutokset eivät muuta vain paikallisesti fyysistä ympäristöä vaan voivat aikaan saada merkittäviä muutoksia elinympäristön laadussa etäämmällä (yli 60 metrin etäisyydellä) kohteesta.



Kuva 6. Karkujanojassa sijaitsevan patoaltaan lämpötilat sen ylä- ja alapuolelta mitattuina esimerkkinä yhdestä selvityksessä havaitusta lämpötilaerosta (Tolonen 2022).

3.2.5. Vaellusesteiden poistaminen osana vaelluskalojen elinympäristökunnostuksia

Vaellusesteiden poistaminen ja vapautuvien koskialueiden kunnostaminen on tehokkain tapa ennallistaa virtavesiluontoa. Viime vuosina toimenpide on vakiinnuttanut paikkansa myös Suomessa virtavesiluonnon ennallistamisen työkaluissa. Erityisesti Maa- ja metsätalousministeriön koordinoima [Nousu-vaelluskalaohjelma](#) on mahdollistanut useiden aikaisemmin pienvesivoimatuotantoon osallistuneiden patojen poistamisen tyypillisesti siinä vaiheessa, kun laitoiksi on kohdistumassa suuria investointitarpeita tai kun vesiluvan kalataloudelliset ehdot muuttavat voimalan taloudellista asemaa. Nousu-ohjelman rahoittamana Lukessa kehitettiin myös [vesivoimalaskuri](#), millä voidaan arvioida voimalaitoksen taloudellista arvoa. Kalatalouden ympäristöohjelma mahdollisti myös Luken asiantuntija-avun käyttämisen 15 kohteen purkuneuvotteluissa (Kuva 7). Kohteita olivat esimerkiksi Kuusinkijoen Myllykosken voimala, Varkauden Ämmäkosken ohitusuoman ja Tainionvirran Virtaankosken voimala sekä useat muut, vielä toistaiseksi julkisuudesta poissa pidettävät kohteet.



Kuva 7. Kalatalouden ympäristöohjelmassa annettiin asiantuntija-apua myös 15 padon purkamista käsittelevissä neuvotteluissa.

3.3. Liiallinen kiintoainekuormitus vaikeuttaa kalojen lisääntymistä

Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkijoiden laatimassa kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin kiintoaineen eroosiota ja sedimentoitumista luonnollisena virtavesien ilmiönä sekä liiallisen kiintoainekuormituksen haittoja virtavesissä (Turunen ym. 2019). Selvitys on lajissaan ensimmäinen laaja suomenkielinen katsaus aiheeseen. Julkaisu toimii tietolähteenä viranomaisille, tutkijoille, virtavesien parissa työskenteleville, sekä muille virtavesistä kiinnostuneille.

Valuma-alueiden eroosio ja vedessä kulkeutuvan kiintoaineen sedimentaatio ovat luonnollisia prosesseja virtavesissä. Ne ylläpitävät virtavesien elinympäristöjen monimuotoisuutta. Ihmis-toiminta, erityisesti maankäyttö, on kuitenkin merkittävästi lisännyt eroosiota ja hienon kiintoaineksen määrää virtavesissä, millä on lukuisia haitallisia vaikutuksia virtavesien ekosysteemiin - luonnollisesta prosessista on tullut virtavesien ongelma. Valuma-alueiden rakentaminen, metsä- ja maatalous sekä turvetuotanto ovat lisänneet ravinteiden sekä kiintoaineen kuormitusta virtavesiin. Lisäksi ne vaikuttavat valuma-alueen veden pidätyskykyyn ja hydrologiaan. Liiallisen kiintoainekuormituksen vesistöhaitat ovat toki olleet aiemminkin tiedostettuja, mutta kuormituksen seuranta keskittyy enemmän vedenlaatuun ja kiintoaineen sedimentoitumista ja siitä aiheutuvaa virtavesipohjien liettymistä tai muitakaan haittavaikutuksia ei käytännössä seurata. Kuitenkin juuri nämä todennäköisimmin aiheuttavat suurimmat ekologiset haittavaikutukset virtavesissä (Turunen ym. 2019). Katsauksessa tarkasteltiin lisäksi liettymisestä kärsivien virtavesien kunnostusmenetelmiä sekä kiintoainekuormituksen mittausta ja mallintamista.

Kiintoainekuormituksen aiheuttamat muutokset heijastuvat väistämättä myös virtavesiekosysteemiin ja ne vaikuttavat myös esimerkiksi taimenen mädin ja poikasten menestykseen (Louhi ym. 2023). On jo pitkään ollut tunnettua, että taimenen kutusoraikkojen päälle ja sen sorapartikkelien väleihin laskeutuva liiallinen kiintoaine aiheuttaa mätimunien suoraa kuolleisuutta. Ympäristöohjelmassa toteutettiin ensimmäistä kertaa kokeellinen koe, missä selvitettiin Suomen vesistöille tyypillisen orgaanisen aineksen sekä hienojakoisen hiekan pidempiaikaisia vaikutuksia taimenen poikasten elinkykyyn (Louhi ym. 2023). Kokeessa osoitettiin mätivaiheessa kiintoainepitoisessa soraikoissa elossa säilyneiden poikasten olevan heikompia myös elinkaarensa ensi vaiheissa vapaaseen veteen noustuaan. Poikasten reagoitukyky häiriöihin ja aineenvaihdunta olivat heikompia kuin puhtaissa soraikoissa mätivaiheensa viettäneillä

poikasilla. Suoran kuolleisuuden lisäksi kiintoaineen haitalliset vaikutukset taimenen mätivaiheessa voivat siis heijastua pidemmällekin poikasvaiheeseen (Louhi ym. 2023).

Usein valuma-alueella tehtävien toimenpiteiden vaikutukset ovat olleet mittakaavaltaan niin laajoja, että ne peittävät alleen pelkästään jokiuomassa tehtyjen kunnostustoimenpiteiden vaikutukset (Turunen ym. 2019, Huusko ym. 2021). Virtavesikunnostuksissa tulisikin aina huomioida myös niiden valuma-alueiden luonne ja maankäyttö.



Kuva 8. Valuma-alueelta puroon huuhtoutunut hiekka peittää alleen taimenen kutusoraikoita. Puusuisteilla pyritään ohjaamaan virtaa siten, että hiekkaa huuhtoutuisi soraikoilta pois. Kuva: Pauliina Louhi, Luke.

3.4. Täplärapujen leviämisen hallinta

Täplärapuvun hallitsematon leviäminen on aiheuttanut lajin mukanaan kantaman rapuruton myötä jokirapukantojen häviämisen eteläisessä Suomessa (Ruokonen ym. 2018). Täplärapu on luokiteltu EU vieraslajiasetuksessa haitalliseksi vieraslajiksi. Laji on kuitenkin jo levinnyt Suomessa niin laajasti, että sen poistaminen kokonaan nykykeinoin on mahdotonta. Sen sijaan lajin leviäminen uusiin vesistöihin tulee estää ja poistaa kohteista, joissa se aiheuttaa suurta haittaa esimerkiksi jokiravun suojelulle.

Ympäristöohjelmassa kokeiltiin Suomen olosuhteisiin soveltuvia toimenpiteitä muun muassa rakentamalla Päijänteeseen laskevaan puroon rapuste sen latvavesillä esiintyvän jokirapukannan suojaamiseksi (Erkamo ym. 2019, Erkamo & Ruokonen 2023). Ohjelmassa myös selvitettiin täplärapujen poistopyynnin mahdollisuuksia ja tehokkuutta (Ruokonen ym. 2023).

Rapujen vaelluseste suunniteltiin ja rakennettiin Päijänteeseen laskevaan puroon sen pohjalta, että tutkimusten mukaan täpläraju ei kykene pitävälläkään alustalla nousemaan virtaa vastaan, jos virtausnopeus on riittävä. Teräspellistä valmistettu patolevy virtauskouruineen asennettiin yhteistyössä osakaskunnan kanssa kiinteästi puroon syksyllä 2021 (Kuva 9). Esteen alapuolelta uoman pohjaa syvennettiin niin, että purossa mahdollisesti ylöspäin pyrkivät kalat voivat ottaa tarvittavan vauhdin esteen ylittämiseksi.

Rakenteen toimivuutta selvitettiin siirtämällä merkittyjä jokirapuja esteen alapuolelle. Välittömästi esteen yläpuolelle asetettiin houkutteksi syötetty merta. Yhtään merkittyä rapua ei saatu merrasta, joten todennäköisesti rapuja ei noussut esteen yli. Myöskään riistakameralla toteutetussa tarkkailussa ei havaittu yhtään rapua tai nousemassa estettä pitkin. Kokeilun perusteella pieniin latvavesiin on mahdollista rakentaa rapujen liikkeitä estävä rakenne huomioiden virtaaman muutokset ja talvenkestävyys. Kalalajien liikkumisesta esteen ohi tarvitaan vielä lisätietoa, sillä riistakameraseurannassa ei havaittu kalojen nousevan esteen yli.



Kuva 9. Rapujen vaelluseste asennettuna puroon (vasen) ja poistoravustuksen saalista täplärajuvesistä (oikea). Kuvat: Timo Ruokonen, Luke.

Kokemuksia täplärajujen poistopyynneistä suomalaisista vesistöistä on kertynyt toistaiseksi melko vähän. Viime vuosina on aloitettu muutamia kokeiluita, joissa on pyritty poistamaan tehokkaalla ravustuksella iso osa rapukannasta. Osana ympäristöohjelmaa tehtiin neuvontaa käytännön toimissa, kuten pyynnin mitoittamisessa ja ajoittamisessa, sekä arvioitiin pyynnin tuloksellisuutta saaliskirjanpitojen ja koeravustustulosten perusteella.

Maksimaalisen poistotehon saavuttamiseksi hanketoimijoita neuvottiin pyytämään täplärajuja mahdollisimman suurella pyyntiponnistuksella noin viiden vuoden ajan, myös rauhoitusajana alkutalvella marras-joulukuulla sekä alkukesällä touko-kesäkuussa. Rauhoitusajan pyynneillä pyrittiin erityisesti saamaan saaliiksi mätiä kantavia naaraita ja näin heikentämään täplärajujen lisääntymistulosta.

Seurantakohteissa tyypillisesti ensimmäisen vuoden kohtuullisen hyvän poistotuloksen (Kuva 9) jälkeen täplärajuosaalis oli seuraavana vuonna erittäin heikko. Tulos on lupaava poistopyynnin onnistumisen kannalta. Kaikissa kohteissa ei kuitenkaan voida olla varmoja, onko pyyntikokoinen kanta todella romahtanut vai onko kyse vain huonosti ajoitetusta tai liian pienestä pyyntiponnistuksesta. Moni kokeiluista kuitenkin jatkuu vielä ja kartuttaa kaivattua tietoa poistopyynnin tehokkuudesta ja vaikutusten pysyvyydestä.

3.5. Virtavesien kunnostus kiinnostaa – tiedot käytännön taidoiksi kunnostuskurssilla

Virtavesikunnostuksia on Suomessa toteutettu jo useita vuosikymmeniä. Kokemusten ja tutkimustiedon kertyessä on syntynyt tarve kehittää kunnostusosaamista ja jakaa hyviä käytäntöjä. Tähän tarpeeseen suunniteltiin ja toteutettiin vuosina 2020–2022 virtavesikunnostuskurssi (Tolonen ym. 2022). Kurssin järjestivät Valonia ja Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY).

Kurssin suunnittelun tueksi toteutettiin avoin kysely, jonka avulla kartoitettiin virtavesikunnostuksiin liittyviä osaamis- ja koulutustarpeita sekä halukkaita osallistujia. Aihe herätti runsaasti kiinnostusta, mistä kertoo kyselyyn saadut yli 200 vastausta. Kyselyn lisäksi järjestettiin alan asiantuntijoille työpaja, jossa suunniteltiin kurssin sisältöä. Kyselyvastausten ja työpajan tulosten perusteella suunniteltiin 14 webinaarin sarja ja maastokoulutuksia.

Talvella 2020–2021 (17.9.2021–22.4.2022) toteutetussa webinaarisarjassa perehdyttiin Suomen virtavesiin, niiden historiaan, virtavesiekologiaan, kunnostusten perusteisiin ja eri kunnostusmenetelmiin. Lisäksi käsiteltiin kunnostussuunnitelman toteuttamista sekä vaikutusten seuranta. Kurssin tavoitteena oli myös herättää vuorovaikutusta ja edistää verkostoitumista aiheen parissa toimivien tahojen välille. Webinaarien puhujiksi kutsuttiin alan ja eri teemojen asiantuntijoita eri puolelta Suomea. Lopuksi myös käytännön kunnostajien omien kohteiden esittelyjen kautta syvennyttiin erilaisiin haasteisiin ja näkökulmiin.

Webinaareissa kuultiin 35 asiantuntijaluentoja 28 eri asiantuntijalta (Kuva 10, Tolonen ym. 2022). Webinaarien tallenteet ja muut materiaalit on julkaistu sekä [Valonian](#) että [LUVY:n](#) nettisivuilla avoimena materiaalina.

Webinaarisarjan lisäksi toteutettiin kesällä 2021 ja 2022 yhteensä 7 maastokurssia (11 kurssipäivää), jotka sisälsivät metsäpurojen inventointimenetelmien käyttöä, kunnostuksien käytännön tekemistä, taimenen kutupesäkartoituksia ja -mittauksia, pohjaeläinnäytteenottoa ja taimenen poikastuotantopotentiaalin arviointia 'trout habitat score'-indeksin avulla. Jokaiselle kurssille osallistui 20–22 henkilöä.

Virtavesikunnostuskurssin webinaarisarja, käytännön maastokurssit ja näistä koostuva opetusmateriaali luovat perustan virtavesikunnostusten hyvistä käytännöistä. Jatkossa näitä tullaan hyödyntämään myös muissa koulutuksissa.

”Kurssilla oli todella asiantuntevat luennoitsijat ja se tuli tarpeeseen, iso kiitos!”
– nimetön kurssiosallistuja.



Virtavesikunnostuskurssi
>26h julkaistua tallennetta
4 873 katselukertaa
1 260 osallistujaa

Kuva 10. Virtavesikunnostuskurssi kiinnosti kansalaisia. Kurssi on jo päättynyt, mutta kaikki materiaalit ovat avoimesti verkossa katsottavissa.

4. Kalatalouden aluesuunnittelu tukee kalatalousalueiden käyttö- ja hoitosuunnitelmia

Vuonna 2016 voimaan tullut Kalastuslaki (379/2015) edellyttää, että lain voimaantulon myötä perustetut kalatalousalueet laativat alueilleen käyttö- ja hoitosuunnitelmat (KHS), joissa kuvataan toiminnan tärkeimmät päälinjat kalavarojen käytölle ja hoidolle. KHS:ien tuli perustua parhaaseen käytettävissä olevaan tutkimus- ja seurantatietoon, ja niiden painoarvon ja sitovuuden tuli olla aiempia kalastusalueiden vastaavia suunnitelmia suurempi.

Erilaisen paikkatiedon keruu- ja analysointimenetelmät ovat viime aikoina kehittyneet nopeasti ja tarjolla on myös paljon vapaasti ladattavia paikkatietoaineistoja. Työpaketin alkuperäisenä tavoitteena olikin saada nykyaikaiset paikkatietomenetelmät ja -aineistot laajasti käyttöön kalataloudellisessa aluesuunnittelussa ja erityisesti kalatalousalueiden KHS:ien laadinnassa.

Työt toteutettiin pääosin vuosina 2018–2019 tiiviissä vuorovaikutteisessa yhteistyössä pilotti-alueiksi valittujen kalatalousalueiden kanssa. Pilottialueille luotiin KHS:ien valmistelua tukevia, koko maahan yleistettävissä olevia toimintamalleja tarpeellisten paikkatietojen hankinnasta ja hyödyntämisestä. Rannikon pilottialueelta, Porvoon-Sipoon kalatalousalueen merialueelta, kerättiin kaikki KHS:n valmistelussa tarvittava paikkatieto, mukaan lukien maastokartoituksilla tuotettu koko alueen kattava aineisto kuhan lisääntymisalueista (Paloheimo ym. 2019). Sisävesillä pilottialueen muodostivat Päijänteen kaksi kalatalousaluetta, joissa keskityttiin tuottamaan (paikka)tietoa ja toimintamalleja täpläravun leviämisen hallintaan ja jokiravun suojeiluun, kaupalliseen kalastukseen hyvin soveltuvien ja kalataloudellisesti tärkeiden alueiden määrittämiseen sekä kalamerkintäaineistojen hyödyntämiseen KHS:n laadinnassa (Erkamo ym. 2019, Keskinen ym. 2019, Saura ym. 2019).

Töiden edistyttyä hyvin työpaketille asetettiin lisää tavoitteita. Lukessa oli samanaikaisesti valmistunut kalatalousalueille tarkoitettu KHS-runkoluonnos ohjamaan suunnitelmien valmistelua (Salminen ym. 2019). Tätä runkoluonnosta päätettiin käytännössä testata laatimalla Porvoon-Sipoon kalatalousalueelle ehdotus sen merialueita koskevaksi KHS:ksi. Saatujen kokemusten perusteella Luken KHS-runkoluonnokseen tehtiin useita korjauksia ja tarkennuksia.

Työpaketin päätulokset, ehdotus Porvoon-Sipoon merialueen KHS:ksi (Lappalainen ym. 2019), edelliseen liittyvä paikkatietomenetelmiä koskeva ohjeisto, raportti kaupalliseen kalastukseen hyvin soveltuvien alueiden määrittämisestä Päijänteelle, raportti rapuasioiden hallinnasta Päijänteen vesistössä sekä raportti taimenmerkintäaineistojen käyttömahdollisuuksista KHS-työssä on julkaistu Luken raporttisarjoissa syksyllä 2019. Loppusyksystä ilmestyi Suomen kalastuslehdessä käyttö- ja hoitosuunnitelmia koskeva teemanumero (7/2019), jossa työpaketin tulosten esittely oli isossa osassa.

Työpaketin yhteydessä tehtiin lisäksi merenhoidon toimenpideohjelmaan vuosille 2016–2021 sisältynyt arviointi rannikkolajien kalastuksen säätelyn nykyisestä riittävytydestä ja lisätarpeista. Arvio julkaistiin raporttina (Lappalainen ym. 2021) erityisesti tukemaan rannikkoalueen kalatalousalueiden KHS-työtä. Raportissa korostettiin hyvin perusteltujen alueellisesti ja paikallisesti toteutettavien lisääntymisaikaisten kalastusrajoitusten tarvetta. Kuhan kalastuksessa olisi tärkeää saada verkkojen silmäkokorajoitukset vastaamaan alamittoja, sillä iso osa saaliista pyydetään edelleen verkolla. Nahkiaisen osalta todettiin, että kalastuksen paikallista säätelyä on

syytä jatkaa, mutta jokialueiden välistä alueellista yhteistyötä säätelyn toteuttamisessa olisi perusteltua lisätä. Raportissa ehdotetut toimet edistäisivät tietoon perustuvaa kalastuksen säätelyä ja lisäävät rannikkolajeihin kohdistuvan kalastuksen kestävyttä. Ratkaiseva rooli alueellisen ja paikallisen säätelyn laadukkaassa toteuttamisessa ja onnistumisessa on kalatalousalueilla ja erityisesti niiden KHS:ien valmistelulla ja päivittämisellä.

5. Kalataloudellisten velvoitetarkkailujen kehittäminen

Kalataloudellisen velvoitetarkkailujärjestelmän toimintaa kehittämään asetettiin työryhmä jo vuonna 2005. Tästä huolimatta toimijoiden mielissä on kytenyt epäily järjestelmän toimivuudesta. Epäilyksiä on esitetty muun muassa siitä, että iso osa tarkkailuista ei tuottaisi niiden tavoitteena olevaa tietoa toiminnanharjoittajan kalatalousvaikutuksista ja että tarkkailuista ei olisi mainittavaa hyötyä myöskään kalatalousalueille. Työpaketin tavoitteena olikin tehdä asiasta kattava tilannekatsaus ja tarpeen mukaan laatia kehittämissuhteita. Työ toteutettiin vuosina 2020–2021.

Työn alussa tehdyn kartoituksen mukaan Suomessa oli vuonna 2020 käynnissä noin 380 vesilakiin tai ympäristönsuojelulakiin perustuvaa kalataloustarkkailua, joista yli 80 % kohdistui sisävesialueisiin. Valtaosassa tarkkailuja seurattiin toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia kalataloushaittoja, mutta 19 tarkkailussa oli mukana myös kompensatiotoimien tuloksellisuuden tarkkailua. Tarkkailuihin arvioitiin käytettävän vuosittain vähintään 2–3 miljoonaa euroa. Tarkkailuissa yleisimmin käytettyjä aineistonkeruumenetelmiä olivat kalastustiedustelu, sähkökoekalastus sekä verkkokoekalastus. Käynnissä olevista tarkkailuista otettiin tarkempaan tarkasteluun sata tarkkailuohjelmaa, joiden laatua arvioitiin viiden kriteerin perusteella. Lisäksi arvioitiin tarkkailujen raportoinnin laatua.

Tarkkailujärjestelmää vuonna 2005 kehittämään asetettu työryhmä määrittäi kehittämistyön tavoitteeksi kalataloudellisen velvoitetarkkailujärjestelmän, jossa huolellisilla ennakkosuunniteluilla ja laadukkaalla tarkkailutyöllä aikaansaadaan selkeästi raportoidut tulokset hankkeen kalatalousvaikutuksista. Tässä työpaketissa saatujen tulosten perusteella työryhmän asettama tavoite ei ole toteutunut ja työryhmän kehittämissuhteet eivät ole juuri siirtyneet käytäntöön. Yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta tarkkailujärjestelmä tuottaa edelleen heikosti tai ei ollenkaan luotettavaa tarkkailuaineistoihin perustuvaa tietoa toiminnan kalatalousvaikutuksista, joten alussa esitetty epäily järjestelmän toimimattomuudesta osoittautui oikeaksi. Tilanne on ongelmallinen sekä toiminnanharjoittajien että mahdollisten haitankärsijöiden oikeusturvan kannalta.

Osa heikkoa tilannetta ylläpitävistä ongelmista on sisäänrakennettu koko tarkkailujärjestelmään. Monet tarkkailuiden kohdevesistöistä ovat voimakkaasti hajakuormitettuja, jolloin yksittäisten pistekuormittajien kalatalousvaikutusten erottaminen muun kuormituksen vaikutuksista on usein käytännössä mahdotonta. Hajakuormittajilla ei ole tarkkailuvelvoitteita, vaikka niiden vaikutukset saattavat olla kertaluokkaa suurempaa kuin tarkkailuvelvollisten pistekuormittajien. Lisäksi luotettavien tietojen saaminen toiminnan vaikutuksista ainakaan kohtuukustannuksin on pääsääntöisesti hankalaa, kun oletetulta vaikutusalueelta ei yleensä ole edellytetty hankittavaksi tarkkailuaineistoja ajalta ennen toiminnan käynnistymistä.

Heikkoa tilannetta ylläpitää myös tarkkailuohjelmien yleisesti heikko laatu, joka johtaa väistämättä siihen, että myös tarkkailuraporttien anti jää vähäiseksi. Merkittävä syy heikkoon laatuun on se, että ELY-keskuksissa ei ole riittävästi resursseja ja osaamista vaatia tarkkailuohjelmilta ja -raporteilta kunnollista laatua. Halvimman tarjouksen yleensä voittaessa tarjouskilpailun tarkkailujen suunnittelu ja toteutus tehdään vaatimattomilla resursseilla.

Työpaketin tulokset julkaistiin kahdessa raportissa. Heikkinen ym. (2022) tarkastelivat tilastotieteen näkökulmasta kalataloustarkkailuissa kerättyjen aineistojen riittävyttä luotettavien johtopäätösten tekemiseen. Toisessa raportissa työpaketin tulokset vedetään yhteen ja esitetään konkreettisia ehdotuksia tarkkailuohjelmien ja koko tarkkailujärjestelmän kehittämiseksi (Lappalainen ym. 2022). Kehittämissuhteet ovat osittain vaihtoehtoja toisilleen ja osittain rinnakkaisia toisiaan tukevia. Huomiota kiinnitetään myös tarkkailuissa kerättävien aineistojen hyödyntämiseen vesienhoidon seurannassa sekä kalatalousalueiden tietotarpeisiin. Ehdotukset koskevat tarkkailuja toteuttavien konsulttien ohella myös mm. ELY-keskuksia sekä lupaviranomaisia. Joidenkin kehittämissuhteiden toteuttaminen saattaisi vaatia muutoksia vesilakiin ja ympäristönsuojelulakiin.

Tuloksia on viety käytäntöön toistaiseksi vain hyvin pieninä palasina mm. joidenkin uusien tarkkailuohjelmien hyväksymisen yhteydessä. Heikosti toimivan järjestelmän perinpohjainen uudistaminen edellyttäisi kuitenkin sitä, että järjestelmästä vastaava ministeriö ryhtyisi määrätietoisesti toimimaan asian edistämiseksi.

6. Laitostuneiden kalakantojen geneettisen perimän monimuotoisuus

Laitosviljelyn varassa olevien vaelluskalakantojen tila on nykyisellään erittäin heikko. Useiden laitoksessa viljeltyjen sukupolvien aikana lohi- ja taimenkantojen geneettinen materiaali on valikoitunut ominaisuuksiltaan sellaiseksi, että istukaspoikasten kyky selviytyä luonnossa on merkittävästi heikentynyt. Laitosympäristö suosii toisenlaisten yksilöiden menestymistä kuin luonnon ympäristö, ja laitoksessa ihmisten toimesta tehdyn valinnan seurauksena istukaspoikasten geneettinen monimuotoisuus on kaventunut. Laitoksissa viljeltyjen kalakantojen emokalastoja ei ole pystytty uudistamaan luonnosta ja uudetkin emokalastot on jouduttu perustamaan vanhoista laituskannoista, joten haitalliset vaikutukset ovat nopeutuneet ja kertautuneet vuosien aikana. Erityisen voimakkaasti emokalastojen laitostumisesta kärsii Oulujoen vesistön järvivaeltainen taimenkanta sekä äärimmäisen uhanalainen Saimaan järvilohi, joiden kannat ovat olleet vuosikymmeniä istutusten varassa.

Ohjelmassa toteutettiin useita tutkimuksia laitostuneiden taimen- ja lohikantojen geneettisen perimän monimuotoisuuden lisäämiseksi ns. villiyyttämällä, eli kontrolloidusti risteyttämällä laitostuneita kantoja vielä jäljellä olevien geneettisesti monimuotoisempien kantojen kanssa. Villiyyttämisellä pyritään parantamaan poikasten edellytyksiä selviytyä luonnonoloissa istutuksen jälkeen. Risteytyspoikasten elinkyvyn selvittämiseksi niitä altistettiin luonnon valinnalle niiden muuntuneiden tai heikentyneiden vaellus-, kasvu- ja taudinsieto-ominaisuuksien palauttamiseksi sekä istukkaiden luonnossa menestymisen parantamiseksi. Saatujen tulosten odotetaan lisäävän mahdollisuuksia pelastaa jäljellä olevat uhanalaiset ja vaarantuneet vaelluskalakannat sekä parantavan kalakantojen kotiutumista niitä varten ennallistettuihin kohteisiin.

6.1. Järvitaimenen hoitokannan villiyttäminen

Oulujoen vesistön taimenen laitoshoitokantaa ei ole pystytty uudistamaan luontaisen elinkierron läpikäyneillä kutukaloilla vuosikymmeniin. Geneettisten selvitysten perusteella Oulujärven vaeltavaa taimenta edustava laituskanta onkin selvästi erillinen alueen villeistä paikallisista taimenkannoista, kun taas Oulujoen vesistön jäljellä olevat luontaiset taimenkannat ovat merkittävästi erilaistuneita toisistaan (Lemopoulos ym. 2018a, 2019a, Hyvärinen ym. 2022).

Oulujoen vesistöön istutuksia on tehty useiden eri vesistöalueiden taimenilla, mutta näiden vieraiden kantojen yhteys vuosien mittaan heikentyneeseen istutustulokseen ei ole selkeä. Esimerkiksi Oulujärven taimenen laituskannan risteytyessä vieraan laitospärisen taimenkannan kanssa tuloksena ovat risteytyspoikaset kärsivät kohonneesta kuolleisuudesta ja heikosta kasvusta (Alioravainen ym. 2018, 2020a, Ågren ym. 2019). Sen sijaan Oulujoen vesistön järvivaelteisen taimenen laituskannan risteytyminen saman alueen paikallisten villien taimenkantojen kanssa ei tulosten perusteella uhkaa risteytyspoikasten elinkykyä vaan vahvistaa niiden selviytymisominaisuuksia. Lisäksi poikasista, joiden vanhemmista toinen oli paikallisesta villistä taimenkannasta ja toinen laituskannasta, selviytyi enemmän haukien saalistukselta verrattuna poikasiin, joiden molemmat vanhemmat olivat laituskannasta pärisin (Alioravainen ym. 2018).

Istutustuloksen parantamiseksi Oulujoen vesistön laitostuneeseen taimenen hoitokantaan on tuotu uutta villimpää perimää risteyttämällä vaeltavaa laituskantaa villien, paikallisten taimenten kanssa. Nämä paikalliset kannat voivat osittain olla alkuperältään purotaimenia, joiden kasvuominaisuudet ja vaellustaipumus saattavat olla heikompia kuin järvi-vaelteisella taimenella. Kokeellisissa tutkimuksissa villeistä purotaimenemoista tuotetut poikaset kasvoivatkin sekä allasoloissa että luonnonlammissa laitostaustaisiin järvitaimeniin verrattuna keskimäärin heikommin. Kun laituskannan naaras risteytettiin villin purotaimenkoiraan kanssa, kasvoivat jälkeläiset kuitenkin vastaavasti kuin puhtaat järvitaimenet (Vainikka ym. 2021).

Tutkimuksissa havaittiin myös, että yksilön perimä on yhteydessä sen vaelluskäyttäytymiseen (Lemopoulos ym. 2018b, 2019b). Lisäksi villien paikallisten taimenten jälkeläiset vaeltavat selvästi heikommin kuin järvitaimenten vaelluspoikaset (Vainikka ym. 2023). Tämä tulee ottaa huomioon vaellustaimenen laituskantoja uudistettaessa. Käytettäessä jokipoikasista hoitokannan uudistamiseen poikasista ei pystytä ulkoisesti havaitsemaan esimerkiksi niiden vaellusominaisuuksia. Tällaisessa tapauksessa emokalastoon käytettävien kalojen vaellustaipumus tulisi selvittää kokeellisesti etukäteen. Varmempaa olisikin pyydystää emokalastoon käytettäviä taimenia jokisuusta niiden lähdejoesta syönnösvaellukselle kuin käyttää uudistamisessa jokipoikasista. Käytännössä tämän toteuttaminen on kuitenkin usein mahdotonta, koska vaelluspoikasista tai jokeen nousevia emokaloja ei ole saatavilla.

Tutkimustulosten perusteella alueen oman taimenkannan käyttö istutuksissa on erityisen tärkeää silloin, kun alueelle pyritään palauttamaan taimenkannan luontaista lisääntymiskiertoa. Oulujoen vesistöalueen kalataloustoimijoiden kesken linjattiinkin vuonna 2019, että alueen taimenistutuksissa siirrytään käyttämään pelkästään vesistön omaa taimenkantaa, jota on villiytetty vesistön alkuperäisillä taimenkannoilla. Hoitokannan villiyttämistä varten järvitaimenen luontaisesta lisääntymisestä peräisin olleita taimenia löydettiin kahdeksasta joesta eri puolilta vesistöaluetta. Kalojen geneettinen selvitys osoitti, että selvityksessä mukana olleet paikalliset villit kannat eivät vielä olleet juurikaan sekoittuneet vieraiden istutuskantojen kanssa (Hyvärinen ym. 2022). Ennen laajamittaisempaa käyttöä villiytettyjen taimenten vaellusominaisuuksia tulee kuitenkin selvittää, ja hoitokannan emokalastosta poistaa yksilöt, joilla ei ole tarvittavia vaellustaipumuksia.

Eryteisesti silloin, kun purokunnostuksilla halutaan luoda ja palauttaa taloudellisesti arvokkaita vaeltavia taimenkantoja kutemaan puroihin, tarvitaan vaeltavia suurikokoisia naaraita. Yhtenä osana Oulujoen vesistön taimenen villiyttämistä on toteutettu sukukypsien taimenten kotiusistutuksia Oulujokisuussa kunnostettuihin Hupisaarten puroihin (Härkönen ym. 2022). Taimenia, jotka vielä toistaiseksi ovat olleet villiyttämätöntä alkuperää, on istutettu jokivesistöihin, joissa niiden toivotaan valikoituvan, kasvavan ja lisääntyvän mahdollisimman luonnonomukaisesti. Jatkossa luonnonvalinnan ja syönnösvaelluksen läpikäyneiden villiytettyjen kutukalojen avulla pyritään parantamaan istutuspoikasten menestymistä luonnossa, ja siten lisäämään mahdollisuuksia vaellustaimenen luontoon palauttamisessa eri puolilla vesistöä. Esimerkiksi Hupisaarille palaavista kutukaloista toivotaan tulevaisuudessa saatavan emokalastoa Oulujoen oman merivaelteisen taimenen hoitokannan perustamiseen.

Ympäristöohjelmassa oli tavoitteena jo hankkeen aikana siirtää käytäntöön tutkimustietoon perustuvia ja hyviksi todettuja käytäntöjä. Tästä on hyvänä esimerkkinä Oulujoen vesistön alueella saatujen tutkimustulosten välitön hyödyntäminen alueen taimenkantojen hoidossa (Kuva 11). Vieraiden taimenkantojen istuttaminen lopetetaan ja istutuksiin käytetään jatkossa vain alueen omia villiytettyjä toimijoiden yhteisrahoituksella perustettavia taimenen

hoitokantoja. Muutos istutuskäytännöissä onkin jo toteutumassa, sillä vuosina 2020–2021 vesistön omaa järvitaimenkantaa käytettiin jo lähes 50 % kaikista istutuksista. Vuonna 2022 järvitaimenen tärkeimmän alueen, Hyrynsalmen reitin, velvoiteistutuksissa käytettiin ainoastaan Oulujoen vesistön omaa järvitaimenkantaa (Montan Lohi Oy). Oulujoen vesistön menettelyjen soveltamisella odotetaan olevan kiinnostusta laajemminkin.



Kuva 11. Oulujoen vesistöalueen kalataloustoimijoiden kesken linjattiin alueen taimenistutuksessa käytettävän jatkossa pelkästään vesistön omaa taimenkantaa, jota on villiytetty vesistön alkuperäisillä taimenkannoilla. Siirtymä tapahtuu vähitellen ja kokonaan sen odotetaan toteutuvan vuonna 2025.

6.2. Järvilohen elinvoimaisuuden parantaminen

Äärimmäisen uhanalaiseksi luokitellun Vuoksen vesistön järvilohen luonnollinen lisääntyminen on ollut jo vuosikymmeniä olematonta, ja nykyinen laitoskanta perustuu alun alkaenkin vain noin 10 emoyksilöön. Pitkään jatkunut emokalojen alhainen määrä on kaventanut järvilohen perimää huomattavasti, ja sisäsiittoisuus heikentää säilytysviljelyllä ylläpidettävän kannan elinkykyä. Hyvin vähäisen yksilöiden välisen perinnöllisen vaihtelun takia järvilohella ei ole juurikaan potentiaalia sopeutua esimerkiksi ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin tai muuntuviin kalatauteihin. Puhtaan järvilohen menetettyä geneettistä monimuotoisuutta ei saada enää itsestään takaisin. Mahdollisuuksia järvilohen perimän monipuolistamiseksi tutkittiin risteyttämällä sitä läheisimpien merilohikantojen (Tornionjoen ja Nevanjoen) kanssa ja risteytysten elinvoimaisuutta selvitettiin useissa tutkimuksissa. Tarkoituksena oli selvittää risteyttämisen mahdollisia hyödyllisiä ja haitallisia vaikutuksia järvilohen elinkykyyn.

Meri- ja järvilohiristeymien varhaista selviytyvyyttä, käyttäytymispiirteitä ja alttiutta saalistukselle tutkittiin verrattuna puhdaskantoihin. Hedelmöittymis- ja haudontatuloksen suhteen ei risteyttämislle havaittu esteitä (Eronen ym. 2021). Samassa tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, että merilohikoirailla hedelmöitettyjen järvilohinaaraiden jälkeläiset selvisivät puhtaita järvilohia paremmin sekä mädin haudonnan että pienpoikasvaiheen yli. Istutuskokeessa järvilohien poikasten havaittiin olevan rohkeampia tutkimaan uutta elinympäristöään sekä vähemmän herkkiä stressille kuin merilohien jälkeläiset. Järvi- ja merilohen risteymät olivat odotusten mukaisesti välimuotoisia (Eronen ym. 2023). Vertailevia istutuskokeita PIT-merkityillä kaloilla toteutettiin Puulassa, Päijänteessä ja Suonteessa vuosina 2020 ja 2021. Koeistutusten tuloksia ei kuitenkaan ollut vielä saatavilla tätä raporttia kirjoitettaessa.

Saatujen tutkimustulosten perusteella järvilohen elinvoimaisuus kasvatuksen aikana sekä istutusmenestys saattaisi parantua, mikäli järvilohikantaan risteytettäisiin merilohta. Käytännössä

tämä tarkoittaisi esimerkiksi toisen tai useamman sukupolven takaisinristeymien istuttamista, eli järvilohia joiden toinen isovanhempi olisi merilohi. Jatkotutkimuksia varten toisen sukupolven takaisin risteytettyä mätää tuotettiin syksyllä 2022 [Luken Kainuun kalantutkimusasemalla Paltamossa](#). Tuolloin järvilohen ja merilohen risteymäkoiraiden maidilla hedelmöitettiin puhtaiden järvilohien mätää.

Vesihome ja muut kalataudit aiheuttavat laitostumisen ohella lisähaasteita erityisesti järvilohen emokalastojen ylläpidolle. Vesihomeita esiintyy makeissa vesissä ympäri maailman ja erityisesti *Saprolegnia parasitica* -vesihomelaji on yleisimmin eristetty lohikalojen vesihomeinfektioista. Järvilohen elinkyvyn heikkeneminen mm. tautien heikon sietokyvyn takia on jo johtanut siihen, että elvytysistutuksiin tarkoitetun laitosmädin tuotannossa oli taukoa tai huomattavaa vajausta tarpeeseen verrattuna seitsemän vuoden ajan (2016–2022). Tilanne johtuu osittain järvilohen suppeasta geeniperimästä, johon ratkaisuja on haettu risteyttämisen lisäksi erilaisilla kasvatusmenetelmillä (Kappale 7). Risteytyskaloilla tehdyissä testeissä havaittiin, että järvi- ja merilohen risteymien sietokyky laitoskasvatuksessa tyypilliselle flavobakteeritartunnalle oli parempi kuin puhtaiden järvilohien sietokyky (Klemme ym. 2021). Sen sijaan järvilohen tapaan vain makeassa vedessä esiintyvän kaihia aiheuttavan *Diplostomum pseudopathaceum*-loisen altistuksessa risteymien sietokyky oli puhtaita järvilohia heikompaa. Positiivisten ja negatiivisten vaikutusten merkitystä tulee arvioida huolellisesti ennen kuin risteymiä käytetään järvilohikannan elvyttämiseen Vuoksen vesistöissä.

Virikekasvatusmenetelmän havaittiin puolestaan parantavan merkittävästi järvilohen selviämistä *Ichthyobodo necator* -ulkoloisen sekä flavobakteerin aiheuttamista infektoista poikasten ensimmäisen vuoden aikana standardikasvatukseen verrattuna (Janhunen ym. 2021). Höytiäiseen tehdyt merkintäistutukset puolestaan osoittivat, että kolmivuotiaana istutetuilla järvilohilla virikekasvatettujen pyydystettävyyden passiivipyydyksillä (lähinnä nailonverkoilla) oli kokonaisuudessaan merkitsevästi standardikasvatettuja kaloja suurempi, ja lisäksi virikekasvatetut poikaset tulivat pyydetyksi vapavälineillä (uistelemalla) merkitsevästi standardikasvatettuja aiemmin (Kuva 12). Tulokset viittaavat virikekasvatettujen järvilohien korkeampaan uinti- ja ravinnonhakuaktiivisuuteen standardikasvatettuihin verrokkeihin verrattuna. Kaksivuotiaana istutetuilla järvilohilla vastaavia pyydystettävyyseroja ei kuitenkaan ilmennyt.

Vaikein ja akuutein tautiongelma on tällä hetkellä vesihome, johon ei ole käytettävissä hoitokeinoja. Suurin osa kalanviljelylaitosten emokaloista kuolee vesihomeeseen ennen kuin ne tuottavat mätää ja siksi myös elvytysistutukset jäävät toteutumatta. Kun istutukset vähenevät, myöskään luonnosta pyydetyistä emokaloista ei saada tarpeeksi mätää poikaskasvatukseen ja elvytysistutuksiin. Samalla luontaista lisääntymistä tapahtuu tuskin ollenkaan. Emokalaston vesihomeongelman ratkaiseminen onkin lähitulevaisuuden tärkein tehtävä järvilohen pelastamisen toimenpiteissä.



Kuva 12. Virikekasvatuksen vaikutuksia järvilohilla tutkittiin Höytiäiseen tehtyjen istutuskokeiden avulla. Kuva: Matti Janhunen, Luke.

6.3. Merilohen hoitokantojen villiyttäminen

Itämereen laskevissa suomalaisjoissa oli alun perin 20 merilohikantaa, joista alkuperäisinä ovat luonnossa säilyneet vain Simo- ja Tornionjokien kannat. Myös rakennettujen ja säännöstelltyjen jokien lohien luonnonkierron ennallistamiseen tähtäviä hankkeita on toteutettu useita mm. Kemijoella, Iijoen ja Oulujoella, joissa on huomioitava, että jokien istutuksiin ei ole enää saatavilla paikallista, luonnossa lisääntyvää lohikantaa. Esimerkiksi Kemijoella ei ole käytössä lainkaan omaa istutuskantaa ja Oulujoella lohi-istutukset tehdään viljelykannalla, jonka perustana on Oulujoen oma lohikanta mutta siihen on myöhemmin sekoitettu useampaa Perämeren alueen lohikantaa. Kuitenkin Iijoen lohikanta on alkuperäinen ja sitä ylläpidetään säilytysviljelyn ja istutusten avulla.

Ympäristöohjelmassa testattiin laajamittaisten istutusten sekä kokeellisten tutkimusten avulla, voitaisiinko risteyttäminen ottaa osaksi myös merilohen emokalastojen villiyttämistä. Esimerkiksi Oulujoella toteutetuissa vertailutesteissä selvitettiin eri alkuperää olevien lohikantojen tuottavuutta istutuskaloina. Tällaisen lohikantavertailun tavoitteena on selvittää, voitaisiinko Oulujoella käyttää istutuskantana nykyisen sekakannan sijaan tai sen ohella toista, mahdollisesti paremmin tulosta tuottavaa risteymäkantaa, jossa Oulujoen lohien laitoskantaa risteytetään villillä Torniojoen lohella.

Perimän vaikutuksia tutkittiin loistautien vastuskykyyn (Klemme ym. 2022), poikasten vaellusominaisuuksiin (Niemelä ym. 2022), sekä sukukypsyysikään ja siten myös lohien koon

vaihteluun (seuranta jatkuu edelleen). Eri merilohikantojen välillä havaittiin merkittävää vaihtelua loisten välttämässä, resistenssissä ja toleranssissa sekä näiden riippuvuuksissa, mikä tulee ottaa huomioon risteytysten vaikutuksia arvioitaessa (Klemme ym. 2020). Lisäksi tutkimuksissa havaittiin, että siirto kylmään veteen (5 C°) vähensi diplostomum loisen lohien poikasille aiheuttamia vaurioita verrattuna kaloihin, joiden kasvatusveden lämpötila säilyi 16 C°:ssa (Klemme ym. 2021). Tuotantomittakaavan kasvatus- ja istutuskoe risteytetyillä Oulujoen ja Torniojoen lohilla toteutettiin Montan Lohi Oy:n kalanviljelylaitoksella. Istutuskoe risteytysryhmien kaloilla (16000 PIT-merkittyä kalaa) käynnistettiin v. 2020 Oulujoella, mistä lähtien merivaellukselta palaavia kaloja on seurattu [Sateenvarjo III -hankkeen](#) yhteydessä Merikosken alueelle sijoitetuilta PIT-antenneilta. Luonnosta saatua aineistoa PIT-merkityistä kaloista on toistaiseksi saatu odotettua vähemmän, mutta seuranta ja aineiston analysointi jatkuu vuoteen 2024 saakka.

6.4. Hoitokantojen monimuotoisuuden säilyttäminen

Vaelluskalojen palauttamishankkeet perustuvat niiden luonnollisen elinkierron ennallistamiseen, jolloin istutuksista voitaisiin luopua kokonaan. Vielä tässä vaiheessa vaelluskalakantojemme tilanne on kuitenkin niin heikko, että istutuksilla voidaan tukea luonnonkierron ennallistamista. Pitkään pelkän laitosviljelyn menetelmillä ylläpidetty ja tuotettu mäti ei ole kustannustehokasta luontoon palauttamisen tai istukaspoikasten kasvatuksen ja saalistuottavuuden kannalta. Kalat, jotka eivät selviä lisääntymisikään tai ovat muutoin lisääntymiskyvyttömiä, eivät tue kalakannan luontaisen kierron elvyttämistä. Resurssien vähentyessä sekä luontoon palautettavien ja säilytettävien kalakantojen toimenpiteitä tulee saada selvästi nykyistä kustannustehokkaammaksi. Siksi nykyisten säilytysviljelymenetelmien rinnalle tarvitaan uusia kustannustehokkaita menetelmiä istukaspoikasten alkumateriaalin villiyttämiseksi. Ohjelman yhtenä päätavoitteena olikin luonnossa selviytymisen kannalta oleellisten geenien talteenotto ja säilytysmenetelmien optimointi, sekä emokalojen säilytystapojen monipuolistaminen ja parempi hyvinvointi, ja siten parempi mädin laatu ja poikasten elinkyky.

Laitosemokaloista tuotetun mädin laadussa on suuria kantakohtaisia ja vuosien välisiä vaihteluja. Tällä voi olla suuria seurannaisvaikutuksia poikasviljelyn kannattavuuteen ja istutuspoikasten menestymiseen. Monimuotoisestakin laitosmädistä puuttuu luonnonvalinnan vaikutus ja suuri osa laitosoloissa selviytyvästä mätimateriaalista voi olla sellaista, ettei sillä ole edellytyksiä menestyä luonnossa.

Osana ympäristöohjelmaa kehitettiin uusia, aiempaa luonnonmukaisempia (mm. ympäristö ja ravinto) emokalojen perustamis- ja säilytysviljelymenetelmiä emokalojen säilyvyyden sekä mädin ja poikasten laadun parantamiseksi. Tavoitteena oli myös testata näitä vaihtoehtoisia säilytysmenetelmiä sekä kontrolloidusti luontoa simuloivissa kokeellisissa ympäristöissä että luonnonvesissä. Testauksissa esimerkiksi lisättiin jo kasvatuksen aikana luonnollista kuolleisuutta aiheuttavia tekijöitä, millä pyrittiin suosimaan ja säilyttämään ”villejä” hyviä geenejä, jotka edesauttaisivat poikasia sopeutumaan luonnonoloihin istutuksen jälkeen. Myös järvilohista pyrittiin kasvattamaan emokalastoa ja istukaseriä PIT-merkityillä kaloilla emokalojen säilytystapojen monipuolistamiseksi ja istutuskalojen menestymisen parantamiseksi. Kokeissa havaittiin mädin kuolleisuuden olevan suurinta sorahaudonnassa, mutta lopulta pienin kasvatettaessa sorahaudottuja poikasia virikealtaassa kahden ensimmäisen kasvukauden aikana.

Jatkossa emokalastojen uusimista ja/tai perustamista varten mätiä voitaisiin hautoa ja poikasia alkukasvattaa kontrolloidusti luontoa simuloivissa kokeellisissa ympäristöissä. Tällöin

kalastoon vaikuttaisi luonnonmukaisempi valinta kuin normaalissa laitospesätyksessä. Vaihtoehtoisesti alkuvaiheiden luonnollinen kuolleisuus voidaan toteuttaa luonnonvesissä esimerkiksi siten, että emokalojen annetaan lisääntyä luonnonvaraisesti ja syntyneet poikaset, jotka ovat läpikäyneet alkuvaiheen luonnonvalinnan, pyydetään ja siirretään takaisin laitospesätykseen tulevien emokalastojen perustamista varten.

Myös kalastus vaikuttaa valikoivasti kalayksilöiden eri piirteisiin, kuten kasvuun (Vainikka ym. 2021). Kalastus myös kaventaa vaihtelua seuraavan sukupolven poikasten käyttäytymisessä (Alioravainen ym. 2020b) ja aineenvaihdunnassa (Prokkola ym. 2021). Kalastusvalinnan seurauksena kudulle palaavien kalastukselta välttyneiden yksilöiden, ja siten emokalastoihin pyydetävissä olevien yksilöiden monimuotoisuus saattaa olla kaventunut. Esimerkiksi järvi-taimenen vaellustaipumuksen takaamiseksi poikasia emokalastoihin tulisi pyydystää osaksi jo esimerkiksi smoltivaelluksen aikana ennen kuin syönnösalueilla tapahtuva kalastuskuolleisuus karsii kantaa voimakkaasti.

7. Luonnossa menestyvien istukkaiden tuotanto- ja istutusmenetelmien kehittäminen

Kalakantojen elinvoimaisuus pyritään tulevaisuudessa varmistamaan ennallistamalla kalojen luontaista lisääntymistä. Koska vaelluskalakantojemme tilanne on heikko, istutuksia tarvitaan vielä tässä vaiheessa hävinneiden tai heikentyneiden kalakantojen palauttamisessa tai elvyttämässä. Kuten kappaleessa 6 jo todettiin, pitkään laitosisviljelyn varassa olevat uhanalaiset kalakannat ovat istutuksista huolimatta heikossa tilassa, ja siksi aiempaa paremmin menestyvien istutuspoikasten kustannustehokkaiden tuotanto- ja istutusmenetelmien kehittäminen sekä menetelmien siirtäminen käytäntöön on erittäin tärkeää.

7.1. Tuotantomenetelmät

Tuloksellinen istutustoiminta riippuu monista tekijöistä, joista istutuspoikasen perimän ohella tärkeimpiä ovat kalan laituskasvatuksen aikana saamat ominaisuudet. Kalan ominaisuuksiin vaikuttavat niiden kasvatusympäristö, ravinto sekä istutettavien poikasten käsittely kasvatuksen ja istutuksen aikana. Jo ympäristön pienillä rakenteellisilla muutoksilla voidaan vaikuttaa poikasten kasvatuksenaikaiseen hyvinvointiin ja terveyteen (Karvonen ym. 2021), ja se voi vaikuttaa merkittävästi myös siihen, kuinka poikaset käyttäytyvät ja menestyvät istutuksen jälkeen (mm. Janhunen ym. 2022, Juutinen 2021, Hatanpää ym. 2020, Yaripour ym. 2020).

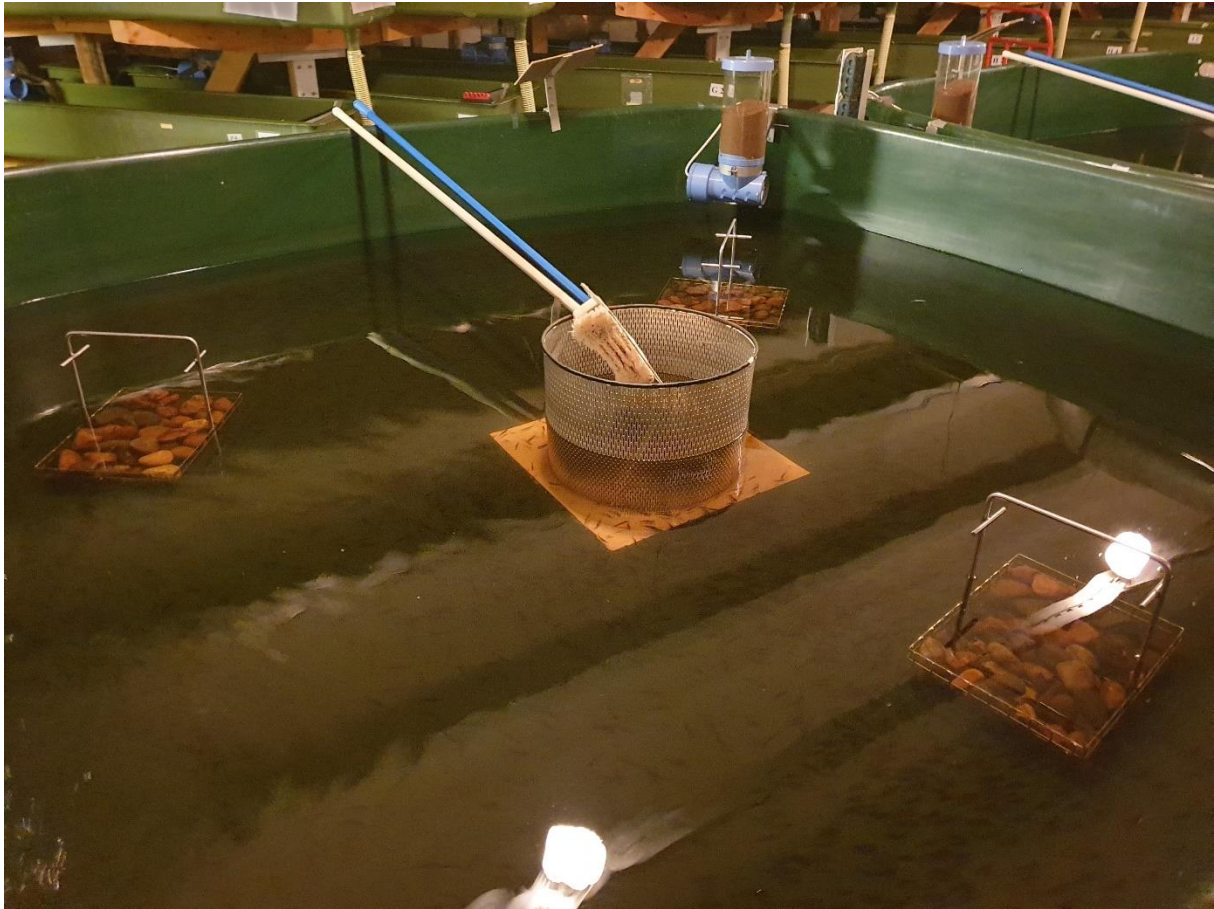
Luontoa jäljittelevällä virikekasvatuksella luonnon olosuhteita jäljitellään mm. vaihtelemalla veden virtausnopeutta, -suuntaa ja korkeutta sekä sijoittamalla altaaseen suojapaikkoja tarjoavia rakenteita kuten luonnonkiviä ja suojakatteita. Virikekasvatuksella todettiin olevan positiivisia vaikutuksia kalojen kasvatuksen aikaiseen hyvinvointiin ja eloonjääntiin. Kasvatuksen aikana virikealtaissa kasvatettujen kalojen kuolleisuus ja loismäärät ovat alhaisempia ja vastustuskyky parempi kuin vastaavissa standardialtaissa kasvatetuilla kaloilla (Karvonen ym. 2016, Karvonen ym. 2021).

Havaittavat vaikutukset voivat olla lajikohtaisia ja riippua myös kalojen iästä, tutkittavasta ominaisuudesta sekä virikkeistämisen kestosta. Kuitenkin viidellä meritaimen ja -lohikannalla tehdyssä virikekasvatuskokeessa havaittiin, että kivien lisääminen kasvatusaltaisiin lisäsi merkittävästi kalojen selviytymistä flavobakteeri-infektiosta luonnollisen taudinpurkauksen aikana lähes kaikilla tutkituilla kannoilla (Räihä ym 2019). Myös tuotantomittakaavan kokeissa (Voimalohi Oy:n Raasakan kalanviljelylaitos) virikekasvatuksella on ollut vaikutusta merilohen poikasten tautien sietokykyyn ja se on vähentänyt antibioottihoitojen tarvetta. Eri kasvatuskokeiden välillä virikekasvatuksen vaikutuksissa on kuitenkin ollut vaihtelua eivätkä vaikutusmekanismit ole yksiselitteisiä. Jossakin virikealtaassa koekasvatuksen aikana havaittiin myös suurempaa kuolleisuutta kuin rinnakkaisessa normaalissa kasvatusaltaassa esimerkiksi valkopilk-kutaudin yhteydessä, kun taas toisessa kasvatuskokeessa tulos oli päinvastainen.

Virikekasvatuksen on todettu parantavan istukaspoikasten laatua ja selviytymistä luonnossa. Virikkeellisessä ympäristössä kasvatetut poikaset oppivat hyödyntämään paremmin luontaista ravintoa ja välttämään tehokkaammin petojen saalistusta istutuksen jälkeen verrattuna normaalisti kasvatettuihin kaloihin. Ravinnonkäyttöön liittyvässä kokeessa sekä virikekasvatetuille että standardikasvatetuille taimenen istukaspoikasille tarjottiin normaalin rehun lisäksi lisäruokintana eläviä mustakärpäsen toukkia (Kortet ym. 2022). Tämä ravinnon

monipuolistamisen vaikutusta selvittävä koe osoitti, että virikekasvatetut kalat oppivat nopeammin hyödyntämään luonnonmukaista ravintoa, tässä tapauksessa karpäsen toukkia.

Virikekasvatusta on sovellettu tuotantomittakaavan istukaspöikasten kasvatukseen yhteistyössä Luken ja kalanviljely-yritysten kanssa (Kuva 13). Eri laitoksilla järjestetyissä kokeissa ([Voimalohi Oy](#); Iijoen ja Kemijoen istukkaat, [Montan Lohi Oy](#); Oulujoen istukkaat, Luke; Inarijärven istukkaat) on pyritty optimoimaan ja kehittämään virikerakenteita ja -materiaaleja, jotka helpottaisivat kasvatuksen aikaista työtä, mutta säilyttäisivät virikekasvatuksen positiiviset vaikutukset.



Kuva 13. Erilaisia virikekasvatusrakenteita testattiin Voimalohi Oy:n Raasakan ja Ossauskosken kalanviljelylaitosten poikasaltaissa. Kuva: Kari Pukkila, Voimalohi Oy.

Raasakan kalanviljelylaitoksen kokeissa on mm. vertailtu standardikasvatusta, aiemminkin käytössä ollutta virikekasvatusta ja ns. kevytvirikekasvatusta. Tarkoituksena on ollut selvittää, saadaanko selvästi tavallista pienemmällä kivien tai suojakatteiden määrällä vastaava vaikutus kuin voimakkaammalla virikkeellistämällä. Virikerakenteiden käsittelyn helpottamiseksi on myös testattu elementtejä, missä kivet ja suojapaikkalevyt on kiinnitetty yhtenäisiin korirakenteisiin (Ossauskoski, Raasakka ja Luke Inari). Lisäksi virikerakenteiden ja -materiaalien vaikutusta selvittävässä kokeessa on tutkittu, pysyvätkö muovitetut kivet normaalikiviä helpommin puhtaina ja onko kivien pinnoituksella positiivinen vai negatiivinen vaikutus kalojen elinkykkyyn (Luke Paltamo). Nämä kasvatuskokeet ovat vielä osittain käynnissä, joten niiden tulokset eivät olleet vielä valmiita raportoitavaksi tätä raporttia kirjoitettaessa.

Luken Paltamon tutkimusasemalla kehitettyä virikekasvatuksesta, jossa monipuolisella virikeistämällä normaalin altaan kasvatusympäristö pyritään luonnonmukaistamaan ja monipuolistamaan (Hyvärinen ym. 2015), suositellaan käytettäväksi erityisesti lohen ja taimenen elvytysistutuksia varten kasvatettavien jokipoikasten tuotannossa. Menetelmässä on ollut käytössä altaan pohjalle asetetut luonnon kivet suojapaikkoina, varjostusta lisäävät suojakatteet sekä veden virtausnopeuden, suunnan ja korkeuden muutokset. Menetelmän positiiviset vaikutukset on todettu hyödyllisiksi niin poikasten kasvatuksen aikana kuin istutuksen jälkeen useissa kokeellisissa testeissä ja istutuskokeissa (mm. Rodewald et al. 2011, Hyvärinen & Rodewald 2013, Karvonen ym. 2016). Tällä hetkellä on käynnissä kasvatus- ja istutuskokeita, joissa virikekasvatusmenetelmää on yksinkertaistettu helpottamaan tuotantomittakaavan kasvatustyötä. Käynnissä olevien istutuskokeiden tulokset ovat ratkaisevia, kun arvioidaan ovatko kasvatustyötä helpottamaan tarkoitetut virikekasvatusmenetelmän monipuolisuutta karsivat muutokset (virtausnopeuden ja veden korkeuden vaihtelun poistaminen, suojapaikkojen vähentäminen sekä käsittelyä helpottavien kivikorien käyttö) aiempaan verrattuna kustannustehokaita ja hyödyllisiä, vai ovatko ne heikentäneet liiaksi menetelmän positiivisia vaikutuksia.

7.2. Istutusmenetelmät

Tulokselliset istutukset tulisi myös ajoittaa oikein ja toteuttaa vaellusvalmista poikasta suosivalla tavalla. Vaelluspoikasen stressittömämpää, omaehtoista ja oikea-aikaista vapautusta on kehitetty ympäristöohjelman aikana Montan ja Raasakan kalanviljelylaitosten yhteyteen rakennettujen vapautusaltaiden avulla. Altain toimivuutta on tutkittu esikokeilla Oulujokeen ja Iijokeen vaelluksille lähtevillä PIT-merkityillä lohismolteilla. Tekniikan avulla selviää kalojen yksilötiedot, vapautusaltaasta poistumisen ajankohta ja vastaavasti jokeen normaalein istutusmenetelmin siirrettyjen kalojen tiedot. Tulevien saalis- ja merkkipalautteiden perusteella voidaan arvioida, menestyvätkö altaasta vapaaehtoisesti poistuneet kalat paremmin kuin ne, jotka siirrettiin jokeen tankkiautokuljetuksen sekä muiden normaalien istutukseen liittyvien käsittelyjen avulla. Hyvin toimiessaan vapautusaltaiden avulla toteutettu kalojen vapautus mahdollistasi luonnonmukaisemman istutuskalojen tuotantomittakaavan istutuksen, jossa huomioidaan kalayksilökohtaisesti sopivin vapautusajankohta ja -ikä.

Yhtenä osana luontaisempaa istutustapaa ovat myös vaelluskalakantojen mäti-istutukset. Menetelminä on usein käytetty istutusputkea tai erityyppisiä mätirasioita, mutta puutteena on ollut ko. istutustavan standardisointi. Osaltaan tämä on johtunut suuresta luontaisesta vaihte- lusta istutustuloksissa. Kokeellisissa, kontrolloiduissa olosuhteissa tehdyissä mäti-istutuksessa verrattiin kolmea eri menetelmää: 1. suora istutus sorapohjalle, 2. istutus muovisessa rasiassa, 3. istutus biohajoavassa rasiassa (Hyvärinen 2017). Poikasistutus (kesäkuun alku) tehtiin kaksi kuukautta myöhemmin kuin mäti-istutus (huhtikuun alku). Kokeessa arvioitiin istukkaiden eloonjäanti ja kasvu luonnonravinnolla istutusmenetelmien välillä niiden ensimmäisen kasvu- kuukauden aikana. Poikasena istutettujen kalojen eloonjäanti oli yli 7 kertaa suurempi kuin mäti-istutuksista selvinneiden osuus. Biohajoavan mätirasian istutuksessa poikasten selviyty- minen oli 4,2 kertaa suurempi kuin suorassa mäti-istutuksessa ilman rasiaa ja 8,3 kertaa suu- rempi kuin muovisessa mätirasias- ssa tehdyssä istutuksessa. Koeolosuhteissa toteutetussa istu- tuskokeessa kuoriutuneina poikasina istutetut kalat selviytyivät ylivertaisesti verrattuna mä- tinä noin kaksi kuukautta aiemmin istutettuihin poikasiin verrattuna.

Koe-olosuhteet eivät kuitenkaan vastaa täysin luonnon tilannetta ja siksi vastaavia rinnakkai- sia istutuskokeita tulisi toteuttaa myös erilaisissa luonnon jokiolosuhteissa. Vuosina 2021–

2026 toteutetaankin laaja Voimalohi Oy:n ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyötutkimus Ounasjoen kolmessa sivujoessa (Kuva 14). Tutkimuksessa vertaillaan syksyllä istutetun mädin, kesäkuun lopulla istutettujen 0-vuotiaiden poikasten sekä 1-vuotiaiden poikasten tuloksellisuutta ja kustannustehokkuutta lohien palautusistutuksissa. Meneillään olevan tutkimuksen tulosten perusteella voidaan myöhemmin arvioida, millä menetelmillä lohikannan palautusistutuksia voidaan toteuttaa tuottavimmalla ja kustannustehokkaimmalla tavalla.



Kuva 14. Ounasjoella tutkitaan Luken ja Voimalohi Oy:n yhteistyönä mädin ja eri ikäisten sekä virike- että normaalimenetelmällä kasvatettujen villien ja laitosperäisten Tornionjoen lohien poikasten selviytymistä Ympäristöohjelman liitännäishankkeessa. Kuva: Pekka K. Korhonen, Luke.

Yksi mahdollisuus nopean poikastuotannon käynnistämiseen virtavesien kunnostamisen jälkeen voisi tapahtua alueelle siirrettävien sukukypsien kutukalojen avulla. Kun siirrot toteutetaan aikuisilla sukukypsillä kaloilla juuri ennen kutuaikaa, kalat todennäköisesti kutevat halutulle alueelle. Lisäksi oletetaan, että myönteisiä vaikutuksia kehittyvään kalakantaan alkaa tapahtua jo kututapahtuman aikana, kun kalat saavat mahdollisuuden itse valita kumppaninsa joko muista siirretyistä yksilöistä tai mahdollisista luonnonkaloista. Tällä tavalla myös mädin asettelu tapahtuu luonnonmukaisesti parhaimmille paikoille ja poikasten alueellinen leimautuminen alkaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Laitoskasvatettujen, kutuvalmiiden kalojen istutuksia on käytetty taimenten kotiuttamisessa Oulun Hupisaarilla (Härkönen ym. 2022) sekä järvilohien palauttamisessa kunnostetuille Ala-Koitajoen kutualueille (Hatanpää ym. 2021). Hupisaaren puroihin istutetut kututaimenet ovat paitsi osallistuneet poikastuotannon käynnistämiseen, myös todennäköisesti houkutelleet mereltä nousevia taimenia puroihin ympärivuotisen vedenvirtauksen lisäksi (Härkönen ym. 2022). Testejä sukukypsien kalojen kotiutusistutuksilla suositellaan jatkettavaksi muissa taimenen palautuskohteissa.

7.2.1. Stressiarvojen mittaaminen kalojen kuljetusvedestä parantaisi istukkaiden laadun arviointia

Istutustulosten suuren vaihtelun vuoksi kalaistukkaiden laatuun on kiinnitetty yhä enemmän huomiota, ja istukaserien ostajat ovat entistä paremmin tietoisia siitä, miltä hyvän istukkaan tulisi ulkoisesti näyttää (mm. evät, suomupeat, hopeoituminen ja kuntokerroin). Useimmiten

kalojen stressitilaa juuri ennen istutusta ei kuitenkaan pystytä ulkoisesti arvioimaan. Tieto olisi tärkeä kalojen ostajille ja vastaanottajille, koska voimakkaasti stressaantuneet kalat voivat menehtyä nopeasti mm. loistartuntojen tai petojen saalistuksen takia.

Istutuksiin olennaisesti liittyvä kalojen tankkikuljetus on kaloille stressiä aiheuttava käsittely. Stressin määrää on pyritty tutkimaan mm. mittaamalla kuljetussäiliöiden veden kortisolitasoja. Niiden mittaaminen vaatii kuitenkin konsentroitua ja erittäin herkkää määrittymenetelmää, sillä kortisolin määrä vedessä on hyvin alhainen. Helppokäyttöinen kannettava stressimittari, jolla voitaisiin mitata kalojen kuljetuserän stressitila suoraan kuljetusvedestä, olisi oiva apuväline kalojen istutushetken tilan arvioimiseksi. Lisäksi mittarille olisi laajasti sovellusarvoa paitsi stressittömien istutusmenetelmien tutkimisessa, mutta myös esimerkiksi kasvatuksen aikaisen tautitilan ennakoimiseen tai ruoaksi tarkoitettujen kalojen stressitason mittaamiseksi ennen teurastusta.

Ympäristöohjelman osaselvitysten yhtenä tavoitteena oli arvioida, voidaanko uuteen sensoritekniikkaan perustuen kehittää laite kalojen stressitason mittaamiseen niiden uintivedestä sekä arvioida menetelmän jatkokehitysmahdollisuuksia. Tämän arvioimiseksi [Oulun yliopiston Mittaustekniikan tutkimusyksikkö](#) Kajaanin yliopistokeskuksesta toteutti esitutkimuksen sensoritekniikan soveltuvuudesta kalojen stressitason mittaamiseen kalojen uintivedestä. Lisäksi herkällä massaspektrometrimenetelmällä mitattiin veden kortisolipitoisuuksia kalan stressin seuraamiseksi istukkaiden kuljetuksen aikana (Kilpeläinen ym. 2023).

Tarkoituksena oli kehittää alustava laboratoriotason optinen sensorimittaus stressihormoni kortisolille ja arvioida mittauksen soveltuvuus kalojen stressitasojen mittaamiseen. Alustavan sensorin herkkyys oli kuitenkin vielä selvästi liian alhainen viljelyaltaan tai siirtotankkien veden kortisolipitoisuuden mittaamiseksi nopean konsentroinninkin jälkeen.

Kalojen uimavesinäytteiden mittaamiseksi suunniteltiin referenssimenetelmäksi laboratorion herkkä nestekromatografiaan yhdistetty tandemmassaspektrometrimittaus. Tämä mittausmenetelmä osoittautui toimivaksi ja jopa tarkemmaksi kuin kaupallisen ELISA-kitin avulla tehty määrittäminen.

Hankkeessa tehtiin proof-of-concept-kokeilu optiseen pintaplasmoniresonanssiin (SPR) perustuvasta sensorimittauksesta. Tulokset osoittavat, että SPR-menetelmä soveltuu kortisolin mittaamiseen myös luonnonvesistä, mutta Proof-of-concept-kokeilussa saavutettu detektioherkkyys ja toistettavuus ei vielä riitä konsentroitujen näytteiden mittaamiseen. Sensori pystyisi havaitsemaan konsentroiduista näytteistä isoimmat pitoisuudet, mutta tarkkuus olisi heikko.

Seurattaessa istukkaiden stressiä istutuskuljetuksen aikana tutkimuksessa otettiin näytteitä kortisolin mittaamista varten kalojen neljästä eri kuljetuksesta, joissa lajeina olivat järvitaimen ja järvilohi. Tutkimus vahvisti, että kortisolia voidaan käyttää stressin seurantaan kalankuljetuksen aikana ja kortisolitasot ovat mitattavissa jo kuljetuksen alussa, joissakin tapauksissa jopa kala-altaassa. Kortisolin määrä kasvaa lineaarisesti kuljetuksen keston myötä, mikä viittaa siihen, että kertynyt kortisoli on stabiili säiliössä, ja tässä tutkimuksessa käytetyssä ajassa kortisolin erityis oli suhteellisen vakio. Tämä tarkoittaa sitä, että kalojen kokema stressi ei lisääntynyt kuljetuksen aikana, kun olosuhteet säiliössä pidettiin vakaina (Kilpeläinen ym. 2023).

Tulevaisuudessa kalanviljelylaitoksella alle 1–2 tunnissa suoritettavat mittaukset, joilla selvitetään mm. kalojen hyvinvointia, voivat siis olla mahdollisia. Kortisolin seuranta kalojen

uintivedestä olisi hyödyllinen väline stressin vähentämisen mahdollistamiseksi paitsi istutustilanteessa myös kalatautien ehkäisyssä, ts. kalojen yleisen terveyden arvioimiseksi ja lisätietojen keräämiseksi olosuhteita, jotka aiheuttavat stressiä kalanviljelylaitaissa. Tulevaisuudessa kannettavat mittaukset, jotka voitaisiin suorittaa kentällä alle 1–2 tunnissa, olisivat erittäin tarpeellisia kala-altaiden ja kalatankkien veden kortisolimittauksessa. Tarkkuuden parantamiseksi kenttäkelpoisen laitteen vaatimusten mukaiseksi tarvitaan kuitenkin vielä lisää menetelmällistä kehitystyötä.

8. Tulosperusteiset rahoitusmallit osana kalastonhoitoa

Kalaston- ja vesistöhoito vaativat merkittäviä rahallisia panostuksia jatkossakin. Kuitenkin julkisen sektorin kyvykkyys rahoittaa vaadittavia toimenpiteitä on heikentynyt julkisen talouden kasvavan kestävyysvajeen vuoksi. Kalastonhoidon tavoitteiden saavuttamisen kannalta onkin tärkeää löytää ja kehittää aktiivisesti uusia rahoitustapoja, jotka tehostavat julkisen rahoituksen vaikuttavuutta sekä mahdollistavat yksityisen sijoituspääoman nykyistä sujuvamman hyödyntämisen.

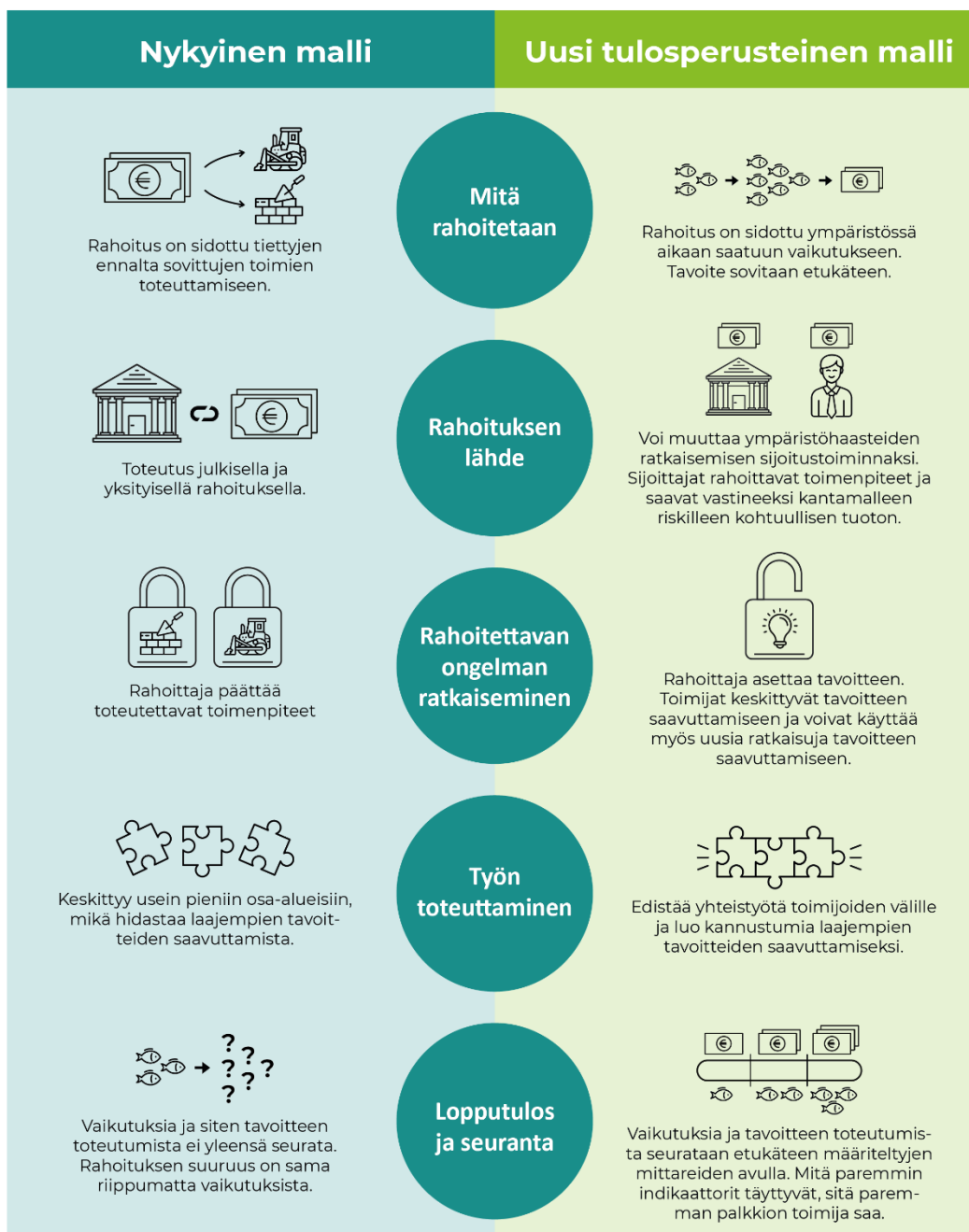
Louhi ym. (2022) tarkastelivat, minkälaiset tulosperusteiset rahoitus- ja hankintamallit toimisivat kalavarojen tilaa parantavien toimien osalta, ja minkälaisia tavoitteita sekä toimenpiteitä ne edellyttäisivät. Samalla arvioitiin myös uudenlaisten rahastomallien mahdollisuuksia lisätä yksityistä rahoitusta tai sijoituspääomaa kalataloudellisten kunnostusten toteuttamiseen.

Tulosperusteiset rahoitus- ja hankintamallit soveltuvat käytettäväksi, kun halutaan varmistaa, että käytettävissä olevalla rahalla saavutetaan haluttu lopputulos, eli usein se on riittävästi vaikuttavuutta jollakin etukäteen sovitulla tavalla mitattuna (Kuva 15). Tulosperusteiset hankintamallit mahdollistavat yksittäisten toimenpiteiden kokoamisen laajemmaksi kokonaisuudeksi ja edesauttavat kaikkien toimijoiden suunnitelmallista yhteistyötä kohti yhteisesti määriteltyä tavoitetilaa luomalla terveet kannusterakenteet kaikille osapuolille.

Maksu toimijoille tulee vasta, kun asetettu tulos eli vaikutukset on saavutettu, mikä kannustaa toimijoita etsimään synergioita sekä tarvittaessa innovoimaan uusia toimenpiteitä, joilla asetetut vaikutustavoitteet voidaan parhaiten saavuttaa. Tämä myös edellyttää, että toimijoiden on pystyttävä itse järjestämään toimenpiteiden rahoittaminen ennen vaikutuksien todentamista. Mikäli tämä on toimijoille vaikeaa, tulosperusteisuuden voi rakentaa myös kannustus-palkkiomallina. Tässä tilanteessa toiminnan peruskulut rahoitetaan normaalina toimintaan sitottuna maksuna ja tulosten todennuksen jälkeen saavutetusta tuloksesta maksetaan kannustus-palkkio. Vaihtoehtoisesti voidaan myös vaatia, että alun perin maksettu summa tai osa siitä maksetaan takaisin tai maksua ei enää jatketa, jos tulokseen ei päästä.

Laajemmat rahoitusmallit, kuten tulosperusteinen rahoitussopimus tai rahasto sopivat parhaiten monimutkaisten ongelmien ratkaisemiseen, joissa tarvitaan monien toimijoiden yhteistyötä ja paikallisten erityispiirteiden vuoksi eri toimijoiden täsmällistä tarvetta on vaikea ennakoida. Kaikista tulosperusteisista rahoitusmalleista voit lukea tarkemmin Louhi ym. (2022) esiselvityksestä.

AJATUSTAVAN MUUTOS – Tulosperusteiset rahoitusmallit



Kuva 15. Tulosperusteisten rahoitusmallien hyödyntäminen edellyttää ajattelutavan muutosta. Nykyiset rahoitukset perustuvat hankintoihin, joiden käyttämisestä tulisi edetä rahoituksen sitomista sillä saavutettuun vaikuttavuuteen ja sijoituspääoman hyödyntämiseen. Kuva: Louhi ym. (2022).

9. Viestintä ja vaikuttavuus osana kalastonhoitoa

Kalojen elinympäristön ennallistaminen, käyttö- ja hoitosuunnitelmien sekä veloitettarkkailujen laadukkuus, rahoituksen sitominen osaksi tulosperusteisuutta sekä laadukkaimpien istuskaskalojen kasvattaminen ovat kaikki ajankohtaisia, mutta myös hyvin laajoja haasteita kalatalouden kehittämässä. Tuloksista tiedottaminen, vuorovaikutus ja toimijoilta saatava palaute sekä uusien haasteiden tunnistaminen ovat olleet osa monimuotoista toimintaamme näiden ohjelmavuosien ajan.

Viestinnässä ei kannata yrittää kertoa kaikkea kaikille. Niinpä tuloksemme ovat saaneet näkyvyyttä erilaisissa kohderyhmissä useissa kotimaisissa ja kansainvälisissä seminaareissa, työryhmissä, tupailloissa, kalatalousaluepäivillä jne. Tilaisuuksien ja niihin osallistuneiden määriä on mahdotonta arvioida, mutta on selvää, että tavoitimme tuhansia suomalaisia kaikista toimijaryhmistä. Innovaatio-ohjelmien sisällöistä koottiin yhteinen [politiikkasuositus](#) keväällä 2023. Kotimaisia raportteja tuotimme 24 kpl ja tieteellisiä julkaisuja 44 kpl, joista lähes kaikki ovat saatavilla netissä ohjelman päättymisen jälkeenkin (LIITE 1). Lisäksi ohjelman aihepiireistä pidettiin yli 60 esitelmää kotimaisissa ja kansainvälisissä tilaisuuksissa, laadittiin noin 20 kirjoitusta kotimaisiin alan lehtiin sekä useita tiedotteita, blogikirjoituksia ja julkaisuja sosiaalisessa mediassa. Ympäristöohjelma sai myös hyvin näkyvyyttä erilaisissa valtakunnan medioissa. Tähän myös pyrimme, koska aika usein modernissa yhteiskunnassa tehdään päätöksiä niillä tiedoilla, joita seuraamamme mediat tuottavat.



Kuva 16. Ohjelmassa laadittuun Porvoon-Sipoon KHS-ehdotukseen on viitattu useimmissa rannikkoalueita sisältävissä KHS-töissä.

Esimerkiksi Luken aiemmin laatimasta KHS-runkoluonnoksesta ja Tolkkua aluesuunnittelu – työpaketin tuloksista tehtiin koulutuspaketti, jota käytiin esittelemässä kaikissa kymmenessä alueellisissa kalatalouden yhteistyöryhmässä syksyn 2019 aikana. Aluesuunnittelu- työpaketin tuloksilla on ollut merkittävä myönteinen vaikutus laadittujen KHS:ien laatuun erityisesti paikkatietojen keräämisen ja esittämisen osalta. Porvoon-Sipoon kalatalousalueelle laaditun KHS-ehdotuksessa ja muissa raporteissa käytettyjä paikkatietojen esitysformaatteja on käytetty sellaisenaan tai kevyesti muunneltuina monissa KHS:ssa sekä rannikkoalueilla että sisämaassa. Viittaukset Porvoon-Sipoon KHS-ehdotukseen tai rannikkolajien säätelytarvetta koskevaan raporttiin löytyvät myös useimpien rannikkoalueita sisältävien KHS:ien kirjallisuusluettelosta (Kuva 16).

Jo kalatalouden ympäristöohjelmaa suunniteltaessa oli selvää, että pyrkisimme hyödyntämään jo olemassa olevan "[Vesistökuunnostusverkoston](#)" toimintaa. Valtakunnallinen Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ylläpitämä verkosto on avoin yhteydenpitofoorumi kaikille vesistöjen hyvinvoinnista ja kunnostuksesta kiinnostuneille. Toiminnassa on mukana yhteisöjä, tutkimuslaitoksia, yrityksiä, viranomaisia sekä kansalaisia.

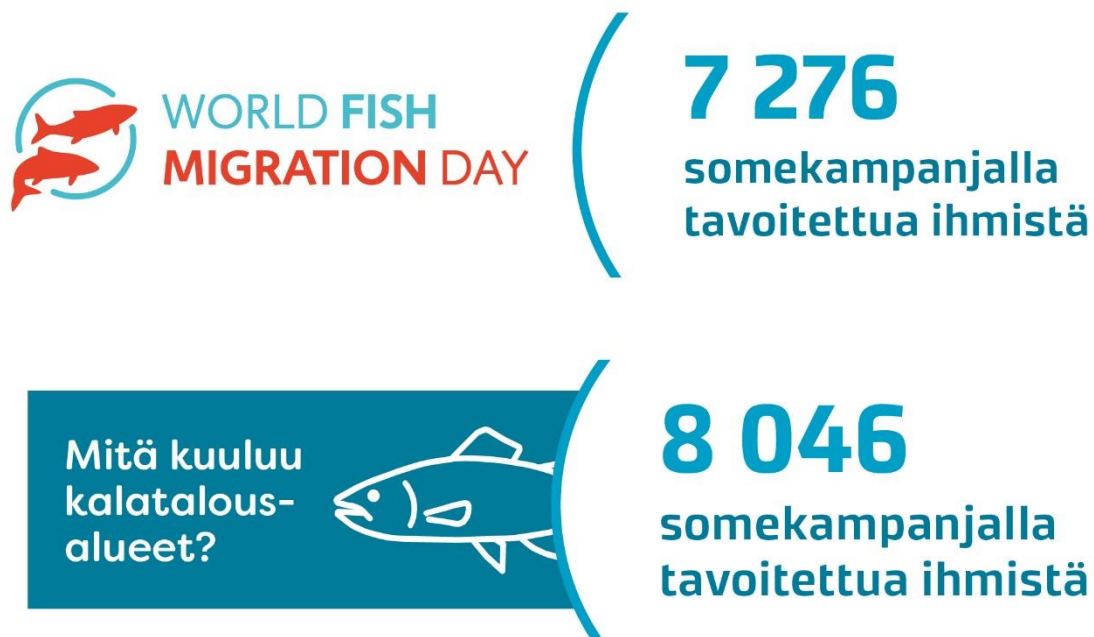
Vesistökuunnostusverkosto-sivusto toimii tietoaalustana, kohtaamispaikkana ja keskusteluforumina ja sen aktiiviseksi jäseniksi on tavoiteltu mahdollisimman laajasti vesistökuunnostustoiminnassa mukana olevia toimijoita. Useilla vesistökuunnostustoimijoilla on usein käytössään omat www-sivut, joissa kerrotaan hanke- ja/tai toimintakohtaisia tekemisiä ja tuloksia. Vesistökuunnostusverkoston sivustolla tämä muutoin hajallaan olevan tieto on pyritty samaan yhden helposti käytettävän portaalin alle sopivin linkityksin.

Kalatalouden ympäristöohjelman työpaketin tehtävänä SYKE:ssä oli vesistökuunnostusverkoston kalataloudellisia kunnostuksia ja kalakantojen tilaa käsittelevän sisällön vahvistaminen, sekä kalatalouden ympäristöasioiden parissa työskentelevän toimijakentän integroiminen osaksi vesistökuunnostusverkostoa. Aikaisemmin sivusto oli painottunut vesienhoitoon ja kalastonhoito oli jäänyt selvästi vähemmälle osuudelle myös tavoitettujen toimijoiden suhteen.

Työ oli paitsi vesistökuunnostusverkoston sivuston sisältöjen ja verkostotoiminnan kehittämistä, mutta myös viestintään panostamista. Työn tavoitteena oli, että kalakantojen elvyttämistä ja hoitoa käsittelevät toimijat ja verkostot toimisivat osana vesistökuunnostusverkostoa, ja he osallistuisivat tilaisuuksiin, tuottaisivat ja jakaisivat tietoa vesistökuunnostusverkoston kautta.

Kalatalouden ympäristöohjelmassa Vesistökuunnostus-verkoston valtakunnallinen tunnettuus ja brändi vahvistuivat merkittävästi. Toiminta nosti merkittäväällä tavalla kalataloudellista kunnostustoimintaa ja kalatalouden ympäristöasioita osaksi verkoston toimintaa ja julkista kuvaa. Nykyään verkosto toimii myös tietoaalustana kalataloudellisten kunnostushankkeiden suunnittelijoille, ja kalatalouden edustajat ovat mukana verkoston toiminnan suunnitteluryhmässä. Toiminnan ansiosta Vesistökuunnostusverkoston vuosiseminaareissa on aiempaa enemmän ollut kalatalouskentän edustajia ja aihetta koskevia teemoja. Kalatalouden näkyvyys verkoston sosiaalisessa mediassa on myös merkittävästi kasvanut. Ympäristöohjelman myötä kalatalouden toimijakenttä tuntee verkoston aiempaa paremmin ja verkoston toiminta on aidosti laajentunut tavoitteiden mukaisesti.

Hyvänä esimerkkinä kalataloustoimijoiden osallistamisesta Vesistökuunnostusverkoston toimintaan on "Mitä kuuluu kalataloustoimijoille?" –somekampanjasarja, jossa on esitelty viiden kalatalousalueen toimintaa ja taustoja. Kampanjalla on tavoitettu suuri joukko ihmisiä (Kuva 17), mikä osoittaa yhtäältä, että ihmiset ovat kiinnostuneita vesistöihin ja niiden kalavaroihin liittyvistä asioista ja toisaalta, että eri vesistöaiheiden parissa toimivat ryhmät ovat päässeet keskinäiseen vuorovaikutukseen ja tiedonjakoon yhteisen portaalin kautta.



Kuva 17. Vesistökunnostusverkoston toteuttamat somekampanjat tavoittivat suuren joukon ihmisiä.

Tietoa uusimmista tuloksista kalakantojen villiyttämisestä ja menestyvien istukkaiden tuottamisesta pyrittiin siirtämään laajamittaisesti käyttöön muun muassa järjestämällä kalankasvat-
tajille ja kalojen istuttajille suunnattu koulutustyyppinen julkinen seminaari Luken ja Kainuun
ja Koillismaan kalaleaderin yhteistyönä. Tuotantomittakaavan poikasten kasvatus- ja istutus-
kokeet toteutettiin suurten poikaskasvatusyritysten, Voimalohi Oy:n ja Montan Lohi Oy:n
kanssa yhteistyössä. Tehokas tiedotus kalatalousalueille, osakaskunnille ja muille Oulujoen ve-
sistön kalataloustoimijoille tuotti yhteisponnistuksin ja rahoituksin suunnitelman ja toteutuk-
sen Oulujoen vesistön uhanalaisen ja pahoin laitostuneen järvitaimenkannan elvyttämiseksi.
Alueen jäljellä olevat paikalliset, mutta villit taimenkannat kartoitettiin geneettisesti, otettiin
talteen ja hyödynnettiin tutkimuksen avulla Oulujoen vesistön järvitaimenen hoitokannan vil-
lyyttämiseksi ja uudistamiseksi. Samalla linjattiin, että vieraiden taimenkatojen istuttaminen
lopetetaan ja jatkossa istutuksiin käytetään pelkästään vesistön omaa taimenkantaa.

Merkittävä osa Kalatalouden ympäristöohjelman vaikuttavuutta nähtiin myös mahdollisuu-
tena osallistua muiden, samoja aihepiiriä käsittelevien hankkeiden valmisteluihin. Ympäristö-
ohjelman tavoitteita tukevia hankkeita, missä Lukella on merkittävä osuus toteutuksessa, to-
teutui hankevuosien aikana yli 20 kpl (LIITE 2).

10. Suositukset ja yhteenveto

Kalatalouden ympäristöohjelma mahdollisti vuosina 2017–2023 omissa aihepiireissään kalavesien hoidon kehittämisen pidemmällä aikavälillä kuin yksittäisten hankkeiden puitteissa on mahdollista tehdä. Ympäristöohjelmassa pureuduttiin hyvin laajasti keskeisiin kalavesien hoidon teemoihin: vesistökunnostuksiin rannikkoalueilla ja virtavesissä, aluesuunnittelun kehittämiseen, velvoitetarkkailuiden tehostamiseen, uusien tulosperusteisten rahoitusmallien soveltamiseen sekä luonnossa menestyvien istukkaiden tuottamiseen.

Ohjelmaa koordinoi Luonnonvarakeskus, mutta valtaosa toimenpiteistä toteutettiin partnereiden tuella: Suomen ympäristökeskus, Jyväskylän yliopisto, Oulun yliopisto, Helsingin yliopiston Tvärminnen biologinen asema, Itä-Suomen yliopisto, Valonia ja Länsi-Uudenmaan Vesi ja Ympäristö Oy (LUVY). Lisäksi kiinteää yhteistyötä tehtiin Voimalohi Oy:n ja Montan Lohi Oy:n kanssa. Varsinaisen EMKR-rahoituksen lisäksi ohjelma mahdollisti myös useiden muiden kansallisten ja kansainvälisten rahoitusten saamisen, millä edistettiin osittain samoja teemoja ympäristöohjelman lisäksi.

Tutkimusperusteinen kehittäminen ja päätöksenteko luonnonvarojen käytössä tuovat mahdollisuuksia myös yhteiskunnalliseen kasvuun. Kokonaiskestävyyden huomioiminen lähteekin pienistä teoista, joten myös Kalatalouden ympäristöohjelmassa koottiin useita suosituksia huomioitavaksi kalavesien hoitotyössä.

- Kalavesiä tulisi hoitaa ekosysteemiperustaisesti kokonaisuuksina ja istutukset korvata kalojen luontaisen lisääntymisen tukemisella aina, kun sille on edellytyksiä.
- Tietoisuutta rannikkoalueiden merkityksestä kalojen lisääntymisalueina ja niiden kunnostusmahdollisuutta tulisi lisätä. Kunnostuksen vaikuttavuuden seurantaan soveltuvia menetelmiä tulisi vielä kehittää ja vaikuttavuutta seurata tulevaisakin hankkeissa.
- Kunnostusmenetelmiä tulisi kehittää huomioimaan paremmin sopeutuminen ilmastonmuutokseen. Kalastolla tulisi jatkossakin olla suojapaikkoja kuivuuden tai tulvien ja liian korkeaksi kohoavien veden lämpötilojen varalta.
- Virtavesien kunnostusmenetelmiä tulisi kehittää huomioimaan paremmin valuma-alueilta tuleva kuormitus sekä kalaston talviaikaiset elinympäristövaatimukset. Kunnostuksia tulisi myös kohdistaa laajemmille alueille ja huomioida muutos koko ekosysteemissä, jolloin toimenpiteiden vaikuttavuus olisi todennäköisesti suurempi.
- Kunnostuksien vaikuttavuutta tulisi seurata muissakin kuin vain erillisissä tutkimushankkeissa. Tällä tavalla toimenpiteitä voitaisiin luotettavasti kohdentaa juuri niihin todellisiin kalastoa ja muuta lajistoa rajoittaviin tekijöihin. Tämä tietenkin edellyttää, että myös seurantaan olisi oltava resursseja käytettävissä.
- Erityisesti valuma-alueiden maankäytöstä vesistöihin huuhtoutuvaa kiintoainekuormitusta tulee rajoittaa tehokkaammin kuormituksen syntypaikoilla. Puroissa jo olevan hiekan ja muun kiintoaineen poistamiseksi tulisi kehittää tehokkaampia menetelmiä.
- Taimenien vaellus syönnös- ja lisääntymisalueiden välillä tulisi mahdollistaa molempiin suuntiin. Tämä voi tarkoittaa alueesta riippuen sekä vaellusesteiden poistamista tai kunnostamista että kalastuksen rajoittamista.
- Täpläravun, kuten muidenkin vieraslajien, leviämistä uusiin vesistöihin tulee estää ja poistaa kohteista, missä se aiheuttaa haittaa esimerkiksi jokiravun suojelulle.

- Täpläravun poistopyyntikokeiluja tulisi jatkaa usean vuoden ajan ja leviämissesteen tehokkuutta kokeilla erilaisissa kohteissa.
- Tietoisuutta kunnostusmenetelmistä, toteutuksesta ja vaikuttavuudesta tulisi jatkaa. Kunnostuskurssin materiaaleja voitaisiin hyödyntää myös uusilla kursseilla ja muussakin opetuksessa. Osaamisen jakamiselle ja myös pidempimuotoisen koulutuksen varmistamiselle on olemassa selkeä tarve.
- Kalatalousalueiden toimintaa tulee tukea tuottamalla laadukasta tutkimus- ja seurantatietoa alueiden kalastosta, kalastuksesta ja vesienhoidosta. Toimintaa tulee tukea myös kouluttamalla eri tahoja kalastuksen ohjaukseen ja kalakantoja sekä vesienhoitoa koskevan tutkimustiedon hyödyntämiseen.
- Kalavesien tuottokykyä tulisi arvioida ja kalastusta mitoittaa nykyistä tietoperustaisemmin. Alamittasäätelyä tulisi toteuttaa perustuen vesistökohtaisesti kerättäviin aineistoihin.
- Vesistökohtaisia rauhoitusalueita suojaamaan kalakantojen lisääntymistä sekä geneettistä monimuotoisuutta tulisi kartoittaa ja toteuttaa.
- Virikekasvatus voitaisiin ottaa käyttöön laajemminkin ja emokalastoja villiyyttää luonnossa menestyvien uhanalaisten lohikalakantojen elvytys- ja palautusistutuksia varten.
- Vieraiden kalakantojen käyttö istutuksissa tulisi lopettaa, mikäli saatavilla on vesistöön sopeutunutta kalakantaa.
- Hoitokantojen ja säilytyksessä olevien uhanalaisten kalakantojen emokalastojen perustamisessa, säilytyksessä ja käytössä tulisi ottaa käyttöön uusin tutkimustieto, välttää haitallista geneettistä laistumista sekä pyrkiä villiyttämään näitä kalakantoja palautusistutusten onnistumismahdollisuuksien lisäämiseksi.
- Nykyinen resursseja tuhlaileva kalataloustarkkailujärjestelmä tulee uudistaa.
- Rahoituksia voitaisiin sitoa tulosperusteisuuteen, jolloin toimenpiteiden vaikuttavuus voisi kasvaa. Samalla luotaisiin myös mahdollisuuksia vaikuttavuussijoittamiseen, yksityisen pääoman hyödyntämiseen ja tehokkaampaan verkostoitumiseen.

Viitteet

- Ahola M. & Havumäki M. (toim.) 2008. Purokunnostusopas - Käsikirja metsäpurojen kunnostajille. Ympäristöopas. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38835>
- Alioravainen, N., Hyvärinen, P., Kortet, R., Härkönen, L. & Vainikka, A. 2018. Survival of cross-bred brown trout under experimental pike predation and stocking in the wild. *Boreal Environment Research* 23: 267–281.
- Alioravainen, N., Hyvärinen, P. & Vainikka, A. 2020b. Behavioural effects in juvenile brown trout in response to parental angling selection. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 77: 365–374.
- Alioravainen, N., Prokkola, J., Lemopoulos, A., Härkönen, L., Hyvärinen, P., Vainikka, A. 2020a. Post-release exploration and diel activity of hatchery, wild, and hybrid strain brown trout in semi-natural streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 77: 1772–1779.
- Aroviita J., Ilmonen J., Rajakallio M., Sutela T., Mykrä H. Martinmäki-Aulaskari K., Karttunen K., Kuoppala M., Leinonen A., Jyväsjärvi J., Ulvi T., Vehanen T. & Virtanen R. 2021. Pienten virtavesien tilan arvioinnin kehittäminen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2021. Suomen ympäristökeskus, vesikeskus. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/329671>
- Christie, A.P., Abecasis, D., Adjeroud, M., Alonso, J.C., Amano, T., Anton, A., Baldigo, B.P., Barrientos, R., Bicknell, J.E., Buhl, D.A., Cebrian, J., Ceia, R.S., Cibils-Martina, L., Clarke, S., Claudet, J., Craig, M.D., Davoult, D., De Backer, A., Donovan, M.K., Eddy, T.D., França, F.M., Gardner, J.P.A., Harris, B.P., Huusko, A., Jones, I.L., Kelaheer, B.P., Kotiaho, J.S., López-Baucells, A., Major, H.L., Mäki-Petäys, A., Martín, B., Martín, C.A., Martin, P.A., Mateos-Molina, D., McConnaughey, R.A., Meroni, M. Meyer, C.F.J., Mills, K., Montefalcone, M., Noreika, N., Palacín, C., Pande, A., Pitcher, C.R., Ponce, C., Rinella, M., Rocha, R., Ruiz-Delgado, M.C., Schmitter-Soto, J.J., Shaffer, J.A., Sharma, S., Sher, A.A., Stagnol, D., Stanley, T.R., Stokesbury, K.D.E., Torres, A., Tully, O., Vehanen, T., Watts, C., Zhao, Q. & Sutherland, W.J. 2020. Quantifying and addressing the prevalence and bias of study designs in the environmental and social sciences. *Nature communications* 11, 6377.
- Erkamo, E. & Ruokonen, T. 2023. Vaelluseste täpläravulle. Suomen kalastuslehti X/2023.
- Erkamo, E., Ruokonen, T., Sjövik, S. & Keskinen, T. 2019 Luonnon Pohjois-Päijänteen kalatalousalueen raputaloudelliseksi käyttö- ja hoitosuunnitelmaksi vuosille 2019–2024. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 62/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 49 s.
<https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544740>
- Eronen, A., Hyvärinen, P., Janhunen, M., Kekäläinen, J. & Kortet, R. 2023. Post-release exploration and stress tolerance of landlocked and anadromous salmon and their hybrids. *Conservation Science and Practice*, 5(3): e12893.
- Eronen, A., Kekäläinen, J., Piironen, J., Hyvärinen, P., Huuskonen, H., Janhunen, M., Yaripour, S. & Kortet, R. 2021. Sperm motility and offspring pre- and posthatching survival in

- hybridization crosses among a landlocked and two anadromous Atlantic salmon populations: Implications for conservation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 78(4): 483–492.
- Hatanpää, A., Huuskonen, H., Janhunen, M., Kortet, R. & Piironen, J. 2021. Spawning season movements of transported landlocked Atlantic salmon in a newly restored river habitat. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 78: 184–192.
- Hatanpää, A., Huuskonen, H., Kekäläinen, J., Kortet, R., Hyvärinen, P., Vitelletti, M.L. & Piironen, J. 2020. Early winter foraging success, swimming performance, and morphology of juvenile landlocked Atlantic salmon reared under semi-wild and hatchery conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 77: 770–778.
- Heikkinen, J., Rajala, T., Ruokonen, T., Keskinen, T. & Lappalainen, A. 2022. Kalataloustarkkailuiden tilastollinen voima: Esimerkitarkasteluja koekalastusaineistojen riittävydestä johtopäätösten tekemiseen. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus*. 17/2022. Luonnonvarakeskus. 39 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-380-0>
- Huusko, A., Louhi, P., Marttila, M., Korhonen, P.K. & van der Meer, O. 2021. 40 vuotta koskikunnostuksia Suomessa. Yhteenveto seurantatutkimuksista. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 52/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/547700>
- Hynninen, M., Veneranta, L. & Lappalainen, A. 2019. Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kalataloudelliset kunnostukset Merenkurkun rannikolla. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 57/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 46 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544633>
- Hyvärinen, P. 2017. Merilohen mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten istutustesti. Luonnonvarakeskuksen Kainuun kalantutkimusasemalla Paltamossa 5.4.–4.7.2017. Tutkimusraportti.
- Hyvärinen, P., Härkönen, L. & Leinonen, T. 2022. Oulujoen vesistön järvitäminen hoitokannan villiyttäminen – Työraportti vuosilta 2019–2021. Luonnonvarakeskus. 7 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022081655516>
- Hyvärinen, P. & Rodewald, P. 2013. Enriched rearing improves survival of hatchery reared Atlantic salmon smolts during migration in the River Tornionjoki. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 70: 1386–1395.
- Hyvärinen, P., Korhonen, P. & Leinonen, A. 2015. Lohikalojen virikekasvatus tuottaa luonnossa menestyviä istukkaita. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201602034772>
- Hyvönen, S., Suanto, M., Luhta P-L, Yrjänä, T. & Moilanen E. 2005. Puroinventoinnit lijoen valuma-alueella vuosina 1998–2003. Alueelliset ympäristöjulkaisut 403. <https://www.doria.fi/handle/10024/134325>
- Härkönen, L. S., Rinnevali, R., Hyvärinen, P., Orell, P., Laaksonen, T., Leinonen, T., Koljonen, M-L., Erkinaro, J. & Louhi, P. 2022. Taimenen kotiuttaminen Oulun Hupisaarten puroihin. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 70/2022. 42 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/552165>

- Janhunen, M., Piironen, J., Vainikka, A. & Hyvärinen, P. 2021. The effects of environmental enrichment on hatchery-performance, smolt migration and capture rates in landlocked Atlantic salmon. *PLoS ONE* 16(12): e0260944.
- Juutinen, A. 2021. Virikekasvatuksen vaikutukset lohen (*Salmo salar*) jokipoikasvaiheen käyttäytymiseen, kasvuun ja ravinnonkäyttöön istutustapahtuman jälkeisenä talvena. Pro gradu -tutkielma. Ekologian ja genetiikan yksikkö. Oulun yliopisto. <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfioulu-202106238715>
- Kareksela, S., Räsänen, A., Kuningas, S., Louhi, P. & Ruuhijärvi, J. 2022. Esiselvitys Euroopan Unionin ennallistamislakialoitteen vaikutuksista Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 23/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 35 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551708>
- Karvonen, A., Aalto-Araneda, M., Virtala, A.M., Kortet, R., Koski, P. & Hyvärinen, P. 2016. Enriched rearing environment and wild genetic background can enhance survival and disease resistance of salmonid fishes during parasite epidemics. *Journal of Applied Ecology* 53: 213–221.
- 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).10 p.
- Keskinen, T., Lappalainen, A., Ojanen, H., Paloheimo, A., Ruuhijärvi, J. & Ruokonen, T. 2019. Aluesuunnittelua kalatalousalueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 33 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544796>
- Kilpeläinen, P., Tolonen, T., Virtanen, V. & Hyvärinen, P. 2023. Cortisol levels of tank water as a stress marker during transportation of farmed fish. *Käsikirjoitus*.
- Klemme, I., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2020. Negative associations between parasite avoidance, resistance and tolerance predict host health in salmonid fish populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 287 1925: 8 p.
- Klemme, I., Hyvärinen, P., Karvonen, A. 2021. Cold water reduces the severity of parasite-inflicted damage: support for wintertime recuperation in aquatic hosts. *Oecologia* 195: 155–161.
- Klemme, I., Hendrikx, L., Ashrafi, R., Sundberg, L.-R., Räihä, V., Piironen, J., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2021. Opposing health effects of hybridization for conservation. *Conservation Science and Practice*, e379: 1–8.
- Klemme, I., Debes, P.V., Primmer, C.R., Härkönen, L., Erkinaro, J., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2022. Host Developmental Stage Effects on Parasite Resistance and Tolerance. *The American Naturalist* 200: 5.
- Kortet, R., Korhonen, K., Hyvärinen, P., Yaripour S., Heiska, S. & Niva, T. 2022: Does food supplementation by *Hermetia illucens* larvae affect overwinter survival and spleen size in the brown trout (*Salmo trutta*)? 2nd International Conference for Sustainable Resource Society: Seizing a Sustainable Future. Kuopio, Finland. Abstract Collection. p. 77

- Koski, A., Sivonen, K. & Syrjänen, J. 2023. Abundance of brown trout parr in stream habitats with or without woody debris. Käsikirjoitus.
- Kuningas, S., Veneranta, L., Ojanen, H., Kallasvuo, M. & Lappalainen, A. 2019. Ihmistoiminnan vaikutukset rannikon kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 27/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 60 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/543950>
- Lappalainen, A., Kuningas, S., Paloheimo, A., Lindholm, G. & Lönnroth, M. 2019. Ehdotus Porvoon-Sipoon kalatalousalueen merialueen käyttö- ja hoitosuunnitelmaksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 51 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-803-6>
- Lappalainen, A., Veneranta, L., Kuningas, S., Olin, M. & Aronsuu, K. 2021. Rannikkolajien säätelyn tehostamismahdollisuudet ja -tarpeet Suomen rannikolla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 13/2021. Luonnonvarakeskus. 54 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/-10024/547228>
- Lappalainen, A., Ruokonen, T. & Keskinen, T. 2022. Kalataloustarkkailut Suomessa vuonna 2020: Tarkkailuohjelmien ja raportoinnin laatu sekä ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 16/2022. Luonnonvarakeskus. 39 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-378-7>
- Lappalainen, A., Kuningas, S., Veneranta, L. & Westerborn, M. 2023. Fladojen ja kluuvien kunnostus kalojen lisääntymisalueiksi – kokemuksia kunnostuksista ja tuloksellisuuden mittausmenetelmistä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-668-9>
- Lemopoulos, A., Uusi-Heikkilä, S., Huusko, A., Vasemägi, A. & Vainikka, A. 2018a. Comparison of migratory and resident populations of brown trout reveals candidate genes for migration tendency. *Genome Biology and Evolution*. 10: 1493–1503.
- Lemopoulos, A., Uusi-Heikkilä, S., Vasemägi, A., Huusko, A., Kokko, H. & Vainikka, A. 2018b. Genome-wide divergence patterns support fine-scaled genetic structuring associated with migration tendency in brown trout. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 75: 1680–1692.
- Lemopoulos, A., Prokkola, J., Uusi-Heikkilä, S., Huusko, A., Hyvärinen, P., Koljonen, M.L., Koskiniemi, J. & Vainikka, A. 2019a. Comparing RADseq and microsatellites for estimating genetic diversity and relatedness — Implications for brown trout conservation. *Ecology and Evolution*. 9: 2106–2120.
- Lemopoulos, A., Uusi-Heikkilä, S., Hyvärinen, P., Alioravainen, N., Prokkola, J., Elvidge, C., Vasemägi, A. & Vainikka, A. 2019b. Association mapping following a common-garden migration experiment reveals candidate genes for migration tendency in brown trout. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 9(9): 2887–2896.
- Louhi, P., Hyvärinen, P., Huusko, A. & Lappalainen, A. 2020. Kalatalouden ympäristöohjelma. Väiliraportti vuosilta 2017–2019. <https://merijakalatalous.fi/wp-content/uploads/Kalatalouden-ymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelman-v%C3%A4liraportti-2019-1-1.pdf>

- Louhi, P., Hilli, P., Järvelä, E., Hakola, S., Lappalainen, A., Iho, A., Veneranta, L., Huusko, A., Kallasvuo, M. & Halonen, T. 2022. Tulosperusteiset rahoitusmallit kalastonhoidon vauhdittajina. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 2022:19. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164353>
- Louhi, P., Pettinau, L., Härkönen, L.S., Anttila, K. & Huusko, A. 2023. Carry-over effects of environmental stressors influence the life performance of brown trout. *Ecosphere* 14(1): e4361. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4361>
- Marttila, M., Kyllönen, K. & Karjalainen, T.P. 2016. Social success of in-stream habitat improvement: from fisheries enhancement to the delivery of multiple ecosystem services. *Ecology & Society* 21:4.
- Marttila, M., Louhi, P., Huusko, A., Vehanen, T., Mäki-Petäys, A., Erkinaro, J., Syrjänen, J.T. & Muotka T. 2019. Synthesis of habitat restoration impacts on young-of-the-year salmonids in boreal rivers. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 29: 513–529.
- Miettinen L. & Peltonen P. 2023. Rakennettujen patoaltaiden vaikutus purovesien lämpötilaan. LuK-tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 19 s.
- Nerg, S., Sivonen, K., Sivonen, O., Hannula, M., Väättäinen, R. & Syrjänen, J. Taimenen poikastiheys koskien sivu- ja pääuomissa. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja (julkaisuprosessissa)
- Niemelä, P.T., Klemme, I., Karvonen, A., Hyvärinen, P., Debes, P.V., Erkinaro, J., Härkönen, L., Primmer, C.R. 2022. Life-history genotype explains variation in migration activity in salmon (*Salmo salar*). *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*. 289: 1978.
- Paloheimo, A., Kuningas, S. & Lappalainen, A. 2019. Paikkatiedon käyttö KHS-työssä - esimerkkinä Porvoon-Sipoon merialue. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus. Luonnonvarakeskus. 27 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-836-4>
- Prokkola, J., Alioravainen, N., Mehtätalo, L., Hyvärinen, P., Lemopoulos, A., Metso, S. & Vainikka, A. 2021. Does parental angling selection affect the behavior or metabolism of brown trout parr? *Ecology and Evolution* 11: 2630–2644.
- Rodewald, P., Hyvärinen, P. & Hirvonen, H. 2011. Wild origin and enriched environment promote foraging rate and learning to forage on natural prey of captive reared Atlantic salmon parr. *Ecology of Freshwater Fish*. 20: 569–579.
- Ruokonen, T.J., Sjövik, R., Erkamo, E., Tulonen, J., Ercoli, F., Kokko, H. & Jussila, J. 2018. Introduced alien signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in Finland – uncontrollable expansion despite numerous management strategies. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 419: 27.
- Ruokonen T, Erkamo E., Savolainen, R., Tulonen J. & Hämäläinen H. 2023. Successful control of invasive crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) by intensive trapping in a small lake. *Käsikirjoitus*.

- Räihä, V., Sundberg, L.R. Ashrafi, Roghaieh; Hyvärinen, Pekka; Karvonen, Anssi. 2019. Rearing background and exposure environment together explain higher survival of aquaculture fish during a bacterial outbreak. *Journal of Applied Ecology* 56: 1741–1750.
- Tolonen, J., Vähä, J.-P., Tammivuori, J., Aaltonen, J. & Melasniemi, M. 2022. Kalatalouden ympäristöohjelma: Virtavesikunnostuskurssi ja ilmastonmuutoksen vaikutusten tunnistaminen ja paikkatietomenetelmät taimenkantojen hoidossa. Työraportti 12/2022. Valonia & Länsi-Uudenmaan vesi- ja ympäristö. Turku.
- Tolonen J. 2022. Saaristomerelle laskevien virtavesien taimenkantojen (*Salmo trutta*) muutokset ja purojen luonnontilaennusteen soveltuvuus taimenpurojen tunnistamiseen. Turun yliopisto, biologian laitos, Ekologia. Pro gradu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202206-0343154>
- Salminen, M., Lappalainen, A., Keskinen, T. & Ruuhijärvi, J. 2019. Kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelman mallirunko. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2019. Luonnonvarakeskus. 19 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544746>
- Sarremejane, R., Truchy, A., McKie, B.G., Mykrä, H., Johnson, R.K., Huusko, A., Sponseller, R.A. & Muotka, T. 2021. Stochastic processes and ecological connectivity drive stream invertebrate community responses to short-term drought. *Journal of Animal Ecology* 90 4: 886–898.
- Saura, A., Keskinen, T., Ojanen, H. & Paloheimo, A. 2019. Taimenmerkinnät apuna kalatalousalueiden käyttö- ja hoitosuunnitelmien laadinnassa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 64/2019. Luonnonvarakeskus. 27 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544747>
- Suomen ympäristökeskus 2022. Sisävesien ekologinen tila enimmäkseen hyvä. Päivitetty 24.3.2023, viitattu 13.4.2023. <https://www.ymparisto.fi/fi/ympariston-tila/vesi/sisavesien-ekologinen-tila>
- Syrjänen, J.T., Vainikka, A., Louhi, P., Huusko, A., Orell, P. & Vehanen, T. 2017. History, conservation and management of adfluvial brown trout stocks in Finland. In: Lobón-Cerviá, J. & Sanz, N. (eds.). *The brown trout *Salmo trutta* L.: Biology, ecology and management of an iconic species*. Wiley. p. 697–733
- Truchy, A., Sarremejane, R., Muotka, T., Mykrä, H., Angeler, D.G., Lehosmaa, K., Huusko, A., Johnson, R.K., Sponseller, R.A. & McKie, B.G. 2020. Habitat patchiness, ecological connectivity and the uneven recovery of boreal stream ecosystems from an experimental drought. *Global Change Biology* 26(6): 3455–3472.
- Turunen, J., Marttila, H., Kämäri, M., Saari, M., Heikkinen, K., Postila, H. & Koljonen, S. 2019. Kiintoaineen eroosio ja sedimentaatio virtavesissä - luonnollisesta prosessista virtavesien ongelmaksi. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46/2019. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/306978>
- Vainikka, A., Elvidge, C., Prokkola, J.M., Lemopoulos, A., Vornanen, M., Härkönen, L.S., Alioravainen, N. & Hyvärinen, P. 2023. Two-generation common-garden experiment reveals a strong genetic contribution to migration tendency in brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, painossa.

- Vainikka, A., Hyvärinen, P., Tiainen, J., Lemopoulos, A., Alioravainen, N., Prokkola, J., Elvidge, C. & Arlinghaus, R. 2021. Fishing-induced versus natural selection in different brown trout (*Salmo trutta*) strains. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 78: 1586–1596.
- Westerbom, M., Kuningas, S., Lappalainen, A. & Veneranta, L. Lagoon morphology as an overarching driver for perch breeding success. *Frontiers in Marine Science*, hyväksytty.
- Yaripour, S., Kekäläinen, J., Hyvärinen, P., Kaunisto, S., Piironen, J., Vainikka, A., Koljonen, M.-L., Koskiniemi, J. & Kortet, R. 2020. Does enriched rearing during early life affect sperm quality or skin colouration in the adult brown trout? *Aquaculture* 529: 8 p.
- Ågren, A., Vainikka, A., Janhunen, M., Hyvärinen, P., Piironen, J. & Kortet, R. 2019. Experimental crossbreeding reveals strain-specific variation in mortality, growth and personality in the brown trout (*Salmo trutta*). *Scientific Reports* 9: 2771.

Liitteet

LIITE 1

Kalatalouden ympäristöohjelmassa ja sen liitännäishankkeissa tehdyt tieteelliset julkaisut ja raportit vuosien 2017–2023 aikana. Listan seitsemän ensimmäistä julkaisua on vasta lähetetty tieteellisiin sarjoihin arvioitavaksi.

Vertaisarvioidut julkaisut

1. Kaurila, K., Kuningas, S., Lappalainen, A. & Vanhatalo, J. 2023. Species distribution modeling with expert elicitation and Bayesian calibration, lähetetty sarjaan arvioitavaksi.
2. Westerbom, M., Kuningas, S., Lappalainen, A., Veneranta, L. 2023. Lagoon morphology as an overarching driver for perch breeding success. *Frontiers in Marine Science*, hyväksytty.
3. Ines Klemme, Joonas Pysäys, Pekka Hyvärinen, Anssi Karvonen 2023. Fitness effects of assisted gene flow into an endangered landlocked salmon population, lähetetty sarjaan arvioitavaksi.
4. Ruokonen T, Erkamo E., Savolainen, R., Tulonen J. & Hämäläinen H. 2023. Successful control of invasive crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) by intensive trapping in a small lake, lähetetty sarjaan arvioitavaksi.
5. Anssi Vainikka, Chris K. Elvidge, Jenni M. Prokkola, Alexandre Lemopoulos, Matti Vornanen, Laura S. Härkönen, Nico Alioravainen & Pekka Hyvärinen. 2023. Two-generation common-garden experiment reveals a strong genetic contribution to migration tendency in *Salmo trutta*, lähetetty sarjaan arvioitavaksi.
6. Karvonen, A. Klemme, I., Rähkä, V. & Hyvärinen, P. 2023. Enriched rearing environment enhances fitness of salmonid fishes facing multiple biological interactions, lähetetty sarjaan arvioitavaksi.
7. Koski, A., Sivonen, K. & Syrjänen, J. 2023. Abundance of brown trout parr in stream habitats with or without woody debris, lähetetty sarjaan arvioitavaksi.
8. Eronen, A., Kortet, R., Janhunen, M., Hyvärinen, P. & Kekäläinen, J. 2023. Response to swimming stress and explorative behavior of hybridization crosses between an anadromous and landlocked Atlantic salmon population. *Conservation Science and Practice*. <https://doi.org/10.1111/csp2.12893>
9. Yaripour, S. 2022. Environmentally induced plasticity in reproduction and offspring traits in salmonid fishes. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. No 479. University of Eastern Finland. Joensuu. Academic dissertation <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/28586>
10. Louhi, P., Pettinau, L., Härkönen, L.S., Anttila, K. & Huusko, A. 2022. Carry-over effects of environmental stressors influence the life performance of brown trout. *Ecosphere* 14(1): e4361. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4361>

11. Mäntymaa, E., Jokinen, M., Louhi, P. & Juutinen, A. 2022. Visitors' heterogeneous preferences for urban park management: The case of a city park in Oulu, Finland. *Urban Forestry & Urban Greening* 77:127751. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127751>
12. Jyväsjärvi, J., Rajakallio, M., Brüsecke, J., Huttunen, K-L., Huusko, A., Muotka, T. & Taipale, S.J. 2022. Dark matters: Contrasting responses of stream biofilm to browning and loss of riparian shading. *Global Change Biology* 28 17: 5159-5171. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.16279>
13. Niemelä, P.T., Klemme, I., Karvonen, A., Hyvärinen, P., Debes, P.V., Erkinaro, J., Härkönen, L., Primmer, C.R., 2022. Life-history genotype explains variation in migration activity in salmon (*Salmo salar*). *Proc. R. Soc. B.* <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0851>
14. Klemme, I., Debes, P.V., Primmer, C.R., Härkönen, L., Erkinaro, J., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2022. Resistance and tolerance of parasites linked to host life history. *The American Naturalist.* <https://doi.org/10.1086/721159>
15. Sarremejane, Romain; Truchy, Amélie; McKie, Brendan G.; Mykrä, Heikki; Johnson, Richard K.; Huusko, Ari; Sponseller, Ryan A.; Muotka, Timo. 2021. Stochastic processes and ecological connectivity drive stream invertebrate community responses to short-term drought. *Journal of Animal Ecology* 90 4: 886-898. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2656.13417>
16. Härkönen, Laura; Louhi, Pauliina; Huusko, Riina; Huusko, Ari. 2021. Wintertime growth in Atlantic salmon under changing climate: the importance of ice cover for individual growth dynamics. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 78: 1479-1485. <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjfas-2020-0258>
17. Janhunen M., Piironen J., Vainikka A., Hyvärinen P. 2021. The effects of environmental enrichment on hatchery-performance, smolt migration and capture rates in landlocked Atlantic salmon. *PLoS ONE* 16(12): e0260944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260944>
18. Karvonen, A., Räihä, V., Klemme, I., Ashrafi, R., Hyvärinen, P., Sundberg, L-R. 2021. Quantity and quality of aquaculture enrichments change the epidemiology of an infectious disease. *Antibiotics*, 10, 335. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10030335>
19. Vainikka, A., Hyvärinen, P., Tiainen, J., Lemopoulos, A., Alioravainen, N., Prokkola, J., Elvidge, C. Arlinghaus, R. 2021. Behaviour, growth and survival of outbred and angling-selected brown trout, *Salmo trutta*, raised in common garden. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* <https://doi.org/10.1139/cjfas-2020-0313>
20. Mäntymaa, E., Jokinen, M., Juutinen, A., Lankia, T. & Louhi, P. 2021. Providing ecological, cultural and commercial services in an urban park: A travel cost-contingent behavior application in Finland. *Landscape and Urban Planning* 209, 104042. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104042>
21. Klemme, I., Hendriks, L., Roghaieh, A., Sundberg L-R., Räihä, V., Piironen, J., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2021. Evaluating health effects of genetic rescue actions. *Conservation Science and Practice.* <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/csp2.379>

22. Prokkola, J., Alioravainen, N., Mehtätalo, L., Hyvärinen, P., Lemopoulos, A., Metso, S & Vainikka, A. 2021. Does parental angling selection affect the behavior or metabolism of brown trout parr? *Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1002/ece3.7220>
23. Klemme, I., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2021. Cold water reduces the severity of parasite-inflicted damage: support for wintertime recuperation in aquatic hosts. *Oecologia*. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04818-2>
24. Eronen, A., Kekäläinen, J., Piironen, J., Hyvärinen, P., Huuskonen, H., Janhunen, M., Yaripour, S. & Kortet, R. 2021. Sperm motility and offspring pre- and post-hatching survival in hybridization crosses among landlocked and two anadromous Atlantic salmon populations: implications for conservation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2020-0158>
25. Christie, Alec P.; Abecasis, David; Adjeroud, Mehdi; Alonso, Juan C.; Amano, Tatsuya; Anton, Alvaro; Baldigo, Barry P.; Barrientos, Rafael; Bicknell, Jake E.; Buhl, Deborah A.; Cebrian, Just; Ceia, Ricardo S.; Cibils-Martina, Luciana; Clarke, Sarah; Claudet, Joachim; Craig, Michael D.; Davoult, Dominique; De Backer, Annelies; Donovan, Mary K.; Eddy, Tyler D.; França, Filipe M.; Gardner, Jonathan P. A.; Harris, Bradley P.; Huusko, Ari; Jones, Ian L.; Kelaher, Brendan P.; Kotiaho, Janne S.; López-Baucells, Adrià; Major, Heather L.; Mäki-Petäys, Aki; Martín, Beatriz; Martín, Carlos A.; Martin, Philip A.; Mateos-Molina, Daniel; McConnaughey, Robert A.; Meroni, Michele; Meyer, Christoph F. J.; Mills, Kade; Montefalcone, Monica; Noreika, Norbertas; Palacín, Carlos; Pande, Anjali; Pitcher, C. Roland; Ponce, Carlos; Rinella, Matt; Rocha, Ricardo; Ruiz-Delgado, María C.; Schmitter-Soto, Juan J.; Shaffer, Jill A.; Sharma, Shailesh; Sher, Anna A.; Stagnol, Doriane; Stanley, Thomas R.; Stokesbury, Kevin D. E.; Torres, Aurora; Tully, Oliver; Vehanen, Teppo; Watts, Corinne; Zhao, Qingyuan; Sutherland, William J. 2020. Quantifying and addressing the prevalence and bias of study designs in the environmental and social sciences. *Nature communications* 11 1: 11 p. <https://www.nature.com/articles/s41467-020-20142-y>
26. Truchy, Amélie; Sarremejane, Romain; Muotka, Timo; Mykrä, Heikki; Angeler, David G.; Lehosmaa, Kaisa; Huusko, Ari; Johnson, Richard K.; Sponseller, Ryan A.; McKie, Brendan G. 2020. Habitat patchiness, ecological connectivity and the uneven recovery of boreal stream ecosystems from an experimental drought. *Global Change Biology* 26 6: 3455–3472. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.15063>
27. Alioravainen, N., Prokkola, J., Lemopoulos, A., Härkönen, L., Hyvärinen, P. & Vainikka, A. 2020. Post-release exploration and diel activity of hatchery, wild and crossbred strain brown trout in semi-natural streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/cjfas-2019-0436#.X2k-BFWgzaUk>
28. Yaripour, S., Kekäläinen, J., Hyvärinen, P., Kaunisto, S., Piironen, J., Vainikka, A., Koljonen, M-L, Koskiniemi, J. and Kortet, R. 2020. Does enriched rearing during early life affect sperm quality or skin colouration in the adult brown trout? *Aquaculture* Volume 529, 735648. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735648>

29. Alioravainen, N. 2020. Behavioural conservation in hatchery-reared brown trout – phenotypic effects of controlled crossbreeding with wild fish. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. No 391. University of Eastern Finland. Joensuu. Academic dissertation. https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/23600/urn_isbn_978-952-61-3573-1.pdf
30. Klemme, I, Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2020. Negative associations between parasite avoidance, resistance and tolerance predict host health in salmonid fish populations. Proc. R. Soc. B 287: 20200388. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.0388>
31. Hatanpää, A., Huuskonen, H., Kekäläinen, J., Kortet, R., Hyvärinen, P., Vitelletti, L. Piironen, J. 2020. Early winter foraging success, swimming performance and morphology of juvenile landlocked Atlantic salmon reared under semi-wild and hatchery conditions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 77: 770–778. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0079>
32. Alioravainen, N., Hyvärinen, P. & Vainikka, A. 2020. Behavioural effects in juvenile brown trout in response to parental angling selection. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0424>
33. Lemopoulos, A. 2019. A genomic perspective on brown trout migration. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. No 348. University of Eastern Finland. Joensuu. Academic dissertation. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-3159-7/urn_isbn_978-952-61-3159-7.pdf
34. Marttila, M., Louhi, P., Huusko, A., Vehanen, T., Mäki-Petäys, A., Erkinaro, J., Syrjänen, J.T. & Muotka T. 2019. Synthesis of habitat restoration impacts on young-of-the-year salmonids in boreal rivers. Reviews in Fish Biology and Fisheries 29: 513-529. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11160-019-09557-z>
35. Watz, J., Calles, O., Carlsson, N., Collin, T., Huusko, A., Johnsson, J., Nilsson, A., Norrgård, J. & Nyqvist, D. 2019. Wood addition in the hatchery and river environments affects post-release performance of overwintering brown trout. Freshwater Biology 64: 70-80. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/fwb.13195>
36. Enefalk, Å., Huusko, A., Louhi, P. & Bergman, E. 2019. Fine stream wood decreases growth of juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.). Environmental Biology of Fishes 102: 759-770. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10641-019-00869-4>
37. Rähkä, V., Sundberg, L-R, Ashrafi, R., Hyvärinen, P. & Karvonen, A. 2019. Enriched rearing environment enhances survival during disease outbreaks in aquaculture. Journal of Applied Ecology. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13393>
38. Ågren, A., Vainikka, A., Janhunen, M., Hyvärinen, P., Piironen, J. & Kortet, R. 2019. Does hybridization between strains affect early mortality, growth or personality in the brown trout (*Salmo trutta*)? Scientific Reports 9: 2771 | <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35794-6>
39. Lemopoulos, A., Prokkola, J., Uusi-Heikkilä, S., Vasemägi, A., Huusko, A., Hyvärinen, P., Koljonen, M-L., Koskiniemi, J., Vainikka, A. 2019. Comparing RADseq and microsatellites for estimating genetic diversity and relatedness –implications for brown trout

- conservation. *Ecology and Evolution*. 9: 2106-2120. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.4905>
40. Lemopoulos, A., Uusi-Heikkilä, S., Hyvärinen, P., Alioravainen, N., Prokkola, J., Elvidge, K., Vasemägi, A., Vainikka, A. 2019. Association Mapping Based on a Common-Garden Migration Experiment Reveals Candidate Genes for Migration Tendency in Brown Trout. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 29(9): 2887-2896. <https://doi.org/10.1534/g3.119.400369>
41. Lemopoulos, A., Uusi-Heikkilä, S., Huusko, A., Vasemägi, A. & Vainikka, A. 2018. Comparison of migratory and resident populations of brown trout reveals candidate genes for migration tendency. *Genome Biology and Evolution*, 10(6): 1493–1503. <https://academic.oup.com/gbe/article/10/6/1493/5020727>
42. Ruokonen T.J., Sjövik R, Erkamo E., Tulonen J., Ercoli F., Kokko H. & Jussila J. 2018. Introduced alien signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in Finland – uncontrollable expansion despite numerous management strategies. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 419: 27. <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/abs/2018/01/kmae170156/kmae170156.html>
43. Alioravainen, N., Hyvärinen, P., Kortet, R., Härkönen, L. & Vainikka, A. 2018. Survival of crossbred brown trout under experimental pike predation and stocking in the wild. *Boreal Environment Research* 23: 267-281. <http://www.borenv.net/BER/archive/pdfs/ber23/ber23-249-265.pdf>
44. Huusko, R., Hyvärinen, P., Jaukkuri, M., Mäki-Petäys, A., Orell, P. & Erkinaro J. 2018. Survival and migration speed of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts in two large rivers: one without and one with dams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2018, 75(8): 1177-1184, <https://doi.org/10.1139/cjfas-2017-0134>

Raportit ja muut julkaisut

1. Hiidenhovi, J., Kallasvuo, M., Keskinen, T., Louhi, P., Setälä, J. & Vielma, J. 2023. Poliitikasuositus: Tutkimuksen ja yritysten yhteistyöllä potkua kotimaiseen kalatuotantoon. *Luke Policy Brief* 6/2023. 6 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/553400>
2. Lappalainen, A., Kuningas, S., Veneranta, L. & Westerborn, M. 2023. Fladojen ja kluuvien kunnostus kalojen lisääntymisalueiksi – kokemuksia kunnostuksista ja tuloksellisuuden mittausten menetelmistä. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 36/2023. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-668-9>
3. Louhi, P., Hilli, P., Järvelä, E., Hakola, S., Lappalainen, A., Iho, A., Veneranta, L., Huusko, A., Kallasvuo, M. & Halonen, T. 2022. Tulosperusteiset rahoitusmallit kalastonhoidon vauhdittajina. *Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu* 2022:19. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164353>
4. Heikkinen, J., Rajala, T., Ruokonen, T., Keskinen, T. & Lappalainen, A. 2022. Kalataloustarkkailuiden tilastollinen voima: Esimerkkitarkasteluja koekalastusaineistojen riittävydestä johtopäätösten tekemiseen. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 17/2022. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-380-0>

5. Lappalainen, A., Ruokonen, T. & Keskinen, T. 2022. Kalataloustarkkailut Suomessa vuonna 2020. Tarkkailuohjelmien ja raportoinnin laatu sekä ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 16/2022. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-378-7>
6. Härkönen, L. S., Rinnevali, R., Hyvärinen, P., Orell, P., Laaksonen, T., Leinonen, T., Koljonen, M-L., Erkinaro, J. & Louhi, P. 2022. Taimenen kotiuttaminen Oulun Hupisaarten puroihin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 70/2022, Luonnonvarakeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/552165>
7. Jokinen, M., Mäntymaa, E., Härkönen, L.S., Louhi, P. 2022. Oulun Hupisaaret – luonnosta hyvinvointia ja kulttuuria keskellä kaupunkia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2022, Luonnonvarakeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551624>
8. Huusko, A., Louhi, P., Marttila, M., Korhonen, P.K., van der Meer, O. 2021. 40 vuotta koskikunnostuksia Suomessa. Yhteenveto seurantatutkimuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 52/2021, Luonnonvarakeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/547700>
9. Lappalainen, A., Veneranta, L., Kuningas, S., Olin, M. & Aronsuu, K. 2021. Rannikkolajien säätelyn tehostamismahdollisuudet ja -tarpeet Suomen rannikolla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 13/2021. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-166-0>
10. Hyvärinen, P. 2021. Istutuskalojen elinkyvyn ja luonnonlisäytymisen parantaminen. Sininen biotalous: Tutkimusohjelman loppuraportti. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-181-3>
11. Pekka Hyvärinen, Laura Härkönen ja Tuomas Leinonen. 2022. Oulujoen vesistön järvi-taimenen hoitokannan villiyttäminen. Luonnonvarakeskus 25.1.2022. Työraportti vuosilta 2019-2021. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/552144/Tyoraportti Oulujoen vesiston jarvitaimenen hoitokannan villiyttaminen 26.1.2022.pdf?sequence=1](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/552144/Tyoraportti_Oulujoen_vesiston_jarvitaimenen_hoitokannan_villiyttaminen_26.1.2022.pdf?sequence=1)
12. Juutinen, A. 2021. Virikekasvatuksen vaikutukset lohen (Salmo salar) jokipoikasvaiheen käyttäytymiseen, kasvuun ja ravinnonkäyttöön istutustapahtuman jälkeisenä talvena. Pro gradu -tutkielma. Ekologian ja genetiikan yksikkö. Oulun yliopisto. <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfioulu-202106238715>
13. Keskinen T., Lappalainen A., Ojanen H., Paloheimo A. & Ruokonen, T. 2019. Aluesuunnittelu kalatalousalueilla. Kalastuslain 36§ mukaisen alueet Päijänteen kalatalousalueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 62/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 47 s. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544796>
14. Erkamo E., Ruokonen T., Sjövik R., & Keskinen T. 2019. Luonnos Pohjois-Päijänteen kalatalousalueen raputaloudelliseksi käyttö- ja hoitosuunnitelmaksi vuosille 2020-2025. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 62/2019. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-820-3>
15. Turunen, J., Marttila, H., Kämäri, M., Saari, M., Heikkinen, K., Postila, H. & Koljonen, S. 2019. Kiintoaineen eroosio ja sedimentaatio virtavesissä - luonnollisesta prosessista virtavesien ongelmaksi. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46/2019. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/306978>

16. Kuningas, S., Veneranta, L., Ojanen, H., Kallasvuori, M. & Lappalainen, A. 2019. Ihmistöiminnan vaikutukset kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 27/2019. Luonnonvarakeskus.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-749-7>
17. Hynninen, M., Veneranta, L. & Lappalainen, A. 2019. Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kalataloudelliset kunnostukset Merenkurkun rannikolla: Mallilajeina ahven ja hauki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 57/2019. Luonnonvarakeskus.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-811-1>
18. Broman, A., Nordblad, F., Johansson, M., Becher, M., Sohlenius, G., Öhrling, C., Boman, A., Josefsson, S., Mattbäck, S., Lindström, C., Olide, C., Liwata-Kenttälä, P., Huusko, A., Jokikokko, E., van der Meer, O., Lahti, M & Kangas, M. 2019. Coastal watercourses – Methodological Development and Restoration (Kustmyynnande vattendrag – Methodutveckling och Restaurering; Perämereen laskevia vesistöjä – Menetelmien kehittäminen ja ekologinen kunnostaminen). Publication No: 6/2019, 189 pp. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Luleå.
19. Hendriks, L. 2019. Survival of Saimaa landlocked salmon (*Salmo salar* m. Sebago) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) hybrids during a bacterial infection. Master thesis. University of Jyväskylä. Department of Biological and Environmental Science. Ecology and Evolutionary Biology. 40 p.
20. Lappalainen, A., Kuningas, S., Paloheimo, A., Lindholm, G. & Lönnroth, M. 2019. Ehdotus Porvoon-Sipoon kalatalousalueen merialueen käyttö- ja hoitosuunnitelmaksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-803-6>
21. Paloheimo, A., Kuningas, S. & Lappalainen, A. 2019. Paikkatiedon käyttö KHS-työssä – esimerkkinä Porvoon-Sipoon merialue. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2019. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-836-4>
22. Hyvärinen, P., Vainikka, A., Koljonen, M-L., Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Sutela, T. & Salonen, E. 2018. Kalaistutukset. Teoksessa: Kalavarojen käyttö ja hoito A. s. 171-215.
23. Pudas, A. & Pysäys, J. 2018. Saimaan järvilohen ja Itämeren lohen risteymien vastustuskyky loistartuntoja vastaan. Luk –tutkielma, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Akvaattiset tieteet. 18 s.
24. Räihä, V. 2017. Virikekasvatuksen vaikutukset merilohen (*Salmo salar*), meritaimenen (*Salmo trutta*) ja kirjolohen (*Oncorhynchus mykiss*) lois- ja tautiresistenssiin. Jyväskylän yliopisto. Pro Gradu. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Akvaattiset tieteet. 34 s. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/53277>
25. Hyvärinen, P. 2017. Merilohen mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten istutustesti Luonnonvarakeskuksen Kainuun kalantutkimusasemalla Paltamossa 5.4. -4.7.2017. Tutkimusraportti. (Voimalohi Oy).

LIITE 2

Kalatalouden ympäristöohjelmaa vuosina 2017–2023 tukeneet muut hankkeet ja niiden perustiedot. Taulukossa on esitetty hankkeiden kokonaisbudjetit, jolloin ne voivat sisältää myös muita kuin suoraan ohjelmaa tukevia toimenpiteitä.

Hanke	Koordinaattori	Rahoitustaho	Kokonaisbudjetti €	Toimintavuodet
Tutkimusinfra Oulun kaupunkipuroihin	Luke	Oulun kaupunki	60 000	2017–2018
Taimenten kotiutusitututkimus Oulun Hupisaarten puroissa	Luke	OUMO	40 000	2019–2020
Merilohen mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten istutustesti	Luke	Voimalohi oy	15 000	2017
Uusi kalavesien hoito-opas	Luke	MMM	177 000	2016–2018
Toukkaa kalalle	Luke	Luke	135 000	2017–2018
Järvilohen luonnonkierron palauttaminen	Luke	Luke, MMM, POP-Ely, Vattenfall	1 543 000	2015–2020
Rakennettujen jokien vaelluskalakantojen elvyttäminen - Sateenvarjo III	Luke	MMM, Energiateollisuuden ympäristöpooli, Fortum Oy, Kemijoki Oy, PVO Vesivoima Oy, Vattenfall Oy, Oulun Energia, Kolsin voima, HELEN, UPM Oy, Luke	1 912 500	2019–2023
Perämereen laskevia vesistöjä. Menetelmien kehittäminen ja ekologinen kunnostaminen	Norbottens länstyrelsen	InterregNord-ohjelma	2 083 000	2016–2019
FRESHABIT LIFE IP	Metsähallitus, Luontopalvelut	LIFE Nature and Biodiversity	19 800 000	2016–2022
Hupisaarten urbaanit purot innovaatioiden kohtauspaikkana	Luke	EAKR	475 000	2018–2020
Oulujoen vesistön taimenen hoitokantojen perustaminen	Fortum & Kalavesien omistajat	Oulujoen vesistön kalatalousvelvoite	50 000	2019–2020
Evolutionary restoration of trout populations impacted by human-induced selection	Itä-Suomen yliopisto	Suomen Akatemia	542 000	2015–2019
Ympäristötekijöiden merkitys loisten välisissä vuorovaikutussuhteissa	Jyväskylän yliopisto	Suomen Akatemia	531 000	2017–2021
Ilmastonmuutoksen ja maankäytön vaikutukset virtavesien biodiversiteetin muutokseen	Oulun yliopisto	Suomen Akatemia	493 000	2018–2022

Hanke	Koordinaattori	Rahoitustaho	Kokonaisbudjetti €	Toimintavuodet
Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma VELMU	Suomen ympäristökeskus	YM, MMM	251700 (Luke)	2017–2025
KvarkenFlada	Metsähallitus	Interreg Botnia–Atlantica	1 500 000 (Luke 173 000)	2016–2019
Mermalli I	Luke	EMKR (Kustakti-ongrup)	30 000	2017–2019
Pyrstö	Luke	MMM, YM	410 000	2021–2023
Ounasjoen ja sen sivujokien lohen mäti- ja poikasistutuskokeet 2021–2026	Voimalohi Oy	Voimalohi Oy, voimayhtiöt, MMM	881 750 (Luke)	2021–2026
Genomic tools for the assessment of trait changes in managed fish populations	Itä-Suomen yliopisto	Suomen Akatemia	832 505	2022–2026
LIFE20 IPE/FI/000020 – LIFE-IP BIODIVERSEA	Metsähallitus	LIFE Environment (Nature & Circular Economy)	19 880 000	2021–2029



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi

