

Kalasto virtavesikunnostusten seurannassa



TEPPO VEHANEN
erikoistutkija,
Luonnonvarakeskus
teppo.vehanen@luke.fi

TAPIO SUTELA
tutkija,
Luonnonvarakeskus
tapio.sutela@luke.fi

MIKKO HYNINEN
Kalaja- ja vesitutkimus Oy
mikko.hyninen@
kalajavesitutkimus.fi

Elinympäristökunnostusten seurannassa on tärkeää seurata määrän lisäksi vaikuttavuutta: mitä kunnostetuilla hehtaareilla, kilometreillä tai lisätyillä sorakuutioilla on saavutettu kohdeympäristössä? Vaikuttavuuden arviointi edellyttää mittareiden lisäksi soveltuvaa seuranta-asetelmaa (esim. ennen-jälkeen seurantaa).

Parhaimmillaan elinympäristökunnostuksella palautetaan koko eliöyhteisön toiminta lähelle luonnontilaa. Virtavesikunnostusten kohdelajeina ovat usein lohikalajien poikaset, ja kunnostusten onnistumisen mittarina on käytetty näiden lajien esiintymisen ja tiheyden muutosta. Joen ekologinen tila määritetään yksittäistä lajia laajemmin, ensisijaisesti perustuen biologisiin laaturakenteisiin (esim. piilevät, pohjaeläimet ja kalat). Näiden yhteisöjen tilaa verrataan olosuhteisiin, joita ihmistoiminta ei ole muuntanut.

Kalat soveltuvat hyvin ihmistoiminnan aiheuttamien muutosten seurantaan virtavesissä, niin veden laadun kuin myös jokien rakenteelliseen tilan muutosten suhteen. Esimerkiksi vaelluskalojen esiintyminen ja lisääntymiskierto ovat suorassa yhteydessä jokisysteemin esteettömyyteen, uoman tilaan ja veden laatuun. Lisäksi kalat esiintyvät lähes kaikissa jokiympäristöissä, niiden tunnistaminen on verrattain helppoa ja nopeaa, ja kaloihin kohdistuu runsaasti yleistä mielenkiintoa, joten kalat ryhmänä on helposti käytettävä ja ymmärrettävä indikaattori suurelle yleisölle. Tärkeää on myös, että kalajen ekologiset vastee eri paineille tunnetaan.

Vesipuitedirektiivin mukaisessa, jokikaloihin perustuvassa ekologisessa luokittelussa käytetään FiFI (Finnish Fish Index) -indeksiä, joka koostuu viidestä muuttujasta (Vehanen ym. 2010):

- Kesänvanhojen (0+) lohien ja taimenten tiheys
- Särkikalajien tiheys

- Ympäristömuutoksille herkkien (intoleranttien) lajien osuus
- Ympäristömuutoksille kestävien (toleranttien) lajien osuus
- Kalalajien lukumääriä

FiFI indeksi on sovitettu yhteen muiden vastaavien kalaindeksien kanssa, joten sillä tehty ekologinen luokittelu on vertailukelpoinen muiden EU maiden kanssa. Samassa yhteydessä on testattu, että indeksiarvoista laskettu ekologinen laatusuhde (ELS) reagoi tärkeimpiin ihmistoiminnan aiheuttamiin paineisiin, eli hydrologis-morfologisiin muutoksiin ja rehevöitymiseen. Myös kalaston näytteenotto indeksin laskemista varten, sähkökalastus, on yhdenmukaistettu ja ohjeistettu.

Voiko kaloja käyttää pienten virtavesien tilan määrittämisessä?

Purot ovat tärkeä osa luonnon monimuotoisuutta, mutta vesipuitedirektiivissä ne ovat jääneet pääosin huomioimatta (alle 10 km² valuma-alueen vesimuodostumat). Pienvesien tilan turvaamiseen ja tilan arviointiin tarvitaan kuitenkin systemaattisia lähestymistapoja. Freshabit -projektissa kehitettiin valtakunnallisesti yhdenmukaisia menetelmiä pienten virtavesien ekologisen tilan arviointiin (Aroviita ym. 2021).

Purovesien kalastoon perustuvan ekologisen tilan arvioinnin kehittämiseen koottiin 1130 pääasiassa pienten virtavesien sähkökalastustulosta yhteensä 591:stä erillisestä sähkökalastuspaikasta. Näiden paikkojen yläpuolinen valuma-alue oli rajattu ja maankäyttötiedot tiedossa.

Keskeisimmäksi pienten virtavesien sekä habitaattien, että kalalajiston tilaa heikentäväksi tekijäksi nousi metsäojitus. Ojituksista aiheutuu ravinne- että kiintoainekuormitusta ja uomien pohjarakenne yksipuolistuu, minkä johdosta pienten virtavesien luonnontilainen eliöstö taantuu. Erityisesti taimenella oli merkkejä taantumisesta ojitusalueiden puroissa: taimenen esiintyminen vaikutti vähenevän valuma-alueen turvemaiden ojitusosuuden lisääntyessä. Metsäojitusten kiintoainekuormituksen aiheuttama latvapurojen hiekkottuminen heikentää kalojen elinympäristön laatua ja soveltuvuutta lisääntymiseen. Lisäksi hiekkapohjalta ei löydy kaloille suojapaikkoja eikä pohjaeläimiä ravinnoiksi.

Kolmipiikki, puronierä ja kymmenpiikki näyttivät vahvimmin suosivan pieniä puroja. Kun puron koko kasvoi, lajisto monipuolistui lähelle normaalia jokilajistoa. Varsinkin kivisimpua, ahventa ja särkettä tavattiin runsaammin vasta suuremmissa puroissa. Kokonaan ilman saalista jäätin useimmiten pienissä puroissa. Pienimmässä purokokoluokassa noin kolmasosassa sähkökalastuksista ei saatu saalista.

Lajien pieni määrä pienissä puroissa aiheutti tarpeen muokata FiFi -indeksiä. Kalalajien lajilukumäärä päätettiin pudottaa pois indeksistä, mutta indeksin neljän muun muuttujan todettiin kelvollisiksi myös pieniin puroihin. Näin saatiin FiFi-indeksin 4-muuttujainen versio FiFi4, jota käytettiin tutkimuksen indeksilaskelmissa. Aivan pienimmissä puroissa tai noroissa (valuma-alue <1 km²) kalaston käyttöä ekologisen tilan arvioinnissa ei suositella ja 1-5 km² valuma-alueen puroissa kalastoa suositellaan käytettäväksi vain varauksin. FiFi4-indeksiä suositellaan käytettäväksi valuma-alueeltaan yli 5 km²:n purovesissä ja niin, että vesipuidirektiivin mukaisen ekologisen laatusuhteen (ELS) laskelmissa valuma-alueeltaan 5-10 km² purokokoluokassa käytetään tämän kokoluokan referenssipuroja.

Kunnostusten vaikutusten arvioinnissa on panostettava seurantaan

Freshabit -hankkeessa tehtiin useita virtavesiin kohdistuvia elinympäristökunnostuksia vuosina 2016–2021 (Hynninen ja Vehanen 2022). Isojoella Pohjanmaalla kunnostukset yhdessä vaellusesteen poiston kanssa olivat lisänneet kesänvanhojen (0+-ikäiset) ikäluokkien taimentiheyksiä. Vaikutus ei kuitenkaan vielä näkynyt vanhempien ikäluokkien tiheyksissä. Tornionjoen sivujoen Naamijoen valuma-alueen ennallistamisessa vähennettiin ravinne- ja kiintoainepäästöjä joken, mutta todennäköisesti lyhyen seurantajakson takia vaikutusta taimentiheyksiin ei havaittu. Ala-Koitajoella



Luonnontilainen puro on monimuotoinen elinympäristötään ja sisältää yleensä runsaasti puuta.



Sähkökalastus on kalaston näyteenottomenetelmä virtavesissä.

Pohjois-Karjalassa vesisammaleen (*Fontinalis sp.*) tulokset viittaavat siihen, että vesisammalsiirroista voisi olla hyötyä 0+-ikäisten järvilohien selviytymiselle, mutta tätä ei kuitenkaan voitu vahvistaa tilastollisesti. Karjaanjoella Uudellamaalla ennallistamisen jälkeisissä tiheyksissä oli nähtävissä vuosisatasolla nousevia trendejä, mutta riittävän tarkkailun puute ennen restaurointia esti johtopäätösten tekemistä. Karvianjoella kesänvanhojen taimenten (0+-ikäiset) tiheydet vähenivät jonkin verran kunnostusten jälkeen, kun taas vanhempien ikäluokkien tiheydet kasvoivat. Tämä voi johtua kunnostuksen seurauksena tehtyjen syvempien altain ja piilopaikkojen lisääntymisestä, mikä on muuttanut elinympäristöä paremmin vanhemmalle taimenelle poikaselle sopiviksi.

Tulokset painottavat riittävän tarkkailun merkitystä. Projektissa tehtiin kunnostuksia valuma-alueella tai jokiuomissa vähintään suunnitellun verran, usein ylikin. Niiden vaikuttavuus kohdelajeihin jäi puutteellisen seurannan toteutuksen vuoksi kuitenkin monin paikoin avoimeksi. Erityisesti pienissä puroissa, joissa hydrologiset olosuhteet aiheuttavat voimakasta vaihtelua lajitiheyksissä, tarvitaan myös pitkiä aikasarjoja mahdollisten trendien havaitsemiseksi. Isojoen esimerkki osoittaa, että vahvoja hyödyllisiä vaikutuksia voidaan kuitenkin havaita myös lyhyemmillä seurantajaksoilla. Muutokset kohdelajien, erityisesti taimenen eri ikäluokkien pyydystettävyydessä uoman rakenteellisten muutoksien seurauksena voivat aiheuttaa vääristymiä seurantatuloksiin. Siksi kunnostuskohteilla olisi hyvä noudattaa kolmen poistopyynnin menetelmää, jossa pyydystettävyys arvioidaan vuosittain uudelleen.



Suurten jokien elinympäristökunnostuksissa tarvitaan konevoimaa. Kuva Vuokselta.

Happamien sulfaattimaiden virtavesien kunnostus

Suomessa on Euroopan laajin pinta-ala happamia sulfaattimaita, mikä tekee niiden aiheuttamien haittojen ehkäisystä ja ennakkoinnista erityisen tärkeitä. Maankohoamisen myötä happamia sulfaattimaita alettiin aikanaan kuivata ihmisen käyttöön. Kuivatuksen johdosta näiden entisten merenpohjien sisältämät sulfidihidreetit hapettuvat ja muodostavat rikkihappoa. Tämän seurauksena maaperän pH laskee hyvin alas, ja happamuus liuottaa metalleja maaperästä. Runsaiden sateiden tai kevään sulamisvesien mukana happamuus ja metallit huuhoutuvat vesistöön. Äkillisten pH:n laskujen yhtenä näkyvimpänä seurauksena ovat kalakuolemat.

Valuma-alueen happamien sulfaattimaiden määrä ja maankäyttö vaikuttavat jokien happamuustasoon ja metallipitoisuuksiin, jotka edelleen vaikuttavat eliöyhteisöjen, kuten kalaston, rakenteeseen (Vehanen ym. 2022). Yksi keskeinen kysymys oli, miten happamien sulfaattimaiden kuormitus näkyy ekologisessa luokittelussa: tarvitaanko happamuudelle spesifisiä indeksejä nykyisten käytössä olevien indeksien tilalle? Tulosten mukaan FIFI reagoi myös happamuuden aiheuttamiin muutoksiin kalastossa: mitä enemmän happamia sulfaattimaita valuma-alueella oli, sitä alhaisempi oli keskimääräinen pH ja sitä heikompaa ekologista tilaa kalaindeksi yleensä ilmaisi. Erityisesti kesänvanhojen (0+) lohikalojen esiintyminen ja ympäristömuutoksille herkkien lajien osuus kärsivät happamuudesta. Indeksissä on myös kehitettävää happamuuden ollessa pääasiallinen paine: särkikalojen tiheys on indeksissä ilmentämässä erityisesti rehevöitymistä, mutta monet särkikalosta ovat herkkiä happamuudelle. Happamuuden seurauksena maaperästä liuenneista

metalleista alumiini on kaloille erityisen haitallista (Sutela ja Vehanen 2017). Happamien sulfaattimaiden päästöjen mukana jokivesiin huuhtoutuu runsaasti myös muita metalleja, joiden vaikutusmekanismit jokieläyhteisöjen taantumisessa kaipaavat edelleen lisätutkimuksia.

Happamien sulfaattimaiden alueella kunnostustoimenpiteet on ensisijaisesti suunnattava sinne mistä päästöt ovat peräisin, eli valuma-alueelle ja sen maankäyttöön. Tehty kartoitustyö happamien sulfaattimaiden esiintymisestä ja laajuudesta voidaan hyödyntää kunnostustöiden suuntaamisessa. Happamuuden aiheuttamista haitoista johtuen alueen virtavesille tulisi myös asettaa omat ympäristötavoitteensa ekologisessa luokittelussa, jotka poikkeavat vastaavista vesimuodostumista ilman luontaisia happamuuspaineita.

eDNA tulee myös kalaseurantoihin

Perinteisten seurannan näytteenottomenetelmien rinnalle tai niitä korvaamaan on tulossa ympäristö-DNA:n käyttö. Ympäristö-DNA:lla eli eDNA:lla tarkoitetaan kalaston kyseessä ollessa kalojen aineenvaihdunnastaan vesistöön levittämää DNA:ta. eDNA-näytteet kerätään vesinäytteistä suodattamalla tarvittava vesimäärä tiheän suodattimen läpi. Tarkoituksen soveltuvia kaupallisia sovelluksia veden pumppaamiseen ja näytteen suodattamiseen on jo tarjolla. DNA:n sisältämä näyte säilötään erikseen tai itsesäilyttävä suodatin toimitetaan laboratorioon, jossa DNA eristetään ja analysoidaan. Saaduille DNA-tuloksille haetaan vastaavuutta tietokannoista, ja näin saadaan tietoon lajit, jotka esiintyvät kohteena olevassa vesistöissä.

Suomen kalatutkimuksessa eDNA näytteitä kerätään jo varsin rutiinimaisesti. Standardoituja seurantoja varten menetelmä vaatii kuitenkin vielä kehitystyötä. Esimerkiksi sähkökalastukseen verrattuna menetelmän etuna on nopeus ja kustannustehokkuus, ja saatu lajilista kattaa myös lajit, joita ei virtavesien sähkökalastuksella saada esille. Menetelmän heikkoutena on, että eDNA ei kerro kalojen koosta tai iästä, joten sillä ei voida erotella eri ikäluokkia toisistaan. Tätä tietoa tarvitaan esimerkiksi PiFi indeksin laskemisessa (kesänvanhojen lohien ja taimenten tiheys). Lisätietoa tarvitaan myös siihen, miten luotettavasti eDNA kuvaa eri lajien osuuksia erilaisissa vesistöissä. Kehitystyötä tehdäänkin maailmanlaajuisesti, myös Suomessa. Parhaillaan Lukessa on menneillään tutkimus, jossa vertaillaan perinteisten menetelmien (sähkökalastus, koeverkkosarja) tuloksia eDNA:n antamiin tuloksiin rakennetuissa vesissä. Uuden menetelmän käyttöönotto vaatii tietysti vielä paljon kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä menetelmien yhteensovittamiseksi ja standardoimiseksi. 💧



eDNA-näytteiden suodattamiseen on kaupallisia sovelluksia. Kuvassa Smith & Rootin laite.

Kirjallisuus

- 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. ja Virtanen, R. 2021. Pienten virtavesien tilan arvioinnin kehittäminen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2021.
- Hynninen, M. ja Vehanen, T. 2022. Stream restorations and their impacts for brown trout and salmon in FRESHBIT LIFE IP-projects. *Natural resources and bioeconomy studies* 45/2022.
- Sutela, T., Vehanen, T., Jounela, P. and Aroviita, J. 2021. Species–environment relationships of fish and map-based variables in small boreal streams: Linkages with climate change and bioassessment. *Ecology and Evolution* 11 (15), 10457–10467.
- Sutela, T. and Vehanen, T. 2017. The effects of acidity and aluminium leached from acid sulphate soils on riverine fish assemblages. *Boreal Environment Research* 22, 385–391.
- Vehanen, T., Sutela, T., Aroviita, J., Karjalainen, S.-M., Riihimäki, J., Larsson, A. and Vuori, K.-M. 2022. Land use in acid sulphate soils degrades river water quality – Do the biological quality metrics respond? *Ecological Indicators* 141, 109085.