

Eräpalvelujen virtavesikunnostukset 2020–2023 – loppuraportti

Antti Karppinen, Raisa Nikula ja Markku Vierelä



Markku Vierelä
Metsähallitus Eräpalvelut
markku.vierela(at)metsa.fi

Kansikuva: Antti Karppinen.

Nimiösivun kuva: Taustalla Raudanjoen Korpikoski, kuvaa: Sihveri Ervasti. Muut kuvat myötäpäi-vään: koskikunnostusta kaivinkone-työnä, kuva: Matti Suanto; purokunnostusta käsityönä, kuva: Sihveri Ervasti; uoman kiveäminen pienmetsäkoneella, kuva: Ervasti Sihveri; rakennettu kutu-soraikko, kuva: Sihveri Ervasti; taimenemot kudulla, kuva: Sami Säily; sähkökoekalastusta, kuva: Lauri Rantala.

Översättning: Lingsoft Language Services

© Metsähallitus, Vantaa, 2024

ISSN-L 1235-6549
ISSN (verkkajulkaisu) 1799-537X
ISBN 978-952-377-124-6 (pdf)

Antti Karppinen, Raisa Nikula ja Markku Vierelä

Eräpalvelujen virtavesikunnostukset 2020–2023 – loppuraportti



METSÄHALLITUS
FORSTSTYRELSEN
MEHCIRÁÐDEHUS

Kuvailulehti

Julkaisija Metsähallitus Julkaisuaika 7.6.2024
Luottamuksellisuus Julkinen Asianumero MH 4406/2024

Tekijä(t) Antti Karppinen, Raisa Nikula ja Markku Vierelä

Julkaisun nimi Eräpalvelujen virtavesikunnostukset 2020–2023 – loppuraportti

Tiivistelmä

Eduskunnan vuoden 2020 neljännessä lisätalousarviossa (LTA) myönnettiin määräraha virtavesikunnostuksiin Metsähallituksen Eräpalveluille. Määrärahalla tehtävät virtavesikunnostukset tuli toteuttaa vuosina 2020–2022. Eräpalveluissa tällä määrärahalla tehtyjä virtavesikunnostuksia kutsuttiin LTA-kunnostuksiksi. Pelkästään LTA-rahalla toteutettujen virtavesikunnostuskohteiden lisäksi vuosina 2020–2023 kunnostettiin kohteita, joissa käytettiin myös muita rahoituslähteitä. Virtavesikunnostuksia toteutettiin sekä isommissa jokiuomissa että pienemmissä joki- ja puroelinympäristöissä.

Virtavesikunnostuksia toteutettiin eri puolilla Suomea Kemijoen, lijoen, Oulujoen, Vuoksen, Kymi-joen, Kokemäenjoen ja Kiskonjoen vesistöalueilla yhteensä 32 eri joella tai purolla. Rupeaman aikana kunnostettiin 147 koskea, joista isompien uomien koskialueita kunnostettiin 24,29 ha ja pienempiä joki- ja puroelinympäristöjä 19 kilometriä. Kunnostusten tavoitteena oli palauttaa jokiin ja puroihin niistä hävinneitä lohikalojen kutu- ja pienpoikasalueita sekä yleisesti parantaa virtavesielin ympäristöjen tilaa ja luonnon monimuotoisuutta.

Uittoperattuja koskia kivettiin, kalojen kutu- ja poikaselin ympäristöjä lisättiin, vanhoja kuivatettuja uomia vesitettiin ja virtavesiin lisättiin puuta monipuolistamaan virtausolosuhteita ja syvyysvaihtelua sekä tulvittamaan hiekkaa pois uomista. Lisäksi virtavesistä poistettiin kiintoainesta imuruoppaamalla sekä kehitettiin imuruoppauskalustoa ja työmenetelmiä yhteistyössä yrittäjän kanssa. Kunnostustoimenpiteillä luotiin vaelluskaloille 2 076 kutosoraikkaa ja 862 aaria poikaselin ympäristöjä. Seitsemän vesistörummun aiheuttaman vaellusesteen poistaminen palautti 42 kilometriä esteen yläpuolista virtavettä vesieliöiden vapaalle liikkumiselle.

Uomakohteiden valuma-alueiden vesiensuojelua tehostettiin, esimerkiksi ennallistamalla soita yhteistyössä Metsätalous Oy:n kanssa. Tulevina vuosina toteutettavaksi laadittiin kunnostussuunnitelmat 54 koskialueelle, joissa isompien uomien koskialueita on yhteensä 44,91 hehtaaria. Toteutetut toimenpiteet auttavat vaelluskalojen ohella monia harvinaistuneita ja uhanalaisia lajeja sekä parantavat laajemmin virtavesiekosysteemien ja niitä ympäröivien rantametsien tilaa.

LTA-rahoituksella katettiin 64 % Eräpalvelujen virtavesikunnostusten kuluista vuosina 2020–2022. Jatkossa Eräpalvelut tarvitsee elinympäristökunnostuksiin osoitettua säännöllistä budjettirahoitusta, jotta LTA-rahoituksella laaditut 54 kunnostussuunnitelmaa voidaan panna toimeen. Lisäksi rahoitusta tarvitaan, jotta vuosina 2020–2023 tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta voidaan seurata ja tunnistaa uusia kunnostuksen tarpeessa olevia kohteita. Tämän jälkeen kala- ja riistaelin ympäristöjen tilaa voitaisiin parantaa määrätietoisesti. Eräpalvelujen kalastus- ja metsästyslupien myynnistä saamat tulot eivät ole riittäviä elinympäristökunnostusten tekemiseen siinä mittakaavassa kuin ne olisivat tarpeellisia. Pitkäjänteisen ja vaikuttavuudeltaan tyydyttävän vesistö-kunnostustoiminnan mahdollistaisi budjettirahoitusmalli, jossa Eräpalveluille osoitettaisiin vuosittain vesistö-kunnostusmääräraha, jonka suuruus olisi tietty osuus, esimerkiksi 2 %, Metsähallituksen liiketoiminnan kahden edellisen vuoden liikevoiton keskiarvosta. Siten vuosittainen käytettävissä oleva resurssi olisi Eräpalveluihin perustettavan vesistö-kunnostusyksikön hyödynnettävissä, riittävä varhain ennakoitavissa sekä mukautettavissa liikevoiton lyhytaikaiseen vaihteluun.

Kaikkien vuosina 2020–2023 toteutettujen kunnostusten arvioitiin kahden teoreettisen laskentatavan keskiarvoa käyttäen lisäävän pitkällä aikavälillä tarkasteltuna yhteensä 7 000–24 000 kohdekalalajien yksilöä vuosittain. Niiden vuosittainen taloudellinen merkitys arvioitiin 2 200 000–7 100 000 euron suuruiseksi hyödyntämällä maa- ja metsätalousministeriön asetusta (614/2019) kalojen arvoista. Karkean laskentatavan perusteella kunnostuskulut saadaan takaisin pitkällä aikavälillä tarkasteltuna 2–7-kertaisesti jopa vuositasolla kohteen ekologisten hyötyjen tuottaman taloudellisen vaikuttavuusarvon muodossa. Kunnostusten ekologisen ja taloudellisen tuottavuuden tarkempi arviointi edellyttäisi kuitenkin toimenpiteiden vaikutusten kohdekohtaisia pitkäaikaisseurantoja.

Avainsanat Virtavesikunnostus, ennallistaminen, vaelluskala, vesiensuojelu, luonnon arvottaminen

Sarjan nimi ja numero Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 254

ISSN-L 1235-6549 ISSN (verkkojulkaisu) 1799-537X

ISBN (pdf) 978-952-377-124-6

Sivumäärä 64 s. Kieli Suomi

Kustantaja Metsähallitus, Eräpalvelut

Presentationsblad

Utgivare	Forststyrelsen	Utgivningsdatum	7.6.2024
Sekretessgrad	Offentlig	Diarienummer	MH 4406/2024
Författare	Antti Karppinen, Raisa Nikula och Markku Vierelä		
Publikation	Jakt- och fisketjänsternas restaurering av strömmande vatten 2020–2023 – slutrapport		

Sammandrag

I riksdagens fjärde tilläggsbudget för 2020 beviljades Forststyrelsens Jakt- och fisketjänster anslag för restaurering av strömmande vatten. Restaureringarna som fått anslag skulle genomföras åren 2020–2022. Inom Jakt- och fisketjänsterna kallades restaureringarna av strömmande vatten som genomfördes med anslaget för TB-restaureringar. Utöver de restaureringar av strömmande vatten som genomfördes enbart med bidrag från tilläggsbudgeten genomfördes även restaureringar under åren 2020–2023 med hjälp av andra finansieringskällor. Restaureringar av strömmande vatten genomfördes både i större älvfåror och i habitat i mindre åar och bäckar.

Restaureringarna genomfördes på olika håll i Finland i sammanlagt 32 olika älvar, åar eller bäckar i Kemi älvs, Ijo älvs, Ule älvs, Vuoksens, Kymmene älvs, Kumo älvs och Kisko ås avrinningsområden. Under perioden restaurerades 147 forsar. Av dessa restaurerades 24,29 ha forsområden i större fåror och 19 km habitat i mindre åar och bäckar. Syftet med restaureringarna var att återställa lek- och yngelområden för laxfiskar som försvunnit i åar och bäckar samt att allmänt förbättra habitatens status och den biologiska mångfalden i strömmande vatten.

Man lade ut sten i rensade forsar, anlade flera lek- och yngelområden, ledde vatten tillbaka i gamla torrlagda fåror, lade till trä i bäckar för att göra strömförhållandena och djupvariationerna mångsidigare och för att få bort sand från fåror. Man avlägsnade även suspenderade ämnen från strömmande vatten genom sugmuddring. Dessutom utvecklade man sugmuddringsutrustningen och arbetsmetoderna i samarbete med företagare. Genom restaureringsåtgärderna skapades 2 076 lekbottnar och 862 ar yngelhabitat för vandringsfiskar. Genom att avlägsna ett vandringshinder i form av sju vattentrummor återställde man 42 kilometer strömmande vatten ovanför hindret så att vattenlevande organismer kan röra sig fritt.

Vattenvården effektiviserades i avrinningsområdena, till exempel genom att restaurera myrar i samarbete med Skogsbruk Ab. För de kommande åren utarbetades restaureringsplaner för 54 forsområden, som sammanlagt utgörs av 44,91 hektar forsområden med större fåror. De vidtagna åtgärderna hjälper förutom vandringsfiskar även många sällsynta och hotade arter samt förbättrar statusen i vattenekosystemen och de strandskogar som omger dem i större utsträckning.

TB-finansieringen täckte 64 procent av Jakt- och fisketjänsternas kostnader för restaureringar av strömmande vatten 2020–2022. I fortsättningen behöver Jakt- och fisketjänsterna regelbunden budgetfinansiering för restaurering av habitat för att de 54 restaureringsplaner som utarbetats med TB-finansieringen ska kunna genomföras och för att effekterna av de åtgärder som vidtagits 2020–2023 ska kunna följas upp samt för att nya objekt som är i behov av restaurering ska kunna identifieras och för att man målmedvetet ska kunna fortsätta förbättra habitatet för fisk och vilt. Jakt- och fisketjänsternas inkomster från försäljningen av fiske- och jakttillstånd räcker inte till för att genomföra habitatrestaureringar i den omfattning som behövs. En långsiktig och nöjaktigt effektiv restaurering skulle möjliggöras av en budgetfinansieringsmodell där Jakt- och fisketjänsterna årligen anvisas ett anslag för restaurering av vattendrag. Anslaget skulle motsvara en viss andel, till exempel 2 procent, av medeltalet av rörelsevinsten för Forststyrelsens affärsverksamhet under de två föregående åren. En resurs om är tillgänglig årligen kunde utnyttjas av den enhet för restaurering av vattendrag som inrättas inom Jakt- och fisketjänsterna, dessutom skulle den gå att förutse i ett tillräckligt tidigt skede och det skulle gå att anpassa den till kortvariga variationer i rörelsevinsten.

Alla restaureringar som genomfördes 2020–2023 bedömdes med hjälp av medelvärdet av två teoretiska beräkningar på lång sikt öka antalet individer bland målfiskarterna med sammanlagt 7 000–24 000 årligen. Deras årliga ekonomiska betydelse uppskattades till 2 200 000–7 100 000 euro i enlighet i jord- och skogsbruksministeriets förordning (614/2019) om värdena för fiskar. På basis av den grova beräkningen kan man på lång sikt få igen restaureringskostnaderna 2–7 gånger om på årsnivå i form av det ekonomiska effektivitetsvärde som objektets ekologiska fördelar ger. En noggrannare bedömning av restaureringarnas ekologiska och ekonomiska fördelaktighet skulle dock förutsätta objektspecifika långtidsuppföljningar av åtgärdernas effekter.

Nyckelord	Restaurering av strömmande vatten, restaurering, vandringsfisk, vattenvård, värdering av naturen		
Seriens namn och nummer	Forststyrelsens naturskyddspublikationer. Serie A 254		
ISSN-L	1235-6549	ISSN (online)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-124-6		
Sidantal	64 s.	Språk	Finska
Förlag	Forststyrelsen, Jakt- och fisketjänster		

Documentation Page

Published by	Metsähallitus	Publication date	7.6.2024
Sekretessgrad	Offentlig	Diarienummer	MH 4406/2024
Author(s)	Antti Karppinen, Raisa Nikula and Markku Vierelä		
Title	Stream and river restorations by Metsähallitus Wildlife Service Finland 2020–2023 – final report		

Abstract

The Finnish Parliament's fourth supplementary budget (lisätalousarvio, LTA) for 2020 included an allocation to Metsähallitus Wildlife Service Finland (MHWSF) for stream restorations. The terms for use of the allocated funds required that restorations made using those funds be completed by the end of 2022. In MHWSF, stream restorations made with this funding were called LTA-restorations. In addition to stream restoration target areas implemented solely with the supplementary budget funding, some areas were restored with help from other funding sources as well. Stream restorations were carried out both in larger and smaller rivers and stream habitats.

Stream restorations were implemented throughout Finland in a total of 32 different rivers and streams located in the Kemijoki, Iijoki, Oulujoki, Vuoksi, Kymijoki, Kokemäenjoki and Kiskonjoki watersheds. During the years 2020–2023, 147 rapids were restored, including 24.29 ha of larger riverbed rapid areas and 19 km of smaller river and stream habitats. The goal of the work was to restore lost spawning and juvenile habitats of salmonid fish and to improve the status and biodiversity of river and stream habitats in general.

The rapids that had been channelised for timber rafting were restored by returning stones from the riverbanks to the streams, creating fish spawning and hatchery habitats, rewatering dry stream channels, and adding felled wood trunks to the streams to diversify the flow conditions, increase depth variation and flood sand out of the riverbed. Solid inorganic and organic matter was also removed from streambeds by means of suction dredging. Work methods for this process were developed in cooperation with a dredging service entrepreneur.

Restoration activities created 2,076 spawning grounds and 862 hectares of juvenile habitats for migratory fish. The removal of migration barriers caused by seven culvert pipes made 42 kilometers of water upstream of the barrier available for free migration of aquatic organisms.

Water protection in the watersheds was improved by, for example restoring peatlands in cooperation with Metsähallitus Forestry Ltd. In addition to the completed restoration work, plans for restoration to be implemented in the future were prepared for another 54 rapids comprising a total of 44.91 hectares of rapid areas in larger rivers. The implemented restoration activities help many rare and endangered species as well as migratory fish and improve the status of stream- and riparian ecosystems.

Supplementary budget funding covered 64 % of the costs of MHWSF's stream restoration in 2020–2022. In the future, MHWSF requires sustainable budget funding allocated to habitat restorations in order to implement the 54 restoration plans drawn up with LTA funding, monitor the impact of the restorations made in 2020–2023, identify new restoration target areas, and in general, make systematic progress with regard to improving the condition of fish and game habitats. The revenue from selling fishing and hunting permits for state-owned areas is not sufficient to carry out habitat restorations on the necessary but for example, 2 % of the average operating profit of Metsähallitus' operations over the previous two years could be used as a funding base for the activities. Thus, the annual resource would be available to the water restoration unit being established in MHWSF, predictable at an early stage and adaptable to short-term fluctuations in operating profit.

Using the average of two estimation methods, the restorations completed in 2020–2023 are expected to increase numbers of the target fish species by 7,000–24,000 individuals annually in the long term. The economic value of the annual increase can be estimated at 2,200,000–7,100,000 euros when applying the compensation values set for endangered and declining fish in the Ministry of Agriculture and Forestry decree 614/2019. Based on a rough estimate, annual recovery of the restoration costs will be 2–7 times in the form of the economic impact value produced by the ecological benefits for the restoration site. However long-term monitoring at the restoration sites is needed to better estimate the ecological and economic impacts of restorations.

Keywords	Stream restoration, migratory fish, water protection, valuing nature		
Series name and no.	Nature Protection Publications of Metsähallitus. Series A 254		
ISSN-L	1235-6549	ISSN (online)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-124-6		
No. of pages	64 pp.	Language	Finnish
Publishing co.	Metsähallitus, Wildlife Service Finland		

Sisällys

1	Virtavesielinympäristöt ja niiden kunnostustarpeet.....	9
1.1	Virtavesien tilaa heikentävät tekijät.....	9
1.2	Virta- ja vesistökuunnostusten määrällinen tarve.....	11
1.3	Virtavesielinympäristöjen kunnostamisten rahoitustarpeet.....	13
1.3.1	Metsähallituksen vastuualueiden välinen yhteistyö.....	13
1.3.2	Valuma-alueitasoinen tarkastelu yhteistyössä vastuualueiden kanssa.....	14
2	Käytetyt virtavesikunnostusmenetelmät.....	15
2.1	Virtavesikunnostukset yleisesti.....	15
2.2	Työlajit.....	15
2.2.1	Uoman kiveäminen.....	15
2.2.2	Lisääntymiselinympäristöjen kunnostaminen ja lisääminen.....	17
2.2.3	Poikaselinympäristöjen kunnostaminen ja lisääminen.....	21
2.2.4	Vanhan uoman vesittäminen.....	22
2.2.5	Puumateriaalin lisääminen.....	23
2.2.6	Vaellusesteiden poistaminen.....	25
2.2.7	Kiintoaineen poistaminen.....	26
2.2.8	Kunnostukset ja ennallistamiset vesistöjen valuma-alueilla.....	27
3	Eräpalvelujen toteuttamat virtavesikunnostukset vuosina 2020–2023.....	28
3.1	Kunnostuskohteet, joissa hyödynnettiin LTA-rahaa.....	28
3.2	Kaikki Eräpalvelujen toteuttamat virtavesikunnostukset.....	28
3.3	Kunnostusten kustannukset.....	33
3.4	Kunnostusten vaikuttavuuden seuranta.....	33
3.4.1	Teknisen toteutumisen seuranta.....	34
3.4.2	Ekologisen vaikuttavuuden seuranta.....	34
3.5	Suunnitellut virtavesikunnostukset.....	36
4	Arvio kunnostustoimenpiteillä saavutettavista ekologisista hyödyistä.....	37
4.1	Kunnostusten ekologinen vaikuttavuus kutupesä- ja mätimääräarvioiden perusteella.....	37
4.2	Kunnostusten ekologinen vaikuttavuus kunnostusvastearvioiden ja poikastiheyksien perusteella.....	39
5	Arvio kunnostustoimenpiteillä saavutettavista taloudellisista hyödyistä.....	42
5.1	Kunnostuksilla saavutettavien kalastohyötyjen taloudellinen arvo.....	42
5.1.1	Taloudellisen arvon muutokset kutupesä- ja mätimääräarvioiden perusteella laskettuna.....	43
5.1.2	Taloudellisen arvon muutokset kunnostusvastearvioiden ja poikastiheyksien perusteella laskettuna.....	43
5.1.3	Kalastusmahdollisuuksien parantumisen taloudellinen arvo.....	44

6 Kalastusjärjestelyt kunnostuksen tukena.....	46
7 Istutukset kunnostusten tukena.....	49
8 Vaellusyhteyden varmistaminen.....	50
9 Virtavesikunnostamisen tulevaisuus Metsähallituksessa	53
Lähteet.....	55

1 Virtavesielinympäristöt ja niiden kunnostustarpeet

Virtavesi voidaan määritellä uomaksi, joka kerää pohja- ja pintaveden tietyltä alueelta ja kuljettaa vettä sekä epäorgaanisia ja orgaanisia maa-aineksia. Virtavesiuoma toimii valuma-alueelta sekä uomasta syöpyvän maa-aineksen lajittelukoneena, joka tuottaa kerrostunutta maa-ainesta eli sedimenttiä. Valuma-alueen ominaispiirteet, kuten kallio- ja maaperä, maaston muodot, kasvillisuus ja valuma-alueen koko, yhdessä alueen ilmaston kanssa määräävät uoman veden määrän, kemiallisen laadun, virtaaman vaihtelun ja siinä kulkeutuvan sedimentin laadun ja määrän (Turunen ym. 2019a).

Vesielinympäristöjen sekä niiden valuma-alueiden tila on muuttunut ja heikentynyt ihmistoiminnan vaikutuksesta. Esimerkiksi hienojakoisen kiintoaineen eroosio maalta sekä kulkeutuminen ja kerrostuminen virtavesiin on sinänsä luonnollinen ja tarpeellinen prosessi, mutta siitä on muodostunut monille vir-

tavesieliöyhteisöille ongelma, kun valuma-alueilta veteen päätyvän kiintoaineen määrä on kasvanut ja laatu muuttunut ihmistoimien myötä (Turunen ym. 2019a).

1.1 Virtavesien tilaa heikentävät tekijät

Vesistön tila on riippuvainen sen valuma-alueen ominaisuuksista. Ennallistamis- ja kunnostamistarpeen suuri määrä vesistöissä johtuu pääasiassa uomien perkaamisesta uiton ja metsätalouden vesienhallinnan tarpeisiin sekä maankäytön muutoksista, kuten ojituksista (Räsänen ym. 2023). Suo- ja metsämaaojitukset, puustonkäsittely yhdessä siihen liittyvien muiden maanmuokkaustoimenpiteiden kanssa sekä metsien lannoitus ja maatalous ovat lisänneet vesistöihin päätyvien kuormittavien aineiden määrää (Räsänen ym. 2023, Finér ym. 2020, Turunen ym. 2019b,



Kuva 1. Uittomöljät heikentävät edelleen virtavesieliöiden elinympäristön laatua Näljänkäjoen Vääräkoskessa, vaikka puunuitto Näljänkäjoessa loppui jo 34 vuotta sitten. Kuva: Arttu Kuiri.



Kuva 2. Tyypillinen uittoa varten peratun puron koskijakso Rovaniemen Silmäjoella, jossa kivet on pu-kattu rantatörmälle ja uoman sivuun jättäen vesirännin keskelle uomaa. Kuva: Antero Mölläri.

Turunen & Aroviita 2018, Nieminen ym. 2017, Laiho ym. 2016, Marttila & Kløve 2010).

Näiden maankäytön muutosten seurauksena vesistöjen ravinnepitoisuudet tyypillisesti kasvavat, väri tummuu, elohopean, raudan ja alumiinin pitoisuudet kasvavat, happamuus lisääntyy sekä uomien pohjalle kertyvän kiintoaineen määrä lisääntyy (Brüsecke ym. 2023, Rask ym. 2021, Glibert ym. 2010, Karim ym. 2002, Bonsdorff ym. 1997). Kemiaalliset ja fyysikaaliset muutokset vaikuttavat lopulta koko virtavesiekosysteemiin: sen lajirunsauteen, rakenteeseen ja lajien välisiin vuorovaikutuksiin (Glibert ym. 2010, Jensen ym. 2009, Karim ym. 2002, Bonsdorff ym. 1997).

Etenkin vaelluskalojen lisääntymismenestys kärsii valuma-alueelta vesistöihin päätyvän kuormituksen kasvusta (Jensen ym. 2009), jokihelmisimpukasta puhumattakaan. Ojitukset vesistöjen valuma-alueilla vaikuttavat heikentävästi alueen äärivirtaamien säätelykykyyn ja aiheuttavat muutoksia vesistön tulvadynamiikkaan. Lisäksi ojitukset muuttavat erilaisten kosteikkoelinympäristöjen, kuten lähteikköjen, hydrologiaa.

Suomessa on eri arviointitavoista riippuen noin 500 000–1 000 000 hehtaaria ennallistamiskelpoisia heikkotuottoisia metsäojitettuja soita (Kareksela ym. 2022, Laiho ym. 2016). Valtion monikäyttömetsien alueelta ennallistamiskelpoisia ojitettuja soita on arvioitu Luonnonhoidon tarveselvitys -projektissa löytyvän satoja tuhansia hehtaareita.

Soiden ojitamisen on aikaisemmin oletettu aiheuttavan lähinnä lyhytaikaisen orgaanisen ja epäorgaanisen kiintoainespäästön alapuoliseen vesistöön, mutta tutkimustieto (Finér ym. 2020, Nieminen ym. 2017) on osoittanut, että erityisesti ravinteiden vapautuminen ojitetuilta turvemaan alueilta kiihtyy ojituksesta kuluneen ajan myötä vuosikymmenten ajan, kun ojitettu turvemaahan altistuu hapelle ja biologiset maatumisprosessit muuntavat ravinteita vesiliukoiseen muotoon.

Ojitusten ohella rantametsien hakkuut ovat usein voimakkaasti muuttaneet pienten virtavesien ekosysteemitilaa (Rajakallio ym. 2021). Vaikutukset heijastuvat varjostuksen ja lämpötilan vaihtelun sekä lehtikarikkeen määrän ja laadun kautta virtavesieliöiden tilaan (Jyväsjärvi ym. 2020, Turunen ym. 2019b, Turunen & Aroviita 2018). Vaikka vesistöjen tilan heikentäminen on lähtökohtaisesti kiellettyä ja substanssilait, kuten metsälaki ja vesilaki, huomioivat monimuotoiset vesielinympäristöt asettaen niiden käytölle rajoja, ei puro- ja virtavesiluonnon tilan heikentymistä maankäytön takia ole kuitenkaan välttytty.

Lainsäädäntö ja sen tulkinta ovat aiheuttaneet ja aiheuttavat edelleen vesiluonnon tilan heikkenemistä. Ylikansallinen säätely kuten vesipuidedirektiivi ja laki vesienhoidosta ovat vieneet vesistöjen asiaa eteenpäin, mutta konkreettiset toimet virtavesielinympäristöille aiheutettujen haittojen korjaamiselle ovat edelleen yksittäisten hankkeiden ja resursseiltaan rajallisten kansallisten ohjelmien varassa. Ihmistoiminnan, kuten virtavesien perkuiden, uomien oikaisun sekä patoamisten aiheuttamat häiriöt virtavesiuomissa heikentävät virtavesiluonnon monimuotoisuutta aiheuttamalla erilaisten mikrohabitaattien katoamista vähentämällä uoman syvyys- ja leveysvaihteluita sekä pohjavesivaikutusta ja kasvattamalla virtausnopeuksia sekä estämällä eliöiden vapaan liikkumisen ja sitä myötä paikallisten populaatioiden välisen geenivaihdon ja vakaiden, monimuotoisuutta säilyttävien metapopulaatioiden säilymisen uomissa.

1.2 Virta- ja vesistökuunnostusten määrällinen tarve

Vaikka suurin osa uittosäännöistä on kumottu ja niiden jälkitöinä vaaditut kunnostukset on toteutettu, on näilläkin kohteilla todettu olevan täydennyskunnostustarpeita. Pääosin 1980- ja 1990-luvuilla tehdyissä uittoperattujen virtavesien kunnostuksissa uittorakenteita on jäänyt purkamatta, eikä aikaan saatu vaelluskalojen lisääntymis- ja poikaselinympäristöjen määrä ja laatu ole ollut riittävää suhteessa kohteiden luonnontilaan ja potentiaaliin.

Lisäksi uittosääntöjen ulkopuolista purouittoa on tehty lukemattomissa pienvesistöissä, joiden lukumäärästä ei ole tarkkaa arviota. Purouittokohteilla uomia on perattu, kallioita räjäytetty ja uomia oioitu, kuten suuremmillakin uittosääntöjen säätelemillä kohteilla. Purouittoja on tehty esimerkiksi Lapin maakunnassa aina Inaria myöden. Lapin ympäristökeskus inventoi ja osin myös kunnosti työllisyystöinä puroja Itä-Lapin alueella 1990-luvulla, mutta aineistot ovat osin digitalisoimattomia ja esimerkiksi paikkatietojärjestelmiin kyseisiä inventointeja ei ole siirretty.

Monia uomia on inventoitu määräaikaissa erillishankkeissa, joita ovat olleet mm. Triwa Interreg, ReArc, Freshabit LIFE IP, LTA, Rieko valuma-alueprojekti, Kalaelinympäristöjen hoito, PuKuInKo). Systemaattinen, koko maan kattava inventointi on kuitenkin tekemättä, ja näin ollen kunnostustarpeen kokonaismäärän arviointi on vaikeaa.

Ajan kuluessa tieto on lisääntynyt ja myös tekniikat ja painopisteet kunnostuksissa ovat muuttuneet (Huusko ym. 2021). Kunnostustekniikoiden kehittymisen lisäksi kaivataan lisää tietoa Suomen virtavesien tilasta. Suomen virtavesien määrä ja tila ovat puutteellisesti tunnettuja. Pienten jokien ja latvapurojen (valuma-alue < 100 km²) kokonaispituuden Suomen borealisella vyöhykkeellä on arvioitu olevan noin 130 000 kilometriä

(PAF 2021–2027) ja jokikilometrejä (valuma-alue > 100 km²) puolestaan 21 000 (Rinnevalli ym. 2021). Kaikki havumetsävyöhykkeellä Suomessa esiintyvät joki- ja puroluontotyypit on luokiteltu joko silmälläpidettäväksi (NT), uhanalaisiksi (VU, EN, CR) tai niin puutteellisesti tunnetuiksi (DD), ettei uhanalaisuusarviota ole voitu tehdä (Kontula & Raunio 2018). Viimeisimmän Suomen luontotyyppien tila-arvion mukaan yli 90 % vesistön latvapuroista on heikentynyt ja vain 1–3 % puroista on luonnontilaisia (PAF 2021–2027, Kontula & Raunio 2018).

Metsähallitus hallinnoi noin kolmannesta Suomen pinta-alasta (Metsähallitus 2023). Metsähallituksen hallinnoimilta alueilta löytyy pieniä jokia ja latvapuroja tämänhetkisten arvioiden mukaan kymmeniä tuhansia kilometrejä. Valtion monikäyttömetsissä virtaavista vesistä 30–80 % on arvioitu muuttuneiksi tai heikentyneiksi, ja niillä saattaa olla eriasteista kunnostustarvetta (luku ei sisällä isompien uomien koskikunnostustarpeita). Esimerkiksi Metsähallituksen vuonna 2021 päättyneen Kala- ja riistaelinympäristöpainotteen valuma-aluekunnostus valtion alueilla -projektin kaikissa inventoiduissa puroissa oli kunnostamistarvetta (Metsähallitus 2022a).

Suomessa on arviolta 90 000–95 000 vesistö-rumpua (Eloranta & Eloranta 2016) sekä kymmeniä tuhansia muita vesistölylysrakenteita. Näistä merkittävän osan on arvioitu estävän vesieliöiden vapaan liikkumisen (Moilanen & Luhta 2018, Eloranta & Eloranta 2016). Tämänhetkisten arvioiden mukaan 70 % rummuista sijaitsee vesistöjen latvaosilla ja niistä noin puolen on arvioitu aiheuttavan vähintään osittaisen ja kolmasosan täydellisen vaellusesteen ylävirtaan pyrkivien vesieliöiden vapaalle liikkumiselle (Moilanen & Luhta 2018, Eloranta & Eloranta 2016).

Valtion monikäyttömetsissä kulkevien teiden esteellisten vesistölylysten lukumäärän on arvioitu vaihtelevan muutaman tuhannen ja parinkymmenen tuhannen esteellisen vesistölylysrakenteen välillä. Mitattua tietoa ei ole, ei myöskään kattavaa paikkatietoaineistoa rumpujen sijainnista. Lisäksi Suomessa on noin 700 vesivoimapatoa (PAF 2021–2027, Rinnevalli ym. 2021, Eloranta & Eloranta 2016), jotka estävät vaelluskalojen luontaisen elinkierron toteutumisen lukuisissa Suomen vesistöissä. Vesien säännöstelyyn liittyy myös muita rakenteita, esimerkiksi VESTY-tietokannasta patorakenteita löytyy yhteensä noin 5 200 kpl (Rinnevalli ym. 2021), jotka voivat aiheuttaa merkittäviä esteitä vesieliöiden liikkumiselle.

Suomessa on 3 354 000 hehtaaria lampia sekä järviä. Huonossa tai tuntemattomassa tilassa niistä on arviointien mukaan 939 000 ha (Kareksela ym. 2022). Pienvesien kunnostusstrategiassa (Hämäläinen 2015) on arvioitu pienten lampien lukumääräksi noin 200 000. Metsähallituksen suojelualueiden ulkopuolisten sisävesialueiden määräksi on arvioitu 623 000 ha (Metsähallitus 2023). Jos huonossa tai tuntemattomassa tilassa olevien järvi- ja lampielinympäristöjen suhde on sama kuin Karekselan ym. (2022) arvioinneissa koko Suomen osalta, valtion monikäyttömetsissä on huonossa tai tuntemattomassa tilassa parisataa tuhatta hehtaaria järvi- ja lampielinympäristöjä. Lisäksi ennallistamistarvemääriä kasvattavat huomattavasti heikentyneessä tilassa olevat järvi- ja lampialueet.

1.3 Virtavesielinympäristöjen kunnostamisten rahoitustarpeet

Jos tarkastellaan pelkästään virtavesiuomiin kohdistuvia toimenpidetarpeita sekä niille tällä hetkellä arvioituja kustannuksia valtion monikäyttömetsien alueella, työt kustantavat alustavien arvioiden mukaan vähintään satoja miljoonia euroja. Jos näitä pyritään EU:n biodiversiteettistrategian ja ennallistamisasetus-ehdotuksen mukaisesti ennallistamaan esimerkiksi 30 % vuoteen 2030 mennessä, tämä tarkoittaa tämänhetkisten kustannus- ja työmääräarviointien mukaan muutamasta miljoonasta kymmeneen miljooniin euroihin ulottuvia vuosittaisia rahoitustarpeita. Tällä hetkellä rahoitusta on tähän nähden äärimmäisen niukasti saatavilla.

Uomakunnostustoimenpiteiden lisäksi tarvitaan vesiensuojelutoimenpiteitä, kuten ennallistamisia vesistöjen valuma-alueilla ja maankäytön kokonaishallintaa, jolla ehkäistäisiin vesielinympäristöjen heikentyminen tulevaisuudessa. Mikäli valtion monikäyttömetsien ennallistamiskelpoiset ojitetut suot ennallistetaan, alustavien laskelmien mukaan vesistöjen valuma alueella tehtävien suon ennallistamistöiden kustannukset olisivat muutamia satoja miljoonia euroja. Jos näistä toteutettaisiin 30 % vuoteen 2030 mennessä, edellyttäisi se tämänhetkisten kustannus- ja työmääräarvioiden mukaan kymmenen miljoonan euron vuosittaista rahoitusta.

Valtion monikäyttömetsissä sijaitsevien virtavesien ja niiden valuma-alueilla toteutettavien elinympäristökunnostusten ja ennallistamisten toimenpidetarpeiden alustava kustannusarvio on noin miljardi euroa. Arvio ei kuitenkaan sisällä kohteita, jossa työtarpeita on sekä valtion että yksityisomistuksessa olevien kiinteistöjen alueilla.

1.3.1 Metsähallituksen vastualueiden välinen yhteistyö

Metsähallituksen Eräpalvelut, Luontopalvelut sekä Metsätalous Oy tekevät luonnonhoitotöitä kukin omilla resursseillaan. Luontopalvelujen toiminta on budjettirahoitteista ja Metsätalous Oy resursoi osan liiketoiminnan tulostaan luonnonhoitoon. Eräpalvelut puolestaan toimii metsästy- ja kalastuslupamyynnin tuotoilla. Lupatulojen vuosittaisesta kertymästä on vaikea ennakoida, koska lupien myyntikiintiöt sovitetaan vuosittain riista- ja kalakantojen kokoon ja sääolosuhteet vaikuttavat lupien kysyntään. Eräpalvelujen tulisi saada varmistettua resursointi vesistö-kunnostustöiden eteenpäin saattamiseksi. Esimerkiksi Metsähallitukselle myönnetty Helmi-rahoitus ei ole Eräpalvelujen käytettävissä, koska se on myöntöperusteluissa erikseen osoitettu Luontopalveluille.

Eräpalvelut on kehittänyt virtavesikunnostamisosaamistaan järjestelmällisesti vuodesta 2018 lähtien. Resursointi on suurilta osin muodostunut hanke- ja erillisrahoitusten myötä. Näin ollen Eräpalvelujen resurssitarve luonnon monimuotoisuutta edistävälle kunnostustoimille on ilmeinen. Eräpalvelut osoitti kyvyn nopeaan toimeksipanoon, kun eduskunta myönsi vuosille 2020–2022 LTA-rahaa Eräpalvelujen virtavesistöiden rahoittamista varten. Rahoituksen avulla kerättiin virtavesien inventointitietoa ja sitä kautta lisättiin virtavesikunnostusten suunnitteluvarantoa. Lisäksi toteutettiin virtavesikunnostuksia ja kunnostettujen kohteiden vaikuttavuuden seurantaan. Lisäksi tehostettiin sekä Metsähallituksen sisäistä että sen sidosryhmien välistä yhteistyötä. Rahoituksella jatkoimme jo aloitettua virtavesiluonnon hyväksi tehtävää toimintaa ja lisäsimme tietoisuutta virtavesiluonnon tilasta. Tietovarantoa on kasvatet-

tava entisestään tulevaisuuden haasteiden selättämiseksi. Eräpalvelujen etuna voidaan katsoa olevan myös Metsähallituksen mukainen mandaatti toimia tasealueesta riippumatta Suomen vesiluonnon ja kalakantojen hyväksi valtion vesillä kalastusoikeuden haltijan roolissa. Jatkuva resursointi tuo tulosta sekä kehittää toiminnasta yhä tehokkaampaa ja lopputuloksien seurannan kautta myös tuloksekkaampaa.

1.3.2 Valuma-alueitasoinen tarkastelu yhteistyössä vastuualueiden kanssa

Uomakunnostustoimenpiteiden lisäksi on usein tarpeen täydentää kunnostustoimenpiteitä vesistöjen valuma-alueilla, joilla toteutettavilla vesiensuojelurakenteilla, kosteikoilla ja soiden ennallistamistoilla saadaan parannettua vesistöjen vedenlaatua, äärivirtaamien säätelykykyä sekä edistettyä akvaattisten lajien tilan parantumisen lisäksi esimerkiksi riistalintujen sekä niiden elinympäristöjen tilaa. Valuma-alueiden tilan parantamisessa tarvitaan laajaa yhteistyötä sekä Metsähallituksen vastuualueiden välillä että sidosryhmien kanssa.

Valuma-alueitasoiseen kunnostukseen tarvitaan selkeämpi resurssi tai resursseja, joilla toimenpiteitä voidaan toteuttaa kaikilla valtion alueilla. Suurimmat vesielinympäristöjen kunnostus- ja ennallistamistarpeet löytyvät tällä hetkellä monikäyttömetsien alueelta, mutta toimintaan ei ole käytettävissä riittävästi resursseja. Projektien lisäksi tarvitaan pysyvämpiä rahoituslähteitä, jotka mahdollistavat suunnittelun ja toteutuksen aikajän-teen pidentämisen, tarkemman suunnittelun, kohteiden priorisoinnin, seurannan ja tarvittaessa täydennyskunnostuksen. Valuma-alue- tasoista suunnitteluvarantoa tulee kasvattaa, jotta työtä voidaan sovittaa aiempaa tehok- kaammin muiden hankintojen ja urakointien lomaan (Metsähallitus 2022a).

2 Käytetyt virtavesikunnostusmenetelmät

2.1 Virtavesikunnostukset yleisesti

Kunnostustoimenpiteet virtavesiuomissa parantavat kalakantojen ohella yleisesti vesielinympäristöjen sekä niitä ympäröivien metsämaiden ja niillä elävien eliöiden tilaa. Virtavesikunnostukset monipuolistavat virtaa, pidättävät vesiä sekä luonnonmukaistavat tulvadynameikka (Yrjänä ym. 2011).

Virtavesikunnostuksilla pyrittiin palauttamaan uomien luonnontilaa ja monimuotoisuutta sekä parantamaan virtavesieliöstön lisääntymis- ja elinmahdollisuuksia. Virtavesiä kunnostettiin palauttamalla kivi- ja soramateriaalia takaisin uomaan, lisäämällä puuainesta, vesittämällä vanhoja kuivuneita luonnonuomia, poistamalla vaellusesteitä ja kiintoainesta sekä ennallistamalla valuma-alueen suoalueita.

Ennen kunnostuksia tehdyissä virtavesi-inventoinneissa arvioitiin ihmistoiminnasta vesistölle aiheutuneet muutokset ja niiden vaikutusten suuruus. Suurimmat vaikuttavat tekijät olivat perkaus uiton tarpeisiin, ojitusten aiheuttamat haitat ja muut maankäytön muutokset sekä vesirakentamisen muodostamat vaellusesteet. Kunnostustöitä suunniteltaessa arvioitiin kohteen kunnostustarve ja kunnostusmenetelmät.

Virtavesikunnostusta tehtiin koneellisesti tai käsityönä. Koneina kunnostustöissä käytettiin pääosin pieniä kaivinkoneita ja erilaisia metsäkoneita tai vastaavia laitteita, jotka jaksivat liikuttaa isojakin kiviä. Konetyö painotui yleensä suuremmille uomille, jossa kone pystyy liikkumaan uoman pohjaa pitkin. Konetyönä tehtiin yleensä kiveämistä sekä kutosoran siirtoa ja levitystä. Lisäksi isommilla tai heikommin saavutettavilla kunnostuskohdeilla hyödynnettiin helikoptereita sekä kaivinkoneita kelluttavia lauttoja. Käsinkunnos-

tusta tehtiin pienemmillä uomilla, joissa esimerkiksi kaivinkoneella on vaikeampi liikkua tai sen jättämät jäljet maastoon arvioitiin liian suuriksi.

Käsinkunnostusmenetelmässä käytettiin isompien lohkareiden tai puunrunkojen siirtämiseen mönkijää vinsseineen, rautakankea, taljaa, käsi- tai moottorivinssejä, Hartijoki-työkaluja ja muita vastaavia työvälineitä. Usein myös yhdisteltiin käsin- ja konekunnostusta kohteen tarpeen mukaan.

2.2 Työlajit

2.2.1 Uoman kiveäminen

Puunuittoa ja maa- ja metsätalouden peruskuivatusta varten tehdyissä perkauksissa kiviä tyypillisesti poistettiin uomasta siirtämällä niitä uoman reunoille tai rantatörmille. Uoman kiveämisellä tarkoitetaan kivien palauttamista luontaisille sijoilleen virtaavaan veteen.

Peratussa uomassa virtaus on tasaista ja kovaa. Peratuissa uomissa virtavesikutuisten kalojen kutu- ja poikaselinympäristöiksi sopivia alueita on vähän ja ne ovat huonolaatuisia. Ränniksi peratussa uomassa kuivien ajanjaksojen vesipinta-ala jää usein pieneksi, kun taas tulvalla uomat eivät pysty tarjoamaan riittävän suojaisaa elinympäristöä esimerkiksi vaelluskalojen poikasille (esim. Moilanen & Luhta 2011).

Törmille perattu kiviaines palautettiin kunnostuksissa takaisin uomaan, millä pyrittiin monipuolistamaan virtausolosuhteita, lisäämään uoman syvyys- ja leveysvaihtelua sekä suojapaikkoja ja esiintymispinta-alaa eliöstölle. Kiveämisen avulla vesittyvä pinta-ala voitiin moninkertaistaa myös kuivemmille kausille. Lisäksi kivimateriaalilla rakennettiin kaloille paremmin soveltuvia poikastuotanto-



Kuva 3. Uoman kiveämistä pienmetsäkoneella Vaattunkijoella. Kuva: Sihveri Ervasti.



Kuvat 4–5. Ennen-jälkeen-kuvat peratun kiviaineksen palauttamisesta uomaan Silmäjoella (kuva 4 ennen ja kuva 5 jälkeen). Kuvat: Pure Environment Tech Oy.



Kuvat 6–7. Ennen-jälkeen-kuvat peratun kiviaineksen palauttamisesta ja soraikon teosta Silmäjoella (kuva 6 ennen ja kuva 7 jälkeen). Kuvat: Pure Environment Tech Oy.



Kuvat 8–9. Ennen-jälkeen-kuvat peratun kiviaineksen palauttamisesta ja soraikon teosta Naarmajoella (kuvat 8 ennen ja kuva 9 jälkeen). Kuvat: Pure Environment Tech Oy.

alueita. Kiviä käytettiin soraikkoalueiden virtauksen säätelyyn ja tukemaan kutemiseen soveltuvan soraikon pysyvyyttä. Isoilla kivillä haluttiin myös varjostaa uomaa ja parantaa eliöiden talvehtimisoloja.

2.2.2 Lisääntymiselinympäristöjen kunnostaminen ja lisääminen

Vaelluskalat, kuten lohikalalajit taimen, lohi, harjus ja siika, viihtyvät koski- ja virtapainoissa ja myös kutevat niissä. Vuosikymmeniä sitten tehtyjen jokien ja purojen perkausten sekä ojitusten seurauksena monien virtavesieliöiden elinympäristöjä on tuhoutunut sekä lohikalajien lisääntymis- ja poikaselin ympäristöt ovat vähentyneet. Peratuista virtavesistä kutukelpoinen sora on usein lähtenyt alkuperäisiltä paikoiltaan virran mukaan ja läjittynyt alemmille hidavirtaisille alueille, jotka eivät ole kutemiselle ihanteellisia (Huusko ym. 2021, Kauppinen ym. 2013). Esimerkiksi taimen, lohi ja harjus käyttävät kutuelinympäristönään virtavesiuoman pohjassa laikuittain olevaa sora- ja kivimateriaalia. Toimivassa kutupaikassa tulee olla useita erilaisia sora- ja kiviraekokoja. Luonnonsoraikoissa esiintyy usein 2–256 mm:n sora- ja kivikokoluokkia (Syrjänen 2021).

Virtakutuisille kaloille lisättiin lisääntymiselinympäristöjä joko tuodulla soramateriaalilla tai paikalla olevasta luonnonsorasta seulomalla ja kuohkeuttamalla (Hartijoki-menetelmällä). Virtaveden omaa luonnonsoraa pyrittiin hyödyntämään aina kun se oli mahdollista, sillä vaelluskalat suosivat kutupaikan valinnassaan usein luonnonsoraa (Syrjänen 2023, henk.koht. tiedonanto). Uoman luontaista soraa ei usein kuitenkaan löydetty riittävästi laadukkaiden kutusoraikkojen rakentamiseen eikä suvantoihin mahdollisesti kertynyttä soraa haluttu alkaa etsimään ja kaivamaan hyödynnettäväksi kutupaikkojen tekoon. Pääosa kutuelinympäristöistä tehtiin tuodulla luonnon harjusoralla.

Optimaalisiin olosuhteisiin lisättyjen kunnostussoraikoiden käyttöaste on onnistuneissa kunnostuskohteissa ollut hyvää (Kivinen & Sivonen 2019, Longinoja.fi 2019, Syrjänen ym. 2013), mutta Suomesta löytyy paljon kunnostuskohteita, joissa lisätty sora on hävinnyt ajan kuluessa tai niiden käyttöaste vaelluskalojen kutualustana on ollut heikkoa (Huusko ym. 2021, Louhi ym. 2016, Syrjänen ym. 2013, Huusko & Yrjänä 1997).

Toteutetuissa kunnostuksissa pyrimme hyödyntämään tutkimuksista ja seurannoista saatua tietoa soran sijoittelussa ja raekoon va-



Kuva 10. Livojoen Niskakosken kutuelinympäristöjen teko helikopterityönä. Kuva: Eero Hartikainen.

linnassa, joka valikoitiin kohteen ja kutevien kalojen koon mukaan. Taimenen lisääntymis- elinympäristöjen tekemiseen käytettiin keskimäärin 16–64 mm (Kivinen & Sivonen 2019, Kivinen 2016, Syrjänen ym. 2013, Barlaup ym. 2008, Louhi ym. 2008, Palm ym. 2007) ja harjukselle puolestaan 8–16 ja 20–30 mm sora- materiaalin raekoon keskiarvoa (Nykänen 2004). Paikallisista pienikokoisista yksilöistä muodostuvissa taimenkannoissa kutualueen vallitsevaksi raekooksi valikoitiin 16–32 mm ja vaeltavia kookkaita yksilöitä tuottavissa kannoissa 32–64 mm. Isommissa uomissa, missä

tavataan taimenen ja harjuksen lisäksi myös järvihohta (Lieksanjoki), käytettiin kutu- ja poikasalueiden tekoon vallitsevana raekokona 30–80 mm sekä 100–200 mm sora- ja kivimateriaalia. Kutusoraikon yhteyteen lisättiin suojaa tarjoavia syvänteitä, isoja kiviä ja puuainesta (Louhi ym. 2016, Syrjänen ym. 2013, Palm ym. 2007).

Vaihtelevan kokoista soraa sisältävä kutu- alusta rakennettiin ylävirran puolelta syvemmäksi, jotta vesi virtaa ja suotautuu kaltevan soraikon sisään tuoden mätimunille happea. Kutusoraikat sijoitettiin virtausolosuhteiltaan

ja syvyydeltä sopiviksi arvioituihin koski- ja ni-
vapaikkoihin, rantapenkkojen läheisyyteen,
lohkareiden ympärille ja sivu-uomien lähei-
syyteen, joihin ei kerääntynyt kiintoainesta. Ku-
tupaikat pyrittiin sijoittamaan riittävän sy-
viin uoman kohtiin, jotta soraikon sisällä ole-
va mäti ei kuivu tai jäädy alivirtaama-aikoina.
Sora lisättiin vähintään 25 cm paksu kerros,

jotta kalat saavat kaivettua sorapatjaan kutu-
pesän, joka pysyy riittävän kuohkeana mäti-
munien ja poikasten selviytymisen kannalta.
Soraikon paksuudessa huomioitiin vesistön
kutukalojen koko. Kutualueet sijoitettiin uo-
maan laikuittain ja niiden koko suhteutettiin
uoman ja kutevien kalojen kokoon.



Kuvat 11–12. Lisätyt kutusoraikat Vikajoen Seitenoikiassa (kuva 11) ja Livojoen Hanhikoskella (kuva 12).
Kuva 11: Antero Mölläri. Kuva 12: Matti Suanto.



Kuvat 13–14. Livojoen Hanhikoski ennen ja jälkeen sora- ja poikaskivikunnostuksen (kuva 13 ennen, ku-
va 14 jälkeen). Kuvat: Matti Suanto.



Kuva 15. Kutusoraikkojen kunnostamista ja lisäämistä Hartijoki-menetelmällä Silmäjoella. Kuva: Sihveri Ervasti.

2.2.3 Poikaselinympäristöjen kunnostaminen ja lisääminen

Kutusoraikon läheisyyteen lisättiin sopivia pienpoikaselinympäristöjä, jotta kudusta kuoriutuvat poikaset löytävät suojaa eivätkä altistu niin helposti petojen saalistukselle. Poikasalueet pyrittiin rakentamaan sopivan mataliksi ja hidasvirtaisiksi. Poikasalueille tehtiin kiviryhmiä, jotka ulottuvat keskivedenkorkeudella reilusti vedenpinnan yläpuolelle. Poikaskiveksi käytettiin pääosin 60–200 mm:n kokoista kivimateriaalia, jon-

ka lisäksi hyödynnettiin paikalta löytyvää, raekooltaan keskimäärin 100–500 mm kiviainesta. Vastakuoriutuneille poikasille haluttiin tarjota mahdollisimman paljon suojaa sorasta nousun jälkeen. Sopivaksi katsottu poikasalue sijoitettiin ja räätälöitiin kohdelajin ja kohteen mukaan. Pohjakasvustoa pyrittiin jättämään paikoin koskemattomaksi tarjoamaan suojaa sinne hakeutuville pienpoikasille. Lisäksi alueille lisättiin puumateriaalia.



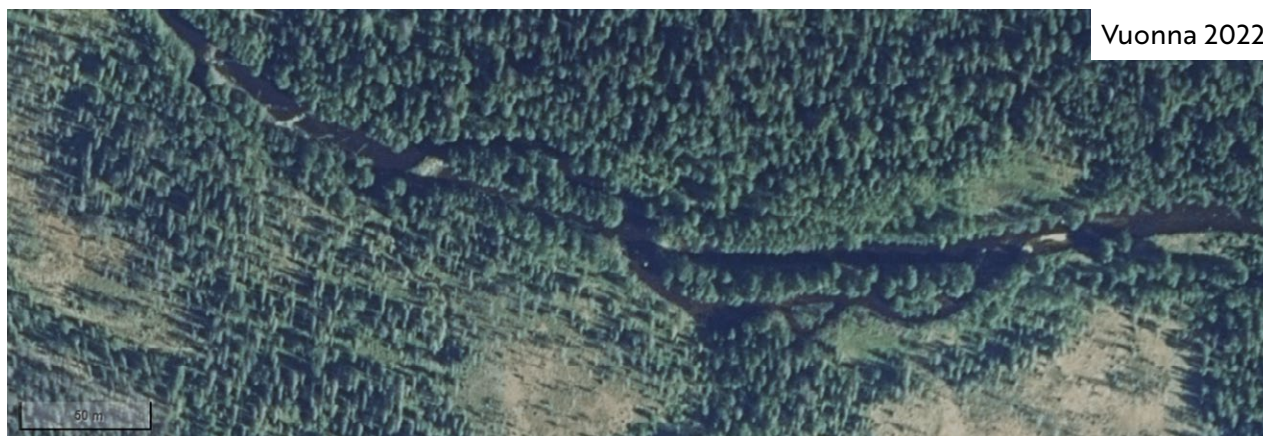
Kuvat 16–19. Ennen-jälkeen-kuvat Lieksanjoen Siikakoskelta, jonne lisättiin kutupaikkojen lisäksi poikasille soveltuvia matalia, hidasvirtaisia ja suojaisia kivenkoloja tarjoavia poikaselinympäristöjä (kuva 16 ennen ja kuva 17 jälkeen sekä kuva 18 ennen ja kuva 19 jälkeen). Kuvat: Veijo Honkanen.

2.2.4 Vanhan uoman vesittäminen

Koskien sivu-uomien vesitystä on heikennetty uittoperkauksien yhteydessä, jolloin vesi virtaa niissä vain tulvien aikana. Koskien sivu-uomia vesitettiin purkamalla patoavia rakenteita ja rakentamalla kivi- tai puusuisteita ohjaamaan vettä sivu-uomaan. Pienimuotoiset uomat, kuten joen sivu-uomat ja purot, ovat erityisen arvokkaita lohikalojen lisääntymiselle, sillä niissä poikastuotanto on kaikkein korkeimmillaan runsaan suojan sekä vähäi-

sen kilpailun vuoksi (Marttila ym. 2016). Esimerkiksi taimenen poikastiheys koskien sivu-uomissa havaittiin Nergin (2023) aineistossa nolikkaiden osalta nelinkertaiseksi ja +1-vuotiaiden osalta kaksinkertaiseksi.

Usein latvavesien turvemaiden ojitusten yhteydessä luonnonuoma jää kuivilleen ja kasvaa umpeen veden käännyttyä kaivettuihin ojiin. Jos kohteilla havaittiin kuivuneita luonnonuomia, veden virtaus palautettiin niihin esimerkiksi Metsätalous Oy:n soiden ennallistamistöiden yhteydessä.



Kuvat 20–21. Loukusanjoen kunnostuksissa soramateriaalin ja poikaskivien lisäämisen sekä törmällä olevien kivien uomaanpalauttamisen lisäksi vesitettiin perkuutoimintojen vuoksi kuivuneita vanhoja sivu-uomia. Ilmakuvat Maanmittauslaitoksen ylläpitämästä ja tarjoamasta kansallisesta paikkatietoportaalista osoitteesta paikkatietoikkuna.fi. Eri vuosina otetut ilmakuvat: © Maanmittauslaitos.



Kuvat 22–23. Uittopatorakenteita purkamalla ja sivu-uomia kiveämällä parannettiin uoman virtausolosuhteita Lieksanjoen Siikakoskella (kuva 22 ennen ja kuva 23 jälkeen). Kuvat: Veijo Honkanen.

2.2.5 Puumateriaalin lisääminen

Virtavedet ja niiden puustoiset rantavyöhykkeet ovat toisiinsa kytkeytyneitä ekosysteemejä. Veteen kaatuneet puut ovat uomassa tärkeitä luoden kaloille suojapaikkoja (Watz ym. 2019) sekä tarjoten hyvän kasvualustan kalojen ravintonaan käyttämille hyönteisille ja niiden eri kehitysasteille. Puut pidättävät lehtikariketta, joka toimii äärimmäisen tärkeänä ravinnonlähteenä puron pohjaeläimille ja sitä kautta koko puroekosysteemille (Turunen ym. 2017, Yrjänä ym. 2011). Puu monipuolistaa ja hillitsee virtausta, ja se myös parantaa vedenlaatua sitoen kiintoainesta, ravinteita, humusta ja metalleja (Huotari ym. 2021, Faustini & Jones 2003, Buffinton & Montgomery 1999, Cowx & Welcomme 1998, Abbe & Montgomery 1996). Puuaines on siis tärkeä tekijä ravinteiden kierrossa.

Erityisesti upotetun pihkapuun (esim. kuusi, mänty) on todettu muodostavan pinnalleen levistä, bakteereista ja sienirihmastosta koostuvan päällyskasvuston, biofilmin, joka hyödyntää puun sisältämiä sakkaroideja sekä veden mukana kulkeutuvaa humusta ja ravinteita energianlähteenä (Huotari ym. 2021,

Salmelin ym. 2020). Puun pinnalle muodostuva biofilmi jalostuu ravintoketjussa pohjaeläimistön selkärangattomien hyödynnettäväksi, joita puolestaan selkärangattomat, kuten kalat ja sammakot, käyttävät ravintolähteenä. Uppopuu ja sen pinnalle kertyvä biofilmi parantaa vedenlaatua, toimii vesieliöiden ravintoketjun energianlähteenä ja toimii hiilivarastona satojen vuosien ajan (Huotari ym. 2021, Salmelin ym. 2020).

Kunnostuksissa lisättiin omaan vaihtelevan kokoista puumateriaalia. Puuaineksen lisäämisellä pyrittiin jäljittelemään luontaisia tuulenkaatoja. Lisäksi puusta rakennettiin veden virtausta muokkaavia suisterakenteita. Liekopuut ja puusuisteet voivat tulvittaa puroon kerääntynyttä hiekkaa sen tulvatasanteille tai toimia altakaivajina, jolloin suisteen alapuolelle kuristuva vesi kaivaa hiekoittunutta pohjaa paljastaen karkeampaa pohjaainesta (Yrjänä ym. 2011, Marttila 2010). Uomaan lisätty puuaines otettiin joko uoman lähetyviltä tai vedettiin vinsseillä kauempaa, jos uoman läheltä ottaminen olisi heikentänyt uoman varjostusolosuhteita.



Kuvat 24–26. Poika-Loukusan ojalla uomaan lisättiin rantapuuston valtalajeja kuusta ja koivua (kuva 24 ennen puuaineksen lisäämistä ja kuva 25 puiden lisäämisen jälkeen). Kuvassa 26 poikkisuisteet Mätäsojalta. Kuvat: Antti Karppinen.

2.2.6 Vaellusesteiden poistaminen

Vaellusesteellä tarkoitetaan esimerkiksi paitoa, tierumpua tai muuta rakennelmaa, joka estää kalojen ja muiden vesieliöiden liikkumisen vesistöissä. Vesieliöiden vapaan liikkumisen estymisestä on seurauksena osapopulaatioiden välisen yhteyden katkeaminen, mikä voi johtaa lajien paikalliseen häviämiseen, virtavesiekosysteemin monimuotoisuuden heikentymiseen ja toiminnan epäsuotuisiin muutoksiin.

Vaelluseste voi olla joko täydellinen, osittainen tai ajoittainen. Osittainen vaelluseste estää joidenkin lajien tai lajin elinvaiheiden vaeltamisen. Ajoittainen vaelluseste estää eliöiden liikkumista osan vuodesta, esimerkiksi aliveden aikaan (Moilanen & Luhta 2018, Eloranta & Eloranta 2016). Täydellinen vaelluseste estää kaikkien vesieliöiden vapaan liikkumisen. Vaellusesteinä toimivan rakenteen esteellisyys voidaan poistaa purkamalla raken-

ne kokonaan tai osittain tai poistamalla rakenteen aiheuttama este muulla tavoin.

Kunnostusten yhteydessä poistettiin tienalituksen rumpurakenteen aiheuttama totta-alkainen este Poika-Loukusan ojasta (kuvat 27–30). Rummun esteellisyys johtui rummun suuresta alapuolisesta putouskorkeudesta, veden vähyydestä sekä liian suuresta virtausnopeudesta. Este poistettiin kynnyksellä rummun alapuolelta uomaa Karppisen (2020a, 2020b), Moilasan & Luhdan (2018) sekä Elorannan & Elorannan (2016) kuvailemia menetelmiä hyödyntäen. Rummun alapuolelle rakennetut kynnykset nostivat rummun vesipintaa, poistivat alapään pudotuksen, laskivat virtausnopeutta rummun sisällä ja näin poistivat sen esteellisyyden. Veden virtausnopeutta rummussa hidastettiin vesipinnan noston lisäksi vierittämällä rumpuun suuria virtaa hidastavia kiviä Karppisen (2020a, 2020b) tavoin.



Kuvat 27–30. Poika-Loukusan ojan tierummun esteellisyys poistettiin kynnyksellä rummun alapuolelta uomaa (kuva 27 ennen ja 28–29 jälkeen). Kynnyksen eteisaltaaseen rakennettiin kutusoraikkoja (kuva 30). Kuva 27: Esteet Pois! -hanke, kuva 28: Joonas Fontell, kuvat 29–30: Antti Karppinen.

2.2.7 Kiintoaineen poistaminen

Ojituksen, tiestöjen ja muun maankäytön johdosta vesistöihin voi kertyä sinne kuulumattomia kiintoaineita (Räsänen ym. 2023, Metsähallitus 2020a, Finér ym. 2020, Nieminen ym. 2017, Laiho ym. 2016, Glibert ym. 2010, Marttila & Kløve 2010, Karim ym. 2002, Bonsdorff ym. 1997). Kiintoaineet voivat olla epäorgaanisia kuten hiekkaa, savea, hiesua tai orgaanisia kuten kuollutta kasviainesta ja turvesedimenttiä. Virran mukana liikkuvat kiintoaineet kasaantuvat hidaskvirtaisille alueille. Kiintoaineista johtuen vesi samenee, uoman pohja ja kutupaikat voivat liettyä, vedet maldtua ja syvänteet täytyä. Virtavedet voivat valuma-alueelta tulevan kuormituksen kasvun johdosta muuttua merkittävästi ja lajit hävitä. Esimerkiksi kutosoraikon peittyessä kiintoaineista siellä oleva mäti tukahtuu tai kuoriutuneet poikaset eivät pääse iskostuneen soran seasta.

Selkeästi ulkoisista kuormituslähteistä tullutta kiintoainesta vähennettiin uomista luontaisia virtausprosesseja käyttämällä, esimerkiksi puusuisteiden avulla. Lisäksi kiintoainesta poistettiin kaivinkoneella tai imu-

ruoppaamalla. Imuruoppaamisen menetelmäkehitystä tehtiin yhteistyössä alan yrittäjän kanssa. Aikaisemmat menetelmät imuruoppaamiseksi ovat olleet työvoimaa vaativia ja näin ollen kustannuksiltaan suuria sekä verrattain tehottomia. Kone- ja menetelmäkehityksen lähtökohtana oli luoda kone, joka kykenee liikkumaan vaativassa maastossa ja jonka operoimiseksi tarvitaan yksi henkilö. Koneen kehittämisessä huomioitiin myös kiintoaineiden poiston tehokkuus siten, että kiintoaines pystytään nostamaan uomasta selkeästi tulvarajan yläpuolelle, jolloin takaisin huuhtouma voidaan välttää. Käytössä olevat menetelmät virran kiihdyttäjistä tai suuntaajista, jolla uomassa oleva kiintoainesta juoksetetaan uomassa, lähtökohtaisesti siirtää ongelmaa aiheuttavaa kiintoainesta mutta ei poista sitä uomasta. Tulvittamalla pystytään jonkin verran poistamaan kiintoainesta vesiympäristöstä maalle, mutta menetelmänä sekin on rajallinen ja soveltuvia kohteita on rajallisesti. Kiintoaineiden poistoa uomasta pyrittiin tekemään vain niillä kohteilla, joissa kiintoaineiden lähteet on minimoitu tai poistettu vesiensuojelua tehostamalla.



Kuvat 31–32. Ennen-jälkeen-kuvat Perttausjoelta, jossa imuruoppauksessa poistettiin kivikon peittävä hiekkakerros (kuva 31 ennen ja kuva 32 jälkeen imuruoppauksen). Kuvat: Sihveri Ervasti.



Kuva 33. Yhteistyöyrittäjän kehittämä imuruoppauskalusto Perttausjoella. Kuva: Sihveri Ervasti.

2.2.8 Kunnostukset ja ennallistamiset vesistöjen valuma-alueilla

Virtavedet ovat rajapintaekosysteemejä, joissa vesiuoma sekä ranta- ja valuma-alue ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa keskenään. Kunnostustoimenpiteet virtavesiuomassa edistävät uoman lajiston lisäksi ympäröivän rantametsikön tilaa (Huusko ym. 2021, Turunen ym. 2019a ja 2019b, Turunen ym. 2017), kun yhteyksiä vedestä maalle ja maalta veteen parannetaan. Virtavedet sekä niiden rantametsiköt ovat tärkeitä elinympäristöjä ja liikkumisväyliä vesieläiden lisäksi maaeläimille, linnuille ja hyönteisille.

Jotta virtavesien sekä lampi- ja järviekosysteemien hyvä tila saavutetaan ja tilan heikkeneminen pysäytetään, luonnon monimuotoisuus turvataan sekä sitä saadaan merkittävästi parannettua, tulee vesiensuojelutoimenpiteitä toteuttaa vesistöjen valuma-alueilla. Uomassa tehtävien toimenpiteiden lisäksi vesistöjen valuma-alueen vedenpidätyskykyä, hiiltä sitovien suoelinympäristöjen tilaa ja vesistöjen vedenlaatua tulee parantaa monitavoitteisella valuma-alueelähtöisellä vesien-

hallinnan yleissuunnittelulla, jossa yhteensovitetaan sekä vesiensuojelun että metsätalouden tarpeet. Kohteet sekä työmenetelmät on hyvä valikoida alueellisten vesienhoidon suunnitelmien toteuttamista, virtavesien hyvän tilan saavuttamista ja ylläpitoa, uhanalaisten eliölajien tilan parantamista, ilmastomuutokseen sopeutumista sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamista ajatellen. Valuma-alueen luontotyyppien ennallistaminen ja koskihabitattien kunnostaminen tarjoavat monimuotoisemmat elinolosuhteet vesieläille ilmastomuutoksen aiheuttamissa olosuhteissa (Räsänen ym. 2023, Pouta ym. 2023). Biologisen monimuotoisuuden ja hydrologisen luonnontilan edistäminen parantavat alueiden sietokykyä ilmastomuutoksen aiheuttamiin muutoksiin ja ääri-ilmiöihin (Addy ym. 2016, Datry ym. 2016, Lytle & Poff 2004). Lukuisilla Eräpalvelujen kunnostuskohteilla tehostettiin vesiensuojelua esimerkiksi ennallistamalla valuma-alueiden ojitettuja kitu- ja joutomaita Metsätalous Oy:n luonnonhoitoinä.

3 Eräpalvelujen toteuttamat virtavesikunnostukset vuosina 2020–2023

Eräpalvelut kunnosti virtavesikohteita vuosina 2020–2023 (1) pelkästään LTA-rahalla, (2) LTA-raham ohella muita rahoituslähteitä samassa kohteessa hyödyntäen (LTA + muut), muina rahoituslähteinä SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat, Metsähallitus, lijo- kisorimus, ELY kalakunnostusmäärärahat, Pohjoismaiden ministeriöneuvosto) sekä (3) kokonaan muulla kuin LTA-rahoituksella (rahoituslähteinä Interreg Nord, SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat, ELY kunnostusmäärärahat, Metsähallitus ja lijo- kisorimus). Virtavesikunnostuksia toteutettiin sekä isommissa jokivesistöissä että pienemmissä joki- ja puroelinympäristöissä. Eräpalvelujen vuosina 2020–2023 toteuttamia kunnostushankkeita olivat EMRA-, KEH-Kalaelin ympäristöjen hoito-, Kala- ja riistaelin ympäristöpainotteen valuma-aluekunnostus valtion alueilla- ja NbS Mätäsoja Stream And Watershed Restoration Pilot Project -projektit. Kunnostuksia tehtiin myös lukuisilla kohteilla ilman varsinaisia käynnissä olevia projekteja.

3.1 Kunnostuskohteet, joissa hyödynnettiin LTA-rahaa

Kunnostuskohteiden lukumäärät ja pinta-alat on tässä luvussa raportoitu seuraavasti: ilman sulkuja ilmoitetut lukemat viittaavat kohteisiin, joissa on käytetty joko pelkästään LTA-rahaa tai LTA-rahaa ja muita rahoituslähteitä; suluissa olevat lukemat kertovat, moniko tai paljonko niistä saatiin aikaan pelkällä LTA-rahalla.

Eduskunnan Eräpalveluille vuosille 2020–2022 myöntämän 1,4 miljoonan euron lisärahoituksen turvin sekä muita rahoituslähteitä hyödyntäen toteutettiin virtavesikunnos-

tuksia eri puolilla Suomea Kemijoen, Iijoen, Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueilla kuudellatoista (13) eri joella tai purolla. Kunnostusten aikana toteutettiin 80 (61) kosken kunnostukset, joista isompien virtavesien koskia oli 31 (20) kpl ja pienempien jokien tai purojen koskialueita 49 (41) kpl. Isompien virtavesien koskialueita kunnostettiin 14,91 (10,89) ha ja pienempiä jokia tai puroja 10,1 (7,2) km.

Kunnostusten tavoitteena oli palauttaa jokiin ja puroihin lohikalajien kutu- ja pienpoikasalueita, jotka ovat niistä ympäristön muokkausten takia hävinneet. Perattuja koskia kivettiin, kutu- ja poikaselin ympäristöjä lisättiin, vanhoja kuivuneita uomia vesitettiin ja virtavesiin lisättiin puuta monipuolistamaan virtausolosuhteita ja syvyysvaihtelua sekä tulvittamaan hiekkaa. Kunnostustoimenpiteillä lisättiin tai parannettiin vaelluskalojen kutuelin ympäristöjä 1 186 (1 061) kpl sekä poikaselin ympäristöjä 527 (425) aaria. Lisäksi poistettiin yhteisrahoituksen avulla vesistö- rummun aiheuttama vaelluseste, joka palautti 7,8 kilometriä esteen yläpuolista virtavettä vesieläiden vapaalle liikkumiselle. Toimenpiteet auttavat vaelluskalojen ohella monia harvinaistuneita ja uhanalaisia lajeja sekä parantavat laajemminkin vesistöjen tilaa.

3.2 Kaikki Eräpalvelujen toteuttamat virtavesikunnostukset

Vuosien 2020–2023 aikana Metsähallitus Eräpalvelut kunnosti eduskunnan myöntämää lisätalousarviorahoitusta (LTA-raha) sekä muita rahoituslähteitä hyödyntäen kaikkiaan 46 kpl isompien virtavesien koskia ja 101 kpl pienempien jokien/purojen koskialueita 32 eri

joella/purolla (kuvat 39–43). Yhteensä kunnostuskohteita toteutettiin 147 kpl. Isompien virtavesien koskialueita kunnostettiin 24,29 ha ja pienempiä jokia tai puroja 19,8 km. Kutuelin ympäristöjä lisättiin tai parannettiin 2 076 kpl sekä vaelluskalojen poikaselinympäristöjä 862 aaria (taulukko 1). Lisäksi esteitä poistettiin 7 kpl, ja ne palauttivat vesieliöiden vapaalle liikkumiselle esteen yläpuolista virtavettä 42 kilometriä.

Eräpalvelujen vuosina 2020–2023 toteuttamista virtavesikunnostuksista lukumäärällisesti eniten koskia ja puroja kunnostettiin vuoden 2021 aikana, mutta vuonna 2022 toteutetut koskikohteet olivat pinta-alaltaan suurempia. Kaikista kunnostuksista keski-

määrin 92 % toteutettiin vuosien 2021–2022 aikana (kuvat 34–38). Lapissa tehtiin toteutettujen koskikunnostusten pinta-alaan suhteutettuna lukumäärällisesti enemmän koskikunnostuksia, mutta Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa (PoKa) sekä Etelä-Suomessa toteutetut kosket olivat pinta-alaltaan suurempia. Pohjoisessa tehdyissä kunnostustoimenpiteissä lisättiin kunnostettuun pinta-alaan suhteutettuna enemmän lisääntymis- ja poikaselinympäristöjä kuin Etelässä ja PoKa:ssa. PoKa:n ja Etelän yhteenlasketut kunnostusalat sekä kunnostettujen koskien lukumäärät olivat kuitenkin suurempia kuin Lapissa. Purokunnostuksia toteutettiin pohjoisessa lähes saman verran kuin Etelässä ja PoKassa.

Taulukko 1. Vuosina 2020–2023 Eräpalvelujen toteuttamat kohteet eri rahoituslähteittäin.

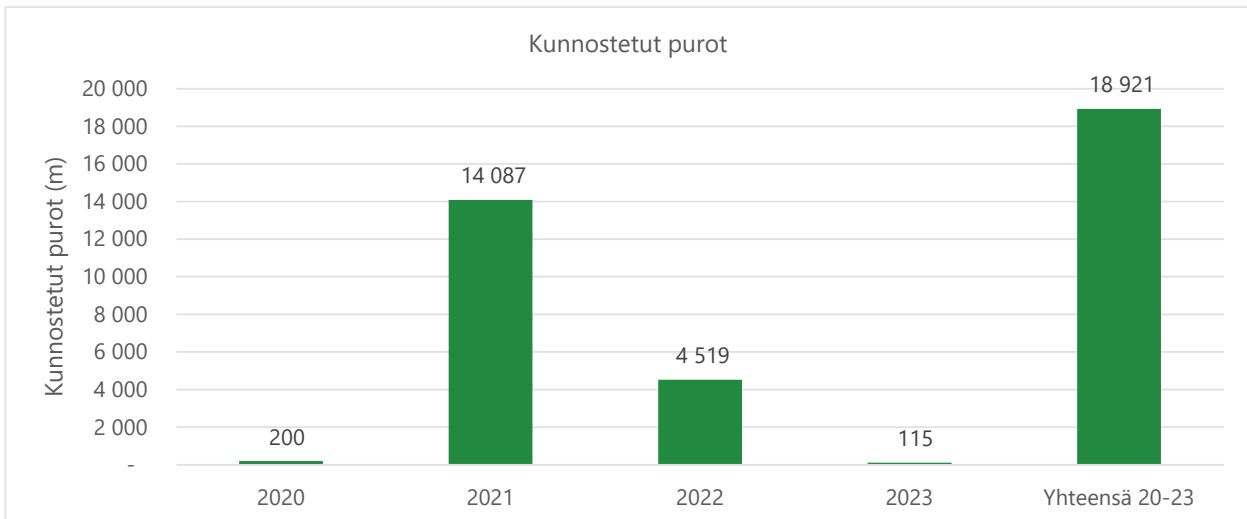
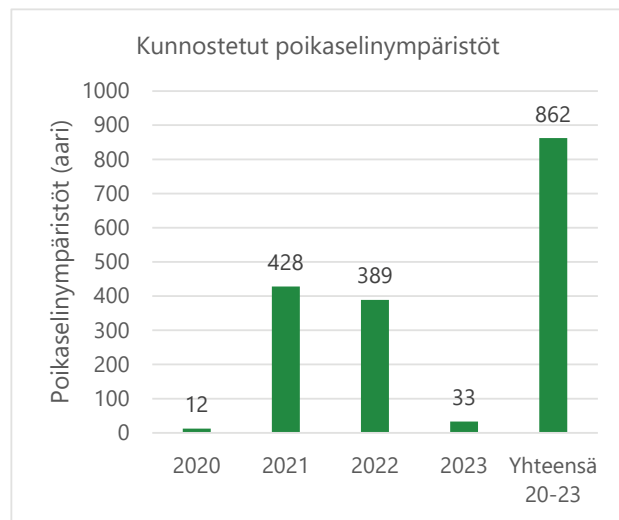
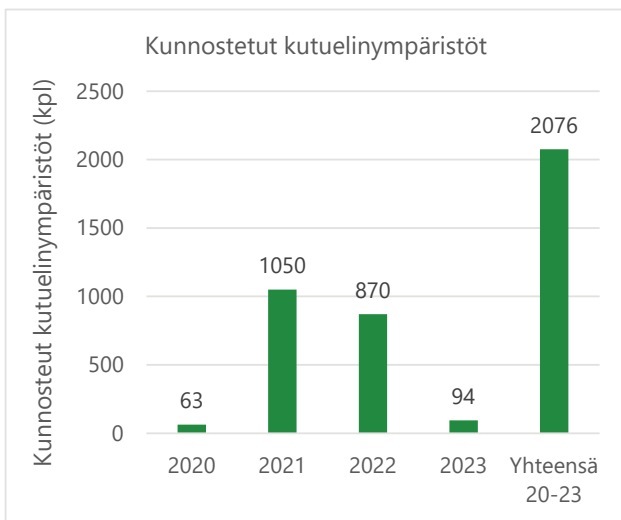
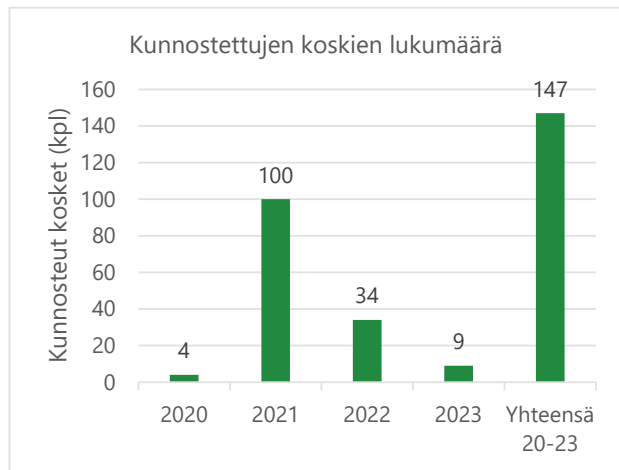
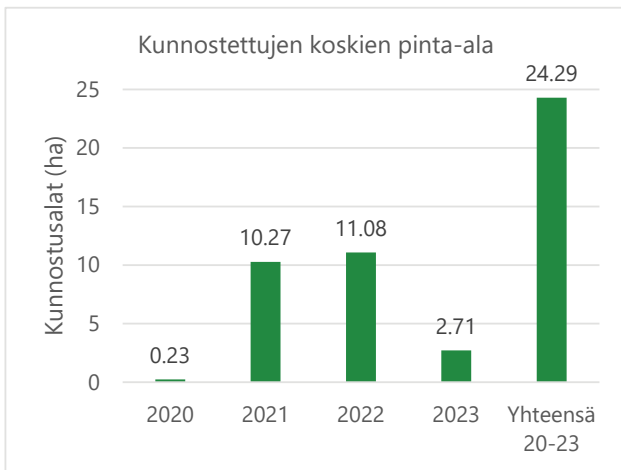
Rahoituslähteet	Joet Kunnostus (ha)	Purot Kunnostus (km)	Kosket / Purojaksot (kpl)	Kutuelin- ympäristöt (kpl)	Poikaselin- ympäristöt (aari)
LTA ¹	10,89	7,2	61	1 061	425
LTA + muut ²	4,02	2,9	19	125	102
Ilman LTA:ta ³	9,38	8,8	67	890	335
Kaikki yhteensä⁴	24,29	19,8	147	2 076	862

¹ kohde toteutettu pelkästään LTA-rahalla

² kohde toteutettu sekä LTA-rahaa että muita rahoituslähteitä hyödyntäen

³ kohde toteutettu ilman LTA-rahoitusta

⁴ kaikki toteutetut kunnostuskohteet yhteensä.



Kuvat 34–38. Eräpalvelujen toteuttamat virtavesikunnostukset 2020–2023.

Kuvien vaihtoehtoinen teksti: Aikavälillä 2020–2023 Eräpalvelut kunnosti yhteensä 24,29 koskihehtaaria, joista 90 % kunnostettiin vuosina 2021 ja 2022. Aikavälillä 2020–2023 Eräpalvelut kunnosti yhteensä 147 koskea, joista 100 kunnostettiin vuonna 2021. Aikavälillä 2020–2023 Eräpalvelut kunnosti yhteensä reilut kaksi tuhatta kutuelinympäristöä, joista puolet kunnostettiin vuonna 2021. Aikavälillä 2020–2023 Eräpalvelut kunnosti yhteensä 862 poikaselinympäristöä, joista 95 % kunnostettiin vuosina 2021 ja 2022. Aikavälillä 2020–2023 Eräpalvelut kunnosti liki 19 kilometriä puroja, joista 14 kilometriä kunnostettiin vuonna 2021 ja 4,5 kilometriä vuonna 2022.



Kuvat 39–43. Vuosien 2020–2023 aikana toteutetut virtavesikunnostukset rahoituslähteittäin. Kuvien vaihtoehtoinen teksti: Vuosien 2020–2023 koskikunnostusalasta 45 % toteutettiin yksinomaan lisätalousarviorahoituksella, 37 % täysin ilman sitä ja 17 % lisätalousarvio- ja muun rahoituksen yhdistelmällä. Aikavälillä 2020–2023 kunnostetuista koskista 65 toteutettiin yksinomaan lisätalousarviorahoituksella, 67 täysin ilman sitä ja 15 lisätalousarvio- ja muun rahoituksen yhdistelmällä. Aikavälillä 2020–2023 kunnostetuista kutuelinympäristöistä lähes 1 100 toteutettiin yksinomaan lisätalousarviorahoituksella, lähes 900 täysin ilman sitä ja 89 lisätalousarvio- ja muun rahoituksen yhdistelmällä. Aikavälillä 2020–2023 kunnostetuista poikaselinympäristöistä 470 toteutettiin yksinomaan lisätalousarviorahoituksella, 335 täysin ilman sitä ja 57 lisätalousarvio- ja muun rahoituksen yhdistelmällä. Aikavälillä 2020–2023 kunnostetuista puroista reilut seitsemän kilometriä toteutettiin yksinomaan lisätalousarviorahoituksella, lähes kahdeksan kilometriä täysin ilman sitä ja lähes kolme kilometriä lisätalousarvio- ja muun rahoituksen yhdistelmällä.

Taulukko 2. Lista toteutuneista kunnostuskohteista sekä niiden sijoittumisesta rahoituslähteittäin.

Kunnostuskohde	Vesistöalue	Maakunta	Kosket (kpl)	Rahoituslähteet
Silmäjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	5	LTA
Silmäjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	5	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Silmäjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	1	Interreg Nord
Perttausjoki	Kemijoki (Ounasjoki)	Lappi	2	LTA
Perttausjoki	Kemijoki (Ounasjoki)	Lappi	3	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Heinujoki/Inkioja	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	12	LTA
Heinujoki/Inkioja	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	3	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Naarmajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	11	LTA
Vaattunkijoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	7	LTA
Vaattunkijoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	3	Interreg Nord
Junkujoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	2	LTA, talkootyö
Majavajoki (Vikajoki)	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	1	LTA
Kalliojoki (Vikajoki)	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	3	LTA, talkootyö
Vikajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	3	LTA
Vikajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	1	MMM kalavarat
Raudanjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	1	LTA
Raudanjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	1	Interreg Nord
Livojoki	lijoki (Livojoki)	Lappi	4	LTA + ELY kunnostusmäärärahat
Livojoki	lijoki (Livojoki)	Pohjois-Pohjanmaa	6	lijokisopimus
Poika-Loukusan oja	lijoki (Loukusanjoki)	Pohjois-Pohjanmaa	2	LTA
Poika-Loukusan oja	lijoki (Loukusanjoki)	Pohjois-Pohjanmaa	2	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat, LTA
Loukusanjoki	lijoki (Loukusanjoki)	Pohjois-Pohjanmaa	7	lijokisopimus + LTA
Mätäsoja	lijoki (Pirinoja)	Pohjois-Pohjanmaa	6	Pohjoismaiden ministerineuvosto +LTA
Hietaoja	lijoki (Luokkasenjärvi)	Pohjois-Pohjanmaa	1	Talkootyö (Mh, Oulun kaupunki)
Piispajoki	Oulujoki (Piispajoki)	Kainuu	9	LTA
Turkkijoki	Oulujoki (Kiantajärvi)	Kainuu	2	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Matalajoki	Oulujoki (Kiantajärvi)	Kainuu	1	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Teeripuro	Oulujoki (Kiantajärvi)	Kainuu	1	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Kivipuro	Oulujoki (Kiantajärvi)	Kainuu	1	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Mäntypuro	Oulujoki (Kiantajärvi)	Kainuu	1	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Vieksin kosket	Oulujoki (Vieksin reitti)	Kainuu	5	ELY, osakaskunnat, Kuhmon kaupunki
Lieksanjoki	Vuoksi (Lieksanjoki)	Pohjois-Karjala	4	LTA
Rännänjoki	Vuoksi (Lieksanjoki)	Pohjois-Karjala	3	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Särkkäjoki	Vuoksi (Lieksanjoki)	Pohjois-Karjala	6	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Mylypuro	Vuoksi (Lieksanjoki)	Pohjois-Karjala	2	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Jysmänpuro	Vuoksi (Nilsianreitti)	Pohjois-Savo	2	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Hyrkönpuro	Kymijoki (Kivijärvi)	Keski-Suomi	3	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Syväjärvenpuro, Naulapuro, Vihtajärvi	Kymijoki	Keski-Suomi	3	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Hännättömänjoki	Kokemäenjoki (Soutujoki)	Keski-Suomi	10	SOTKA/Riekkö, MMM Kalavarat
Latokartanonkoski	Kiskonjoki	Varsinais-Suomi	2	ELY kalakunnostusvarat

3.3 Kunnostusten kustannukset

Eräpalvelujen vuosina 2020–2023 toteuttamien virtavesikunnostusten kokonaiskustannukset olivat 1 106 400 €. Kunnostuskohteiden hehtaarikohtaiset kustannukset vaihtelivat välillä 4 000–153 000 €.

Suurta hehtaarikustannuksen vaihtelua selittää vaihtelu kohteiden koossa, sijainnissa, niihin valikoiduissa työmenetelmissä sekä materiaalien siirtoetäisyyksissä. Kohteissa, joissa käytettiin soran levittämiseen helikopterityötä, olivat kustannukset keskimäärin 96 000 €/ha ja vaihteluväli 67 000–153 000 €/ha. Kaivinkonekunnostus maksoi keskimäärin 30 000 €/ha (vaihteluväli 4 000–119 000 €/ha). Kustannuksiin vaikutti voimakkaasti myös sora- ja kivimateriaalien siirtomatkojen pituus läjitysalueelta kunnostuskohteelle.

Isompien jokien koskikunnostuksen toteutunut kustannus oli keskimäärin 45 000 €/kunnostettu hehtaari. Pienempien jokien tai purojen kunnostaminen maksoi keskimäärin 20 000 €/km (vaihteluväli 3 000–41 000 €/km). Kustannuslaskelmat sisältävät henkilötyön, kuten kohteiden työmaaohjauksen. Ilman työmaaohjausta ja suunnittelukuluja sekä käsi- että konekunnostettujen purojen kunnostuskustannukset olivat keskimäärin 16 000 €/km (perustuen Metsähallituksen (2022a) kustannuslaskelmiin).

Purokunnostuksen kilometrikohtaiset kulut olivat korkeampia kuin aikaisemmin selvityksissä koostetun tiedon valossa oli arvioitu (esim. PAF 2021–2027), mikä selittyy uomien kokoa, sijaintia sekä työmäärää tarkastelemalla. Kunnostuskulujen voidaan todeta nousevan uoman koon kasvaessa ja materiaalien, kuten sora- ja kiviaineksen, määrän sekä niiden kuljetusmatkojen kasvaessa. Valtion monikäyttömetsien puroissa vaadittava työmäärä toteutettavaa kunnostuskilometriä tai hehtaaria kohden havaittiin suuremmaksi kuin suojelualueiden puroissa (Metsähallitus 2022a). Lisäksi kunnostuskulut kasvoivat ajan-

jakson 2020–2023 kuluessa, kun vallitseva maailmantilanne aiheutti voimakkaan polttoaineiden hinnan nousun sekä kivi- ja sora-materiaalin tuotantokustannusten nousun.

3.4 Kunnostusten vaikuttavuuden seuranta

Kunnostustoimenpiteiden teknistä onnistumista arvioitiin tarkastelemalla kunnostusrakenteiden pysyvyyttä ja laatua toimenpiteiden jälkeisinä lähivuosina. Kunnostusten ekologisen vaikuttavuuden seuranta voitiin joillakin kohteilla aloittaa LTA-rahoituksen käyttöaikana selvittämällä kohteiden kalaston rakennetta ja runsautta. Kunnostuksen vaikutusta virtavesiekosysteemin kalastoon, muuhun lajistoon ja uoman hydrologiaan on usein mahdollista luotettavasti arvioida vasta useita vuosia, jopa vuosikymmeniä kunnostuksen jälkeen (Koljonen ym. 2020). Ekologiset prosessit ovat usein hitaita, ja esimerkiksi kutukantojen koossa on luonnontilaisakin vesistöissä huomattavaa vaihtelua vuosien välillä (Syrjänen ym. 2013). Seurantoja ei kuitenkaan ole voitu käytettävissä olevalla rahoituksella toteuttaa niin pitkään ja kattavasti, että kertyneet havainnot kuvaisivat kunnostusten pitkäaikaisia tai pysyviä vaikutuksia. Eräpalvelut pyrkii järjestämään ainakin osalle kohteista pitkäaikaisseurantaa muiden rahoituslähteiden turvin.

Kunnostusten vaikuttavuuden pitkäaikaisseurannan järjestäminen edellyttäisi merkittävien lisäresurssien saamista Eräpalveluille tai seurantoja tekeville yhteistyökumppaneille. Esimerkiksi sähkökalastuksilla toteutettavat kalastoselvitykset, kutusoraikkojen pysyvyyden, toimivuuden ja puhtauden seuranta, kutupesäkartoitukset, DNA-näytteiden keruu ja analysointi sekä yhteistyö kirjanpitokalastajien kanssa vuosina 2020–2023 kunnostetuilla kohteilla maksaisivat vuosittain arviolta 400 000 euroa. Kustannukset kasvaisivat

edelleen, jos seurattaisiin biologisia, kemiallisia ja hydrologis-morfologisia muutoksia vieläkin laajemmin, esimerkiksi kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia pohjaeläinyhteisöihin, vesikasveihin, veden kemialliseen laatuun sekä uoman morfologiaan. Kustannuksista huolimatta vaikuttavuuden luotettava seuranta on välttämätöntä paitsi toimenpiteistä seuraavien muutosten todentamiseksi ja niillä saavutettavien hyötyjen arvioimiseksi, myös kunnostusosaamisen ja -menetelmien kehittämiseksi (Koljonen ym. 2020).

3.4.1 Teknisen toteutumisen seuranta

Vuosina 2020–2023 toteutettujen virtavesikunnostusten teknistä onnistumista seurattiin osana toimenpiteiden toteuttamisen työmaajohtamista sekä satunnaisesti kunnostuksen jälkeisinä vuosina erikseen tehdyillä kohdekäynneillä.

Teknistä onnistumista arvioitiin tarkastelemalla rakennettujen kutusoraikkojen, kivikoiden ja puusuisteiden pysyvyyttä, toimivuutta sekä vanhojen uomien vesittymistä. Vaalusesteen poiston onnistumista arvioitiin inventoimalla rumpu ennen esteen poistoa ja sen jälkeen. Rakenteiden pysyvyyden ja toimivuuden jatko seurantaan valmistauduttiin useilla kohteilla ennen kunnostusta ja välittömästi sen jälkeen tehtyjen droneilmakuvauksen avulla. Kohteiden dronekuvauksia voidaan tulevina vuosina toistaa soraikkojen pysyvyyden/liikkumisen selvittämiseksi, jos kuvauksiin saadaan resursseja. Joillakin kohteilla kunnostussoraikkojen tilan kehittymistä seurattiin silmämääräisesti alueella hoidettujen muiden tehtävien, esimerkiksi sähkökoekalastusten ja kutupesäinventointien, yhteydessä.

Kohteiden seuranta ehdittiin toteuttaa hyvin suppeasti tietotarpeisiin nähden. Rakenteiden pysyvyyden ja toimivuuden pidemmän aikavälin seurantaan tarvitaan lisärahoitusta. Tarpeellista olisi seurata, pysyvätkö rakennetut soraikot aloillaan ja onko ne

sijoitettu tai rakennettu siten, että ne soveltuvat kohdelajien kutuympäristöksi ja säilyvät sellaisina vuodesta toiseen. Lisäksi olisi hyvä seurata, kuluvatko toimiviksi todetut soraikot ajan myötä keskiosaltaan esimerkiksi taimenten kutupesien kaivelun myötä, kuten Palm ym. (2021) ovat havainneet tapahtuvan.

3.4.2 Ekologisen vaikuttavuuden seuranta

Kunnostusten onnistumista ja lisäkunnostustarpeita tarkasteltiin uomaa sekä kohteen kalastoa seuraamalla. Kalaston seuraaminen on keskeinen tapa saada tietoa kunnostuksen tarpeesta ja vaikutuksista. Sähkökoekalastuksin selvitettiin kunnostuskohteiden kalalajistoa, kalapopulaatioiden poikastiheyksiä ja ikäjakaumaa. Menetelmässä kalat tainnuttettiin hetkellisesti sähkövirralla ja kerättiin haavilla. Saaliskaloille tehtiin lajimääritykset ja ne mitattiin ja punnittiin, minkä jälkeen kalat vapautettiin vahingoittumattomina takaisin veteen. Koekalastusten tulokset vietiin koekalastusrekisteriin. Sähkökoekalastuksissa saaliiksi saatuja lajeja olivat taimen, merilohi, järvilohi, harjus, kivisimppu, kirjoeväsimppu, made, muttu, kivenuoliainen, ahven, hauki, särki, seipi, salakka, kymmenpiikki, pikkunahkiainen ja jokirapu.

Kohteilla vuosina 2020–2023 aloitettuja kalastoseurantoja tulisi jatkaa vielä useita vuosia, jotta kunnostusten pitkäaikaisvaikutuksista kalastoon saataisiin luotettavaa tietoa (MäkiPetäys ym. 1999).

Kunnostetut puroluokan uomat oli inventoitu ennen kunnostustoimenpiteitä ja tiedot tallennettu Metsähallituksen käyttämään Sakti-paikkatietojärjestelmään. Joidenkin purojen luonnontilaisuuden lyhytaikaista kehittymistä kunnostusten jälkeen seurattiin Metsähallituksen purinventointimenetelmää soveltaen, havainnoimalla muutoksia uoman keskeisissä luonnontilaisuudesta kertovissa muuttujissa, kuten puuaineksen, mutkittelevuuden ja syvyys- ja leveysvaihtelun määrän muutoksissa ja pohjamateriaalien runsaus-



Kuva 44. Sähkökoekalastusta Loukusanojoella Taivalkoskella ennen kunnostustoimenpiteiden toteuttamista. Kuva: Lauri Rantala.

suhteissa. Kunnostetut purot olisi syytä inventoida uudestaan esimerkiksi 5–15 vuotta kunnostuksen jälkeen, jotta voitaisiin todentaa kunnostuksen vaikuttavuus kohteen luonnontilaan. Kirjallisuuden perusteella (Kocis 2018) on odotettavissa, että uoman rakenteen monipuolistamiseen keskittyvä kunnostaminen voimistaa ja nopeuttaa uoman luontaisten prosessien kautta tapahtuvaa luonnontilaistumista, mutta uoman lajikirjon kasvu ja kohdelajien, kuten taimenen, saapuminen ja asettuminen voi kestää pitkäänkin, riippuen lähdepopulaatioiden läheisyydestä ja tilasta (Louhi ym. 2016).

Taimenen ja lohen kutuelinympäristöjen käyttöönottoastetta selvitettiin Livojoella vuosina 2020–2022 toteutetuissa kunnostuskohteissa vuoden 2022 loppusyksyllä kutupesäinventoinnilla (Kivinen & Sivonen 2019, Kivinen 2016, Syrjänen ym. 2013, Tammela 2009). Näin pian kunnostusten jälkeen tehtyjen inventointien perusteella ei voida vetää johtopäätöksiä kunnostusten onnistu-

misesta; inventointityön keskeinen tarkoitus oli Eräpalvelujen työntekijöiden harjaannuttaminen kutupesien inventointiin tulevien vuosien tarpeita varten. Kunnostustoimenpiteiden vaikuttavuuden seuranta kutupesäinventoinnein tulisi jatkossa toteuttaa laajemmin ja säännöllisin väliajoin. Niissä kerättävien tietojen pohjalta voidaan arvioida kohteella kutevien emokalojen määrää, kutevien yksilöiden ja kudettujen pesien mätimäärää (Crisp & Carling 1989). Samalla saadaan tietoa soraikkojen käyttöasteesta, toimivuudesta ja pysyvyydestä sekä niitä mahdollisesti uhkaavista tekijöistä.

Eräpalvelujen henkilöstön seurantaosaimista kehitettiin Karelia CBC -ohjelman Pro Trout -hankkeen lokakuussa 2022 Kuusamosa järjestämällä kutupesäinventointikurssilla, matkakulut LTA-rahoituksella kattaa. Säännöllisten kutupesäinventointien toteuttamiseen Eräpalvelujen virtavesikunnostuskohteilla tulevina vuosina ei kuitenkaan ole tiedossa riittävästi resursseja.

3.5 Suunnitellut virtavesikunnostukset

Toteutettujen kunnostusten lisäksi kartutettiin suunnitteluvarantoa tulevia vuosia varten laatimalla virtavesien kunnostussuunnitelmat 54 koskialueelle, joissa on isompia koskialueita 44,91 hehtaaria. Suunnittelukohteet on esitetty taulukossa 3. Suunnitelmat tehtiin täysin LTA-rahoituksella lukuun ottamatta Kär-

nänkoskien suunnitelmaa, johon käytettiin lisäksi Koliman koskiosakaskunnan rahoitusta. Taulukossa esitettyjen isompien uomien koskikunnostussuunnitelmien lisäksi laadittiin puro- ja pienvesikunnostussuunnitelmia eri puolille Suomea.

Taulukko 3. Laaditut virtavesikunnostussuunnitelmat.

Kunnostuskohde	Vesistöalue	Maakunta	Kosket (kpl)	Kustannusarvio
Vikajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	7	112 000
Raudanjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	Lappi	3	297 000
Pärjäinjoki	lijoki	Pohjois-Pohjanmaa	22	89 000
Näljänkäjoki	lijoki	Kainuu	9	55 000
Naamankajoki	lijoki	Kainuu	3	25 000
Lylyjoki	lijoki	Kainuu	3	19 000
Kellankoski	Kymijoki (Kolima-Keitele-reitti)	Keski-Suomi	1	15 000
Kärnänkosket	Kymijoki (Kolima-Keitele-reitti)	Keski-Suomi	4	43 000
Karvionkoski	Heinäveden reitti	Etelä-Savo	1	325 000
Latokartanonkoski	Kiskonjoki	Varsinais-Suomi	1	5 000

4 Arvio kunnostustoimenpiteillä saavutettavista ekologisista hyödyistä

Saavutettavia ekologisia hyötyjä arvioitiin kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa käytettiin rakennettujen lisääntymisalueiden kappalemääristä johdettua arviota sorakoilta mahdollisesti löytyvien kutupesien ja niistä löytyvien mätimunien määrän arvon pohjana, ja mätimunamäärästä edelleen arvioitiin teoreettista laskentatapaa (Syrjänen 2023, henk.koht tiedonanto, Kivinen & Sivonen 2019, Syrjänen ym. 2013) käyttäen poikasvaiheiden läpi sukukypsiksi emokaloiksi selviytyvien kohdelajin yksilöiden lukumäärä. Toisessa laskentatavassa hyödynnettiin kirjallisuudesta löytyviä keskimääräisiä lajikohtaisia kunnostusvastemuutosarvioita ja kohdekalalajien todennäköisyyksiä selviytyä seuraaville ikävuosille sekä kohdealueista sähkökoekalastuksilla saatuja yksilötiheysarvioita.

4.1 Kunnostusten ekologinen vaikuttavuus kutupesä- ja mätimääräarvioiden perusteella

Kirjallisuuden perusteella muualta kunnostuskohteeseen tuodusta sorasta rakennettujen kunnostussoraikkojen pysyvyydessä on usein ongelmia. Alkuperäisiltä sijoituspaikoiltaan katoavat sorat saattavat ajautua koskessa kutukäytön kannalta suotuisammille paikoille tai päätyä suvantoihin kutukäytön ulottumattomiin (Tuukkanen ym. 2022, Huusko ym. 2021, Turunen ym. 2019a, Louhi ym. 2016, Huusko & Yrjänä 1997). Esimerkiksi Pekkalan (1993) ja Tuukkasen ym. (2022) seuraamissa kohteissa 60–74,5 % muualta tuodusta sorasta tehdyistä kutusorakoista oli taimenen kutupaikkavaatimukset täyttäviä

2–5 vuoden kuluttua kunnostuksen toteuttamisesta. Soraikon katoamisaste Louhen ym. (2016) 12 vuoden seurannassa oli sitäkin suurempaa. Tammelan (2009) aineistossa kuteamiseen arvioitiin soveltuvan 10,2 % kunnostettujen uomien sorakoista (vaihteluväli 5–13 %, mediaani 11 %).

Eräpalvelujen toteuttamien kunnostusten ekologista hyötyä arvioitaessa oletettiin, että 66 % (1 370 kpl) niissä rakennetuista soraikoista on taimenen kutuun soveltuvia. Kutuun soveltuvista soraikoista puolestaan viidennekseltä (274 kpl) oletettiin löytyvän taimenten kutupesä, mikä tarkoittaa, että 13 %:ssa kaikista rakennetuista soraikoista oletettiin olevan taimenen kutupesä. Oletettu käyttöaste on vaatimattomampi kuin erittäin hyvin onnistuneissa kunnostushankkeissa rakennettujen soraikkojen jopa yli 50 %:n käyttöaste (Haaganpuro.fi 2022, Kivinen & Sivonen 2019, Longinoja.fi 2019, Syrjänen ym. 2013). Toisaalta kutupesien määrän ja edelleen ekologisten hyödyn arvioinnissa oletettu soraikkojen 13 %:n käyttöaste on Tammelan (2009) havaintojen perusteella realistinen. Taimenkirjallisuuden pohjalta johdettua 13 %:n käyttöastetta soveltaen järvilohien kutupesä löytyisi kunnostetuilta alueilta vuosittain 18 kpl, merilohien pesiä 27 kpl ja harjusten pesiä 112 kpl.

Kutupesien määrän perusteella arvioitiin pesien teoreettinen poikastuotanto. Elliottin & Hurleyn (1995) sekä Elliottin ym. (1995) regressiota sekä Kivisen & Sivosen (2019) ja Syrjäsen ym. (2013) keräämiä tietoja hyödyntäen arvioitiin taimenemot isommilla jokikohteilla keskimäärin 40–50 cm:n mittaisiksi (vaihteluväli 28–63 cm), ja yhdestä kutupesästä oletetaan löytyvän keskimäärin noin 2 000 mätimunaa. Lohen mätimäärä arvioitiin samalla

tavalla. Lohiemot oletettiin keskimäärin 70 cm:n mittaisiksi, jolloin ne laskisivat keskimäärin 4 205 mätimunaa yhteen kutupesään. Purokohteilla keskimääräiseksi emotaimenen kooksi oletettiin 30–40 cm (vaihteluväli 20–50 cm), ja laskettujen mätimunien määräksi keskimäärin 1 000 munaa kutupesää kohden. Elliottin & Hurleyn (1995) sekä Elliottin ym. (1995) regressiolla arvioituna mätimunia on taimenen pesässä riippuen naaraan lovipituudesta keskimäärin: 20 cm:n taimenella 323 kpl, 30 cm:n 742 kpl, 40 cm:n 1 337 kpl, 50 cm:n 2 111 kpl, 60 cm:n 3 067 kpl ja 70 cm:n 4 205 kpl.

Harjus kutee Suomessa kohteesta riippuen ensimmäisen kerran keskimäärin 3–6-vuotiaana ja 27–39 cm:n pituisena (Seppovaara 1982). Ehnholm (1937) arvioi 500 grammaa painavan ja noin 38 cm:n pituisen harjusnaaraan mätimunien määräksi 4 000. Segerstråle (1947) puolestaan laski 1 025–1125 gramman eli kutakuinkin yhden kilon painoisilla harjusnaarailta olevan 14 000–17 000 mätimunaa. Hendryn ja Stearnsin (2004) mukaan 22–60 cm:n naarasharjus voi munia 421–36 000 mätimunaa yhden kutukauden aikana. Kunnostuskohteilla kutevien harjusten keskipituudeksi oletettiin kirjallisuuteen pohjautuen 36 cm. Kirjallisuudesta kerättyjen emoharjusten pituus- ja mätimunamäärätietojen (Hendry & Stearns 2004, Seppovaara 1982, Segerstråle 1947, Ehnholm 1937) perusteella 30–40 cm:n kokoisten harjusten keskimääräinen munamäärä/cm on 85,90. Yhden kutevan harjusnaaraan laskema mätimäärä on siten keskimäärin 3 200 munaa (1 000–5 000 munaa/emoharjus).

Kalakantojen ikärakenne ja kasvunopeudet toki vaihtelevat luonnonpopulaatioiden välillä, ja kirjallisuudesta saatuihin keskiarvoihin perustuvat laskelmat munamääristä ovat parhaimmillaankin vain suuntaa antavia.

Ekologista vaikuttavuutta arvioitaessa oletettiin, että keskimäärin 3 % taimenen ja lohen mädistä kuoriutuu ja selviää +0-ikäiseksi poikasiksi (Kivinen & Sivonen 2019). Mädin selviytymisessä on suurta vaihtelua: Syrjä-

nen (2023, henk.koht. tiedonanto) arvioi, että syksyllä lasketuista taimenen mätimunista on keväällä ennen kuoriutumista ja sorai-kosta nousua hengissä 0–99 % riippuen koh-teen vedenlaadusta ja pohjalle laskeutuvan hienojakoisen kiintoaineen määrästä. Ensimmäisen kuukauden aikana jopa 98–99 % kuoriutuneista poikasista voi kuolla lajinsisäisen kilpailun vuoksi, jäädessään ilman reviiriä ja sen tarjoamia resursseja (Elliott 1994). Syrjäsen ym. (2013) aineistossa taimenen laskennallinen selviytyvyys mätivaiheesta seuraavan vuoden syys-lokakuiseksi poikaseksi oli 4–12 vuoden keskiarvona 1–5 %. Kymijoen vesistön pienissä joissa vuosittainen selviytymisasteen vaihteluväli on ollut 0–22 % (Syrjänen 2023, henk.koht tiedonanto).

Ekologista vaikuttavuutta arvioitaessa oletettiin kuoriutuneista poikasista selviytyvän 20 % seuraavaan +1-vuosiluokkaan, niistä seuraavaan vuosiluokkaan 30 % ja +2-ikäisistä poikasista seuraavaan vuosiluokkaan 40 %. Syrjäsen henkikohtaisen tiedonannon mukaan Kymijoen vesistöissä tehdyissä seurannoissa +0-vuotiaista poikasista arviolta 30–90 % selviytyy 1-vuotiaiksi poikasiksi ja +1-ikäisten poikasten selviytyvyys +2-vuotiaiksi jokipoikasiksi on samaa tasoa. Arvioiden tarkkuuteen voi vaikuttaa +1- ja +2-vuotiaiden kalojen siirtyminen koskista suvantoihin, joita ei voida sähkökalastaa.

Ikärakenteeltaan ja sukupuolijakaumaltaan vakaassa taimenpopulaatiossa voisi keskikokoinen pesä Syrjäsen henkilökohtaisen arvi- on mukaan tuottaa keskimäärin 0,5 kutevaa naarasta, pieni pesä vähemmän ja suuri pesä enemmän. Arviointitavan mukaan kunnostetut kohteet tuottaisivat vuosittain 136 sukukypsää taimennaarasta, 10 järvilohinaarasta, 15 merilohinaarasta ja 56 harjusnaarasta. Kunnostettu koski tuottaisi laskentatavan mukaan keskimäärin 1,5 sukukypsää taimennaarasta, 2,4 järvilohinaarasta, 0,8 merilohinaarasta sekä 0,9 harjusnaarasta vuosittain. Jos hedelmöitettyjen mätimunien ja jokipoikasten elinympäristö on hyvä ja jos sukukyp-sien naaraiden säilyvyyttä ei kalastuskuole-

vuus pienennä, suurten pesien osuuden voidaan olettaa kasvavan ja tuottavan vieläkin useampia sukukypsiä naaraita seuraavien sukupolvien aikana ja kasvattaen populaatiokojoja. Tyypillisesti luonnonkantojen lisääntymismenestyksessä on kuitenkin suurta vaihtelua vuodesta toiseen vaihtelevien ympäristöolosuhteiden takia ja näin ollen myös emokalojen määrät ja koot vaihtelevat eri suuntiin. Lisäksi kalastuskuolevuus sekä vaellusesheet voivat alentaa lukemia merkittävästi yllä esitetyistä arvioista.

Kunnostusten voidaan arvioida lisäävän kohdevesistöihin yhteensä jopa noin 37 000 kohdekalalajien yksilöä vuosittain pitkällä aikavälillä tarkasteltuna (taulukko 4). Jos kunnostusten onnistumisessa on samanlaista vaihtelevuutta kuin Marttilan ym. (2019) tarkastelemisissa 13 kunnostusprojektissa, joista vähintään 31 % ja enintään 62 % oli onnistuneita riippuen onnistumisen arviointitavasta, kunnostusten ekologinen hyöty olisi vähintään 11 500 ja enintään 37 200 kohdekalalajien yksilöä vuosittain (taulukko 4).

4.2 Kunnostusten ekologinen vaikuttavuus kunnostusvastearvioiden ja poikastiheyksien perusteella

Vaihtoehtoisessa arvioinnissa kunnostuksilla saatavasta ekologisesta hyödyistä tarkasteltiin kesänvanhojen poikasten tiheyden vastetta kunnostustoimenpiteisiin soveltamalla Marttilan ym. (2019) niille laatimia lajikohtaisia kunnostusvastemuutosarvioita ja kohdealueista sähkökoekalastuksilla saatuja yksilötiheysarvioita.

Sähkökoekalastuksia ennen kunnostuksia oli kohteesta riippuen toteutettu 0–10 vuonna. Tiheysvasteen laskennassa käytettiin kohdekohtaisten sähkökoekalastuskertojen tulosten keskiarvoja aina, kun ne olivat laskettavissa. Keskimääräiset laji- ja kohdekohtaiset tiheydet arvioitiin sähkökoekalastustulosten perusteella, hyödyntämällä koekalastusrekisterin käyttämiä lajikohtaisia pyydystettyysarvoja. Jos kohteelta ei ollut sähkökoekalastushavaintoja kunnostuksia edeltäneeltä

Taulukko 4. Kunnostusten lisäämät teoreettiset kalayksilömäärät kokoluokittain ja kohdelajeittain oletettujen kutupesien ja mätimäärien perusteella arvioituna.

Kalan kokoluokka	Taimen (kpl)	Järvilohi (kpl)	Merilohi (kpl)	Harjus (kpl)	Yhteensä (kpl)
Kaikenkokoiset	16 103	2 850	4 362	13 917	37 232
Alle 25 cm yksilöt	15 802	2 797	4 280	13 788	36 667
62 % alle 25 cm yksilöistä	9 797	1 734	2 654	8 549	22 734
31 % alle 25 cm yksilöistä	4 899	867	1 327	4 274	11 367
Yli 25 cm yksilöt	301	53	82	129	565
62 % yli 25 cm yksilöistä	187	33	51	80	350
31 % yli 25 cm yksilöistä	93	17	25	40	175

ajalta, arvioitiin edeltävä tilanne kohteen lähellä vastaavanlaisissa vesistöissä toteutettujen sähkökoekalastusten tulosten perusteella.

Vastearvioina käytettiin Marttilan ym. (2019) Suomessa vuosina 1978–2014 toteutettujen keskikokoisten ja suurten jokien sekä reittivesistöjen koskikunnostusten seurantaloksista kokoamaa arviota kunnostuksen vaikutuksista kohdelajien poikastiheyksiin. Niissä taimenen kesänvanhat (+0) poikaset ovat keskimäärin hyötyneet kunnostuksista siten, että vaste-ero eli poikasten määrän lisäys on 4,32 poikasta/aari (95 %:n luottamusväli 1,14–7,50). Lohella +0-vuotiaiden poikasten keskimääräinen vaste-ero oli 5,05 poikasta/aari (95 %:n luottamusväli -2,28–12,39). Marttilan ym. (2019) laatimat vastearvojen muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä lohella, mikä on otettava epävarmuustekijänä huomioon vaikuttavuuden arvioinnissa. Harjuksen vastearvona käytettiin Kännön (1987) tulosten alhaisimmista arvoista laskettua keskiarvoa 2,50 poikasta/aari, vaikka hänen sekä Huhtalan (2008) tuloksissa vastearvot olivat moninkertaiset kohteesta ja kun-

nostuksen laajuudesta riippuen. Kohteen sähkökoekalastuksissa havaittujen +1- ja +2-vuotiaiden taimen- ja lohiyksilöiden tiheyksien arvioitiin laskennoissa kaksinkertaistuvan pitkällä aikavälillä kunnostusten jälkeen Louhi ym. (2016) tuloksia soveltaen, vaikka esimerkiksi +1-vuotiaiden kunnostusvasteet voivat kirjallisuuden perusteella olla kesänvanhojen (Marttila ym. 2019, Palm ym. 2007) sekä +2 ja sitä vanhempien ikäryhmien vasteita heikompia (Louhi ym. 2016, Vehanen ym. 2010) mutta kuitenkin positiivisia (Louhi ym. 2016, Lehane ym. 2002).

Sähkökoekalastustulosten perusteella arvioitujen poikastiheyksien sekä kirjallisuuden kunnostusvastearvioiden perusteella laskettuna kunnostusten voidaan arvioida lisäävän kohdekalalajien yksilöitä kunnostettuihin vesistöihin vuosittain yhteensä noin 10 800 (taulukko 5). Jos kunnostukset ovat onnistuneet Marttilan ym. (2019) tilastoimien kunnostusten tapaan (31–62 % onnistui), niiden tuottama ekologinen hyöty on 3 350–6 700 kohdekalalajien yksilöä vuosittain (taulukko 5).

Taulukko 5. Kunnostusten lisäämät teoreettiset kalayksilömäärät kokoluokittain ja kohdelajeittain sähkökalastusaineistojen ja keskimääräisten kunnostusvastearvioiden perusteella laskettuna.

Kalan kokoluokka	Taimen (kpl)	Järvilohi (kpl)	Merilohi (kpl)	Harjus (kpl)	Yhteensä (kpl)
Kaikenkokoiset	6 341	874	1 094	2 498	10 807
Alle 25 cm yksilöt	5 491	822	978	2 274	9 565
62 % alle 25 cm yksilöistä	3 405	509	606	1 410	5 930
31 % alle 25 cm yksilöistä	1 702	255	303	705	2 965
Yli 25 cm yksilöt	850	52	116	224	1 242
62 % yli 25 cm yksilöistä	527	32	72	139	770
31 % yli 25 cm yksilöistä	263	16	36	70	385

Eräpalvelujen toteuttamat kunnostukset sijoittuvat maantieteellisesti laajalle alueelle ympäri Suomea, kohdevesistöjen koot vaihtelevat suuresti eikä kalaston lähtötilannearvioon aina ollut käytössä riittävää monivuotista aineistoa ajalta ennen kunnostustoimenpiteitä. Keskimääräisiä arvoja käyttäen ei voida saavuttaa tarkkaa arviota Eräpalvelujen kunnostusten ekologisesta ja taloudellisesta vaikuttavuudesta kohdelajien poikastiheyksiin yksittäisissä kunnostuskohteissa, vaan arviointia tulee pitää tarkkuudeltaan karkeana ja yleisluontoisena.

Huuskon ym. (2021) sekä Marttilan ym. (2019) raporteissa esimerkiksi taimenkannan elpyminen kunnostetuissa jokikohteissa oli vaihtelevaa, minkä he arvioivat johtuvan toisaalta jokikohtaisista tekijöistä (kalayhteisön koostumus, veden laatu ym.), toisaalta laajalaisemmista ympäristötekijöistä (valuma-alueen koko, geologia, sijainti, ominaisuudet). Esimerkiksi suurten jokien taimenten poikasmäärien kunnostusvasteet ovat olleet keski-kokoisia jokia heikompia (Marttila ym. 2019). Taimentiheyksien kunnostusvasteissa on havaittu myös maantieteellisiä eroavaisuuksia: kunnostusten positiiviset vasteet olivat selvempiä eteläisessä Suomessa kuin pohjoisessa (Huusko ym. 2021, Marttila ym. 2019,

Louhi ym. 2016, Koljonen ym. 2013, Moilanen & Luhta 2011, Vehanen ym. 2010, Huh-tala 2008, Kännö 1987). Lisäksi turvemaiden jokikohteiden kunnostusvasteet ovat olleet heikompia kuin kivennäismaiden jokien (Marttila ym. 2019).

Kun arvioidaan taimenkannoille kunnostuksista koituvia hyötyjä, tulee huomioida myös kalakannan tiheyteen ja ikä- ja kokojakaumaan vaikuttava kalastus ja sen sääätely. Lähtökohtaisesti Eräpalvelujen elinympäristökunnostuksissa tavoitellaan joko paikallisten kalakantojen tilan paranemista tai vaeltavien muotojen kantojen vahvistumista. Kantojen hyvään tilaan saamista tulee edistää myös kalastuksen sääätelyllä eri elinkierron vaiheiden elinympäristöissä. Virtavesissä sijaitsevat kutu- ja poikastuotantoalueet ulottuvat tehokkaan kalastuslain nojalla toteutettavan kalastuksensäätelyn piiriin, mutta vakavesissä tapahtuvien elinkierron vaiheiden kalastuskuolleisuuden sääätely on usein haastavampaa. Pahimmassa tapauksessa vaelluskalojen syönösvaiheen elinympäristössä järviolueilla tai meressä vallitsevat kalastuskäytännöt voivat tehdä tyhjäksi uomissa ja valuma-alueilla toteutettujen elinympäristökunnostusten potentiaaliset hyödyt.

5 Arvio kunnostustoimenpiteillä saavutettavista taloudellisista hyödyistä

Vesiluonnon merkitys ihmisten hyvinvoinnille on suuri (White ym. 2021). Vesiluonto tarjoaa ihmisille ja yhteiskunnille ekosysteemi-palveluita eli luonnon mahdollistamia hyötyjä. Hyödyt voivat olla aineellisia, kuten kalasaaliit ja raaka-aineet, tai aineettomia, kuten kosken äänimaisema ja luonnon virkistyskäyttö. Kunnostuksiin liittyviä sosiaalisia vaikutuksia on selvitetty esimerkiksi tarkastelemalla eri ekosysteemi-palveluissa tapahtuneita muutoksia (Huusko ym. 2021). Ekosysteemi-palvelujen mukaan ottaminen vesistöjen tilaa koskevaan arviointiin ja päätöksentekoon lisää ymmärrystä luonnon ja ihmisen välisistä vuorovaikutussuhteista ja ekosysteemien merkityksestä ihmisen hyvinvoinnille (Metsähallitus & UKK-instituutti 2023, Huusko ym. 2021).

Parhaimmillaan kunnostukset parantavat sekä joen ekologian tilaa että virkistyskäytön arvoa ihmisille (Huusko ym. 2021). Ekologiset hyödyt voivat kuitenkin näyttäytyä joen eri käyttäjäryhmille vähäisinä tai niitä voi olla vaikea mieltää kunnostuksesta johtuviksi, jos hyödyt ilmenevät vasta pitkän ajan kuluttua kunnostustöiden jälkeen. Virtavesikunnostusten taloudellisia hyötyjä on haasteellista arvottaa myös siksi, että vesiluonnon monimuotoisuudelle on määritetty hyvin vähän euromääräisiä mittareita. Tulkinnat kunnostusten onnistumisesta ja vaikutuksista voivat vaihdella hyvin paljon, koska yhteisesti määriteltäviä ekologisia tai sosioekonomisia kriteerejä onnistuneelle kunnostukselle ei ole olemassa (Huusko ym. 2021).

Hyvinvoivien virtavesien taloudellinen arvo on koko yhteiskunnan kannalta merkittävä. Polizzin ym. (2015) tapaustutkimuksen perusteella koskien kunnostuksiin sijoitetut va-

rat on mahdollista saada takaisin 3–10 vuodessa ekosysteemi-palvelujen arvonnousun muodossa. Oulun Hupisaarten 380 000 euroa maksaneilla purokunnostuksilla ja taimenen kotiuttamisella kunnostettuihin puroihin on puolestaan arvioitu saavutetun 9,5 miljoonan euron taloudellinen hyöty pelkästään vuonna 2019 (Mäntymaa ym. 2021).

Kunnostamis- ja ennallistamistoimenpiteiden taloudelliset hyödyt ulottuvat kalaston-, ekosysteemi-palvelujen ja virkistyskäytön arvon muutosten lisäksi urakoiteja tekevien yritysten työmahdollisuuksiin, joilla puolestaan on merkittäviä aluetaloudellisia vaikutuksia. Samalla kehitetään yhteistyöyrittäjien valmiuksia ilmastonmuutoksen ehkäisemiseen ja luonnon monimuotoisuuden edistämiseen liittyvissä töissä (Metsähallitus 2022b) ja luodaan kalastuspalveluja tarjoaville yrittäjille mahdollisuuksia kalastukseen perustuvan elinkeinon harjoittamiseen.

5.1 Kunnostuksilla saavutettavien kalastohyötyjen taloudellinen arvo

Kunnostusten aikaansaama taloudellinen hyöty arvioitiin kohteiden taimen-, lohi- ja harjusyksilöiden teoreettisesti arvioidun lukumäärämuutoksen pohjalta. Kalojen taloudellisen arvon määrittämisessä sovellettiin maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa (614/2019) määrättyjä uhanalaisten ja taantuneiden kalalajien yksilöiden korvausarvoja. Kalayksilöiden alueellisesti määritetyillä arvoilla kerrottiin kohteiden teoreettisesti lasketut yksilömäärälisäykset. Arvon muutosta arvioitiin sekä 1) kutupesä- ja mätimääräarvojen pohjalta että 2) kunnostusvastearvioi-

den ja poikastiheysennusteiden pohjalta laskettujen kohdekalalajien yksilömäärien ja kokoluokkien lisäsmääristä.

5.1.1 Taloudellisen arvon muutokset kutupesä- ja mätimääräarvioiden perusteella laskettuna

Kutupesä- ja mätimääräarvioiden perustuen laskettuna ja oletuksella, että kaikki kunnostukset ovat onnistuneita, kunnostusten aikaansaama taloudellisen arvon lisäys ajan mittaan on reilu yhdeksän miljoonaa euroa vuositasolla (taulukko 6). Taimenen osuus tästä arvonlisäyksestä on lähes puolet (49 %), järvilohen vajaa kolmannes (27 %), merilohen vajaa viidennes (19 %) ja harjuksen 5 %. Jos kunnostuksista 31–62 % osoittautuu onnistuneiksi, kunnostuksista vuositasolla koituva taloudellinen hyöty on vastaavasti pienempi (taulukko 6).

5.1.2 Taloudellisen arvon muutokset kunnostusvastearvioiden ja poikastiheyksien perusteella laskettuna

Sähkökoekalastuksilla selvitettyihin poikastiheyksiin ja kunnostusvastearvioiden perustuen laskettuna ja oletuksella, että kaikki kunnostukset ovat onnistuneita, kunnostusten aikaansaama taloudellisen arvon lisäys tulee olemaan vuositasolla yli viisi miljoonaa euroa (taulukko 7). Taimenen osuus tästä arvonlisäyksestä on reilusti yli puolet (63 %), järvilohen viidesosa (20 %), merilohen 15 % ja harjuksen 3 %. Jos kunnostuksista 31–62 % osoittautuu onnistuneiksi, kunnostuksista vuositasolla koituva taloudellinen hyöty on vastaavasti pienempi (taulukko 7).

Taulukoissa 6 ja 7 esitetyt arviot eivät ota huomioon mahdollista kalastuskuolevuutta tai populaatioiden ja yksilöiden välisiä eroja jälkeläisten tuotossa sekä niiden selviyty-

Taulukko 6. Kutupesä- ja mätimääräarvioiden pohjautuvat lajikohtaiset taloudellisen arvon muutokset laskettuna kolmella erilaisella kunnostusten onnistumistasolla kohdelajeittain ja kokoluokittain, tuhannen euron tarkkuudella.

Kalan kokoluokka	Taimen	Järvilohi	Merilohi	Harjus	Yhteensä
Kaikenkokoiset	4 465 716 €	2 500 475 €	1 768 121 €	434 504 €	9 168 816 €
100 % onnistuminen, alle 25 cm yksilöt	3 751 201 €	2 100 399 €	1 485 222 €	397 367 €	7 734 189 €
62 % onnistuminen, alle 25 cm yksilöt	2 325 745 €	1 302 247 €	920 838 €	246 367 €	4 795 197 €
31 % onnistuminen, alle 25 cm yksilöt	1 162 872 €	651 124 €	460 419 €	123 184 €	2 397 599 €
100 % onnistuminen, yli 25 cm yksilöt	714 515 €	400 076 €	282 899 €	37 137 €	1 434 627 €
62 % onnistuminen, yli 25 cm yksilöt	442 999 €	248 047 €	175 398 €	23 025 €	889 469 €
31 % onnistuminen, yli 25 cm yksilöt	221 500 €	124 024 €	87 699 €	11 512 €	444 734 €

Taulukko 7. Poikastiheyksiin ja kunnostusvastearvioihin pohjautuvat lajikohtaiset taloudellisen arvon muutokset laskettuna kolmella erilaisella kunnostusten onnistumistasolla kohdelajeittain ja kokoluokittain, tuhannen euron tarkkuudella.

Kalan kokoluokka	Taimen	Järvilohi	Merilohi	Harjus	Yhteensä
Kaikenkokoiset	3 138 548 €	1 009 803 €	740 338 €	132 804 €	5 021 493 €
100 % onnistuminen, alle 25 cm yksilöt	1 257 803 €	616 989 €	339 415 €	65 840 €	2 280 048 €
62 % onnistuminen, alle 25 cm yksilöt	779 838 €	382 533 €	210 437 €	40 821 €	1 413 630 €
31 % onnistuminen, alle 25 cm yksilöt	389 919 €	191 267 €	105 219 €	20 411 €	706 815 €
100 % onnistuminen, yli 25 cm yksilöt	1 880 745 €	392 814 €	400 922 €	66 963 €	2 741 444 €
62 % onnistuminen, yli 25 cm yksilöt	1 166 062 €	243 544 €	248 572 €	41 517 €	1 699 695 €
31 % onnistuminen, yli 25 cm yksilöt	583 031 €	121 772 €	124 286 €	20 759 €	849 848 €

misessä. Käytetyt laskentatavat on tarkoitettu ainoastaan karkealla tasolla havainnollistamaan taloudellisia hyötyjä kohdelajien korvausarvoilla mitattuna. Laskennan perusteella kunnostusten kustannukset (yhteensä noin 1 100 000 €) saadaan lajiston kohonneena taloudellisena arvona moninkertaisesti takaisin. Lohien osalta taloudellisen arvonnousun jatkuvuus on täysin riippuvainen ylisiirrettyjen lohien määrästä. Kunnostuksista koitua taloudellinen hyöty kasvaa merkittävästi, jos meri- tai järvi-alueyhteys palautetaan niihin kunnostuskohteisiin, joissa se tällä hetkellä on poikki.

5.1.3 Kalastusmahdollisuuksien parantumisen taloudellinen arvo

Virkistyskalastajien vuonna 2018 maassamme saaman saaliin arvoksi arvioitiin noin 63 miljoonaa euroa (Luonnonvarakeskus 2022b). Kaupallisen kalastuksen saaliin arvo vuonna 2021 oli sisävesillä 15,4 miljoonaa euroa ja merialueilla 28 miljoonaa euroa (Luonnonvarakeskus 2022a, 2021).

Eräpalvelujen vuosina 2020–2023 toteutamat vesistö-kunnostukset lisäävät varovaisimpien onnistumisastemallien keskiarvon mukaan laskettuna kunnostettujen kohteiden saalismahdollisuuksien arvoa vuosittain

2,2 miljoonalla eurolla, joka vastaa 3,5 % Suomen virkistyskalastuksen saaliin arvosta vuonna 2018 (Luonnonvarakeskus 2022b). Kunnostusten onnistuessa täydellisesti olisi lisääntyneiden saalismahdollisuuksien arvo 7,1 miljoonaa euroa ja 11,3 % vuoden 2018 virkistyskalastussaaliin arvosta ja 46 % sisävesien kaupallisen kalastuksen saaliin arvosta.

Valtion alueilla kalastavat luovat myös merkittäviä aluetaloudellisia hyötyjä. Suuri osa kalastusmatkan kuluista syntyy kalastuspaikoille siirtymisestä sekä majoitus- ja ruokailukuluista, joten kalastusmatkoista syntyy liikevaihtoa paitsi kalastuskohteen sijaintipaikkakunnalla, merkittävässä määrin myös muualla maassa kalastajien matkustusreittien varrella (Pellikka ym. 2023, Korkeamäki 2021, Zimoch ym. 2015). Myös kalastusvälineisiin ja -veneisiin panostetaan aikaisempaa enemmän (Pellikka ym. 2023). Valtion kalastuslupia lunastaneiden kalastajien luomat aluetaloudelliset vaikutukset on arvioitu yli 10 miljoonan euron suuruiseksi (Zimoch ym. 2015). Kalastajien tuoma rahavirta kohdistuu aluetalouden tasapainottamisen kannalta hyödyllisesti, matkojen kohdistuessa enimmäkseen syrjäseuduille (Metsähallitus 2022b).

Suomalaisista liki puolet tekee vuodessa keskimäärin seitsemän yön yli kestävää luontomatkaa virkistäytymisen vuoksi (Neu-

vonon ym. 2022). Suomalaisten luontomatkoista arviolta 5,6 % tehdään kalastamisen vuoksi (Sievänen & Neuvonen 2011), joten kalastusmatkoja kertyy yli miljoona. Luontomatkoista neljännes kohdistuu valtion alueille (Neuvonen ym. 2022), joten valtion vesialueille tehdään vuodessa noin 270 000 kalastusmatkaa. Jos kalastusmatkan kustannus on keskimäärin 225 euroa, kuten Sievänen ja Neuvonen (2011) arvioivat luontomatkojen kustannukseksi, valtion kalavesille tehdyistä kalastusmatkoista syntyy liikevaihtoa 61 miljoonaa euroa. Jos taas yön yli ulottuvan kalastusmatkan arvona käytetään 137 euroa Pellikka ym. (2023) arvion mukaisesti, valtion kalavesillä vietetyt kalastusmatkat luovat liikevaihtoa 37 miljoonaa euroa. Lisäksi suomalaisten tekemistä alle vuorokauden mittaisista lähiulkoilumatkoista 2 % on kalastusmatkoja (Sievänen & Neuvonen 2011) ja 8 % kohdistuu valtion alueelle (Neuvonen ym. 2022). Suomalaiset tekevät näihin tietoihin pohjautuen 22 miljoonaa lähivirkistyskalastusmatkaa. Jos alle vuorokauden mittaisella kalastusmatkalla käytetään keskimäärin 52 euroa (Pellikka ym. 2023), valtion vesialueille tehtyjen lähivirkistyskalastusmatkojen synnyttämä liikevaihto on 90 miljoonan euroa vuodessa.

Business Finlandin (2019) mukaan Suomessa käy vuosittain noin 340 000 ulkomaista kalastusmatkailijaa. Metsähallituksen kalastusluvan lunastaneiden turistien kalastusmatkan arvoksi on arvioitu 547 € (Zimoch ym. 2015) sekä keskimääräisen suomalaisen kalastusmatkan 137 € (Pellikka ym. 2023). Valtion alueelle ulkomaalaisten kalastusmatkoista voisi kohdistua 23 %, jos hyödynnetään keskiarvoa Neuvosen ym. (2022) luonto- 26 % ja lähivirkistysmatkojen 8 % kohdistumisesta valtion alueelle sekä Ylitalon (2011) 34 % kalastuksen kohdistumisesta valtion vesille. Valtion vesille suuntautuvien ulkomaan kalastajien matkojen arvo olisi näillä tiedoilla 26 miljoonaa euroa.

Kalastusharrastuksen tuottamien alue- ja kansantaloudellisten hyötyjen lisäksi luonnossa retkeily tuo vuosittain 164 miljoonan euron säästöt yhteiskunnalle ehkäisemällä kansansairauksista aiheutuvia kustannuksia ja pitämällä ihmisiä työkykyisinä (Metsähallitus & UKK-instituutti 2023). Tästä valtion vesillä tapahtuvan kalastuksen hyöty arvioitiin noin 1,5 miljoonan euron suuruiseksi (Neuvonen ym. 2022, Sievänen & Neuvonen 2011, Ylitalo 2011) tietoja hyödyntäen.

Edellä koottujen tietojen perusteella Suomessa valtion vesialueilla tapahtuvan vapaaajan kalastuksen arvo yhteiskunnalle on 179 miljoonaa euroa. Valtion alueella tapahtuvan kalastuksen liikevaihdon arvo nousee 184 miljoonaan euroon, jos lukuun lisätään Eräpalvelujen vuosina 2020–2023 toteutettujen kunnostusten arvioidut keskimääräiset hyödyt kohteiden saalismahdollisuuksiin. Kunnostuksilla saavutettava kalakantojen parempi tila ja kalastuskohteiden korkeampi luonnontilaisuus lisäävät niiden vetovoimaa ja mahdollistavat kalastusmatkailun kehittymisen, mikä lisää aluetaloudellista hyötyä toiminnan tukeessa työpaikkojen syntymistä kalastuskohteiden läheisyyteen. Tämä lisää sekä kotimaisten että ulkomaisten turistien kalastusmatkoja ja hajauttaa kalastusliikevaihtoa entistä enemmän syrjäseuduille luoden uusia kalastusmatkailukohteita. Kansantaloudellisesti kalastusmatkailussa on arvioitu olevan satojen miljoonien, jopa yli miljardin euron kasvupotentiaali (Korkeamäki 2021, Korkeamäki, kirjallinen tiedonanto 2020).

6 Kalastusjärjestelyt kunnostuksen tukena

Suomessa on 1,8 miljoonaa vapaa-ajankalastajaa, jotka saavat saalista 35,5 miljoonaa kiloa vuodessa (Luonnonvarakeskus 2023). Vapaa-ajankalastusta ohjaavilla ja säätelevillä kalastusjärjestelyillä on mahdollista tukea kunnostuskohteiden kalakantojen elpymistä ja niitä kannattelevien ravintoverkkojen hyvää tilaa. Vapaa-ajankalastuksen kalastuspaine suuntautuu kalastajien kulloistenkin arvostusten mukaisesti, nykyisin voimakkaasti lohikaloihin kuten taimen, lohi, siika ja muikku (Parkkila 2005) sekä ahvenkaloihin (kuha, ahven) ja vähäisemmin karppikaloihin kuten särki, säyne ja lahna (Muje ym. 2019). Vapaa-ajankalastajat ja paikallistason päätöksentekijät tiedostavat lohikalakantojen heikon tilan ja ovat valmiita tilanteen parantamiseen kalastuksensääteilytoimilla (Muje ym. 2019).

Eräpalvelujen vuonna 2020–2023 kunnostettujen kohteiden kunnostusten jälkeiset kalastusjärjestelyt tulisi suunnitella ja toteuttaa siten, että luontaisten, itseään ylläpitävien vaelluskalakantojen muodostuminen niihin on mahdollista ja että kalakantojen arvo ja houkuttelevuus kalastuskohteena kehittyisivät ajan saatossa mahdollisimman hyviksi.

Kohdekohtaisesti tarkasteltavia ja päätettäviä hoitotoimenpidekysymyksiä ovat esimerkiksi: tuleeko kohteella kasvattaa alamittoja tai suosia alamittojen sijasta välimittoja, rauhoitetaanko kohteen kaikki rasvaevälliset lohikalat, onko myös rasvaevättömien eli istukkaiden määräaikainen rauhoittaminen tarpeen luonnonlisääntymisen turvaamiseksi, onko kohde tai sen osia syytä rauhoittaa kaikelta kalastukselta joksikin aikaa kunnostuksen jälkeen, millä tavalla kunnostusten kohdelajit kiintiöidään lupamyynnissä ja onko kunnostuskohteessa esiintyvien vaelluskalojen keskeisille kutu-, syönnös- ja talvehtimisalueille tarpeen säätää verkko- tai

vapakalastus-rajoituksia. Etenkin syönnös- ja talvehtimisalueilla kalastusoikeuden haltijoina on usein Metsähallituksen ohella muitakin, ja mahdollisista kalastusrajoitustarpeista keskustelu tulisi niiden kanssa aloittaa mahdollisimman pian kunnostusten valmistuttua tai jo etukäteen.

Esimerkiksi järvitaimenen ja lohen kohdalla kunnostuksen jälkeen sovellettavan kalastuksensäätelyn tulisi käsittää lajin koko elinkierto niin virtavedessä kuin järvessä. Taimenen ja lohen selviytyminen järvi- tai merisyönnösvaellukselta kutuvaellukselle jokeen riippuu verkko- ja vapakalastuksen säätelystä, esteettömistä vaellusreiteistä ja syönnösalueen olosuhteista, kuten toimivista ravintoverkoista ja vedenlaadusta (Euroopan komissio 2023). Kunnostuskohteen ja siihen yhteydessä olevien vesialueiden kalastusjärjestelyitä tulee tarkastella kokonaisuutena, jotta kohteella säilyy ja vahvistuu tai sinne kehittyi luontainen itseään ylläpitävä vaelluskalakanta.

Kalastusjärjestelyillä on mahdollista vaikuttaa kalakantojen ominaisuuksiin siten, että niistä muodostuu ajan saatossa kalastajien näkökulmasta arvokkaampia ja houkuttelevampia kalastuskohteita. Esimerkiksi suuriin kalayksilöihin painottuva kalastuskuolleisuus voi pienentää saaliskalojen keskimääräistä kokoa, kun suureksi kasvamisen perimä ei siirry seuraaviin sukupolviin yhtä todennäköisesti kuin kalastukselta todennäköisemmin säästyvien, pienemmäksi jäävien ja pienempänä lisääntyvien yksilöiden perimä (Kokkonen ym. 2015). Rajoittamalla suurten kalojen kalastuskuolleisuutta on siten mahdollista kasvattaa kalakannan yksilöiden keskikokoa tai ainakin estää sen pieneneminen. Kalastus voi vaikuttaa myös kalakannan käyttäytymispiirteisiin: jos kalastuskuolleisuus painottuu perinnöllisesti aktiivisiin ja vieheisiin tai per-

hoihin aggressiivisesti suhtautuviin yksilöihin, säilyvät varovaisemmat yksilöt todennäköisemmin elossa kutuaikaan asti, niiden ominaisuudet yleistyvät kalakannassa ja kalastuskohteen saalisvarmuus voi laskea (Mittelbach ym. 2014, Fréon & Misund 1999, Arreguín Sánchez 1996). Myös eri kalastusmenetelmät voivat valikoida kaloja sukukypsyyden saavuttamisiän ja kasvunopeuden suhteen eri tavoin (Alioravainen 2023).

Vaelluskalakantojen elpymistä kunnostuskohteissa voivat olla hidastamassa tai kokonaan estämässä verkkokalastus ja vetouistelu syönnösalueilla sekä istukkailla säädetyt pienet alamitat, jolloin istukkaista merkittävä osa ei saavuta lisääntymiskokoa ja pääse tukemaan luonnonlisääntymiskiertoa kohteessa (Marttila ym. 2019, Syrjänen ym. 2018, Syrjänen ym. 2014). Verkkokalastuksessa sovellettavien solmuvälirajoitusten ja sallittujen pyyntiaikojen ja -alueiden säätäminen kaikki järvisyönnöksellä olevat kokoluokat turvaaviksi, vetouisteluvälineiden määrärajoitukset ja saaliin alamittarajoitusten nosto ovat konkreettisia ja kalastuksen hallintojärjestelmän kannalta toteuttamiskelpoisia toimia (Muje ym. 2019).

Kalastusjärjestelyistä päättämisen tueksi olisi kunnostuskohteilla seurattava kohteen ja sen lähialueen kalastuspainetta sekä kalasaaliita ja sukukypsyyden saavuttaneiden kalojen ikä- ja kokojakaumaa, jotta voidaan arvioida kutukannan tilaa ja säädellä kalastus ekologisesti kestäväksi kohteelle soveltuvien kalastussääntöjen ja -rajoitusten avulla. Kalastuspaineen ja saaliin seurannan tulisi ulottua kunnostuskohteeseen yhteydessä oleviin merkittäviin kalojen vaellusreitteihin ja syönnösalueisiin, jotta saadaan tieto lajin koko elinkierron kalastuskuolleisuudesta ja saalisjakaumasta. Seuranta voitaisiin toteuttaa yhteistyössä vapaaehtoisten kirjanpitokalastajien kanssa. Saalispalautteita seuraamalla voidaan saada lisätietoa luonnossa syntyneiden ja istutettujen lohikaloiden esiintymisen suhteesta kohdealueella. Kalastajien ottamia suomunäytteitä tutkituttamalla voidaan puo-

lestaan selvittää saaliskalojen ikäjakaumaa, vuosittaista kasvua ja vaelluskäyttäytymistä sekä hyödyntää saatuja tietoja kohdealueen kalastusjärjestelyjen muutostarpeiden arvioinnissa.

Kunnostuskohteen kutukantojen tilaa tulisi seurata kututapahtumia tarkkailemalla ja kutupesäkartoituksilla. Lisääntymisen onnistumista tulisi seurata sähkökoekalastuksilla, joiden yhteydessä voidaan kustannustehokkaasti seurata myös lisääntymis- ja poikaselinympäristöjen määrää, laatua sekä kunnostusrakenteiden paikallaanpysyvyyttä ja toimivuutta. Sähkökoekalastus ja sen yhteydessä tapahtuva kalojen nukuttaminen punnitusta ja mittausta varten edellyttää ELY-keskuksen myöntämää kalastuslain 47 §:n mukaista poikkeuslupaa.

Sähkökalastusten yhteydessä voidaan saaliiksi saaduista, luonnossa syntyneiksi todennettavissa olevista kaloista ottaa säännöllisesti kudoksenäytteitä DNA-analyysyä varten, jotta eri osapopulaatioiden perimän monimuotoisuutta ja keskinäistä eriytyneisyyttä voidaan ajoittain selvittää ja seurata sekä arvioida kalastusjärjestelyiden muutostarpeita osapopulaatioiden säilymisen ja vahvistumisen turvaamiseksi. Kudoksenäytteiden keruuta suunniteltaessa on huomioitava, että eväleikkeiden ottaminen elävistä kaloista aiheuttaa kaloille neulanpistoon verrattavissa olevaa kipua ja edellyttää sen vuoksi koe-eläintoimikunnan myöntämän hankekohtaisen eläin-koeluvan, jos leikkauksen pääasiallinen tarkoitus ei ole merkitä kala sen myöhempää tunnistamista varten. Genomitutkimuksia voidaan tehdä myös kalan iholta otettavasta pyyhkäisyäytteestä (Tilley ym. 2020), joka ei edellytä eläin-koelupaa, tai suomunäytteistä, joiden ottaminen ei vuonna 2023 voimassa olleen lainsäädännön tulkinnan mukaan edellyttänyt eläin-koelupaa mutta saattaa edellyttää sitä vuonna 2024, kun laki eläinten hyvinvoinnista (693/2023) astuu voimaan.

Ilmastonmuutos uhkaa äärevien sääilmien yleistyminen, ja näin ollen kuumien ja kuivien hellejaksojen osuuden arvioidaan

kasvavan tulevaisuudessa (Datry ym. 2016, Lytle & Poff 2004). Lämpötilaloggereita asentamalla voitaisiin seurata kohdeveden lämpötilaa ja keskeyttää kalastus, jos lämpötila uhkaa kasvaa lohikalojen kannalta liian suureksi. Kunnostuskohteiden kalastusjärjestelyissä ja kohteiden seurannoissa tulee ottaa huomioon ilmastonmuutoksen ennustetut vaikutukset vesielinympäristöihin (Räsänen ym. 2023, Pouta ym. 2023, Parjanne ym. 2020, Ady ym. 2016, Datry ym. 2016, Elliott & Elliott 2010, McIlgorm ym. 2010, Lytle & Poff 2004) ja eri kalalajien menestymiseen (Lehtonen ym. 2023, Lähteenmäki 2022, Elliott & Elliott 2010, McIlgorm ym. 2010, Hyvärinen 2010), varautua vieraslajien leviämisen ja runsastumisen

mahdollisuuteen (Orell & Erkinaro 2023) ja pohtia niiden torjuntaan käytettävissä olevia, kalastusjärjestelyillä toteutettavissa olevia keinoja. Esimerkiksi kyttyrälohen (*Oncorhynchus gorbuscha*) esiintyvyys voi vaikuttaa kalastuskohteiden houkuttelevuuteen (Guay ym. 2023), ja erikoisjärjestelyt sen poistamiseksi voivat epäonnistuessaan pahimmillaan heikentää kotoperäisten lohien ja taimenten luontaisen elinkierron toteuttamisen mahdollisuuksia, kuten Tenolla pelätään tapahtuneen kyttyrälohipadon toimivuusongelmien vuoksi (Mainio 2023). Jos kyttyrälohen leviämistä ja lisääntymistä ei onnistuta pysäyttämään, on sen tarjoama kalastus- ja saalispotentiaali syytä hyödyntää tehokkaasti.

7 Istutukset kunnostusten tukena

Jos kunnostetulla alueella tai siihen hyvin kytköksissä olevalla alueella tiedetään esiintyvän luonnonvaraisia vaelluskalakantoja, niiden tulisi antaa rauhassa kehittyä ja levittäytyä häiritsemättä niiden reviirien ja ravinnon saatavuutta poikas- tai mäti-istutuksilla. Istutuksiin tai emokalojen siirtoihin tulisi ryhtyä vain siinä tapauksessa, että luontaiset vaelluskalakannat ovat alueelta ehtineet hävitä ennen kunnostuksia ja vaellusesteet estävät niiden levittäytymisen lähialueilta. Mikäli luonnollista lisääntymistä ei kunnostetun alueen seurannoissa todeta lainkaan tai se on hyvin vähäistä eikä kunnostusten jälkeisten vuosien mittaan voimistu, voidaan istutuksia harkita. Ennen istutuksiin ryhtymistä on syytä tarkastella, onko kohde elinympäristönä sopiva lajille, jota sinne aiotaan istuttaa. Esimerkiksi taimenpopulaation puuttuminen josta voi johtua vesistön vedenlaadun tai virtausnopeuden soveltumattomuudesta lajille, jolloin taimenkannan luominen kohteeseen ei onnistu istutuksillakaan.

Istutuskohteet ja -menetelmät on kunnostuskohteissa harkittava tarkkaan. Istutusaikataulu ja istutettavien kalojen iät tulisi suunnitella siten, että luonnonlisääntymisen havaitseminen eli luonnossa syntyneiden poikasten erottaminen istutuspoikasista on mahdollista. Istutukset tulisi lopettaa, kun kohteessa todetaan tapahtuvan luonnonlisääntymistä. Jos istutuksia jatketaan, vaikka luonnonlisääntymistäkin tapahtuu, ne voivat heikentää luonnossa syntyneiden yksilöiden elinikäistä kelpoisuutta ja tuottokykyä esimerkiksi luomalla tilapäisesti luonnottoman korkeita poikastiheyksiä ja stressiä aiheuttavaa kilpailua reviiireistä siinäkin tapauksessa, että istukkaat eivät lopulta reviiirejä luonnonpoikasilta valtaisikaan (O'Sullivan ym. 2020).

Luontaisen kannan varjelu istutusten aiheuttamilta häiriötekijöiltä ja sen kärsivälli-

nen elvyttäminen ja levittäytymisen tukeminen kannattaa myös siksi, että pienelläkin alkuperäisellä, luonnonvaraisella kalakannalla on hyvin todennäköisesti paljon monimuotoisempi ja siten paremmin ympäristömuutoksiin sopeutuva perimä kuin tavanomaisella laitoskalakannalla (Huusko ym. 2021, Marttila ym. 2019). Myös vallitsevissa olosuhteissa luonnonpoikaset pärjäävät istukkaita paremmin: esimerkiksi merilohen luonnonpoikasten on havaittu selviytyvän poikasvaiheesta hengissä kalastuskokoisiksi jopa kolme kertaa istukkaita todennäköisemmin (Louhi ym. 2019, Romakkaniemi 2008).

Mätirasia- ja poikasistutusten vaikutukset kohteen lajistolle eivät aina ole myönteisiä, sillä Marttilan ym. (2019) mukaan kunnostuksien yhteydessä tehdyillä taimenen mäti-istutuksilla ei ole ollut merkittävää vaikutusta taimenpoikasten tiheyteen. Kunnostetuille kohteille tehdyt poikasistutukset voivat heidän mukaansa pahimmillaan jopa hidastaa luontaisen populaation elpymistä, mutta poikasista tuottamattomille alueille kohdistetut poikasistutukset voivat Savikon (2014) mukaan myös täydentää tai käynnistää luonnon elinkierron ja nopeuttaa kannan elpymistä. Riskittömimmin kalakannan palautuminen saavutetaan toimivilla kalastuksensääteilykeinoilla yhdessä elinympäristökunnostusten kanssa. Määrätietoinen kalastuksensääteily yhdessä kalojen eloonjäännille otollisten ympäristöolosuhteiden kanssa johtivat esimerkiksi Tornionjoen ja eräiden muiden Pohjanlahteen laskevien jokien luonnonlohikantojen elpymiseen 1990-luvulla (Palm ym. 2023, Romakkaniemi 2008). Lisäksi Tornionjoella kannan elpymistä tuettiin tyhjiin ja vajaatuottoisiin poikaselinympäristöihin toteutetuilla poikasten täsmäistutuksilla (Savikko 2014), joka näkyy Tornionjoen lohikannan genetiikassa (Anderson & Thompson 2002).

8 Vaellusyhteyden varmistaminen

Vesieliöiden liikkumisen ja virrassa kulkeutumisen mahdollistaminen on tärkeää niiden luontaisten elinkierron vaiheiden toimivuuden ja paikallisten populaatioiden elinvoimaisuuden kannalta. Vesieliöille tulee varmistaa liikkumismahdollisuus esimerkiksi talvehtimis-, syönnös- ja kutualueiden välillä sekä mahdollisuus luontaiseen geenivaihtoon paikallisten esiintymien kesken ja levittäytymiseen uusillekin alueille.

Jokien patoaminen ja purojen vaellusesteet ovat johtaneet joidenkin arvostetuimpien kalojemme, kuten lohen, taimenen, siian ja ankeriaan, sekä nahkiaisen kantojen romahtamiseen (Pouta ym. 2023, Alaniska 2013). Joen virtaama ja lämpötilan vaihtelu muuttuvat patorakenteiden seurauksena vaikuttaen virtavesielinympäristöjen laatuun (Rinnevalli ym. 2021, Laajala ym. 2006, Mills 1989, Bain ym. 1988), joka heijastuu kala- ja pohjaeläinyhteisöjen rakenteeseen ja vähentää vaelluskalojen kutualueiden määrää (Louhi ym. 2019, Laajala ym. 2006, Dauble ym. 2003, Fjellheim ym. 1993, Mills 1989, Bain ym. 1988) sekä heikentää mädin ja kalanpoikasten selviytymistä (McKinney ym. 2001, Mills 1989) ja aikuisten kalojen kutuvaelluksia (Louhi ym. 2019, Lundqvist ym. 2005, Paragiam ym. 2005, Rivinoja ym. 2001). Kalojen kertyminen patoalaiden lähetyville lisää myös tautien leviämiskä (Lundqvist ym. 2005, Rivinoja ym. 2001, Arnekleiv & Kraabøl 1996). Patoaltaissa myös vaelluskalapoikasten kuolleisuus on rakentamattomia osuuksia suurempaa esimerkiksi runsastuneiden petokalakantojen vuoksi (Orell ym. 2014).

Vaellusesteiden poistaminen on ratkaisevan tärkeää vaelluskalakantojen palauttamistyön onnistumiselle. Yhdenkin vaellusesteen poistamisella voi olla merkittäviä ekologisia hyötyjä virtavesiluonnolle (Rinnevalli ym.

2021) varsinkin, jos olosuhteet poistetun esteen lähetyvillä tai yläpuolisilla vesistönsillä ovat vaelluskalojen luontaisen elinkierron kannalta otolliset. Esimerkiksi Hiitolanjoelta tehdyt havainnot voimalaitospadon purkamisen hyödyistä näkyivät vaelluskalojen poikastiheyksissä heti esteen poiston jälkeisenä kesänä (Ollikainen 2023, Rinnevalli ym. 2023, Haverinen 2022) ja positiiviset vasteet lohikalakannoissa jopa runsastuivat toisena vuonna (Anttonen & Toijonen 2023).

Vuosina 2020–2023 Eräpalvelut poisti seitsemän vaellusestettä, mikä avasi 42 kilometriä esteiden yläpuolisia uomia vesieliöiden vapaalle liikkumiselle sekä palautti vaellusyhteyden uomien yläpuolisiin vakavesiin. Poistoista huolimatta vesieliöiden vapaa liikkuminen kunnostuskohteiden ja lähimpien syönnösjärviaalueiden välillä on edelleen estynyt kolmella kunnostuskohteella, joissa yhä tavataan yhteensä 4 vaellusestettä (taulukko 8). Lähes kaikilla kunnostuskohteilla, Latokartanonkoskea lukuun ottamatta, merivaellusyhteys on estynyt. Kohteiden ja meren välissä on yhteensä 59 vaellusestettä, joista 57 on voimalaitospatoja, yksi säännöstelypato ja yksi osittain esteellinen vesistörunpuku (taulukko 8).

Voimalaitospatojen purkamisia tai niiden aiheuttamien esteiden poistotöitä on tarpeen toteuttaa varsinkin sellaisilla kohteilla, joilla on vähäinen merkitys sähköntuotannon kannalta. Jos sähköntuotoltaan merkityksellisempiä voimalaitospatoja ei voida purkaa, on niiden aiheuttama este tarpeen ohittaa rakentamalla vesieliöiden kannalta toimivat, mahdollisimman luonnonmukaiset liikkumisväylät sekä ylä- että alavirtaan pyrkiville vesieliölle. Nykyisten voimaloita ohittavien kalateiden toimivuudessa on havaittu haasteita sekä ylä- että alavirran vaellukselle (Louhi

Taulukko 8. Eräpalvelujen vuosina 2020–2023 poistamat esteet ja kunnostuskohteiden esteellisyytilanne lähimmältä syönnösalueelta sekä merestä.

Kunnostuskohte	Vesistöalue	Vaellusesteet mereltä	Vaellusesteet järvestä	Estetyypit	Poistetut esteet
Perttausjoki	Kemijoki (Ounasjoki)	5	0	5 voimalaitospatoa	
Silmäjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Heinujoki/Inkioja	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Naarmajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Vaattunkijoki	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Junkuajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	1
Majavajoki (Vikajoki)	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Kalliojoki (Vikajoki)	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Vikajoki	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Raudanjoki	Kemijoki (Raudanjoki)	6	0	6 voimalaitospatoa	
Livojoki	Iijoki (Livojoki)	5	0	5 voimalaitospatoa	
Poika-Loukusan oja	Iijoki (Loukusanjoki)	5	0	5 voimalaitospatoa	1
Mätäsoja	Iijoki (Pirinoja)	5	0	5 voimalaitospatoa	
Loukusanjoki	Iijoki (Loukusanjoki)	5	1	5 voimalaitos- ja 1 säännöstelypato	
Hietaoja	Iijoki (Luokanjärvi)	7	1	5 voimalaitos-, 1 sään. pato, 1 rumpu	
Vieksin reitti	Oulujoki (Vieksinjoki)	10	0	10 voimalaitospatoa	
Piispajoki	Oulujoki (Piispajoki)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Turkkijoki	Oulujoki (Kiantajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Matalajoki	Oulujoki (Kiantajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Teeripuro	Oulujoki (Kiantajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Kivipuro	Oulujoki (Kiantajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Mäntypuro	Oulujoki (Kiantajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Lieksanjoki	Vuoksi (Lieksanjoki)	8	2	10 voimalaitospatoa	
Rännänjoki	Vuoksi (Lieksanjoki)	10	0	10 voimalaitospatoa	
Särkkäjoki	Vuoksi (Lieksanjoki)	10	0	10 voimalaitospatoa	1
Myllypuro	Vuoksi (Lieksanjoki)	10	0	10 voimalaitospatoa	
Jysmänpuro	Vuoksi (Nilsianreitti)	10	0	10 voimalaitospatoa	
Naulapuro	Kymijoki (Patajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	2
Vihtajärvi	Kymijoki (Patajärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	1
Hyrkönpuro	Kymijoki (Kivijärvi)	11	0	11 voimalaitospatoa	
Syväjärvenpuro	Kymijoki (Kivijärvi)	13	0	13 voimalaitospatoa	1
Hännättömänjoki	Kokemäenjoki (Soutujoki)	9	0	9 voimalaitosta	
Latokartanonkoski	Kiskonjoki	0	0	Ei esteitä	

ym. 2019, Huusko ym. 2012, Karjalainen ym. 2011, Rivinoja 2005), ja kalateiden on havaittu valikoivan niiden läpi uivien kalojen kokoluokkia, sukupuolta ja lajeja (Louhi ym. 2019, Karppinen ym. 2006, Rivinoja 2005). Haasteista huolimatta myös lupaavia havaintoja on tehty (Rinnevalli ym. 2021).

Esteen poiston hyödyt ovat sitä suuremmat, mitä enemmän esteen ylävirran puolella on vesieliöiden luontaisen elinkierron mahdollistavia elinympäristöjä. Vaikutuksiltaan merkityksellisimmät esteen poiston hyödyt saavutetaan vesiluonnon kannalta sellaisissa vesistöissä, missä pääosa luonnontilassaan koski- ja nivamaisesti virranneista vesistönosista sekä niissä sijainneista kutu- ja

pienpoikasalueista ei ole päätynyt patoamisen muodostamien altaiden alle (Rinnevalli ym. 2021, Louhi ym. 2019, van der Meer ym. 2006, Dauble ym. 2003, McKinney ym. 2001, Mills 1989, Bain 1988). Tällaisia ovat esimerkiksi Eräpalvelujen lijoen ja Lieksanjoen vesistöjen kunnostuskohteet. Patojen poistamisen jälkeen myös muuttuneempien jokiympäristöjen jokijatkumo palautuu nopeasti patoaltaiden ketjusta virtavedeksi, joka luo mahdollisuudet pidempiaikaiselle ja kokonaisvaltaiselle jokiekosysteemin sekä rantavyöhykkeen ennallistumiselle kohti monimuotoisempaa jokiympäristöä (Rinnevalli ym. 2023, Rinnevalli ym. 2021).

9 Virtavesikunnostamisen tulevaisuus Metsähallituksessa

Suomen virtavesien tila on vielä puutteellisesti tunnettu, mutta jo nykytiedon valossa voidaan arvioida, että havaittujen ongelmien korjaamistyötä riittää vuosikymmeniksi, jopa sadoiksi ja tuhansiksi vuosiksi, riippuen tulevaisuuden kunnostustoimenpiteiden laajuudesta. Virtavesikohteiden tilan selvittämiseen, ongelmien tunnistamiseen, kunnostussuunnitelmien laatimiseen, kunnostusten toteuttamiseen sekä niiden vaikuttavuuden seurantaan tarvitaan lisää resursseja.

Metsähallituksen hallinnoimien alueiden virtavesien sekä niiden valuma-alueiden kunnostamis- ja ennallistamistarpeet ovat koko Suomen laajuudessa tarkasteltuna merkittäviä, koska noin 20–33 % virtavesistä sijaitsee valtion alueilla (PAF 2021–2027, Metsähallitus 2023). Kasvava vaatimus valuma-alueiden kunnostusten tekemisestä vaatii osaavaa henkilöstöä sekä organisaatioiden välistä yhteistyötä. Uomakunnostuksissakin on kehittämisen paikkoja, ja vaelluskalojen lisääntymis- ja poikasalueiden kunnostusmenetelmien kehittämisen lisäksi jatkossa tulisi kiinnittää huomiota myös talvehtimisalueiden kunnostamiseen (Huusko ym. 2021, Koljonen ym. 2013), sillä esimerkiksi taimenella ja lohella on muutetuissa vesistöissä havaittu puutetta talvehtimisalueista. Valtion alueiden toimenpidetarpeiden rahoittamiseen tulee osoittaa lisäresurssia jatkuvan rahoittamisen mallilla, sillä toimista saatavat hyödyt ovat merkittäviä koko Suomen mittakaavassa, eivät pelkästään luonnolle vaan myös koko yhteiskunnalle esimerkiksi luontomatkailun, ekosysteemipalveluiden ja luonnon virkistyskäytön kannalta.

Metsähallituksen sisällä vesistöasioista huolehtivat useat vastuualueet. Vastuualueiden välistä tiedonvaihtoa tulee lisätä sekä työnjakoa selkeyttää, jotta koko organisaation voimavarat ja osaaminen saadaan mah-

dollisimman vaikuttavaan käyttöön virtavesien tilan parantamisessa. Vesistökuunnostustoimintaan osoitettu jatkuva budjettirahoitus mahdollistaisi vastuualueiden välisen yhteistyön kehittämisen sekä toiminnan laajentamisen Suomen virtavesien kaipaamalle tasolle sen sijaan, että vastuualueet kilpailevat keskenään rahoituksesta ja osaavasta henkilöstöstä.

LTA-rahoitus oli erittäin merkittävä rahoituslähde Metsähallituksen Eräpalvelujen virtavesikunnostustoimenpiteiden suunnittelu-, toteutus- ja seurantatöiden toteuttamiselle. Rahoituksen päättyminen näkyi Eräpalveluisa välittömästi sekä virtavesikunnostuksia tekevien työntekijöiden määrän että kunnostusmäärien laskuna vuonna 2023 (kuvat 34–38). Pitkäjänteisen ja vaikuttavuudeltaan tyydyttävän virtavesikunnostustoiminnan saavuttamiseksi Metsähallitukseen olisi tarpeen perustaa yhteisen resurssin omaava vesistökuunnostuksia tekevä yksikkö, joka keskittyisi pääasiassa virtavesikunnostuksiin. Yksikön sijoittaminen Eräpalvelujen vastuualueeseen voisi olla perusteltua, koska valtaosa Metsähallituksen sidosryhmien osoittamista virtavesikunnostustarpeista tulee kalatalouden alalta ja pääosa vesistökuunnostuksista tehdään kalataloudellisista lähtökohdista.

Virtavesiin erikoistunut Metsähallituksen vesistökuunnostusyksikkö edistäisi heikentyneiden ja vaarantuneiden kalakantojen, kuten vaelluskalakantojen, elinvoimaisuutta turvaamalla niiden luontaista elinkiertoa meritaimen- ja lohistrategian mukaisesti sekä lisäksi luonnon monimuotoisuutta kunnostamalla heikentyneitä elinympäristöjä EU:n biodiversiteettistrategian 2030, ennallistamisasetusehdotuksen ja Helmi-elinympäristöohjelman 2021–2030 mukaisesti. Yksikön toiminta edistäisi merkittävästi myös kansallisen ka-

latiestrategian ja NOUSU-ohjelman tavoitteiden saavuttamista.

Perustettavan yksikön keskeinen resursointi voisi muodostua Metsähallituksen liiketoiminnan liikevoittoon perustuvalla budjettirahoitusmallilla, jossa Eräpalveluille osoitettaisiin vuosittain vesistö-kunnostusmääräraha, jonka suuruusluokka olisi esimerkiksi 2 % Metsähallituksen kahden edellisen vuoden liiketoiminnan voiton keskiarvosta. Siten kunakin vuonna käytettävissä oleva resurssi olisi sekä riittävän varhain ennakoitavissa että mukautuisi liikevoiton lyhytaikaiseen vaihteluun. Esimerkiksi yksikön aloittaessa toimintansa vuonna 2025 sen käytössä olevat resurssit määräytyisivät vuosien 2023 ja 2024 liikevoittojen perusteella. Tämä tulisi huomioida myös liiketoiminnoille osoitetun euromääräisen tulouttamistavoitteen osalta siten, että tulouttamistasossa huomioitaisiin vesistö-kunnostuksiin ja muihin luonnonhoitotöihin käytetyt resurssit.

Resurssia tulisi voida käyttää paitsi kunnostustöiden suunnitteluun ja toteutukseen valtion alueilla, myös tiedon hankintaan arvokkaimpien virtavesihabitaattien kokonaisuudesta, tiedon jakamiseen, yhteistyön kehittämiseen muiden organisaatioiden kanssa ja omarahoituksena laajoissa ulkoisten rahoitusten hankkeissa. Resurssin tulisi olla käytettävissä myös valtion alueisiin merkittäväksi arvioidulla tavalla suotuisasti vaikuttavien, yksityisalueilla toteutettavien kunnostushankkeiden osarahoittamiseen, kuten osakaskuntien vesienhoitotyöhön tai muihin luonnon tilaa yksityisalueilla parantaviin hankkeisiin. Eräpalvelujen kunnostusyksikön resurssin käyttöä ohjaisi maa- ja metsätalousministeriö tulosohjauksellaan.

Lähteet

- Abbe, T. & Montgomery, D. 1996: Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers. – *Regulated Rivers: Research & Management* 12: 201–221.
- Addy, S., Cooksley, S., Dodd, N., Waylen, K., Stockan, J., Byg, A. & Holstead, K. 2016: River restoration and biodiversity: Nature-based solutions for restoring rivers in the UK and Republic of Ireland. – CREW reference: CRW2014/10.
- Alaniska, K. 2013: Kalojen kuninkaan tie sukuputtoon: Kemijoen voimalaitosrakentaminen ja vaelluskalakysymys 1943–1964. – Väitöskirja, Oulun yliopisto. 410 s.
- Alioravainen, N. 2023: Life-history dependent phenotypic plasticity in growth and human-induced selection. – *Esiteys, Kansalliset kalatutkimuspäivät 2023, Luonnonvarakeskus*. <<https://www.jyu.fi/en/congress/kalatutkimus2023/esitykset-1/elinympariston-vaikutus-taimenen-kasvuun-ja-valikoiva-kalastus-alioravainen.pdf/view>>, viitattu 28.08.2023.
- Anderson, E. C. & Thompson, E. A. 2002: A model-based method for identifying species hybrids using multilocus genetic data. – *Genetics* 160: 1217–1229.
- Anttonen, M. & Toijonen, V. 2023: Ennätykset paukkuvat harvinaisella lohijoella – ”Muutaman vuoden päästä voi olla kova ruuhka”, sanoo asiantuntija. – *Yle.fi*. <yle.fi/a/74-20049016>, viitattu 13.09.2023.
- Arnekleiv, J. O. & Kraabøl, M. 1996: Migratory behaviour of adult fast-growing brown trout (*Salmo trutta*, L.) in relation to water flow in a regulated Norwegian river. – *Regulated Rivers: Research and Management*. 12: 39–49.
- Arreguín-Sánchez, F. 1996: Catchability: a key parameter for fish stock assessment. – *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 221–242.
- Bain, M., Finn, J. T. & Booke, H. M. 1988: Streamflow regulation and fish community structure. – *Ecology* 69 (2): 382–392.
- Barlaup, P., Gabrielsen, S., Skoglund, H. & Wiers, T. 2008: Addition of spawning gravel – a means to restore spawning habitat of atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and anadromous and resident brown trout (*Salmo trutta* L.) in regulated rivers. – *River Research and Applications* 24: 543–550.
- Bonsdorff, E., Blomqvist, E. M., Mattila, J. & Norkko, A. 1997: Long-term changes and coastal eutrophication. Examples from the Åland Islands and the Archipelago Sea, northern Baltic Sea. – *Oceanologica Acta* 20 (1): 319–329.
- Brüsecke, J., Muotka, T., Huttunen, K. L., Litjo, S., Lepo, W. P. & Jyväsjärvi, J. 2023: Drainage-induced browning causes both loss and change of benthic biodiversity in headwater streams. – *Limnology and Oceanography Letters* 8 (4): 620–627.
- Buffington, J. & Montgomery, D. 1999: A procedure for classifying textural facies in gravel-bed rivers. – *Water Resources Research* 35: 1903–1914.
- Business Finland, Visit Finland 2019: Visit Finland Visitor Survey 2018. Visit Finland studies.– Business Finland, Visit Finland, Helsinki. <businessfinland.fi/4ald9f/globalassets/julkaisut/visit-finland/tutkimukset/2019/visit-finland-visitor-survey-2018.pdf?fbclid=IwARIDNOYkJGCRJ-TSEBTJ-h5iVUK4ReVKC-WK5gpTLWkavFDT5_tCkghd3luQ>, viitattu 30.10.2023. 4 s.
- Cowx, I. & Welcomme, R. 1998: Rehabilitation of Rivers for Fish. – Alden Press, Oxford. 260 s.
- Crisp, D. T. & Carling, P. A. 1989: Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. – *Journal of fish biology* 34 (1): 119–134.

- Datry, T., Fritz, K. & Leigh, C. 2016: Challenges, developments and perspectives in intermittent river ecology. *Freshwater Biology* 61 (8): 1171–1180.
- Dauble, D. D., Hanrahan, T. P., Geist, D. R., Parsley, M. J. 2003: Impacts of the Columbia River hydroelectric system on mainstem habitats of fall Chinook salmon. – *North American Journal of Fisheries Management* 23 (3): 641–659.
- Ehnholm, G. 1937: En undersökning av skär-gårdsharren *Thymallus thymallus* (L.) i Kvarken. – *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 60: 454–477.
- Elliott, J. M. 1994: Quantitative ecology and the brown trout. – Oxford University Press, Oxford. 298 s.
- Elliott, J. & Elliott, J. A. 2010: Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. – *Journal of fish biology* 77(8): 1793–1817.
- Elliott, J. M. & Hurley, M. A. 1995: The functional relationship between body size and growth rate in fish. – *Functional Ecology* 9: 625–627.
- Elliott, J. M., Hurley, M. A. & Fryer, R. J. 1995: A new, improved growth model for Brown Trout, *Salmo trutta*. – *Functional Ecology* 9: 290–298.
- Eloranta, A. & Eloranta A. 2016: Rumpurakenteiden ympäristöongelmat, niiden ehkäisy ja korjaaminen: Keski-suomalainen pilottitutkimus. – Keski-Suomen ELY-keskus. 198 s.
- Euroopan komissio 2023: Kalastusmahdollisuudet Itämerellä vuonna 2024. – Lehdistötiedote 28. elokuuta 2023 Bryssel. <ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/ip_23_4287>, viitattu 06.09.2023.
- Faustini, J. & Jones, J. 2003: Influence of large woody debris on channel morphology and dynamics in steep, boulder-rich mountain streams, western Cascades, Oregon. – *Geomorphology* 51: 187–205.
- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., ... & Ukonmaaho, L. 2020; Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. – Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6. 77 s.
- Fjellheim, A., Håvardstun, J., Raddum, G. G. & Schnell, O. A. 1993: Effects of increased discharge on benthic invertebrates in a regulated river. – *Regulated Rivers* 8: 179–187.
- Fréon, P. & Misund, O. A. 1999: Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour: effects on fisheries and stock assessment. – Fishing News Books, Blackwell, Oxford. 365 s.
- Glibert, P. M., Allen, J. I., Bouwman, A. F., Brown, C. W., Flynn, K. J., Lewitus, A. J. & Madden, C. J. 2010: Modeling of HABs and eutrophication: status, advances, challenges. – *Journal of marine systems* 83 (3–4): 262–275.
- Guay, J., Lennox, R. J., Thorstad, E. B., Vollset, K. W., Stensland, S., Erkinaro, J. & Nguyen, V. M. 2023: Dislike of pink salmon leads to calls for action among anglers in Norway. – *People and Nature*.
- Haaganpuro.fi 2022: Menestystarina nimeltä Haaganpuron taimen. – Haaganpuro.fi. <haaganpuro.fi/kunnostukset/menestystarina-nimelta-haaganpuron-taimen>, viitattu 12.05.2023.
- Haverinen, S. 2022: Padon purku riehaantutti harvinaiset lohet kutemaan – tutkijat hämmästyivät: ”En ole törmännyt tällaiseen koskaan Suomessa”. – Yle.fi/Hiihtolanjoki. <yle.fi/a/3-12586930>, viitattu 30.03.2023.
- Hendry, A. P. & Stearns, S. C. 2004: Evolution illuminated: salmon and their relatives. – Oxford University Press, Oxford. 510 s.
- Huhtala, J. 2008: Jokiuitosta kalataloudellisiin kunnostuksiin – Eräiden uiton jälkeisten velvoitekunnostusten kalataloudellisesti vaikuttavuudesta. – *Suomen ympäristö* 29/2008. 38 s.

- Huotari, E., Hämäläinen, H., Jämsén, J., Keskinen, E., Koljonen, S., Leppänen, M., ... & Vuori, K. M. 2021: Puupohjaisilla uusilla materiaaleilla tehoa metsätalouden vesiensuojeluun ja vesistökuunnostuksiin. PuuMaVesi-hankkeen loppuraportti. 32 s.
- Huusko, A. & Yrjänä, T. 1997: Effects of instream enhancement structures on brown trout, *Salmo trutta* L., habitat availability in a channelized boreal river: a PH-ABSIM approach. – Fisheries Management and Ecology 4 (6): 453–466.
- Huusko, A., Louhi, P., Marttila, M., Korhonen, P. K. & van der Meer, O. 2021: 40 vuotta koskikuunnostuksia Suomessa: Yhteenveto seurantatutkimuksista. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 52/2021. 56 s.
- Huusko, R., Orell, P., Meer, O. V. D., Jaukkuri, M. & Mäki-Petäys, A. 2012: Lohen vaelluspoikasten radiotelemetriaseuranta lijoella vuosina 2010–2011. – RKTL:n työraportteja 22/2012.
- Hyvärinen, J. 2010: Muuttuva selkämeri – Selkämeren muuttuva kalasto ja kalastus. – Rauman kaupunki. 69 s.
- Hämäläinen, L. 2015: Pienvesien suojelu- ja kunnostusstrategia. – Ympäristöministeriön raportteja 2015:27. <julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/159068/YMra_27_2015.pdf>. 69 s.
- Jensen, D. W., Steel, E. A., Fullerton, A. H. & Pess, G. R. 2009: Impact of fine sediment on egg-to-fry survival of Pacific salmon: a meta-analysis of published studies. – Reviews in Fisheries Science 17 (3): 348–359.
- Jyväsjärvi, J., Koivunen, I. & Muotka, T. 2020: Does the buffer width matter: Testing the effectiveness of forest certificates in the protection of headwater stream ecosystems. – Forest Ecology and Management 478: 118532.
- Kareksela, S., Räsänen, A., Kuningas, S., Louhi, P. & Ruuhijärvi, J. 2022: Esiselvitys Euroopan Unionin ennallistamislakialoitteen vaikutuksista Suomessa. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 23/2022. 32 s.
- Karim, M. R., Sekine, M. & Ukita, M. 2002: Simulation of eutrophication and associated occurrence of hypoxic and anoxic condition in a coastal bay in Japan. – Marine Pollution Bulletin 45 (1–12): 280–285.
- Karjalainen, T. P., Rytönen, A. M., Marttunen, M., Mäki-Petäys, A. & Autti, O. 2011: Monitavoitearviointi lijojen vaelluskalakantojen palauttamisen tukena. – Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Karppinen, A. 2020a: Esteellisen vesistörummun kunnostamisopas. Esteet Pois II -projekti. Metsähallitus. <eraluvat.fi/media/dokumentit/esteet-pois/esteellisen-vesistorummun-kunnostamisopas_esteetpoisii.pdf>. 25 s.
- 2020b: Esteet Pois II -projektin loppuraportti. Metsähallitus, Eräpalvelut Pohjanmaa-Kainuu. <eraluvat.fi/media/dokumentit/esteet-pois/esteet_pois_ii_loppuraportti.pdf>. 81 s.
- Karppinen, P., Jørgensen, S., Vähä, V., Saraniemi, M., Isomaa, M. & Erkinaro, J. 2006: Lohikalojen telemetriaseuranta Oulujoen alaosalla. – Teoksessa: Laajala, E., Yrjänä, T., Erkinaro, J. & Mäki-Petäys, A. (toim.), Vaelluskalojen lisääntymis- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen Oulujoen alaosalla. Alueelliset ympäristöjulkaisut n. 418. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. S. 15–22.
- Kauppinen, J., Yrjänä, T. & Sarajärvi, K. 2013: Lijoen vesistön uittotoiminta ja sen jälkeiset entisöintityöt. – Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Elinvoimaa alueelle 5/2013. 84 s.
- Kivinen, J. 2016: Taimenen (*Salmo trutta*) kutusoraikat Keski-Suomen kunnostetuissa metsäjoissa. – Pro gradu -tutkielma, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto. 46 s.
- & Sivonen K. 2019: Konnuskosken kutupesäkartoitus 2019. – Työraportit 4/2019. Osuuskunta Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visio.

- Kocis, E. 2018: Success of stream channel restoration in the Iijoki catchment area. – Pro gradu -tutkielma, Department of Biological and Environmental Science, Aquatic Sciences University of Jyväskylä. 33 s.
- Kokkonen, E., Vainikka, A. & Heikinheimo, O. 2015: Probabilistic maturation reaction norm trends reveal decreased size and age at maturation in an intensively harvested stock of pikeperch *Sander lucioperca*. – Fisheries Research 167: 1–12.
- Koljonen, S., Huusko, A., Mäki-Petäys, A., Louhi, P. & Muotka, T. 2013: Assessing habitat suitability for juvenile Atlantic salmon in relation to in-stream restoration and discharge variability. – Restoration Ecology 21 (3): 344–352.
- , Sammalkorpi, I., Vilmi, A. & Hellsten, S. 2020: Vesistökunnostusten seurantojen toteuttaminen. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2020. 45 s.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 1 tulokset ja arvioinnin perusteet. – Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 5/2018. <julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161233/Suomen%20luontotyyppien%20uhanalaisuus%202018%20OSA1.pdf>. 388 s.
- Korkeamäki, H. 2020: Miljardi vientiä tarjolla – tuhansia työpaikkoja maakuntiin? – Sähköposti 21.08.2020.
- 2021: Kalastusmatkailun kehittäminen valtion vesialueilla ja aluetaloudellisten vaikutusten kasvattaminen-projektin loppuraportti. – Metsähallitus, Vantaa.
- Kännö, S. 1987: Kalakannan kehitys Rovaniemen maalaiskunnan Kuohunkijoessa koskien kunnostuksen jälkeen. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettu ja julkaisu 71: 97–132.
- Laajala, E., Yrjänä, T., Erkinaho, J. & Mäki-Petäys, A. 2006: Vaelluskalojen lisääntymis- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen Oulujoen alaosalla. – Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Alueelliset ympäristöjulkaisut 418. 72 s.
- Laiho, R., Tuominen, S., Kojola, S., Penttilä, T., Saarinen, M. & Ihalainen, A. 2016: Heikotuoittoiset ojitetut suometsät – missä ja paljonko niitä on? – Metsätieteen aikakauskirja 2: 73–93.
- Lehane, B. M., Giller P. S., O’Halloran, J., Smith, C. & Murphy, J. 2002: Experimental provision of large woody debris in streams as a trout management technique. – Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 12: 289–311.
- Lehtonen, T., Gilljam, D., Veneranta, L., Keskinen, T. & Brgenius, M. 2023: The ecology and fishery of the vendace (*Coregonus albula*) in the Baltic Sea; a freshwater salmonid in brackish water. – Esitys, Kansalliset kalatutkimuspäivät 3/2023, Natural Resources Institute Finland. <<https://www.jyu.fi/en/congress/kalatutkimus2023/esitykset-1/jarvien-lohikala-murtovedessa-2013-muikun-ekologia-ja-kalastus-pohjoisella-itamerella-lehtonen.pdf/view>> viitattu 28.08.2023.
- Longinoja.fi 2019: Matka ojasta Suomen tunnetuimmaksi puroksi. Dan Öhman / Laavu Filmi dokumentti. – <<http://longinoja.fi/dokumentti/>>, viitattu 21.03.2023.
- Louhi, P., Mäki-Petäys, A. & Erkinaro, J. 2008: Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: general criteria and intragravel factors. – River Research and Applications 24: 330–339.
- , Vehanen, T.m Huusko, A.m Mäki-Petäys, A. & Muotka, T. 2016: Long-term monitoring reveals the success of salmonid habitat restoration. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 73: 1733–1741.

- , Marttila, M., Orell, P., Artell, J., Erkinaro, J., Hiedanpää, J., Huusko, A., Huusko, R., Hyvärinen, P., Jaukkuri, M., Juutinen, A., Karjalainen, T.P., Kaukoranta, M., Marttila, H., Marttunen, M., Mellanoura, J., Mustonen, K.-R., Piironen, J., Romakkaniemi, A., Rotko, P., Saura, A., Sutela, T. ja Vehanen, T. 2019: Vaelluskalojen palauttaminen rakennettuihin jokiin: Rakennettujen jokien tutkimustuloksia vuosilta 2011–2018. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2019. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 68 s.
- Luonnonvarakeskus 2021: Kaupallinen kalastus sisävesillä 2020. – Luonnonvarakeskus, Kalat ja kalataloustilastot (KKT). <luke.fi/fi/tilastot/kaupallinen-kalastus-sisavesilla/kaupallinen-kalastus-sisavesilla-2020>, viitattu 10.2.2023.
- 2022a: Kaupallinen kalastus merellä 2021. – Luonnonvarakeskus, Kalat ja kalataloustilastot (KKT). <luke.fi/fi/tilastot/kaupallinen-kalastus-merella/kaupallinen-kalastus-merella-2020>, viitattu 10.2.2023.
- 2022b: Vapaa-ajankalastajien saalis (1000 kg, ravut 1000 kpl) ja saaliin arvo (1000 €) sisävesi- ja merialueella. – Luonnonvarakeskus, Kalat ja kalataloustilastot (KKT). <statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__06%20Kala%20ja%20oriista>, viitattu 10.2.2023.
- 2023: Vapaa-ajankalastus 2022. Suomen virallinen tilasto. – <luke.fi/fi/tilastot/vapaa-ajankalastus/vapaaajankalastus-2022>, viitattu 31.10.2023.
- Lundqvist, H., Rivinoja, P., Leonardsson, K. & McKinnell, S. 2005: Upstream passage problems for wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a flow controlled river and its effect on the population. – Teoksessa: Rivinoja, P. 2005: Migration problems of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Flow Regulated Rivers. – Doctoral Thesis, University of Umeå, Faculty of Forest Sciences, Department of Aquaculture 147 s.
- Lytte, D. A. & Poff, N. L. 2004: Adaptation to natural flow regimes. – Trends in Ecology & Evolution 19 (2): 94–100.
- Lähteenmäki, L. 2022: Silakka on menettänyt puolet painostaan 40 vuodessa – nyt tutkijat löysivät uuden selityksen: jodin vähenemisen. – Yle.fi. <yle.fi/a/3-12609856>, viitattu 25.08.2023.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus uhanalaisten ja taantuneiden kalojen arvoista (614/2019). Kalastuslain (379/2015) 119 §:n 1 momentissa mainittujen lajien määritetyt yksiköt ja niiden arvot. <finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190614>, viitattu 23.03.2023.
- Mainio, T. 2023: Vihkoon meni että heilahti – Tenon kyttyrälohipato osoittautui täydeksi katastrofiksi. – Iltalehti.fi. <iltalehti.fi/kotimaa/a/9b6cd88b-758a-4320-8045-c03f0b653596>, viitattu 25.08.2023.
- Marttila, H. 2010: Managing erosion, sediment transport and water quality in drained peatland catchments. – Acta Universitatis Ouluensis C Technica 375. 93 s.
- & Kløve, B. 2010: Dynamics of erosion and suspended sediment transport from drained peatland forestry. – Journal of Hydrology 388 (3–4): 414–425.
- Marttila, M., Louhi, P., Huusko, A., Mäki-Petäys, A., Yrjänä, T. & Muotka, T. 2016: Long-term performance of in-stream restoration measures in boreal streams. – Ecohydrology 9 (2): 280–289.
- , Louhi, P., Huusko, A., Vehanen, T., Mäki-Petäys, A., Erkinaro, J., Syrjänen, J. T. & Muotka, T. 2019: Synthesis of in-stream restoration impacts on young-of-the-year (YOY) salmonids in boreal rivers. – Reviews in Fish Biology and Fisheries 29: 513–527.
- McIlgorm, A., Hanna, S., Knapp, G., Le Floc’H, P., Millerd, F. & Pan, M. 2010: How will climate change alter fishery governance? Insights from seven international case studies. – Marine Policy 34 (1): 170–177.
- McKinney, T., Spears, W. & Rogers, R. S. 2001: Rainbow trout in a regulated river below Glen Canyon Dam, Arizona, following increased minimum flows and reduced discharge variability. – North American Journal of Fisheries Management 21: 216–222.

- Metsähallitus 2022a: Kala- ja riistaelinympäristöpainotteinen valuma-aluekunnostus valtion alueilla -loppuraportti. – <eralu.vat.fi/media/projektitiedostot/valuma-alueprojekti_loppuraportti-saavutettava.pdf>. 28 s.
- 2022b: Taloushyötyjä luonnosta. – <met-sa.fi/vapaa-aika-luonnossa/hyvinvointia-luonnosta/taloushyotyja-luonnosta>, viitattu 10.02.2023.
- 2023: Metsähallituksen hallinnoimat valtion maa- ja vesialueet. – <met-sa.fi/maat-ja-vedet/pinta-alat>, viitattu 28.02.2023.
- & UKK-instituutti 2023: Selvitys: kansallispuistoissa liikkuminen säästi yhteiskunnan rahoja 164 miljoonaa euroa viime vuonna. – <met-sa.fi/tiedotteet/selvitys-kansallispuistoissa-liikkuminen-saasti-yhteiskunnan-rahoja-164-miljoonaa-euroa-viime-vuonna>, viitattu 22.09.2023.
- Mills, D. 1989: Ecology and management of Atlantic salmon. – Chapman and Hall, London. 31 s.
- Mittelbach, G. G., Ballew, N. G. & Kjølvik, M. K. 2014: Fish behavioral types and their ecological consequences. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 71 (6): 927–944.
- Moilanen, E. & Luhta, P.-L. 2011: lijoen kunnostettujen jokien kalataloudellinen seuranta 2005–2010. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 159. 110 s.
- & Luhta, P.-L. 2018: TAIMEN - eli Esteet Pois! -hanke. Loppuraportti. – Metsähallitus, Eräpalvelut, Vantaa. <julkaisut.metsa.fi/julkaisu/taimen-eli-esteet-pois-hanke-loppuraportti>. 28 s.
- Muje, K., Veistämö, T., Rautiainen, T. & Syrjänen, J. 2019: Kestävyyttä tukevat hallintokäytännöt: vapaa-ajankalastajien näemyksiä Järvi-Suomen taimen- ja järvilohikantojen hoidosta ja kalastuksen säätelystä. – Alue ja ympäristö 48 (1): 46–67.
- Mäki-Petäys, A., Vehanen, T., Huusko, A. & Muotka, T. 1999: Virtavesien kunnostusten arviointi ja seuranta. – Suomen Kalastuslehti 106 (7): 8–11.
- Mäntymaa, E., Juutinen, A., Lankia, T., Jokinen, M. & 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.
- Nerg, S. 2023: Taimenen poikastiheys koskien sivu- ja pääuomissa. – Kansalliset kalatutkimuspäivät 2023-esitys, Jyväskylän yliopisto. <<https://www.jyu.fi/en/congress/kalatutkimus2023/esitykset-1/taimenen-poikastiheys-koskien-sivu-ja-paa-uomissa-nerg.pdf/view>>, viitattu 28.08.2023.
- Neuvonen, M., Lankia, T., Kangas, K., Koivula, J., Nieminen, M., Sepponen, A.-M., Store, R. & Tyrväinen, L. 2022: Luonnon virkistyskäyttö 2020. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41/2022. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 112 s.
- Nieminen, M., Sallantausta, T., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. M. & Sarkkola, S. 2017: Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from drained peatland forests are increasing. – Science of the Total Environment 609: 974–981.
- Nykänen, M. 2004: Habitat selection by riverine grayling, *Thymallus thymallus* L. – Jyväskylä studies in biological and environmental science 140. 40 s.
- Ollikainen, H. 2023: Lohikalojen poikastuotto Hiitolanjoella rohkaisee käynnistämään uusia hankkeita. – Hiitolanjoki.fi. <hiitolanjoki.fi/2023/03/22/lohikalojen-poikastuotto-hiitolanjoella-rohkaisee-kaynnistamaan-uuksia-hankkeita>, viitattu 30.03.2023.
- Orell, P. & Erkinaro, J. 2023: Kyttyrälohi Jäämeren lohijoissa : Kirjallisuuskatsaus vieraslajin biologiaan, leviämiseen ja mahdollisiin vaikutuksiin. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 75/2023. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 32 s.

- , Kannianen, T., Jaukkuri, M., Huusko, R., Meer, O. V. D., Huusko, A. & Mäki-Petäys, A. 2014: Lohien vaelluskäyttäytyminen Kemijoen voimalaitosten alakanavissa: Tietoa kalatiesuunnittelun tueksi. – RKTL:n työraportteja 13/2014.
- O’Sullivan, R. O., Aykanat, T., Johnston, S. E., Rogan, G., Poole, R., Prodöhl, P. A., de Eyto, E., Primmer, C. R., McGinnity, P., Reed, T. E. 2020: Captive-bred Atlantic salmon released into the wild have fewer offspring than wild-bred fish and decrease population productivity. – Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences 287: 20201671.
- PAF 2021–2017: Prioritised action framework (PAF) for Natura 2000 in Finland including the Province of Åland – pursuant to Article 8 of Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (the Habitats Directive) for the Multiannual Financial Framework period 2021–2027. – Ministry of the Environment, Helsinki. 130 s.
- Palm, D., Brännäs, E., Lepori, F., Nilsson, K. & Stridsman, S. 2007: The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64 (3): 509–515.
- , Holmgren, A., Losee, J. P., Tylstedt, V. & Hellstrom, G. 2021: Do brown trout (*Salmo trutta* L.) move streambed substrate? Implications for durability and maintenance of artificial spawning habitat. – River Research and Applications 37 (9): 1357–1361.
- Palm, S., Romakkaniemi, A., Dannewitz, J., Parkarinen, T., Veneranta, L., Huusko, R., ... & Miettinen, A. 2023: Tornionjoen lohi-, meritaimen- ja vaellussiikakannat – yhteinen ruotsalais-suomalainen biologinen selvitys sopivien kalastussäätöjen arvioimiseksi vuodelle 2023. – Sveriges lantbruksuniversitet & Luonnonvarakeskus. 62 s.
- Paragam, V. L., Hardy, R. & Gunderman, B. 2005: Effects of regulated discharge on burbot migration. – Journal of Fish Biology 66: 1199–1213.
- Parjanne, A., Rytönen, A.-M. & Veijalainen, N. 2020: Ilmastonmuutoksen ja vesienhoidon huomioon ottaminen tulvariskien hallinnassa. – <www.i9.ymparisto.fi/i9/fi/trhs/materiaalit/opastus_ilmastonmuutos_tulvat_VHS_nettiin.pdf>. 78 s.
- Parkkila, K. 2005: Estimating the willingness to pay for catch improvements in the River Simojoki – An application of contingent valuation method. – Master’s thesis, Department of Economics and Management, University of Helsinki.
- Pekkala, S. 1993: Lijoen sivuvesien uittoväylien entisöinnin yhteydessä vuonna 1991 rakennettujen keinotekoisien kutupaikkojen tarkistus. – Opinnäyte, Evon metsäoppilaitos, Lammi. 12 s.
- Pellikka, J., Pokki, H., Neuvonen, M., Husa, M. & Moilanen, P. 2023: Vapaa-ajankalastuksenmuutos: Tutkimus. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2023. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 41 s.
- Polizzi, C., Simonetto, M., Barausse, A., Chaniotou, N., Känkänen, N., Keränen, S., Manzardo, A., Mustajärvi, K., Palmeri, L. & Scipioni, A. 2015: Is ecosystem restoration worth the effort? The rehabilitation of a Finnish river affects recreational ecosystem services. – Ecosystem Services 14: 158–169.
- Pouta, E., Hiedanpää, J., Iho, A., Kniivilä, M., El Geneidy, S., Kujala, H., Kyllönen, S., Laukkanen, M., Mykrä, N., Nyssölä, M., Pakarinen, J., Silvola, H., Tynkkynen, N. & Vinnari, M. 2023: Assessing the economics of biodiversity in Finland: National implications of the Dasgupta Review. – Publications of the Ministry of the Environment 2023:4. <urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-227-3>. 160 s.

- Prioritised action framework (PAF) for Natura 2000 in Finland including the Province of Åland, pursuant to Article 8 of Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (the Habitats Directive) for the Multiannual Financial Framework period 2021–2027. (2021). Ministry of the Environment. P.O. Box 35, 00023 GOVERNMENT, Finland. <ym.fi/documents/1410903/0/PAF+2021-2027_fi.pdf>, viitattu 22.03.2023.
- Rajakallio, M., Jyväsjärvi, J., Muotka, T. & Aroviita, J. 2021: Blue consequences of the green bioeconomy: Clear-cutting intensifies the harmful impacts of land drainage on stream invertebrate biodiversity. – *Journal of Applied Ecology* 58 (7): 1523–1532.
- Rask, M., Malinen, T., Olin, M., Nyberg, K., Ruuhijärvi, J., Kahilainen, K. K., Verta, M., Vuorenmaa, J., Blauberg, T. R. & Arvola, L. 2021: High mercury concentrations of European perch (*Perca fluviatilis*) in boreal headwater lakes with variable history of acidification and recovery. – *Water, Air, & Soil Pollution* 232 (9): 1–15.
- Rinnevalli, R., Artell, J., Iho, A., Konu, H., Pokki, H., Ahopelto, L., ... & Louhi, P. 2021: Vaellusesteiden purkaminen osana vaelluskaulojen elinympäristökunnostuksia. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 29/2021. 88 s.
- , Louhi, P., Vehanen, T., Artell, J., Alm, J., Schlobies, K., Rantanen, E. & Kivinen, S. 2023: Patopoistojen vaikutus jokiekosysteemiin. Hiitolanjoen kunnostamisen vaikuttavuus. – *Esitys*, Kansalliset kalatutkimuspäivät 2023, Luonnonvarakeskus. <<https://www.jyu.fi/en/congress/kalatutkimus2023/esitykset-1/patopoistojen-vaikutus-jokiekosysteemiin-rinnevalli.pdf/view>>, viitattu 28.08.2023.
- Rivinoja, P. 2005: Migration problems of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in flow regulated rivers. – *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. Doctoral thesis No. 2005: 114.
- , McKinnell, S. & Lundqvist, H. 2001: Hindrances to upstream migration of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in a northern Swedish river caused by a hydro electric power-station. – *Regulated Rivers Research & Management* 17: 101–115.
- Romakkaniemi, A. 2008: Conservation of Atlantic salmon by supplementary stocking of juvenile fish. – *Väitöskirja*, Helsingin yliopisto, Biotieteiden tiedekunta, Biotieteiden laitos. <urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-4780-0>. 49 s.
- Räsänen, A., Kekkonen, H., Lehtonen, H., Miettinen, A., Wejberg, H., Kareksela, S., ... & Ruuhijärvi, J. 2023: Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen luontotyyppi- ja turvemaatavoitteiden vaikutukset Suomessa. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 1/2023. <jukuri.luke.fi/handle/10024/552939>. 76 s.
- Savikko, A. 2014: Kuinka Tornionjoesta tuli taas lohijoki. Tornionjoen-elvyttämisen-1989–2002. – *Suomen kalakirjasto*. <suomenkalakirjasto.fi/wp-content/uploads/2022/11/Tornionjoen-elvyttamisen-1989-2002.pdf>, viitattu 15.01.2024.
- Salmelin, J., Hämäläinen, H., Vuori, K.-M. & Nieminen, M. 2020: Puuaineksen lisäyksen mahdollisuudet ravinteiden pidättäjänä ja eliöstön monipuolistajana kuormitetuissa vesistöissä: kirjallisuuskatsaus. *PuuMaVesihanke*. – <syke.fi/hankkeet/puumavesi>, viitattu 31.03.2023.
- Seegerstråle, C. 1947: *Fiskodling och fiskevård*. – Helsingfors. 240 s.
- Seppovaara, O. 1982: Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) levinneisyys, biologia, kalastus ja hoitotoimet Suomessa. – *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, monistettuja julkaisuja* 5. 88 s.
- Sievänen, T. & Neuvonen, M. 2011: *Luonnon virkistyskäyttö 2010*. – *Metsäntutkimuslaitos. Metlan työraportteja* 212. 190 s.

- Syrjänen, J. 2021: Taimenen kutupaikat ja kunnostussoraikat. – Virtavesikunnostuskurssi kalatalouden ympäristöohjelmassa. Webinaari 14.1.2021. Jyväskylän yliopisto, Konneveden kalatutkimus ry ja Vesi-Visio. <luyy.fi/wp-content/uploads/Taimenen-kutupaat-ja-kunnostussoraikat_Jukka-Syrjanen.pdf>. 28 s.
- , Sivonen, K., Sivonen, O. & Valkeajärvi, P. 2013: Taimenen kutupesälaskentamenetelmät ja esimerkkituloksia. – Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 9/2013: 1–28.
- Syrjänen, J. T., Sivonen, K., Sivonen, O., Ruokonen, T. J., Haatanen, J., Honkanen, V., Kivinen, J., Kotakorpi, M., Majuri, P., Oraluoma, M., Sarpakunnas, M., Vesikko, I., Heinimaa, P., Timperi, S. & Valkeajärvi, P. 2014: Virtavesillä merkittävien taimenten vaellukset ja pyynti Kymijoen vesistön järvillä vuosina 1999–2013. – Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 6/2014: 1–32.
- , Vainikka, A., Louhi, P., Huusko, A., Orell, P. & Vehanen, T. 2018: History, conservation and management of adfluvial brown trout stocks in Finland. – Teoksessa: Lobón-Cerviá, J. & Sanz, N. (eds.), *Brown trout: Biology, ecology and management*. John Wiley & Sons Ltd. S. 697–733.
- Tammela, I. 2009: Taimenen (*Salmo trutta*) kutupaikkavalinta Keski-Suomen koskissa. – Pro gradu – tutkielma, Jyväskylän yliopisto. 47 s.
- Tilley, C. A. 2020: Skin swabbing is a refined technique to collect DNA from model fish species. – *Scientific Reports* 10(1): 1–17.
- Turunen, J. & Aroviita, J. 2018: Rantametsät parantavat maatalousalueiden jokien tilaa. *Vesikirje* 4/2018. <[syke.fi/fi-FI/Ajankoh-taista/Uutiskirjeet/Vesikirje/Rantametsat_parantavat_maatalousalueiden\(48650\)](https://syke.fi/fi-FI/Ajankoh-taista/Uutiskirjeet/Vesikirje/Rantametsat_parantavat_maatalousalueiden(48650))>, viitattu 22.09.2023.
- , Aroviita, J., Marttila, H., Louhi, P., Laamanen, T., Tolkkinen, M., ... & Muotka, T. 2017: Differential responses by stream and riparian biodiversity to in-stream restoration of forestry-impacted streams. – *Journal of Applied Ecology* 54 (5): 1505–1514.
- , Marttila, H., Kämäri, M., Saari, M., Heikkinen, K., Postila, H. & Koljonen, S. 2019a: Kiintoaineen eroosio ja sedimentaatio virtavesissä – luonnollisesta prosessista virtavesien ongelmaksi. – *Suomen ympäristökeskuksen raportteja* 46/2019. 71 s.
- , Markkula, J., Rajakallio, M., & Aroviita, J. 2019b: Riparian forests mitigate harmful ecological effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams. – *Science of the Total Environment* 649: 495–503.
- Tuukkanen, J., Satomaa, M. & Tahkola, K. 2022: Irninjoen Louhikosken ja Iiviökösken kutsoraikkojen mittaukset v. 2022. – Oulun kalatalouskeskus. ProAgria Oulu ry. Ahvenet.
- van der Meer, O., Jørgensen, S. & Mäki-Petäys, A. 2006: Lohikalojen lisääntymis- ja poikastuotantoalueet Oulujoen alaosalta. Vaelluskalojen lisääntymis- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen Oulujoen alaosalta. – Teoksessa: Laajala, E., Yrjänä, T., Erkinaro, J. & Mäki-Petäys, A. (toim.), *Vaelluskalojen lisääntymis- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen Oulujoen alaosalta*. Alueelliset ympäristöjulkaisut 418. Pohjois-Pohjanmaan Ympäristökeskus.
- Vehanen, T., Huusko, A., Mäki-Petäys, A., Louhi, P., Mykrä, H. & Muotka, T. 2010: Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. – *Freshwater Biology* 55: 2200–2214.
- Watz, J., Calles, O., Carlsson, N., Collin, T., Huusko, A., Johnsson, J., ... & Nyqvist, D. 2019: Wood addition in the hatchery and river environments affects post-release performance of overwintering brown trout. – *Freshwater Biology* 64 (1): 71–80.

- White, M. P., Elliott, L. R., Grellier, J., Economidou, T., Bell, S., Bratman, G. N., ... & Fleming, L. E. 2021: Associations between green/blue spaces and mental health across 18 countries. – Scientific reports 11 (1): 8903.
- Ylitalo, E. (toim.) 2011: Metsätilastollinen vuosikirja 2011. – Metsäntutkimuslaitos. Suomen virallinen tilasto, Maa-, metsä- ja kalatalous 2011. 470 s.
- Yrjänä, T., Luhta, P.-L., Hartikainen, E., Moilanen, E., Tammela, S., Marttila, H., ... & Muotka, T. 2011: Liettyneiden metsäpurojen kunnostaminen. – Metsätieteen aikakauskirja 2/2011: 179–186. <jukuri.luke.fi/handle/10024/533082>.
- Zimoch, U., Törmä, H., Kinnunen, J., Keskinarkaus, S. & Rautiainen, M. 2015: Regional economic impacts of fishing and hunting in Finland. – Wieś i Rolnictwo 4 (169)): 91-104.

Uusimmat Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

- No 248 Tammilehto, A., Härmä, P., Kallio, M., Törmä, M., Saikkonen, A., Tuominen, S., Impiö, M., Heikkinen, M., Kervinen, M., Jussila, T., Böttcher, K., Pääkkö, E., Kokko, A., Mäkelä, K. & Anttila, S. 2024: Ylä-Lapin luonnon kaukokartoitus – Projektin loppuraportti osa 1 – Aineistot ja menetelmät. 103 s.
- No 249 Tammilehto, A., Saikkonen, A., Pääkkö, E., Tuominen, S., Mäkelä, K., Kokko, A., Härmä, P., Kallio, M., Heikkinen, M., Impiö, M., Törmä, M. & Anttila, S. 2024: Ylä-Lapin luonnon kaukokartoitus – Projektin loppuraportti osa 2 – Luontotyypit. 59 s.
- No 250 Stolton, S., Ahlroth, P., Auvinen, A.-P., Dehmel, N., Dudley, N., Hošek, M., Lahti, K., Ross, B. & Leung, Y.-F. 2024: Management Effectiveness Evaluation of Finland's Protected Areas 2023. 195 s.
- No 251 Ikkala, L. & Similä, M. (toim.) 2024: Ennallistettujen soiden seurannan kehittämisehdotukset – Hydrologia-LIFE-hankkeessa kertyneitä kokemuksia hoitoseurannan ja hydrologisen seurannan parantamiseksi ja kaukokartoitusseurannan perustamiseksi. 148 s.
- No 252 Arnkil, A., Bäck, A., Haavisto, F., Keskinen, E., Kuningas, S., Laine, A., Nieminen, A., Puttonen, I., Raitanen, H. & Salovius-Laurén, S. 2024: Katsaus meriluonnon kunnostustöihin ja -menetelmiin Suomessa. 139 s.
- No 253 Ikkala, L. & Similä, M. (eds) 2024: Proposals for developing the monitoring of restored peatlands – Experiences gained in Hydrology LIFE project for developing general and hydrological monitoring as well as setting up monitoring by remote sensing. 151 s.

Sarja B

- No 266 Latja, P. 2022: Pallas–Yllästunturin kansallispuiston kävijätutkimus 2021. 111 s.
- No 267 Puranen, T. & Mikkola, M. 2022: Torronsuon kansallispuiston kävijätutkimus 2020–2021. 60 s.
- No 268 Puranen, T. 2022: Liesjärven kansallispuiston kävijätutkimus 2021. 62 s.
- No 269 Tiikkainen, U. 2023: Sallan kansallispuiston ja Sallatunturin alueen kävijätutkimus 2022. 63 s.
- No 270 Haverinen, S. 2023: Patvinsuon kansallispuiston kävijätutkimus 2022. 66 s.
- No 271 Haverinen, S. 2023: Tiilikjärven kansallispuiston kävijätutkimus 2022. 64 s.
- No 272 Metsähallitus 2023: Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet. 245 s.

Sarja C

- No 181 Metsähallitus 2022: Selkämeren kansallispuiston ja Natura 2000 -alueiden hoito- ja käyttö-suunnitelma. 199 s.
- No 182 Metsähallitus 2022: Helvetinjärven kansallispuiston hoito- ja käyttö-suunnitelma. 109 s.
- No 183 Metsähallitus 2022: Pinkjärven ja Lastensuon hoito- ja käyttösuunnitelma. 99 s.
- No 184 Metsähallitus 2023: Koloveden kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 131 s.
- No 185 Metsähallitus 2023: Linnansaaren kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 157 s.
- No 186 Metsähallitus 2024: Seitsemisen kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 107 s.



ISSN-L 1235-6549
ISSN (VERKKOJULKAISU) 1799-537X
ISBN 978-952-377-124-6 (PDF)
JULKAISUT.METSA.FI