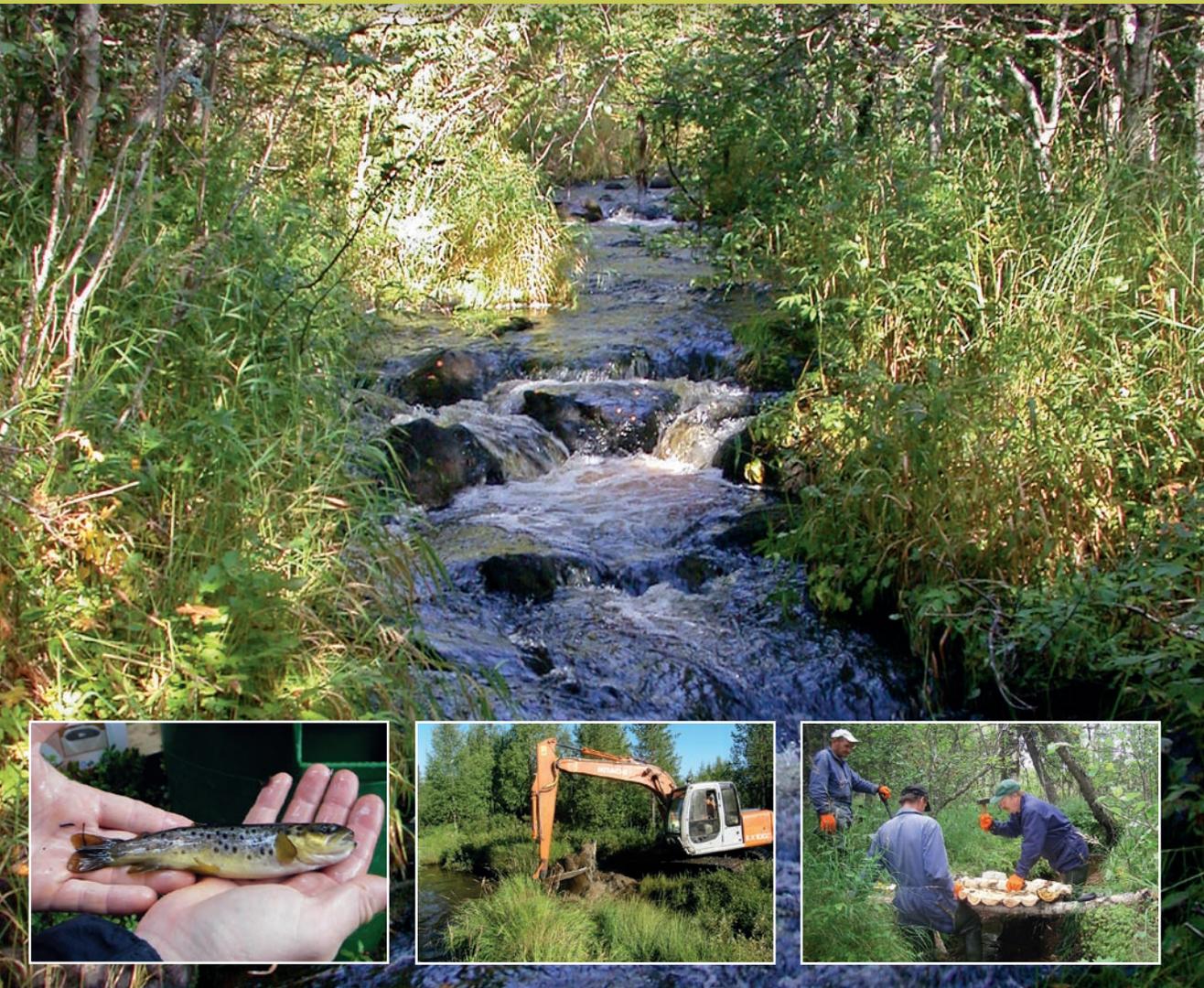


YMPÄRISTÖOPAS

# Purokunnostusopas

Käsikirja metsäpurojen kunnostajille

Toim. Marita Ahola ja Matti Havumäki



Kainuun ympäristökeskus Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus



YMPÄRISTÖOPAS

# Purokunnostusopas

**Käsikirja metsäpurojen kunnostajille**

**Toim. Marita Ahola ja Matti Havumäki**

Kajaani 2008

**KAINUUN YMPÄRISTÖKESKUS  
POHJOIS-POHJANMAAN YMPÄRISTÖKESKUS**



KAINUUN  
YMPÄRISTÖKESKUS



POHJOIS-POHJANMAAN  
YMPÄRISTÖKESKUS

## YMPÄRISTÖOPAS

Kainuun ympäristökeskus

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus

### Kirjoittajat:

Timo Yrjänä	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
Marita Ahola	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
Tupuna Kovanen	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
Pirkko-Liisa Luhta	Metsähallitus
Eero Moilanen	Metsähallitus
Eero Hartikainen	Metsähallitus
Matti Havumäki	Kainuun ympäristökeskus
Eero Mäenpää	Länsi-Suomen ympäristökeskus
Tapio Sutela	Oulun yliopisto
Timo Muotka	Oulun yliopisto
Risto Virtanen	Oulun yliopisto
Bjørn Kløve	Oulun yliopisto
Simo Tammela	Oulun yliopisto
Hannu Marttila	Oulun yliopisto
Pauli Juntunen	Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskus
Jouni Parkkinen	Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskus
Eero Jutila	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Taitto: Seija Kemppainen

Kansikuvat: Matti Havumäki, oik. pieni kuva Keijo Tauriainen

Sisäsivujen kuvat: Metsäpurojen kunnostushanke

Julkaisu on saatavana myös internetistä:

[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

Vammalan Kirjapaino Oy 2008

ISBN 978-952-11-3316-9 (nid.)

ISBN 978-952-11-3317-6 (PDF)

ISSN 1238-8602 (pain.)

ISSN 1796-167X (verkkokj.)

## ESIPUHE

Purot ovat merkittävä rajapinta maan ja veden välillä. Niiden kautta maa- ja vesiekosysteemit ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Ihminen on muuttanut valuma-alueiden luonnetta esimerkiksi pellonraivauksen ja metsien hakkuun muodossa. Maatalousalueiden ja taajamien puroissa muutokset ovat usein olleet rajuimpia. Maatalousalueiden puroista ja niiden kunnostamisesta kerrotaan mm. Suomen ympäristökeskuksessa kootussa teoksessa: ”Purot -elävää maaseutua”.

Tämä opaskirja keskittyy kuvaamaan metsätalousalueiden purojen tilaa ja kunnostamista. Pääpaino oppaassa on annettu virtaeliöiden, erityisesti purotaimenen, elinolojen parantamiselle unohtamatta puroluonnon monimuotoisuutta, luontaista tulvarytmiä ja vesiensuojelua. Keskeisen osan oppaan kirjoitustyöstä ovat tehneet kunnostusten käytännön toteutuksessa vuosia mukana olleet henkilöt.

Puroekosysteemissä maa- ja vesialueet ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa keskenään. Tämä asetelma asettaa usein käytännössä haasteita purojen hoidolle ja suojelulle. Esimerkiksi hallinnollisesti niiden suojelua säätelee kaksi eri lakia. Purovarsimetsien monimuotoisuutta suojaa metsälaki ja puroja taas vesilaki. Kärjistäen voisi sanoa, että metsälain kannalta puro on luonnontilainen, jos rantametsiä ei ole pitkään aikaan hakattu. Vastaavasti puro on ”lainsuojaton”, jos rantametsät ovat nuoria ja ojitettuja. Toisaalta puro taas on vesilain kannalta vaila lain suojaa, jos uomaa on kaivettu. Purojen rajapintaluonteen takia myös kunnostustyöt on yleensä ulotettava sekä vesi- että maa-alueille.

Tämä opaskirja toteutettiin Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskuksen, Metsähallituksen ja Oulun yliopiston yhteisessä Metsäpurojen kunnostushankkeessa. Kirjaan on kerätty hankkeessa kertynyt kokemus sekä tietoa aiemmista purokunnostuksista. Opaskirja on tarkoitettu kaikille metsäpuroista kiinnostuneille ja erityisesti sellaisille henkilöille tai yhteisöille, jotka suunnittelevat metsäpurojen kunnostamiseen ryhtymistä. Mahdollisia kohderyhmiä ovat ympäristö- ja metsäviranomaiset, vesialueen omistajat ja esimerkiksi ympäristö- ja kalastusjärjestöt sekä oppilaitokset.

Tämä opas on kirjoitettu metsäpurojen pelastamiseksi.

Oulussa

Timo Yrjänä  
Pirkko-Liisa Luhta



## SISÄLLYS

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>Puro-oppaan valokuvaajat ja sivunumerot:</b> .....	<b>7</b>
<b>I Purojen ekologia ja nykytilanne</b> .....	<b>9</b>
1.1 Metsäpurojen muuttuminen.....	9
1.2 Luonnontilaiset latvapurot ja niiden merkitys metsä- ja vesiluonnolle .....	12
1.3 Miksi puroja kunnostetaan? .....	14
1.4 Johdatus virtavesien prosesseihin.....	15
1.5 Purojen kalasto ja kalojen elinympäristövaatimukset .....	18
1.6 Jokihelmisimpukka (Margaritifera margaritifera) eli raakku.....	21
<b>2 Purokunnostushankkeen toteuttaminen</b> .....	<b>23</b>
2.1 Purokunnostushankkeen toimintakaavio.....	23
2.2 Purojen inventointi .....	24
2.3 Kunnostustoimenpiteiden vaatimat luvat, lainsäädäntö .....	26
2.4 Kunnostussuunnitelma .....	27
2.4.1 Purokunnostuksen tavoitteiden asettaminen .....	27
2.4.2 Maastotyöt .....	27
2.4.3 Kirjallinen kunnostussuunnitelma .....	28
2.5 Yleiset ohjeet purokunnostajille.....	30
2.5.1 Yleistä kunnostuksista .....	30
2.5.2 Kunnostusajankohta.....	30
2.5.3 Varusteet.....	31
<b>3 Kunnostusmenetelmät</b> .....	<b>32</b>
3.1 Vanhan uoman vesittäminen .....	32
3.2 Kiveäminen.....	35
3.3 Puulla kunnostaminen.....	38
3.3.1 Puurakenteita ja asennustapoja .....	38
3.3.2 Rakenteiden mitoittaminen .....	41
3.3.3 Puurakenteet metsäpuron kunnostamisessa.....	42
3.4 Taimenen lisääntymisalueet .....	50
3.5 Muut kunnostusmenetelmät.....	53
3.5.1 Leveysvaihtelun lisääminen .....	53
3.5.2 Montut ja poterot .....	53
3.5.3 Lietetaskut .....	53
3.5.4 Imuruoppaus.....	54
3.5.5 Lampien ja järvien vedenpinnan nostaminen.....	55

3.6 Valuma-aluekunnostukset .....	57
3.6.1 Ojien tukkiminen .....	58
3.6.2 Ojatkokset, liettaskut, putki- ja säätöpadot.....	59
3.6.3 Laskeutusaltaat ja pintavalutuskentät .....	59
3.6.4 Metsäautotiet.....	60
3.6.5 Metsäpuron valuma-alueen kunnostus luonnonhoitohankkeena.....	63
<b>4 Seuranta .....</b>	<b>64</b>
4.1 Purokunnostuspäiväkirja.....	64
4.2 Purokunnostusten vaikutusten seuranta .....	66
<b>5 Toteutuneita purokunnostuksia Suomessa.....</b>	<b>70</b>
5.1 Metsäpurojen kunnostushanke Koillismaalla ja Kainuussa .....	70
Purokunnostajien kokemuksia Metsäpurojen kunnostushankkeessa .....	72
5.2 Purokunnostukset Suomessa .....	73
5.3 Lauttaojan ja sen valuma-alueen kunnostus.....	75
5.4 Isojoen taimenpurot.....	77
<b>Lähteet .....</b>	<b>80</b>
<b>Liite 1.....</b>	<b>82</b>
<b>Liite 2.....</b>	<b>84</b>
<b>Liite 3 .....</b>	<b>85</b>
<b>Kuvailulehti.....</b>	<b>87</b>
<b>Presentationsblad.....</b>	<b>88</b>
<b>Documentation page.....</b>	<b>89</b>



## Puro-opiaan valokuvaajat ja sivunumerot:

Kuvaaja	Sivunro
Heikkinen, Alpo	67
Hartikainen, Eero	19, 21, 33a, 34, 37y, 42kx2+a, 44y+k, 46y, 51a, 52a, 58k+a, 60a, 62y+k, 69
Havumäki, Matti	14y, 22, 25, 31, 35, 36kk, 37k+a, 50k+a, 52y, 54kk, 55, 58y, 60y, 63
Kiviniemi, Kari	33y, 39, 40, 48k+a, 64, 65, 71
Latvalehto, Veikko	38y, 46k
Luhta, Pirkko-Liisa	28, 56y, 72kk
Majuri, Pekka	51y
Marttila, Hannu	10kk, 53, 68
Moilanen, Eero	4, 42y, 44a, 48y, 50y, 56a, 75, 79 sekä piirrookset sivuilla 43, 45, 47, 49 ja 61
Parkkinen, Jouni	59
Seiteri, Jouko	24, 33k
Suanto, Matti	32kk
Suorsa, Ville	12kk, 13kk, 14a, 17
Tammela, Simo	16kk

y = ylin kuva, k = keskimäinen, a = alin, kk = kaikki kuvat



# I Purojen ekologia ja nykytilanne

## 1.1

### Metsäpurojen muuttuminen

Timo Yrjänä

Puroekosysteemien tila on huonosti tunnettua, osittain ehkä siitä syystä, että myös asian tuntijat ja tutkijat ovat keskittyneet joko vesiasioihin tai metsäasioihin. Yleistäen voidaan sanoa, että kokonaisia luonnontilaisia puroja luonnontilaisine valuma-alueineen tai edes lähiympäristöineen on Suomessa hyvin vähän. Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa todetaan pienvesien ja lähteikköjen kuuluvan maamme uhanalaisiin elinympäristöihin. Selvitysten mukaan esimerkiksi Koillismaalla ja Kainuussa kokonaan luonnontilaisena säilyneitä puroja on vain noin 1-2 %. Vaikka kokonaisia hyvin säilyneitä puroja ei juurikaan Lapin läänin ulkopuolella ole, löytyy yksittäisiä hyvin säilyneitä purojaksoja jo paljon enemmän.

Suomen metsäpinta-alasta eri tasoisia suoje-lualueita on noin 4,5 %. Näistä pääosa sijaitsee Pohjois-Suomessa. Vaikka näitä suoje-lualueita ei ole perustettu purojen suojelemiseksi, on ainakin vanhojen metsien suoje-luohjelma suojeleminen myös merkittävän määrän metsä-puroja.

Soiden muuttaminen ojitamalla kasvulliseksi metsämaaksi on aiheuttanut merkittäviä muutoksia pienvesien hydrologiaan, veden laatuun ja sitä kautta myös eliöstöön. Suomessa on muutettu 5-6 miljoonaa hehtaaria

suota metsämaaksi, mikä on 15 % koko maan pinta-alasta. Vaikka uusia alueita ei juuri enää ojiteta, vanhojen ojitusalueiden kunnossapito vaikuttaa edelleen merkittävästi vesistöihin. Vaikutus on suuri 1-3 vuoden ajan. Kiinto-ainepitoisuudet ja eräiden ravinteiden pitoisuudet säilyvät korkeammalla tasolla jopa yli 5 vuotta kunnostusojituksen jälkeen. Yleisimmin käytössä oleva vesiensuojelumenetelmä, laskeutusallas, pidättää lähinnä kiintoaineita ja siihen sitoutuneita ravinteita. Liukoisia ravinteita altaat eivät juuri pidätä, joten ojituksella voi olla myös puroja rehevöittävä vaikutus.

Puroja ryhdyttiin aikanaan perkaamaan lähinnä purouittojen yhteydessä. Laajimmat purojen perkaukset on kuitenkin tehty maa- ja metsätalouden ojitushankkeissa. Usein myös tienrakennuksen yhteydessä kapea, koskinen kohta on perattu sillan ylä- ja alapuolelta.

Purouiton perkaukset olivat usein käsin räjäyttämällä tehtyjä uoman suoristamisia. Käsinperkauksessa luonnonuomalle ominaisia piirteitä on usein vielä jäänyt jäljelle. Perkausten jälkeenkin uomalla voi edelleen olla luontaista rantavyöhykettä ja kosken reuna-alueilla saattaa olla pientä kivimateriaalia. Toisaalta kiviseen maaperään kaivetut uoman oikaisut saattavat vuosien kuluttua muistuttaa luontaista purouomaa. **Konevoimin perattu purouoma muistuttaa rakennepiirteidensä puolesta valtaojaa.**



Ojitukset aiheuttavat hiekan kulkeutumista ja kerääntymistä puroihin.

Tällä hetkellä merkittävimmät vaikutukset metsäpuroihin aiheutuvat valuma-alueilla tehtävistä ojituksista, metsän maapohjan muokkauksesta sekä rantametsien hakkuista. Ojitukset muuttavat purojen hydrologiaa ja aiheuttavat kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Rantametsien hakkuu muuttaa merkittävästi puroekosysteemin tilaa, sillä puuston puuttuminen lisää maaperän kulumista ja toisaalta vähentää oksien ja lehtien luomaa varjostusta. Puiden oksat ja rungot ovat keskeinen tekijä purouoman rakenteellisen monimuotoisuuden muodostumisessa.

Nykyisin metsätaloustoimenpiteiden suunnittelu ja toteutus ympäristöhaittojen vähentämiseksi on Suomessa hyvin ohjeistettu. Huomiota on kiinnitetty esimerkiksi vesiensuojelurakenteiden määrään, mitoitukseen ja työtapoihin. Luonnontilaiset tai luonnontilaisen kaltaiset puronvarsikohteet säästetään. Valtion mailla tällaisten purojen ja norojen varsille jätetään puustoinen, vähintään 10-30 metrin levyinen suojavyöhyke. Luonnontilaltaan muuttuneiden purojen varteen jätetään vähintään puunmitan levyinen

suojavyöhyke. Soiden uudisojitus on pääosin lopetettu 1990-luvun puolivälissä. Kunnostusojituksia, jotka tarkoittavat vanhojen ojien perkaamista ja täydennysojitusten tekemistä aiemmin harvaan ojitetuille alueille, tehdään edelleen pääasiassa runsaspuustoisilla ojitetuilla soilla. Yksityismailla toimijoita on enemmän kuin valtion omistamilla metsäalueilla, ja siten ohjeiden noudattamisessa on luultavasti enemmän kirjavuutta. Myös yksityismaiden ja Metsähallituksen ohjeiden yksityiskohtissa on eroja.

Purojen varteen jätettävä suojavyöhyke kattaa talousmetsissä joka tapauksessa vain pienen osan valuma-alueesta. Kunnostusojitus ja metsänpohjan rikkomisen hakkuiden jälkeen lisäävät eroosiota ja kiintoaineen huuhtoutumista sekä nostavat valumahuippuja, koska pintavesien virtaus ojiin nopeutuu. Kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutuminen vesistöön riippuu vesiensuojelurakenteiden toimivuudesta. Perattujen ojien luiskat ja ojien varsille läjitetyt kaivumaat ovat pitkän aikaa alttiina esimerkiksi sade- ja sulamisvesien aiheuttamalle eroosiolle eli maan kulumiselle.

*Erityisongelmana voidaan mainita rannikon alunamaat, joiden ojitus aiheuttaa happamuushaittoja, jos pohjaveden pinta alenee. Hapanta kuormitusta lähtee liikkeelle erityisesti kuivien kausien jälkeisinä tulvakausina ja se voi aiheuttaa vesistöissä mm. kalakuolemia.*

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa vuoteen 2015 edellytetään metsätalouden ravinnepäästöjen tuntuva vähentämistä. Koko Suomessa metsätalouden osuus ravinnekuormituksesta on noin 8 %. Pääosa Suomesta on metsätalousmaata eikä suuressa osassa maata ole muita merkittäviä vesistöjen kuormittajia. Metsätalouden toimenpiteillä on paikallisesti erittäin suuri vaikutus lukuisiin latvavesiimme.

Tämänhetkisen oikeuskäytännön mukaan norot ovat tiukemmin suojattu erilaisia muuttavia toimenpiteitä vastaan kuin purot. Parhaillaan meneillään olevan vesilain uudistamisen yhteydessä harkitaan purojen lisäämistä vesiluontotyyppien suojelusäädöksiin norojen lisäksi. Tämä turvaisi nykyistä paremmin pienvesien biologisen monimuotoisuuden säilymisen. Tämäkään muutos ei kuitenkaan tarkoittaisi valuma-alueiden suojelua arvokkaidenkaan norojen tai purojen osalta. Arvokkaiden puroekosysteemien säilymisen turvaamiseksi tarvittaisiin oma suojeluohjelma.

### **Puron ja noron määritelmät**

*Puro on jokea pienempi virtaava uoma, jossa on vettä ympäri vuoden. Uomaa voi nimittää puroksi myös silloin, jos siinä esiintyy kalaa tai jos se voi toimia venereittinä runsasvetisimpänä aikana.*

*Noro taas on puroa pienempi, ajoittain kuivuva uoma, jossa ei tavata kalaa.*

Yleistäen voidaan todeta, että luonnontilansa jollain tavoin säilyttäneiden purojen suojelu huomioidaan metsätaloudessa kohtuullisesti. Ristiriitaa syntyy sellaisten toimenpiteiden osalta, jotka aiheuttavat menetyksiä puun- tuotannolle, mutta jotka toisaalta olisivat merkittäviä vesiekosysteemin toimivuuden kannalta. Tällaisia ovat erityisesti kunnos- tusojituksista pidättäytyminen arvokkaim- milla kohteilla ja riittävän leveiden suojakais- tojen jättäminen purojen varsille.

Lisää tietoa:

Heinonen, P., Karjalainen, H. Kaukonen, M. & Kuokkanen, P. 2004. Metsätalouden ympäristö- opas. Metsähallitus. 159 s.

Hyvönen, S., Suanto, M., Luhta, P.-L., Yrjänä, T. & Moilanen, E. 2005. Puroinventoinnit Iijoen valuma-alueella vuosina 1998-2003. Pohjois- Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelli- set ympäristöjulkaisut 403. 94 s.

Joensuu, S. 2002. Effects of Ditch Network Main- tenance and Sedimentation Ponds on Export Loads of Suspended Solids and Nutrients from Peatland Forests. Väitöskirja, Joensuun yliopisto.

Joensuu, S., Makkonen, T. & Niskala, M.-L. 2006. Luonnontilaisten purojen suojelu vesilaissa - metsätaloudellisten vaikutusten selvitys. Tapio. 37 s.

Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen - uusia näkökulmia vesiensuojeluun. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 631. 168 s.

Metsätalouden vesiensuojelu. 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Nikunen, E. & Soivio A. 1984. Happamoitumisen vaikutukset kaloihin. Suomen voimalaitosyh- distys ry.

Nyroos, H., Partanen-Hertell, M., Silvo K. & Klee- mola, P. (toim.) 2006: Vesiensuojelun suuntavii- vat vuoteen 2015. Taustaselvityksen lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Suomen ympäristökes- kus, Helsinki. Suomen ympäristö 55. 68 s.

Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008, osat 1 ja 2, 264 + 572 s.

1.2

## Luonnontilaiset latvapurot ja niiden merkitys metsä- ja vesiluonnolle

Timo Muotka ja Risto Virtanen  
Oulun yliopisto, Biologian laitos

Sisävesien luonnon monimuotoisuus on maailmanlaajuisesti uhattuna. Esimerkiksi maailman makean veden kaloista yli 30 % (noin 8000 lajia) on vaarantuneita. Muiden sisävesissä esiintyvien eliöryhmien osalta tilannetta ei tunneta yhtä hyvin, mutta se on todennäköisesti vielä huonompi. Erityisesti pienvedet (purot, norot, lähteet) ovat monilta alueilta jo kokonaan hävinneet. Myös Suomessa pienvedet kuuluvat uhatuimpien elinympäristöjen joukkoon.

### Purot ja niiden rantametsät muodostavat toiminnallisen kokonaisuuden

Metsäympäristöjen pienvedet ja niiden rajapinta muodostavat monimuotoisuudeltaan merkittävän ja toiminnallisesti vuorovaikutteisen kokonaisuuden. Pienvesien ravintoverkot ovat täysin riippuvaisia ympäröivästä maaekosysteemistä. Keskeinen energianlähde latvapuroissa on rantavyöhykkeen puista syksyisin varisevat lehdet, joita käyttävät ravinnokseen monet pieneliöt ja pohjaeläimet, jotka puolestaan ovat kalojen tärkeimpiä ravintokohteita. Riippuvuus on molemminpuolista: aikuistuvat vesihyönteiset ovat tärkeä

rantametsien ravintoverkkoja ylläpitävä tekijä. Monet metsälinnut sekä rantavyöhykkeessä viihtyvät selkärangattomat pedot, kuten kovakuoriaiset ja hämähäkit, ovat ajoittain täysin riippuvaisia puron antimista.

### Purojen rantametsät ovat biologisen monimuotoisuuden keskittymiä

Latvapurot poikkeavat ekologisesti suuremmista virtavesistä pääasiassa juuri kiinteän maayhteytensä vuoksi. Jo pienissä ja keskikokoisissa joissa rantakasvillisuus peittää pienemmän osan uomasta ja joen valaistusolot ovat siten edullisemmat. Tämä heijastuu suurempana levätuotantona, ja tämän kokoluokan



joet ovatkin omavaraisempia ja vähemmän riippuvaisia ympäröivästä maaekosysteemistä kuin pienet purot. Lajirunsaus on tavallisesti suurinta juuri keskikokoisissa joissa. Pienet latvapurot pitävät yllä vähäisempää, mutta usein omaleimaista lajistoa, jonka alueellinen suojeluarvo voi olla merkittävä.

Toinen latvapuroille leimallinen piirre on ns. abiottisten eli elottomien ympäristötekijöiden suuri ajallinen ja paikallinen vaihtelu, mistä syystä puroja usein kuvataan erityisen vaativiksi elinympäristöiksi, joissa vain harvat lajit kykenevät tulemaan toimeen. Pienet purot reagoivat nopeasti esimerkiksi rankkasateiden aiheuttamaan valunnan nousuun, jolloin purojen vedenpinta voi muutamassa tunnissa nousta yli äyräidensä. Samalla muutokset vesikemiassa ovat hyvin nopeita ja ääreviä. Tällaiset olosuhteet aiheuttavat voimakkaita valintapaineita vesieliöstölle, mutta toisaalta jatkuvat veden korkeuden vaihtelut luovat monille ns. semiakvaattisille maan ja veden rajapinnassa viihtyville eliöille erityisen otolliset olosuhteet.

Pienvesien rantavyöhyke on pienelinympäristörakenteeltaan monimuotoinen, ja monet kosteus- ja valaistusvaatimuksiltaan erikoistuneet kasvilajit ovat tästä riippuvaisia. Niinpä pienten latvapurojen, kuten muidenkin pienvesien, rantavyöhyke on monien sekä vesi- että maaeliöiden esiintymisen ”hot spot”, jossa esiintyy poikkeuksellisen paljon harvinaisia ja uhanalaisia eliöitä, ja jotka siksi ovat suojelullisesti erityisen arvokkaita elinympäristöjä.

## Voidaanko puroluonnon monimuotoisuus palauttaa kunnostusten avulla?

Jokien virtavesikunnostukset on Suomessa tehty lähes täysin kalatalouden ehdoilla, joskin viime aikoina pyrkimyksenä on ollut myös vesiluonnon monimuotoisuuden lisääminen. Kalataloudellisissa kunnostuksissa pyritään parantamaan kalojen fysikaalista elinympäristöä. Tutkimustietoa kalataloudellisten kunnostusten vaikutuksesta muuhun jokiluontoon ei ole kovin paljon saatavilla. Pienvesien kunnostuksessa lähestymistavan tulisikin alusta lähtien olla kokonaisvaltaisempi: päämääränä tulisi olla koko puroluonnon suojeleminen ja toimintojen tulisi tapahtua oikealla, kokonaisten valuma-alueiden mittakaavalla. Pienvesien rantavyöhykkeet ovat muuttuneet viime vuosikymmeninä voimakkaasti ojitusten ja metsänhakkuiden vaikutuksesta, mutta näiden elinympäristömuutosten vaikutuksia puro- ja rantalajien esiintymiseen ei vielä juurikaan tunneta.

Pienten purojen ekologiaa on maailmalla ja Suomessa tutkittu jo pitkään. Tutkimus on kuitenkin aivan viime aikoihin saakka rajoittunut tiukasti vesiympäristöön eikä maa-vesi-raajapintaa ylittävää suojelubiologista tutkimusta ole toistaiseksi tehty juuri lainkaan. Ottaen huomioon, että jopa 70-80 % joen kokonaispituudesta on latvapuroja, ja että purot vaikuttavat merkittävästi alapuolisten vesistöjen tilaan, on purojen tutkimus ja tutkimustietoon perustuva suojeleminen ja hoito lähivuosikymmeninä keskeinen haaste Suomessa ja muuallakin maailmassa.



## Miksi puroja kunnostetaan?

Timo Yrjänä

Suomalaisessa ajattelussa puroihin kuuluu olennaisena osana purotaimen. Puroja onkin kunnostettu paljolti taimenen palauttamiseksi tai niiden elinolosuhteiden parantamiseksi. Joissain tapauksissa on tavoiteltu kalastettavien purotaimenkantojen palauttamista, mutta useimmiten purotaimen lienee nähty jonkinlaisena symbolina alkuperäisestä luonnosta ja toimivasta ekosysteemistä. Toinen purokunnostusten taustalla vaikuttanut tekijä on pyrkimys veden laadun parantamiseen sekä itse puroissa että niiden alapuolisissa suuremmissa vesissä. Usein puron pohjalle kertynyt kiintoaines on ollut merkinä veden laadun heikkenemisestä ja saanut ihmiset toimimaan vesiensuojelun tehostamiseksi. Kolmas tekijä purokunnostusten taustalla lienee huoli yhden keskeisen luontotyypin ja ennen hyvin yleisen elinympäristön, metsäpuron, säilyttämisestä.

Viime aikoina on alettu tarkastella tulvavesien pidättämistä purojen valuma-alueella ja suunnitella kunnostuksia myös tulvasuojelumielessä. Ilmastonmuutos ja EU:n tulvadirektiivi ovat osaltaan lisänneet paineita ojitettujen soiden tai suometsien käyttämiseen tulvavesien varastointiin. Jatkossa metsätaloudellisesti kannattamattomien ojitusaluiden käyttäminen tulvien pidättämiseen voi olla suurin puroluonnon tilaa parantava voima.

Lisää tietoa:

Ohtonen, A., Lyytikäinen, V., Vuori, K-M., Wahlgren, A. & Lahtinen, J. 2005. Pienvesien suojelu metsätaloudessa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuu. Suomen ympäristö 727. 84 s.



Törisevän puron tulvaluhtaa.



Rehevä purovarsi.

### **Metsäluhdat ja tulvametsät**

*Luonnontilaiset alavat alueet ovat purojen varsilla keväisin olleet tulvaveden alla. Uoman perkaus on vähentänyt tulvavesien nousua luhdille. Tulvan tuoman lietteen vaikutus näkyy tulva-alueiden kasvillisuudessa. Luonnontilassa ne ovat olleet rehevää suota, niittyä, lehti- tai kuusimetsää.*

*Tulvametsät ja rantaluhdat ovat vähentyneet ja niitä käytävien eliölajien elintila on kaventunut. Ojitusten ja perkausten seurauksena vanhat tulva-alueet ovat paikoin metsittyneet havupuilla ja luhtien ominaispiirteet ovat kadonneet. Metsätkin kestävät veden viipymistä useita päiviä jopa kasvukaudella.*

*Etelä-Suomen metsien monimuotoisuus (METSO) -ohjelmassa näitä luontotyypppejä pyritään palauttamaan.*



## Johdatus virtavesien prosesseihin

Hannu Marttila, Simo Tammela ja  
Bjørn Kløve

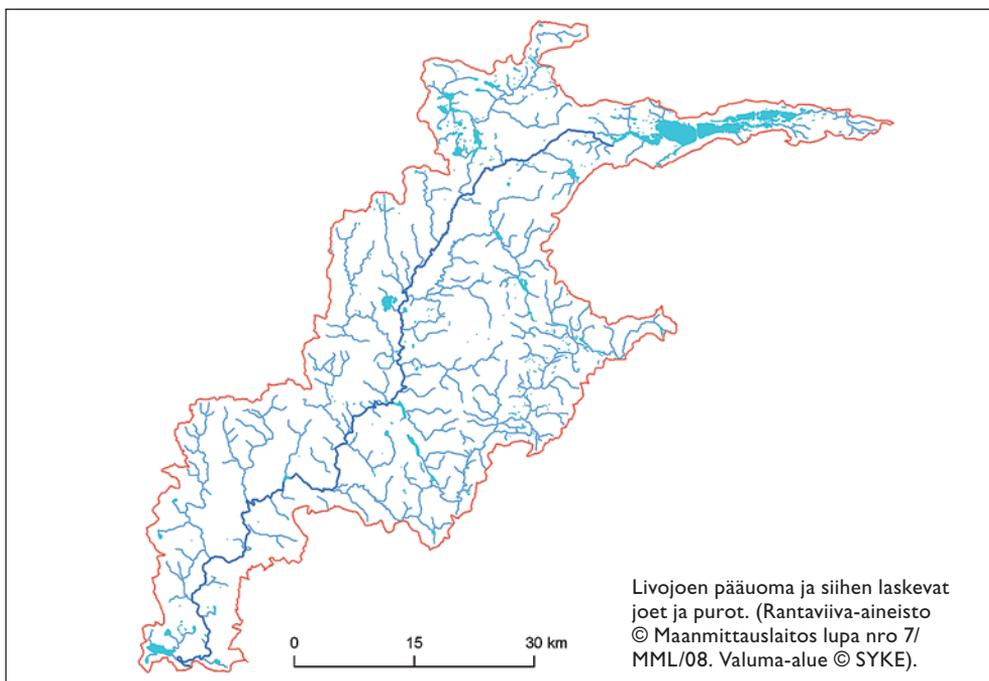
### Luonnonmukainen purouoma on rakenteeltaan monimuotoinen

Purot ja joet kuuluvat yhtenäiseen kokonaisuuteen, joka kuljettaa vettä ja kiintoainetta valuma-alueelta järviin ja meriin. Niiden toiminta perustuu kiertojärjestelmään, jossa vesivarat uusiutuvat (hydrologinen kierto). Luonnontilainen uoma on muotoutunut ympäristönsä olosuhteiden muovaamana.

Puro syntyy valuma-alueensa pinnanmuotojen määrittelemään paikkaan ja sen ominaisuuksiin uomana vaikuttavat valuma-alueen maaperä, pinnan muodot ja maantieteellinen sijainti sekä alueellinen hydrologia.

Luonnollisille virtavesille on tyypillistä rakenteellinen monimuotoisuus. Muuttuva poikki- ja pituusleikkaus sekä linjaus muodostavat vaihtelevan ja muuttumiskykyisen kokonaisuuden, joka kasvillisuuden ja lajien kanssa takaavat monimuotoisen elinympäristön.

Luonnontilaisen puron eri osissa esiintyy vaihtelevasti matalia alueita ja syviä suvan- tokohtia. Tyypillisintä etenkin tasaisemmilla osuuksilla on uoman mutkittelu (meanderointi). Luonnontilat ovat harvoin suoria ja poikkileikkaukseltaan yhdenmukaisia, toisin kuin peratut tai oikaistut uomat. Lisäksi luonnontilat monipuolisuutta lisäävät erilaiset lahdemat ja poukamet. Muokatut uomat ovat usein luonnontilaisia lyhyempiä, jolloin niiden kaltevuus ja keskimääräinen virtausnopeus ovat kasvaneet. Maaston kaltevuus on suurin uoman muotoihin vaikuttava tekijä. Vähäisilläänkin kaltevuuksilla



havaitaan uoman pohjassa veden virtauksen ja kiintoaineen lajittumisen aiheuttamaa syvyyssvaihtelua. Maastossa tämä on helposti havaittavissa esimerkiksi virtapaikkojen ja suvantomaisten syvänteiden vuorotteluna.

## Kiintoaineen kulkeutuminen

Kiintoaineen kulkeutumisen ketju alkaa valuma-alueella tapahtuvasta eroosiosta ja kulkeutumisesta valunnan mukana latvasivistöihin. Siellä kiintoaine kulkeutuu pidättymis- ja kulkeutumisprosessien kautta virran mukana alavirtaan. Monet kiintoainepartikkelit varastoituvat suvantojaksoille tai tulvasanteille ja lopulta lähtevät uudelleen kulkeutumaan törmä- ja uomeroosion kautta. Kiintoaineen huuhtoutuminen uomiin sekä kulkeutuminen uomissa on luonnollinen ja tarpeellinen prosessi, joka ylläpitää purojen sekä jokien muutosprosesseja ja elinympäristöjä. Kiintoaineen lajittuminen valikoivan kuljetuksen kautta luo monipuolisen elinympäristön niin kaloille kuin muillekin vesieläimille. Ainoastaan tilanteissa, joissa kul-

keutuvan kiintoaineen määrä ylittää virtaveden läpikuljetuskäyvyn ja kiintoainetta kertyy uomaan, sitä voidaan pitää ongelmana.

Valuma-alueen maankäytöstä tai uoman muokkauksista johtuen sekä kiintoaineen huuhtoutuminen että virtaveden kyky kuljettaa kiintoainetta voi olla pahoin häiriintynyt. Valuma-alueella tehdyt toimenpiteet, kuten ojitus, voivat nopeuttaa vedenvirtausta valuma-alueelta ja aiheuttaa ylimääräistä eroosiota. Seurauksena virtavesissä on pohjan ja törmien eroosion lisääntyminen tai kiintoaineen kasautuminen, jotka osaltaan häiritsevät kiintoaineen luonnollista kiertoa.

Kiintoaineen kulkeutuminen virtavesissä voidaan jakaa karkeasti virtauksen mukana kulkeutuvaan kiintoainekseen ja pohjakulkeumaan, jossa kiintoaines liikkuu pohjanmyötäisesti. Virtauksen mukana kulkeutuva on hienompaa ainesta (savi, turve, ym.), joka voi kulkeutua virtavesissä pitkiäkin matkoja ennen laskeutumista. Vastaavasti aivan pohjan



Hiekkaa voi puron pohjalla olla jopa yli metrin paksuisena patjana, kuten tässä Vantunlamminojalla.





Luonnontilaisessa Louhipurossa on paljon puuainesta.

tuntumassa liikkuu karkeampaa materiaalia kuten hiekkaa ja soraa. Hienompi kiintoaines vaikuttaa veden laatuun, kun vastaavasti virtaveden ominaisuuksiin ja muotoon (morfologia) vaikuttavat sedimentit liikkuvat suurimmaksi osaksi pohjakulkeumana. Virtaavan veden määrä ja liike ratkaisevat kyvyn kuljettaa ainesta. Se on suurimmillaan täyden uoman virtaaman aikana, yleisesti kevättulvan tai rankan sateen yhteydessä.

### **Puuaines lisää purouoman monipuolisuutta**

Puuaineksella on merkittävä vaikutus uoman muotoutumiseen ja virtaveden ekologiseen toimintaan. Pienissä metsäpuuroissa syvänteitä, monttuvia ja kuoppia muodostaa yleisimmin uomassa oleva puuaines. Puiden kappaleet monipuolistavat uoman rakennetta ja vaikuttavat kiintoaineen kulkeutumiseen

sekä kasautumiseen. Karkeammasta soramateriaalista muodostuu muun muassa taimenille hyviä kutupohjia. Uomassa olevien puiden ohjaama virtaus aiheuttaa paikallista syöpmistä ja toisaalta edesauttaa kiintoaineen sekä erilaisen eloperäisen aineksen kasautumista. Näillä kasaumilla on huomattava merkitys virtaeliöstölle sekä elinalueen muovaajana että ravintolähteenä. Puuaineksen lisäämistä käytetään kunnostustoimenpiteenä, koska sillä on runsaasti myönteisiä vaikutuksia uoman ekologiaan ja morfologiaan. Luontaisesti puuaines on kertynyt uomaan pitkän ajan kuluessa, rantapuiden kuoleman ja kaatumisen myötä.

Erityisen suuri merkitys puuaineksella on pienissä uomissa, joissa puusto ulottuu yli koko purouoman. Tällöin puumateriaalia kertyy puroon runsaasti luonnostaan ja puun rungot ja oksat saavat uomassa aikaan patoja

ja muita kasumia. Yksittäisen puukappaleen vaikutus riippuu lukuisista tekijöistä, kuten puron virtauksesta, mutkaisuudesta, uoman reunojen koostumuksesta ja uoman leveydestä. Siksi puuaineksen sijoittumisella ja jaottelulla on tärkeämpi rooli kuin niiden määrällä, kun katsotaan vaikutusta uoman morfologiaan ja niiden muokkaamiin elinympäristöihin. Puun rungot luovat myös tärkeää varjostusta ja näkösuojaa eliöstölle. Varjostuksen ansiosta puronvarsi säilyttää sille ominaisen kostean ja viileän ilmaston. Puuaines toimii myös pohjasammalien kasvualustana. Pohjasammalien merkitys puroluonnon pohjaeläinrunsaudelle taas on merkittävä.

## Luonnontilainen valuma-alue varastoi vettä

Latvapurot tulvatasanteineen ja rantasoineen toimivat luontaisina vedenvarastoitumisalueina, joista sadevedet valuvat hiljalleen kohti suurempia vesistöjä. Veden varastoitumista ovat vähentäneet mm. soiden ojitukset, lampien- ja järvien kuivattaminen, uomien suoristamiset ja hakkuualueiden auraaminen ja hakkuut. Lisäksi puron pohjalle, lampiin ja tulva-alueille laskeutuessaan kiintoaines, etenkin hiekka, vähentää syvyysvaihtelujen mukana myös luontaisia veden varastoitumisalueita. Veden varastoitumista ja pidättämistä voidaan lisätä toimenpiteillä, jotka hidastavat sade- ja sulamisvesien pääsyä tai kulkeutumista alapuolisiin vesistöihin. Valuma-alueilla voidaan tehdä esimerkiksi soiden ennallistamisia. Vesistön varatoimiskykyyn taas voidaan vaikuttaa erilaisilla padottavilla ja kiintoainesta poistavilla kunnostusrakenteilla sekä vanhojen uomien vesittämisellä. Merkittävänä vaikuttajana voi olla myös tulvatasanteiden palauttaminen.

### **Miksi puro kuivuu?**

*Puro kuivuu pitkien sateettomien kausien aikana, kun vesi loppuu valuma-alueen pintakerroksesta ja pohjaveden pinta laskee. Pienissä puroissa, joissa ei ole lähteitä, lampia tai soita, vesi saattaa ajoittain lakata virtaamasta kokonaan.*

*Kaivetuissa tasakaltevilla ja matalissa puroissa on vähän painanteita, joihin vettä jäisi riittävästi virtauksen loppuessa. Valuma-alueen tehokas ojittaminen ja pohjaveden pinnan alentaminen pienentävät alivirtaamia ja pidentävät alivirtaamakausia.*

1.5

## **Purojen kalasto ja kalojen elinympäristövaatimukset**

Tapio Sutela ja Timo Yrjänä

Puroissa tavattavien kalalajien esiintymiseen vaikuttavat monet ympäristötekijät, jotka liittyvät mm. puron sijaintiin ja maaperän laatuun. Eri kalalajeilla ja jopa niiden kokoluokilla on omat optimialueensa veden syvyyden, virtausnopeuden ja pohjan kivikoon suhteen. Esimerkiksi taimenen kesänvanhat poikaset suosivat pienempää virrannopeutta ja pohjan kivikokoa kuin vanhemmat lajitoverinsa. Pohjan tuntumassa kivien suojassa elävät kivennuoliainen ja kivisimppu selviytyvät kohtalaisen kovassakin virrassa. Parvissa uiva muttu suosii rauhallisemmin virtaavia nivoja ja akanvirtoja koskikajsojen liepeillä. Hitaimmin virtaavissa suvantojaksoissa viihtyvät esimerkiksi ahven, hauki ja kymmenpiikki. Sopivan hienoaineksisen rantapenkan sisällä saattaa elää nahkiaisen tai pikkunahkiaisen toukkia. Purouoman koko rajoittaa monen kalalajin levittäytymistä pienimpiin sivuhaaroihin ja latvoille. Nuoria

mateita saattaa joskus tavata mitättömän pienissä latvapuroissa, mutta kohtalaisen ylös levittäytyy myös purotaimen. Jokien sivupuroilla saattaa olla suuri merkitys pienpoikasten suojausena ja viileänä kasvuympäristönä, vaikka purossa ei olisi kutualueita tai isoja talvehtimisalueita.

Veden laatutekijöistä happamuudella on merkittävä vaikutus purojen kalalajistoon. Varsinkin taimen, särki ja säyne karttavat suoalueilta tulevia happamia ja humuspitoisia vesiä. Lievä rehevöityminen ei haittaa useimpien puroissa elävien kalalajien elämää, kunhan veden happipitoisuus säilyy läpi vuoden hyvänä. Voimakkaasti virtaavilla koskijaksoilla on suuri merkitys puroveden hapettajina.

Usean puroissa viihtyvän kalalajin levinneisyysalue kattaa vain osan Suomesta. Lämpimää vettä suosivat turpa ja törö elävät vain eteläisimmässä Suomessa. Veden lämpötilan ohella myös levinneisyshistorialla on usein oma vaikutuksensa. Esimerkiksi kirjoeväsimpun ja harjuksen laikuittainen levinneisyysalue painottuu Pohjois- ja Itä-Suomeen. Pohjois-Amerikasta siirtoistutettu puronieria valtaa elintilaa taimenelta monessa purosamme.

Erityisesti taimen tarvitsee monipuolisen puroelinympäristön. Taimenpuron ominaisuuksiin kuuluvat viileä vesi, syvänteet mm. talvehtimisalueiksi, puhtaat sorapohjat ja kivikot kutualueiksi sekä pienikiviset hitaan virran alueet poikasten elinympäristöksi. Purouomaa yksipuolistavilla perkauksilla ja oikaisuilla sekä kutupohjia pilaavilla ojituksilla on suuri vaikutus purossa koko elämänsä asuvan taimenen elinolosuhteisiin. Meri- ja järvitaimen käyttävät pieniäkin jokia ja purouomia lisääntymisalueinaan. Tällöin puron kutupohjien ja poikasalueiden laadun heikkenemisellä voi olla ratkaiseva vaikutus meri- tai järvialueelle syönnösvaelluksen tekevään taimenkantaan.

Puroveteen tuleva hieno kiintoaine on erityisen haitallista syyskutuisten kalojen, kuten taimenen mädin kehitykselle. Pohjalle kertyessään hieno aines heikentää soran sisässä hautoutuvien mätimunien aineenvaihduntaa. Happitilanteen heikentyminen saattaa aiheuttaa aikaistuneen sorasta nousun mikä vähentää poikasan selviytymismahdollisuuksia. Rungas kiintoaines, metalleista mm. rauta ja alumiini sekä happamuus ovat mädin selviytymiselle erityisen huono yhdistelmä. PH-lukeman laskiessa viiteen alkaa useimpien kalalajien mädin säilyvyys selvästi heiketä.



Purot ovat hyviä elinympäristöjä taimenen poikasille.

### **Purotaimen eli tammukka (kilttu, mullo, tonko)**

Purotaimen, meritaimen ja järvitaimen ovat saman kalalajin eri muotoja. Ne eroavat elintavoiltaan ja -ympäristöltään: meritaimen vaeltaa poikasvaiheen jälkeen purosta tai joesta mereen kasvamaan, järvitaimen taas siirtyy järveen. Purotaimen ei lähde vaellukselle, vaan jää synnyinpuroonsa koko elinajaksi. Se ei kasva purossa kovinkaan suureksi.

Purotaimenen poikasen tai aikuisen yksilön erottaminen meri- tai järvitaimenesta ulkoisten merkkien avulla on mahdotonta.

### **Puronieriä**

Pohjois-Amerikasta Suomeen istutettu puronieriä uhkaa paikoitellen syrjäyttää alkuperäisen purotaimenen. Puronieriä sietää latvapurojen matalia lämpötiloja ja veden happamuutta purotaimenta paremmin. Tulokaslajin istutukset tulisikin lopettaa. Puronieriän tunnistaa tummanvihreästä selästä ja sen vaaleista juovakuvioista, sekä ku-tuasun punaisesta vatsasta. Puronieriä kasvaa parhaimmillaan noin 30-40 cm mittaiseksi.

### Lisää tietoa:

Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1980. Water quality criteria for freshwater fish. FAO, Butterworths, London-Boston. 297 p.

Haitalliset aineet – kaloille aiheutuvat myrkytys-oireet, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuk-sen sivuilla. [www.ymparisto.fi/Riverlife](http://www.ymparisto.fi/Riverlife) -> Mitä joki on? -> Virtavesien kalat -> Kalojen vedenlaatu-vaatimukset -> Haitalliset aineet

Korhonen, P., Koskiniemi, J. & Tolonen, K. 1996. Taimenen ja kotiutetun puronieriän tila Ylä-Kemijoen vuosina 1993-1994. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia 106. 42 s.

Korsu, K., Huusko, A. & Muotka, T. 2007. Niche characteristics explain the reciprocal invasion success of stream salmonids in different continents. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. pnas.0610719104.

Louhi, P. & Mäki-Petäys, A. 2003. Elämää soraikon ulkopuolella ja sisällä – lohen ja taimenen kutupaikan valinta sekä mädin elinympäristö-vaatimukset. Riista- ja kalatalouden tutkimus-laitos, Kalatutkimuksia 191. 23 s.

Vuorinen, P.J., Keinänen, M., Peuranen, S. & Tigerstedt, C. 1998: Effects of iron, aluminium and dissolved humic material and acidity on grayling (*Thymallus thymallus*) in laboratory exposures, and a comparison of sensitivity with brown trout (*Salmo trutta*). Boreal Env. Res. 3:405-419.

1.6

## Jokihelmisimpukka (*Margaritifera margaritifera*) eli raakku

Eero Mäenpää

Jokihelmisimpukka on tummanruskea, lähes musta kaksikuorinen nilviäinen. Se on yksi pitkäikäisimmistä selkärangattomista. Sukukypsäksi raakut tulevat Suomessa 15-20 -vuotiaana, jonka jälkeen ne lisääntyvät elossyyskuussa kerran vuodessa. Raakulla on erikoinen lisääntymistapa. Koiras laskee veteen siittiöt, jotka kulkeutuvat simpukan suodattaman veden mukana naaraan kidu-sonteloihin, jossa munasolujen hedelmöitys tapahtuu. Hedelmöittyneistä munista kehittyvät pieniä, simpukan näköisiä glokidiotoukkia. Emoraakulla on lähes miljoona glokidiotoukkaa, jotka se purskauttaa veteen vesien viiletessä syksyllä. Toukkien kehitys jatkuu vain, jos ne onnistuvat kiinnittymään sopivan isäntäkalan, taimenen tai lohnen kiduksiin. Talven aikana tapahtuvan muodonvaihdon jälkeen nuori simpukka irrottautuu isännästä ja pudottau-

### **Raakku ilmentää hyvää veden laatua**

Raakun esiintyminen kertoo monimuotoisesta eliöyhteisöstä ja lähes luonnontilaisesta elinympäristöstä. Jos joessa tai purossa esiintyy vain aikuisia, isoja raakkuja, on ekosysteemiin kohdistunut häiriötä, jolloin raakun lisääntyminen ei enää onnistu. Raakku muokkaa elinympäristöään suodattamalla vuorokaudessa jopa 50 l vettä samalla puhdistaa sitä. Raakkuja saattaa esiintyä hyvin tiheinä esiintyminä, jopa yli 100 yks/m<sup>2</sup>.

tuu joen pohjalle. Mikäli pohjan olosuhteet ovat pikkuraakulle otolliset, se elää hiekan/soran seassa muutamia vuosia kasvaen noin kolmen senttimetrin pituiseksi. Aikuinen raakku kiinnittyy pohjaan suodattamaan ohi virtaavaa vettä. Raakulla on eräänlainen jalka jolla se pystyy kaivautumaan, kiinnittymään ja myös vaihtamaan paikkaansa. Aikuinen raakku voi elää yli 150-vuotiaaksi ja kasvaa yli 15 cm pituiseksi.



Sukeltaja inventoi pienen puron raakkukantaa.

Aiemmin raakkua esiintyi lähes koko maassa. Jo 1900-luvun alussa koskien ja purojen perkaukset tuhosivat useita raakkuesiintymiä. Tämän lisäksi helmenkalastajien tekemä ryöstöpyynti hävitti raakkukantoja aina 1950-luvulle saakka. Raakku rauhoitettiin vuonna 1955, jolloin helmenkalastus loppui. Nykyään raakkukantoja hävittää toisenlainen ihmistoiminta ja elinympäristöjä uhkaa muutuminen lisääntymis- tai elinkelvottomaksi. Erityisesti raakkujen nuoruusvaiheet ovat

hyvin alttiita elinympäristön muutoksille. Pienten simpukoiden menestyminen riippuu hyvin pitkälle pohjasedimentin olosuhteista. Pikkuraakku ei kykene elämään pehmeillä sedimenttipohjilla, kuten monet muut simpukkalajit, vaan se vaatii puhtaita hiekka- ja sorapohjia. Myös rehevöitymiseen liittyvien muutosten on havaittu olevan erittäin haitallisia nuorille jokihelmisimpukoille.

Useimmissa tapauksissa virtavesikunnostukset ovat keskittyneet pääosin koskissa viihtyvien lohikalojen elinmahdollisuuksien parantamiseen, mutta viime aikoina myös jokihelmisimpukat on otettu kunnostuksissa huomioon. Raakkupuron kunnostaminen vaatii erityistä asiantuntemusta. Sellaisella puro-osuudella, jossa esiintyy nuoria raakkuja (lisääntyvä populaatio) ei ole syytä tehdä kunnostustoimenpiteitä, koska näiden eliöiden olemassaolo kertoo jo puron hyvästä tilasta. Raakkupuron kunnostuksissa tulevat kyseeseen lähinnä toimenpiteet, jotka vähentävät valuma-alueelta tulevaa kiintoaine- ja muuta kuormitusta ja toimenpiteet, jotka kohdistuvat sellaisiin puron osiin, joista raakku on kokonaan hävinnyt. Ennen raakkupuron kunnostamisesta on aina oltava yhteydessä alueelliseen ympäristökeskukseen.

Lisää tietoa:

Oulasvirta, P. (toim.) 2006. Pohjoisten virtojen raakut. Interreg-kartoitushanke Itä-Inarissa, Norjassa ja Venäjällä. Metsähallitus. Gummerus. 152 s.

Oulasvirta, P. (toim.) 2008. Freshwater pearl mussel in Tornionjoki river basin. Interreg III A North. Metsähallitus. Kärkipaino Oy. 83 s.

Valovirta, I., Tuulenvire, P. & Englund, V. 2003. Jokihelmisimpukan ja sen suojelun taso LIFE-Luonto -projektissa. Helsingin yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Moniste, 53 s.

[www.wwf.fi/ymparisto/uhanalaiset\\_lajit/kotimaiset/jokihelmisimpukka.html](http://www.wwf.fi/ymparisto/uhanalaiset_lajit/kotimaiset/jokihelmisimpukka.html)



Raakkuja puron pohjalla.



## 2 Purokunnostushankkeen toteuttaminen

### 2.1

#### **Purokunnostushankkeen toimintakaavio**

Marita Ahola ja Matti Havumäki

PUROKUNNOSTUKSEN TOTEUTTAMISEN TOIMINTAKAAVIO			
Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3	Vaihe 4
Kartoitus	Suunnittelu	Toteutus	Lopputarkastus
Puron inventointi	Kunnostussuunnitelma	Työntekijät	Seuranta
Kunnostusaloite	Luvat	Töiden dokumentointi	
	Rahoitus		

Ryhdyttäessä suunnittelemaan puron kunnostusta, on heti alusta alkaen oltava yhteydessä sekä maa- ja vesialueen omistajiin että viranomaisiin. Maa- ja vesialueiden omistajien myötämielisyys hankkeelle on tärkeää, sillä toimenpiteisiin tarvitaan heidän lupansa. Alueellisesta ympäristökeskuksesta, TE-keskuksesta sekä kunnasta voi kysellä paitsi mahdollisuuksia hankkeen rahoittamiseen myös hankkeen lupa-asioista. Myös vesistöön ja kalastoon liittyviä tietoja sekä apua kunnostussuunnitteluun kannattaa tiedustella.

Pienimuotoisia purokunnostuksia voi hyvin toteuttaa talkootyönä ilman ulkopuolista rahoitusta. Yhteistyöhön voi osallistua mm. kalastusseurat, kylätoimikunnat, luonnonsuojeluyhdistykset ja muut järjestöt. Isomman hankkeen rahoittamiseksi rahoitusta voi saada monestakin eri lähteestä. Purokunnostuksia voidaan rahoittaa esimerkiksi TE-keskusten myöntämällä kalataloudellisten kunnostusten rahoituksella, ympäristökeskusten kunnostushankkeina tai kuntien ympäristö- tai teknisen toimen rahoituksella. Myös yksityiset yritykset ja toimijat voivat olla kiinnostuneita sponsoroimaan hanketta.

### **Ota yhteyttä:**

#### **Luvat kunnostustoimille:**

Maa- ja vesialueen omistajat  
(osakaskunnat)  
Alueellinen ympäristökeskus

#### **Vesistö- ja kalastotiedot:**

TE-keskus/kalatalousyksikkö,  
osakaskunnat, kalastusseurat  
Alueellinen ympäristökeskus  
Kunnan ympäristö- tai tekninen toimi

#### **Rahoitusmahdollisuudet:**

TE-keskus/kalatalousyksikkö  
Alueellinen ympäristökeskus  
Kunnan ympäristö- tai tekninen toimi

#### **Suunnittelun neuvonta:**

TE-keskus/kalatalousyksikkö  
Alueellinen ympäristökeskus  
Kunnan ympäristö- tai tekninen toimi  
Metsähallitus, metsäkeskukset

## 2.2

### **Purojen tilan selvittäminen – purojen inventointi**

Pirkko-Liisa Luhta

Puron tila selvitetään inventoimalla aina ennen kunnostussuunnittelua. Inventoinnissa selviävät sekä puron ongelmat että luontoarvot. Tiedon perusteella voidaan päättää, mitä puroille kannattaa tehdä. Laajojen, esimerkiksi vesistöaluekohtaisten inventointien perusteella kunnostukset voidaan suunnata sinne, missä avuntarve on suurin ja kunnostuksista eniten hyötyä. Vaikka kunnostettava puro olisi jo valittu, tarvitaan inventointia suunnittelun pohjaksi.

Purot virtaavat erilaisten maastojen läpi ja puron ominaisuudet muuttuvat maankäytön seurauksena. Ominaisuuksiltaan yhtenäistä **purojaksoa** käytetään inventoinnin perusyksikkönä. Kun puroon tulee selvä muutos, koskialue muuttuu suvannoksi tai puroon tulee kaivettuja ojia, merkitään kartalle poikkiviivalla uuden purojakson vaihtumiskohta. Puro voi muutaman metrin matkalla muuttua



Puroinventoija pohjan laatua arvioimassa.

luonnontilaisesta kaivetuksi kanavaksi tai peratuksi koskeksi. Purojaksokohtaisten tietojen avulla on helppo suunnitella, kuinka paljon ja millaista kunnostustyötä puron eri osissa tarvitaan.

Inventoinnissa 2-3 hengen ryhmä kävelee puron päästä päähän. Inventointilomakkeelle (liite 1) kirjataan puroon ja rantavyöhykkeeseen liittyvät tiedot ja jokainen purojakso valokuvataan. Kartalle tai maastogis-laitteelle merkitään kohdat, josta on valokuva ja missä purojakso vaihtuu toiseksi. Jos mahdollista, inventointiryhmän yksi jäsen kulkee edellä selvittäen puron kalastoa onkimalla tai virvelöiden.

Inventoijista yksi toimii kirjurina, toinen mittaa puron syvyyksiä, leveysvaihtelua ja valokuvaa. Yhdessä inventoijat arvioivat ranta- ja pohjakasvillisuutta, luonnontilaisuutta ja ihmisen vaikutuksia. Samalla kirjataan, minkälaisia kunnostustoimia purojaksolle on tarpeen tai mahdollista tehdä.

Inventoinnissa käytetään luokittelua 0-5. Jos luonnontilaisuus ja mutkittelu ovat 0, se tarkoittaa että luonnontila on menetetty ja puro on suora. Jos rantakasvillisuuden peittävyydelle on annettu arvo 5, se tarkoittaa, että puro virtaa kokonaan puisen tai pensaiden varjostamassa holvissa. Inventointimenetelmä on tarkemmin selostettu kirjassa Puroinventoinnit Iijoen valuma-alueella vuosina 1998 - 2003. Tähän mennessä on selvitetty 2000 purokilometrin tiedot 500:lta puroilta.

Lisää tietoa:

Hyvönen, S., Suanto, M., Luhta, P.-L., Yrjänä, T. & Moilanen, E. 2005. Puroinventoinnit Iijoen valuma-alueella vuosina 1998-2003. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 403. 94 s.



Törisevä on perattu kuivatusuomaksi.

## Kunnostustoimenpiteiden vaatimat luvat, lainsäädäntö

Tupuna Kovanen

Puron kunnostushanke voidaan usein toteuttaa maa- ja vesialueenomistajien luvalla. Hankealueella saattaa kuitenkin olla erityiseen käyttöön osoitettuja tai luonnoltaan herkkiä alueita, jolloin ympäristöviranomaisen päättää luvan tarpeen. Hankkeella voi olla myös sellaisia haitallisia vaikutuksia, joihin tarvitaan viranomaisen lupa tai lupia. Hankkeesta vastaavan on ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (YVA-laki) mukaisesti oltava riittävästi selvillä hankkeen ympäristövaikutuksista. Vähintäänkin on selvitettävä hankkeen toteuttamiseen vaikuttavat lakisääteiset seikat.

Lupatarpeen kartoitus kannattaa tehdä kaikissa hankkeissa heti hankkeen suunnittelun alkuvaiheessa. Hakemuksiin tarvittavien selvitysten tekeminen voi edellyttää maastotarkastuksia ja inventointeja, joista osa voidaan tehdä vain tiettyyn aikaan vuodesta tai joiden tekeminen voi vaatia pidemmän aikavälin mittauksia.

Purokunnostushankkeissa huomioon otettavia säännöksiä on etenkin vesi- ja luonnonsuojelulaissa, mutta myös metsä-, maankäyttö- ja rakennuslaki voivat tulla tarkasteltaviksi. Joskus tarvitaan useamman lain mukaisia lupia. Yhden lain mukainen lupa ei poista toisen lain luvan tarvetta eikä yhden lain mukainen lupa takaa, että toisen lain mukainen lupa myönnetään. Hyvä yleisviranomaisen on alueellinen ympäristökeskus, missä on laaja-alaista ympäristövaikutusten selvittämiseen ja lupa-asioihin liittyvää osaamista.

### Vesilaki

Kunnostushankkeisiin tarvitaan aina maanomistajan lupa. Vesilain mukainen viranomaisen lupa voi olla tarpeen, jos kunnostushankkeesta aiheutuu vahinkoa luonnolle, ihmisten terveydelle tai omaisuudelle. Lupa- viranomaisena on tällöin ympäristölupavirasto. Alueellinen ympäristökeskus tarkastaa hankesuunnitelmia, neuvoa lupa-asioissa ja antaa lausunnon kunnostushankkeesta ja luvantarpeesta.

Vesistöjä koskevat yleiset sulkemis-, pilaamis- ja muuttamiskiellot, lisäksi on kielletty muuttaa maa- aluetta vesialueeksi ilman lupaa. Vesilaissa on myös suoraan suojeltu eräitä pienvesiluontotyyppisiä, joiden muuttaminen on kiellettyä ilman lupaa. Pohjaveden pilaamiskielto on ehdoton.

Vesitalousluvan hakemiseen tarvittavat asiakirjat ja selvitykset on lueteltu vesiasetuksessa (6.4.1962/282). Myös ympäristöhallinnon internet-palvelussa on runsaasti asiaa käsittelevää tietoa ja ohjeita ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) -> Lupa-asiat).

Laissa on säännöksiä myös ruoppauksesta, ruoppausmassojen sijoituksesta, ojituksesta ja kosteikkojen rakentamisesta, mitkä voivat tulla sovellettaviksi, jos hankkeeseen liittyy valuma-alueen kunnostustoimenpiteitä. Yleensä purokunnostushankkeissa nämä toimet ovat pienimuotoisia ja haittavaikutuksiltaan niin vähäisiä, että maanomistajan lupa riittää toimenpiteeseen.

**Puron kunnostusta suunnittelevan tulee aina pyytää ympäristökeskuksen lausunto lopullisesta suunnitelmasta. Lausuntopyynnössä kannattaa mainita, että pyytäjällä haluaa arvion, onko vesilain mukainen lupa tarpeellinen hankkeelle.**

## Luonnonsuojelulaki

Kunnostushankkeen tavoitteet ovat ympäristön tilaa parantavia, mutta kunnostushanke voi olla myös ristiriidassa luonnonsuojelun kanssa. Hankkeen suunnitteluvaiheessa pitää selvittää mahdolliset suojelukohteet ja arvioida hankkeen niihin kohdistamat vaikutukset. Luonnonsuojeluasioissa neuvoo alueellinen ympäristökeskus. Ympäristökeskuksesta saa tietoa luonnonsuojelukohteista sekä rauhoitettujen ja uhanalaisten lajien esiintymistä.

Ympäristökeskuksen poikkeamislupa voidaan tarvita silloin, kun kunnostettava alue on yksityisellä luonnonsuojelualueella, alueella on luonnonsuojelulain mukainen luontotyyppi, erityisesti suojeltavalle lajille tärkeä elinympäristö tai alueella elää rauhoitettu tai luontodirektiivin tiukasti suojeluma laji. Valtion hallinnassa olevien luonnonsuojelualueiden rauhoitusmääräyksistä poikkeamiseen tarvitaan alueen hallinnasta vastaavan viranomaisen lupa; valtaosaa valtion luonnonsuojelualueista hallinnoi Metsähallituksen luontopalvelut. Natura-alueita koskee suojelutalanteesta tai -tavasta riippumatta hankkeiden vaikutusten arviointivelvoite; viranomaisen ei voi myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen, jos arviointi osoittaa hankkeen merkittävästi heikentävän alueen luonnonarvoja.

## Maankäyttö- ja rakennuslaki

Purokunnostushankkeita toteutetaan myös taajaan asutetuilla alueilla, joilla on voimassa maankäyttöä ohjaava yleis- tai asemakaava. Kaavoilla osoitetaan alueita eri käyttötarkoitukseen ja niihin sisältyy alueiden käyttöä ohjaavia kaavamääräyksiä, jotka on otettava huomioon hanketta suunniteltaessa. Kaavamääräys voi edellyttää esimerkiksi maisematyöluvan hakeamista hankkeelle. Kaavoitusasioissa lupaviranomaisena toimii kunta, jonka kanssa on muutoinkin hyvä olla yhteistyössä suunniteltaessa

hanketta oli se kaava-alueella tai ei. Vaikkei erityistä lupaa tarvitakaan, voi hankkeella olla vaikutusta esimerkiksi hulevesien johtamiseen. Kunnassa yhteys kannattaa ottaa joko ympäristötoimeen tai tekniseen toimeen.

Myös maakunnan liiton laatimassa maakuntakaavassa voi olla aluetta koskevia suojelumääräyksiä.

### 2.4

## Kunnostussuunnitelma

Matti Havumäki ja Eero Moilanen

### 2.4.1

## Purokunnostuksen tavoitteiden asettaminen

Purokunnostuksen tavoitteena voi olla purossa esiintyvän lajin, esimerkiksi taimenen, jokihelmisimpukan tai ravun elvyttäminen, puron vedenlaadun ja alapuolisen vesistön kuormituksen vähentäminen ja sen myötä virkistys- ja käyttöarvon parantaminen. Purojen kunnostamisella voidaan vaikuttaa myös valuma-alueiden vesitalouteen (esimerkiksi tulvavirtaamien hidastaminen ja tasaaminen). Tavoitteena voi olla myös puronvarren kasvillisuuden ja eliöstön elvyttäminen ennen perkauksia vallinneen tilan mukaisiksi. Taimenpuroksi ei kannata tavoitella puroa, joka ei sitä koskaan ole ollut.

### 2.4.2

## Maastotyöt

Maastoon tarvitaan kartta, kompassi, merkin-tänauhaa, inventointilomakkeita ja muistiinpanovälineitä. GPS:ään tallennettu tieto voidaan siirtää suoraan paikkatieto-ohjelmiin, jolloin kunnostussuunnitelmaa voidaan arvioida ja tarkentaa muun paikkatietoaineiston (suojelurajaukset, kiinteistörajat ym.) tukemana.



Kunnostussuunnitelmaa tarkennetaan maastossa.

Kunnostussuunnitelmassa valuma-aluetta tarkastellaan laajemmin ja yksityiskohtaisemmin kuin varsinaisessa puroinventoinnissa. Muutosten vaikutukset puroomaan arvioidaan ja suunnitellaan tarvittavat kunnostusmenetelmät.

Valokuvia otetaan jo suunnitteluvaiheessa selkäläisiltä paikoilta, josta niitä on helppo ottaa myös kunnostuksen jälkeen. Kunnostusjaksot ja -kohteet, valokuvauspaikat ja koneurat merkitään maastoon kuitunauhalla tai paaluilla.

#### 2.4.3

### Kirjallinen kunnostussuunnitelma

Kunnostussuunnitelma on valmisteltava huolellisesti, koska sen perusteella hankitaan

myös suostumukset kunnostustoimenpiteisiin maanomistajilta ja ympäristökeskus arvioi vesilain mukaisen luvan tarpeen. Myös rahoittajat arvioivat rahoituksen myöntämisedellytyksiä suunnitelman perusteella.

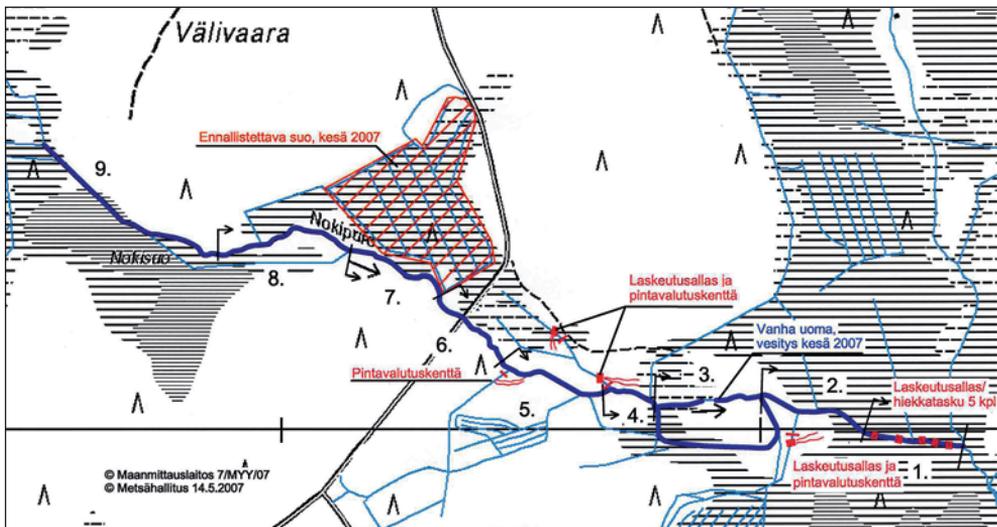
Kunnostussuunnitelmaa varten selvitetään etukäteen puron historiaa ja nykyistä tilaa. Paikallisilta asukkailta voi kysellä tietoja puron kalastosta, kalastuksesta, vedenlaadusta ja eliölajeista. Taimenen kutualueita ja kutevan kannan kokoa voi selvittää syys-lokuun vaihteen kuturetkillä puroille. Tärkeitä ovat tiedot puron ja valuma-alueen nykyisestä käytöstä ja niissä tapahtuneista muutoksista. Puron ja valuma-alueen kunnosta kertoo paljon, jos vedenlaatu on ajoittain huono ja puro kärsii vähävetisyydestä.

Puron inventointi-, vesinäyte- ja sähkökalastustietoja voi kysyä Riistan- ja kalantutkimuslaitokselta, Metsähallituksesta ja alueelliselta ympäristökeskukselta, josta saa tietoa myös puron tai valuma-alueen kunnostuksia mahdollisesti rajoittavista eliölajeista ja suojelualueista. Valuma-alueen muutoksista saa tietoa metsäkeskuksesta ja Metsähallituksesta, sekä vanhoja ja uusia maastokarttoja vertailemalla.

Kunnostussuunnitelman johdannossa esitellään puron sijainti, valuma-alue, putouskorkeus, pituus sekä tietoja vedenlaadusta ja kalastosta. Johdannossa käydään läpi myös puron historiaa sekä nykyisiä ongelmia ja kunnostustöiden tavoitteita.

Puruomaan ja valuma-alueeseen kohdistuneet muutokset sekä tehtävät kunnostustyöt ja -menetelmät (käsin tai konetyönä) esitellään purojaksoittain. Kunnostusta voi rajoittaa esimerkiksi uhanalainen laji tai suojelualue (esimerkiksi Natura-alue), jolloin viranomaiselta on pyydettävä lausunto kunnostustöiden mahdollisista vaikutuksista niihin. Lopuksi suunnitelmassa esitetään kunnostustöiden aikataulu ja maanomistajien suostumukset.

Kunnostussuunnitelmaan liitetään puron inventointitiedot ja kunnostuskohteita esittäviä valokuvia sekä kartta, esimerkiksi mittakaavassa 1:10 000, johon on merkitty kiinteistörajat, valuma-alue, purojaksot ja tärkeimmät niihin tehtävät kunnostustyöt ja mahdolliset rajoitukset.



Kunnostussuunnitelmapaketti, esimerkkinä Nokipuro Pudasjärvellä.

## Yleiset ohjeet purokunnostajille

Matti Havumäki ja Eero Moilanen

### 2.5.1

#### Yleistä kunnostuksista

Oikein kohdennettu yksittäinenkin kunnostustoimenpide saattaa palauttaa puroon elinvoimaisen taimenkannan, jos mm. vedenlaatu ja virtaamat ovat taimenen elinkierron kannalta riittäviä. Kriittisiä tekijöitä taimenen menestymisessä voivat olla kutualueiden tai talvehitimissyvänteiden puute. Myös vaellusesteen poistaminen voi yksistään palauttaa suuren osan purosta kalojen käyttöön ja vahvistaa puroon kalakantaa.

Usein tilanne ei ole näin yksinkertainen, vaan kunnostettavalla purolla on monia eri ongelmia. Tavallisimmat syyt esimerkiksi taimenkannan heikkenemiseen ovat perkausten aiheuttamat mataluus, suojapaikkojen ja kutualueiden puute sekä valuma-alueen muutoksista aiheutunut virtaamien äärevöityminen, kiintoainekuormitus ja vedenlaadun heikkeneminen.

Valuma-alueen muutoksista puroon aiheutuneet haitat voivat hieman vähentyä vuosien kuluessa. Esimerkiksi vedenlaatu voi parantua kaloille suotuisammaksi. Uomaan kohdistuneista muutoksista, kuten hiekoittuminen tai uomaperkaukset, purot sen sijaan toipuvat hyvin hitaasti.

Purojen kunnostaminen ei ole vain virtapaikkojen kunnostamista. Taimen tarvitsee viileää ja hapekasta vettä, syvänteitä, soraa kutualueiksi, koskia pienpoikasille ja kasvillisuutta suojaksi pohjaeläinravinnolleen.

### 2.5.2

#### Kunnostusajankohta

Paras ajankohta kunnostuksille on keski- ja loppukesä. Taimen- ja harjuspuroissa kunnostuksia tulee välttää keväällä ja alkukesällä kuoriutuvien poikasten takia. Kunnostustöiden aiheuttamat samentumat ja liikkuminen purouomassa voivat haitata mäti- ja ruskuaispussivaiheen poikasia. Myöhemmin kesällä kalanpoikasten kasvaessa kunnostustöistä ei aiheudu merkittävää haittaa poikasille.

Alivirtaaman aikaan tehdyistä kunnostuksista tulee usein liian varovaisesti tehtyjä. Tulva-aikaan rakenteiden asentaminen ja jopa liikkuminen purovarressa voi olla hankalaa.



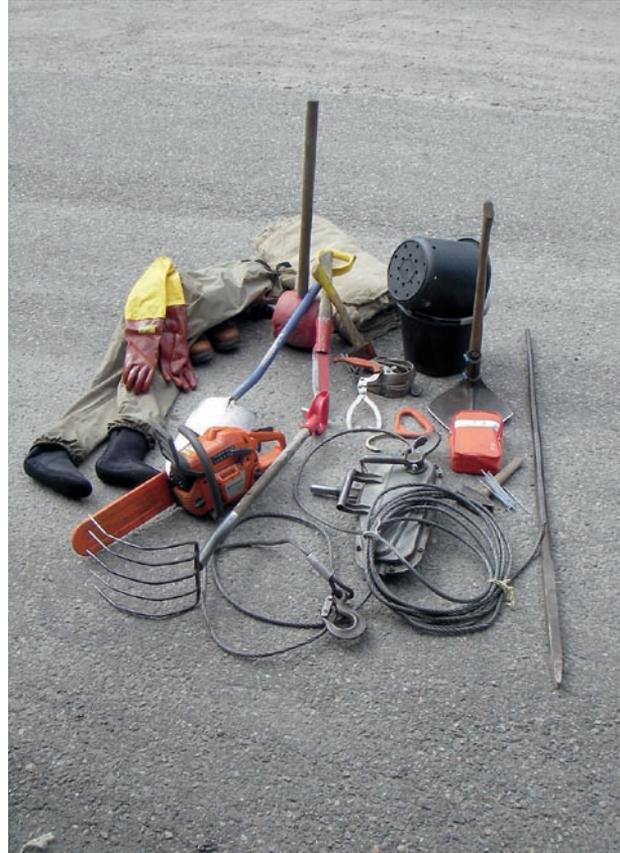
### 2.5.3

#### Varusteet

Purokunnostaja tarvitsee kunnostuslupien ja -suunnitelman lisäksi monenlaisia välineitä. Kunnostuskohteesta riippuen tarvikelistalla voi olla:

- rautalapioita, -kankia ja leka
- kuokkia
- paksukahvaisia ja pohjasta rei'itettyjä sankoja soran putsamiseen ja siirtämiseen
- vasara ja eri pituisia nauloja (suisteisiin ym. vähintään 6")
- kirves, käsisaha ja vesuri
- tukkisakset
- moottorisaha ja tarvikkeet
- talikosta tehty karhi tai hara sammaleisten vanhojen uomien putsamiseen
- vetotalja
- välppä kutusoran seulontaan
- hammppu/juuttisäkkejä/suodatinkangasta
- narua/rautalankaa
- varrellisia kumihanskoja ja puuvillaiset sisähanskat
- kahluusaappaat ja -housut
- pressu tai kota sateen suojaksi ja tavaroiden peitoksi
- ensiapupakkaus
- kamera, GPS ja niihin vedenpitävät suojat
- tussit ja kuitunauhaa maastomerkintään
- mittanauha

Riittävä ja asianmukainen vaatetus on aina tarpeen. Mukaan kannattaa ottaa myös vaihtovaatteet ja pakata kosteudelle herkkä tavara vedenpitävästi.



Kokoelma maastotyötarvikkeita.

## 3 Kunnostusmenetelmät

Eero Hartikainen, Matti Havumäki ja  
Eero Moilanen

*Purokunnostukset jaetaan uoma- ja valuma-  
aluekunnostuksiin. Uomakunnostuksilla pyritään  
lisäämään puron monimuotoisuutta ja valuma-  
aluekunnostuksilla parantamaan veden laatua  
ja tasaamaan valuntaa.*

3.1

### **Vanhan uoman vesittäminen**

Vanhan luonnonuoman vesittäminen on puron ennallistamista. Vanha uoma vesitetään aina kun se on mahdollista, vaikka metsäojaksi kaivetun puron viereen kuivilleen jäänyt vanha uoma olisi kasvanut lähes umpeen ja sijaitsisi korkeammalla kuin ojauoma. Lopputulos on siten luonnonmukainen ja elinolosuhteiltaan kanavaa parempi. Lyhyetkin jaksot vesitettyä vanhaa uomaa ovat arvokkaita puron kokonaisuutta ajatellen.

Vanhan uoman vesittämiseksi umpeenkasvanut uoma puhdistetaan ja kaivettuun uomaan rakennetaan puu- tai kivipato.

Umpeenkasvaneen vanhan uoman puhdistamisella saadaan uomaan riittävä virtaus ja vähennetään patoon kohdistuvaa vedenpainetta. Puhdistaminen tehdään käsin tai kaivinkoneella. Käsin puhdistamisessa käytetään lapiota ja kuokkaa. Soistuneilla ja vetisillä uomilla sammalkasvuston poistamisessa hyväksi koettu väline on pitkäpiikkinen talikosta väännetty haravakarhi.

Uoma voidaan puhdistaa kokonaan tai jättää osa virtauksen puhdistettavaksi. Suuremmilla putouskorkeuksilla yleensä riittää, kun osa uomasta puhdistetaan. Vuosien saatossa virtauksen voima puhdistaa uoman lopullisesti.



Kanervaojan kuivilleen jäänyt ja umpeen kasvnut vanha uoma puhdistettuna ja vesitettynä.



Vanhaa umpeenkasvanutta uomaa puhdistetaan.

Uoman pohjalla säilynyt vanha puuaines jätetään puhdistamisen yhteydessä paikoilleen elävöittämään vesitettyä uomaa. Uoman virtapaikat viimeistellään tarvittaessa kutusora-koilla ja sammalkivillä.

Jos uomaa on kunnostettu hiekkaa liikuttavilla rakenteilla, esimerkiksi altakaivajilla ja virranohjaimilla, kannattaa alapuolinen vanhauoma aukaista ja vesittää aikaisintaan kahden vuoden päästä kunnostuksesta. Ensimmäisten kevättulvien liikkeelle saama hiekka laskeutetaan vanhan uoman sijaan kaivettuun uomaan ja sen reunoille.

Pato tehdään hieman muuta maastoa korkeammaksi mahdollisen painumisen tai tulvan aiheuttaman kulumisen vuoksi ja vesi ohjataan tulvavirtaamiseen vanhaan uomaan. Patoa ei rakenneta alueelle, jossa on vaarana rantametsien vettyminen, ellei tästä ole maanomistajan kanssa erikseen sovittu. Koskiosuuksilla patoamiskohta sijaitsee mahdollisimman lähellä peratun uoman ja vanhan uoman risteystä. Patoa ei kannata tehdä jyrkälle osuudelle, jossa virranpaine rakennetta kohtaan on suuri ja padon yli menevää tulvavirtausta ei saada hallittua.



Hirsiseinillä vahvistettu maapato kanavan suulla.

Puurakenteinen pato soveltuu parhaiten loiville ja helposti syöpyville puro-osuuksille. Hyväksi havaittu rakenne on kahdella hirsiseinällä vahvistettu puupato, jonka väli tiivistetään kivennäismaalla ja kuntalla. Patoihin tarvittava täytemaa voidaan ottaa esimerkiksi puhdistettavan vanhan uoman pohjalta.

Kivipato rakennetaan virran suuntaisesti riittävän pitkäksi, jolloin se kestää paremmin virranpainetta. Runkona käytetään mahdollisimman suuria tukikiviä ja tiivisteenä pientä kiveä ja soraa.

Patorakenteelle on aina tehtävä pohjatyöt. Herkästi syöpyvässä maaperässä vesi alkaa helposti virrata padon alta tai ohi. Rakenne

kaivetaan kiinteään pohjaan asti ja tiivisteeseen suodatinkankaalla tai muulla vastaavalla. Myös padon sivut upotetaan ohivirtauksen estämiseksi riittävän pitkälle rantapenkkeihin. Painokivikerroksella varmistetaan kevyen turpeen painuminen tiiviisti padon pohjaa vasten. Tärkeätä on myös estää tulva-aikainen oikovirtaus vanhasta uomasta kanaan, koska eroosioherkillä alueilla virtaus voi aiheuttaa uoman syöpmisen takaisin kaivettuun ojaan. Myös padon maisemointiin tulee kiinnittää huomiota.

Patojen rakentaminen käsin on työlästä ja aikaa vievää, joten kaivinkoneen käyttö on suositeltavaa aina kun se on mahdollista. Kaivinkone on kustannustehokas myös muissa suuritöisissä uomakunnostuksissa.



Suoraksi kaivettu kanava on tukittu padolla ja vesi johdettu takaisin vanhaan uomaan.

### 3.2

## Kiveäminen

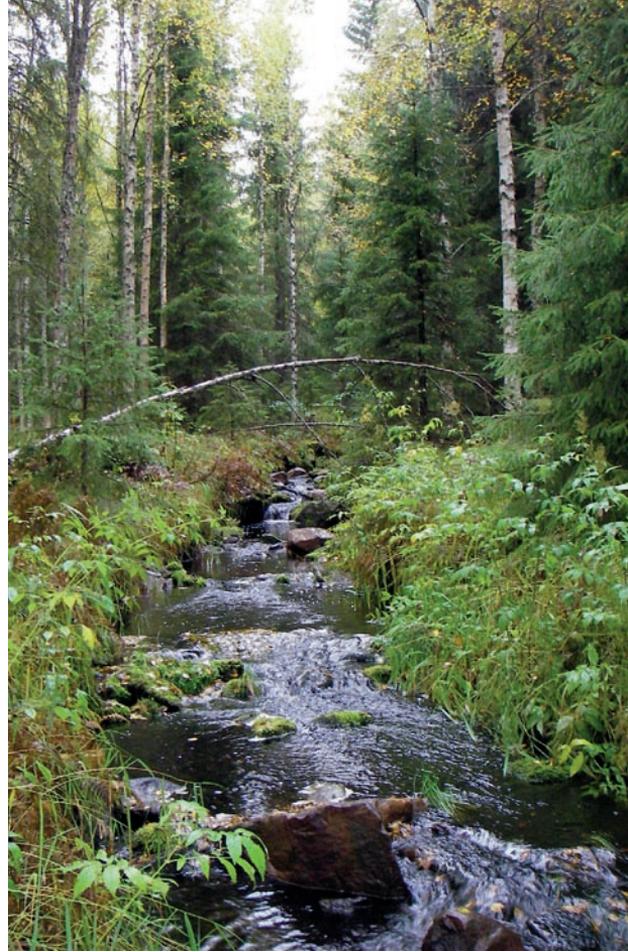
Puroja on perattu uittoa sekä maa- ja metsätalouden peruskuivatusta varten. Perkauksia on tehty myös tienrakennuksen yhteydessä ja puromyllyjen kanavia varten. Purouiton perkaukset ovat käsin ja räjäyttämällä tehtyjä uoman suoristamisia. Perkuukivistä ja hirsistä on myös tehty pengerryksiä ja uitto-kouruja. Perkauksissa keskiuoman kivet on poistettu tai purolle on kaivettu uusi uoma alkuperäisen viereen. Kiviseen maaperään peratut jyrkät uomat ovat vuosikymmenien saatossa usein muotoutuneet lähes luonnontilaisen näköiseksi.

#### Peratun uoman tunnistaa, jos:

- rannoilla on perkuukiviä
- uoma on suora ja leveys- ja syvyysvaihtelua on vähän (kanavamaisuus)
- virtaus on tasaista ja suoraviivaista
- uomasta puuttuvat isot kivet, puuainees ja sammalia on vähän.
- sora ja hienompi aines on kulkeutunut kosken loppuun
- luonnontilaisen puron koskelle tyypillinen soliseva ääni puuttuu

Luonnontilaisessa purossa pienempien kivien ja maa-ainesten lajittuminen uoman eri osiin vuorottelevat lähes samoin periaattein kuin suuremmissa joissa. Ulkokaarteet ovat usein syvempiä ja sisäkaarteisiin on kertynyt hienompaa kivimateriaalia, soraa ja hiekkaa. Tätä lajittumista voi myös kiveämisessä matkia.

Kivien irrotteluun rantapenkoista käytetään rautalapiota ja -kankia. Suurempien kivien liikuttamiseksi voidaan käyttää myös erilaisia taljoja, joiden vetokapasiteetti on yli 2000 kg. Taljoihin liitetyt vahvat silmukkanostovyöt soveltuvat hyvin kivien siirtelyyn. Liinalle kannattaa varata reilusti pituutta, jotta sen saa kunnolla sidottua suuren kiven ympäri.



Virtausta vastustavilla kivillä voidaan lisätä syvyys- ja leveysvaihtelua kunnostettavilla alueilla.

Kynnykset ja suisteet tehdään ensin, koska niihin tarvitaan eniten kiviä. Jyrkissä uomissa kynnykset lisäävät kosken vesitilavuutta ja monipuolistavat virtausolosuhteita. Kun vedenkorkeudet ja päävirtaukset ovat kynnyksillä ja suisteilla saatu sopiviksi, on välien kiveäminen ja kutusoraikkojen tekeminen tämän jälkeen helpompaa. Kynnykset ja suisteet rakennetaan suurista kivistä ja tiivistetään pienemmillä kivillä ja soralla. Näin rakenteista tulee kestäviä ja tiiviitä ja niiden vettä nostava ja ohjaava vaikutus säilyy myös alivirtaamilla.

Isot kivet monipuolistavat uoman virtausolosuhteita ja ovat rakenteena toimivia alivirtaamasta tulviin. Virtauksen monipuolistuminen



Suuri perkauskivi vedetään taljalla takaisin uomaan.



Isot kivet monipuolistavat uoman virtausta.

lajittaa uoman pohjamateriaalia ja luo kaloille suojapaikkoja. Isot kivet myös varjostavat uomaa ja sopivassa paikassa lisäävät uoman leveysvaihtelua.

Puroissa jäät eivät juurikaan siirtele kiviä, joten isot kivet asetellaan tiiviisti levein sivu pohjaa vasten ja yleensä tumma ja sileämpi puoli ylöspäin. Näin kiveämisestä saadaan maisemallisestikin paremman näköinen. Yksittäisten kivien lisäksi kannattaa kiviä laittaa myös ryhmiksi, jolloin niiden taakse muodostuu laajempia hidasvirtaisia kosteita ja akanvirtoja. Koskialueille tulisi jättää myös kiveämättömiä alueita, ns. peilipintoja, jotka ovat tärkeitä syönnöspaikkoja mm. taimenelle ja harjukselle.

Poikasalueille sopivat matalat ja hidasvirtaiset alueet. Poikasalueille tehdään kiviryhmiä, jotka ulottuvat keskivedenkorkeudella reilusti vedenpinnan yläpuolelle. Näin vastakuoriutuneilla poikasilla on mahdollisimman paljon suojaa kevättulvalla sorasta nousun jälkeen.

Kunnostusalueen luontaisia soraikkoja ja monttuja ei kivetä. Kutualueelle voi laittaa joitakin kiviä kutukalojen suojakiviksi tai ohjaamaan sopivaa virtausta soraikolle. Kivet myös nopeuttavat syksyllä soraikkoa suojaavan jääkannen muodostumista ja kannattelevat jääkantta kevättalvella alivirtaama-aikaan painumasta soraikkoa vasten.

Kivetty alue viimeistellään sammalkivillä vesisammalten elpymisen nopeuttamiseksi. Koskialueelle voi myös kiilata puusuisteita kivien väleihin.



Ulkuoja. Kaavamaisesti kivetty koski.



Hallajoen kivettyä koskea.



Monttuja ja kynnyksiä Törisevällä.



Vantunlammenojan kunnostustöitä.

### 3.3

## Puulla kunnostaminen

Eero Moilanen

Puuta voidaan hyödyntää monella tavoin purojen ja jokien kunnostuksessa. Puurakenteet sopivat varsinkin hiekoittuneen ja liettyneen puron kunnostamiseen, jossa puurakenteita voidaan käyttää pohja-alueiden sekä kutusoraikkojen puhdistamiseen. Puiset rakenteet sopivat myös kiintoaineen pidättämiseen ja tulvittamiseen ranta-alueille. Kalojen suoja- paikkojen lisäksi rungot luovat uomaan varjostusta ja näkösuojaa, joilla on merkittäviä biologisia vaikutuksia. Puuaines toimii myös pohjasammalien kasvualustana, jolla on merkittävä vaikutus pohjaeläinrunsaudelle.

Puurakenteiden vaikutukset näkyvät heti virtausolosuhteiden ja suoja- paikkojen monipuolistumisena. Osa vaikutuksista näkyy vasta yhden tai useamman tulvan jälkeen, kun kiintoaine lajittuu ja kasautuu. Pitkällä aikavälillä tavoitteena on myös kasvillisuuden elpyminen sekä luontaisen tulvan palautuminen, joka jatkaa puron hidasta muutosta luonnontilaisemmaksi.

### 3.3.1

## Puurakenteita ja asennustapoja

Tulvakorkeuden ja veden paineen arvioiminen on olennainen osa puurakenteiden mitoituksessa. Rakenteiden sijoittelussa huomioidaan puron pituus- ja poikkileikkaus, virtaus- ja syvyysolosuhteet (tulva-aikaan, alivirtaamalla) sekä pohjanlaatu. Myös puron luontainen tulvimisherkkyys kannattaa huomioida. Esimerkiksi voimakkaasti pohjavesivaikutteiset purot voivat olla heikkoja tulvimaan, jolloin rakenteissa suositaan mieluummin uoma muokkaavia ja hiekkasitovia kuin tulvittavia rakenteita.

Rakenteita on hyvä tehdä monipuolisesti, koska muutamasta perusrakenteesta voi yhdistelemällä tehdä useita erilaisia sovelluksia. Rakenteilla ei välttämättä tarvitse olla välitöntä vaikutusta uomaan tai virtaukseen. Rakenne voi olla maisemallinen tai kunnostusrakenteita elävöittävä. Puuta voi sijoittaa myös uoman päälle ja tulvivalle maa-alueelle ohjamaan tulvaveden mukana kulkevaa kiintoainetta sivummalle uomasta.



Tehokkaimpia rakenteita kiintoaineen siirtämiseen ovat ns. **altakaivajat** (esim. poikkisuisteet ja –padot), joiden alitse virtaus pakotetaan kokonaan tai osittain. Voimistunut virta saa uomaan kertyneen hienoaineksen liikkeelle ja kaivaa uomaan kuopan. Alta-kaivajat ovat tehokkaimpia, kun ne rakennetaan kohtisuoraan virtaukseen nähden. Rakenteen ylälaidan tulisi olla uoman penkkojen korkeudella ja alalaidan mahdollisimman lähellä pohjaa. Altakaivajien teho heikkenee, jos ne rakennetaan liian lähelle toisiaan.

**Maalle tulvittavien patorakenteiden** pitää olla *seinältään* tiiviitä ja tehokkaasti *tulvavirtausta* ohjaavia. *Alivirtaamalla vesi kulkee kokonaisuudessaan rakenteen alitse siten, että kalan kulku ei esty.* Osa rakenteista tehdään puron tulvavedenpinnan tasoa korkeammiksi ja sijoitetaan mutkiin tai matalarantaisille virtapaikoille, joissa uomalla on taipumus tulla. Rakennetta voidaan jatkaa myös maalle hyödyntämällä tulvatasanteille johtavat luontaiset painanteet, jolloin tulviminen ja kiintoaineen laskeutuminen rannoille tehostuu. Rakenne sijoitetaan, uoman putouskorkeudesta riippuen, vähintään muutama metri halutun tulvituskohdan (esim. painanne) alapuolelle. Rakenteen välittömässä läheisyydessä virtaus pyrkii imemään uomassa kulkevan kiintoaineen rakenteen ohi alavirtaan, joten tulvituskohdan tulee sijaita rakenteen vedenpintaa nostavan (virtausnopeutta hidastavan) ja ylhäältä tulevan nopeamman virtauksen rajapinnassa. Yleensä, mitä suurempi uoman putouskorkeus on, sitä lähemmäksi tulvitettavaa kohtaa rakenne voidaan sijoittaa.

Suurille uomanosille voidaan asentaa yksinkertaisia **pohjaa muokkaavia ja virtausta monipuolistavia rakenteita**, suisteita, varjoksia, liekopuita ym. Suisteet soveltuvat hyvin uoman kaventamiseen, syventämiseen ja kiintoaineen sitomiseen. Suurimman uomaa muokkaavan vaikutuksen aikaansaamiseksi niiden tulisi olla yli puolen uoman levyisiä

ja korkeudeltaan uoman pohjasta vähintään rantatörmän tasolle. Suisteilla voidaan jäljitellä myös uoman luontaista mutkittelua rakentamalla niitä vuorotellen uoman molemmille puolille.

Ulkokaarteisiin sopivat **virran nopeutta kiihdyttävät ja kaivavat rakenteet**, sisämutkiin ja matalille rannoille **hiekkaa sitovat ja maalle tulvittavat rakenteet**. Hiekkaa sitovien hirsikoukkujen ja –laatikoiden asentamisessa on tärkeää sopiva korkeus (vähintään törmän korkeus), jotta hiekka pääsee tulvimaan ja sitoutumaan rakenteen taakse. Myös ulkomutkiin voidaan asentaa risuista tehtyjä hiekan keräimiä siten, että risupatja sidotaan painokerroksella raollaan olevan hirsiseinä taakse ja ohjataan suisteella virtausta keräintä vasten.

Suisteissa, padoissa ja lavoissa käytetään suorarunkoista puuta, jotta seinämästä saadaan tiivis. Seinämien ja suisteiden tiivistäminen onnistuu kätevästi, kun puiden saumakohta viistetään moottorisahalla tasaiseksi ennen kiinnitystä.

Puusuisteet kiinnitetään puron pohjaan hakekattaviin paaluihin. Paalut lyödään lekalla rakenteen molemmille puolille ja kiinnitys varmistetaan pitkillä nauloilla. Hiekoittuneissa puroissa paalut hakataan mielellään kiinteään pohjaan asti. Liian pintaan asennetut paalut irtoavat helposti rakenteen aiheutta-



Puurakenteita valmiina puroon asennettavaksi.

man syöpmisen takia. Poikkisuisteiden päät upotetaan paalukiinnityksen lisäksi törmiin muutaman kymmenen sentin matkalta ja päät tiivistetään esimerkiksi turpeella. Rakenteiden alimmat kerrokset upotetaan jo asennusvaiheessa syvään hiekkaan, jotta haluttu tiivistävä tai kaivava vaikutus olisi mahdollisimman suuri. Altakaivavien rakenteiden alle voi kiinnityksen jälkeen kaivaa lapiolla uran, jota pitkin vesi pääsee virtaamaan.

**Monikerroksisia poikkisuisteita** voidaan kiinnittää myös siten, että rakenne mitoitetaan joitakin kymmeniä senttejä uomaan leveämmäksi ja naulataan valmiiksi paaluilla yhteen, jonka jälkeen suisteiden molemmat päät viistetään moottorisahalla teräväksi kiilaksi ja rakennelma hakataan lekalla suoraan törmien läpi pohjaa vasten. Myös yksittäisiä suisteita, seipäitä, varjostuksina käytettäviä lavoja, hirsikoukkuja ym. voi teroittaa vain toisesta päästä ja hakata lekalla törmään kiinni.

Rakenteiden väleihin voi laittaa erimittaista puutavaraa virran vietäväksi ja antaa puuden upota ja kerääntyä kasoiksi luontaisille paikoilleen. **Ajopuiksi** sopivat erimittaiset

rungot, oksaiset rungon pätkät ja järeät pölyt. Ajopuiden tarkoituksena on liikkua ja vaihtaa paikkaa tulvien mukana ja muokata uoma luontaisesti. Oksantynkien varassa rungonpätkät pysyvät hieman pohjan yläpuolella, eivätkä painu hiekan sisään. Esimerkiksi kevytrakenteisella metsäkoneella voi sopivin välimatkoin katkoa erimittaista puuta puroon virran vietäväksi. Koneen kouralla voi osan puusta kiilata valmiiksi kiinni rantatörmiin. Vaikeakulkuisissa maastoissa puutavaran voi kuljettaa puronvarteen joko mönkijällä tai moottorikelkalla ja laittaa esimerkiksi tulva-aikaan virran vietäväksi.

### Puumateriaali

Rakenteissa käytettävät puut kaadetaan vähintään valtapuuston rungonmitan päästä uomasta. Varjostuksina käytettäviä yksittäisiä puuta voi kaataa myös purouoman reunalta. Puiksi valitaan pääasiassa harvennuspuuta, vioittunutta puuta tai muuta tukkipuiksi kelpaamatonta havupuuta. Sopiva rungon läpimitta on rinnankorkeudelta noin 10 – 20 cm. Puutavaran käytöstä on sovittava etukäteen maanomistajan kanssa ja tehtävä metsänkäyttöilmoitus metsäkeskukseen.



Hirsisuisteiden tekoa.

Puut kuljetetaan työkohteille kantamalla, mönkijällä tai talvella moottorikelkalla, joka on osoittautunut hyväksi ja kustannustehokkaaksi menetelmäksi. Talvikuljetukset kannattaa suunnitella etukäteen tärkeimpien rakenteiden osalta, jolloin tarvittava puuainekesällä lähellä työkohtetta.

Puutavaran menekin laskemisessa nyrkisääntönä on 1-2 metriä leveillä puroilla noin 2 metriä ja yli kaksi metriä leveillä puroilla vähintään 3 - 4 m puutavaraa kunnostettavaa puometriä kohden.

### 3.3.2

#### Rakenteiden mitoittaminen

Hannu Marttila, Simo Tammela ja Bjørn Kløve

Kunnostusrakenteiden suunnittelussa huomioidaan purojaksen hydrologiset, rakenteelliset sekä biologiset ominaisuudet. Väärä kunnostusrakenne voi aiheuttaa hallitsematonta eroosiota, rakenteen hajoamisen ja liian lähelle muita rakenteita sijoitettuna tavoiteltujen hyötyjen häviämisen. Yleinen virhe on asettaa kunnostusrakenteet liian lähelle toisiaan, jolloin alimmaisen rakenteen padotus aiheuttaa liiallista virtausnopeuden vähenemistä ja vähentää yläpuolella olevan rakenteen toimivuutta.

Virtavesien hydraulikan perusteiden tunteminen on olennaista suunniteltaessa kunnostusrakenteita. Yksittäisen rakenteen toiminta sekä syöpymän tai kasautumisen kohta on suhteellisen helppo ennakoita. Rakenteiden monimutkaisuuden lisääntyessä tai sarjoja rakennettaessa, niiden toimintaa on vaikeampi ennustaa. Olemassa olevan rakenteen toiminnan tarkkailu antaa kuitenkin jo hyvän kuvan siitä, miten samanlainen rakenne toimisi uudessa kohteessa. Haluttujen hyötyjen saavuttaminen riippuu monista tekijöistä, jotka

rakenteen suunnittelussa ja rakentamisessa tulisi ottaa huomioon:

- rakenteen aiheuttama uoman kuristuma
- rakenteen sijoittuminen uoman poikkileikkauksessa ja sen korkeus suhteessa virtaamiin ja rantavyöhykkeeseen
- rakenteiden välimatka
- rakenteiden asettelu uomassa
- sedimenttilähde ja pohjasedimentin laatu
- hydrologia
- aika

Rakenteiden välinen etäisyys ja järjestys vaikuttaa jokaiseen yksittäiseen rakenteeseen kohdistuvaan virtauksen voimaan, jaksolla tapahtuviin virtaushäviöihin sekä jokaisen yksittäisen rakenteen vaikutuksiin uoman pohjaan ja törmiiin. Virtaveden keskileveyttä vastaavat ja sitä kapeammat kohdat soveltuvat parhaiten koko uoman yli meneville kunnostusrakenteille. Osittain uoman sulkevia ja virran kuristavia rakenteita voidaan käyttää lisäämään paikallisesti virrannopeutta sekä syventämään uomaan.

Pohjakulkeuman laskeutumista esiintyy uoman keskileveillä ja sitä leveämmillä alueilla. Nämä alueet antavat parhaat mahdollisuudet pohjaa kaivaville tai kiintoainetta kerrostaville rakenteille. Jyrkät tai matalat osuudet soveltuvat hiekan tulvittamiseen.

Yhdistelemällä erilaisia rakenteita voidaan uudelleen jaotella kiintoaineen pohjakulkeutumista sekä luoda alueita, joissa kiintoaineen kerrostuminen, suoja-alueet ja syvänteet vuorottelevat. Pohjamateriaalin ollessa orgaanista tai helposti liikkuvaa hienoa hiekkaa jo keveät kunnostusrakenteet ja pienet virtaamat saavat aikaan muutoksia. Jos uoman pohjalle kertynyt aines on esimerkiksi karkeampaa hiekkaa, tarvitaan järeämpiä kunnostusrakenteita ja menetelmiä sekä tulvan muokkaavaa voimaa.



Risupatjaan sitoutunutta hienoainesta.



Hirsikoukun taakse kertynyttä hiekkaa.



Heittolava.



Hiekankeräin on oikonut puron mutkaa.

### 3.3.3

## Puurakenteet metsäpuron kunnostamisessa

Eero Moilanen

Metsäpurohankkeessa kokeiltiin erilaisia puisia rakenteita uomakunnostuksissa. Piirroksat esittävät niiden toiminnalliset periaatteet.

### Hiekankeräimet

1. **Risusuodattimet** asennetaan esimerkiksi leveiden, matalarantaisten mutkien ulko- tai sisäkaarteisiin. Paksu havukerros painotetaan puilla tai kivillä. Veden ja hiekan virtausta ulkokaarten risupatjaan voidaan tehostaa yläpuolelle asennettavalla suisteella.

2. **Hiekkataskut** (pinta-ala n. 10-20 m<sup>2</sup>, 1-1,5 m syviä) kaivetaan kaivinkoneella uoman sivuun jyrkkiin mutkiin tai suoraan uoman pohjalle. Uoman sivussa sijaitsevan altaan läpivirtausta tehostetaan suisteilla ja altaan ylivirtauskanavalla.

3. Tiivispohjaisella ja matalareunaisella **heittolavalla** ohjataan veden mukana kulkeva hiekka uoman sivuun rannalle. Lava sijoitetaan jyrkkään, voimakasvirtaiseen ja matalarantaiseen mutkaan, esimerkiksi kosken alaosalle. Virranopeutta voi tehostaa suisteilla.

4. **Hirsikoukku tai -seinä** rakennetaan jyrkkään sisämutkaan rantatörmän korkuisena ja korkeintaan puolen uoman levyisenä. Tiivisseinäisellä ja -pohjaisella rakenteella jatketaan uoman luontaisia mutkia tai niemekkeitä ja luodaan niiden taakse hitaamman virran alueita, joihin uomassa kulkeutuva hiekka luontaisesti kertyy. Hidasvirtaisessa ulkokaarteessa koukku voidaan tehdä myös vasten virtausta.

5. Uomassa kulkevaa hiekkaa voidaan sitoa puisen pohjalavan alle asennettavalla paksulla **havukerroksella**.

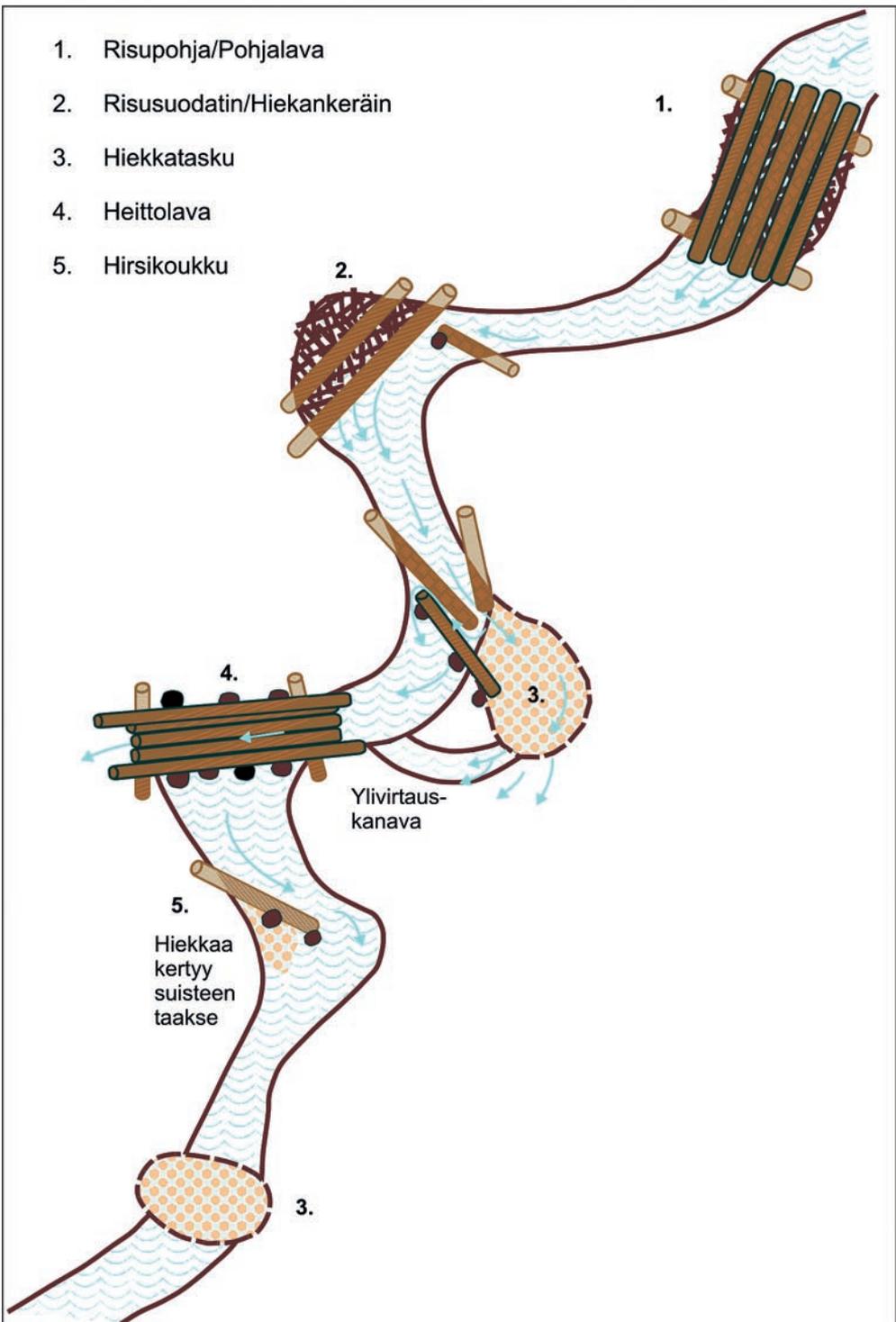
1. Risupohja/Pohjalava

2. Risusuodatin/Hiekankeräin

3. Hiekkatasku

4. Heittolava

5. Hirsikoukku





Kutupeti.



Kutusoraikko ja virrankiihdytin.



Tikapuut ja varjostin.

## Kalojen elinalueet

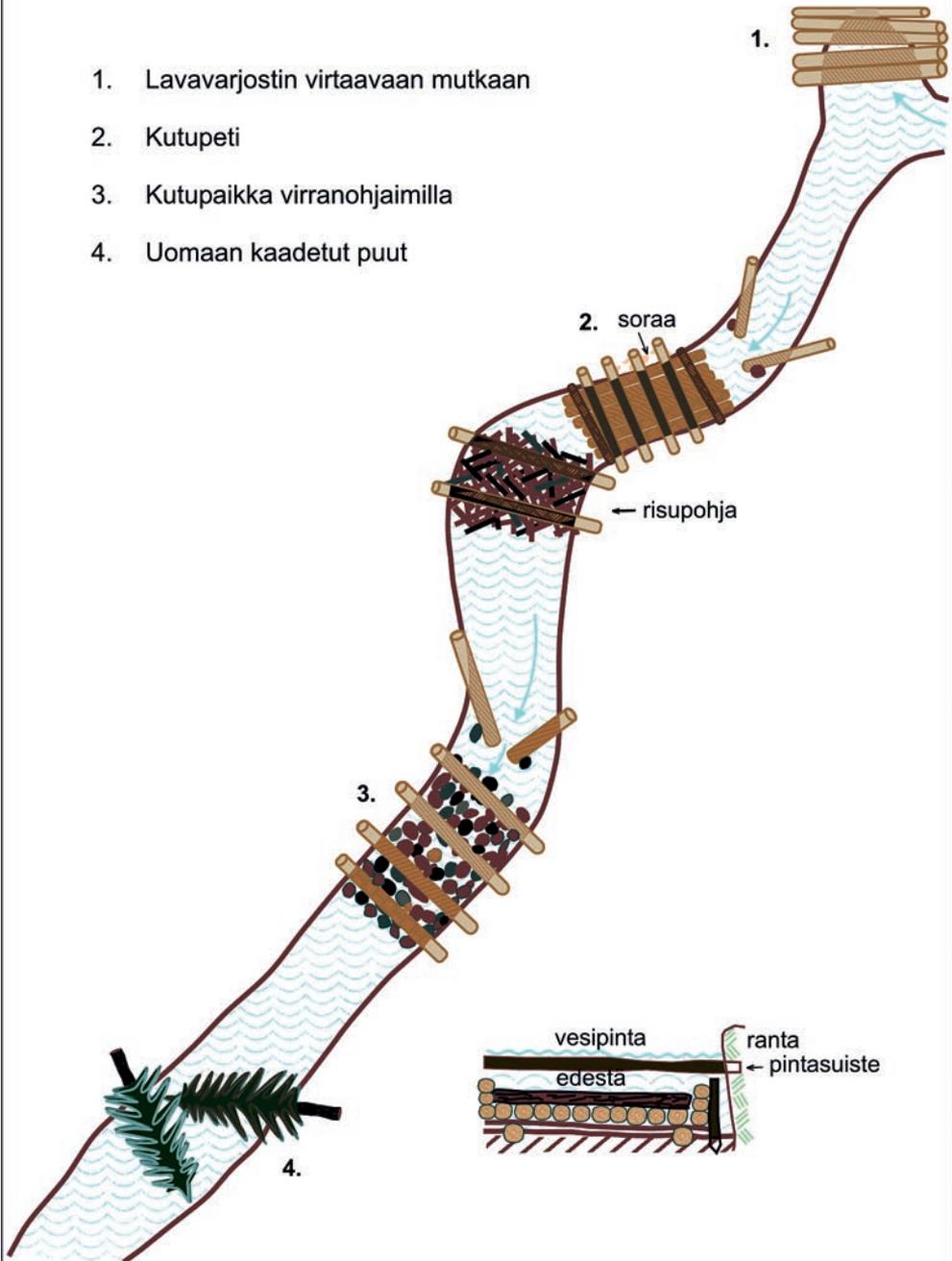
1. Metsäpurojen kunnostushankkeessa Koillismaalla kutusoraikkoja tehtiin kokeilumielessä hiekkaisille puroille puisten lavojen päälle. **Kutupeti** on uoman levyinen harvapohjainen puulava, jonka päälle laitetaan 20-50 cm kerros soraa. Lava asennetaan uoman suuntaisten pitkittäispuiden varaan siten, että vesi pääsee virtaamaan myös lavan ja puron pohjan välistä. Lava asennetaan kohtaan, jossa veden syvyys on noin 50 cm ja virtausnopeus 25-50 cm/s. Hyvä kohta on esimerkiksi kosken niska, jossa virtausnopeus ja syvyysolosuhteet vaihtelevat vähiten. Veden syvyyttä voidaan säätää lavan alapuolelle tehtävällä pohjakohoumalla ja virrannopeutta lavan etupuolelle tai soraikon päälle asennettavilla virranohjaimilla/suisteilla. Hiekoittuneilla alueilla voi kutupedin alapuolelle rakentaa risupohjaa ja muita suojapaikkoja kuoriutuville poikasille. Kutulavojen toimivuudesta ei vielä ole kokemuksia.

2. Kutusoran päälle voidaan asentaa **pinta-suisteita**. Suisteen ja soran välistä virtaava vesi pitää soran puhtaana ja soran sisässä hautuvan mädin hapekkaana.

3. **Lavavarjostin** voidaan asentaa kaloille suojaksi esimerkiksi virtaa-vaan ja syvään uoman mutkaan.

4. Uomaan voidaan kaataa puita kaloille suojaksi ja varjostukseksi.

1. Lavavarjostin virtaavaan mutkaan
2. Kutupeti
3. Kutupaikka virranohjaimilla
4. Uomaan kaadetut puut





Matalarakenteinen pohjapato V-aukolla.



Altakaivava poikkipato.



Kanavan umpeenkasvu ja maisemoituminen alkanut.

## Patomaiset rakenteet

1. **Majava-/tikkupato** sopii hyvin paksusti hiekoittuneisiin uoman kohtiin. Syvälle uoman pohjaan upotetut ja poikkipuuhun nauhatut paalut ulottuvat reilusti uoman törmien tason yläpuolelle. Padottavaa vaikutusta ja hiekan maalle kulkeutumista voidaan parantaa tiivistämällä paalujen välit ja jatkamalla paalutusta maalle. Kaloille tulee jättää kulkuaukko.

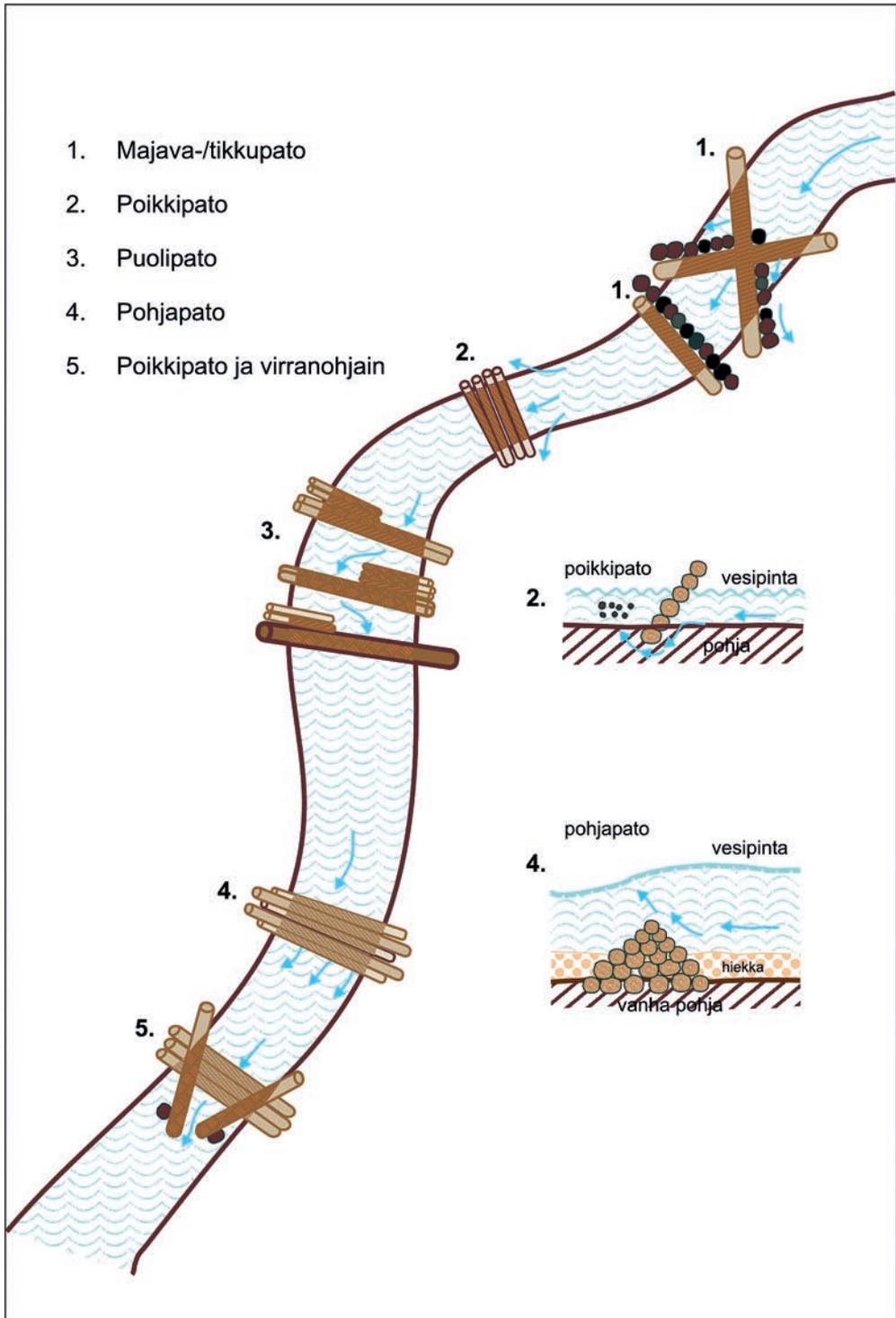
2. **Poikkipadossa** puut naulataan toisiinsa tiiviisti kiinni ja rakennelma nostetaan vähintään törmien tasolle. Hiekoittuneilla alueilla patorakennelman alareuna kaivetaan valmiiksi lähelle vanhaa uoman pohjaa. Kaloille tulee jättää kulkuaukko. Rakennelmaa voidaan myös kallistaa 45° vastavirtaan.

3. **Puolipato** rakennetaan ja asennetaan kuten poikkipato, mutta osa uomasta jätetään täysin auki. Sarjarakenteena käytettäessä virran suuntaa voidaan vaihdella ja parantaa hiekan kerääntymistä rakenteiden taakse.

4. Puisen **pohjakohouman** alimmat puut kaivetaan vanhaan pohjaan ja tiivistetään väli siten, että vesi ei pääse syövyttämään reittiä rakenteen alitse. Myös ylempien puukerrosten välit tulee tiivistää huolella.

5. **Poikkipadon ja kaksipuolisen virran ohjaimen yhdistelmällä** voidaan kaivaa ja suunnata hiekan kerääntymistä haluttuun kohtaan.







Monikerroksinen altakaivava poikkisuiste.



Sarja virranohjaimia.



Työkuva tikapuista.

## Suisteet

1. Poikkisuiste
2. Yksipuoleinen suiste / virranohjain
3. Kaksipuoleinen suiste / virranohjain
4. Virtauksen hajottaja
5. Kaksipuoleinen virranohjain / poikkisuiste alapuolella

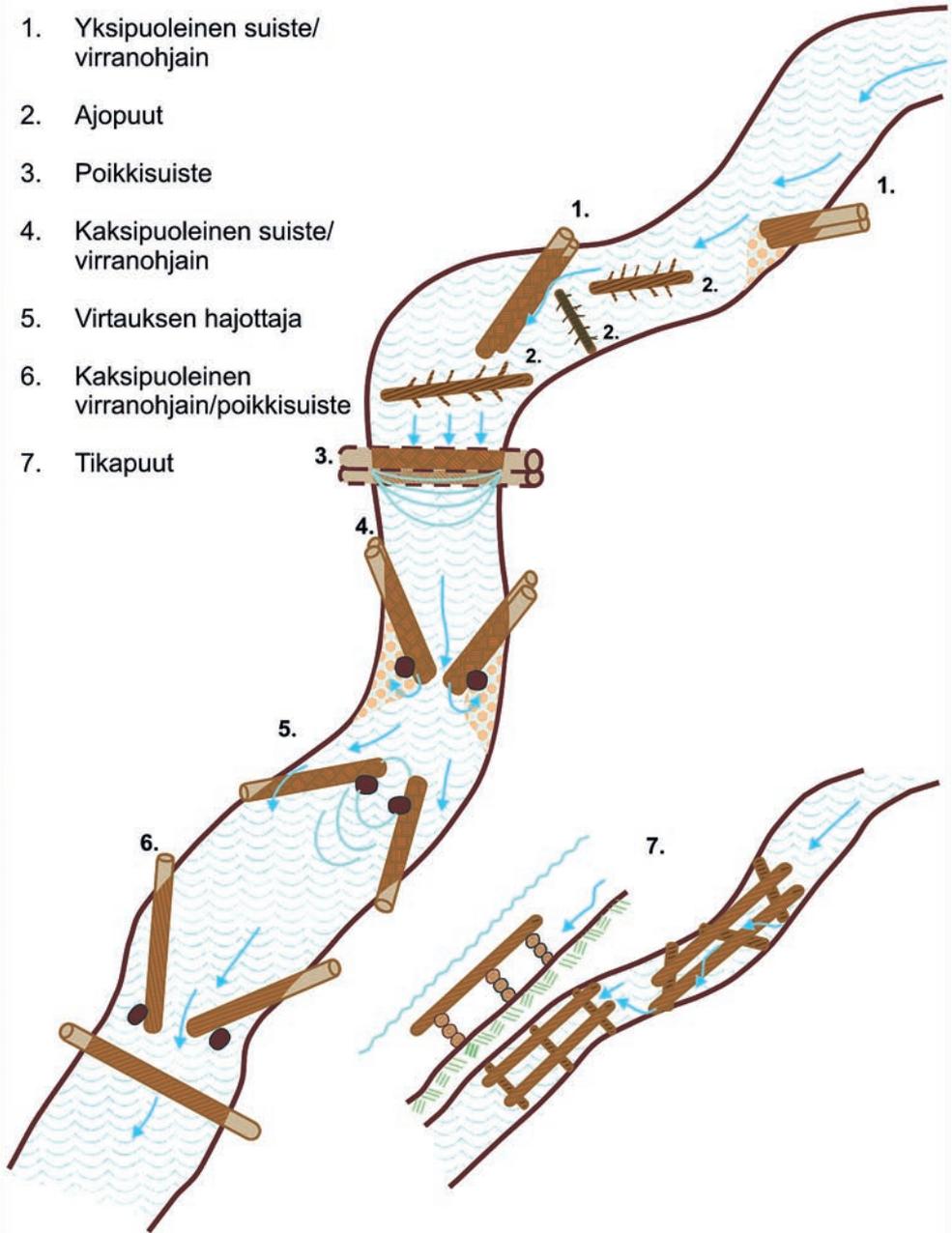
6. **Ajopuita** ei kiinnitetä, vaan erimittaista puuta jätetään virran vietäväksi ja annetaan kasaantua uomaan vapaasti padoiksi, suisteiksi jne. Ajopuuksi käy mikä puulaji tahansa, oksaisena tai karsittuna.

7. **Tikapuurakennetta** voidaan käyttää poikkisuisteiden sarjakiinnityksessä esimerkiksi hiekoittuneissa tai törmiltään syviksi syöpyneissä uomissa, joissa rakenteen kiinnittäminen ja paikoillaan pysyminen muutoin olisi epävarmaa.

### Suisteiden asentamisessa huomioitavaa:

- 1-puoleisessa suisteessa toinen pää upotetaan törmään ja toinen naulataan uoman pohjaan hakattuun paaluun
- rakenteet voidaan tehdä yksi- tai monikerroksisina
- hiekoittuneessa uomassa rakenteen alaosa upotetaan valmiiksi lähelle uoman alkupe räistä pohjaa
- suisteen yläpuolelle voidaan asentaa esimerkiksi kaksipuoleinen virranohjain tehostamaan suistein kaivavaa vaikutusta.

1. Yksipuoleinen suiste/ virranohjain
2. Ajopuut
3. Poikkisuiste
4. Kaksipuoleinen suiste/ virranohjain
5. Virtauksen hajottaja
6. Kaksipuoleinen virranohjain/poikkisuiste
7. Tikapuut





Taimenen kutupesä.



Kohta kuoriutuvia taimenen poikasia.



Taimenen vastakuoriutunut ruskuaispussi-poikanen.

### 3.4

#### Taimenen lisääntymisalueet

Taimen tarvitsee kutualueikseen kuohkeita sorapohjia ja puhtaita pikkukivikoita. Soraille talviaikaan laskeutuva eloperäinen ja epäorgaaninen kiintoaine heikentävät mädin selviytymistä.

Soraikkopaikan valinnassa on tärkeää huomioida, että paikalla virtaus on riittävä kiintoaineen kertymisen estämiseksi, muttei niin kova, jotta soraikko lähtisi tulvalla liikkumaan. Pysyvyyteen vaikuttaa tulva-aikainen virtausnopeus suhteessa soran raekokoon (ns. leikkausnopeus). Kutupaikan riittävä syvyys on tärkeää, ettei mäti alivirtaama-aikana maaliskuussa kuivu tai jäädy. Kutusoraikkoja kannattaa tehdä erilaisiin paikkoihin, koska olosuhteet ja soraikon sopivuus kutupaikaksi voi vaihdella vuosittain. Hyviä paikkoja ovat koskien niskat, nivat, virtasyvänteet ym., joissa veden virtaus ja vedenpinnan korkeus pysyvät tasaisina. Kosken niskalla kuoriutuvilla poikasilla on alavirrassa poikasalueeksi sopivia alueita heti sorasta nousun jälkeen, eikä niska-alueille yleensä muodostu pohja- tai ankkurijäätä yläpuolisen suvannon paremman lämpötilouden seurauksena.

Puroilla kutupaikan rakentamisessa muistisääntönä voi käyttää 25–50 (”varttipuoli”):

- veden virtausnopeus noin 25 – 50 cm/s
- vesisyvyys 25 – 50 cm
- soran raekoko 25 – 50 mm
- soraikon paksuus 25 – 50 cm

Kutusoraksi sopivinta on halkaisijaltaan monipuolinen, pyöreähkö luonnonsora, jossa ei ole hiekkaa joukossa. Sepeliä tai murskettä ei tule käyttää, koska teräväsärmäisinä ne painuvat liian tiiviiksi pohjalle.

Kutualueet tehdään laikkuina, joiden koko riippuu purosta ja kutevien kalojen koosta. Puroilla sopiva laikkujen koko on 0,5 – 5 m<sup>2</sup>. Soraikko voi sijaita uoman reunassa tai keskellä, mutta tulvavirtauksen vaikutusta soraikkoon kannattaa miettiä jo etukäteen. Kutusoraikkojen määrä tulisi olla vähintään 2 – 5 % puron pituudesta tai koskipinta-alasta.

Sora kuljetetaan puronvarteen lyhyillä matkoilla sangoilla tai puisilla, kahdestaan kannettavilla laatikoilla. Kesäaikaan helppokulkuisilla alueilla traktori tai mönkijä on usein paras kuljetusväline. Vaikeakulkuisille alueille soranajo voidaan tehdä talvella moottorikelkalla tai traktorilla. Suurien määrien ja pitempien matkojen (>500 m) kuljettamisessa on Koillismaalla käytetty kahmarilla ja kippaavalla lavalla varustettua metsäkonetta, jolla sora voidaan kuljettaa myös kesällä hankalienkin maastojen läpi. Lavalle sopii sora noin 7 m<sup>3</sup> ja pitkän puomin päässä olevalla kahmarilla sorastus voidaan tehdä ilman, että koneella tarvitsee ajaa aivan puron rantaan.

Olemassa olevia soraikkoja voidaan myös puhdistaa tai siirtää kosken lopusta kosken yläosiin. Soran putsaukseen sopivat lapio, erilaiset harat ja karhit sekä reikäsanko, jolla sora voidaan myös välpätä sopivan kokoiseksi.



Kutusoraikon tekoa Hallajoella.



Kutusoran levitystä Porojoella.

*Jos puron taimenkanta on hävinnyt, voidaan puroon tehdä kotiutusistutuksia. Istutuskalana on käytettävä saman vesistön kalakantaa tai siihen aikaisemmin istutettuja kalakantoja. Jos purossa on luontaisesti lisääntyvä taimenkanta, ei istutuksia pidä tehdä. Suositeltavaa on käyttää joko mätiä ja vastakuoriutuneita poikasia, mutta myös 1- tai 2-vuotiaita poikasia voidaan istuttaa. TE-keskusten kalatalousyksiöt pitävät yllä istutusrekisteriä, joista selviää myös luvan tarve istutettavalle kalakannalle. Kalavesien hoito on kalastuslakiin perustuva velvoite kalastusoikeuden omistajalle. Istutukset on tehtävä yhteistyössä vesialueen omistajien kanssa.*

Lisätietoa: Kilpinen, K. 2004. Istuta paremmin –käsikirja kalojen ja rapujen istuttajille. Kalatalouden keskusliiton julkaisu 1711. 80 s.



Uutta kutosoraa Porojoella.

### 3.5

## Muut kunnostusmenetelmät

### 3.5.1

#### Leveysvaihtelun lisääminen

Leveysvaihtelun puuttuminen on yksi oleellisimmista eroista peratun ja luonnontilaisen uoman välillä. Luonnontilaisissa puroissa on runsaasti matalia uoman levennyksiä, jotka usein alivirtaamalla kuivuvat. Leveysvaihtelut lisäävät uoman vesitilavuutta ja toimivat tulva-aikoina tärkeinä hitaan virran suoja- ja syönnösalueina pienille kalanpoikasille. Kanavaksi peratun uoman leveysvaihtelua voidaan lisätä rantapengerryksiä purkamalla ja luiskaamalla tai ohjaamalla vettä kohti rantaa kivi- tai puusuisteilla.

### 3.5.2

#### Montut ja poterot

Montuilla on suuri merkitys paitsi kalojen suojapaikkoina, myös uoman virtausten manipuloisuuden ja vesitilavuuden lisääjinä. Pienialaisia monttuja voi tehdä lapiolla kaivamalla, kiviä siirtämällä (kynnyksiin, suis-teisiin) tai imuruoppaamalla. Isommat montut ja altaat tehdään kaivinkoneella. Hyviä paikkoja montuille ovat mutkan ulkokaarre tai kosken alaosa.

Virtaavien monttujen reunat muotoillaan ylä- ja alaluiskalta loiviksi (>1:3), jotta montun pohjalle saadaan riittävä virtaus. Yläpuolelle kivistä tai puusuisteesta rakennettu putous parantaa virtausta montun pohjalle ja pitää pohjan puhtaana lietteestä. Suvantoalueilla montut tehdään syviksi (> 1,5 m) ja altaat suunnitellaan siten, että ne voivat toimia myös lietealtaina ja kalojen talvehtimisalueina.

### 3.5.3

#### Lietetaskut

Uoman sivuun tai yhteyteen kaivettujen liete-taskujen kautta pyritään saamaan hidastuva läpivirtaus, jolloin virran mukana kulkeva kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle. Purou-maa leveämmät ja syvemmät altaat kaivetaan uoman jyrkimpiin mutkiin ja alueille, joissa on riittävästi putouskorkeutta. Taskut muotoillaan esimerkiksi pisanan mallisiksi ja tulo- ja lähtökanava sijoitetaan siten, että altaaseen ei pääse muodostumaan suoraa läpivirtausta. Syvässä altaassa ainakin yhden reunan on oltava riittävän loiva, jotta altaaseen joutuneet eläimet voivat nousta sieltä pois.



Puron mutkaan rakennettu lieteallas.



Pajupistokkaita on käytetty lietealtaan maisemoinnissa.



Imuruoppauksen läjitysalue heti ruoppauksen jälkeen ja vuoden kuluttua.

### 3.5.4

## Imuruoppaus

Imuruoppauksia on kokeiltu Kainuussa, Koillismaalla ja Lapissa. Hiekoittuneiden purojen ruoppauksissa on käytetty Kainuun ympäristökeskuksessa kehitettyä ns. ejektorimenetelmää, jossa polttomoottoripumpun korkeapainevesi ruiskutetaan kaksihaaraisen imuejektoriputken läpi sekoitusputkeen, jolloin imuputkessa muodostunut alipainevesi imee hiekan mukanaan.

Ruiskupumppu on 4-tahtimoottorilla varustettu palopumppu (teho 35 hv), jonka keskimääräinen ottoteho on noin 600 litraa minuutissa ja poistoveden kiintoaineen pitoisuus noin 2 %. Kalustoon kuuluu myös imuejektori, imusuutin, letkut ruiskun ottovedelle ja ejektorin painevedelle sekä ejektorin imu- ja poistoletku. Kalustoa kuljetetaan mönkijällä tai kanootilla.

Imuruoppaus sopii lähinnä lyhyiden ja selvärajaisesti hiekoittuneiden alueiden ruoppaukseen sekä vähän samentumista aiheuttavana lajistoltaan herkkien alueiden ruoppaukseen. Kasvillisuuden seassa ja ”roskaisilla” pohjilla menetelmä ei ole tehokas.

Ruoppaus vaatii paljon työvoimaa (vähintään 4 henkeä), josta myös kustannukset pääosin koostuvat. Työsaantoa (keskimäärin 10 – 15 m/pv) heikentävät imuletkun tukkeentumiset, letkurikot, polttoaineen tankkaukset (pumpun polttoaineen kulutus noin 10 l/h), kaluston siirrot, huollot sekä savensekainen tiukkaan iskostunut hiekka.

Havaintojen mukaan imuruopatut alueet täytyvät melko nopeasti ruoppauksen jälkeen ainakin laajalti hiekkaisilla kohteilla. Ejektorimenetelmään perustuvan imuruoppauksen tulisi kehittyä nykyisestä huomattavasti, jotta se olisi käyttökelpoinen ja kustannustehokas laajojen alueiden ruoppaukseen.





Imuruoppausta Hallajjoella.

Pienten alueiden ruoppaukseen voi kokeilla traktoriin liitettävää lietepumppua ja hiekoituneiden suvantojen ruoppaukseen kaivinkonetta.

Lisää tietoa:

Mykrä, H., Virtanen, K. & Pehkonen, K. 2003: Purojen kunnostus imuruoppaamalla ja vaikutukset taimenkantoihin ja pohjaeläimiin. Kainuun ympäristökeskuksen moniste 12. 62 s.

### 3.5.5

#### Lampien ja järvien vedenpinnan nostaminen

Järvioltaat tasaavat purojen virtaamia vedenlaatua ja lämpötilaa ja ne ovat tärkeitä talvehtimisalueita kaloille. Lampien vesipinnat ovat saattaneet laskea esimerkiksi luonnonniittyjen kuivatusten ja alapuolisten koskien ruoppausten takia.

Järven tai lammen vedenpinnan nostamiseen on oltava luvat kaikilta maanomistajilta. Lisäksi alueelliselta ympäristökeskukselta pyydetään arvio vesiluvan tarpeellisuudesta.

Ennen vedennostoa vedenpinnan alle jäävä alue raivataan puustosta. Pohjapadon harjankorkeus ja alivirtaama-aukon mitoittaminen ovat tärkeitä halutun vesipinnan saavuttamiseksi. Luontaista tulvakorkeutta ei ole tarkoitus ylittää. Pohjapadon suunnittelu kannattaa antaa ammattilaisen tehtäväksi, joka mitoittaa pohjakohouman oikean korkeuden ja muodon yläpuolisen altaan ja valuma-alueen koon mukaan.

Pohjapato rakennetaan kivistä tai puusta. Rakentamisessa varmistetaan pohjakohouman tiiveys ja lujuus sekä kalojen ja eliöiden nousumahdollisuudet, maisemointia unohtamatta. Suuremmissa vedennostoissa pohjakohoumien tiivisteinä on käytetty tiivistekangasta, vesiponttilankkua tai betonielementtiseinämää.



Rantapenkalle tulvinutta heikkaa.



Hiekan tulvitusta Vantunlammen koskialueella.

## Valuma-aluekunnostukset

Pauli Juntunen, Jouni Parkkinen ja  
Eero Moilanen

Vähäjärvisille vesistöalueille ovat ominaista virtaamien suuret vuodenaikaisvaihtelut. Pohjois-Suomessa luonnontilaiset suot ovat järvien ohella valuma-alueiden luontaisia vesivarastoja. Valuma-alueiden metsänkäsitelyn ja ojitusten myötä useimpien Suomen vesistöjen vuotuiset virtaamaolosuhteet ovat vuosikymmenien saatossa huomattavasti muuttuneet. Esimerkiksi Iijoen ylivirtaama on 100 vuoden aikana kasvanut 30 % ja alivirtaama on pienentynyt puoleen, koska noin kolmannes vesistöalueen pinta-alasta on ojitettu.

Metsätalous on harvaan asutulla alueella keskeisimpiä vesistöjä kuormittavia maankäyttömuotoja. Puron valuma-alueesta suurin osa voi olla ojitettua. Tulva-aikaan valumavedet virtaavat nopeasti pois ja kuivana aikana puro voi kuivua kokonaan. Ojitus- ja maanmuokkausalueilta huuhtoutuva kiintoaines, ravinteet ja humus heikentävät metsäpurojen ekologista tilaa. Herkimmin huuhtoutuvat maalajitteet, kuten turve, savi, hiesu ja hiekka, kulkeutuvat helposti puron uoman pohjalle. Ravinteet, fosfori ja typpi, rehevöittävät vesistöjä. Humus taas lisää veden happamuutta ja aiheuttaa samentumaa.

Metsätaloudessa vesiensuojelu jaetaan laskeutukseen tai suodatukseen perustuviin menetelmiin. Laskeutusmenetelmiä ovat ojakohtaiset lietekuopat, laskeutusaltaat ja rakennetut kosteikot. Suodatukseen perustuvia menetelmiä ovat suojavyöhykkeet, kaivu- ja perkauskatkot sekä pintavalutuskentät. Vesiensuojelun kannalta parhaimpaan tulokseen päästään molempien menetelmien yhdistelmillä.

Vesiensuojelumenetelmien valintaan vaikuttavat valuma-alueen pinta-ala, maaston kaltevuussuhteet, maalaji, vesistöjen läheisyys sekä alueen maanomistusolot. Valuma-alueen laajuus vaikuttaa veden virtaamien määrään ja näin ollen vesiensuojelurakenteet tulee mitoittaa valuma-alueen pinta-alan mukaisiksi. Maaston topografia vaikuttaa veden virtausnopeuteen ja maalaji eroosioherkkyyteen. Rakenteet suunnitellaan siten, että niistä ei aiheudu haittaa ympäröiville metsätalousalueille. Kunnostuksissa toimenpiteet kannattaa suunnitella koko valuma-alueen kunnostusta silmälläpitäen. Laskeutusaltaat ja pintavalutuskentät tulisi mitoittaa suurimman mahdollisen tarpeen mukaan, jotta rakenteita voidaan hyödyntää valuma-alueella myöhemmin tehtävissä kunnostus- ja uudisojituksissa.

Vesiensuojelutoimenpiteiden suunnittelu on nykyisin tärkeässä asemassa myös metsien hoidon ja käytön suunnittelussa. Kunnostusojitusten tarve lisääntyy lähitulevaisuudessa varsinkin yksityismetsissä. Metsätaloudellisesti kannattamattomien ojitusalueiden ennallistaminen palauttaa valuma-alueen luontaisen kyvyn tasata puron virtaamavaihtelua ja vähentää valuma-alueelta tulevaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Ojitettujen soiden ennallistaminen lisää lyhyellä aikavälillä jonkin verran alapuolisten vesistöjen kuormitusta. Vaikutus on samaa suuruusluokkaa kuin uudisojituksissa. Tämän jälkeen ennallistettu suo alkaa toimia ravinnenieluna.

Valuma-aluekunnostuksissa on tärkeää huolellinen suunnittelu alusta alkaen. Asiantuntijapua saa alueen metsäkeskuksista, metsänhoitoyhdistyksistä ja Metsähallituksesta, joiden tiedostoista voi selvittää mm. metsien käyttöön, valuma-alueeseen ja ojituksiin liittyviä yksityiskohtia sekä maanomistusolosuhteita. Myös sellaisiin valuma-alueen maanomistajiin on hyvä olla yhteydessä, joiden maille kunnostukset eivät suoranaisesti vaikuta.



### 3.6.1

#### Ojien tukkiminen

Suon ennallistamisessa sarkaojat luodaan umpeen joko täysin tai tietyin välein tehtävin ojakatkoksien. Nykyisin käytetyin ja parhaan lopputuloksen antava menetelmä on ojien täydellinen tukkiminen.



Ennen sarkaojien tukkimista, suolta poistetaan ojien paltteille ja sarkojen väleihin ojituksen jälkeen kasvanut puusto. Jättöpuiksi jätetään soille tyypilliset kelopuut ja kitukasvuiset männyt.



Puuston poistamisen jälkeen, sarka-ojien kaivupaltteet luodaan kaivinkoneella takaisin. Paltteista saatava täyttömaa ei usein riitä ojan tukkimiseen vaan ojalinja jää hieman sarkaojien väliä matalammaksi. Ojista kaivettu turve on vuosikymmenien saatossa hajonnut ja myös veden virtaus on kuluttanut uomaa syvemmäksi. Matalaksi jäävää ojalinjaa pitkin sulamisvedet hulahtavat nopeasti pois suolta. Oikovirtausten estämiseksi ojalinjoille tehdään tasaisin välein korkeampia penkereitä ja patoja. Tärkeää on myös estää liian suuret sarkaojien väliset oikovirtaukset matalia painanteita ja uria pitkin.



Ojien alaosalla padoissa voidaan kuntan lisäksi käyttää puuseinämää tiiviste- ja tukiosana. Padot tehdään reilusti muuta maastoa korkeammaksi, koska turpeen painuminen ensimmäisten vuosien jälkeen on huomattavaa. Myös padon harja tulee tehdä ojapainanetta leveämmäksi oiko- ja paluuvirtausten estämiseksi takaisin ojalinjalle.

### 3.6.2

#### Ojatkokset, lietetaskut, putki- ja säätöpadot

Metsäojituksilta tulevien kokoomaojien alaosiin rakennetaan valumavesien virtausta hidastavia ja pintavalutukseen ohjaavia ojatkoksia. Ojatkosten etupuolelle kaivetaan kiintoainetta laskeuttava lietetasku.

Nykyisin vaihtoehtoiseksi rakenteeksi on kehitetty ns. putki- / säätöpatoja, joiden kautta virtaavaa vettä säädellään valuma-alueen mukaan mitoitettujen putkien avulla. Säätöpatojen tarkoituksena on pienentää tulvahuippujen voimakkuutta ja vähentää ojitusalueelta tulevaa kuormitusta alapuolisiin vesistöihin. Patojen putket mitoitetaan siten, että keväiset tulvavedet ja kesäiset rankkasateet pidättyvät hetkellisesti ojitusalueen ojiin. Mitoituksessa huolehditaan kuitenkin siitä, että kasvukaudella ojien kuivatusteho säilyy metsän kasvun kannalta riittävänä.

Putkipadot vähentävät ojitusalueelta tulevaa kuormitusta, koska irronnut maaaines laskeutuu takaisin ojan pohjalle. Samalla vähenee eroosion riski sekä padon etu- että alapuolel-

la. Myös muiden vesiensuojelumenetelmien toimivuuden odotetaan paranevan veden viipymän pidentyessä. Aiemmin putkipatoja on käytetty mm. turvetuotannon vesiensuojelussa hyvin tuloksin.

### 3.6.3

#### Laskeutusaltaat ja pintavalutuskentät

Uudis- ja kunnostusojitetuilta metsätalousalueilta valumavedet johdetaan kokoomaojien päissä olevien laskeutusaltaiden kautta pintavalutuskentille.

Laskeutusaltaat mitoitetaan ojitusalueen koon mukaan. Altaan syvyys tulee olla noin 2 m ja pinta-ala 1 – 3 m<sup>2</sup> ojitushehtaaria kohti. Hienojakoisen ja syöpymisherkan valuma-alueen laskeutusaltaat voi mitoittaa suuremmiksikin.

Laskeutusaltaan yhden seinämän tulee olla loivasti luiskattu, jotta sinne joutuvat eläimet pääsevät poistumaan altaasta. Altaan kaivumassat maisemoidaan altaan yläosalle mataliksi läjityksiksi. Alareunaan ja sivuille painetaan tarvittaessa matalat norot, joista ylivaltana poistuva vesi leviää kampamaisesti



Pintavalutuskenttä.



Ojitusalueen pintavalutuskentälle on jäänyt runsaasti kiintoainetta.



Laskeutusallas.

pintavalutuskentälle. Hienojakoisella valuma-alueella laskeutusallas tyhjenetään riittävän usein ensimmäisten vuosien aikana.

Pintavalutuskentiksi soveltuvat parhaiten vähäpuustoiset, paksuturpeiset ja loivasti laskevat suot. Pintavalutuskentän koko tulisi olla vähintään 1 – 3 % ojitusvaluma-alueen pinta-alasta.

#### 3.6.4

### Metsäautotiet

Eero Moilanen

Puroja ja jokia ylittäviä tiealueita on Suomessa runsaasti. Metsäautotieverkosto on Suomessa erityisen tiheä. Uusia metsäautoteitä rakennetaan koko ajan ja myös yleisten teiden peruskorjaukset ovat viime vuosina käyneet ajankohtaisiksi.

Tien rakentamisessa ja peruskorjauksessa on kiinnitettävä huomiota tienvarsiuojista puroon tulevan kiintoainekuormituksen estämiseen ja silta- tai rumpurakenteen toimivuuteen siten, ettei kaloille ja muille vesieläimille muodostu nousuestettä vesistöissä.

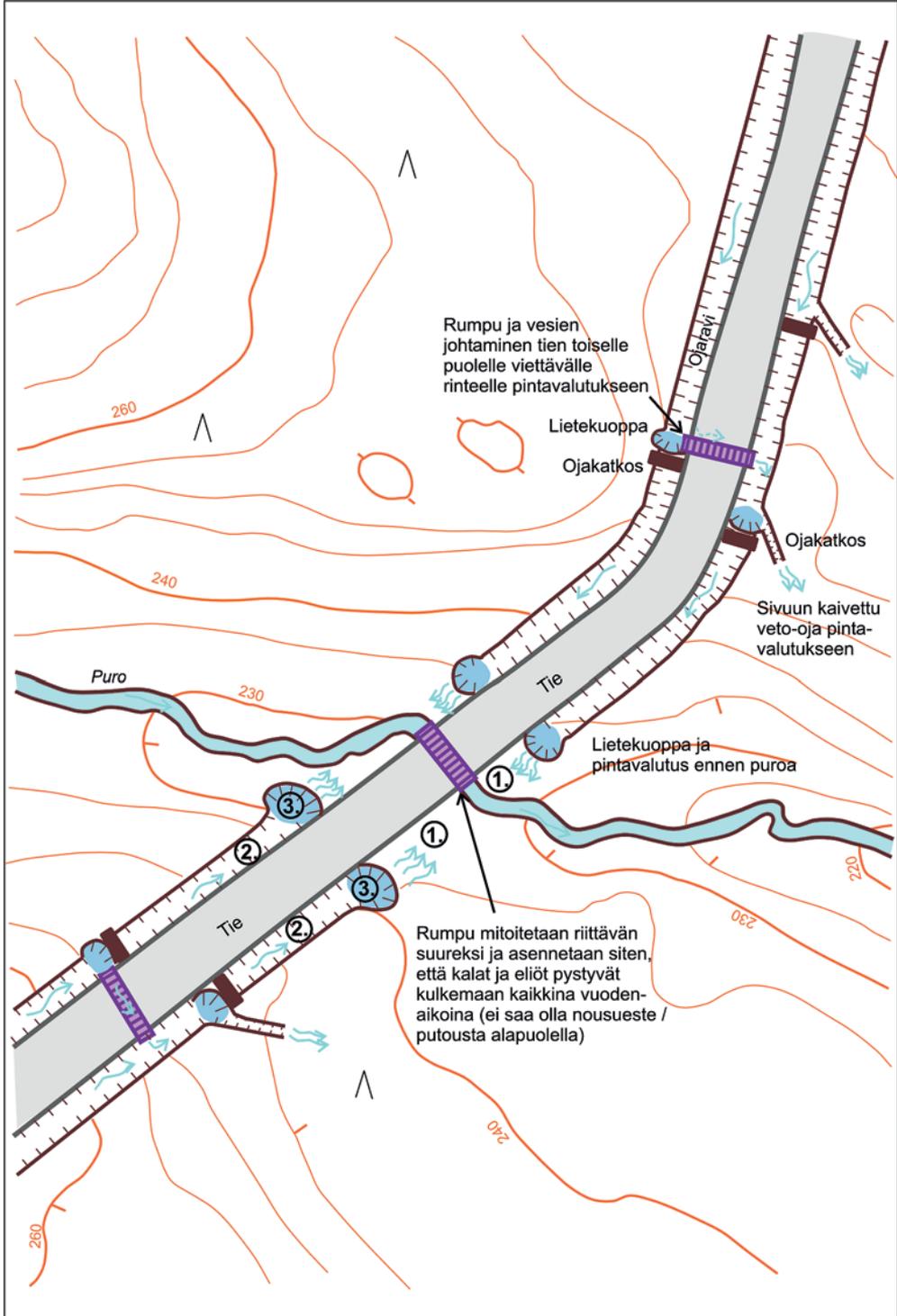
### Tienvarsiuojat ja tierummut

1. **Pintavalutus** ennen puroa: tienvarsiuojat jätetään kaivamatta maaperästä riippuen vähintään 10 m ennen puroa.

2. Jyrkillä ja eroosioherkillä rinteillä raviojiin tehdään **kaivukatkoja**, lietekuoppia ja tasaisin välein (esimerkiksi 50-100 m) sivuun kaivettuja oja, jotka johdetaan pintavalutukseen.

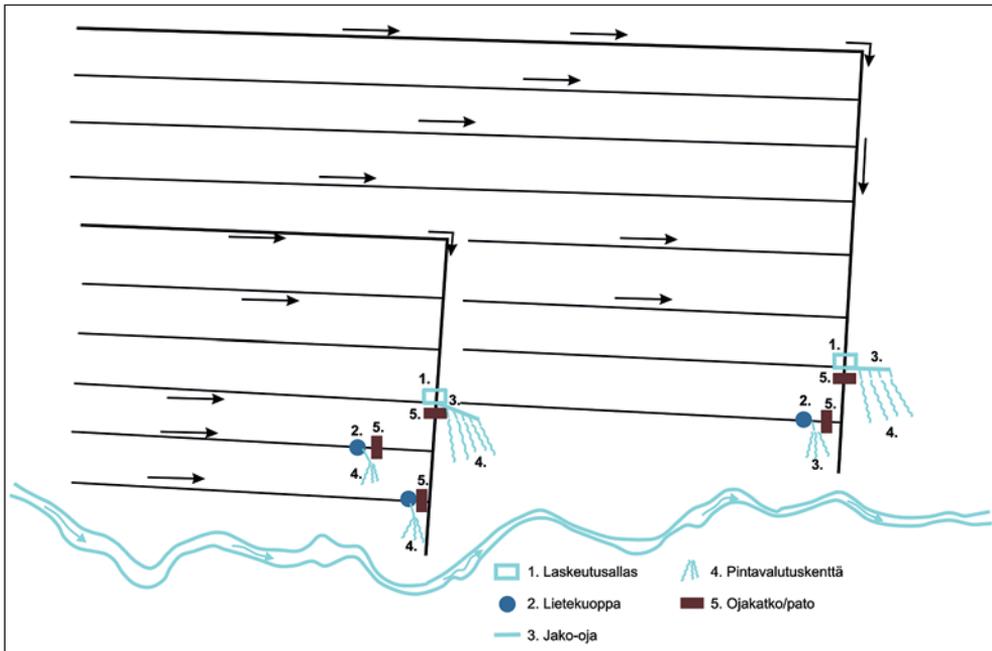
3. **Lietekuopat** mitoitetaan maaperän mukaan riittävän suuriksi.

Heinonen, P., Karjalainen, H., Kaukonen, M. & Kuokkanen, P. 2004. Metsätalouden ympäristöopas. Metsähallitus. 159 s.





Hoikanojan ylittävän metsäautotien ravigioihin tehtiin kaivukatkoksia, liete-kuoppia ja veto-ojia pintavalutukseen.



Pintavalutuskenttä.



### 3.6.5

## Metsäpuron valuma-alueen kunnostus luonnonhoitohankkeena

Pauli Juntunen ja Jouni Parkkinen

Kestävän metsätalouden rahoituslaki (kemma-laki) mahdollistaa yksityismailla koko valuma-alueilla tapahtuvien vesiensuojeluhankkeiden suunnittelun ja toteutuksen luonnonhoitohankkeena. Kemeralain mukaan erillisinä luonnonhoitohankkeina voidaan suunnitella ja toteuttaa mm.

*”Metsäojitusalueiden laskeutusaltaiden tyhjentämistä tai metsäojituksista aiheutuneiden vesistöhaittojen estämistä tai korjaamista, jos toimenpiteellä on tavanomaista laajempi merkitys vesien ja vesiluonnon hoidon kannalta eikä kustannuksia voida osoittaa tietyille aiheuttajalle.”*

Hankkeiden suunnittelu- ja toteutus rahoitetaan kokonaisuudessaan ko. lain varoilla ja toimenpiteet voidaan toteuttaa normaalkäytäntöjä laajempina. Luonnonhoitohankkeiden rahoitusresurssit ovat kuitenkin rajalliset, joten ne tulisi kohdentaa arvokkaimpien kohteiden parantamiseen. Luonnonhoitohankkeiden suunnittelu ja toteutus tapahtuu metsäkeskusten toimesta tai valvonnassa.

Koska purojen valuma-alueet sijaitsevat yleensä useiden maanomistajien ja maaomistajaryhmien mailla (yksityiset maanomistajat, valtio, kunnat sekä muut yhteisöt), vaaditaan luonnonhoitohankkeissa yhteistyötä kaikkien maanomistajien ja sidosryhmien kanssa. Kunnostusojitusten ja soiden ennallistamisen yhteensovittaminen tuo kustannus- ja vesiensuojeluhuötyä myös purokunnostuksiin, koska uomakunnostuksesta vastaavalle jäisi vain uomaan kohdistuva suunnittelu ja toimenpiteet. Valuma-aluekunnostuksiin liittyvän suunnittelun, kunnostukset ja sopimukset voi hoitaa metsäkeskus.

Luonnonhoitohankkeena toteutettavan valuma-alueen vesiensuojelun prosessia voidaan kuvata seuraavasti:

- maanomistusryhmien ja maanomistusolojen selvittäminen ja aiheesta tiedottaminen
- kohde- ja toimenpidealueen rajaaminen valuma-alueella
- vanhojen ojitus- ja maanmuokkausalueiden kartoitus
- vesien purkupisteiden ja ongelmakohteiden paikantaminen
- maastosuunnittelu
- vesiensuojelu toimenpiteiden mitoitus ja suunnittelu
- tarvittavat luvat ja lausunnot sekä maanomistajasopimukset
- hankesuunnitelman laadinta
- hankkeen suunnittelun ja toteutuksen rahoituksen hakeminen ja päätös
- suunniteltujen toimenpiteiden toteutus
- toteutuksen seuranta ja toimivuuden varmistus
- hankkeen päättäminen; raportointi ja tiedottaminen

Kirjallisuutta:

Metsätalouden vesiensuojelu. 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio

Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta (1094/1996)

Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta (1311/1996)



Kainuun metsäkeskuksen luonnonhoitohankkeessa tehtiin laskeutusallas ja pintavalutuskenttä.

## 4 Seuranta

### 4.1

#### **Purokunnostuspäiväkirja**

Eero Moilanen

Kainuussa ja Koillismaalla vuosina 2006-2008 toteutetussa metsäpurojen kunnostushankkeessa kehitettiin lomake kunnostustöiden päivittäisen etenemisen seurantaan. Tähän purokunnostuspäiväkirjaan (liite 2) merkitään päivittäin ennen kunnostustöiden aloittamista perustiedot kunnostusalueen (alku- ja loppukoordinaatit) syvyyksistä, leveyksistä, virtausnopeuksista, pohjan laadusta, vesikasvillisuudesta, hiekoittuneisuudesta sekä suoja- paikoista ja pohjalla olevasta puuaineksesta.

Syvyystietoihin merkitään kunnostusalueen syvin ja matalin mitattu kohta ja arvioidaan keskisyvyys. Leveyksien osalta menetellään samoin.

Pohjan raekoko arvioidaan Wentworthin –asteikon mukaan siten, että eniten ja toiseksi eniten kunnostusalueen pohjaa peittävät raekoot ovat 1. ja 2. vallitsevin ja halkaisijaltaan suurin yksittäinen raekoko on suurin. (Ks. Wentworthin asteikko liitteessä 1).

Virtausnopeus on koskimainen, jos putouskorkeus on riittävän suuri aiheuttamaan voimakkaan virrannopeuden ja siitä



Ennen kunnostusta alue mitataan ja tiedot kirjataan purokunnostuspäiväkirjaan.

aiheutuvan kuohuvan tai selvästi rikkoutuvan vedenpinnan. Niva virtaa nopeasti ja tasaisesti kiitäen, vedenpinnan ollessa peilimäinen tai pyörteinen. Tasainen hidaskvirtaus on suvantojaksoille tyypillinen näkyvä, mutta hidaskvirtaustyyppi.

Kasvillisuuden peittävyys arvioidaan asteikolla 0-5, jossa 0 tarkoittaa täysin kasvitonta pohjaa, 1 tarkoittaa alle kymmenesosan, 2 noin kolmasosan, 3 noin puolen, 4 noin kahden kolmasosan ja 5 täysin tai lähes täysin kasvillisuuden peittämää pohja-alaa. Lisäksi määritetään sammaleen osuus prosentteina koko pohjakasvillisuuden määrästä.

Hiekan keskimääräinen paksuus mitataan esimerkiksi terästangolla useammasta kohdasta. Hiekan peittävyys pohjan pinta-alasta arvioidaan prosentteina.

Suojapaikat ja pohjalla oleva puuainekas arvioidaan asteikolla 0-5 siten, että tutkittujen tekijöiden puuttuessa alue saa arvon 0 ja luonnontilaista vastaava tila saa arvon 5. Asteikkoa 0-5 voidaan kuvata seuraavasti: 0 = puuttuu, 1 = havaittavissa, 2 = vähäisesti, 3 = kohtuullisesti, 4 = paljon, 5 = erittäin paljon.

Päivän päätteeksi kunnostuspäiväkirjaan kirjataan tehdyt kunnostustyöt ja -rakenteet sekä niihin käytetty aika ja mitataan kunnostetun alueen pituus. Valokuvia otetaan ennen ja jälkeen kunnostuksen.

Kunnostusalueen alkutietoja voidaan myöhemmin hyödyntää kunnostustöiden vaikutuksia ja rakenteiden pysyvyyttä arvioitaessa. Rakenteista ja kunnostustöistä tehtyjä muistiinpanoja voidaan käyttää yksikkökustannuksia laskettaessa.



Kunnostusrakenteiden vaikutusten seuranta.

## 4.2

# Purokunnostusten vaikutusten seuranta

Tapio Sutela

Purokunnostusten vaikutuksia voidaan seurata useilla menetelmillä (taulukko 1). Menetelmän valinta riippuu lähinnä kunnostusten tavoitteista ja seurannalle mahdollisesta aikajänteestä. Seuranta varten kannattaa aina tehdä seurantasuunnitelma. Purokunnostuksen vaikutusten tutkimiseen tarvitaan tavallisesti usean vuoden seuranta ennen ja jälkeen kunnostuksen. Lisäksi tarvitaan vertailuaineisto vastaavilta purojaksoilta, joita ei kunnosteta. Seurannat olisi hyvä tehdä samaan vuodenaikaan ja samoilla virtaamilla vertailtavuuden säilyttämiseksi. Tieteellisesti pätevän tutkimusasetelman suunnittelua on tarkemmin kuvannut esimerkiksi Mäki-Petäys ym. (1999).

Seurantatutkimuksista on aina hyötyä, vaikka niitä ei voitaisikaan järjestää useamman vuoden kestäväna ohjelmana. Kunnostusten vaikutusten todentamiseksi tarvitaan kuitenkin vähintään yhden mittaus tulokset kunnostustöitä edeltävältä ajalta. Kontrollikäynnit usean vuoden jälkeen kunnostuksesta mahdollistavat pitkäaikaisvaikutusten arvioinnin. Yhdistämällä useammasta hankkeesta saatuja lyhytaikaisen tai hajanaisen seurannan tuloksia voidaan hahmottaa kokonaiskuvaa kunnostusten vaikutuksista. Seurannan avulla voidaan myös oppia virheistä ja kehittää menetelmiä edelleen.

Sähkökalastus on ehkä yleisimmin käytetty menetelmä purokunnostusten vaikutusten seurannassa. Sähkökalastuksella voidaan seurata esimerkiksi kunnostusalueelle is-

Taulukko 1. Purokunnostusten seurantamahdollisuuksia ja suosituksia seurantajakson minimipituudeksi.

Seuranta	Seurantavuodet	
	ennen	jälkeen
Sähkökalastus	3	3
Elinympäristömalli	1	1
Lehtikellutuskoe	1	1
Pohjaeläintutkimus	3	3
Veden laadun seuranta	3	3
Rakenteiden pysyvyys ja toimivuus	0	1
Kiintoaineen sedimentoituminen	3	3
Pohjan laadun seuranta	1	3
Kasvillisuuden seuranta	3	3

*Sähkökalastus on erityisesti virtavesiin soveltuva koekalastusmenetelmä. Se perustuu veteen muodostettuun tasavirtakenttään ns. anodihaavin ja katodin välillä. Sähkökentän vaikutuspiirissä kalat uivat tahattomasti anodia kohti ja taintuvat, jolloin ne saadaan kerättyä haaviin tarkempaa tutkimusta varten. Tutkimuksen (mittaus, punnitus, suomenäytteenotto jne.) jälkeen kalat vapautetaan vahingoittumattomina veteen. Sähkökalastustulosten perusteella voidaan arvioida mm. kalayhteisön rakennetta, kalaston määrää ja lisääntymisen onnistumista vesistöissä.*

*Sähkökalastusta varten tarvitaan vesialueen omistajan luvan lisäksi lupa kalastaa kalastuslaista ja -asetuksesta poikkeavasti. Lupa haetaan alueellisen TE-keskuksen kalatalousyksiköstä. Toiminnasta on lisäksi ilmoitettava poliisille.*



Sähkökalastajat.

tutettujen taimenen poikasten pysyvyyttä alueella tai kalaston luontaista muuttumista kunnostuksen jälkeen. Purokunnostusten vaikutuksen selvittäminen kalastoon edellyttää useampivuotista seurantaa ennen ja jälkeen kunnostuksen sekä kunnostamattomien vertailualueiden käyttöä. Riittävän pitkien aikasarjojen avulla voidaan tutkia mm. kalakannan vaihtelua sekä kalojen mahdollisia kasvunopeuden ja kunnan muutoksia.

Elinympäristömalleilla voidaan arvioida kaloille soveliaan elinympäristön määrää eri virtaamatilanteissa. Malli yhdistää tietämyksen koskijakson fysikaalisista olosuhteista (syvyys, virrannopeus, pohja-aineksen kivikoko) tietämykseen kalojen suosimista olosuhteista. Eri kalalajit ja lajien sisällä erikokoiset yksilöt suosivat erilaista virrannopeutta, syvyyttä ja pohjan kivikokoa. Näin ollen voidaan esimerkiksi selvittää, paljonko kesänvanhojen tai-

menten suosimat elinympäristöt lisääntyivät tai vähenivät kunnostuksen vaikutuksesta. Elinympäristömallinnuksen etuna on objektiivisuus ja nopeus. Mallinnuksilla voidaan arvioida myös tulvittamisen vaikutuksia, tulva-alueita ja kosteikkoja.

Lehtikellutuskokeessa mitataan kunnostetun kosken kykyä pidättää joessa ajelehtivia puiden lehtiä. Uomasta erotetaan vakiomittainen koeala (esim. 50 m), jonka yläosaan lasketaan vakiomäärä luonnon lehtiä tai niitä jäljitteleviä keinolehtiä, esimerkiksi 8 x 4 cm kokoisia muoviliuskoja. Koeala rajataan alareunasta verkkoaidalla, johon 2-3 tunnissa kertyvät lehdet lasketaan. Koskijaksolle pidättyneiden lehtien osuus niiden alkuperäisestä määrästä kertoo koealan pidätyskapasiteetin. Lehtien pidätyskapasiteetti on erityisen tärkeä pohjajeläimille, jotka käyttävät virran mukanaan tuomia lehtiä ravinnokseen. Pidätyskapasi-

teetti yleensä paranee esimerkiksi uoman tehtyjen kynnysten ja suisteiden avulla sekä lisäämällä uoman leveysvaihtelua ja mutkittelevuutta. Toisaalta kunnostuksen yhteydessä tapahtuva vesisammaleen väheneminen saattaa vaikuttaa pidätyskapasiteettia heikentävästi.

Pohjaeläintutkimuksissa seurataan pohjaeläimistön mahdollista muuttumista kunnos-

tuksen seurauksena. Pohjaeläimistö saattaa lyhytaikaisesti taantua purokunnostustöiden aiheuttaman häiriön ja ympäristön muutosten vaikutuksesta. Pohjaeläimistön koostumus, kokojakauma ja kokonaisbiomassa vaikuttavat olennaisesti kalojen käytettävissä olevaan ravintoon. Purojen kalat syövät valtaosin pohjaeläimiä. Myös kunnostuksen vaikutusta pohjaeläimistön monimuotoisuuteen sekä ravinnonkäyttöryhmien osuuksiin voidaan tutkia.

Veden laadun seuranta voi olla ajankohtainen esimerkiksi kunnostustoimenpiteiden aiheuttamien lyhytaikaisten vaikutusten todentamisessa. Esimerkiksi imuruoppaus ja erilaiset uoman kaivutyöt saattavat aiheuttaa lyhytaikaista samennusta ja kiintoainepäästöjä. Purokunnostukseen ja varsinkin valuma-aluekunnostukseen liittyy veden laatua parantavia elementtejä. Ojakatkot, pintavalutusentät, lietetaskut, laskeutusaltaat ja purooman orgaanisen aineksen pidätyskyvyn parantaminen saattavat parantaa puroveden laatua. Vesianalyyseina voivat olla tavoitteesta ja kiinnostuksesta riippuen esimerkiksi alkaliniteetti, pH, kemiallinen hapenkulutus, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, sähkönjohtavuus, rauta, kiintoaine, sameus ja väriluku.

Kunnostusrakenteiden pysyvyyden ja toimivuuden seuranta voi sisältää monenlaisia osioita. Usein on seurattu kutusoraikkojen paikoillaan pysyvyyttä ja liettymistä tai hiekoittumista. Suisteet, kynnykset ja muut rakenteet saattavat vaurioitua tai irrota kevättulvien paineessa. Kaivetut montut saattavat täytyä hiekalla tai lietteellä. Suisteiden ym. rakenteiden toimivuutta hiekan poistamisessa uomasta voidaan arvioida kevättulvan jälkeen uoman ulkopuolelle kertyneen hiekan määrän perusteella.

Kiintoaineen sedimentoitumisen seuranta voidaan toteuttaa pohjaan asennettavilla keräimillä. Kiintoaineen sedimentoitumisella



Sedimentoitumistutkimuksessa käytettävä keräin.

on yhteys esimerkiksi kalojen kutusoraikkojen tukkeutumiseen. Seuranta on aiheellinen varsinkin valuma-aluekunnostuksissa.

Pohjan laadun seuranta voidaan toteuttaa esimerkiksi paaluilla rajatulla jaksolla, josta on tarkka kuvaus mielellään jo ennen kunnostustöitä ja heti kunnostustöiden jälkeen. Pohjan laatua voidaan kuvata esimerkiksi luokittelemalla se Wentworthin asteikolla (ks. inventointilomake, liite 1). Pohjan laadun muutosta on kiinnostavaa seurata varsinkin uudelleen vesitetyllä uomalla.

Kasvillisuuden leviämisen seuranta kunnostetuille alueille voidaan rajata koskemaan pelkästään vesisammalia tai kaikkea puronvarren kasvillisuutta. Vesisammal on tärkeä puron pohjaeläimistön fyysisenä elinympäristönä ja virran mukana kulkeutuvan orgaanisen aineksen pidättäjänä. Vesisammalkasvustot saattavat kärsiä kunnostustöistä ja kiveämiset lisäävät vesisammaletonta kivipintaa. Vesisammaleen levittäytymisen nopeus riippuu paljolti yläpuolisista kasvustoista. Myös imuruoppauksen läjitysalueiden kasvittumista ja mahdollisia vettymisen aiheuttamia puukuoolemia voidaan seurata.

Lisää tietoa:

Mäki-Petäys, A., Vehanen, T., Huusko, A. & Muotka, T. 1999. Virtavesien kunnostuksen arviointi ja seuranta. Suomen Kalastuslehti 106 (7): 8-11.

Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.) 1999. Kalataloustarkkailu – Periaatteet ja menetelmät. Riistä – ja kalatalouden tutkimuslaitos; Helsinki. Nykypaino. 303 s.

Ympäristöministeriö 2006: Työsuojelu sähkökalastuksessa, Helsinki. Ympäristöhallinnon ohjeita 8. 45 s.



Kivettyä koskea Lauttaojalla seitsemän vuotta kunnostusten jälkeen. Sammalta on kasvanut runsaasti.

## 5 Toteutuneita purokunnostuksia Suomessa

### 5.1

#### **Metsäpurojen kunnostushanke Koillismaalla ja Kainuussa**

Marita Ahola

Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskusten sekä Metsähallituksen yhteishanke metsäpurojen kunnostamiseksi Pudasjärven, Taivalkosken ja Suomussalmen alueilla alkoi vuonna 2006 ja päättyi vuoden 2008 lopussa. Hankkeessa kunnostettiin yhteensä 16 metsätalousmailla virtaavaa puroa. Hankkeessa kehitettiin luonnonmukaisia kunnostusmenetelmiä ja erityisesti puun käyttöä kiintoaineen poistamiseksi puroista. Metsäpurojen kunnostushanketta rahoittivat ympäristökeskusten ja Metsähallituksen lisäksi Kainuun TE-keskus, Pudasjärven kaupunki, Taivalkosken kunta ja Suomussalmen kunta. Kunnostustyöt toteutettiin suurelta osin työvoimarahoituksella.

Hankkeessa toteutettiin koko puron tai sen osan kunnostustyöt seuraavilla kohteilla:

Pudasjärvi:  
Nokipuro  
Alahaapuanoja  
Mustarinnanaja  
Säkkisenaja  
Kylmäoja  
Itäoja  
Nällinsuonpuro  
Hanhioja

Taivalkoski:  
Vantunlammenaja  
Harjunalasanaja  
Porojoki  
Laukkupuro  
Hoikanoja

Suomussalmi:  
Törisevä  
Rukkipuro  
Hallajoki

Hankkeeseen liittyi myös kaksi tutkimusosiota. Oulun yliopiston biologian laitoksen tutkijat keräsivät Iijoen latvapuroilta laajan aineiston eri eliöryhmistä puroluonnon monimuotoisuuden ja suojeluarvon tutkimiseksi. Tarkoituksena on tutkia, vastaako purojen inventoinnissa käytetty yksinkertainen inventointimenetelmä todellista vesiympäristön ja rantavyöhykkeen biologista monimuotoisuutta. Aineistosta on tehty useita opinnäytetöitä.



Toisessa tutkimusosiossa Oulun yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan laboratorion tutkijat selvittivät, miten latvapurojen kunnostus vaikuttaa puron hydraulikkaan, tulvan pienemiseen, puron kiintoainemäärään, kiintoaineen kulkeutumiseen sekä kutusorien pysymiseen ja tukkeutumiseen. Tutkimukset liittyivät kahteen erilliseen väitöskirjatyöhön.

Metsäpurojen kunnostushankkeessa toteutettiin metsäpuuroista ja niiden kunnostamisesta kertova näyttely, joka avattiin Syöteen luontokeskuksessa toukokuussa 2008. Näyttely kiertää useissa Kainuun ja Koillismaan luontokeskuksissa ja kirjastoissa vuosina 2008-2009. Tämä opaskirja on toteutettu hankkeen rahoituksella ja osin sen lopputuotoksena. Liitteessä 3 on esitetty yhteenveto Metsäpurojen kunnostushankkeen purokunnostustöiden kustannuksista Kainuun ja Koillismaan kohteissa.

Hankkeen loppuraportti on luettavissa hankkeen www-sivuilla osoitteessa: [www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot](http://www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot).



Rakenteiden mitoittamisen suunnittelua yhteistyössä purokunnostajien ja yliopiston tutkijoiden kanssa.

## Purokunnostajien kokemuksia Metsäpurojen kunnostushankkeessa

Haastattelut: Pirkko-Liisa Luhta

### ”Lottovoitto päästä purotöihin”



Marko Nuoristo

Marko tuli Metsäpurojen kunnostushankkeelle töihin kesällä 2007. Toinen purokesä alkaa olla nyt lopuillaan. Markosta kehittyi nopeasti täysverinen purokunnostaja, joka rohkeasti kehittää ja kokeilee uutta ja näkyvää jälkeä syntyy.

’Aluksi minulla ei ollut mitään tietoa hommasta, kaikki oli uutta. Ihmettelin onko puusuisteiden rakentelusta mitään hyötyä. Mutta kun huomasin kuinka hiekka lähti veden virtauksen voimasta liikkeelle suisteen edestä ja kaivoi kuopan, oivalsin että tässähän on järkeä. Työn tuloksen näki heti. Vanhojen umpoutuneiden purouomien vesitys on hyvin näkyvää, puron muoto palautuu kanavasta mutkittiteleväksi, luonnollisen näköiseksi puroksi. Seuraavana kesänä puro näyttää jo siltä, kuin se olisi ollut siinä aina. Tätä työtä ei voi opiskella koulun penkillä. Paras opettaja on puro itse. Välillä on seisottava puron äärellä, tutkailtava maaston muotoja, veden virtauksia ja mietittävä, mihin työhön veden voisi laittaa. Vesi tekee työn sen jälkeen, kun sitä on avustettu suisteilla tekemään mitä halutaan. Ja kunnostettavaa riittää. Kun jonkun

kanssa puhuu puroista, aina tulee esille kunnostuksen tarpeessa olevia puroja. Paljon olisi metsätalouden vesiensuojelussa vielä parantamista. Purojen varsilla on paljon suoraan puroon kaivettuja metsäoimia, joiden tukkimisessa riittäisi töitä. Mitä enemmän oja puroon tulee, sen huonommassa kunnossa puro on.

Kalojen palaamisen puroon haluan nähdä. Nyt olen ollut vasta niin vähän aikaa hommasa, mutta että ensi kesänä haluan nähdä, joko taimenet ovat tulleet kunnostetulle alueelle. Työ on välillä raskastakin. Kun lapiopelillä tehdään isoja töitä, kuluu aikaa ja rahaa. Pieni kaivinkone olisi varmasti kustannustehokas, varsinkin jos mennään yhtään isommille, yli puolentoista metrin levyisille puroille. Tämä olisi ihanneammatti, jos se vain olisi mahdollista. Monipuolista työtä, kunnostusta, purojen inventointia, sähkökalastuksia ja muuta seurantaa. Kahta samanlaista puroa ei ole eikä kahta samanlaista päivää.

### ”Puroilla alkulähteillä”



Keijo Tauriainen

Keijolla on vuosien kokemus purokunnostajana. Kuuden kesän jälkeen asioista voi puhua jo kokemuksen syvällä rintaäänellä. Hänellä on ollut lukuisia työkavereita puroilla ja hän kertookin näkevänsä heti kenestä tulee kunnostaja. Kaikki on kiinni asenteesta.

’Pääsin pian jyvälle kunnostuksesta, miten saadaan oja puroksi ja solisemaan. Työssä

tulee jatkuvasti uutta eteen, työporukka joutuu keskustelemaan, välillä inttämäänkin, mitä tehdään ja kuinka. Tätä työtä tehdään kuitenkin luonnon, ennen kaikkea veden ehdoilla. Ja vedellä on notkeat kyljet, se menee välillä sieltä mistä ihminen ei osaa olettaa sen menevän. Silmä oppii kuitenkin näkemään, mitä kannattaa tehdä. Valokuvista ennen ja jälkeen kunnostuksen näkee hyvin muutoksen. Kun kaivettu oja palautetaan kulkemaan takaisin vanhaan purouomaan, muutos on valtava – ja hieno. Parasta työssä on, kun muutaman vuoden kuluttua kunnostuksesta näkee, että paikka näyttää siltä, miltä se on joskus näyttänyt.

Poikasena ongin puroista tonkoja eli tammuikoita. Metsäojitusten alettua näin, ettei se purojen ja taimenten osalta johda hyvään lopputulokseen. Näillä kunnostustöillä saadaan edes osa palautettua parempaan kuntoon. Monella voisi käsitys purojen merkityksestä muuttua, kun näkisi käytännössä, mitä purojen kunnostuksessa tapahtuu.

Työn huono puoli on jatkuvat sateet, kuten kesällä 2008. Purot tulvivat helposti ja suisteiden asentaminen hankaloituu, kun vettä on paljon. Parasta kunnostusjälkeä saa kiveämisellä. Toisaalta perinteinen, yksinkertainen suiste on edelleen toimiva. Mutta uutta kannattaa aina kokeilla. Näiden purovuosien aikana olen löytänyt uuden ulottuvuuden luonnon arvostuksessa. Puroilla ollaan kirjaimellisesti alkulähteillä; mikä täältä lähtee, päättyy mereen. Perusajatus tässä työssä itselläni on, että pelastetaan se mitä pelastettavissa on.'

## 5.2

### **Purokunnostukset Suomessa**

Matti Havumäki ja Timo Yrjänä

Purokunnostuksia on tehty eri puolilla Suomea. Luontoliiton Taimen takaisin – projekti ja sen jälkeen perustettu Taimeninstituutti olivat vapaaehtoisen purokunnostuksen pioneereja Suomessa 1990-luvulla. Nurmeksien Kuohattijärven puroilla ja metsäojitusalueilla tehtiin ensimmäisenä Suomessa niin laajamittaisia toimenpiteitä, että niillä oli vaikutusta järven veden laatuun. Itä-Lapissa on tehty laajoja liettyneiden purojen imuruoppauksia ja kunnostettu perattuja puroomia käsityönä.

Koillismaalla mielenkiinto purokunnostuksia kohtaan heräsi 1990 – luvun puolivälissä. Ensimmäisiä purokunnostuksia tehtiin talkootyönä asiaan vihkiytyneiden harrastajien ja ammattilaisten aloitteesta.

Metsähallitus ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus perustivat vuonna 1997 purotyöryhmän, jonka tavoitteena oli selvittää purojen tilaa ja suunnitella toimenpiteitä, joilla arvokkaiden purokokonaisuuksien säilyminen voitaisiin turvata ja joilla heikentyneiden, mutta silti luonnonarvoja omaavien purojen tilaa voitaisiin parantaa. Myös Kainuussa puroja on inventoitu systemaattisesti ja kunnostustoimintaa on ollut lähes vuosittain alkaen vuodesta 1997.

Tätä opaskirjaa varten tehtiin kyselytutkimus päivittämään Suomessa tehtyjen puroinventointien ja purokunnostusten nykytilannetta. Kysely lähetettiin ympäristökeskuksille, Suomen ympäristökeskukseen sekä TE-keskusten kalatalousyksiköille. Vastausten taso vaihteli suuresti ja esitetyt luvut ovat vastausten perusteella tehtyjä arvioita. Kyselyraportti on kokonaan luettavissa verkossa osoitteessa [www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot](http://www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot).

Tähän mennessä lähinnä kalataloudellisia tai valuma-alueen tilaan liittyviä inventointeja on tehty valtakunnassa yhteensä noin 1750 purolla. Inventoinneissa on tarkasteltu yli 5000 purokilometriä. Monin paikoin kartoitustyöt ovat vasta alussa.

Kunnostusten päätavoite on selkeästi ollut kalataloudellinen ja kunnostuksilla on pyritty taimenen elinolosuhteiden parantamiseen. Muita kunnostuksen hankekohtaisia päätavoitteita ovat olleet jokihelmisimpukan elinolosuhteiden parantaminen, kuormituksen sekä eroosion vähentäminen ja kuivatushankkeiden luonnonmukainen vesirakentaminen.

Nyt tehdyn selvityksen mukaan ainakin osittain kunnostettuja puroja on noin 170 (250-400 km) ja kunnostustarpeeksi on arvioitu n. 3000 kilometriä. Ilmoitetut kunnostushankkeet näyttäisivät sisältävän huomattavasti enemmän uomakilometrejä kuin aikaisempi kyseily (Työryhmämuistio MMM 2004) ja puroja ajatellaan ehkä kokonaisvaltaisemmin, kun vesiensuojelullisten tavoitteiden painoarvo on kasvanut. Vastauksista kävi ilmi, että lähes jokaisella inventoidulla purolla todettiin olevan jonkin asteista kunnostustarvetta.

Kunnostusmenetelminä ylivoimaisesti suosituimpia ovat olleet virta- ja koskipaikkojen kiveäminen, joita oli tehty kaikkien vastaajien toimesta (18 kpl), sekä kutosorastukset, jotka tähtäävät taimenen lisääntymis- ja poikas- tuotantopotentialin parantamiseen. Yleisiä kunnostusmenetelmiä ovat olleet myös puurakenteet, vanhan uoman palauttaminen ja vaellusesteiden poisto. Veden pinnan nostoa on myös yleisesti käytetty kunnostusmenetelmänä. Veden pinnan nostolla on pyritty parantaa maisemaa, kalojen viihtyvyyttä/säilyvyyttä ja estämään pohjakulkeumaa.

Valuma-alueita on kunnostettu ympäristö- ja kalataloushallinnon toimesta toistaiseksi vain vähän, vaikka niiden merkitys kunnostuksen onnistumiselle on hyvin tiedostettu. Vesialueen syventämistä ja uomaan kulkeutuneen maa-aineksen poistoa ruoppauksilla on tehty noin kolmannes kunnostajista (6 kpl). Tulvitus luonnonmukaisena kunnostuskeinona on ollut käytössä vain reilulla viidenneksellä kunnostajista (4 kpl).

Muina menetelminä on erikseen mainittu mutkittelun palauttaminen ja tulvatasanne, rantaviivaan kohdistuva kunnostus ja siinä erityisesti leveysvaihtelun lisääminen tai palauttaminen ja konetöinä tehdyt sivu- ja puroaltaat. Ruoppauksiin, lietealtaiden ja uusien uomien tekemiseen sekä vanhojen uomien vesittämiseen (mm. padot) on kunnostuksissa käytetty koneita. Valuma-aluekunnostuksia on myös tehty yleisesti konetöinä.

Purokunnostusten ongelmiksi oli mainittu usein puroon välillisesti vaikuttavia asioita, kuten alapuoliset vaellusesteet ja alapuolisten vesistöjen (huono) tila. Veden vähyys ja purojen kuivuminen ovat ongelmia, jotka painottuivat enemmän rannikolle.

Vastausten perusteella inventointimenetelmiä olisi yhtenäistettävä siten, että kartoitukset ovat valtakunnallisesti vertailtavien ja tallennettavien. Lisäksi tulee kehittää inventointilomaketta, tietokantoja (tallennus ja tilastointi) sekä viranomaistoiminnan yhteensovittamista. Myös yhtenäistä valtakunnallista ohjeistusta tarvitaan.

Paikoin kunnostukset ovat saattaneet olla vaatimattomia ja täydennyskunnostuksia on syytä tehdä monella kohteella. Kunnostustöiden resurssien, menetelmien ja toimenpiteiden puutteellisuuden vuoksi suurin osa vastaajista (77 %) totesi kunnostustavoitteiden täyttyneen huonosti tai vain kohtalaisesti.

Lisää tietoa:

Kalataloudellisten kunnostusten kehittämistyöryhmän raportti. Työryhmän muistio, MMM 2004. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 81 s.

Näreaho, T., Jormola, J., Laitinen, L. & Sarvilinna, A. 2006. Maatalousalueiden perattujen purojen luonnonmukainen kunnossapito. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 52. 64 s.

Virtanen, K. & Virtanen, H. 2000. Pienvesistön ja sen valuma-alueen kunnostamisen pilottihanke. Kainuun ympäristökeskus, Kajaani. Alueelliset ympäristöjulkaisut 159. 67 s.

Yrjänä, T. 2002. Jokien kunnostus Suomessa ja muualla. Vesitalous XLII/2: 13-16.

[www.sll.fi/pohjanmaa/lumene](http://www.sll.fi/pohjanmaa/lumene)

[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Vesivarojen käyttö > Vesirakentaminen > Luonnonmukainen vesirakentaminen > Luonnonmukainen vesirakentaminen maailmalla.

5.3

## Lauttaojan ja sen valuma-alueen kunnostus

Tapio Sutela

Iijoen vesistöalueella sijaitsevalla Lauttaojalla tehtiin 1999-2001 kunnostustöitä mm. kiveämällä, rakentamalla puusuisteita ja kynnyksiä, imuruoppaamalla, sorastuksilla ja vanhoja uomia vesittämällä (Sutela ym. 2002). Uoman lisäksi kunnostuksia tehtiin myös valuma-alueella. Tavoitteena oli palauttaa puron latva-alueen vesitalous luonnonmukaisemmaksi ja parantaa veden laatua tukkimalla metsäojia ja rakentamalla laskeutusaltaita, lietetasuja sekä pintavalutuskenttiä. Lisäksi kaksi osittain kuivattua lampea vesitettiin. Valuma-alueen kunnostoiden oletettiin parantavan taimenen



Rehevää Ala-Haapuanojaa kesällä 2008.

elinolosuhteita kasvattamalla alivirtaamia ja veden laatua parantamalla. Kiintoainekuorituksen vähenemisen toivottiin estävän tai hidastavan imuruopattavien ja sorastettujen purokunnostusjaksojen liettymistä ja hiekotumista.

Lauttaojan ja sen valuma-alueen kunnostustöihin liittyi monipuolinen seuranta. Valuma-alueella tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksesta Lauttasuon pohjavesipinta nousi noin 7 cm ja Yli-Lauttasuon noin 14 cm. Valuma-alueen kunnostustöiden ei havaittu ainakaan välittömästi vaikuttavan veden laatuun, joskin pienet muutokset saattoivat peittyä satunnaisvaihtelun alle. Elinympäristömallinnuksen perusteella purouoman kunnostus paransi selvästi Lauttaojan yläosan soveltuvuutta taimenelle. Kunnostusta seuraavan vuoden aikana taimen ei kuitenkaan levittäytynyt Lauttaojan yläjuoksun kunnostetuille alueille. Lauttaojan alaosan taimentiheys oli lievässä nousussa kunnostuksen jälkeen, mutta nousua ei voitu osoittaa kunnostuksesta johtuvaksi. Kunnostustöillä ei havaittu vaikutuksia taimenen kasvunopeuteen tai kuntoon.

Lauttaojalla 6-8 vuotta kunnostuksen jälkeen tehdyissä kontrollikäynneissä havaittiin ojakatkojen, suisteiden ja muiden kunnostus-

rakenteiden pysyneen suurimmaksi osaksi kunnossa ja toimivina. Uomaan lisätyt kivet olivat paljolti sammaloituneet ja esimerkiksi lammen padotustöiden jälkiä ei enää juuri huomannut maastossa. Sen sijaan soraikoissa oli havaittavissa osittaista liettymistä. Taimen ei ollut levittäytynyt kunnostetulle yläjuoksulle, mihin syynä saattoi olla liian pieni virtaama ja uoman koko.

Lauttaojan kunnostushankkeessa seurattiin myös kunnostustöiden yksikkökustannuksia. Taulukossa 2 esitettyihin kustannuksiin sisältyvät maastotyö-, materiaali- ja suunnittelukustannukset. Kustannuksia alensivat kunnostusmateriaalin (kivet ja puutavara) hyvä saatavuus lähialueelta, kunnostusalueen läheisyys tieltä, työllisyysmäärärahojen käyttö (suhteellisen pieni päiväpalkka) ja pääomakuluton kalusto sisältäen esimerkiksi mönkijät, peräkärryt ja imuruoppajat. Purokunnostuksen kokonaiskustannus suunnittelutöineen oli noin 12 – 14 € puometriä kohti.

Lisää tietoa:

Sutela, T., Yrjänä, T. & Luhta, P.-L 1999. Puron ja sen valuma-alueen kunnostus Lauttaojalla. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 284. 71 s.

Kunnostustoimenpide	Hinta
Kutualueen teko sorastamalla	22 €/m <sup>2</sup>
Vanhan uoman vesittäminen	26 €/puometri
Syvennyksen (montun) kaivaminen	34 €
Imuruoppaus	48 €/puometri (485 €/m <sup>3</sup> )
Puusuiste	33 €
Kiveäminen	10 €/puometri
Uoman levennys	9 €
Lammen vedenpinnan nosto patoamalla	5 050 €

## Isojoen taimenpurot

Eero Jutila

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos selvitti 1990-luvun alkupuolella metsätaloustoimien vaikutuksia virtavesien kalastoon Selkämereen laskevan Isojoen vesistön metsäpuroissa. Kalastokartoituksessa tutkittiin sähkökalastamalla yhteensä 50 purovesistöä, mistä taimenia tavattiin 27 purosta eli luomasta. Isojoen latvapurojen valuma-alueella suurimpia luonnontilan muutoksia olivat aiheuttaneet laajat metsäojitukset, joita oli keskimäärin 10 km/km<sup>2</sup>. Suurimmat muutokset puroissa olivat metsätalouden peruskuivatuksen uomien perkaukset ja oikaisut. Eroosioherkillä alueilla ojitukset olivat aiheuttaneet myös uomien hiekottumista.

### Taimenen esiintymistä rajoittavat ympäristötekijät

Tutkimuksessa verrattiin sellaisia koealoja, jossa oli taimenia sellaisiin koealoihin, joilta taimenia ei tavattu. Koealojen yläpuolisen valuma-alueen koko oli merkitsevästi suurempi taimenkohteilla (keskimäärin noin 14,4 km<sup>2</sup>) kuin taimenettomilla koealoilla (keskimäärin 5,5 km<sup>2</sup>). Lisäksi veden pH oli korkeampi taimenellisillä (keskimäärin 6,5) kuin taimenettomilla (keskimäärin 5,9) koealoilla. Itse puroissa ainoa ero havaittiin virtasyvänteiden määrässä, joka oli taimenellisillä koealoilla (keskimäärin 0,5 kpl/10 m) merkitsevästi suurempi kuin taimenettomilla (keskimäärin 0,2 kpl/10 m). Virtasyvänteillä tarkoitettiin syvyydeltään > 30 cm ja pituudeltaan > 50 cm olevia pohja-alueita koskissa.

### Ympäristötekijöiden vaikutus taimenen poikastiheyksiin

Isojoen luonnontilaisiksi luokitelluilla taimenpurokoealoilla oli yksivuotiaita taimenia keskimäärin 14,8 yksilöä aarilla ja peratuilla keskimäärin 8,5 yksilöä aarilla. Poikastiheyksien ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Perattujen ja luonnontilaisten koealojen välillä ei löydetty tilastollisia eroja purojen valuma-alueen ympäristötekijöissä. Ainoa selittävä ero uomien välillä oli virtasyvänteiden määrä, joka oli luonnontilaisissa koskissa suurempi kuin peratuissa.

Ympäristötekijöiden vaikutusta kesänvanhojen taimenten poikastiheyksiin tutkittiin istutuskokeilla. Taimenten esiintymistiheyttä lisäviksi tekijöiksi osoittautuivat virtasyvänteiden runsaus, läpimitaltaan 2–10 cm olevan pienkivipohjan osuus sekä rantakoveraumien eli räystäiden määrä. Räystäiksi katsottiin vähintään 20 cm veden yläpuolelle ulottuvat, yli metrin pituiset ranta-alueet. Vesisyvyyden ja rantapuuston varjostuksen kasvu vähensivät taimenen esiintymistiheyttä. Isojoen puroissa koskipaikkojen virtasyvänteet olivat useimmiten niin pienialaisia, etteivät ne oleellisesti vaikuttaneet koko koskialueen vesisyvyyteen. Rantapuuston varjostuksen on yleensä todettu parantavan taimenen elinmahdollisuuksia, mutta Isojoen lähdepuroissa vesi on kylmää ja jää kesälläkin taimenen suotuisimman kasvulämpötilan alapuolelle. Virtasyvänteiden määrällä ja pohjakasvillisuuden peittävyys kasvulla oli Isojoen puroissa kesänvanhojen taimenten biomassaa lisäävä vaikutus.

Ympäristötekijöiden vaikutusta yli yksivuotiaiden taimenten esiintymiseen tarkasteltiin luonnon poikasmäärien perusteella. Yli yksivuotiaiden taimenten esiintymistiheyteen lisävästi vaikutti metsämaan osuus valuma-alueesta ja vähentävästi suomaiden

osuus sekä yläpuolisen valuma-alueen koko. Valuma-alueen koon kasvulla oli kuitenkin taimentiheyttä lisäävä vaikutus, jos suon osuus valuma-alueesta ei kasvanut. Virransäisistä ympäristötekijöistä virtasyvänteillä, räystäällä sekä kynnyksillä oli yli yksivuotiaiden taimenten esiintymistiheyttä lisäävä ja pienkivipohjalla sitä vähentävä vaikutus. Myös runsas pohjakasvillisuus lisäsi taimenten määrää silloin kun räystäitä ja pienkivipohjia oli puroissa vähän. Taimenen poikast pyrkiivät välttämään lajinsäisistä kilpailua, sillä kesänvanhat taimenet näyttivät suosivan kutupohjaksi soveltuvia pienkivipohjaisia alueita, kun taas vanhemmat välttelivät niitä. Isojoen puroissa karkeampaa kivipohjaa oli vanhemmille poikasille ilmeisesti riittävästi tarjolla, koska sen merkitys ei korostunut tilastollisissa tarkasteluissa.

## Taimenpurojen kunnostukset

Koskien virtasyvänteillä, räystäällä ja kivien muodostamalla kynnyksillä on Isojoen metsäpuroissa selvä positiivinen vaikutus taimenen esiintymiseen yleensä, ja etenkin yli yksivuotiaiden taimenten tiheyksiin luonnontilaisissa koskissa. Virtasyvänteitä muodostuu useimmiten kynnysten yläpuolelle, joten myös koskikunnostuksissa virtasyvänteitä saadaan helpoimmin aikaan kynnysrakenteita käyttämällä. Kynnysten tuottama suurempi vesisyvyys on taimenelle välttämätöntä varsinkin kesän ja talven alivirtaamakausina. Virtasyvänteet tarjoavat taimenille myös niiden tarvitsemaa näkösuojaa. Taimenet kykenevät hyödyntämään suvantoalueita tehokkaimmin pienvesistöissä, missä on niukasti muita kalalajeja. Jos suvantoalueilla esiintyy petokaloja ja kalalajisto on muutenkin monipuolisempi, taimenen poikasten esiintyminen keskittyy etupäässä koskiin.

Taimenen kannalta tärkeitä rantakovertoimia esiintyy yleensä vain luonnontilaisissa koskissa. Niiden palauttaminen perattuihin koskiin on käytännössä lähes mahdotonta ilman esimerkiksi puusta tehtyjä lisärakenteita. Jos purojen luontaiset kutupohjat ja ensimmäisen kesän poikasalueet ovat perkauksissa hävinneet tai vähentyneet, niitä voidaan kunnostuksissa lisätä tuomalla koskien pohjalle pienkivimateriaalia.

## Valuma-alueen vaikutukset kunnostusedellytyksiin

Tehdyn tutkimuksen mukaan valuma-alue-tekijöistä ainakin alueen koko ja veden happamuus on otettava huomioon purokunnostusten edellytyksiin vaikuttavina tekijöinä. Valuma-alueen koon vaikutus ilmenee selvimmän purojen virtaamassa. Isojoen taimenpuroissa keskivirtaaman arvioitiin olevan keskimäärin noin 15 litraa sekunnissa ja taimenettomissa puroissa alle puolet siitä. Myös valuma-alueen maaperä ja ojitukset vaikuttavat purojen vesimääriin ja virtaamiin. Isojoen puroissa on havaintoja siitä, että taimenen menestymisen esteenä oli koskipaikkojen jäätyminen pohjaan saakka talvella ja ajoittainen kuivuminen kesällä. Ilmiö on mahdollisesti seurausta laajojen suo- ja metsäojitusten aiheuttamista hydrologisista muutoksista. Toisaalta esimerkiksi pohjavesiesiintymät hiekkaperäisillä alueilla lisäävät purojen virtaamaa ja tasoitavat sen vuotuisia vaihteluita.

Pelkästään valuma-alueen ominaisuuksista riippuvat ympäristötekijät selittivät Isojoen luonnontilaisissa taimenpuroissa taimentiheyksiä jokseenkin saman verran tai jopa hieman enemmän kuin virransäiset ympäristötekijät (26 % ja 19 %). Myös tämä puoltaa kunnostuksien etukäteissuunnittelun merkitystä. Taimenen elinolojen parantamiseen tähtääviä purokunnostuksia kannattaa yleensä tehdä vain sellaisissa virtavesissä, joissa taimenta tiedetään ennestään esiintyneen.



Kunnostusten edellytykset ovat taimenen kannalta parhaat suurehkoissa metsävaltaisissa puroissa, missä veden happamuusluku (pH) on lähellä seitsemää ja vastaavasti huonoin pienissä, suovaltaisissa ja happamissa purovesistöissä.

Lisää tietoa:

Jutila, E., Ahvonen, A. & Laamanen, M. 1999. Influence of environmental factors on the density and biomass of stocked brown trout, *Salmo trutta* L., parr in brooks affected by intensive forestry. *Fisheries Management and Ecology* 6: 195-205.

Jutila, E., Ahvonen, A. & Julkunen, M. 2001. Instream and catchment characteristics affecting the occurrence and population density of brown trout, *Salmo trutta* L., in forest brooks of a boreal river basin. *Fisheries Management and Ecology* 8: 501-511.



## LÄHTEET

- Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1980. Water quality criteria for freshwater fish. FAO, Butterworths, London-Boston. 297 p.
- Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta (1311/1996).
- Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.) 1999. Kalataloustarkkailu – Periaatteet ja menetelmät. Riista – ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Nykypaino. 303 s.
- Heinonen, P., Karjalainen, H., Kaukonen, M. & Kuokkanen, P. 2004. Metsätalouden ympäristöopas. Metsähallitus. 159 s.
- Hyvönen, S., Suanto, M., Luhta, P.-L., Yrjänä, T. & Moilanen, E. 2005. Puroinventoinnit Iijoen valuma-alueella vuosina 1998-2003. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 403. 94 s.
- Joensuu, S. 2002. Effects of Ditch Network Maintenance and Sedimentation Ponds on Export Loads of Suspended Solids and Nutrients from Peatland Forests. Väitöskirja, Joensuun yliopisto.
- Joensuu, S., Makkonen, T. & Niskala, M.-L. 2006. Luonnontilaisten purojen suojele vesilaisissa - metsätaloudellisten vaikutusten selvitys. Tapio. 37 s.
- Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen - uusia näkökulmia vesiensuojeluun. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 631. 168 s.
- Kalataloudellisten kunnostusten kehittämissuunnitelman raportti. Työryhmän muistio MMM 2004. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 81 s.
- Kilpinen, K. 2004. Istuta paremmin –käsikirja kalojen ja rapujen istuttajille. Kalatalouden keskusliiton julkaisu 1711. 80 s.
- Korhonen, P., Koskiniemi, J. & Tolonen, K. 1996. Taimenen ja kotiutetun puronierään tila Ylä-Kemijoella vuosina 1993-1994. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 106. 42 s.
- Korsu, K., Huusko, A. & Muotka, T. 2007. Niche characteristics explain the reciprocal invasion success of stream salmonids in different continents. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. pnas.0610719104.
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta (1094/1996).
- Louhi, P. & Mäki-Petäys, A. 2003. Elämää soraikon ulkopuolella ja sisällä – lohien ja taimenen kuttupaikan valinta sekä mädin elinympäristövaatimukset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala-tutkimuksia 191. 23 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2008. Purot – elävää maaseutua. Purokunnostusopas. 55 s.
- Metsähallitus 2004. Metsätalouden ympäristöopas. EDITA. 159 s.
- Metsätalouden vesiensuojelu. 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Mykrä, H., Virtanen, K. & Pehkonen, K. 2003. Purojen kunnostus imuruoppaamalla ja vaikutukset taimenkantoihin ja pohjaeläimiin. Kainuun ympäristökeskuksen moniste 12. 62 s.
- Mäki-Petäys, A., Vehanen, T., Huusko, A. & Muotka, T. 1999. Virtavesien kunnostuksen arviointi ja seuranta. - Suomen Kalastuslehti 106 (7): 8-11.
- Nikunen, E. & Soivio A. 1984. Happamoitumisen vaikutukset kaloihin. Suomen voimalaitosyhdistys ry.
- Nyroos, H., Partanen-Hertell, M., Silvo K. & Kleemola, P. (toim.) 2006: Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Taustaselvityksen lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 55. 68 s.
- Näreaho, T., Jormola, J., Laitinen, L. & Sarvilinna, A. 2006. Maatalousalueiden perattujen purojen luonnonmukainen kunnossapito. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 52. 64 s.
- Ohtonen, A., Lyytikäinen, V., Vuori, K.-M., Wahlgren, A. & Lahtinen, J. 2005. Pienvesien suojele metsätaloudessa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuu. Suomen ympäristö 727. 84 s.
- Oulasvirta, P. (toim.) 2006. Pohjoisten virtojen raakat. Interreg-kartoitushanke Itä-Inarissa, Norjassa ja Venäjällä. Metsähallitus. Gummerus. 152 s.
- Oulasvirta, P. (toim.) 2008. Freshwater pearl mussel in Tornionjoki river basin. Interreg III A North. Metsähallitus. Kärkipaino Oy. 83 s.
- Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008. Suomen luontotyypin uhanalaisuus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8, osat 1 ja 2, 264 + 572 s.

- Sutela, T., Yrjänä, T. & Luhta, P.-L 1999. Puron ja sen valuma-alueen kunnostus Lauttaojalla. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 284. 71 s.
- Valovirta, I., Tuulenvire, P. & Englund, V. 2003. Jokihelmisimpukan ja sen suojelun taso LIFE-Luonto -projektissa. Helsingin yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Moniste, 53 s.
- Virtanen, K. & Virtanen, H. 2000. Pienvesistön ja sen valuma-alueen kunnostamisen pilottihanke. Kainuun ympäristökeskus, Kajaani. Alueelliset ympäristöjulkaisut 159. 67 s.
- Vuorinen, P.J, Keinänen, M., Peuranen, S. & Tigerstedt, C. 1998. Effects of iron, aluminium and dissolved humic material and acidity on grayling (*Thymallus thymallus*) in laboratory exposures, and a comparison of sensitivity with brown trout (*Salmo trutta*). *Boreal Env. Res.* 3:405-419.
- Yrjänä, T. 2002. Jokien kunnostus Suomessa ja muualla. *Vesitalous XLII/2*: 13-16.

Elektroniset lähteet:

- [www.ymparisto.fi/Riverlife](http://www.ymparisto.fi/Riverlife) -> Mitä joki on? -> Virtavesien kalat -> Kalojen vedenlaatuvaatimukset -> Haitalliset aineet
- [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) -> Suomen ympäristökeskus -> Tutkimus -> Hankkeet ja tulokset -> Maatalousalueiden perattujen purojen luonnonmukainen kunnostus ja hoito -> Opetusmateriaalipaketti puro-vesistöjen tilan parantamisesta
- [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) -> Lupa-asiat
- [www.sll.fi/pohjanmaa/lumene](http://www.sll.fi/pohjanmaa/lumene)
- [www.wwf.fi/ymparisto/uhanalaiset\\_lajit/kotimaiset/jokihelmisimpukka.html](http://www.wwf.fi/ymparisto/uhanalaiset_lajit/kotimaiset/jokihelmisimpukka.html)
- [www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot.fi](http://www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot.fi)





## PUROKUNNOSTUSPÄIVÄKIRJA v. \_\_\_\_\_

Purokunnostustyömaa				Pvm	Sivu nro		
Kunnostusalueen koordinaatit (alku – loppu) _____							
Työmiehet kpl		Työnjohtajat kpl		Aputyöntekijät kpl			
<b>Perustiedot kunnostusalueesta ennen kunnostusta</b> <u>raekoko</u> <u>mm</u> O A            <0,5 SG          0,5-2 GF          2-8 GG          8-16 CF          16-32 CG          32-64 PF          64-128 PG          128-256 B1          256-512 B2          512-1024 R            >1024	Syvyystiedot (cm)		Syvin	Matalin	Keskim.		
	Leveystiedot (m)		Levein	Kapein	Keskim.		
	Pohjan raekoko (Wentworth)		1. vallitsevin	2. vallitsevin	Suurin		
	Virtausnopeus (%)		Koski	Niva	Hidas		
	Kasvillisuustiedot		Peittävyys (ast. 0 – 5)		Sammal %		
	Hiekoittuneisuus		Paksuus keskim. (cm)		Peittävyys %		
	Muut tiedot		Suojapaikat (0 – 5)		Puuaines (0 – 5)		
	<b>Rakenteet / kunnostustyöt ja niihin käytetty työaika</b>	Puiset poikkisuisteet		kpl	h	Puiset virranohjaimet	kpl
Tukkilautat/pohjalavat		kpl	h	Tikkupadot/majavapadot	kpl	h	
Puiset hiekankeräimet		kpl	h	Hiekka-/liettaskut	kpl	h	
Varjostukset		kpl	h	Heittolavat	kpl	h	
Kivisuisteet		kpl	h	Muut puurakenteet	kpl	h	
Muu kiveäminen		m	h	Kivikynnykset	kpl	h	
Montut		kpl	h	Kutupaikat	kpl/m <sup>2</sup>	h	
Vanhojen uomien vesitt.		kpl	h	Vanhojen uomien vesitt.	m	h	
Ojien tukkiminen		kpl	h		kpl	h	
		kpl	h	Kunnostetun alueen pit.		m	
<b>Tutkimukset</b>	Projekti	Paikka		Henkilöm.	Työt. (h)		
<b>Työnsuunn. / Koulutus</b>	Projekti	Paikka		Henkilöm.	Työt. (h)		
<b>Muut työt, töiden kulku, käytetyt koneet ja laitteet, huomiot vedenkorkeuksista ja muista kunnostuksiin liittyvistä asioista, jne.</b>							
<b>Valokuvat, klo</b>							

Purokunnostusten kustannukset metsäpurojen kunnostushankkeessa 2006-2008.

1. Kolmen puron kunnostuskustannukset Kainuussa.

a) Kustannukset/puro

Puro	Puron kokonaispituus (m)	Kunnostettujen tyyppijaksojen	
		pituus (m)	pinta-ala (m <sup>2</sup> )
Hallajoki	14050	8285	28998
Törisevä	2310	1870	2057
Rukkipuro	2760	2760	3036
Yht.	19120	12915	34090,5
Kustannukset €/ä	6,1	9,0	3,4

b) Eri kunnostusmenetelmien ja –toimenpiteiden kustannukset

Kustannuserottelu (kunnostustoiminta ilman suunnittelukustannuksia)						
Hallajoen, Rukkipuron ja Törisevän keskiarvoina.						
		h	h/kpl	€	€/kpl	Vaihteluväli €
Poikkisuiste	48 kpl	178	3,7	7298	152	123-184
Hiekankeräin	7 kpl	22,5	3,2	822	117	109-119
Kiveys/ m	3350 m	932	0,3	34331	10	5,4-13
Montut/ kpl	121 kpl	88	0,7	3571	30	22-41
Vanhan uoman vesitys+putsaus	309 m2	57	0,2	3021	10	3,1-16
Ojien tukkiminen	15 kpl	125	8,3	4656	310	232-316
Virranohjain	39 kpl	167,5	4,3	6475	166	94-493
Tikkupato	6 kpl	10	1,7	449	75	58-109
Kivikynnys	113 kpl	125	1,1	4963	44	33-61
Kutupaikka m2	104 m2	298,5	2,9	11058	106	58-117
Pato	11 kpl	1532	139,3	4617	420	394-441
Kivisuiste	11 kpl	50,5	4,6	598	54	54
Heittolava	3 kpl	14	4,7	724	241	145-290
Pajupistokkaat	40 kpl	238	6,0	544	14	14
Ruoppaus	100 m2	15	0,2	869	9	9
Yht.		3853 h		83996 €		
Konetyöt/Luonnohoitohanke, Kainuun metsäkeskus						
Konetyöt						
Pato	2 kpl	10		562	281	
Ruoppaus	7 kpl			693,55	99	
Sivuallas+ruopp.	4 kpl			373,35	93	
Imuruoppaus	15 m <sup>2</sup>			2089	139	
Laskeutusallas ja pintavalutus						
	Pieni	1 Kpl/100m <sup>3</sup>		400*	400	
	Iso	1 Kpl/250m <sup>3</sup>		1000	1000	
Puroallas		1 Kpl		1780	1780	
Yht.				6897,9		

2. Purokunnostusten kustannukset Koillismaalla.

Kunnostetujen purojen keskiarvokustannukset rakenteittain (Kylmäoja, Alahaapuoja, Mustarinnan oja, Nokipuro, Hoikanoja, Harjunalaseñoja, Vantunlammenoja).

Rakenne	kpl	m	h	m/h	h/kpl	€/rakenne kiv. ja sor. €/m	Vaihteluväli €	€ yhteensä
Puiset poikkisuisteet	1073		1397		1,53	22,88	13,8 - 50,8	20955
Hiekan poisto			130					1950
Puiset hiekaneräimet	27		85		3,15	47,22	12,5 - 53,6	1275
Varjostukset	336		120		0,38	5,68	2,0 - 22,5	1800
Kivisuisteet	210		105		0,52	7,76	5,4 - 15	1575
Kivikynnykset	70		65		0,93	13,93	12 - 20,5	975
Muu kiveäminen m		867	316	2,71		5,53	2,1 - 9,2	4740
Puutäyttö kpl	19		2		0,11	1,58	1,58	30
Puutäyttö h			16					240
Uoman levennykset	7		11		1,83	27,50	22,5 - 30	165
Ojien tukkiminen	30		146		7,30	109,50	7,5 - 171,3	2190
Puiset virranohjaimet	533		910		1,97	29,48	6,7 - 46,4	13650
Tikkupadot	14		72		5,14	77,14	77,14	1080
Muut puurakenteet	133		332		3,19	47,88	21,6 - 78,1	4980
Puiset pohjapadot	36		97		2,69	40,42	30 - 76,3	1455
Kutupaikat	32		133		4,16	62,34	7,5 - 138,5	1995
Sorastus m	0	65	36	1,67		9,00	9	540

\* Kustannukset on laskettu 15 euron tuntihinnan mukaan.



## KUVAILEHTI

Julkaisija	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus ja Kainuun ympäristökeskus		Julkaisu-aika 2008	
Tekijä(t)	Marita Ahola ja Matti Havumäki (toim.)			
Julkaisun nimi	<b>Purokunnostusopas – Käsikirja metsäpurojen kunnostajille</b>			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöopas			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Esite metsäpurojen kunnostamisesta (pdf) Metsäpurojen kunnostushankkeen loppuraportti (pdf)			
Tiivistelmä	<p>Ihmistoiminta on heikentänyt metsäpurojen tilaa vuosikymmenien aikana. Kokonaan luonnontilaisena säilyneitä puroja on vain vähän jäljellä. Tähän muutokseen on havahduttu erityisesti taimenen hävittyä entisistä taimenpuroista ja vesistöjen käyttökelpoisuuden heiketessä. Aikaisemmassa uitto- ja ojitustoiminnassa purot muutettiin ojiksi. Nykyisin metsäpuroja uhkaavat lähinnä hakkuut, auraukset, kunnostusojitukset sekä metsä-autoteiden rakentaminen.</p> <p>Tässä opaskirjassa kerrotaan metsätalousalueiden purojen tilasta ja keinoista tilan parantamiseksi. Opaskirjassa neuvotaan, mitä purokunnostushankkeen toteuttamisessa tulee ottaa huomioon ja millaiset kunnostusmenetelmät soveltuvat erilaisista ongelmista kärsiville metsäpuroille. Menetelmiä kuvataan valokuvien ja piirrosten avulla.</p> <p>Opaskirja on toteutettu osana Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskuksen, Metsähallituksen ja Oulun yliopiston yhteishanketta, jossa kunnostettiin 15 metsäpuroa Koillismaaan ja Kainuun alueella vuosina 2006-08.</p>			
Asiasanat	Puro, metsäpuro, purokunnostus, kunnostusmenetelmät, valuma-alue, luonnontilaisuus, taimen			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN (nid.) 978-952-11-3316-9		ISBN (PDF) 978-952-11-3317-6	
	ISSN (pain.) 1238-8602		ISSN (verkkoj.) 1796-167X	
	Sivuja 89	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) -
Julkaisun myynti/ jakaja	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, <a href="http://www.ymparisto.fi/ppo/julkaisut">www.ymparisto.fi/ppo/julkaisut</a> Kainuun ympäristökeskus, <a href="http://www.ymparisto.fi/kai/julkaisut">www.ymparisto.fi/kai/julkaisut</a>			
Julkaisun kustantaja	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus			
Painopaikka ja -aika	Vammalan Kirjapaino Oy 2008			

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Norra Österbottens miljöcentral Kajanalands miljöcentral	Datum 2008		
Författare	Marita Ahola ja Matti Havumäki (red.)			
Publikationens titel	<b>Purokunnostusopas – Käsikirja metsäpurojen kunnostajille</b> (Guide till skogsbäckrestaurering)			
Publikationsserie och nummer	Miljöhandledning			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Esite metsäpurojen kunnostamisesta (pdf) Metsäpurojen kunnostushankkeen loppuraportti (pdf)			
Sammandrag	<p>Människans aktiviteter har försämrat skogsbäckarnas kondition i årtionden. Det finns bara få bäckar kvar som är i naturlig tillstånd. Detta har man kunnat konstatera eftersom öringstammarna har försvunnit ur vattendrag där öring tidigare fanns. Vattendragens användbarhet har också allmänt försämrats. Muddring av skogsbäckar för flottning och skogsodling har ändrat bäckarna till dikar. Nuförtiden är bäckarna hotade av att man avverkar strandskogar, bygger skogsvägar, plogar skog och gör underhållsrensningar av skogsdiken.</p> <p>Denna guide handlar om bäckarnas tillstånd i skogsbruksområden och ger råd för att förbättra dem. Rådgivning ges också om vad man bör ta hänsyn till vid restaureringar och hurdana metoder passar för bäckar som drabbas av olika problem. De olika metoderna är beskrivna med fotografier och grafiska teckningar.</p> <p>Guiden är en del av ett gemensamt projekt av Norra Österbottens och Kajanalands miljöcentral, Forststyrelsens och Uleåborgs Universitet. I projektet restaurerades 15 skogsbäckar i Koillismaa och Kajanaland under åren 2006-2008.</p>			
Nyckelord	Bäck, skogsbäck, restaurering av skogsbäckar, restaurerings metoder, avrinningsområden, naturlig tillstånd, öring			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN (hft.) 978-952-11-3316-9		ISBN (PDF) 978-952-11-3317-6	
	ISSN (print) 1238-8602		ISSN (online) 1796-167X	
	Sidantal 89	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution	Norra Österbottens miljöcentral, <a href="http://www.ymparisto.fi/ppo/julkaisut">www.ymparisto.fi/ppo/julkaisut</a> Kajanalands miljöcentral, <a href="http://www.ymparisto.fi/kai/julkaisut">www.ymparisto.fi/kai/julkaisut</a>			
Förläggare	Norra Österbottens miljöcentral			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Vammalan Kirjapaino Oy 2008			

## DOCUMENTATION PAGE

Publisher	North Ostrobothnia Regional Environment Centre Kainuu Regional Environment Centre	Date 2008		
Author(s)	Marita Ahola ja Matti Havumäki (ed)			
Title of publication	<b>Purokunnostusopas – Käsikirja metsäpurojen kunnostajille</b> (A guide for forest stream restoration)			
Publication series and number	Environment Guide			
Theme of publication				
Parts of publication/ other project publications	Esite metsäpurojen kunnostamisesta (pdf) Metsäpurojen kunnostushankkeen loppuraportti (pdf)			
Abstract	<p>Human activities have decreased the state of forest streams for decades. There are only few streams that have remained totally in natural state. This change in their state has become evident since trout has disappeared from the old troutstreams and the usability of watercourses has diminished. Former log- and draining activities caused that the streams were modified into ditches. Nowadays forest streams are mostly threatened by logging in the vicinity of streams, building roads through forests, re-ditching and other forestry activities.</p> <p>This guidebook describes the condition of streams in forest management areas and methods to improve it. In the guidebook it is advised what to take into account when implementing a project for stream restoration and what kind of methods are suitable in each case. Methods are illustrated with photographs and graphics.</p> <p>The guidebook was published as a part of a co-operational project of North Ostrobothnia and Kainuu Regional Environment Centers, Metsähallitus and Oulu University. Within the project 15 forest streams were restored in Koillismaa and Kainuu regions in northern Finland during the years 2006-08.</p>			
Keywords	Stream forest stream, stream restoration, restoration methods, catchment, natural state, trout			
Financier/ commissionere				
	ISBN (pbk.) 978-952-11-3316-9	ISBN (PDF) 978-952-11-3317-6		
	ISSN (print) 1238-8602	ISSN (online) 1796-167X		
	No. of pages 89	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %)
For sale at/ distributor	North Ostrobothnia Regional Environment Centre, <a href="http://www.ymparisto.fi/ppo/julkaisut">www.ymparisto.fi/ppo/julkaisut</a> Kainuu Regional Environment Centre, <a href="http://www.ymparisto.fi/kai/julkaisut">www.ymparisto.fi/kai/julkaisut</a>			
Financier of publication	North Ostrobothnia Regional Environment Centre			
Printing place and year	Vammalan Kirjapaino Oy 2008			

Metsäpurot ja niiden lähialueet ovat tärkeitä elinympäristöjä ja luonnon monimuotoisuuden keskittymiä talousmetsissämme. Metsäpuroja on muuttettu rajusti tehokkaan metsä- ja maatalouden aikakaudella. Ihmistoiminnan vaikutuksilta säästyneitä puroja on vain vähän jäljellä. Purojen toiminnalle ominaiset piirteet ja luonnontilaisuus ovat vähentyneet, mikä näkyy mm. kalakannoissa ja alapuolisten vesien heikentyneessä tilassa sekä puron lietyymisenä ja rehevöitymisinä.

Metsäpurojen tilaa voidaan parantaa uoma- ja valuma-aluekunnostuksilla. Joskus pienetkin toimenpiteet riittävät. Kirja opastaa monipuolisesti purojemme tilasta kiinnostuneita kansalaisia, niin opiskelijoita kuin ammattilaisiakin purovesistöjemme kunnostamiseen ja sen laajaan tehtäväkenttään.

“Purokunnostusopas – käsikirja metsäpurojen kunnostajille” on toteutettu osana Metsäpurojen kunnostushanketta. Lisätietoja hankkeesta verkossa osoitteessa [www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot](http://www.ymparisto.fi/ppo/metsapurot).



KAINUUN  
YMPÄRISTÖKESKUS



POHJOIS-POHJANMAAN  
YMPÄRISTÖKESKUS

Jakelu:  
Kainuun ympäristökeskus  
Kalliokatu 4, PL 115, 87101 Kajaani  
Asiakaspalvelu: 020 690 172  
Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus  
Veteraanikatu 1, PL 124, 90101 Oulu  
Asiakaspalvelu: 020 690 171

**ISBN 978-952-11-3316-9 (nid.)**

**ISBN 978-952-11-3317-6 (PDF)**

**ISSN 1238-8602 (pain.)**

**ISSN 1796-167X (verkkokj.)**