

# Mustionjoen pääuoman ja sivupurojen lohelle ja taimenelle soveltuvien poikastuotantoalueiden kartoitus ja poikastuotantoarvio

Ari Saura, Jukka Rinne ja Teppo Vehanen



RIISTA- JA KALATALOUS — SELVITYKSIÄ

13/2010

# RIISTA- JA KALATALOUS

S E L V I T Y K S I Ä

1 3 / 2 0 1 0

## Mustionjoen pääuoman ja sivupurojen lohelle ja taimenelle soveltuvien poikastuotantoalueiden kartoitus ja poikastuotantoarvio

Ari Saura, Jukka Rinne ja Teppo Vehanen



Julkaisija:  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Helsinki 2010

Kannen kuvat: Jukka Rinne ja Ari Saura

Julkaisujen myynti:  
[www.rktl.fi/julkaisut](http://www.rktl.fi/julkaisut)  
[www.juvenes.fi/verkkokauppa](http://www.juvenes.fi/verkkokauppa)

Pdf-julkaisu verkossa:  
[www.rktl.fi/julkaisut/](http://www.rktl.fi/julkaisut/)

ISBN 978-951-776-779-8 (painettu)  
ISBN 978-951-776-780-4 (verkkojulkaisu)

ISSN 1796-8887 (painettu)  
ISSN 1796-8895 (verkkojulkaisu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print

# Sisällys

Tiivistelmä .....	4
Sammandrag .....	5
Abstract .....	6
1. Karjaanjoen vesistö .....	7
2. Maastokartoitukset .....	9
2.1. Pohjanlaatukartoitus pääuomassa.....	9
2.2. Syvyyskartoitus pääuomassa .....	9
2.3. Poikastuotantoalueiden ja virran luokittelu pääuomassa .....	9
2.4. Poikastuotantoalueiden ja virran luokittelu sivupuroissa .....	10
2.5. Poikastuotantoalueiden kunnostustarve .....	11
2.6. Kartoitusalueiden hydrologia ja vedenlaatu .....	11
3. Virtapaikkojen ja purojen kartoitus .....	14
3.1. Pääuoman virtapaikat.....	14
3.1.1. Svartå bruk .....	15
3.1.2. Åkerfors .....	16
3.1.3. Junkarsborg.....	17
3.1.4. Gråtströmmen .....	18
3.1.5. Åminnefors.....	18
3.2. Purot.....	19
3.2.1. Mossabäcken .....	20
3.2.2. Ingvalsbybäcken.....	21
3.2.3. Bråtabäcken .....	22
3.2.4. Storängsbäcken.....	22
3.2.5. Björkshopsbäcken .....	23
3.2.6. Stenbäcken .....	24
3.2.7. Krabbäcken (Slabbäcken) .....	24
3.2.8. Flatubäcken .....	25
3.2.9. Gammelbybäcken .....	26
4. Mustionjoen lohikalojen poikastuotantopotentiaali.....	27
4.1. Tuotantopinta-alat ja niiden soveltuvuus tuotantoon .....	27
4.2. Poikasten selviytyminen merelle .....	29
4.3. Jokeen palaavien emolalojen määrä .....	31
4.4. Tuki-istutukset ja ylisiirrot.....	37
4.5. Hydrologisten muutosten vaikutus poikastuotantoon .....	38
5. Selvityksen rahoitus ja hyödyntäminen .....	39
Viitteet.....	39
Kirjoittajat .....	40
Liite 1 .....	41
Liite 2 .....	42
Liite 3 .....	43
Liite 4 .....	44
Liite 5 .....	45
Liite 6 .....	46

## Tiivistelmä

Selvityksen tarkoituksena oli arvioida Mustionjoen lohikalojen luontaisen elinkierron lisäämismahdollisuuksia. Lohen ja taimenen poikaset toimivat myös Mustionjoessa esiintyvän harvinaisen jokihelmisimpukan l. raakun glokidio-toukkien väli-isäntinä. Arvio perustuu Mustionjoen pääuomassa Lohjanjärvestä jokisuuhun sijaitsevien virtapaikkojen sekä tälle alueelle jokeen laskevien sivupurojen kartoitukseen ja niiden perusteella tehtyihin lohikalojen poikastuotantolaskelmiin.

Kartoitustyön perusteella arvioitiin pääuoman virta- ja koskialueiden pohjanlaadut, syvyydet ja pinta-alat sekä kunnostustarve. Pääuomassa poikastuotantoalueiksi soveltuvia virtapaikkoja oli kaikkiaan noin 3,5 ha, josta pohjan laadultaan hyvää tai kohtalaista oli noin 2,8 ha. Arvion perusteella kaikki kartoitetut virtapaikat olivat jonkinasteisen kunnostamisen tarpeessa. Sivupuroja kartoitettiin yhteensä yli 24 km. Niiden pohjan laatu ja kunnostustarve arvioitiin. Poikastuotantoalueeksi hyvin tai kohtalaisesti soveltuvaa puroa oli vain noin 2,5 km. Helposti tuotantoalueiksi kunnostettavien puro-osuuksien yhteenlaskettu pituus oli noin 6,8 km. Suurin osa purouomista sijaitsi niin tasaisella tai pehmeäpohjaisella alueella, että niiden kunnostaminen poikastuotantoalueiksi on vaikeaa.

Mustionjoessa on nykyisin neljä voimalaitospataa, jotka ovat täydellisiä noususteitä lohikalaille. Kartoitustyöstä saatujen poikastuotantoalueiden pinta-alojen ja puometrien avulla arvioitiin Mustionjoen poikastuotantoa erilaisissa kunnostus- ja kalatievaihtoehdoissa. Mikäli kaikki voimalaitospadot ohitettaisiin luonnonmukaisilla kalateillä ja kunnostukset toteutettaisiin mahdollisimman laajasti, Mustionjoen maksimaaliseksi poikastuotantopotentiaaliksi saataisiin laskennallisesti noin 5 300 vaelluspoikasta. Tämä jakautuisi pääuoman ja ohitusuomien noin 3 400 lohenpoikaseen ja sivupurojen 1 800 taimenenpoikaseen. Tämän suuruinen tuotanto edellyttäisi noin 240 aikuisen lohikalan (puolet naaraita ja puolet koiraita) pääsyä kutualueille. Parhaassakaan tapauksessa pelkkä luonnontuotanto ei suuren merikuoilleisuuden vuoksi pysty turvaamaan riittävää nousukalojen määrää, vaan jonkin suuruisia tuki-istutuksia tarvitaan.

Selvityksen tilaajana oli Fortum Markets oy ja koordinoijana Suomen luonnonsuojeluliitto. Tuloksia hyödynnettiin tilaustyön toisessa osiossa, jossa Suomen ympäristökeskus laati monitavoitteisen päätösanalyysimallin. Mallissa tarkasteltiin erilaisten toimenpiteiden vaikutusta Mustionjoen suursimpukoihin ja lohikaloihin. Mallin tuloksena Mustionjoen kanssa tekemisissä olevien sidosryhmien mielipiteet toimenpidevaihtoehdoista saatiin mieluisuusjärjestykseen.

**Asiasanat:** jokihelmisimpukka, koskikartoitus, lohen poikastuotanto, Mustionjoki, taimenen poikastuotanto

Saura, A., Rinne, J. & Vehanen, T. 2010. Mustionjoen pääuoman ja sivupurojen lohelle ja taimenelle soveltuvien poikastuotantoalueiden kartoitus ja poikastuotantoarvio. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 13/2010*. 46 s.

## Sammandrag

Utredningens målsättning är att bedöma förutsättningarna för reproduktion inom ramen för laxfiskarnas naturliga livscykel i Svartån. Lax- och öringsynglen fungerar också som mellenvärd för den sällsynta flodpärlmusslans glochidielarver, vilken också förekommer i Svartån. Uppskattningen är baserad på kartering av strömställen i Svartåns huvudfåra mellan Lojo sjö och åmynningen och i de flöden, som rinner ut i området, samt på beräkningar av laxfiskarnas yngelproduktion utgående från det.

På basen av karteringen bedömdes bottenkvalitet, djup och ytarealer i huvudfårans ström- och forsområden samt restaureringsbehovet. Omfattningen av strömområden, lämpliga för yngelproduktion, var totalt c. 3,5 ha, därav bottnar med god eller relativt god bottenkvalitet c. 2,8 ha. Samtliga karterade strömområden bedömdes vara i behov av restaurering i någon omfattning. Totalt karterades 24 km biflöden. Också här bedömdes bottenkvalitet och restaureringsbehov. Av dessa bäckar var endast c. 2,5 km lämpliga eller relativt lämpliga som yngelproduktionsområden. Den sammanlagda längden av bäckavsnitt, som lätt kunde restaureras till produktionsområden, var c. 6,8 km. Största delen av bäckfåror var belägna på så jämna eller mjukbottnade marker, att de är svåra att restaurera till yngelproduktionsområden.

I Svartån finns för närvarande fyra kraftverksdammar, som fullständigt hindrar laxfiskarna från att stiga. Med hjälp av de ytarealer som erhöles vid karteringen och övriga mätvärden beräknades Svartåns yngelproduktion, utgående från olika alternativ för restaurering och fiskvägar. Om samtliga kraftverksdammar skulle kringgås med naturenliga fiskvägar och restaureringarna genomfördes så omfattande som möjligt, skulle man nå en beräknad maximal yngelproduktionspotential på c. 5 300 smolt. Den skulle fördela sig på c. 3 400 laxyngel i huvudfåran och passagerna förbi kraftverksdammarna och 1 800 öringsyngel i sidobäckarna. En så stor produktion förutsätter att c. 240 fullvuxna laxfiskar (hälften honor och hälften hanar) kan ta sig fram till lekområdena. På grund av den höga dödligheten i havet kan den naturliga produktionen, inte ens under de bästa omständigheter, ensam trygga ett tillräckligt antal stigande fiskar, utan en viss omfattning av stödåtgärder krävs.

Utredningen beställdes av Fortum Markets Oy och koordinerades av Finlands naturskyddsförbund. Resultaten utnyttjades i beställningsarbetets andra del, där Finlands miljöcentral gjorde upp en beslutanlysmo­dell med multipla målsättningar. I modellen granskas de olika åtgärdernas inverkan på Svartåns stora musslor och laxfiskar. Som ett resultat av modellen fick man fram de berörda sidogruppernas åsikter om åtgärdsalternativen i preferensordning.

**Nyckelord:** flodpärlmussla, kartläggning av forsar, Svartån, yngelproduktion av lax, yngelproduktion av öring

Saura, A., Rinne, J. & Vehanen, T. 2010. Kartläggning av lämpliga yngelproduktionsområden för lax och öring i Svartåns huvudfåra och sidobäckar samt uppskattning av yngelproduktionen. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 13/2010*. 46 s.

## Abstract

The purpose of the study was to explore the potential for augmenting the natural life cycle of salmonids in Mustionjoki river. Salmon and trout juveniles are intermediate hosts for the glochidium larvae of the rare freshwater pearl mussel that is found in Mustionjoki river. The estimate is based on a survey of riffles in the main course of Mustionjoki river from Lohjanjärvi lake to the river mouth and tributary brooks feeding into the river in this area, and calculations of juvenile production based on this survey.

On the basis of the survey, the quality of the river bed, depth, surface area and need for mitigation was assessed for the riffles and rapids in the main course. Riffles suitable as juvenile production sites totalled about 3.5 hectares in the main course; for 2.8 hectares out of this, the river bed was in good or moderate condition. The estimate indicates that all surveyed riffles were in need of some sort of reconditioning. The tributary survey covered more than 24 km of brooks. The condition of their river bed and reconditioning needs was assessed. Only about 2.5 km of the brooks surveyed were found to be well or moderately well suited for juvenile production, although a total of about 6.8 km of brook could easily be reconditioned into juvenile production sites. Most of the brooks flowed through areas that were so level or soft that reconditioning would be difficult.

There are at present four hydropower dams in Mustionjoki river, constituting migration barriers for salmonids swimming upstream. The areas (in the river) and lengths (along brooks) of potential juvenile production sites calculated were used to estimate juvenile production in Mustionjoki river in various scenarios of reconditioning and fish passages. If all hydropower dams were bypassed using natural fish passages and reconditioning were undertaken as widely as possible, the maximum juvenile production potential of Mustionjoki river would be an estimated 5,300 smolts, consisting of about 3,400 salmon smolts from the main course and bypass courses and 1,800 trout smolts from the tributaries. Production at this level would require access to the spawning areas of about 240 adult salmonids (half female and half male). However, even in the best-case scenario natural production would not ensure a sufficient number of returning spawners due to high mortality in the sea; some stocking would be required.

The study was commissioned by Fortum Markets Oy and coordinated by the Finnish Association for Nature Conservation. The results were used in the second part of the commissioned project, where the Finnish Environment Institute prepared a multiple-goal decision analysis model to explore the impact of various measures on unionidae and salmonids in Mustionjoki river. This model enabled preferential ranking of the opinions of interest groups involved with Mustionjoki river concerning the options for action.

**Keywords:** charting of the rapids, freshwater pearl mussel, Mustionjoki, salmon parr production, trout parr production

Saura, A., Rinne, J. & Vehanen, T. 2010. Charting of parr production areas suitable for salmon and trout in the main channel and tributaries of the Mustionjoki river, and assessment of parr production. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 13/2010. 46 p.



**Kuva 1.** Suursimpukka.

## 1. Karjaanjoen vesistö

Pääosa Karjaanjoen vesistöalueesta (kuvio 1) sijaitsee Länsi-Uudellamaalla, mutta sen reuna-alueet ulottuvat aina Varsinais-Suomeen ja Lopelle Hämeeseen. Vesistöalueen suurimmat järvet ovat Hiidenvesi ja Lohjanjärvi Uudellamaalla. Hämeessä suurimmat järvet ovat Punelia, Keritty ja Sakara. Vesistöalueen neljä merkittävintä jokea ovat Pusulanjoki, joka laskee Lohjanjärven pohjoisosaan, Lopelta ja Karkkilasta Hiidenveteen tuleva Vanjoki-Saavajoki, Hiidenveden pohjoisosaan päätyvä Vihtijoki sekä Lohjanjärvestä mereen päätyvä Mustionjoki, joka laskee Suomenlahteen (kuviot 1 ja 2). Valuma-alueen pinta-alan on noin 2040 km<sup>2</sup>. Mustionjoen keskimääräinen virtaama vuosina 1990–2009 on esitetty liitteessä 6.

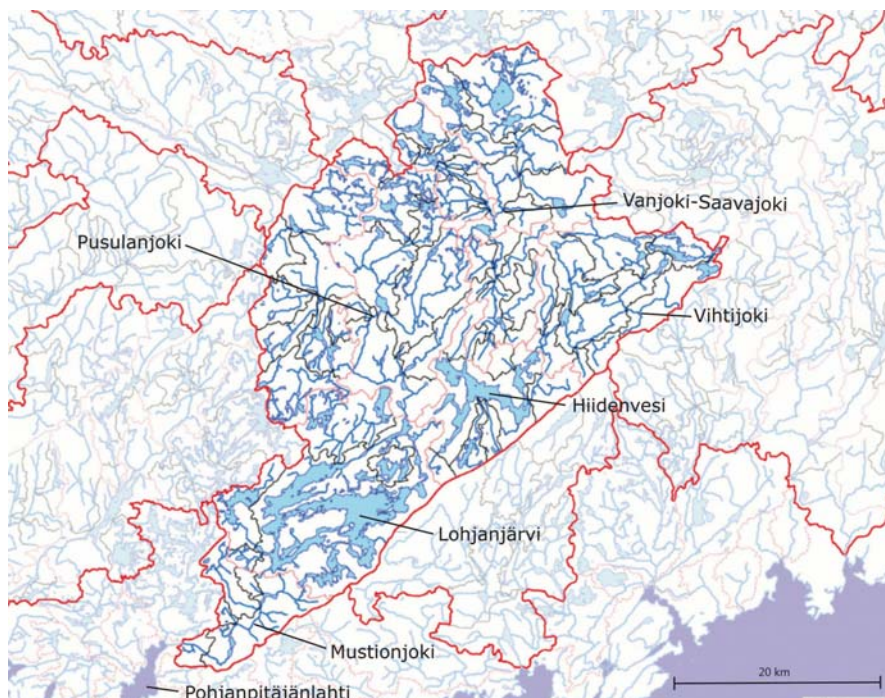
Vuoden 2008 pintavesien ekologisen luokituksen mukaan Karjaanjoen vesistöalueen latvaosan järvet Hämeessä ovat hyvässä kunnossa, samoin Rautajoki ja Saavajoki.

Karjaanjoen vesistöalueen kalasto on saattanut muuttua luonnontilaisesta erilaisten vesistöhankeiden ja kalaston istutustoimintojen vuoksi. Tällä hetkellä vesistöalueella elää 2 rapulajia ja 36 kalalajia, joista monet ovat nykyisin istutusten varassa.

Patoamisten vuoksi vesistön omat merelliset vaelluskalakannat ovat tuhoutuneet. Vesistöalueella runsaimpina esiintyviä kalalajeja ovat ahven, hauki, särki, salakka, pasuri, lahna ja kiiski. Karjaanjoen vesistöalueen kalalajistoa voidaan pitää varsin monipuolisena, minkä on mahdollistanut vesistön eri osien vaihtelevuus, eteläinen sijainti sekä pitkäaikainen istutustoiminta alueella (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22655&lan=fi>).

Mustionjoen alueen merkittävimmät suursimpukat ovat vuollejokisimpukka (*Unio crassus*) ja jokihelmisimpukka (*Margaritifera margaritifera*). Vuollejokisimpukka on mainittu Euroopan unionin luontodirektiivin liitteessä IV (a), mikä tarkoittaa, että lajin yksilöt ovat tiukasti suojeltuja myös muualla kuin suojelualueilla. Jokihelmisimpukka eli raakku on Suomessa uhanalainen. Se rauhoitettiin ensimmäisenä selkärangattomana vuonna 1955.





**Kuvio 1.** Karjaanjoen vesistöalue (SYKE).



**Kuvio 2.** Mustionjoki (SYKE).

## 2. Maastokartoitukset

Maastokartoituksissa käytettiin Rinteen ym. (2007) Kymijoen koskikartoituksissa esittämiä menetelmiä.

### 2.1 Pohjanlaatukartoitus pääuomassa

Koski- ja virtapaikat paikannettiin karttojen ja kirjallisuustietojen avulla sekä kulkemalla joki-uomaa veneellä tai kävellen rantoja pitkin. Pohjan laatu kartoitettiin pääsääntöisesti veneestä (> 1,5 m:n syvyiset alueet). Rannat ja matalikot kartoitettiin kahlaten. Pohjanlaatu kuvattiin sanallisesti: pehmeä pohja (muta, lieju, hiesu), hiekka, hieno tai karkea sora, kivi, lohkare ja kallio. Kartoituksen aikana arvioitiin lisäksi virrannopeuksia, vesikasvillisuutta ja muita lohikalojen kutuun ja poikasten viihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä. Syvemmät alueet kartoitettiin veneellä liikkuen 5–10 metrin välein suorina linjoja pitkin. Yhden – viiden metrin välisen syvyysvyöhykkeen pohjanlaatu selvitettiin alumiinisen mittakepin (pituus 4,7 m, halkaisija 2,6 cm) avulla. Työ aloitettiin virran niskalta ja edettiin syvyysalueita myötäillen alavirtaan, samalla tunnustellen metalliputken päällä pohjaa. Pohjanlaatu ja sen sijainti kirjattiin karttapohjille. Etäisyydet ja tarkka paikantaminen karttaan tarkastettiin etäisyyskiikarin avulla.

### 2.2 Syvyyskartoitus pääuomassa

Virta- ja koskipaikkojen syvyudet jaettiin syvyysluokkiin: 0–1 m, 1–3 m, 3–5 m, ja yli 5 m. Syvyyskartoitukset tehtiin kahden henkilön voimin, joista toinen ohjasi venettä keula ylävirtaan ajolinjaa pitkin. Mittaaja määrittä syvyudet kaikuluotaimella, syvyysmittarilla tai metalliputkella ja kirjasi tulokset syvyysvyöhykkeittäin. Niva-alueilla mittaukset tehtiin liikkumalla joen poikkilinjaa pitkin rannasta rantaan. Linjat olivat pintakivistä ym. riippuen 5–20 metrin välein. Toisin paikoin veneellä liikkumista jouduttiin sovittamaan virran voimakkuuden ja lohkaroiden mukaan. Kartoitus tehtiin yleensä virranmyötäisesti ajamalla ennalta sovittuja ajolinjoja pitkin ja luotaamalla syvyudet sekä tunnustelemalla pohjanlaatua.

### 2.3 Poikastuotantoalueiden ja virran luokittelu pääuomassa

Virta- ja koskipaikat luokiteltiin lohen ja taimenen 0+ poikasten elinpaikkavaatimusten mukaan (Karlström 1977, Haapalan ym. 1998). Virtapaikoiksi katsottiin jokialueet, joiden virtaus selvästi kiihtyi niiden yläosassa ja virtausnopeuden arvioitiin silmämääräisesti olevan vähintään 0,2 m/s. Lohen elinpaikkavaatimukset saatiin kirjallisuusselvitysten ja koekalastusten pohjalta. Alueet luokiteltiin karkeasti: hyvä, kohtalainen tai huono poikastuotantoalue (taulukko 1). Erityyppisten pohjien ja poikastuotantoalueiden pinta-alat laskettiin ArcMap-ohjelmalla. Poikastuotantoalueiden syvyys ja pohjanlaatukartat piirrettiin CorelDraw-ohjelmalla.

**Taulukko 1.** Poikastuotantoalueiden pinta-alojen laskemiseen käytetty luokittelu.

poikastuotantoalueen luokitus	pohjanlaatu	syvyys m	virranopeus m/s
hyvä	sora, kivi, lohkare	0,3–3	0,2–0,9
kohtalainen	lohkare, kivi, sora, kallio	0,1–3	0,2–1
huono	hiekkä, kallio	0->3	>1

Poikastuotantoalueiden luokittelun perusteet lohikalajien 0+ -ikäisille poikasille:

*Hyväksi* poikastuotantoalueeksi arvioitiin alueet, jotka sopivat lohien 0+ -poikasille kaikissa virtaamaolosuhteissa ja joissa on riittävästi suojapaikkoja ja kutuun sopivaa soraa ja kivikkoa. Tällainen sekapohja on pääasiassa soraa ja kiveä ( $\varnothing$  30–300 mm), mutta seassa voi olla myös lohkareita ( $\varnothing$  > 500 mm). Pintavirtaaman arvioitiin olevan yli 0,2 m/s ja alle 1 m/s sekä vesisyvyyden alle 3 m. Alle 0,3 metrin syvyisiä virtapaikkoja ei luokiteltu hyväksi poikastuotantoalueeksi pohjanlaadusta huolimatta, koska alivirtaamakausi näitä alueita jäivät lähes kuivaksi. Myöskään yli viiden metrin syvyisiä alueita ei katsottu poikastuotantoalueeksi (taulukko 1).

*Kohtalaiseksi* poikastuotantoalueeksi arvioitiin alueet, joissa suojapaikkojen määrä jäi vähäisemmäksi pohjan rakenteen takia. Näitä pohjia olivat mm. harva louhikko/kivikko, paljas sorapohja tai epätasainen kallio, jonka halkeamissa ja kivien välissä oli soraa.

*Huonoiksi* poikastuotantoalueeksi luokiteltiin hyvien ja kohtalaisten ulkopuolelle jäävät tasapohjaiset (silokallio-, hiekkä- tai pehmeäpohjaiset) virtapaikat (taulukko 1).

## 2.4 Poikastuotantoalueiden ja virran luokittelu sivupuroissa

Tutkimuspurojen lohien ja taimenen elin- ja lisääntymisalueet paikannettiin maastossa. Alueet jaettiin kutu- ja poikastuotannon kannalta soveltuviin ja soveltumattomiin alueisiin. Tuotantoon soveltuvat alueet jaettiin kolmeen luokkaan: hyvä, kohtalainen ja huono (taulukko 2).

Hyväksi poikastuotantoalueeksi arvioitiin alueet, jotka sopivat taimenen 0+-poikasille kaikissa virtaamaolosuhteissa ja joiden pohjassa on riittävästi suojapaikkoja soraa, kivikkoa ja/tai puiden rankoja sekä kutuun sopivaa soraa. Tällainen pohja on pääasiassa liettymätöntä soraa ja kiveä ( $\varnothing$  10–300 mm), jonka seassa on myös lohkareita ( $\varnothing$  > 500 mm) ja puunrankoja, lisäksi rannalla on suojaavaa puustoa. Pohjana käytettiin Tertsunen ym. (2006) ja Haapalan ym. (1998) selvityksiä purojen poikasalue luokittelussa.

Kohtalaiseksi poikastuotantoalueeksi arvioitiin alueet, joissa suojapaikkojen määrä jäi vähäisemmäksi pohjan rakenteen ja laadun takia tai paikassa ei arvioitu olevan riittävästi soraa kutua varten. Myös kosket, joiden soraikot olivat liettynyt, mutta jotka olivat muuten hyvää poikasaluetta pohjanlaadultaan, katsottiin kohtalaiseksi tai huonoksi.

Huonoja kutu- ja poikastuotantoalueita virtaavista alueista olivat pohjanlaadulta pehmeäpohjaiset ja silokallioalueet sekä virrat, joista ei löydy suojaa pienpoikasille.

Kartoitetut alueet ja pinta-alat eri alueilta mitattiin kansalaisen karttapaikka (<http://kansalaisen.karttapaikka.fi/kartanhaku/osoitehaku.html?lang=FI>) netti-sivuilta tai Garminin MapSource GPS-ohjelmalla.

## Taulukko 2. Käytetyt luokitteluperusteet purojen poikastuotantoalueista lohikalojen 0+ -ikäisille poikasille.

poikastuotantoalueen luokitus	pohjanlaatu ja ympäristö	syvyys m	virrannopeus m/s
hyvä	sora, kivi, lohkare, puuainesta, rannalla suojametsä, puhdas pohja	0,05–1	0,2–0,9
kohtalainen	lohkare, kivi, sora, kallio, hiekka, puuainesta, hieman liettynyt pohja, suojametsä	–	0,2–1
huono	silokallio, pehmeäpohja, (lieju, savi tms.). Ei suojavaikkoja	–	–

### 2.5 Poikastuotantoalueiden kunnostustarve

Pohjanlaatuja selvittäessä arvioitiin mahdollinen kunnostustarve pääuomassa ja puroissa. Kunnostusta tarvitsevat kohteet valittiin paikoista ja virranosista, joissa kunnostukset voidaan melko helposti toteuttaa, ja kohteessa on jo olemassa koski- tai nivapaikka. Lisäksi kohteiden sijainti valittiin niin, etteivät ne ole pahassa liettymisvaarassa. Arvioinneissa käytettiin hyväksi aiemmin tehtyjä kunnostussuunnitelmia.

Lohikalojen poikastuotantoalueeksi ja jokihelmisimpukan elinympäristöksi parannusta tarvitsevat kohteet arvioitiin paikanpäällä maastossa. Arvioinneissa käytettiin kokemusta aiemmin tehdyistä kunnostussuunnitelmista ja toteutuksista sekä kirjallisuutta (Ahola ja Havumäki 2008, Haapala ym. 1998).

Elinympäristö- ja kutualuekunnostuksia on helpointa toteuttaa alueilla, jotka vastaavat laadultaan kohtalaista ja hyvää poikastuotantoaluetta. Huonoksi luokitelluilla alueilla voidaan myös toteuttaa kunnostuksia, mutta ne vaativat erityissuunnittelua esimerkiksi pehmeiden pohjien poistamiseksi tai virrannopeuksien muuttamiseksi. Kaikkein huonoimmilla alueilla kunnostustoimenpiteet eivät välttämättä ole järkeviä (taulukot 3 ja 4). Kunnostettavia kohteita arvioitiin myös ympäristön lähivaluma-alueen ja suojavyöhykkeen perusteella, etteivät ne olisi välittömässä liettymisvaarassa. Kunnostuksissa tarvittavat kulkuyhteydet otettiin myös huomioon. Kokonaisvaluma-aluetta tai vedenlaatua ei otettu huomioon kunnostustarvetta arvioitaessa.

### 2.6 Kartoitusalueiden hydrologia ja vedenlaatu

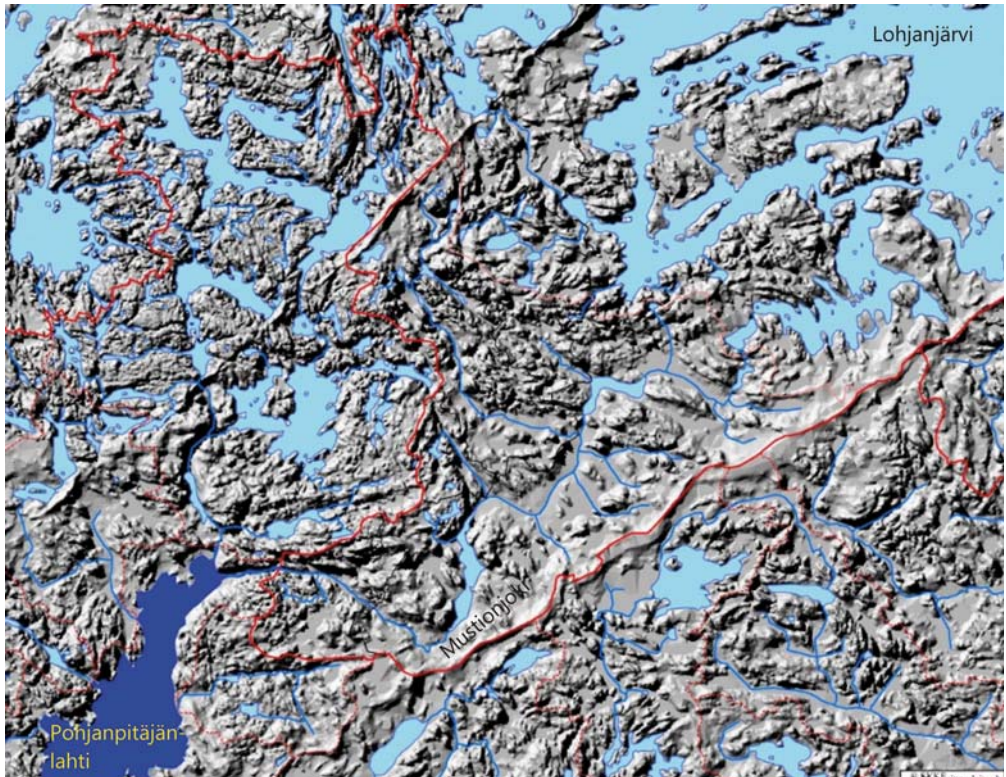
Kartoitusalueen sivupurot virtaavat Mustionjokeen joko luoteesta tai kaakosta. Suurin osa purojen alaosa sijaitsee voimakkaasti ojitetulla maanviljelysalueella. Luoteesta virtaavat purot saavat alkunsa ylänköalueen pienistä järivistä ja lammista. Näissä puroissa saattaa kuivuminen olla ongelma pitkään jatkuvien sateettomien kausien aikana. Sen sijaan kaakosta virtaavat purot, jotka saavat alkunsa Lohjanharjun lähdealueilta, kuivuvat harvoin (kuvio 3). Tämä valuma-alueen hydrologiasta johtuva purojen kuivuminen otettiin huomioon arvioitaessa purojen lohikalojen poikastuotantokapasiteettia. Lähtökohtana oli kuivuutta aiheuttavan alivirtaaman todennäköisyys pitkällä aikavälillä.

**Taulukko 3.** Mustionjoen lohikalojen poikastuotantoon soveltuvat virtapaikat.

Virtapaikat			Poikastuotantoalueen pohjanlaatu m <sup>2</sup>			Syyvyysvyöhykkeet %			Kunnostus- tarve m <sup>2</sup>	YKJ	YKJ		
Nro	Nimi	Pvm.	Virtaama m <sup>3</sup> /s	Kokonaispinta-ala m <sup>2</sup>	hyvä	kohtalainen	huono	<1m	1–3m	>3m		N	E
1	Svartå bruk	10/14/2009	17,74	10 395	3 283	4 766	2 346	13	84	3	10 395	6 675 927	3 324 807
2	Åkerfors	10/14/2009	17,74	8 723	667	3 066	4 990	8	66	26	8 723	6 675 020	3 324 261
3	Junkarsborg	10/15/2009	6,40	5 260	3 262	1 998	0	52	48	0	5 260	6 675 530	3 321 693
4	Gråströmmen	10/16/2009	10,69	3 890	1 236	2 337	317	4	73	23	3 890	6 674 289	3 319 793
5	Åminnefors	10/15/2009	6,40	6 786	4 126	2 660	0	22	78	0	6 786	6 669 704	3 310 226
yhteensä				35 054	12 574	14 827	7 653						

**Taulukko 4.** Mustionjoen lohikalojen poikastuotantoon soveltuvat purot.

Purot		Poikastuotantoalueen pohjanlaatu m			Helposti kunnostettavat osuudet		YKJ	YKJ	
nro	Nimi	Kartoitettu kokonaispituus m	hyvä	kohtalainen	huono	m	%	N	E
1	Mossabäcken	1 990	90	400	1 500	840	42	6 674 800	3 324 239
2	Ingvallsbybäcken	1 780	0	0	1 780	600	34	6 674 814	3 323 817
3	Bråtabäcken	2 470	120	170	2 180	620	25	6 675 429	3 320 053
4	Storängsbäcken	8 650	0	340	8 310	3 440	40	6 673 869	3 319 634
5	Björkshopsbäcken	1 760	0	0	1 760	0	0	6 673 303	3 319 610
6	Stenbäcken	1 600	110	110	1 380	110	7	6 672 619	3 319 477
7	Krabbäcken (Slabbäcken)	2 400	140	390	1 870	390	16	6 671 868	3 316 831
8	Flatubäcken	1 450	310	110	1 030	150	10	6 668 840	3 315 940
9	Gammelbybäcken	2 240	20	180	2 040	600	27	6 669 536	3 311 559
yhteensä		24 340	790	1 700	21 850	6 750			



**Kuvio 3.** Mustionjoen ja sen sivupurojen valuma-alueen pinnanmuodot (SYKE).

Ihmistoiminta on jo varhain muuttanut Karjaanjoen vesistöalueen luonnontilaa merkittävästi. Vaikuttavina tekijöinä ovat olleet lukuisat vesivoiman käyttöön liittyvät rakentamiset, järvenlaskut, säännöstelyt sekä uitto- ja tulvasuojeluperkaukset. Karjaanjoen vesistön suurimpia ravinne- ja lietekuormittajia nykyisin ovat metsäojitukset, maatalous sekä haja-kuormitus. Metsämaan osuus vesistöalueen maa-alasta on 62 %, maatalouden 19 % ja haja-asutuksen 5 %.

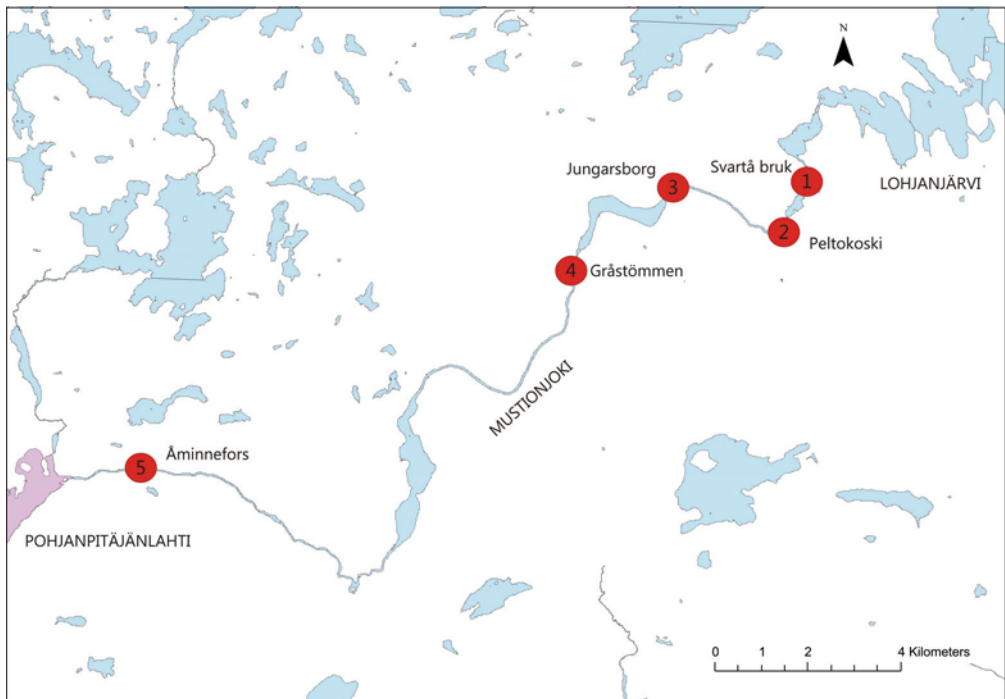
Kuormituksen takia Mustionjoki on rehevä. Kohtuullinen rehevyys ei sinänsä ole kalastolle tai simpukoille haitallista. Siitä saattaa olla jopa jonkun verran hyötyä tuotannon kasvassa. Liiallinen rehevyys saattaa aiheuttaa happikatoja, jotka virtavesissä ovat kuitenkin harvinaisia. Kalaston ja simpukoiden kannalta rehevyyttä haitallisempaa on kiintoainehuuhtouma, joka on runsasta varsinkin ojitetuilta peltoalueilta virtaavissa vesissä (kaakosta Mustionjokeen virtaavat purot). Kiintoaines on haitallista erityisesti lohikalojen mädille ja pienpoikasille sekä simpukoiden nuoruusvaiheille. Kiintoaineksen aiheuttama vedenlaadun heikentyminen pyritään ottamaan huomioon arvioitaessa purojen poikastuotantokapasiteettia. Lähtökohtana on kiintoaineksen aiheuttama suurentunut kuolleisuus mädille ja pienpoikasille.

## 3. Virtapaikkojen ja purojen kartoitus

### 3.1 Pääuoman virtapaikat

Pääuoman koski- ja virtapaikkojen kartoitukset tehtiin loka-marraskuussa 2009, jolloin virtaama Peltokoskessa vaihteli 5 ja 12 m<sup>3</sup>/s välillä. Onkin muistettava, että myös virtapaikkojen syvyydet ja pinta-alat vaihtelevat virtaamien mukaan. Vuosina 1956–2009 tehtyjen mittausten mukaan keskimääräinen virtaama-arvo loka-marraskuussa on ollut runsaat 10 m<sup>3</sup>/s, mutta virtaamavaihtelu suurta (3–57 m<sup>3</sup>/s) (<http://wwwi2.ymparisto.fi/i2/23/q2300935y/wqfi.html>). Vuosien 1990–2009 keskimääräinen virtaama on esitetty liitteessä 6.

Tutkimusalueella ei varsinaisia koskia enää ole. Alkuperäiset kosket on perattu tai ne ovat jääneet patoaltaiden alle voimalaitosrakentamisen yhteydessä. Syvyyden ja veden sameuden vuoksi tarkkoihin määrittelyihin kiviaineksen raekoosta ei kaikkialla päästy. Yleinen pohjanlaatu virtapaikoissa oli sora- ja/tai hiekkapohjaa, jossa oli hieman lohkareita ja kivikoita. Tasaaisesti virtaavat hiekka-, savi ja pehmeöpohjaiset alueet jätettiin kartoittamatta. Kirkkojärven alapuolella ei Äminneforsia lukuun ottamatta havaittu em. juoksutuksella virtapaikkoja lainkaan, joten siellä ei ole edellytyksiä lohikalojen lisääntymiselle. Virtapaikkojen pinta-alat ja pohjanlaadut esitetään taulukossa 3. Poikastuotantoon soveltuvista alueista on liitteissä 1–5 kartat, joista ilmenee syvyyskäyrät ja pohjanlaatu.



**Kuvio 4.** Tutkimusalueella vuonna 2009 havaitut virtapaikat.

Loka-marraskuussa 2009 selkeitä virtapaikkoja oli viisi (kuvio 4). Niiden kokonaispinta-ala oli noin 3,5 ha. Virtapaikkojen sijaintikoordinaateiksi (YKJ) on ilmoitettu virta-alueen alapään koordinaatit.

### 3.1.1 Svartå bruk

Mustiojoen ylin virtapaikka heti Lohjanjärven alapuolella on Svartå bruk. Heti voimalaitoksen alapuolella on hieman koskimaista aluetta, jonka jälkeen joki virtaa nivamaisena Mustionlinnan ja ruukkialueen puistomaisessa ympäristössä. Pohjan laatu vaihtelee lohkareista hiekkaan. Virta loppuu joen laajentuessa järvimäiseksi suvannoksi.

Havainnekartta pohjan laadusta on esitetty liitteessä 1.



**Kuva 2.** Svartån voimalaitoksen alapuolinen koskipaikka.



### 3.1.2 Åkerfors

Seuraava virtapaikka on Svartån alapuolisen suvantoalueen alapäässä, jossa sijaitsee Åkerforsin (Peltokoski) voimalaitos. Voimalaitoksen alapuolella on virtaavaa aluetta noin sadan metrin matkalla. Rannat ovat pääosin kivikkoa, jonkin verran myös kalliota. Rantakasvillisuus on lehtipuuvaltaista. Virrassa on jonkun verran soraikkoja. Peltokosken ylittää Saloon johtava tie numero 186. Peltokoskesta alaspäin Mustionjoki virtaa noin 3 km:n matkan suvantomaisena peltoaukeiden ja lehtipuumetsien keskellä.

Havainnekartta pohjan laadusta on esitetty liitteessä 2.



**Kuva 3.** Tie nro 186 ylittää Peltokosken voimalaitoksen alapuolella.

### 3.1.3 Junkarsborg

Junkarsborg on vanha linnoitussaari, joka on tehty louhimalla ja perkaamalla uomat kallioon sen ympärille. Idänpuoleinen uoma on todennäköisesti alkuperäinen, joskin sitäkin on perattu. Virtapaikan niska on sorapohjaista. Kallion kohdalla pohja muodostuu kallion päällä olevista erikokoisista kivistä. Saaren länsipuolen uoma on louhittu noin 1,5 m leveäksi vallihaudaksi, jossa virtaus on heikentynyt yläpään umpeenkasvun takia. Muuten länsiuoman pohja muodostuu kivikosta, sorasta sekä louhinnasta jääneistä lohkareista. Junkarsborg on museoviraston suojelema alue, jonka rantapuusto koostuu pääasiassa koivusta ja tervalepistä. Virta-alueen alapäässä, jossa joki laskee Päsaträskettiin, pohja muodostuu soraikosta.

Havainnekartta pohjan laadusta on esitetty liitteessä 3.

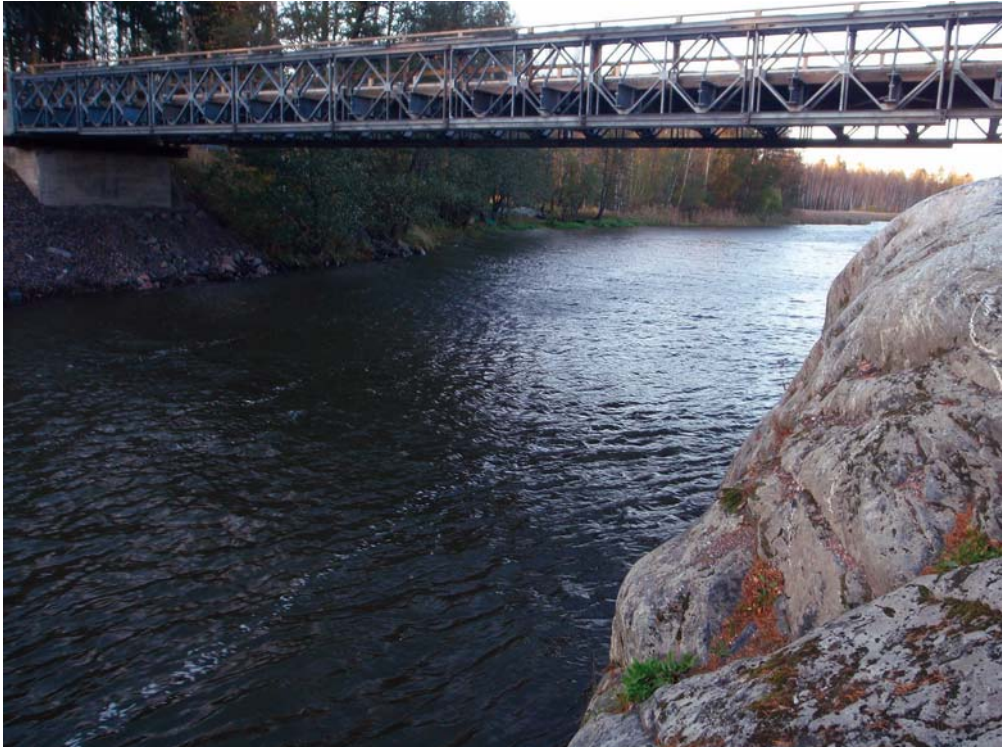


**Kuva 4.** Junkarsborgin linnoitussaari.

### 3.1.4 Gråtströmmen

Gråtströmmen on lyhyt virta-alue Päsäträsketin alapäässä. Tässä uoma kapenee kallioiden välissä muodostaen virtapaikan, jonka pohjalla on soraa ja hieman kivikkoa. Länsirannalla on asutusta ja muuten rannat ovat sekametsää. Virtapaikan ylittää Gråtströmintie. Tästä alaspäin Mustionjoki on hidavirtainen aina Åminneforsin voimalaitokseen saakka.

Havainnekartta pohjan laadusta on esitetty liitteessä 4.



**Kuva 5.** Gråtströmmen.

### 3.1.5 Åminnefors

Åminnefors on Mustionjoen alin virtapaikka. Siinä sijaitsee myös voimalaitos, joka on ensimmäinen noususte merestä nouseville kaloille. Eteläinen ranta on jyrkkää kivikkorinnettä ja pohjoisrannalla on asutusta. Pohja muodostuu sorasta ja kivikosta.

Havainnekartta pohjan laadusta on esitetty liitteessä 5.



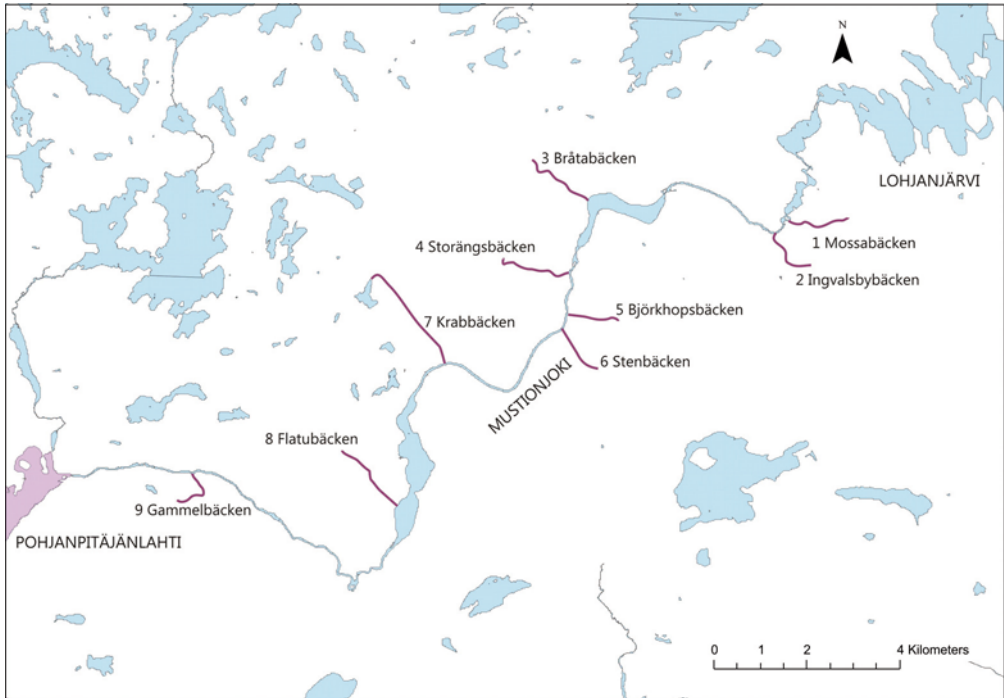
**Kuva 6.** Åminneforsin voimalaitoksen alapuolinen virtapaikka.

## 3.2 Purot

Mustiojokeen laskevat purot ovat pääsääntöisesti nivamaisia johtuen suurehkoista korkeuseroista alueella. Purot saavat alkunsa pikkujärvistä, metsälammista tai metsäojista ja laskevat lopulta avoimilla pelloilla Mustionjokeen. Kaikkia puroja on perattu, mutta osa puroista virtaa vielä pieniä metsätaipaleita lähes alkuperäisissä uomissaan, joita on mahdollista kunnostaa tai menelle sopiviksi poikastuotantoalueiksi ja elinympäristöiksi.

Purot kartoitettiin marraskuussa, jolloin niiden virtaamat olivat pienet. Tämä helpotti pohjan laadun selvitystä, mutta ei anna oikeaa kuvaa normaalin syksyn veden syvyyksistä kutosoraikoilla. Purot laskevat Mustionjokeen poikkeuksetta peltoalueiden läpi (kuvio 5). Alueen korkeuserojen takia purot ovat kohtalaisen vuolaasti virtaavia ja vain osalla pelto-osuuksista on seisovia suvantoja. Peltoalueilla virtaavat puronosat ovat lähes kaikki perattuja ja oikaistuja.

Purojen sijaintikoordinaateiksi (YKJ) on ilmoitettu puron laskupisteen koordinaatit. Purojen luokittelu on esitetty taulukossa 4.



**Kuvio 5.** Kartoitettujen purojen sijainti Mustionjoella.

### 3.2.1 Mossabäcken

Mossabäcken (6674800-3324239) on savisamea noin kahden kilometrin pituinen puro, joka virtaa osittain lehtometsässä ja avopelloilla. Puro kuuluu Natura 2000-alueeseen ja siellä on tavattu purotaimenta (Saura 2001). Puro saa alkunsa Antamosselta ja virtaa ensimmäiset 500 m savipohjaisena avoimena pelto-ojana, jota on perattu voimakkaasti viime vuosina. Perkaukset ovat todennäköisesti aiheuttaneet alaosan voimakkaan liettymisen ja samentumisen. Peratun pelto-osuuden alaosassa puro kulkee putkessa maan alla noin 100 metriä. Tämän jälkeen puro virtaa noin kilometrin matkan rehevässä lehtometsässä nivamaisena 1–3 m leveänä. Vesisyvyys on 10–40 cm. Metsäosuudella pohjan laatu on saven sekaista hiekkaa ja soraa, kivikkoa on vähän. Pisteessä 6674594-3325635 sijaitsee lohkarista ja kivistä tehty pato, joka on nousuete kaloille.

Salontien ja Mustionjoen välisellä alueella puro virtaa kapeana avoimella pellolla. Pelto-osuus on perattua. Täällä pohja on aluksi pehmeää liejua muuttuen alempana traktoritien (6674670-3324459) kohdalla kovemaksi ja soraikkoiseksi. Tämän traktoritien siltarumpu muodostaa myös nousueteen kaloille. Rummun alapuolella pohja muodostuu vuoroin sorasta ja savesta. Metsäosuuden soraikat ovat saven peittämiä. Kunnostustarvetta on metsäosuudella ja alemmalla pelto-osuudella. Toimenpiteet voisivat olla soraikkojen puhdistusta ja poikaskivikoiden luomista. Soraikat ovat liettynet savesta eikä niiden yhteydessä tai muuallakaan purossa ole juuri poikaskivikoita. Poikasten suojavaikkoina toimivat lähinnä uomaan kaatuneet puut ja rantapuiden juurakot.



**Kuva 7.** Mossabäcken.

### 3.2.2 Ingvalsbybäcken

Ingvalsbybäcken (6674814-3323817) on kirkasvetinen pehmeäsavipohjainen puro. Yläosassa puro virtaa kapeana ja matalana, lähes kuivaksi perattuna pelto-ojana. Ingvalsbyvägenin yläpuolella puroon laskee toinen pelto-oja, jossa puro levenee keskimäärin metrin levyiseksi ja kulkee pajukkometsässä noin 600 m, minkä jälkeen se virtaa avoimena pelto-ojana vielä 500 m Mustionjokeen saakka. Saven seassa on muutamia kiviä ja hieman soraa, mikä ei riitä taimenen kutusoraikoiksi. Virtausnopeus olisi riittävä taimenen lisääntymiselle. Saven päällä kasvaa mm. vesisammalta ja purossa esiintyy myös purokatkoja. Ingvalsbyvägenin alapuolelle on sillanrakennustöistä valunut puroon hieman soraa, joka on pysynyt puhtaana. Tien molemmin puolin puro virtaa pensaikkoalueella, jossa uoma kannattaisi kunnostaa taimenen kutu- ja poikasalueeksi.



**Kuva 8.** Ingvalsbybäcken.

### 3.2.3 Bråtabäcken

Bråtabäcken (6675429-3320053) saa alkunsa metsistä ja pelloilta. Puro on koko matkaltaan nopeasti virtaava ja koskimaista osuuksia on paljon, vaikka kivikot puuttuvat. Pohjan laatu on metsäosuusillakin pääasiassa pehmeää. Metsäosuudella (6676764-3318118) on koskipätkä, jossa on soraa, kivikkoa ja kalliopohjaa. Tästä ylöspäin puro on perattu. Pelto-osuuden yläpäässä metsäsaarekkeessa on kivikkoinen koski, jossa on taimenen poikastuotantoon soveltuvaa aluetta (6676474-3318725). Puron alaosassa avopellolla puron pohja on pehmeää savea. Kunnostettavaa kohdetta on peltojen välissä olevissa metsäsaarekkeissa ja metsäosuudella.



**Kuva 9.** Bråtabäcken.

### 3.2.4 Storängsbäcken

Storängsbäcken (6673869-3319634) saa alkunsa Tulijärvestä (Björnsjön). Purolla on pituutta 8,3 km ja putouskorkeutta noin 16 m. Veden väri on ruskeaa ja samentuu alaspäin mentäessä. Puro virtaa nivamaisena lähes koko matkan Mustionjokeen. Pisimmän matkan puro virtaa peltoaukeilla (noin 5 km) ja loput 3 km kuusi- ja sekametsässä. Varsinaisia koskia ja hyvää taimenen poikastuotantoaluetta purossa ei ole. Pohja on pääasiassa pehmeää savea. Joen yläosassa on hiekkapohjaisia alueita, joissa on pieniä kivikoita ja hieman soraa. Lisäksi alaosassa Ringlabrontien kohdalla (6673899-3318898) on pientä koskea (noin 180 m matkalla), jonka pohja on pääasiassa kovaa moreenia. Tämä ja yläosan virtapaikat ovat soveliaita kunnostettavaksi taimenen lisääntymisalueiksi, mikäli veden laatu ja määrä ovat riittäviä taimenelle.



**Kuva 10.** Storängsbäcken.

### 3.2.5 Björkshopsbäcken

Björkshopsbäcken (6673303-3319610) saa alkunsa metsäojista, mutta on peltoaukealla virtaava oja, jossa ei ole taimenen lisääntymiseen soveltuvaa aluetta. Puro on umpeenkasvanut useista kohdin pelto-osuudella ja on pehmeäpohjainen.



**Kuva 11.** Björkshopsbäcken.



### 3.2.6 Stenbäcken

Stenbäckenin (6672619-3319477) sivupuro saa alkunsa metsä- ja pelto-ojista ja on suhteellisen kirkasvetinen. Kokonaispituutta purolla on 3,4 km. Ensimmäiset 1,8 km puro virtaa pääasiassa peltoaukeilla. 1,7 km Mustionjoesta ylöspäin, Mangårdintien yläpuolella sijaitsevan peltoaukean alaosassa puro lähes umpeenkasvanut. Tien alapuolella kuusimetsässä sijaitsee koskiosuus (6671394-3320275), joka soveltuu taimenen lisääntymisalueeksi. Niskalla on soraikkoja, jotka sopivat kutuun ja koskessa on kivikkoa poikasten suojapaikoiksi. Kosken alaosassa on myös soraikkoja, mutta siitä alaspäin seuraavat sata metriä puron pohja koostuu pääasiassa savesta, jonka seassa on hieman soraa. Tämä osuus soveltuisi kunnostuskohteeksi. Ongelmana tässä purossa voi olla veden vähyys. Puron tullessa taas peltoaukealle se virtaa vuolaana, mutta pehmeäpohjaisena Mustionjokeen.



**Kuva 12.** Stenbäcken.

### 3.2.7 Krabbäcken (Slabbäcken)

Krabbäcken (6671868-3316831) saa alkunsa Kvarnsjön nimisestä lammesta. Puro on pienehkö ja kirkasvetinen. Ensimmäiset 70 m lammesta alaspäin puro virtaa hitaasti, jonka jälkeen alkaa noin 140 m pitkä sekametsässä virtaava koskiosuus. Kosken niskalla on kutusoraikkoja, joka jää osittain kuivaksi matalan veden aikaan. Koski jatkuu kivikko- ja sorapohjaisena ja muuttuu kalliopohjaiseksi. Puro putooa jyrkästi kallion muodostamasta könkästä, joka on noususte kaloille. Könkään alla on hyvää poikasaluetta ja erikokoisia kiviä. Ennen peltoa puro virtaa ojarumpuun. Pellon reunassa puro muuttuu hiekkapohjaiseksi ja vähitellen savi-pohjaiseksi. Avopelto-osuudella puro on hidasvirtainen ja pehmeäpohjainen. Meritaimenelle puro on pieni. Kunnostuksiin soveliaat alueet sijaitsevat heti puron alkupäässä ja pelto-osuuden yläpäässä.



**Kuva 13.** Krabbäcken.

### 3.2.8 Flatubäcken

Flatubäcken (6668840-3315940) on kirkasvetinen pienehkö puro. Se saa alkunsa metsäojista ja on Backrändintien yläpuolelta perattu ja oikaistu. Siellä pohja muodostuu pehmeästä hie-  
susta. Tien alapuolella on yli 400 m pitkä koski- ja virtaosuus. Pohjalla on soraa ja kivikkoa  
sekä hieman kalliota. Taimenen kutuun soveltuvaa soraikkoa on yhteensä 22 m. Koskeen on  
rakennettu pato, joka on nousueste. Kosken kohdalla puro virtaa kuusivaltaisessa sekametsäs-  
sä, minkä jälkeen rantakasvillisuus on sadan metrin matkalla peltopajukkoa. Loppumatkan  
ennen Mustionjokeen laskemistaan puro virtaa avoimen pellon halki. Kunnostuksille sovel-  
tavat alueet sijaitsevat heti maantien alapuolella (noin 50 m) ja peltoaukean alkupäässä (noin  
100 m). Puro saattaa kuivua vähäsateisina vuosina.



**Kuva 14.** Flatubäcken.

### 3.2.9 Gammelbybäcken

Puro (6669536-3311559) saa alkunsa Sarvsjön nimisestä metsälammesta ja metsäojista. Ylimmät 1,4 km se on vähävetinen ja useasta kohdin umpeenkasvanut. Kuivatun suon alapuolella (6668931-3311602) on lyhyt osittain kallioon louhittu koskimainen osuus. Noin sadan metrin matkalla pohja on kalliota ja kivikkoa. Tämän jälkeen puro virtaa lyhyen pelto-osuuden pehmeäpohjaisena, minkä jälkeen se menee metsikköön omakotitalon takaa. Talon kohdalla purossa sijaitsee pieni koski, jossa on jyrkkä putous. Tämän jälkeen Gammelbybäckeniin yhtyy etelästä tuleva puro, jonka jälkeen uoma levenee noin 1–1,5 m leveäksi. Puro kulkee pellonreunaa, jonka alapäässä on pieni koski. Tämän jälkeen tulee kalliopohjainen jyrkkä putous, joka on noususte kaloille. Könkään alapuolella pohja muodostuu kivikosta ja noin parinkymmenen metrin matkalla sorasta. Loppumatkan puro virtaa mutkikkaana uomana, jonka pohja on pehmeää liejua. Puron vesi on ruskeaa ja samenee alaspäin mentäessä. Mikäli veden laatu soveltuu taimenelle, kannattaa könkään alapuolta kunnostaa taimenen poikastuotantoalueeksi.



**Kuva 15.** Gammelbybäcken.

## 4. Mustionjoen lohikalojen poikastuotantopotentiaali

### 4.1 Tuotantopinta-alat ja niiden soveltuvuus tuotantoon

Mustionjoen pääuoman virtavesihabitaatit on kartoitettu Lohjanjärven alapuoliselta osalta. Mustionjoen pääuomassa poikastuotantoon soveltuvaa aluetta oli tarkasteluvirtaamassa yhteensä 35 054 m<sup>2</sup>. Tästä 12 574 m<sup>2</sup> arvioitiin laadullisesti hyväksi, 14 827 m<sup>2</sup> kohtalaiseksi ja 7 653 m<sup>2</sup> huonoksi. Sivupurojen poikastuotantoalueista laadullisesti hyväksi arvioitiin 790 m, kohtalaiseksi 1 700 m ja potentiaalisesti kunnostettavaksi oleviksi 6 750 m. Tässä arvioissa 1 m kartoitettua puroa on muunnettu vastaamaan 1 m<sup>2</sup> pinta-alaa.

Mustionjoen nykyinen poikastuotantopotentiaali arvioitiin kartoitettujen pinta-alojen perusteella. Vaelluspoikasten (1-vuotiaat ja vanhemmat smoltit) tuotantopotentiaaliksi arvioitiin Kymijoen poikastuotantoarvioiden perusteella keskimäärin 462 smoltia hehtaaria kohden (A. Saura, julkaisematon Kymijoen aineisto). Puroissa tuotantopotentiaali on huomattavasti suurempi, jopa viisi vaelluspoikasta puometriä kohden (2 000 smoltia hehtaarille). Arvio perustuu Etelä-Suomen puroista, mm. Longinojasta, saatuihin kokemuksiin. Tässä työssä laskelman perusteena käytettiin 2 000 vaelluspoikasta hehtaaria kohden.

Nykytilanteessa laadullisesti hyvässä tilassa olevien poikastuotantoalueiden laskettiin kykenevän täyteen poikastuotantoon, kohtalaiseksi arvioitujen 50 % tuotantoon ja huonojen 20 % poikastuotantoon. Esitetyillä pinta-aloilla, edellyttäen että kaloilla on pääsy poikastuotantoalueille esimerkiksi teknisten kalateiden kautta, päädytään nykytilanteessa 1 592:een vuotuisen vaelluspoikasen potentiaaliin (taulukko 5). Mustionjoen pääuoman arvioitiin soveltuvan pääasiassa lohien poikastuotantoon (994 vaelluspoikasta) ja sivupurot taimenelle (598 vaelluspoikasta).

Mustionjoen vaelluskalapotentiaali arvioitiin myös tilanteessa, jossa jokeen rakennetaan yhdestä neljään luonnonmukaista ohitusuomaa. Ohitusuomien vaelluspoikastuotanto arvioitiin Oulujoen ohitusuomasuunnitelman perusteella vastaavan purojen poikastuotantopotentiaalia (2 000 kpl/ha, Järvenpää ym. 2010). Lisäksi tässä vaihtoehdossa kaikki pääuoman kohtalaiseksi tai huonoksi arvioidut poikastuotantoalueet sekä sivupurojen kunnostettavissa oleviksi arvioidut alueet laskettiin laadultaan hyväksi poikastuotantoalueiksi (kunnostusten seurauksena).

Taulukossa 5 on esitetty Mustionjoen poikastuotantopotentiaali eri vaihtoehdoissa. Nykytilanteessa ainoa sukukypsien lohikalojen saavutettavissa oleva poikastuotantoalue sijaitsee Äminneforssin voimalaitoksen alapuolella. Kahden alimman voimalaitoksen, Äminneforssin ja Billnäsin välillä ei ole virta-alueita vaan ainoastaan yksi pienehkö sivupuro (Gämmelbäcken). Billnäsin ohittamisen jälkeen kaloille avautuu tie muihin sivupuroihin ja pääuoman virta-alueisiin. Kolmannen voimalaitoksen, Åkerforssin, ohittaminen johtaa Mustionjoen ylimpään virta-alueeseen, joka sijaitsee Mustion ruukin padon alapuolella. Neljännen voimalaitoksen yläpuolella avautuu Lohjanjärvi ja sen yläpuoliset jokialueet. Neljän ohitusuoman rakentamisen ja kunnostusten jälkeen Lohjanjärven alapuolisen Mustionjoen poikastuotantopotentiaaliksi laskettiin noin 5 300 vaelluspoikasta, jakautuen pääuoman ja ohitusuomien noin 3 400 lohienpoikaseen ja sivupurojen 1 800 taimenenpoikaseen. Aiemmin Niinimäki (1991) on virtapaikkojen pinta-alaan (n. 1 ha) perustuen arvioinut Mustionjoen luonnonpoikastuotannon potentiaaliksi pari-kolmetuhatta smoltia vuodessa.

**Talukko 5.** Mustionjoen vaelluspoikasten tuotantopotentiaali nykytilanteessa (kaloilla pääsy alueelle) ja tilanteessa, jossa potentiaaliset poikastuotantoalueet on kunnostettu ja ohitusuomat rakennettu.

Toimenpide	Pääuoma/kohde	Pinta-ala			Tuotantopotentiaali nyt kpl	Tuotanto-potentiaali kunnostettu kpl	Laji	
		Hyvä m <sup>2</sup>	Kohtalainen m <sup>2</sup>	Huono m <sup>2</sup>				
Neljä ja sitä seuraavat ohitusuomat	Lohjanjärven yläpuoli	39 053	46 051	23 769	13 367	21 775	Lohi tai taimen	
Kolme ohitusuomaa	Mustion ruukki	3 283	4 766	2 346	283	480	Lohi	
Kaksi ohitusuomaa	Åkerfors	667	3 066	4 990	148	403	Lohi	
Kaksi ohitusuomaa	Junkarsborg	3 262	1 998	0	197	243	Lohi	
Kaksi ohitusuomaa	Gråströmmen	1 236	2 337	317	114	180	Lohi	
Nykytilanne	Åminnefors	4 126	2 660	0	252	314	Lohi	
Yksi ohitusuoma	Ohitusuoma Åminnefors	280				56	Lohi	
Kaksi ohitusuomaa	Ohitusuoma Billnäs	720				144	Lohi	
Kolme ohitusuomaa	Ohitusuoma Åkerfors	7 200				1 440	Lohi	
Neljä ohitusuomaa	Ohitusuoma Mustion ruukki	810				162	Lohi	
					Yhteensä (ei sis. Lohjanjärven yläpuolta)	994	3 421	Lohi
	Sivupurot				Kunnostettavissa m <sup>2</sup>			
Kaksi ohitusuomaa	Mossabäcken	90	400	1 500	840	92	266	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Ingvallsbybäcken	0	0	1 780	600	24	120	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Bråtabäcken	120	170	2 180	620	66	182	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Storängsbäcken	0	340	8 310	3 440	172	756	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Björkshopsbäcken	0	0	1 760	0	0	0	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Stenbäcken	110	110	1 380	110	37	66	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Krabbäcken (Slabbäcken)	140	390	1 870	390	83	184	Taimen
Kaksi ohitusuomaa	Flatubäcken	310	110	1 030	150	79	114	Taimen
Yksi ohitusuoma	Gammelbybäcken	20	180	2 040	600	46	160	Taimen
					Yhteensä	598	1 848	Taimen

Lohjanjärven yläpuolisia poikastuotantoalueita ei tässä työssä kartoitettu. Uomarekisterin mukaan Lohjanjärven yläpuolella on virtavesiksi luokiteltuja uomia yhteensä 435,5 km. Uomat Lohjanjärven yläpuolella ovat suhteellisen pieniä, joten keskileveytenä tässä arvioissa käytettiin 5 metrin leveyttä. Näin arvioiden alueen virtavesien pinta-alaksi saadaan 218 hehtaaria. Näistä vain pieni osa on olosuhteiltaan sopivia poikastuotantoalueita. Tässä arvioissa käytettiin yleistä 5 %:n arviota. Näin ollen Lohjanjärven yläpuolisten poikastuotantoalueiden pinta-alaksi saadaan karkeasti 10,8 ha. Jos yläpuoliset poikastuotantoalueet ovat vastaavassa kunnossa (hyvä, kohtalainen, huono) kuin Mustionjoen pääuoma, saadaan, olettaen 2 000 vaelluspoikasta hehtaarille, tuotantopotentialiksi noin 13 000 vaelluspoikasta ja kunnostusten jälkeen (hyvä tila) noin 21 000 lohen ja/tai taimenen vaelluspoikasta. Lohjanjärven yläpuolella on useita vaellusesteitä (esim. Marttinen 1990), joita ei tässä otettu huomioon. Kartoitustiedon puuttuessa laskelma sisältää myös runsaasti poikastuotantoalueiden määrään ja tilaan liittyvää epävarmuutta.

Laine ym. (2002) käyttää vaelluspoikasten kuolleisuutena joesta merelle 5–25 % patoallasta kohti Kemi-Ounasjoelle tehdyssä tarkastelussa. Suurin kuolleisuusarvio (25 %) perustuu Vehasen ym. (2003) Carlin merkintöjen tuloksiin. Optimistisimmassa vaihtoehdossa (5 % patoa kohden) poikasten parempi säilyvyys perustuu lähinnä Tornionjoen villien poikasten tulokseen. Laine (2006) käyttää Kymijoen smolttien selviytymisprosenttina joesta merelle 22,14 %, (initial smolt survival) joka on kaksi kertaa parempi kuin ICES:n istutetuille lohille laskemaa keskiarvo (11,07 %, ICES 2005).

## 4.2 Poikasten selviytyminen merelle

Tässä työssä laskettiin neljä eri vaihtoehtoa vaelluspoikasten selviytymiselle Mustionjoesta merelle: 1) smolttien eloonjäänti on kaikissa tapauksissa 22,14 %, 2) eloonjäänti on 11,07 %, 3) smolttien kuolleisuus on 25 % patoallasta kohden (jokisuisto 25 %, Åminnefors-Billnäs 50 %, Billnäs-Akerfors 75 % ja Akerfors-Mustion ruukki 100 %), 4) smolttien kuolleisuus on 5 % patoallasta kohden. Laskelmassa kuolleisuus sisältää myös turbiinien aiheuttaman kuolleisuuden. Vaihtoehdoista yksi (luonnonkalat) ja kaksi ovat yleisiä alueelle tehtyjä arvioita, kolme on Pohjanlahden suurten rakennettujen jokien merkintöihin perustuva ja neljä optimistinen luonnonkaloihin perustuva arvio, jossa kaikki keinot esim. turbiinikuolleisuuden vähentämiseksi on tehty.

Heikoimman (vaihtoehto kaksi) mukaan joesta selviytyisi merelle nykytilanteessa noin 160 ja kunnostusvaihtoehdossa 580 vaelluspoikasta (taulukko 6). Vaihtoehdot yksi ja kolme (hävikki 22,14 % tai 25 % per patoallas) antavat lopputulokseksi samankaltaisen tuloksen, vaikka alueellisesti painotus on erilainen. Vastaavasti optimistisimmassa vaihtoehdossa (vaihtoehto neljä) merelle selviytyisi nykypotentiaalilla noin 1 400 ja kunnostusvaihtoehdossa 4 500 lohen ja taimenen vaelluspoikasta.

**Taulukko 6. Merelle Mustionjoesta selviytyvien vaelluspoikasten määrät eri kuolleisuus vaihtoehdoilla.**

Toimenpide	Pääuoma/kohde	Tuotanto- potentiaali nyt kpl	Tuotanto- potentiaali kunnostettu kpl	Laji	Eloonjäänti joesta merelle, luonnonkalat 22,14 %		Eloonjäänti joesta merelle, istukkaat 11,07 %		Eloonjäänti joesta merelle, havikki 25 % per patoallas, istukkaat		Eloonjäänti joesta merelle, havikki 5 % per patoallas, luonnonkalat	
					Nyky- tilanne	Kunnostettu	Nyky- tilanne	Kunnostettu	Nyky- tilanne	Kunnostettu	Nyky- tilanne	Kunnostettu
Kolme ohitusuomaa	Mustion ruukki	283	480	Lohi	63	106	31	53	0	0	227	384
Kaksi ohitusuomaa	Åkerfors	148	403	Lohi	33	89	16	45	37	101	126	343
Kaksi ohitusuomaa	Junkarsborg	197	243	Lohi	44	54	22	27	49	61	167	207
Kaksi ohitusuomaa	Gråströmmen	114	180	Lohi	25	40	13	20	29	45	97	153
Nykytilanne	Åminnefors	252	314	Lohi	56	69	28	35	189	235	239	298
Yksi ohitusuoma	Ohitusuoma Åminnefors		56	Lohi		12		6		42		53
Kaksi ohitusuomaa	Ohitusuoma Billnäs		144	Lohi		32		16		72		130
Kolme ohitusuomaa	Ohitusuoma Åkerfors		1 440	Lohi		319		159		360		1 224
Neljä ohitusuomaa	Ohitusuoma Mustion ruukki		162	Lohi		36		18		0		130
				Yhteensä joesta	220	758	110	379	304	916	856	2 920
	Sivupurot											
Kaksi ohitusuomaa	Mossabäcken	92	266	Taimen	20	59	10	29	23	67	78	226
Kaksi ohitusuomaa	Ingvallsbybäcken	24	120	Taimen	5	27	3	13	6	30	20	102
Kaksi ohitusuomaa	Bråtabäcken	66	182	Taimen	15	40	7	20	16	46	56	155
Kaksi ohitusuomaa	Storängsbäcken	172	756	Taimen	38	167	19	84	43	189	146	643
Kaksi ohitusuomaa	Björkshopsbäcken	0	0	Taimen	0	0	0	0	0	0	0	0
Kaksi ohitusuomaa	Stenbäcken	37	66	Taimen	8	15	4	7	9	17	32	56
Kaksi ohitusuomaa	Krabbäcken (Slabbäcken)	83	184	Taimen	18	41	9	20	21	46	70	156
Kaksi ohitusuomaa	Flatubäcken	79	114	Taimen	17	25	9	13	20	29	67	97
Yksi ohitusuoma	Gammelbybäcken	46	160	Taimen	10	35	5	18	23	80	41	144
				Yhteensä joesta	132	409	66	205	161	502	511	1 579

### 4.3 Jokeen palaavien emokalojen määrä

Mereltä aikuisina jokeen palaavien emokalojen määrä riippuu merivaelluksen aikaisen hävikin lisäksi joesta mereen selviytyvien vaelluspoikasten määrästä. Laine ym. (2002) laski silloisen meri- ja rannikkokalastuksen vallitessa merivaelluksen aikaiseksi hävikiksi 99,5 %. Lähinnä villoilla Tornionjoen lohilla lasketuilla säilyvyyksillä, merikalastuksen aikasäätelyllä ja jokikalastus lopettamalla päästäisiin Laineen ym. (2002) mukaan pienempään 95 % hävikkiin. Tilanteessa, jossa kalastus merellä lopetettaisiin lähes kokonaan (lähinnä dioksiinin vuoksi) Laine ym. (2002) arvioi jokisuuhun palaavien lohien osuudeksi 10 % vaelluspoikasista. Kymijoella noin 300 000 joesta poistuvasta vaelluspoikasesta jokeen palaa noin 10 000 aikuista lohta (Antti-Poika 2006, Laine 2006). Keskimääräinen säilyvyys vaelluspoikasesta jokeen palaavaksi aikuiseksi asettuukin 3–4 % haarukkaan (T. Pakarinen, suull. ilm.).

Pohjanlahteen verrattuna lohien ja taimenen merikalastus on Suomenlahdella nykyisin vähäistä. Mustionjoen tapauksessa pääosa kalastuksesta tapahtuu Pohjanpitäjänlahdella ja läheljän suuta. Suurin osa saaliista saadaan verkoilla, mutta myös uistelusaaliit ovat merkittäviä (Lempinen 2001). Pyynti keskittyy syksyyn, jolloin lohikalat nousevat joen alajuoksulle Åminneforsin voimalapatoon saakka (Lempinen 2001).

Jotta aikuiset kalat pääsevät nousemaan jokeen on kalastuksen säätely Pohjanpitäjänlahdella ja jokisuussa avainasemassa. Lempinen (2001) ehdottaa seisovilla pyydyksillä tapahtuvan kalastuksen kieltämistä nousuaikaan joen edustan merialueella ja Mustionjoen alaosalla tai Mustionjoen edustalle kalaväylätoimitusta. Kalastusrajoitukset ja kalaväylä parantaisivat Mustionjokeen nousevien lohien ja taimenten nousumahdollisuuksia.

Tässä työssä arvioitiin jokeen palaavien lohien määrää kolmessa eri vaihtoehdossa: 1) Kymijoen esimerkkiin perustuen jokeen palaa 3,5 % vaelluspoikasista, 2) kalastusta rajoitetaan nousuaikana osassa Pohjanpitäjänlahtea ja jokisuussa, jokeen palaa sukukypsinä 6 % vaelluspoikasista, 3) seisovat pyydykset kielletään nousuaikana Pohjanpitäjänlahdella, jokisuussa ja joessa Åminneforsin patoon saakka, joessa on kalaväylä, vapapyynti on ainoastaan catch and release tyyppistä ja jokeen palaa 10 % vaelluspoikasista.

Poikastuotantoalueiden hyödyntämiseen tarvittava emokalamäärä laskettiin kahdella tavalla: Beverton-Holt emokanta-rekryytti suhteella Kymijoelta (padon yläpuolella olevien lohien suhde vaelluspoikasten määrään, Antti-Poika 2006, Laineen 2006 mukaan) sekä O'Connellin & Dempsonin (1995) kaavalla. O'Connellin & Dempsonin kaavalla arvioidaan poikastuotantoalueiden hyödyntämiseen tarvittava optimaalinen emokalamäärä. Keskimääräisenä emokalan painona käytettiin Kymijoella havaittua noin 6 kg painoa (Laine 2006).

$N_n = (P_s \times A \times 1/S_s) / N_m$ , jossa

$N_n$  = aikuisten naaraiden määrä

$P_s$  = smolttituotanto (kpl/ha)

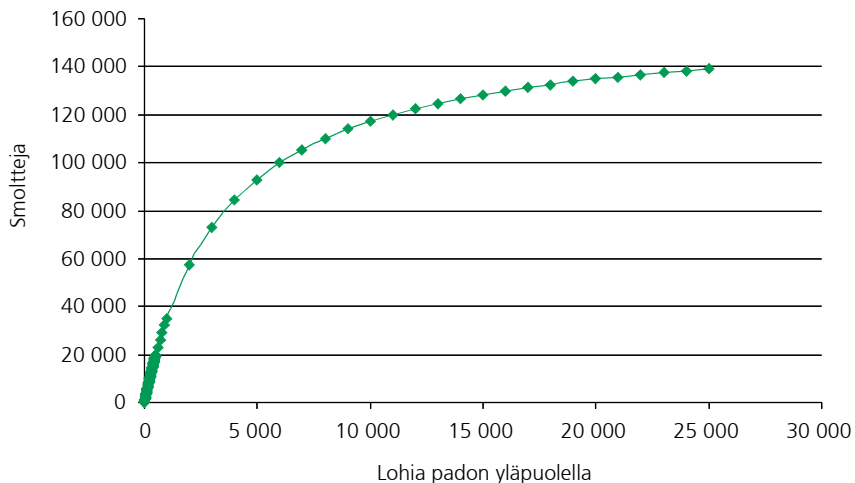
$A$  = tuotantopinta-ala

$S_s$  = eloonjäänti mätimunasta smoltiksi 0,0125

$N_m$  = mätimunamäärä/kala



Antti-Pojan (2006) emokanta-rekryytti -suhteen mukaan (kuva 6) nykypotentiaalissa (1600 smolttia) jokeen tarvittaisiin noin 35 emokalaa (koiras:naaras = 50:50, 70 jokeen nousevaa aikuista kalaa) poikastuotantopotentiaalin hyödyntämiseksi. Kunnostus ja ohitusuoma- vaihtoehdossa (5 300 smolttia) poikasmäärän tuottamiseen tarvittaisiin 121 emokalaa (koiras:naaras = 50:50, 242 poikastuotantoalueille pääsevää aikuista lohikalaa). O'Connellin & Dempsonin (1995) kaava antaa arvioksi nykyisellä tuotantopinta-alalla ja laadulla 15 emokalaa (koiras:naaras = 50:50, 30 nousevaa aikuista lohta). Ohitusuomien rakentamisen ja kunnostusten jälkeen optimaalinen emokannan koko olisi 36 emokalaa (50:50, 72 nousevaa lohta tai taimenta). näistä kahdesta arviosta Antti-Pojan (2006) emokala-rekryyttisuhde on Mustionjoen tapaukseen sopivampi.



**Kuvio 6.** Beverton-Holt sovite lohien emokalamäärän ja smoltimäärän suhteesta Kymijoen (Antti-Pojan 2006, ref. Laine 2006).

Mustionjoen vaelluspoikasten elinkierto-laskelmat on esitetty taulukossa 7. Laskelmissa tarkasteltiin siis aiemmin perusteltuja kuolleisuusvaihtoehtoja vaelluspoikasille joesta mereen ja merivaelluksen aikaista hävikkiä. Ohitusuomien oletuksena käytettiin 50 % nousutehokkuutta (50 % nousevista kaloista pääsee nousemaan porrasta pitkin yläjuoksulle), jota Laine (2006) käytti Kymijoen Koivukoskeen suunnitellun kalatien laskelmissa. Nousevista kaloista syntyvä vaelluspoikastuotanto laskettiin käyttämällä Antti-Pojan (2006) emokala-vaelluspoikassuhdetta. Laskelmassa poikastuotantoalueen täyttyessä (riittävästi emokaloja hyödyntämään poikastuotantopinta-ala) joen alaosaan ei alueelle jäävien ylimääräisten emokalojen oletettu enää lisäävän poikastuotantoa. Muutoin kaikkien nousevien lohien, myös teoreettisesti ylimmästä padosta (Mustion ruukki) nousevien, laskennallinen poikastuotanto otettiin mukaan

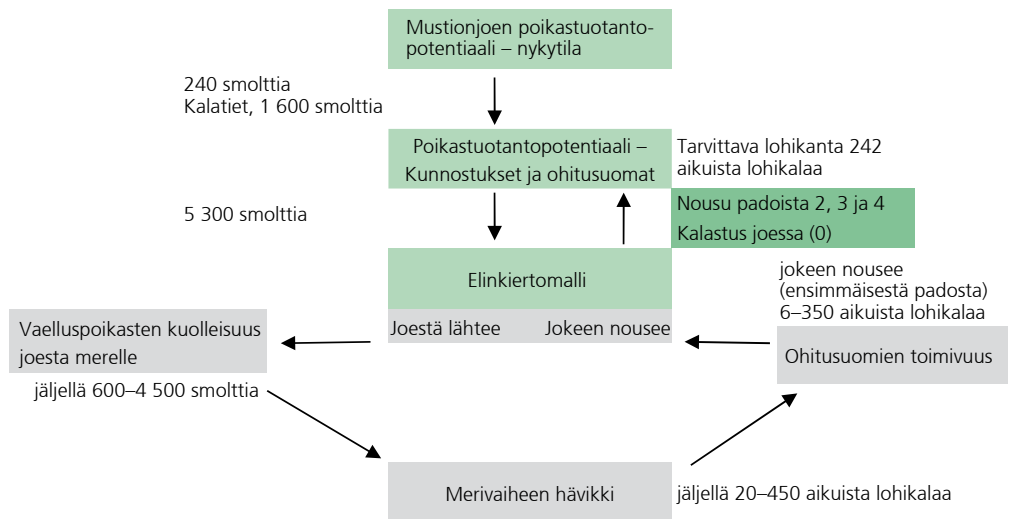
lukuihin. Tuki-istutusten tarve laskettiin vähentämällä luonnonkudusta syntyvä smolttimäärä alueen pinta-alan perusteella laskettua potentiaalia kohden. Kalastusta (tai muuta hävikkiä joessa) ei otettu huomioon.

Tulosten mukaan tarvitaan sekä poikasten alasvaelluksen aikaisten tappioiden vähentämistä (esim. villit poikaset, pienet turbiinitappiot) että merivaiheen aikaisen hävikin pienentämistä (kalastuksen rajoittaminen), jotta jokeen palaavien aikuisten lohien määrää saadaan lisättyä. Kaikissa vaihtoehdoissa poikastuotantoa pitäisi vielä tukea istutuksin.

Mustionjoessa avainasemaan nousee ohitusuomien toimivuus. Pääosa Mustionjoen poikastuotantoalueista sijaitsee kahden padon yläpuolella. Kun kaloja pyrkii jokeen runsaasti, täyttyy Åminneforsin alapuolinen poikastuotantoalue nopeasti. Lisäksi kahden ensimmäisen padon välisellä alueella ei ole Gammelbybäckenin sivupuroa lukuun ottamatta poikastuotantoalueita. Tällöin näille joen alaosan alueille mahdollisesti jäävät ”ylimääräiset” lohet voidaan menettää poikastuotannosta.

Taulukossa 8 tarkastellaan ohitusuoman toimivuuden vaikutusta tilanteessa, jossa vaelluspoikasten alasvaelluksen aikaiset tappiot ovat pienet (5 % patoallasta kohden) ja kalastusta on pystytty jonkin verran rajoittamaan (merivaiheen hävikki 94 %). Jos ohitusuomien toimivuus on huono (30 %) suuri osa jokeen pyrkivistä lohista jää joen alaosaan ja poikastuotantopotentiaalia menetetään. Jos ohitusuomat taas toimivat hyvin (80 %), pääosa joen poikastuotannosta voidaan hyödyntää luonnontuotannon kautta. Edellytyksenä poikastuotantopotentiaalin hyödyntämiseksi onkin siis ohitusuomien hyvä toimivuus.

Kuviossa 7 on esitetty yhteenveto Mustionjoen lohikalojen elinkierron tarkastelun yhteydessä tehdystä laskelmasta.



**Kuvio 7.** Yhteenveto Mustionjoen lohikalojen elinkierron tarkastelun yhteydessä tehdystä laskelmasta.

## Taulukko 7. Mustionjoen vaelluspoikasten elinkiertolaskelmat eri kuolleisuustarkasteluilla.

Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 11,07 %				Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 11,07 %				Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 11,07 %			
	Hävikki %	Jäljellä kpl			Hävikki %	Jäljellä kpl			Hävikki %	Jäljellä kpl	
		Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus			Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus			Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		176	584	Smoltteja Mustionjoesta		176	584	Smoltteja Mustionjoesta		176	584
Merivaellus	96,5	6	20	Merivaellus	94,0	11	35	Merivaellus	90,0	18	58
Åminnefors alapuoli		6	20	Åminnefors alapuoli		11	35	Åminnefors alapuoli		18	58
Nousuvaellus				Nousuvaellus				Nousuvaellus			
Åminneforssista yli	50,0	3	10	Åminneforssista yli	50,0	5	18	Åminneforssista yli	50,0	9	29
Billnäsistä yli	50,0	2	5	Billnäsistä yli	50,0	3	9	Billnäsistä yli	50,0	4	15
Akerforssista yli	50,0	1	3	Akerforssista yli	50,0	1	4	Akerforssista yli	50,0	2	7
Mustion ruukista yli	50,0	0	1	Mustion ruukista yli	50,0	1	2	Mustion ruukista yli	50,0	1	4
Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0
Smoltteja syntyy		135	449	Smoltteja syntyy		360	673	Smoltteja syntyy		360	807
Tuki-istutusten tarve*		1 457	4 820	Tuki-istutusten tarve*		1 232	4 596	Tuki-istutusten tarve*		1 232	4 462
*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita			
Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 22,14 %				Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 22,14 %				Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 22,14 %			
	Hävikki %	Jäljellä kpl			Hävikki %	Jäljellä kpl			Hävikki %	Jäljellä kpl	
		Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus			Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus			Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		352	1 167	Smoltteja Mustionjoesta		352	1 167	Smoltteja Mustionjoesta		352	1 167
Merivaellus	96,5	12	41	Merivaellus	94,0	21	70	Merivaellus	90,0	35	117
Åminnefors alapuoli		12	41	Åminnefors alapuoli		21	70	Åminnefors alapuoli		35	117
Nousuvaellus				Nousuvaellus				Nousuvaellus			
Åminneforssista yli	50,0	6	20	Åminneforssista yli	50,0	11	35	Åminneforssista yli	50,0	18	58
Billnäsistä yli	50,0	3	10	Billnäsistä yli	50,0	5	18	Billnäsistä yli	50,0	9	29
Akerforssista yli	50,0	2	5	Akerforssista yli	50,0	3	9	Akerforssista yli	50,0	4	15
Mustion ruukista yli	50,0	1	3	Mustion ruukista yli	50,0	1	4	Mustion ruukista yli	50,0	2	7
Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0
Smoltteja syntyy		270	717	Smoltteja syntyy		404	896	Smoltteja syntyy		494	1 162
Tuki-istutusten tarve*		1 322	4 552	Tuki-istutusten tarve*		1 188	4 373	Tuki-istutusten tarve*		1 098	4 107
*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita			

## Taulukko 7. Jatkuu...

Vaelluspoikasten hävikki 25 % patoallasta kohden				Vaelluspoikasten hävikki 25 % patoallasta kohden				Vaelluspoikasten hävikki 25 % patoallasta kohden			
	Hävikki	Jäljellä kpl			Hävikki	Jäljellä kpl			Hävikki	Jäljellä kpl	
	%	Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus		%	Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus		%	Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		465	1 418	Smoltteja Mustionjoesta		465	1 418	Smoltteja Mustionjoesta		465	1 418
Merivaellus	96,5	16	50	Merivaellus	94,0	28	85	Merivaellus	90,0	47	142
Åminnefors alapuoli		16	50	Åminnefors alapuoli		28	85	Åminnefors alapuoli		47	142
Nousuvaellus				Nousuvaellus				Nousuvaellus			
Åminneforsista yli	50,0	8	25	Åminneforsista yli	50,0	14	43	Åminneforsista yli	50,0	23	71
Billnäsistä yli	50,0	4	12	Billnäsistä yli	50,0	7	21	Billnäsistä yli	50,0	12	35
Akerforsista yli	50,0	2	6	Akerforsista yli	50,0	3	11	Akerforsista yli	50,0	6	18
Mustion ruukista yli	50,0	1	3	Mustion ruukista yli	50,0	2	5	Mustion ruukista yli	50,0	3	9
Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0
Smoltteja syntyy		315	762	Smoltteja syntyy		449	985	Smoltteja syntyy		539	1 296
Tuki-istutusten tarve*		1 277	4 507	Tuki-istutusten tarve*		1 143	4 284	Tuki-istutusten tarve*		1 053	3 973
*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita			
Vaelluspoikasten hävikki 5 % patoallasta kohden				Vaelluspoikasten hävikki 5 % patoallasta kohden				Vaelluspoikasten hävikki 5 % patoallasta kohden			
	Hävikki	Jäljellä kpl			Hävikki	Jäljellä kpl			Hävikki	Jäljellä kpl	
	%	Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus		%	Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus		%	Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		1 367	4 449	Smoltteja Mustionjoesta		1 367	4 449	Smoltteja Mustionjoesta		1 367	4 449
Merivaellus	96,5	48	156	Merivaellus	94,0	82	267	Merivaellus	90,0	137	445
Åminnefors alapuoli		48	156	Åminnefors alapuoli		82	267	Åminnefors alapuoli		137	445
Nousuvaellus				Nousuvaellus				Nousuvaellus			
Åminneforsista yli	50,0	24	78	Åminneforsista yli	50,0	41	133	Åminneforsista yli	50,0	68	222
Billnäsistä yli	50,0	12	39	Billnäsistä yli	50,0	21	67	Billnäsistä yli	50,0	34	111
Akerforsista yli	50,0	6	19	Akerforsista yli	50,0	10	33	Akerforsista yli	50,0	17	56
Mustion ruukista yli	50,0	3	10	Mustion ruukista yli	50,0	5	17	Mustion ruukista yli	50,0	9	28
Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	0,0	0	0	Kalastus joessa	1,0	13	0
Smoltteja syntyy		539	1 340	Smoltteja syntyy		762	1 957	Smoltteja syntyy		1 029	2 961
Tuki-istutusten tarve*		1 053	3 929	Tuki-istutusten tarve*		830	3 312	Tuki-istutusten tarve*		563	2 308
*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita				*villejä vastaava määrä istukkaita			

**Taulukko 8.** Mustionjokeen nousevien aikuisten lohien määrä ja vaelluspoikastuotanto, kun ohitusuomien nousutehokkuus on a) 30 %, b) 50 % ja c) 80 %. Tässä vaihtoehdossa nousevien lohien määrä perustuu vaihtoehtoon, jossa vaelluspoikasten alasvaelluksen aikaiset tappiot ovat pienet (5 % per patoallas) ja kalastusta on säädelty (merivaiheen hävikki 94 %).

a)

Vaelluspoikasten hävikki 5 % patoallasta kohden

		Jäljellä kpl Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		1 367	4 449
Merivaellus hävikki %	94,0	82	267
Äminnefors alapuoli		82	267
Nousuvaellus	Ohitusuomien toimivuus %		
Äminneforsista yli	30,0	25	80
Billnäistä yli	30,0	7	24
Akerforsista yli	30,0	2	7
Mustion ruukista yli	30,0	1	2
Kalastus joessa			
Smoltteja syntyy		494	1 029
Tuki-istutusten tarve*		1 098	4 240

\*villejä vastaava määrä istukkaita

b)

Vaelluspoikasten hävikki 5 % patoallasta kohden

	Hävikki %	Jäljellä kpl Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		1 367	4 449
Merivaellus hävikki %	94,0	82	267
Äminnefors alapuoli		82	267
Nousuvaellus	Ohitusuomien toimivuus %		
Äminneforsista yli	50,0	41	133
Billnäistä yli	50,0	21	67
Akerforsista yli	50,0	10	33
Mustion ruukista yli	50,0	5	17
Kalastus joessa	0,0	0	0
Smoltteja syntyy		762	1 957
Tuki-istutusten tarve*		830	3 312

\*villejä vastaava määrä istukkaita

c)

Vaelluspoikasten eloonjäätiprosentti joesta mereen 5 %

	Hävikki %	Jäljellä kpl Nykypotentiaali	Ohitusuomat + kunnostus
Smoltteja Mustionjoesta		1 367	4 449
Merivaellus hävikki %	94,0	82	267
Äminnefors alapuoli		82	267
Nousuvaellus	Ohitusuomien toimivuus %		
Äminneforsista yli	80,0	66	214
Billnäistä yli	80,0	52	171
Akerforsista yli	80,0	42	137
Mustion ruukista yli	80,0	34	109
Kalastus joessa			
Smoltteja syntyy		1 428	4 252
Tuki-istutusten tarve*		164	1 017

\*villejä vastaava määrä istukkaita

#### 4.4 Tuki-istutukset ja ylisiirrot

Mahdollisten ohitusuomien rakentamisen jälkeen luonnontuotannon käynnistymistä ja jatkumista voidaan tukea istutuksin. Ohitusuomien vaihtoehtona voidaan ylläpitää taimen- ja lohikantaa Åminneforsin yläpuolella vuosittain tehtävillä istutuksilla. Koska tavoitteena on lohikannan elvyttämisen lisäksi myös jokihelmisimpukan pelastaminen, istutuksia ei kannata tässä tapauksessa tehdä vaelluspoikasilla vaan nuoremmilla ikäluokilla, jotka jäävät jokeen simpukan toukkien isäntäeläimiksi. Pääuomassa tämä tarkoittaisi 0- tai 1-vuotiaita (istutus keväällä-alkukesästä) tai 0+ – 1+ -ikäisiä (istutus syksyllä) lohien jokipoikasista ja sivupuroissa vastaavan ikäisiä taimenia. Sivupuroissa voitaisiin käyttää myös vastakuoriutuneita ja hedelmöitynyttä mätää.

Kuinka paljon tulisi istuttaa, jos kalakantaa ylläpidettäisiin pelkästään istutuksin? Kymijoella, jota on käytetty vertailualueena smolttituotantoa määriteltäessä, osa lohienpoikasista smolttiutuu jo 1+-ikäisenä. Keskimääräinen loonjäänti jokipoikasella on 0+-ikäisestä 1+-ikäiseksi 0,32 ja tästä vaelluspoikaseksi 0,8 (A. Saura, julkaisematon). Arvioidulla vaelluspoikaspotentiaalilla (462 smolttia hehtaarille) päästään noin 550 kpl 1+ -ikäiseen jokipoikaseen ja 1700 kpl 0+-ikäisen jokipoikaseen tiheyksiin. Vastaavasti taimenen osalta (2000 smolttia hehtaarille) saadaan 1+-ikäisten tiheydeksi 2400 kpl/ha ja 0+-ikäisille 4000 kpl/ha.

Viljeltyjen poikasten kuolleisuus on kertaluokkaa suurempi kuin luonnonpoikasten, joten istutustiheytenä käytetään kaksinkertaisia tiheyksiä (taulukko 9). Jyrävä & Ollikainen (2005) ovat arvioineet istukaskilon tuottamiskustannuksiksi valtion kalanviljelyssä 28,7 €/kiloa kohden (sopimuskasvatuksessa 16,2 €). Istutuskustannukset jaettiin käyttämällä Jyrävän & Ollikaisen (2005) arviota valtion kalanviljelylle ja käyttämällä 0+-ikäisen jokipoikaseen keskipainona 15 g ja vastaavan 1+-ikäisen keskipainona 30 g. Tuottamiskustannusten lisäksi istutuksiin liittyy muita kustannuksia kuten merkintä (eväleikkaus 5–6 snt per poikanen) sekä istukkaiden kuljettaminen ja levittäminen. Lisäksi istutustoiminnassa täytyy ottaa huomioon paikallisten kantojen suojelu, jolloin voidaan joutua viljelyssä perustamaan uusia viljelykantoja paikallista alkuperää olevista taimenista.

Aikuisten lohien ylisiirtoa voidaan käyttää tukemaan luonnontuotannon käynnistymistä Mustionjoella kunnostuksen jälkeen tai ohitusuomien vaihtoehtona. Ylisiirroissa sukukypsät lohet ja taimenet pyydetäisiin jokisuusta Åminneforsin alapuolelta ja siirrettäisiin patojen yli. Tämän jälkeen lohet ja taimenet hakeutuisivat sopiville kutualueille.

Ylisiirron kustannuksia on esitetty Kymijoelta ja Iijoelta (Rinne, J. ja Tertsunen, J., kirjalliset tiedonannot). Yhteensä noin 150 lohien tai taimenen siirtäminen Korkeakosken padon yläpuolelle merkittynä on maksanut vuosittain 5000 Euroa. Kymijoella pyynti ei ole sisällynyt kustannuksiin. Iijoella vuosien 2009 ja 2010 (arvio) ylisiirtojen kustannukset ovat noin 130–200 €/per lohikala sisältäen kaikki kulut. Pyyntin osuus kustannuksista on huomattava. Mustionjoella lohikalat tulisi pyytää esim. ostopalveluna ja kuljettaa vähintään Billnäsin padon yläpuolelle, jotta pääosa kutualueista saavutettaisiin. Mustionjoella arvioidut ylisiirtokustannukset olisivat selkeästi suuremmat kuin Kymijoella (useampi pato, pyynti kuuluu kustannuksiin), mutta todennäköisesti Iijoen kustannusten alapäässä (pienempi vesistö, lyhyemmät matkat). Tässä kustannuksiksi arvioitiin 150 €siirrettävää lohta kohden. Ylisiirrettävä kalamäärä kattaisi optimitanteissa kutualueiden hyödyntämiseen tarvittavan lohikalajien määrän

(242 kpl, n. 36000 €). Osa kaloista kuitenkin häiriintyy kuljetuksesta ja käsittelystä ja palaa takaisin alavirtaan, mikä on otettava huomioon arvioitaessa ylisiirrettävien emokalojen määriä ja ylisiirtokustannuksia. Käytännössä näin suuren lohimäärän pyytäminen siirrettäväksi voi Mustionjoella kuitenkin osoittautua mahdottomaksi.

**Taulukko 9.** Mustionjoen poikastuotantoalueiden pinta-alat, arvioidut istutusmäärät ja poikasten tuotantokustannukset.

Pääuoma/kohde	Pinta-ala kunnostettuna ha	Istutus kpl 0+	Kustannus €	Tai	Istutus kpl 1+	Kustannus €	Laji
Mustion ruukki	1,040	3 534	1 522		1 143	985	Lohi
Åkerfors	0,872	2 966	1 277		960	826	Lohi
Junkarsborg	0,526	1 788	770		579	498	Lohi
Gråströmmen	0,389	1 323	569		428	368	Lohi
Åminnefors	0,679	2 307	993		746	643	Lohi
<b>Yhteensä</b>	<b>3,505</b>	<b>11 918</b>	<b>5 131</b>		<b>3 856</b>	<b>3 320</b>	<b>Lohi</b>
Sivupurot/kohde							
Mossabäcken	0,133	1 064	458		638	550	Taimen
Ingvallsbybäcken	0,060	480	207		288	248	Taimen
Bråtabäcken	0,091	728	313		437	376	Taimen
Storängsbäcken	0,378	3 024	1 302		1 814	1 562	Taimen
Björkshopsbäcken	0,000	0	0		0	0	Taimen
Stenbäcken	0,033	264	114		158	136	Taimen
Krabbäcken (Slabbäcken)	0,092	736	317		442	380	Taimen
Flatubäcken	0,057	456	196		274	236	Taimen
Gammelbybäcken	0,080	640	276		384	331	Taimen
<b>Yhteensä</b>	<b>0,924</b>	<b>7 392</b>	<b>3 182</b>		<b>4 435</b>	<b>3 819</b>	<b>Taimen</b>

## 4.5 Hydrologisten muutosten vaikutus poikastuotantoarvioon

Mustionjoen säännöstely aiheuttaa nopeita muutoksia pääuoman virtaamassa. Tämä aiheuttaa lisää epävarmuutta poikastuotantoalueiden määrästä tehtyyn arvioon. Arvio on tehty yhdessä vallitsevassa virtaamatilanteessa (14.10.2009, virtaama n.  $6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ), eikä virtaamavaihteluiden vaikutusta alueiden toimivuuteen tunneta tarkoin ilman useamman virtaamatilanteen tarkastelua ja mallinnusta.

Mustionjoen virtaama on pääsääntöisesti kesällä  $5\text{--}30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , talvella ja keväällä maksimivirtaamat voivat olla yli  $50 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Poikastuotantoalueiden laadun mittareina käytettyihin tiettyihin fysikaalisiin parametreihin (hyvä tila, virtausnopeus  $0,2 \text{ ms}^{-1}$ , syvyys alle 3 m) vaihtelulla on merkitystä, mutta sen määrästä on vaikea esittää määrällistä arviota. Kalojen viihtyvyyteen virrannopeuden ja syvyyden vaihtelu voi vaikuttaa mm. lisäämällä stressiä. Myös vuodenaikaisäännöstely ja epätavallisen korkeat virtaamat talvella yhdessä mahdollisten lämpötilamuutosten kanssa voivat lisätä poikasten ja mädin kuolleisuutta.

Pääosa erityisesti taimenelle sopivista poikastuotantoalueista sijaitsee Mustionjoen sivupuroissa. On mahdollista, että huonoina vesivuosina erityisesti ne purot, jotka eivät saa alkuaan pohjavedestä ja ovat voimakkaasti ojitettuja, voivat kuivuvat. Tällainen puro Mustionjoen alueella on Flatubäcken ja mahdollisesti Stenbäcken. Näiden osuus puroissa olevasta taimenen tuotantopinta-alasta on noin 10 %, joka lienee kuivina vuosina pois taimenen poikastuotannon pinta-alasta. Hydrologisilla tekijöillä voi olla suuri vaikutus vuosien väliseen vaihteluun poikastuotannossa. Tässä selvityksessä pystyttiin tarkastelemaan potentiaalista poikastuotantoa kartoitushetkellä, jonka oletettiin kuvaavan keskimääräisiä olosuhteita.

## 5. Selvityksen rahoitus ja hyödyntäminen

Työn tilaajana oli Fortum Markets oy ja koordinoijana Suomen luonnonsuojeluliitto. Rahoituslähde oli Fortumin rahastoima ympäristörahoitus, joka kertyy ”ekoenergia-sähkönä” myydystä vesivoimasta (0,008 snt/kWh) ja jonka varoja tulee käyttää vesivoiman ympäristöhaittoja vähentäviin toimenpiteisiin.

Tuloksia hyödynnettiin tilaustyön toisessa osiossa, SYKEN laatimassa monitavoitteisessa päätösanalyysimallissa, jonka lopputuloksena eri sidosryhmien edustajille saatiin mm. toimenpidevaihtoehtojen mieluisuusjärjestys Mustionjoen suursimpukoiden ja lohikalojen luonnollisen elinkierron parantamisessa (Marttunen ja Dufva 2010).

## Viitteet

- Ahola M. & Havumäki M. (Toim.) 2008. *Purokunnostusopas, käsikirja metsäpurojen kunnostajille*. Ympäristöopas. Kainuun ympäristökeskus ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 33 s.
- Antti-Poika, V-P. 2006. *Virtaamasäämöstelyn vaikutus Kymijoen lohipopulaatioon*. Pro gradu –tutkielma. Helsingin Yliopisto, Biotieteiden laitos. 119 s.
- Haapala, A., Mäki-Petäys, A & Huusko, A. 1998. Lohen jokipoikasille soveltuva elinympäristö ja sen käyttö, kirjallisuusselvitys. *Kalatutkimuksia* 146. 21 s.
- ICES Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group. 2005. Advisory Committee on Fishery Management. ICES CM 2005/ACFM.
- Järvenpää, L., Jormola, J. & Tammela, S. 2010. *Luonnonmukaisten ohitusuomien suunnittelu rakennetussa vesistöissä. Lohen palauttaminen Oulujokeen*. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 5/2010, Luonnonvarat. 78 s.
- Jyräsalo, T. & Ollikainen, M. 2005. Suomenlahden lohi-istutusten kannattavuus. *Kala- ja riistaraportteja* 372. 25 s.
- Karjaanjoen vesistöalue. Hämeen ELY-keskus. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22655&lan=fi>. [Luettu 3.9.2010].
- Karlström, Ö. 1977. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*S. trutta*) parr in Swedish rivers with some referense to human activities. *Acta Universitatis Upsaliensis* 404. 12 s.



- Laine, A., Niva, T., Mäki-Petäys, A. & Erkinaro, J. 2002. Loikkaako lohi Ounasjokeen? Vaelluskalakantojen palauttaminen Kemi-/Ounasjokeen. Osa III: Kalabiologiset perusteet. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* 271. Lapin ympäristökeskus. ss. 127–199.
- Laine, A. 2006. *Kymijoen vaelluskalojen nousureittien avaamisen kustannusten ja hyötyjen arviointi*. Pro gradu –tutkielma. Helsingin Yliopisto, Taloustieteen laitos. 96 s.
- Lempinen, P. 2001. Suomenlahden meritaimenkantojen suojele- ja käyttösuunnitelma. *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja* 52/2001. 142 s.
- Marttinen, M. 1990. Karjaanjoen vesistön kalatalous. Uudenmaan kalastuspiiri. *Tiedotus* nro 5. 41 s.
- Marttunen, M. & Dufva, M. 2010. Mustionjoen simpukka- ja lohikalakantojen elvyttäminen – Monitavoite- arviointiin perustuva toimenpidevaihtoehtojen arviointi. Suomen ympäristökeskus (käsikirjoitus).
- Niinimäki, J. 1991. *Selvitys Mustionjoen alaosan kalataloudellisesta kunnostuksesta*. Kala- ja Vesitutkimus Oy. Helsinki. 30 s.
- O’Connell, M. F. & Dempson, J. B. 1995. Target spawning recruitments for Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Newfoundland rivers. *Fisheries Management and Ecology* 2: 161–170.
- Rinne, J., Tapaninen, M. & Vähänäkki, P. 2007. Kymijoen alaosan koski- ja virtapaikkojen pohjanlaadut sekä lohen ja meritaimenen lisääntymisaluet. *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja* 83 (1-2007). Maa- ja metsätalousministeriö.
- Saura, A. 2005. Taimen Karjaanjoen vesistöalueella. Teoksessa: Vuorinen, E. & Hyytiäinen, U.-M. (toim.), Karjaanjoen vesistö – Eläköön vesi! *Lohjan ympäristölautakunnan julkaisu* 7: 92–99.
- Tertsunen, J., Yrjänä, T., Laajala, E. & Mäki-Petäys, A. 2006. Lohen ja taimenen poikas- ja lisääntymisaluet Sangin- ja Muhosjoella. Teoksessa: Laajala, E., Yrjänä, T., Erkinaro, J. & Mäki-Petäys, A. (toim.), Vaelluskalojen lisääntymis- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen Oulujoen alaosalla. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* 418: 31–36.
- Vehanen, T., Pasanen, P., Lehtinen, E. & Simola, O. 1993. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lohii- istutusten (*Salmo salar* L.) Carlin-merkintätulokset vuosilta 1973–1988. *Kalatutkimuksia* 62. 75 s.
- Vesistöennusteet: Karjaanjoen vesistöalue – Peltokoski. Suomen ympäristökeskus (SYKE). <http://www.i2.ymparisto.fi/i2/23/q2300935y/wqfi.html>. [Luettu 3.9.2010].

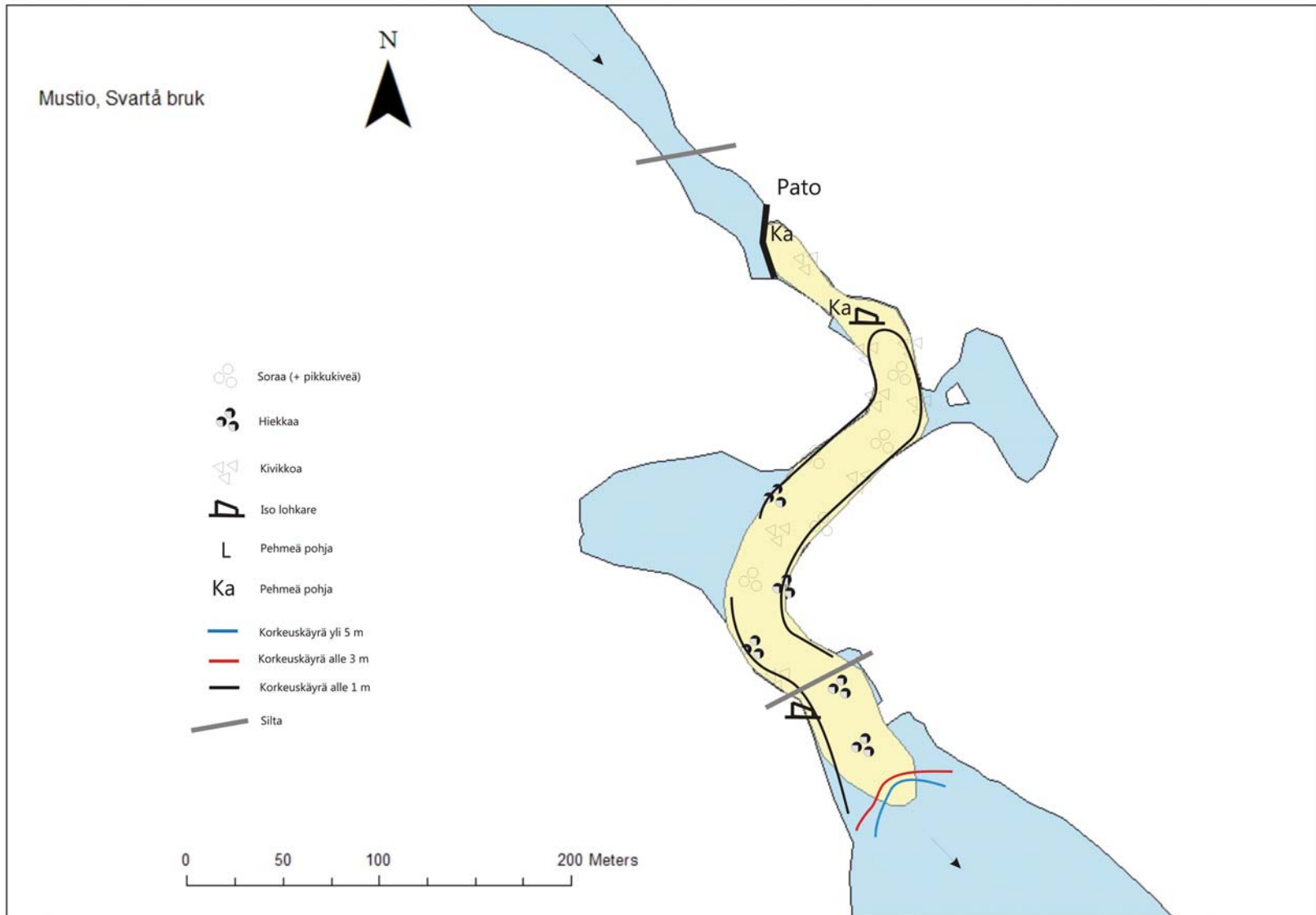
## Kirjoittajat

Ari Saura, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

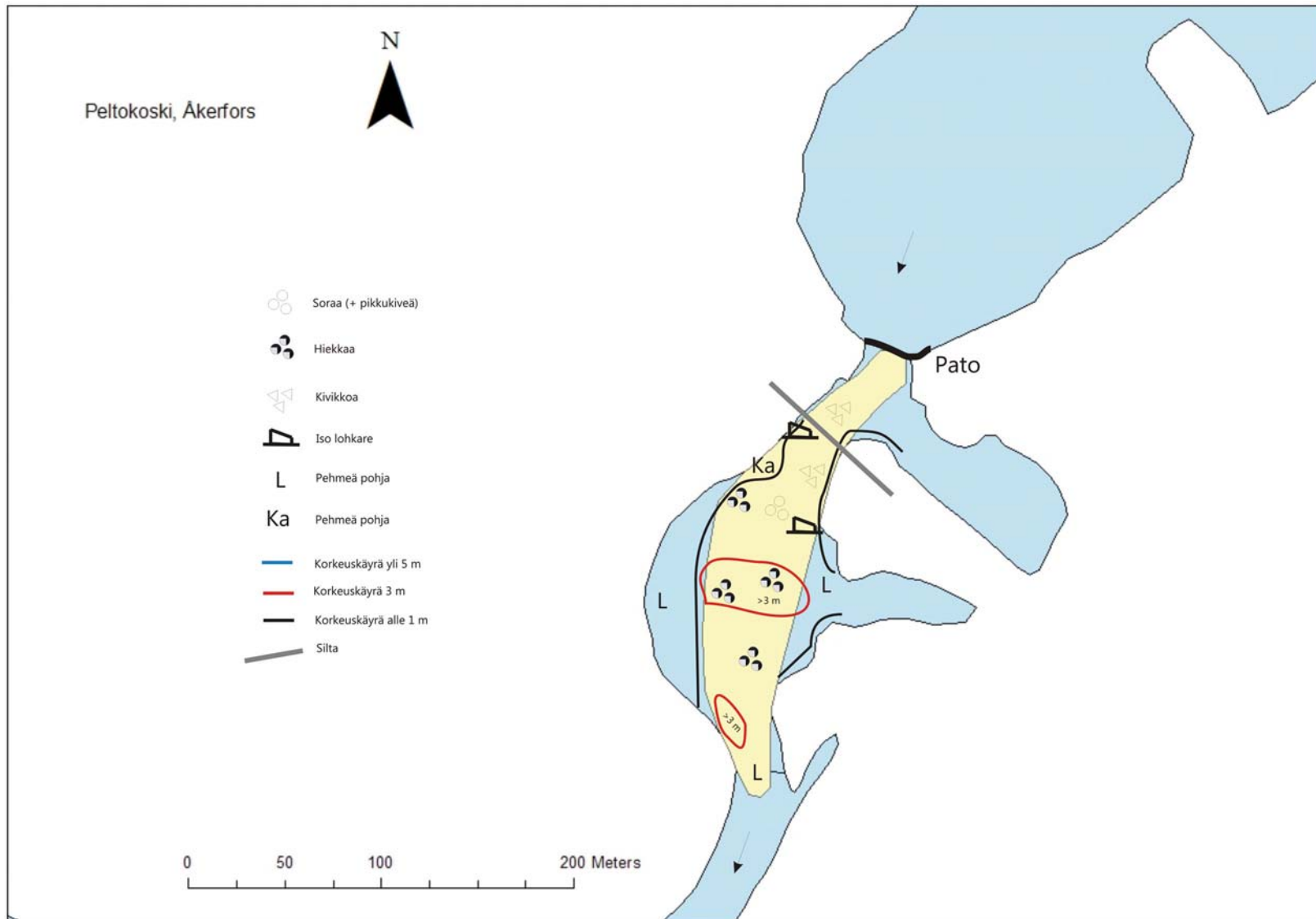
Jukka Rinne, Kalatieto

Teppo Vehanen, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

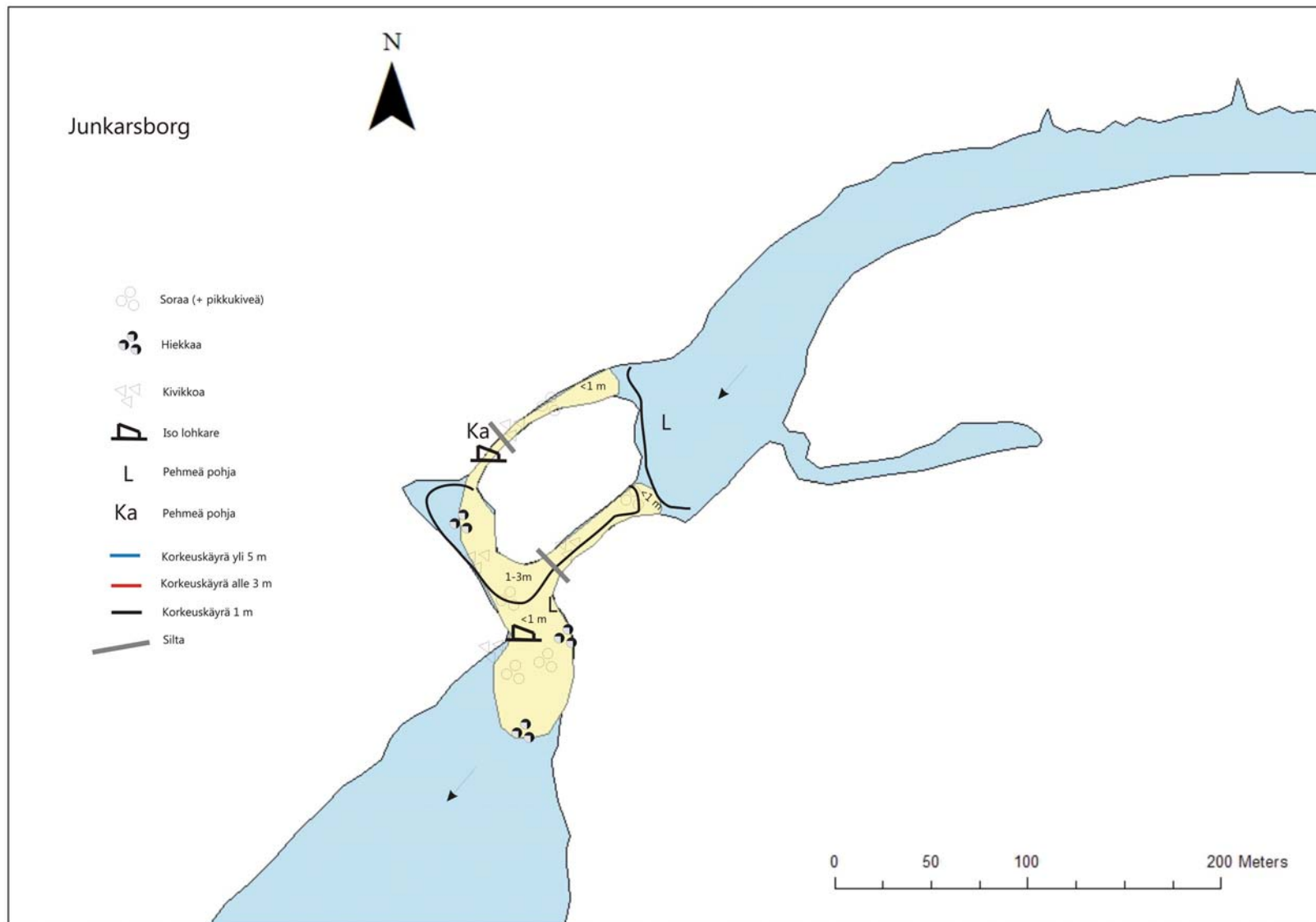
# Liite 1. Svartå Brukin virtapaikka (keltaisella)



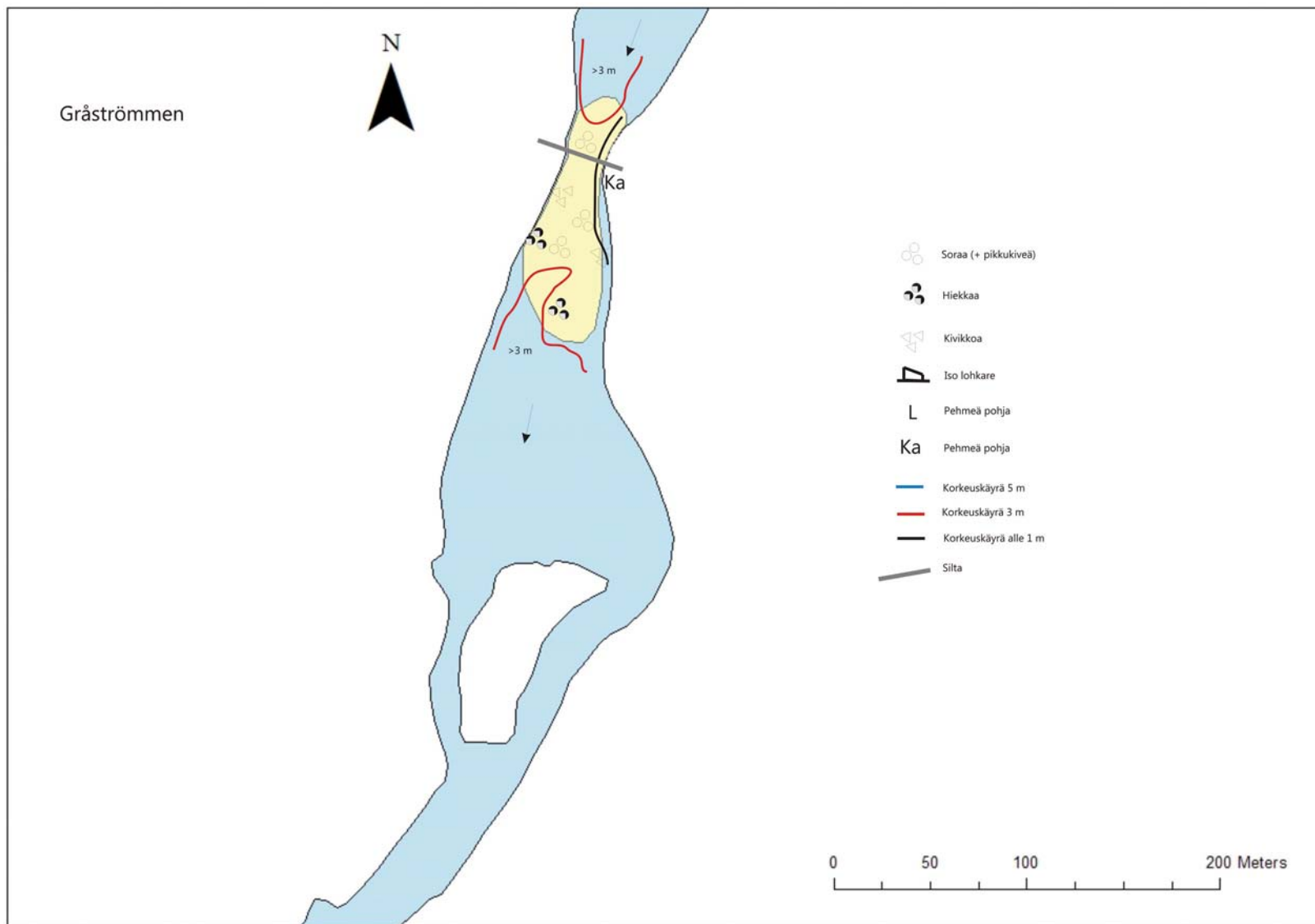
## Liite 2. Åkerforsin (Peltokoski) virtapaikka (keltaisella)



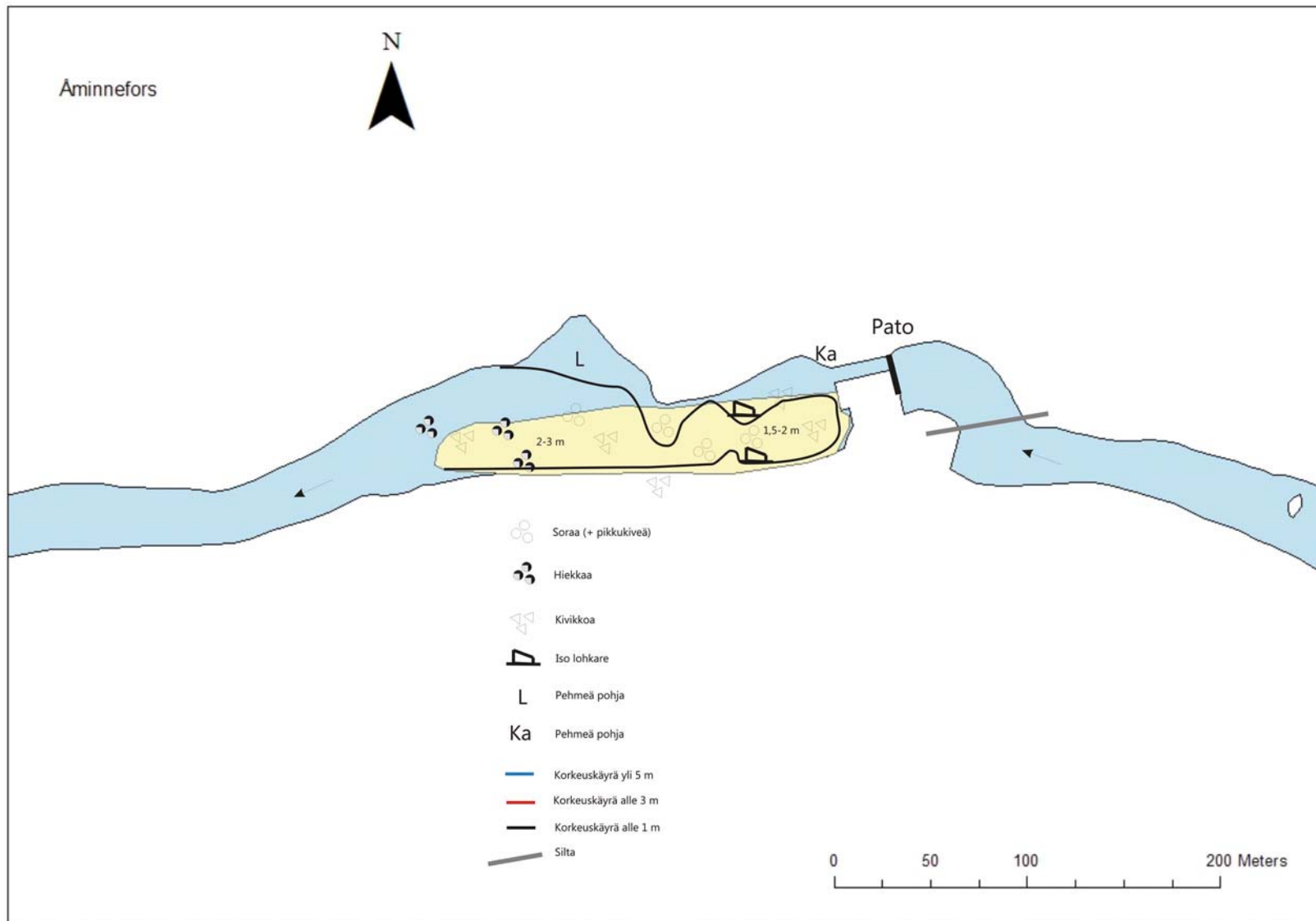
### Liite 3. Junkarsborgin virtapaikka (keltaisella)



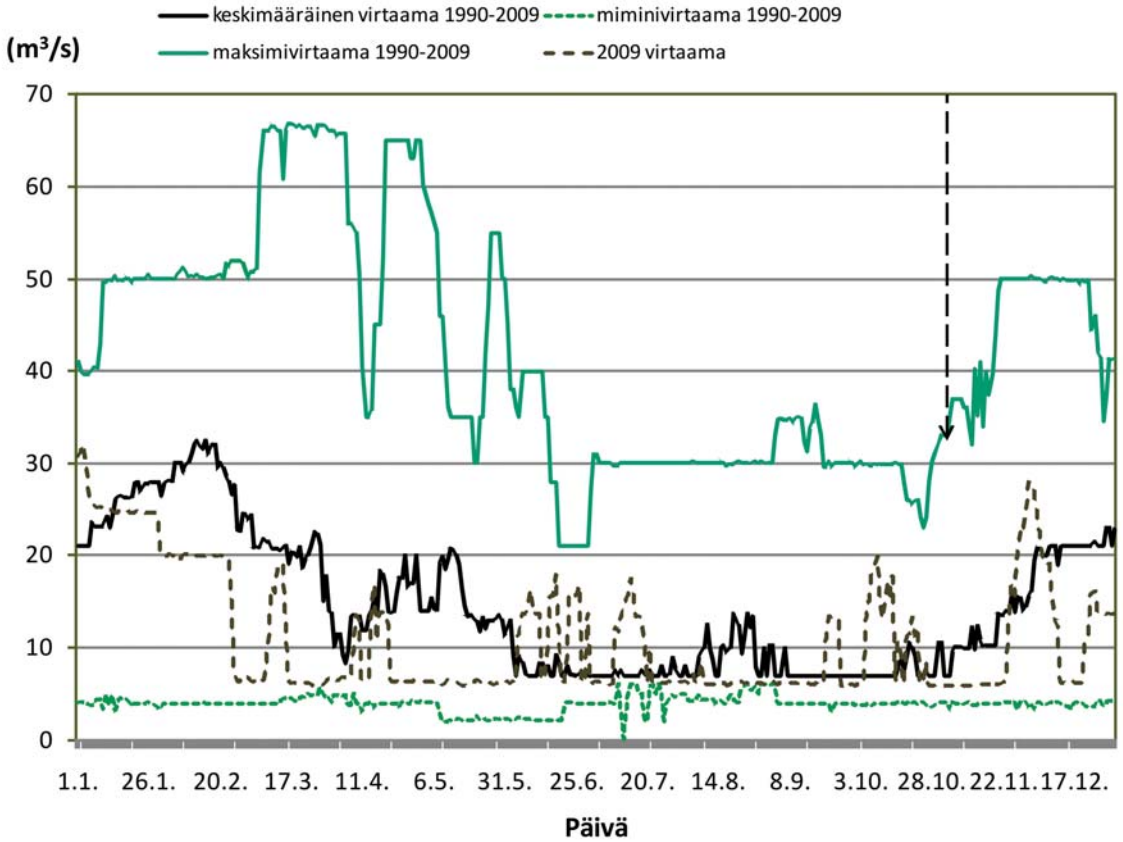
## Liite 4. Gråströmmen in virtapaikka (keltaisella)



## Liite 5. Åminneforsin virtapaikka (keltaisella)



**Liite 6.** Mustionjoen virtaama vuosina 1990–2009 (SYKE). Kartoitusten ajankohta vuonna 2009 on esitetty katkonuolella.





## JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0205 7511, faksi 0205 751 201

[www.rktl.fi](http://www.rktl.fi)