



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

**MERITAIMEN (*Salmo trutta m. trutta*
L.) RAUMANJOESSA –
SÄHKÖKOEKALASTUKSET, DNA-
TUTKIMUS JA
KUNNOSTUSSUUNNITELMA**

Outi Aalto

Kala- ja ympäristötalous

2008

Koulutusohjelma: Kala- ja ympäristötalous	
Tekijä: Outi Aalto	
Työn nimi: Meritaimen (<i>Salmo trutta</i> m. <i>trutta</i> L.) Raumanjoessa – sähkökoekalastukset, DNA-tutkimus ja kunnostussuunnitelma	
Suuntautumisvaihtoehto: Ympäristöhoito	Ohjaajat: Raisa Kääriä, Juha Hyvärinen
Opinnäytetyön valmistumisajankohta: Joulukuu 2008	Sivumäärä: 40+ 8 liitettä
<p>Raumanjoki sijaitsee Lounais-Suomessa, Raumalla ja se saa alkunsa raakavesialtaana toimivasta Äyhönjärvestä. Raumanjoki kulkee Unescon maailmanperintökohde Vanhan Rauman ja Rauman keskustan läpi ja laskee kanaalina mereen Satamalahdessa. Hydrologisesti Raumanjoki on puro ja se on vain nelisen kilometriä pitkä. Raumanjokea on osittain perattu hyvin voimakkaasti, eikä siinä juuri ole suojapaikkoja kaloille.</p> <p>Syksyllä 2004 Raumanjoessa havaittiin kutevia meritaimenia. Kalojen oletettiin olevan Raumanmerelle istutettuja, Isojoen kantaa olevia meritaimenia. Vuosina 2006 - 2008, tämän opinnäytetyön yhteydessä, Raumanjoen meritaimenia tutkittiin sähkökoekalastuksin. Kesäkuussa 2006 Raumanjoesta sähkökoekalastettiin ensimmäiset taimenenpoikaset.</p> <p>Vuonna 2007 ja 2008 sähkökoekalastuksissa saaduilta taimenilta otettiin DNA-näyte geneettisen perimän selvittämiseksi. DNA-tutkimukset tehtiin Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksella. Tutkimuksissa selvisi, että Raumanjoesta pyydettyjen taimenten perimä poikkesi selvästi Rauman edustalle istutetusta Isojoen kannasta. Raumanjoen taimenta voidaan siis pitää omana kantana, mutta siinä näkyy Isojoen taimenkannan vaikutus. Osa näytteistä on vielä tutkittavana.</p> <p>Tämän työn tarkoituksena on antaa kehitysehdotuksia Raumanjoen taimenen säilyttämiseksi. Raumanjoen taimenten elinolosuhteiden parantamiseksi on tehty kunnostussuunnitelma. Kunnostussuunnitelma on tehty valokuvasuunnittelulla. Kunnostusmenetelminä suunnitelmassa on käytetty kiveämistä ja sorastusta. Kunnostus toteutettaisiin talkoovoimin ja sen materiaalikustannukset tulisivat olemaan noin 1500 euroa.</p> <p>Raumanjoen kunnostuksen jälkeistä tilaa ja esimerkiksi taimenen tiheyksiä tulisi seurata vuosittain tehtävillä sähkökoekalastuksilla. Tässä työssä on annettu kehitysehdotuksia, jotka koskevat kalastusmääräyksiä, kalaistutuksia ja taimenten perimän seurantaa tulevaisuudessa.</p>	
Hakusanat: meritaimen, Raumanjoki, DNA-tutkimus, purokunnostus	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto, Parainen	

Degree Programme: Fisheries and environmental care	
Author: Outi Aalto	
Title: Sea trout in Raumanjoki River - electro-fishing, DNA-analysis and restoration plan	
Specialization line: Environmental care	Instructors: Raisa Kääriä, Juha Hyvärinen
Date: December 2008	Total number of pages: 40 + 8 appendixes
<p>The Raumanjoki River is situated in the Southwestern Finland, in the city of Rauma. The Raumanjoki River is actually a stream. The stream flows from Äyhönjärvi Lake to sea near the harbor. The river has previously been in a very bad condition due to different discharges.</p> <p>In the autumn 2004, trouts were noticed in Raumanjoki river for the first time. It was suspected that the trouts are coming from the trout stockings in the sea area near Rauma. In 2006 - 2008, along with this work, trouts were examined with electro-fishing. A piece of fin was taken from some trouts for a DNA-analysis. It was found, in the DNA-analysis that there is a trout stock of its own in Raumanjoki River. However, the influence of Isojoki River's stock can be noticed. A part of DNA-samples are still being analyzed.</p> <p>The purpose of this thesis was to give recommendations how to maintain trout stock in Raumanjoki River. This work presents a restoration plan, done with a photography system, for enhancing the trout habitat condition in Raumanjoki River. The restoration methods include increasing of gravel and stones to get reproducing areas and shelters for trouts. After restoration the results of restoration should be monitored.</p> <p>Other recommendations for the Raumanjoki River, especially for trouts, have been discussed as well. Those refer to, for example, fishing instructions, fish stockings and DNA- analysis in future.</p>	
Keywords: sea trout, Raumanjoki River, DNA-analysis, river restoration	
Deposit at: Library, Turku University of Applied Sciences, Parainen	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Taimenen biologiasta	7
1.1.1	Yleistä taimenesta	7
1.1.2	Meritaimenen elinkierto	7
1.1.3	Taimenen elinympäristövaatimukset	9
1.2	Meritaimenkantojen tila ja uhkatekijät	10
1.3	Yleistä virtavesikunnostuksista	12
1.4	Purokunnostusmenetelmiä	13
1.4.1	Kiveäminen	13
1.4.2	Sorastus	14
1.4.3	Rantakasvillisuuden lisääminen	15
2	TUTKIMUSALUEEN KUVAUS	16
2.1	Raumanjoen historiaa	16
2.2	Raumanjoki nykypäivänä	17
2.3	Raumanjoen veden laatu	19
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	20
3.1	Sähkökoekalastukset	20
3.2	Geneettisen perimän tutkiminen	21
3.3	Rauman edustalle tehdyt meritaimenistutukset	22
4	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELO	22
4.1	Raumanjoen kalasto ja taimenen esiintyminen	22
4.1.1	Raumanjoen soveltuvuus taimenelle	24

4.2	Taimenkannan perimä	24
5	TAIMENKANNAN TILAN PARANTAMINEN RAUMANJOESSA	26
5.1	Raumanjoen kunnostussuunnitelma	26
5.1.1	Kunnostusmateriaalit ja kustannusarvio	28
5.1.2	Kunnostettavat kohteet	28
5.1.3	Kunnostuksen sovittaminen Vanhan Rauman kauneusihanteisiin	37
5.1.4	Kunnostuksen vaikutukset	38
5.1.5	Kunnostuksen seuranta	38
5.2	Muut kehitysehdotukset	38
6	KIITOKSET	39
7	LÄHTEET	41
KUVAT		
	Kuva 1: Raumanjoesta syyskuussa 2006 sähkökoekalastettu taimenenpoikanen.	8
	Kuva 2: Raumanjoki virtaa Äyhönjärvestä Rauman keskustan läpi.	17
	Kuva 3: Raumanjoen ja Pitkäjärven valuma-alue.	18
	Kuva 4: Ensimmäiset taimenet saatiin sähkökoekalastettua kesäkuussa 2006.	21
	Kuva 5: Kartta alueelta, jolta taimenia on saatu sähkökoekalastuksissa.	23
	Kuva 6: Dendrogrammi.	25
	Kuva 7: Suunnitelmakuva kohteesta 1.	29
	Kuva 8: Uoma on hyvin monotoninen kohteessa 2.	30
	Kuva 9: Suunnitelmakuva kohteesta 2.	30
	Kuva 10: Raumanjoki, Pajasillan alapuolinen alue.	31
	Kuva 11: Suunnitelmakuva kohteesta 3.	32
	Kuva 12: Suunnitelmakuva kohteesta 4.	33
	Kuva 13: Kunnostuskohteessa 5 on riittävästi pudotuskorkeutta.	34
	Kuva 14: Suunnitelmakuva kohteesta 5.	34

Kuva 15: Kunnostuskohteessa 6 on valmiiksi niska-alue.	35
Kuva 16: Suunnitelma kuva kohteesta 6.	36
Kuva 17: Suunnitelma kuva kohteesta 7.	37

KUVIOT

Kuvio 1: Raumanjoen pH vuosina 2005–2008.	19
Kuvio 2: Sähkönjohtavuus Raumanjoessa vuosina 2005–2008.	20

LIITTEET

LIITE 1: DNA-tulokset

LIITE 2: Kunnostussuunnitelma kuva 1

LIITE 3: Kunnostussuunnitelma kuva 2

LIITE 4: Kunnostussuunnitelma kuva 3

LIITE 5: Kunnostussuunnitelma kuva 4

LIITE 6: Kunnostussuunnitelma kuva 5

LIITE 7: Kunnostussuunnitelma kuva 6

LIITE 8: Kunnostussuunnitelma kuva 7

1 JOHDANTO

1.1 Taimenen biologiasta

1.1.1 Yleistä taimenesta

Taimenella (*Salmo trutta L.*) on kolme ekologista muotoa, jotka erotellaan vaelluskäyttäytymisen ja elinympäristön perusteella seuraavasti; meri-, järvi- ja purotaimen. Meritaimen (*Salmo trutta m. trutta L.*) on taimenen merestä virtaavaan veteen kudulle vaeltava muoto. Järvitaimen (*Salmo trutta m. lacustris L.*) vaeltaa järvestä virtaveteen kudulle. Paikallista tai vain pieniä vaelluksia tekevää taimenta kutsutaan purotaimeneksi (*Salmo trutta m. fario L.*). (Kaukoranta, Koljonen, Koskiniemi & Pennanen 1998, 16.) Puro-, järvi- ja meritaimenen ainoa oikea ero on elinpaikka (Lehtonen 2003, 76). Ne ovat siis saman lajin eri muotoja ja niiden erot ovat ympäristön aikaansaamia (Koli 1998, 16–17). Meritaimen lisääntyy joessa ja kasvaa meressä, eli se kuuluu anadromisiin kaloihin. Meritaimenet sietävät sekä suolaista että makeaa vettä. Sopeutuminen vaihtuviin elinympäristöihin vaatii monimutkaista kykyä muuttaa suolatasapainoaan. (Lehtonen 2003, 12.)

1.1.2 Meritaimenen elinkierto

Meritaimen kutee loka-marraskuussa jokien koski- ja virtapaikoille, veden ollessa 4 - 6 °C (Lehtonen 2003, 27). Koiras kaivaa pyrstöllään joen pohjalle kutukuopan ja puolustaa sitä muilta koirailta. Kutukuoppa on halkaisijaltaan 30 - 100 cm ja sen syvyys on 10 - 20 cm. (Lehtonen 2003, 77.) Koiras peittää kutukuopan soralla kudun jälkeen. Mäti hautoutuu talven yli joen pohjalla soran sisällä ja poikaset kuoriutuvat keväällä. Kuoriuduttuaan poikaset elävät ruskuaispussin sisältämän ravinnon avulla. Tämän jälkeen ne alkavat syödä planktonia ja pohjaeläimiä. (Böhling & Juntunen 1999, 7.)

Taimenenpoikaset elävät joessa 2 - 5 vuotta, tätä kutsutaan jokipoikasvaiheeksi (kuva 1). Etelä-Suomessa poikaset lähtevät merivaellukselle parin vuoden ikäisinä. Vaellukselle lähtiessään poikaset ovat pituudeltaan noin 20 cm. Ennen merivaellusta poikanen smolttiutuu, jolloin se kokee sekä ulkoisia että sisäisiä muutoksia. Muun muassa reviirikäyttäytyminen häviää ja smolttiutuneet taimenet alkavat muodostaa parvia. Ulkoisesti smolttiutumisen huomaa siitä, että poikasen väri muuttuu hopeanhoitoiseksi. (Lehtonen 2003, 78.) Kaikki poikaset eivät kuitenkaan smolttiudu ja lähde merivaellukselle vaan osa voi jäädä jokeen ja varttua siellä sukukypsiksi (Böhling & Juntunen 1999, 7).



Kuva 1: Raumanjoesta syyskuussa 2006 sähkökoekalastettu kahdeksansenttinen taimenenpoikanen.

Jokaisella taimenenpoikasella on oma reviirinsä. Reviirin pinta-ala kasvaa sitä mukaan kuin poikanenkin. Kuukauden ikäisen poikasen reviiri on noin 15 cm x 15 cm alue. 20-senttisen poikasen reviiri on noin neljä neliometriä. Reviirin koko riippuu pohjan muodoista ja näköesteistä. Mitä enemmän epätasaisuutta ja näköesteitä on, sitä pienempi on reviiri. (Lehtonen 2003, 78.) Jokipoikasen kasvu on hidasta. Isojoessa yksi-

vuotias taimen on keskimäärin 9 cm, kaksivuotias 19 cm ja kolmevuotias 26 cm (Koli 1998, 84).

Jokipoikasen ravintoa ovat aluksi eläinplankton. Poikasen kasvaessa ravintoon alkaa kuulua vesihyönteiset ja pohjaeläimet. Ensisijaista ravintoa ovat surviaissääsken, vesiperhosten ja korentojen toukat sekä erilaiset äyriäiset. Kun poikaset ovat noin 20 cm, ne alkavat käyttää ravintonaan myös kaloja. Viimeistään toisen merivuoden aikana taimen on lähes puhtaasti kalansyöjä; saalislajeja ovat muun muassa silakka, kilohaili ja piikkikalat. Rannikolla taimen syö särkikaloja, tuulenkaloja ja kivinilkkoja. (Lehtonen 2003, 79.) Merivaihe kestää yleensä yhdestä neljään vuotta. Merivaelluksen aikana taimen voi kasvaa noin kaksi kiloa vuodessa. Meritaimenen merivaellukset ovat melko lyhyitä ja taimenet pysyvät lähellä rannikkoa. (Böhling & Juntunen 1999, 10.)

Yhden merivuoden jälkeen taimen on noin 30 - 40 cm ja painaa noin puoli kiloa. Suomenlahdella taimen kasvaa 6 - 9-kiloiseksi noin kolmen merivuoden aikana. Jokeen jäävä taimen eli tammukka kasvaa hitaasti koko ikänsä. Taimenet eivät ole kovin pitkäikäisiä, tiettävästi ikäennätys on 12 vuotta. (Lehtonen 2003, 78 - 79.) Meritaimenet palaavat kudulle syntymäjokeensa tai lähelle istutusaluetta. Suurissa joissa meritaimen alkaa nousta kudulle kesäkuussa. Pienempiin jokiin kalat nousevat myöhemmin, loka - marraskuussa. (Böhling & Juntunen 1999, 11.)

1.1.3 Taimenen elinympäristövaatimukset

Taimen sietää alimmillaan 5,5 - 6,0 pH:ta eli lievästi hapanta vettä. Mäti ja pienet poikaset ovat herkimpiä alhaiselle pH:lle. Taimen tarvitsee happea erittäin paljon, 10 - 16 mg/l. Jos happipitoisuus on 5 mg/l tai alle, taimenen kasvu ja kehitys häiriintyy. (Lehtonen 2003, 14 - 15.)

Ensimmäisenä elinvuotenaan poikaset elävät matalassa ja melko hiljalleen virtaavassa vedessä. Pienet poikaset vaativat suojaavaa vesikasvillisuutta. Vähän isommat poikaset alkavat suosia viileämpää vettä. Ne siirtyvät syvempään veteen ja alkavat karttaa kasvillisuuden peitossa olevia pohjia. (Lehtonen 2003, 7.)

Tärkeimpiä tekijöitä taimenen kutupaikan valinnassa ovat syvyys, virrannopeus ja pohjamateriaalin koko. Poikasten kehitykseen vaikuttavat veden happipitoisuus ja hienojakoisen sedimentin määrä pohjalla. Taimenen kutupesät sijaitsevat yleensä 15 - 45 cm:n syvyydessä ja virtaus kutupesän läheisyydessä on yleensä 20 - 55 cm/s. Taimenen suosiman kutusoran halkaisija vaihtelee 16–64 mm:n välillä. Kutusoraikon sisäisen virtauksen tulee olla riittävä, jotta mätimunat saavat happea. Virtaus vie kutupesästä pois haitallisia aineenvaihduntatuotteita. (Louhi, Mäki-Petäys, Erkinaro, 2008, 330 - 331.) Taimenet tekevät usein kutupesänsä alueille, joissa suora, kiihtyvä ja vähäpöörteinen virtaus suuntautuu soraikolle. Kutualueen lähetyvillä tulee olla suoja- paikkoja poikasille. (Eloranta, 2007b, 10).

Taimenenpoikaset viihtyvät erikokoisina erilaisissa elinympäristöissä. Alle 10 cm poikanen viihtyy parhaiten 20 - 30 cm:n syvyydessä, hidasvirtaisessa vedessä. 10 - 15 cm poikasten optimisyvyys on 40 - 50 senttimetriä ja optimivirtausnopeus 30 - 50 cm/s. Yli 15 cm poikasilla optimisyvyys on 60 - 70 cm ja virtaus 40 - 55 cm/s. Mitä isompia poikaset ovat, sitä syvemmällä ja voimakasvirtaisemmalla alueella ne viihtyvät. Poikashabitaateissa vallitsevat halkaisijaltaan 13 - 25 cm kivet, pienemmät poikaset suosivat pienempiä kiviä ja suuremmat suurempia. (Huusko, Kreivi, Mäki-Petäys, Nykänen & Vehanen 2003, 10 - 11.)

1.2 Meritaimenkantojen tila ja uhkatekijät

Suuri osa meritaimenen luonnonkannoista on hävinnyt erilaisten ympäristömuutosten takia. Alkujaan meritaimenkantoja esiintyi lähes kaikissa Suomen Itämereen laskevis- sa joissa. Nykyisin alkuperäinen meritaimenkanta on jäljellä alle kymmenessä joessa tai purossa. Joidenkin jokien alkuperäistä taimenkantaa joudutaan tukemaan istutuk- sin. (Jutila, Huhmarniemi & Saura 2007, 31 - 35.) Kaikki Suomen seitsemän alkupe- räistä meritaimenkantaa on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi. Selvimpänä uhkatekijänä pidetään nykyään rannikkokalastusta. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006a [viitattu 6.11.2008].)

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen mukaan syksyllä 2004 ja 2005 meritaimenen luonnonpoikastiheydet olivat vain alle kymmenesosa jokien arvioidusta tuotantoky-

vystä. Suomenlahden alueella alkuperäisiksi luokiteltavia meritaimenkantoja on enää kuudessa joessa ja Selkämeren rannikolla luonnonkanta on jäljellä vain Isojoessa. Perämereen laskevissa Lestijoessa ja Tornionjoessa ovat luonnonkannat säilyneet. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2005a [viitattu 10.9.2008].)

Ilman tehokkaita hoitotoimenpiteitä meritaimenkannat saattavat hävitä. Suurin uhka luonnonkannoille on merikalastus, erityisesti Pohjanlahdella. Naaraat saavuttavat sukukypsyysskoon, 60 - 65 cm, yleensä vasta kolmen merivuoden jälkeen. Vain harvat taimennaaraat pääsevät jatkamaan sukuaan, koska suurin osa taimenista pyydetään jo ensimmäisen merivuoden aikana. Meritaimenen luonnonlisääntymistä on havaittu muutamissa joissa, missä kannat ovat ilmeisesti sekoittuneita tai siirrettyjä. Tällaisia jokia ovat esimerkiksi Vantaanjoki, Kymijoki, Espoonjoki, Merikarvianjoki ja Kii-
minkijoki. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006b [viitattu 6.11.2008].)

Pääsyy meritaimenen luonnonkantojen heikentymiseen on ihmisen toiminta. Syitä ovat muun muassa voimalapatojen rakentaminen, jokien perkaukset, vesistöjen kuormittuminen ja liikakalastus. Puunuiton ja tulvasuojelun takia tehtiin laajoja perkauksia 1950 - 1970-luvuilla. Perkauksien johdosta kosket tehtiin soveltumattomiksi vaelluskaloille. Poikasten suojapaikat ja koskipaikat hävisivät, koska kiviä nostettiin uomista rannoille. Myös lannoitteiden käyttö, taajamajätevedet, metsäojitus, puunjalostusteollisuus ja turvetuotanto ovat heikentäneet muun muassa taimenen lisääntymismahdollisuuksia. (Böhling & Juntunen 1999, 12.)

Vaeltavien taimenkantojen pienenemisen suurimpana syynä on siis ollut poikastuotannon pieneneminen. Taimenten elinolojen parantamiseksi voidaan joko palauttaa niiden lisääntymisolosuhteet tai istuttaa poikasia sellaisiin virtavesiin, joissa niillä on mahdollisuus elämään poikasvaiheessa. Luonnonkierron ennallistaminen edellyttää myös sitä, että taimenet pääsevät palaamaan kudulle synnyinjokiinsa. Tämä vaatii merivaiheen aikaisia kalastusjärjestelyjä. Merialueella vasta 65 cm:n alamitta antaisi taimennaaraille mahdollisuuden jatkaa sukua. Pyynti suuremman silmäkoon verkoilla auttaisi luonnonkantojen palautumista ja lisäisi istutusten tuottoa. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2008a [viitattu 10.9.2008].) Kalastuslain mukaan meritaimenen

alamitta on vuoteen 2008 asti ollut 40 cm. Maaliskuussa 2008 meritaimenen alamitta nostettiin 50 senttimetriin. (Edilex, Valtioneuvoston asetus kalastusasetuksen muuttamisesta 2008.) Alamittaisia taimenia saadaan paljon siian verkkokalastuksen sivusaaliina (Böhling & Juntunen 1999, 41).

Erilaiset padot, kuten ruukki-, mylly- tai sahapadot sekä vedenottoa tai sähköntuotantoa varten rakennetut padot, ovat estäneet kutukalojen pääsyn kutualueille. Uittoja ja tulvasuojelua varten jokia on perattu ja maankuivatukseen takia on tehty ojituksia. Myös näistä on aiheutunut haittaa taimenen lisääntymisalueille. Lisäksi maatalouden hajakuormitus sekä yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedet ovat heikentäneet jokien veden laatua ja näin ollen vaikuttaneet taimenen elinolosuhteisiin. (Lempinen 2001, 14).

1.3 Yleistä virtavesikunnostuksista

Suomessa kaupunkipurojen kunnostaminen, esimerkiksi taimenelle sopivaksi, on arvokasta ja se lisää purojen merkitystä asuinviihtyvyydessä. Yksi esimerkki kaupunkipurosta, joka on maankäyttöpaineista huolimatta säilynyt arvokkaana taimenpurona, on Espoon Monikonpuro. (Jormola, Harjula & Sarvilinna 2003, 148 - 149.) Tosin vuoden 2004 ja 2005 sähkökoekalastuksissa sieltä ei ole enää saatu saaliiksi taimenia. Syynä ovat luonnonolosuhteet, esimerkiksi kesän 2003 kuivuus. (Saura & Könönen 2005, 8.) Vantaanjoen sivupurossa, kunnostetussa Longinojassa, taimenen lisääntyminen on onnistunut neljänä vuotena peräkkäin. Vuonna 2008 Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen sähkökoekalastuksissa poikasmäärä oli noin 170 poikasta sataa purometriä kohden. Joukossa oli sekä 0+ että 1+ -poikasia. Kunnostukset Longinojassa on tehty talkoovoimin. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2008b [viitattu 3.12.2008].) Helsingissä sijaitsevaa Mätäpuroa on kunnostettu taimenelle sopivaksi vuodesta 2006 lähtien. Puroon on palautettu luontaisesti lisääntyvä taimenkanta. (Virtavesienhoitoyhdistys ry 2008 [viitattu 3.12.2008].) Saksassa Zürichin kaupungissa, kaupunkipurojen kunnostus ja putkitettujen uomien avaaminen on tullut tavoitteeksi kaupunkisuunnittelussa. Kanavamaisia uomia on palautettu mutkitteleviksi ja vaihteleviksi. (Jormola ym. 2003, 148 - 149.)

Kunnostusmateriaaleina käytetään yleensä soraa ja kiveä. Pienissä joissa myös puuta käytetään esimerkiksi kynnyks- ja suojarakenteissa. (Björnström ym. 2003, 42.) Kunnostusten tavoitteena on yleensä uoman fyysisen tilan parantaminen. Uomaa tulisi muokata niin, että virtaus monipuolistuu ja erilaiset habitaatit vaihtelevat. Pelkästään hyvä veden laatu ei riitä. (Järvenpää 2003, 61 - 65.)

Luonnontilaisessa purossa on suvantoja ja koskijaksoja sekä syvänteitä. Puro mutkittelee ja sen virtaama vaihtelee paljon. Luonnontilaiseen puroon kuuluvat kivet, kaatuneet puut, vesisammalet ja runsas rantakasvillisuus. Uoman rannalla kasvaa puita, pensaita ja ruohovartisia kasveja. Puroissa on viileää ja hapekasta vettä, ravintoa, suoja- ja paikkoja sekä kutualueita. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, 9 - 10.) Rännimäiseksi perattujen jokien monimuotoisuutta voidaan lisätä kunnostustoimilla, jotka muokkaavat uomaa ja pohjaa. Usein peratut joet ovat pohjarakenteeltaan ja virtausolosuhteiltaan hyvin yksitoikkoisia. Vantaajoen keskiosan kunnostustöiden vaikutuksia tutkittaessa on havaittu lohikalojen hyötynneen mittavista kunnostuksista. Vantaanjoen kea on kunnostettu lisäämällä kutusoraikkoja ja kiveämällä poikasalueita. Kalataloudellisia kunnostuksia on tehty myös Ingarskilan-, Fiskarsin-, Porvoon-, Kymi- ja Summanjoessa ympäristö- ja kalatalousviranomaisten toimesta. Ingarskilanjoessa ja Monikonpurossa on kunnostettu kutusoraikkoja myös talkootyöllä. (Lempinen 2001, 36.)

1.4 Purokunnostusmenetelmiä

1.4.1 Kiveäminen

Kiveämisellä voidaan monipuolistaa virrannopeuden vaihtelua. Kiveämisellä voidaan myös luoda suoja- ja paikkoja eri-ikäisille kaloille. Kiveäminen kannattaa tehdä erikokoisilla kivillä, ettei kunnostettavasta alueesta tule keinotekoisena näköinen. Uomaan tulee laittaa kiviä niin, että osa kivistä on kokonaan veden pinnan alapuolella ja osa veden pinnan yläpuolella. Pinnan yläpuoliset kivet auttavat jääkannen muodostumista ja estävät jään painumista uoman pohjalle. Pinnan alla olevien kivien yli virtaava vesi pitää puhtaana niiden alapuolelle tehdyt kuopat. (Aulaskari 2001, 25 - 26.) Kiveäminen li-

sää karikkeen pidätyskykyä pohjaeläimistön elinympäristön elinolosuhteiden parantamiseksi. Samalla erityisesti taimenenpoikasten ravinnon määrä kasvaa. (Lempinen 2001, 44.)

Kiveämisen ansiosta kalojen välinen taistelu reviiiristä vähenee ja samalla alueella voi olla useita taimenia, koska suojapaikkoja on enemmän. Kivet tulee asettaa uomaan yksittäin tai erilaisina kiviryhminä. Ingarskilajoen kunnostuksessa käytettiin kiviä, joiden läpimitta oli 20 - 100 cm. Pienemmät kivet sopivat poikasalueiden kiveämiseen. Poikasalueilla kivimateriaali voi vaihdella karkeasta sorasta pikkukiviin. Poikasalueiden tulee olla matalia, hidasvirtasia ja lähellä rantaa. Isommat kivet sopivat suurempien taimenten asentokiviksi, eli suoja- ja lepopaikoiksi. Koska jää ja tulvat voivat siirtää uomaan asetettuja kiviä, voidaan pienten kivien joukkoon laittaa isoja kiviä ehkäisemään pienempien kivien liikkumista. Kiviryhmä, joka työntyy rannasta uoman keskelle päin, toimii suojapaikkana kaloille sekä virranohjaimena. Kiveämisessä tulee huomioda se, että kiviä ei saa asettaa niin, että rantatörmä alkaa syöpyä tai kivet toimivat petokalojen piilopaikkoina. Syöpymistä voidaan estää rannan kiveyksellä. (Aulaskari, Lempinen & Yrjänä 2003, 80 - 81.)

Esteettisyyden ja luonnonmukaisuuden takia kunnostettavaan kohteeseen tulee valita siihen mahdollisimman hyvin sopiva ja huomaamaton kivimateriaali. Myös kalojen on todettu karttavan ympäristöstä poikkeavaa, vaaleaa kivimateriaalia. Parhaiten kunnostukseen sopii kiviaines, joka ei ole liian pyöreämuotoista eikä keinoitekoisesti lohkotua ja teräväreunaista. Poikaskivikoiden tulee olla kutusoraikkojen alapuolella, sillä pieni poikanen ei pysty nousemaan ylävirtaan kevättulvan aikana. (Eloranta 2007b, 6 - 8.)

1.4.2 Sorastus

Kutusoraikkoja ei tule olla liikaa suhteessa taimenten suojapaikkoihin, kuten poikaskivikoihin ja isompiin kiviin (Eloranta 2007c, 4). Jokainen joki tai puro sisältää rajallisen määrän taimenen reviiirejä. Jos sopivia reviiirejä poikasille on vaikkapa sata, kymmenestä tuhannesta poikasesta säilyvät elinkelpoisina vain ne sata, jotka selviävät

reviiritaistelusta. (Eloranta 2007b, 8.) Taimenenpoikasten reviirien koosta on kerrottu kappaleessa 1.1.2.

Kutualueilla on oltava riittävä virtaus. Taimen valitsee lisääntyäkseen paikan, jossa soran sisällä oleva mäti saa hapekasta vettä. Virtausnopeuden tulisi olla lisääntymisalueella 0,2 - 0,8 m/s ja kiihtyvää, mutta vähäpyörteinen. Taimenelle suositeltu soran raekoko on 15 - 50 millimetriä halkaisijaltaan. Kutusora kannattaa sekoittaa useista seulontalajitteista, ettei sora huuhtoudu alavirtaan. Kutusoraan kannattaa lisätä vähän isompaa kiveä joukkoon. Kutusoran joukossa ei juuri saa olla hiekkaa tai muuta hienojakoista, halkaisijaltaan alle 3 mm olevaa materiaalia. Soran ei tule olla teräväsärmäistä. Parhaiten kutualueiden rakentamiseen soveltuu epäsäännöllisen muotoiset raakeet. Taimenen kutupaikoilla tulisi olla soraa yli 20 cm:n paksuudelta. Lohikalojen kutukuopat sijaitsevat yleensä 30 - 100 cm:n syvyydessä. (Eloranta, 2007a, 9 - 10.)

Kunnostuksessa tarvittavaa soramäärää on vaikea arvioida, mutta yleensä kuutiometrillä soraa voidaan rakentaa noin kolme neliötä kutusoraikkoo. Liejuisilta ja matalilta pohjilta tulee ennen soraistusta poistaa kiintoainesta. Pohjalle tehdään runkokiveys, sen päälle laitetaan karkeampaa soraa ja sitten varsinainen kutusora. Kutupaikkaa voidaan muotoilla lapiolla ja haravalla. (Eloranta, 2007b, 10.)

1.4.3 Rantakasvillisuuden lisääminen

Rantakasvillisuus lisää rantatörmän vakautta, tasaa lämpötilavaihteluja, suojaa aurin-
gonvalolta, tuottaa pohjaeläimille tärkeää kariketta ja kaloille ilmaravintoa sekä toimii
suojavyöhykkeenä. Kasvillisuus ja sen muodostama varjostus on erityisen tärkeää
poikasille. Keskipäivän varjostusprosentin tulisi olla 40 - 60 %. (Eloranta, 2007c, 5).

2 TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

2.1 Raumanjoen historiaa

Rauman kaupunki on luultavammin saanut nimensä kapeasta salmesta, raumasta, joka yhdisti meren ja Äyhönjärven. Maan kohoamisen myötä meren ja Äyhönjärven välille muodostui Raumanjoki. Raumanjoen kuivumisen ja siitä johtuen kulkuyhteyksien hankaloitumisen takia alettiin rakentaa Rauman kanaalia. Kanaali valmistui vuonna 1872. Kuivumisen lisäksi Raumanjoen veden laatua heikensivät sen varrelle rakennetut tehtaat, nahkatehdas ja värjäämö. (Lehmuskallio & Tanhuanpää 2001, 59.) Ennen kanaalin rakentamista Raumanjoki teki suuren mutkan kiertäen Leikarin alueen. Aikoinaan Raumanjoki on ollut purjehduskelpoinen, tästä kertovat useat joen yläjuoksulta löytyneet laivanhylyt. (Lehmuskallio & Tanhuanpää 2001, 12 - 15.)

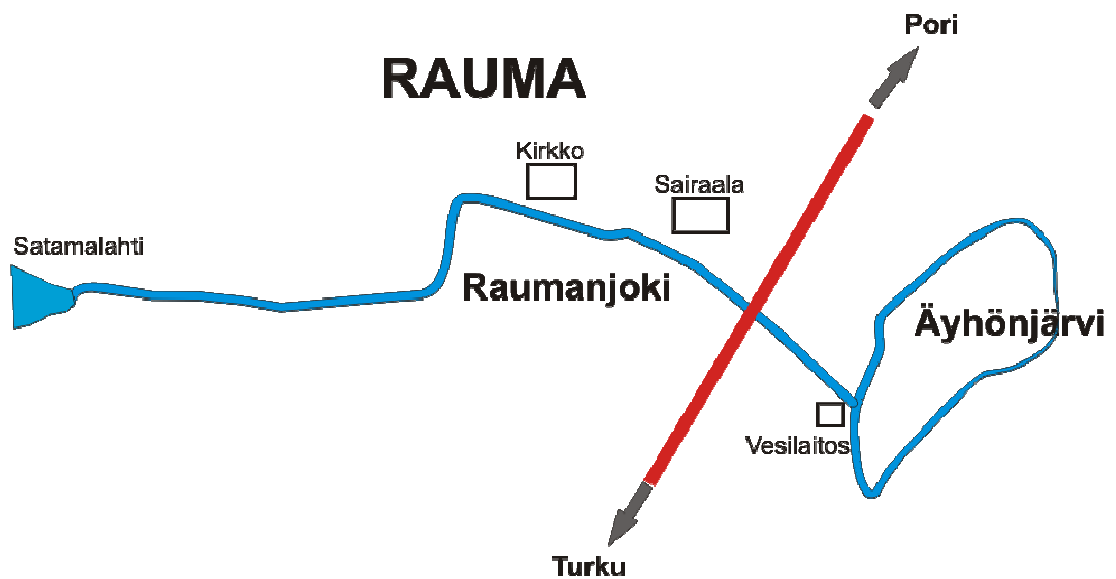
Vaikka Raumanjoki ei ollut suuri eikä siinä ollut koskia, joen varrelle syntyi kaupunki. Raumanjoki toimi kuljetusreittinä keskikaupungin ja sataman välillä. Raumanjoesta saatiin vettä tehtaille ja karjalle, mutta sitä käytettiin myös jäteviemärinä. 1900-luvun alussa joen kunnosta huolestuttiin todella, tuolloin joen likaamisesta sai sakkoa. (Heino 2002, 173 - 175). Viemäröinti ja jätevesien johtaminen puhdistamolle Raumalla alkoi 1930-luvulla (Lehmuskallio & Tanhuanpää 2001, 59).

Pertti Seiskarin mukaan Raumanjoessa on aikoinaan ollut lohikaloja, sillä hänen raumalaiset esi-isänsä kertoivat ajasta, jolloin perimätarun mukaan munkit istuivat kirkon portailla onkien nousulohia. Tuolloin vesi olisi ollut nelisen metriä korkeammalla kuin nykyään. Seiskari kertoo myös, että hän on nähnyt nuorena poikana sota-aikoina taimenen tai lohen Rauman kanaalissa. Nuoruudessaan hän oli myös havainnut kututaimenia Tervolanjärven (nyk. Tarvolanjärvi) laskupurossa, joka laskee sorakuopan läpi Äyhönjärveen. (Seiskari 1992, 123 - 124). Nykyisin tuo sorakuoppa on nimeltään Bergströminlampi ja vesireitti on ohjattu raakavesikanavaan, Äyhönjärven ohitse (Hyvärinen, 19.11.2008 sähköpostiviesti).

Raumanjoen taimenet saivat ensimmäisen kerran julkisuutta lokakuussa 2004. Tuolloin Vanhassa Raumassa asuva pikkutyttö oli kaverinsa kanssa nähnyt joessa isoja kaloja ja tämä oli kertonut niistä kotonaan. Tytön isä oli mennyt joen rantaan katsomaan, pitävätkö tyttöjen puheet paikkansa, ja kyllä ne pitivät. Isä otti yhteyttä paikalliseen lehteen ja kalasti joesta yli kuusikiloisen koirastaimenen. Tuolloin vahvasti oletettiin, että Raumanjoen taimenet ovat istutuskaloja, jotka ovat leimautuneet istutuspaikkaansa ja tulevat kudulle lähimpään jokeen. (Länsi-Suomi, 25.10.2004.)

2.2 Raumanjoki nykypäivänä

Raumanjoki saa alkunsa Äyhönjärvestä. Se virtaa Vanhan Rauman ja Rauman keskustan läpi laskien mereen satamalahden perukassa (Kuva 2). Raumanjoki on hydrologisesti puro ja se on vain noin neljä kilometriä pitkä. Rauman keskustasta satamaan asti Raumanjoki kulkee kanaalina.



Kuva 2: Raumanjoki virtaa Äyhönjärvestä Rauman keskustan läpi ja laskee mereen Rauman sataman tuntumassa.

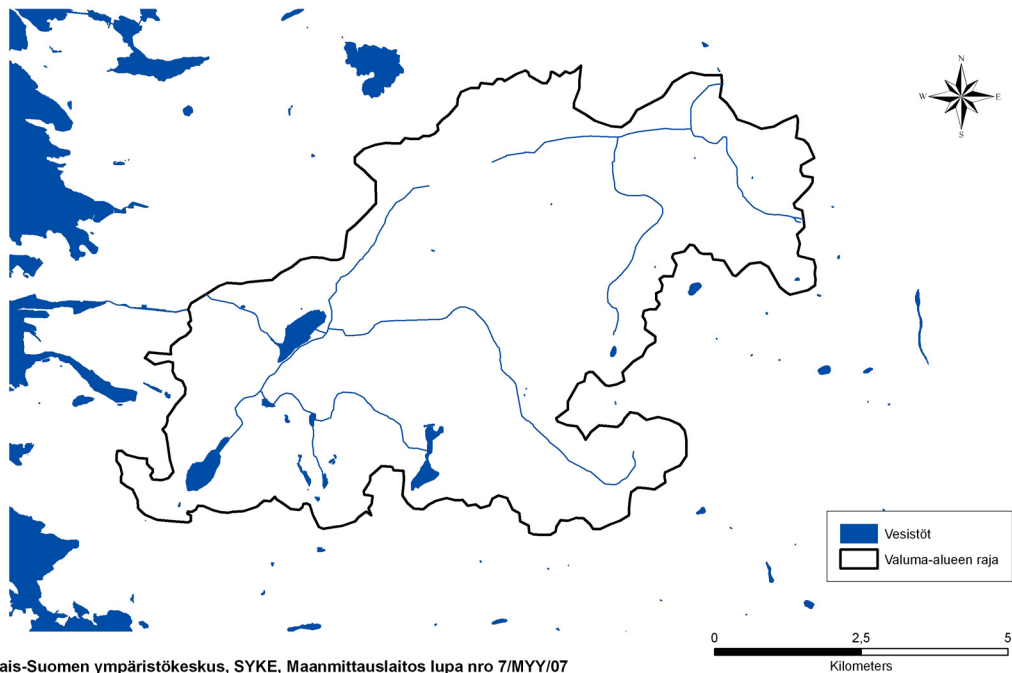
Äyhönjärvi toimii Rauman vesilaitoksen, Rauman Veden, raakavesialtaana. Raakave-
tenään vesilaitos käyttää joko Eurajoen tai Lapinjoen vettä. Vesilaitos säätelee Eurajoen ja Lapinjoen veden pääsyä Raumanjokeen. Lapinjoen vesi tulee Äyhönjärven koillis-

osaan Rauman kaupungin ja UPM-Kymmene Oyj:n omistamaa kanavaa pitkin. Eura-joen vesi pumpataan vesilaitoksen omistamalla järjestelmällä järven luoteisosaan. (Rauman Vesi, [viitattu 10.9.2008].) Kapean settipadon vuoksi kalojen pääsy Raumanjoesta Äyhönjärveen ei ole mahdollista.

Normaalitilanteessa vesi tulee Raumanjokeen joen omalta valuma-alueelta. Pitkinä märkinä jaksoina tai rankkasateiden aikana metsäteollisuuden kanava ”tulvii” Raumanjokeen. Äyhönjärven pinta on noin metrin ylempänä kuin eristysoja. Myös patonkereen läpi suotautuu koko ajan vähän vettä. (Suomela, 26.11.2008 sähköpostiviesti.)

Raumanjoen valuma-alueen (kuva 3) koko on 53,77 km². (Pakkanen, 9.12.2008 sähköpostiviesti).

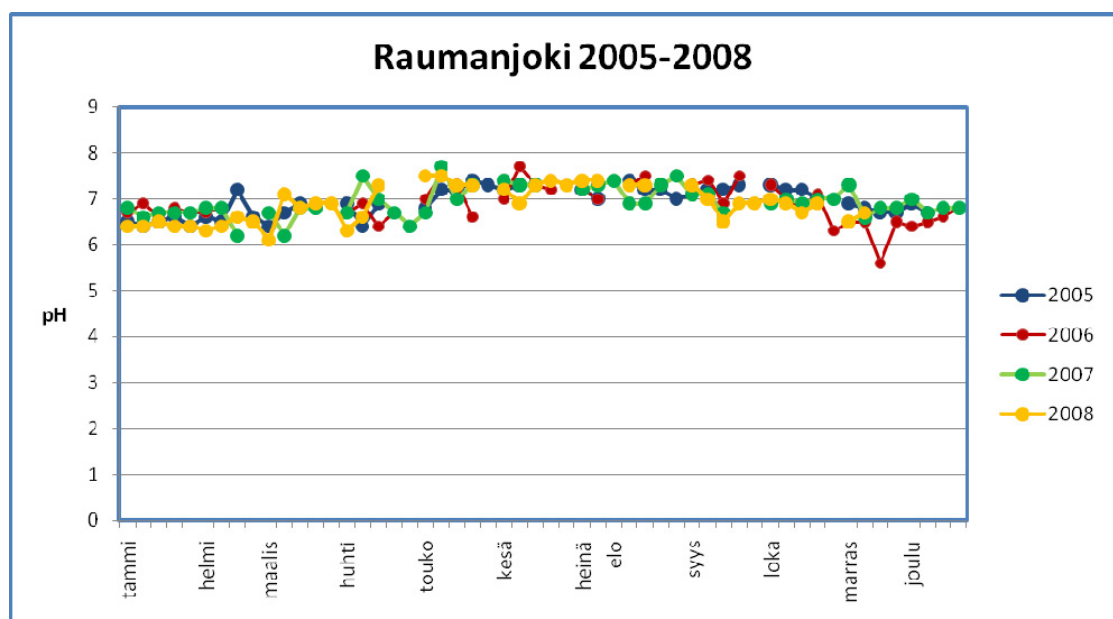
Raumanjoen ja Pitkäjärven valuma-alue



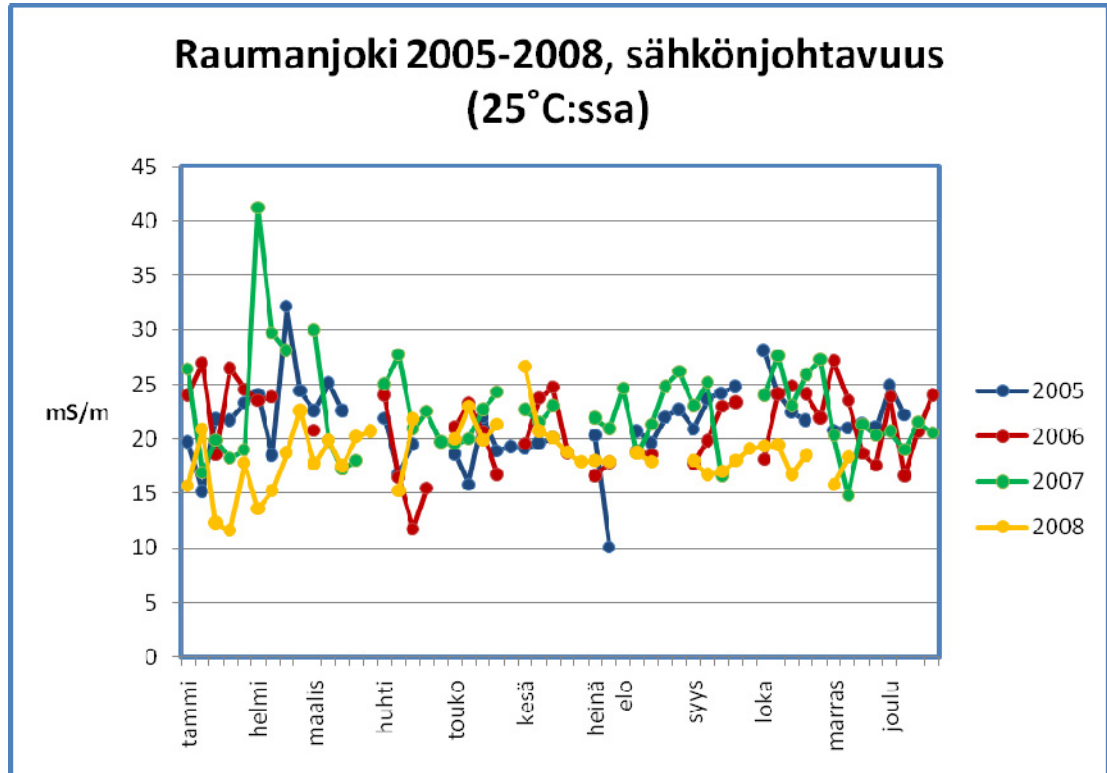
Kuva 3: Raumanjoen ja Pitkäjärven valuma-alue.

2.3 Raumanjoen veden laatu

Rauman Vesi seuraa Raumanjoen veden laatua. Vesilaitos mittaa veden pH:n ja sähkönjohtavuuden lähes viikoittain. Näyte otetaan yleensä Länsikadun sillalta. Jääpeitteen tai kuivuuden takia näytteenottoa paikka saattaa vaihdella. Raumanjoen pH on ollut Rauman Veden mittausten mukaan 5.1.2005 - 10.11.2008 alimmillaan 5,6 ja ylimmillään 7,7. Alimmillaan pH on ollut marraskuussa 2006 (kuvio 1). Sähkönjohtavuus on vaihdellut välillä 10,1 - 41,2 mS/ m, 25 °C:ssa (kuvio 2) (Tamminen, 16.11.2008 sähköpostiviesti). Sähkönjohtavuus mittaa liuenneiden suolojen määrää vedessä. Esimerkiksi jätevedet lisäävät suolojen määrää. (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry [viitattu 28.11.2008].)



Kuvio 1: Raumanjoen pH vuosina 2005 - 2008.



Kuvio 2: Sähkönjohtavuus Raumanjoessa vuosina 2005 - 2008.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastuksessa luodaan sähkökenttä veteen, veteen upotettavien elektrodien avulla. Sähkökalastuksessa käytetään pulssitettua tasavirtaa. Sähkökentässä kalat pakottautuvat uimaan kohti anodihaavia. Taintuneet kalat kerätään haavilla ja vapautetaan yleensä mittauksen, punnituksen sekä mahdollisen näytteenoton jälkeen. Sähkökoekalastusta käytetään esimerkiksi jokien kalatiheyksien arvioinnissa. (Ympäristöministeriö 2006, 7.)

Tämän työn yhteydessä Raumanjoen kalastoa, erityisesti meritaimenia, tutkittiin sähkökoekalastuksin (kuva 4). Sähkökoekalastuslaitteena käytettiin Turun ammattikor-

keakoulun ja Lounais-Suomen kalastusalueen omistamia, saksalaisia Hans-Grassl GmbH:n valmistamia, tyyppiä IG200/2 olevia akkukäyttöisiä laitteita. Haavitsijoita sähkökalastuksissa oli yleensä yksi Raumanjoen pienen koon takia. Emokaloja kalastettaessa haavitsijoita oli kaksi, koska isompia kaloja oli vaikea saada haaviin.



Kuva 4: Ensimmäiset taimenet saatiin sähkökoekalastettua kesäkuussa 2006 Pajasilan yläpuolelta (Johanna Suominen).

3.2 Geneettisen perimän tutkiminen

Sähkökoekalastuksissa saaduista taimenista yhteensä 18:sta otettiin DNA-näyte. Vuonna 2007 näyte otettiin viidestä ja vuonna 2008 13 taimenesta. Näyte otettiin taimenen vatsa- tai rasvaevästä leikkaamalla saksilla pieni pala. Näytteet säilöttiin Eppendorf-putkiin, jotka täytettiin absoluuttisella alkoholilla. Näytteitä säilytettiin jääkaapissa siihen asti, kunnes ne lähetettiin tutkittavaksi Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen genotyypityslaboratorioon.

3.3 Rauman edustalle tehdyt meritaimenistutukset

Rauman edustalle on istutettu meritaimenta vuodesta 1982 lähtien. Muuta kuin Isojoen kantaa olevaa taimenta ei ole tiettävästi käytetty istutuksissa. Istutuksia on tehty sekä teollisuuden velvoiteistutuksina että kalastusalueiden, kalastuskuntien, (nyk. yhteisen vesialueen osakaskunnan) tai kalastusseurojen rahoittamana. Rauman edustalle istutettujen meritaimenten vaellusten on havaittu suuntautuvan vahvasti kohti pohjoista (Hyvärinen 2005, 20). Raumanmeren taimenistutusten seuranta-projektin perusteella eniten merkintäpalautuksia saadaan Porin edustalta. Suuri osa Carlin-merkityistä taimenista pyydetään alamittaisina jo ensimmäisenä merivuotenaan. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ylläpitää merkintä- ja palautustietorekisteriä. (Raumanmeren taimenistutusten seuranta [viitattu 30.11.2008].)

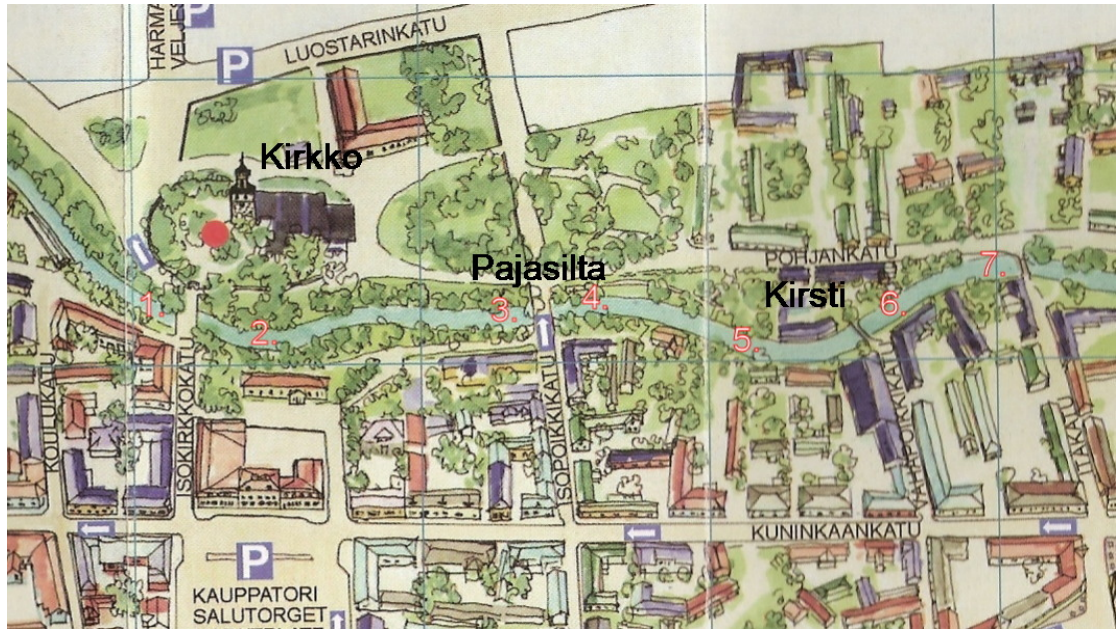
4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

4.1 Raumanjoen kalasto ja taimenen esiintyminen

Raumanjoesta saatiin saaliiksi sähkökalastuksissa seuraavia lajeja; taimen, ahven, hauki, särki, ruutana, made ja täplärapu. Aikaisemmin Raumanjoen kalastoa ei tiettävästi ole tutkittu. Sähkökoekalastuksia tehtiin yhteensä kuusi vuosina 2006 - 2008. Sähkökalastuksen jälkeen kaikki kalat vapautettiin takaisin Raumanjokeen.

Ensimmäisellä sähkökoekalastuskerralla, 19.6.2006, koeala oli Kirkkosillalta Kirstin talolle (Kuva 4). Saaliiksi saatiin seitsemän taimenenpoikasta Pajasillan ja Kirstin talon väliseltä alueelta. Taimenista viisi oli sen vuoden poikasia, eli nollikkaita. Kaksi taimenta oli pituudeltaan noin 16 cm poikasta, luultavammin yksivuotisia. Tällä sähkökoekalastuksella oli tarkoituksena vain tutkia, onko syksyllä 2005 nähtyjen meritaimenen kutu onnistunut Raumanjoessa. Poikaset olivat vasta noin neljän senttimetrin

pituisia. Toisella sähkökoekalastuskerralla, 15.10.2006, saaliiksi saatiin yhteensä 17 taimenenpoikasta.



Kuva 5: Kartta alueelta, jolta taimenia on saatu sähkökoekalastuksissa. Numerot 1-7 kuvaavat kunnostettavia kohteita. (Alkuperäinen kartta Pentti Peura.)

Kolmannella sähkökoekalastuskerralla, kesäkuussa 2007, tehtiin sähkökoekalastus Raumanjoen taimenten geneettisen perimän tutkimiseksi. Tällä kerralla saaliiksi saatiin vain kaksi noin 25 senttimetrin pituista taimenta. Taimenilta otettiin DNA-näyte. Nollikkaita tai yksivuotiaita taimenia ei saatu tällä sähkökoekalastuskerralla lainkaan. Neljännellä sähkökoekalastuskerralla, syyskuussa 2007, pyrittiin edelleen keräämään DNA-näytteitä. Saaliiksi saatiin vain yksi, noin 30 cm taimen. Taimenelta otettiin dna-näyte samalla tavalla kuin edellisiltäkin. Pieniä poikasia ei havaittu edelleenkään.

Viidennellä kerralla, lokakuun lopulla 2007, sähkökoekalastuksen tavoitteena oli saada emokaloja ja ottaa niistä dna-näytteet. Kalastettua saatiin kaksi koirastaimenta. Noin 60- ja 70-senttisiltä taimenilta otettiin DNA-näytteet.

Lokakuussa 2008, kuudennella sähkökoekalastuskerralla, saaliiksi saatiin 12 kutu-taimenta ja yksi noin 15 cm poikasen. Tuolloin havaittiin myös muutamia, sekä 0+

että 1+ taimenenpoikasia, mutta niitä ei saatu haavittua. Saaliiksi saaduilta 13 taimenelta otettiin DNA-näytteet ja ne ovat parhaillaan tutkittavana Helsingin yliopistossa.

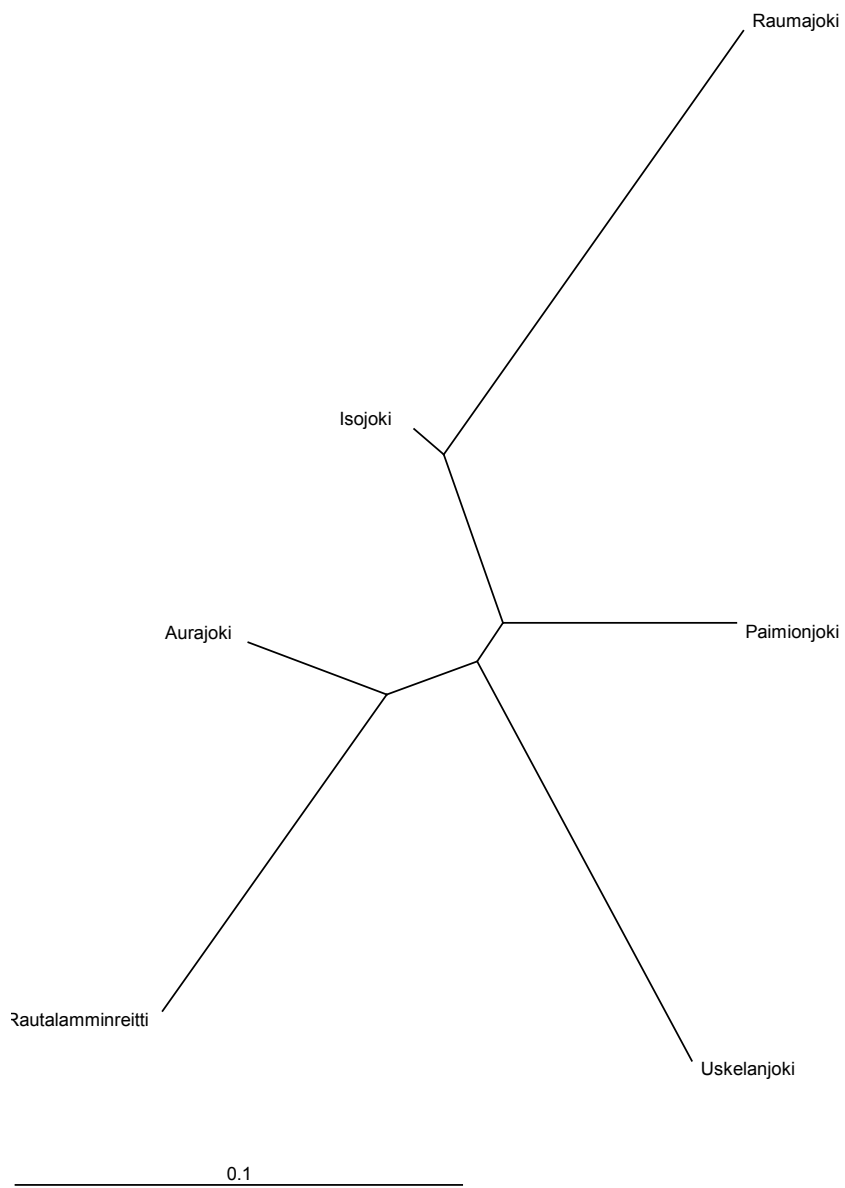
4.1.1 Raumanjoen soveltuvuus taimenelle

Raumanjoesta ei saatu taimenen 0+ tai 1+ poikasia vuonna 2007. Vuoden 2006 marraskuussa Rauman Veden mittauksen mukaan pH on ollut melko alhainen, 5,6. Tämä happamuuspiikki on saattanut tuhota joesta poikasia ja hautoutumassa olleet mätimunat. Raumanjoen veden happamuus saattaa vaihdella nopeasti ja se ei ole hyväksi taimenelle. Etenkin mäti ja poikaset ovat herkkiä happamalle vedelle.

Suojapaikkojen puute tai kova virtaus saattaa ”ajaa” poikaset Suvituulen kauppakeskuksen kohdalla olevan ns. nahkatehtaan padon alapuolelle kanaaliin. Pienet poikaset eivät pääse nousemaan takaisin puroon. Kanaalissa ei ole kovin hyvät elinolosuhteet poikasille. Myös veden lämpeneminen, vähävetisyys ja viileiden syvänteiden puute saattavat koitua Raumanjoen taimenten kohtaloksi. Hyviä talvehtimisalueita ei myöskään ole Raumanjoessa.

4.2 Taimenkannan perimä

DNA-analyysit teki Jarmo Koskiniemi Helsingin yliopistosta. Näytteistä oli tarkoitus tutkia, ovatko taimenet Raumanmerelle istutettua Isojoen kantaa. DNA-näytteiden tutkimuksissa selvisi, että Raumanjoen taimenia voidaan pitää geneettisesti selvästi erillisenä kantana. Tässä Raumanjoen kannassa on tutkimuksen mukaan kuitenkin selvästi havaittavissa Isojoen taimenkannan vaikutus (kuva 6). DNA-tulosten perusteella on mahdollista, että kaikki kalat ovat keskenään täyssisaria. Tätä mahdollisuutta Koskiniemi kuitenkin pitää epätodennäköisenä. Tämän työn liitteenä on Jarmo Koskiniemen muistio DNA-tutkimuksesta (LIITE 1). Vielä tutkittavana olevien näytteiden tulokset saadaan loppuvuodesta 2008.



Kuva 6: Dendrogrammi eli Raumanjoen kannan geneettinen etäisyys verrattuna eräisiin meritaimenkantoihin (Koskiniemi, 2008).

Viiden kalan otos on hyvin pieni, joten tulosta ei voida pitää kovinkaan luotettavana. Yleensä DNA-tutkimukset tehdään kymmenistä tai jopa sadoista näytteistä. Loput 13 näytettä vahvistavat tulosta suuntaan tai toiseen.

5 TAIMENKANNAN TILAN PARANTAMINEN RAUMANJOESSA

5.1 Raumanjoen kunnostussuunnitelma

Koska Raumanjoki on osittain hyvin monotoninen eikä tarjoa kaloille kovin paljon suoja- tai kutupaikkoja, tehtiin Raumanjoelle kunnostussuunnitelma. Kunnostussuunnitelma tehtiin osuudelle, jossa taimenilla oli jo jonkinlaiset mahdollisuudet kudun onnistumiselle ja poikasten elämiselle. Kunnostettavat alueet sijaitsisivat Rauman Pyhän Ristin kirkon ja Itäkadun sillan välisellä alueella (kuva 5). Raumanjoen kunnostussuunnitelmassa käytettiin menetelminä kiveämistä ja soraistusta. Joihinkin paikkoihin olisi suotavaa lisätä varjostavaa rantakasvillisuutta.

Kunnostussuunnitelma tehtiin valokuvasuunnittelulla. Kohteista otettiin valokuvia ja kuvan päälle suunniteltiin tehtävät toimenpiteet. Uudenmaan ympäristökeskuksen Harri Aulaskari on tehnyt Inkoon Ingarskilanjoen keskiosan kunnostussuunnitelman samantapaisella menetelmällä (Aulaskari 2002). Tässä suunnitelmassa ei ole tehty maastomittauksia, koska kunnostuksesta ei aiheutuisi merkittävää veden pinnan nousua tai laskua.

Raumanjoen kunnostus tehtäisiin talkoovoimin. Kaivinkonetta ei tulisi käyttää, ettei puron ympäristö turmeltuisi. Mahdollisesti traktoria tulisi käyttää isompien kivien siirtämisessä uomaan. Kunnostuksella ei aiheutettaisi merkittävää muutosta tai haitallisia seurauksia vesistöissä. Kohteisiin suunniteltavat muutokset sopisivat maisemallisesti virtavesiympäristöön ja monipuolistaisivat alueen luonto- ja virkistyskäyttöarvoa.

Ihanteellisin aika virtavesikunnostukselle on kesä - elokuussa, jolloin veden virtaama on normaali tai sen alle. Silloin veden laatu heikkenee vähemmän ja kunnostus ei vaikuta niin paljon vesieliöstiin. Jos kunnostettavassa purossa on lohikaloja, sopiva aika kunnostukselle on loppukesä. Loppukesästä poikaset ovat jo riittävän isoja siirtymään kunnostuksen ajaksi rauhallisemmille alueille eivätkä kutukat ole tuolloin vielä nousseet puroon. Kunnostustöissä kannattaa edetä alavirrasta ylävirtaan päin, sillä silloin on helpompi havaita kunnostuksen vaikutukset, esimerkiksi veden korkeuden nousu. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, 28.) Kunnostustyöt tehtäisiin vähävetisenä aikana. Töiden aikana työalueella liikkuminen ja materiaalin siirtäminen aiheuttaisivat veden samentumista, mutta ympäristövaikutukset olisivat lyhytaikaisia eivätkä ne aiheuttaisi pysyviä haittoja. Kunnostus ei tulisi vaikuttamaan uoman rannalla kasvaviin puihin. Kunnostus ei vaikuttaisi silta- tai muihin rakenteisiin Raumanjoessa.

Raumanjoen kunnostaminen taimenelle soveltuvammaksi elinpaikaksi edellyttää puroon muokkaamista vaihtelevammaksi. Kunnostettavissa kohteissa puroon lisättäisiin isompia kiviä suurempien taimenten asentopaikkojen lisäämiseksi sekä pienempiä kiviä ja soraa taimenten kutu- ja poikastuotantoalueiden lisäämiseksi. Osa kivistä jäisi pinnan alle ja osa ylettyisi pinnan yläpuolelle. Puroon pohjaan voisi kaivaa myös muutamien kuopan isommille kutukaloille suojapaikoiksi sekä poikasille talvehtimisalueiksi. Erityisesti tulisi ottaa huomioon se, ettei puro pääse kuivumaan tai vesi käy liian vähän. Tavoitteena on tehdä Raumanjoesta kiinnostavampi niin raumalaisille kuin myös matkailijoille.

Kunnostusten toteuttaminen edellyttää luonnonmukaisen vesistö rakentamisen asiantuntemusta ja asiantuntevaa työnjohtoa. Suunnitelmassa esitetyillä kunnostustoimenpiteillä parannettaisiin jokieliöstiin elinympäristöä eivätkä ne aiheuttaisi haitallisia muutoksia vesistöissä. Tällä perusteella kunnostushanke ei todennäköisesti tarvitsisi vesilain mukaista lupaa. Kunnostusten toteuttaminen vaatisi kuitenkin maa- ja vesialueen omistajan, Rauman kaupungin, suostumuksen sekä maisematyöluvan tms. Rauman kaupungilta. Alueelliselta ympäristökeskukselta on varmistettava vesioikeudellisen luvan tarve. Suunnitelma tulee toimittaa hyvissä ajoin ennen töiden aloittamista alu-

eelliselle ympäristökeskukselle. Mikäli kunnostus toteutetaan, tulee työstä tehdä aloitus- ja valmistumisilmoitukset alueelliselle ympäristökeskukselle.

5.1.1 Kunnostusmateriaalit ja kustannusarvio

Kunnostuksessa käytettäisiin pyöreäreunaista luonnonsoraa, jonka halkaisija olisi 15-50 millimetriä. Soraa laitettaisiin uomaan laikuittain noin 25 cm:n paksuudelta. Kunnostuksessa käytettävä kivimateriaali olisi halkaisijaltaan 5 - 80 senttimetriä. Soraa kunnostukseen käytettäisiin noin 14 m³ ja kiveä myös 14 m³. Kunnostustyön kustannuksia olisivat sora noin 500 € ja kivet noin 500 € kuljetettuna kunnostusalueelle sekä eväät talkoolaisille. Lisäksi kunnostusta varten pitää hankkia useita lapioita, haravoita, ämpäreitä ja kottikärryjä. Yhteensä ensimmäisen kunnostusvaiheen materiaalikustannukset olisivat noin 1500 €. Lisäkustannuksia saattaisi tulla traktorin käytöstä.

Kunnostus aloitettaisiin edellä mainitulla sora- ja kivimäärällä. Sora- ja kivimäärä eivät riitä kaikkiin suunnitelmakuvissa esitettyihin kohteisiin. Kohteista voitaisiin valita muutama ja toteuttaa kunnostus kuvien mukaan. Jos kunnostus lisää taimenten määrää Raumanjoessa, voidaan kunnostusta jatkaa seuraavina vuosina lopuissa kohteissa.

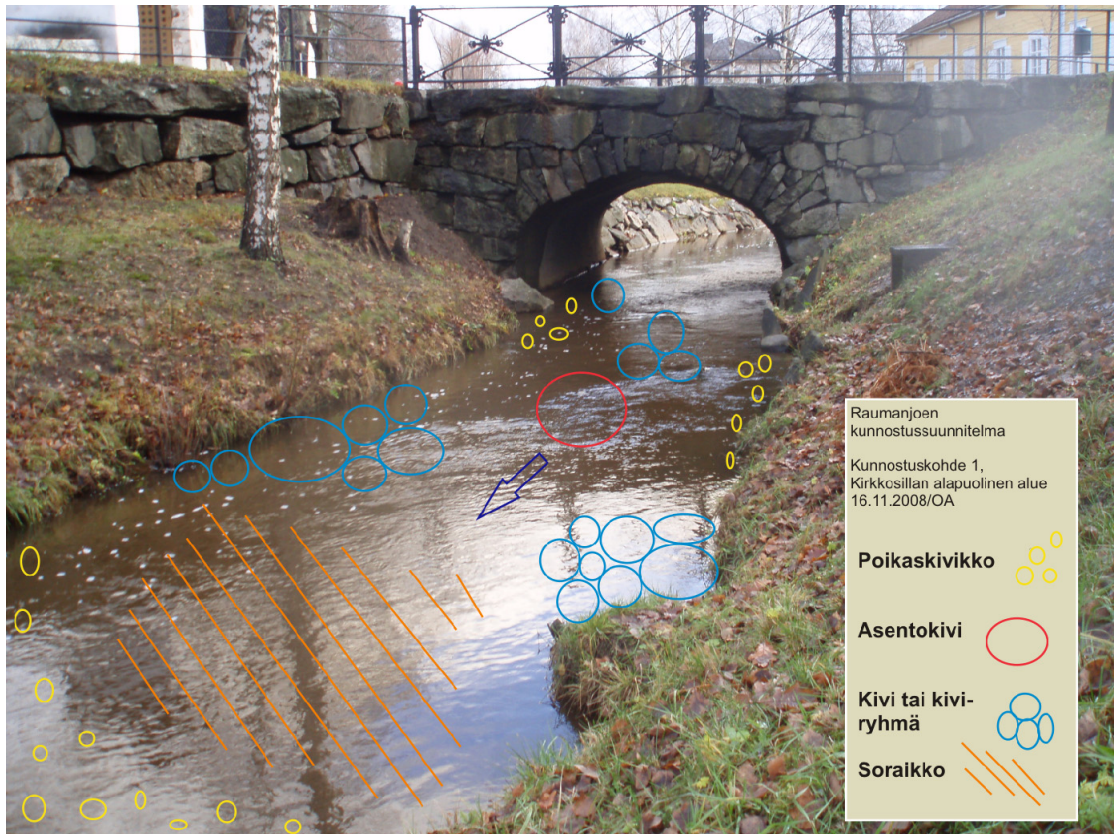
5.1.2 Kunnostettavat kohteet

Kunnostettavat kohteet 1-7 on merkitty sivun 23 kuvaan 5 numeroin.

Kohde 1: Kirkkosillan alapuolinen alue

Ensimmäisessä kunnostuskohteessa on jo valmiiksi kutusoraa vähän. Tällä alueella onkin havaittu kutukaloja, koska ilmeisesti silta toimii hyvänä suojapaikkana. Kirkkosillan kupeeseen lisättäisiin kutusoraa (kuva 7). Ennen soraikkaa virtausta kiihdytetäisiin lisäämällä kiviä uomaan. Soraa laitettaisiin myös kiviryhmien väleihin. Tälle alueelle tulisi soraikkaa noin 6 m². Kutusoraikon alapuolelle tehtäisiin poikasalue, joka jatkuisi kuvan ulkopuolelle asti. Ajatuksena on, että sillalta ihmiset voisivat tarkkailla taimenen kutua ja poikasten elämää. Sillan läheisyyteen laitettaisiin myös yksi

suuri asentokivi. Varjostavaa rantakasvillisuutta tulisi lisätä. Tarkempi suunnitelma-kuva on työn liitteenä (LIITE 2).



Kuva 7: Suunnitelma-kuva kohteesta 1.

Kohde 2: Kirkon viereinen alue

Kirkko- ja Pajasillan välisellä alueella Raumanjoki on hyvin monotoninen. Uomaa on perattu kesällä 2005. Suojapaikkoja ei ole juuri lainkaan (kuva 8). Soraa on hyvin ohut kerros. Uoman reunat on kivetty ja kasvillisuus on poistettu kivien välistä. Tähän kunnostuskohteeseen lisättäisiin kiviryhmiä erikokoisista kivistä virtausnopeuden vaihtelun ja suojapaikkojen lisäämiseksi. Lisäksi alueelle tehtäisiin kaksi soraikkoa (yhteensä noin 8 m²) ja sen alapuolelle poikaskivikko. Sillan paikkeille laitettaisiin myös muutama asentokivi kutukalojen suoja- ja lepopaikoiksi (kuva 9). Taimenten kannalta ajateltuna reunakivien välissä kasvavaa kasvillisuutta ei tulisi ottaa pois vaan mieluummin lisätä. Tarkempi suunnitelma-kuva työn liitteenä (LIITE 3).



Kuva 8: Uoma on hyvin monotoninen kohteessa 2.



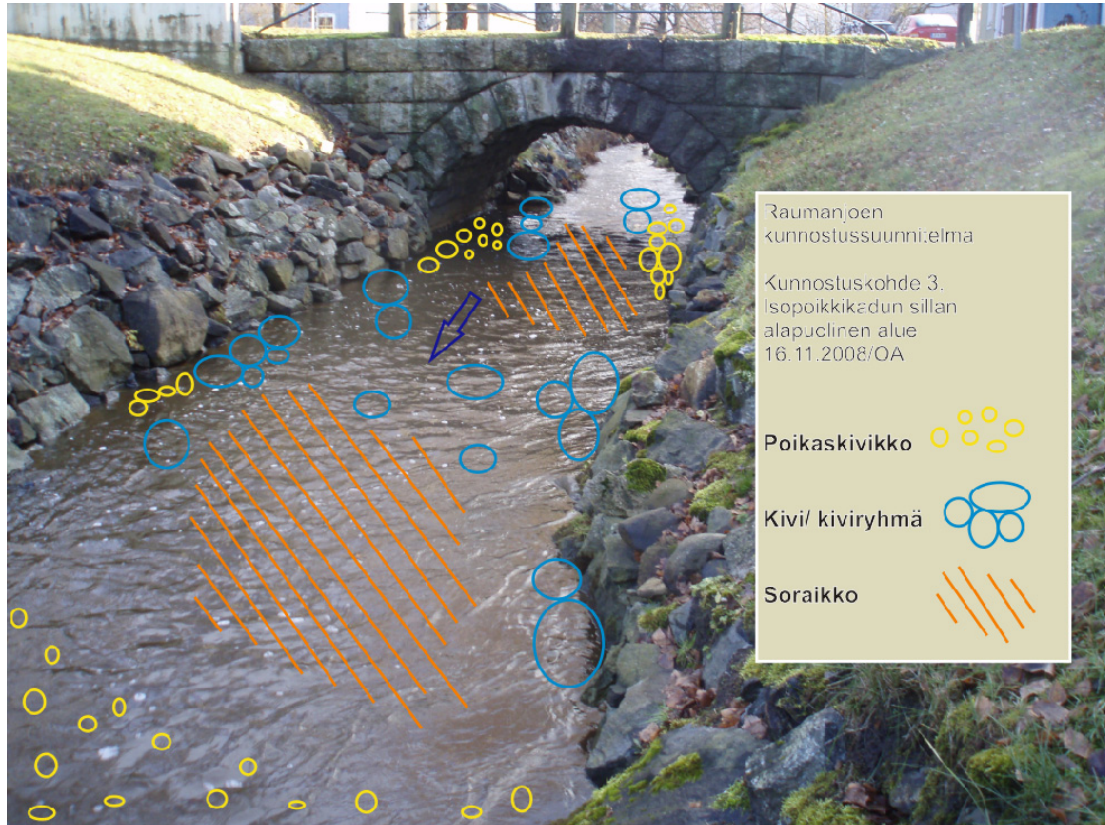
Kuva 9: Suunnitelmakuva kohteesta 2.

Kohde 3: Pajasillan alapuolinen alue

Pajasillan alapuolisella alueella on vähän soraikkoa ja muutama kivi (kuva 10). Pajasillan alapuoliselle alueelle lisättäisiin soraa. Kiveämisellä alueesta pyrittäisiin saamaan koskimainen. Virtausta kiihdytettäisiin rakentamalla kiviryhmiä. Vähävirtaisemmille alueille rakennettaisiin poikaskivikkoa (kuva 11). Tarkempi suunnitelmakuva työn liitteenä (LIITE 4).



Kuva 10: Raumanjoki, Pajasillan alapuolinen alue.



Kuva 11: Suunnitelmakuva kohteesta 3.

Kohde 4: Pajasillan yläpuoli

Pajasillan yläpuolinen alue ei ole niin perattua kuin alapuolinen osuus. Uoman reunalla on varjostavaa kasvillisuutta. Uomassa on muutamia kiviä. Soraa on niukasti. Tältä alueelta on saatu useita taimenen poikasia. Alueelle lisättäisiin muutamia asentokiviä ja kiviryhmiä (kuva 12). Tarkempi suunnitelmakuva työn liitteenä (LIITE 5).



Kuva 12: Suunnitelmakuva kohteesta 4.

Kohde 5: Kirstin talon ja Pajasillan välinen alue

Kirstin talon ja Pajasillan väliselle alueelle (kuva 13) tehtäisiin koski lisäämällä kiviainesta uomaan. Alueella on ennestään jonkin verran kiviä. Koskeen lisättäisiin soraa, yhteensä noin 8 m² alueelle. Poikasaluetta kivettäisiin hidasvirtaisemmalle osuudelle. Kohteen alaosaan lisättäisiin pari asentokiveä (kuva 14). Tarkempi suunnitelmakuva työn liitteenä (LIITE 6).



Kuva 13: Kunnostuskohteessa 5 on riittävästi pudotuskorkeutta kosken aikaansaamiseksi.



Kuva 14: Suunnitelma kuva kohteesta 5.

Kohde 6: Kirstin talon niska

Kirstin talon sillan ja niskan väliselle alueelle (kuva 15) lisättäisiin kiviainesta. Sillan yläpuolelle tehtäisiin pienehkö soraikko. Niska-alueelle lisättäisiin soraa runsaasti. Yhteensä tälle alueelle tulisi soraa noin 8 m² alueelle. Sillan kupeesta rantaa tuettaisiin kiveämällä, koska se on alkanut sortua. Virtausta voimistettaisiin kiviryhmillä. Kiviryhmien lomaan asetettaisiin asentokiviä (kuva 16). Sillan alapuolelle lisättäisiin pientä kiveä poikaskivikoksi. Tarkempi suunnitelma kuva työn liitteenä (LIITE 7).



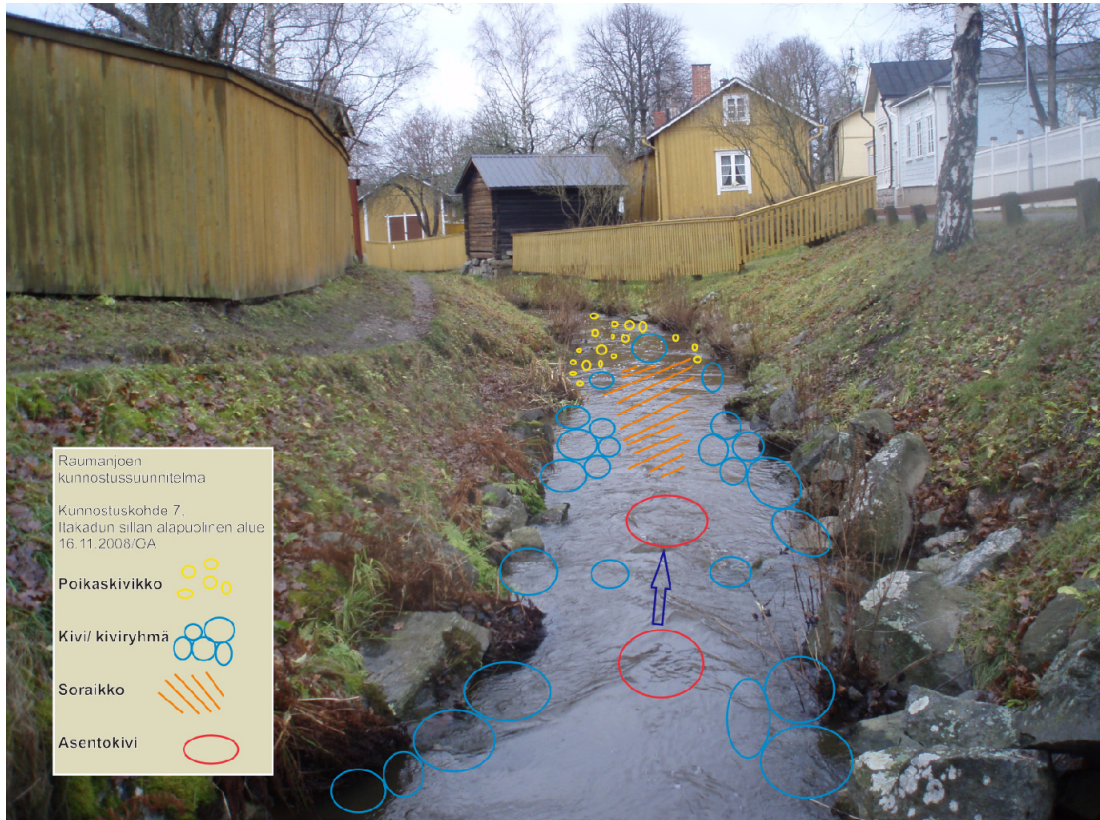
Kuva 15: Kunnostuskohteessa 6 on valmiiksi niska-alue.



Kuva 16: Suunnitelmakuva kohteesta 6.

Kohde 7: Itäkadun sillan alapuolinen alue

Itäkadun sillan alapuoliselle alueelle lisättäisiin kiviä monipuolistamaan ja kiihdyttämään virtausta (kuva 17). Alueella on vain muutamia kiviä eikä soraa ole juuri lainkaan. Koskialueen jälkeen tehtäisiin noin kuuden neliön katusoraikko ja sen alapuolelle laaja poikasalue. Tarkempi suunnitelmakuva liitteenä (LIITE 8).



Kuva 17: Suunnitelma kuva kohteesta 7.

5.1.3 Kunnostuksen sovittaminen Vanhan Rauman kauneusihanteisiin

Saarisen mukaan Raumanjoen kunnostamiselle ei juuri aseta esteitä se, että puro sijaitsee Vanhassa Raumassa, joka on Unescon Maailmanperintökohde. Kunnostuksen kannalta ongelmalliseksi alueeksi hän mainitsee Rauman Pyhän Ristin kirkon läheisen alueen, Kirkko- ja Pajasillan välin (kunnostuskohde 2 ja 3). Tuolta alueelta puro on perattu sellaiseksi kuin se on ollut 1900-luvun alkupuoliskolla. Tuolloin puro oli huonossa kunnossa ja sitä perattiin esimerkiksi hajuhaittojen poistamiseksi. Uoman perkaamisen ja uoman reunojen kiveyksen korjaamisen jälkeen puro on saanut kiitosta monelta taholta. Saarinen pitää todennäköisenä, ettei kirkon liepeille Raumanjokeen saa laittaa pinnan yläpuolelle yltäviä kiviä. Pajasillan yläpuolisella osuudella kunnostus voisi Saarisen mukaan olla mahdollinen. (Saarinen, 10.12.2008.)

Tässä työssä esitetyt suunnitelmat ovat suuntaa antavia ja niitä voidaan muokata kaikkia osapuolia tyydyttäväksi. Jos esimerkiksi kunnostuskohdeiden 2 ja 3 toimenpiteet

olisivat liian radikaaleja, voidaan nämä alueet kivetä poikasalueiksi, jolloin uomaan ei tulisi pinnan yläpuolisia kiviä vaan pienempiä kiviä ja karkeaa soraa.

5.1.4 Kunnostuksen vaikutukset

Kunnostuksen ensisijainen hyöty perustuisi taimenen vaellus-, lisääntymis- ja elinmahdollisuuksien parantumisen kautta tapahtuvaan kalakannan vahvistumiseen. Tällä kunnostuksella olisi positiivinen vaikutus maisemaan ja se lisäisi alueiden virkistyskäyttö- ja matkailullista arvoa.

5.1.5 Kunnostuksen seuranta

Kunnostettuun uomaan muodostuu vähitellen luontainen tasapainotila. Veden laatu paranee, uoman syöpyminen vähenee ja uoma ei kasva enää umpeen helposti. Tällainen kehitys vähentää kunnossapitotarvetta. Kunnostuksen jälkeen puro hyötyy myös ekologisesti, sillä puron eliölajisto monipuolistuu. Taimenen on todettu hyötyvän virtavesikunnostuksista. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, 15.)

Raumanjoen tilaa tulee seurata kunnostuksen jälkeen. Raumanjoessa tulee sähkökoekalastaa ennen kunnostusta ja laskea taimenten tiheys. Kunnostuksen jälkeen voidaan verrata, onko taimenten määrä lisääntynyt kunnostuksen ansiosta. Raumanjoessa tulee jatkossa sähkökoekalastaa vuosittain.

5.2 Muut kehitysehdotukset

Raumanjoen taimenista tulisi jatkossa kerätä lisää DNA-näytteitä, jotta tuloksista saadaan luotettavia. DNA-tulokset määräävät pitkälti jatkotoimenpiteitä Raumanjoessa ja taimenistutuksissa. Mikäli DNA-tutkimukset jatkossa vahvistavat sitä, että Raumanjoessa on oma, mahdollisesti jopa alkuperäinen taimenkanta, tulee Isojoen taimenen istuttaminen Raumanmerelle lopettaa, ettei se sekoitu Raumanjoen kantaan. Jos taimenet ovat ns. Raumanjoen kantaa, kanta olisi hyvä saada viljelyyn. Viljelypaikan löytäminen saattaisi olla ongelmallista tautikysymysten takia. Jos viljely onnistuisi, voi-

taisiin kokeilla myös mätirasiaistutusta Raumanjoessa. Ongelmana kuitenkin on, että mätirasiaistutuksessa mädin pitäisi hautoutua kalanviljelylaitoksessa silmäpisteasteelle asti, joten kalatautiasiat voivat olla esteenä.

Jos taas lisätutkimukset osoittavat, että Raumanjoessa elävät taimenet ovatkin Isojoen kantaa, voidaan Isojoen kantaa jatkossa käyttää istutuksissa. Tuossa tapauksessa 2-vuotiaiden taimenten merelle istuttamisen sijaan tai ohella Raumanjokeen voitaisiin istuttaa vastakuoriutuneita Isojoen kantaa olevia taimenenpoikasia.

Mereen istutettavilta taimenilta tulisi leikata rasvaevä pois. Tällöin kalastaja voisi olettaa saadessaan rasvaeväleikatun taimenen, että taimen ei ole luonnonkala. Jos rasvaeväleikkausta jatkettaisiin pitkään Raumanmerellä ja muualla Suomen rannikolla, voitaisiin antaa määräys tai suositus, että kaloja, joilla on rasvaevä, ei saa ottaa saaliiksi. Tämä voi olla kallis operaatio, mutta tällä keinolla voitaisiin elvyttää taimenen luonnonkantoja.

Raumanjoessa ja kanaalissa tulisi olla kalastuskielto läpi vuoden. Kalastuskilpailuja kanaalissa voitaisiin järjestää samalla tavalla kuin aikaisempinakin vuosina, ympäristönsuojelupäällikön luvalla.

Muut Rauman seudun potentiaaliset taimenpurot tulisi kartoittaa ja tutkia sähkökoekalastuksilla. Mikäli puroista saataisiin saaliiksi taimenia, tulisi niiden DNA:ta tutkia. Raumanjoen taimenet saattavat olla eksoottisia jostakin muusta purosta lähiseudulta. Potentiaalisia taimenpuroja Rauman seudulla ovat mm. Kinnonoja, Unajanjoki, Kaljasjoki ja Köyhäjärvenoja.

6 KIITOKSET

Haluan kiittää tämän työn ohjaajaa, Raisa Kääriää, sekä Rauman kaupungin ympäristönsuojelupäällikkö Juha Hyväristä kaikenlaisesta avusta, mitä olen työni aikana tarvinnut. Kiitän kielellisen asun korjauksista opettajaani, Kari Kipinoista. Lisäksi haluan kiittää sähkökoekalastuksissa apuna olleita henkilöitä; Vesa-Matti Törröstä, Jussi Aal-

tosta, Riikka Maikolaa, Jari Siltasta, Raija Hakasta, Johanna Suomista, Kaisa Törröstä, Pekka Aaltoa ja Kari Aaltoa. Haluan kiittää Piia Gustafssonia avusta englanninkielisen tiivistelmän kirjoittamisessa. Kiitokset myös Harri Aulaskarille työn kommentoimisesta ja asiantuntevasta avusta. Kiitos myös kaikille muille henkilöille, jotka ovat jollakin tavalla olleet mukana tässä työssä.

7 LÄHTEET

Kirjalliset lähteet:

Aulaskari, H. 2001. Ingarskilajoen kunnostustarveselvitys. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu.

Aulaskari, H. 2002. Ingarskilajoen kunnostussuunnitelma. Uudenmaan ympäristökeskus.

Aulaskari, H., Lempinen, P., Yrjänä, T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Teoksessa Jormola, J., Harjula, H. ja Sarvilinna, A. (toim.), 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631. Suomen ympäristökeskus.

Björnström, T., Muotka, J., Mustonen, T., Riihimäki, J., Savolainen, M., Torsner, M., Yrjänä, T., Vehanen, T. 2003. Menetelmät ja koehankkeet vesiluonnon monimuotoisuuden edistämiseksi. Teoksessa Kerätär K. (toim.) Rakennettujen vesistöjen tila ja luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät. Yhteenveto Luomujoki - projektin tuloksista. Suomen ympäristö 627. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Böhling, P. & Juntunen, K. 1999. Vastavirtaan. Lohen, meritaimenen ja vaellussiian luonnonkannat ja niiden tulevaisuus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki: Painorauma.

Eloranta, A. 2007a. Hyvä lisääntymisalue vaatii muutakin kuin ämpärillisen soraa. Suomen kalastuslehti 5/2007, s. 8 - 11.

Eloranta, A. 2007b. Kivet ja lohkareet ovat virtavesikunnostuksen peruspilareita. Suomen kalastuslehti 6/2007, s. 6 - 9.

Eloranta, A. 2007c. Vesieläimet tarvitsevat monenlaista suojaa. Suomen kalastuslehti 7/2007, s. 4 - 7.

Heino, U. 2002. Rauma: Idylliä ja tehokkuutta 1875 - 2000. Rauman kaupunki. Pori: Kehitys.

Huusko, A., Kreivi, P., Mäki-Petäys, A., Nykänen, M. & Vehanen, T. 2003, Virtavesikalojen elinympäristövaatimukset. Perustietoa elinympäristömallisovelluksiin. Kalaja riistaraportteja 284. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki.

Hyvärinen, J. 2005. Raumanmeren kalastusalueen kalakantojen hoitoa ja kalastuksen järjestämistä koskeva suunnitelma vuosille 2005 - 2008.

- Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Dark Oy.
- Jutila, E., Huhmarniemi, A. & Saura, A. 2007. Meritaimen - Havsöring. Teoksessa Raitaniemi, J. & Manninen, K. (toim.) Kalavarat 2006. Kala- ja riistaraportteja nro 407. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki.
- Järvenpää, L. 2003. Uomien luonnontilan parantaminen. Teoksessa: Jormola, J., Harjula, H. ja Sarvilinna, A. (toim.), 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631. Suomen ympäristökeskus.
- Kaukoranta, M., Koljonen, M - L, Koskiniemi, J. & Pennanen, J. T. 1998. Kala-atlas. Nahkiainen, pikkunahkiainen, lohi, taimen, nieriä, siika, muikku, harjus, toutain, vimpa, rantaneula ja kivisimppu – esiintymät ja niiden tila. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia nro 150. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Koli, L., 1998. Suomen kalat. Uud. laitos, 2. painos. Helsinki: WSOY.
- Koskiniemi, J. 2008. Muistio: Raumanjoen taimenen perinnöllinen rakenne DNA:n mikrosatelliittimuuntelun perusteella. Helsingin yliopisto.
- Lehmuskallio, P. & Tanhuanpää, A. 2001. Rikas rakas Vanha Rauma. Rauma: West-Point.
- Lehtonen, H., 2003. Iso kalakirja: ahvenesta vimpaan. Helsinki: WSOY.
- Lempinen, P. 2001. Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelma. Helsinki, Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikkö. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 52/2001.
- Louhi, P., Mäki-Petäys, A., Erkinaro, J. 2008. Spawning habitat of atlantic salmon and brown trout: general criteria and intragravel factors. Finnish Game and Fisheries Research Institute. River. Res. Applic. 24:330–339.
- Länsi-Suomi, lehtileike 25.10.2004.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2008. Purot – elävää maaseutua. Purokunnostusopas. Rakennuspaino Oy.
- Saura, A. & Könönen, K. 2005. Espoon Monikonpuron kalasto- ja pohjaeläintarkkailu 2004. Kala- ja riistaraportteja nro 349. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Seiskari, P. 1992, Taimen. Teoksessa Rauman kaupunki, Vesa Veikkola (toim.), Minun Raumani. Vaasa: Vaasa Oy:n kirjapaino.
- Ympäristöministeriö 2006. Työsuojelusätkökalastuksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 8/2006. Helsinki: Edita Prima Oy.

Elektroniset lähteet:

Edilex, Valtioneuvoston asetus kalastusasetuksen muuttamisesta. 191/2008, 19§. 28.3.2008. [viitattu 5.10.2008] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080191>

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2008 [Viitattu 28.11.2008.] Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi. Saatavissa: http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_kvvy.pl?sivu=sahkonjohtavuus.html

Raumanmeren taimenistutusten seuranta. [viitattu 30.11.2008.] Saatavissa: www.taimen.info

Rauman Vesi [Viitattu 10.9.2008] Saatavissa: www.rauma.fi/vesi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2005a. Meritaimenkantojen säilyminen epävarmaa -rannikkojoista löytyi vain vähän luonnonpoikasia. [Viitattu 10.9.2008.] Saatavissa: http://www.rktl.fi/tiedotteet/meritaimenkantojen_sailyminen_epavarmaa.html

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006a. Suomen uhanalaiset kalat. [Viitattu 6.11.2008.] Saatavissa: http://www.rktl.fi/kala/kalakantojen_hyodyntaminen/kalakantarekisteri/suomen_uhanalaiset_kalat.html

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006 b. Meritaimenkantojen tila edelleen huolestuttava - rannikkojokien luonnonpoikasmäärät pieniä. [Viitattu 6.11.2008.] Saatavissa: http://www.rktl.fi/tiedotteet/meritaimenkantojen_tila_edelleen.html

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2008a. Taimen. [Viitattu 10.9.2008.] Saatavissa: http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/taimen/

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2008b. Longinojan kunnostukset tuottaneet tulosta. [Viitattu 3.12.2008.] Saatavissa: http://www.rktl.fi/tiedotteet/longinojan_kunnostukset_tuottaneet.html

Virtavesienhoitoyhdistys ry 2008. Mätäpuro. [Viitattu 3.12.2008.] Saatavissa: <http://www.virtavesi.com/index.php?upperCatId=23&catid=24>

Muut lähteet:

Hyvärinen J. 19.10.2008. Kommentoitu työ [20.11.2008]. outi.mi.aalto@students.turkuamk.fi

Pakkanen, T. 9.12.2008. Raumanjoen valuma-alue [9.12.2008] outi.mi.aalto@students.turkuamk.fi

Saarinen K., neuvonta-arkkitehti, Rauman kaupunki, rakennusvalvonta, 10.12.2008, suullinen tiedonanto.

Suomela T. 26.11.2008. Raumanjoen virtaama [26.11.2008]. outi.mi.aalto@students.turkuamk.fi

Tamminen P. 16.11.2008. Raumanjoen veden laatu [17.11.2008]. outi.aalto@luuku.com

Jarmo Koskiniemi
Kotieläintieteen laitos
Helsingin yliopisto
p. 0919158535
Email. Jarmo.koskiniemi@helsinki.fi

1.8.2008

Muistio:

Raumanjoen taimenen perinnöllinen rakenne DNA:n mikrosatelliittimuuntelun perusteella

Näytteet

Outi Aalto toimitti syksyllä 2007 kotieläintieteen laitoksen ja RKTL:n genotyypityslaboratorioon analysoitavaksi 5 taimenen kudospaloja Raumanjoelta. Tarkoituksena oli selvittää näiden perusteella joen taimenkannan perinnöllistä rakennetta. Kantaa verrattiin Paimionjoen, Uskelanjoen, Perniönjoen, Aurajoen ja Isojoen sekä Rautalammin reitin taimenkantoihin. Rautalammin reitin näyte ja osa Isojoen näytteestä olivat peräisin RKTL:n ja Vanhakylän viljelylaitoksilta. Isojoen näyte sisälsi lisäksi muutaman joesta sähkökalastelun näytteen. Muut olivat joista sähkökalastetuja näytteitä.

DNA:n eristys, PCR-reaktiot ja kapillaarielektroforeesiajot

Näytteet olivat etanoliin säilöttyjä kudospaloja. DNA eristettiin Qiagen DNEasy Tissue – eristyskitillä, ja DNA:n saanto ja laatu todettiin spektrofotometrimittauksilla normaaliksi. Liukoista DNA:ta saatiin 400 ul kustakin näytteestä, ja DNA:n pitoisuuden todettiin olevan 50-100 mikrogrammaa/mikrolitra. Kunkin DNA:n arvioitiin riittävän ainakin 150-200 PCR-reaktioon.

Näytteestä analysoitiin 16 mikrosatelliittilokuksen muuntelu. Käytetyt laboratoriorutiinit olivat samat, mitä aikaisemminkin on käytetty taimenella RKTL:n ja kotieläintieteen laitoksen genotyypityslaboratoriossa. Määritetyt mikrosatelliitit olivat BS131, SSos1311, SSos1417, SSos1438, Str15INRA, Str60INRA, Strutta58, OneU9, Ssa197, Ssa407, Ssa85, Str73INRA, Str85INRA, Ssa289, SSsp1605 ja SSsp2201. Eristettyä DNA:ta kului reaktioihin n. 75-100 ul, ja jäljelle jäänyt n. 325-300 ul pakastettiin ja säilöttiin kotieläintieteen laitoksen ja RKTL:n DNA-varastoon mahdollisia myöhemmin tehtäviä lisäanalyysyjä varten.

PCR-reaktiot analysoitiin genotyypityslaboratorion Abi-kapillaarielektroforeesilaitteella ja laitteistoon kuuluvalla GeneMapper-ohjelmistolla.

Tuloksia

Tilastollisissa analyysiesissä käytettiin vain 10 lokusta (BS131, SSos1311, SSos1417, SSos1438, Str15INRA, Str60INRA, OneU9, Ssa197, Ssa85 ja Str73INRA), koska vertailunäytteet olivat ajalta, jolloin analyysit tehtiin vain näiden 10 lokuksen perusteella.

Geneettisiä eroja kuvattiin geneettisen etäisyyden avulla ja graafisesti dendrogrammilla. Geneettinen etäisyys on suhteellinen mitta, joka kuvaa genomien eri lokusten alleeli- eli geenimuotofrekvenssien eroja populaatioiden (tai myös saman populaation eri näytteiden ja yksilöidenkin) välillä. Suurimmillaan etäisyys on 1, mikä tarkoittaa, että verrattujen populaatioiden kaikkien geenimuotojen frekvenssit ovat täsmälleen samat, ja pienimmillään 0, mikä tarkoittaa, että populaatioissa ei ole lainkaan samoja alleeleita. Käytännössä hyvin suuri, lähellä yhtä oleva etäisyys havaitaan vain lajien välillä, ja populaatioiden erot ovat yleensä alle 0,5. Geneettistä etäisyyttä kasvattaa pitkäaikainen isolaatio populaatioiden välillä. Hyvin pieni etäisyys tarkoittaa että populaatiot ovat tai ovat olleet lähihistoriassa yhteydessä toisiinsa.

Etäisyydet ja puurakenne laskettiin Population 1.2.28 -ohjelmalla (<http://www.cnrs-gif.fr/pge>) ja puurakenne piirrettiin Treeview-ohjelmalla (<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview>).

Perinnöllisen muuntelun määrä kuvattiin heterotsygotia-asteen, havaitun keskimääräisen lokuskohtaisen alleelimäärän (tutkitun 10 lokuksen alleelimäärien keskiarvo) ja alleelirikkauden avulla. Alleelirikkaus on periaatteessa myös alleelimäärä, mutta se huomioi otoskoon vaikutuksen alleelimäärään redusoimalla isommat näytekoot pienempien tasolle. Yleensä isommissa näytteissä havaitaan enemmän alleeleita kuin pienemmissä näytteissä, joten pelkkä havaittu alleelimäärä voi kuvata paitsi kantojen alleelimäärän eroa, niin myös pelkkää otoskokojen eroa. Heterotsygotia-aste on pienimmillään 0 ja on lähellä 1:stä hyvin runsaasti muutelevissa populaatioissa. Tyypillinen arvo kaloilla on 0.5 - 0.8. Muuntelun mitat laskettiin Fstat-ohjelmalla (<http://www.unil.ch/izea/softwares/fstat.html>).

Populaatorakennetta tutkittiin myös yksilögenotyyppipohjaisella 'individual assignment' -testillä, missä kullekin kalalle määritettiin kanta, johon sen genotyyppi parhaiten sopii. Kokeitit tehtiin 'maximum likelihood' -periaatteella, jossa lasketaan kunkin kalan genotyypin todennäköisyys eri kannoissa Hardy-Weinberg-tasapainomallin perusteella. Sopivin kanta on se, jossa HW-todennäköisyys on suurin. Testi on käyttökelpoinen, jos näyte tai kanta on sekoitus useamman eri kannan kaloja. Testit tehtiin GenAlEx-ohjelmalla (<http://www.anu.edu.au/BoZo/GenAlEx>). Samalla ohjelmalla katsottiin aineistosta myös uniikialleelit (alleelit jotka esiintyvät vain jossain tietyssä näytteessä). Edelleen GenAlEx-ohjelmalla laskettiin raumajokisten kalojen väliset sukulaisuudet ja sukulaisuudet isojokisiin näytekaloihin. Sukulaisuusmittana käytettiin Queller&Goodnight keskiarvomittaa. Sukulaisuudella tarkoitetaan tässä alleelien samanlaisuutta. Jos kahdella kalalla on täsmälleen samat alleelit kaikissa lokuksissa, on sukulaisuus 1 ja jos on täysin eri alleelit, on sukulaisuus -1.

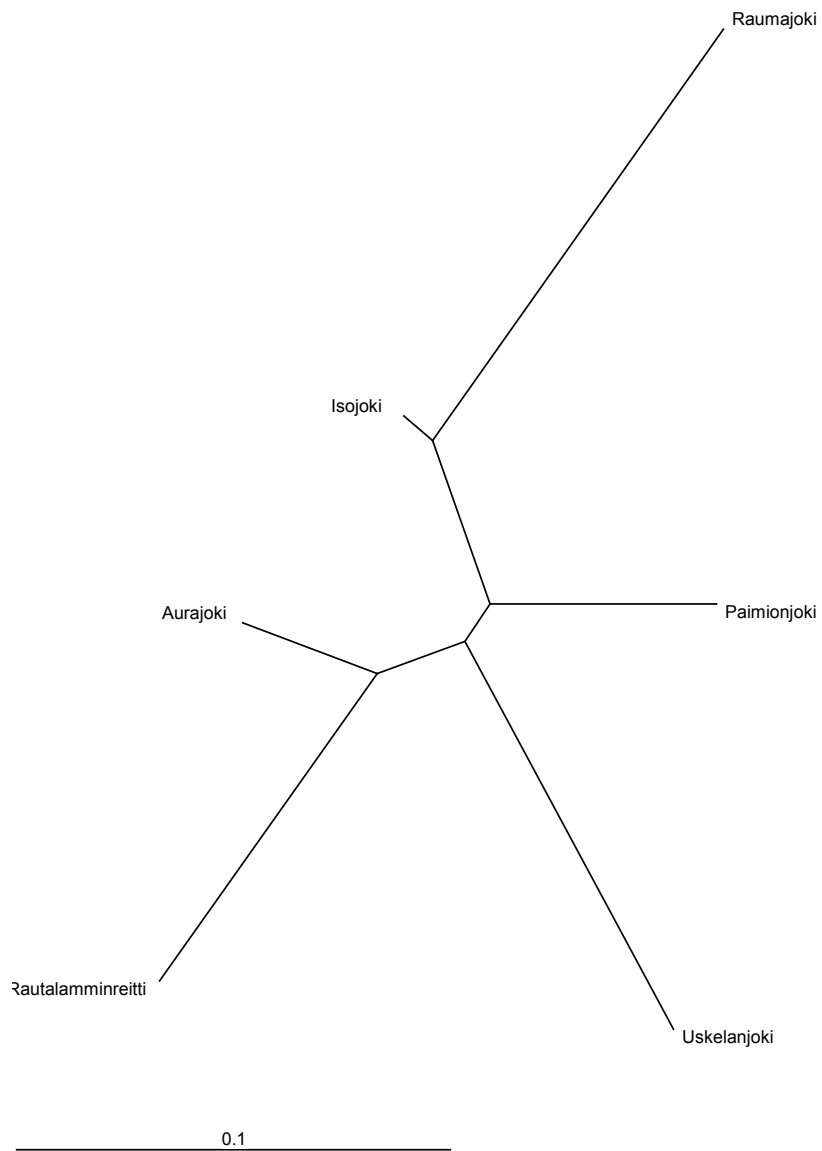
Menetelmiä ja niiden taustoja selvitetään tarkemmin ohjelmien kotisivuilla.

Taulukko 1. Otokoot (N), heterotsygotia-asteet (H), alleelimäärät (Nall) ja alleelirikkaudet (R). Otokoko ei ole täsmälleen sama kuin analysoitujen kalojen määrä, koska kaikista näytteistä ei saatu tulosta kaikkiin lokuksiin.

	Isojoki	Rautalamminreitti	Paimionjoki	Aurajoki	Uskelanjoki	Raumanjoki
N	312,5	282,6	21,7	36,8	40,7	5
H	0,60	0,56	0,55	0,61	0,48	0,58
Nall	6,6	7,3	5,0	5,6	5,4	3,2
R	3,5	3,3	3,3	3,7	3,0	3,2

Taulukko 2. Geneettiset etäisyydet

	Isojoki	Rautalamminreitti	Paimionjoki	Aurajoki	Uskelanjoki
Rautalamminreitti	0,15				
Paimionjoki	0,11	0,18			
Aurajoki	0,10	0,12	0,12		
Uskelanjoki	0,18	0,22	0,16	0,15	
Raumajoki	0,12	0,25	0,20	0,24	0,27



Kuva 1. Dendrogrammi (haarojen pituudet ovat sama kuin taulukon 2 geneettinen etäisyys, mittakaava on kuvan alalaidassa).

Taulukko3a. Individual assignment-testit. Sarakkeessa Oma on niiden kalojen määrä, jotka sijoittuvat omaan kantaan, ja sarakkeessa Muu niiden määrä, jotka sijoittuvat muihin kantoihin.

	Oma	Muu
Isojoki	272	51
Rautalamminreitti	274	9
Paimionjoki	20	2
Aurajoki	33	4
Uskelanjoki	35	6
Raumajoki	5	
Yhteensä	639	72

Taulukko 3b. Individual assignment-testit yksityiskohtaisemmin. Näytteiden kalojen (rivit) sijoittuminen eri kantoihin (sarakkeet).

	Isojoki	Rautalamminreitti	Paimionjoki	Aurajoki	Uskelanjoki	Raumajoki
Isojoki	271	5	8	15	0	23
Rautalamminreitti	0	275	1	7	1	0
Paimionjoki	0	1	20	1	0	0
Aurajoki	2	1	1	33	0	0
Uskelanjoki	2	1	1	1	35	1
Raumajoki	0	0	0	0	0	5

Taulukko 4. Uniikkialleelit

	Lokus	Alleeli	Frekvenssi
Isojoki	BS131	168	0,026
Isojoki	Str73INRA	141	0,008
Rautalamminreitti	BS131	158	0,019
Rautalamminreitti	OneU9	192	0,002
Rautalamminreitti	OneU9	204	0,016
Rautalamminreitti	OneU9	206	0,007
Rautalamminreitti	SSA197	153	0,021
Rautalamminreitti	SSA197	161	0,013
Rautalamminreitti	SSA197	165	0,013
Rautalamminreitti	SSOSL311	168	0,002
Rautalamminreitti	SSOSL438	111	0,004
Aurajoki	BS131	162	0,122
Uskelanjoki	SSOSL311	174	0,012
Uskelanjoki	SSOSL417	160	0,024

Taulukko 5. Kalojen sukulaisuudet ja keskimääräinen sukulaisuus isojokisiin.

	Kala2	Kala3	Kala4	Kala5	Isojoki
Kala1	0,07	1,00	-0,06	0,02	-0,03
Kala2		0,07	-0,29	-0,02	0,01
Kala3			-0,06	0,02	-0,03
Kala4				0,21	-0,07
Kala5					-0,01

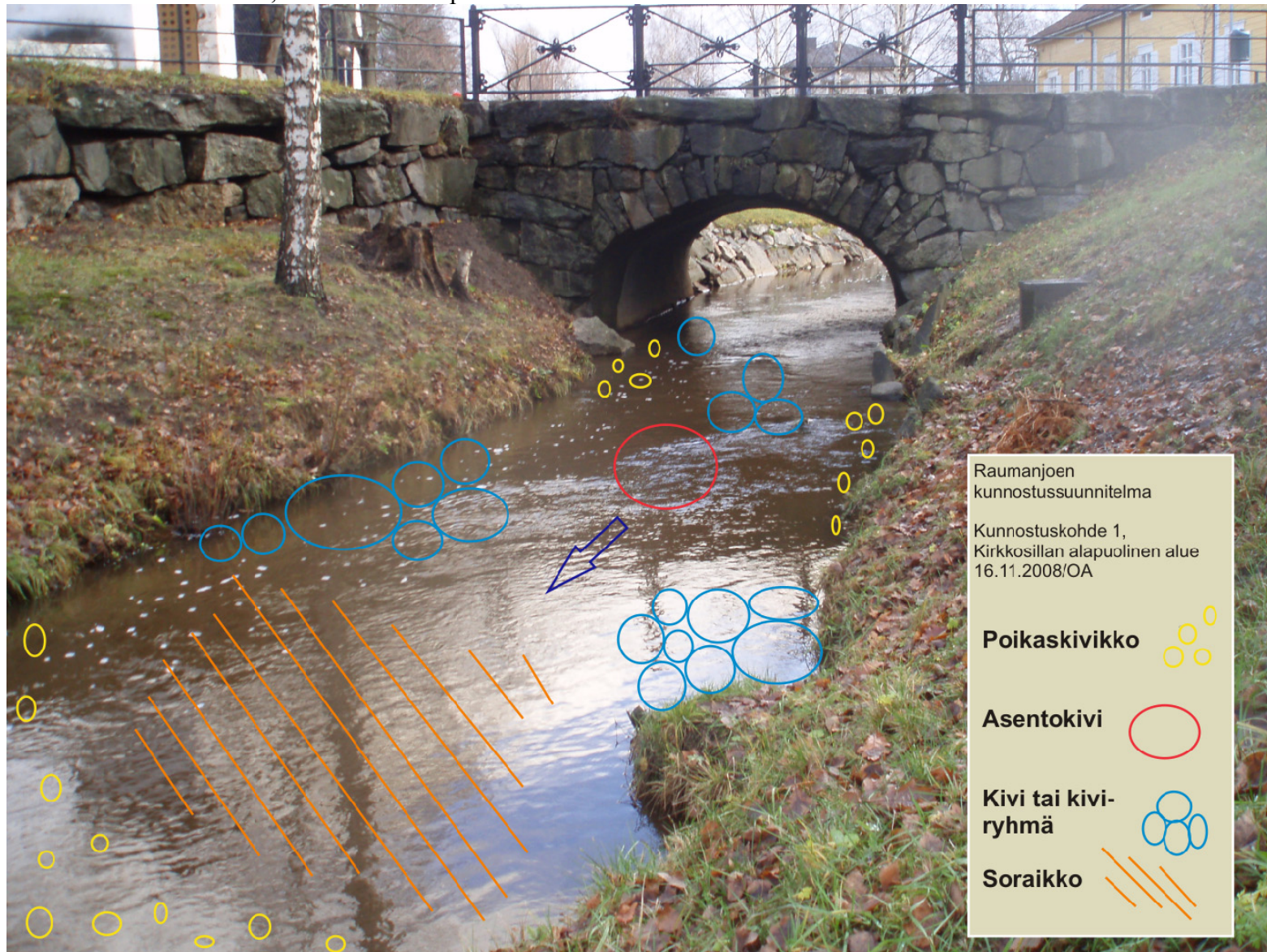
Johtopäätös

Alleelimäärä ja heterotsygotia-aste, jotka mittaavat kalakannan perinnöllisen muuntelun määrää, ovat Raumanjoen kannassa samaa luokkaa kuin vertailukannoissa. Havaittu alleelimäärä oli selvästi pienempi Raumanjoessa kuin vertailunäytteissä, mutta tämä johtuu ennen kaikkea näytekokojen eroista. Isommissa otoksissa havaitaan aina enemmän alleeleita kuin pienemmissä. Alleelirikkaus, joka mittaa alleelimäärää otoskoon erot huomioiden, oli raumajokisella taimenella vertailukantojen keskimääräisellä tasolla. Geneettinen etäisyys oli kantojen keskimääräistä etäisyyttä isompi muihin vertailukantoihin, mutta isojokiseen vertailunäytteeseen etäisyys oli keskimääräisellä tasolla. Etäisyys oli tässäkin tapauksessa kuitenkin iso, suurin piirtein samaa luokkaa kuin isojokisen ja rautalammisen taimenen ero. Dendrogrammissa raumajokinen taimen ryhmittyy samaan haaraan isojokisen kanssa, mutta kuitenkin selvästi erilleen tästä. Raumajokista taimenta voidaan tämän tuloksen perusteella pitää geneettisesti selvästi erillisenä kantana.

Individual assignment -testissä kaikki raumajokiset kalat sijoittuvat omaan kantaan. Isojokisia kaloja sijoittuu Raumajoen kantaan runsaasti, kuten myös Aurajokeen, jonne on Raumanjoen tavoin istutettu runsaasti isojokista kantaa. Testin tulos on tässä sama kuin dendrogrammin ja etäisyyksien perusteella. Raumajoessa on oma kanta, jossa kuitenkin on havaittavissa isojokisen geenistön vaikutus.

Kannasta ei löytynyt uniikkeja alleeleita (taulukko 4.).

Mistään lokuksesta ei löytynyt alleeleja neljää enempää, joten periaatteessa on mahdollista, että kaikki kalat ovat täyssidaria (enemmän kuin neljä alleelia joissakin lokuksessa osoittaisi, että vanhempia täytyy olla enemmän kuin 2). Sukulaisuusestimaatit vaihtelevat kuitenkin pienestä (-0,29) täyteen identtisyteen (1,00). Sukulaisuus oli osin selvästi isompaa kuin keskimääräinen sukulaisuus isojokisiin kaloihin, mutta osin myös selvästi pienempää, joten täyssidarus on melko epätodennäköistä.





Raumanjoen
kunnostussuunnitelma
Kunnostuskohde 2,
Kirkon viereinen alue
16.11.2008/OA

Poikaskivikko



Asentokivi

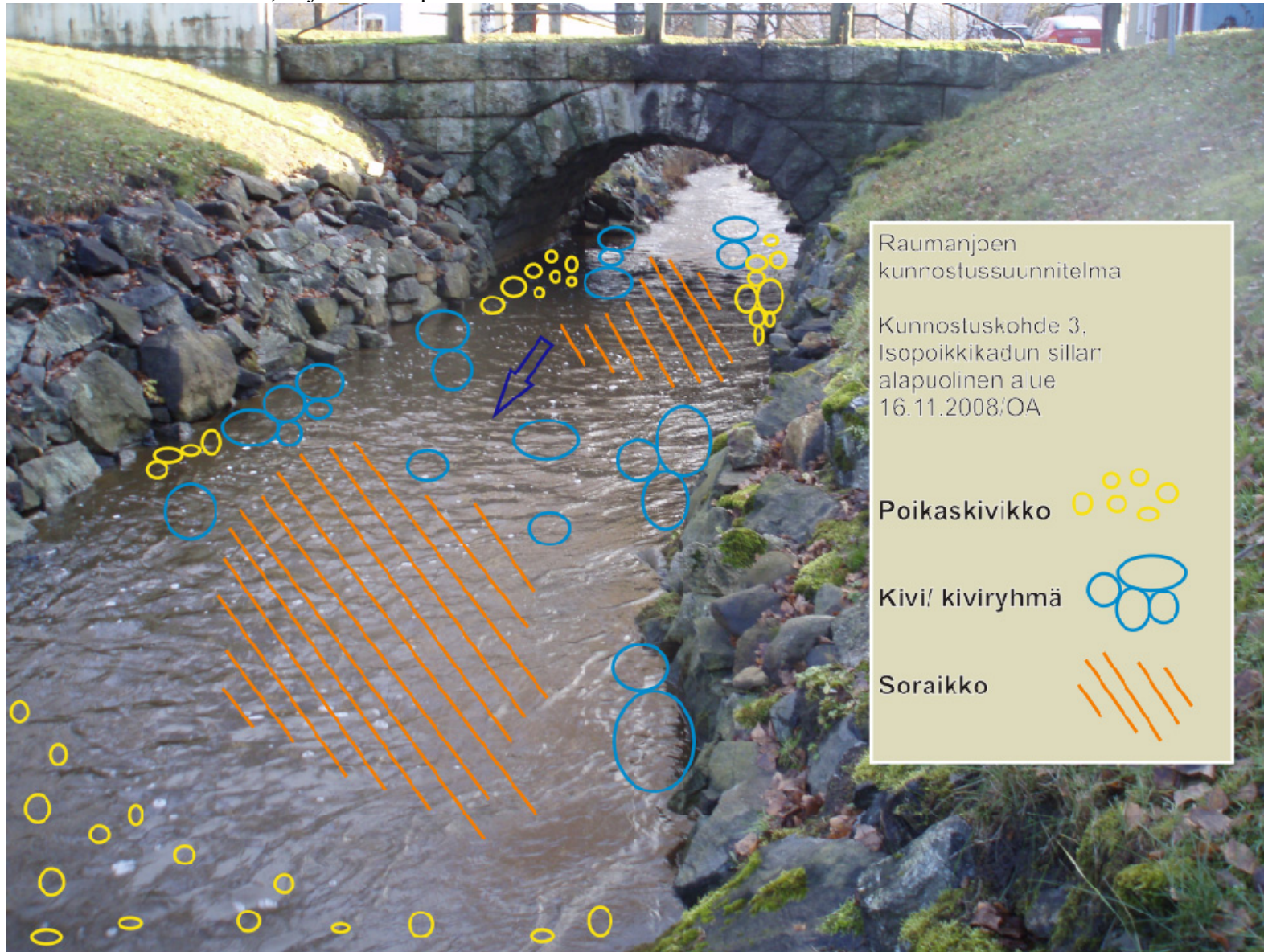


**Kivi tai kivi-
ryhmä**



Soraikko











Raumanjoen
kunnostussuunnitelma

Kunnostuskohde 6.
Kirstin talon niska
16.11.2008/OA

Asentokivi



Kivi/ kiviryhmä



Soraikko



