

Oulujoen kunnostus ja moninaiskäyttö -  
Kalataloudellinen puroselvitys Montan  
voimalaitoksen alapuolisella Oulujoella

Visuri Mika, Kerätär Kaisa ja Ulvi Teemu



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS  
Vesi- ja ekotekniikka  
4.9.2003

## Sisällys

1.	Johdanto.....	3
2.	Tutkimusjakson hydrologiset olosuhteet.....	3
3.	Tutkimusalueen kuvaus.....	5
3.1.	Yleistä.....	5
3.2.	Muhosjoki .....	8
3.3.	Poikajoki .....	9
3.4.	Tuohinonoja.....	9
3.5.	Ketolanoja .....	10
3.6.	Myllyoja .....	10
3.7.	Junninoja .....	11
3.8.	Sanginjoki.....	11
4.	Aineistot ja menetelmät .....	12
4.1.	Poikasistutukset.....	12
4.2.	Mädin hautoutumiskokeet.....	13
4.3.	Sähkökoekalastus .....	14
4.4.	Vedenlaadun seuranta .....	15
4.5.	Virtaaman seuranta .....	15
5.	Tulokset.....	16
5.1.	Sähkökoekalastus ja taimenenpoikasten säilyvyys .....	16
5.2.	Mädin säilyvyys .....	20
5.3.	Vedenlaatu tutkimusjaksolla .....	25
5.4.	Alivirtaamat.....	32
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	35
7.	Kirjallisuus .....	38
8:	Liitteet.....	39

## 1. Johdanto

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää Muhoksella Montan voimalaitoksen alapuolella Oulujokeen laskevien pienten purojen sekä Muhos-Poika- ja Sanginjokien edellytyksiä ja soveltuvuutta kalojen, etenkin taimenen, poikastuotantoon sekä pienpoikasten elinympäristöksi. Tavoitteena on, että kalatalouteen, veden laatuun sekä hydrologiaan liittyvät tutkimustulokset ja johtopäätökset hyödyntäisivät jatkossa näiden nyt kartoitettujen alueiden kalataloudellisiin kunnostuksiin ja velvoitteisiin liittyvää päätöksentekoa ja suunnittelua.

Hankkeen toimeksiantajana on ollut Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus (PPO) ja tutkimuksen toteuttajana Suomen ympäristökeskuksen vesi- ja ekotekniikan tutkimusryhmä Oulusta (SYKE, Oulu). Työn toteutusta on valvonut hankkeelle perustettu ohjausryhmä, jossa ovat olleet edustettuina Muhoksen kunta, Fortum Power and Heat Oy (Oulujoen voimalaitokset), Oulun kaupunki (tekninen keskus), PPO sekä SYKE, Oulu.

Tutkimukset ajoittuivat vuosille 2002 – 2003, ja hankkeen tulokset esitellään tässä yhteenvetoraportissa. Tutkimusten toteuttamisesta ja raportin laatimisesta vesi- ja ekotekniikan ryhmässä ovat vastanneet iktyonomi Mika Visuri, biologi Kaisa Kerätär sekä diplomi-insinööri Teemu Ulvi. Maastotutkimuksiin osallistuivat lisäksi Antti Ylönen sekä Ilkka Hellsten.

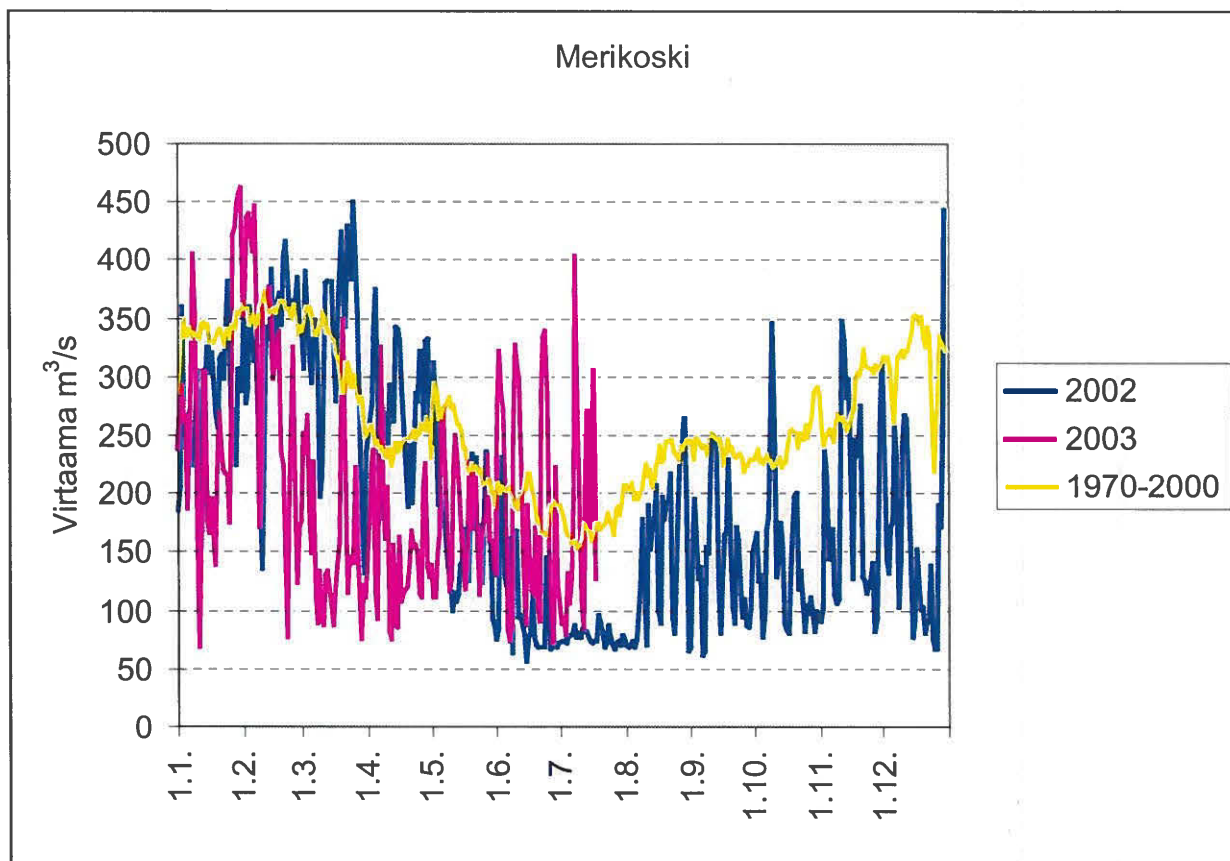
## 2. Tutkimusjakson hydrologiset olosuhteet

Oulujoen virtaamia seurataan säännöllisesti mm. Merikosken virtaamahavaintopaikalla, ja seuraavat hydrologiset tiedot perustuvat Suomen ympäristökeskuksen HERTTA-tietokannasta poimituihin virtaamatietoihin (taulukko 1, kuva 1).

Taulukko 1. Oulujoen virtaaman kuukausikeskiarvot ja vaihteluväli (m<sup>3</sup>/s) tutkimusjaksolla vuosina 2002 – 2003 sekä kuukausikeskiarvot jaksolla 1970 – 2000 Merikosken havaintopaikalla.

kk	v. 2002	v. 2003	v.1970-2000
tammikuu		261 (68-458)	337
helmikuu		303 (77-463)	356
maaliskuu		160 (76-349)	318
huhtikuu		155 (75-325)	246
toukokuu	172 (88-311)	173 (111-273)	242
kesäkuu	103 (56-231)	193 (71-338)	193
heinäkuu	77 (67-97)		171
elokuu	143 (65-264)		224
syyskuu	138 (61-250)		238
lokakuu	141 (77-347)		243
marraskuu	183 (82-348)		280
joulukuu	165 (66-444)		315

Tutkimusjaksolla eli toukokuun 2002 ja kesäkuun 2003 välisenä aikana virtaamien kuukausikeskiarvot ovat olleet huomattavasti alempana kuin pitkäaikaiset kuukausikeskiarvot. Kalenterivuoden aikana virtaamat ovat vain hetkellisesti ylittäneet pitkäaikaiset keskiarvot painopisteen ollessa lähempänä ajankohdan minimivirtaamia. Touko-kesäkuussa 2003 eli aivan tutkimusjakson lopulla virtaamat kasvoivat siinä määrin, että ne tulivat lähelle pitkäaikaisia keskiarvoja. Kyseessä on siis poikkeuksellisen vähävetinen jakso, joten tutkimustulokset antavat kuvan tilanteesta hyvin kuivana vesivuotena.



Kuva 1. Merikosken havaintopisteen virtaamat tutkimusjaksolla 2002-2003 sekä jakson 1970 – 2000 virtaaman keskiarvot.

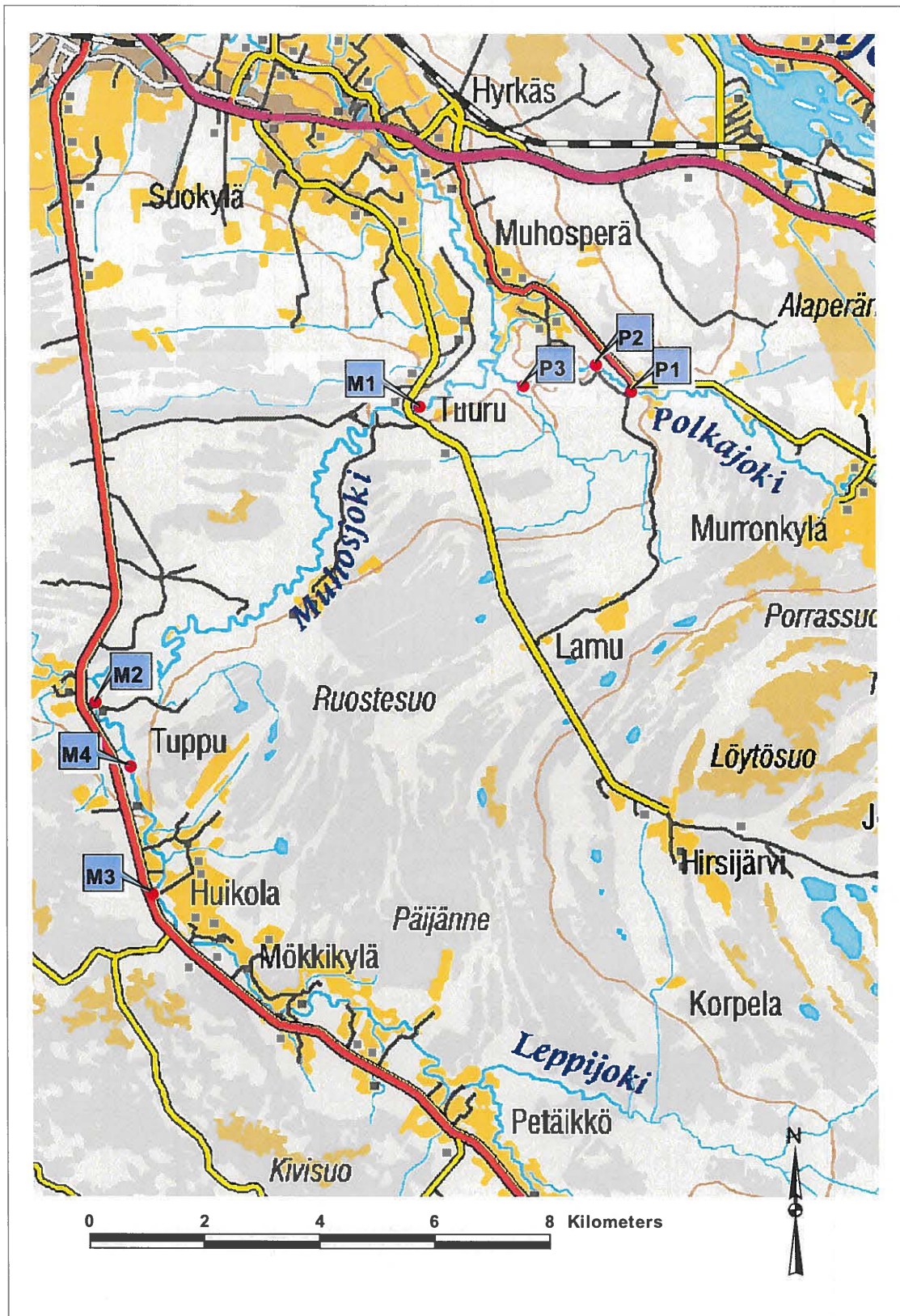
### 3. Tutkimusalueen kuvaus

#### 3.1. Yleistä

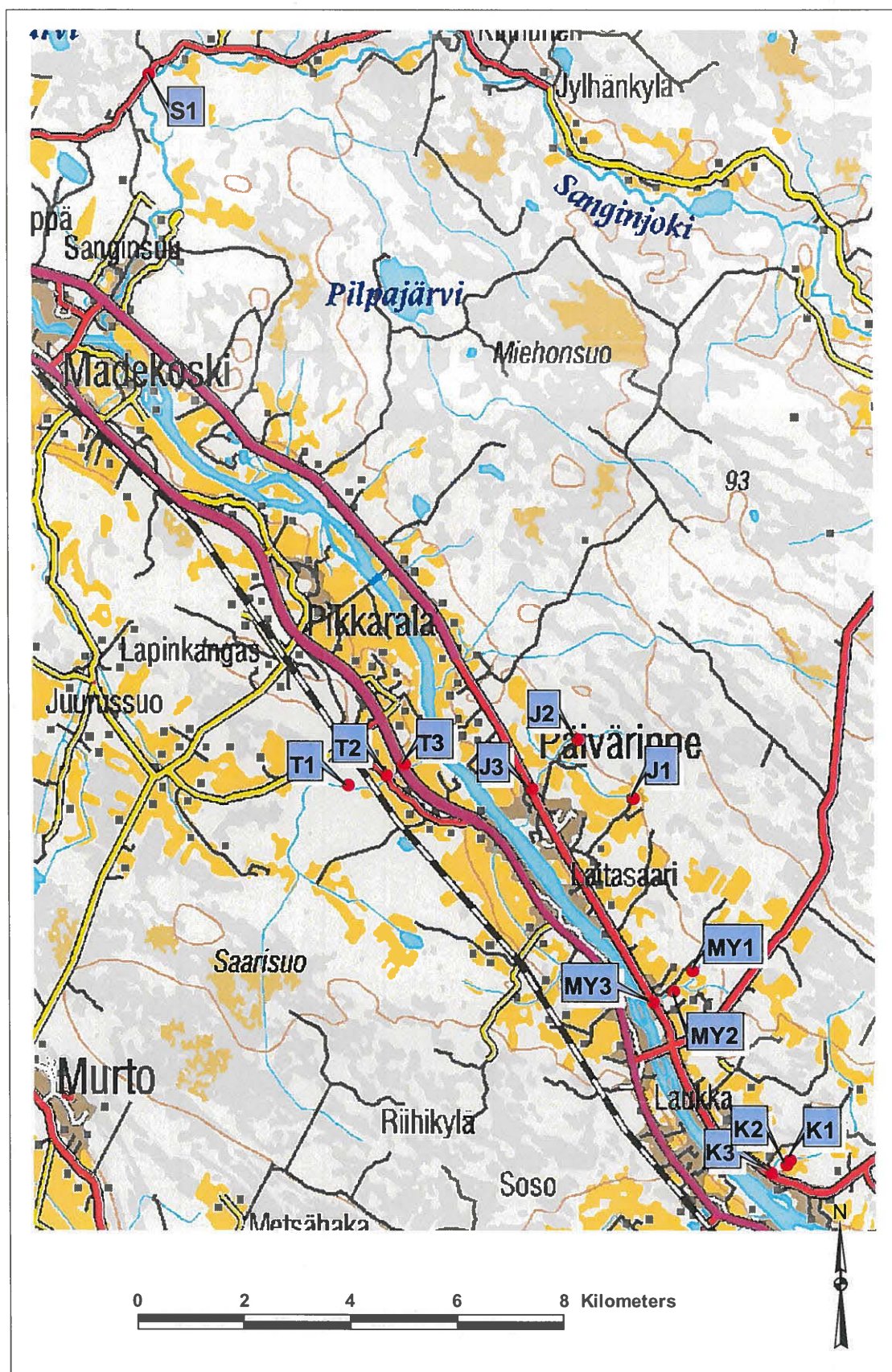
Tutkimuksen kohteena olivat seuraavat vesistöt: Junninoja, Ketolanoja, Tuohinonoja, Myllyoja, Poikajoki, Muhosjoki ja Sanginjoki. Kuhunkin puroon/jokeen perustettiin kolme tutkimusaluetta lukuun ottamatta Sanginjokea, josta valittiin vain yksi tutkimusalue. Muhosjokeen päätettiin perustaa kolmen alueen lisäksi yksi sähkökalastuksen vertailualue.

Tutkimusalueiden sijainnit valittiin Muhos- ja Poikajoen osalta yhdessä Muhoksen kunnan sekä Fortum Oy:n edustajan kanssa. Sanginjoen tutkimusalueen sijainti valittiin Oulun kaupungin toimesta. Muiden purojen tutkimusalueiden valinnassa käytettiin hyväksi Savolaisen (2001) alueelta tekemää puroselvitystä, jonka tulosten perusteella valittiin alustavasti tutkimukseen soveltuvat alueet. Kaikkien tutkimusalueiden soveltuvuus varmistettiin maastokatselmuksella, jonka perusteella tehtiin lopulliset valinnat.

Tutkimusalueet sijoitettiin hajautetusti purojen ylä- ja alaosille mahdollisimman laajan kokonaiskuvan saamiseksi kuitenkin niin, että alueilla piti olla lohikaloille sopivaa elinympäristöä. Lisäksi jokaiselta puroilta pyrittiin löytämään sekä syvempiä että matalampia tutkimusalueita, jotta syvyyden vaikutuksesta esimerkiksi mädin säilyvyyteen saataisiin parempi kuva. Tutkimusalueiden sijainnit on esitetty kuvissa 2 ja 3 sekä tarkemmin liitteessä 1.



Kuva 2. Poikajoen ja Muhosjoen tutkimuspisteiden sijainti.



Kuva 3. Sanginjoen, Junninojan, Myllyojan, Ketolanojan sekä Tuohinonjoen tutkimusalueiden sijainti.

### 3.2. Muhosjoki

Muhosjoen latvat sijaitsevat Pelsonsuolla, Rokuan harjualueen länsipuolella, ja joen pituus on Kylmälänkylältä Oulujokeen 59 km. Vesistöalueen pinta-ala (F) on 537,4 km<sup>2</sup> ja järvisyys (L) huomattavan pieni eli 0,35 %. Suurimmat sivuvesistöt ovat Kangas-, Poika- ja Leppijoki. Niistä Kangasjoki on perattu ja Leppijoen yläosa oikaistu 1950-luvulla (Suomen ympäristökeskus, julkaisematon aineisto).

Muhosjoen pääuomaa on perattu ja puhdistettu 17,8 km:n matkalla, ja lisäksi vesistöön on rakennettu kuusi tulvakanavaa ja kolme valtaojaa 1950-luvulla. Rakennettu jokijakso sijaitsee Muhosjoen yläosalla, Huikolasta ylävirtaan päin. Muhosjokisuun molempiin suuhaaroihin rakennettiin pohjapadot 1980-luvulla pienentämään Montan voimalaitoksen alavedenkorkeuden suuresta vaihtelusta johtuvia haittoja. Vuonna 2001 rakennettiin päähaaran pohjapatoon uusi kalatie-veneväylä helpottamaan kalannousua sekä veneensiirtoa. Lisäksi sivuhaaran pohjapatoon leikattiin alivirtaama-aukko (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, julkaisematon aineisto).

Muhosjoen pituusprofiilista voidaan havaita kolme erilaista vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa joki laskee tasaisesti niin, että muodostuu loivasti kaartuva käyrä. Toisessa vaiheessa joki kohtaa peruskallion ja Muhoksen muodostuman rajan, ja virtaa koskina osittain kontaktissa peruskallion lohkariekkoon. Kolmannessa vaiheessa Muhosjoki virtaa tasaisena Poikajoen yhtymäkohtaan, ja edelleen Oulujokeen. Tyypillistä Muhosjoelle on myös voimakas meanderointi, etenkin joen keskiosalla, jossa virtaus ja gradientti ovat suurimmillaan (Hellsten 1995).

Tässä tutkimuksessa Muhosjoen alin tutkimusalue (M1) sijaitsi Liimanninkoskessa noin 12 km Muhosjoen suulta. Alue on enimmäkseen suhteellisen matalaa kivikkoista koskea, ja siinä on paljon lohikaloille sopivaa habitaattia. Pohja on osittain sammaleen peittämä. Keskimäinen tutkimusalue (M2) sijaitsi Mustakoskessa noin 10 km edellisestä tutkimusalueesta ylöspäin. Alueelta löytyy paljon matalia koskipaikkoja sekä syvempiä ja hidasvirtaisempia alueita kalojen talvehtimisalueiksi. Ylin tutkimuspiste (M3) sijaitsi Huikolassa noin 5 km edellisestä tutkimuspisteestä ylävirtaan. Alueella on lyhyt rakennettu pohjapatomainen koskipätkä, jonka molemmiin puoliin on runsaasti hidasvirtaisia ja syviä suvantokohtia. Pohjassa kasvaa lähinnä sammalta. Vertailualue (M4) sijaitsee tutkimusalueiden M2 ja M3 välissä Kuurnankoskessa. Alue on enimmäkseen matalahkoa koskialuetta, jossa kuitenkin on syvempiäkin kohtia. Rantakasvillisuus muodostuu pääasiassa pajuista sekä saroista. Muhosjoen tutkimusalueiden valokuvat on esitetty liitteessä 2.



### **3.3. Poikajoki**

Poikajoki saa alkunsa Utajärven Isosuon ja Marjosuon liepeiltä, ja se yhtyy Muhosjokeen sen keskiosalla. Vesistöalueen pinta-ala (F) on 147,2 km<sup>2</sup> ja järvisyys pieni eli 0,52 %. Hyvin mutkaiseen Muhosjokeen verrattuna Poikajoki on uoman mutkaisuudeltaan kaareilevampi ja homogeenisempi. Samankaltainen kolmevaiheinen pituusprofiili kuin Muhosjoella voidaan havaita myös Poikajoessa (Hellsten 1995).

Poikajoki on säilynyt rakenteellisesti luonnontilassa eli sen alueella ei ole toteutettu perkauksia, uoman oikaisuja tai vastaavia toimenpiteitä. Valuma-alueen tila on kuitenkin vähemmän luonnontilainen runsaslukuisista ojituksista ja maa- ja metsätalouden aiheuttamasta kuormituksesta johtuen.

Poikajoen alin tutkimusalue (P3) sijaitsi jyrkkärinteisessä kurussa noin 600 metriä jokisuusta ylöspäin. Alue on kokonaisuudessaan hiekkapohjaista ja syvää hidasvirtaista suvantoa. Keskimmainen tutkimusalue (P2) sijaitsi Isterinkoskessa noin 1,5 km edellisestä tutkimusalueesta ylöspäin. Alue on pääosin matalahkoa nopeasti virtaavaa koskea, jossa on syviä monttuja. Pohjassa kasvaa sammalta. Kosken suuri putouskorkeus ja voimakas virtaus saattavat muodostaa vaellusesteen ainakin osalle ylävirtaan pyrkivistä kaloista. Ylin tutkimuspiste (P1) sijaitsee Isterinkoskesta noin 500 metriä ylöspäin maantiesillan alapuolella olevassa kuusikossa. Alue on lähinnä matalahkoa sammalta kasvavaa koskea, jonka reunoilla on hidasvirtaisempia kohtia. Poikajoen tutkimusalueiden valokuvat on esitetty liitteessä 3.

### **3.4. Tuohinonoja**

Oulujokeen eteläpuolelta Pikkaraisen kylän ja Viskaalinmäen välissä laskeva Tuohinonoja saa alkunsa osittain kuivatetusta Tuohinonjärvestä. Ojan noin 7 kilometrisestä kokonaispituudesta yli puolet on kaivettua kanavaa. Ojan valuma-alueen pinta-ala on 30,71 km<sup>2</sup> ja järvisyys 0,26 %. Kaikki valuma-alueen suot ovat ojitettuja, suurimman ojan ollessa Mieksonoja. Yläosan viljelyksiltä tulee joitakin viljelyskanavia ojaan. Vasta ojan alaosalla on joitakin koski- ja nivapaikkoja. Ojan keskivirtaaman on arvioitu olevan noin 0,2 m<sup>3</sup>/s ja talven keskialivirtaaman noin 45 l/s (Savolainen 2001).

Tuohinonojan alin tutkimusalue (T3) sijaitsi Kajaanintien sillan alapuolella noin 1 km ojansuusta ylöspäin. Alueella oja virtailee aivan yläosaa lukuun ottamatta hietapohjaisena, syvänä ja suhteellisen hitaana. Keskimmainen tutkimusalue (T2) sijaitsee noin 400 metriä T3:sta ylöspäin Viskaalintien sillan alapuolella. Alue on enimmäkseen kivistä matalahkoa koskea jossa on myös syvempiä hiekka- ja sorapohjaisia kohtia. Ylin tutkimusalue (T1) sijaitsi noin 800 metriä T2:sta ylävirtaan. Alueella oja kulkee suhteellisen syvänä ja hidasvirtaisena lehtipuuvoittoisessa sekametsässä. Pohjan laatu on enimmäkseen hiekkaa sekä soraa. Tuohinonojan tutkimusalueiden valokuvat on esitetty liitteessä 4.

### 3.5. Ketolanoja

Ketolanoja laskee Oulujokeen joen pohjoispuolelta Kopsan kylän kohdalla ja sen valuma-alueen pinta-ala on 9,87 km<sup>2</sup>. Ojan valuma-alueella ei ole varsinaisia järviä, mutta oja on laajentunut keskiosallaan kolmeksi lampimaiseksi muodostumaksi. Oja saa alkunsa Murronkankaan yläpuolella olevalta ojitetulta suolta, josta se aluksi Murronojan nimisenä ja suurimmaksi osaksi kaivettuna kanavana laskee keskiosan lampilaajentumaan. Suolampien jälkeen viimeiset noin 900 metriä oja virtaa paikoin koskenakin ja jyrkässä kanjonissa viljelysten ja asutuksen läheisyydessä. Ojan keskivirtaaman on arvioitu olevan noin 0,1 m<sup>3</sup>/s ja talven keskialivirtaaman luokkaa 15 l/s (Savolainen 2001).

Kaikki Ketolanojan tutkimusalueet päätettiin sijoittaa lampimuodostuman alapuolelle, koska sen yläpuolella ei juurikaan lohikaloille soveltuvaa habitaattia ole. Ojan alin tutkimusalue (K3) sijaitsi noin 300 metriä ojan suusta ylöspäin Oulu-Utajärvi maantiesillan yläpuolella. Alueella oja kulkee viljelysten keskellä keskisyvänä ja suhteellisen hidasvirtaisena. Pohja koostuu enimmäkseen kivistä ja hiekasta, mutta myös pehmeämpiä liejuisia kohtia löytyy. Vedessä kasvaa mm. pikkulimaskaa (*Lemna minor*), järvisätkintä (*Ranunculus peltatus*) sekä järvikortetta (*Equisetum fluviatile*). Keskimäinen tutkimusalue (K2) sijaitsi noin 250 metriä K3:sta ylöspäin jyrkässä kanjonissa. Alueella veden syvyys vaihtelee 5 ja 60 sentin välillä ja pohja on pääosin kivikkoista hiekkaa tai soraa. Vesikasvillisuuden muodostavat järvisätkin, palpakko (*Sparganium sp.*) sekä vehka (*Calla palustris*). Ylimmäinen tutkimusalue (K1) sijaitsi syvällä kanjonissa noin 200 metriä K2:sta ylävirtaan. Oja virtaa sekametsässä suhteellisen matalana kapeana ja koskimaisena. Pohja on pääasiassa kivikkoa ja siinä kasvaa jonkin verran sammalta. Ketolanojan tutkimusalueiden valokuvat on esitetty liitteessä 5.

### 3.6. Myllyoja

Myllyoja laskee Oulujokeen joen pohjoispuolelta Laukan kohdalla. Ojan valuma-alueen pinta-ala on 17,78 km<sup>2</sup> ja järvisyys 0,67 %. Ojan latvoilla on ojitettuja soita sekä viljelyksiä. Oja on kaivettua kanavaa aina Petäjäkankaan alapuolelle saakka, minkä jälkeen matka jatkuu hakattujen alueiden läpi. Yläosalla hakkuut on ulotettu aivan puroon saakka, mutta alaosaan on jätetty kapeahko suojavyöhyke. Alaosalla oja kulkee asutuksen sekä viljelysten keskellä ja laskee koskimaisena Oulujokeen. Myllyojan keskivirtaaman on arvioitu olevan noin 0,1 m<sup>3</sup>/s ja talven keskialivirtaaman luokkaa 30 l/s (Savolainen 2001).

Myllyojan alimmainen tutkimusalue (MY3) sijaitsi ojan suun ja Oulu-Utajärvi maantiesillan välissä. Alueella oja on matalahkoa ja kapeaa kivistä koskea, josta löytyy joitakin hietapohjaisia syvempiä kuoppia. Pohjassa kasvaa sammalta sekä hieman järvikortetta. Keskimäinen tutkimusalue (MY2) sijaitsee noin 400 metriä MY3:sta ylävirtaan Maijalan talon kohdalla. Alueella ojan syvyys vaihtelee 5 ja 80 sentin välillä pohjan ollessa matalissa voimakkaammin virtaavissa paikoissa kivikkoa ja syvemällä hietaa. Alueella oleva siltarumpu sijaitsee niin korkealla, että se muodostaa vähän veden

aikaan vaellusesteen ainakin särkikaloille. Ylin tutkimusalue (MY1) sijaitsi noin 600 metriä MY2 ylävirtaan kapean ojan ylittävän tieuran kohdalla. Kapeana ja paikoin syvänsäkin virtaavan koskialueen pohja oli enimmäkseen suurikokoista kiveä, jonka pinnalla kasvoi sammalta. Syvemmissä paikoissa pohjan laatu muuttui hietaiseksi. Myllyojan tutkimusalueiden valokuvat on esitetty liitteessä 6.

### **3.7. Junninoja**

Junninoja laskee Oulujokeen joen pohjoispuolelta Päivärinteen kohdalla. Ojan valuma-alueen pinta-ala on 19,95 km<sup>2</sup>. Järviä valuma-alueella ei ole. Ojassa on kaksi haaraa, joista ylempi "sivuhaara" saa alkunsa noin 3,5 kilometrin päässä sijaitsevalta ojitetulta Pyöriäsuolta. Suolta oja laskee kaivettuna kanavana Peuranniityn peltoaukeille, jossa oja jatkuu edelleen kanavana läpi viljelysmaiden. Noin kilometri ennen Oulujokea yhtyy ojaan toinen haara idästä. Tämä noin 3,5 kilometrin pituinen "päähaara" saa alkunsa ojitetulta Honkarämeeltä, josta se virtailee pääosin viljelysmaiden keskellä Penninkankaalle. Oulu-Utajärvi tien jälkeen oja laskee syvässä kanjonissa osittain koskimaisena virtana Oulujokeen. Junninojan keskivirtaaman on arvioitu olevan noin 0,2 m<sup>3</sup>/s ja talven keskialivirtaaman luokkaa 30 l/s.

Junninojan tutkimusalueet sijoitettiin laajemmalle alueelle kuin esimerkiksi Mylly- ja Ketolanojassa. Tähän syynä oli se, että Junninojassa oli lohikaloille sopivaksi habitaatiksi luettavia alueita laajemmalla alueella kuin muissa pienissä puroissa. Junninojan alin tutkimusalue (J3) sijaitsi Oulu-Utajärvi tien alapuolella noin 750 metriä ojan suusta ylävirtaan. Oja oli alueella nivamainen ja kohtalaisen leveä sekä syvä. Myös selviä matalampia koskialueita alueelta löytyi. Pohja oli enimmäkseen kiveä sekä hiekkaa, ja paikoin kasvoi hieman sammalta. Keskimäinen tutkimusalue (J2) sijaitsi noin 1,5 kilometrin päässä J3:sta Rauhalan taloon vievän tien kohdalla. Alue on Junninojan sivuhaarassa, eikä todennäköisesti ole sijainniltaan niin edustava kuin alue J3. Oja on tällä kohtaa suhteellisen matala, kapea ja koskimainen. Pohja on pääosin kiveä ja hiekkaa. Tutkimusalue J1 sijaitsi päähaarassa noin 1,5 km sivuhaarasta ylöspäin. Alue sijaitsee ojan yläjuoksulla ja saattaa hieman kärsiä veden vähyydestä normaali kesänäkin. Alueelta löytyi kuitenkin lohikaloille sopivaa habitaattia. Alueella ojan syvyys vaihteli pääosin 5 ja 40 sentin välillä pohjan ollessa kivistä hietaa. Alueella oli myös joitakin syvempiä monttuja. Tierummut ovat tälläkin alueella niin korkealla, että estävät varsinkin vähän veden aikaan kalojen ylösvaeltamisen. Junninojan tutkimusalueiden valokuvat on esitetty liitteessä 7.

### **3.8. Sanginjoki**

Sanginjoki saa alkunsa Utajärven kunnan Sanginjärvestä, ja laskee Oulujokeen pohjoisesta Madekosken kohdalla. Pääuoman pituus on noin 66 km ja valuma-alueen pinta-ala 399,9 km<sup>2</sup>. Valuma-alueen järvisyys on 5,29 % ja suurimmat järvet Sanginjärvi ja Iso-Vuotunki sijaitsevat alueen latvaosassa. Sanginjoen valuma-alueen pinta-alasta suurin osa (45 %) on kivennäismaata. Turvemaata on myös paljon (43 %), joten Sanginjoen vesi on luonnostaan hyvin humuspitoista. Avosuota pinta-alasta on 6 % ja peltoa 3 %. Järvet, joet

ja lammet peittävät noin 3 % pinta-alasta. Sanginjoen veden laatu on pääuomaansa Oulujokeen verrattuna huomattavasti heikompi ja etenkin happamuustaso on ollut ajoittain kaloille ja ravulle kriittinen (Sanginjoen vesiensuojelun yleissuunnitelma 2003).

Sanginjoen tutkimusalue (S1) sijaitsi Häkinkoskessa noin 5 km jokisuusta ylävirtaan. Alue on suhteellisen leveää koskea, jossa on paikoin voimakas virtaus. Pohja on pääsääntöisesti kiveä ja alueella on paljon syviä monttuja.

## 4. Aineistot ja menetelmät

### 4.1. Poikasistutukset

Poikasistutukset tutkimusalueille tehtiin poikasten kuoriuduttua toukokuussa 2002. Istutukseen käytettiin vastakuoriutuneita Oulujoen kantaa olevia järvitaimenen poikasiasia. Poikaset toimitti happipusseihin pakattuna Paltamossa sijaitseva RKTL:n Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelylaitos, josta ne kuljetettiin autolla puroille. Poikaset istutettiin saaveilla pienissä erissä tasaisesti jokaiselle tutkimusalueelle istutustiheyden ollessa noin 2 poikasta / m<sup>2</sup> (vrt. Jutila ym. 1999). Poikaset vaikuttivat hyväkuntoisilta ja eloisilta, eikä kuolleisuutta ennen istutusta juurikaan tapahtunut.



Kuva 4. Järvitaimenen poikasistutusta toukokuussa 2002.

#### **4.2. Mädin hautoutumiskokeet**

Mädin hautoutumiskokeet ajoittuivat talvikaudelle 2002 – 2003. Kokeessa käytetyt mätirasiat olivat pakastusrasioita, joiden tilavuus oli 3 dl. Mahdollisimman hyvän läpivirtauksen saavuttamiseksi rasiat rei'itettiin kaikilta kuudelta sivultaan ja reiät peitettiin muovisella tiheällä verkolla. Rasiat täytettiin huuhtotulla soralla, jonka sekaan sijoitettiin 20 järvitäinen mätimunaa. Mäti oli saatu RKTL:n Paltamon laitokselta, ja yhteensä mätiä oli rasioihin sijoitettuna n. 1500 kpl. Mädin säilyvyys kuljetettaessa oli hyvä, sillä sen kuolevuus jäi kuljetuspäivän aikana alle 2 %:n. Rasiat vietiin tutkimusalueille 9.10.2002, ja kullekin kohteelle haudattiin neljä mätirasiaa. Rasiat aseteltiin toisiinsa kiinnitettyinä uoman pohjalle kaivettuun soritettuun uraan, joka peitettiin soralla. Lopuksi rasialitka kiinnitettiin narulla suureen kiveen tms. paikallaan pysymisen varmistamiseksi.

Mädin säilyvyyttä talven mittaan haluttiin kontrolloida, ja tarkoituksena oli hakea helmikuussa 2003 jokaiselta tutkimusalueelta yksi haudontarasia pois, jotta saataisiin selville alkutalven aikana tapahtuneen kuolleisuuden laajuus. Kontrollirasia saatiin ylös vain Tuohinonojasta, jossa ilmeisesti ojaan purkautuvat pohjavedet pitivät uoman osittain sulana. Tuohinonojan kontrollirasian mäti oli helmikuussa tuhoutunut 100 %:sti. Muilla pikkupuroilla havaittiin, että vesi oli vuoroin jäätyessään ja vuoroin sulaessaan muodostanut useita jääkansiä, joiden välissä oli sulaa tai hyytynyttä vettä. Jäämassan paksuus ylitti helmikuussa useissa kohdin 110 cm, joten rasioiden ylösnosto ei ollut mahdollista. Poikajoessa jääkansi ei ollut yhtä paksu, mutta siellä jää ulottuessaan pohjaan saakka esti kontrollirasioiden noston.

Loput mätirasiat poistettiin huhtikuussa, välittömästi tulvan mentyä, jolloin mäti oli ns. silmäpisteasteella. Eloanjäämisprosentti laskettiin, ja rasioiden sisältämän kiinto- tai muun aineksen määrä arvioitiin silmämääräisesti. Mädin säilyvyyden tulokset on esitetty kappaleessa 5.2.



Kuva 5. Järvitaimenen mädin laskemista haudontarasioihin lokakuussa 2002.

### **4.3. Sähkökoekalastus**

Sähkökoekalastukset toteutettiin RKTL:n akkukäyttöisellä laitteistolla ilman aitaverkkoja. Kalastukset ajoituivat 5. - 6. kesäkuuta 2003 väliselle ajalle, ja niihin osallistui kolme henkilöä. Ajankohdan virtaamat olivat Sanginjokea lukuun ottamatta pieniä. Sanginjoen virtaamat olivat koekalastusten aikana vielä suuria, mutta ne olivat kuitenkin jo kääntyneet tulvan jälkeen laskuun, eivätkä estäneet sähkökoekalastuksen suorittamista.

Kukin koealue kalastettiin yhden kerran alavirrasta ylävirtaan päin, ja saadut kalat määritettiin lajilleen ja niiden pituudet kirjattiin ylös. Koealoilta kirjattiin ylös pohjan laatua, virrannopeuksia, vesisyvyyskä ym. olosuhteita koskevia tietoja. Kalastettujen kohteiden pinta-alat vaihtelivat välillä 60 – 300 m<sup>2</sup>. Sähkökoekalastuksen tulokset on esitetty kappaleessa 5.1.



Kuva 6. Sähkökoekalastusta Myllyojassa kesäkuussa 2003.

#### **4.4. Vedenlaadun seuranta**

Vedenlaatua seurattiin vesinäytteillä, joita haettiin jokaisen puron kahdelta tutkimusalueelta yhteensä neljä kertaa tutkimuksen aikana. Muhosjoesta näytteitä haettiin kolmelta alueelta. Kaikista puroista ei maaliskuun näytteitä saatu, koska pienemmät purot olivat kuivia ja jäässä pohjaa myöten. Näytteet haki sertifioitu ympäristönäytteenottaja, ja ne toimitettiin Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen laboratorioon. Laboratoriossa näytteistä analysoitiin viiden kaloille tärkeän muuttujan pitoisuudet: happi, pH, kiintoaine, rauta sekä alkaliniteetti. Lisäksi näytteenoton yhteydessä mitattiin jokaisen näytteen lämpötila sekä sähkönjohtavuus käsikäyttöisellä mittarilla. Vedenlaadun seurannan tulokset on esitetty kappaleessa 5.3.

#### **4.5. Virtaaman seuranta**

Virtaamia seurattiin talviaikana silmämääräisesti arvioiden ja kesällä 2003 siivikolla mittaamalla. Alivirtaamia oli tarkoitus mitata tarkemmin myös talvella, mutta se osoittautui teknisesti mahdottomaksi. Pienemmissä puroissa vesi loppui hyvin aikaisessa vaiheessa talvella ja suuremmissa joissa siivikon jäätyminen esti virtaaman mittauksen. Varsinainen tarkka mittaus jouduttiin suorittamaan tulvien jälkeen kesäkuun lopussa 26.6.2003, jolloin vedenpinta oli laskenut. Tällä pyrittiin saamaan mahdollisimman tarkka kuva kesäaikaisesta alivirtaamasta, ja vertaamaan tuloksia valuma-alueiden

arvioituihin virtaamiin. Taulukosta 1 voidaan havaita, että Merikosken kesäkuisen virtaaman keskiarvo vastaa hyvin pitkäaikaista keskiarvovirtaamaa. Näin ollen voidaan olettaa, että tehdyissä virtaamamittauksissa edeltäneen kuivan vuoden vaikutus ei ole ollut enää kovin suuri. Virtaamamittausten tulokset on esitetty kappaleessa 5.4.

## 5. Tulokset

### 5.1. Sähkökoekalastus ja taimenenpoikasten säilyvyys

Taulukko 2. Sähkökoekalastuksessa saatujen kalojen lukumäärä (kpl) puroittain.

Tutkimuspiste	Ahven	Harjus	Hauki	Kivenuoliainen	Kivisimppu	Mutu	Seipi	Särki	Taimen <10 cm	Taimen >10 cm
Junninoja 1							2			
Junninoja 2										
Junninoja 3							1			1
Myllyoja 1										1
Myllyoja 2		1		1			12		1	
Myllyoja 3				3	1		3			
Ketolanoja 1			1				14			
Ketolanoja 2							13			
Ketolanoja 3				4			14			1
Tuohinonoja 1							1			
Tuohinonoja 2										
Tuohinonoja 3										
Poikajoki 1				1					2	
Poikajoki 2				1	1					
Poikajoki 3										
Muhosjoki 1		4		14	9	7		1	1	
Muhosjoki 2				4	6	1			3	
Muhosjoki 3				9	14				1	
Muhosjoki 4		1		1	7					
Sanginjoki	1				9			2		

### Muhosjoki

Taulukosta 2 voidaan havaita, että verrattaessa kaikkien tutkimusalueiden saaliita, saatiin tutkimusalue M1:ltä lukumääräisesti eniten saalista. Tätä selittää osin se, että kalastetulla noin 210 m<sup>2</sup> laajuisella matalahkolla koskialueella on paljon kaloille sopivaa habitaattia. Saalis koostui pääasiassa kivenuoliaisesta ja kivisimpusta, jotka ovat tyypillisiä koskikaloja, sekä mudusta. Saatujen harjusten koot vaihtelivat 15 ja 20 sentin välillä. Kevään 2002 taimenistukkaista tavoitettiin yksi taimen, joka oli pituudeltaan 5 cm.

M2 alueella kalastettiin noin 180 m<sup>2</sup> laajuinen suhteellisen matala koskialue. Saaliista suurin osa oli kivenuoliaista sekä kivisimpua. Alueelta saatiin lisäksi istukastaimenia enemmän kuin miltään muulta alueelta. Yhteensä kolme kappaletta pituudeltaan 6, 7 ja 10 cm.



M3 alueella kalastettiin noin 100 m<sup>2</sup> laajuinen Huikonkoski. Koski on lyhyt ja matala rakennettu koski kahden syvän suvannon välissä. Koskesta saatiin sen lyhyteen nähden suuret määrät kivennuoliaisia sekä kivisimppuja. Istukastaimenia tavoitettiin yksi 10 sentin mittainen yksilö.

M4 alue Kuurnankoskessa toimi "luonnontilaisena" vertailualueena muille Muhosjoen alueille. Koskeen ei istutettu taimenenpoikasia eikä siellä ollut mätää talvehtimassa. Paikoin syvää koskialuetta kalastettiin noin 300 m<sup>2</sup> laajuudelta. Saalis koostui lähes yksinomaan kivisimpusta ja kivennuoliaisesta kuten muillakin Muhosjoen alueilla. Saadun harjuksen pituus oli 25 senttiä.

## Poikajoki

Poikajoen tutkimusalueella P1 sähkökalastettiin noin 300 m<sup>2</sup> laajuinen alue. Alue on pääosin matalaa kivikkoista koskea. Alueen laajuudesta huolimatta saaliiksi saatiin vain yksi kivennuoliainen sekä kaksi istukastaimenta pituudeltaan 5 ja 10 senttiä.

P2 alueella Isterinkoskessa on selvästi syvempiä kohtia kuin P1:llä. Näin ollen koski tarjoaa enemmän elinalueita eri ikäisille kaloille. Tämä ei kuitenkaan näkyntä sähkökalastussaaliissa. Koskella kalastettiin noin 300 m<sup>2</sup>:n alue, ja saaliiksi saatiin ainoastaan yksi kivennuoliainen ja yksi kivisimppu.

Alimmaisella syvällä ja suvantomaisella tutkimusalueella P3 kalastettiin noin 200 m<sup>2</sup> laajuinen alue. Saalista ei saatu ollenkaan. Tähän oli syynä ilmeisesti tasainen hiekkapohja, joka ei juurikaan tarjoa kaloille suojapaikkoja, ja jossa ne eivät näin ollen viihdy. Lisäksi alueen syvyys saattoi vaikuttaa heikentävästi sähkökalastuksen tehoon.

## Tuohinonoja

Tuohinonojan ylimmällä tutkimusalueella T1 sähkökalastettiin vajaan 100 m<sup>2</sup> laajuinen syvä ja hitaasti virtaava alue. Alueelta tavoitettiin vain yksi 20 sentin mittainen seipi.

T2 alueen vaihtelevan syvyyttä ja kivikkoista koskialuetta kalastettiin noin 100 m<sup>2</sup> laajuudelta. Hyvien elinalueiden suuresta määrästä huolimatta kalahavaintoja ei tehty. Sähkökalastuksissa syksyllä 2001, alueelta saatiin saaliiksi yksi made (Savolainen 2001).

T3 alueella kalastettiin noin 120 m<sup>2</sup> alue. Alueella oja on hietta- ja hiekkapohjaista paikoin syvää sekä suhteellisen hitaasti virtaavaa. Kalahavaintoja ei tehty. Vuoden 2001 koekalastuksessa alueelta saatiin taimen ja kaksi madetta. Lisäksi kaksi taimenta karkasi. Taimenet olivat ilmeisesti 3-vuotiaita ja peräisin Oulujokeen tehdyistä meritaimenistutuksista (Savolainen 2001).

## Ketolanoja

Ketolanojan ylimmällä tutkimusalueella K1 oli sekä matalampia kivisiä koskialueita että syvempiä suvantoja. Alue kalastettiin noin 100 m<sup>2</sup> laajuudelta. Saaliiksi saatiin lähes ainoastaan seipiä, joita ojassa tuntui olevan runsaasti. Seipien pituudet vaihtelivat 6 ja 20 sentin välillä. Seipien lisäksi saatiin yksi noin 45 sentin pituinen hauki.

K2 tutkimusalue oli edellisen alueen tavoin hyvin vaihtelevaa sekä pohjan laadultaan että syvyydeltään. Tätä hieman K1:tä hiekkaisempaa aluetta koekalastettiin noin 125 m<sup>2</sup> laajuudelta. Saaliissa oli pelkästään seipiä pituudeltaan 15-23 senttiä.

Alin tutkimusalue K3:lla kalastettiin noin 100 m<sup>2</sup> alue. Alueella oja virtasi suhteellisen hitaasti, vaihtelevan syvyisenä ja hiekkapohjaisena. Alueella oli todella paljon seipiä sekä joitakin kivenuoliaisia. Saaliiksi saatiin yksi noin 25 sentin mittainen meritaimen (kuva 7). Taimen oli merkitty ns. Carlin-merkillä. Merkin tunnuksen perusteella saatiin RKTL:sta tieto, että kyseinen taimen oli istutettu Oulujokeen Montan alakanavaan 29.4.2003. Syksyllä 2001 tehdyssä sähkökalastuksessa alueelta saatiin 13 kivenuoliaista, kolme madetta ja yksi hauki (Savolainen 2001).



Kuva 7. Ketolanojaan noussut Carlin-merkillä merkitty taimen.

## **Myllyoja**

Myllyojan ylimmällä tutkimusalueella MY1 koekalastettiin noin 80 m<sup>2</sup> laajuinen alue. Alueella on kivisiä koskipaikkoja, syviä monttuja ja jonkin verran hietapohjaa. Saaliiksi saatiin yksi todennäköisesti Oulujoesta noussut taimen, jolla oli pituutta 25 senttiä.

Tutkimusalue MY2:lla oli vaihtelevan syvyisiä alueita, joissa vuorottelivat kivi- ja hietapohjat. Alueella koekalastettiin noin 80 m<sup>2</sup> alue. Saalis oli suurelta osin seipiä, pituudeltaan 15-25 senttiä. Lisäksi saatiin yksi kivenuoliainen, yksi pieni 10 sentin mittainen harjus sekä yksi edellisen kevään taimenistukas, jolla oli mittaa 6 senttiä. Alueen yläosassa oleva korkea siltarumpu muodostaa vaellusesteen ainakin särkikaloille, mikä selittää niiden täydellisen puuttumisen ylemmältä tutkimusalueelta MY1.

Alimmalla tutkimusalueella MY3 kalastettu alue oli laajuudeltaan noin 100 m<sup>2</sup>. Alue on suurelta osin koskimaista kivikkoa, jossa suojapaikoista ei ole puutetta. Jalokaloja ei kuitenkaan havaittu, vaan saalis muodostui seipistä, kivenuoliaisesta sekä kivisimpusta.

## **Junninoja**

Junninojan ylimmällä tutkimusalueella J1 sähkökalastettiin noin 60 m<sup>2</sup> laajuinen alue. Pohja oli enimmäkseen kivistä hietaa ja syvyys vaihteli 5-40 sentin välillä. Saaliiksi saatiin kaksi noin 15 sentin mittaista seipiä. Lisäksi kaksi seipiä karkasi. Saaliin määrään saattoi vaikuttaa tutkimusalueen sijainti, joka oli ojan yläosalla.

Suurin osa keskimmäisestä Junninojan sivupurossa sijainneesta tutkimusalueesta J2:sta oli kapeaa kivistä koskea. Aluetta kalastettiin noin 60 m<sup>2</sup> laajuudelta, mutta yhtään kalahavaintoa ei tehty. Vuoden 2001 sähkökalastuksissa ei alueelta saatu saalista (Savolainen 2001), joten on oletettavaa että kalat eivät jostain syystä pääse nousemaan kyseisille alueille. Syynä voivat olla siltarummut, jotka useissa kohdin näyttävät olevan hyvin korkealla.

Alimmaisella tutkimusalueella J3:lla on paljon kaloille sopivaa habitaattia. Syviä monttuja ja suuria kiviä isompien kalojen suojapaikoiksi sekä matalaa kivistä koskea pienemmille kaloille. Alueella kalastettiin noin 300 m<sup>2</sup> laajuinen alue. Saalis oli kalastetun alueen laatuun ja laajuuteen nähden vaatimaton; yksi 15 sentin mittainen seipi ja yksi 20 sentin mittainen taimen. Saaliin vähyyteen saattoi vaikuttaa koekalastuksen ajankohta, jolloin kalojen kiivain nousuaika oli ilmeisesti jo ohitettu ja ainakin osa kaloista noussut ylemmille alueille.

## Sanginjoki

Sanginjoen tutkimuspiste S1 Häkinkoskessa, oli vielä koekalastettaessa hieman tulvassa. Vaikka suhteellisen matala ja kivikkoinen koski pystyttiin sähkökalastamaan suhteellisen kovasta virtauksesta huolimatta, saattoi normaalia kovempi virtaus vaikuttaa heikentävästi saaliiseen. Koskessa oli tästä huolimatta suhteellisen paljon kalaa, vaikka jalokaloja ei tavoitettukaan. Saalis koostui pienistä kivisimpuista ja särjistä. Lisäksi saatiin yksi noin 20 sentin mittainen ahven.

### 5.2. Mädin säilyvyys

Taulukko 3. Mädin selviytymistulokset puroittain. Rasian sisältämän hiekan ym. aineksen määrä on arvioitu seuraavasti: 0= ei yhtään, 1= hieman, 2= kohtalaisesti, 3= runsaasti ainesta.

Tutkimuspiste	Mädistä elossa %	Hiekkaa ym. ainesta	Muut havainnot
Junninoja 1	0	0	Pohja jäässä
Junninoja 2	0	3	Pohja jäässä
Junninoja 3	0	1	Pohja jäässä
Myllyoja 1	30	2	
Myllyoja 2	20	2	
Myllyoja 3	0	3	Pohja jäässä
Ketolanoja 1	0	3	Pohja jäässä
Ketolanoja 2	0	3	Pohja jäässä
Ketolanoja 3	0	3	Pohja jäässä
Tuohinonoja 1	0	1	
Tuohinonoja 2	0	2	
Tuohinonoja 3	0	2	
Poikajoki 1	0	0	Pohja jäässä
Poikajoki 2	0	0	Pohja jäässä
Poikajoki 3	45	1	
Muhosjoki 1	56	0	
Muhosjoki 2	65	1	
Muhosjoki 3	66	2	
Sanginjoki	62	0	

Mätirasioiden paikkoja valittaessa kiinnitettiin huomioita niiden soveltuvuuteen lohikalajien kutualueeksi. Virtaavaa vettä tuli olla riittävästi ja pohjan tuli olla riittävän kovaa. Rasiat sijoitettiin ojissa mahdollisimman syviin ja virtaaviin kohtiin, jotta saataisiin hyvä kokonaiskuva veden riittävydestä läpi talven.

## Muhosjoki

Liimanninkoskessa, alueella M1, talvehtineet mätirasiat nostettiin ylös 29.4.2003. Mätimunista oli elossa rasioittain 11/20, 14/20, 5/20 ja 15/20. Säilyvyysprosentti oli 56, mitä voidaan pitää hyvänä tuloksena. Vettä riitti koskessa hyvin läpi talven, eikä rasioissa havaittu orgaanista ainesta eikä hiekkaa. Jokaisessa rasiassa oli muutamia koskikorenon toukkia sekä katkoja.

Mustankosken rasiat alueella M2 nostettiin ylös 22.4.2003. Mätimunista oli elossa 14/20, 11/20, 14/20 ja 13/20. Säilyvyysprosentti oli 65, joten tulosta voidaan pitää erittäin hyvänä. Kaikissa rasioissa havaittiin koskikorenon toukkia sekä katkoja. Vettä riitti koskessa läpi talven ja yhdessä rasiassa oli runsaasti virran mukanaan tuomaa hiekkaa, mikä ei ollut kuitenkaan suuresti vaikuttanut mätimunien säilyvyyteen.

Huikonkoskella alueella M3 rasiat nostettiin ylös 22.4.2003. Mätimunista oli elossa 11/20, 12/20, 15/20 ja 15/20. Tulos oli erittäin hyvä säilyvyysprosentin ollessa 66. Rasiat olivat ulkopinnaltaan vihertävän liejun peitossa ja niissä oli kohtalaisesti hiekkaa sisällä. Vettä riitti koskessa läpi talven ja kaikkien rasioiden sisältä löytyi koskikorenon toukkia sekä katkoja.

## Poikajoki

P1 alueella havaittiin 19.2.2003, että vaikka rasioiden kohdalla oli sulaa vettä, niin pohjaa peitti noin viiden sentin paksuinen jääkerros. Rasiat olivat jään sisässä eikä niitä saatu ylös kun vasta 29.4.2003. Kaikki mätimunat olivat kuolleet todennäköisesti juuri jäätyneen pohjan vuoksi. Rasioissa ei havaittu orgaanista ainesta, hiekkaa eikä pohjaeläimiä. Vaikka vettä virtaa joessa läpi talven, jäähtyy se todennäköisesti kylmän ilman vaikutuksesta matalammissa koskipaikossa niin paljon, että pohjaan muodostuu jääkerros.

P2 alueella kävi samalla lailla kuin P1:llä ja rasiat saatiin ylös 29.4.2003. Rasiat olivat kosken reunassa olleen suuren lohkarren takana olevassa syvässä montussa, mutta siitä huolimatta pohjaan oli muodostunut noin viiden sentin vahvuinen jääkerros. Mäti oli tuhoutunut 100 %:sesti. Rasioissa ei ollut hiekkaa, mutta muutamia surviaissääsken toukkia havaittiin.

P3 alueen rasiat nostettiin ylös 29.4.2003. Rasiat sijaitsivat hitaassa virrassa hiekkapohjalla noin metrin syvyydessä. Mädistä oli elossa rasioittain 6/20, 14/20, 3/20 ja 13/20. Säilyvyysprosenttia 45 voidaan pitää suhteellisen hyvänä tuloksena. Rasioissa oli jonkin verran liejua sekä katkoja. Vettä riittää alueella läpi talven eikä pohja pääse jäätymään kuten ylempillä koskipaikoilla.

## Tuohinonoja

Ylimmältä alueelta T1:ltä rasiat nostettiin 22.4.2003. Rasiat sijaitsivat syvässä virtapaikassa ja olivat nostettaessa voimakkaasti raudan värjäämiä. Rasioissa oli hieman hienojakoista hiekkaa ja mäti oli tuhoutunut 100 %:sesti. Vettä alueella riitti läpi talven.

T2 alueen rasiat nostettiin ylös 22.4.2003. Rasiat olivat pienen kosken alapuolella olevassa montussa. Mäti oli tuhoutunut täydellisesti. Rasioissa oli runsaasti rautapitoista liejua sekä hienojakoista hiekkaa. Vettä alueella riitti läpi talven, eikä pohjan jäätymistä havaittu.

T3 alue pysyi suurelta osin sulana koko talven. Tämän mahdollistivat ilmeisesti ojan alueella sijaitsevien useiden lähteiden pohjavedet. Rasiat sijaitsivat hiekkapohjalla kohtalaisen syvässä ja virtaavassa paikassa. Yksi kontrollirasia haettiin pois 19.2.2003, jolloin todettiin vedessä olevan runsaasti raudan väristä kiintoainetta. Kontrollirasian mätijyvät olivat kuolleita. Loput rasiat nostettiin 22.4.2003, jolloin todettiin mädin tuhoutuneen 100 %:sesti. Rasiat olivat voimakkaasti raudan värjäämät ja rasioissa oli runsaasti hienojakoista hiekkaa.

## Ketolanoja

Ylimmän tutkimusalueen K1:n rasiat saatiin nostettua ylös 7.5.2003. Rasiat sijaitsivat pienen kosken alapuolella kivipohjalla. Ojassa oli todella paksu jääkansi, joka ulottui pohjaan saakka. Mätimunat olivat tuhoutuneet täydellisesti todennäköisesti veden loppumisen aiheuttaman pohjan jäätyksen seurauksena. Rasioissa oli runsaasti liejua.

K2 alueelta rasiat saatiin paksun jääkannen takia ylös vasta 5.6.2003. Rasiat olivat syvässä hiekkapohjaisessa paikassa. Mäti oli kuollut 100 %:sesti ja rasioissa oli runsaasti liejua. Syynä mädin tuhoutumiseen oli todennäköisesti veden loppuminen talvella.

K3 alueeltakin rasiat saatiin ylös vasta 5.6.2003. Alueella tutkittiin jään paksuutta 19.2.2003, jolloin todettiin jäätä olevan yli 120 senttiä. Vettä ei jään alla havaittu virtaavan. Alueella on todennäköisesti käynyt niin, että ojan jäädyttyä pohjaa myöten umpeen, ovat lauhojen jaksojen sulamisvedet virranneet ojassa olevan jään päällä. Ilman jäähdyttyä vesi on jäänyt olemassa olevan jään päälle ja tämän toistuessa on ojaan muodostunut hiljalleen erittäin paksu jääkansi. Rasioissa oleva mäti oli kuollut ja niissä oli runsaasti liejua ja hiekkaa.

## Myllyoja

Myllyojan alueelta MY1 rasiat nostettiin ylös 29.4.2003. Rasiat sijaitsivat kapeassa koskipaikassa olevassa montussa. Mätijyviä oli elossa rasioittain 3/20, 5/20 ja 10/20. Yksi rasioista oli rikkoutunut talven aikana, joten se täytyi jättää huomioimatta tuloksissa. Säilyvyysprosentiksi tuli 30, mitä voidaan pitää

kohtalaisena tuloksena. Rasiat olivat raudan värjäämiä ja niissä oli paljon rautapitoista hiekkaa (kuva 8). Vaikka vesi talven aikana meneekin ojassa vähiin, ilmeisesti lähteistä tihevä pohjavesi pitää mädin osittain hengissä ainakin joillain alueilla.

MY2 alueella rasiat olivat talven syvässä hiekkapohjaisessa tierummun alapuolella olevassa kuopassa. Rasiat nostettiin kuiville 29.4.2003. Eläviä mätijyviä oli rasioissa 9/20 ja 7/20. Kahdessa rasiassa mäti oli tuhoutunut. Selviytymisprosentiksi tuli 20, eli tulos oli kohtalainen. Ilmeisesti pohjavesivirrat pitivät MY1 alueen tavoin osan mädistä elossa. Kuitenkin vähävetisissä ojissa pohjavesivirtaukset osuvat ilmeisen pienille alueille ja on äärimmäisen tärkeää, että mätimunat sijaitsevat juuri virtauksen vaikutusalueella. Todennäköisesti tästä johtuen kahden rasian mäti tuhoutui täydellisesti vaikka rasiat sijaitsivat aivan vierekkäin pohjassa. Rasioissa oli runsaasti hiekkaa ja muutamia pieniä pohjaeläimiä.

Alimman MY3 alueen rasiat sijaitsivat kivipohjalla kapealla koskialueella olevassa montussa. Alueella tehtiin jäämittauksia 19.2.2003 ja todettiin jäätä olevan 110 senttiä. Jään ja pohjan välissä oli tuolloin vajaan 5 sentin vahvuinen vesikerros. Vesi loppui alueella kuitenkin lähes kokonaan talven aikana ja rasiat jäivät kuiville. Mäti oli tuhoutunut täydellisesti ja rasioissa oli runsaasti rautapitoista hiekkaa. Alueen huomattavan paksu jääkerros on syntynyt todennäköisesti samalla tavalla kuin Ketolanojan alueilla.



Kuva 8. Myllyojan MY1 alueen rasioissa oli runsaasti hiekkaa .

## Junninoja

Junninojan alueen J1 rasiat sijaitsivat siltarummun alapuolella olevassa hiekkapohjaisessa syvässä montussa. Rasiat nostettiin ylös 29.4.2003. Mätimunat olivat tuhoutuneet täydellisesti ja eikä rasioissa ollut orgaanista ainesta eikä hiekkaa. Mätijyvät olivat kuolleet todennäköisesti veden loppumisesta johtuneeseen kuiville jääntiin.

J2 alueellakin rasiat oli sijoitettu talveksi mahdollisimman syvään paikkaan pienen kosken alla olevaan syvään monttuun. Mätirasiat nostettiin ylös 29.4.2003, jolloin mädin voitiin todeta kuolleen. Rasioissa oli runsaasti rautapitoista hiekkaa. Mäti oli kuollut todennäköisesti veden loppumiseen talvella.

Alimman J3 alueen rasiat talvehtivat leveän kosken alapuolisessa hiekkapohjaisessa kuopassa. Talven aikana vesi meni ojassa niin vähin, että kosken alaosa jäätty pohjaa myöten ja rasiat jäivät jään sisään. Sulamisvedet sitten kasvattivat hiljalleen jääkerrosta Ketolanojan ja Myllyojan alaosan tavoin (kuva 9). Litkat saatiin ylös vasta 5.6.2003. Mäti oli kuollut täydellisesti ja rasioissa oli hieman hiekkaa.



Kuva 9. Junninojan alaosa (J3) toukokuussa 2003. Vesi virtaa pohjassa makaavan paksun jääkerroksen päällä.



## Sanginjoki

Sanginjoen alueen S1 rasiat oli sijoitettu hiekkapohjaiseen Häkinkosken alapuolella olevaan syvänteeseen. Rasiat nostettiin ylös 17.4.2003, jolloin sulaminen maastossa oli jo alkanut. Mädin säilyvyysprosentti 62 oli erittäin hyvä. Rasioittain mätiä oli elossa 12/20, 16/20, 14/20 ja 8/20. Kaikissa rasioissa oli koskikorenon toukkia, eikä niissä havaittu orgaanista ainesta eikä hiekkää. Sanginjoessa vettä riitti hyvin läpi kuivankin talven.

### 5.3. Vedenlaatu tutkimusjaksolla

Tässä tutkimuksessa mukana olevien purojen ja jokien soveltuvuutta mädin ja kalanpoikasten elinalueiksi on tarkasteltu myös veden kemiallisen laadun perusteella. Seuraavassa esitetään lyhyt yhteenveto tärkeimpien vedenlaatutekijöiden vaikutuksista ja laadullisista raja-arvoista, jotka ylittyessään alkavat vaikuttaa kalojen elintoimintoihin ja –mahdollisuuksiin.

Veden happipitoisuus:

Kolin (1984) mukaan sisävesikalat voidaan jakaa hapen tarpeensa mukaan neljään ryhmään. Herkimmät lajit, joita ovat mm. taimen, lohi, siika, muikku, mutu, kivenuoliainen ja kivisimppu, alkavat kärsiä, jos pitoisuus laskee alle 7 mg/l, ja niiden alimpana menestymisrajana pidetään 3,5 – 4 mg/l. Kestävimmät lajit, kuten lahna, karppi, suutari, pasuri, ja ruutana, sietävät hyvinkin pieniä pitoisuuksia, jopa 1,2 – 0,6 mg/l. Mädin hapentarve kasvaa mädin kehittyessä ollen suurimmillaan juuri ennen kuoriutumista. Kalanviljelyssä mädin haudontaveden happipitoisuuden alarajaksi on esitetty 5 mg/l (Kilpinen 1988).

Happamuus eli pH:

Kaloille suotuisan veden pH-arvon tulisi olla yli 5,5 ja alle 9 (Väisänen ym. 2001). pH:n laskiessa liiaksi häiriintyy kalojen ionitasapaino samalla, kun kidusten limaneritys lisääntyy vaikeuttaen hengitystä. Tuolloin kalat stressaantuvat ja niiden kasvu heikkenee. Raskin ja Tuunaisen (1990) mukaan veden happamoituminen saattaa heikentää myös kalojen lisääntymistä. Kalojen kyky sopeutua happamaan veteen saa aikaan sen, että nopeat happamuuden muutokset, kuten kevään valumavedet, ovat usein kaloille tuhoisampia kuin vähittäinen pH:n muutos.

Metallit:

Metallien myrkyllisyys kaloille selittyy niiden pinta-aktiivisuudella eli esiintyessään vapaina kationeina metallit sitoutuvat hengitysepiteeliin, jossa ne voivat vahingoittaa epiteeliä ja sen normaalia toimintaa (McDonald ym. 1989). Rauta esiintyy happamassa ja vähähappisessa vedessä vapaana kaksiarvoisena ferrorautana, jonka tiedetään olevan kaloille erityisen haitallista. Kolmearvoinen hapettunut rauta taas sakkautuu kalojen mätimunien ja kidusten pintaan, jolloin hengityskaasujen vaihto vaikeutuu. Toisaalta humuspitoisessa vedessä orgaaniset humusaineet sitovat metalleja itseensä, ja voivat siten hieman lieventää esim. raudan haitallisia vaikutuksia.

Vuorinen ym. (1995) havaitsivat raudalla ja alumiinilla tekemiensä laboratoriokokeiden perusteella, että humuksettomassa happamassa vedessä rautapitoisuus 2 mg/l oli akuutistikin tappavan myrkyllistä sekä taimenen että harjuksen kesänvanhoille poikasille. Humuksen lisääminen veteen lievensi myrkyllisyyttä selvästi. Eri kalalajeilla tekemiensä kokeiden perusteella he totesivat myös, että ruskuaispussivaiheessa harjukset olivat herkempiä kuin taimenet, mutta kesänvanhoilla poikasilla tilanne oli päinvastainen.

Seuraavassa esitetään vedenlaatuanalyysien tulokset kultakin tutkimuspuroilta.

## Muhosjoki

Taulukko 4. Muhosjoen vedenlaatuanalyysien tulokset

<b>Muhosjoki 1</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	1,7	0,6	3,2	14,0
Happi, liukoinen mg/l	13,0	12,6	12,2	9,3
Hapen kyllästysaste kyll.%	93	88	91	90
Sähkönjohtavuus µS	90	92	60	85
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,823	0,754	0,251	0,592
pH	7,1	7,1	6,9	7,2
Rauta, Fe µg/l	2700	3000	3500	3900
Kiintoaine, GF/C mg/l	3,8	5,0	13	3,9
<b>Muhosjoki 3</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	2,0	0,4	2,7	14,4
Happi, liukoinen mg/l	10,3	11,4	11,1	9,2
Hapen kyllästysaste kyll.%	74	79	82	90
Sähkönjohtavuus µS	106	98	60	90
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,663	0,604	0,220	0,567
pH	6,7	6,8	6,5	7,2
Rauta, Fe µg/l	1700	2200	7200	3600
Kiintoaine, GF/C mg/l	1,9	3,3	44	4,2
<b>Muhosjoki 4</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,9	0,4	2,8	14,1
Happi, liukoinen mg/l	10,9	12,7	11,5	9,6
Hapen kyllästysaste kyll.%	76	88	85	94
Sähkönjohtavuus µS	106	102	60	80
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,677	0,610	0,242	0,517
pH	6,8	6,9	6,7	7,3
Rauta, Fe µg/l	1600	2300	6400	3900
Kiintoaine, GF/C mg/l	2,2	3,8	42	4,2

Muhosjoen veden happipitoisuus on kaikilla havaintokerroilla ollut herkille kalalajeille riittävällä tasolla eli alimmillaankin pitoisuus on ollut 9,2 mg/l. Rautaa vedessä on ollut vain vähän lukuun ottamatta tulva-aikaa, jolloin pitoisuudet ovat lyhytaikaisesti voineet kohota tasolle 6 400 – 7 200 µg/l.

Samanaikaisesti kiintoaineen määrä on myös kasvanut, joten voidaan olettaa, että rauta on ollut sitoutuneessa eli kaloille haitattomammassa muodossa.

Veden pH ja alkaliniteettiä ovat olleet kalojen kannalta normaalilla tasolla kaikilla havaintokerroilla.

## Poikajoki

Taulukko 5. Poikajoen vedenlaatuanalyysien tulokset

<b>Poikajoki 1</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	1,4	0,4	2,4	14,4
Happi, liukoinen mg/l	11,2	13,2	11,8	9,5
Hapen kyllästysaste kyll.%	80	91	86	93
Sähkönjohtavuus µS	95	112	55	75
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,893	0,904	0,200	0,582
pH	6,8	7,1	6,5	7,3
Rauta, Fe µg/l	2700	3500	4300	3400
Kiintoaine, GF/C mg/l	3,3	3,8	28	3,3
<b>Poikajoki 3</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	1,2		2,7	14,6
Happi, liukoinen mg/l	12,2		12,3	9,6
Hapen kyllästysaste kyll.%	86		90	94
Sähkönjohtavuus µS	120		57	80
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,894		0,200	0,573
pH	7,0		6,6	7,4
Rauta, Fe µg/l	2400		4200	3300
Kiintoaine, GF/C mg/l	2,9		29	2,9

Veden happipitoisuus on Poikajoessa ollut erinomainen kaikilla havaintokerroilla (yli 9,5 mg/l). Rautapitoisuus on lievästi kohonnut tulva-aikana, mutta tuskin siinä määrin, että kaloille olisi aiheutunut haittaa.

Veden pH on ollut normaali, yli 6,5 kaikilla havaintokerroilla, ja puskurikyky alkaliniteettina mitattuna ei ole laskenut niin alas, että happamuuden sietokyky olisi ollut vaarassa hävitä. Myöskään sähkönjohtavuudessa ja kiintoainepitoisuudessa ei ole havaittavissa epätavallisen suuria arvoja tai pitoisuuksia.

## Tuohinonoja

Taulukko 6. Tuohinonojan vedenlaatuanalyysien tulokset.

<b>Tuohinonoja 1</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	2,0		2,9	12,4
Happi, liukoinen mg/l	10,0		10,3	8,6
Hapen kyllästysaste kyll.%	72		76	81
Sähkönjohtavuus µS	200		75	120
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	1,105		0,086	0,692
pH	6,8		5,8	7,2
Rauta, Fe µg/l	3700		8500	7200
Kiintoaine, GF/C mg/l	6,1		130	10
<b>Tuohinonoja 3</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	1,3	2,3	2,8	12,5
Happi, liukoinen mg/l	11,1	12,1	11,0	9,1
Hapen kyllästysaste kyll.%	79	88	82	85
Sähkönjohtavuus µS	202	205	90	125
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	1,132	1,182	0,085	0,705
pH	7,0	7,1	5,9	7,2
Rauta, Fe µg/l	2700	3300	9200	6700
Kiintoaine, GF/C mg/l	4,7	4,4	160	7,5

Tuohinonojassa veden happipitoisuus on ollut kaloille ja mädille riittävä kaikilla havaintokerroilla. Veden rautapitoisuudet ovat olleet korkeita useimpina kertoina, ja juuri Tuohinonojalla mitattiin tämän tutkimuksen korkeimmat rautapitoisuudet, 8500 ja 9200 µg/l. Keväällä suuri osa raudasta on ollut todennäköisesti humukseen sitoutuneena, mutta muina aikoina todennäköisesti kaloille haitallisemmassa, sitoutumattomassa muodossa.

Veden puskurikyky ja pH eivät ole millään havaintokerralla olleet niin alhaalla, että kaloille vaarallinen taso olisi alkanut lähestyä. Korkeat sähkönjohtavuusarvot useilla havaintokerroilla ilmentävät sitä, että vedessä on ollut normaalia enemmän sähkönjohtavuutta lisääviä partikkeleita, esim. ravinteita taikka metalleja.

## Ketolanoja

Taulukko 7. Ketolanojan vedenlaatuanalyysien tulokset

<b>Ketolanoja 1</b>			
Aika	13.11.2002	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,6	3,2	16,8
Happi, liukoinen mg/l	2,2	10,0	6,2
Hapen kyllästysaste kyll.%	15	75	64
Sähkönjohtavuus µS	245	40	125
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	1,720	0,088	0,690
pH	6,7	5,9	6,7
Rauta, Fe µg/l	5300	4900	2700
Kiintoaine, GF/C mg/l	6,9	74	3,8
<b>Ketolanoja 3</b>			
Aika	13.11.2002	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,6	3,5	15,7
Happi, liukoinen mg/l	6,7	10,7	9,6
Hapen kyllästysaste kyll.%	47	81	97
Sähkönjohtavuus µS	250	45	125
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	1,739	0,092	0,738
pH	6,8	6,0	7,3
Rauta, Fe µg/l	4400	4900	2700
Kiintoaine, GF/C mg/l	6,3	64	3,4

Marraskuussa 2002 Ketolanojan vesi on ollut puron ylimmällä havaintopaikalla K1 hyvin vähähappista (2,2 mg/l, 15 kyll.%) eli selvästi kalojen ja mädin selviytymisrajan alapuolella. Alimmalla havaintopaikalla K3 happitilanne oli hieman parempi. Korkeimmat rautapitoisuudet ja sähkönjohtavuusarvot havaitaan myös marraskuussa eli hapen vähentyessä veteen on liennut rautaa siinä määrin, että kaloille haitallinen taso on luultavasti ylittynyt.

Veden happamuus sekä puskurikyky ovat kaikilla näytteenottokerroilla olleet suhteellisen normaalilla tasolla.

## Myllyoja

Taulukko 8. Myllyojan vedenlaatuanalyysien tulokset

<b>Myllyoja 1</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,8		2,7	12,6
Happi, liukoinen mg/l	10,7		11,6	9,2
Hapen kyllästysaste kyll.%	75		85	86
Sähkönjohtavuus µS	177		42	100
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,929		0,067	0,584
pH	7,0		6,0	7,1
Rauta, Fe µg/l	2700		2700	3500
Kiintoaine, GF/C mg/l	4,8		32	5,5
<b>Myllyoja 3</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,5	0,2	2,7	13,0
Happi, liukoinen mg/l	8,5	11,1	11,5	9,5
Hapen kyllästysaste kyll.%	59	76	85	90
Sähkönjohtavuus µS	150	164	55	85
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,967	0,913	0,082	0,531
pH	6,7	6,7	6,0	7,2
Rauta, Fe µg/l	2000	1400	4400	3100
Kiintoaine, GF/C mg/l	2,9	11	88	5,0

Myllyojassa vedessä olevan hapen määrä on ollut kaikkina näytteenotokertoina kaloille riittävällä tasolla. Rautapitoisuus on tulva-aikana kohonnut hieman, mutta samanaikaisesti kohonneet kiintoainepitoisuudet viittaavat siihen, että rauta olisi ollut humukseen sitoutuneena eli kaloille haitattomammassa muodossa.

Veden pH on kaikilla havaintokerroilla ollut yli 6:n. Puskurikykyä ilmentävä alkaliniteettiarvo on keväällä hieman alentunut, mutta ei siinä määrin, että happamuudensietokyky olisi täysin kadonnut.

## Junninoja

Taulukko 9. Junninojan vedenlaatuanalyysien tulokset

<b>Junninoja 1</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,3		3,0	13,5
Happi, liukoinen mg/l	7,2		11,8	8,5
Hapen kyllästysaste kyll.%	50		87	81
Sähkönjohtavuus µS	95		25	40
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,465		0,044	0,225
pH	6,3		6,1	6,5
Rauta, Fe µg/l	4600		1400	2100
Kiintoaine, GF/C mg/l	25		6,5	3,1
<b>Junninoja 3</b>				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,6	0,1	1,7	13,3
Happi, liukoinen mg/l	9,9	11,8	11,2	9,6
Hapen kyllästysaste kyll.%	69	81	80	92
Sähkönjohtavuus µS	280	215	60	80
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	1,748	0,183	0,039	0,449
pH	7,1	6,8	5,6	7,2
Rauta, Fe µg/l	2000	3000	3500	2500
Kiintoaine, GF/C mg/l	7,9	9,5	65	3,0

Junninojan happipitoisuudet ovat olleet jokaisella näytteenottokerralla kalojen kannalta erinomaisella tasolla. Rautapitoisuus on kohonnut tavanomaista korkeammalle tasolle vain yhdellä näytteenottokerralla eli marraskuussa 2002. Koska kiintoainepitoisuus on tuolloin ollut suhteellisen alhainen, voidaan olettaa, että rauta ei ole juurikaan ollut esim. humukseen sitoutuneessa (kaloille haitattomammassa) muodossa.

Veden puskurikyky alkaliniteettiarvojen perusteella on keväällä alentunut voimakkaasti aina tasolle 0,039 – 0,044 saakka, mikä antaa viitteitä veden happamuuteen liittyvistä ongelmista. Happamuus veden pH-arvona mitattuna on ollut kaloille riittävällä tasolla kaikilla näytteenottokerroilla. Huhtikuussa Junninojassa tehtiin epävirallisia pH-mittauksia käsikäyttöisellä mittarilla, jolloin saatiin seuraavat tulokset: 16.huhtikuuta pH 5,8, 21.huhtikuuta pH 4,0 ja 27.huhtikuuta pH 6,3. Tämän perusteella veden pH on tulvan alkaessa ollut kalojen kannalta lyhyen aikaa haitallisen alhaisella tasolla.

## Sanginjoki

Taulukko 10. Sanginjoen vedenlaatuanalyysien tulokset

Sanginjoki				
Aika	13.11.2002	20.3.2003	7.5.2003	25.6.2003
Näytteen lämpötila °C	0,4	0,6	3,0	18,0
Happi, liukoinen mg/l	12,1	12,6	10,8	8,1
Hapen kyllästysaste kyl.%	84	87	80	85
Sähkönjohtavuus µS	65	68	30	35
Alkaliniteetti;Gran mmol/l	0,264	0,297	0,020	0,088
pH	6,6	6,7	5,3	6,3
Rauta, Fe µg/l	2600	4300	2100	3000
Kiintoaine, GF/C mg/l	2,1	3,2	5,5	6,4

Happea on Sanginjoessa ollut kalojen kannalta riittävästi eli määrä on vaihdellut välillä 8,1 – 12,6 mg/l. Rautapitoisuus oli suurimmillaan maaliskuun havaintokerralla eli 4 300 µg/l, ja alhainen kiintoainepitoisuus tuona aikana viittaisi siihen, että vain vähäinen osa raudasta on ollut sitoutuneena esim. humukseen.

Veden alkaliniteetti-arvo on toukokuun havaintokerralla ollut niin pieni, 0,020 mmol/l, että puskurikyky happamuutta vastaan on luultavasti tulvan aikana täysin hävinnyt. Veden pH on toukokuun havaintokerralla ollut 5,3, ja todennäköisesti tätäkin pienempiä arvoja on kevään aikana esiintynyt. Jatkossa Sanginjoen veden pH-arvoja tulisikin seurata esim. jatkuvatoimisella mittarilla, jotta saataisiin riittävä selkeä käsitys tilanteen kehittymisestä tulvan aikana.

### 5.4. Alivirtaamat

Taulukko 11. Virtaamamittausten tulokset sekä valuma-alueet puroittain.

Tutkimuspiste	Virtaama l/s	Val-al. pinta-ala km <sup>2</sup>
Junnioja 1	2	20,0
Junnioja 3	16	
Myllyoja 1	9	17,8
Myllyoja 3	9	
Ketolanoja 1	21	9,9
Ketolanoja 3	24	
Tuohinonoja 1	67	30,7
Tuohinonoja 3	68	
Poikajoki 1	255	147,2
Poikajoki 3	250	
Muhosjoki 1	975	537,4
Muhosjoki 3	826	
Muhosjoki 4	850	
Sanginjoki	899	399,9



## Muhosjoki

Muhosjoen virtaamat eri tutkimusalueilla eivät suuresti vaihdelleet vaan olivat noin  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  luokkaa. Muhosjoen virtaamia ei juurikaan ole aiemmin tutkittu, mutta Hellsten (1995) oli suorittanut muutamia mittauksia Muhosjoella vuonna 1993. Mittaus oli tapahtunut joen alaosalla olevan Hyrkkään sillan kohdalla. Kesäkuussa tapahtuneen mittauksen tulos oli ollut  $5,43 \text{ m}^3/\text{s}$ , joten vaikka tuloksessa onkin jo mukana Poikajoen vedet toisin kuin tässä mittauksessa, on Muhosjoen vesitilanne kesäkuussa 2003 ollut huomattavasti heikompi kuin vuonna 1993. Osin tätä selittää se, että talvi 1992-1993 oli runsasluminen ja lumen vesiarvot korkeita. Näin ollen noin  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  kesävirtaama Muhosjoella on todennäköisesti lähellä normaalin märän vuoden virtaamaa. Alivirtaamat eivät Muhosjoella aiheuta ongelmia kaloille ja niiden lisääntymiselle, ja vettä riittää hyvin kuivanakin talvena.

## Poikajoki

Poikajoella kesäkuussa 2003 mitattu virtaama oli noin  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  luokkaa. Hellstenin (1995) mittauksissa oli kesäkuussa vuonna 1993 mitattu Poikajoen suulta  $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$  virtaamia. Tässäkin tapauksessa eron selittää kahden erilaisen, kuivan ja märän, vesivuoden ero. Tämän perusteella on todennäköistä, että ns. normaalina vesivuotena Poikajoen alivirtaama riittää pitämään kalat ja niiden mädin hengissä läpi talven. Kulunut talvi oli poikkeuksellisen vähävetinen ja koskipaikkojen jäätyminen sekä mädin osittainen tuhoutuminen johtui juuri siitä.

## Tuohinonoja

Tuohinonojan kesäkuiseksi virtaamaksi mitattiin vuonna 2003 noin 68 l/s. Kesän keskialivirtaaman on arvioitu olevan noin 100 l/s ja talven keskialivirtaaman noin 45 l/s luokkaa (Savolainen 2001). Edellä mainitun perusteella voidaan olettaa arvioitujen virtaamien vastaavan aika hyvin todellista tilannetta. Tuohinonojan alivirtaama riittää hyvin pitämään kalat ja niiden mädin hengissä läpi vähävetisenkin talven. Valuma-alueella on paljon lähteitä, joiden vedet pitävät talvellakin ojan vesimäärän suhteellisen suurena. Tuohinonojan ongelmana onkin näin ollen enemmän veden laatu kuin sen riittävyys.

## Ketolanoja

Kesän 2003 virtaamamittauksissa mitattiin Ketolanojan virtaamaksi noin 24 l/s. Kesän keskialivirtaaman on arvioitu olevan noin 35 l/s ja talven keskialivirtaaman noin 15 l/s luokkaa (Savolainen 2001). Lukujen perusteella voidaan olettaa arvioitujen virtaamien olevan hyvin lähellä todellisuutta. Todennäköisesti Ketolanojan talviset alivirtaamat ovat edellä mainitun perusteella niin pieniä ns. normaalinkin talvena, että on hyvin

epätodennäköistä, että vesimäärä riittää pitämään kalat ja niiden mädin elossa.

### **Myllyoja**

Myllyojan virtaamaksi mitattiin kesäkuussa 2003 noin 9 l/s. Kesän keskialivirtaaman on arvioitu olevan noin 60 l/s ja talven keskialivirtaaman noin 30 l/s luokkaa (Savolainen 2001). Tämän perusteella voidaan todeta arvioitujen virtaamien olevan jonkin verran todellista virtaamaa suurempia. Näin ollen on todennäköistä, että normaalinakin talvena Myllyojan virtaama laskee hyvin pieneksi. Kuluneen talven perusteella voidaan sanoa, että ojan pohjalla olevat lähteet riittävät kuitenkin ainakin paikoin pitämään osan kalojen mädistä elossa läpi talven.

### **Junninoja**

Junninojassa mitattiin kesällä 2003 virtaamaa kahdella alueella J1 ja J3. J1:llä virtaamaksi saatiin noin 2 l/s ja alaosalla sijaitsevalla J3:lla noin 16 l/s. Kesän keskialivirtaaman on arvioitu olevan noin 70 l/s ja talven keskialivirtaaman noin 30 l/s luokkaa (Savolainen 2001). Lukujen perusteella voidaan olettaa arvioitujen virtaamien olevan jonkin verran todellista virtaamaa suurempia. Tämän perusteella on todennäköistä, että Junninojan virtaama laskee normaalivertaisenkin talvena niin pieneksi, että se ei kykene pitämään kaloja ja niiden mätiä hengissä läpi talvea. Ilmeisesti Junninojassa ei ole lähteitä ainakaan siinä määrin kuin esim. Myllyojassa, että ne paikoin pelastaisivat pohjaan haudatun mädin.

### **Sanginjoki**

Sanginjoen Häkinkosken virtaamaksi mitattiin kesällä 2003 noin 0,9 m<sup>3</sup>/s. Virtaama on hyvin lähellä Muhosjoen mitattuja virtaamia, mikä selittyy sillä, että Muhosjoen valuma-alueen koko ilman Poikajokea on lähes täsmälleen sama kuin Sanginjoen valuma-alueen. Oja oli vielä mittaushetkellä hieman tulvassa, joten kesän alivirtaama on jonkin verran mitattua pienempi. Sanginjoelta ei aikaisempia virtaamamittausten tuloksia löydetty, mutta on selvää, että Sanginjoen alivirtaamat eivät aiheuta ongelmia kaloille ja niiden mäditteille kuivanakaan talvena.

## 6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää Oulujokeen Montan voimalaitoksen alapuolella laskevien pienten purojen ja jokien soveltuvuutta kalojen ja etenkin taimenen elinympäristöksi. Tutkimusmenetelminä käytettiin virtaamien ja veden laadun analyysiä, mätisumputuksia, kalanpoikasten istutusta ja takaisinpyyntiä sähkökoekalastusmenetelmällä.

Purojen vertailua ja niiden kunnostustarpeen priorisointia varten tulosten pohjalta laadittiin pisteytys taulukossa 12 esitetyn mukaisesti. Kullekin joelle annettiin pisteitä eri vertailutekijöiden osalta, ja lopuksi sekä positiiviset että negatiiviset pisteet summattiin.

Taulukko 12. Kartoitettujen purojen vertailu tutkimustulosten perusteella. Asteikko: +/- vähäinen myönteinen tai kielteinen tulos, ++/-- kohtalainen myönteinen tai negatiivinen tulos, +++/-- huomattava myönteinen tai negatiivinen tulos kunnostusten toteuttamisen kannalta.

Vesistö	Virtaamat	Veden laatu	Mädin selviytyminen	Poikasten säilyminen	Yhteensä +/-
Junninoja	--	--	---	--	0 / 9
Tuohinonoja	++	--	---	--	2 / 7
Ketolanoja	---	---	---	--	0 / 11
Myllyoja	+	-	+	+	3 / 1
Muhosjoki	+++	++	+++	++	10 / 0
Poikajoki	++	++	++	+	7 / 0
Sanginjoki	+++	--	+++	-	6 / 3

**Muhosjoen** tulokset ovat kohtalaisen tai huomattavan myönteisiä kaikkien nyt tutkittujen vertailutekijöiden osalta. Veden määrä ja laatu joessa on riittävä kalanpoikasten menestymiselle, ja mäti säilyy joessa hyvin hautoutumisajan yli. Mädin säilymistuloksia voidaan pitää todella hyvinä kun niitä verrataan RKTL:n tekemiin mätirasiakokeisiin Kiiminkijoella. Siellä parhailla paikoilla on päästy noin 50 %:n kuolleisuuksiin (Mäki-Petäys, suull. 5/2003, julkaisematon aineisto). Vastakuoriutuneina istutettuja poikasia löydettiin koskialueilta vuoden kuluttua, joskaan määrää ei voida pitää kovin suurena, koska verrattaessa Muhosjoen poikastiheyksiä esimerkiksi Kiiminkijoen valuma-alueella havaittuihin tiheyksiin, voidaan todeta niiden olevan pääsääntöisesti pienempiä (Laine ym. 1996). Jatkossa kutusoraikkojen rakentaminen ja pienpoikasalueiden lisääminen voisivat olla suositeltavia kunnostustoimia Muhosjoella vaikka kyseisenlaisia alueita jonkin verran onkin. Myös vesistöalueelta tulevan kuormituksen määrää tulisi pyrkiä kontrolloimaan.

**Poikajoen** tulokset ovat kohtalaisen myönteisiä, joskin joen virtapaikoilla virtaamat olivat kuivan vesivuoden aikana osittain liian alhaisia mädin säilymisen kannalta. Veden laatu joessa on kuitenkin kohtalaisen hyvä, ja ainakin osa vastakuoriutuneena istutetuista taimenista kykenee selviytymään joessa istutusta seuraavan vuoden ajan. Suositeltavia kunnostustoimia voisivat olla kutusoraikkojen rakentaminen sekä pienpoikasalueiden

lisääminen varsinkin joen alajuoksulla. Koskien monimuotoisuutta voisi lisätä yksittäisillä suurilla kivillä sekä kaivetuilla montuilla.

**Tuohinonajan** osalta tutkimustulokset olivat kohtalaisen kielteisiä. Veden määrä oli kuivanakin talvena riittävä, mutta vedessä olevat ajoittain korkeat rautapitoisuudet ovat mädin ja pienpoikasten hengissä säilymistä voimakkaasti rajoittava tekijä. Tämän tutkimuksen yhteydessä mäti tuhoutuikin täysin, eikä istutettuja poikasia tavattu hengissä enää lainkaan vuoden kuluttua. Ojan valuma-alueella sijaitsee useita lähteitä, jotka takaavat veden riittämisen ojassa mutta rautapitoisen maaperän vuoksi veden laatu ei riitä pitämään mätiä eikä poikasia elossa. Ennen muita ojaan kohdistuvia kunnostustoimenpiteitä on suositeltavaa ensin selvittää mahdollisuudet ojan vedenlaadun parantamiseen valuma-alueella tapahtuvilla selvityksillä.

**Ketolanojan** tuloksia voidaan arvioida huomattavan kielteisiksi kalojen kannalta. Virtapaikat jäätyivät kuivana tutkimustalvena pohjaan saakka, ja vesi oli osan talvea lähes hapetonta yhdellä havaintopaikalla. Mäti ei selviytynyt hengissä talven yli eikä istutettuja taimenia löydetty takaisin pyynnin yhteydessä. Mahdollisia kunnostustoimenpiteitä voisivat olla lähinnä kutusoraikkojen lisääminen ja tierumpujen tarkastaminen vaellusteettömyyden turvaamiseksi. Ennen kunnostuksia on kuitenkin syytä selvittää mahdollisuudet talven kriittisten alivirtaamien nostoon ja veden riittävyden turvaamiseen.

**Myllyojan** osalta tutkimustuloksia voidaan luonnehtia lievästi myönteisiksi vaikeasta vesivuodesta huolimatta. Pienistä puroista ainoana mäti säilyi hengissä ja sähkökalastuksissa tavoitettiin yksi edellisenä vuotena istutettu taimen. Veden laatu on suhteellisen hyvä, mutta mätisumppuihin kertynyt runsas hiekkaa saattaa heikentää mädin elinmahdollisuuksia. Kunnostustoimenpiteenä voitaisiin ajatella lähinnä kutusoraikkojen rakentamista virtakutuisille kaloille. Alueella sijaitsevista lähteistä huolimatta Myllyojan alhaiset talvivirtaamat vaikeuttavat paikoin kalojen lisääntymistä ja mahdollisuudet alivirtaamien nostoon olisi selvitettävä.

**Junninojan** tutkimustulokset pisteytettynä ovat kohtalaisen tai huomattavan kielteisiä. Vesimäärä kuivana vesivuotena on mädille ja kaloille liian alhainen ja veden laatua heikentää keväisin hyvin alhainen pH. Mäti ei kyennyt selviytymään talven yli eikä istukkaita tavattu purosta enää vuoden kuluttua. Tuloksiin on saattanut jonkin verran vaikuttaa kahden tutkimusalueen epäedustava sijoittuminen. Sähkökalastussaaliit olisivat todennäköisesti olleet paremmat, jos kalastus olisi keskitetty ojan alajuoksulle, missä kuuleman mukaan sijaitsevat parhaat alueet nousukaloille. Mädin ja poikasten säilymisen kannalta tutkimusalueiden sijainnilla ei liene ollut suurta vaikutusta. Junninoja kaipaa muiden ojien tapaan kutusoraikkoja virtakutuisille kaloille sekä vaellusteettömyyden varmistamisen. Liian alhaiset virtaamat sekä korkeat keväiset pH-piikit vaativat kuitenkin valuma-alueen kunnostusmahdollisuuksien selvittämisen ennen puroon kohdistuvia kunnostuksia.

**Sanginjoen** tutkimustulokset ovat lievästi myönteisiä: joessa on riittävästi vettä kuivanakin vuotena ja mäti säilyi soran sisällä talven yli hyvin. Veden laatua heikentää kuitenkin keväällä alhainen pH, eikä kalanpoikasten säilymisestä ole varmuutta, sillä istukkaita ei enää vuoden kuluttua tavoitettu istutuspaikasta. Sanginjoessa mahdollisia kunnostustoimenpiteitä voisivat lähinnä olla kutusoraikkojen ja pienpoikasalueiden lisääminen sekä keväisten alhaisten pH-arvojen tarkempi mittaaminen mahdollisten valuma-aluekunnostusten tarpeen selvittämiseksi.

## 7. Kirjallisuus

Hellsten, H. 1995: Muhosjoen valuma-alueen jokitutkimus. Tutkielma. Oulun yliopisto, maantieteen laitos. 70 s.

Jutila, E., Ahvonen, A. & Laamanen, M. 1999: Influence of environmental factors on the density and biomass of stocked brown trout, *Salmo trutta L.*, parr in brooks affected by intensive forestry. Fisheries Management and Ecology 1999, 6, 187-194.

Kilpinen, K. 1988: Kalaveden hoito-opas kalastuskuntia varten. Kalatalouden keskusliitto. Nro 88. 149 s.

Koli, L. 1984: Kalat ja ympäristö. Teoksessa: Kangasniemi, K. (toim.). Suomen eläimet 3: 22-31.

Laine, A., Sutela, T., Heikkinen, K., Karvonen, K., Huhta, A., Muotka, T. & Lappalainen, A. 1996: Turvetuotannon vaikutukset koskikaloihin ja niiden elinympäristöön. Suomen ympäristö 34. 106 s. +liitt.

McDonald, D.G., Reader, J.P. & Dalziel, T.R.K. 1989: The combined effects of pH and trace metals on fish ionregulation. Teoksessa: Morris, R., Taylor, E.W., Brown, D.J.A. & Brown, J.A. (ed.). Acid toxicity and aquatic animals. Society for experimental biology, Seminar series 34. Cambridge. p. 221 – 242.

Mäki-Petäys, Aki. Puhelinhaastattelu toukokuussa 2003. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Rask, M. ja Tuunainen, P. 1990: Acid-induced changes in fish populations of small Finnish lakes. Teoksessa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) Acidification in Finland. Springer-Verlag. Berlin, p. 911-927.

Sanginjoen vesiensuojelun yleissuunnitelma 24.7. 2003. Ympäristöhallinto /ympäristön käyttö, hoito ja kunnostus/alueellisten ympäristökeskusten hankkeita/PPO/Sanginjoen kunnostuksen ja virkistyskäytön suunnitelma. <http://www.ymparisto.fi/hoito/vesikun/ppo/sanginjo/sanginj1.htm>

Savolainen, M. 2001: Kalataloudellisesti kunnostettavissa olevat purot Montan alapuolella Muhoksella. Tutkimusraportti 14 s. Fortum Engineering Oy.

Vuorinen, P.J., Vuorinen, M., Peuranen, S. & Tigerstedt, C. 1995: Veden rauta-, alumiini-, ja humuspitoisuuden sekä happamuuden vaikutukset harjukseen ja taimeneen laboratorionkokeissa. Teoksessa: Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2:297 – 312.

Väisänen, V., Lakso, E., Visuri, M., Hellsten, S. & Väisänen, T. 2001: Metsätalous ja vesistöjen kunnostaminen. Taloudellinen arviointi järvikunnostuskustannusten perusteella. Alueelliset ympäristöjulkaisut 230. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 100 s.

## 8: Liitteet

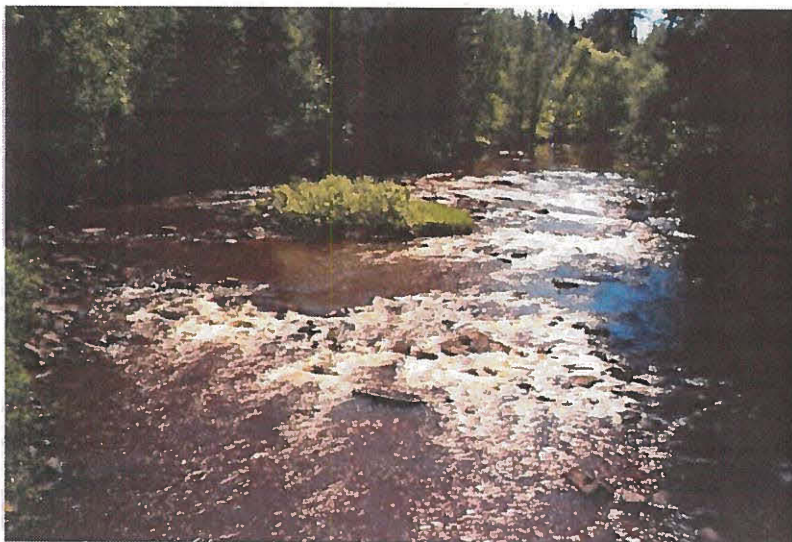
LIITE 1. Tutkimuspisteiden sijainnit sekä poikas- ja mätimäärät.

Tutkimuspisteet	Pisteen sijainti	Poikaspisteet	Mätipisteet	Poikasmäärä (kpl)	Mätimäärä (kpl)
<b>Muhosjoki</b>					
<b>M1</b>	Liimanninkoski	7183759 3459095	7183846 3459193	800	80
<b>M2</b>	Mustakoski	7178830 3453424	7178830 3453424	800	80
<b>M3</b>	Huikolankoski	7175605 3454418	7175605 3454418	800	80
<b>M4</b>	Kuurnankoski	7177750 3454030			
<b>Poikajoki</b>					
<b>P1</b>	yläosa	7184020 3462767	7184020 3462767	400	80
<b>P2</b>	keskiosa	7184472 3462166	7184472 3462166	400	80
<b>P3</b>	alaosa	7184120 3460895	7184120 3460895	400	80
<b>Ketolanoja</b>					
<b>K1</b>	yläosa	7193254 3450911	7193254 3450911	120	80
<b>K2</b>	keskiosa	7193170 3450847	7193162 3450803	150	80
<b>K3</b>	alaosa	7193019 3450558	7193019 3450558	300	80
<b>Myllyoja</b>					
<b>MY1</b>	yläosa	7196552 3449090	7196552 3449090	400	80
<b>MY2</b>	keskiosa	7196181 3448726	7196181 3448726	400	80
<b>MY3</b>	alaosa	7195987 3448350	7195987 3448350	300	80
<b>Junninoja</b>					
<b>J1</b>	yläosa	7199547 3447989	7199547 3447989	200	80
<b>J2</b>	keskiosa, sivuhaara	7200548 3446964	7200548 3446964	200	80
<b>J3</b>	alaosa	7199706 3446089	7199706 3446089	600	80
<b>Tuohinonoja</b>					
<b>T1</b>	yläosa	7199769 3442653	7199787 3442677	150	80
<b>T2</b>	keskiosa	7199955 3443371	7199955 3443371	300	80
<b>T3</b>	alaosa	7200143 3443693	7200143 3443693	240	80
<b>Sanginjoki</b>					
<b>S1</b>	Häkinkoski	7212084 3438932	7212084 3438932	320	80

## LIITE 2. Muhosjoen tutkimusalueet



M1



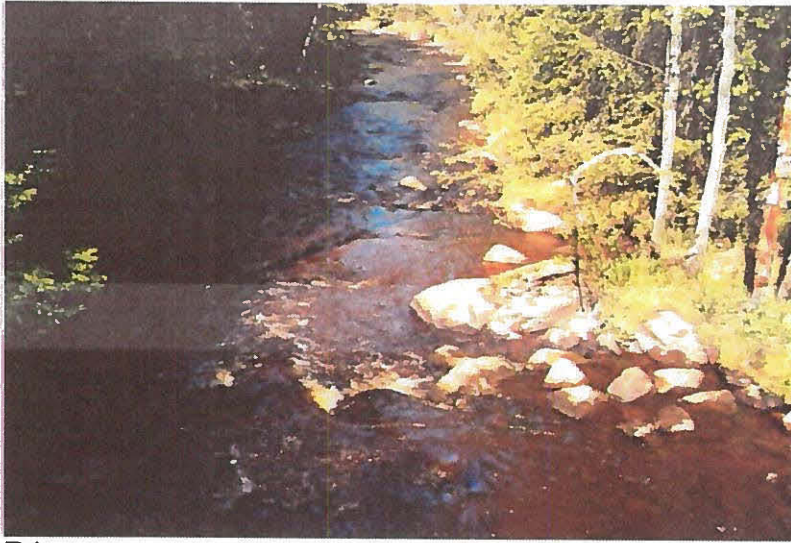
M2



M3



## LIITE 3. Poikajoen tutkimusalueet



P1

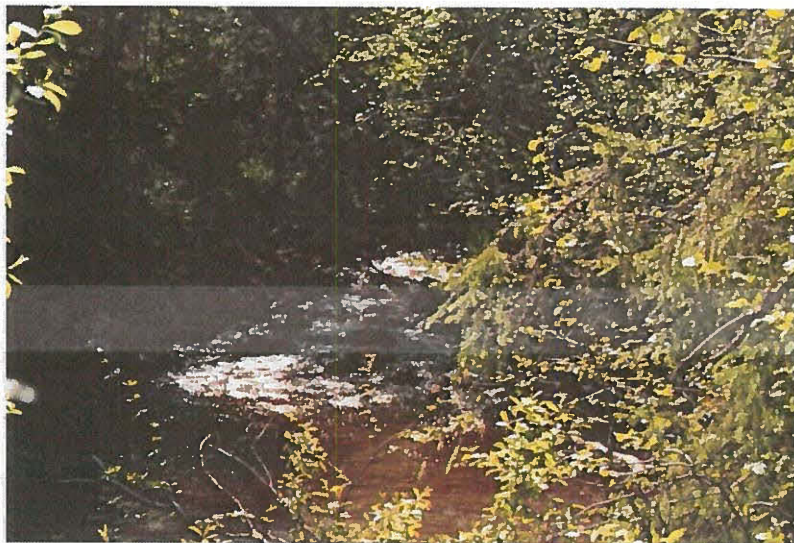


P2



P3

## LIITE 4. Tuohinonojan tutkimusalueet



T1



T2



T3

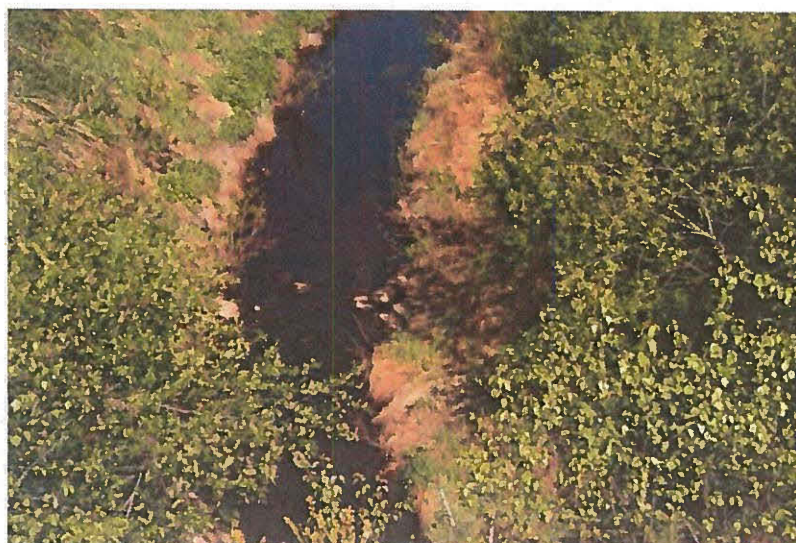
## LIITE 5. Ketolanojan tutkimusalueet



K1

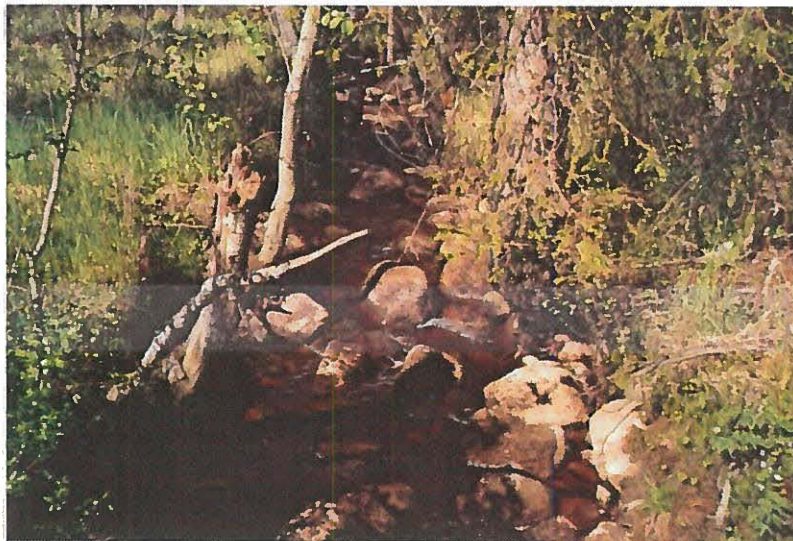


K2

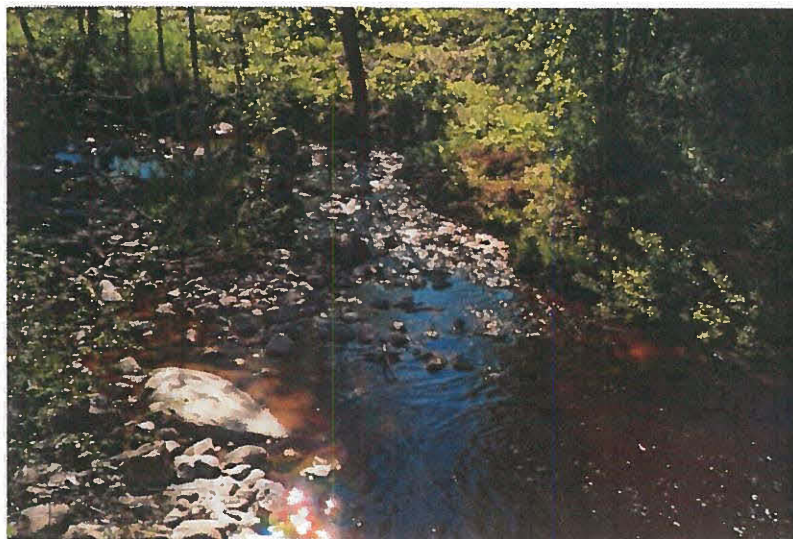


K3

## LIITE 6. Myllyojan tutkimusalueet



MY1



MY2



MY3

## LIITE 7. Junninojan tutkimusalueet



J1

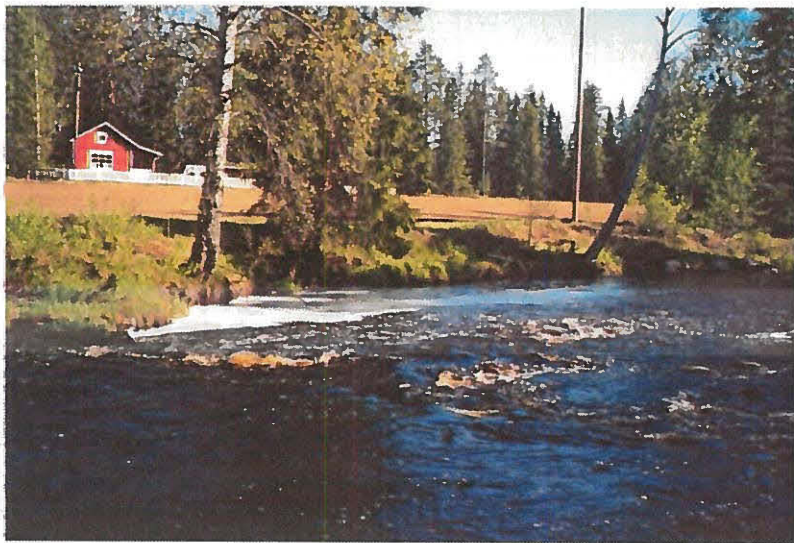


J2



J3

## LIITE 8. Sanginjoen tutkimusalue



S1