

**Pro gradu –tutkielma**

**Lohen (*Salmo salar*) kutuvaelluskäyttäytyminen  
Näätämöjoen vesistöissä**

**Markku Vierelä**



**Jyväskylän yliopisto**

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Kalabiologia ja kalatalous

22.6.2008

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Kalabiologia ja kalatalous

VIERELÄ MARKKU, T.: Lohen (*Salmo salar*) kutuvaelluskäyttäytyminen Näätämöjoen vesistöissä

Pro gradu: 33 s.

Työn ohjaajat: Tutkimusprofessori, FT Jaakko Erkinaro, FT Timo Marjomäki

Tarkastajat: FK (väit.) Tapio Keskinen, FT Timo Marjomäki

Kesäkuu 2008

---

Hakusanat: kalatie, lohi, Näätämöjoki, radiotelemetria, *Salmo salar*

## Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kudulle vaeltavien lohien vaelluskäyttäytymistä, kalastuskuolleisuutta ja Kolttakönkään alueen ”pullonkaulan” vaikutusta lohien vaellukseen Näätämöjoen vesistöissä. Kolttakönkään pullonkaulana tarkoitetaan noin 400 m pitkää koskijaksoa, joka päättyy noin 3 m korkeaan luonnon muovaamaan putoukseen. Tutkimuksen työvälineenä käytettiin radiotelemetriaa. Telemetriaseurannassa merkittiin kaikkiaan 103 lohta, joista 52 lohta otettiin mukaan tutkimukseen. Lohien liikkeitä seurattiin merkitsemishetkestä (touko-heinäkuu, 2006) aina syyskuun loppuun. Seurantajakson aikana seurattiin lisäksi veden lämpötilaa ja korkeutta. Kolttakönkäällä sijaitsevassa kalatiessä käytettiin vedenalaista videokameraa keräämään tietoa kalatietä käyttävistä lohista. Tutkimuksessa merkityistä lohista 15 % jäi kalastajien saaliiksi. Radiolähtimellä merkittyjen lohien osalta ei havaittu luontaisten petojen aiheuttamaa kuolleisuutta. Merkityistä kaloista noin 40 % nousi Kolttakönkään ylitse joen ylajuoksulle, kun taas noin 60 % jäi alajuoksulle seurantajakson loppuun saakka. Useat kalat vaelsivat edestakaisin jokiuomaa pitkin. Osa seurattavista lohista vieraili kalatiessä useaan otteeseen ennen lopullista könkään ylittämistä. Tutkimus osoitti, että Näätämöjoen lohi on käyttäytymiseltään erittäin monipuolinen. Kalojen käyttäytymisessä oli suuria yksilöidenvälisiä eroja kaikissa tarkastelluissa ominaisuuksissa, kuten kalatiessä käyttäytymisessä, siihen hakeutumisessa ja Kolttakönkään alueella viipymisessä. Tämä tutkimus antaa merkittävää lisätietoa atlantinlohen kutuvaelluskäyttäytymisestä, jota voidaan hyödyntää kalatalouden suunnittelussa ja lohikantojen suojelussa.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Science  
Department of Biological and Environmental Science

Fish Biology and Fisheries

VIERELÄ MARKKU, T.: The spawning migration behavior of salmon (*Salmo Salar*) in the river Näätamöjoki

Master of science thesis: 33 s.

Supervisors: Research Professor, PhD, Jaakko Erkinaro, PhD Timo Marjomäki

Inspectors: FK (väit.) Tapio Keskinen, FT Timo Marjomäki

June 2008

---

Key words: fishway, radiotelemetry, Näätamöjoki, salmon, *Salmo salar*

## Abstract

The aim of this study was to investigate the spawning migration of salmon in the river Näätamöjoki. There resides a long rapid of 400 meters in the area of Kolttaköngäs. The rapid ends to a three-meter-high waterfall. In 1960's the Norwegians built a fishway to ease the migration of salmon. The specific aims of the present study were to study the behavior of salmon in this fishway, the importance of the natural bed in Kolttaköngäs and fishing mortality. Radiotelemetry was used to track the migration of the salmon. The salmon to be tagged were fished in Neidenfjord both in the sea and in the river. Altogether 103 salmon were tagged with radiotransmitters and finally 52 of them were tracked. The tagged fish were observed daily from the time of tagging, i.e. from May-July, until the end of September. Water temperature and level were observed during the study. In addition to radiotelemetry, the total amount of salmon using the fishway in Kolttaköngäs was determined from the data collected with underwater video cameras. The tagged salmon were fished in both sides of the border of Finland and Norway. In this study 15 % of the radiotagged fish were caught in the river. Mortality caused by predators was not observed. The most of the radiotagged fish stayed in the lower parts of the river Näätamöjoki. Forty percent of them migrated over Kolttaköngäs. Many of the tracked fish visited several times in the fishway before final migration to the upstream. This study showed that the behavior of the salmon in Näätamöjoki is very multifaceted. High inter-individual variation was observed for example in the behavior in the fishway, in finding the mouth of the fishway and in the time the fishes spent in the area of Kolttaköngäs. This study gives new insights into the spawning migration of the salmon in the river Näätamöjoki, which further aids in designing fishing industry and in protecting the local salmon population.

## Sisältö

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2. TUTKIMUKSEN TAUSTA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Radiotelemetryn työvälineenä.....	6
2.2. Tutkimusalue.....	7
2.3. Lohen elinkierto .....	10
<b>3. AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>12</b>
3.1. Tutkimusalueen kuvaus .....	12
3.2. Kalojen pyydystys .....	12
3.3. Kalojen merkitseminen .....	14
3.3.1. Merkitseminen mahalaukkuun sisäisellä lähettimellä.....	14
3.3.2. Merkitseminen vatsaonteloon sisäisellä lähettimellä.....	15
3.3.3. Merkitseminen selkäevän tyveen ulkoisella lähettimellä.....	15
3.4. Kalojen radiotelemetryn seuranta Näätämöjoella.....	16
3.5. Kolttakönkään kalatien videoseuranta.....	17
3.6. Tilastolliset analyysit.....	17
<b>4. TULOKSET</b> .....	<b>17</b>
4.1. Ympäristön olosuhteiden seuranta .....	17
4.2. Telemeriaseuranta.....	18
4.2.1. Mahalaukkuun merkityt lohet.....	18
4.2.2. Tutkimukseen käytetyt radiolähettimellä merkityt lohet .....	20
4.3. Videoseuranta.....	23
<b>5. TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	<b>26</b>
5.1. Radiotelemetryn työvälineenä lohitutkimuksessa .....	26
5.2. Kalastuskuolleisuus .....	28
5.3. Kolttakönkään kalatie .....	28
5.4. Lohien vaeltaminen Näätämöjoessa .....	29
<b>Kiitokset</b> .....	<b>30</b>
<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>31</b>

## 1. JOHDANTO

Suomen ja Norjan alueilla virtaava Näättäjäjoki on mittaamattoman arvokas atlantinlohen (*Salmo salar*) kutujoki. Atlantinlohella on ollut suuri merkitys paikallisille ihmisille kautta aikojen: entisaikoina arvokkaana ravinnonlähteenä sekä myöhemmin haluttuna virkistyskalastussaaliina. Lohi on kalana arvostettu saalis. Sen rasvainen liha on tarjonnut oivan lisän ruokavalioon, joka on pohjoisilla kansoilla ollut varsin yksipuolinen. Nykyään urheilukalastuksen kasvatettua suosiotaan lohen kalastamisesta vapavälinein on tullut suosittu kalastusmuoto. Suomessa virtaavat Näättäjäjoen ja Tenojoen vesistöt ovat erittäin suosittuja kalastuskohteita.

Lohi on anadrominen kala, jolla on oma tyypillinen elinkiertoonsa. Poikasvaiheensa se viettää makeassa vedessä, yleensä joessa, jossa se on kuoriutunut mätijyvistä. Poikasvuosia makeassa vedessä lohelle kertyy 1–8 vuotta, yleensä sitä kauemmin, mitä pohjoisemmassa synnyinjoki on (Jones 1959). Poikasvaiheen jälkeen poikanen smolttiiutuu noin 17 cm mittaisena, jolloin sen fysiologiassa tapahtuu muutoksia. Muutokset johtavat siihen, että lohenpoikanen kykenee siirtymään makeasta jokivedestä suolaiseen meriveteen (Mills 1989). Merivaiheen aikana poikanen saavuttaa sukukypsyyden, mikä kestää tyypillisesti 1–5 merivuotta (Mills 1989, Jonsson ym. 1991, Erkinaro ym. 1997). Meren runsaat ravintovarot mahdollistavat lohen kasvunopeuden moninkertaistumisen jokivaiheeseen verrattuna. Vuoden meressä viettänyt lohi painaa tyypillisesti 1–3 kg, kaksi vuotta merellä viettänyt 3–7 kg, kolme vuotta merellä viettänyt 7–12 kg ja niin edelleen. Merivaelluksen jälkeen lohi suuntaa kutuvaellukselle kohti synnyinjokeaan käyttäen suunnistukseen hajuaistiaan ja päässään sijaitsevia ferriittikiteitä (mm. Hasler 1954, Harden-Jones 1968, Hansen & Jonsson 1994, Dittman ym. 1996). Jokaisella joella on tyypillinen hajunsa, jonka kalat pystyvät aistimaan ja suuntaamaan oikeaan jokeen. Kutuvalmis naaras kaivaa pohjasoraikkoon kutukuopan, johon se laskee mätinsä. Reviiriä hallitseva koiras hedelmöittää mädin maidillaan, jonka jälkeen naaras peittää kutukuopan. Uusi sukupolvi hautuu karkeassa pohjasoraikossa ja kuoriutuu seuraavana keväänä. Lohen jokipoikaset kasvavat synnyinalueensa sopivissa habitaateissa käyttäen sekä pääuomaa, että pieniä sivuvesistöjä (Erkinaro ja Niemelä 1995). Lohen kotijokiuskollisuuden vuoksi eri jokien lohikannat ovat geneettisesti eriytyneet (Verspoor ym. 2005).

Lohien kutuvaellusajankohta vaihtelee eri jokien välillä. Pohjoisilla Jäämereen laskevilla joilla kutuvaellus tapahtuu yleensä toukokuun lopusta aina syyskuun alkupäiville (Niemelä ym. 2001). Kutu tapahtuu syys-lokakuussa veden lämpötilan pudottua alle 6 °C (Jones 1959, Heggberget ym. 1988, Hutchings & Myers 1988, Heggberget ym. 1996). Kutuvaelluksella makeassa vedessä lohi ei syö mitään (Jones 1959). Osa lohista jää talvehtimaan jokeen, mutta pääosa kaloista vaeltaa takaisin mereen. Kutuvaelluksen rasitukset heikentävät kalojen yleiskuntoa, ja osa kaloista kuoleekin tästä syystä. Uudelleen kutevia lohia on lohipopulaatiosta ainoastaan muutamia prosentteja. Esimerkiksi Tenolla tehtyjen tutkimusten mukaan alle 10 % lohista käy kutuvaelluksella useammin kuin kerran (Orell ym. 2007).

Näättäjäjoen lohikantoja on tutkittu tähän mennessä lähinnä poikkaseurantamenetelmillä, kuten sähkökalastamalla sekä kutu- ja poikasalueiden kartoituksella (Niemelä ym. 2001). Lisäksi kalastajien keräämistä suomunäytteistä on määritetty saaliiksi päätyvien lohien populaation ikäjakaumaa ja rakennetta useiden vuosien ajan (Orell ym. 2007). Näättäjäjoen kudulle nousevan lohipopulaation vaeltamista ei kuitenkaan ole tutkittu perusteellisesti.

Tässä Näätämojoen lohitutkimuksessa keskityttiin tutkimaan kutulohipopulaation vaeltamiseen liittyviä yksityiskohtia, kuten kalatien käyttöä, kutualueiden valintaa, kalastuskuolleisuutta, vaellusnopeutta ja kalojen käyttäytymistä Norjan puolen Näätämojoella, erityisesti Kolttaköngkään alueella, radiotelemetrian menetelmiä käyttäen. Kolttaköngkään alueella käytettiin myös lohien videoseuranta köngkään kalatiessä. Tutkimuksen avulla saadaan tietoa joen kutuvaeltavista lohista, niiden kohtaamista vaaroista ja ongelmapaikoista sekä kalastuskuolleisuudesta.

## 2. TUTKIMUKSEN TAUSTA

### 2.1. Radiotelemetria työvälineenä

Telemetrialla tarkoitetaan langatonta tiedonsiirtoa eläimeen kiinnitetyn lähettimen ja sen signaaleja vastaanottavan laitteen välillä (Erkinaro & Karppinen 2004), jolloin eläintä voidaan seurata häiritsemättä sitä merkinnän jälkeen (McCleave ym. 1978).

Radiotelemetrisissä tutkimuksissa kaloihin kiinnitetään lähetin, joka lähettää radioaaltoja pulsseittain tietyllä taajuudella. Radioaallot kulkeutuvat ainoastaan makeassa vedessä, joten menetelmää voidaan käyttää vain suolattomissa vesissä (Heggberget & Økland 1992). Vedenlaatu vaikuttaa suuresti siihen, kuinka syvältä signaalit kantautuvat. Sähkönjohtokyvyn kasvaessa signaalin kulkeutuminen heikkenee (Stasko & Pincok 1977). Jääpeite ei estä signaalin kulkua (Winter 1996). Signaalin vastaanottamiseen käytetään antennia, joiden kautta se johdetaan radiovastaanottimeen. Useissa tutkimuksissa käytetään radiolähtimiä, jotka lähettävät jokainen omaa tunnistettavaa radiotaajuuttaan, jolloin kalojen yksilöllinen seuraaminen on mahdollista (McCleave ym. 1978).

Erikokoisilla antennilla on toisistaan poikkeavat ominaisuudet signaalin vastaanottamisessa (Erkinaro & Karppinen 2004). Useampisakaraiset antennit pystyvät poimimaan signaaleja kauempaa kuin pienet, vain muutamalla sakaralla varustetut antennit. Käytettäessä antennia kenttätöissä antennin koko toimii usein rajoittavana tekijänä. Useampisakaraiset isot antennit asennetaan yleensä kiinteisiin pisteisiin, joissa tutkittavan eläimen seuraaminen tapahtuu automaattisella tallentavalla vastaanottimella. Käytettäessä manuaalista kannettavaa vastaanotinta antennin koko pyritään pitämään käytännöllisen kokoisena, mutta silti tarpeeksi tehokkaana. Vedenalaiset antennit poimivat tietoa hyvin suppealta alueelta, ja niitä voidaankin käyttää esimerkiksi kalatiessä paikantamaan kalojen liikkeitä (Erkinaro & Karppinen 2004). Aktiivisen kävelen, veneestä, autosta tai lentokoneesta käsin tehdyn seurannan lisäksi lähetinkaloja voidaan seurata automaattisesti kiinteiden muistilla varustettujen vastaanottimien avulla (Erkinaro & Karppinen 2004). Parhaimmillaan radiolähtimen signaali voidaan vastaanottaa jopa 15 km:n päästä (Heggberget & Økland 1992), mutta tällaisessa tilanteessa olosuhteiden ja välineistön on oltava optimaalisia: iso antenni, korkea esteetön peilauspaikka, veden pieni sähkönjohtavuus sekä kalan sijainti veden pinnan tuntumassa. Normaali kuuluvuusalue isolla, esimerkiksi auton katolle sijoitetulla antennilla on noin 2 km. Vedessä tehtävissä radiotelemetrisissä tutkimuksissa käytetään useimmiten taajuuksia, jotka sijoittuvat 27–300 MHz:n välille (Winter 1996).

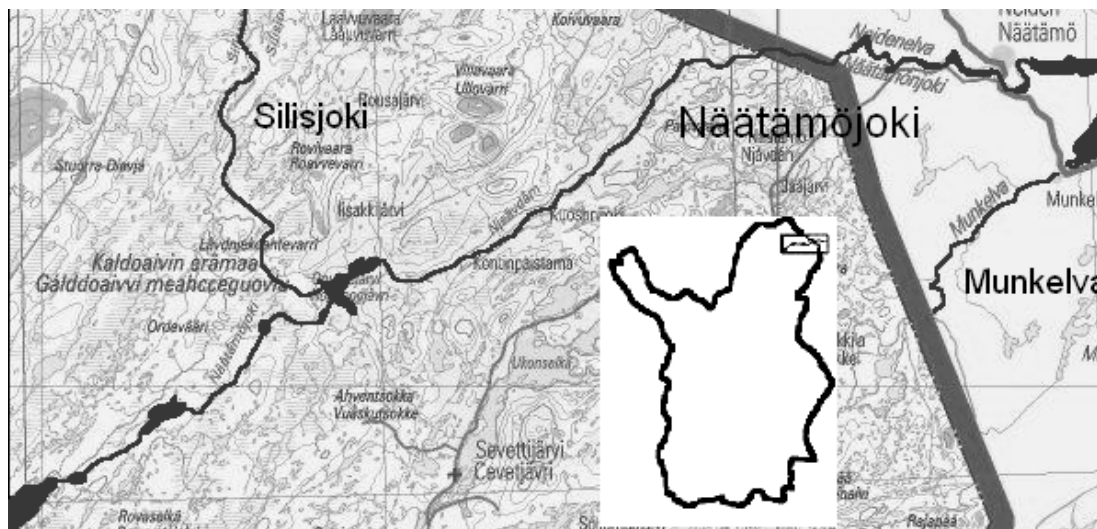
Lähettimen valinnassa on yleisesti käytetty 2 %:n säätöä, jonka mukaan lähetin ei saisi painaa ilmassa enempää kuin 2 % seurattavan kalan massasta (Advanced Telemetry System). Eri kalalajit näyttävät sietävän lähetintä eri tavoin. Esimerkiksi kirjolohella (*Oncorhynchus mykiss*) tehdyissä kokeissa Brown ym. (1999) totesivat, että kirjolohen

poikanen kykenee kantamaan jopa 12 % omasta massastaan olevaa lähetintä ilman vaikutuksia kalan uintikykyyn ja fysiologiaan. Toisaalta sammella (*Acipenser sturio*) tehdyissä kokeissa (Counihan & Frost 1999) huomattiin, että lähetin, jonka massa oli 2 % merkityn kalan massasta, vaikutti huomattavasti kalan uintikykyyn. Thorstad ym. (2000) totesivat aikuisella lohella tehdyillä kokeilla, että lähettimen asennustavalla ei ollut vaikutusta kalan suorituskykyyn ja fysiologiaan. Jepsen ym. (2002) toivat artikkelissaan esille myös lähettimien muiden ominaisuuksien, kuten lähettimen tilavuuden, sijainnin kalassa sekä mittasuhteiden, merkityksen kalan suorituskykyyn. Lisäksi lähettimen antennin mitat sekä antennin materiaali voivat vaikuttaa kalan suorituskykyyn. Myös tutkimuksen kesto on tärkeää huomioida; lyhytaikaisessa tutkimuksessa lähettimen koolla ja ulkomuodolla ei välttämättä ole niin suurta vaikutusta kalan suorituskykyyn kuin pitkässä läpi avovesikauden kestävässä tutkimuksessa. Jepsen ym. (2003) tulivat kuitenkin siihen tulokseen, että kalan fyysiset ominaisuudet sekä ympäristön olosuhteet voivat aiheuttaa merkittäviä muutoksia kalan käyttäytymisessä ja selviytymisessä radiolähettimen asentamisen jälkeen.

Tutkimukseen sopiva lähetinratkaisu olisi aina valittava tutkittavien kalojen koon ja fysiologian mukaan. Tutkimuksen kesto asettaa tiettyjä vaatimuksia lähettimien toiminta-ajalle. Koska nykyisissä lähettimissä pääosa lähettimen painosta ja koosta syntyy nimenomaan lähettimen virtalähteestä, pitkään seurantaan suunniteltu lähetin on usein raskaampi ja suurempi ja kuormittaa näin ollen tutkittavaa kalaakin enemmän kuin lyhyemmässä tutkimuksessa käytettävä lähetin (Jepsen ym. 2003). Lähettimiä on tarjolla useita erilaisia. Ulkoiset lähettimet kiinnitetään mm. vaijerilla kalaan, kun taas sisäiset lähettimet asennetaan joko kirurgisesti kalan ruumiinonteloon tai työnnetään kalan vatsalaukkuun tarkoitusta varten tehdyllä apuvälineellä. Tutkittavan kalalajin fysiologia määrää yleensä lähettimen koon ja mallin. Aikuisilla lohilla tehtävissä tutkimuksissa voidaan käyttää lähettimiä, joiden toiminta-aika on jopa yli vuoden. Ulkoista lähetintä kantavien lohien käyttäytymisessä ei ole havaittu muutosta verrattuna sisäisellä lähettimellä varustettujen lohien liikkeisiin (Thorstad ym. 2000). Jepsenin ym. (2002) tutkimuksen mukaan lähettimien asentamisessa pitää kiinnittää huomiota useisiin yksityiskohtiin, jotka voivat vaikuttaa kalojen selviämiseen lähettimen asentamisen yhteydessä ja vapautuksen jälkeen. Näitä ovat esimerkiksi veden lämpötila, mahdollisen leikkaushaavan sulkeminen, kalan koko ja kalan koon suhde lähettimen kokoon ja muotoon, kalan hylkimisreaktio implanttia kohtaan, altistuminen petojen predaatiolle sekä palautumisaika lähettimen asentamisesta.

## 2.2. Tutkimusalue

Näätämöjoki sijaitsee Inarin kunnan pohjoisosissa ja laskee vetensä Neidenvuonoon, Jäämereen (Kuva 1). Joen pituus on noin 70 km, josta Suomen puolella virtaa noin 45 km. Näätämöjoki saa alkunsa Iijärvestä, joka on noin 25 km pitkä kapea järvi Inari-Utsjoktien itäpuolella Inarin kunnan pohjoisosassa. Iijärven alueella maasto on tyypillisesti helppokulkuista hiekkaharjujen muodostamaa aluetta, jota vaikeasti kuljettavat avosuot sävyttävät. Yläosiltaan joki on 10–30 m leveä, ja siinä vuorottelevat koskialueet ja suvannot. Näätämöjoelle tyypillisiä ovatkin suuret suvantojärvet, joista suurimpina ovat joen yläosissa sijaitsevat Kaartilompolo, Vuontislompolo sekä Opukasjärvi. Suomen puolen alaosissa joki levenee suvannoiksi, joita lyhyet kosket värjittävät (Länsman ym. 2005). Näätämöjoen vesistöistä noin 80 % sijaitsee Suomen puolella. Näätämöjokeen laskee muutamia suurempia sivujokia, joista suurin on Silisjoki. Silisjoki saa alkunsa Utsjoen kunnan puolella sijaitsevasta Kolmisjärvestä. Silisjoki laskee 30 km alempana vetensä Opukasjärveen, jonka läpi Näätämöjoki virtaa.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti.

Näätämöjoen valuma-alue on lähes täydellistä erämaata ja vesistö lähes luonnontilainen. Vain Kuosnijoen kautta vetensä laskeva Sevetijärvi on rannoiltaan asuttu. 1950-luvulla norjalaiset käänisivät kahden latvajärven virtaaman palvelemaan vesivoimaa. Tämä ei aiheuttanut merkittävää muutosta Näätämöjoen virtaamalle (Länsman ym. 2005).

Näätämöjoen vesistöalue on luokiteltu kalataloudellisesti ensimmäiseen laatuluokkaan, mikä edellyttää arvokasta kalalajistoa, tärkeitä poikastuotantoalueita ja ammattimaiseen kalastukseen soveltuvia vesistönsia (Vesihallitus 1984). Näätämöjoen vesistön vedet ovat oligotrofisia ja vain vähän humuspitoisia. Vain tulvien aikana vedessä voi virrata rannoilta huuhtoutunutta orgaanista ainesta niin paljon, että paikallisten kalastajien verkkopyynti vaikeutuu. Näätämöjoen vesistön vedenlaatu onkin luokiteltu erinomaiseksi. Näätämöjoki soveltuu erityisen hyvin virkistyskalastus- ja retkeilykohteeksi sekä kalojen poikastuotantoalueeksi (Lapin ympäristökeskus, Vesien käyttökelpoisuusluokitus 1994–1997).

Näätämöjoen kalakannat ovat mittaamattoman arvokkaita. Näätämöjoki on luonnontilaisen atlantinlohen kutujoki. Suomessa on vain kaksi jokea, Teno- ja Näätämöjoki, joissa atlantinlohikanta on jäljellä. Ennen patoamista myös Tuulomajoen vesistössä tavattiin lohta. Tuulomajoen vesistön latvat ulottuvat Suomen puolelle. Näätämöjoki toimii atlantinlohen lisäksi myös taimenen (*Salmo trutta*) kutujokena. Näätämöjoessa tavataan sekä vaeltavaa taimenta että joen omaa paikallista kantaa. Joessa on myös vahva siika- (*Coregonus lavaretus*) ja harjuskanta (*Thymallus thymallus*), joiden lisäksi suvantoalueilla viihtyvät myös hauki (*Esox lucius*), made (*Lota lota*) ja ahven (*Perca fluviatilis*). Piikkikaloista joesta tavataan sekä kymmen- (*Pungitius pungitius*) että kolmipiikkiä (*Gasterosteus aculeatus*). Särkikaloista edustettuna on ainoastaan mutu (*Phoxinus phoxinus*). Joesta tavataan satunnaisesti myös Venäjän istutuksista peräisin olevaa kyttyrälohta (*Oncorhynchus gorbuscha*). Tyynenmeren lohet ovat peräisin Neuvostoliiton tekemistä istutuksista Kuolan niemimaan jokiin (Länsman ym. 2005).

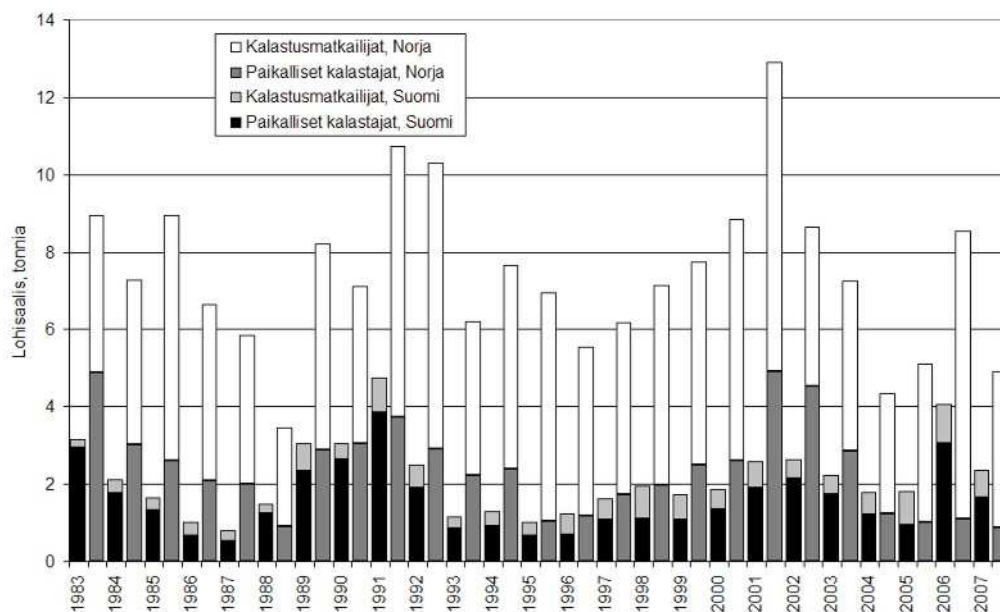
Lohikannat lisääntyvät Näätämöjoessa luonnonvaraisesti. Ainoastaan Silisjokeen on tehty tuki-istutuksia 1980-luvulla. Lohi aloittaa nousunsa jokeen touko-kesäkuun vaihteessa ja Suomen puolelle lohet ennättävät 1-2 viikkoa nousun alkamisesta (Länsman ym. 2005). Lohta kalastetaan noin 110 km:n matkalla pääuomassa ja lisäksi sivujoilla (Niemelä ym. 2001). Lohi nousee pääuomaa pitkin aina Iijärvelle asti. Satunnaisesti lohia



on tavattu myös muista latvavesistöjen järvistä, kuten Sevettijärvestä, Jullamojärvestä ja Tsiignalisjärvestä. Sivujoista ainoastaan Silisjokeen nousee lohta merkittävästi. Harrijoessa ja Kallojoessa lohta tavataan ainoastaan alimmilla kilometreillä. Näätämöjoen tärkeimmät kutualueet sijaitsevat Suomen puolella (Länsman ym. 2005). Lohipopulaation koko vaihtelee tavallisesti seitsemän vuoden sykleissä (Orell ym. 2007). Sähkökoekalastuksissa Norjan puolen poikasalueiden kalatiheyksien on todettu olevan lähes kaksinkertaiset Suomen puolen alueisiin verrattuna (Niemelä ym. 2001). Lohenpoikaset käyttävät elinalueinaan useita Suomen puoleisia (12 kpl) sekä Norjan puoleisia (6 kpl) sivujokia ja -puroja (Niemelä ym. 2001).

Vuonna 2000 Näätämöjoen lohen poikastuotanto-, kutu- ja kasvialueet kartoitettiin ja luokiteltiin pääuomassa koko matkallaan Iijärvestä Norjaan ja lisäksi suurimmassa sivujoessa, Silisjoessa, Kistapeljokisuusta Opukasjärveen saakka, yhteensä 99 km:n matkalta. Kartoituksen ulkopuolelle jäivät mm. järvet ja lompot sekä hitaasti virtaavat suvannot. Kartoituksessa selvisi, että lohenpoikasille soveltuvaa elinaluetta on 230 ha, josta 75 % sijaitsee Suomen puolella. Poikastuotantoalueet sijoituivat tasaisesti koko kartoitusalueelle. Kutualueeksi soveltuvaa soraikkoa arvioitiin olevan 42 ha, josta 85 % sijaitsee Suomen puolella (Erkinaro ym. 2000).

Lohta kalastetaan Näätämöjoessa vapakalastusvälinein, seisovalla verkolla sekä heittoverkolla eli ”kämpälänuotalla”. Norjan puolella sijaitsevalla Kolttakönkällä perinteinen heittoverkon heittäminen on suosittu kalastusmuoto. Lohet kokoontuvat könkään alla olevaan syvänteeseen, johon verkko heitetään. Suomen ja Norjan yhteinen kalastussääntö säätelee verkkokalastusta ja kämpälänuottausta. Suomen puolella paikkakunnalla vakituisesti asuvalla ruokakunnalla on oikeus kalastaa kolmella lohenpyyntiin tarkoitettulla verkolla kalastusvuorokautta kohti (Länsman ym. 2005). Vuosittainen kokonaissaalis vaihtelee lohipopulaation kannan vaihtelun mukaan (Kuva 2).



Kuva 2. Näätämöjoen lohisaalis vuosilta 1983–2007 (Riistan- ja kalantutkimus 2008).

Kalastuskausi Näätämöjoella on 1.kesäkuuta-20.elokuuta. Näätämöjoki on erityisen suosittu lohien perhokalastusjoki. Norjan puolelta saadaan vuosittain useita yli kymmenen kilon lohia perholla. Norjan puolen Näätämölle on helpohko kulkea jokivartta seuraavien teiden johdosta, mutta Suomen puolella kulku joelle tapahtuu tavallisesti jalan tai lentokoneella.

Näätämöjoen lohikantoja on tutkittu tähän mennessä lähinnä poikasseurantamenetelmillä, kuten sähkökalastamalla sekä kutu- ja poikasalueiden kartoituksella (Niemi ym. 2001). Kalastajien keräämistä suomunäytteistä on myös määritetty saaliiksi päätyvien lohien kutupopulaation kokojakaumaa ja rakennetta useiden vuosien ajan (Orell ym. 2007). Näätämöjoen kudulle nousevan lohipopulaation vaeltamista ei kuitenkaan ole tutkittu perusteellisesti.

### 2.3. Lohen elinkierto

Lohi on anadrominen kala, jonka lisääntyminen tapahtuu virtaavassa, makeassa jokivedessä. Lohi aloittaa kutunsa syksyllä jokiveden laskeessa alle 6 °C (Heggberget ym. 1988). Naaras kaivaa pyrstöllään kutukuopan soraan ja laskee mätimunansa kuopan pohjalle. Koiras hedelmöittää mädin, jonka jälkeen naaras peittää kuopan. Mätimunat hautuvat soran sisässä seuraavan talven yli, kunnes niiden sisällä olevat lohienpoikaset alkavat kuoriutua keväällä. Suuren ruskuaispussin avulla ne oleskelevat soran sisässä vielä jopa viikkoja ennen kuin nousevat soranpintaan ja aloittavat ruokailun (Mills 1989). Lohienpoikaset käyttävät ensimmäisinä elinympäristöinä virtavesien reuna-alueita, joissa on tarjolla ravintoa ja suojapaikkoja. Joen maantieteellisestä sijainnista riippuen poikaset viettävät joessa vuodesta jopa kahdeksaan vuotta. Mitä pohjoisemmasta joesta on kysymys, sitä pidemmän ajan lohienpoikanen tarvitsee kasvaakseen vaelluspoikaskokoon (Mills 1989).

Kun poikanen on saavuttanut noin 17 cm:n pituuden (Länsman ym. 2005), siinä tapahtuu fysiologisia muutoksia, jotka mahdollistavat poikasen siirtymisen makeasta vedestä suolaiseen meriveteen. Vaihetta kutsutaan smolttiutumiseksi. Smoltit vaeltavat alkukesästä korkean veden aikaan jokea alaspäin merta kohti. Meren saavutettuaan lohet aloittavat merivaelluksen, jonka kesto vaihtelee yhdestä vuodesta aina viiteen vuoteen asti (Mills 1989). Tänä aikana lohet syövät merellä pääasiassa eri lajien äyriäisiä ja pieniä kaloja. Lohien kasvu meressä on nopeaa. Merellä lohet saavuttavat sukukypsyyden ja vaellus kutupaikkoja kohti alkaa. Sukukypsyyden saavuttanut lohi suunnistaa kohti synnyinjokeaan, johon se on leimautunut poikasvaiheessaan. Lohen kyvystä löytää synnyinjokensa on runsaasti erilaisia teorioita. Tutkimuksissa on todettu, että hajuaisti on tärkeässä roolissa lohien etsiessä kutujokeaan (Mills 1989). Hansen ym. 1993 totesivat lohien käyttävän hajuaistin lisäksi ainakin maapallon magneettikenttää kotijokensa löytääkseen. Eri jokien lohipopulaatiot ovatkin geneettisesti eriytyneet kotijokiuskollisuuden vuoksi (Verspoor ym. 2005).

Pohjoisten jokien kutuvaellus alkaa alkukesällä. Ensimmäisenä jokiin nousevat isot, useamman merivaellusvuoden viettäneet lohet. Nousun ajoittuminen määräytyy useiden tekijöiden summana. Esimerkiksi Tenojokeen ensimmäiset kalat nousevat heti jäiden lähdön jälkeen kevään vaihtuessa kesäksi (Niemelä 2001). Merestä jokiveteen siirtyessään lohi lopettaa syömisen (Jones 1959). Joessa kalan väri tummuu ja uroksille kasvaa suuri koukkumainen alaleuka. Kalojen sukutuotteet kypsyvät jokivaelluksen aikana. Kutu tapahtuu jokivedessä talven kynnyksellä. Kuteneet kalat huuhtoutuvat veden mukana takaisin mereen, kuolevat kutuvaelluksen ja kudun rasiin tai jäävät viettämään talvensa joen suvantoihin. Talven joessa talvehtineet kalat palaavat keväällä tulvavesien myötä takaisin mereen. Näätämöjoen lohipopulaatiossa 3,9 % kaloista on uudelleen-kutijoita (Orell ym. 2007), eli jo toista kertaa kutuvaelluksen tekeviä kaloja.

Kutuvaellukseen vaikuttavat kalojen sisäisten tekijöiden lisäksi useat ulkoiset tekijät. Lohien on havaittu siirtyvän merestä jokeen yleisimmin nousuveden mukana (Karppinen ym. 2004). Ympäristömuuttujista virtaaman on todettu olevan kalojen nousuaktiivisuuteen eniten vaikuttava tekijä (Alabaster 1970). Nouseva virtaama lisää kalojen vaellusnopeutta kohti yläjuoksua (Erkinaro ym. 1999). Trépanier ym. (1996) totesivat myös laskevan veden aktivoivan kalojen nousuhalukkuutta. Loheet ovat vaihtolämpöisiä eläimiä ja niiden aktiivisuus on osittain riippuvainen ympäröivän veden lämpötilasta (Jensen 1999). Alhaisessa lämpötilassa lohien aktiivisuus on vähäistä, kun taas veden lämpötilan noustessa aktiivisuus kasvaa, minkä on oletettu lisäävän vaellushalukkuutta (Jonsson ym. 1991). Jonssonin ym. (1991) mukaan veden lämpötilan vaikutus kalojen kutuvaellukseen on useimmiten voimakkaampaa pienemmän virtaamavaihtelun joissa. Nousevien lohien on todettu olevan aktiivisimmillaan hämärän ja pimeimmän vuorokauden aikaan (Jonsson ym. 1991). Pohjoisen kesässä vallitsevat pääsääntöisesti valoisat olosuhteet läpi keskikesän, jolloin kalojen aktiivisuuteen vaikuttavat muut tekijät. Laughon (1991) totesi, että valoisaan aikaan tapahtuvassa vaelluksessa poikkeavat olosuhteet, kuten tulva, vaikuttavat nousevien lohien aktiivisuuteen eniten.

### **3. AINEISTO JA MENETELMÄT**

#### **3.1. Tutkimusalueen kuvaus**

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää lohien vaeltamista Norjan puolen Näätämöjoella. Seurannan kohteena oli erityisesti Neidenin kylän kohdalla sijaitseva Kolttaköngäs. Kolttaköngäs on mahtava luonnonputous, jonka alle lohet kokoontuvat keräämään voimia könkään ylitykseen. Paikalla on harrastettu ”kämpälänuottausta” ikimuistoisista ajoista lähtien. Kämpälänuotta on raskaasti painotettu heittoverkko, joka heitetään Kolttaköngään alla olevaan luonnon muovaamaan syvänteeseen. Kolttaköngään alue toimii eräänlaisena pullonkaulana nouseville lohille. Itse könkäässä on pudotuskorkeutta noin 3 m. Kolttaköngäältä alkava koski jatkuu voimakkaasti virtaavana seuraavaan suvantoon asti. Tämä koskialue on noin 400 m pitkä ja pudotuskorkeutta kertyy yhteensä noin 15 m. Kolttaköngäs sekä könkään ylä- ja alapuolinen jokiosuus on rauhoitettu muulta kalastukselta kuin kämpälänuottaamiselta yhteensä noin 300 metrin matkalta.

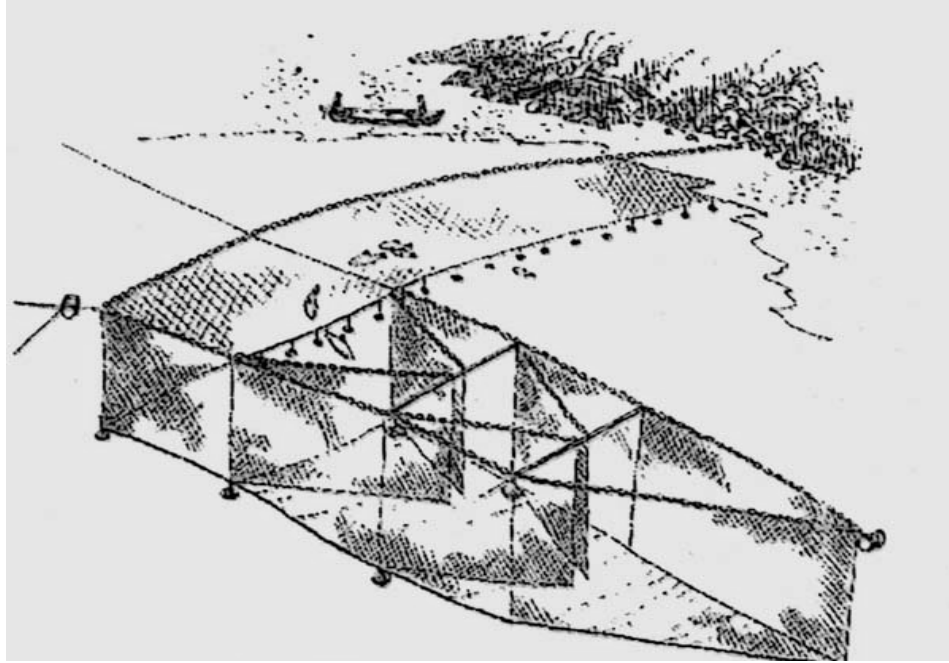
Kolttaköngään yhteyteen on rakennettu kalatie helpottamaan ylös nousevien lohien vaeltamista. Kalatie rakennettiin 1967–1968 norjalaisen vesivoimayhtiön velvoitteena, koska kahden Norjan puolella sijaitsevan latvajärven virtaama oli käännetty toiseen suuntaan 1950-luvulla palvelemaan vesivoimatuotantoa. Voimala sijaitsee Varangin vuonolla Gandvikissa. Kalatietä on paranneltu ja muutettu vuosien saatossa useita kertoja (Länsman ym. 2005). Nykyisessä kalatiessä riittää vettä myös kuivina kesinä, joten kalojen nousua tapahtuu sekä luonnonuomaa että kalatietä pitkin. Useat tutkimukset ovat osoittaneet puutteita kalateiden toiminnallisuudessa (Webb 1990, Karppinen ym. 2002, Thorstad ym. 2003), mm. kalatien houkutusvirta ei ole ollut riittävän voimakas. Tutkimukset on tehty useimmiten rakennetuissa joissa, jolloin kalat ovat nousseet voimalaitosten turbiinien virtaan kalatien suun ohi (Karppinen ym. 2002). Näätämöjoessa tilanne on kuitenkin toinen. Kun kalat ohittavat Kolttaköngään kalatien nousuaukon, ne päätyvät luonnonuomaan, josta niillä on vielä mahdollisuus nousta kuohuvan könkään yli. Kalatie on ollut Kolttaköngäässä vasta muutamia vuosikymmeniä. Ennen kalatien rakentamista myös Kolttaköngään yläpuolisilla osilla on tavattu merestä vaeltavia kaloja, joten kalatien olemassaolo tuo vain toisen mahdollisen nousureitin ylös pyrkiville kaloille. Kolttaköngään kalatien toimivuutta ei ole juurikaan tutkittu.

Tutkimusalueen veden lämpötilan seurantaan käytettiin automaattisesti toimivaa lämpötilatallenninta (Gemini; malli TinyTagPlus, Iso-Britannia), joka sijoitettiin Kolttaköngään kalatien yläosaan. Tallennin oli ankkuroitu lyijystä valetulla painolla joen pohjaan, noin 1 m:n syvyydelle, jossa se keräsi tietoa veden lämpötilasta koko avovesikauden ajan. Vedenkorkeuden vaihteluita seurattiin kalaportaan yläosiin sijoitetulla mitta-asteikolla, joka luettiin päivittäin.

#### **3.2. Kalojen pyydystys**

Tutkimusaineisto kerättiin kesä-syyskuussa vuonna 2006. Lohia kalastettiin Neidenvuonolla kiilanuotilla touko-, kesä- ja heinäkuussa. Kiilanuotta on verrattavissa isohkoon paunettiin, jonka aitaverkko johtaa kalat perään, josta ne on mahdollista poimia merkittäviksi (Kuva 3). Tässä tutkimuksessa pyydyksenä käytettiin kiilanuotta, jonka perän solmuvälinä oli 50 mm ja aitaverkon pituus vaihteli 40–60 m välillä. Pyydykset asetettiin pyyntiin rannan tuntumaan, lohien oletettujen vaellusreittien varrelle. Kiilanuotta

kalasti pääasiassa yhden ja kahden merivuoden kaloja. Pyydys toimi silloin, kun kalat olivat suurempia kuin yhden merivuoden kalat eli yli 65 cm pitkiä. Yhden merivuoden kalat saivat työnnettyä päänsä perän silmän läpi, mikä aiheutti kalojen tukehtumiskuolemia. Tämän vuoksi yhden merivuoden lohia kalastettiin muilla menetelmillä, kuten nuottaamalla, verkottamalla seisovilla verkoilla ja kalatiestä haavimalla.



Kuva 3. Kiilanuotta pyyntikunnossa (Sjölaksefiske 2008).

Tutkimuksessa käytettiin kahta kiilanuotta, yhtä vuonon molemmilla rannoilla. Ensimmäinen kiilanuotta laitettiin pyyntiin 21.5. vuonon eteläpuolelle (Munknes) ja toinen kesäkuun alussa vuonon pohjoispuolelle (Mikkelsnes) (Kuva 4). Pyydykset nostettiin 21.6. rannalle ja kuivattiin ja hylkeitten repimät reiät paikattiin. Kiilanuotat laitettiin takaisin mereen 6.7. Molemmat pyydykset suljettiin 9.7., ja pyynti keskeytettiin.

Toinen pyydyksistä oli yhteen suuntaan kalastava ja toinen kalasti kaloja kahdesta suunnasta. Pyydysten paikat olivat Norjan merikalastuksesta vastaavan keskuksen ”Fylkesmannen i Finnmark:n” määräämiä pyyntipaikkoja. Kiilanuotat koettiin vähintään kaksi kertaa vuorokaudessa, jotta kalat eivät joutuneet olemaan kohtuuttoman pitkää aikaa pyydyksessä. Merkittäväksi tarkoitettujen lohien kalastusta häiritsivät oleellisesti kirjohylkeet, jotka hajottivat kiilanuottien periä ja tappoivat kaloja. Kaikille haitaksi oleville hylkeille myönnettiin pyyntiluvat.



Kuva 4. Pitkälkosken automaattitalennin (A), Kolttaköngäs (B) ja ruumiinonteloon merkittyjen kalojen vapautuspaikka (C). Kiilanuotat sijaitsivat Mikkelsnesissä (D) ja Munknesissa (E). Mittajana=10 km.

Osa lohista pyydystettiin haavimalla Kolttaköngään kalatiestä ja kápälänuotan heittopaikan alapuolelta (Krokholla). Kaloja haavittiin kerran päivässä 19.7.–21.7. välisenä aikana ja lisäksi kahtena erillisenä päivänä (31.7. ja 5.8.). Kalatien aukko suljettiin teräsitilillä muutamia tunteja ennen haavintaa. Ritiä esti kalaportaaseen nousseiden kalojen nousemisen portaan läpi. Kalatien poistumisaukon yhteydessä on luukku, millä kalatien veden virtauksen saa pysähtymään. Haavimisen alkaessa kalatien luukku laitettiin kiinni, jolloin lohien nostaminen haavilla helpottui. Merkittäviksi menneet lohet nostettiin auton peräkärjellä sijainneeseen hapetettuun vesisäiliöön ja kuljetettiin merkintäpaikalle, noin 3 km alavirtaan.

Lohia yritettiin kalastaa myös joen alajuoksulla eri menetelmiä käyttäen. Tutkimuksessa käytettiin perinteistä norjalaista rantanuottaa, jonka käyttäminen pohjaltaan epätasaisessa joessa osoittautui lähes tuloksettomaksi. Saaliiksi tuli muutamia siikoja, kampeloita, meritaimenia ja yksi talven joessa viettänyt lohi. Rantanuottaa käytettiin kaikkiaan kolmessa eri paikassa neljänä ajankohtana (13.7. kaksi yritystä, 14.7. ja 15.7.). Lisäksi nousulohia kalastettiin seisovalla verkolla, mutta saaliiksi päätyi ainoastaan meritaimenia ja kampeloita. Kiilanuotta saalisti lisäksi sivusaaliiksi lajeja, joita ei käytetty tutkimuksen tarkoituksiin. Näihin kuului muutamia lohi- ja meritaimentalvikoita, jotka olivat palanneet mereen edellisessä kutuvaellukseltaan. Lisäksi saaliiksi tuli kaksi kyttyrälohta, kaksi merirautua, yksi siika, pieniä meritaimenia, lukemattomia rasvakaloja sekä suuri määrä kuningasrapuja.

### 3.3. Kalojen merkitseminen

#### 3.3.1. Merkitseminen mahalaukuun sisäisellä lähettimellä

Hyväkuntoiset kalat ( $n=50$ , keskipituus 76 cm, keskihajonta  $\pm 13$  cm, vaihteluväli 51–102 cm, 24 naarasta, 24 urosta ja 2 tunnistamatonta) nostettiin kiilanuotasta pitkävartista haavia käyttäen veneessä sijainneeseen altaaseen, jonka vesi otettiin ämpäreillä ja pumpulla vuonosta. Altaan koko oli noin 60x60x100 cm, eli noin 360 l. Altaassa oleva vesi hapetettiin paineistetulla hapella hapetinkiveä käyttämällä. Kaloja ei rauhoitettu käsittelyn ajaksi. Radiolähetin (Advanced Telemetry System (ATS), malli F1835, USA) asennettiin kalojen vatsalaukuun käyttämällä jäykähköä muovisesta letkusta tehtyä asetinta. Asettimen avulla lähetin saatiin asennettua vatsalaukun takaosaan, lähelle mahaporttia. Lähettimet olivat lieriön muotoisia, noin 44 mm pitkiä, painoltaan 16 g ja halkaisijaltaan 17 mm. Lähettimen päästä lähti muovipäällysteinen metallinen antenni,

jonka pituus oli noin 200 mm. Lähettimen toiminta-aika oli valmistajan mukaan vähintään 897 päivää, mikäli pulssitaajuutena käytetään 35 pulssia minuutissa. Merkintään käytettävissä radiolähetimissä oli kalojen aktiivisuutta ilmaiseva liiketunnistin. Liikkeen lakatessa lähetin vaihtaa signaalin pulssitiheyttä, jolloin lähetin voidaan todeta liikkumattomaksi. Jokaisella lähettimellä oli oma taajuutensa, joka mahdollisti kalojen yksilöllisen seuraamisen. Lähettimen ympärille laitettiin kuminen o-rengas vulkanisointiteipin avulla paikallaan pysymisen varmistamiseksi. Koska kutuvaelluksella oleva lohi lopettaa syömisen makeaan veteen siirryttyään (Jones 1959), vatsalaukussa oleva lähettimen ei oletettu aiheuttavan kalalle haittaa. Merkitsemisen ajaksi kala nostettiin merkitsemiskaukaloon, jossa se makasi vatsallaan ja käsittely oli helpompaa. Kalan päähän laitettiin kangaspintainen huppu, jolloin kalan silmät peittyivät ja kala rauhoittui. Kaikista merkityistä kaloista mitattiin pituus ja niiden sukupuoli määritettiin ulkoisten merkkien, kuten pään ja peräaukon muodon sekä kalan yleisen olemuksen perusteella. Kaloista otettiin lisäksi suomunäyte. Osa kaloista merkittiin streamer-merkeillä selkävän tyveen, jolloin radiolähetimestä eroon päässyt kala oli mahdollista tunnistaa, mikäli se joutuisi saaliiksi myöhempanä ajankohtana. Merkitsemisen jälkeen kalat vapautettiin välittömästi Neidenvuonoon. Radiolähettimen asentamisen ja muiden toimenpiteiden kesto oli yhteensä vain joitakin kymmeniä sekunteja. Pääosa kaloista oli vapautushetkellä hyvävointisia ja virkeitä, eikä niitä tarvinnut elvyttää vapautushetkellä.

### 3.3.2. Merkitseminen vatsaonteloon sisäisellä lähettimellä

Vatsaonteloon sijoitetut lähettimet (ATS, malli F1835) asennettiin kaloihin (n=30, keskipituus 56 cm, keskihajonta  $\pm 3$  cm, vaihteluväli 41–60 cm, 2 naarasta, 26 urosta ja 2 tunnistamatonta) kirurgisesti anestesiassa (MS222). Yhdellä kerralla nukutettiin kahdesta kolmeen kalaa erillisessä nukutusaltaassa. Kalojen vireystilaa tarkasteltiin koko nukutuksen ajan. Täydellisen rauhoittumisen jälkeen kalat siirrettiin yksitellen työtasolle. Työtasona käytettiin lasista pöytää, koska se oli helppo desinfioida ja pitää puhtaana. Kalojen paikallaan pysymistä merkitsemisen ajan helpotti muoviputkesta halkaistu merkitsemiskouru. Työvälineet desinfioidiin jokaisen merkitsemistapahtuman välissä 96 % etanolilla, jonka annettiin haihtua ennen uuden kalan käsittelemistä. Myös lähetin desinfioidiin ennen sen asentamista kalan vatsaonteloon. Etanolin annettiin haihtua ennen lähettimen asentamista. Nukutetusta kalasta mitattiin pituus ja määritettiin sukupuoli. Kalan vatsaonteloon vatsaevien etupuolelle viillettiin noin 30 mm:n mittainen vatsanpeitteen puhkaiseva pitkittäinen viilto, josta lähetin saatiin asetettua kalan vatsaonteloon. Lähettimen antenni tuotiin vatsaontelosta ulos käyttäen apuna paksua injektioneulaa, jonka läpi antenni mahtui tulemaan esteettä. Neula työnnettiin kalan vatsaevien takapuolelle kalan vatsanpeitteiden läpi ja antenni pujotettiin neulan läpi. Antennin pujottamisen jälkeen neula vedettiin ulos kalasta antennin jäädessä paikoilleen. Leikkaushaavan ja antennin ulostuloaukon välinen etäisyys oli noin 50 mm. Toimenpiteen jälkeen kalojen leikkaushaava ommeltiin 3–5 ompeleella umpeen käyttäen liukenematonta kirurgin monofiililankaa ja kertakäyttöisiä välineitä. Lähettimen asentamisen jälkeen kaloja pidettiin vuorokauden ajan muovipäällysteisestä teräsverkosta valmistetussa sumpussa ja niiden toipumista seurattiin. Sumput olivat jokivedessä noin m syvyydellä. Kalat vapautettiin Näätäjärven alajuoksulla jokeen, noin 6 km jokisuusta ylävirtaan, merkitsemispaikan välittömään läheisyyteen. Vapautettaessa kalat olivat pääsääntöisesti hyvävointisia.

### 3.3.3. Merkitseminen selkävän tyveen ulkoisella lähettimellä

Ulkoinen lähetin (ATS, malli F2120, USA, massa 16 g) asennettiin kalojen (n=22, keskipituus 57 cm, keskihajonta  $\pm 6$  cm, vaihteluväli 51–74,5 cm, 6 naarasta ja 16 urosta)

selkäevän juureen. Ulkoinen lähetin oli kooltaan 19x57x9 mm ja siinä oli noin 200 mm pitkä muovipäällysteinen metallinen antenni. Valmistajan lupaama toiminta-aika oli 535 päivää pulssitaajuuden ollessa 35 pulssia minuutissa. Ulkoinen merkki kiinnitettiin kalan selkäevän juureen muovipäällysteisellä vaijerilla, jonka paksuus oli noin 1 mm. Kalan selkälihakseen läpi työnnettiin injektioneulat, joiden avulla vaijerin päät saatiin tulemaan kalan selkälihakseen läpi. Vaijerin päihin litistettiin vaijerilukot, jotka lukitsivat vaijerin paikalleen. Lukkojen alle asennettiin muoviset pyöreät levyt estämään vaijereiden päiden liikkeen sekä niiden aiheuttaman mahdollisen kalan ihon rikkoontumisen. Muoviset levyt olivat paksuudeltaan noin 2 mm ja halkaisijaltaan noin 12 mm. Levyjen väri oli lähes musta, joten se ei juuri erottunut kalan selästä. Toimenpide oli nopea suorittaa, eikä kalalle aiheutettu ylimääräistä stressiä. Kaloja ei nukutettu toimenpiteen ajaksi.

### **3.4. Kalojen radiotelemetrinen seuranta Näätämöjoella**

Kaloja seurattiin kesäkuun alusta syyskuun loppuun. Seuranta varten käytettiin sekä automaattisia tallentavia vastaanottimia (ATS, malli R4500S, USA), että manuaalisia paikantimia (ATS R4000, USA, Lotek STR 1000, USA ja Biotrack, Sika, Iso-Britannia), joilla kaloja seurattiin heti niiden noustua makeaan jokiveteen. Automaattiset tallentimet sijoitettiin alajuoksulle kahteen kohteeseen sekä Pitkäkoskelle, joka on ylin koski Norjan puolen Näätämöjoella. Alimmainen tallennin keräsi tietoa lohista noin 7,5 km jokisuusta. Kolttaköngkään alueelle, noin 8,3 km jokisuusta, asennettiin kaksi automaattista vastaanotinta (Kuva 4). Kolttaköngkään kalatiessä oli vedenalainen antenni ja köngkään alueella kaksi ilma-antennia. Vedenalaisella noin 24 cm pitkällä teräksisellä antennilla saatiin tietoa lohista, jotka käyttivät Kolttaköngkäässä sijaitsevaa kalatietä köngkään ohittamiseen. Ilma-antenneina käytettiin nelisakaraisia antenneja, ja ne sijoitettiin välittömästi joen rannan läheisyyteen. Ilma-antennit keräsivät tietoa Kolttaköngkään alueella oleskelevien kalojen liikkeistä. Ilma-antennien vastaanottimien tehot säädettiin mataliksi, jolloin tietoa oli mahdollista kerätä noin 50 m matkalta köngkään ylä- ja alapuolella. Ilma-antennien sijoittaminen Kolttaköngkälle suunniteltiin niin, että alempi antenni poimi signaalin, kun kala siirtyi köngkään alueelle, ja ylempi antenni, kun kala siirtyi köngkään yläpuolelle. Käytännössä ilma-antennit keräsivät kalojen paikkatiedot, kun kalat olivat Kolttaköngkään lähellä, noin 25 m köngkään molemmin puolin. Ilma-antennit rekisteröivät tiedon myös kalatietä käyttävistä kaloista, mutta vertailemalla automaattivastaanottimien aineistoa ilma-antennien keräämän ja kalatiessä sijaitsevan vedenalaisen antennin keräämän aineistoon eri nousureittejä käyttävät kalat oli mahdollista erotella toisistaan. Kalatiessä sijainnut vedenalainen antenni ei puolestaan rekisteröinyt kaloja, jotka nousivat luonnollista nousuväylää pitkin. Pitkäkoskella sijaitseva ylimmäinen automaattinen tallennin keräsi tietoa niistä kaloista, jotka oleskelivät Pitkäkosken yläosissa. Yhdeksänsakarainen ilma-antenni sijoitettiin noin 200 m jokirannasta pohjoiseen. Laitteistojen toimivuus testattiin ennen seurannan aloittamista.

Merkityt kalat pyrittiin paikallistamaan manuaalisella vastaanottimella joka päivä. Alajuoksulla maantiet pääsääntöisesti seuraavat Näätämöjokea, jolloin liikkuminen jokivarteen oli helppoa. Manuaalisessa paikantamisessa käytettiin hyväksi auton katolle asennettua nelisakaraista antennia, joka helpotti ja nopeutti kalojen paikantamista jokivarresta. Vastaanottimina käytettiin paikantimia, jotka kävivät kalojen yksilölliset radiotaajuudet automaattisesti läpi, kuunnellen 3–4 s jokaista ohjelmoitua kanavaa. Vastaanottimen havaitessa kuuluvan taajuuden skannaus lukittiin, jolloin kala oli mahdollista paikantaa joesta mahdollisimman tarkasti käyttäen käsiantennia. Kalan sijainti oli mahdollista selvittää vastaanottimen tehoa ja antennin suuntaa muuttamalla jopa muutaman neliömetrin tarkkuudella. Useimmiten näin tarkkaan paikantamiseen ei



kuitenkaan ollut tarvetta, vaan kalan sijainti selvitettiin muutamien aarien tarkkuudella paikannuspaikkaa vaihtamalla ja ristikkäisiä mittauksia tekemällä. Auton katolle sijoitettua antennia käytettäessä hyödynnettiin kuulokkeita, jotka suodattivat ylimääräisen melun pois ja helpottivat radiosignaalien kuulemista. Kalojen sijainnit merkittiin seurantapöytäkirjaan pääsääntöisesti paikannimiä käyttäen.

Neidenvuonoon laskeva Munkelva-joki käytiin läpi koko matkaltaan 2.7. mahdollisten radiolähettimellä merkittyjen lohien löytämiseksi. Munkelva laskee vetensä Neidenvuonon pohjukkaan noin 5,5 km Näättäjäjokisuusta etelään.

### **3.5. Kolttaköngkään kalatien videoseuranta**

Kolttaköngkään kalatien yläaukkoon sijoitettiin vedenalainen videokamera (Watec, malli WAT902H, USA). Tallennukseen käytettiin digitaalista kovalevyllä tallentavaa tallenninta (Sanyo; DSR-300R, USA). Kamera tallensi kalatien poistumisaukon tapahtumia valottamalla 2,27 kuvaa sekunnissa. Kameran kuvaustaukulle asennettiin valkoinen muovilevy, joka paransi kontrastia ja helpotti kalojen havainnointia. Kameran linssi puhdistettiin tarvittaessa kertyvästä liasta. Kamera kuvasi yläaukon tapahtumia lähes yhtäjaksoisesti kesäkuun 7. päivästä aina elokuun loppuun. Heinäkuun 10. päivä kello 18.00 tallentaminen keskeytyi kovalevyn täyttymisen vuoksi. Tallentaminen jatkui 11.7. kello 23:n jälkeen. Kalojen merivuodet arvioitiin kalojen koon ja yleisen habituksen perusteella. Alle 65 cm pitkät kalat määritettiin yhden merivuoden kaloiksi, 65–85 cm kalat kahden merivuoden ja tätä isommat usean merivuoden kaloiksi.

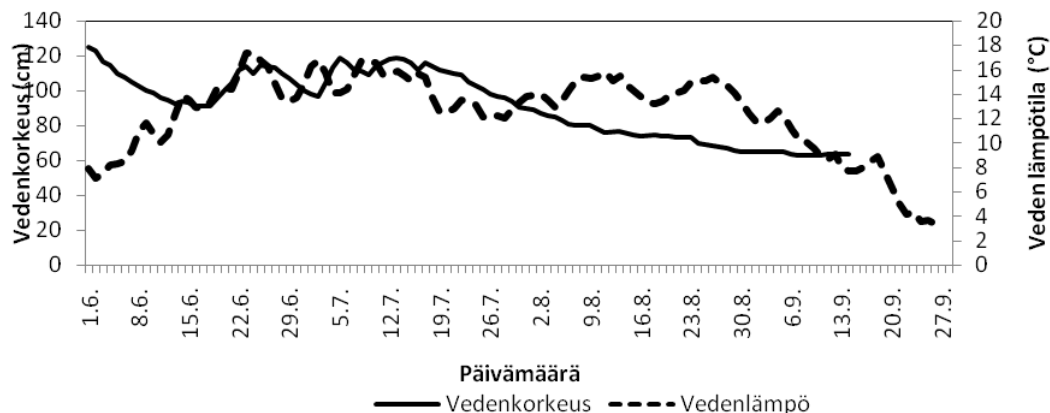
### **3.6. Tilastolliset analyysit**

Kaikki tulokset on esitetty muodossa keskiarvo  $\pm$  keskihajonta, ellei toisin mainita. Jakaumien normalisuus testattiin Kolmogorov-Smirnov-testillä. Mikään tilastollisesti testattavista muuttujista ei noudattanut normaalijakaumaa, joten kaikki ryhmävertailut tehtiin ei-parametrisellä Mann-Whitneyn U-testillä. Tulosten kuvat ja taulukot tehtiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla (versio: 2007) ja tulokset analysoitiin SPSS-ohjelmalla (versio: 15.0).

## **4. TULOKSET**

### **4.1. Ympäristön olosuhteiden seuranta**

Vesi oli korkeimmillaan kesäkuun alussa ja laski tasaisesti kesäkuun puoleen väliin asti (Kuva 5). Vesisateet kesäkuun puolella välissä ja heinäkuun aikana nostivat vedenkorkeutta. Heinäkuun 19. päivän jälkeen vedenkorkeus laski tasaisesti syyskuun loppupuolelle saakka. Vedenlämpö vaihteli tutkimuksen aikana 3 °C ja 17 °C välillä (Kuva 5). Lohi aloittaa kudun veden lämpötilan laskettua alle 6 Celsius-asteen. Tämä lämpötila saavutettiin 21. syyskuuta.



Kuva 5. Vedenkorkeus tutkimuksen aikana Kolttakönkään kalatien yläosissa ja veden lämpötilan kehitys seurantajaksolla.

## 4.2. Telemeriaseuranta

### 4.2.1. Mahalaukkuun merkityt lohet

Taulukossa 1 on esitetty mahalaukkuun merkittyjen lohien koko ja sukupuoli sekä merkitsemisajankohta ja -paikka. Ensimmäiset radiosignaalit näistä kaloista tavoitettiin kalojen siirtyessä makeaan jokiveteen. Kalat nousivat pääsääntöisesti Näätämöjoen alajuoksulle (lukuun ottamatta kahta kalastetuksi tullutta kalaa) ja paikannustietojen mukaan kaikki jäivät paikoilleen, mikä kävi ilmi signaalitaajuuden muuttumisesta kaksinkertaiseksi. Ensimmäinen epäily kalojen kyvystä päästä lähettimestä eroon syntyi, kun eräs perhokalastaja sai kalan, jonka selkäevän tyvessä oli streamer-merkki kertomassa kalan kantavan lähetintä. Tarkemmassa tutkimuksessa kalasta ei kuitenkaan löytynyt kyseistä lähetintä. Paikallaan pysyviä lähettimiä etsittiin radiovastaanottimella Näätämöjoella veneillen. Joen pohjasta löytyi kaksi kalan poistamaa lähetintä. Mahalaukkuun merkittyjä lohia tuli saaliiksi streamer-merkkien palautusten mukaan 10: kaksi mereltä ja kahdeksan Näätämöjoesta. Näistä kymmenestä kalasta kahdeksalla ei ollut radiolähetintä mahalaukkuun, kun taas kaksi joen alajuoksulta saatua kalaa kantoivat lähetintä saaliiksi jäämisen hetkellä.

Neljä mahalaukkuun radiolähettimellä merkittyä lohta nousi Munkelvaan. Kaksi Munkelvassa käynyttä lohta (54 cm uros ja 74 cm naaras) nousivat Munkelvassa käytyään Näätämöjokeen, jossa lähettimet irtosivat kaloista. Kahdesta muusta kalasta (71 cm uros ja 101 cm uros) ei saatu radiovastaanottimilla havaintoja 2.7. tehdyn paikantamisen jälkeen.

Mahalaukkuun merkityt lohet oksensivat lähettimensä pääasiassa jo merellä, jolloin niiden liikkeistä ei saatu minkäänlaista tietoa eikä niitä käytetty seurannassa. Radiolähettimellä mahalaukkuun merkittyjä kaloja ei pystytty käyttämään vaellustutkimuksen tarkoituksiin, koska lähettimien pysymättömyys kaloissa oli ennalta arvaamatonta, eikä luotettavia tuloksia niiden osalta voinut saada. Merkinnot toivat kuitenkin tärkeää lisätietoa mahalaukkuun merkitsemisen puutteista.

Taulukko 1. Mahalaukkuun radiolähttimellä merkityt lohet.

Merkintäpäivä	Pituus (cm)	Sukupuoli	Pyyntipaikka
29.5.2006	95	naaras	Munknes
29.5.2006	79	naaras	Munknes
29.5.2006	76	naaras	Munknes
29.5.2006	74	naaras	Munknes
29.5.2006	71	koiras	Munknes
31.5.2006	79	koiras	Munknes
31.5.2006	74	naaras	Munknes
3.6.2006	80	koiras	Munknes
4.6.2006	82	koiras	Munknes
4.6.2006	74	koiras	Munknes
5.6.2006	76	koiras	Munknes
5.6.2006	74	koiras	Munknes
5.6.2006	74	naaras	Munknes
5.6.2006	72	koiras	Munknes
8.6.2006	84	koiras	Munknes
8.6.2006	78	naaras	Munknes
11.6.2006	102	koiras	Munknes
11.6.2006	92	naaras	Munknes
11.6.2006	85	koiras	Munknes
11.6.2006	83	koiras	Munknes
11.6.2006	80	koiras	Mikkelsnes
11.6.2006	80	naaras	Munknes
11.6.2006	77	naaras	Munknes
11.6.2006	76	?	Munknes
11.6.2006	76	naaras	Munknes
11.6.2006	71	naaras	Mikkelsnes
11.6.2006	59	koiras	Munknes
11.6.2006	54	naaras	Munknes
12.6.2006	101	koiras	Munknes
12.6.2006	96	naaras	Munknes
12.6.2006	94	naaras	Munknes
12.6.2006	79	koiras	Munknes
12.6.2006	79	naaras	Mikkelsnes
12.6.2006	51	koiras	Munknes
13.6.2006	82	naaras	Munknes
13.6.2006	78	naaras	Munknes
13.6.2006	56	naaras	Mikkelsnes
15.6.2006	51	koiras	Mikkelsnes
16.6.2006	97	naaras	Mikkelsnes
16.6.2006	76	naaras	Munknes
18.6.2006	54	naaras	Mikkelsnes
18.6.2006	52	koiras	Munknes
19.6.2006	93	koiras	Munknes
19.6.2006	87	koiras	Munknes
19.6.2006	77	naaras	Munknes
19.6.2006	76	naaras	Munknes
19.6.2006	70	koiras	Munknes
20.6.2006	55	koiras	Mikkelsnes
20.6.2006	55	koiras	Mikkelsnes
8.7.2006	60	?	Mikkelsnes

#### 4.2.2. Tutkimukseen käytetyt radiolähettimellä merkityt lohet

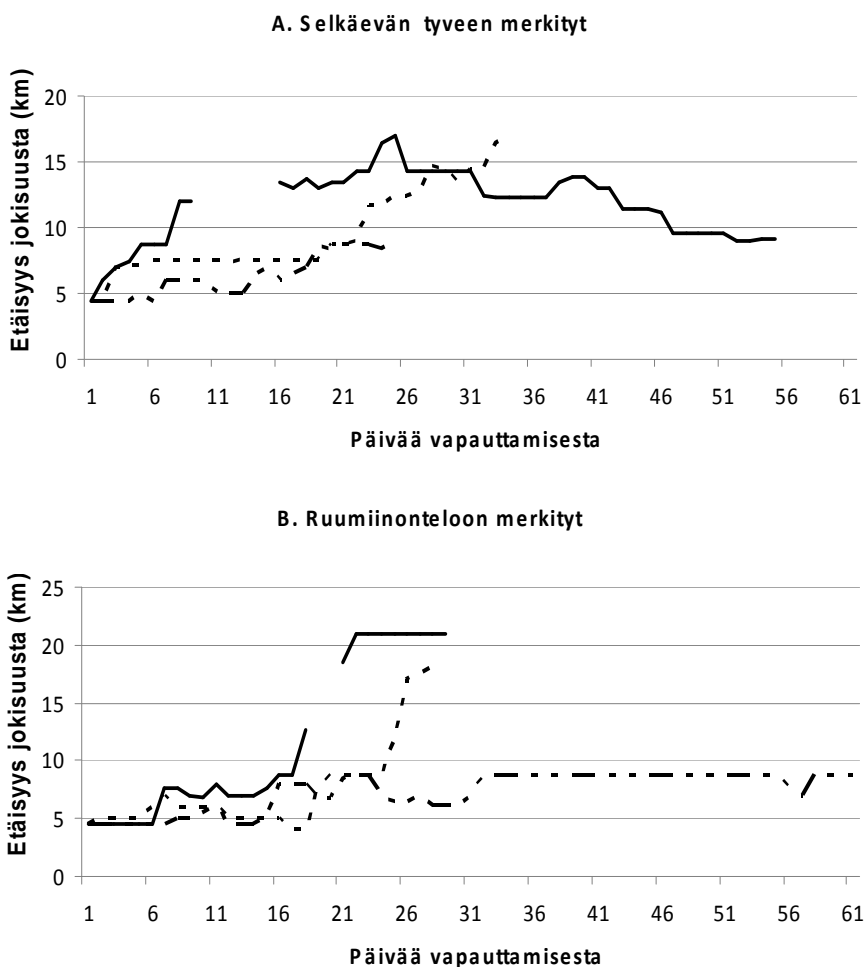
Varsinaiseen radioseurantaan päätyi lopulta 53 lohta (43 urosta, 8 naarasta ja kaksi sukupuoleltaan tunnistamatonta,  $56,3 \pm 4,4$  cm, vaihteluväli 50–74 cm, Taulukko 2.), jotka olivat pääsääntöisesti yhden merivuoden kaloja. Näistä kaloista 31 merkittiin ruumiinonteloon ja 22 selkäevän tyveen. Kaloja merkittiin 8.7. alkaen useissa eri ryhmissä. Kalat altistuivat vaelluksellaan kalastukselle aina elokuun loppuun asti, jolloin syysrauhotus alkoi. Radioseuratuista kaloista (n=53) 8 tuli kalastetuiksi (n=6 kypälänuotta, n=1 verkko ja n=1 perho, 95 %:n luottamusväli 6–10). Kypälänuotalla kalastetuista viisi oli merkitty ulkoisella lähettimellä selkäevän juureen, ja yksi oli ruumiinonteloon merkitty. Yksi ruumiinonteloon merkitty kala joutui lisäksi verkottajan ja yksi selkäevään merkitty perhokalastajan saaliiksi.

Taulukko 2. Telemetriaseurannassa käytetyt lohet.

Merkintäpäivä	Pituus (cm)	Sukupuoli	Pyyntipaikka	Merkintätapa
19.7.2006	60	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
19.7.2006	56	?	Kalatie	ruumiinontelo
19.7.2006	56	koiras	Krokholla	ruumiinontelo
19.7.2006	56	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
19.7.2006	56	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
19.7.2006	55	koiras	Krokholla	ruumiinontelo
19.7.2006	52	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
19.7.2006	50	koiras	Krokholla	ruumiinontelo
20.7.2006	58	koiras	Krokholla	ruumiinontelo
31.7.2006	60	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	58,5	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	58,5	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	57,5	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	57,5	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	55	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	54	?	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	52	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	52	naaras	Kalatie	ruumiinontelo
31.7.2006	51	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	60	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	60	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	60	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	57	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	56	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	56	naaras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	55	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	55	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	55	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	54	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	53	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
5.8.2006	52	koiras	Kalatie	ruumiinontelo
8.7.2006	58	naaras	Munknes	selkäevä
8.7.2006	56	koiras	Munknes	selkäevä
9.7.2006	69	koiras	Munknes	selkäevä
9.7.2006	60	koiras	Munknes	selkäevä



Kalojen nousunopeus vaihteli suuresti yksilöiden välillä. Osa kaloista vaelsi kohti yläjuoksua nopeasti ja jäi sen jälkeen paikoilleen. Joillakin kaloilla oli havaittavissa edestakaista vaeltamista telemetriaseurantajakson aikana. Kuvassa 7 on esitetty kolmen selkäevän tyveen ja kolmen ruumiinonteloon merkityn kalan liikkeitä vapauttamispaikaltaan. Huomattavana seikkana mainittakoon selkäevän tyveen merkityn esimerkkikalayksilön liikkeet (yhtenäinen viiva); seurattu kala on tehnyt pitkän vaelluksen joen ylävirtaan, jonka jälkeen se on palannut useita kilometrejä takaisin merta kohti.

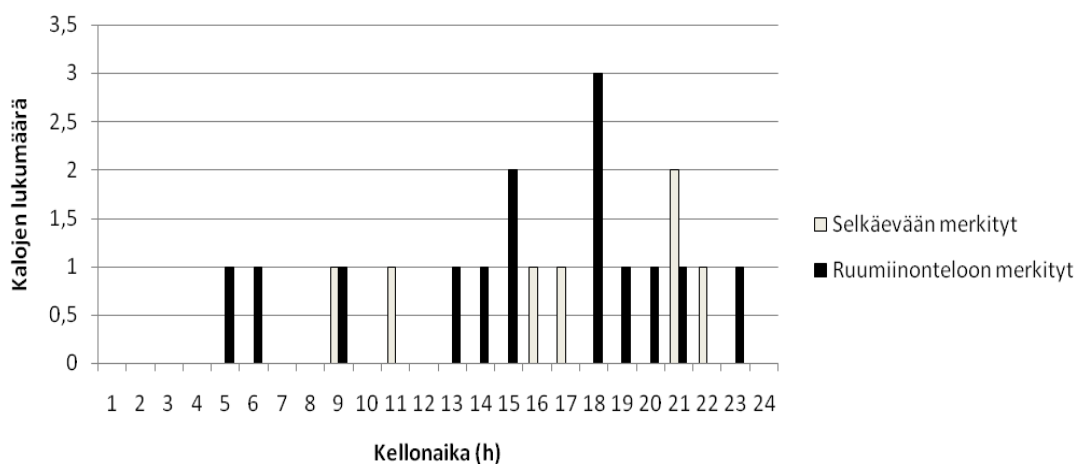


Kuva 7. Esimerkkikaloiden (n=6) vaeltama matka selkäevään tyveen (n=3, A) ja ruumiinonteloon (n=3, B) merkityillä kaloilla vapauttamisen jälkeen. Vapauttamispaikka oli noin 4,5 km jokisuusta.

Kolttakönkään alueella oleskeli kaiken kaikkiaan 37 kalaa, joista 36 kävi myös kalatiessä. Könkään ylitti kaiken kaikkiaan 21 kalaa (selkäevään merkityt n=7 ja ruumiinonteloon merkityt n=14), joista kaikki käyttivät kalatietä. Kalatiessä kävi lisäksi väliaikaisesti 14 kalaa, jotka eivät kuitenkaan nousseet kalatietä könkään yli, vaan palasivat kalatietä pitkin takaisin alavirtaan. Kalatien ylittäneet kalat viettivät Kolttakönkään alueella keskimäärin  $64 \pm 49$  h. Selkäevän juureen merkityt kalat viettivät alueella keskimäärin  $92 \pm 66$  h (vaihteluväli 24–214 h) ja ruumiinontelossa merkkiä kantaneet  $50 \pm 33$  h (vaihteluväli 9–114 h). Kalojen merkitsemistapa ei vaikuttanut könkään alueella vietettyyn aikaan (U-testi,  $p=0,09$ ). Kalatiehen nousevilta kaloilta kesti

keskimäärin  $38 \pm 42$  h (vaihteluväli 4–191 h) nousta kalatiehen könkään alueelle saavuttuaan. Merkintätavalla ei ollut vaikutusta kalojen käyttämään aikaan (U-testi,  $p=0,15$ ).

Könkään ylittäneet kalat viipyivät kalatien seuranta-alueella keskimäärin  $23 \pm 31$  tuntia: selkäevän tyveen merkityt kalat  $31 \pm 42$  h (vaihteluväli 1–122 h) ja ruumiinontelossaan merkkiä kantaneet kalat  $18 \pm 24$  h (vaihteluväli 2–98 h). Merkintätapa ei vaikuttanut kalatiessä vietettyyn aikaan (U-testi  $p=0,41$ ). Kolttakönkään ylös nousseet kalat kävivät keskimäärin 1,7 kertaa portaassa ennen lopullista könkään ylitystä. Useat kalat kävivät kalatiessä menemättä kuitenkaan tien ohitse ylemmille alueille. Kalat nousivat portaaseen kaikkina vuorokaudenaikoina, eikä selvää systemaattisuutta ollut havaittavissa (Kuva 8). Vilkkaimpana aikana voitaisiin kuitenkin pitää alkuillan ja -yön tunteja sekä hiljaisimpana vuorokauden ensimmäisiä tunteja. Eri merkintätapojen välillä ei ollut tilastollista poikkeavuutta (U-testi,  $p=0,46$ ).



Kuva 8. Könkään yläpuolelle nousseiden kalojen vuorokauden nousuajankohta kalatiehen.

#### 4.3. Videoseuranta

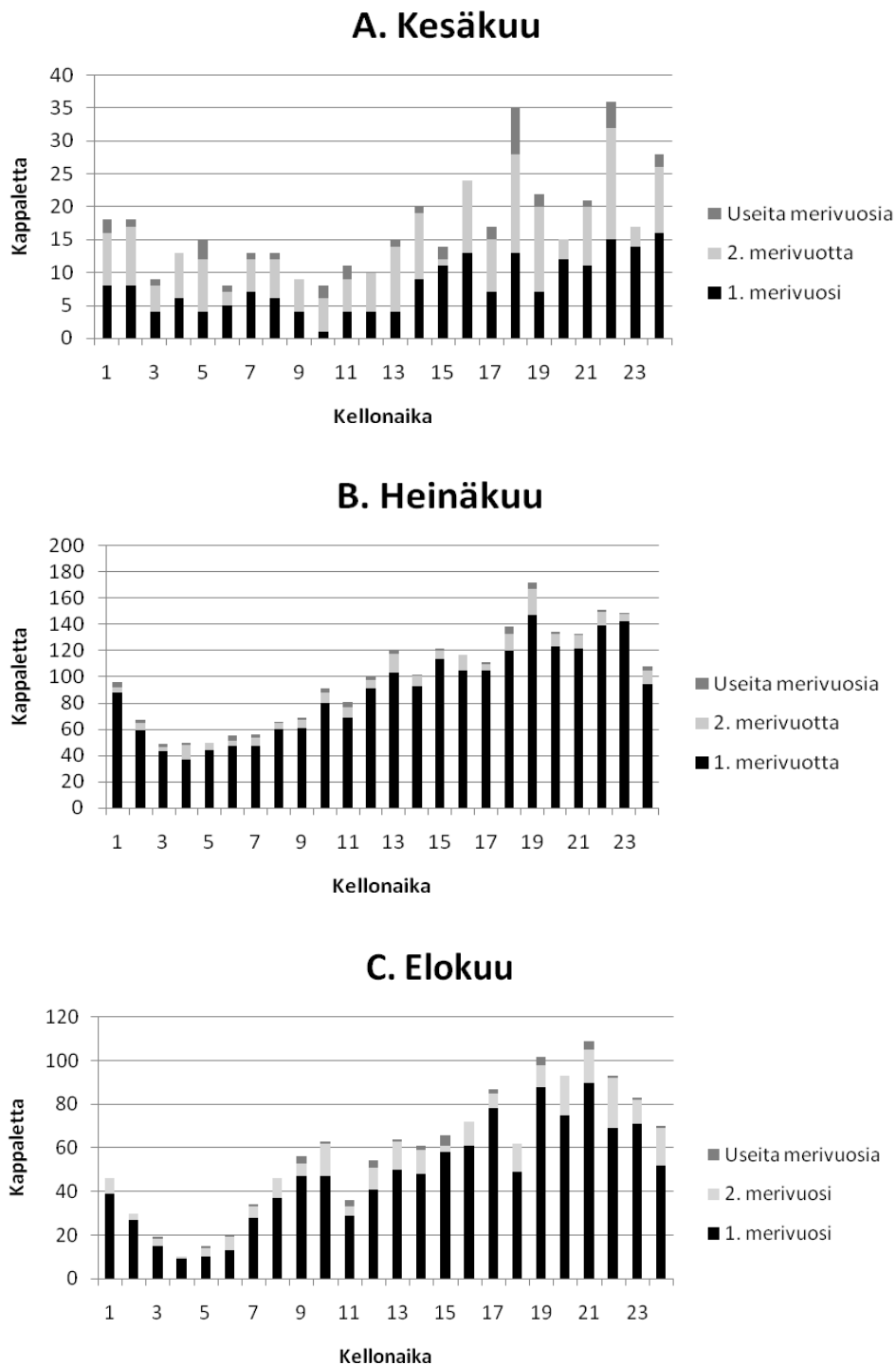
Kesäkuun (7.6.–30.6.), heinäkuun (1.7.–31.7.) ja elokuun (1.8.–31.8.) videoseurannassa kalojen suurin nousuaktiivisuus kalatiehen oli iltapäivän ja alkuillan tunteina (Kuva 9). Kesäkuussa kalojen nousuaktiivisuus oli seuranta-ajan vähäisintä. Kalatietä nousevien kalojen lukumäärä oli keskimäärin  $<1$  kala/tunti. Tällöin yhden- ja kahden merivuoden kaloja nousi kalatietä pitkin lukumääräisesti suunnilleen yhtä paljon (yhden merivuoden lohia 47 %, kahden merivuoden lohia 44 %). Suuria useamman merivuoden kaloja sitä vastoin nousi huomattavasti vähemmän (9 %) kuin pienempiä yhden ja kahden merivuoden kaloja.

Videoseurannan mukaan heinäkuu oli kalojen aktiivisinta nousuaikaa. Heinäkuun videoseurannassa korostui ensimmäisen merivuoden lohien suuri osuus. Prosentuaalisesti kaikista kalatietä käyttäneistä kaloista ensimmäisen merivuoden lohia oli 89 %. Toisen merivuoden lohia kalatietä nousseista kaloista oli 9 %. Suurien useiden merivuosien lohien osuus oli vain 2 %. Videomateriaalista on havaittavissa yhden merivuoden kaloilla selvää vuorokauden ajallista vaihtelevuutta. Iltapäivän ja alkuyön tunnit olivat kalojen pääasiallista nousuaikaa.

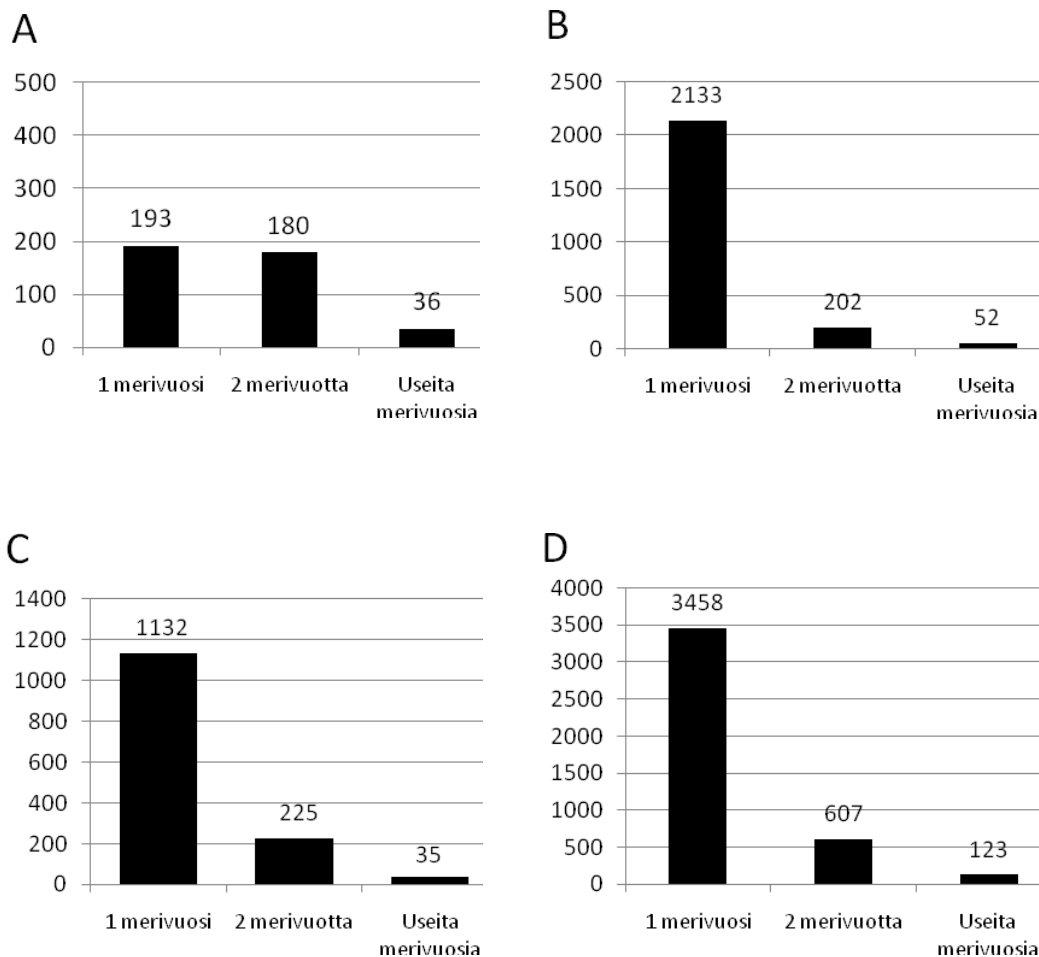
Elokuussa suurimpana ryhmänä kalatiessä olivat yhden merivuoden lohet, joita oli 81 % nousevista kaloista. Kahden merivuoden kalat olivat videoaineistossa edustettuna 16 % osuudella. Usean merivuoden kalojen osuus kalatietä käyttäneistä kaloista oli vain 3 %.

Kalatiessä sijainnut videokamera keräsi tietoa myös alaspäin vaeltavista kaloista. Videotallenteelta havaittiin 9.6. yksi edellisen talvensa joessa viettänyt lohi matkalla alaspäin merta kohti. Alaspäin valuvia smoltteja ja jokipoikasia kameran tallentamasta aineistoista havaittiin 13.6.–16.6. päivittäin. Heinäkuussa smoltteja havaittiin ainoastaan kerran, 2.7.





Kuva 9. Lohien keskimääräinen vuorokausittainen liikkuminen könkään yli kalatietä käyttäen kesä- (A), heinä- (B) ja elokuussa (C) kalatien videoseurannan perusteella. Havainnot tehtiin tunnin jaksoissa ympäri vuorokauden seurantajaksoilla 7.6.–30.8.2006. X-akselilla on kellonaika tunteina alkaen vuorokauden ensimmäisestä tunnista (00:00–01:00) ja Y-akselilla kaikkien kalojen kappaalemäärä tietyn tunnin aikana.



Kuva 10. Kalatietä nousseet lohet kesä- (A), heinä- (B) ja elokuussa (C) sekä kalatietä nousseet kalat koko seurantajakson ajalta (D).

## 5. TULOSTEN TARKASTELU

### 5.1. Radiotelemetry työvälteenä lohitutkimuksessa

Radiotelemetry on yleisesti käytössä oleva menetelmä vaelluskalojen tutkimuksessa makeassa vedessä. Menetelmää voi soveltaa hyvin myös Näämönjoella, koska joen vedenlaatu mahdollistaa signaalin kulkeutumisen voimakkaana vesimassan läpi ja kalojen paikantamisen jopa kilometrien päästä, maastonmuodoista riippuen.

Tässä tutkimuksessa suurin ongelma liittyi radiolähettimen paikallaan pysymiseen. Aikaisemmissa tutkimuksissa radiolähettimien pysymisessä ei ole todettu näin suuria ongelmia (Tutkija Petri Karppinen, RKTL, 2006 suullinen tiedonanto ja Rivinoja 2005). Rivinoja (2005) havaitsi tutkimuksessaan, että 12 % lohista poisti radiolähettimen mahalaukustaan, kun taas tässä tutkimuksessa kaikki radiolähettimellä mahalaukkuun merkityt lohet pystyivät poistamaan lähettimen hyvin nopeasti merkinnän jälkeen. Kalat kalastettiin Neidenvuonolla ennen kalojen nousemista jokiveteen. Koska lohi ei syö makeassa jokivedessä (Jones 1959), voidaan ajatella, että mahalaukkuun merkitseminen

olisi hyvä vaihtoehto kirurgisesti tai ulkoisesti asetettavalle radiolähettimelle. Lähettimen asennus mahalaukkuun on nopea ja ilmeisen kivuton toimenpide. Toimenpiteen aikana ei tarvitse käyttää anestesiaa, joten kalan voi palauttaa nopeasti takaisin vapauteen. Sisäinen radiolähetin ei vaikuta kalan suorituskykyyn ja fysiologiaan silloin, kun lähetin on maksimissaan 2 % kalan massasta (Thorstad ym. 2000). Tässä tutkimuksessa merkityt kalat olivat vähintään 50 cm pitkiä, joka vastaa noin 1 kg massaa. Käytetyt merkit painoivat enintään 16 g, joten 2 % sääntö toteutui. Sisäisessä merkinnässä, oli se sitten kirurgista tai suun kautta tapahtuvaa, kalan ulkopuolelle ei jää ulokkeita, jotka lisäävät mahdollisesti kalastuskuolleisuutta. Kalan evoluution muovaama virtaviivainen muotokaan ei kärsi sisäisestä merkinnästä. Neidenvuonolla merkintää varten kalastetut lohet olivat pääsääntöisesti edelleen ruokailevia kaloja, jotka lopettavat syömisen vasta makeaan jokiveteen noustuaan. Pyynnin yhteydessä kuolleiden kalojen mahalaukkuja avattiin ja mahalaukussa oli ruokaa, kuten kaloja, lähes poikkeuksetta. Tällä saattoi olla merkitystä kalojen kykyyn poistaa lähetin mahalaukustaan. Mitä ilmeisimmin kalat söivät edelleen toisin kuin oletettiin ja oksensivat lähettimen ulos. Jatkossa radioseurattavia kaloja merkittiin selkävän tyveen ja ruumiinonteloon.

Radiotelemetriaseuranta antaa kaloista yksityiskohtaista tietoa. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin mm. radiomerkittyjen lohien kykyä löytää kalatien, joka johtaa jyrkkäpiirteisen luonnonuoman ohi. Kaikki radiolähettimellä merkityt lohet, jotka kykenivät ylittämään Kolttakönkään putouksen, tekivät sen kalatietä pitkin. Tämä voi johtua kahdesta seikasta. Ensinnäkin lähes kaikki kalat olivat pienehköjä lohia, joten korkean putouksen yli hyppääminen voi olla niille lähes mahdoton tehtävä. Tosin pienehköjä yhden merivuoden kaloja on suurella todennäköisyydellä vaeltanut Kolttakönkään putouksen yli ennen kalatien rakentamistakin. Toisekseen tutkimuksessa olleet kalat olivat kokeneet käsittelyn ja kantoivat radiolähetintä. Vaikka Thorstad ym. (2000) totesivatkin kalojen säilyttävän suorituskykynsä merkinnästä riippumatta, voi merkitseminen kuitenkin mahdollisesti vaikuttaa kalojen käyttäytymiseen.

Suurin osa seuratuista kaloista oli haavittu kalatiestä, joten on oletettavaa, että ne löytävät kalatien aukon uudestaan merkinnän jälkeenkin. Suurin osa (60 %) seuratuista kaloista jäi Kolttakönkään alapuoliselle osuudelle. Näätämöjoki on n. 75 km:ä pitkä joki, ja Kolttakönkään alapuolinen alue edustaa joesta vain hieman yli 10 %:a. Kalojen jäämiseen könkään alapuolelle on voinut vaikuttaa jokin ulkoinen tekijä: ehkä merkitsemisen aiheuttama rasitus tai kalojen kuljettaminen takaisin alavirtaan merkinnän yhteydessä, mikä vei voimat nousevilta kaloilta.

Epäonneksemme mahalaukkuun merkityt kalat oksensivat radiolähettimet ulos. Mikäli mahalaukkuun merkintä olisi onnistunut, otos Näätämöjoen vaelluslohipopulaatiosta olisi ollut totuudenmukaisempi ja kattanut populaation kokojakauman paremmin. Todennäköisesti radiotelemetriaseurannan tulokset olisivat näyttäneet toisenlaisilta. Mahalaukkuun merkityistä lohista tehtiin kuitenkin eräs mielenkiintoinen havainto. Mahalaukkuun merkin saaneet lohet osoittivat, että Näätämöjoen lohet vaeltavat eri jokien välillä kutujokeaan etsiessään. Paikannustietojen mukaan kaksi mahalaukkuun merkittyä lohia kävi ennen radiolähettimen irtoamista Munkelvassa, jonka jälkeen ne siirtyivät Näätämöjokeen, jossa lähettimen irtoaminen tapahtui. Tämän tutkimuksen lohet edustivat pääsääntöisesti yhden merivuoden lohia, jolloin tutkimuksen tulosta voi käyttää ainoastaan arvioitaessa yhden merivuoden lohien kutuvaelluskäyttäytymistä.

## 5.2. Kalastuskuolleisuus

Tässä tutkimuksessa radiokaloista kalastajien saaliiksi jäi 15 %, joista kápälänuotalla kalastettiin 75 % (n=6), verkolla 12,5 % (n=1) sekä vavalla 12,5 % (n=1). Pitkän aikavälin ja vuoden 2006 saalistilastoihin (Orell ym. 2006) nähden kápäläsaalis ylikorostui tässä tutkimuksessa. Kápälänuottaan jäivät varsinkin ulkoisella radiolähettimellä merkityt kalat, vaikka merkintätapojen vaikutuksella kónkään alueella vietettyyn aikaan ei ollut tilastollista merkitystä. Voidaankin olettaa, että ulkoinen merkki altistaa pienehköt lohet suuremmalle kápälänuottauskuolleisuudelle kuin sisäisesti merkityt lohet. Lisäksi, radioseurannan mukaan kóngästä ylittävät kalat oleskelivat Kolttakónkään alueella kohtuullisen pitkiäkin aikoja, jolloin ne altistuvat kápälänuottaukselle.

Tutkimuksessa mukana olleita kaloja (n=53) jäi urheilukalastajien saaliiksi vain yksi. Tämä kala kalastettiin Kolttakónkään rauhoitusalueen alapuolelta, välittömästi rauhoitusalueen päätyttyä. Näin alhainen vapakalastajien aiheuttama kalastuskuolleisuus oli yllättävä, koska kesä 2006 oli urheilukalastajille kaiken kaikkiaan hyvää kalastusaikaa vedenlämmön ja –korkeuden pysytellessä suotuisina. Kesän 2006 urheilukalastajien saalis Norjan puolen Näätamöjoella oli 7,9 tonnia, joka oli huomattavasti korkeampi kuin neljänä aikaisempana vuotena (Orell ym. 2006). Toisaalta radioseurattujen kalojen pieni lukumäärä verrattuna koko lohipopulaation yksilömäärään voi vinouttaa tulosta ja korostaa sattuman osuutta tuloksissa.

Suomen puolelle nousseista radiolohista saatiin vain kaksi havaintoa. Toinen kaloista paikannettiin kalastuskauden päätyttyä noin 36 km jokisuusta ja toinen jäi verkkokalastajan saaliiksi noin 30 km jokisuusta. Suomen puolelle nousseiden radiomerkittyjen lohien pieni määrä tukee pitkän aikavälin saalistilastointia, jonka mukaan Näätamöjoen kokonaissaaliista kalastetaan Norjan puoleisella osuudella jopa 87 % (Riista- ja kalatutkimus 2008). Havaintoja voi osin selittää Suomen puolen Näätamöjoen vesistön mittava lohien verkkokalastus, joka on vaikuttanut osaltaan Suomen puolelle leimautuneen kutupopulaation kokoon. Sähkökalastuksissa on todettu, että jokipoikastiheydet ovat alhaisempia kuin Norjan puolella (Niemelä 2001), vaikka pääosa joen poikastuotantoalueista sijaitsee Suomen alueella. Voikin olla, että Suomen puolen tuotantoalueet eivät ole täysin hyödynnettyjä ja verkottaminen aiheuttaa liian suurta painetta populaatiolle.

Tutkimuksessa saatua kalastuskuolleisuustulosta ei ehkä voitane hyödyntää esimerkiksi kalastuksen säätelyn suunnitteluun, koska mm. radiolohien pienehkö lukumäärä voi vääristää tulosta. Merkityt lohet eivät myöskään muodostaneet edustavaa otosta joen koko kutuvaeltavasta lohipopulaatiosta vaan otos painottui pieniin kaloihin.

## 5.3. Kolttakónkään kalatie

Tässä tutkimuksessa kalatietä kulkevien lohien lukumäärä laskettiin koko kesän ajalta. Videoseurannan mukaan kahden ja useamman merivuoden lohien määrä kalatien käyttäjinä pysyi kesäkuukausien aikana kohtuullisen vakiona. Kesän edetessä pienten yhden merivuoden lohien määrä kalatiessä nousi. Aikaisemmassa tutkimuksessa on todettu, että Näätamöjoen kokonaissaaliista vuosina 2001–2005 noin 63 % on ollut yhden merivuoden lohia, 21 % kahden merivuoden lohia ja useamman merivuoden lohien määrä on ollut noin 13 % (Orell ym. 2005). Tässä tutkimuksessa koko seurantajakson aikana kalatietä käyttäneistä kaloista 83 % oli yhden merivuoden lohia. Kahden merivuoden kalojen osuus kalatietä käyttäneistä kaloista oli noin 14 %, mikä on hivenen alle saaliskeskisarvon. Suurien useamman merivuoden lohien osuus kalatien nousijoina on vain noin kolme prosenttia. Saalisosuuksien määrä ei siis täysin vastaa kalatietä käyttävien

lohien kokojakaamaa. Yhden merivuoden lohien suuri osuus kertoo niiden käyttävän suurissa määrin Kolttakönkään ohittavaa kalatietä, kun taas isompien lohien vähäinen määrä kalatiessä johtunee niiden kyvystä nousta helpommin yli könkään luonnonuomaa käyttäen. Ehkä isommista lohista useampi onnistuu ylittämään könkään luonnonuomaa pitkin, ja alueelle jäävät pienet lohet liikkuvat könkään alueella enemmän, kunnes löytävät kalatien houkutusvirran ja nousevat kalatiehen.

Telemetriaseurannassa paljastui, että eri lohikylät käyttäytyvät kalatiessä hyvin eri tavoin. Osa kaloista ohitti kalaportaan kiireellä, kun taas toiset oleskelivat kalatiessä useita päiviä. Lisäksi suuri osa Kolttakönkään alueella oleskelluista kaloista kävi kalatiessä ja palasi takaisin alavirtaan. Kolttakönkään ohi kulkeneet kalat kävivät keskimäärin 1,7 kertaa kalatiessä, minkä jälkeen ne nousivat kalatietä käyttäen könkään alueen ohi. Aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu samansuuntaisia havaintoja (Gowans ym. 1999, Karppinen ym. 2002). Kalatiestä takaisin alavirtaan palaaminen voi olla yhteydessä kalatien alueella tapahtuneeseen ihmisten liikkumiseen. Kalatien alueella on aidalla eristetty suojavaiohyke, jonka sisäpuolelle ihmisillä ei ole tavallisesti pääsyä. Tutkimuksen aikana päivittäistä huoltamista vaativat automaattiset radiovastaanottimet ja videokuvauslaitteisto sijaitsivat aidan sisäpuolella, joten kalatien alueella liikuttiin epäsäännöllisesti päivittäin. Tämä on voinut osaltaan häiritä kaloja.

#### **5.4. Lohien vaeltaminen Näätäjäjoessa**

Tutkimuksen toisena päätarkoituksena kalatien seuraamisen lisäksi oli lohien vaeltamisen tutkiminen Näätäjäjoessa. Tarkoituksena oli merkitä kaikkien kokoluokkien kaloja. Tähän pyrittiin Neidenvuonolla tapahtuneella kiilanuottapyynnillä, jonka oli tarkoitus antaa kattava otos koko Näätäjäjoen kutupopulaatiosta. Epäonnistunut merkintä lohien mahalaukkuun, ja siitä johtunut siirtyminen muihin merkintä- ja pyyntitapoihin supisti otoksen koskemaan lähes yksinomaan yhden merivuoden kaloja. Suurin osa merkityistä kaloista jäi seurantajakson loputtua joen alimmille kilometreille Kolttakönkään alapuolelle, jossa lohille sopivaa kutualueita on vain niukalti (Erkinaro ym. 2000). Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voitaisiin olettaa, että lohien pääasialliset kutualueet sijaitsevat Kolttakönkään alapuolella, koska suurin osa radiolähettimellä merkityistä kaloista jäi alajuoksulle. Suurimman osan kutu- ja poikastuotantoalueista on kuitenkin raportoitu sijaitsevan joen ylemmillä osilla (Erkinaro ym. 2000).

Osa tutkittavista lohikylästä vaelsi tutkimuksen aikana edestakaisin. Tämä havainto tehtiin sekä kalatiessä että muualla joen alueella liikkuville lohille. Tämä havainto tukee selitystä, jonka mukaan lohien edestakainen liike on yhteydessä kutupaikkojen etsimiseen (Økland ym. 2001).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin mereltä takaisin kudulle vaeltavien lohien vaelluskäyttäytymistä, kalastuskuolleisuutta ja Kolttakönkään alueen ”pullonkaulan” vaikutusta lohien vaellukseen nimenomaan Näätäjäjoen vesistöissä. Tutkimuksessa hyödynnettiin laajasti eri menetelmiä radioseurattavien kalojen pyynnissä ja merkinnässä. Merkinnässä kohdattujen ongelmien vuoksi radioseuratut lohet edustivat pääasiassa yhden merivuoden lohia. Tutkimus tarjoaa kuitenkin menetelmissä havaituista eduista ja haitoista tärkeää tietoa, jota voidaan hyödyntää edelleen tulevissa tutkimuksissa. Lohien käyttäytymistä Näätäjäjoen vesistöissä ei ole aikaisemmin seurattu radiotelemetrisesti. Radioseurannan lisäksi kalatietä käyttävän lohipopulaation täydellinen seuranta tuo suoraa tietoa kalatien hyödyllisyydestä ja käyttöasteesta. Tämä tutkimus antaa atlantinlohen kutuvaelluskäyttäytymisestä merkittävää lisätietoa, jota voidaan osaltaan hyödyntää myös kalatalouden suunnittelussa ja lohikantojen suojelussa.

## **Kiitokset**

Kiitokset haluan osoittaa Neidenissä työskennelleelle ryhmälle; Pietulle, Sannille, Håvardille ja tietenkin Neiden Fiskefelleskapin urheille valvojille, jotka hikeä ja kyyneleitä säästämättä puursivat vuorokauden ajasta ja kelistä piittaamatta tutkimuksen läpiviennin eteen. Gradutyöni ohjaajia haluan kiittää mukavista tuokioista työn loppuunsaattamisen johtamiseksi ja hellästä ohjaamisesta. Erityisen suuret kiitokset Paulalle, joka sitkaasti jakoi antaa ohjeita ja neuvoja työni johdosta. Tahdon myös kiittää Vaskontien porukkaa, jonka talliin pääsin tuulettamaan rasittunutta päköppäni käsitöiden merkeissä. Ei sovi myöskään unohtaa Vertin ja Rikin panosta työni onnistumiseen.

## Kirjallisuus

- Alabaster J.S. 1970. River flow and upstream movement and catch of migratory salmonids. *J. Fish Biol.* 2: 1–13.
- Brown R.S., Cooke S.J., Anderson W.G. & McKinley R.S. 1999. Evidence to Challenge the “2% Rule” for Biotelemetry. *N. Am. J. Fish. Manage.* 3: 867–871.
- Counihan T.D. & Frost C.N. 1999. Influence of Externally Attached Transmitters on the Swimming Performance of Juvenile White Sturgeon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 5: 965–970.
- Dittman A.H., Quinn T.P. & Nevitt G.A. 1996. Timing of imprinting to natural and artificial odors by coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 434–442.
- Erkinaro J. & Niemelä E. 1995. Growth differences between the Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, of nursery brooks and natal rivers in the Teno River watercourse in northern Finland. *Environ. Biol. Fishes* 42: 277–287.
- Erkinaro J., Dempson J.B., Julkunen M. & Niemelä E. 1997. Importance of ontogenetic habitat shifts to juvenile output and life history of Atlantic salmon in a large subarctic river: an approach based on analysis of scale characteristics. *J. Fish Biol.* 51: 1174–1185.
- Erkinaro J., Økland F., Moen K., Niemelä E. & Rahiala M. 1999. Return migration of Atlantic salmon in River Tana: the role of environmental factors. *J. Fish Biol.* 55: 506–516.
- Erkinaro J., Karppinen P., Mäkinen T., Kaukoranta M., Popov N. & Lupadin A. 2000. Restoring the Atlantic salmon stock of the River Tuloma – a pilot experiment using transplanted radio-tagged adult salmon. Teoksessa: Moore A. & Russel I. (toim.), *Advances in Fish Telemetry* 257–264. CEFAS, Lowestoft.
- Erkinaro J. & Karppinen P. 2004. Telemetry kalatutkimuksessa. *Vesitalous* (5): 33–35.
- Gowans A.R.D., Armstrong J.D. & Priede I.G. 1999. Movements of adult Atlantic salmon in relation to hydroelectric dam and fish ladder. *J. Fish Biol.* 54: 713–726.
- Hansen L.P., Jonsson N. & Jonsson B. 1993. Oceanic migration in homing Atlantic salmon. *Animal behaviour* 45: 927–941.
- Hansen P. & Jonsson B. 1994. Homing of Atlantic salmon: effects of juvenile learning on transplanted post-spawners. *Animal Behaviour*. 47: 220–222.
- Harden-jones F.R. 1968. *Fish migration*. Arnold ltd, London.
- Hasler A.D. 1954. Odor perception and orientation in fishes. *J. Fish. Res. Board Can.* 11: 107–129.
- Heggberget T.G., Hansen L.P. & Næsje T.F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1691–1698.
- Heggberget T.G. & Økland F. 1992. Telemetry I fiskeundersøkelser – Muligheter og begrensinger. NINA Oppdragsmeldning 128: 1–15.
- Heggberget T.G. & Økland F. & Ugedal O. 1996. Prespawning migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in north Norwegian river. *Aquac. Res.* 27: 313–322.
- Hutchings J.A. & Myers R.A. 1988. Mating succes of alternative maturation phenotypes in male Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Oecologia*. 75: 169–174.
- Jensen A. 1999. Upstream migration of salmonids in relation to water temperature. Teoksessa: Kamula R. & Laine A. (toim.), *Foredrag fra Nordisk symposium om fiskepassasjer, Proceedings of the Nordic conference on Fish Passage*. DN-notat 1999–1, Trondheim.
- Jepsen N., Koed A., Thorstad E.B. & Baras E. 2002. Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: How much have we learned? *Hydrobiologia* 483. 239–248.

- Jepsen N., Schreck C., Clements S. & Thorstad E.B. 2003. A brief discussion on the 2% tag/bodymass rule of Thumb. Aquatic telemetry: advances and applications. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry Held in Europe. *FAO/COISPA*.
- Jones J.W. 1959. *The Salmon*. Collins, London.
- Jonsson N., Hansen L.P. & Jonsson B. 1991. Variation in age, size and repeat spawning of adult Atlantic salmon in relation to river discharge. *J. Anim. Ecol.* 60: 937–947.
- Karppinen P., Mäkinen T.S., Erkinaro J., Kostin V.V., Sadkovskij R.V., Lupandin A.I. & Kaukoranta M. 2002. Migratory and route-seeking behaviour of ascending Atlantic salmon in the regulated River Tuloma. *Hydrobiologia* 483: 23–30.
- Karppinen P., Erkinaro J., Niemelä E., Moen K. & Økland F. 2004. Return migration of one sea winter Atlantic salmon in the River Tana. *J. Fish Biol.* 64: 1179–1192.
- Lapin ympäristökeskus. Vesien käyttökelpoisuusluokitus 1994–1997.
- Laughon R. 1991. The Movements of Adult Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in the River Spey Determined by radiotelemetry during 1988 and 1989. *Scottish Fisheries Research Report* 50
- Länsman M., Stolt E. & Seppänen M. 2005. Näätämöjoen lohenkalastus ja retkeilypalvelut. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja* 341
- McCleave J.D., Power J.H. & Rommel Jr. S.A. 1978. Use of radiotelemetry for studying upriver migration of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Fish Biol.* 12: 549–558.
- Mills, D. 1989. *Ecology and management of Atlantic Salmon*. Chapman & Hall, London.
- Niemelä E., Erkinaro J., Kylmäaho M., Julkunen M. & Moen K. 2001. Näätämöjoen lohen poikastiheys ja kasvu. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia* 176: s. 1–25.
- Niemelä E., Länsman M., Erkinaro J., Kylmäaho M. & Brørs S. 2003. Lohikantojen tila Teno- ja Näätämöjoen vesistöissä vuosina 1998–2000. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja* 292
- Orell P., Länsman M., Kylmäaho M., Niemelä E., Erkinaro J., Brørs S., Karppinen P. & Mäki-Petäys A. 2007. Teno- ja Näätämöjoen lohikantojen seurantatutkimukset vuosina 2001–2005. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja* 402
- Riistan- ja kalantutkimus 2008. [http://www.rktl.fi/tiedotteet/tenojen\\_naatamojen\\_lohisaaliit\\_1.html](http://www.rktl.fi/tiedotteet/tenojen_naatamojen_lohisaaliit_1.html). Luettu 20.6.2008.
- Rivioja P. 2005. Migration problems of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in flow regulated rivers. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Doctoral thesis* No. 2005
- Sjölaksefiske 2008. [http://www.sjolaksefiske.no/Bilder/kilenot\\_600.jpg](http://www.sjolaksefiske.no/Bilder/kilenot_600.jpg). Luettu 20.6.2008.
- Stasko A.B. & Pincock D.G. 1977. Review of underwater telemetry, with emphasis on ultrasonic techniques. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 1261–1285
- Thorstad E.B., Økland F. & Finstad B. 2000. Effects of telemetry transmitters on swimming performance of adult Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* 57: 531–535
- Thorstad E.B., Økland F., Kroglund F. & Jepsen N. 2003. Upstream migration of Atlantic salmon at power station on the river Nidelva, Southern Norway. *Fish. Manage. Ecol.* 10: 139–146.
- Trépanier S., Rodriguez M.A. & Magnan P. 1996. Spawning migrations in landlocked Atlantic salmon: time series modelling of river discharge and water temperature effects. *J. Fish Biol.* 48: 925–936
- Webb J. 1990. The Behaviour of Adult Atlantic Salmon Ascending the Rivers Tay and Tummel to Pitlochry Dam. *Scottish Fisheries Research Repor.* 48.



- Verspoor E., Beardmore J.A., Consuegra S., Carcía de Leániz C., Hindar K., Jordan W.C., Koljonen M.-L., Mahkrov A.A., Paaver T., Sánchez J.A., Skaala Ø., Titov S. & Cross T.F. 2005. Population structure in the Atlantic salmon: insights from 40 years of research into genetic protein variation. *J. Fish Biol.* 67. 3–54, (supplement A).
- Vesihallitus. 1984. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma. *Vesihallituksen julkaisuja nro 46*.
- Winter J. 1996. Advances in underwater telemetry. Teoksessa: Murphy, B.R. & Willis D.W. (toim.), American Fisheries Society, 555–590.
- Økland F., Erkinaro J., Moen K., Niemelä E., Fiske P., McKinley R.S. & Thorstad E.B. 2001. Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: phases of migratory behaviour. *J. Fish Biol.* 59: 862–874.