

Hauen, kuhan, kirjolohen, meritaimenen ja vaellussiian telemetriaseuranta Kyrönjoen Malkakosken kalatiessä vuosina 2004 - 2006

Teemu Huovinen



Hauen, kuhan, kirjolohen, meritaimenen ja vaellussiian telemetriaseuranta Kyrönjoen Malkakosken kalatiessä vuosina 2004 – 2006

Teemu Huovinen



LÄNSI-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS
VÄSTRA FINLANDS
MILJÖCENTRAL

LÄNSI-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 1 | 2009
Länsi-Suomen ympäristökeskus

Taitto: Anne-Britt Hortans
Kansikuva: Kalan vapautus, kuvaaja Teemu Huovinen
Valokuvat & kartat: Teemu Huovinen, Unto Huttu (kuva 1)

Julkaisu on saatavana internetissä:
www.ymparisto.fi/lisu/julkaisut

ISBN 978-952-11-3371-8 (PDF)
ISSN 1796-1912 (pain.)
ISSN 1796-1920 (verkkoj.)

SISÄLLYS

1. Johdanto	5
2. Aineisto ja menetelmät	6
2.1 Tutkimusalue.....	6
2.2 Virtaama ja veden lämpötila.....	8
2.3 Patoluukujen vaikutus virtaamaan.....	9
2.4 Kalat.....	9
2.5 Kalojen merkintä.....	10
2.6 Laitteisto ja seuranta.....	11
3. Tulokset	14
3.1 Kalojen liikkuminen seuranta-alueella	14
3.1.1 Hauki.....	14
3.1.2 Kuha.....	15
3.1.3 Kirjolohi.....	16
3.1.4 Meritaimen.....	17
3.1.5 Vaellussiika.....	20
3.2 Seurannan onnistuminen	20
3.3 Virtaaman ja veden lämpötilan vaikutus kalojen liikkeisiin	21
4. Tulosten tarkastelu	23
4.1 Menetelmän tarkastelu.....	23
4.2 Kalojen liikkuminen.....	24
4.2.1 Hauki.....	24
4.2.2 Kuha.....	25
4.2.3 Kirjolohi.....	25
4.2.4 Meritaimen.....	26
4.2.5 Vaellussiika.....	26
5. Yhteenveto	27
6. Kirjallisuus	28
Liite 1	29
Liite 2	30
Liite 3	31
Kuvailulehti	32
Presentationsblad	33

1. Johdanto

Kyrönjoki on Etelä-Pohjanmaan suurin joki. Pääuoman pituus on 127 km. Mereen Kyrönjoki laskee Vaasan pohjoispuolella. Virtaamien vaihtelu Kyrönjoella on suurta ja virtaamavaihteluihin on syynä järvien vähäisyys ja valuma-alueen runsaat ojitukset (Keskinen 2002). Vedenlaadulle Kyrönjoessa on tyypillistä korkea ravinnepitoisuus, tumma väri sekä alunamaista johtuva ajoittain hyvin alhainen pH. Happamuusarvo laskee Kyrönjoessa alle viiden lähes vuosittain.

Kyrönjoen yläosan vesistötyöhön kuuluvan Malkakosken padotusjärjestelmällä, eli Malkakosken padolla on nostettu Kyrönjoen alivedenpintaa turvaamaan tulvapenkeiden vakavuus sekä parantamaan joen virkistyskäyttöä. Alivedenpinta nostettiin ennen 1900-luvun alkupuolen perkauksia olleelle tasolle, eli välittömästi padon yläpuolella alivedenpinta on noussut 2,5 metriä. Alivedenpinnan nousun myötä on syntynyt lähes 40 km pitkä jokisuvanto. Padotusjärjestelmä ei vaikuta tulva-aikaisiin vedenkorkeuksiin. Malkakosken padon käytön periaatteena on pitää vedenkorkeusvaihtelut padon ylä- ja alapuolella mahdollisimman tasaisena, sillä normaalitilanteissa vesi virtaa joen itärannalla olevan koski- ja säätopadon läppäluukun kautta. Malkakosken patoon kuuluu myös kalatie.

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen tutkimusosasto selvitti vuosina 2004 – 2006 Malkakosken kalatien toimivuutta hauella, kuhalla, kirjolohella, meritaimenella ja vaellussiialla toteutetuilla telemetriaseurannoilla. Biologiseen tutkimukseen sovellettu telemetria, biotelemetria, tarkoittaa langatonta tiedon välittämistä eläimeen kiinnitetyn lähettimen ja sen signaaleja kuuntelevan vastaanottimen välillä. Biotelemetriassa eläimeen on kiinnitetty lähetin, joka lähettää radio- ja/tai ääniaaltoja, joiden vastaanottaminen tapahtuu antennin, hydrofonin ja vastaanottimen avulla. Lähetin voidaan kiinnittää eläimen ulko- tai sisäpuolelle. Kyrönjoella kalojen telemetriaseurannoissa käytettiin kalojen vatsaonteloon asennettavia radio- ja ääniaaltolähettimiä.

Malkakosken telemetriatutkimusten tavoitteena oli selvittää, pääsevätkö eri kalalajit nousemaan kalatietä pitkin padon yli ja käyttävätkö kalat Denil-uomaa nousureitinään. Lisäksi pyrittiin selvittämään soveltuuko Malkakosken koskialue kalojen elinalueeksi ja millaisissa paikoissa eri kalalajit viihtyvät. Malkakosken seuranta oli lajissaan ensimmäinen Suomessa toteutettava telemetriatutkimus, jossa käytössä oli yhtä aikaa radio- ja ääniaaltolähettimet sekä useita eri kalalajeja.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusalue

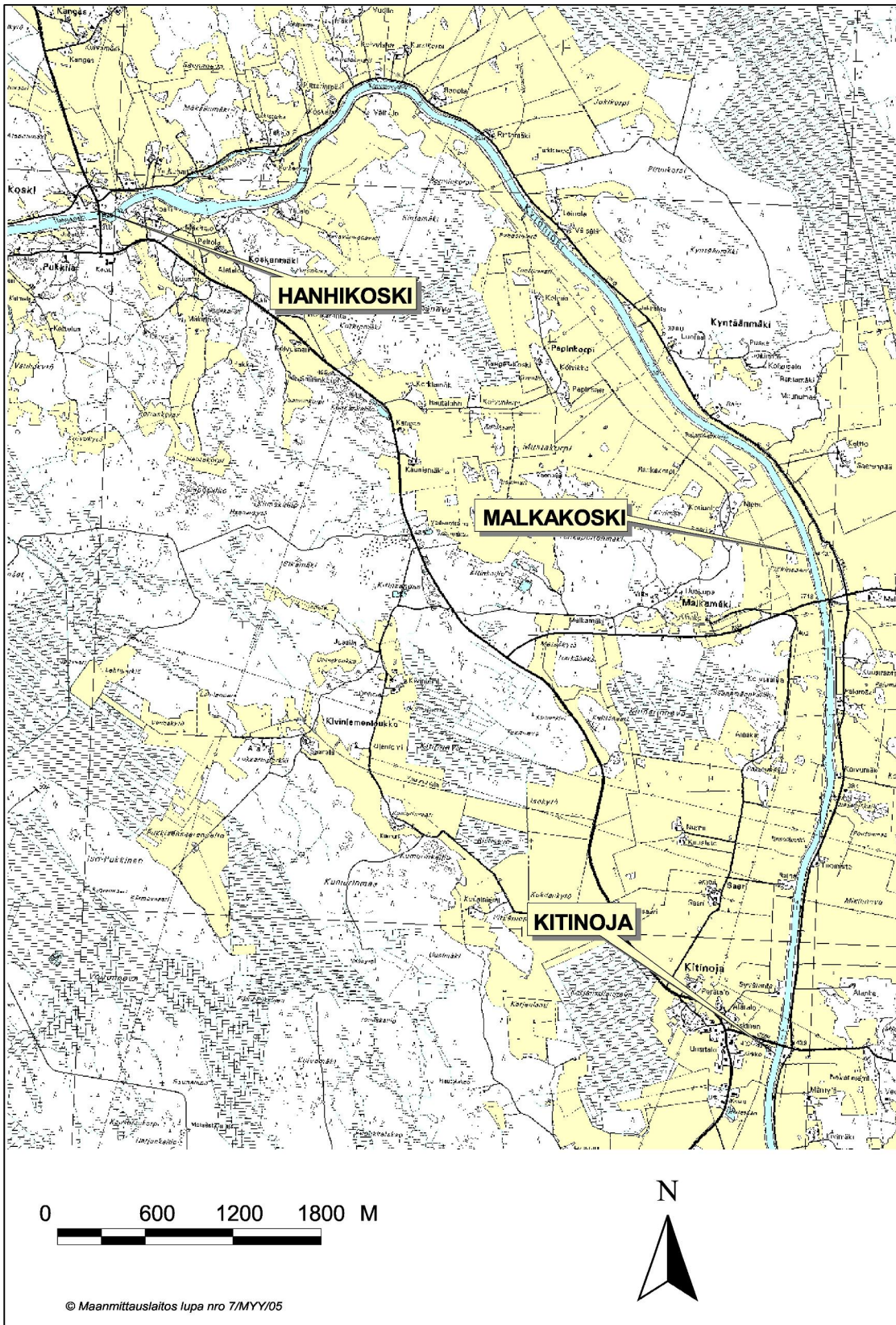
Malkakosken pato sijaitsee Ylistarossa n. 20 km Seinäjoelta, Malkamäen kylässä. Patorakenteet muodostuvat Kyrönjoen poikki rakennetusta pitkästä pohjapadosta, joka muodostuu tulvapidosta, koskipadosta, säätöpadosta, varajuoksutusaukosta ja mutkittlevasta koskiuomasta. Säännöstelypadon yhteyteen on rakennettu Denil-uoma ja padon alapuolelle luonnonmukainen, allastyypinen kalatie.

Malkakosken pohjapadossa kosken pudotuskorkeus on porrastettu kahdeksasta eri altaasta muodostuvalla kalatieratkaisulla. Altaat on erotettu toisistaan 30 cm:n korkeuksilla kynnyksillä. Altaiden välisiin kynnyksiin on rakennettu kalakourut (kuva 1), jotka mahdollistavat kalojen nousun patorakenteiden ohi jopa minimivirtaamien aikana (Jormola ym. 2003).



Kuva 1. Malkakosken luonnonmukaisen kalatien kalakouru altaiden 2-3 välillä.

Telemetriaseurantojen päätutkimusalue oli itse Malkakosken patorakennelma. Kalojen liikkumista seurattiin jokiuomaa reunustavia teitä pitkin välillä Hanhikosken silta – Kitinojan silta. Pituutta tutkimusalueeseen kuuluvalla jokiuomalla oli noin 10 km (kuva 2).



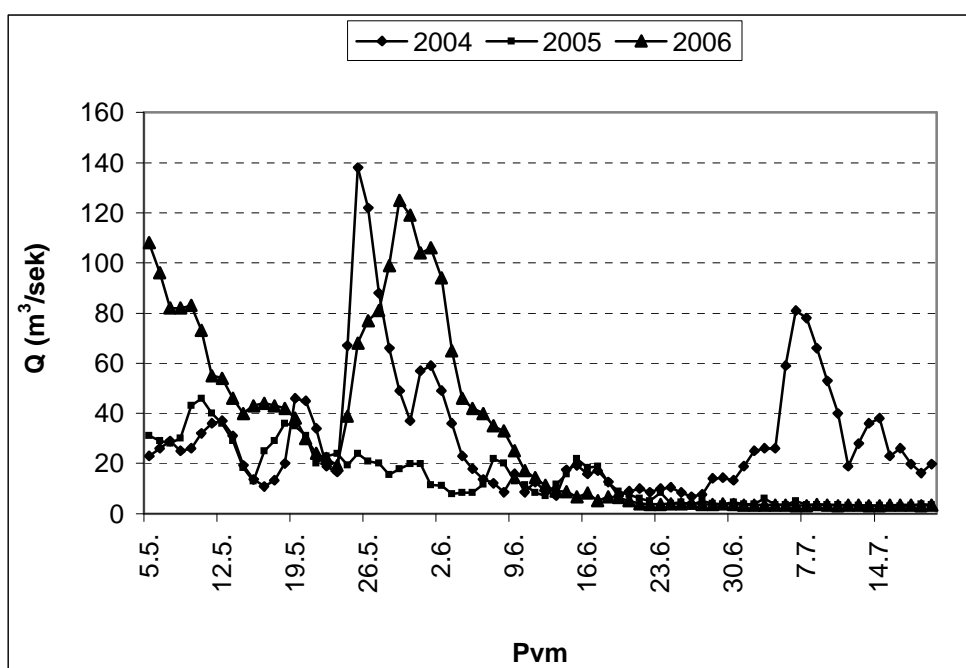
Kuva 2. Malkakosken telemetriaseurantojen tutkimusalue vuosina 2004 – 2006.

2.2 Virtaama ja veden lämpötila

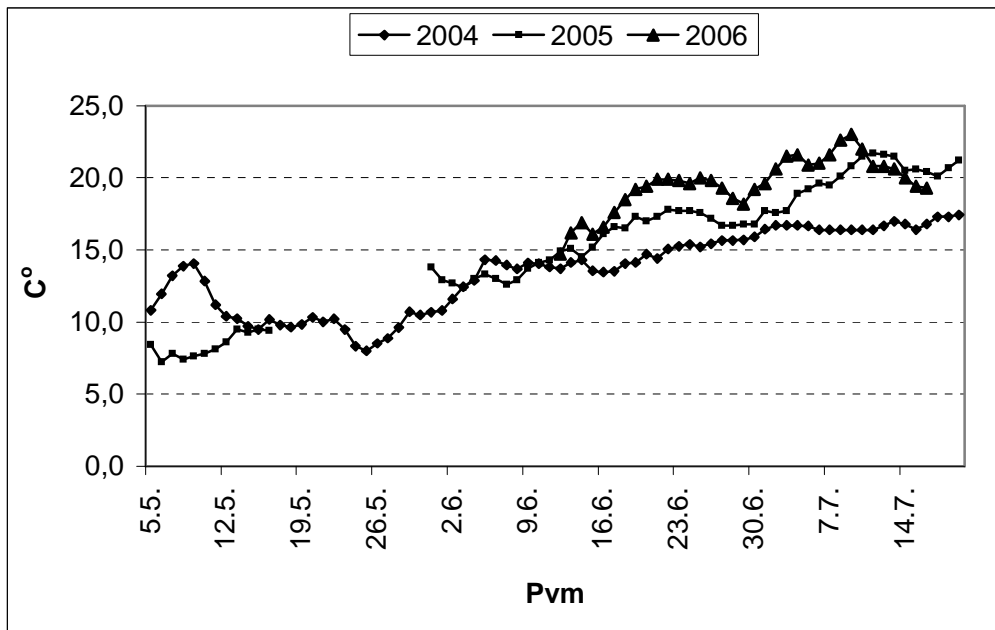
Kyrönjoen virtaama vaihteli huomattavasti eri vuosina tehtyjen telemetriaseurantojen aikana. Vuoden 2004 seuranta-ajan virtaama kävi hetkellisesti Hanhikosken mitta- asemalla yli 130 m³/sek. Seurantajakson aikana Kyrönjoen virtaama vaihteli välillä 6,8 - 138 m³ (kuva 3). Jakson keskivirtaama oli 30,3 m³. Veden lämpötila vaihteli vuoden -04 telemetriaseurantajakson aikana 8-17 C° välillä (kuva 4).

Vuonna 2005 seurantajakson aikainen virtaama oli Kyrönjoessa alhainen. Virtaama vaihteli 3,1 - 46 m³ välillä. Jakson keskivirtaama oli 5,4 m³. Veden lämpötila vaihteli telemetriaseurantajakson aikana 12 - 22 C° välillä.

Vuoden 2006 telemetriaseurannan aikana Kyrönjoen virtaama oli seurantajakoista alhaisin. Virtaama vaihteli seurantajakson aikana välillä 3,1 - 11,2 m³. Keskivirtaama oli 4,4 m³. Vedenlämpötila vaihteli telemetriaseurantajakson aikana 14 - 23 C° välillä.



Kuva 3. Kyrönjoen virtaama Hanhikosken mitta- asemalla (m³/sek) vuosina 2004 - 2006. Arvot ovat vuorokausikeskiarvoja.



Kuva 4. Kyrönjoen veden lämpötila Hanhikosken mitta-asemalla telemetriaseurantojen aikana vuosina 2004 - 2006.

2.3 Patoluukujen vaikutus virtaamaan

Malkakosken automaattisen patojärjestelmän avulla säädellään padon yläpuolisen joen vedenpinnan korkeutta. Padon yläpuolisen veden pinnan noustessa Malkakoskessa oleva patoluukku avautuu 0°-90° kulmassa. Patoluukun asento vaikuttaa Malkakosken luonnonmukaisen kalatien virtaamaan. Mitä suurempi on padon aukiolokulma, sitä suurempi on Malkakosken luonnonmukaisen kalatien virtaama. Denil-uoman virtaamaan padon aukiolokulma ei vaikuta.

2.4 Kalat

Vuosina 2004 – 2006 Malkakosken telemetriaseurannoissa käytettiin yhteensä 40 ääni- ja radiolähettimillä merkittyä kalaa (liite 1.) Telemetriaseurantojen kalalajeiksi valittiin hauki, kuha, kirjolohi, meritaimen ja vaellussiika. Kyrönjoessa luontaisesti esiintyvät hauki, kuha, vaellussiika sekä joen yläosilla taimen. Paikalliset kalastusseurat ja osakaskunnat istuttavat vuosittain Kyrönjokeen kirjolohia ja meritaimenia.

Vuonna 2004 telemetriaseurannassa käytetyt hauet pyydystettiin verkoilla Vaasan edustan merialueelta ja kuhat nuotalla Kuortaneenjärvestä. Vuonna 2005 hauet kalastettiin Malkakosken yläpuoliselta jokialueelta ja vaellussiikat Kyrönjoen alimman kosken, Voitilankosken alapuolelta. Malkakosken telemetriaseurannoissa käytetyt kirjolohet ja meritaimenet ostettiin kalanviljelylaitokselta.

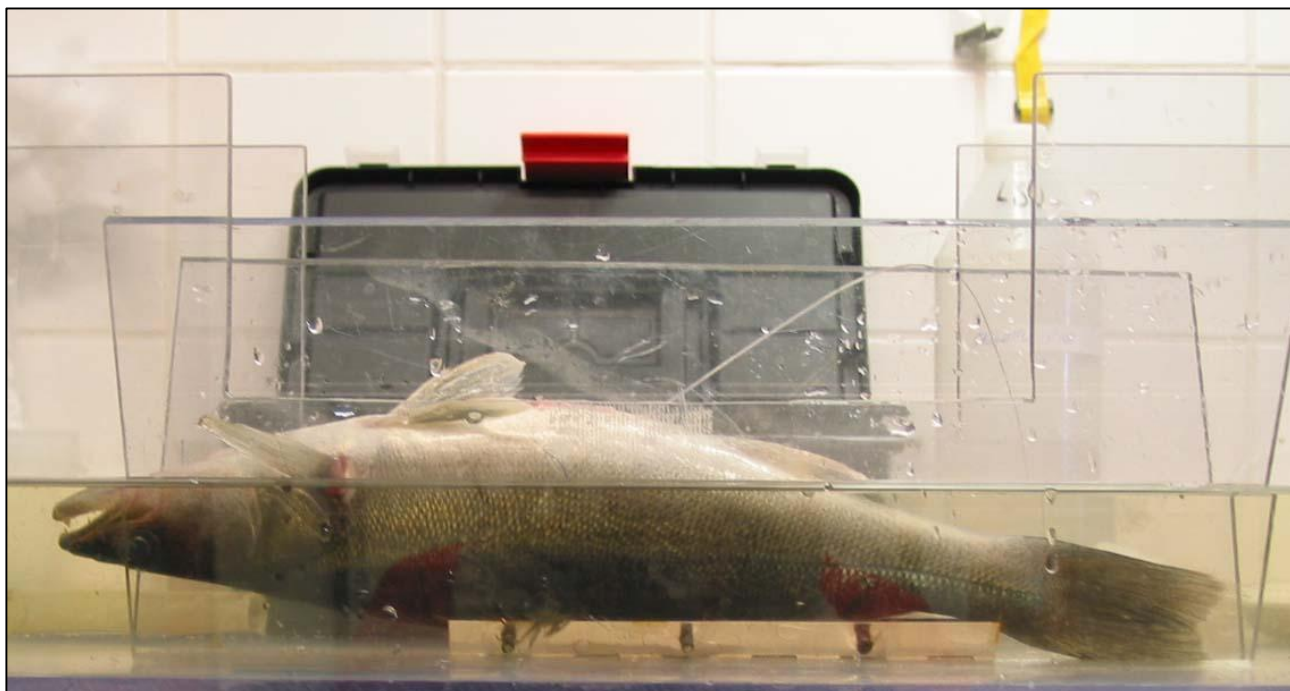
Telemetriaseurannoissa käytetyt kalat totutettiin Kyrönjoen veteen Vaasan Vesilaitokselle asennetuissa 4 m³ ja 3 m³ lasikuituisissa kala-altaissa. Altaisiin johdettiin Kyrönjoen raakavettä ja kaloja pidettiin altaissa 4-5 vuorokautta ennen niiden merkintää. Merkinnän jälkeen kaloja pidettiin altaissa 2-3 vuorokautta ennen niiden vapauttamista.

Valittaessa sopivia kaloja telemetrialähettimien asentamista varten, huomioon otettiin erityisesti kalan koko ja kunto. Yleisesti suositellaan, että käytettävän lähettimen paino ei saa ylittää 2 % merkittävän kalan painosta (Pincok 2002). Malkakosken telemetriaseurannoissa kaloihin asennettujen lähettimien paino suhteessa merkittyihin kaloihin vaihteli 0,1 - 1,7 % välillä.

2.5 Kalojen merkintä

Vuoden 2005 haukia lukuun ottamatta kaikkien kalojen merkintä toteutettiin Länsi-Suomen ympäristökeskuksen kalalaboratoriossa. Vuonna 2005 hauet merkittiin Malkakosken mitta-aseamalla.

Ennen merkintää kalat punnittiin ja mitattiin. Lisäksi kaloista määritettiin sukupuoli, mikäli se oli mahdollista. Kalojen merkintään käytettiin tarkoitusta varten rakennettua merkintäkaukaloa, jossa kalan pää ja kidukset olivat koko merkinnän ajan veden alla (kuva 5). Ennen merkintää kalat nukutettiin Benzocainum nukutusaineella, jota käytettiin suhteessa 4 ml perusliuosta /10 litraa vettä. Merkintäkaukalossa oli erittäin laimeaa nukutusliuosta, joka vaihdettiin uuteen kahden kalan merkinnän jälkeen.



Kuva 5. Kuha merkintäkaukalossa vuonna 2004.

Kaikilla telemetriaseurannoissa olleilla kaloilla käytettiin kalojen vatsaonteloon asennettavia lähettimiä. Kalan vatsaonteloon oikein asennettu ja oikean kokoinen lähetin ei tutkimusten mukaan haittaa kalojen ravinnonottoa eikä liikkumista (Nykänen 2001).

Merkintäteknikkana käytettiin Hart & Summerfeltin (1975) ja Mellas & Haynesin (1985) kalojen merkintämenetelmiä. Ennen viiltoa kalan vatsa pyyhittiin Betadine paikallisantiseptiliuokseen kostutetulla vanulla. 1-2,5 cm pitkä viilto tehtiin kalan vatsaan, rintaevän taakse. Viillon tekemiseen käytettiin Lancen, malli 12 steriiliä kirurgin veistä. Lähettimen antenni vedettiin steriilin injektioneulan avulla kalan vatsanahan läpi vatsaevien ja peräaukon välistä. Antennin avulla lähetin vedettiin kalan vatsaonteloon.

Lähettimen asennuksen jälkeen viiltohaava ommeltiin umpeen 2-4 erillisellä tikillä. Lisäksi haavan päälle levitettiin kalan omaa pintalimaa ja haavan päälle valutettiin Betadinea. Haavan ompelussa käytettiin Genzymen, polyamid tikkilankaa paksuudessa 3/0 ja 4/0. Kalan ulkopuolelle jäi näkyviin ainoastaan siimamainen antenni, joka katkaistiin pyrstön tasalle ulottuvaksi. Merkinnän jälkeen kalojen annettiin toipua hapetetussa vesiastiassa ja myöhemmin kalat kuljetettiin takaisin altaaseen, lukuun ottamatta vuoden 2005 haukia, jotka vapautettiin jokeen heti merkinnän jälkeen. Yhden kalan merkintään kului aikaa muutamia minuutteja.

Kalojen merkinnässä käytetyt välineet desinfioitiin 70 % alkoholissa ja huuhdeltiin tislattulla vedellä aina ennen seuraavaa kalaa. Kaikki lähettimet ja niiden antennit

käsiteltiin ennen merkintää samalla tavalla. Leikkauksessa käytetty veitsi vaihdettiin uuteen kahden kalan jälkeen.

Vuonna 2004 lähettimillä merkittyjen kalojen lisäksi merkittiin vertailukaloiksi (ref-kala) kaksi kalaa jokaisesta seurannassa olleista kalalajeista. Vertailukalojen avulla seurattiin leikkaushaavojen paranemista, käytössä olevan lähetinmallin ja merkintäteknikan soveltuvuutta kyseisille kalalajeille. Vertailukaloista haukien ja kuhien vatsaonteloon asennettiin lähettimiä jäljittelevät muovikopiot. Kirjolohien ja meritaimenten osalta vertailukalat käsiteltiin samalla tavalla kuin lähettimillä merkityt yksilöt, mutta niiden vatsaonteloon ei asennettu lähetinkopioita, koska riittävän hyviä kopioita ei saatu valmistettua.

Ref-kalat sijoitettiin kala-altaisiin, jotka oli asennettu Malkakosken ja Hanhikosken mitta-asemille. Kaloja pidettiin altaissa koko kyseisen lajin seurantajakson ajan. Ref-kalojen kunto tarkastettiin lähes päivittäin ja joka viikko tarkastettiin myös leikkaushaavan paraneminen.

2.6 Laitteisto ja seuranta

Malkakosken telemetriaseurannoissa käytetyt lähettimet ja vastaanottovälineet oli valmistanut Kanadalainen Lotek Wireless Inc. Vuonna 2004 käytössä oli yksi SRX_400 vastaanotin, joka oli asennettu kiinteäksi vastaanottoasemaksi Malkakosken mitta-aseman sisälle. Automaattiseuranta lopetettiin päivisin tapahtuneen käsiseurannan ajaksi muutamiksi tunneiksi. Automaattiseen vastaanottoon oli kytketty kaksi 3-elementtistä Yagi-antennia, joista toinen kuunteli padon harjalta ja sen välittömästä läheisyydestä tulevaa tietoa ja toinen antenni oli asennettu kuuntelemaan ylimmäisistä kala-altaista tulevaa tietoa (liite 2).

Vastaanotin tallensi antenneilta tulevana tietona pvm, kellonajan, lähettimen koodin, antennin numeron, signaalin voimakkuuden ja havaintokerrat. Molemmat antennit ohjelmoitiin kuuntelemaan vuorotellen 30 - 59 sekuntia kerrallaan. Tallennetut tiedot purettiin vastaanottimesta tietokoneen avulla arkisin vuorokauden ja viikonloppuisin kahden vuorokauden välein. Automaattiseurannassa antennien vastaanottovoimakkuus säädettiin siten, ettei padon harjalle 45° kulmassa suunnattu antenni ottanut vastaan koskialtaista tulevia signaaleja.

Vuonna 2004 telemetriaseuranta aloitettiin 5.5., jolloin ensimmäisenä vapautettiin hauer. Vuonna 2005 seuranta aloitettiin 16.5. ja 7.11. (vaellussiika). Vuonna 2006 seuranta aloitettiin 12.6. Telemetriaseurantojen vaihteleviin aloitusajankohtiin vaihatti tutkimuksessa käytettävien kalojen saaminen (taulukko 1).

Taulukko 1. Malkakosken telemetriaseurantojen aloitus- ja lopetuspäivämäärät sekä seuranta-vuorokausien summat vuosina 2004 - 2006.

Vuosi	2004	2005	2006
Alku pvm	5.5.	16.5. (7.11.)	12.6.
Loppu pvm	13.7.	2.6. (11.11.)	19.7.
Yht. vrk	73	22	38

Vuonna 2004 arkipäivisin tapahtuneen tietojen purkamisen jälkeen kaikki seurannassa olleet kalat pyrittiin paikallistamaan myös käsin. Malkakoskesta poistuneet kalat etsittiin ajamalla autolla jokirannan teitä myöten antenni suunnattuna jokeen, vastaanottimen ollessa auton sisällä. Malkakoskessa olevien kalojen tarkka paikallistaminen toteutettiin liikkumalla jalkaisin jokirantaa pitkin. Malkakoskessa olleet kalat paikallistettiin mahdollisimman tarkasti ja niiden olinpaikka merkittiin lomakkeeseen kala-altaittain ja kauempana olleet kalat koordinaattien ja paikan sanallisen kuvailun avulla. Lähettimien kuuluvuus käsiseurannassa oli maksimissaan noin 1 kilometri. Automaattiseurannassa lähettimen kuuluvuusmatkat asennettiin antennei-

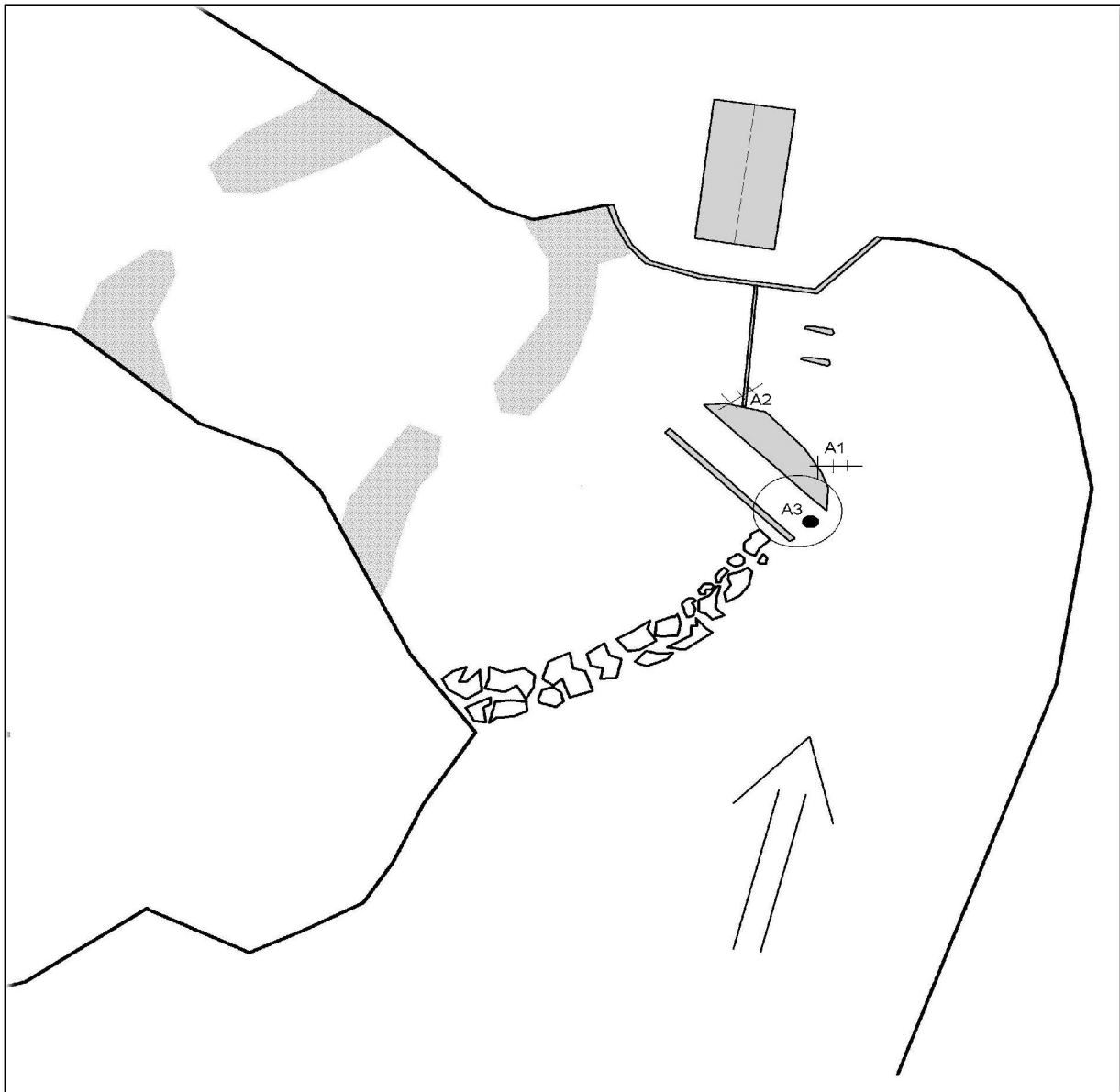
den vastaanottoarvoilla mahdollisimman pieneksi, koska kuuluvuusaluetta haluttiin rajata mahdollisimman tarkaksi.

Vuonna 2005 käytössä oli yksi SRX-400 vastaanotin, joka toimi kiinteänä vastaanottopisteenä ympäri vuorokauden, lukuun ottamatta päivisin tapahtunutta käsi-seurantaa. Automaattiseen seurantalaitteistoon kuului kaksi 3-elementtistä Yagi-antennia, jotka oli sijoitettu padon harjalla sijaitsevalle betoniohjurille. Toinen antenni kuunteli Denil-uoman yläosaa ja toinen antenni säätöpadon yläpuolista aluetta (liite 3). Laitteistoa käytettiin kalojen käsiseurantamenetelmässä vuoden 2004 tavoin.

Vuonna 2006 käytössä oli kaksi SRX_400 vastaanotinta, joista toinen vastaanotin toimi kiinteänä vastaanottopisteenä ympäri vuorokauden. Automaattiseen seurantalaitteistoon kuului tällä kertaa kaksi 3-elementtistä Yagi-antennia ja yksi RG-58 coaxial-kaapelista valmistettu vedenalainen antenni, joka oli sijoitettu Denil-uoman yläosaan. Kaksi ilma-antennia kuunteli padon harjaa ja padon yläpuolista jokialuetta. Antennit viritettiin siten, että ilma-antenni (A2) ja vedenalainen antenni (A3) kuuntelivat osittain samaa aluetta. (kuva 6).

Seurannoissa käytettiin kahta erilaista lähetinmallia. Vuonna 2004 hauilla ja kuhilla käytettiin lähettämiä (malli:CART16_1), jotka lähettivät radio- ja ääniaaltosignaalia. Lähettimien pituus oli 60 mm, leveys 16 mm ja paino vedessä 13,5 grammaa. Lähettimien kestoaika oli 225 vuorokautta.

Kirjolohilla ja taimenilla käytetyt lähettimet (malli:MCFT-3D) lähettivät ainoastaan radioaaltoja ja lähettimien pituus oli 29 mm, leveys: 10 mm ja paino vedessä: 2,1 grammaa. Lähettimien kestoaika oli 68 vuorokautta. MCFT-3D radiolähettämiä käytettiin myös vuosien 2005 ja 2006 seurannoissa. Vuosina 2004 ja 2005 kaikissa lähettimissä käytetty taajuus oli 138.300 MHz. Vuoden 2006 seurannassa käytössä oli myös taajuus 142.000 MHz. Seurannoissa käytetyissä lähettimissä oli oma yksilöllinen numerokoodinsa, jota lähetin lähetti viiden sekunnin välein. Tämä mahdollisti yhden taajuusalueen (MHz) ja useamman vastaanottokanavan käytön.



Kuva 6. Antennien sijoittelu Malkakosken padolle vuonna 2006. A3 on vedenalainen antenni.

3. Tulokset

3.1 Kalojen liikkuminen seuranta-alueella

3.1.1 Hauki

Vuosina 2004 ja 2005 lähettimillä merkityt hauet vapautettiin Malkakosken luonnonmukaisen kalatien kala-altaaseen nro. 2. Vuonna 2004 hauet laskeutuivat välittömästi vapautuksen jälkeen pois Malkakoskesta. Kaikki hauet liikkuivat kauas alavirtaan ja kauimmaisina lähetinhauski kävi Ylistarossa (20km) saakka. Hauet palasivat takaisin Malkakoskelle, mutta kaikki kalat lähtivät liikkumaan uudelleen alavirtaan. Vuorokautisessa käsiseurannassa todettiin, että haukien liikkuminen alavirtaan oli erittäin määrätietoista ja nopeaa, eikä kaloilla ollut aikomustakaan palata Malkakoskelle. Haukien takaisinpyynti päätettiin aloittaa, koska niiden lähettimet oli mahdollista käyttää uudelleen.

Kolme haukea saatiin pyydystettyä verkkojen avulla. Kauimmainen hauki saatiin pyydystettyä 32 km:n päästä Malkakoskesta, minne kala vaelsi kolmessa vuorokaudessa. Syksyllä 2004 yksi lähetinhauski jäi uistinkalastajan saaliiksi ja yksi hauki katosi mereen.

Vuonna 2005 lähettimillä merkityt hauet vapautettiin samaan paikkaan kuin vuotta aikaisemmin. Hauet liikkuivat Malkakosken ja Rajamäenkosken välillä vaihtaen paikkaa useita kertoja vuorokaudessa. Toukokuun lopulla käsiseurannassa todettiin yhden hauen nousseen Malkakosken padon yläpuolelle, mutta kalaa ei havaittu automaattiseurannassa, koska antennit kuuntelivat säätöpadon harjaa ja Denil-uomaa.

Myöhemmin käsiseuranta-aikana yksi lähetinhauski liikkui aktiivisesti Malkakoskessa ja sen liikkumista seurattiin kulkemalla rantoja pitkin kalan mukana. Todettiin, että kala käytti kala-altaissa liikkuessaan matalia, heikkovirtaisia ranta-alueita ja kala ui aivan vesipinnan alapuolella. Kalasta tehtiin tuolloin useita näköhavaintoja.

Ylimmäisessä kala-altaassa nro 1. hauki liikkui rannan läheisyydessä ja hakeutui padon läpi virtaavan vuotokohdan alle (kuva 7), jota pitkin se myös ylitti padon harjan. Todennäköisesti aiemmin padon ylittänyt hauki käytti samaa reittiä. Hauki kävi myös Denil-uoman ja säätöpadon alapuolella mutta ei yrittänyt padon ylitystä niiden kautta. Vuoden 2005 seuranta-aikana Malkakosken yläpuolisen patoaltaan vedenpinta oli korkealla ja padossa oli useita vuotokohtia.

Kesäkuussa, seurantajakson loputtua kalastaja sai padon yläpuolelta saaliiksi lähettimellä merkityn hauen. Yhteensä kolme haukea nousi Malkakosken yli.

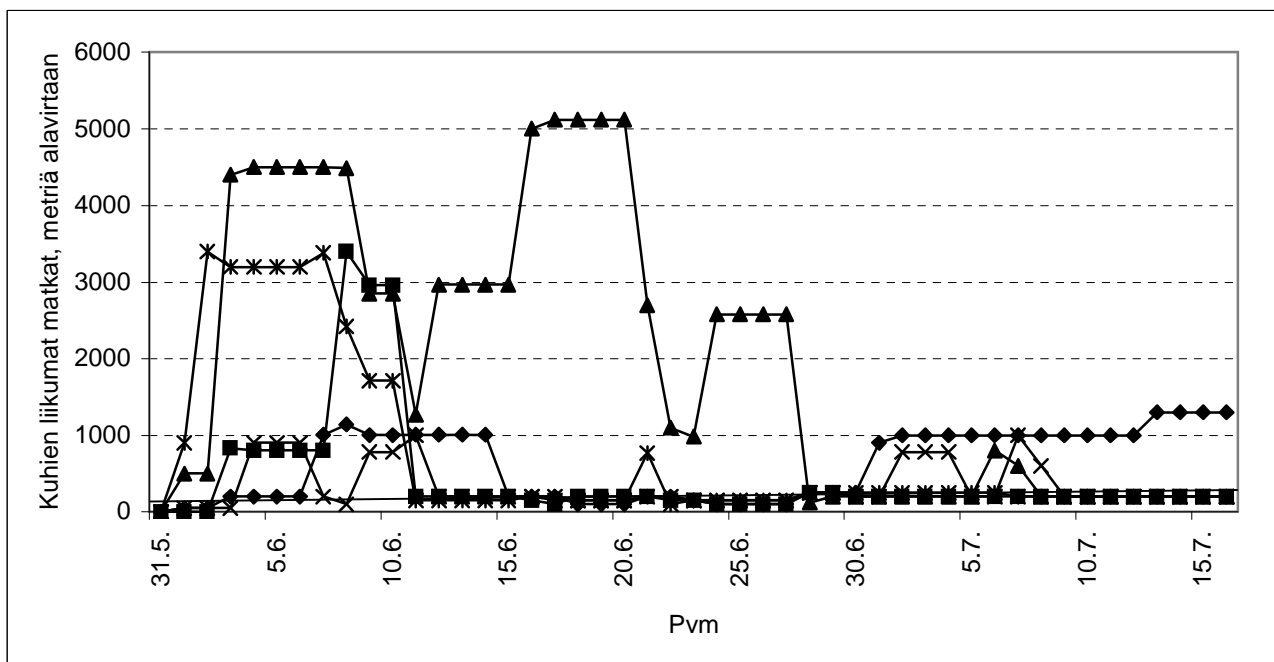


Kuva 7. Hauet nousivat Malkakosken padon yläpuolelle korkean veden aikana padon vuoto- kohdista vuonna 2005. Kuvassa punaisella merkitty haukien ylitsekohta.

3.1.2 Kuha

Vuonna 2004 kuhat vapautettiin Malkakosken 2. kala-altaaseen. Kuhat laskeutuivat pois koskesta ja liikkuivat alavirtaan. Kuhat liikkuivat erittäin aktiivisesti edestakaisin Malka- ja Hanhikosken välisellä alueella. Kuhien olinpaikat vaihtuivat virtaamien ja lämpötilan muuttuessa.

Virtaaman kasvaessa kuhat hakeutuivat hidasvirtaisiin suvantoihin ja rantojen läheisyyteen. Virtaaman heiketessä ja veden lämmitessä kalat hakeutuivat voimakasvirtaisille jokialueille koskiin ja koskien loppuliukuhiin. Yksi kuhista kävi Hanhikoskella saakka noin 5 km:n päässä vapautuspaikasta. Kyseinen kuha palasi kuitenkin takaisin Malkakoskeen (Kuva 8).



Kuva 8. Kuhien liikkumat matkat (metriä) käsiseurannan tulosten perusteella. 0=vapautuspaikka. Metrimäärän kasvaminen tarkoittaa kalan siirtymistä alavirtaan eli kauemmas padosta. Kuvan symbolit tarkoittavat kalayksilöitä.

Kesäkuun puolivälissä kuhat hakeutuivat Malkakosken luonnonmukaisen kalatien alaosaan ja kalatietä pitkin kalat nousivat kala-altaaseen numero 5. (kuva 9). Seurannan loppuessa neljä kuhaa oli Malkakoskessa ja yksi kuha Rajamäenkoskessa. Elokuussa 2005 yksi kuha jäi uistinkalastajan saaliiksi Malkakosken alimmassa kala-altaassa.



Kuva 9. Kuhien olinpaikka kala-altaassa nro. 5 kesäkuussa vuonna 2004. Kuvassa näkyvä kynnyks oli todennäköinen nousueste kuhille.

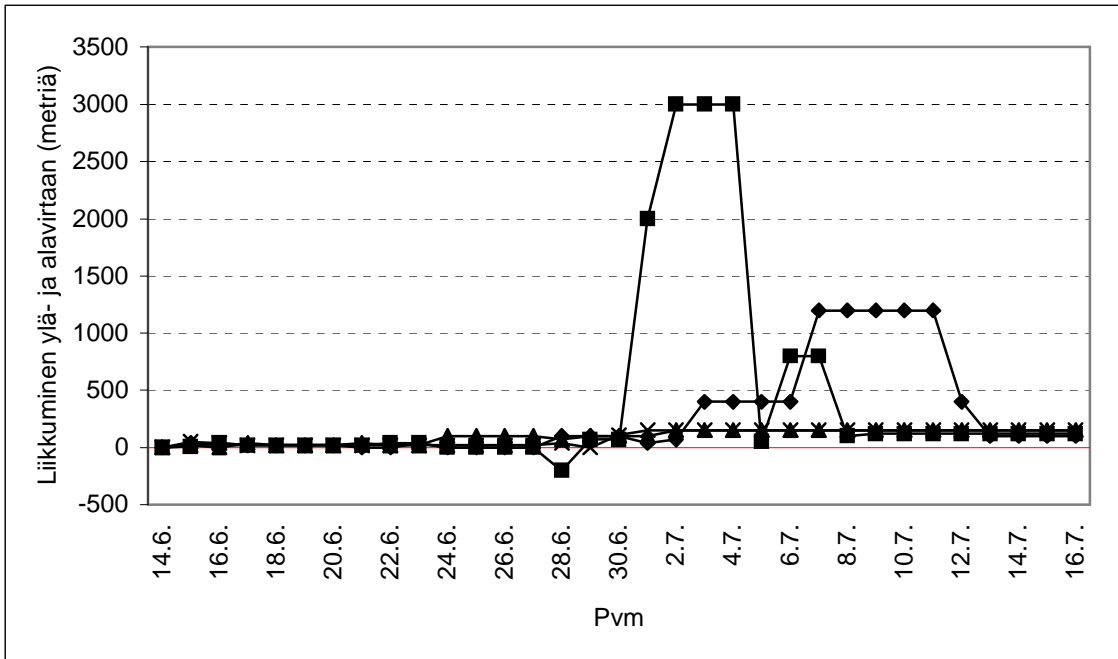
3.1.3 Kirjolohi

Vuonna 2004 kirjolohien ja meritaimenten vapautuspaikka oli sama kuin muillakin kalalajeilla eli kala-allas 2. Heti vapautuksen jälkeen kaikki kirjolohet ylittivät Malkakosken padon, mutta kalat palasivat takaisin koskeen (kuva 10).

Kirjolohet hakeutuivat Malkakoskessa ollessaan hidastavirtaisiin paikkoihin ja erityisesti kala-altaiden 1, 2 ja 3 syvät reunavirrat olivat niiden suosiossa. Kirjolohet liikkuvat paljon ja vaihtoivat olinpaikkaansa usein. Veden lämmettyä yli 14°C kaikki seurannassa olleet kirjolohet nousivat padon yläpuolelle, eivätkä palanneet takaisin Malkakoskeen. Osa kirjolohista kävi kaukana yläpuolisessa patoaltaassa, mutta palasivat takaisin Malkakosken niska-alueelle, missä niistä saatiin seuranta-aikana useita näköhavaintoja.

Arkipäivisin toteutettujen käsiseurantojen perusteella kirjolohet liikkuvat jatkuvasti. Pisimmillään ylävirrassa käynyt kirjolohi löydettiin kolmen kilometrin päästä Malkakoskesta. Kala oli asettunut ennen veden pinnan nostoa alueella sijainneen Sitkoskosken virtauksiin, missä on edelleen muuta patoallasta kovempi virtaama. Yksi kirjolohi hakeutui samanlaiseen paikkaan Malkakosken maantiesillan alle.

Vuoden 2004 seurantatulosten perusteella kaikki kirjolohien tekemät padonharjan ylitykset tapahtuivat säätoluukun kautta. Denil-uomasta ei saatu ainoatakaan kalahavaintoa.



Kuva 10. Kirjolohtien liikkumat matkat käsiseurantatulosten perusteella. 0=vapautuspaikka. Negatiivisella arvolla kala on liikkunut alavirtaan ja positiivisella arvolla ylävirtaan.

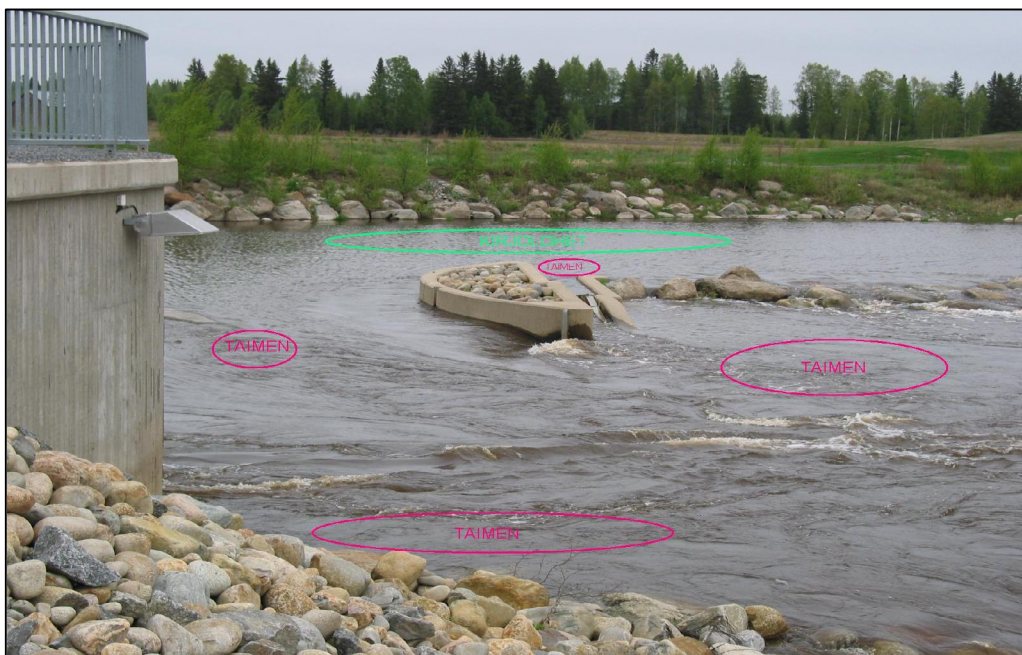
Vuonna 2006 viisi kirjolohta nousi Malkakosken padon yläpuolelle. Varmuudella kaksi kirjolohta käytti nousureittinään Denil-uomaa. Kaksi kirjolohta hyppäsi padon ylivuotoluukun kohdalta säätöluukun yli ja yksi kala hyppäsi säätöluukun yli jostain muusta kohdin. Ainoastaan yksi kala pysytteli koko seurantajakson padon alapuoliossa koskessa.

Kirjolohtet liikkuivat seurantajakson aikana edestakaisin kosken ja padon yläpuolisen alueen välillä ja osa kaloista jäi padon yläpuolelle seurannan loputtua. Kirjolohtien suosimat alueet olivat samat kuin vuoden 2004 seurantatulosten perusteella.

3.1.4 Meritaimen

Vuonna 2004 neljä meritaimenta nousi vapautuksen jälkeen padon yläpuolelle. Meritaimenet liikkuivat jatkuvasti edestakaisin pitkin koskea, palaten useita kertoja padon yläpuolelle. Meritaimenet käyttivät padonylitykseen säätöpatoa. Virtaaman noustessa ja säätöpadon avautuessa meritaimenet siirtyivät vaivattomasti padonharjan yläpuolelle ja hakeutuivat kukin omalle paikalleen. Meritaimenet eivät liikkuneet kauas padosta, vaan ne oleskelivat automaattipadon yläpuolella sijaitsevien betoniarkkujen ympärillä (kuvat 11 ja 13). Padon sulkeutuessa meritaimenet laskeutuivat välittömästi Malkakoskeen.

Yleensä kookkain taimen oli valinnut olinpaikakseen patoluukun niskavirtaukseen syntyvän akanvirran. Muutamalla seurantakerralla taimenesta tehtiin havainto Denil-uoman yläpuolisessa imuvirtauksessa. Vuoden 2004 telemetriaseurannassa meritaimenet eivät käyttäneet Denil-uomaa padon ylitykseen.



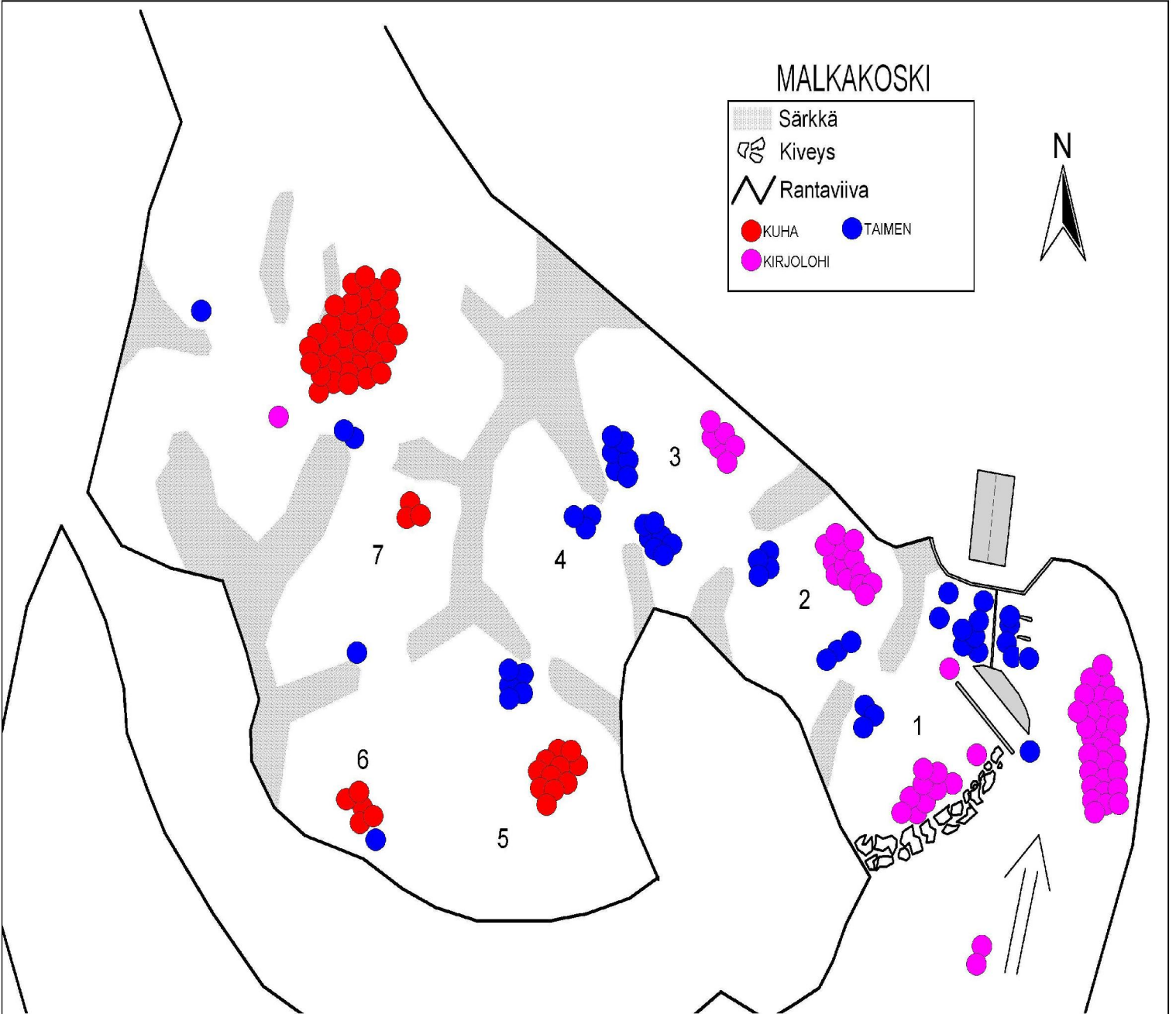
Kuva 11. Kirjolahien ja meritaimenten sijoittuminen Malkakosken padon harjalla ja kala-altaassa nro 1. kesäkuussa 2004.

Vuoden 2006 seurannassa olleista meritaimenista kolme taimenta nousi Malkakosken padon yläpuolelle. Kaksi taimenta hyppäsi säätöluukun ylivuodon kohdalta ja yksi taimen nousi Denil-uomaa pitkin padon yläpuolelle. Yksi taimen liikkui vapautuksen jälkeen jokea alavirtaan ja asettui Rajamäenkoskeen, missä se pysytteli koko seuranta-ajan. Yksi meritaimen liikkui kala-altaassa nro 1, mutta kala ei noussut seuranta-aikana padon yli. Kyseinen meritaimen paikallistettiin useita kertoja Denil-uoman ja säätöpadon ylivirtaaman alapuolelta.

Meritaimenet käyttivät säätöpadon ylivuotokohtaa (kuva 12) myös koskeen palaamiseen. Seurannan loppuessa neljä taimenta paikallistettiin kalatien ylimpään altaaseen, aivan ylivuotokohdan ja Denilin alapuolelle.



Kuva 12. Malkakosken pato kesällä 2006. Kalat oleskelivat säätöluukun ylivuotokohdan ja Denil-osuuden alaosan yhtymäkohdassa.



Kuva 13. Kuhien, kirjolohien ja meritaimenten sijoittuminen Malkakoskeen vuoden 2004 käsiseurannan perusteella

3.1.5 Vaellussiika

Vuonna 2005 vapautettiin Malkakoskeen viisi radiolähettimellä merkittyä vaellussiikaa. Kaikki siiat vaelsivat takaisin mereen heti vapautuksen jälkeen.

3.2 Seurannan onnistuminen

Vuosina 2004-2006 Malkakoskella toteutettujen radio- ja ultraäänitelemetriaseurantojen aikana tutkimuskohteina olleista 40 eri kalasta tehtiin yhteensä yli 3000 erilaista havaintoa. Tarkimmat tulokset ovat vuoden 2004 telemetriaseurannasta, jolloin 19 eri kalasta saatiin 63 vuorokauden ajalta kalojen yksilökohtaiset liikkumis- ja sijaintitiedot. Vuonna 2006 radiotelemetriaseurannassa kalojen havainnot perustuivat pääosin automaattiseurannan tuloksiin.

Kaloilla käytettyjen lähettimien signaalien kuuluvuuteen vaikuttivat sääolosuhteet, asetetut vastaanottoarvot, antennien sijoittelu ja lähettimen käyttöikä. Käsiseurannassa saavutettiin radiolähettimillä parhaimmillaan yli 900 metrin kuuluvuus, mutta mikäli alueen maastonmuotojen vuoksi jokuoma kulki syvällä tai kaukana tiestä lähettimien tunnistus onnistui 300 metrin päästä. Kalojen käsiseurantaa häirsyttivät alueella kulkevat voimalinjat sekä puhelinlinkit.

Kiinteä seuranta onnistui alueella hyvin, mutta erityisesti vuonna 2004 toteutettua seurantaa ja antennien asettelua häiritsi Malkamäessä sijainnut radioamatöörin linkkimasto, josta antennille suuntautui runsaasti virhekoodeja. Tämä vaikeutti hieman tietojen käsittelyä ja radiolähettimien signaalin vastaanottoa. Vuonna 2004 radiotelelemetriaseurantaa häiritsivät myös alueella liikkuneet ukkosrintamat.

Ultraäänitelemetriä toimi hyvin, mutta menetelmä ei soveltunut koskialueen tarkkailuun. Parhaimmillaan ultraäänitelemetriä soveltui Denil-uoman ja padon yläpuolisen alueen tarkkailemiseen, koska näillä alueilla pohjassa olevien kivien määrä on huomattavasti vähäisempi kuin itse koskessa. Ääniaalto ei pysty läpäisemään kiinteää estettä radioaallon tapaan.

Vuosina 2004 – 2005 antennien sijoittelun vuoksi kalojen tarkkojen nousureittien selvittäminen oli vaikeaa. Vuoden 2006 radiotelelemetriaseurannalla olikin tarkoituksena ainoastaan pyrkiä selvittämään Denil-uoman soveltuvuus kaloille. Vedenalaisen antennin avulla haluttu alue pystyttiin rajaamaan erittäin tarkasti.

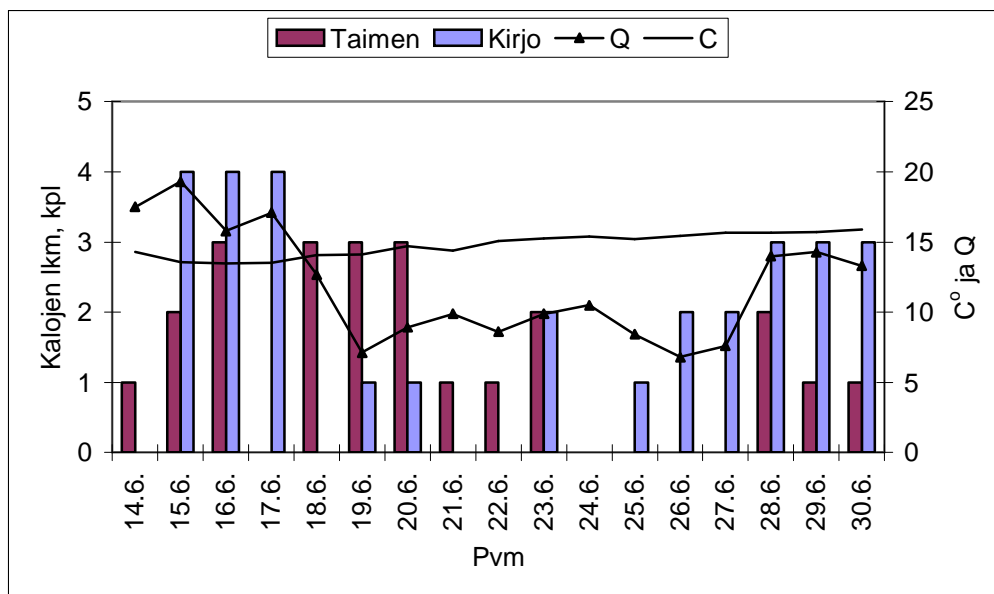
3.3 Virtaaman ja veden lämpötilan vaikutus kalojen liikkeisiin

Veden virtaaman voimakkuudella oli selvä vaikutus kalojen liikkumiseen tutkimusalueella, mutta hauen ja kuhan osalta virtaaman vaikutusta on vaikea arvioida. Haudet ja kuhat laskeutuivat vapauttamisen jälkeen pois Malkakoskesta, eikä niiden olinpaikkojen virtaamia mitattu. Seurantatulosten perusteella kuhien todettiin suosivan virtaavia jokialueita, lukuun ottamatta ylivirtaamakautta.

Kesäkuussa 2004 Kyrönjoen virtaaman laskiessa kuhien liikkumisaktiivisuus väheni. Virtaaman pudottua alle 20 m³ suurin osa kuhista palasi Malkakoskeen. Samaan aikaan myös veden lämpötila nousi yli 15 °C, jota pidetään kuhan lisääntymisen kannalta optimilämpötilana (Lehtonen 2003).

Lohikalajien osalta selvimmän näkyi kirjolohien liikkuminen virtaamien mukana vuonna 2004. Kirjolohien noustessa pysyvästi Malkakosken padon yläpuolelle veden virtaama oli yli 15 m³. Virtaaman laskiessa kirjolohet liikkuivat ylävirtaan, kauemmas padosta ja hakeutuivat padon yläpuolelle kohtiin, joissa virtaama oli muuta aluetta suurempi. Virtaaman noustessa > 10 m³ kirjolohet palasivat Malkakosken niskalle tai sen läheisyyteen (kuva 14).

Myös meritaimenten käyttäytyminen oli riippuvainen virtaamasta. Virtaaman noustessa meritaimenet hakeutuivat ylimmäiseen kala-altaaseen (1) ja siitä säästöluukun autettua riittävästi kalat nousivat padon harjan yläpuolelle. Virtaaman laskiessa myös meritaimenet laskeutuivat takaisin koskialueelle ja etsivät omat olinpaikkansa (kuva 14). Meritaimenten liikkumiseen ja olinpaikkojen valintaan vaikutti myös veden lämpötila. Veden lämmentyessä yli 15 °C-astetta meritaimenten liikkuminen väheni ja kalat hakeutuivat Malkakosken kala-aitaiden koskipaikkoihin.



Kuva 14. Virtaaman (Q) ja veden lämpötilan (C) vaikutus meritaimenten ja kirjolohien lukumääriin havaintoihin padon harjalla 14.6. – 30.6.2004 välisenä aikana.

Vuonna 2006 Kyrönjoen virtaama oli erittäin pieni ja pysyi alle 10 m^3 koko seurantajakson ajan. Voimakkaimmat virtaamat olivat Denil-uomassa ja padon ylivuotokohdan alla. Seurannassa olleet kirjolohet ja meritaimenet sijoittuivat näihin paikkoihin.

4. Tulosten tarkastelu

4.1 Menetelmän tarkastelu

Biotelemetrian soveltuvuus kalateiden toimivuuden seurantaan eri kalalajeilla tiedettiin parhaiten tarkoitukseen soveltuvaksi tutkimusmenetelmäksi. Biotelemetria on maailmalla käytetyin tutkimusmenetelmä tilanteissa, joissa on pyritty selvittämään kalojen nousua eri kalatieratkaisuissa.

Kyrönjoen Malkakoskelle valittiin ns. automaattiseurantamenetelmä, jonka tarkoituksena oli saada jatkuvaa tietoa lähettimillä merkittyjen kalojen liikkumisesta tutkimusalueella. Automaattiseurannan etuna oli erityisesti mahdollisuus selvittää kalojen liikkuminen öisin ja viikonloppuisin. Aiemmissa LSU:n telemetriaseurannoissa kalojen yölliset liikkeet ovat jääneet selvittämättä ja tulosten tarkka analysointi on ollut vaikeaa. Automaattiseuranta sopi Malkakosken telemetriatutkimuksiin erinomaisesti, koska tutkimuksen tarkoituksena oli ainoastaan selvittää nousevatko kalat Malkakosken padon yläpuolelle ja jos nousevat, niin mistä ja milloin.

Vuonna 2004 kalojen automaattiseurannan lisäksi kalojen olinpaikkojen selvittämiseksi käytettiin lisäksi käsiseurantamenetelmää, jonka avulla pystyttiin määrittämään jokaisen seurannassa olevan kalan sijainti erittäin tarkasti. Käsiseuranta mahdollisti vuoden 2004 aikana Malkakoskessa oleskelleiden kalojen sijainnin paikantamisen ja eri kalalajien elinalueiden kartoittamisen. Käsiseurannalla pyrittiin ensisijaisesti selvittämään Malkakosken koskiosuudella oleskelevien kalojen tarkka sijainti, jotta nähtäisiin miten eri kalalajit kosken kala-altaissa sijoittuivat.

Vuonna 2004 kalojen automaattinen radiotelemetriaseuranta toteutettiin kahdella Yagi-antennilla, jotka suunnattiin Malkakosken kalatiejärjestelmän eri kohtiin. Antennit asennettiin Malkakosken mitta-aseman sisälle. Toinen antenni asennettiin vastaanottamaan lähettimien lähettämää signaalia ainoastaan padon harjalta ja tämän tiedon perusteella pystyttiin selvittämään milloin merkitty kala tai kalat olivat ylittäneet padon harjan.

Toinen antenni keräsi tietoja kala-altaista 1-3. Tämän tiedon avulla voitiin tiedon purkamisen yhteydessä päätellä merkittyjen kalojen mahdollinen alasvaellus ts. Malkakoskesta poistuminen. Tieto nopeutti arkipäivisin tehtyä kalojen käsiseurantaa.

Vuonna 2004 käytössä oli myös vedenalainen hydrofoni, jolla kuunneltiin hauilla ja kuhilla olevien yhdistelmä-lähettimien (CART-lähetin) ääniaaltoja, mutta ääniaaltojen kuuluvuus oli koskessa heikkoa, joten menetelmästä luovuttiin muutaman yrityksen jälkeen. Ultraäänitelemetriavälineitä ei uskallettu jättää maastoon ilman seurantaa niiden vaikean asennuksen vuoksi ja ilkvallan pelossa. Hydrofonilla tapahtuva ääniaaltojen vastaanotto soveltuu erinomaisesti suvantoalueiden ja patoaltaiden veneellä toteutettuun seurantaan. Veneenkäyttöä kokeiltiin Malkakosken yläpuolisen alueen seurannassa, mutta veneestä käsin kalojen etsiminen oli autosta tapahtuvaa käsiseurantaa huomattavasti hitaampi menetelmä.

Vuonna 2005 radiotelemetrisen automaattiseurannan tarkkuutta lisättiin siirtämällä Yagi-antennit padon harjalle. Tällä tavoin pystyttiin tarkemmin selvittämään kalojen nousureittejä. Kalojen käsiseuranta ei ollut yhtä intensiivistä kuin vuonna 2004, mutta käsiseurannan avulla saatiin selville haukien nousureitti padon yli. Tietoa ei olisi saatu pelkän automaattiseurannan avulla.

Vuoden 2006 radiotelemetriaseuranta toteutettiin pääosin automaattiseurannalla. Muutamilla kerroilla kaloja paikallistettiin myös käsiseurannan avulla. Uutena vuoden 2006 seurannassa oli antennien kuuntelualueiden kaventaminen ja vedenalaisen radioaaltoantennin käyttö. Antennien kuuntelualueiden kaventamisen mahdollisti uusi vastaanottolaitteisto, jonka avulla saatiin kohdistettua haluttu signaalin vastaanottoa jokaiselle antennille erikseen. Tätä mahdollisuutta ei aiempien vuosien seurannoissa ollut. Vedenalaisen antennin asennustekniikalla antennin vastaanottoalue saatiin rajattua erittäin tarkasti.

Kalojen merkinnöissä käytetyt sisäiset lähettimet eivät aiheuttaneet todistettua kalan kuolemaa tai kalojen poikkeuksellista käytöstä. Erityistä huomiota kiinnitettiin merkinnässä käytetyn veden lämpötilaan kirjolohien ja meritaimenten osalta, koska tutkimusten perusteella veden lämpötilan nousua $>18^{\circ}\text{C}$ lohikalojen kirurgisessa merkinnässä kalojen kuolleisuus saattaa nousta suureksi (Clapp 1990). Lisäksi merkintävälineistön hygieniataso pyrittiin pitämään korkeana.

Kaloihin sisäisesti asennettujen lähettimien asentaminen oli helppoa ja leikkaus- haavojen paraneminen oli odotettua nopeampaa. Referenssikalojen avulla saatiin jatkuvaa tietoa haavan paranemisesta ja merkintätekniiikan soveltuvuudesta seurannassa käytettyjen kalalajien osalta.

4.2 Kalojen liikkuminen

4.2.1 Hauki

Vuonna 2004 kalojen ultraääni- ja radiotelemetriaseuranta aloitettiin heti Kyrönjoen jäiden lähdön jälkeen ja kohdelajina oli hauki, koska haukien kutu ei ollut vielä alkanut. Haukien telemetriaseurantoja on tehty eri puolilla maailmaa, mutta pohjoismaissa hauen seurantoja ei oltu tehty, joten biotelemetrisen menetelmän soveltuvuudesta haulle ei ollut paljon tietoa. Haukien saaminen Kyrönjoesta merkintää varten aiheutti vaikeuksia, koska Malkakosken pato oli vasta valmistunut, eikä kalojen olinpaikoista uudessa patoaltaassa ollut tietoa. Lisäksi kalojen pyynnin teki mahdottomaksi erittäin voimakas virtaama.

Hauet päätettiin pyydystää merestä, koska hauen kutuaika lähestyi. Kalojen annettiin tottua Kyrönjoen veteen kala-altaissa ennen niiden merkintää. Haukia pidettiin kala-altaissa viikon ajan ennen niiden merkintää ja vapautusta.

Haukien siirto merestä jokeen tiedettiin epävarmaksi menetelmäksi jo ennen niiden vapautusta. Kalojen siirtämisestä pyyntipaikalta eri vapautuspaikalle on telemetrisissä tutkimuksissa saatu huonoja kokemuksia mm. Lapväärtin-Isojoelta meritaimenen (Huovinen 2005) sekä Kemijoelta lohien (Jokikokko 1995) osalta. Hauen tiedetään olevan erittäin kotipaikkauuskollinen kala ja niiden on todettu palaavan kotipaikalleen, mikäli ne siirretään muualle (Lehtonen 2003).

Lähes välittömästi vapautuksen jälkeen kaikki hauet katosivat seuranta-alueelta ja niiden todettiin vaeltavan erittäin nopeasti Kyrönjokea alavirtaan, kohti merta. Haukien seuranta lopetettiin tuloksettomana.

Vuonna 2005 haukien radiotelemetriaseuranta uusittiin ja haukien kotipaikkauuskollisuutta pyrittiin käyttämään tutkimuksessa hyväksi. Hauet kalastettiin Malkakosken yläpuolelta ja saaliiksi saatiin useita haukia. Seurantajakson aikana lähettimellä merkityistä hauista kaksi nousi Malkakosken yläpuolelle padon vuotokohtien kautta. Toisen, padon yli nousseen hauen liikkumista pystyttiin seuraamaan rannalta kalan vieressä kulkien ja tuolloin havaittiin hauen karttavan voimakkaita, koskimaisia virtauksia. Malkakosken padon vuotokohdat muistuttivat pieniä puroja ja jokia, jollaisiin hauet nousevat keväisin kudulle.

Huomioitavaa on, että vapautuksen jälkeen hauet laskeutuivat Malkakosken alapuolelle. Haukien täytyi uida koko Malkakosken kalatiejärjestelmä ylös ennen padon ylitystä. Seuranta-ajan jälkeen ainakin yksi hauki nousi vielä Malkakosken yläpuolelle.

Haukien nousua erilaisissa kalatieratkaisuissa tutkittiin kanadalaisessa telemetriatutkimuksessa, missä haukien todettiin suosivan hyvin yksinkertaisia kalatieratkaisuja (Bunt 2003). Tutkimustulosten perusteella parhaiten toimiviksi kalatieratkaisuksi haulle soveltuivat juuri kutujokia muistuttavat kalatiet. Elorannan (2007) mukaan Denil-kalatie soveltuu haulle huonosti.

4.2.2 Kuha

Kuha valittiin tutkimuslajiksi, koska lajia tavataan vuosittain koekalastussaaliissa eri puolilla Kyrönjokea. Kuhien liikkeisiin ja olinpaikkojen valintaan kiinnitettiin erityishuomiota, koska veden laadun ja morfologiansa puolesta Kyrönjoki sopii periaatteessa kuhien elinympäristöksi. Malkakosken padon yläpuolelle muodostunut patoallas tarjoaa kuhalle sopivan elinympäristön ja todennäköisesti mahdollisuuden kuhien lisääntymiselle.

Kuhan tiedettiin olevan vuoden 2004 telemetriseurantojen heikoin uimari, mutta niiden nousumahdollisuus ja –halukkuus Malkakoskessa haluttiin selvittää. Kuhien liikkumisalue (home range) oli viiden kilometrin pituinen jokialue Malkakoskelta alavirtaan, mikä oli seurantalajeista selvästi laajin. Alue sisälsi pääosin hidasvirtaista suvantoa ja nivaa sekä muutamia virta- ja koskialueita.

Vapautuksen jälkeen kuhat liikkuivat eripuolilla tutkimusaluetta. Viikko vapautuksen jälkeen oli selvästi havaittavissa muuta aikaa aktiivisempaa liikehdintää. Kuhien liikkumiseen saattoi vaikuttaa veden lämpötilan nousu yli 10 °C. Lehtosen (2003) mukaan kuhien lisääntyminen tapahtuu veden lämpötilan lämmitessä 12 – 14 °C:ksi. Kyrönjoen veden lämmitettyä 15 °C:een kaikki kuhat hakeutuivat Malkakoskeen ja kerääntyivät luonnonmukaisen kalatien kala-altaaseen nro 5.

Kuhat vaihtelivat olinpaikkojaan myös Kyrönjoen virtaamien mukaan. Voimakkaan virtaaman aikana kuhat suosivat suvantoja ja muulloin ne hakeutuivat muuta aluetta voimakkaampiin virtauksiin. Seuranta-ajan lopulla kuhahavaintoja tehtiin jopa keskeltä Rajamäenkoskea. Rajamäenkoski, joka sijaitsee kilometrin päässä Malkakoskelta alavirtaan, oli muutoinkin kuhien suosimaa aluetta.

Jepsen (1999) ja Vehanen (2001) saivat samankaltaisia tuloksia kuhilla tekemisään radiotelemetriaseurannoissa. Heidän tutkimustensa mukaan jokialueella elävä kuha on aktiivisesti liikkuva kala, joka suosii kesällä voimakkaita virtauksia.

Kuhat eivät nousseet seuranta-aikana kalatietä ylemmäs, koska kalatien yläosan kynnykset ja veden virtaama olivat kuhille todennäköisesti liian suuria. Seurannan jälkeen suurin osa kuhista jäi Malkakoskeen, josta ainakin yksi kuha jäi myöhemmin kalastajan saaliiksi.

4.2.3 Kirjolohi

Lohikalat, kirjolohet ja meritaimenet vapautettiin molempina seurantavuosina jokeen yhtä aikaa. Vuonna 2004, ensimmäisen vuorokauden aikana kirjolohet nousivat Malkakosken padonharjan yläpuolelle säätöluukun kautta. Kirjolohet liikkuivat aktiivisesti Malkakoskessa, mutta kaikki kirjolohet nousivat myöhemmin padon yläpuoliselle jokialueelle, eivätkä palanneet seurantajakson aikana Malkakoskeen. Vuonna 2006 kuudesta radiolähtimellä merkitystä kirjolohesta viisi nousi Malkakosken padonharjan yläpuolelle. Kaksi kirjolohta nousi padon yli Denil-uomaa pitkin ja kolme kirjolohta hyppäsi säätöpadon ylitse.

Kirjolohen on todettu käyttävän valikoimattomasti erilaisia kalatieratkaisuja patojen ja voimalaitosten ylittämiseen ja kiertämiseen. Kirjolohet ovat käyttäneet menestyksekkäästi mm. Kemijoen Isohaaran kalatietä sekä Oulujoen Merikosken kalatietä.

Radiotelemetriatulosten perusteella Malkakosken kalatiejärjestelmä soveltuu erinomaaisesti kirjolohien elinalueeksi ja kalat pääsevät halutessaan helposti nousemaan myös padon yläpuolelle.

Kirjolohien tiedetään olevan hyvin aktiivisia kaloja ja niiden liikkumat matkat istutusalueillaan saattavat olla hyvinkin pitkiä. Optimaalisissa oloissa kasvatetut kirjolohet ovat yleensä erittäin voimakkaita ja hyväkuntoisia kaloja, jotka pystyvät uimaan voimakkaissa virtauksissa. Malkakosken radiotelemetriaseurantatulosten perusteella kirjolohet hyppäsivät useita kertoja säätöpadon yli. Hyppyykorkeus oli noin 40 - 60 cm. Noustuaan padon yläpuolelle kirjolohet palasivat säätöpadon ylivuotokohdasta takaisin Malkakoskeen, nousten heti uudelleen padon yli. Tämän tyyppisiä tuloksia ei ole aiemmissa kirjolohia koskevissa tutkimuksissa saatu.

4.2.4 Meritaimen

Vuonna 2004 meritaimenet nousivat välittömästi vapautuksen jälkeen Malkakosken padon yläpuolelle, mutta levittäytyivät myöhemmin Malkakosken eri kala-altaisiin. Kala-altaissa meritaimenet oleskelivat taimenelle tyypillisissä paikoissa, kuten erittäin voimakkaissa virtauksissa ja kosken kuohuissa. Lisäksi meritaimenet suosivat selvästi ylimmässä kala-altaassa automaattipadon alapuolisia, voimakkaita virtauksia.

Meritaimenten liikkumat matkat lyhenivät seurantajakson puolivälissä. Taimenten passiivisuuteen vaikutti todennäköisesti Kyrönjoen veden lämpötilan nousu. Amerikkalaisen telemetriatutkimuksen tulosten perusteella taimenten liikkuminen passiivitui ja taimenet hakeutuivat viileämpiin vesiin jokiveden lämmentyä 19 °C asteiseksi (Garrett 1995). Vuonna 2004 Kyrönjoen vesi lämpeni 19 °C-asteiseksi kesäkuun viimeisellä viikolla.

Heinäkuussa 2004 neljästä jäljellä olevasta meritaimenesta ainoastaan yksi liikkui Malkakoskessa. Muut meritaimenet levittäytyivät eri puolille koskea ja pysyttelivät paikoillaan kosken kuohuissa seuranta-ajan loppuun saakka.

Vuonna 2006 seurantajakson aikana Kyrönjoen erittäin alhainen virtaama vaikutti meritaimenten käyttäytymiseen. Meritaimenten liikkuminen oli huomattavasti vähäisempää kuin vuoden 2004 radiotelemetriaseurannassa. Säätopato pysyi koko vuoden 2006 seurantajakson suljettuna ja meritaimenet ylittivät padon säättöluukun yli hyppämällä ja Denil-uoman kautta. Meritaimenten aktiivisuushuiput ja padon ylitykset tapahtuivat öisin.

Malkakosken radiotelemetriaseurannoissa käytetyt meritaimenet olivat peräisin kalanviljelylaitokselta, mutta niiden avulla saadut tulokset eivät poikkea "villeillä" luonnonkaloilla tehtyjen telemetriaseurantojen tuloksista. Meritaimenten valitsemat olinpaikat Malkakosken kala-altaista, voimakas reviirikäyttäytyminen, yöaikainen aktiivisuus ja padon ylityspaikkojen valinta ovat täysin verrattavissa luonnonkalojen käyttäytymiseen. Seurantatulosten perusteella Malkakosken kalatiejärjestelmä soveltuu juuri meritaimenten ja muiden vaelluskäyttäytymismallin omaaville kalalajeille noususteiden kiertämiseen ja yleisesti em. lajien elinalueeksi.

4.2.5 Vaellussiika

Vuonna 2005 Malkakoskella radiotelemetriaseurantaa kokeiltiin myös Kyrönjokeen syksyisin kudulle nousevilla vaellussiioilla. Seurannassa käytetyt vaellussiikat kalastettiin Kyrönjoen alimman kosken alapuolelta ja siirrettiin merkinnän jälkeen Malkakoskelle usean kymmenen kilometrin päähän ylävirtaan.

Vapautuksen jälkeen siikat lähtivät välittömästi laskeutumaan Kyrönjokea alavirtaan ja niiden seuranta lopetettiin neljän vuorokauden kuluttua niiden vapauttamisesta. Kaikki siikat vaelsivat mereen saakka. Malkakosken kalatien soveltuvuudesta vaellussiikalle ei ole tietoa, mutta huomioitavaa on, että pääseekö Kyrönjokeen nouseva vaellussiika nousemaan nykyään Malkakoskelle saakka.

5. Yhteenveto

Vuonna 2002 Kyrönjoen tulvariskejä pienentämään ja joen virkistyskäyttöä parantamaan valmistui Malkakosken patojärjestelmä. Patojärjestelmään kuuluu olennaisena osana koskimainen kalatie, joka muodostuu allastyypisistä, luonnonmukaisesti rakennetuista kala-altaista sekä Denil-uomasta. Kalatien tarkoituksena on turvata kalojen vapaa liikkuminen padon alapuolisen jokialueen ja padon seurauksena sen yläpuolelle syntyneen 40 km pitkän patoaltaan välillä.

Kalatien toimivuudesta ei saada tietoa ilman asianmukaista tutkimusta. Malkakoskella kalatien toimivuutta pyrittiin selvittämään biotelemetrian avulla. Biotelemetria tarkoittaa langatonta tiedon välittämistä eläimeen kiinnitetyn lähettimen ja sen signaaleja kuuntelevan vastaanottimen välillä.

Malkakoskella kalojen liikkeiden selvittämiseksi käytettiin ultraääni- ja radioaalto-telemetriaa. Telemetriaseurantojen kohdelajeiksi valittiin Kyrönjoessa luontaisesti esiintyvistä kalalajeista hauki, kuha ja vaellussiika sekä näiden lisäksi kirjolohi ja meritaimen, joita paikalliset kalastusseurat istuttavat Kyrönjokeen. Kyrönjoen yläosilla esiintyy taimenta, mutta kannan alkuperästä ei ole tietoa. Malkakosken telemetriaseurannat toteutettiin vuosina 2004–2006. Erilaisilla telemetrialähettimillä merkittiin yhteensä 40 eri kalaa.

Vuoden 2004 telemetriaseurannoissa kalojen käyttämien nousureittien lisäksi pyrittiin selvittämään kunkin kalalajin elinalueet ja olinpaikat Malkakoskessa ja ennalta määritetyllä tutkimusalueella. Kaikissa telemetriaseurannoissa käytettiin automaattista seurantamallia, missä vastaanotin kuuntelee antennien avulla lähettimiltä tulevaa signaalia ympäri vuorokauden. Lisäksi vuoden 2004 seurannassa pyrittiin kaikkien kalojen olinpaikat selvittämään mahdollisimman tarkasti käsiseurantamenetelmän avulla, missä vastaanotin ja antenni kulkivat seurantaan toteuttavien henkilöiden mukana.

Seurantatulosten perusteella lohikalat, kirjolohi ja meritaimen pääsivät helposti nousemaan Malkakosken kalatiejärjestelmää pitkin padon yläpuolelle. Lohikalat nousivat padon yli automaattisen säätöluukun kautta sekä Denil-uomaa pitkin. Lisäksi todettiin Malkakosken koskialueen ja siinä olevien kala-aitaiden soveltuvan erinomaisesti lohikalajien elinalueeksi.

Seurannassa olleista muista kalalajeista padon ylityksessä onnistui hauki. Hauet nousivat koko Malkakosken kalatiejärjestelmän läpi ja ylittivät padon padonharjan vuotokohdasta. Padonharjalle syntyi puromaisia vuotokohtia yläpuolisen vedenpinnan noustessa riittävän korkealle.

Kuhat eivät nousseet padon yläpuolelle, mutta hakeutuivat Malkakosken alimpiin kala-altaisiin ja kosken alapuolisiin virtauksiin. Kuhat liikkuivat myös Malkakosken alapuolisella jokiosuudella ja mahdollisesti kutivat jokeen. Vaellussiian osalta telemetriaseuranta epäonnistui kalojen vaellettua heti vapautuksen jälkeen mereen.

Malkakosken telemetriaseurantojen avulla saatiin runsaasti uutta tietoa seurannassa olleiden kalalajien osalta. Erityisen mielenkiintoista oli kuhien käyttäytyminen ja Kyrönjoen soveltuvuus kuhien elinalueeksi. Lisäksi biotelemetristen menetelmien soveltuvuus kalojen elintapojen ja liikkeiden selvittämiseksi antavat mahdollisuuden muidenkin nousuesteiden ja kalateiden toimivuuden selvittämiseksi.

6. Kirjallisuus

- Bunt, C. 2003. Northern pike passage, critical habitat and effects of barriers on movement in the Welland river West and Osvego Ceek. *Biotactic. Fish and Wildlife*.
- Clapp, DF, Clark, RD., Diana JS. 1990. Range, activity and Habitat of large, free-ranging brown trout in Michigan stream. *Trans. American Fish Society* 199. 823–832 s.
- Garrett, JW, Bennett, DH. 1995. Seasonal movements of adult brown trout relative to temperature in a coolwater reservoir. *North American Journal of Fisheries Management*. 15. 480–487 s.
- Eloranta, A. 2007. Suomen Kalastuslehti nro. 2/2007. 4–7 s.
- Hart, L, Summerfelt, C.1975. Surgical prosedures for implanting ultrasonic transmitters in flathed catfish (*pylodicus olivaris*) *Trans. America. Fish Sociology*. 104: 56–59 s.
- Huovinen, T, Latvala, J. 2005. Kalastus ja vaelluskalojen liikkuminen Lapväärtin-Isojoen suistoalueella- kalastustiedustelun ja telemetriaseurannan tuloksia. *Alueelliset ympäristöjulkaisut*. 371. 35–52 s.
- Jepsen, N, Koed, A., Øakland, F. 1999. The movements of pikeperch in a shallow reservoir. *Journal Fish Biology*. 54. 1083–1093 s.
- Jokikokko, E, Viitala, J. 1995. Lohien telemetriaseuranta Kemijokisuulla ja Isohaaran yläpuolisessa patoaltaassa vuonna 1995. *Kala- ja riistaraportteja*. nro.43.
- Jormola, J, Harjula, H., Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. *Suomen ympäristökeskus*. nro.631.
- Keskinen, T, Latvala, J, Tuhkanen, J, Vuorinen, J. 2002. Kyrönjoen vaellussiikakannan tila. *Länsi-Suomen ympäristökeskus*. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* nro.278.
- Lehtonen, H. 2003. Iso Kalakirja. WSOY.
- Mellas, E, Haynes, M. 1985. Swimming performance and behavior of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and white perch (*Morone Americana*): effects of attaching telemetry transmitters. *Canada. Journal Fish Aquatic Scientific*. 42. 488–493 s.
- Nykänen, M, Huusko, A, Mäkipetäys, A. 2001. Seasonal changes in the habitat use and movements of adult European grayling in large subarticriver. *Journal of Fish Biology*. 58. 506–519 s.
- Pincock, D.G, Voegeli, F.A. 2002. Quick course in underwater telemetry systems. Vemco Limited.
- Vehanen, T, Lahti, M. 2001. Aikuisen kuhan liikkeit ja elinympäristövalinta Oulujoen Pyhäkosken patoaltaassa. *Riista- ja Kalatalouden Tutkimuslaitos*. *Kala- ja riistaraportteja*. Nro 224. s.19.

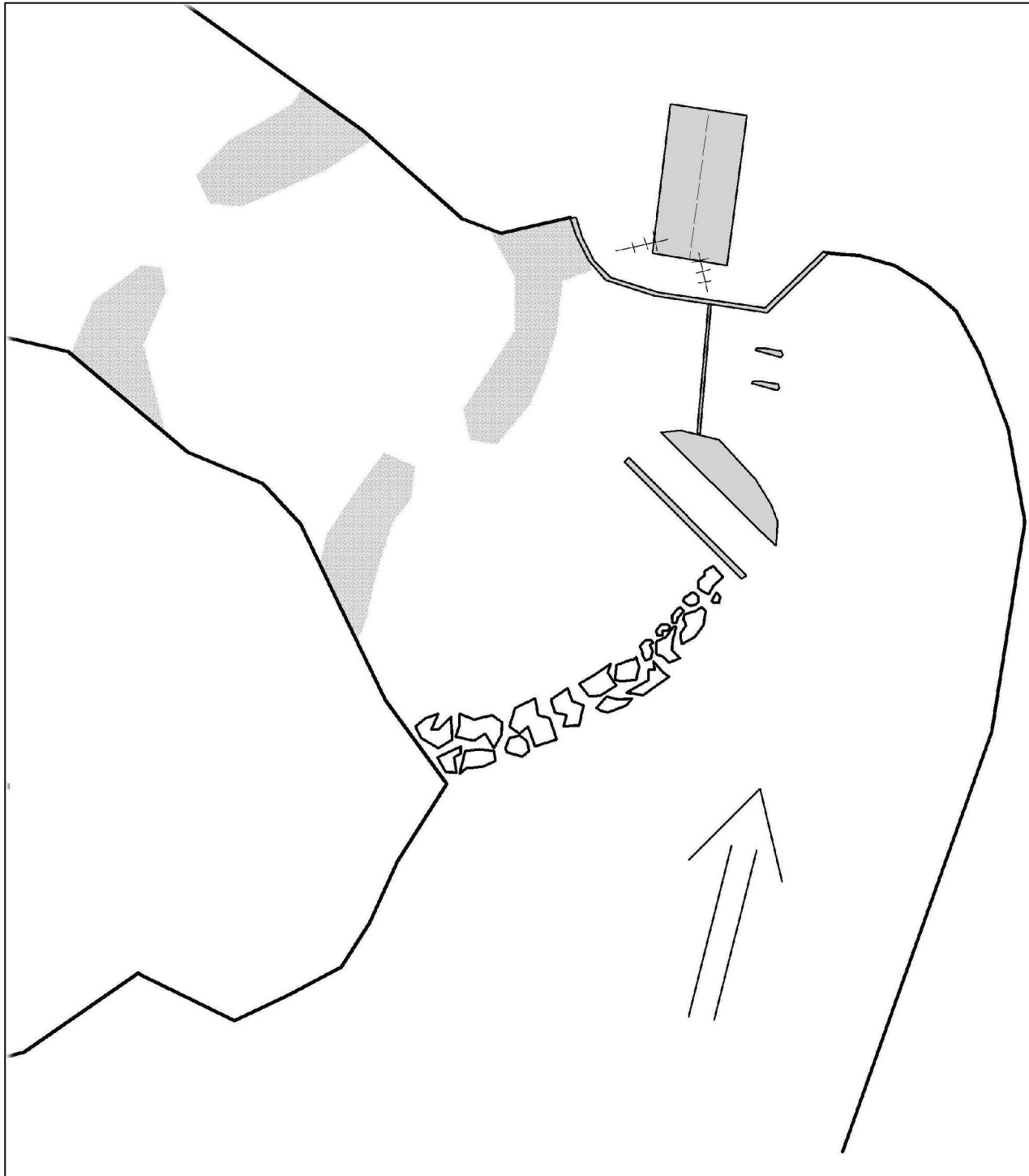
Liite 1

Malkakosken telemetriaseurannoissa käytettyjen kalojen yksilökohtaiset tiedot

Pvm	Laji	Pituus, mm	Paino,g	Sp	Koodi
27.4.04	Hauki	653	1734	2	8
27.4.04	Hauki	713	2522	2	4
27.4.04	Hauki	580	1330	2	5
27.4.04	Hauki	673	1890	1	3
28.4.04	Hauki	666	1724	2	ref.
28.4.04	Hauki	658	1664	2	ref.
3.5.04	Hauki	697	2134	2	6
18.5.04	Kuha	475	1072	2	8
18.5.04	Kuha	402	556	2	1
18.5.04	Kuha	446	782	1	2
18.5.04	Kuha	430	692	2	5
18.5.04	Kuha	478	982	2	10
18.5.04	Kuha	384	482	2	ref.
18.5.04	Kuha	386	456	1	ref.
10.6.04	Taimen	514	1588	1	38
10.6.04	Taimen	515	1490	1	39
10.6.04	Taimen	503	1498	2	35
10.6.04	Taimen	457	1178	2	36
10.6.04	Taimen	472	1170	1	34
10.6.04	Taimen	-	-	-	ref.
10.6.04	Taimen	-	-	-	ref.
10.6.04	Kirjolohi	428	896	2	31
10.6.04	Kirjolohi	462	1214	2	32
10.6.04	Kirjolohi	440	1072	2	30
10.6.04	Kirjolohi	425	1008	2	33
10.6.04	Kirjolohi	420	934	2	ref.
10.6.04	Kirjolohi	462	1336	2	ref.
16.5.05	Hauki	660	2200	2	3
16.5.05	Hauki	540	1400	1	9
16.5.05	Hauki	540	1300	1	37
16.5.05	Hauki	555	1500	1	7
16.5.05	Hauki	470	900	1	34
3.11.05	V-siika	412	652	1	29
3.11.05	V-siika	484	996	1	25
3.11.05	V-siika	433	740	1	28
3.11.05	V-siika	424	594	1	27
3.11.05	V-siika	466	826	1	26
12.6.2006	Taimen	417	896	-	14
12.6.2006	Taimen	447	1072	-	16
12.6.2006	Taimen	450	1088	-	19
12.6.2006	Taimen	450	1086	-	20
12.6.2006	Taimen	438	1054	-	18
12.6.2006	Kirjolohi	463	1162	-	12
12.6.2006	Kirjolohi	4299	980	-	13
12.6.2006	Kirjolohi	468	1256	-	11
12.6.2006	Kirjolohi	412	994	-	10
12.6.2006	Kirjolohi	447	1208	-	15
12.6.2006	Kirjolohi	433	1054	-	17

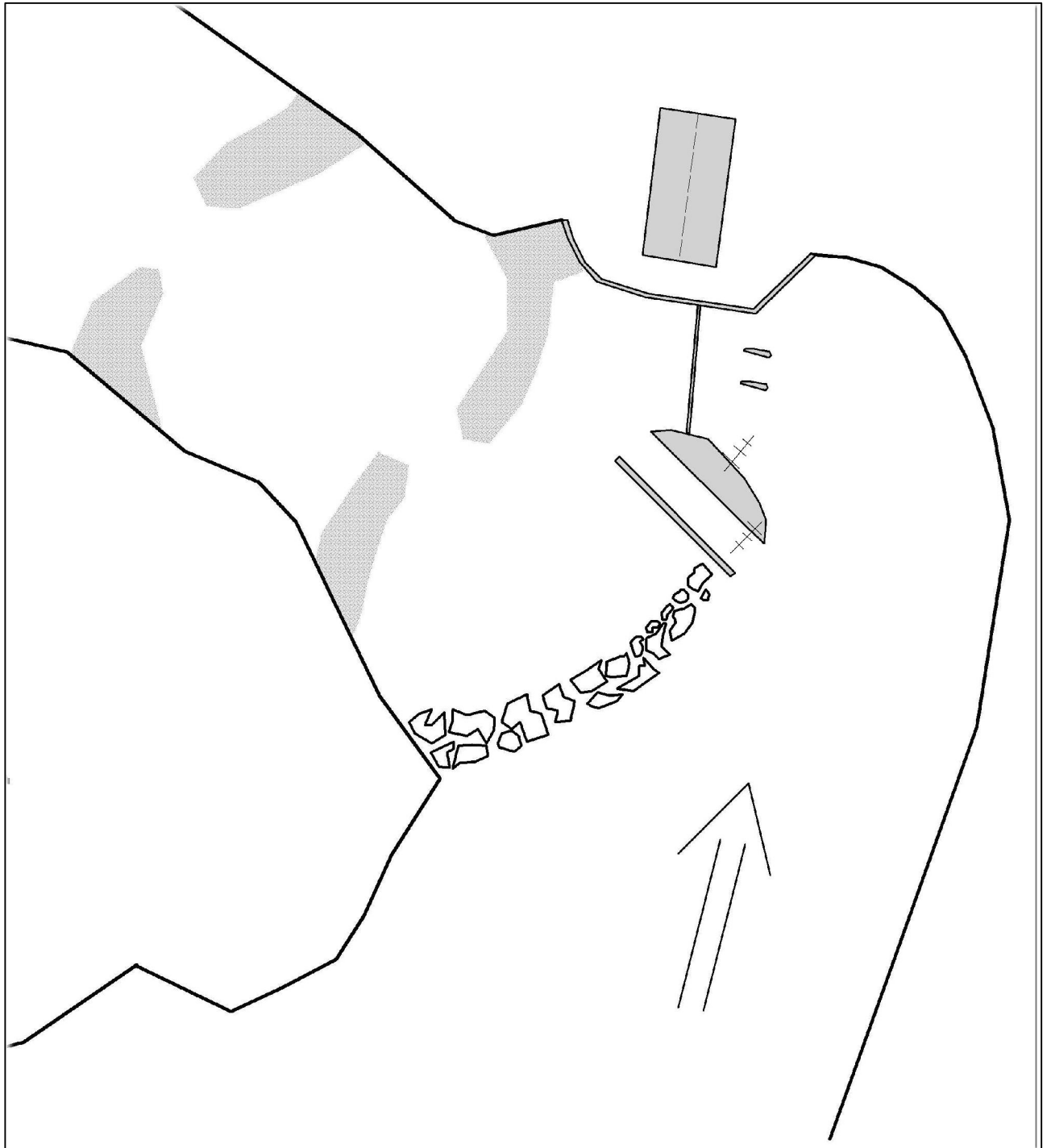
Liite 2

Malkakosken antennien asettelu vuoden 2004 radiotelemetriaseurannassa



Liite 3

Antennien sijoittelu vuoden 2005 radiotelemetriaseurannassa



KUVAILEHTI

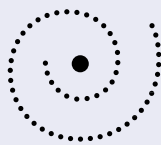
<i>Julkaisija</i>	Länsi-Suomen ympäristökeskus		<i>Julkaisu-aika</i> 2009	
<i>Tekijä(t)</i>	Teemu Huovinen			
<i>Julkaisun nimi</i>	Hauen, kuhan, kirjolohen, meritaimenen ja vaellussiian telemetriaseuranta Kyrönjoen Malkakosken kalatiessä vuosina 2004 – 2006			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2009			
<i>Julkaisun teema</i>				
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>				
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Kyrönjoki on Etelä-Pohjanmaan suurin joki ja pääuoman pituus on 127 km. Virtaamien vaihtelu Kyrönjoella on suurta ja virtaamavaihteluihin on syynä järvien vähäisyys ja valuma-alueen runsaat ojitukset. Vuonna 2002 Kyrönjoen tulvariskejä pienentämään ja joen virkistyskäyttöä parantamaan valmistui Malkakosken patojärjestelmä. Padon yhteyteen rakennetun kalatiejärjestelmän tarkoituksena on turvata kalojen vapaa liikkuminen padon alapuolisen jokialueen ja padon seurauksena sen yläpuolelle syntyneen 40 km pitkän patoaltaan välillä.</p> <p>Länsi-Suomen ympäristökeskus selvitti telemetriatutkimuksilla vuosina 2004–2006 Malkakosken kalatien toimivuutta hauella, kuhalla, kirjolohella, meritaimenella ja vaellussiialla. Malkakosken telemetriatutkimusten tavoitteena oli selvittää, pääsevätkö eri kalalajit nousemaan kalatietä pitkin padon yli ja käyttävätkö kalat Denil-uomaa nousureittinään. Lisäksi pyrittiin selvittämään soveltuuko Malkakosken koskialue kalojen elinalueeksi ja millaisissa paikoissa eri kalalajit viihtyvät. Erilaisilla telemetrialähettimillä merkittiin yhteensä 40 kalaa.</p> <p>Malkakosken seurantatulosten perusteella kirjolohi ja meritaimen pääsivät helposti nousemaan Malkakosken kalatiejärjestelmää pitkin padon yläpuolelle. Hauki pystyy tulosten perusteella nousemaan kalatietä pitkin ylös ja ohittamaan padonharjan sen vuotokohdista virtaaman ollessa riittävän suuri. Kuhat eivät nousseet padon yläpuolelle. Biotelemetristen menetelmien soveltuvuus kalojen elintapojen ja liikkeiden selvittämiseksi antavat mahdollisuuden muidenkin nousuesteiden ja kalateiden toimivuuden selvittämiseksi.</p>			
<i>Asiasanat</i>	kalatie, telemetria, Malkakoski			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>				
	ISBN (nid.)	ISBN 978-952-11- 3371-8 (PDF)	ISSN (pain.)	ISSN (verkkoj.)
	<i>Sivuja</i> 34	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i>
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>				
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Länsi-Suomen ympäristökeskus			
<i>Painopaikka ja -aika</i>				

PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Västra Finland miljöcentral	<i>Datum</i> 2009		
<i>Författare</i>	Teemu Huovinen			
<i>Publikationens titel</i>	Hauen, kuhan, kirjoloihen, meritaimenen ja vaellussiian telemetriaseuranta Kyrönjoen Malkakosken kalatiessä vuosina 2004 – 2006 (Telemetriundersökning av gädda, gös, regnbågslax, havsöring och vandringsik längs fiskvägen i Malkakoski i Kyrö älv åren 2004 – 2006)			
<i>Publikationsserie</i>	Västra Finlands miljöcentralers rapporter 1/2009			
<i>Publikationens tema</i>				
<i>Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt</i>				
<i>Sammandrag</i>	<p>Kyrö älv är den största älven i Södra Österbotten och huvudfåran är 127 km lång. Flödesvariationerna i älven är stora och orsaken till detta är bristen på sjöar och de omfattande dikningarna i avrinningsområdet. År 2002 blev dammsystemet i Malkakoski färdigt med syfte att minska risken för översvämningar i Kyrö älv och för att förbättra användningen av älven för rekreation. Syftet med fiskvägen som byggdes i samband med dammen är att trygga fri passage för fisken mellan älvområdet nedanför dammen och den 40 km långa dammbassängen som har uppstått ovanför dammen.</p> <p>Åren 2004–2006 undersökte Västra Finlands miljöcentral fiskvägen i Malkakoski och hur väl den fungerar för gädda, gös, regnbågslax, havsöring och vandringsik. Syftet med telemetriuppföljningen är att reda ut om olika fiskarter kan vandra upp längs fiskvägen till området ovanför dammen och om fiskarna använder Denitrappan som vandringsrut. Dessutom försökte man reda ut om forsområdet i Malkakoski är lämpligt som livsmiljö för fisk och på vilka platser olika fiskarter trivs. Sammanlagt 40 fiskar märktes med olika telemetriska sändare.</p> <p>På basis av uppföljningsresultaten kunde regnbågslaxen och havsöringen lätt vandra upp längs fiskvägen i Malkakoski till området som ligger ovanför dammen. Enligt resultaten kan gäddan vandra upp längs fiskvägen och simma förbi dammkrönet på de ställen där dammen läcker när vattenflödet är tillräckligt stort. Gösen kunde inte vandra upp till området ovanför dammen. De biotelemetriska metoderna lämpar sig väl för att reda ut hur fisken lever och rör sig och ger också möjlighet till att undersöka andra vandringshinders och fiskvägars funktion.</p>			
<i>Nyckelord</i>	fiskväg, telemetri, Malkakoski			
<i>Finansiär/uppdragsgivare</i>				
	ISBN (hft.)	ISBN 978-952-11-3371-8 (PDF)	ISSN (print)	ISSN (online)
	<i>Sidantal</i>	<i>Språk</i>	<i>Offentlighet</i>	<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i>
	34	finska	Offentlig	
<i>Beställningar/distribution</i>				
<i>Förläggare</i>	Västra Finlands miljöcentral			
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>				

Länsi-Suomen ympäristökeskus selvitti telemetriatutkimuksilla vuosina 2004-2006 Malkakosken kalatien toimivuutta hauella, kuhalla, kirjolohella, meritaimenella ja vaellussiihalla. Malkakosken kalatiehen kuuluu koskimainen kalatie, joka muodostuu luonnonmukaisesti rakennetuista altaista sekä Denil-kalatiestä. Kalatien tarkoituksena on turvata kalojen vapaa liikkuminen padon alapuolisen jokialueen ja padon yläpuolelle syntyneen 40 km pitkän patoaltaan välillä.

Telemetriatutkimusten tavoitteena oli selvittää, pääsevätkö eri kalalajit nousemaan kalatietä pitkin padon yli ja käyttävätkö kalat Denil-kalatiestä nousureittinään. Lisäksi pyrittiin selvittämään soveltuuko Malkakosken koskialue kalojen elinalueeksi ja millaisissa paikoissa eri kalalajit viihtyvät.



LÄNSI-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS
VÄSTRA FINLANDS
MILJÖCENTRAL

ISBN 978-952-11-3371-8 (PDF)

ISSN 1796-1912 (pain.)

ISSN 1796-1920 (verkkokj.)