



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2024

Oulujärven nousutaimen

Taimenten määrä Leppikosken voimalaitoksen alapuolella ja hakeutuminen Kalasydän-kalatiehen v. 2023

Pekka Hyvärinen, Samu Mäntyniemi ja Pekka K Korhonen

Oulujärven nousutaimen

Taimenten määrä Leppikosken voimalaitoksen alapuolella ja hakeutuminen Kalasydän-kalatiehen v. 2023

Pekka Hyvärinen, Samu Mäntyniemi ja Pekka K Korhonen

Viittausohje:

Hyvärinen, P., Mäntyniemi, S. & Korhonen, P.K. 2024. Oulujärven nousutaimen : Taimenten määrä Leppikosken voimalaitoksen alapuolella ja hakeutuminen Kalasydän-kalatiehen v. 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 30 s.



ISBN 978-952-380-899-7 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-899-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Pekka Hyvärinen, Samu Mäntyniemi ja Pekka K Korhonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisuvuosi: 2024

Kannen kuva: Pekka Hyvärinen

Tiivistelmä

Pekka Hyvärinen¹, Samu Mäntyniemi² ja Pekka K Korhonen¹

¹ Luonnonvarakeskus, Manamansalontie 90, 88300 Paltamo

² Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Oulujoen vesistön järvitaimen on yksi neljästä napapiirin eteläpuolisesta Suomessa jäljellä olevasta ja uhanalaisesta järvivaelteisesta taimenkannasta. Vaellustaimenen luontainen lisääntyminen on ollut vähäistä vesistörakentamisen ja ylikalastuksen vuoksi. Oulujärvi on vesistön taimenkannan tärkein syönnösalue. Oulujärveen Kiehimänjoen kautta laskeva Hyrynsalmen reitti on luokiteltu yhdeksi Kansallisen kalatiestrategian kärkikohteista. Toimenpiteet Oulujärven taimenen lisääntymisvaelluksen mahdollisuuksien parantamiseksi käynnistyivät vuonna 2021, kun Kiehimänjoen alimman eli Leppikosken voimalaitoksen alakanavassa otettiin käyttöön hydraulinen Kalasydän-kalatie. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida Oulujärvestä Kiehimänjokeen nousevan taimenen kutukannan koko sekä taimenten ohjautumista Kalasydämen kautta Leppikosken padon yläpuolisille vesialueille kesällä 2023. Tutkimus toteutettiin rysäkoekalastuksen, kalojen merkintöjen, kalatiehen asennettujen kameroiden ja mallinnuksen avulla.

Kalasydämen läpi liikkui kesäkuun ja lokakuun välisenä aikana yhteensä 19 taimenta ja tutkimusrysästä saatiin yhteensä 69 taimenta. Suurin osa rysään uineista taimenista osoittautui kuitenkin tutkimusalueen lähistölle vasta istutetuiksi kaloiksi. Merkintä-takasinpyyntimallinnuksen perusteella Leppikosken padon alapuolelle nousseiden taimenten kokonaismääräksi arvioitiin todennäköisimmin 500 kalaa, kun huomioon otettiin myös jokeen nousseet vasta istutetut taimenet. Kun mallinnuksesta poistettiin alle 40 cm:n pituiset taimenet, varsinaisten kutunousijoiden määräksi saatiin todennäköisimmin 63 taimenta (95 %:n todennäköisyysväli 34–248 taimenta). Se on vielä varsin vähäinen määrä (3–6 %) suhteessa siihen potentiaaliin, minkä Leppikosken padon yläpuoliset poikastuotantoalueet voisivat luontaisesti tuottaa (1 100–2 200 kututaimenta).

Taimenten hakeutumisessa Kalasydämeen oli selkeä ero kesä-syyskuun ja lokakuun aineistojen välillä. Kesä-syyskuussa alueelle tulleista taimenista todennäköisimmin 52 % (24–77 %) hakeutui Kalasydämen suun alueelle ja näistä 59 % (23–85 %) Kalasydämen sisälle. Vastaavasti lokakuussa todennäköisimmin vain 1 % (0–12 %) alueelle tulleista taimenista hakeutui Kalasydämen lähialueelle ja näistä 17 % (5–97 %) Kalasydämen sisälle.

Tähän eri ajankohtina havaittuun eroon taimenten käyttäytymisessä on todennäköisimpänä syynä kalojen eri koko ja tausta eri ajankohtina sekä kudun läheisyys. Lokakuussa tutkimusalueella liikkuneista taimenista suurin osa oli varhaiskukukypsiä vasta istutettuja kaloja, joiden vaellusvietti ylävirtaan padon yli ei välttämättä ollut yhtä voimakas kuin kesän aikana kutualueille pyrkineiden kookkaampien jo pidempään syönnöksellä olleiden taimenten. Toisaalta lokakuussa kudun läheisyys on voinut vähentää kalojen tarvetta pyrkiä kauemmaksi ylävirtaan, jos Leppikosken padon alapuolelta on löytynyt kelpollisia kutualueita.

Mallinnuksen perusteella varsinaisten nousutaimenten (> 40 cm) hakeutuminen Leppikosken padon alapuoliselta alueelta (noin 100–200 m padosta) Kalasydämen suun alueelle (noin 10 m Kalasydäimestä) oli todennäköisimmin 36 % (14–67 %) ja näistä kaloista

todennäköisimmin 44 % (19–79 %) hakeutui itse Kalasydämeen. Kokonaisuutena kesä-lokuun aikana 6–39 % kaloista hakeutui padon alapuoliselta alueelta Kalasydämeen saakka. Todennäköisin arvo on 13 % ja mediaaniarvio on 17 %. Suuret todennäköisyysvälit arvioissa johtuvat suurista eroista eri kalojen käyttäytymisessä ja sattumasta, jonka merkitys korostui, kun havaittujen kalojen määrä oli pieni.

Mallinnuksen tulosten suurista todennäköisyysväleistä huolimatta voidaan arvioida, että Kalasydämen läpäisytehokkuus taimenille kesä-lokakuussa 2023 oli Leppikosken voimalaitospadolla kokonaisuutena lähes samaa tasoa kuin sen on aiemmin todettu olleen lohen vaellusreitillä Kemijoella. Leppikosken Kalasydän-kalatien toimivuutta voisi kuitenkin todennäköisesti edelleen huomattavasti tehostaa esimerkiksi parantamalla ohjausaitojen rakennetta ohjaamaan kaloja tehokkaammin kalasydämen lähi- ja suualueelta laitteiston sisälle.

Asiasanat: Järvitaimen, Oulujärvi, nousuvaellus, kalamäärä, voimalaitos, Leppikoski, radiotelemetria, kalatie, Kalasydän.

Abstract

Pekka Hyvärinen¹, Samu Mäntyniemi² and Pekka K Korhonen¹

¹ Luonnonvarakeskus, Manamansalontie 90, 88300 Paltamo

² Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Lake Oulujärvi brown trout is one of the four still existing but endangered lake migrating brown trout populations in Finland in the area south from polar circle. Natural production of those fish is at a very low level because of damming of spawning rivers and overfishing. The Kiehimäjoki River is the largest river flowing into Lake Oulujärvi and it's classified as one of the key targets for enhancement of brown trout populations called in by the Finnish National Fishway Strategy. The first step to enhance the possibilities of brown trout spawning migration started in 2021, when the hydraulic fishway called 'Fishheart' was taken in use in Lepipikoski, the lowermost dam and power station in River Kiehimäjoki.

The purpose of this study was to estimate the size of the brown trout population trying to migrate towards their spawning areas above the dam in 2023. In addition, the target was to evaluate how efficient the fishway was. The data was collected by test-fishing with trap-net, tagging the fish and by the cameras installed inside Fishheart and by modelling the fish movements in the study area.

There were altogether 19 brown trout using the Fishheart fishway and 69 brown trout were captured by the trap-net during the whole study period, between June and October. However, most of the captured trout were most probably fish that had been newly released close to the study area.

The results from mark-recapture modelling suggested that most probably there had been 500 trout swimming below the dam within the whole study period when fish of all sizes were taken into account. However, the model suggested only 63 trout (95% probability interval 34–248 trout) larger than 40 cm. This accounts for only 3–6% of the potential spawners (1 100–2 200 brown trout) that has been estimated the nursery areas available above the dam could naturally produce.

There was a clear difference in the fish movement data between the periods in June–September and October. In June–September most probably 52% (24–77%) of the brown trout that moved to the study area below the dam (100–200 m), had also been detected near (10 m) the Fishheart. All together 59% of those fish (23–85%) entered the Fishheart). In October most probably only 1% (0–12%) of the trout moving below the dam were detected in antennas in the area close to the Fishheart and 17% (5–97%) of them swam into it.

Different size and background of fish, as well as the time to the start of spawning, had the most probable influence on different behavior of fish during those two periods. Young, matured males captured by the trap net in October were obviously newly released close to the study area and probably therefore they were not trying to move further upstream. Also, in general the spawning period in October was already going on and there was no time to find better areas.

When fish longer than 40 cm only were taken into account, modelling showed that of those fish moving 100–200 m from the dam 36% (14–67%) swam close (10 m) to the Fishheart and

44% (19–79%) of them swam into it. As a whole, 6–39% of the fish moved from the area below the dam to Fishheart. The most probable value is 13% and the median estimate is 17%. The large probability intervals in estimates are due to large differences in behavior of different kinds of individuals (wild caught vs hatchery reared) and overall low number of marked individuals. The effect of randomness is high when the number of fish and observations are as few as here. Despite the large uncertainty it was concluded that Fishheart was almost as effective for the migrating brown trout in Leppikoski in 2023 as it has been for migrating salmon in Kemijoki. However, the functionality of the Fishheart could probably still be significantly enhanced, for example by improving the structure of the fences to guide fish swimming near the Fishheart more efficiently into it.

Keywords: Lake migrating brown trout, Lake Oulujärvi, spawning migration, number of fish, power station, Leppikoski dam, radiotelemetry, fishway, Fishheart.

Sisällys

1. Johdanto	8
2. Aineisto ja menetelmät	9
2.1. Tutkimusalue	9
2.2. Rysäkoekalastus	10
2.3. Taimenten merkintä ja vapauttaminen	10
2.4. Merkittyjen taimenten seuranta.....	11
2.5. Merkintä-takaisinpyyntimallinnus	13
3. Tulokset.....	16
3.1. Kalasydämen kamerahavainnot	16
3.2. Tutkimusrysan saaliskalat	16
3.3. Havainnot merkityistä taimenista.....	17
3.4. Leppikosken padon alapuolella liikkuvien taimenten määrä ja ohjautuminen Kalasydänkalatiehen	19
4. Tulosten tarkastelu	23
Viitteet.....	26
Liitteet	27

1. Johdanto

Oulujoen vesistön järvitaimen on yksi neljästä napapiirin eteläpuolisesta Suomessa jäljellä olevasta ja uhanalaisesta järvivaelteisesta taimenkannasta. Kanta on tällä hetkellä lähes kokonaan istutusten ja säilytysviljelyn varassa. Vaellustaimenen luontainen lisääntyminen on ollut vähäistä vesistörakentamisen ja ylikalastuksen vuoksi. Oulujärvi on vesistön taimenkannan tärkein syönnösalue. Siihen vapaina laskevissa joissa (mm. Varisjoen-Kongasjoen reitti, Miesjoki ja Pohjajoki) vaellustaimenen lisääntyminen vielä vähäisempi. Vapaiden jokien laskennallinen poikastuotantoalue on noin 32 hehtaaria (Havumäki 2010, Härkönen ym. 2023). Laajimmat Oulujärven taimenen lisääntymisalueet, noin 70 hehtaaria, sijaitsevat kuitenkin Oulujärven laskevan Hyrynsalmen reitin alueella pääosin Leppikosken ja Seitenoikean voimalaitospatojen yläpuolella. Hyrynsalmen reitti onkin luokiteltu yhdeksi Kansallisen kalatiestrategian kärkikohteista (Sutela ym. 2012), joissa tavoitteena on uhanalaisten ja vaarantuneiden vaelluskalakan-
tojen elinvoimaisuuden vahvistaminen.

Toimenpiteet Oulujärven taimenen lisääntymisvaelluksen mahdollisuuksien parantamiseksi käynnistyivät vuonna 2021, kun Kiehimänjoen Leppikosken voimalaitoksen alakanavassa otettiin käyttöön hydraulinen Kalasydän-kalatie. Ensimmäisen testivuoden avovesikautena elokuusta lokakuulle 2021 Kalasydäntä käytti noin 2 500 kalaa, joista taimenia oli kahdeksan. Vuonna 2022 sen avulla siirtyi voimalaitoksen yli 13 291 kalaa. Tuolloin 22:n järvitaimenen lisäksi Kalasydämen läpi menneissä kaloissa havaittiin siikoja, ahvenia, lahnoja, muikkuja sekä kuhia.

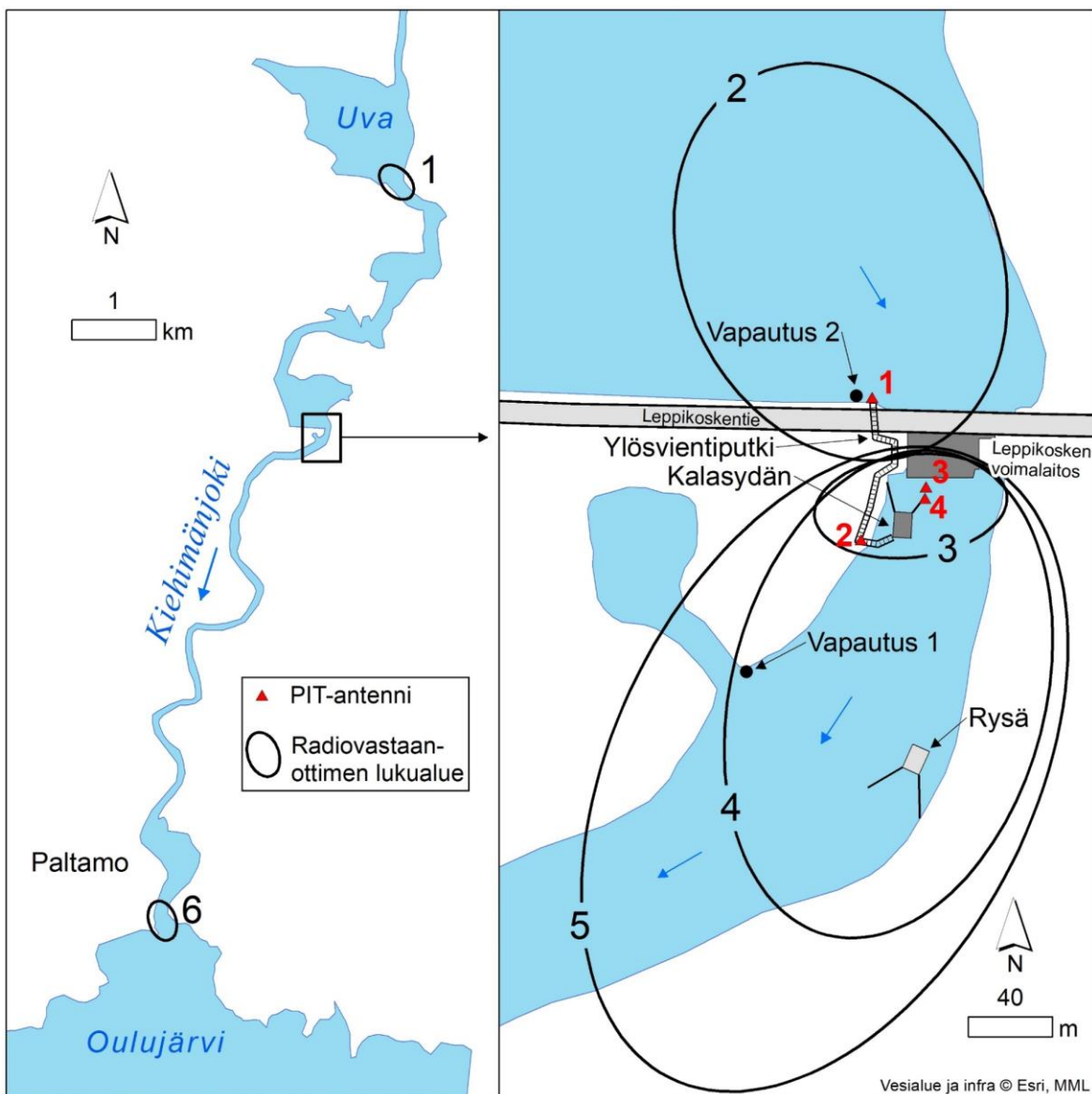
Tämä tutkimus toteutettiin Oulujärvestä Kiehimänjokeen nousevan taimenen kutukannan koon arvioimiseksi sekä Kalasydän-kalatie toiminnan tehokkuuden arvioimiseksi ja sen toiminnan kehittämiseksi. Tutkimuksessa arvioitiin Oulujärvestä Leppikosken padon alapuolelle hakeutuvien taimenten kokonaismäärä kesällä 2023. Rysäkoekalastuksen, kalojen merkintöjen ja mallinnuksen avulla arvioitiin lisäksi, kuinka suuri osa padon alapuolella liikkuvista taimenista hakeutui kalatiehen ja siirtyi sitä kautta padon yli. Tutkimuksen toteuttamisesta vastasi Luonnonvarakeskus.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Tutkimusalue

Tutkimusalue sijaitsi Oulujärveen laskevan Kiehimänjoen alimmaisena voimalaitoksen, Leppikosken, padon ylä- ja alapuolella (Kuva 1). Voimalaitoksen alapuolelle asennettu Kalasydänkalatie oli v. 2023 toiminnassa kesäkuun ja lokakuun välisenä aikana.

Kalasydämen (Kuva 2) sisään tulleiden kalojen lajin tunnistaminen sekä pituusluokan arviointi tapahtui laitteiston sisääntuloaukon, Kalasydämen suun, yhteyteen asennetun kamerajärjestelmän avulla. Tässä tutkimuksessa kamerajärjestelmän tuottama aineisto (<https://fish-heart.com/>) oli Luonnonvarakeskuksen käytettävissä taimenmallin syöttötietoja varten.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti Oulujärveen laskevan Kiehimänjoen Leppikosken voimalaitoksen ylä- ja alapuolella. Mustat soikiot (1–6) kuvaavat tutkimusalueelle asennettujen radiolähetinvastaanottimien lukualuetta. Punaiset kolmiot (1–4) osoittavat PIT-merkkien tunnistamiseen asennettujen antennien sijainnin Kalasydämen siirtoputkissa ja Kalasydämen suun edessä.



Kuva 2. Kalasydän -kalatie käytössä kesällä 2023 Kiehimänjoessa Leppikosken voimalaitoksen alapuolella. Kalasydämen suun edessä näkyvän vesisuihkun tarkoitus on ohjata kaloja kalasydämen sisälle. Kalat siirtyvät Kalasydäimestä padon yläpuolelle kuvassa näkyvän mustan putken sisällä kulkevan veden mukana.

2.2. Rysäkoekalastus

Kalasydäimestä noin 100 metriä alavirtaan asennettiin tutkimusrysä (Kuva 3) jokeen nousseiden taimenten pyydystämiseksi ja niiden merkintää varten. Rysä oli pyynnissä 26.6.–25.10.2023 välisenä aikana. Kovien virtaamien (Kuva 4, liite 4.) aiheuttamien ongelmien takia rysä oli pois pyynnistä 10.8.–16.8.2023 välisenä aikana. Myös Kalasydän oli nostettu huolto-työtä varten ylös joesta 8.8.–30.8.2023.



Kuva 3. Kalasydäimestä noin 100 m alavirtaan asennettu tutkimusrysä kokemista varten vedestä ylös nostettuna. Rysän perän havaksen solmuväli oli 40 mm.

2.3. Taimenten merkintä ja vapauttaminen

Rysästä saaliiksi saaduista taimenista yhteensä 28 kalaa merkittiin PIT-merkillä ja nauhamerkillä. Yhdeksän taimenta merkittiin lisäksi radiolähettimellä (Lupanumero: ESAVI/213271/2023). Viimeisen koentapäivän saaliskaloja sekä yhtä aiemmin pyydystettyä vaurioitunutta kalaa ei merkitty. Kaikki rysästä saadut kalat vapautettiin rysän läheisyydessä takaisin jokeen.

Rysästä saatu taimen nukutettiin (uintivedessä bentsokaiinia 40 mg/l) kunnes kala ei reagoanut kosketettaessa. Nukutettu kala merkittiin PIT-merkillä (pituus 23 mm; www.oregonrfid.com). PIT-merkki ohjattiin neulan avulla kalan nahkan alle selkävän alapuolelle. Nauhamerkki ohjattiin kalan selkävästä läpi neulan avulla merkin puoliväliin saakka, jolloin se kiinnittyi. Radiolähetin (MST-820, 8x20 mm (ØxL), 2,1 g, 138.420MHz, 5 second burst interval, Lotek 4 code set; www.lotek.com) asetettiin kalan selkävän juureen neulan avulla ja kiinnitettiin metallilankojen avulla kuten Carlin-merkki.

Rysästä merkittyjen ja vapautettujen taimenten lisäksi tutkimusalueelle istutettiin laitoksessa kasvatettuja taimenia (Taulukko 1), joita oli merkitty PIT-merkillä sekä nauhamerkillä yhteensä 81 kalaa ja lisäksi 27 kalaa, joita oli merkitty em. merkkien lisäksi radiolähettimellä. Laitoskasvatetut taimenet kasvatettiin ja merkittiin Luonnonvarakeskuksen Kainuun kalantutkimusasemalla Paltamossa (www.kfrs.fi). PIT-merkin ja nauhamerkin asettaminen tapahtui samalla tavalla kuin rysästä saatujen kalojen merkintäkin (kuvattu edellä). Laitoskaloille käytetty radiolähetin (MCFT2-3BM, 11x43 mm (ØxL), 3,7 g, 138.420MHz, 5 second burst interval, Lotek 4 code set; www.lotek.com) asetettiin kalan vatsaonteloon. Kala nukutettiin (uintivedessä bentsokaiinia 40 mg/l) kunnes kala ei reagoanut kosketettaessa, jonka jälkeen radiolähetin asetettiin vatsaevien etupuolelle tehdyn viillon kautta kalan vatsaonteloon. Kivun poistamiseksi haavan alueelle infiltroitiin neulan avulla prokaiinia (25 mg/kg) vatsanahan pintakerrokseen haavan molemmin puolin. Haava ommeltiin kiinni 2–3 tikin avulla. Radiolähettimellä merkittyjen laitoskasvatettujen taimenten annettiin toipua 48 tuntia ennen niiden vapauttamista tutkimusalueelle. Laitoskasvatettujen taimenten istuttamisen tarkoituksena oli hankkia lisäaineistoa mallinnusta varten.

2.4. Merkittyjen taimenten seuranta

Merkittyjen kalojen liikkumista tutkimusalueella seurattiin PIT-merkkien lukuasemien ja radiolähetinvastaanottimien (Lotek SRX 400 ja 800) antennien kautta saatavien tietojen, tutkimuspyynnin, Kalasydän-havaintojen sekä kalastajien merkkipalautustietojen avulla. Aineistoa käytettiin myös Leppikosken padon alapuolelle ohjautuvien taimenten lukumäärän arvioimiseksi mallintamalla sekä todennäköisyyksien arvioimiseksi sille, kuinka suuri osuus kaloista ohjautui Kalasydämen lähiympäristöön tai Kalasydämen suun alueelle ja kuinka suuri osuus näistä taimenista lopulta ohjautui Kalasydämeen.

PIT-antenneista ylin, nro 1 (Kuva 1) oli sijoitettu Kalasydämen ylisiirtosiirtoputken yläpäähän, jolloin kalasydämen läpi menneet kalat rekisteröityivät laitteistoon siinä vaiheessa, kun ne olivat poistumassa siirtoputkesta padon yläpuoliselle vesialueelle. PIT-antenni nro 2 oli sijoitettu kalansiirtoputken puoliväliin varmistamaan antenni nro 1:n toimintaa. PIT-antennit nrot 3 ja 4 (Kuva 4) oli asennettu Kalasydämen eteen. Tätä aluetta nimitetään jatkossa nimellä 'Kalasydämen suu'. Kyseiset antennit olivat vedessä kelluvia antennejä (400 cm syvyys ja 100 cm leveys), joiden tarkoituksena oli tallentaa tietoa kaloista, jotka liikkuvat kalasydämen välittömässä läheisyydessä.

Radiolähetinvastaanottimia oli käytettävissä yhteensä 6 kpl. Ylin antenni (nro 1, Kuva 1) sijaitsi Uvan altaan eteläpäässä. Sen tarkoituksena oli tallentaa niiden kalojen tiedot, jotka pääsivät vaeltamaan Leppikosken voimalaitospadolta noin 5 km ylävirtaan kohti tärkeimpiä kutualueita. Antenni nro 2 tallensi tiedot radiolähettimellä merkityistä kaloista, välittömästi sen jälkeen, kun ne olivat päässeet yli voimalaitospadon vaeltaessaan ylävirtaan tai olivat palauttamassa takaisin alavirtaan padon läheisyyteen. Antenni nro 3 oli asennettu voimalaitospadon

alapuolelle lähelle Kalasydämen suuta. Antenni oli säädetty kuulemaan vain niiden kalojen radiolähettimet, jotka olivat noin 50 m etäisyydellä Kalasydäimestä. Antenni nro 4 oli säädetty kuulemaan radiolähettimet noin 100–200 m etäisyydellä voimalaitospadosta, jolloin saatiin yleiskuva siitä, oliko kala edelleen padon, Kalasydämen tai tutkimusrymän lähialueella (Kuva 1). Antenni nro 5 asennettiin varmistamaan antennin 4 toimintaa. Alin antenni (nro 6, Kuva 1) oli asennettu jokisuuhun Paltamon rautatiesillan läheisyyteen. Antenni nro 6:een tallentuneiden kalojen todettiin vaeltaneen Oulujärvelle saakka.



Kuva 4. Kelluva PIT-antenni Kalasydämen suun eteen asennettuna. Kalasydämen takana rannan läheisyydessä näkyy pyynnissä oleva tutkimusrymä.

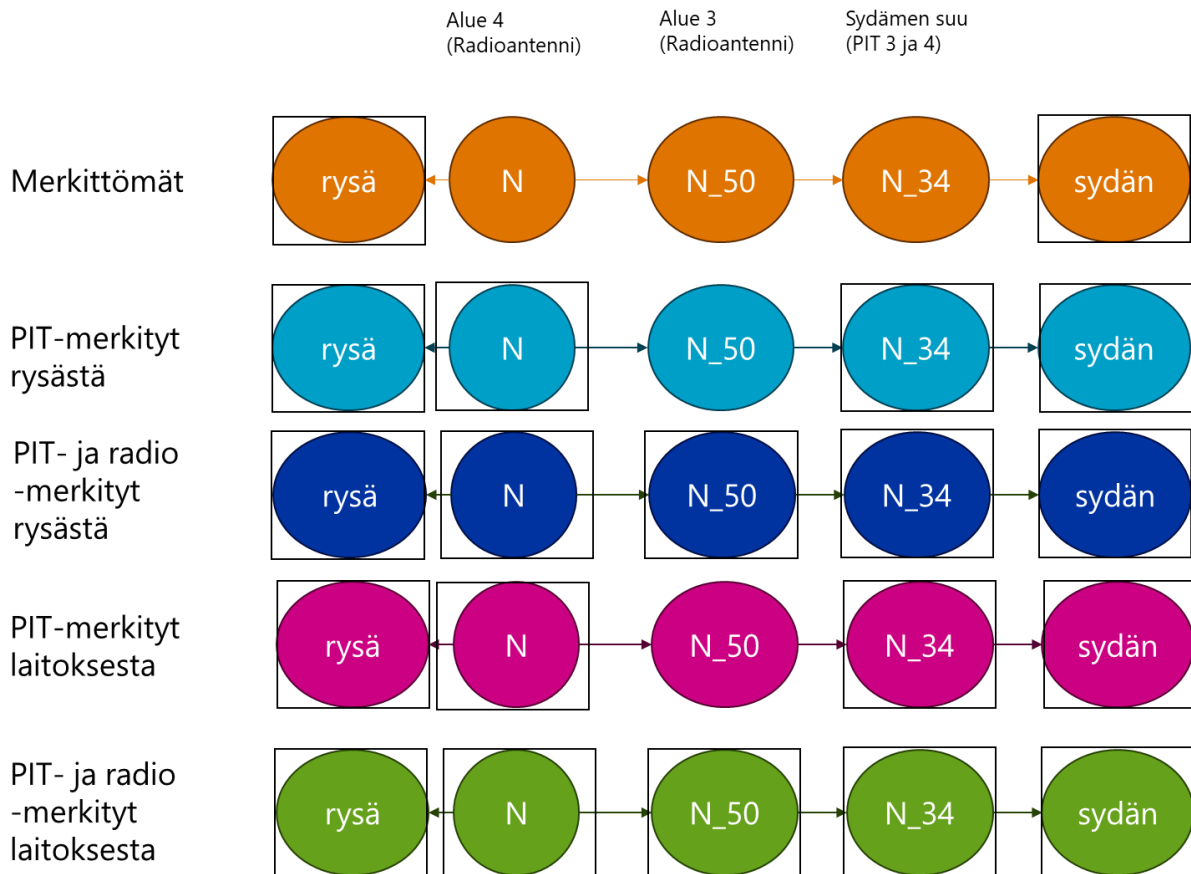


Kuva 5. Kiehimänjoen itärannalle Leppikosken padosta 5 km ylävirtaan Uvan altaan eteläpään asennettu radiolähetinantenni.

2.5. Merkintä-takaisinpyyntimallinnus

Merkintä-takaisinpyyntikokeen päämääränä oli arvioida padon alle vaeltaneiden taimenten lukumäärää sekä todennäköisyyttä, jolla padon alle hakeutuneet taimenet siirtyivät kalasydämeen. Mallin keskeinen ajatus on kuvata kalojen jakautuminen kalasydämen ja padon alla sijaitsevien alueiden välillä (Kuvat 1 ja 6). Oletuksena on, että kun merkittyjen kalojen jakautuminen eri alueilla ja kalasydämeen tunnetaan, voidaan niiden perusteella tehdä päätelmiä myös merkittömien kalojen jakautumisesta. Kun lisäksi merkittömien kalojen määrä tutkimusryssä ja kalasydämessä tunnetaan, voidaan tehdä päätelmiä myös alueella olevien merkittömien kalojen lukumäärästä.

Kalojen jakautumiseen vaikuttaa paitsi kalojen käyttäytyminen, myös sattuma, jonka merkitys korostuu, kun kalojen määrä on pieni. Mallinnus päädyttiin tekemään ensin kahdessa aikajakossa: 1) kesä-syyskuun jakso sekä 2) lokakuun jakso. Jaksotarkasteluun päädyttiin rysäkoekalastuksen saaliin kalojen koossa todettujen muutosten vuoksi. Lokakuussa rysäsaaliissa havaittiin suuri määrä alle 40 cm:n pituisia vasta istutettuja taimenia. Saaliin koostumuksesta ja kalojen todennäköisestä alkuperästä on kerrottu tarkemmin seuraavassa tulokappaleessa. Jaksotarkastelun lisäksi mallinnus tehtiin koko tutkimusajalle eli kesä-lokakuulle yli 40 cm:n pituisille kaloille. Kalojen merkintöjen ajoittuminen vaikutti myös mallien rakenteeseen eri jaksojen aikana (Kuva 6). Laitoskasvatetut istutetut taimenet puuttuivat lokakuun jakson mallista.



Kuva 6. Merkintä-takaisinpyyntimallin rakenne. Ovaalit kuvaavat mallinnettuja satunnaismuuttujia. Suorakulmiot kuvaavat muuttujia, joiden arvo tunnetaan havaintoaineiston perusteella. Mallinnuksen tavoitteena on arvioida muuttujia, joista ei ole suoria havaintoja. "rysä" = tutkimusrysäns saalis, "N" = padon alle antennin 4 alueelle hakeutuneiden kalojen lukumäärä. "N₅₀" = 50 metrin säteelle sydämen suusta hakeutuneiden kalojen lukumäärä. "N₃₄" = sydämen suulle hakeutuneiden kalojen lukumäärä. "sydän" = kalasydämeen hakeutuneiden kalojen lukumäärä.

Mallin rakenne perustui seuraaviin oletuksiin:

Padon alle, radioantennin 4 alueelle, nousi **N** kappaletta merkittömiä taimenia. Näillä taimenilla oletettiin olevan todennäköisyys **q** joutua tutkimusrysään ja todennäköisyys **p1** esiintyä myös 50 metrin säteellä kalasydämen suusta. Alle 50 metrin säteellä esiintyvillä kaloilla (**N₅₀**) oletettiin olevan todennäköisyys **p2** esiintyä myös kalasydämen suulla, eli PIT-antennin 3 ja 4 kohdalla. Sydämen suulla esiintyneillä kaloilla (**N₃₄**) oletettiin olevan todennäköisyys **p3** siirtyä kalasydämeen. Kalojen oletettiin siirtävän paikasta toiseen toisistaan riippumatta, eli merkittävää parvikäyttäytymistä ei oletettu esiintyvän.

Sekä merkittömillä että rysästä pyydetyillä PIT-merkityillä kaloilla oletettiin olevan keskenään samat siirtymistodennäköisyydet. Pidettiin kuitenkin mahdollisena, että merkittyjen laitokalorien käytös voi poiketa luonnosta pyydettyjen kalojen käytöksestä, joten mallista tehtiin kaksi versiota, joista toisessa oletettiin, että kaikilla kaloilla siirtymistodennäköisyydet ovat samat. Toisessa versiossa puolestaan oletettiin, että laitokalorien siirtymistodennäköisyydet poikkeaisivat luonnosta pyydettyjen kalojen todennäköisyyksistä.

Molemmat mallit sovitettiin havaintoaineistoon yhtä aikaa käyttäen todennäköisyyslaskentaan perustuvaa, ns. Bayesläistä päättelyä (Dorazio & Johnson 2003). Analyysin tuloksena kummallekin mallille lasketaan todennäköisyys, että sen edustama oletus kalojen käyttäytymiseroista pitäisi paikkansa. Samalla kummankin mallin parametreille, eli padon alle nousseiden kalojen lukumäärälle sekä kalojen siirtymätodennäköisyyksille saadaan tuloksena todennäköisyysjakaumat, jotka kuvaavat parametreihin liittyvää epävarmuutta. Epävarmuuden määrään vaikuttaa eniten aineistossa olevien kalojen määrä.

Mallinnus toteutettiin käyttäen JAGS –ohjelmistoa (Plummer 2003), joka tuottaa arviot mallin parametreista ja erilaisten oletusten todennäköisyyksistä käyttäen Markov chain Monte Carlo (MCMC) -simulointia (Tierney 1994).

3. Tulokset

3.1. Kalasydämen kamerahavainnot

Kalasydämen kameroihin tallentui kesäkuun ja lokakuun välisenä aikana vuonna 2023 yhteensä yli 19046 kalan tiedot (liite 1.). Selvästi eniten, 92 %, kalasydämessä havaittiin ahvenia. Särkikaloja havaittiin 7 % ja muita lajeja 1 %. Muita lajeja olivat siika, taimen, hauki, lahna, kuha, muikku, made, ankerias ja nahkiainen. Ajallisesti eniten kaloja havaittiin kesäkuussa (68 %) ja heinäkuussa (28 %). Havaittujen kalojen määrä väheni syksyä kohti mentäessä (elokuussa 3 %, syyskuussa 0,6 % ja lokakuussa 0,1 %). Taimenia havaittiin kaikkiaan 19 kpl. Näistä 7 havaintoa tehtiin kesäkuussa, 6 havaintoa heinäkuun ja syyskuun välisenä aikana ja 6 havaintoa lokakuussa. Kuvien perusteella taimenet oli luokiteltu kokonsa mukaisesti 20 cm:n pituusluokkiin seuraavasti 20–40 cm: 2 kpl, 40–60 cm: 6 kpl, 60–80 cm: 9 kpl ja 80–100 cm: 2 kpl.



Kuva 8. Esimerkkikuva kalasydämen sisällä kuvatusta taimenesta. Kalojen koko on arvioitu taustalla näkyvän 10 cm:n välein olevan viivoituksen perusteella. Kuvan kalan pituudeksi on arvioitu 60–80 cm. Rasvaevällisiä kaloja kaikista 19:sta kuvatusta taimenesta havaittiin yhteensä kaksi, joista toinen on kuvassa.

3.2. Tutkimusrysän saaliskalat

Tutkimusrysästä saatiin sen pyynnissä oloaikana 26.6.–25.10.2023 yhteensä 355 kalaa. Kaikki kalat vapautettiin rysän lähistölle, joten kesän aikana osa kaloista on voinut tulla pyydytyksi useampaan kertaan. Rysäkaloissa oli 113 ahventa, 87 kuhaa, 69 taimenta, 36 haukea, 26 lahnaa ja 24 siikaa. Taimenista 7 kalaa saatiin kesäkuun ja syyskuun välisenä aikana ja loput 62 kalaa lokakuussa.

Taimenista mitattiin ja merkittiin 28 kalaa PIT-merkillä ja nauhamerkillä. Näistä 9 taimenta merkittiin lisäksi radiolähettimellä. Taimenista yksi oli vaurioitunut eikä sitä sen vuoksi merkitty. Myöskään viimeisen koentapäivän taimenia (39 kpl) ei mitattu eikä merkitty vaan kalat vapautettiin rysän läheisyyteen heti pyynnin jälkeen.

Kesäkuun ja syyskuun välisenä aikana rysään uineiden taimenten pituus vaihteli 53–74 cm:n välillä. Taimenten keskipituus oli tuolloin 65 cm. Lokakuussa mitattujen taimenten (23 kalaa) pituus vaihteli 30–74 cm ja niiden keskipituus oli 36 cm. Lokakuun taimenista vain 2 kalaa oli yli 40 cm:n pituisia ja niistäkin toinen oli PIT merkin perusteella jo aiemmin heinäkuussa

rysään uinut koko koepyyntin suurin, 74 cm:n pituinen taimen (Kuva 9). Rysän ylösnostopäivänä 25.10.2023 rysässä oli yhteensä 39 taimenta. Kaloja ei merkitty enää seurannan päättyessä, mutta arviolta kaikkien kalojen pituus oli tuolloin väliltä 30–40 cm. Suurin osa lokakuussa rysään uineista taimenista oli maitia valuvia varhaiskukupsiä koiraita.

Koska lokakuun rysäsaaliissa havaittiin runsaasti pienikokoisia 30–40 cm:n pituisia taimenia, mikä poikkesi huomattavasti kesäkuun ja syyskuun välisenä aikana sekä rysään että Kalasydämeen uineiden taimenten koosta, jokeen nousseiden taimenten määräärvio mallinnuksen perusteella päädyttiin tekemään ensiksi erikseen kahdessa aikajaksossa: 1. jakso kesäkuun ja syyskuun väliltä sekä 2. jakso lokakuun ajalta. Lisäksi yli 40 cm:n pituisille taimenten määräärvio mallinnettiin koko tutkimuksen ajalle yhtenä jaksone.



Kuva 9. Tutkimusrysällä pyydystetyt taimenet merkittiin PIT-merkillä (oikealla) ja nauhamerkillä (keskellä) sekä osa myös radiolähettimeillä (vasemmalla) ja vapautettiin rysän lähistölle (kuva 1). Suurin rysässä olleista taimenista oli kuvassa näkyvä 74 cm:n pituinen kala, joka ui rysään kahteen kertaan, 3.7.2023 ja 4.10.2023. (Kuvat: Aki Mäki-Petäys).

3.3. Havainnot merkityistä taimenista

Pelkästään PIT-merkityistä rysästä kesäkuun ja syyskuun välisenä aikana vapautetuista taimenista 57 % havaittiin Kalasydämen suulla olevissa antenneissa (PIT 3 & 4), 28 % Kalasydämen putkeen asennetussa antennissa (PIT 1 & 2) ja 14 % saatiin rysästä uudelleen vapautuksen jälkeen (Taulukko 1).

Pelkästään PIT-merkityistä laitoskasvatetuista kesä-syyskuussa istutetuista taimenista 7 % havaittiin Kalasydämen suun antenneissa ja sekä PIT-merkillä että radiolähettimeillä merkityistä taimenista kaikkien (100 %) 16 kalan havaittiin käyneen alueella 3 eli n. 50 m etäisyydellä Kalasydäimestä, mutta vain 6 % niistä havaittiin Kalasydämen suulla (PIT 3 & 4). Yhtään laitoskasvatettua merkityä taimenta ei havaittu Kalasydämessä tai rysässä (Taulukko 1).

Pelkästään PIT-merkityistä rysästä lokakuussa vapautetusta 13 taimenesta ei saatu yhtään havaintoa niiden vapautuksen jälkeen (Taulukko 1). Sekä PIT-merkillä että radiolähettimellä merkityistä 9 taimenesta 55 % havaittiin käyneen alueella 3 eli n. 50 etäisyydellä kalasydäimestä ja 11 % Kalasydämen suulla (PIT 3 & 4). Lokakuussa vapautetuista PIT-merkityistä taimenista ei saatu havaintoja Kalasydämen putkeen asennetuista antennista. Lokakuussa laitokasvatettuja taimenia ei istutettu (Taulukko 1).

Taulukko 1. Havaintojen lukumäärä seurantakohteittain eri merkintäryhmistä Leppikosken padon alapuolelle vapautetuista kaiken kokoisista taimenista kesä-syyskuussa ja lokakuussa sekä erikseen yli 40 cm:n pituisista taimenista koko jakson aikana.

Kesä-syyskuu, kaikki taimenet					
kalaryhmä	vapautettu (alue 4)	50 m päässä (alue 3)	antennien 3 ja 4 kohdalla	kalasydämessä	saatu rysästä
Merkittömät kalat	NA	NA	NA	11	7
PIT-merkityt rysästä	7	NA	4	2	1
Radio- ja PIT-merkityt rysästä	NA	NA	NA	NA	NA
PIT-merkityt laitoskalat	81	NA	6	0	0
Radio- ja PIT-merkityt laitoskalat	16	16	1	0	0
Lokakuu, kaikki taimenet					
kalaryhmä	vapautettu (alue 4)	50 m päässä (alue 3)	antennien 3 ja 4 kohdalla	kalasydämessä	saatu rysästä
Merkittömät kalat	39	NA	NA	6	61
PIT-merkityt rysästä	13	NA	0	0	0
Radio- ja PIT-merkityt rysästä	9	5	1	0	0
PIT-merkityt laitoskalat	NA	NA	NA	NA	NA
Radio- ja PIT-merkityt laitoskalat	NA	NA	NA	NA	NA
Kesä-lokakuu, taimenet > 40 cm					
kalaryhmä	vapautettu (alue 4)	50 m päässä (alue 3)	antennien 3 ja 4 kohdalla	kalasydämessä	saatu rysästä
Merkittömät kalat	NA	NA	NA	15	9
PIT-merkityt rysästä	9	NA	4	2	1
Radio- ja PIT-merkityt rysästä	2	2	1	0	0
PIT-merkityt laitoskalat	4	NA	0	0	0
Radio- ja PIT-merkityt laitoskalat	11	11	0	0	0

Leppikosken padon yläpuolelle istutettiin yhteensä 10 radiolähettimellä ja PIT merkillä merkittyä laitokasvatettua taimenta (liite 3). Näistä vain yhdestä saatiin havainto 5 km Leppikosken padosta ylävirtaan asennetusta antennista (Kuva 1, antenni 1). Viisi taimenta oli laskeutunut padon alapuolelle ja niistä 2 vaelsi lopulta Oulujärvelle. Kolmesta kalasta saatiin havainto Kalasydämen suulta (PIT 3 & 4), mutta ei yhtään havaintoa Kalasydäimestä. Taimenista neljä oli tutkimuksen päättyessä jäänyt Leppikosken padon ja antenni nro 1:n väliselle alueelle padon yläpuolella.

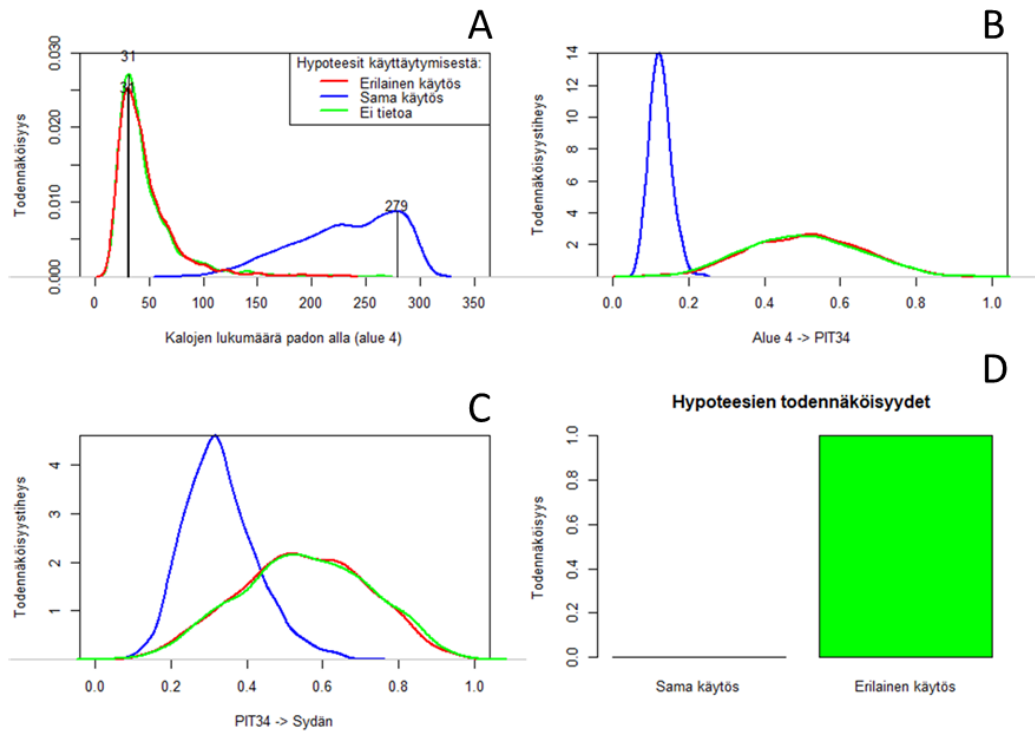
Tutkimuksen aikana ei saatu yhtään havaintoa tai merkkipalautusta kalastajilta kaloihin merkityistä nauhamerkeistä. Yksi radiolähetin saatiin palautuksena kalastajalta. Kala oli pyydystetty Oulujärven Mieslahdesta talviverkolla 16.2.2024. Se oli laitospasvatettu taimen (pituus 60,7 cm, paino 2 873 g), joka oli vapautettu Leppikosken padon yläpuolelle 20.9.2023. Kala siirtyi pian istutuksen jälkeen padon alapuolelle pysytellen siellä 14.10.2023 saakka, jonka jälkeen se siirtyi Oulujärvelle.

3.4. Leppikosken padon alapuolella liikkuvien taimenten määrä ja ohjautuminen Kalasydän-kalatiehen

Kesäkuun ja syyskuun välisen tutkimusjakson aikana tutkimusalueelle vapautettiin sekä tutkimusrysästä saatuja että laitoksessa kasvatettuja merkittyjä taimenia. Leppikosken padon alapuolella olevien kaikkien taimenten lukumäärä sekä niiden ohjautuminen ensin alueelta 4 sydämen suun alueelle (antennit PIT 3 ja 4) ja siitä Kalasydämeen arvioitiin erikseen kahden hypoteesin perusteella.

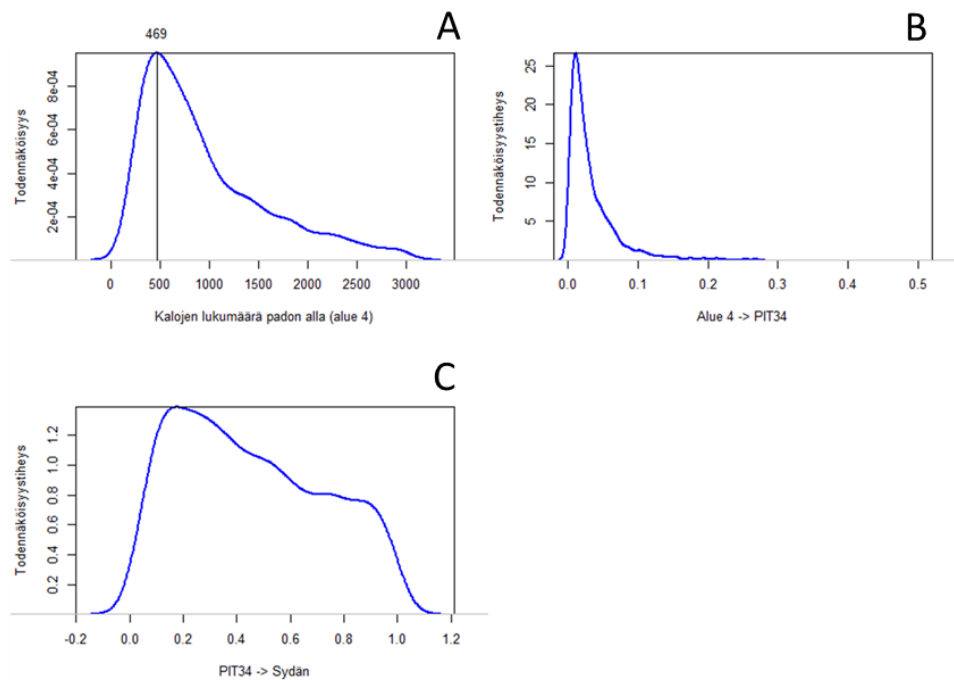
Kesä-syyskuun tulokset kaiken kokoisille taimenille arvioitiin sen perusteella, onko eri alkuperää olevien taimenten (rysästä vapautetut vs. laitospasvatetut vapautetut) käyttäytyminen tutkimusalueella samanlaista tai erilaista. Taimenten merkkitietojen tallentuminen eri antennien kautta tuotti arvion kalojen liikkumisesta tutkimusalueen sisällä. Tämän aineiston perusteella arvioitu todennäköisyys sille, että eri alkuperää olevien taimenten käyttäytyminen on erilaista, oli kuitenkin suuri, lähes 100 % (Kuva 10; D). Siksi kesä-syyskuun arviota, jossa rysästä vapautettujen ja laitospasvatettujen istutettujen taimenten käyttäytyminen olisi ollut sama ei jatkotarkasteluissa oteta huomioon, vaan pohdinta on tehty pelkästään sen hypoteesin perusteella, että eri alkuperää olevat kalat käyttäytyivät eri tavalla. Vertailun mahdollistamiseksi eri hypoteesien perusteella arvioidut tulokset esitetään kuitenkin erikseen kuvassa 10.

Mallin perusteella kesäkuun ja syyskuun välisenä aikana Leppikosken alapuolella alueella 4 arvioitiin todennäköisimmin olleen yhteensä 31 merkitöntä taimenta (Kuva 10; A, 95 %:n todennäköisyysväli 18–107 taimenta, kaikki koot). Näistä todennäköisimmin 52 % (Kuva 10; B, 95 %:n todennäköisyysväli 24–77 %) kävi Kalasydämen suun alueella (Kuva 1, antennit PIT 3 & 4). Näistä aivan Kalasydämen viereen uineista kaloista todennäköisimmin 59 % (Kuva 10; C, 95 %:n todennäköisyysväli 23–85 %) ui Kalasydämeen sisälle ja sitä kautta Leppikosken padon yläpuolelle.



Kuva 10. Merkintä- takaisinpyyntimallin tulokset kesä-syyskuussa (kaiken kokoiset taimenet). Arvio kalojen lukumäärästä Leppikosken padon alapuolella (A). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä alueelta 4 Kalasydämen suun alueelle (B). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä Kalasydämen suun alueelta Kalasydämen sisälle (C). Hypoteesien todennäköisyydet sille, onko rysästä vapautettujen taimenten liikkuminen tutkimusalueella samanlaista tai erilaista kuin laitospasvatettujen istutettujen taimenten liikkuminen (D). Punainen käyrä = rysäkalojen ja istutettujen liikkuminen erilaista, sininen käyrä = liikkuminen samanlaista, vihreä käyrä = ei ennakkotietoa onko liikkuminen erilaista.

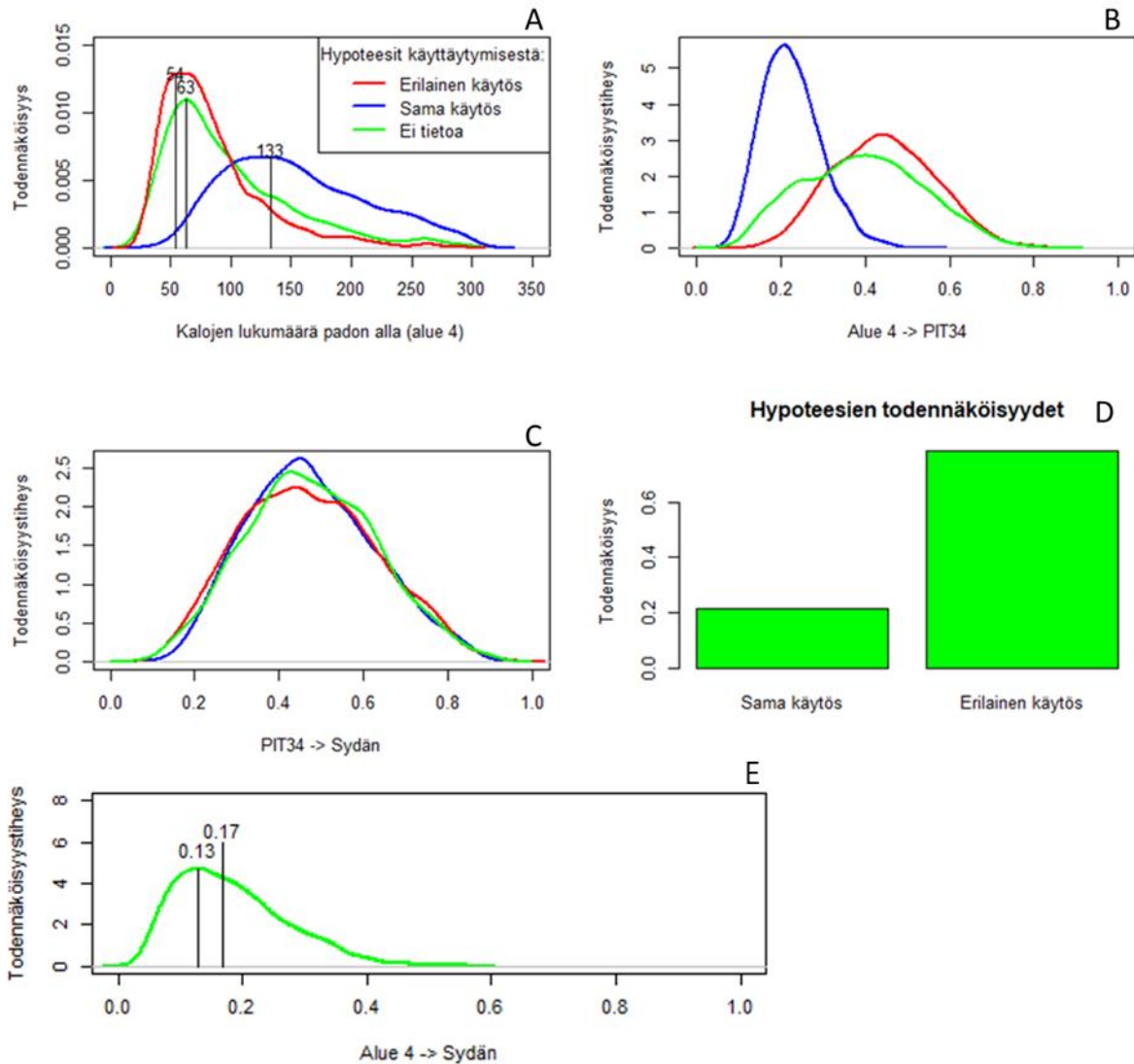
Lokakuun tutkimusjakson aikana tutkimusalueelle vapautettiin ainoastaan tutkimusrysästä saatuja merkittyjä taimenia. Mallin perusteella lokakuun aikana Leppikosken alapuolella alueella 4 arvioitiin todennäköisimmin olleen yhteensä 469 taimenta (Kuva 11; A, 95 %:n todennäköisyysväli 223–2 574 taimenta, kaikki koot). Näistä todennäköisimmin 1 % (Kuva 11; B, 95 %:n todennäköisyysväli 0–12 %) kävi Kalasydämen suun alueella (Kuva 1, antennit PIT 3 & 4). Näistä aivan Kalasydämen viereen uineista kaloista todennäköisimmin 17 % (Kuva 10; C, 95 %:n todennäköisyysväli 5–97 %) ui Kalasydämeen sisälle ja sitä kautta Leppikosken padon yläpuolelle.



Kuva 11. Merkintä-takaisinpyyntimallin tulokset lokakuussa (kaiken kokoiset taimenet). Arvio kalojen lukumäärästä Leppikosken padon alapuolella (A). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä alueelta 4 Kalasydämen suun alueelle (B). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä Kalasydämen suun alueelta Kalasydämen sisälle (C).

Koko tutkimusjakson aikana (kesä-lokakuu) yli 40 cm:n pituisia taimenia arvioitiin mallin perusteella olleen Leppikosken alapuolella alueella 4 todennäköisimmin yhteensä 63 kalaa (Kuva 12; A, 95 %:n todennäköisyysväli 34–248 taimenta). Näistä todennäköisimmin 36 % (Kuva 12; B, 95 %:n todennäköisyysväli 14–67 %) kävi Kalasydämen suun alueella (Kuva 1, antennit PIT 3 & 4). Näistä aivan Kalasydämen viereen uineista kaloista todennäköisimmin 44 % (Kuva 12; C, 95 %:n todennäköisyysväli 19–79 %) ui Kalasydämeen sisälle ja sitä kautta Leppikosken padon yläpuolelle. Kokonaisuutena yli 40 cm:n pituisista alueella 4 kesä-lokakuun aikana liikkuneista taimenista 6–39 % hakeutui Kalasydämeen saakka. Todennäköisin arvo on 13 % ja mediaaniarvio on 17 % (Kuva 12; E).

Vain yli 40 cm:n pituisille taimenille koko tutkimusjakson (kesä-lokakuu) ajalle arvioitu todennäköisyys sille, että eri alkuperää (rysästä vapautetut vs. laitokasvatetut) olevien taimenten käyttäytyminen on erilaista, oli 77 % ja vastaavasti todennäköisyys, että käyttäytyminen oli samanlaista, oli 23 % (Kuva 12; D). Tästä epävarmuudesta johtuen pohdinta on tehty ottaen huomioon kummankin hypoteesin todennäköisyydet siten, että hypoteeseihin perustuvia tuloksia painotetaan niiden todennäköisyyksillä (Kuva 12, vihreät jakaumat). Vertailun mahdollistamiseksi yli 40 cm:n pituisille taimenille koko jakson ajalle eri hypoteesien perusteella arvioidut tulokset esitetään myös erikseen kuvassa 12.



Kuva 12. Merkintä- takaisinpyyntimallin tulokset koko tutkimusjakson ajalle (kesä-lokakuu) vain yli 40 cm:n pituisille taimenille. Arvio kalojen lukumäärästä Leppikosken padon alapuolella (A). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä alueelta 4 Kalasydämen suun alueelle (B). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä Kalasydämen suun alueelta Kalasydämen sisälle (C). Hypoteesien todennäköisyydet sille, onko rysästä vapautettujen taimenten liikkuminen tutkimusalueella samanlaista tai erilaista kuin laitoskasvatettujen istutettujen taimenten liikkuminen (D). Todennäköisyysarvio taimenten siirtymisestä alueelta 4 Kalasydämen sisälle (E). Punainen käyrä = rysäkalojen ja istutettujen liikkuminen erilaista, sininen käyrä = liikkuminen samanlaista, vihreä käyrä = ei ennakkotietoa onko liikkuminen erilaista.

4. Tulosten tarkastelu

Merkintä-takaisinpyynti-mallinnuksen perusteella Kiehimänjoen Leppikosken padon alapuolella (alue 4) kesällä 2023 liikkuvien kaiken kokoisten taimenten määrä oli kesä-syyskuussa todennäköisimmin 31 kalaa (95 %:n todennäköisyysväli 18–107 taimenta) ja lokakuussa 469 kalaa (95 %:n todennäköisyysväli 223–2 574 taimenta) eli yhteensä 500 taimenta. Näistä yli 40 cm:n pituisten kalojen määräksi arvioitiin koko jakson ajalle (kesä-lokakuu) todennäköisimmin 63 taimenta (95 %:n todennäköisyysväli 34–248 taimenta). Kesä-syyskuun ja lokakuun taimenet erosivat kalojen määrän lisäksi merkittävästi myös kalojen koon perusteella ja lisäksi ne erosivat huomattavasti myös liikkumisensa suhteen. Siksi kaiken kokoisten taimenten tarkastelu tehtiin kahdessa eri aikajaksossa.

Kesä-syyskuussa tutkimusrysään uineiden kalojen (7 kpl) pituus vaihteli 53–74 cm ja lokakuussa (62 kpl) 30–74 cm. Kesä-syyskuun taimenet olivat kokonsa perusteella todennäköisesti vähintään kolmannella kasvukaudella istutuksen jälkeen ja olivat pyyntihetkellä Kiehimänjoessa todennäköisesti vaelluksella kohti kutualueita, jotka sijaitsevat Leppikosken yläpuolisilla vesialueilla. Lokakuun taimenet eivät kahta yli 50 cm:n taimenta lukuun ottamatta kokonsa puolesta olleet viettäneet järvessä vielä vuottakaan. Siten lokakuun rysätaimenista vain 3 % kuului samaan kokoluokkaan kuin kesä-syyskuun taimenet.

Kalasydämessä havaittiin koko kesän aikana kaikkiaan 19 taimenta. Näistä 13 havaintoa tehtiin kesä-syyskuussa ja 6 havaintoa lokakuussa. Lokakuun taimenista kaksi oli alle 40 cm:n pituista. Kaikki muut kalasydämessä kuvatut taimenet olivat 40–100 cm:n pituisia ollen pääosin samaa kokoluokkaa kuin rysästä kesä-syyskuussa saadut taimenet.

Pienten varhaissukukypsien ja rasvaeväleikattujen koirastaimenten ilmestyminen tutkimusalueella juuri ennen kutua tai sen aikana viittasi siihen, että ne olisivat juuri vähän ennen rysään uimistaan todennäköisesti istutettu lähelle tutkimusaluetta ja istutuserä olisi jostain syystä sisältänyt tällaisia jo kutuun valmiita kaloja. Istutustilastojen perusteella Kiehimänjokisuusta noin 2 km etäisyydelle länteen olikin 26.–27.9.2023 istutettu yhteensä 12 962 taimenta, joiden keskipituus oli 34 cm eli sama kuin rysäkalojen keskipituus lokakuussa, jos rysäsaaliista poistetaan kaksi yli 50 cm:n pituista taimenta. Kiehimänjokisuusta Leppikosken padolle on matkaa noin 7 km, jonka taimenet pystyvät uimaan muutamassa tunnissa.

Tutkimusalueelle asennettujen eri antennien perusteella arvioitiin taimenten hakeutumista noin 100–200 metrin etäisyydeltä padosta Kalasydämen lähialueelle ja lopulta Kalasydämen sisälle. Kesä-syyskuun ja lokakuun aineistojen välillä havaittiin taimenten liikkumisessa huomattavia eroja. Kesä-syyskuussa alueelle tulleista taimenista todennäköisimmin 52 % (24–77 %) hakeutui Kalasydämen suun alueelle ja näistä 59 % (23–85 %) Kalasydämen sisälle. Vastaavasti lokakuussa todennäköisimmin vain 1 % (0–12 %) alueelle tulleista taimenista hakeutui Kalasydämen lähialueelle ja näistä 17 % (5–97 %) Kalasydämen sisälle.

Eri ajankohtina havaittuun eroon taimenten käyttäytymisessä on todennäköisimpänä syynä kalojen koko ja alkuperä eri ajankohtina sekä kudun läheisyys. Lokakuussa tutkimusalueella liikkuneista taimenista suurin osa oli todennäköisesti vasta syyskuun lopulla alavirran puolelle lähialueelle istutettuja varhaissukukypsiä pieniä 30–40 cm pituisia kaloja, joiden vaellusvietti ylävirtaan ei välttämättä ollut yhtä voimakas kuin kesän aikana kutualueille pyrkineiden kookkaampien taimenten. Toisaalta lokakuussa kudun läheisyys on voinut vähentää kalojen

tarvetta pyrkiä kauemmaksi ylävirtaan, jos Leppikosken padon alapuolelta on löytynyt kelpollisia kutualueita.

Tässä tutkimuksessa arvioitu varsinaisen kutemaan nousevan taimenkannan (> 40 cm) lukumäärä oli todennäköisimmin 63 kalaa (95 % todennäköisyysväli 34–248 kalaa). Se on vielä varsin vähäinen (3–6 %) suhteessa siihen potentiaaliin, minkä Leppikosken padon yläpuoliset poikastuotantoalueet voisivat luontaisesti tuottaa. Härkösen ym. (2023) tekemän mallinnuksen perusteella Leppikosken ja Aittokosken patojen välinen alue voisi parhaimmillaan tuottaa noin 1 100–2 200 Kiehimänjokeen nousevaa kututaimenta. Leppikosken ja Aittokosken välissä olevalla Seitenoikean voimalaitospadolla ei ole vielä kalatietä, mutta sen rakentaminen on suunnitteilla (<https://www.fortum.fi/media/2023/08/esiselvitys-kalojen-ylosvaelluksen-mahdollistavan-ohitusratkaisun-rakentamiseksi-seitenoikean-vesivoimalaitoksen-yhteyteen-ete-nee>). Tässä tutkimuksessa havaituista taimenista vain kahdella Kalasydämessä kuvatulla kalalla oli rasvaevä tallella. Muut tutkimuksen aikana tarkastetut taimenet olivat eväleikkauksen perusteella istutettuja kaloja. Siten Hyrynsalmen reitin vaellustaimenen luontaisen lisääntymisen voidaan arvioida olevan vielä erittäin vähäistä.

Mallinnuksen perusteella varsinaisten nousutaimenten (> 40 cm) hakeutuminen Leppikosken padon alapuoliselta alueelta (100–200 m padosta) Kalasydämen suun alueelle (noin 10 m Kalasydäimestä) oli todennäköisimmin 36 % (14–67 %) ja näistä kaloista todennäköisimmin 44 % (19–79 %) hakeutui itse Kalasydämeen. Kokonaisuutena 6–39 % kaloista hakeutui padon alapuoliselta alueelta Kalasydämeen saakka. Todennäköisin arvo on 13 % ja mediaaniarvio on 17 % (Kuva 12; E).

Tulosten laajoista epävarmuusväleistä huolimatta voidaan arvioida, että Kalasydämen läpäisytehokkuus taimenille oli Leppikosken voimalaitospadolla kesällä 2023 lähellä samaa tasoa kuin sen on aiemmin todettu olleen lohen vaellusreitillä Kemijoella. Rinnevallin ym. (2020) tutkimuksessa vuonna 2020 radiolähettimeillä merkityistä lohista 19 kalaa oli uinut Isohaaran voimalaitokselta seuraavan eli Taivalkosken voimalaitospadon alapuolelle, josta neljä kalaa (21 %) oli siirtynyt Kalasydämen kautta padon yläpuoliselle jokialueelle. Vastaavasti Oulujoen Merikosken kalateissä läpäisytehokkuus lohen osalta on vaihdellut 16–25 % välillä vuosina 2010–2012 ollen keskimäärin 18 % (Orell ym. 2014). Leppikosken Kalasydän-kalatien toimivuutta voisi kuitenkin todennäköisesti edelleen huomattavasti tehostaa esimerkiksi parantamalla ohjausaitojen rakennetta ohjaamaan kaloja tehokkaammin kalasydämen lähi- ja suualueelta laitteiston sisälle.

Tutkimuksen päätavoitteena oli arvioida Leppikosken voimalaitoksen alapuolelle kesällä 2023 hakeutuvien taimenten kokonaismäärä ja lisäksi tavoitteena oli arvioida Kalasydän -kalatiehen hakeutuvien taimenten osuus. Merkityistä kaloista saatujen havaintojen pieni määrä ja kaikkiaan rysästä ja Kalasydäimestä havaittujen taimenten pieni määrä sekä erot eri kalaryhmien käyttäytymisessä vaikuttivat siihen, että merkintä-takaisinpyyntimallin tuottamien arvioiden epävarmuus oli hyvin suuri, mutta suuntaa antavana tietona tulokset ovat riittäviä arvioitaessa kutemaan nousevan taimenkannan tämänhetkistä tilaa ja Kalasydän kalatien toimivuutta.

Kiitokset

Tämä tutkimus toteutettiin Fortum Power and Heat Oy:n tilaamana ja rahoituksella. Luonnonvarakeskuksesta tutkimuksen kenttätöihin osallistuivat kirjoittajien lisäksi Markku Hyvönen, Tommi Junnonaho, Ari Leinonen ja Tapio Laaksonen. Lisäksi Matti Meriläinen, Ronja Routa ja Tmi Olli van der Meer osallistuivat tutkimuksen toteuttamiseen. Tauno Heikuran apu ja paikallistuntemus töiden käytännön järjestelyissä oli merkittävä. Paltamon kalastuskunta mahdollisti tutkimuksen häiriöttömän toteuttamisen alueelle säädettyjen kalastusjärjestelyjen avulla. Kalasydän Oy:n ja Caverion Suomi Oy:n henkilökunta mahdollistivat kenttätöiden sujuvuuden voimalaitosalueella hyvällä yhteistyöllä. Suuret kiitokset kaikille tutkimukseen osallistuneille ja sitä avustaneille.

Viitteet

- Dorazio, R.M. & Johnson, F.A. 2003. Bayesian Inference And Decision Theory—a Framework For Decision Making In Natural Resource Management. *Ecological Applications* 13: 556–563. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)013\[0556:BIADTA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)013[0556:BIADTA]2.0.CO;2)
- Havumäki, M. 2010. Lohi ja taimen Oulujärvellä? 2030 Selvitys Oulujärveen laskevien vesistöjen vaelluspoikastuotantopotentiaalista. Kainuun vaelluskalahanke. Loppuraportin LIITE 1.
- Härkönen, L.S., Hyvärinen, P., Rinnevali, R., van der Meer, O., Orell, P., Veneranta, L., Erkinaro, J. & Louhi, P. 2023. Kalastonhoidon kehittäminen Oulujoen vesistössä. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 47/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 138 s.
- Orell, P., Jaukkuri, M., van der Meer, O., Huusko, R., Kanninen, T., Siira, A., Laaksonen, T., Mäki-Petäys, A., Erkinaro, J. & Laine, A. 2014. Toimivatko kalatiet? Oulujoen Merikosken kalatietutkimukset v. 2009–2012. Työraportteja 4/2014. 44 s.
- Plummer, M. 2003. JAGS: A Program for Analysis of Bayesian Graphical Models Using Gibbs Sampling. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003)*, Vienna, 20-22 March 2003, 1-10.
- Rinnevali, R., Orell, P. & Jaukkuri, M. 2020. Patoaltaasta Kalasydämeen: Lohien telemetriaseuranta Kemijoella. Työraportti 27.11.2020. Luonnonvarakeskus.
- Sutela, T., Karjalainen, T.P., Mäki-Petäys, A., Laine, A., Tammi, J., Koivurinta, M. Orell, P. & Louhi, P. 2012. Kalatiestrategian taustaselvitykset. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 90. Tampere: Maa- ja metsätalousministeriö. 83 s. ISBN 978-952-453-731-5.
- Tierney, L. 1994. Markov Chains for Exploring Posterior Distributions. *Ann. Statist.* 22(4): 1701–1728. <https://doi.org/10.1214/aos/1176325750>

Liitteet

Liite 1. Kalasydämessä havaittujen ja kuvattujen kalojen lukumäärä lajeittain eri kuukausina vuonna 2023.

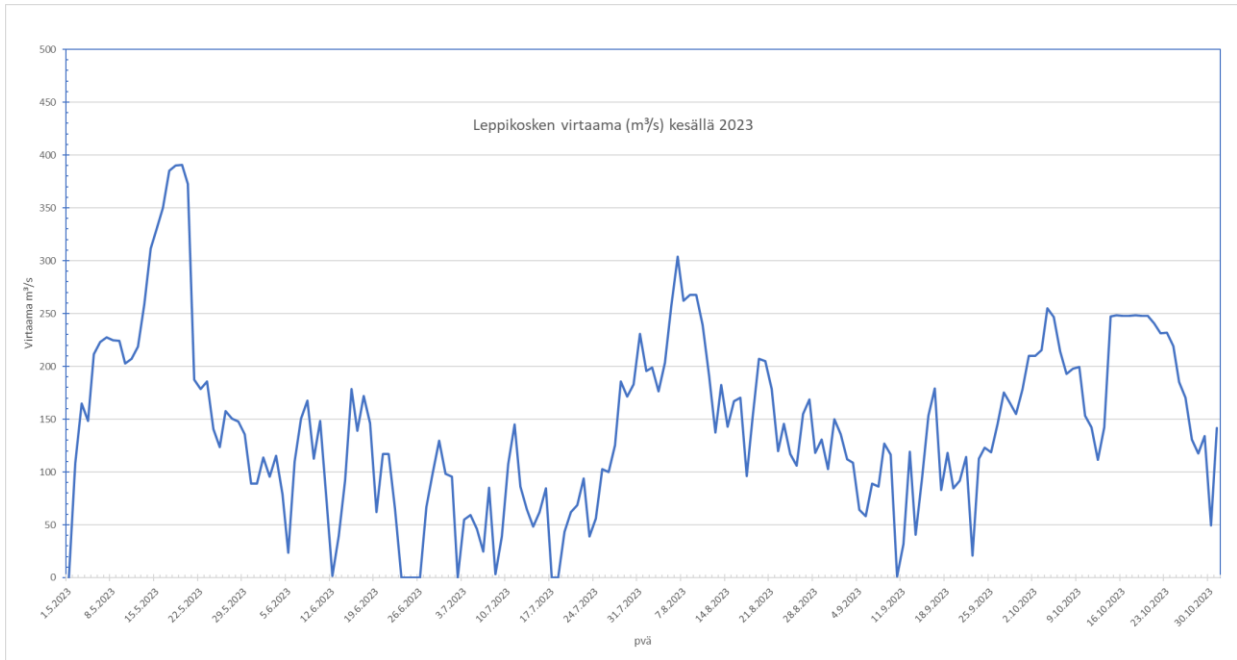
	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu	lokakuu	yht.
ahven	11 741	5 261	510	81	1	17 594
särkikalat	1 212	55	11	20	0	1 298
siika	83	21	0	0	5	109
taimen	7	2	1	3	6	19
hauki	3	3	0	2	0	8
lahna	0	1	0	5	1	7
kuha	2	1	1	0	0	4
muikku	1	0	0	2	0	3
made	0	0	0	1	1	2
ankerias	0	0	0	0	1	1
nahkiainen	0	0	0	1	0	1
yht.	13 049	5 344	523	115	15	19 046

Liite 2. Kalasydämessä havaittujen ja kuvattujen taimenten kokoarvio.

Kalasydämeen menneet taimenet v. 2023		
pvm.	klo	pituusluokka cm
02.06.2023	16:15:25	40–60
05.06.2023	13:47:34	60–80
14.06.2023	13:34:36	60–80
15.06.2023	13:44:10	60–80
17.06.2023	13:57:47	40–60
18.06.2023	14:29:41	40–60
28.06.2023	16:13:27	60–80
13.07.2023	21:21:31	60–80
26.07.2023	14:46:43	60–80
31.07.2023	15:46:13	60–80
02.09.2023	16:55:59	80–100
06.09.2023	13:50:54	80–100
06.09.2023	16:19:58	60–80
03.10.2023	08:18:52	40–60
10.10.2023	13:01:30	20–40
12.10.2023	09:30:14	40–60
12.10.2023	14:59:58	40–60
13.10.2023	12:49:55	60–80
13.10.2023	20:10:11	20–40

Liite 3. Kiehimänjokeen Leppikosken padon ylä- ja alapuolelle istutettujen laitoskasvatettujen merkittyjen taimenten lukumäärä kesällä 2023.

istutus-päivä	PIT-merkki	nauha-merkki	radiolähetin	kpl	x-pituus mm	x-paino g	istutuspaikka
19.7.2023	8	8	3	8	339	448	Leppikosken padon alapuoli
25.7.2023	13	13	3	13	328	420	Leppikosken padon alapuoli
3.8.2023	10	10	0	10	314	377	Leppikosken padon alapuoli
7.9.2023	30	30	0	30	348	565	Leppikosken padon alapuoli
11.9.2023	24	24	0	24	367	615	Leppikosken padon alapuoli
20.9.2023	5	5	5	10	514	1 740	Leppikosken padon alapuoli
27.9.2023	8	8	6	8	535	2 164	Leppikosken padon alapuoli
Yhteensä	98	98	17	98	369	719	
20.9.2023	5	5	5	5	539	1 989	Leppikosken padon yläpuoli
27.9.2023	5	5	5	5	544	2 037	Leppikosken padon yläpuoli
Yhteensä	10	10	10	10	541	2 013	



Liite 4. Leppikosken virtaama (m³/s) touko-lokakuussa 2023.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi

