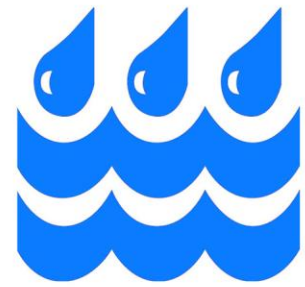


SAIMAAN VESI- JA YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY

Hietakallionkatu 2, 53850 LAPPEENRANTA
PL 17, 53851 LAPPEENRANTA



No 830/20



ETELÄ-SAIMAAN JA VUOKSEN KALATALOUDELLINEN TARKKAILU VUONNA 2019

Lappeenrannassa 27 päivänä huhtikuuta 2020

Aarno Karels
Tutkija FT

Tarkkailun toimeksiantajat:	UPM-Kymmene Oyj, Kaukas Metsä Fibre Oy Joutsenon tehdas Stora Enso Oyj, Imatraan tehtaat
Tarkkailun ohjelma:	Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen hyväksymä ohjelma
Tarkkailun toteuttajat:	Saimaan Vesi ja Ympäristötutkimus Oy Karels Oy, Kalatalous ja Ympäristö
Tarkkailun sisältö:	Tietoa kalaston rakenteesta teollisuuden vaikutusalueilla ja kuormittamattomilla alueilla, koetrolaukset, muikku- ja siikapopulaatioseuranta, muikun- ja siianpoikasnuottaukset, kirjanpitokalastajien saalistutkimus, harjus- ja kuhatutkimukset, kalojen biomarkeritutkimus, kalojen aistinvarainen tutkimus, Vuoksen istutuskalojen telemetriatutkimus, lohikalojen istutuksen merkintäseurantatutkimus.

1.	JOHDANTO	3
2.	ETELÄ-SAIMAAN YLEISKUVAUS	5
3.	KOETROOLAUKSET	8
3.1.	Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet	8
3.2.	Kalaston rakenne selkävesillä koetroolausten saaliiden perusteilla	9
3.2.1.	Troolisaaliiden kokonaissaalis	9
3.2.2.	Koetroolausten yksikkösaaliit ja saaliin koostumus alueittain	10
3.2.3.	Tehtaiden lähialueiden koetroolaussaaliit	13
3.3.	Muikun populaatioseuranta	14
3.3.1.	Muikun yksikkösaaliit (kutukanta ja hottamuikku)	14
3.3.2.	Muikun kasvu	16
3.3.3.	Muikun kutukannan ikäjakauma	16
3.4.	Siiän populaatioseuranta	18
3.4.1.	Siiän yksikkösaaliit	18
3.4.2.	Siikapopulaatioiden ikäjakauma ja kasvu.....	19
3.4.3.	Haukimadon esiintyminen siässä	20
3.5.	Muiden lajien yksikkösaaliit	21
3.5.1.	Lohikalat	21
3.5.2.	Ahven ja kuha	24
3.5.3.	Särki ja salakka	25
3.5.4.	Muut kalalajit	26
4.	VASTAKUORIUTUNEIDEN MUIKUN- JA SIIANPOIKASTEN NUOTTAUKSET	27
4.1.	Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet	28
4.2.	Muikunpoikasten esiintyminen	29
4.3.	Siiänpoikasten esiintyminen	31
5.	KIRJANPITOKALASTAJIEN SAALISTUTKIMUS	32
5.1.	Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet	32
5.2.	Pyyntipäivämäärät ja kokonaissaaliit	32
5.3.	Verkkosaaliin koostumus ja yksikkösaaliit lajeittain	33
6.	HARJUSTUTKIMUS	36
6.1.	Harjuskantojen tilan seuranta	36
6.2.	Vastakuoriutuneiden harjuspoikasten nuottaukset	37
6.3.	Harjuskannan DNA tutkimus	40
7.	KALOJEN BIOMARKKERITUTKIMUS	42
7.1.	Tutkimuksen taustaa	42
7.2.	Menetelmät	43
7.2.1	Tutkimusalueet, kalastus ja näytteenotto	43
7.2.2	Näytteiden analytiikka	44
7.2.2.1	Sappianalytiikka	44
7.2.2.2	Biokemialliset määritykset	45
7.3.	Tulokset	46
7.3.1	Näytekalat ja fysiologinen tila	46
7.3.2.	Sapen hartsihapot ja puusterolit	46
7.3.3.	Biokemialliset analyysit	48
7.4.	Pohdinta	50
7.5.	Yhteenveto ja johtopäätökset	52

8.	KALOJEN AISTINVARAINEN TUTKIMUS	54
8.1.	Yleistä	54
8.2.	Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet	54
8.3.	Tulokset	55
8.3.1.	Ahven	55
8.3.2.	Muikku	57
8.3.3.	Hauki	58
8.3.4.	Siika	59
8.4.	Aikaisemmat selvitykset Etelä-Saimaalle	60
9.	VUOKSEN ISTUTUSKALOJEN TELEMETRIASEURANTA	61
9.1.	Johdanto	61
9.2.	Aineisto ja menetelmät	63
9.2.1.	Tutkimusalue, istutus- ja seurantapaikat	63
9.2.2.	Istutuskalojen ja lähettimien tiedot	64
9.2.3.	Seurannassa käytetyt telemetrialaitteet	65
9.3.	Telemetriaseurannan tulokset	66
9.4.	Tulosten tarkastelu	69
10.	KUHATUTKIMUS	70
10.1.	Kuhakantojen tilan seuranta	70
10.2.	Tulokset ja tulosten tarkastelua	70
11.	LOHIKALOJEN ISTUTUKSEN SEURANTA	73
11.1.	Etelä-Saimaan istutettujen lohikalojen merkintätutkimukset v. 2005-2019	73
11.2.	Istutuserojen merkkipalautusmäärät ja istutuksien tuotto	74
11.3.	Merkkipalautusten ajallinen jakautuminen ja istukkaiden koko	77
11.4.	Merkkipalautuksen saaliin jakautuminen pyydyksittäin	79
11.5.	Merkkipalautustutkimuksen tulosten tarkastelu	81
12.	YHTEENVETO.....	82

KIITOKSET

LÄHTEET

- LIITTEET
- I. Koetroolausten tulokset
 - II. Muikunpoikasnuottauksen tulokset

1. JOHDANTO

Etelä-Saimaalla on kolme toiminnanharjoittajaa, jotka on veloitettu kalataloustarkkailuun; UPM-Kymmene Oyj – Kaukas (ympäristölupa ISY-125-05-2, 22.12.2005), Metsä-Fibre Oyj – Joutseno (ISY-2004-Y-240, 20.12.2006) ja Stora-Enso Oyj – Imatra (ISY-2004-Y-170, 27.04.2007). Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellinen tarkkailuohjelman tarkoitus on kerätä nykyhetken tietoa kalaston rakenteesta ja kalastuksesta, teollisuuden vaikutusalueilla ja kuormittamattomilla alueilla, varsinkin alueen tärkeimmistä saalislajeista muikusta ja siasta.

Vuosina 2001 - 2016 kalataloudellinen tarkkailua on toteutettu yhteistarkkailuna Kaakkois-Suomen / Varsinais-Suomen ELY-keskuksen vahvistaman suunnitelman mukaisesti. Varsinais-Suomen ELY-keskus on hyväksynyt 17.5.2017 uuden 2017–2021 kalataloudellinen tarkkailuohjelman (Karels, 2017) annetulla päätöksellä (Dnro 50/5723/2017). Tarkkailuohjelman sisältöä vuonna 2017 – 2021 on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Etelä – Saimaan ja Vuoksen kalataloudellinen ohjelma vuonna 2017 - 2021.

1. MUIKKU- JA SIIKAKANTOJEN SEURANTA	2017	2018	2019	2020	2021
1.1. Vastakuoriutuneiden muikun- ja siianpoikasten tutkimukset	x	x	x	x	x
1.2. Koetoolaukset / muikku- ja siikapopulaatioiden tutkimus	x	x	x	x	x
1.2.1. Yksikesäisten poikasten (hottamuikkujen) seuranta	x	x	x	x	x
1.2.2. Muikku- ja siikasaaliiden kehitys alueittain	x	x	x	x	x
1.2.3. Muikun ja siian ikäluokkien, kasvun ja kunnan seuranta	x	x	x	x	x
1.2.4. Siian haukimatotarkkailu		x		x	
2. MUU KALASTON SEURANTA					
2.1. Koetoolaukset / muu kalaston seuranta	x	x	x	x	x
2.2. Harjuskannan tutkimus	x	x	x	x	x
2.3. Kuhakannan tutkimus	x	x	x	x	x
2.4. Kivikkorantojen sähkökoekalastustutkimus		x		x	
2.5. Kalatiheyksien arviointi alueittain					x
3. KALASTUKSEN SEURANTA					
3.1. Verkkokalastajien kirjanpitokalastus	x	x	x	x	x
3.2. Ammattikalastajien kirjanpitokalastus	x	x	x	x	x
3.3. Kalastuksen, saaliin ja kalastajien määrien muutos alueittain		x			
4. KALA-ISTUTUKSEN SEURANTA					
4.1. Raportointi lohikalojen istutuksen seurannasta	x	x	x	x	x
4.2. Vuoksen lohikalojen istutuksen seuranta radiotelemetrialla			x		
5. KALOJEN AISTINVARAINEN JA VIERASAINEIDEN TUTKIMUKSET					
5.1. Kalojen aistinvarainen tutkimus			x		
5.2. Kalojen vierasaineiden tutkimus (biomarkkerit)		x			
6. RAPORTOINTI JA TIEDOTUS					
6.1. Vuosikatsaukset	x	x	x	x	x
6.2. Loppuraportti					x
7. SEURANTAHYPOTEESIEN TILASTOLLINEN TESTAAMINEN				x	
8. KALATALOUEDELLISEN KOMPENSAATIOTARPEEN SELVITYS				x	

Tarkkailu sisältää muikku- ja siikatutkimuksia, muita kalastotutkimuksia mm. koetoolaukset, harjus-, kuha-, kivikkoranta- ja kalatiheystutkimukset, kalastuksen ja kalaistutusten seurannan, kalojen aistinvaraiset ja vierasainetutkimukset, kalataloudellisen kompensatiotarpeen selvityksen (v. 2020) sekä tulosten raportoinnin. Tarkkailuohjelman raportointi tehdään vuosittain, joista viimeinen raportti on yhteenvetoraportti. Yhteenvetoraporteissa käsitellään Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalaston kehitystä laajemmin.

Vuoden 2017 – 2019 kalataloudellinen yhteistarkkailujen toteutuksesta vastasi Saimaan Vesi ja Ympäristötutkimus Oy ja Karels Oy, Kalatalous ja Ympäristö. Tässä kalataloudellisessa yhteistarkkailuraportissa esitetään Etelä-Saimaan tarkkailutulokset vuodelta 2019.

Yhteistarkkailun toimeksiantajat ovat olleet UPM-Kymmene Oyj Kaukas, Lappeenranta, Oy Metsä-Fibre Oy Joutseno ja Stora-Enso Oyj, Imatra. Tarkkailu on toteutettu Varsinais - Suomen ELY-keskuksen vahvistaman suunnitelman mukaisesti. Hankkeen suunnittelusta, hallinnosta, kenttätöistä ja tiedotuksesta huolehtivat tutkija FT Aarno Karels ja limnologi Mikael Kraft. Tutkimustöistä sekä vuosiraportin kirjoittamisesta vastasi Aarno Karels. Koetroolaukset suorittivat ammattikalastajat Markku ja Paavo Törrönen apuvoimineen, osa harjusten DNA-näytteistä saatiin Imatran Seudun Perhokalastajat ry:n avulla ja kuhatutkimusten näytteitä ammattikalastaja Markku Pesoselta. Kalojen aistinvaraisista laboratoriotutkimuksesta vastasi Ruokavirasto. Kalojen biomarkkerin tutkimustöistä vastasi tutkija FT Aarno Karels ja FT, dos. Markus Soimasuo, Biomark Oy:stä. Biomarkkerianalyysejä tehtiin Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksella. Vuoksen lohikalojen istutuksen telemetriaseurantatutkimus vastasi tutkija FT Aarno Karels Telemetriaseurannassa tehtiin yhteistyötä tutkija FT Jorma Pirosen ja Imatran kaupungin kalamestari Tomi Mennan kanssa. Etelä-Saimaan Istutuslohikalojen merkintä- ja palautustiedot olivat peräisin Luonnonvarakeskuksen (Luke) ylläpitämästä kalamerkintärekisteristä.

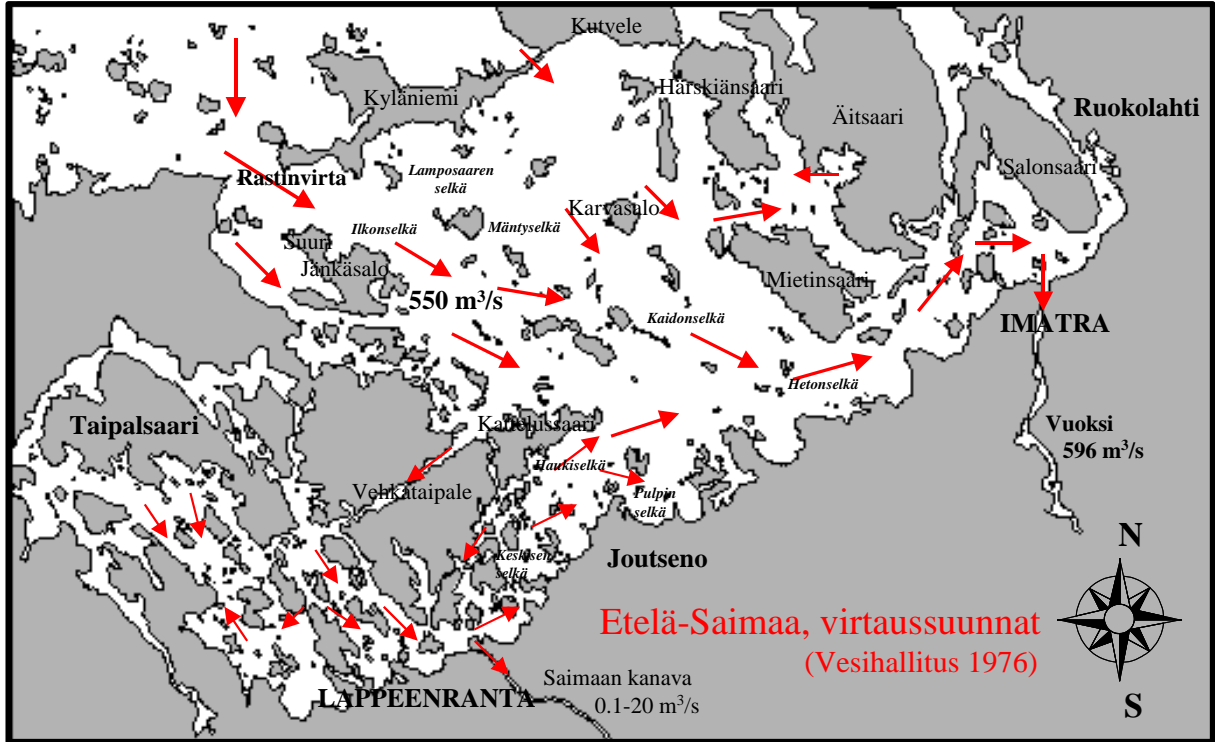
Tässä tutkimusraportissa on esitetty vuoden 2019 Etelä-Saimaan kalataloudellisen tarkkailuohjelman koetroolausten, muikun ja siian populaatioseurannan, muikunpoikasnuottausten, kirjanpitokalastuksen, harjus- ja kuhakantojen, kalojen aistinvaraiset, kalojen biomarkkeri, Vuoksen istutuskalojen telemetriaseurannan ja Etelä-Saimaan lohikalaistutuksien merkintätutkimuksen tulokset.

Etelä-Saimaan kalataloudellisen tarkkailuohjelman raportti vuonna 2019 on nähtävissä Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy:n nettisivuilla www.svsy.fi.

2. ETELÄ-SAIMAAN YLEISKUVAUS

Yleistä

Etelä-Saimaa sijoittuu Salpausselkämudostelmien väliin (Iso ja Pieni Salpausselkä). Vesialueen pinta-ala on 621 km², vesitilavuus 5,2 km³ ja keskiyvyys 8,4 m (taso NN + 75,10). Suurin osa Etelä-Saimaalle tulevasta vesistä kulkee Rastinvirran kautta. Vuoksen keskivirtaama on 596 m³/s (vuosina 1961 - 1990). Vain pieni osa vesistä tulee Etelä-Saimaan omalta valuma-alueelta (Saimaan vesiensuojeluyhdistys 1995). Etelä-Saimaan virtaukset on esitetty kuvassa 1.

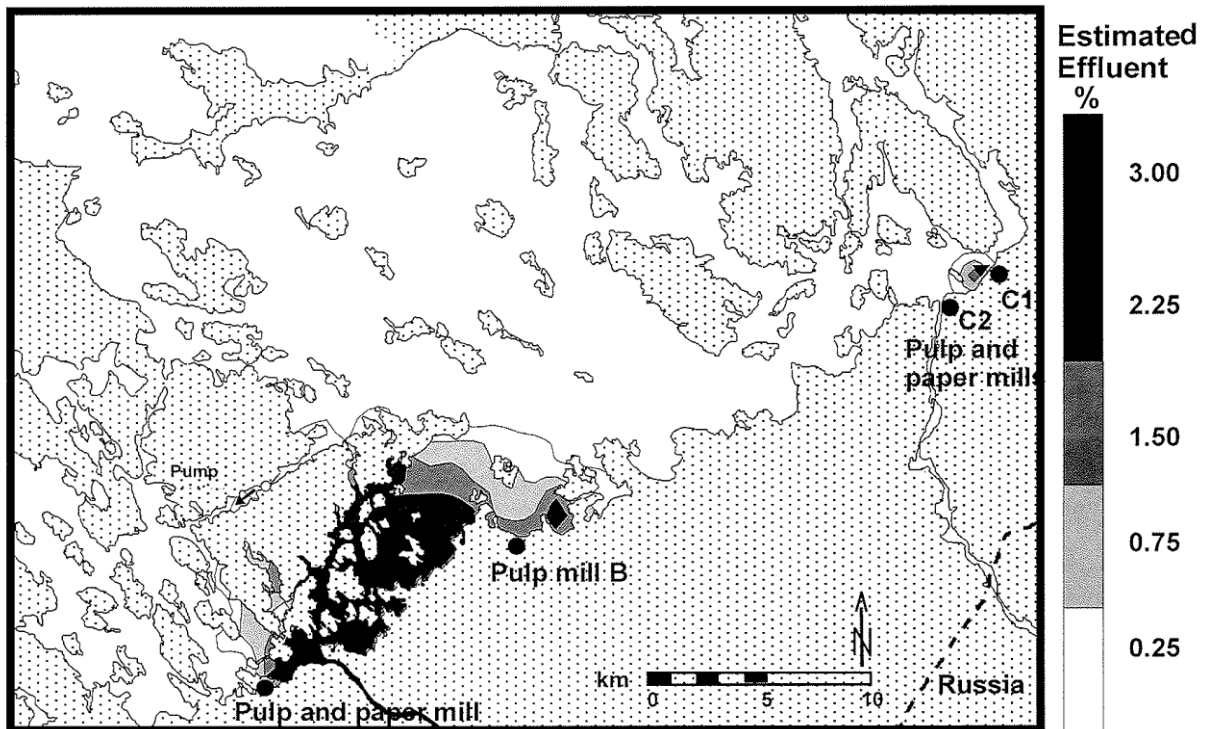


Kuva 1. Etelä-Saimaan virtaukset (Vesihallitus 1976).

Etelä-Saimaan alue on yleispiirteeltään rikkonainen. Suurimmat selät ovat Ilkon-, Kaidon- ja Mäntysaaren selät. Läntinen osa on saaristoinen ja suuret selät puuttuvat. Myös Vuoksenniskan ja Ruokolahden alueet ovat rikkonaisia, eikä suuria selkiä ole. Alueen eteläiselle rannalle oman erityispiirteensä antavat suuret avoimet lahdet.

Vedenlaatu ja tehtaiden jätevedet

Etelä-Saimaan vesi on luontaisesti lievästi humusväritteistä, niukasti elektrolyyttejä sisältävää ja niukkaravinteista. Suurimmat kuormittajat ovat Lappeenrannassa sijaitseva UPM-Kymmene Kaukaan tehdas, Joutsenossa sijaitseva Metsä-Fibre Oy Ab Joutseno Pulpin tehdas ja Stora-Enso Oy Imatran tehdas. Tehtaiden jätevesien laimentuminen tutkimusalueella on esitetty kuvassa 2 (Karels, 2000). Tutkimusalueen osa-aluejako (kuva 3) perustuu tehtaiden jätevesien laimentumiseen Etelä-Saimaalla. Kaukaan lähialueella (alue 1-2) jätevesien pitoisuudet ovat suurimmat ja siellä on selvä jätevesien gradientti noin 15 km alavirtaan saakka. Joutsenon Pulpin lähialueella (alue 3) jätevesien pitoisuudet ovat suhteellisen pieniä ja vaihtelut jätevesien laimennuksessa ja levinneisyydessä ovat suuret. Stora-Enso Oyj:n vesistövaikutukset keskittyvät Vuoksensuun alueelle (alue 5) ja Vuokseen (alue 10). Jätevesien vaikutusten välialueet on määritetty osa-alueiksi 4, 6, 9 ja puhtaat vertailualueet Kyläniemen etelä- ja pohjoispuolella osa-alueiksi 7 ja 8. Eteläisellä Saimaalla ja Vuoksessa hajakuormituksen ja muiden pistekuormittajien vaikutus on paperiteollisuuslaitoksiin verrattuna vähäinen. Etelä-Saimaalla alueen länsi- ja itäosissa veden laatua muuttaa hajakuormitus (Saukkonen, 2000).



Kuva 2. Tehtaiden jätevesien laimentuminen (%) tutkimusalueella (Karels, 2000).

Veden laatu on kehittynyt myönteisesti koko Etelä-Saimaalla 1990-luvulla. Suurimmat muutokset tapahtuivat uusien biologisten puhdistamoiden käyttöönoton jälkeen Kaukaalla vuonna 1992 sekä Stora-Ensolla vuoden 1992 lopulla. Myös Joutseno Pulpin aktiivilietelaitoksen laajentaminen vuonna 1997 vaikutti positiivisesti vedenlaatuun. Vedenlaatumuutokset ovat näkyneet natriumpitoisuutta ja sähkönjohtavuutta lukuun ottamatta kaikissa vedenlaatuparametreissa. Happitilanne on kohentunut ja rehevyyttä säätelevien ravinteiden eli fosforin ja typen pitoisuudet ovat vähentyneet. Vesi on myös kirkastunut väriluvun ja sameuden pienentymisen myötä (Saukkonen, 2000).



UPM-Kymmene Kaukas
Lappeenranta



Stora-Enso Imatra



Metsä-Fibre
Joutseno

Kalastus

Etelä-Saimaa on historiallisesti merkittävä alue kalataloudellisesti katsottuna, josta on osoituksena alueen voimakas virkistyskalastus sekä ammattikalastuksen säilyminen elinkeinona.

Suurimmat kalatiheydet ja kalabiomassat ovat Kaukaan tehtaiden ja Haukiselän välisellä alueella (Niemi, 1999; Sundell, 2003; Karels ja Niemi, 2002; Karels ym., 2002 - 2016). Salakka, särki ja ahven muodostavat suurimman osan kalastosta tehtaiden jätevesien vaikutusalueella. Muikun ja siian osuudet ovat pienempiä kuin puhtailla alueilla. Lievemmin rehevöityneille ja puhtaille alueille mentäessä särkikalojen tiheydet pienenevät ja muun muassa muikun ja siian osuudet kasvavat.

Etelä-Saimaalla kalasti vuonna 2012 viimeisen kalastustiedustelun mukaan yhteensä 10.583 ruokakuntaa, joista 27,8 % oli kotoisin Imatralta, 12,2 % Joutsenosta, 48 % Lappeenrannasta, 5,6 % Ruokolahdelta ja 6,1 % Taipalsaarelta. Näistä järviolueella kalasti 9.723 (20,8 ruokakuntaa/km²) ja Vuoksella 860 ruokakuntaa (Tiitinen, 2017). Kalastus oli aktiivisinta kesällä. Virkistyskalastajiksi itsensä luokitteli 83,8 %, kotitarvekalastajiksi 16,2 % harjoittaneista ruokakunnista. Verkot olivat yleisin pyydys. Niitä oli vuonna 2006 käytössä yhteensä 56799 kappaletta (käytössä olevien verkkojen määrät ovat puolittuneet edelliseen tutkimukseen (2006) nähden. Verkot olivat kuitenkin edelleen yleisin pyydys. Niitä oli vuonna 2012 käytössä yhteensä 27640 kappaletta (54,6 kpl/km²). Muikkuverkkojen osuus oli 28 %. Katiskoita oli käytössä 5455 (12,8 kpl/km²), rysiä 128 (0,4 kpl/km²), pitkäsiimoja 321 (1,6 kpl/km²) ja syöttikoukkuja 2018 (7 kpl/km²) kappaletta. Myös käytössä olevien vapavälineiden määrät ovat laskeneet. Uisteluvapoja oli alueella käytössä 17535 (38 kpl/km²), pillkkionkia 10081 (30 kpl/km²) ja onkia 14165 (43 kpl/km²) kappaletta. Tutkimusalueen kokonaissaalis oli vuonna 2012 yhteensä 426250 kiloa (40,3 kg/rkk, 9,1 kg/ha). Tärkeimmät saaliskalalajit olivat ahven (37 %), hauki (19 %), muikku (13 %), kuha (9 %) ja särki (7 %). Edelliseen tutkimukseen (2006) verrattuna mateen, kuhan ja säynnen kokonaissaaliit olivat kasvussa ja muikun, siian, isojen lohikalajien ja särjen saaliit laskussa. Pyydyskohtaiset saaliit olivat pysyneet samalla tasolla tai jopa nousseet edelliseen tutkimukseen verrattuna. Lohikalajoja saaliissa oli eniten vesipinta - alaa kohden (kg/ha) Etelä - Saimaan eteläosassa (alue 7) ja särki- ja ahvenkaloja Lappeenrannan lähivesillä (alue 1).

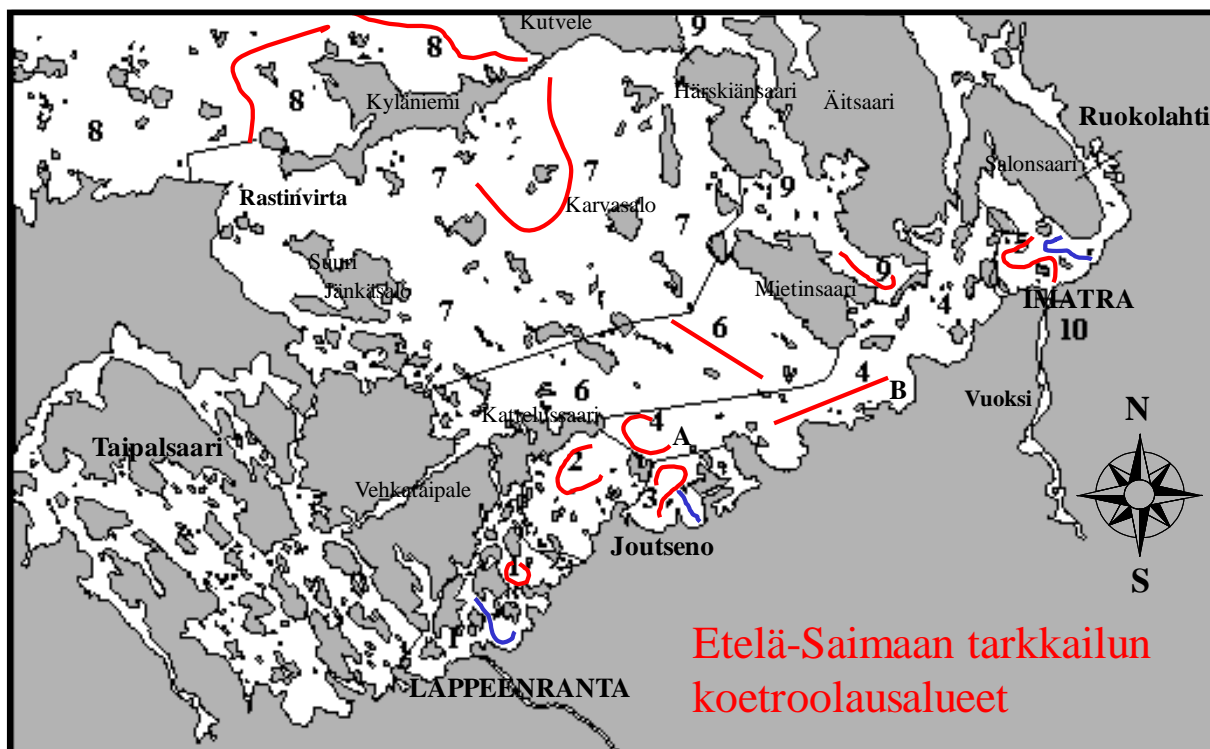
Muikun yksikkösaaliit muikkuverkoilla alueilla 2 ja 4 – 9 olivat 0,1 - 0,8 kiloa vuorokautta kohden. Suurimmillaan yksikkösaalis oli alueilla 2 ja 7. Siian yksikkösaaliit olivat selvästi pienempiä. Suurimmillaan keskimääräinen saalis oli alueella 9. Taimenen yksikkösaalis oli suurimmillaan alueella 8, järvilohen myös alueella 4, särjen alueella 9, lahnan alueella 5, hauen myös alueella 5, ahvenen alueella 2 ja kuhan alueella 6 (Tiitinen, 2014).

Etelä-Saimaalla oli vuonna 2019 kaksi ammattimaista muikunkalastajaa Jari Häkkinen ja Markku Törrönen, jotka kalastavat Kyläniemen eteläpuolella troolilla ja talvinuotalla sekä trooli- ja nuottakalastajat Jussi Karhu ja Markku Turtiainen, jotka kalastivat syksyllä Munaluodonselän alueella Rastinvirran luoteispuolella. Myös syksyn muikkuverkkokalastus (muikun mäti) ja talven ja avovesin verkkokalastus on tulonlähde Etelä-Saimaan kalastajille. Etelä-Saimaalla muikkukantaan ovat vaikuttaneet sekä luontaiset kannanvaihtelut että jätevedet. Muikkusaaliit alkoivat heikentyä 1980-luvun puolivälin jälkeen ja muikkusaaliiden aallonpohja oli vuonna 1991. Tämän jälkeen hyviä vuosiluokkia on syntynyt useana vuonna (Niemi, 1999; Karels ym., 2002 - 2019). Varsinkin vuodet 2001 ja 2004 olivat hyviä sekä myös 2007, 2009, 2012, 2014, 2016 ja 2018 vuosiluokat ovat olleet poikkeuksellisen vahvoja tarkkailuohjelman aikana.

3. KOETROOLAUKSET

3.1. Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet

Vuonna 2019 tehtiin 39 koetroolausta. Näytteet otettiin 3 kertaa 13 eri osa-alueelta. Koetroolaus-alueet ja troolausreitit ja osa-aluejako on esitetty kuvassa 5. Vuoden 2019 koetroolauspäivät on esitelty taulukossa 2. Vuonna 2019 kokonaisvetoaika (vakio- ja tehtaiden lähialueet) oli 1743 min / 29,1 tuntia. Koetroolauksessa ovat aina osakaskuntien edustajat mukana.



Kuva 3. Osa-alueet ja koetroolausreitit Etelä-Saimaalla vuonna 2019. Tehtaiden lähialueen koetroolausreitit on merkattu sinisellä viivalla.

Kalastus suoritettiin paritroolauksena ja koetroolauksissa käytettiin aina samaa trooliverkkoa. Koetroolaus-alueiden trooliverkon vetosyvyys oli 5-17 m, vetoleveys 60 m, verkkopussi 8 mm, vetoaika 20 - 70 min, ja vetonopeus noin 2 solmua, noin 4 km/tunti. Kalastetun alueen pinta-ala yhden tunnin koevedolla 60-metrillä troolilla on siis noin 24 hehtaaria.

Saaliin koosta ja koostumuksesta riippuen otettiin noin 10 - 25 kilon satunnainen otosnäyte. Troolisaaliin kokonaispaino mitattiin nosturissa kiinni olevalla digitaalivaa'alla. Otoksen kalat punnittiin ja laskettiin lajeittain. Alamittaiset kalat ja rasvaevälliset lohikalat palautettiin järveen. Muikut ja siiat mitattiin ja punnittiin yksitellen ja kaloista otettiin suomunäytteet. Mikäli otoksessa oli reilusti yli 50 kpl/laji, tehtiin lopuista ainoastaan kokojakauma. Troolisaaliin otoksesta laskettiin myös muiden lajien kappalemäärät ja lajien kokonaisbiomassa saaliissa. Muikun ja siian suomunäytteistä määritettiin ikä. Siiosta laskettiin siivilähampaan määrät siikamuodon selvittämiseksi. Tuppsiialla siivilähampaiden lukumäärä oli noin 30 (Koli, 1990) ja planktonsiiksi määritettiin yksilöt, joiden siivilähampaiden lukumäärä oli yli 40.

Taulukko 2. Koetroolaukset Etelä-Saimaalla vuonna 2019. Päivämäärä ja vetoaika alueittain. Yhteensä 39 koetroolausta, 1743 min / 29,1 tuntia.

ALUE	pvm	vetoaika	pvm	vetoaika	pvm	vetoaika
		(min)		(min)		(min)
1A. Laihianselkä	29.5.	24	7.8.	30	5.9.	30
1. Keskisenselkä	29.5.	30	7.8.	32	5.9.	32
2. Haukiselkä	29.5.	72	7.8.	53	5.9.	55
3A. Honkalahti	29.5.	19	7.8.	19	3.9.	21
3. Pulpinselkä	29.5.	41	7.8.	42	5.9.	37
4A. Kätkytsaari-Muuttoluotto	26.5.	57	5.8.	52	5.9.	43
4B. Tiurun/Hetonselkä	27.5.	58	6.8.	57	4.9.	60
5A. Enson edusta	27.5.	26	6.8.	27	4.9.	26
5. Vuoksensuu	27.5.	42	6.8.	40	4.9.	39
6. Kaidonselkä	26.5.	59	5.8.	64	3.9.	58
7. Mänty/Lamposaarenselkä	26.5.	59	5.8.	53	3.9.	61
8. Petraselkä	26.5.	69	5.8.	63	3.9.	64
9. Karhuselkä	27.5.	42	6.8.	41	4.9.	46
Yhteensä (kerta, min)	13x	598	13x	573	13x	572

3.2. Kalaston rakenne selkävesillä koetroolausten saaliiden perusteilla

3.2.1. Troolisaaliiden kokonaissaalis

Etelä-Saimaalla vuonna 2019 tehtyjen koetroolausten kokonaissaaliit vakioalueilla on esitetty taulukossa 3 ja liitteessä I. Alueen kokonaissaalis oli yhteensä noin 6625 kg, joka merkitsee keskimäärin 261,4 kg saalista vetotuntia ja 10,9 kg/hehtaari kohden. Muikku oli painon sekä lukumäärän perusteella troolisaaliiden tärkein laji (97,9 % saaliin painosta). Seuraavaksi eniten esiintyneet lajit olivat ahven (1,1 %), siika (0,2 %), kuha (0,2 %), järvitaimen (0,2 %), hauki, salakka, järvilohi ja särki. Verrattuna keskimäärin vuosiin 2001 – 2018, vuoden 2019 kokonaisyksikkösaalis oli 76 % suurempi. Muikun kutukannan kokonaisyksikkösaalis oli 145 % suurempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018, hottamuikkujen saalis oli noin 27 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018. Siian saalis oli noin 87 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018.

Taulukko 3. Etelä-Saimaan koetroolausten saaliiden keskiarvot vuonna 2019 ja vuosina 2001 – 2018; kokonaissaalis ja yksikkösaalis (kg/vetotunti) lajeittain.

Laji	Etelä-Saimaan koetroolauksen saalis						
	2019				2001 – 2018		
	kg	kg/tunti	%	kg/ha	kg/vuosi	kg/tunti	%
Muikku (<i>C. albula</i>)	6105,3	240,8	92,1	10,0	2377,7	98,4	65,8
Hottamuikku (0+ vuotta)	383,9	15,1	5,8	0,6	525,8	20,6	14,6
Siika (<i>C. lavaretus</i>)	12,9	0,5	0,2	0,0	103,7	3,8	2,9
Ahven (<i>Perca fluviatilis</i>)	74,2	2,9	1,1	0,1	143,0	5,6	4,0
Särki (<i>Rutilus rutilus</i>)	1,5	0,1	0,0	0,0	77,2	2,9	2,1
Salakka (<i>Alb. alburnus</i>)	8,2	0,3	0,1	0,0	229,4	9,1	6,3
Kuore (<i>Osm. eperlanus</i>)	0,7	0,0	0,0	0,0	80,5	3,6	2,2
Kuha (<i>St. lucioperca</i>)	14,5	0,6	0,2	0,0	31,8	1,2	0,9
Kiiski (<i>Gymn. cernuus</i>)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
Järvitaimen (<i>Salmo trutta</i>)	12,2	0,5	0,2	0,0	19,1	0,8	0,5
Lahna (<i>Abramis brama</i>)	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,2	0,2
Hauki (<i>Esox lucius</i>)	6,0	0,2	0,1	0,0	12,0	0,5	0,3
Järvilohi (<i>Salmo salar</i>)	6,1	0,2	0,1	0,0	5,6	0,2	0,2
Miekkasärki (<i>P. cultratus</i>)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Nieriä (<i>Salvelinus alpinus</i>)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
Yhteensä	6625	261,4	100,0	10,9	3613,8	148,5	100,0

3.2.2. Koetroolausten yksikkösaaliit ja saaliin koostumus alueittain

Suurin kokonaisyksikkösaalis (713 kg/vetotunti) saatiin Kätkytsaarella. Pienimmät kokonaisyksikkösaaliit saatiin Karhunselältä ja Vuoksensuulta (36 ja 42 kg/vetotunti). Muilla alueilla saaliit olivat välillä 150 - 354 kg/vetotunti. (kuva 4).

Vertailualueella, muikku muodosti yli 99 % saaliista, seuraavaksi eniten saatiin siikaa, järvitaimenta, ja järvilohia.

Välialueella, muikku muodosti 85 - 99 % saaliista, seuraavaksi eniten saatiin ahventa, siikaa ja järvitaimenta.

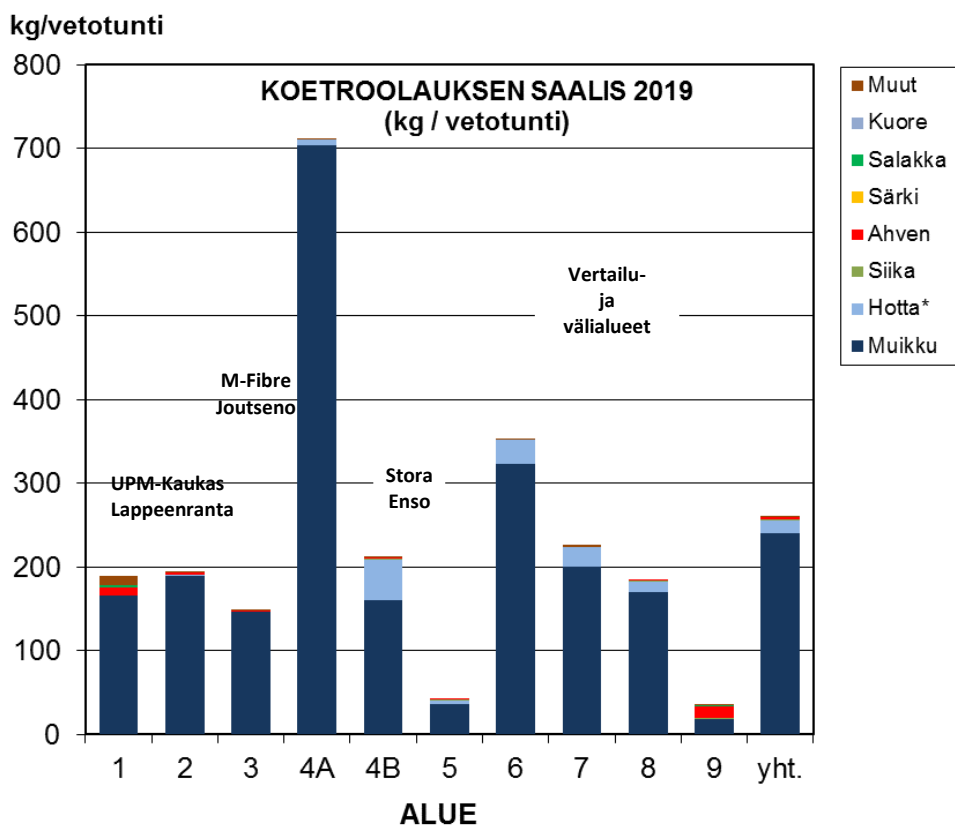
UPM-Kymmene Kaukaan vaikutusalueella, Keskisenselällä, muikku muodosti 88 % saaliista. Lisäksi saatiin kuhaa (5 %), ahventa (5 %), salakkaa (1 %), haukea (1 %), särkeä ja kuoretta. Haukiselällä muikku muodosti 98 % saaliista, lisäksi saatiin ahventa (1 %) järvitaimenta ja järvilohia.

Metsä-Fibre Joutsenon vaikutusalueella, Pulpinselällä muikku muodosti 98 % saaliista, lisäksi saatiin haukea (1 %), ahventa ja kuhaa.

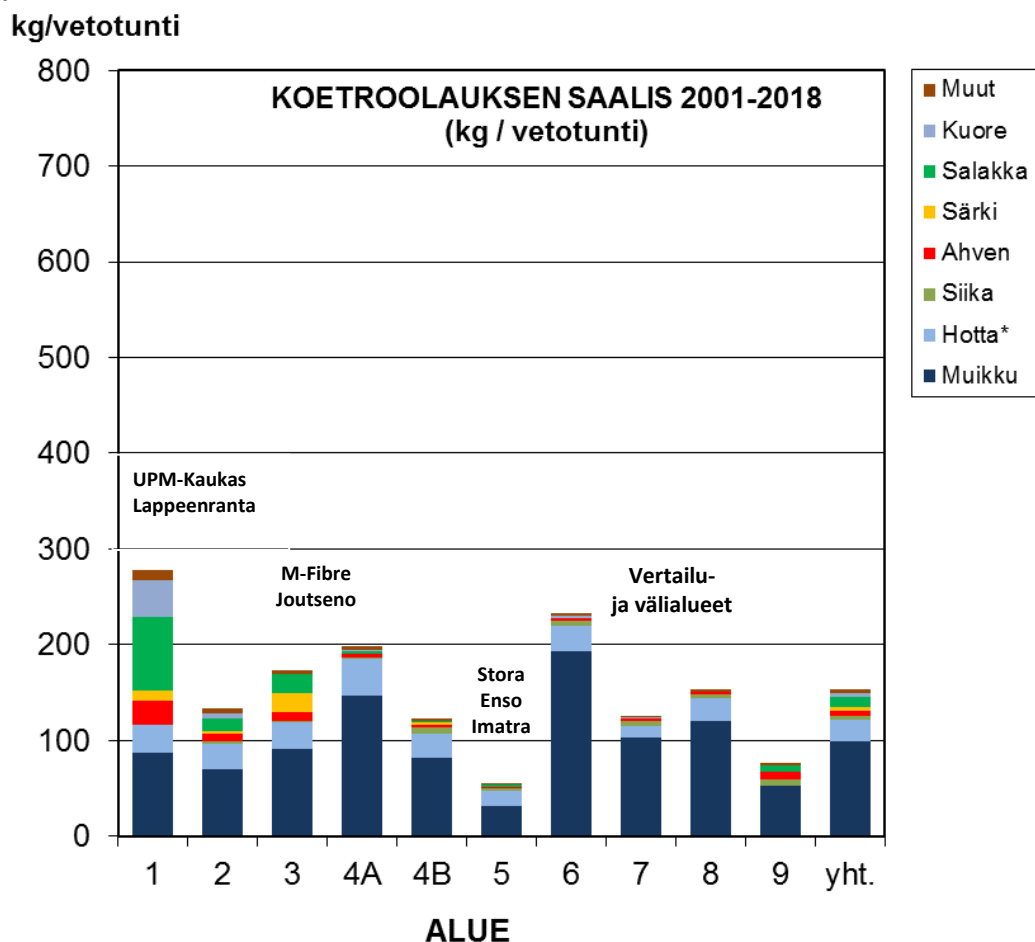
Kätkytsaaren alueella muikku muodosti 99 % saaliista. Lisäksi saatiin ahventa, järvitaimenta ja järvilohia.

Stora-Enson vaikutusalueella, Vuoksensuulla muikku muodosti 97 % saaliista. Lisäksi saatiin siikaa (2 %) ja ahventa.

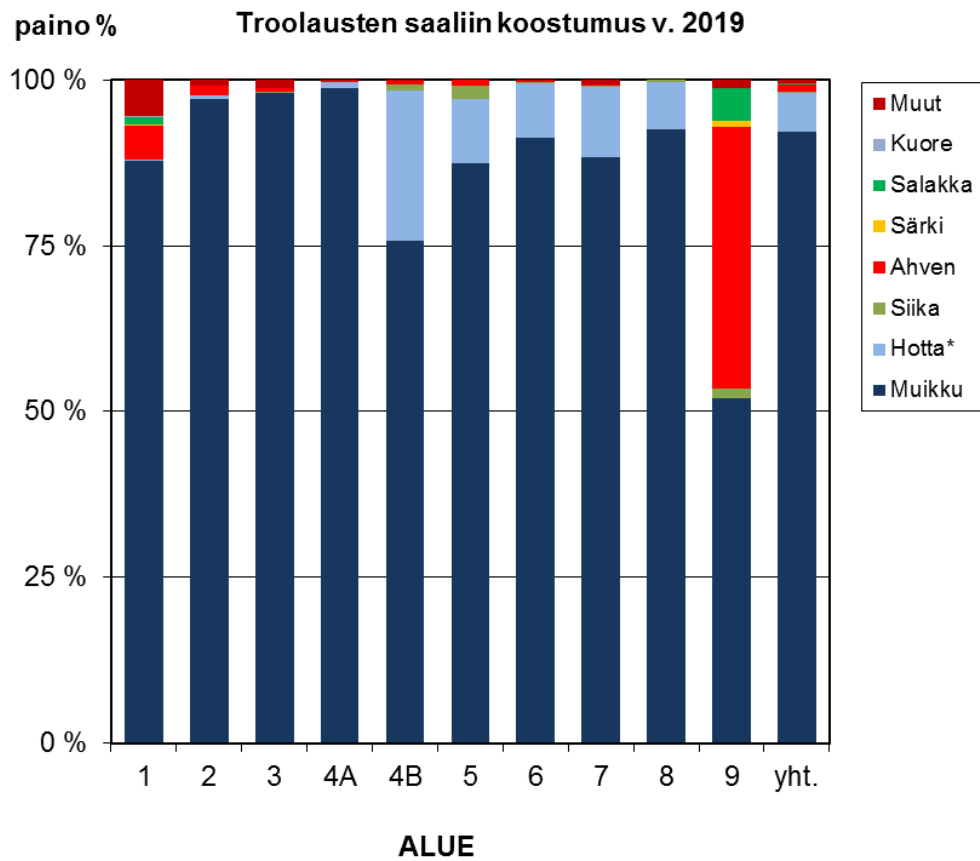
Vuoden 2019 koetroolausten keskimääräiset yksikkösaaliit (kg/vetotunti) ja saaliin koostumus (% painosta) eri osa-alueilla on esitetty kuvissa 4 ja 6 ja liitteessä I. Vuoden 2001 – 2018 koetroolausten keskimääräiset yksikkösaaliit ja saaliin koostumus eri osa-alueilla on esitetty kuvissa 5 ja 7.



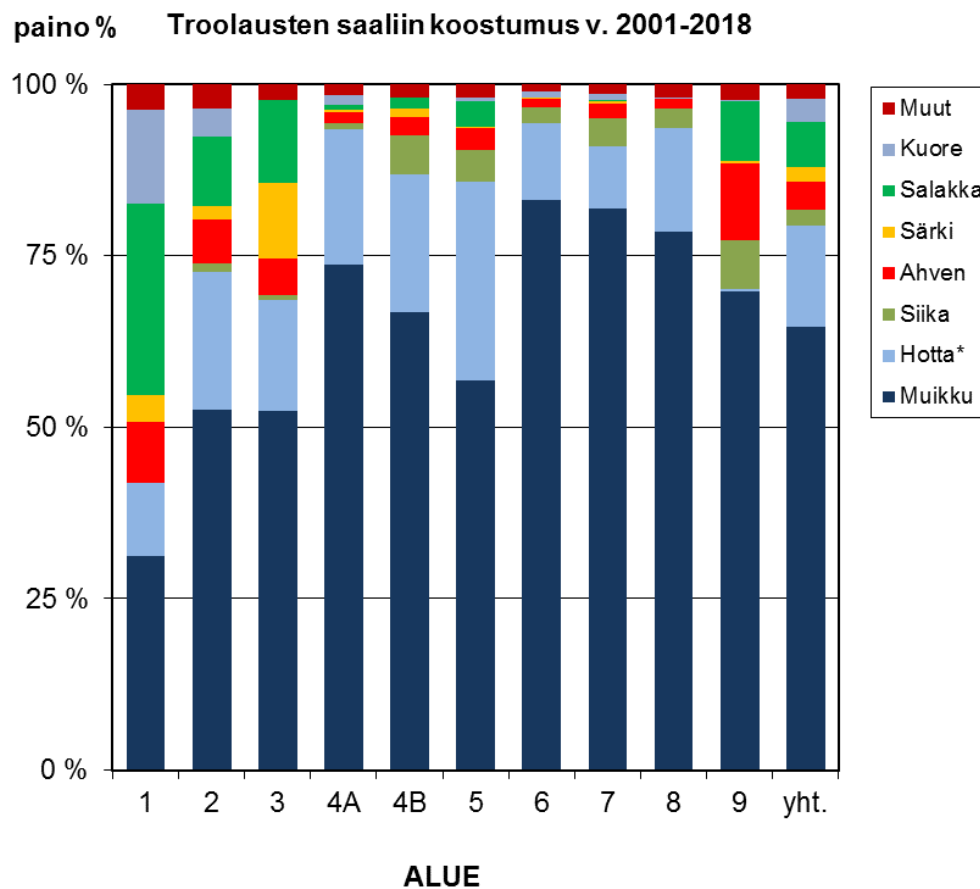
Kuva 4. Etelä-Saimaalla vuonna 2019 tehtyjen koetroolauksien yksikkösaaliit (kg/ vetotunti) alueittain ja lajeittain.



Kuva 5. Etelä-Saimaalla vuosina 2001 - 2018 tehtyjen koetroolauksien keskimääräiset vuotuiset yksikkösaaliit (kg/ vetotunti) alueittain ja lajeittain.



Kuva 6. Koetroolausten saaliin koostumus (% painosta) eri osa-alueilla vuonna 2019.



Kuva 7. Koetroolausten saaliin koostumus (% painosta) eri osa-alueilla vuonna 2001 - 2018.

3.2.3. Tehtaiden lähialueiden koetroolaussaliit

Tehtaiden lähialueiden koetroolaussaliit on esitetty taulukossa 4. Koetroolaus on tehty samalla troolilla (leveys 60 m, verkkopussi 8 mm) kuin vakioalueilla.

Taulukko 4. Tehtaiden lähialueiden koetroolaussaliit 2019 ja keskiarvo 2007 - 2018 (kg/vetotunti).

Laji	Laihian-selkä		Honka-lahti		Stora-Enson edusta	
	2019 kg/tunti	2007-2018 kg/tunti	2019 kg/tunti	2007-2018 kg/tunti	2019 kg/tunti	2007-2018 kg/tunti
Muikku	179,3	57,6	42,1	51,1	24,5	66,8
Hottamuikku	0,4	1,1	0,1	13,6	8,2	28,4
Siika	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,6
Ahven	25,2	35,3	5,9	5,0	0,9	1,5
Särki	28,7	85,4	0,0	4,2	0,0	0,2
Salakka	2,0	19,6	0,2	2,8	0,0	2,1
Kuore	0,0	5,9	0,0	0,4	0,0	0,6
Kuha	8,6	8,4	1,0	1,1	0,1	0,8
Kiiski	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Järvitaimen	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2
Lahna	0,0	2,1	0,0	0,6	0,0	0,5
Hauki	0,3	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0
Järvilohi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Miekkasärki	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Yhteensä	244,4	216,6	49,2	79,4	34,3	96,2

Kaukaan lähialue (Laihianselkä, noin 3-4 km tehtaan purkupaikalta)

Laihianselällä yksikkösaalis oli 244,4 kg/vetotunti. Muikku (kutukanta+hottamuikku) muodosti 75 %, särki 12 %, ahven 10 %, kuha 3,5 % ja salakka 1 % saaliin painosta.

Metsä - Fibren lähialueella (Honkalahti, noin 0-1 km tehtaan purkupaikalta)

Honkalahten yksikkösaalis oli 49,2 kg/vetotunti. Muikku muodosti 86 %, ahven 11 %, kuha 2 % ja salakka 1 % saaliin painosta.

Stora - Enson lähialueella (Sataman edustalla, noin 0,2 – 2 km purkupaikalta)

Stora-Enson edustalla yksikkösaalis oli 34 kg/vetotunti. Muikku muodosti 95 %, ahven 2 %, siika 2 % ja salakka 1 % saaliin painosta.

3.3. Muikun populaatioseuranta

3.3.1. Muikun yksikkösaaliit (kutukanta ja hottamuikku) vuonna 2019 ja vuosina 2001 - 2018

Muikun eri osa-alueiden keskimääräiset yksikkösaaliit vuonna 2019 ja vuosina 2001 - 2018 on esitetty taulukossa 5, kuvassa 8 ja 9 ja liitteessä 1.

Muikun kutukanta

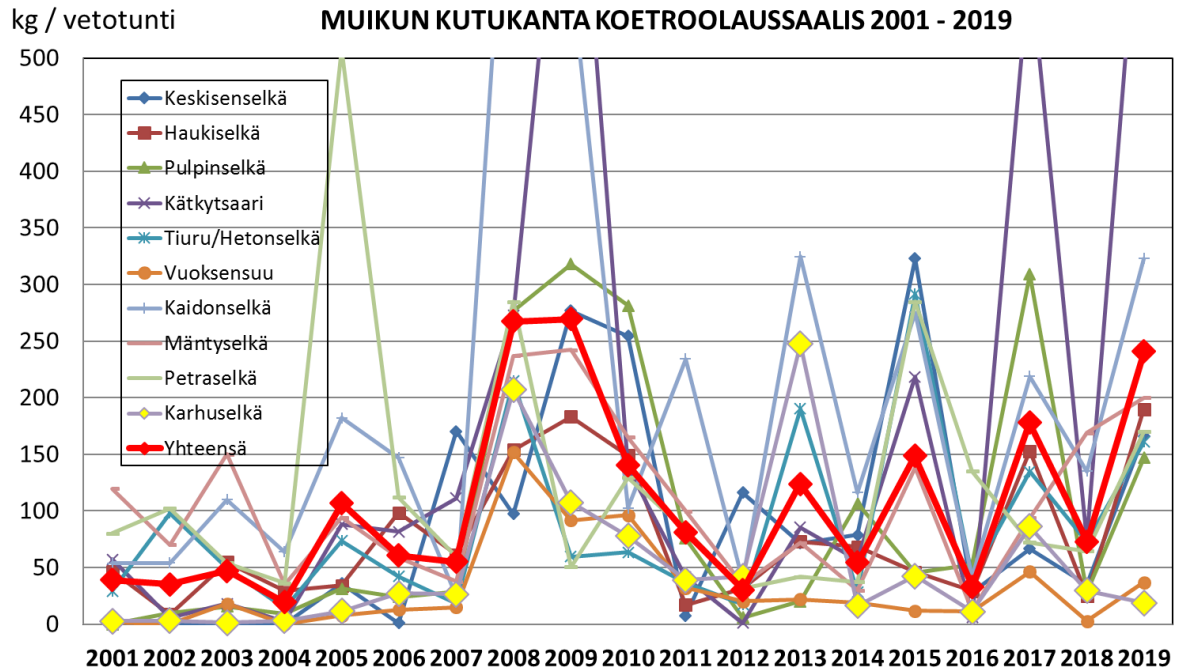
Koko Etelä-Saimaalla vuoden 2019 muikun kutukannan yksikkösaalis (240,8 kg/vetotunti) oli 145 % suurempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018 (99,0 kg/vetotunti). Suurimmat kokonaisyksikkösaaliit saatiin Kätkyisaaren ja Kaidonselältä (704 ja 323 kg/vetotunti). Pienimmät yksikkösaaliit saatiin Karhuselältä ja Vuoksensuulta (18,7 ja 36,9 kg/vetotunti). Muilla alueilla saaliit olivat välillä 146 - 200 kg/vetotunti. Kutukannan yksikkösaalis on kalataloustarkkailun ajan (2001 – 2019) kolmanneksi suurin (katso kuva 8).

Taulukko 5. Etelä-Saimaan vuonna 2019 ja vuosina 2001 – 2018 tehtyjen koetroolausten muikun- ja siian yksikkösaaliit (kg/vetotunti) alueittain.

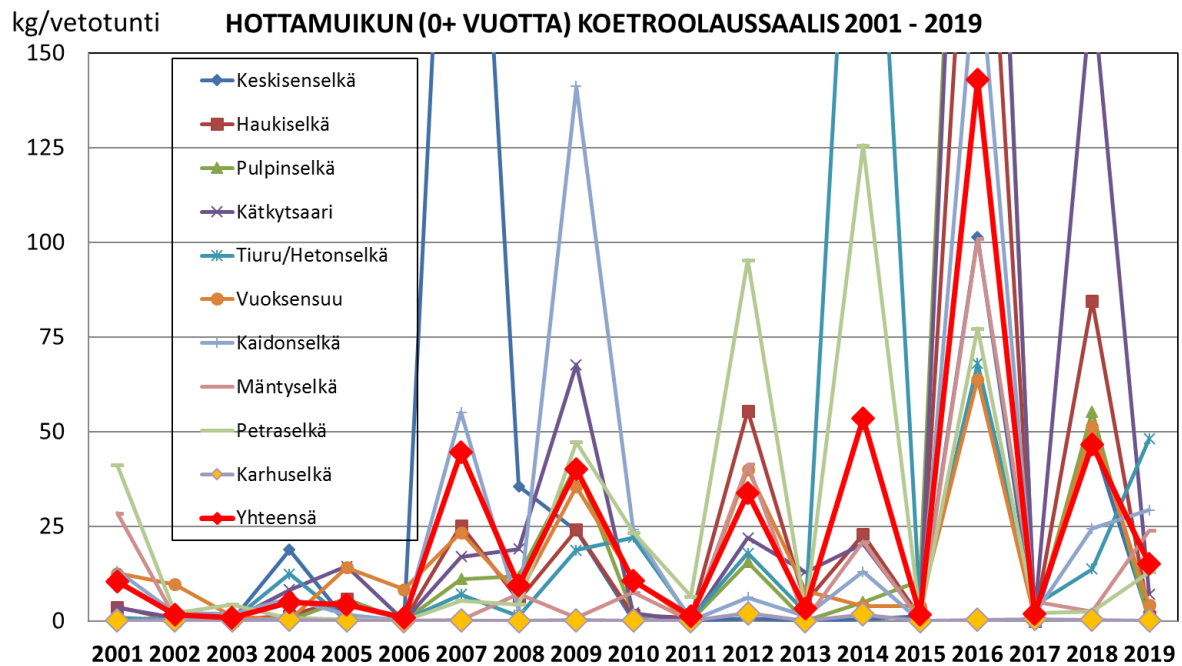
Muikun- ja siian yksikkösaaliit (kg/vetotunti) 2019 ja 2001 – 2018						
Alue	Muikku kutukanta		Hottamuikku		Siika	
	2019	01-18	2019	01-18	2019	01-18
1. Keskisenselmä	165,9	86,8	0,6	29,5	0	0,2
2. Haukiselkä	189,8	70,1	1,2	26,9	0	1,5
3. Pulpinselkä	146,7	90,9	0,0	28,3	0,2	1,2
4A. Kätkyisaari	703,6	146,3	7,1	39,0	0	1,7
4B. Tiurun-Hetonselkä	160,8	81,9	48,1	24,7	1,9	6,9
5. Vuoksensuu	36,9	31,1	4,1	15,9	0,9	2,5
6. Kaidonselkä	322,7	193,1	29,2	26,3	0,1	5,3
7. Mäntyselkä	200,0	103,3	23,8	11,4	0,3	5,2
8. Petraselkä	170,1	120,4	12,8	23,4	0,7	4,2
9. Karhuselkä	18,7	52,9	0,01	0,3	0,6	5,4
Keskiarvo	240,8	99,0	15,1	22,7	0,5	3,5

Hottamuikku

Vuonna 2019 hottamuikkujen saaliit (15,1 kg/vetotunti) olivat noin 27 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 - 2018. Vuoden 2019 suurimmat hottamuikun yksikkösaaliit saatiin Tiurun-Heton-, Kaidon- ja Mäntyselkä (23 - 48 kg/vetotunti). Vuoksensuulla ja Kätkyisaarelle ja Petraselällä saaliit olivat välillä 4 - 13 kg/vetotunti. Muilla alueilla saaliit olivat alle 1,5 kg/vetotunti. Syksyn hottamuikkujen yksikkösaaliiden perusteella, muikun 2019-vuosiluokka on keskinkertainen ja kalataloustarkkailun ajan (2001 – 2019) seitsemänneksi suurin (katso kuva 9).



Kuva 8. Muikun kutukannan yksikkösaalis eri osa-alueiden koetroolauksissa Etelä-Saimaalla vuosina 2001 - 2019.



Kuva 9. Etelä-Saimaan hottamuikkujen yksikkösaaliit (kg/vetotunti) koetroolauksissa eri osa-alueilla vuonna 2001 - 2019.

3.3.2. Muikun kasvu

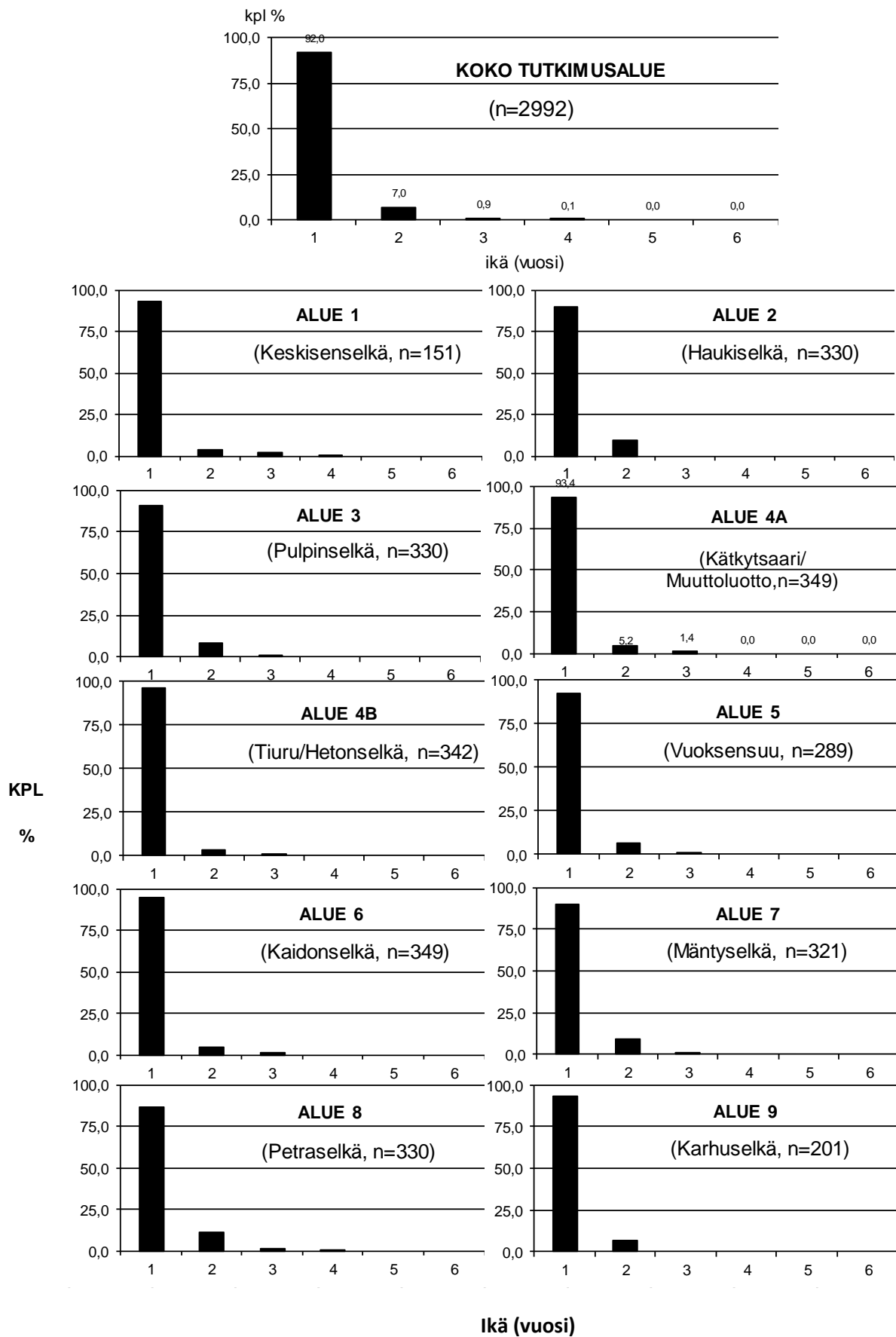
Muikun pituuskasvu vuonna 2019 osa-alueittain on esitetty taulukossa 6. Niin kuin vuonna 2001 - 2018 muikun kasvu on nopeinta Etelä-Saimaan eteläisimmillä alueilla ja hitainta Kyläniemen pohjoispuolella. Syynä siihen ovat todennäköisesti muikkukantojen pienemmät tiheydet ja parempi ravintotilanne eteläisimmillä alueilla. Muikkukantojen ollessa tiheitä, kasvu on hitaampaa kuin pienten muikkukantojen aikana (Helminen ym. 1997; Karjalainen ym. 2001).

Taulukko 6. Muikun keskimääräinen pituus (cm) ja paino(g) eri osa-alueilla syyskuussa Etelä-Saimaalla vuonna 2019.

Alue / ikäluokka	ikä (vuotta)			
	0+ (hotta)	1+	2+	3+
1. Keskisenselkä	10,9 cm / 7,0 g	13,7 cm	16,1 cm	-
2. Haukiselkä	9,5 cm / 6,5 g	12,9 cm	15,1 cm	-
3. Pulpinselkä	9,0 cm / 4,2 g	12,8 cm	15,6 cm	-
4A. Kätkytsaari	9,6 cm / 6,2 g	11,9 cm	14,9 cm	-
4B. Tiuru/Hetonselkä	9,7 cm / 6,2 g	11,5 cm	13,9 cm	-
5. Vuoksensuu	10,6 cm / 8,6 g	12,6 cm	15,4 cm	-
6. Kaidonselkä	9,1 cm / 4,4 g	11,5 cm	13,6 cm	15,7 cm
7. Mänty-Ilkonselkä	9,2 cm / 4,4 g	11,2 cm	13,3 cm	14,7 cm
8. Hietas.-Petraselkä	8,2 cm / 3,3 g	10,4 cm	13,0 cm	14,5 cm
9. Karhuselkä	10,4 cm / 8,8 g	13,7 cm	16,7 cm	-
Keskiarvo 2019	9,5 cm / 6,0 g	12,2 cm	14,8 cm	15,0 cm
Keskiarvo 2018	8,8 cm / 4,9 g	12,9 cm	14,7 cm	17,0 cm
Keskiarvo 2017	9,2 cm / 5,3 g	12,7 cm	15,8 cm	18,9 cm
Keskiarvo 2016	9,1 cm / 5,2 g	14,4 cm	16,1 cm	17,8 cm
Keskiarvo 2015	11,0 cm	14,6 cm	16,5 cm	18,2 cm
Keskiarvo 2014	9,7 cm	14,4 cm	16,1 cm	19,1cm
Keskiarvo 2013	9,3 cm	14,2 cm	17,0 cm	19,4 cm
Keskiarvo 2012	10,6 cm / 8,1 g	14,1 cm / 22 g	15,8 cm / 30 g	17,2 cm / 39 g
Keskiarvo 2011	9,5 cm / 6,1 g	13,1 cm / 18 g	15,2 cm / 28 g	16,9 cm / 38 g
Keskiarvo 2010	9,1 cm / 4,9 g	12,9 cm / 16 g	15,1 cm / 27 g	17,2 cm / 36 g
Keskiarvo 2009	8,8 cm / 4,8 g	13,3 cm / 15 g	14,8 cm / 24 g	16,8 cm / 38 g
Keskiarvo 2008	9,4 cm / 5,5 g	13,5 cm / 19 g	17,9 cm / 37 g	18,9 cm / 45 g

3.3.3. Muikun kutukannan ikäjakauma

Koko Etelä-Saimaan ja alueittainen muikun kutukannan ikäjakauma vuonna 2019 on esitetty kuvassa 10. Muikun 1+ vuotiaiden osuus oli 92 % saaliista, 2+ vuotiaiden osuus 7 % ja 3+ vuotiaiden osuus 0,9 %. Erittäin vahva vuoden 2018 vuosiluokka (1- vuotiaat) on hyvin nähtävissä kaikkien alueiden saaliissa.

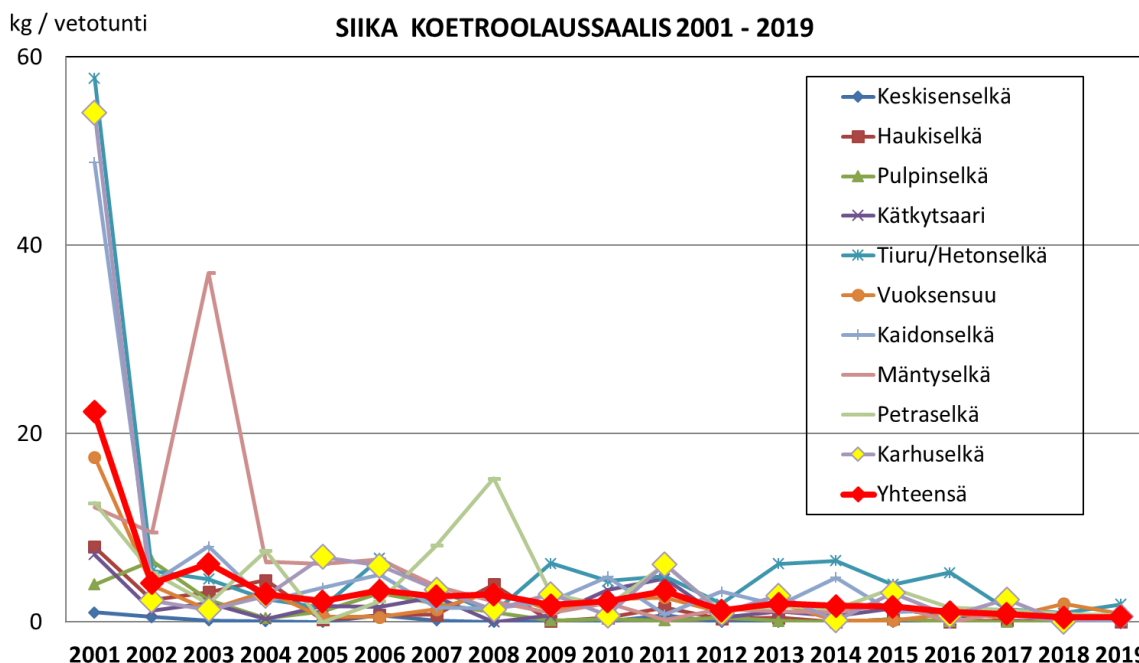


Kuva 10. Etelä-Saimaan muiden kutukannan ikäjakaumat alueittain vuonna 2019.

3.4. Siian populaatioseuranta

3.4.1. Siian yksikkösaaliit

Vuosien 2001 - 2019 siian yksikkösaaliit (kg/vetotunti) eri osa-alueiden koetroolauksissa on esitetty taulukossa 5, kuvassa 11 ja liitteessä I.



Kuva 11. Siian yksikkösaalis (kg/vetotunti) eri osa-alueiden koetroolauksissa Etelä-Saimaalla vuosina 2001 - 2019.

Vuoden 2019 siian saaliit (0,5 kg/vetotunti) olivat 87 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 - 2018. Siikaa saatiin kaikilla osa-alueilla lukuun ottamatta Kätkytsaarelle, Keskisen- ja Haukisensellä. Vuoden 2019 siian yksikkösaaliit olivat välillä 0 – 1,9 kg/vetotunti.

Etelä – Saimaalla ja Vuoksessa esiintyy useita siikamuotoja, joiden ravinnon käyttö voi erota toisistaan. Siikamuodot erotetaan rakenteellisesti toisistaan pääasiassa kiduskaaren siivilähampaiden lukumäärän perusteella (Kaukoranta ym. 1998).

Tiheäsiivilähampaiset (siivilähampaita yli 40) siikamuodot syövät koko ikänsä eläinplanktonia. Harvahiivilähampaiset (alle 30) siirtyvät poikasvaiheen jälkeen pohjaeläinravintoon. Muut siikamuodot (30 – 40) syövät sekä eläinplanktonia että pohjaeläimiä.

Etelä – Saimaalla yleisin on ns. tuppisiika (pikkusiika), jolla on keskimäärin 29 – 37 siivilähampasta / kiduskaari. Tuppisiika on hidaskasvuinen siikamuoto. Etelä – Saimaalla ja Vuoksessa esiintyy myös jonkin verran istutettua planktonsiikaa.

Taulukko 7. Siikamuodot siivilähampaiden perusteella (Kaukoranta ym. 1998).

Siikamuoto	Siivilähampaita	Kutualue
Pohjasiika	18 – 22	Joki ja järvi
Karisiika	23 – 31	Järvi
Vaellusiika	27 - 31	Joki
Tuppisiika	29 - 37	Järvi
Järvisiika	40 - 45	Järvi
Planktonsiika	50 - 56	Joki
Peledsiika	50 - 65	Järvi

Vuosina 2001 – 2005 saatiin myös muutamia siikoja, joiden kiduskaaren siivilähampaiden lukumäärä oli välillä 40 – 45. Istutuksilla on paikoin sekoitettu keskenään siikamuotoja ja -kantoja sekä muutettu niiden levinneisyysalueita. Osa alkuperäisistä järvi- ja planktonsiikakannoista on uhanalaisia (Kaukoranta ym. 1998).

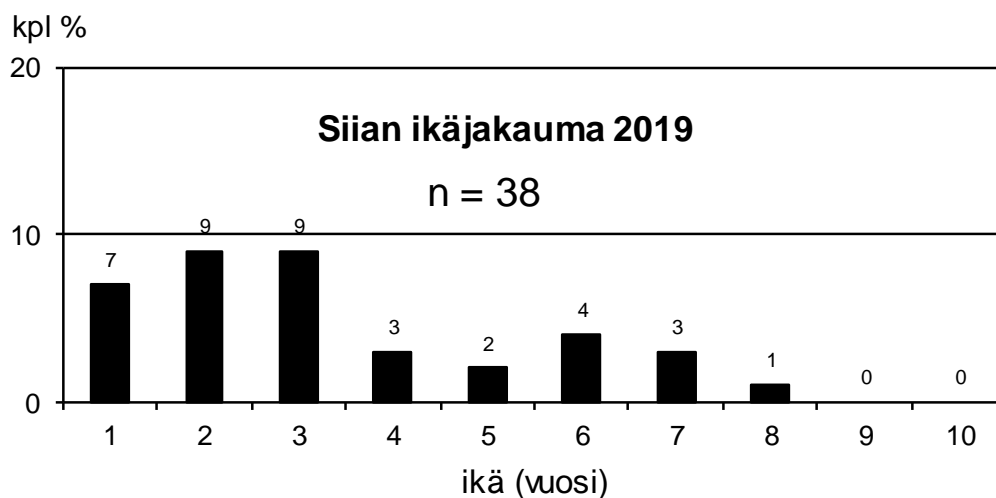
Tuppisiika (pikkusiika) ja planktonsiika

Vuonna 2001 – 2006 tuppisiian osuus oli noin 92 - 99 % kokonaissiikasaaliista. Noin 1 - 8 % oli planktonsiikaa. Planktonsiikaa (istutettu laji) esiintyi eniten Vuoksessa (20 - 50 %). Vuonna 2007 - 2019 emme saaneet planktonsiikaa troolisaaliissa. Verkkokirjanpitokalastajat ovat välillä vielä saaneet planktonsiikoja itäisen Pien-Saimaan alueelle.

3.4.2. Siikapopulaatioiden ikäjakauma ja kasvu

Taulukko 8. Tuppisiian keskimääräinen pituus (cm) ja paino (g) elo-syyskuussa 2019.

Alue / ikäluokka	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
pituus (cm)	15,0	22,5	25,5	29,7	31,8	31,4	32,0	34,0
paino (gramma)	30	92	136	227	285	270	273	341



Kuva 12. Etelä-Saimaan siikapopulaation ikäjakauma vuonna 2019.

3.4.3. Haukimadon esiintyminen siassa

Haukimato (*Triaenophorus-crassus*) kuuluu heisimatoihin ja sen elinkierto on sisältyä neljä eri toukkavaihetta ja kolme eri isäntää. Loisen munat vapautuvat veteen pääisännän, hauen, suoletta sen saapuessa kutemaan ranta-alueille keväällä jäiden lähdön jälkeen. Munista kuoriutuneet toukat joutuvat hankajalkaisten ravinnoksi ja kehittyvät niiden ruumiinontelossa. Loiset hankajalkaiset joutuvat puolestaan siikojen ja muikkujen saaliiksi. Haukimatoja esiintyy usein lohisukuisten kalojen lihaksessa, varsinkin siialla. Toukat ovat sykkyrällä, usein selkäevän juuressa. Haukimadot ovat ihmiselle vaarattomia. Haukimatoa esiintyi siialla kaikkialla Saimaalla. Muikusta loista tavattiin vain satunnaisesti (Pulkkinen, 1999). Haukimadon loisella ei yleensä ole vaikutusta kalan terveyteen, mutta ne muodostavat elintarvike-hygieenisen ongelman, koska elintarvikkeiksi käytettävässä kalassa ei saisi esiintyä näkyviä loisia.

Haukimadon esiintyminen siassa Etelä-Saimaalla v. 2006 - 2018 on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 9. Haukimato siassa Etelä-Saimaalla vuonna 2018, 2017, 2015, 2011, 2007 ja 2006.

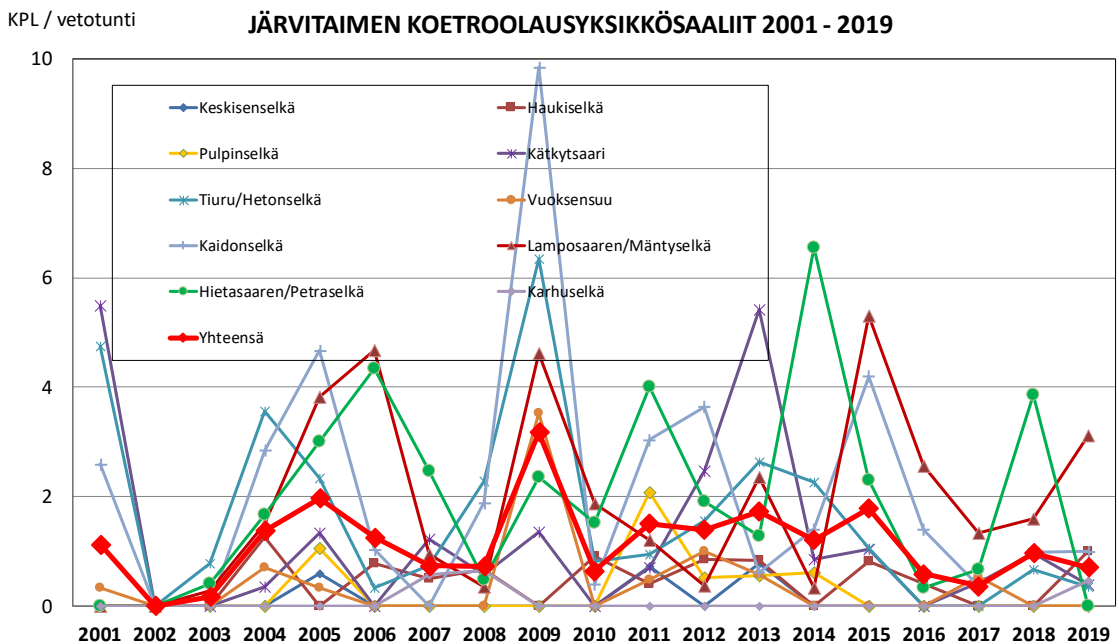
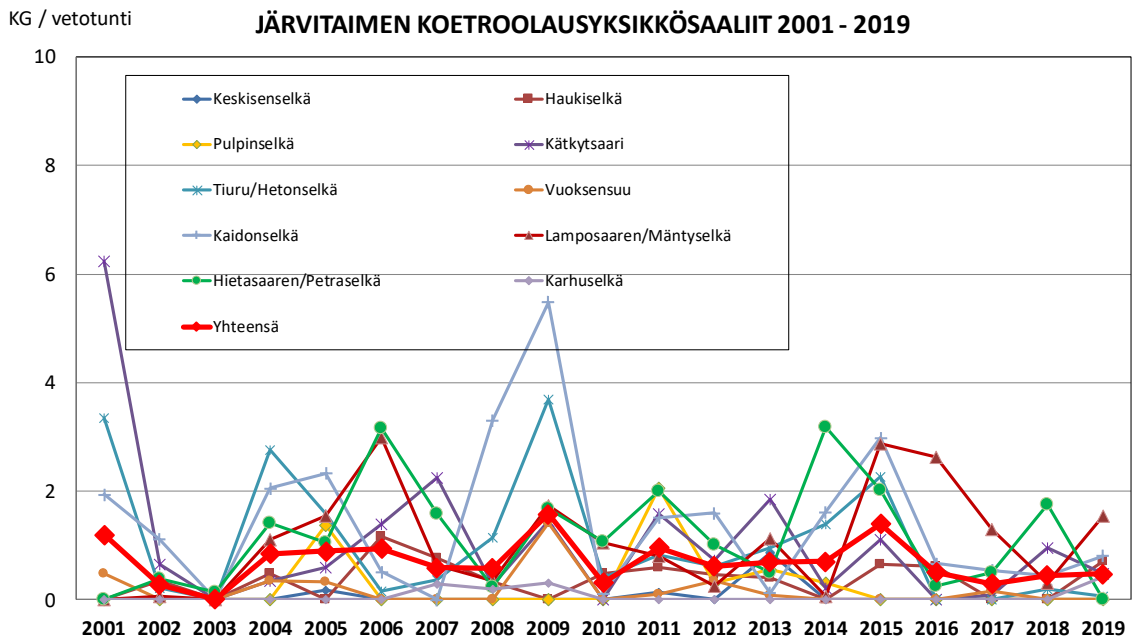
Alue	Näyte- määrä	Haukimato-positiivi (%)					
	2018 (n)	2018 (n=56)	2017 (n=102)	2015 (n=188)	2011 (n = 298)	2007 (n = 50)	2006 (n = 302)
1. Keskisenselmä	0	-	-	-	100	60	-
2. Haukiselkä	0	-	0	13	-	100	100
3. Pulpinselkä	0	-	-	0	100	100	89
4A. Kätkytsaari	1	100	33	72	88	100	94
4B. Tiurun/Hetonselkä	17	24	55	57	82	100	96
5. Vuoksensuu	16	50	0	100	91	80	93
6. Kaidonselkä	2	0	22	38	91	100	94
7. Mäntyselkä	9	22	39	58	100	80	89
8. Petraselkä	11	27	5	67	73	100	86
9. Karhuselkä	0	-	59	47	79	80	92
Keskiarvo		32	36	52	84	90	93

3.5. Muiden lajien yksikkösaaliit

3.5.1. Lohikalat

Järvitaimen

Vuonna 2019 järvitaimenta esiintyi koetroolaussaaliissa Haukiselällä (3 kpl), Kätkytsaarella (1 kpl; 0,5 kg/vetotunti), Tiurun/Hetonselällä (1 kpl; 0,1 kg/vetotunti), Kaidonselällä (3 kpl; 0,8 kg/vetotunti) Mäntyselällä (9 kpl; 1,6 kg/vetotunti) ja Karhuselällä (1 kpl; 0,4 kg/vetotunti). Muilla alueilla ei saatu järvitaimenta vuonna 2019. Saaliit olivat vuonna 2019 välillä 0,1 – 1,6 kg/vetotunti. Yhteensä saatiin vuonna 2019 18 kpl järvitaimenta josta 14 oli alamittaisia (< 50 cm) ja 4 kpl mittakaloja. Kaikki kalat olivat rasvaeväleikattuja. Kuvassa 13 – 14 ja taulukossa 10 on esitetty järvitaimenen koetroolauksen yksikkösaaliit (kg ja kpl / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019. Kaikki järvitaimenet palautettiin takaisin järveen.



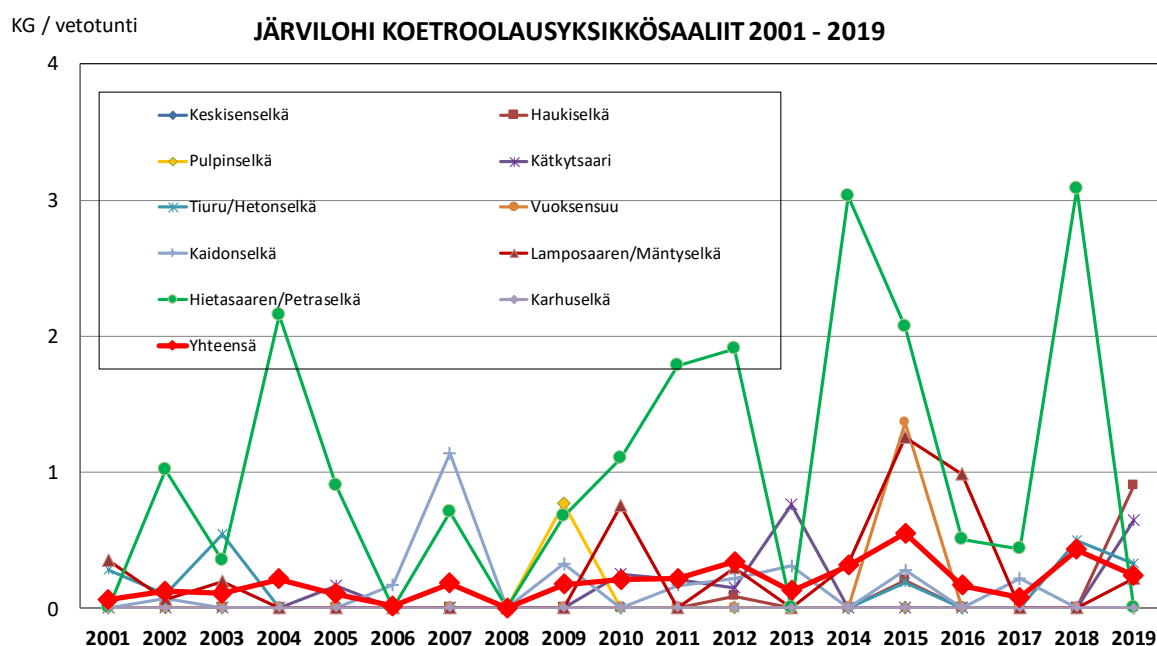
Kuvat 13 – 14. Järvitaimenen koetroolauksen yksikkösaaliit (kg ja kpl / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

Taulukko 10. Järvitaimenen koetroolauksen kokonais- ja yksikkösaaliit (kpl) vuosina 2001 – 2019 (yhteensä 570 koevetoa / 486 vetotuntia)

	veto- aika	kokonais- saalis	yksikkö- saalis	pituus	pituus	alamitta
Alue	<i>tunti</i>	<i>kpl</i>	<i>kpl/tunti</i>	<i>kpl mittakala</i>	<i>kpl alamitta</i>	<i>kpl %</i>
1. Keskisenselkä	28,0	3	0,1	1	2	67
2. Haukiselkä	49,6	23	0,5	4	19	83
3. Pulpinselkä	40,3	10	0,2	1	9	90
4A. Kätkytsaari	48,1	57	1,2	16	41	72
4B. Tiuru/Hetonselkä	56,7	95	1,7	19	76	80
5. Vuoksensuu	43,3	14	0,3	2	12	86
6. Kaidonselkä	53,8	112	2,1	21	91	81
7. Lampos./Mäntyselkä	66,7	121	1,8	19	102	84
8. Hietas./Petraselkä	65,4	113	1,7	9	104	92
9. Karhuselkä	34,5	3	0,1	1	2	67
Yhteensä	486,3	551	1,1	93	458	83

Järvilohi

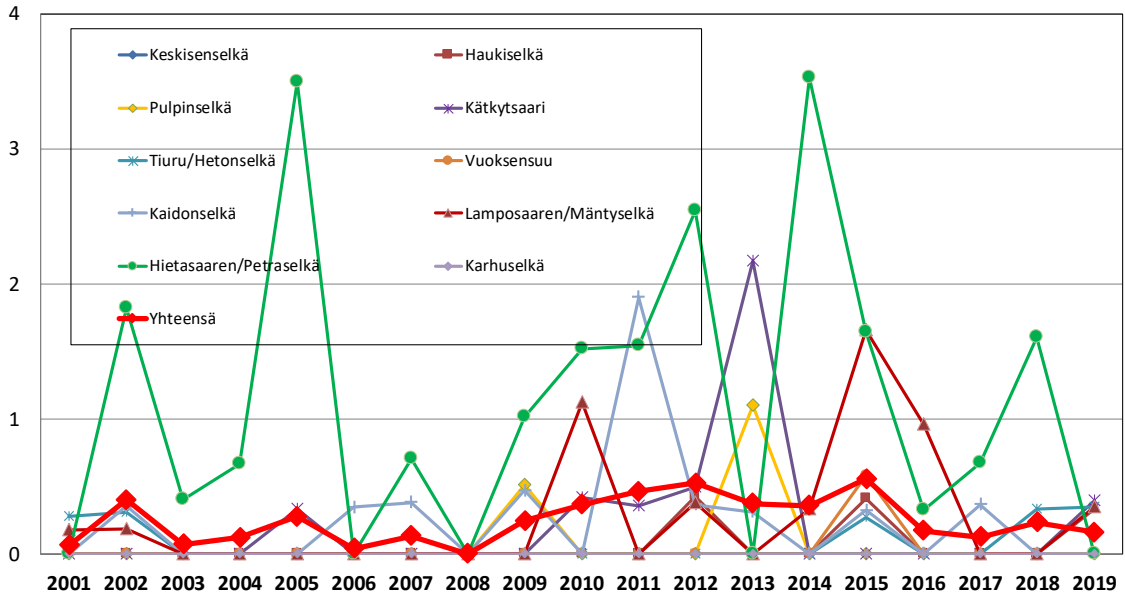
Vuonna 2019 järvilohia esiintyi koetroolisaalissa Haukiselällä (1 kpl; 0,9 kg/vetotunti) Kätkytsaarella (1 kpl; 0,6 kg/vetotunti) Tiurun-Hetonselällä (1 kpl; 0,3 kg/vetotunti) ja Mäntyselällä (1 kpl; 0,2 kg/vetotunti). Muilla alueilla ei saatu järvilohia vuonna 2019. Vuonna 2019 saatiin yhteensä 4 kpl rasvaeväleikattuja järvilohia, joista 2 kpl oli alamittaisia (< 60 cm) ja 2 kpl oli mittakaloja. Kuvassa 15 – 16 ja taulukossa 11 on esitetty järvilohen koetroolauksen yksikkösaaliit (kg ja kpl / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019. Kaikki järvilohet palautettiin takaisin järveen.



Kuva 15. Järvilohen koetroolauksen yksikkösaaliit (kg / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

KPL / vetotunti

JÄRVILOHI KOETROOLAUUSYKSIKÖSAALIIT 2001 - 2019



Kuva 16. Järviolen koetroolauksen yksikkösaaliit (kpl / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

Taulukko 11. Järviolen koetroolauksen kokonais- ja yksikkösaaliit (kpl) vuosina 2001 – 2019 (yhteensä 570 koevetoa / 486,3 vetotuntia)

	veto- aika	kokonais- saalis	yksikkö saalis	pituus	pituus	alamitta
Alue	<i>tunti</i>	<i>kpl</i>	<i>kpl/tunti</i>	<i>kpl mittakala</i>	<i>kpl alamitta</i>	<i>kpl %</i>
1. Keskisenselkä	28,0	0	0,00	0	0	-
2. Haukiselkä	49,6	3	0,06	1	2	67
3. Pulpinselkä	40,3	3	0,07	1	2	67
4A. Kätkytsaari	48,1	11	0,23	1	10	91
4B. Tiuru/Hetonselkä	56,7	5	0,09	1	4	80
5. Vuoksensuu	43,3	1	0,02	1	0	0
6. Kaidonselkä	53,8	13	0,24	1	12	92
7. Lampos./Mäntyselkä	66,7	16	0,24	1	15	94
8. Hietas./Petraselkä	65,4	65	0,99	8	57	88
9. Karhuselkä	34,5	0	0,00	0	0	-
Yhteensä	486,3	117	0,24	15	102	87

Nieriä

Nieriää ei saatu vuoden 2019 koetrollauksissa. Taulukossa 12 on esitetty nieriän koetrollauksen yksikkösaaliit (kpl / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

Taulukko 12. Nieriän koetrollauksen kokonais- ja yksikkösaaliit (kpl) vuosina 2001 – 2019 (yhteensä 570 koevetoa / 486,3 vetotuntia)

	veto- aika	kokonais- saalis	yksikkö- saalis	pituus	pituus	alamitta
Alue	<i>tunti</i>	<i>kpl</i>	<i>kpl/tunti</i>	<i>kpl mittakala</i>	<i>kpl alamitta</i>	<i>kpl %</i>
1. Keskisenselmä	28,0	0	0,000	0	0	-
2. Haukiselkä	49,6	1	0,020	0	1	100
3. Pulpinselkä	40,3	0	0,000	0	0	-
4A. Kätkytsaari	48,1	0	0,000	0	0	-
4B. Tiuru/Hetonselkä	56,7	0	0,000	0	0	-
5. Vuoksensuu	43,3	1	0,023	0	1	100
6. Kaidonselkä	53,8	4	0,074	0	4	100
7. Lampos./Mäntyselkä	66,7	1	0,015	0	1	100
8. Hietas./Petraselkä	65,4	4	0,061	0	4	100
9. Karhuselkä	34,5	0	0,000	0	0	-
Yhteensä	486,3	11	0,023	0	11	100

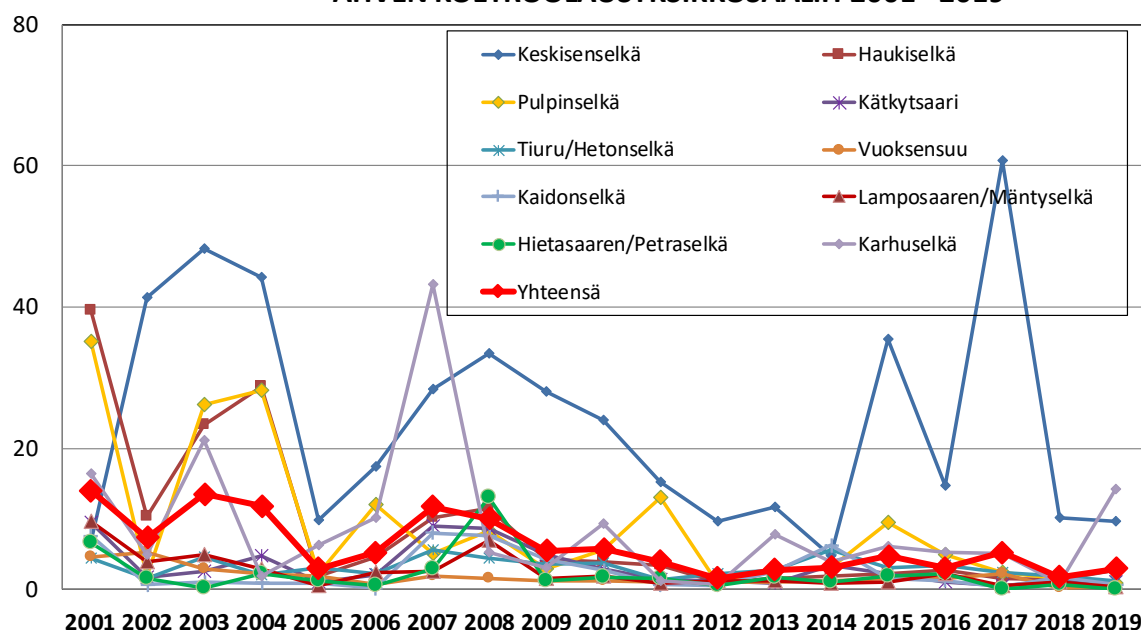
3.5.2. Ahven ja kuha

Ahven

Ahventa esiintyi kaikilla alueilla. Ahvenen suurimmat yksikkösaaliit saatiin Laihian-, Keskisen- ja Karhuselällä (25,2 ja 10,1 ja 14,2 kg/vetotunti). Toisilla alueilla ahvenen yksikkösaaliit vaihtelivat 0,1 – 5,9 kg/vetotunti. Ahvenen kokonaisyksikkösaalis (2,9 kg/vetotunti) vuonna 2019 oli noin 48 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2019 (5,6 kg/vetotunti).

KG / vetotunti

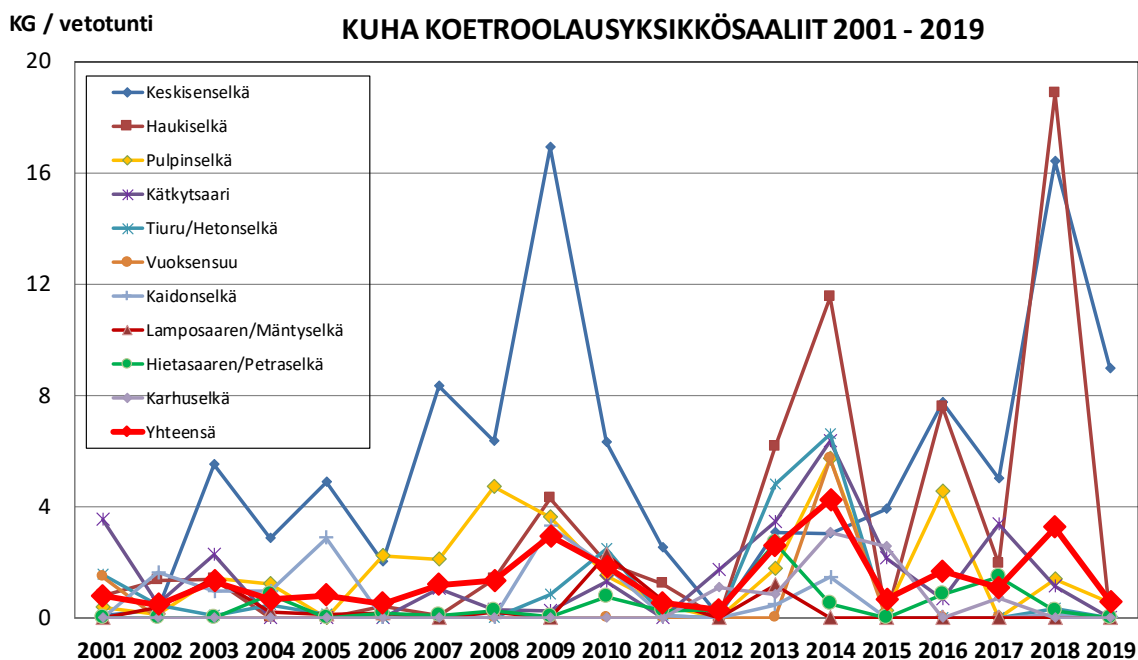
AHVEN KOETROLLAUSYKSIKÖSAALIIT 2001 - 2019



Kuva 17. Ahvenen koetrollauksen yksikkösaaliit (kg / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

Kuha

Kuhan suurimmat yksikkösaaliit saatiin Laihianselällä ja Keskisenselällä (8,6 – 9,0 kg/vetotunti). Honkalahdella, Enson edustalla ja Pulpinselällä kuhan yksikkösaalis oli välillä 0,1 – 1,0 kg/vetotunti. Muilla alueilla ei saatu kuhaa vuonna 2019. Kuhan kokonaisyksikkösaalis (0,6 kg/vetotunti) vuonna 2019 oli noin puolet pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018 (1,2 kg/vetotunti).

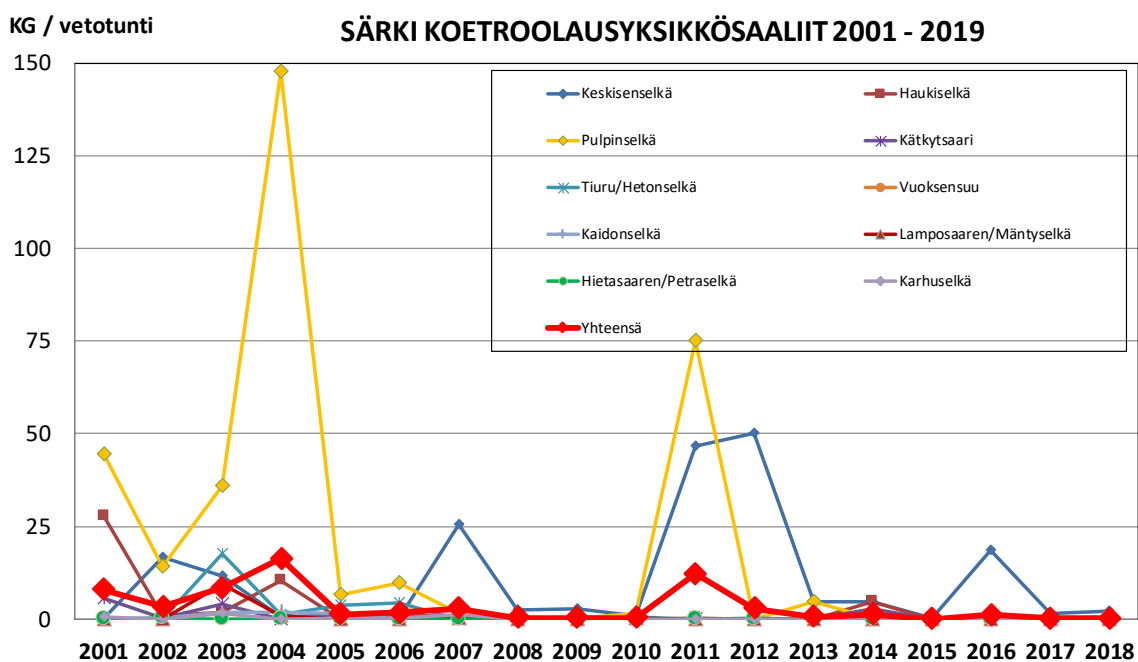


Kuva 18. Kuhan koetroolauksen yksikkösaaliit (kg / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

3.5.3. Särki ja salakka

Särki

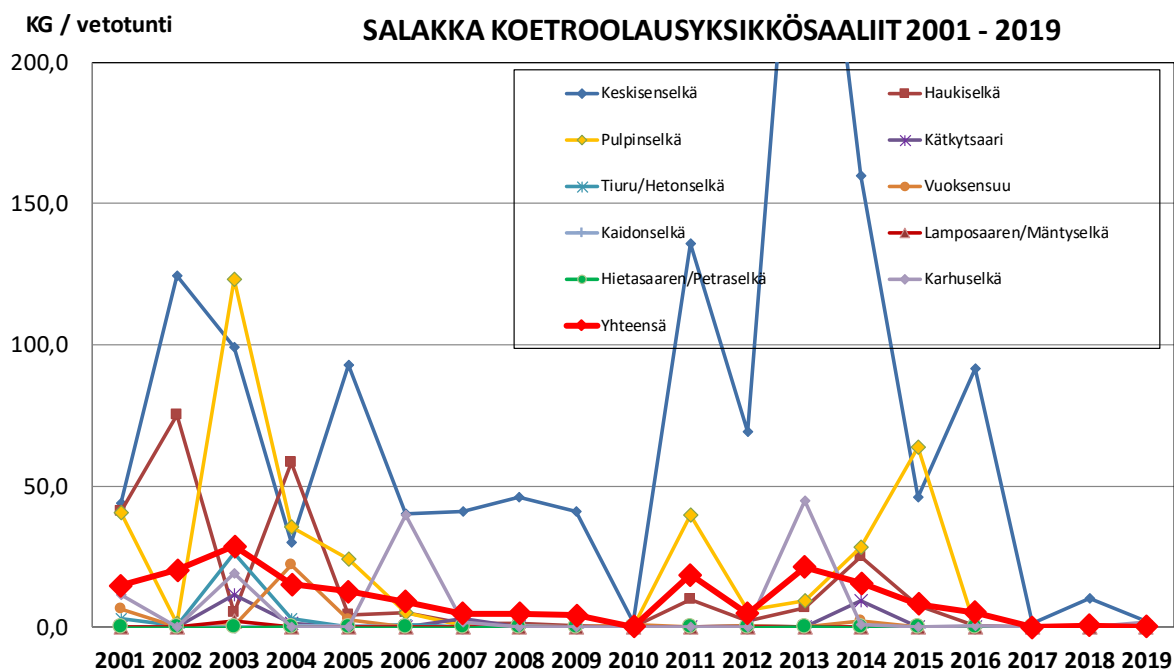
Vuonna 2019 särkeä esiintyi koetroolisaalissa Laihianselällä (28,7 kg/vetotunti), Keskisenselällä Haukiselällä ja Karhuselällä (0,1 – 0,4 kg/t).



Kuva 19. Särjen koetroolauksen yksikkösaaliit (kg / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

Salakka

Salakkaa esiintyi rehevöityneellä alueella. Vuonna 2019 salakkaa esiintyi koetroolisaalissa Laihianselällä (2,0 kg/vetotunti), Keskisenselällä (2,1 kg/vetotunti), Karhuselällä (18 kg/vetotunti) ja Honkalahdella (0,2kg/t). Muilla alueilla ei saatu salakkaa vuonna 2019.



Kuva 20. Salakan koetroolauksen yksikkösaaliit (kg / vetotunti) alueittain vuosina 2001 – 2019.

3.5.4. Muut kalalajit

Lahna

Lahnaa ei esiintynyt vuoden 2019 koetroolauksessa.

Kuore

Kuoretta ja varsinkin kuoreenpoikasia esiintyi melkein kaikilla alueilla. Niiden todellisia määriä on vaikea arvioida, koska poikaset menevät trooliverkon läpi. Kuoreen yksikkösaaliit olivat välillä 0,01 – 0,3 kg/vetotunti.

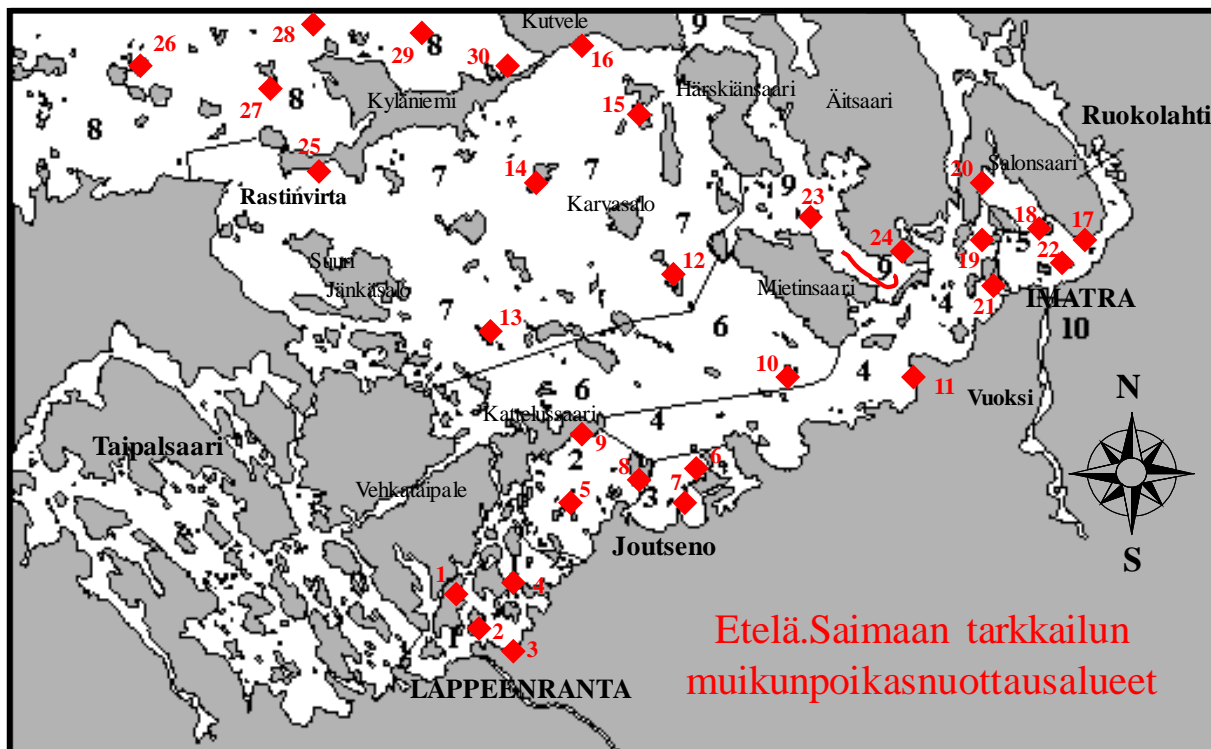
Hauki

Haukia esiintyi vuonna 2019 koetroolauksessa Laihian-, Keskisen- ja Pulpinselällä (0,3 – 1,5 kg/vetotunti). Muilla alueilla ei saatu haukea.

4. VASTAKUORIUTUNEIDEN MUIKUN- JA SIIANPOIKASTEN NUOTTAUKSET

4.1. Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet

Vuosien 2001 - 2019 vastakuoriutuneiden muikun ja sianpoikasten alueellista esiintymistä, poikastiheyksiä, kasvua ja kuolleisuutta selvitettiin 30 näytealueella (kuva 21).



Kuva 21. Muikun ja sian poikasnuottausalueet Etelä-Saimaalla keväällä 2001 - 2019.

Vuonna 2019 nuotattiin yhteensä 180 kertaa (Taulukko 13). Ensimmäiset näytteet (90 vetoa) otettiin heti jäiden lähdön jälkeen (6. - 15.5.2019). Seuraavat näytteet (90 vetoa) kerättiin samoilta alueilta toukokuun lopussa (30.5. - 3.6.2019). Nuottauksia tehtiin kullakin näytealueella 3 kohdassa. Näytteet otettiin avoperäisellä poikasnuotalla rantavyöhykkeiltä. Käytetty nuotta oli 1,5 m korkea ja sen siivet olivat 9,5 m pitkiä. Nuotan perä oli 3 mm:n havasta ja pussi oli tehty valoverhosta.

Poikaset säilöttiin (etanoli 70 %) myöhempää käsittelyä varten. Muikunpoikaset eroteltiin sianpoikasista lihasjaokkeiden lukumäärän ja pigmentoitumisen perusteella (Karjalainen, 1992). Poikaset laskettiin lajeittain ja vedoittain. Jos näytemäärä oli suuri (>500 kpl), otettiin otosnäyte.

Taulukko 13. Poikasnuottausten nuottausalueet ja vetojen määrä Etelä-Saimaalla (6.-15.5.2019 ja 30.5.–3.6.2019).

Alue / paikka		6.-15.5.2019 vetoja	30.5.–3.6.2019 vetoja
Alue 1 Kaukaan lähialue (1-5 km)	1. Tuosansaari	3	3
	2. Riutansaari	3	3
	3. Murheistenranta	3	3
	4. Kohusaari	3	3
Alue 2 Kaukaan lähialue (5-15 km)	5. Mustasaari	3	3
	8. Suur-Suomensalo	3	3
	9. Päihänniemi	3	3
Alue 3 Pulpin lähialue (0-3 km)	7. Kankainen	3	3
	25. Muukonsaari	3	3
Alue 5 Stora-Enson lähialue (0-5 km)	17. Laurinniemi	3	3
	18. Vatavalkama	3	3
	20. Suikkala	3	3
	22. Haukkasaari	3	3
Alueet 4,6,9 Välialueet	10. Satamosaari	3	3
	11. Tiuruniemi	3	3
	19. Viitanen	3	3
	21. Mikon/Malonsaari	3	3
	23. Vepsä	3	3
	24. Vilkonmäki	3	3
Alue 7 Vertailualue	12. Pullikainen	3	3
	13. Ilkonsaaret	3	3
	14. Suuri Mäntysaari	3	3
	15. Pieni Lintusaari	3	3
	16. Huuhanhiekkä	3	3
	26. Rastinvirta	3	3
Alue 8 Vertailualue	27. Hietasaari	3	3
	28. Pajusaari	3	3
	29. Petrasaari	3	3
	30. Myhkiö	3	3
	31. Kutvele	3	3
Yhteensä		90	90



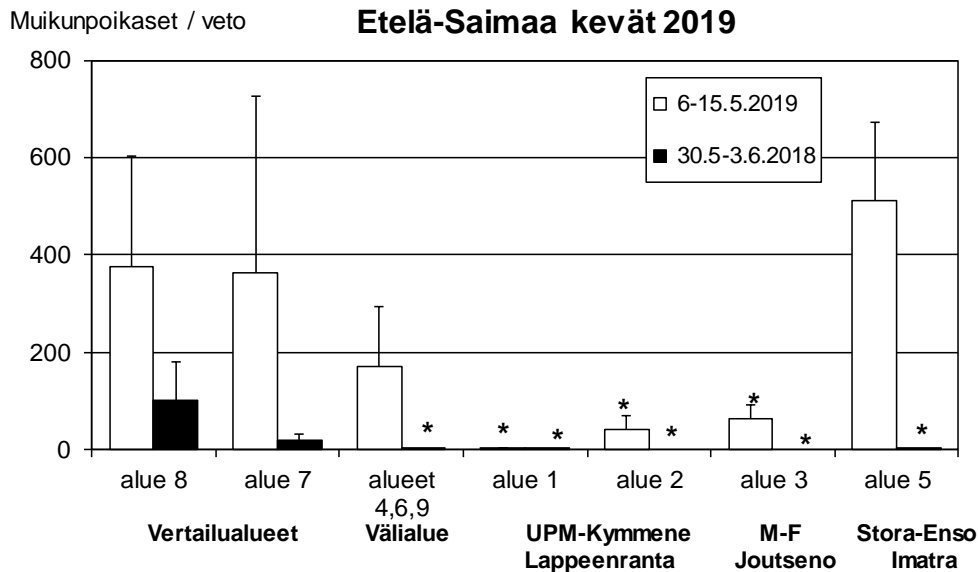
Kuvat 22 – 25. Kuvakooste muikunpoikasnuottauksista, nuotanvetoa, muikunpoikassaalis ja otosnäytteen purkitus 70 % etanoliin.

4.2. Muikunpoikasten esiintyminen

Vuoden 2019 muikunpoikasten keskimääräinen saalis (kpl/veto ± keskivirhe) on esitetty kuvassa 26. Näytepistekohtaiset saaliit on esitetty liitteessä 2.

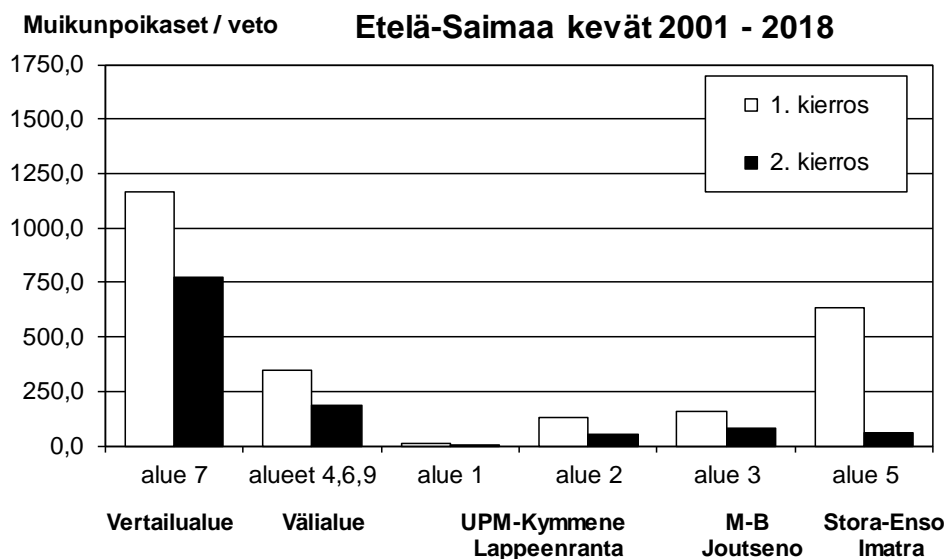
Ensimmäisenä näytteenotokertana saatiin kaikilta osa-alueilta muikunpoikasia (keskimäärin 3 – 378 kpl/veto). UPM-Kymmene ja Metsä-Fibre tehtaiden vaikutusalueilla muikunpoikassaaliit (3 – 65 kpl/veto) olivat merkittävästi pienemmät verrattuna vertailualueisiin (364 - 378 kpl/veto). Stora-Enson vaikutusalueen poikassaaliit eivät olleet merkittävästi erilaisia kuin vertailualueilla.

Toisella näytteenotokerralla kaikki tehtaiden vaikutusalueiden ja välialueen poikassaaliit (0 – 0,4 kpl/veto) olivat merkittävästi pienemmät verrattuna vertailualueisiin, jossa poikassaaliit olivat 19 – 103 kpl / veto.



Kuva 26. Muikunpoikasten keskimääräinen saalis (kpl/veto ± keskivirhe) osa-alueittain toukokuun alussa ja loppupuolella Etelä-Saimaalla vuonna 2019 (* = Kruskal-Wallis $p < 0.05$, verrattuna vertailualue).

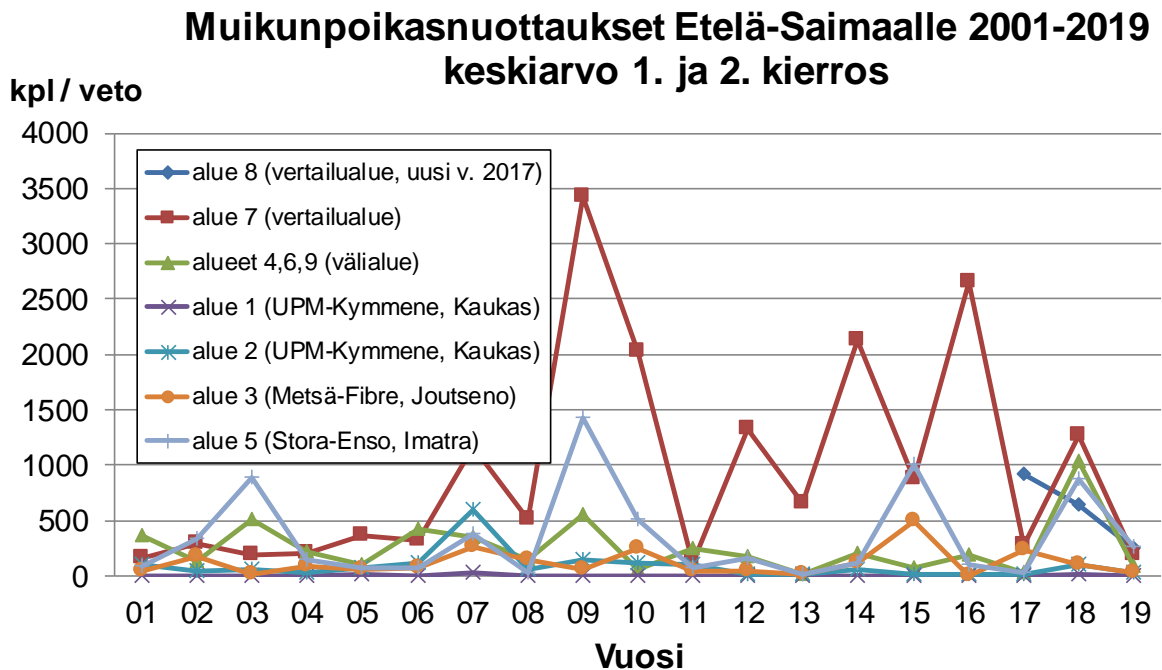
Vuoden 2001 - 2018 muikunpoikasten keskimääräinen saalis (1. ja 2. kierroksessa, kpl/nuotanveto) on esitetty kuvassa 27.



Kuva 27. Muikunpoikasten keskimääräinen saalis (kpl/veto) osa-alueittain (1. ja 2. kierros) vuonna 2001 – 2018.

Vuosina 2001 – 2019 saatiin ensimmäisellä näytteenottokerralla kaikilta osa-alueilta muikunpoikasia (1 - 2200 kpl/nuotanveto). Vertailualueella muikunpoikassaaliit olivat suuremmat ja Kaukaan vaikutusalueella (alueet 1 ja 2) poikassaaliit olivat merkittävästi pienemmät kuin muilla alueilla. Koska kaikilla poikasilla Kaukaan vaikutusalueilla oli useina vuosina vielä ruskuaispussi ensimmäisellä näytteenottokerralla, voidaan päätellä, että muikku kutee siellä ja myös mätimunat kuoriutuvat.

Kuvassa 28 näkyy hyvin, että vahvojen vuosien 2007, 2009, 2010, 2012, 2014, 2016 ja 2018 muikunpoikasmäärät olivat jo nähtävissä vertailualueen poikasnuottauksissa.



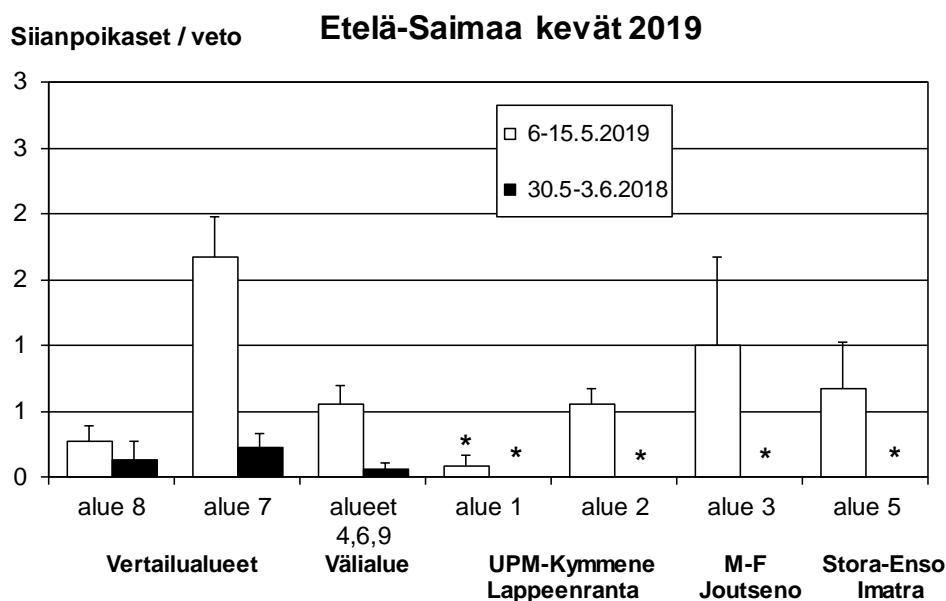
Kuva 28. Muikunpoikasten keskimääräinen saalis (kpl/veto) osa-alueittain keskiarvo 1. ja 2. kierroksessa vuonna 2001 – 2019.

Syyskutuisen muikun keväällä kuoriutuvien poikasten määrä vaihtelee voimakkaasti vuodesta toiseen. Tämä johtuu muikun korkeasta hedelmällisyydestä, lyhytikäisille kaloille ominaisesta suuresta kutukantojen vaihtelusta ja lopulta korkeasta pohjasedimentissä hautoutuvien mätimunien sekä kuoriutuneiden poikasten kuolleisuudesta.

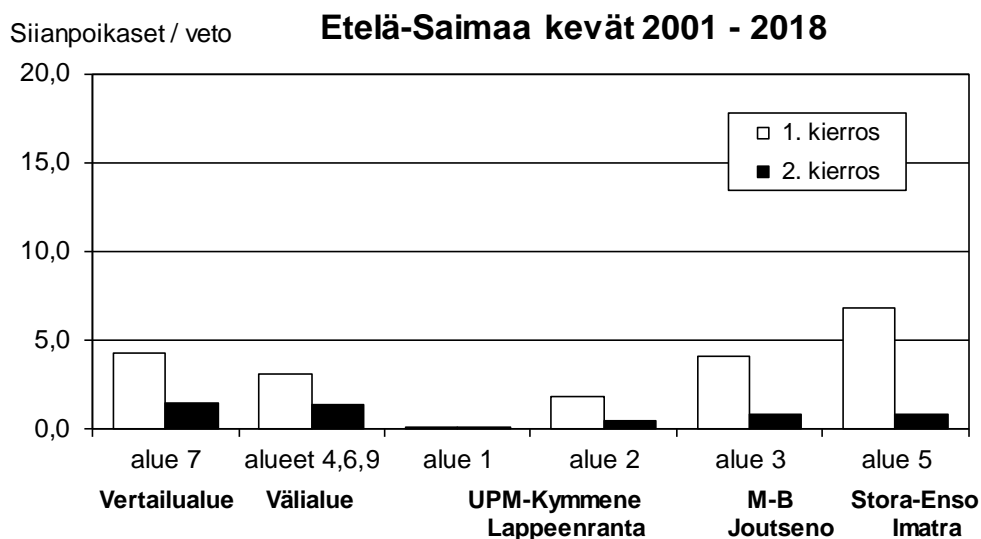
Yleensä vastakuoriutuneista poikasista kuolee ensimmäinen kesän aikana yli 95 % (kevätkuivus, alhainen vedenlämpötila, predaatio ym.). Ensimmäisten poikasviikkojen aikana kuolleisuus on suurinta, joten toisen näytteenottokerran (4. viikkoa jäiden lähdön jälkeen) perusteella pystytään jo suhteellisen luotettavasti arvioimaan syksyyn asti selviytyvien poikasten määrä. (Helminen ym. 1997; Karjalainen ym. 2001).

4.3. Siianpoikasten esiintyminen

Vuoden 2019 siianpoikasten keskimääräinen saalis (kpl/veto ± keskivirhe) on esitetty kuvassa 29. Näytepistekohtaiset saaliit on esitetty liitteessä II. Siianpoikaset eroteltiin muikunpoikasista lihasjaokkeiden lukumäärän, koon ja pigmentoitumisen perusteella.



Kuva 29. Siianpoikasten keskimääräiset saaliit (kpl / veto ± keskivirhe) osa-alueittain toukokuun alussa ja loppupuolella vuonna 2019 (* = Kruskal-Wallis $p < 0.05$, verrattuna vertailualue).



Kuva 30. Siianpoikasten keskimääräinen saalis (kpl/veto) osa-alueittain toukokuun alussa (1. kierros) ja loppupuolella (2. kierros, mustat tolpat) vuonna 2001 – 2018.

5. KIRJANPITOKALASTAJIEN SAALISTUTKIMUS

5.1. Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet

Suur-Saimaan alueella kirjanpitokalastus on käynnistynyt vuonna 1988 osana koko Etelä-Karjalan kalavesien kalastusaluekohtaista kalastoseurantaa, jonka toteuttamisesta on vastannut Etelä-Karjalan kalatalouskeskus ry. Kaakkois-Suomen TE - keskuksen kalatalousyksikkö on ylläpitänyt erityisesti ammattikalastukseen kohdistunutta kirjanpitokalastusta. Imatran alueen metsäteollisuudella on ollut kalatalousseurantaa, johon on liittynyt lähialueiden kalaston seuranta kirjanpitokalastuksen avulla. Lisäksi Vuoksella Imatran kaupungin toimesta on seurattu lähinnä vapaa-ajankalastajien saaliita.

Etelä-Saimaan aineistot toimivat pohjana vuonna 2001 käynnistetyille kirjanpitokalastukselle, joka on osa Lappeenrannan, Joutsenon ja Imatran metsäteollisuuden yhteistä kalataloustarkkailua Etelä-Saimaalla.

Etelä-Saimaan alueella kirjanpitokalastajia oli vuonna 2001 13 kalastajaa, vuonna 2002 10 kalastajaa, vuonna 2003 11 kalastajaa, vuonna 2004 ja 2005 13 kalastajaa, vuonna 2006, 2007 ja 2008 10 kalastajaa, vuonna 2009 11 kalastajaa, vuonna 2010 10 kalastajaa, vuonna 2011, 2012, 2013, 2014, ja 2015, 7 kalastajaa, vuonna 2016, 2017 ja 2018, 5 ja vuonna 2019 3 kaupallista kalastajaa. Tulosten tarkastelussa on keskitytty verkkokalastuksen yksikkösaaliissa (saalis (kg) / verkko / pyyntivuorokausi) tapahtuvien muutosten osoittamiseen merkittävimpien saalis- ja istutuskalalajien (muikku, siika, kuha, taimen, järvilohi) osalta.

Tulokset on toistaiseksi käsitelty koko Etelä-Saimaata kattavana, koska kalastajia osa-alueittaista tarkastelua kohti on liian vähän. Koska kirjanpitokalastajat kalastavat pääsääntöisesti verkoilla > 40 mm ja muikkuverkoilla, tässä raportissa on esitetty ainoastaan yli 40 mm:n ja muikkuverkkojen tulokset. Nykyään suurin osa (> 95 %) kirjanpitokalastajien käytetyistä harvaverkoista on jo 50 mm tai suurempia. Käytettyjen muikkuverkkojen koko on yleensä ollut välillä 15 - 20 mm, mikä on nykyiselle Etelä - Saimaan muikkukannalle usein liian harva koko (katso taulukko 6).

5.2. Pyyntipäivämäärät ja kokonaissaaliit

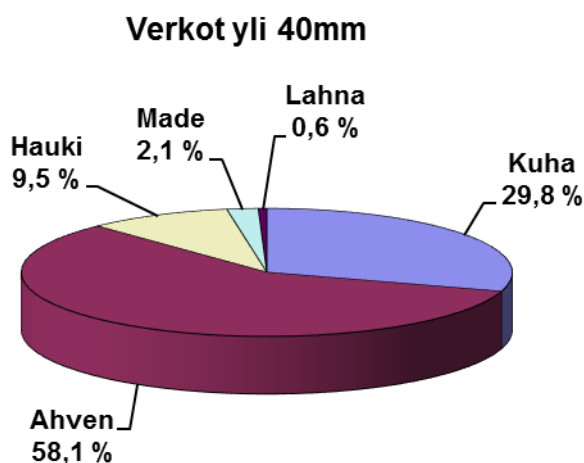
Kirjanpitokalastajien kokonaissaaliit, kokonaispyyntipäivämäärät ja pyyntipäiväkohtaiset saaliit on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Etelä-Saimaan kirjanpitokalastajien kokonaissaaliit (kg), kokonaispyynti-päivämäärät (ppv) ja pyyntipäiväkohtaiset saaliit (kg/verkko/pyyntipäivä) vuonna 2019, sekä niiden keskiarvot ja vaihtelut vuosina 2001 - 2018.

	2019			2001 - 2018 keskiarvo (vaihtelu)		
	kg	ppv	kg/ppv	kg	ppv	kg/ppv
Muikkuverkot	146	114	1,28	1136 (166-4728)	813 (386-1620)	1,29 (0,46-2,92)
Verkot >40mm	6368	6347	1,01	1983 (858-6368)	6779 (5998-14751)	0,28 (0,20-0,48)

5.3. Verkkosaaliin koostumus ja yksikkösaaliit lajeittain

Vuonna 2019 kirjanpitokalastajien yli 40 mm verkkosaaliin koostumus (% painosta) on esitetty kuvassa 31. Tärkeimmät lajit olivat ahven, kuha, hauki, made ja lahna.

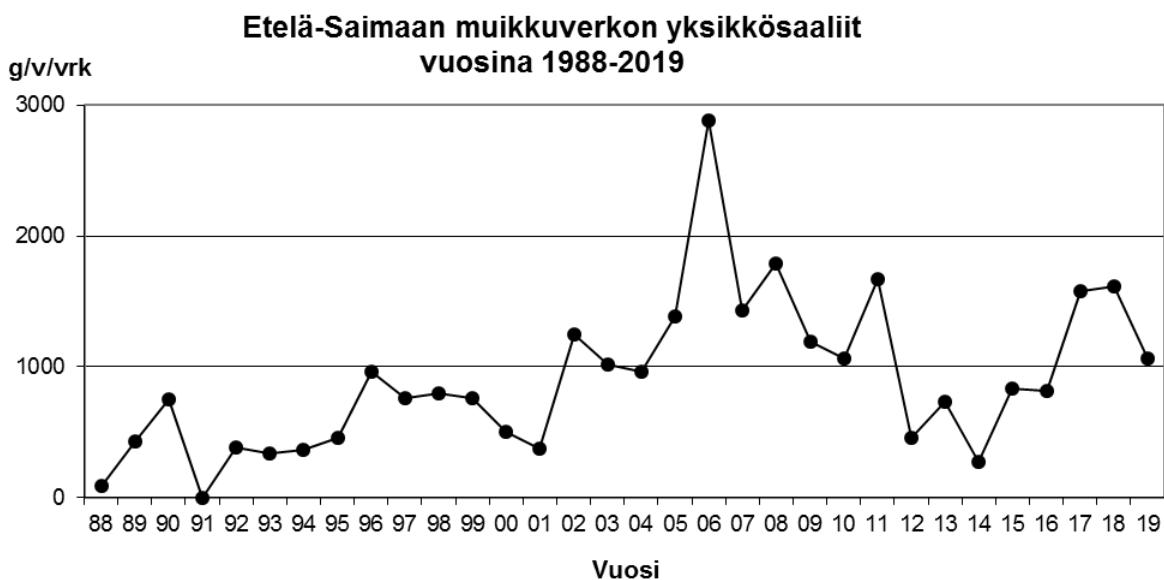


Kuva 31. Vuonna 2019 kirjanpitokalastajien yli 40mm:n saaliin lajien koostumus (% kokonaissaaliin painosta).

Muikku

Tarkkailujaksolla 1988 - 2019 kirjanpitokalastuksen muikkuverkkojen yksikkösaaliit ovat vaihdelleet muikun osalta 86 - 2884 grammaa/verkko/vuorokausi välillä (kuva 32).

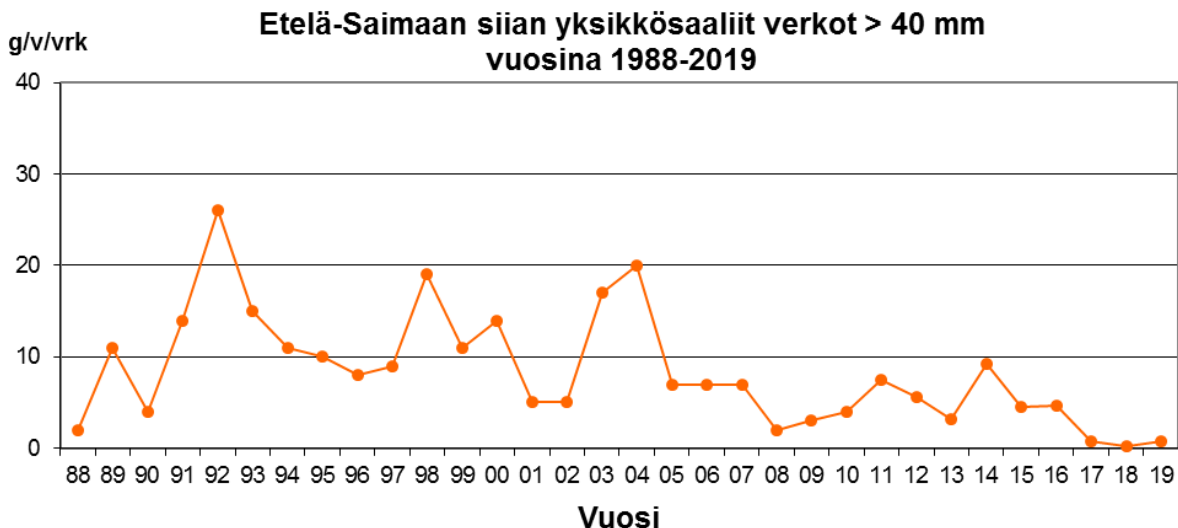
Vuoden 2019 muikkuverkkosaalis (1068 g/verkko/ vuorokausi) oli noin 10 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018 (1160 g/verkko/vuorokausi). Suositeltava muikkuverkkokokoko oli viime vuosina välillä 13 - 15 mm, johtuen 1- ja 2- vuotiaiden muikkujen pienestä koosta (katso taulukko 6).



Kuva 32. Kirjanpitokalastajien muikun yksikkösaaliit (gramma/verkkovuorokausi) Etelä-Saimaalla vuosina 1988 - 2019.

Siika

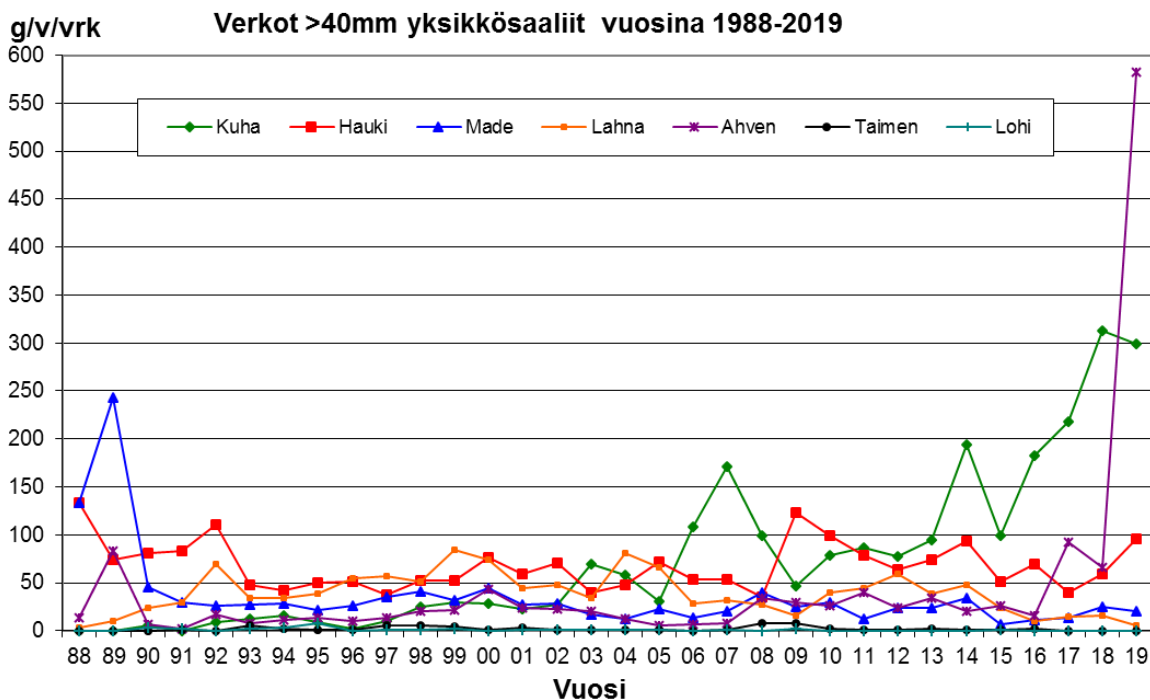
Tarkkailujaksolla 1988 - 2019 siian yksikkösaaliit yli 40mm:n verkoissa ovat vaihdelleet 0,2-26 g/verkko/vuorokausi välillä (kuva 33). Vuonna 2019 siian yksikkösaaliit olivat tarkkailujakson kolmanneksi pienin (0,8 g/verkkovuorokausi). Yli 40mm verkoissa siian yksikkösaaliissa on havaittavissa laskevaa trendiä.



Kuva 33. Kirjanpitokalastajien siian yksikkösaaliit (gramma/verkkovuorokausi) Etelä-Saimaalla vuosina 1988 - 2019. Verkot yli 40mm. Avovesi- ja talvikausi.

Muut lajit (verkot yli 40mm, kuva 36)

Kirjanpitokalastajien yli 40 mm verkojen yksikkösaaliit vuosina 1988 – 2019 on esitetty kuvassa 34.



Kuva 34. Kirjanpitokalastajien yksikkösaaliit (gramma/verkko/vuorokausi) Etelä-Saimaalla vuosina 1988 - 2019. Verkot yli 40mm. Avovesi- ja talvikausi.

Kuha

Kuhan yksikkösaaliit ovat vaihdelleet 0 - 313 g/verkko/vuorokausi välillä 1988 - 2019. Vuonna 2019 kuhan yksikkösaalis oli seurantajakson toiseksi suurin (300 g/verkko/vuorokausi). Kuhan yksikkösaaliissa on ollut nähtävissä nouseva trendi 1990 – 2000 luvulla.

Hauki

Hauen yksikkösaaliit yli 40 mm:n verkoissa ovat vaihdelleet välillä 35 - 133 g/verkko/vuorokausi vuosina 1988 - 2019. Hauen yksikkösaalis oli vuonna 2019 keskimääräinen (99 g/verkko/vuorokausi).

Made

Mateen yksikkösaaliit yli 40 mm:n verkoissa ovat vaihdelleet välillä 12 - 45 g/verkko/vuorokausi vuosina 1988 - 2019. Mateen yksikkösaaliit on pysynyt saman suuruisena 1990 - 2000 luvun aikana. Mateen yksikkösaalis oli vuonna 2019 keskimääräinen (23 g/verkko/vuorokausi).

Lahna

Lahnan yksikkösaaliit ovat vaihdelleet välillä 2 - 84 g/verkko/vuorokausi vuosina 1988 - 2019. Lahnan yksikkösaalis (6 g/verkko/vuorokausi) oli vuonna 2019 seurantajakson viidenneksi pienin.

Ahven

Ahvenen yksikkösaaliit ovat vaihdelleet välillä 2 - 580 g/verkko/vuorokausi vuosina 1988 - 2019. Ahvenen yksikkösaalis oli vuonna 2019 seurantajakson suurin (580 g/verkko/vuorokausi).

Taimen

Taimenen yksikkösaaliit ovat vaihdelleet välillä 0 - 6 g/verkko/vuorokausi vuosina 1988 - 2019. Vuonna 2019 ei ole kirjanpitokalastajien verkkosaaliissa ilmoitettu järvitaimenta.

Järvilohi

Järvilohen yksikkösaaliit ovat vaihdelleet välillä 0 - 8 g/verkko/vuorokausi vuosina 1988 - 2018. Vuonna 2019 ei ole kirjanpitokalastajien verkkosaaliissa ilmoitettu järvilohia.

6. HARJUSKANNAN TUTKIMUS

6.1. Harjuskantojen tilan seuranta

Järvikutuinen harjus on kuulunut eteläisen Saimaan luontaiseen kalastoon pienimpiä reunavesiä ja selkiä lukuun ottamatta. Sen kanta on 1930-luvulta lähtien kuitenkin jatkuvasti heikentynyt siihen kohdistuneesta voimakkaasta kalastuksesta sekä puunjalostusteollisuuden aiheuttaman kuormituksen lisääntymisestä järven eteläosissa. Kuormitus heikensi harjuksen elinalueiden laatua tehtaiden lähialueilla.

Nykyisin harjusta tavataan vielä monin paikoin Etelä-Saimaan suurten selkien alueilla. Kanta on kuitenkin kaikkialla heikko tai jopa erittäin heikko. Istutuksilla oli vielä vuonna 2008 (Sundell 2009) merkittävä vaikutus kutevan kannan kokoon. Vuoden 2009 jälkeen Etelä-Saimaan kantaa olevia istukkaita ei ole kuitenkaan enää ollut saatavissa.

Suur - Saimaan alueella on kuusi harjusaluetta: Satamosaaren, Mäntysaarten, ja Rastinvirran / Munaluodonselän alueet (1-luokkaan alueet) ja kolme 2-luokan alueet: Metsäluotojen, Lintusaarten ja Liittokivenselän alueet (Sundell 2016). Harjuskantojen tämänhetkisestä tilasta näillä alueilla ei ole tietoa (Sundell 2016). Harjuksen paikallisuus tuo mahdollisuuden keskittää harjuskantojen seuranta näillä tunnetuilla harjusalueilla. Sundell (2016) ehdottaa Etelä-Saimaalla seuraavia harjuskannan seurantamenetelmiä:

Poikasnuottaukset; Etelä-Saimaan harjusalueella tehdään poikasnuottaukset vuosittain juhannusviikolla. Nuottausten ajankohta on osunut oikeaan, jos saaliiksi saadut harjukset ovat kooltaan keskimäärin 20–22 mm:n pituisia.

Koekalastukset, jossa käytetään kalastusseurojen (perhokalastajat) apua. Koekalastukset tehdään vuosittain kesä/syysaikana Etelä-Saimaan harjusalueella. Saaliiksi saaduista kaloista voidaan tehdä somu-, DNA- ja merkintätutkimukset.

Kalastustiedustelut/kyselyt; Osakaskunnille, joiden alueella on harjusalueita, lähetetään viiden vuoden välein harjuskantojen tilaa koskeva kysely. Kysely voidaan samalla lähettää vapaa-ajanasunnon omistajille. Kyselyn yhteydessä osakaskunnille ja alueiden ranta-asukkaille voidaan kertoa harjuskantojen hoidon ja suojelun tavoitteista.

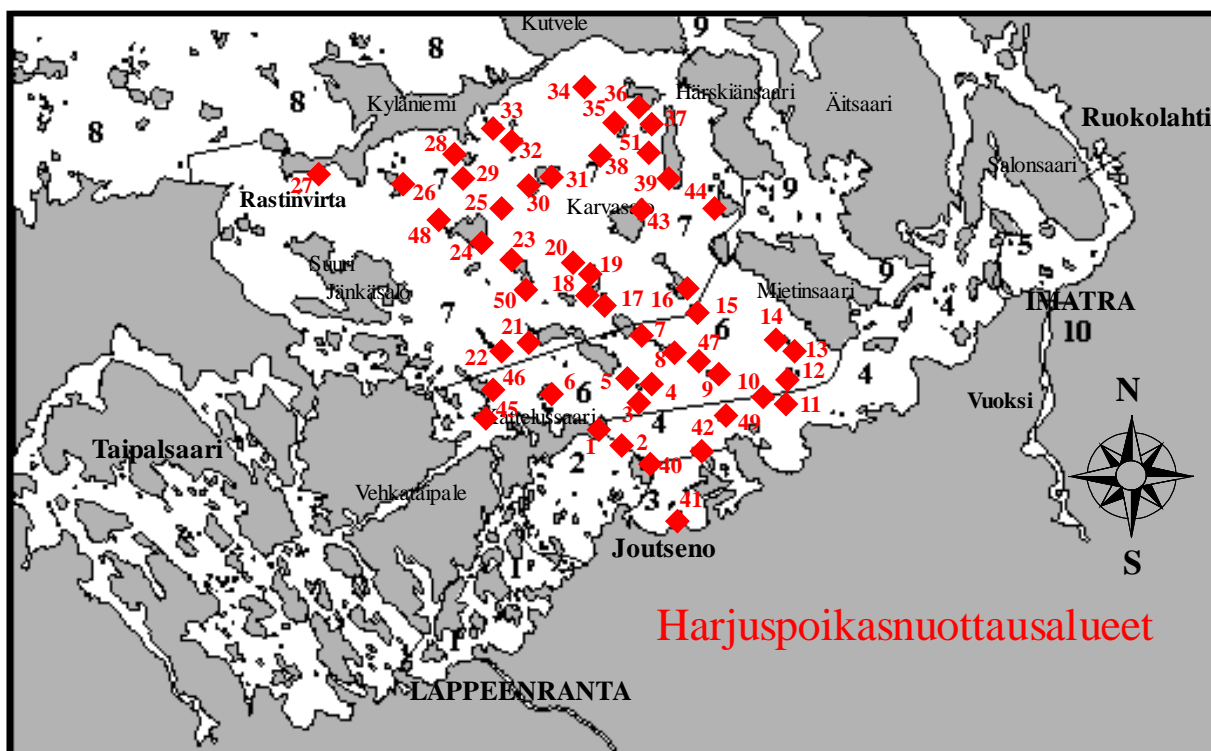
Seurannalla on oltava vastuutaho, jonka tehtävänä on eri toimijatahojen välisen yhteistyön organisointi, seurannan toteutus, tulosten raportointi sekä informaation ja tiedon kulun järjestäminen eri toimijatahojen välillä.

Sundellin ehdotetut harjuskantojen toimenpideohjelman mainitut seurantamenetelmät on otettu mukaan Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellinen tarkkailuohjelmassa 2017–2021. Tavoite on saada tietoa harjuskannan nykytilanteesta Etelä – Saimaalla. Vuonna 2017 aloitettiin kevään harjuspoikasnuottaukset, sekä koekalastukset, jossa käytetään kalastusseurojen (perhokalastajat) apua (saalistiedot ja DNA tutkimukset).

6.2. Vastakuoriutuneiden harjuspoikasten nuottaukset

Harjuksen luontaista lisääntymistä on seurattu Etelä-Saimaalla harjuspoikasnuottausten avulla melkein vuosittain vuodesta 1985 lähtien Jyväskylän yliopiston tutkimuslaitoksen, Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen ja Kaukopään kalamiehet ry:n yhteistyövoimin (Sundell 2008). Poikasnuottauksen tavoitteena on ollut selvittää harjuksen luontaisia poikastiheyksiä harjuksen kutualueilla. Nuottauksen avulla saadaan tietoa myös 1-vuotiaiden harjusten määrän vaihtelusta. Nuottauksia tehdään rantavyöhykkeillä ja käytetään samanlaista avoperäistä poikasnuottaa kuin muikun- ja siianpoikasnuottauksilla.

Vuonna 2019 poikasnuottaukset tehtiin 20.–26.6. välisenä aikana. Nuottaukset on tehty pääasiassa harjuksen tunnetuilla kutualueilla Kyläniemen eteläpuolella. Poikasnuottaukset tehtiin vuonna 2019 43 nuottausalueella (katso kuva 35).



Kuva 35. Harjuksen poikasnuottausalueet Etelä-Saimaalla keväällä 2018.

Nuottanvetoja vedettiin yhteensä 50 kpl ja niiden yhteen laskettu pinta-ala oli 100 aaria. Saaliiksi saatiin yhteensä 775 pientä (0+) ja 260 1-vuotiaista harjusta. Kaikkien alueiden yhteen laskettu 0+ poikastiheyden keskiarvo oli 8,26 harjusta/100 m² (katso taulukko 16). Tämä oli suurin yksikkösaalis vuoden 2009 – 2019 tarkkailujakson aikana (katso taulukko 16) ja toiseksi suurin vuoden 1985 – 2019 tarkkailujakson aikana (katso kuva 36). Saaliiksi saatujen harjuspoikasten (0+ v) keskikoko oli 20,3 mm. 1-vuotiaiden yksikkösaalis oli 2,80 harjusta/100 m². Poikaset ja osa 1+ vuotiaista säilöttiin (etanoli 70 %) myöhempää käsittelyä ja DNA tutkimusta varten.

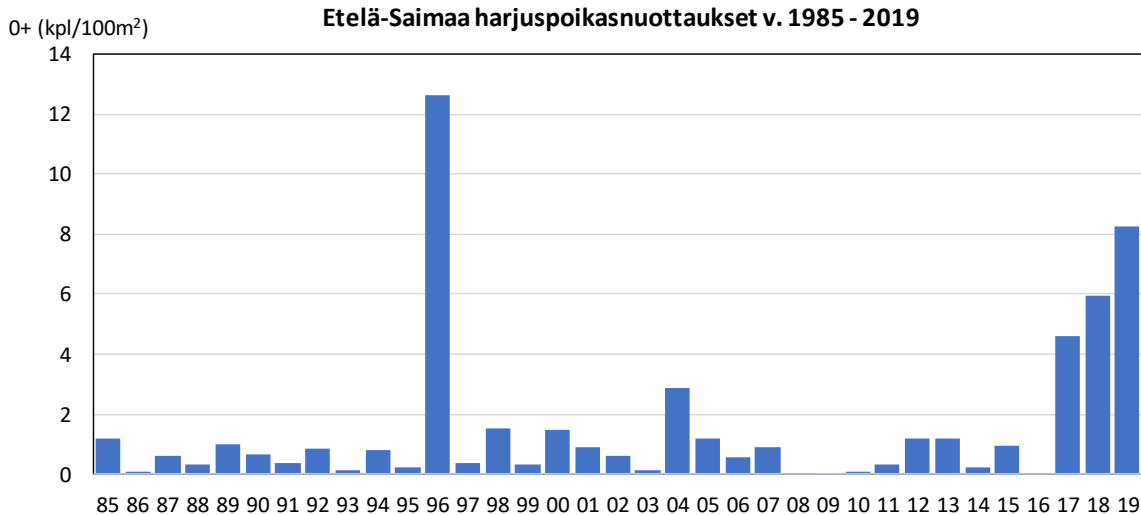
Nuottausajankohdan oikea valinta on erittäin tärkeää. Parhaiten poikaset ovat tavoitettavissa aikana, jolloin ne ovat juuri aloittaneet ulkoisen ravinnon käytön ja liikkuvat ruokailemassa ranta-alueella lähellä pintaa. Poikaset ovat tässä vaiheessa 16–27 mm:n pituisia. Jos poikasnuottaukset tehdään liian aikaisin tai liian myöhään, on saatu tulos aliarvio todellisuuteen nähden. Sopiva aika nuottauksille on noin kuukausi kudun huippuvaiheen jälkeen. Se, ollaanko liikkeellä sopivaan aikaan, on helposti nähtävissä saaliiksi saatujen harjusten koosta. Jos poikasten keskikoko on 20–22 mm, ollaan liikkeellä oikeaan aikaan (Sundell 2008).

Taulukko 15. Etelä-Saimaan harjuksen poikasnuottausten vetojen määrä (kpl), nuotattu pinta-alue (100 m²), harjussaalis 0+ ja 1+v (kpl), sekä poikastiheys (kpl/100 m²) alueittain vuonna 2019.

Etelä-Saimaan harjuspoikasnuottaukset 20.-26.6.2019						
ALUE			0+		1+	
	vetoja (kpl)	(100m ²)	kpl	kpl/100m ²	kpl	kpl/100m ²
1.Päihäniemi (pohj.)	1	2	5	2,50	0	0,00
2.Kätkytsaari	1	2	1	0,50	0	0,00
3.Halkosaari	-	-	-	-	-	-
4.Lassinsaari	-	-	-	-	-	-
5.Ruissaari	-	-	-	-	-	-
6.Myllärisen Marjo	1	2	5	2,50	0	0,00
7.Kaito	2	4	160	40,00	0	0,00
8.Pitkä-Kaito	2	4	7	1,75	0	0,00
9.Ylä Lyly	1	2	1	0,50	0	0,00
10.Keski Lyly	1	2	2	1,00	0	0,00
11.Ala Lyly	1	2	0	0,00	1	0,50
12.Satamosaari	2	4	0	0,00	0	0,00
13.Leutu	1	2	2	1,00	0	0,00
14.Suni	1	2	1	0,50	1	0,50
15.Kenkäsaari	1	2	0	0,00	0	0,00
16.Pullikainen	1	2	13	6,50	0	0,00
17.Pieni Metsäluoto	-	-		-	-	-
18.Kesk. Metsäluoto	1	2	0	0,00	0	0,00
19.Suuri Metsäluoto	2	4	0	0,00	0	0,00
20.Kännäri	1	2	2	1,00	0	0,00
21.Hirsiharju	1	2	15	7,50	0	0,00
22.Ilkonsaari	1	2	1	0,50	0	0,00
23.Pieni Vitsai	1	2	120	60,00	0	0,00
24.Iso Vitsai	1	2	220	110,00	0	0,00
25.Myhkiönlauto	2	4	1	0,25	0	0
26.Talsionsaari	1	2	15	7,50	0	0,00
27.Rastinvirta	1	2	23	11,50	0	0,00
28.Lamposaari	1	2	16	8,00	0	0,00
29.Lokmus	-	-	-	-	-	-
30.Pieni Mäntysaari	1	2	4	2,00	0	0,00
31.Suuri Mäntysaari	1	2	15	7,50	0	0,00
32.Rokkaluoto	1	2	0	0,00	0	0,00
33.Kuokkuluoto	1	2	4	2,00	0	0,00
34.Kaitasaari	1	2	2	1,00	0	0,00
35.Koirasaari	1	2	4	2,00	0	0,00
36.Pieni Lintusaari	1	2	4	2,00	0	0,00
37.Tapiosaari	1	2	90	45,00	0	0,00
38.Rajaluoto	1	2	0	0,00	0	0,00
39.Suuri Lintusaari	2	4	0	0,00	28	7,00
40.Suur Suomensalo	1	2	21	10,50	0	0,00
41. Kankainen	1	2	1	0,50	0	0,00
42. Sotsaaret	1	2	3	1,50	0	0,00
43. Karvasalo	-	-	-	-	-	-
44. Kuisaari	1	2	10	5,00	230	115,00
45. Varpas-Teljo	-	-	-	-	-	-
46. Kangas-Teljo	1	2	7	3,50	0	0,00
47. Hiekkapakka	1	2	0	0,00	0	0,00
48. Kaidansaari	1	2	4	2,00	0	0,00
49. Huuhtisaari	1	2	2	1,00	0	0,00
50. Vitsain kenkä	1	2	0	0,00	0	0,00
51. Koivuluoto	1	2	30	15,00	0	0,00
Yhteensä / keskiarvo	50	100	775	8,26	260	2,80

Taulukko 16. Etelä-Saimaan harjuksen poikasnuottausten poikastiheydet 0+ v (kpl/100 m2) alueittain vuosina 2009 – 2019.

Etelä-Saimaan harjuspoikasnuottaukset 2009-2019										
harjus 0+ kpl/100m2	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019
ALUE										
1.Päihäniemi	-	-	-	-	-	-	-	10,00	13,00	2,50
2.Kätkytsaari	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,50	0,50
3.Halkosaari	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-
4.Lassinsaari	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-
5.Ruissaari	-	-	-	-	-	-	-	1,50	-	-
6.Myllärisen Marjo	-	-	-	-	-	-	-	1,00	4,00	2,50
7.Kaito	-	-	-	-	-	0	-	0,00	1,00	40,00
8.Pitkä-Kaito	-	-	-	-	-	-	-	0,00	3,00	1,75
9.Ylä Lyly	-	0	4,17	0	0,50	0	0,38	4,50	0,00	0,50
10.Keski Lyly	0,33	0,17	0	0,5	0,50	0	5,33	0,25	4,00	1,00
11.Ala Lyly	-	-	0	0	17,0	0	0,50	10,00	1,00	0,00
12.Satamosaari	0	0,17	0,17	16,5	0,50	0	0,38	8,25	0	0,00
13.Leutu	-	0	0	0	-	-	-	0,00	0	1,00
14.Suni	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0	0,50
15.Kenkäsaari	-	-	-	-	-	-	-	1,50	5,00	0,00
16.Pullikainen	0,17	0	0	0	0	0	0	2,00	0,50	6,50
17.Pieni Metsäluoto	-	0,5	0,33	0	0	0	0	0,50	-	-
18.Kesk. Metsäluoto	-	0	-	-	-	-	-	3,00	0,00	0,00
19.Suuri Metsäluoto	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
20.Kännäri	0	-	-	-	0	0	-	0,50	-	1,00
21.Hirsiharju	-	-	-	-	-	-	-	7,50	70,00	7,50
22.Ilkonsaari	-	-	-	-	-	-	-	1,50	0,75	0,50
23.Pieni Vitsai	-	-	-	-	-	-	-	3,50	11,50	60,00
24.Iso Vitsai	0	0	0	-	0	0	-	10,50	31,00	110,00
25.Myhiönluoto	-	0	0	-	-	-	-	-	3,50	0,25
26.Talsionsaari	0	0,17	0,17	-	-	0,17	-	1,25	1,50	7,50
27.Rastinvirta	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,25	11,50
28.Lamposaari	0	-	-	-	-	-	-	5,50	4,00	8,00
29.Lokmus	0	0	0,83	0	0,25	0	-	0,25	-	-
30.Pieni Mäntysaari	-	-	0	0,5	0,33	-	-	0,00	14,00	2,00
31.Suuri Mäntysaari	0,17	0,33	0,33	0	0,25	0	-	10,25	9,50	7,50
32.Rokkaluoto	-	0	0	0	0	-	-	0,00	0,50	0,00
33.Kuokkuluoto	-	-	-	-	-	-	-	0,00	13,50	2,00
34.Kaitasaari	0	0	0	0	0	0	-	-	0,50	1,00
35.Koirasaari	-	-	0	0	0	0,25	-	31,50	1,50	2,00
36.Pieni Lintusaari	0	0	0	-	-	-	-	1,00	5,00	2,00
37.Tapioaari	-	-	-	-	-	-	-	32,50	9,00	45,00
38.Rajaluoto	0	0	-	-	0,50	3,75	-	0,25	2,00	0,00
39.Suuri Lintusaari	0	0,17	0	0	0	0	-	18,75	0,50	0,00
40. Suur Suomensalo	-	-	-	-	-	-	-	-	15,00	10,50
41. Kankainen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,5
42. Sotsaaret	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,5
43. Karvasalo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-
44. Kuisaari	-	-	-	-	-	-	-	-	7,50	5,0
45. Varpas-Teljo	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-
46. Kangas-Teljo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	3,5
47. Hiekkapakka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
48. Kaidansaari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
49. Huuhtisaari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
50. Vitsain kenkä	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
51. Koivuluoto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0
Keskiarvo	0,05	0,08	0,32	1,17	1,17	0,25	0,94	4,61	5,93	8,26



Kuva 36. Etelä-Saimaan harjuksen poikastiheydet (kpl/100 m²) kutualueilla vuosina 1985-2019 poikasnuottausten mukaan.

6.3. Harjuskannan DNA-tutkimus

DNA-analyysin avulla pyritään selvittää Etelä-Saimaan harjuskannan alkuperää ja geneettistä suhdetta eri istutus- ja luonnonkantoihin. Vuonna 2017 - 2019 DNA-tutkimuksen aineisto on kerätty kevään harjuspoikasnuottauksen yhteydessä sekä Imatran Seudun Perhokalastajat ry:n koekalastuksien avulla. Molemmassa koekalastuksissa tavoite oli kerätä vähintään 100 kpl näytteitä DNA-analyysia varten. Poikasnuottauksen yhteydessä otettiin noin 100 kpl 0+ ja 1+ vuotiaita harjuspoikasten DNA-näytteitä.

Perhokalastajien DNA-näytteet

Imatran Seudun Perhokalastajat ry:n jäsenet keräsivät vuonna 2017 8 kpl (Pasi Sormunen), vuonna 2018 27 kpl ja vuonna 2019 5 kpl harjus DNA-näytteitä (yhteensä 40 kpl katso taulukko 17).

Seuran jäsen Pasi Sormunen on meidän yhteyshenkilö ja hän on muiden perhokalastajien kanssa vuosina 2017, 2018 ja 2019 kokeillut tunnettuja harjuspaikkoja Etelä-Saimaalla.

Tässä Pasiin raportti:

Vuonna 2017 näytteitä saatiin 8 kpl. Perhokalastajan seuran yhteiset reissut epäonnistuivat huonojen kelien takia. Vuoksen suulta Haapasaaren alueen rannoilta ja luodoilta ei saanut harjusta parin päivän yrityksellä. Samoin Leutu, Ylä-Lyly sekä Ala- ja Keski-Lyly olivat useammilla kerroilla hänen käydessään tyhjiä. Aikaisempina vuosina Ylä-Lyly on ollut perhokalastajille varmimpia harjuspaikkoja. Vuonna 2018 näytteitä saatiin 27 kpl. 26.08.18 näytteistä tehdyiltä seuran reissulta ei löytynyt mistään muistiinpanoja mitoista eikä saantipaikasta. Kalat kuitenkin saatu vain kahdesta paikasta n. 50/50 eli Pullikaisen kaakkoiskärjestä sekä Satamosaaren etelärannalta.

Kesän helteet tekivät sen että juhannuksesta elokuun lopulle ei muita ollutkaan kuin nollareissuja.

Nyt parin kesän aikana on kyllä muutaman kaverin voimin testailtu eri paikkoja useampaan kertaan, joissa tiedetään aiemmin harjuksia olleen, mutta koko lailla laihoihin tuloksin.

Mm. Suni ja Leutu, Tiuruniemi ja Lammassaari ei havaintoja. Masteensaaren etelärannalla muutama havainto, mutta ei haaviin asti. Myös lähempänä Vuoksensuuta, Haapasaari, Mikonsaari, Muurahaissaaret ei löytynyt harjuksia. Maitse tehty matka Lpr:n perhokalastajien kanssa Kyläniemeen veti vesiperän. Rajaluoto ja Mäntysaaret, joiden ympäriltä n. 5 vuotta sitten keväällä sain muutaman isomman harjuksen, olivat nyt helteiden aikaan tyhjä. Syksyllä taas kelit ei suosineet noita keskellä selkää olevia paikkoja.

Vuonna 2019 Imatran perhokalastajat saivat 5 harjusunäytteitä lisää (katso taulukko 17).

Syksyllä 2019 Kaakkois-Suomen Ely-keskuksen johtava vesitalousasiantuntija Pekka Vähänäkki otti Etelä-Saimaan harjusunäytteitä vastaan LUKE:n DNA tutkimusta varten.

Taulukko 17. Imatran Seudun Perhokalastajat ry:n harjuspäynteitä 2017 - 2019.

DNA-näyttenro	pvm	pituus	Paikka
ESH0022	21.10.2017	30 cm	Satamosaari, itäranta
ESH0048	21.10.2017	31 cm	Satamosaari, lounaisranta
ESH0055	30.9.2017	30 cm	Masteensaari, eteläranta
ESH0056	30.9.2017	29 cm	Masteensaari, eteläranta
ESH0049	16.9.2017	29.5 cm	Pullikainen, eteläkärki
ESH0050	16.9.2017	29 cm	Pullikainen, eteläkärki
ESH0051	16.9.2017	39 cm	Hietapakka, länsiranta
ESH0052	16.9.2017	27 cm	Hietapakka, eteläranta
ESH0015	10.5.2018	32 cm	Hiekkapakka
ESH0024	20.6.2018	27 cm	Pullikaisen kenkä, itäranta
ESH0046	20.6.2018	34 cm	Pullikaisen kenkä, itäranta
ESH0049	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0050	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0051	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0052	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0023	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0021	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0016	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0019	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0017	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0014	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0047	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0054	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0048	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0004	26.8.2018		Pullikainen/Satamosaari
ESH0040	11.10.2018	27 cm	Hiekkapakka
ESH0037	11.10.2018	20 cm	Hiekkapakka
ESH0038	11.10.2018	20 cm	Hiekkapakka
ESH0031	11.10.2018	22 cm	Hiekkapakka
ESH0032	11.10.2018	20 cm	Hiekkapakka
ESH0039	11.10.2018	20 cm	Hiekkapakka
ESH0045	11.10.2018	20 cm	Ylä-Lyly
ESH0028	11.10.2018	20 cm	Ylä-Lyly
ESH0030	11.10.2018	34 cm	Ylä-Lyly
ESH0029	11.10.2018	20 cm	Ylä-Lyly
ESH0042	28.06.2019	36 cm	Satamosaari
ESH0044	28.06.2019	24 cm	Satamosaari
ESH0057	28.06.2019	23 cm	Satamosaari
ESH0063	25.07.2019	35 cm	Hiekkapakka
ESH0059	25.07.2019	37 cm	Hiekkapakka



Kuva 37-38. Perhokalastaja ja harjussaalis Etelä Saimaalla.

7. KALOJEN BIOMARKKERITUTKIMUS

7.1. Tutkimuksen taustaa

Vesiympäristön kemiallista laatua voidaan tarkkailla mittaamalla vedestä, sedimentistä tai eliöistä kemiallisten aineiden tai epäpuhtauksien pitoisuuksia (kemiallinen altistuminen). Mahdollisten haitta-aineiden mittaamisella ei kuitenkaan voida yksiselitteisesti saada tietoa kyseisten kemiallisten stressitekijöiden biologisista vaikutuksista eliöyksilöihin, populaatioihin, eliöyhteisöihin tai kokonaisuun vesiekosysteemeihin. Tällöin on välttämätöntä monitoroida kyseisiä biologisia tasoja, kartoittamalla esimerkiksi kalakantoja ja niiden muutoksia jätevesien vaikutusalueilla. Tästä esimerkkinä on mm. Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellinen vuosittainen tarkkailu, jossa on kysymyksessä kalapopulaatioiden tarkkailu, joka kuitenkin kertoo samalla koko vesiekosysteemin tilasta.

Toisena lähestymistapana biologisten vaikutusten arviointiin on altistumisen tai vaikutusten mittaaminen eliöyksilöissä. Tällöin yksilöstä mitataan tiettyjä, tunnettuja fysiologisia ja biokemiallisia ”merkkejä”, joita kutsutaan biomarkkereiksi. Biomarkkereita voidaan tutkia myös ihmisestä. Biomarkkerit jaetaan tavallisesti altistumisen ja vaikutusten biomarkkereiksi. Eteläisellä Saimaalla kaloihin kohdistuvalla biomarkkeritutkimuksella on Suomen olosuhteissa pitkät perinteet arvioitaessa metsäteollisuuden jätevesien vaikutuksia jätevesiä vastaanottavien vesiympäristöjen biologiseen tilaan. Kyseisen kalatutkimuksia alueella on tehty jo 1980 -luvun puolivälistä alkaen ja erityisen vilkasta tutkimus oli 1990-luvulla aina seuraavan vuosikymmenen puoliväliin asti. Viimeisimpiä kalayksiöihin kohdistuvia ekotoksikologisia tutkimuksia on alueella tehty noin kymmenen vuotta sitten. Tutkimuksia on toteutettu erityisesti sumputtamalla ja käytettyjä kalalajeja ovat olleet mm. kirjolohi, taimen ja siika. Lisäksi alueen sellu- ja paperiteollisuuden jätevesillä on tehty lukuisia laboratorikokeita. Alueen luonnonkaloilla on myös tehty biomarkkeritutkimuksia mm. mittaamalla alueelta pyydystetyistä ahvenista ja särjistä erilaisia vasteita.

Nyt suoritettu Etelä-Saimaan kalojen biomarkkeritutkimus liittyy Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudelliseen tarkkailuun vuonna 2019. Tutkimusta varten pyydettiin marras-joulukuussa 2019 kuudesta eri tutkimuspisteestä ahvenia. Kaksi tutkimuspistettä, joita käytettiin tutkimuksen vertailupisteinä, sijaitsivat Vehkataipaleella ja Suur-Saimaan laitamilla. UPM-Kymmene Kaukaan lähialueella kaloja tutkittiin kahdessa pisteessä, 1 km ja 3 km tehtaalta. Lisäksi yksi tutkimuspiste oli sekä Metsä Fibre -tehtaan lähellä, Joutsenossa sekä Stora Enson tehtaiden lähivesialueella, Imatralla. Kustakin pisteestä pyrittiin saamaan vähintään 10 näytekalaa, joista otettiin maksa- ja sappinäyte ja verinäyte (plasma), joista pääasialliset analyysit suoritettiin.

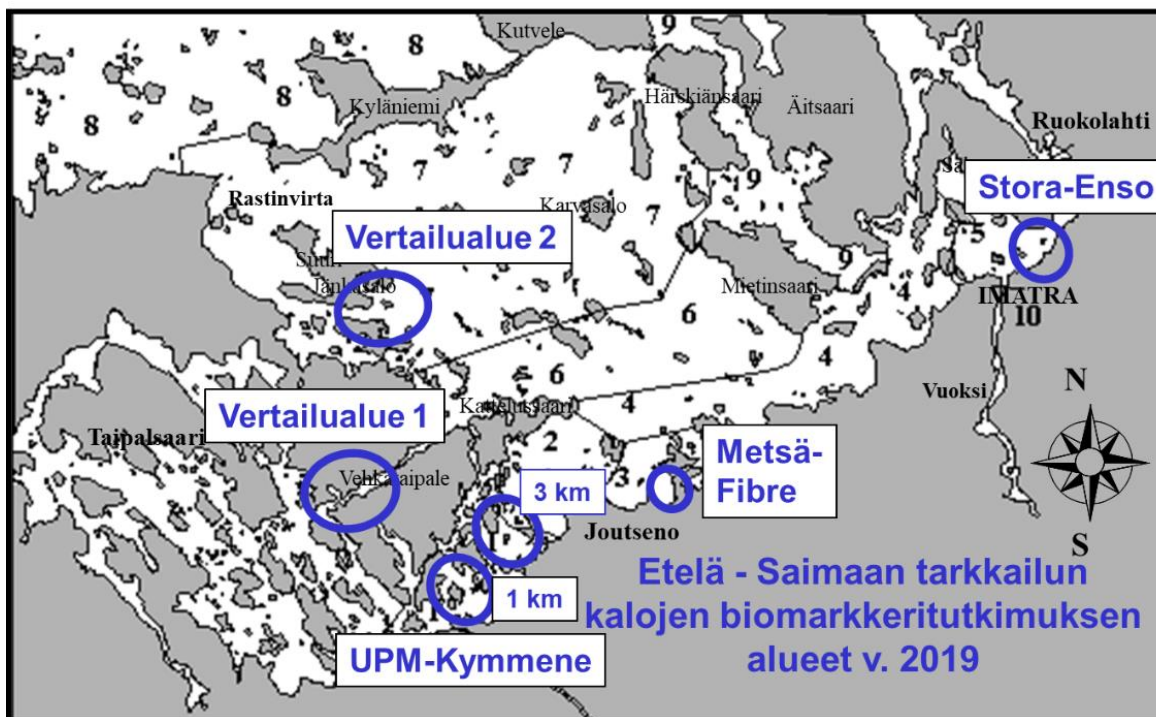
Valittuina biomarkkereina analysoitiin kalojen altistumisen biomarkkerina kalojen sapen hartsihappojen sekä puusterolin, β -sitosterolin määrää. Toinen altistumista osoittava biomarkkeri oli maksan EROD-entsyymiaktiivisuus, jota käytetään altistumisen osoituksena mm. dioksiini- ja furaanityypisille yhdisteille sekä erälle PAH-yhdisteille (mm. reteeni).

Mahdollisten jätevesien vaikutusten osoituksena kaloista määritettiin sukupuolihormoni-pitoisuudet, estradioli ja testosteroni, mahdollisten hormonaalisten häiriöiden osoittamiseksi. Plasman vitellogeniinin, kalan ruskuaisproteiini vitelliinin esiasteen mittausta käytettiin vastaavasti kasvi(puu)steroleiden mahdollisten estrogenisoivien vaikutusten osoituksena. Kyseisten mitattujen muuttujien häiriintymisellä saattaisi olla vaikutuksia kalapopulaatioiden lisääntymiseen.

7.2. Menetelmät

7.2.1 Tutkimusalueet, kalastus ja näytteenotto

Kalojen biomarkkeritutkimuksessa käytettiin kuutta eri näytepistettä, joista kaksi oli puhtaiden vesialueiden vertailupisteitä (Piste 1 Vehkakaipale ja piste 2 Suur-Saimaan lähialue). Tehtaiden näytepisteinä käytettiin UPM-Kymmene Kaukaan lähialueen näytepisteitä 3 (1 km tehtaalta) ja 4 (3 km tehtaalta), Metsä Fibre -tehtaan näytepistettä 5 sekä Stora Enson tehtaiden näytepistettä 6 (tutkimuspistekartta, Kuva 39).



Kuva 39. Etelä-Saimaan kalojen biomarkkeritutkimuksen näyte-/tutkimuspaikat. Kuvassa puhtaiden vesialueiden vertailupisteet 1 (Vehkakaipale) ja 2 (Suur-Saimaan laitama), UPM-Kymmene Kaukaan lähialueen näytepisteet 3 (1 km tehtaalta) ja 4 (3 km tehtaalta), Metsä Fibre -tehtaan näytepiste 5 sekä Stora Enson tehtaiden näytepiste 6.



Kuvat 40 - 41. Kalojen näytteenottoa Imatran Stora-Enson tehtaan edustalla joulukuussa 2019.

Näytekalojen pyynti toteutettiin verkko- ja katiskapyynnillä 8.11.20 – 17.12.2019 välisenä aikana. Ennen näytteenottoa, kalat pidettiin kussakin näytepisteessä 200 litran sumpuissa (24–72 h) kalojen valmistelemiseksi näytteenottoa varten. Pyydystämisen aiheuttama kalojen kokema stressi oletettiin näin olevan yhtäläinen kaikissa näytepaikoissa. Kaikissa tutkimuspisteissä käytettiin samanlaisia pyydystysmenetelmiä. Kalastuksesta vastasi Karelus Oy, Kalatalous ja Ympäristö.

Tutkimuskaloina käytettiin ahventa (*Perca fluviatilis*), joka on verraten vähän liikkuva, pääasiassa vesipatsaassa (vrt. särki) elävä kalalaji, jolloin kalojen altistuminen on mahdollisimman paikallista ja altistus tapahtuu ensisijaisesti veden ja ravinnon välityksellä, ei niinkään sedimentin kautta.

Tutkimuksessa tehtäviä analyyseja varten kalojen näytteenotto suoritettiin lainsäädännön, eettisten ohjeistojen ja laatuvaatimusten mukaisesti. Näytteenoton yhteydessä kalat punnittiin (0,1 g tarkkuus), kokonaispituus mitattiin (mm) ja sukupuoli määritettiin. Kaloista otettiin verinäyte (1 ml ruisku), jonka jälkeen verinäyte sentrifugoitiin (10 000 g, 5 min.) plasman erottamiseksi ja kalojen sappi otettiin sappirakosta ruiskulla talteen (mikäli sappea oli). Kalojen maksa irrotettiin ja punnittiin (0,01 g tarkkuus), jonka jälkeen kalojen sukupuolirauhaset (käytännössä mätipussi) irrotettiin ja punnittiin. Kalojen iänmäärittämistä varten irrotettiin kalan operculum ja otettiin suomunäyte. Plasma, sappi-, maksa- ja sukurauhasnäytteet jäädytettiin välittömästi nestemäisessä työssä ja säilytettiin myöhempiä analyysejä varten. Näytteiden analysointi suoritettiin 26.2.2020 – 9.3.2020 Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksella. Esimerkki naaraspuolisesta näyteahvenesta nro 23 (Vertailualue 2).



Kuvat 43 - 44. Kalan verinäytteenotto injektioruiskulla ja näyteahven nro 23 vertailualueelta 2. Pituus 380 mm, paino 772 g, ikä 12 v. ja sukurauhasen (gonadi) paino 86 g.

7.2.2 Näytteiden analytiikka

7.2.2.1 Sappianalytiikka

Tutkimuksessa analysoitiin ahventen sapsen vapaat ja sitoutuneet hartsihappo- ja β -sitosteroli-pitoisuudet. Samanaikaisesti analysoitiin myös sapsen muiden steroleiden pitoisuus sekä rasvahappopitoisuus. Trimetyylisilyloidut näytteet analysoitiin kaasukromatografisesti (GC) Shimadzu 2010 Plus GC-FID laitteistolla ja Agilent 6890/5973 GC/MSD -laitteistoilla käyttäen erotteluun Phenomenex Zebron ZB-5MSi kolonnia (30 m; 0,25 mm sisähalkaisija ja filmin paksuus 0,25 μ m). Uunin lämpötilaohjelma oli seuraava: Alkulämpötila 100 °C (1,5 min) \rightarrow 6,0 °C/min - 180°C \rightarrow 4,0

°C/min - 300°C (5 min). Tulokset laskettiin massaspektrometrin (MS) TIC-vasteista (total ion chromatogram), käyttäen hartsihappojen osalta erikseen määritettyjä vastekertoimia isopimaarihapolle ja dehydroabietiinihapolle sekä β -sitosterolille suhteessa sisäisiin standardeihin.

Tutkimuksessa analysoitiin sekä pimaari- että abietiinityypin hartsihapot seuraavasti: (engl.) 8,15-isopimaradien-18-oic acid, 8,15-isopimaradien-18-oic acid, pimaric acid, sandaracopimaric acid, isopimaric acid, palustric acid, abietatetraenoic acid, dehydroabietic acid, abietic acid, dehydrodehydroabietic acid, neoabietic acid.

Sapen vapaista ja sitoutuneista rasvahapoista määritettiin seuraavat: (engl.) hexadecanoic acid (palmitic acid), linoleic acid, oleic acid, octadecanoic acid (stearic acid), arachidonic acid, 'arachidonic acid', EPA (eicosapentaenoic acid). Sapen vapaista ja sitoutuneista steroleista määritettiin: (engl.) cholesterol, campesterol, β -sitosterol.

7.2.2.2 Biokemialliset määritykset

Maksan EROD-entsyymiaktiivisuus. Kalojen maksan EROD-entsyymiaktiivisuus (Ethoxyresorufin-O-deethylase) analysoitiin kalojen mahdollisten haitta-ainealtistuksen osoituksena. EROD-aktiivisuus mitattiin fluorometrisesti kuoppalevykijalla (Fluoroscan Ascent -fluorometri, LabSystems) maksan S-9 -fraktiosta. Tulos suhteutettiin näytteiden proteiinipitoisuuteen (Lowryn menetelmä, BioRad DC Protein Assay) (iEMS Reader MF -fotometri, LabSystems, 690 nm). Tilastollinen käsittely tehtiin R 3.5.1. -tilasto-ohjelmalla (Kruskal-Wallis -testi, post-hoc -testi Conover/Dunn).

Plasman estradioli. Kalojen plasman estradiolin määrä mitattiin valmiilla hormonikitillä (DEMEDIATEC Estradiol sensitive ELISA Kit) valmistajan ohjeen mukaan. Menetelmä on kiinteän faasin entsyymivälitteinen immunosorptioanalyysi (solid phase enzyme-linked immunosorbent assay), joka perustuu kilpailevaan sitoutumiseen. Näytteet laimennettiin määrittystä varten suhteessa 1:5. Syntyneen värillisen reaktiotuotteen määrä mitattiin iEMS Reader MF -fotometrillä (LabSystems) aallonpituudella 450 nm. Tilastollinen käsittely: Tilasto-ohjelma R 3.5.1, yksisuuntainen varianssianalyysi (log-muunnos), post hoc -testinä Tukey HSD. Testaukseen otettiin mukaan vain sukukypsistä naaraista peräisin olevat näytteet.

Plasman testosteroni. Plasman testosteronipitoisuus mitattiin valmiilla hormonikitillä (DEMEDIATEC Testosterone ELISA kit) valmistajan ohjeiden mukaan. Käytetty menetelmä, kuten estradiolimäärityksessä, on kiinteän faasin entsyymivälitteinen immunosorptioanalyysi. Näytteet laimennettiin suhteessa 1:2 (1+1) steroidittomalla seerumilla ja reaktiotuotteen määrä mitattiin iEMS Reader MF -fotometrillä (LabSystems) aallonpituudella 450 nm. Tilastollinen käsittely: Tilasto-ohjelma R 3.5.1, Kruskal-Wallis -testi.

Plasman vitellogeniini. Kalojen plasman vitellogeniinin määrä mitattiin valmiilla määrityskitillä (TECO Perch Vitellogenin ELISA-Kit) ohjeen mukaan. Plasmanäytteet laimennettiin suhteessa 1:1000 värillisen reaktiotuotteen määrä mitattiin iEMS Reader MF -fotometrillä (LabSystems) aallonpituudella 450 nm. Tilastollinen käsittely: Tilasto-ohjelma R 3.5.1, Kruskal-Wallis -testi, post hoc -testinä Conover/Dunn.

7.3. Tulokset

7.3.1 Näytekalat ja fysiologinen tila

Näytekaloja pyydetessä havaittiin, että yli 95 % kaloista oli sukupuoleltaan naaraita ja koiraiden pyynti osoittautui vaikeaksi. Tämän vuoksi päätettiin, että tutkimuksessa keskitytään naaraskaloihin (ahven). Kaikki tutkitut kalat olivat sukukypsiä, joissa kaikissa sukurauhaset (gonadit) olivat selkeästi nähtävissä. Kalojen fyysiset mitat, ikä, maksan ja sukurauhasten paino sekä kunto- ja sukurauhasindeksi on ilmoitettu tutkimuspisteittäin Taulukossa 18.

Taulukko 18. Näytekalojen pituus, paino, ikä, maksan paino, sukurauhasten (gonadit) paino, kuntoindeksi (Condition Factor, CF) ja sukurauhasindeksi (Gonad Somatic Index, GSI). Jokaisesta muuttujasta on ilmoitettu keskiarvo ja keskihajonta (suluissa). Näytekalojen lukumäärä tutkimuspisteissä 1,2,3,5 ja oli kymmenen kalaa ja pisteessä 4 seitsemän kalaa.

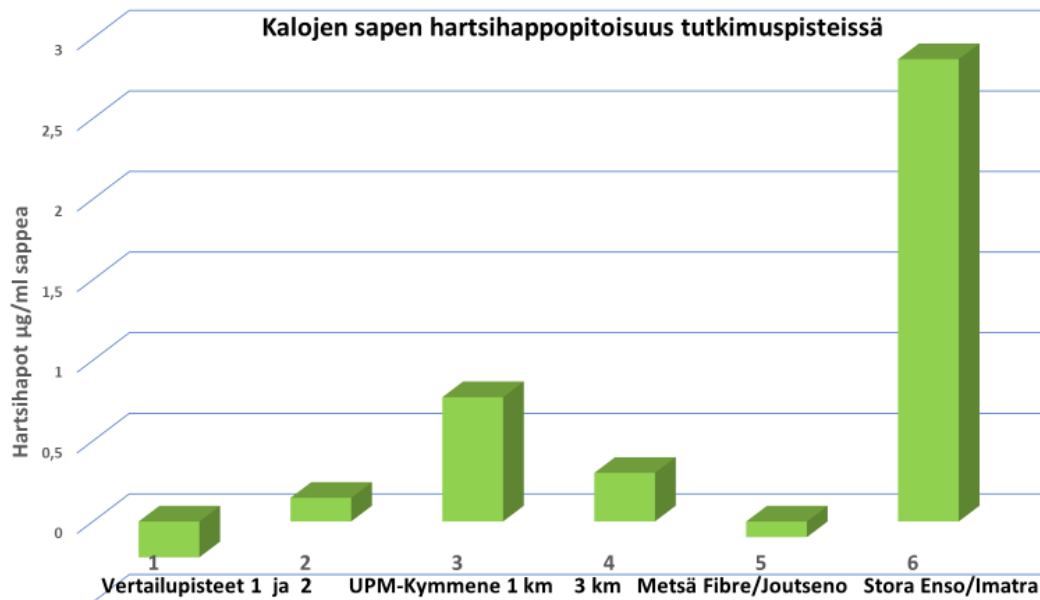
Näytepiste	Pituus (mm)	Paino (g)	Ikä (vuosia)	Maksa (g)	Gonadi-paino (g)	Kuntoindeksi, CF	Sukurauhasindeksi, GSI
1. Vertailu 1	244 (21)	174 (51)	7,2 (1,2)	4,0 (1,3)	12 (3)	1,1 (0,1)	7,4 (0,7)
2. Vertailu 2	302 (40)	356 (178)	8,6 (1,5)	6,4 (3,5)	36 (23)	1,1 (1,1)	10,5 (2,8)
3. UPM-Kymmene 1 km	271 (31)	235 (99)	7,0 (0,9)	3,6 (1,7)	15 (7)	1,0 (0,1)	6,7 (0,9)
4. UPM-Kymmene 3 km	290 (41)	296 (152)	9,1 (1,6)	4,6 (1,7)	21 (15)	1,1 (0,1)	8,5 (1,2)
5. Metsä Fibre	282 (68)	302 (254)	9,0 (2,7)	5,1 (4,4)	23 (25)	1,0 (0,1)	7,4 (2,0)
6. Stora Enso	236 (29)	151 (63)	7,0 (1,6)	2,3 (1,3)	10 (8)	1,0 (0,1)	7,8 (1,8)

7.3.2. Sapen hartsihapot ja puusterolit

Näytekalojen sapen hartsihappojen keskimääräiset pitoisuudet (vapaa- ja sitoutuneet hartsihapot) eri tutkimuspisteissä on esitetty Taulukossa 19 ja Kuvassa 45 (logaritminen asteikko). Vertailupisteissä havaittiin alhaisia hartsihappopitoisuuksia eli 0,6 – 1,4 µg/ml:ssa sappea (ka). Samansuuruisia, matalia hartsihappopitoisuuksia analysoitiin myös UPM Kymmene Kaukaan tutkimuspisteissä: 5,9 µg/ml (1 km) ja 2 µg/ml (3 km). Vastaavasti Metsä Fibren tutkimuspisteessä havaittiin hyvin alhainen pitoisuus (0,8 µg/ml). Näiden pitoisuuksien voidaan katsoa olevan lähellä vertailupisteistä analysoitujen kalojen pitoisuuksia. Kaikista muista tutkimuspisteistä täysin poiketen, Stora Enson tutkimuspisteessä (näytepiste 6) havaittiin korkea kalojen sapen hartsihappopitoisuus, joka vertailupisteiden keskiarvoon verrattuna (n. 1 µg/ml sappea) oli yli 700-kertainen. Näytepiste 6 kalojen sapen vapaiden hartsihappojen pitoisuus oli 154 µg/ml sappea (keskihajonta ±146) ja sitoutuneiden puolestaan 583 µg/ml sappea (keskihajonta 653). Vaihteluväli eri yksilöiden välillä oli suuri, vapaiden osalta 6 – 343 µg/ml sappea ja sitoutuneiden osalta puolestaan 141 – 1698 µg/ml sappea.

Taulukko 19. Näytekalojen sapen vapaat ja sitoutuneet hartsihapot sekä yhteenlaskettu pitoisuus tutkimuspisteittäin ($\mu\text{g/ml}$ sappea, kalojen keskiarvo, $n=4-5$). (Ka. keskihajonta ja kh. keskihajonta).

Tutkimuspiste	Hartsihapot (vapaat) $\mu\text{g/ml}$ sappea ka. (kh.)	Hartsihapot (sitoutuneet) $\mu\text{g/ml}$ sappea ka. (kh.)	Yhteensä $\mu\text{g/ml}$ sappea (ka.)
1. Vertailu 1	0,6	0	0,6
2. Vertailu 2	1,4	0	1,4
3. UPM-Kymmene 1 km	5,9	0	5,9
4. UPM-Kymmene 3 km	0	2	2
5. Metsä Fibre	0,8	0	0,8
6. Stora Enso	583 (kh. 653)	154 (kh. 146)	737



Kuva 45. Kalojen sapen vapaat ja sitoutuneet hartsihappopitoisuudet eri tutkimuspisteissä. Hartsihappopitoisuudet on esitetty keskiarvoina ($\mu\text{g/ml}$ sappea) logaritmisella asteikolla (huom. negatiiviset arvot pisteissä 1 ja 5). (Analyysimäärä/tutkimuspiste 4-5).

Tutkimuksessa analysoitiin myös eräitä sappeen kertyneitä puusteroleita, joista β -sitosteroli oli keskeinen. Analysoiduista sappinäytteistä ei havaittu β -sitosterolia missään tutkimuspisteessä. Sen sijaan toista puusterolia, kampesterolia, analysoitiin kaikissa tutkimuspisteissä, mukaan lukien molemmat vertailupisteet (Taulukko 20). Steroleiden pitoisuudet eri tutkimuspisteissä eivät kuitenkaan poikenneet tilastollisesti toisistaan. Myös sapen kolesterolipitoisuudet määritettiin osoituksena puusterolialtistuksesta. Kolesterolipitoisuudet olivat alimmalla tasolla tutkimuspisteissä 3 ja 4 (UPM-Kymmene 1 km ja 3 km) (Taulukko 20). Kolesterolipitoisuuksissa ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja.

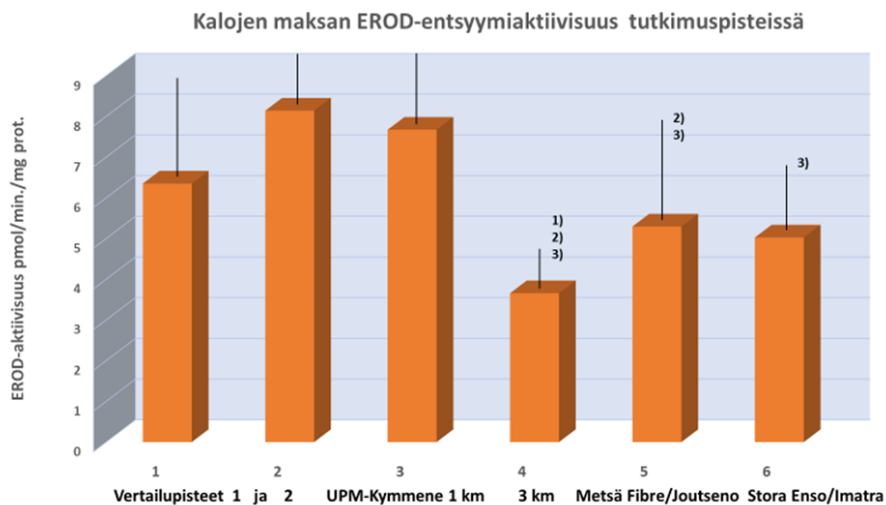
Taulukko 20. Näytekalojen sapen rasvahappojen ja puusteroleiden yhteispitoisuus (vapaat + sitoutuneet) tutkimuspisteittäin ($\mu\text{g/ml}$ sappea, kalojen keskiarvo, $n=4-5$).

Tutkimuspiste	Rasvahapot $\mu\text{g/ml}$ sappea (ka)	Sterolit *) $\mu\text{g/ml}$ sappea (ka)
1. Vertailu 1	176	171
2. Vertailu 2	218	236
3. UPM-Kymmene 1 km	111	288
4 UPM-Kymmene 3 km	75	234
5. Metsä-Fibre	77	206
6. Stora Enso	116	354

*) kampesteroli

7.3.3. Biokemialliset analyysit

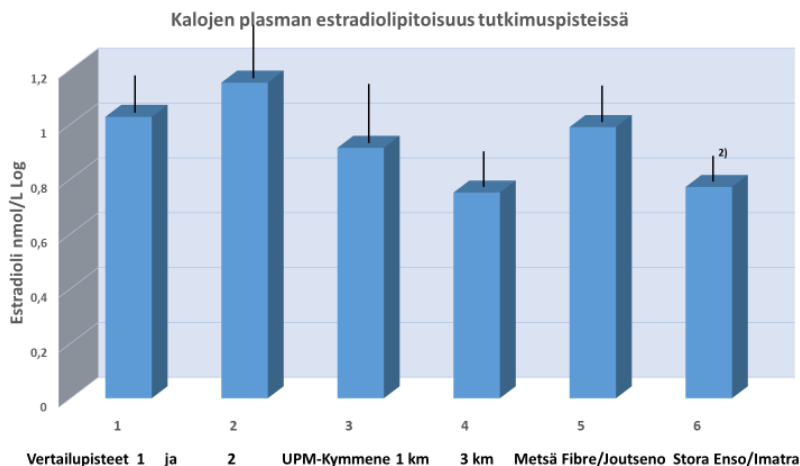
Näytekalojen maksasta mitattiin EROD-entsyymiaktiivisuus, jota käytetään kalojen altistumisen osoituksena mm. dioksiini- ja furaanityyppisille yhdisteille sekä eräille polyaromaattisille (PAH) -yhdisteille, mukaan lukien reteeni. EROD-aktiivisuus mitattiin kymmenestä kunkin näytepisteen ahvenesta (poikkeuksena näytepiste 4, jossa 7 näytettä) (Kuva 3). Vertailupisteiden EROD-entsyymiaktiivisuus oli 6-8 pmol/min./mg proteiinia, kun taas tehtaiden läheisten vesialueiden kaloissa maksan EROD-aktiivisuus oli välillä 4-8 pmol/min./mg prot. (arvot pyöristetty). Vaikka eräiden näytepisteiden välillä oli tilastollisia eroja (Kuva 46), mitatut arvot ovat suhteellisesti ottaen verraten lähellä toisiaan kaikissa näytepisteissä.



Kuva 46. Kalojen maksan EROD-entsyymiaktiivisuus eri näytepisteissä (keskiarvo \pm keskihajonta). Hajontaviivan vieressä oleva numero viittaa tilastollisesti merkitsevään eroon ko. näytepisteen ja numeroidun näytepisteen välillä. (Analyysimäärä/tutkimuspiste 10, paitsi pisteessä 4, jossa 7 analyysiä).

Kalojen mahdollisten hormonaalisten vaikutusten osoittamiseksi, kaloista mitattiin kolme muuttujaa, plasman estradioli-, testosteroni- ja vitellogeniinipitoisuus. Koska kysymyksessä oli sukukypsät naaraskalat, tulos heijastelee myös kalojen normaalia fysiologista tilaa. Koiraspuolisten kalojen puuttuessa tässä tutkimuksessa ei voitu arvioida estrogeenisten yhdisteiden, ml. puusterolit, mahdollisia vaikutuksia koiraspuolisten yksilöiden hormonitoimintaan.

Kalojen plasman korkein estradiolipitoisuus havaittiin vertailupisteessä 2, samassa pisteessä, jossa myös sukurauhasten GS-indeksi oli korkein, mikä tulos osoittaa hyvää lisääntymispotentiaalia. Erityistä estradioli-hormonin estymistä tai poikkeuksellisen korkeaa tasoa ei tutkimuspisteissä esiintynyt. Tutkimuspiste 6:ssa (Stora Enso) kuitenkin havaittiin tilastollisesti merkitsevä alenema verrattuna vertailupisteeseen 2. Tulos vaikuttaa kuitenkin olevan lähes yhtäläinen muiden, jätevesien vaikutuksen alaisten tutkimuspisteiden kanssa, joten ko. havainto voidaan katsoa sisältyvän normaalivaihtelun piiriin. Yhteisenä piirteenä kuitenkin havaittiin tehtaiden vaikutuspiiriin kuuluvien näytepisteiden estradiolipitoisuuden alaisempi taso vertailualueisiin nähden (Kuva 47).



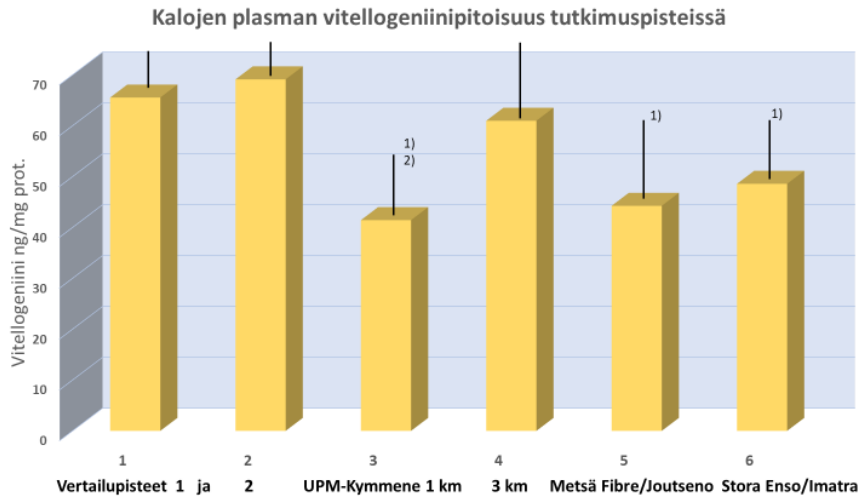
Kuva 47. Kalojen plasman estradiolipitoisuus eri tutkimuspisteissä (keskiarvo \pm keskihajonta).

Kalojen plasmasta mitattiin myös testosteronipitoisuus, huolimatta siitä, että kaikki analysoidut kalat olivat naaraspuolisia. Tällöin varmistettiin se, että toisen tärkeän sukupuolihormonin, testosteronin pitoisuuksissa ei ollut poikkeavuuksia, estradiolin muodostuessa elimistössä testosteronista. Lukuunottamatta vertailupistettä 1, kalojen testosteronipitoisuus oli samalla tasolla. Tutkimuspisteiden kalojen testosteroniarvot logaristisella asteikolla on esitetty taulukossa 21.

Taulukko 21. Kalojen plasman testosteronipitoisuus (log). Taulukossa esitetään tutkimuspisteen keskiarvo (ka.) ja keskihajonta (kh.).

Tutkimuspiste	Plasman testosteroni nmol/L (log) ka. (\pm kh.)
1. Vertailu 1	0,82 (0,26)
2. Vertailu 2	1,22 (0,27)
3. UPM-Kymmene 1 km	1,14 (0,21)
4. UPM-Kymmene 3 km	1,19 (0,59)
5. Metsä Fibre	1,20 (0,24)
6. Stora Enso	1,18 (0,31)

Plasman vitellogeniiniin, ruskuaisproteiiniin vitelliiniin esiasteen, mittausta käytettiin vastaavasti mahdollisten hormonaalisten vaikutusten osoituksena, millä saattaisi olla vaikutuksia kalan lisääntymiseen. Jokaisessa jätevesiä vastaanottavissa tutkimuspisteissä 3,4,5 ja 6 keskiarvolla mitattu vitellogeniinipitoisuus oli alaisempi vertailupisteisiin 1 ja 2 nähden. Tilastollisesti merkitsevästi pitoisuudet olivat alaisempia vertailupisteisiin verrattuna pisteessä 3 (UPM-Kymmene 1 km), pisteessä 5 (Metsä Fibre) ja pisteessä 6 (Stora Enso) (Kuva 48).



Kuva 48. Kalojen plasman vitellogeniinipitoisuus eri näytepisteissä (keskiarvo \pm keskihajonta). Hajontaviivan vieressä oleva numero viittaa tilastollisesti merkitsevään eroon ko. näytepisteen ja numeroidun näytepisteen välillä.

7.4. Pohdinta

Selluloosa- ja paperiteollisuuden jätevesien sisältämien vierasaineiden mahdollisia haittavaikutuksia kaloihin sekä muihin eliöihin on tutkittu jo vuosikymmeniä. Eräänä lähestymistapana on mitata vaikutuksia eliöyksilöissä, joista mitataan tiettyjä, tunnettuja fysiologisia ja biokemiallisia ”merkkejä”, biomarkkereita. Biomarkkerit jaetaan tavallisesti altistumisen ja vaikutusten biomarkkereihin. Erityisesti eteläisellä Saimaalla kaloihin kohdistuvalla biomarkkeritutkimuksella on Suomen oloissa pitkät perinteet arvioitaessa metsäteollisuuden jätevesien mahdollisia vaikutuksia. Kyseisissä tutkimuksissa on keskitytty vesielementin haittavaikutusten lisäksi myös sedimentin mahdolliseen vaikutukseen. Kyseisen kaltaisia

kalatutkimuksia on alueella tehty jo 1980 -luvun puolivälistä alkaen ja erityisen vilkasta tutkimus oli 1990-luvulla aina seuraavan vuosikymmenen puoliväliin asti. Viimeisimpiä kalayksilöihin kohdistuvia ekotoksikologisia tutkimuksia on alueella tehty vajaa kymmenen vuotta sitten. Tutkimuksia on toteutettu erityisesti sumputtamalla, joissa käytettyjä kalalajeja ovat olleet mm. kirjolohi, taimen ja siika. Lisäksi alueen sellu- ja paperiteollisuuden jätevesillä on tehty useita laboratorioskokeita. Lisäksi alueen luonnonkaloilta on mitattu biomarkkerivasteita, ml. alueelta pyydystettyjen ahventen ja särkien vasteet. Kalatutkimuksia on alueella tehty erityisesti prof. Aimo Oikarin (Jyväskylän yliopisto) johdolla toimineiden tutkimusryhmien ansiosta. Osoituksena tästä on, että tässä raportissa viitatu aiemmat tutkimukset on tehty hänen tutkimusryhmiensä toimesta.

Tässä biomarkkeritutkimuksessa keskityttiin ahveneen, joita pyydettiin kuudesta eri tutkimuspisteestä. Tutkimuspisteistä kaksi oli vertailupisteitä, kaksi UPM-Kymmenen lähipisteitä (1 km ja 3 km), yksi piste Metsä Fibren lähivesialueella Joutsenossa ja yksi Stora Enson Imatran tehtaiden läheisyydessä.

Kalojen mahdollisen haitta-ainealtisuuden osoituksena näytekalosta analysoitiin kalojen sapon hartsihappopitoisuudet (vapaa ja sidotut) sekä puusteroleiden pitoisuudet (kasvisteroleita), mukaan lukien β -sitosteroli. Biomarkkerivasteena analysoitiin myös maksan EROD-entsyymiaktiivisuus, jota käytetään vastaavasti kalojen altistumisen osoituksena mm. dioksiini- ja furaaniryhmille yhdisteille sekä eräille PAH-yhdisteille, mm. reteenille, joka on hartsihappojen biomuuntumisen johdannainen. Biologisten vaikutusten osoituksena kaloista määritettiin sukupuolihormonipitoisuudet, estradioli- ja testosteronipitoisuudet, mahdollisten hormonaalisten häiriöiden osoittamiseksi. Plasman vitellogeniinin mittausta käytettiin vastaavasti mahdollisten puusteroleiden tai muiden haitta-

aineiden estrogenisoivien vaikutusten osoituksena, jolla saattaisi olla vaikutuksia kalan lisääntymiseen.

Tässä tutkimuksessa havaittiin hyvin alhaiset hartsihappopitoisuudet vertailuarvoihin nähden UPM-Kymmeneen tutkimuspisteissä, 1 km ja 3 km tehtaasta. Vastaavia, alhaisia pitoisuuksia havaittiin myös Metsä Fibren tutkimuspisteessä (5). Sitä vastoin Stora Enson tutkimuspisteessä (6) havaittiin erittäin korkeat hartsihappopitoisuudet tutkittujen ahventen sapessa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu vaihtelevia sapen hartsihappopitoisuuksia, riippuen erityisesti tutkitusta kalalajista. Meriläinen ym. (2007) on selvittänyt eri kalalajien ominaisuuksia hartsihappojen biokertymisestä sappeen. Tutkimuksen mukaan viiden kalalajin osalta (ahven, särki, kirjolohi, taimen ja siika) ahven osoittautui vähiten sapen hartsihappoja konsentroivaksi lajiksi. Sapen biokerääntymiskerroin todettiin eri lajien välillä olevan logaritmisesti 4,45 – 5,27, mikä osoittaa huomattavaa hartsihappojen kertymistä kalojen sappeen. Vuonna 1995 (Soimasuo ym., 1997) havaittiin sumputetuissa sioissa keskimäärin 3-kertainen sapen hartsihappopitoisuus UPM-Kymmene -tehtaan lähipisteessä vertailualueisiin nähden ja vastaavanlainen pitoisuus mitattiin myös Imatran tehtaiden lähipisteessä (huom. uudistetut prosessit käytössä). On huomattava, että tehtaiden valkaisu- ja jätevesien puhdistusprosessit muutettiin ja uudistettiin Etelä-Saimaan alueella 1990-luvun puoliväliin mennessä, joten tätä vanhemmat julkaistut tutkimukset ovat vanhojen prosessien aikaisia, jona aikana tulokset olivat huomattavan erilaisia (katso Soimasuo, 1997, väitöskirja). Alueella v. 1997 suoritettua tutkimuksessa ahvenista mitatut sapen hartsihapot olivat noin 10-kertaiset UPM-Kymmene Kaukaan lähellä (Karels ym., 2001). Vuonna 2004 suoritettua tutkimuksessa (Meriläinen 2007, väitöskirja) havaittiin noin 8-kertainen sapen hartsihappopitoisuus sumputetuissa taimenissa Kaukaan tehtaiden lähipisteessä (1 km), mutta palautui vertailuarvojen tasolle etäisemmissä tutkimuspisteissä. On myös huomioitava, että eri tutkimusten analytiikassa saattaa olla eroja pitkän aikavälin (tässä tapauksessa n. 30 vuotta) vertailussa ja absoluuttisten arvojen vertaaminen ei ole täysin mahdollista. Sen sijaan eri tutkimuspaikkojen vertailu saman tutkimuksen sisällä on riippumaton tehdyn tutkimuksen ajankohdasta. Nykyisessä tutkimuksessa ei havaittu β -sitosterolia missään tutkituista pisteistä. Sen sijaan toista puusterolia, kampeterolia, analysoitiin kaikkien tutkimuspisteiden kalojen sapesta.

Yleisenä kalojen altistumisen osoituksena metsäteollisuuden jätevesille on käytetty maksan vierasaine-entsyymien aktiivisuutta (EROD-aktiivisuus) ja tutkimustuloksia tältä osin on saatavissa pitkältä aikaväliltä 1980-luvun puolivälistä alkaen. Ennen tehtaiden prosessimuutoksia, EROD-aktiivisuudet olivat merkittävästi korkeampia tehtaiden lähipisteissä, johtuen erityisesti erilaisten kloorautuneiden yhdisteiden runsaudesta (valkaisuprosessi). Esimerkkinä selvästä muutoksesta on Kaukaan tehtaiden jätevesien vaikutusalueella tehdyissä tutkimuksissa, jossa mm. siikojen sumputuskokeessa 1991 maksan EROD-entsyymiaktiivisuus oli 10-kertainen tehtaan lähipisteessä (1 km) ennen prosessimuutoksia (Soimasuo ym. 1995). Muutosten jälkeen entsyymiaktiivisuus oli enää noin 2-3 -kertainen tehtaan lähipisteessä vuonna 1995 (Soimasuo ym., 1998). Ahvenissa ei havaittu UPM-Kymmene Kaukaan tehtaiden lähipisteessä (1 km) vertailuarvoista poikkeavia EROD-aktiivisuuksia, joita kuitenkin havaittiin toisella lajilla, särjellä (Karels ym., 1998). Vuonna 2004 tehdyssä tutkimuksessa sumputetuilla taimenilla ja sioilla ei havaittu vertailuarvoista poikkeavia EROD-aktiivisuuksia Kaukaan tehtaiden alapuolisella vesialueella (Meriläinen, 2007).

Yhteenvedon voidaan todeta, että merkitseviä EROD-aktiivisuuden nousuja tehtaiden jätevesien vaikutusalueilla ei ole havaittu vuoden 1990-loppupuolen jälkeen, mikä osoittaa, että tehtaiden jätevesissä ei ole kyseistä maksan vierasainemetabolian aktivoivia komponentteja. Kaikkien nyt tutkittujen parametrien osalta vasteet ovat vähintäänkin laji-, ikä- ja sukupuolikohtaisia. Lisäksi vuodenaika, lisääntymisstatus sekä eri vuosien erilaisuudet saattavat aiheuttaa eroja eri tutkimusten välillä. Kyseiset taustalla vaikuttavat tekijät tulee ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa. On huomioitava myös, että sedimenteistä on edelleen löydettävissä merkittäviä pitoisuuksia erilaisia haitta-aineita ja mm. kalalajin käyttäytymispiirteet ja ruokailutavat vaikuttavat altistumiseen ja vaikutuksiin.

Tässä tutkimuksessa vaikutusten biomarkkereina käytettiin kalojen plasman sukupuolihormonimäärityksiä (estradioli ja testosteroni) mahdollisten hormonitoimintaa häiritsevien (estävien/inhiboivien tai kiihdyttävien/stimuloivien) tekijöiden havaitsemiseksi. Samoin kalojen vitellogeniinimääritystä käytettiin mahdollisten ”hormonihäirikköjen” (endocrine disruptors)

vaikutusten osoittamiseksi. Näytekalojen plasman estradiolipitoisuudessa havaittiin lievä, vertailuarvoja alempi hormonipitoisuus kaikissa jätevesiä vastaanottavissa tutkimuspisteissä, joista tosin vain yksi (piste 6, Stora Enso) oli tilastollisesti merkitsevästi alempi. Tulos osoittaa kokonaisuudessaan estradiolipitoisuuden alenemaa vaikutusalueiden kaloissa vertailualueisiin nähden, vaikkakin vaikutusta voidaan pitää lievänä. Kalojen plasman testosteronipitoisuudessa ei havaittu merkitseviä eroja eri tutkimuspisteiden välillä. Testosteronipitoisuuksia arvioitaessa on kuitenkin huomioitava, että kaikki tutkitut kalat olivat naaraspuolisia. Kahdessa tutkimuksessa Etelä-Saimaalla on aikaisemmin havaittu estradiolin alenemista ahvenella ja osin särjellä UPM-Kymmene Kaukaan vastaanottavalla vesialueella (1 km), mutta tulokset eivät olleet aivan yhteneväiset. Vastaava tulos on havaittu myös kalan testosteronipitoisuuden osalta (Karels ym., 1998 ja 2001). On huomattava, että kalojen hormonitasapainon määrittämiseen liittyy epävarmuuksia useiden eri tekijöiden vaikutuksesta, joten tuloksia on tulkittava huolellisesti. Tässä tutkimuksessa plasman vitellogeniini oli kaikissa tehtaiden tutkimuspisteissä alhaisempi vertailuarvoihin nähden, osittain myös tilastollisesti merkitsevästi. Tulos oli verraten selvä, mutta syyt tulokseen ja ekologinen merkitys jäi epäselväksi. Vastaavasti v. 1995 tutkimuksessa ahvenen vitellogeniini-geenin ilmentyminen oli merkitsevästi alhaisempaa UPM-Kymmene Kaukaan (1 km) lähipisteessä vertailuarvoon nähden (Karels ym., 1997). Vitellogeniini, samoin kuin mitatut sukupuolihormonit ovat myös normaalin fysiologisen säätelyn alaisia, joten johtopäätösten teko on vastaavasti suoritettava huolellisesti.

7.5. Yhteenveto ja johtopäätökset

- tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kaloista mahdollisia altistumisen ja vaikutuksen merkkejä (biomarkkereita) kuudessa tutkimuspisteessä Etelä-Saimaalla, kolmen metsäteollisuuslaitoksen läheisillä vesialueilla ja vertailualueilla. Tutkimuskalana käytettiin ahventa, joka on verraten paikallinen ja vähemmän tekemisissä pohjasedimentin kanssa (vrt. särki). Tutkimuksessa käytetyt kalat olivat kaikki naaraita, jolloin saatuja vasteita on huomioitu myös tätä taustaa vasten
- kalojen sapessa havaittiin verraten alhaiset pitoisuudet hartsihappoja kahden tehtaan läheisillä vesialueilla, mutta yhden tehtaan (Stora Enso, Imatra) osalta sapsen hartsihappopitoisuudet olivat kaloissa hyvin korkeat. Mahdollisena syynä saattaa olla vähäinen veden vaihtuminen kyseisellä vesialueella, jolloin kertymistä voi tapahtua. Minkään näytepisteen osalta kalojen sapessa ei havaittu β -sitosterolia, mutta toista puusterolia, kampesterolia, analysoitiin kaikissa näytepisteissä
- toisen altistumisen biomarkkerin, maksan EROD-entsyymiaktiivisuuden osalta ei havaittu merkittävää kohoamista jätevesiä vastaanottavilla vesialueilla minkään tehtaan osalta. Entsyymiaktiivisuus oli kaikkialla verraten alhaisella tasolla, mikä osoittaa, että kalat eivät altistu tietyn tyyppisille yhdisteille (dioksiinit/furaanit, eräät PAH-yhdisteet ml. reteeni tai muut kyseistä vierasainemetabolialla aktivoivat aineet). Toisaalta myöskään entsyymitoiminnan estymistä ei havaittu
- kaloista mitatut sukupuolihormoniarvot eivät merkittävästi poikenneet vertailuarvoista, mutta lievä suuntaus alempiin estradiolipitoisuuksiin havaittiin jätevesiä vastaanottavilla näytepisteillä. Vaikutusta populaatiotasoon ei kuitenkaan voida arvioida tämän perusteella. Hormonitasot voivat vaihdella useiden eri tekijöiden vaikutuksesta, jolloin lopullisten johtopäätösten teko on tehtävä erittäin huolellisesti. Testosteronissa ei havaittu eroja eri näytepisteiden välillä. Plasman vitellogeniinin määrä jätevesiä vastaanottavissa näytepisteissä oli alhaisempi vertailuarvoihin nähden. Hormonipitoisuuksien kaltaisesti, vitellogeniini on kuitenkin myös kalan normaaliin fysiologiaan kuuluva biomarkkeri, johon useat tekijät voivat vaikuttaa, joten tulkinta on suoritettava huolellisesti. Näiden tulosten perusteella havaittiin lievää vasteen alenemaa, mutta vaikutusta ei pidetä erityisen merkitsevänä

- verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin, vertailua ei tule tehdä liiaksi absoluuttisten arvojen perustella, vaan huomio tulee kiinnittää kunkin tutkimuksen sisällä havaittuihin, eri tutkimuspisteiden välisiin eroihin
- suosituksena esitetään, että Etelä-Saimaalla tulisi toteuttaa kalojen biomarkkeritutkimus vähintään viiden vuoden välein. Keskeistä on, että valitaan eniten tietoa antavat biomarkkerit. Nämä voivat myös aikaisessa vaiheessa varoittaa myöhemmin ilmenevistä, mahdollisesti hyvinkin haitallisista vaikutuksista ympäristöön. Erityistapauksissa (esim. vuoto tai jokin havaittu ongelma ympäristössä) tulisi asia tutkia myös tilanteeseen sopivia biomarkkereita käyttäen. Rajoitettu tutkimus voidaan järjestää nopealla aikataululla.

8. KALOJEN AISTINVARAINEN TUTKIMUS

8.1. Yleistä

Kalojen aistittavan laadun analyttisessä arvioinnissa yleisimmin käytettävät menetelmät ovat erotustestit, asteikkotestit (kuten laatuasteikko) ja kuvaileva analyysi. Yleisin käytetty menetelmä kalojen käyttökelpoisuuden arvioinnissa on ns. laatuasteikkotesti. Tällä menetelmällä saadaan yleensä riittävän tarkkaa ja monipuolista tietoa erotustestejä tai kuvailevaa analyysiä pienemmillä kustannuksilla. Laatuasteikkomenetelmässä näytteistä arvioidaan kalojen haju, ulkonäkö ja maku sekä raakana että kypsennettynä (keitettynä). Kaikkia näitä ominaisuuksia arvioidaan (portaattomalla) asteikolla 1 – 5, jossa 1 = erittäin huono (voimakkaita virheitä), 2 = huono (selviä virheitä), 3 = tyydyttävä (lieviä virheitä), 4 = hyvä ja 5 = erittäin hyvä. Raadissa on 5 - 6 arvioijaa. Tuloksina esitetään raadin keskiarvot. Yleensä 1,5 pistettä pidetään rajana laadultaan hylättävälle kalalle. Arvioinnit voidaan suorittaa joko yksittäisistä kalayksilöistä tai kokoomanäytteistä. Mahdollisimman luotettavien tulosten saamiseksi näytteet esitetään arvioijille aina satunnaisesti koodattuina ja satunnaisessa järjestyksessä. Kerralla voidaan arvioida korkeintaan viisi näytettä. Suurempi näytteiden määrä heikentää arviointien laatua mm. aistien väsymisen vuoksi. Näytteet esitetään arvioijille folionäytteissä kypsennettyinä ilman mausteita.

8.2. Aineisto, menetelmät ja tutkimusalueet

Näytekalat (ahven, muikku, hauki ja siika) pyydettiin 14 osa-alueella Etelä-Saimaalla ja Vuoksella (taulukko 10). Suurin osa kaloista pyydettiin syyskuun aikana koetroolauksen yhteydessä. Suurin osa hauesta saatiin uistimilla lokakuun aikana. Vuoksen näytekalat saatiin tuulustusatrimilla (hauet) ja pilkki-ongella (ahvenet) lokakuun aikana. Pyynnin jälkeen kalat perattiin, laitettiin vakuumi-pussiin, merkittiin ja pakastettiin. Pakastetut ahven-, muikku- ja siikanäytteitä lähetettiin 16.9.2019 ja haukinäytteitä 2.12.2019 Helsingin Ruokaviraston tutkimuslaboratorioon aistittavan laadun arviointia varten. Aistinvaraista tutkimusta varten lähetettiin 160 kpl ahvennäytteitä (30 - 400 g), 247 kpl muikkunäytteitä (15 - 30 g), 19 kpl haukinäytteitä (1,0 - 5,0 kg) ja 40 kpl siikanäytteitä (koko 100 - 300 g) (Taulukko 10.).



Kuvat 49 - 52. Ruokaviraston aistinvarainen tutkimus.

Taulukko 22. Aistinvaraisen tutkimuksen kalanäytteiden määrät osa-alueilla Etelä-Saimaalla 2019.

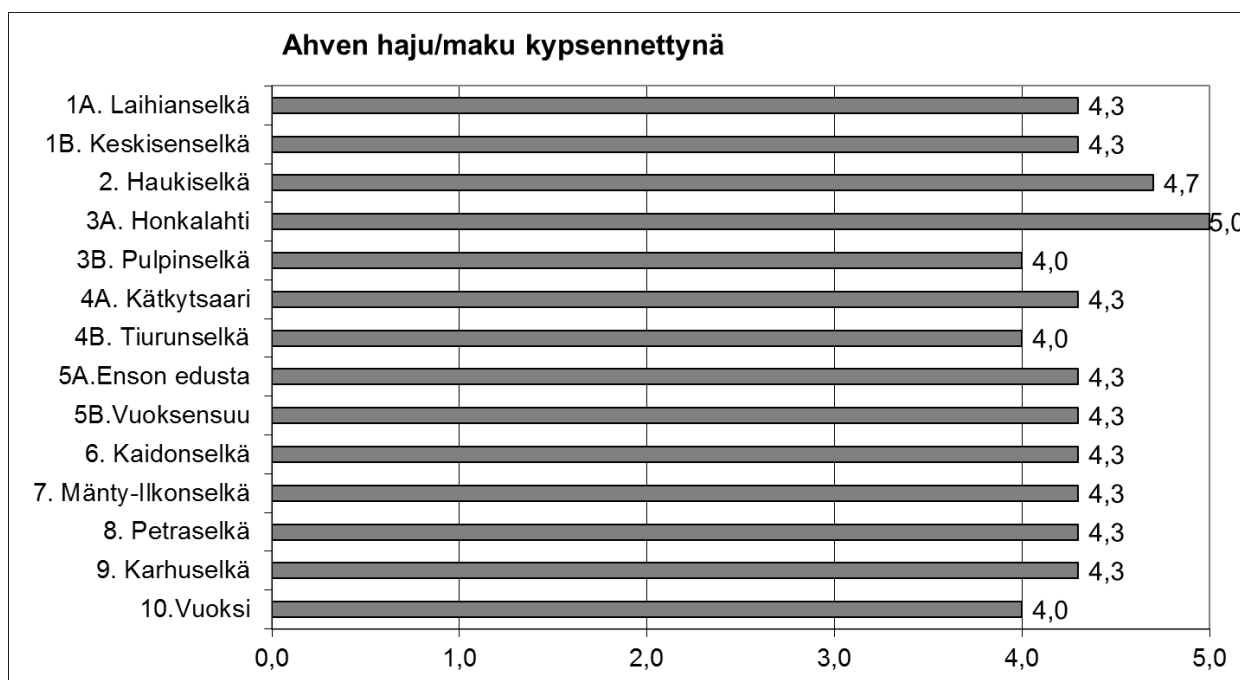
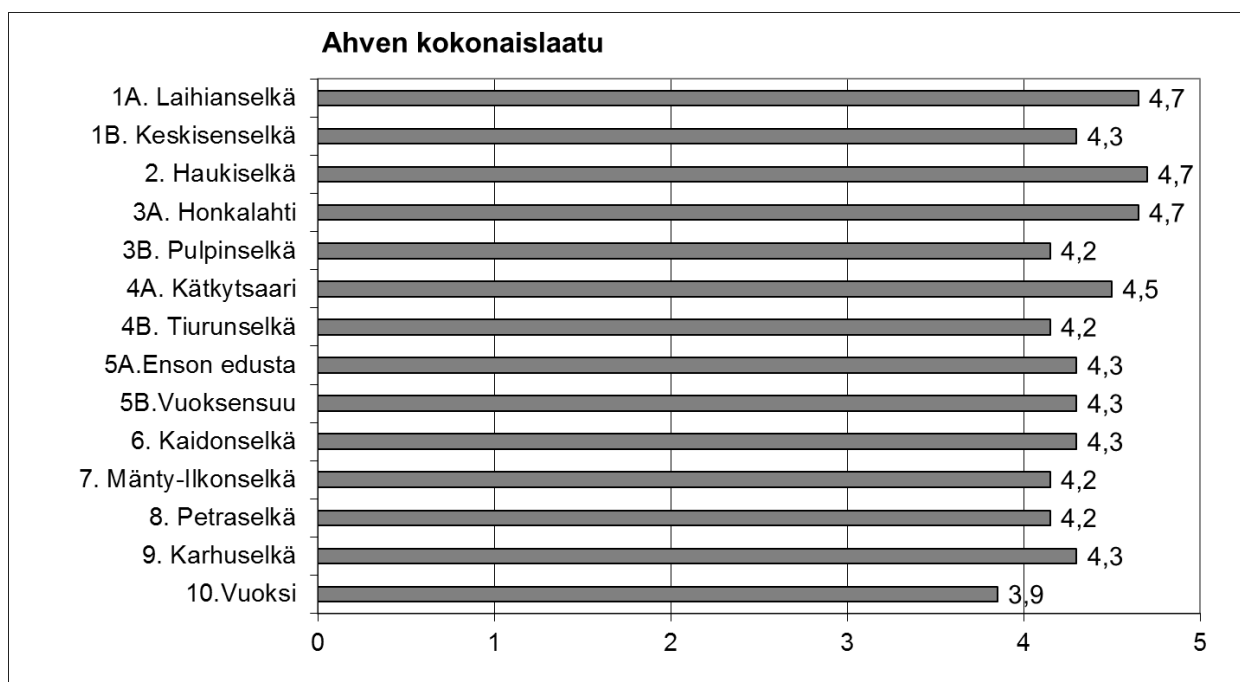
Alue	Ahven	Muikku	Hauki	Siika
1A	23	17	4	-
1B	22	18	2	-
2	12	20	-	-
3A	15	14	2	-
3B	12	20	-	-
4A	12	20	-	-
4B	11	20	-	11
5A	6	20	3	3
5B	5	20	-	6
6	9	18	1	2
7	9	20	-	3
8	3	20	3	8
9	11	20	-	7
10	10	-	4	-
osanäytteet	14	13	7	7
Yhteensä (kpl)	160	247	19	40

Raakana arvioitiin kalojen ulkonäkö, rakenne ja haju, kypsennettynä ulkonäkö, rakenne, haju ja maku laatuasteikkomenetelmän avulla. Kalojen aistittavaa laatua kuvattiin myös sanallisesti. Arvoasteikkona käytettiin asteikkoa 1 = erittäin huono (voimakkaita virheitä) - 5 = erittäin hyvä. Mikäli kaksi tai useampi arvioija antoi mausta pisteitä 1,5 tai vähemmän (asteikko 1-5), pidettiin kyseistä näytettä ihmisravinnoksi kelpaamattomana.

8.3. Tulokset

8.3.1. Ahven

Ahvennäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä, arvioitiin kaikilla osa-alueilla hyvän ja erittäin hyvän välillä (3,9 – 5,0). Haukiselänselän ja Honkalahden laatu oli hieman parempi kuin muilla osa-alueilla (4,7 – 5,0 pistettä). Pulpinselän, Tiurunselän ja Vuoksella laatu oli hieman huonompi kuin muilla osa-alueilla (3,9 – 4,2 pistettä).

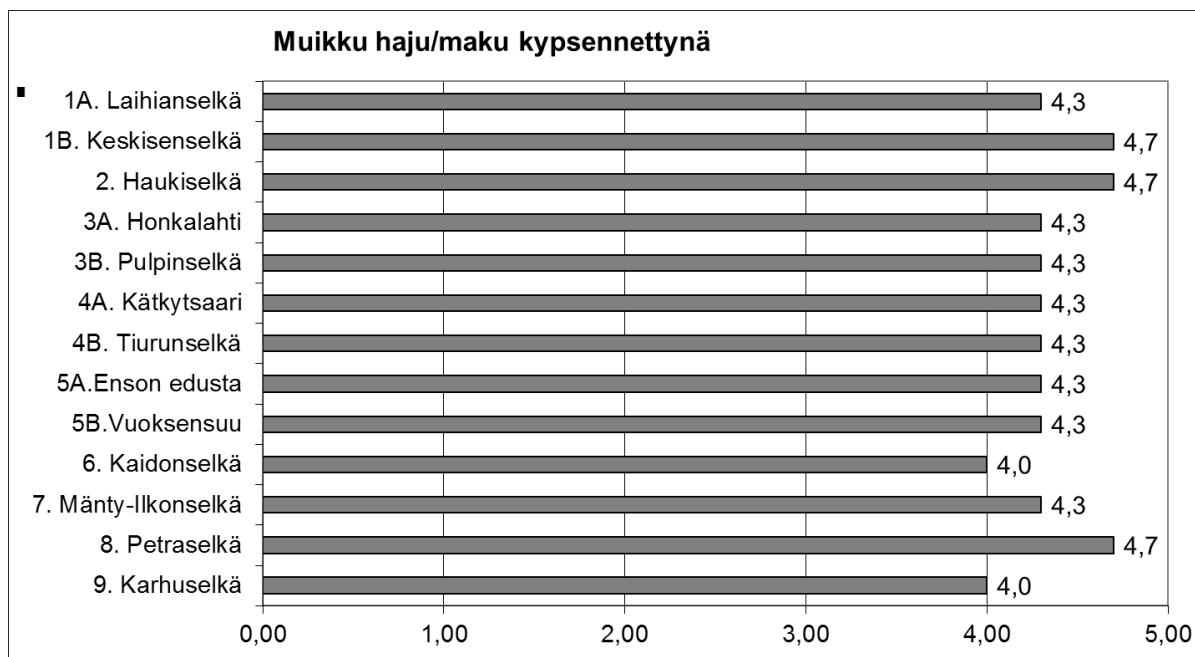


Kuva 53. Ahvennäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä vuonna 2019.

Laatuasteikko 1-5, jossa 1 = erittäin huono (voimakkaita virheitä), 2 = huono (selviä virheitä), 3 = tyydyttävä (lieviä virheitä), 4 = hyvä ja 5 = erittäin hyvä. Mikäli 2 tai useampi arvioija antoi mausta \leq 1,5 pistettä, on näyte ihmisravinnoksi kelpaamaton.

8.3.2. Muikku

Muikkunäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä, arvioitiin kaikilla osa-alueilla hyvän ja erittäin hyvän välillä (4,0 – 4,7 pistettä). Keskisen-, Hauki- ja Petraselän muikkunäytteet olivat hieman parempi kuin muilla osa-alueilla (4,4 – 4,7 pistettä).

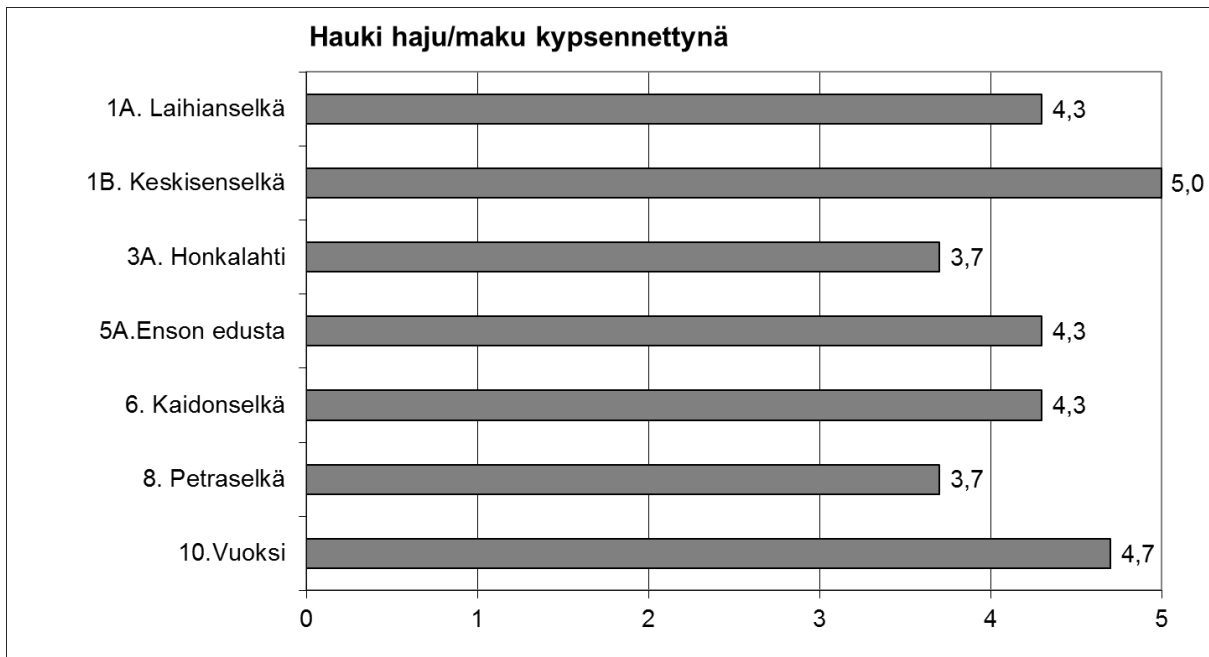
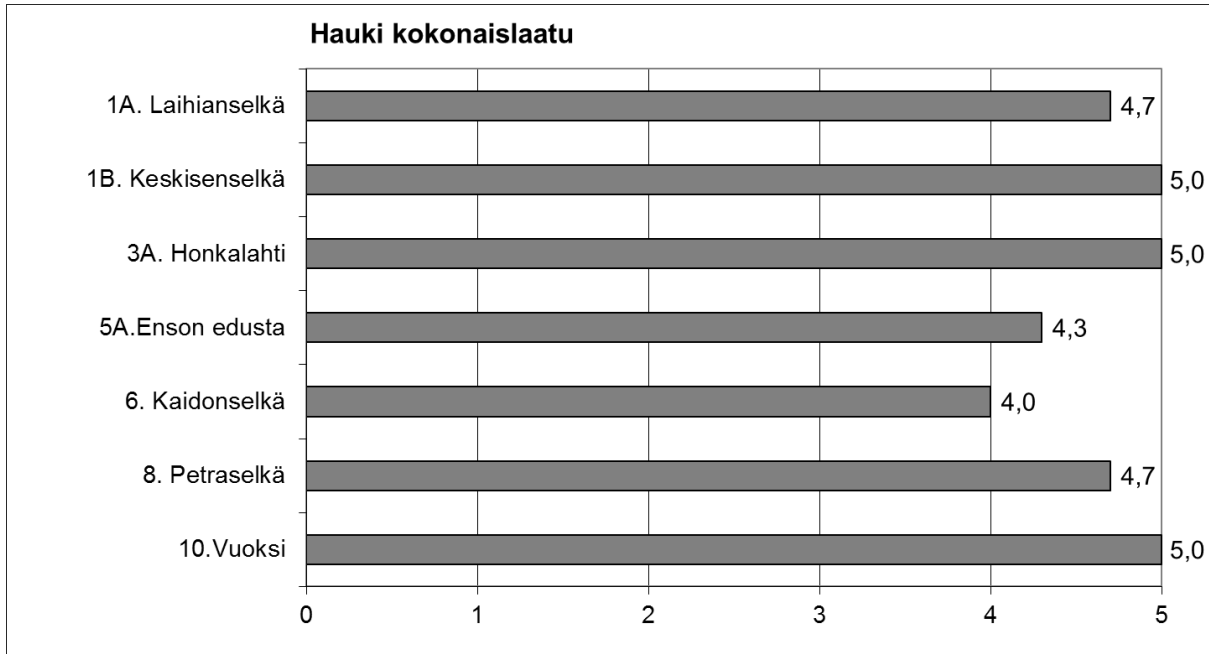


Kuva 54. Muikkunäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä vuonna 2019.

Laatuasteikko 1-5, jossa 1 = erittäin huono (voimakkaita virheitä), 2 = huono (selviä virheitä), 3 = tyydyttävä (lieviä virheitä), 4 = hyvä ja 5 = erittäin hyvä. Mikäli 2 tai useampi arvioija antoi mausta \leq 1,5 pistettä, on näyte ihmisravinnoksi kelpaamaton.

8.3.3. Hauki

Haukinäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä, arvioitiin kaikille osa-alueilla tyydyttävä ja erittäin hyvän välille. (3,7 – 5,0 pistettä). Honkalahden ja Petraselän haukinäytteiden laatu kypsennettynä oli huonompi kuin muilla osa-alueilla (3,7 pistettä).

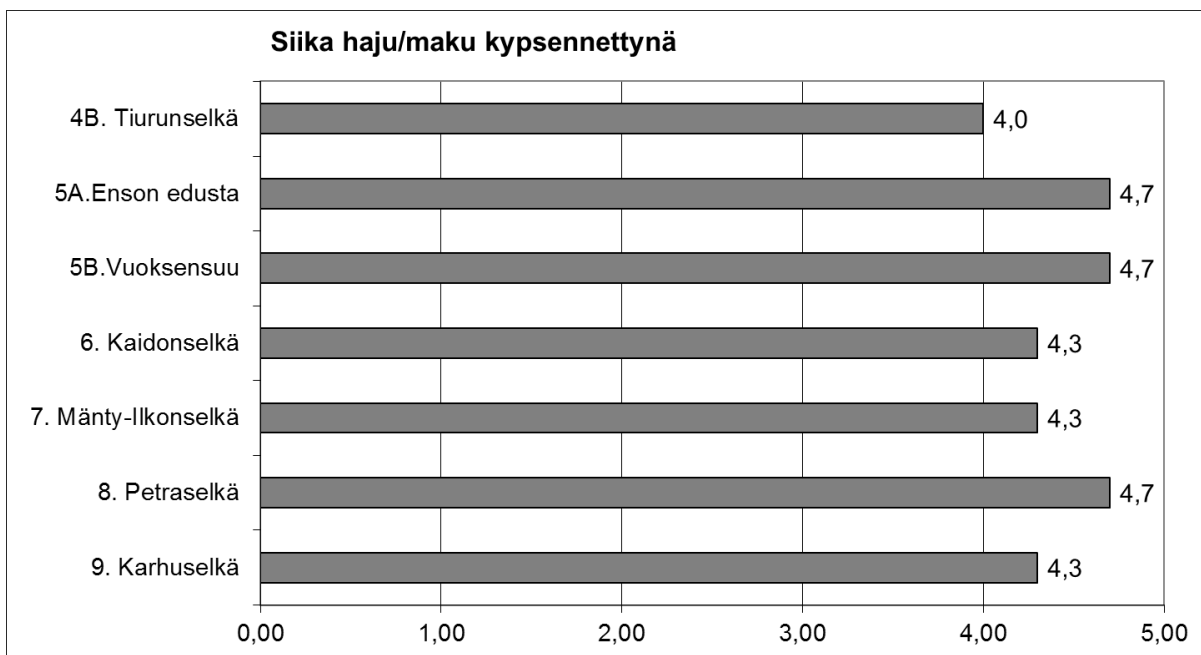


Kuva 55. Haukinäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä vuonna 2019.

Laatuasteikko 1-5, jossa 1 = erittäin huono (voimakkaita virheitä), 2 = huono (selviä virheitä), 3 = tyydyttävä (lieviä virheitä), 4 = hyvä ja 5 = erittäin hyvä. Mikäli 2 tai useampi arvioija antoi mausta \leq 1,5 pistettä, on näyte ihmisravinnoksi kelpaamaton.

8.3.4. Siika

Siikanäytteiden kokonaislaatu arvioitiin kaikilla alueilla välillä hyvä – erittäin hyvä (4,0 – 4,7 pistettä).



Kuva 56. Siikanäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä vuonna 2019.

Laatuasteikko 1-5, jossa 1 = erittäin huono (voimakkaita virheitä), 2 = huono (selviä virheitä), 3 = tyydyttävä (lieviä virheitä), 4 = hyvä ja 5 = erittäin hyvä. Mikäli 2 tai useampi arvioija antoi mausta \leq 1,5 pistettä, on näyte ihmisravinnoksi kelpaamaton.

8.4. Aikaisemmat selvitykset Etelä-Saimaalla

Vuosina 1972 - 1973 todettiin, että lähinnä alueella 1, 2, 3 ja 4A saaliin joukossa oli kaloja, joissa saattoi esiintyä jätevesien aiheuttamia makuvirheitä. Satunnaisesti saattoi makuhaittoja esiintyä myös kauempaa pyydetyissä kaloissa, mikäli nämä olivat hiljattain oleskelleet likaantuneilla vesillä (Oy Vesi – Hydro, 1974).

Vuonna 1986 Etelä-Saimaalta kerättyjen lahna, hauki ja muikkunäytteiden perusteella itäisen Pien-Saimaan ja Vuoksen edustan kaloissa oli selviä teollisuusjätevesien aiheuttamia makuhaittoja. Myös joissakin Kyläniemen eteläpuolisen alueen lahnoissa todettiin makuvirheitä (Huovila & Kansanen, 1987). Samaan selvitykseen liittyvän kalastustiedustelun tulosten perusteella makuhaittoja esiintyi runsaimmin itäisen Pien-Saimaan alueella Haukiselälle saakka. Makuvirheitä esiintyi tasaisesti tutkimusalueen eteläosassa Vuoksen suulle saakka. Myös Kattelussaaren ja Suur-Jänkäsälön välisellä alueella esiintyi runsaasti makuhaittoja.

Vuonna 1996 Etelä-Saimaalta ja Vuoksesta kerättyjen ahven, hauki, lahna ja siikanäytteiden perusteella makuvirheiden esiintymisalue oli vuoteen 1986 verrattuna huomattavasti supistunut (Niemi, 1999). Haukinäytteet arvioitiin useimmilla alueilla vähintään melko hyväksi. Ainoastaan Kaukaan tehtaiden edustalta pyydetty haukinäyte arvioitiin kelpaamattomaksi. Ahvenella ja lahnalla ihmisravinnoksi kelpaamattomia saatiin sekä jätevesien vaikutusalueilta että puhtailta alueilta. Siikanäytteistä ihmisravinnoksi kelpaamattomiksi arvioitiin Kouvolanlahden näyte sekä Vuoksen näyte. Etelä-Saimaan kalastustiedustelun (Sundell, 1988) perusteella kalojen makuvirheistä ei millään osa-alueella koettu olevan vähäistä suurempaa haittaa kalastukselle.

Vuoden 2003 ja 2007 ja 2014 kalojen aistinvaraiset tutkimukset osoittivat, että kesällä otettujen näytekalojen (ahven, muikku, siika, lahna ja hauki) kokonaislaatu ja maku olivat melkein kaikilla osa-alueilla tyydyttävän ja erittäin hyvän välillä. Vuonna 2003 ja 2007 Vuoksen ja Kaukaan lähialueen kalanäytteiden haju ja maku kypsennettynä olivat huonommat kuin muilla osa-alueilla (Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloustarkkailut 2004, 2008).

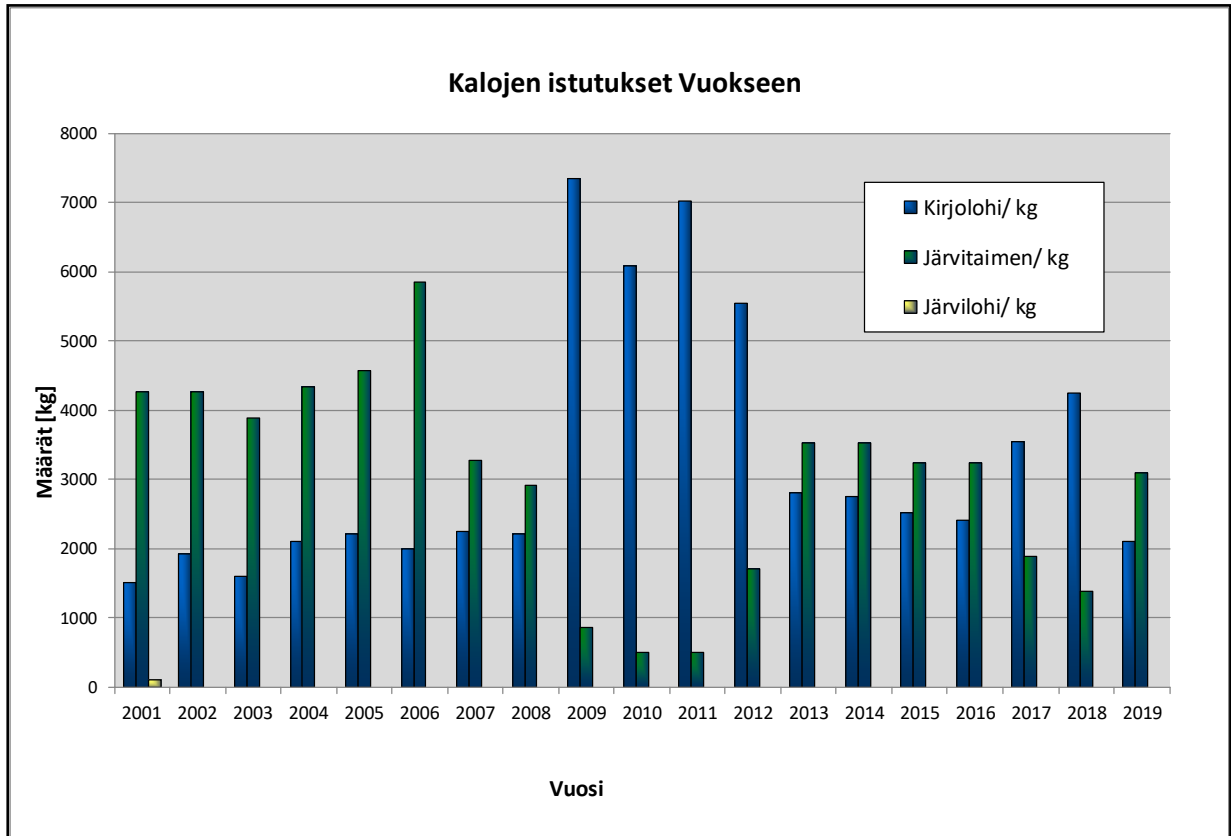
9. VUOKSEN ISTUTUSKALOJEN TELEMETRIASEURANTA

9.1. Johdanto

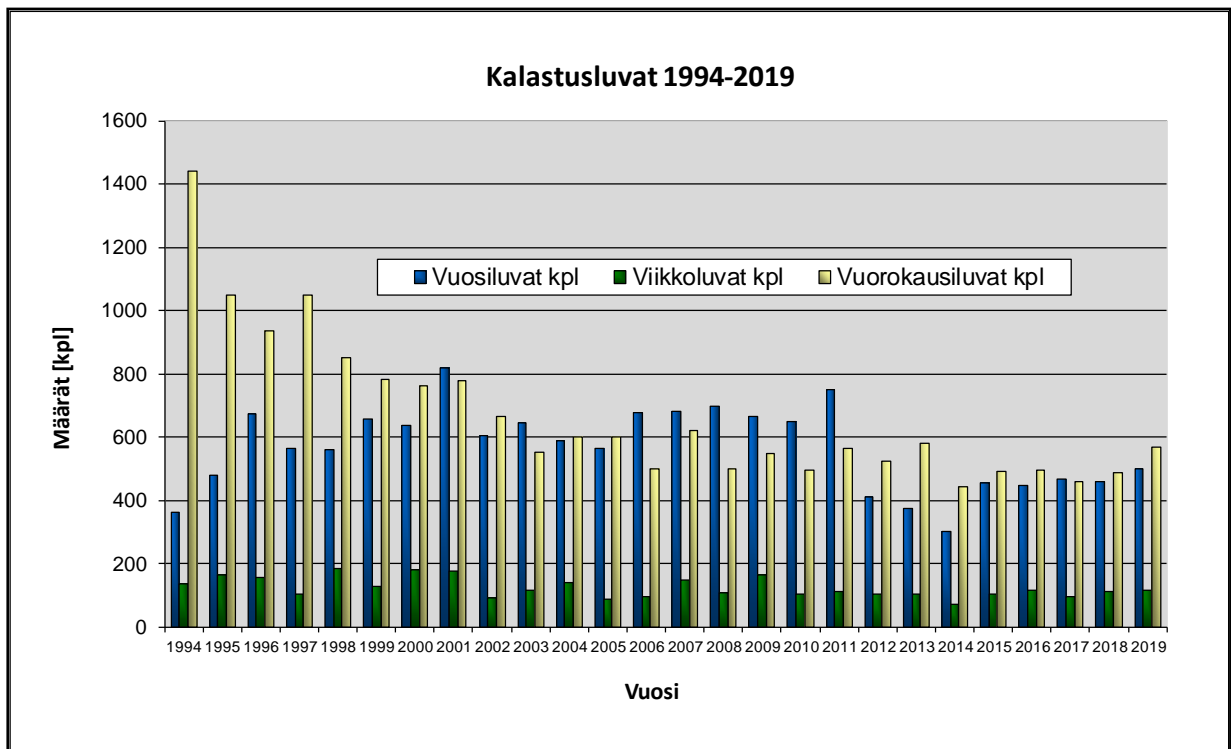
Vuokseen istutetaan vuosittain noin 40.000 – 45.000 euron arvosta järvitaimenta ja kirjolohta. Istutuskalojen määrät (kg) lajeittain vuosina 2001 - 2019 on esitetty kuvassa 60. Istutuksien rahoituksista vastaa voimayhtiö (kalataloudellinen velvoite), Varsinais-Suomen ELY-keskus (kalastuksen hoitomaksuvarat) sekä Imatran kaupunki (kalastuslupien myyntitulot). Vuoksen kalastuslupien myyntimäärät vuosina 1994 – 2019 näkyvät kuvassa 61. Telemetriaseurannassa käytetyt järvitaimenet (3-vuotiaat) istutettiin Tainionkosken ja Imatrankosken voimalaitosten väliselle alueelle. Telemetriaseurantatutkimuksen tarkoitus oli selvittää, istutustaimenien liikkumista Vuoksella, vaeltavatko ne Imatrankosken voimalaitoksen läpi kulkeutuen jopa Venäjän puolelle saakka, sekä millainen osuus istutuskaloista päätyy saaliiksi. Tutkimustulosten avulla voidaan arvioida, onko istutuspaikka, vuodenaika ja istutuskalojen laji, ikä ja koko sopiva. Kalojen liikkeiden selvittämiseen käytettiin ultra-äänitelemetriaseurantamenetelmää. Kymmenen ultra-äänilähettimeillä merkittyä kalaa istutettiin 27.9.2019 Tainionkosken voimalaitoksen alapuolelta normaalin istutuskuorman yhteydessä. Kalojen liikkeitä seurattiin 27.9.2019 – 20.4.2020 välisenä aikana automaattisilla vastaanottimilla (dataloggeri) ja käsipaikannuslaitteen avulla. Telemetriaseurannasta vastasi Aarno Karels, Karels Oy:stä sekä Imatran kaupungin kalastusmestari Tomi Menna avusti kenttätöissä. Telemetriaseuranta toteutettiin osana Eteläisen Saimaan kalataloustarkkailuohjelmaa.



Kuvat 57 -59. Kalojen istutus Tainionkoskella 27.9.2019.



Kuva 60. Istutuskalojen määrät Vuoksessa vuosina 2001 – 2019.

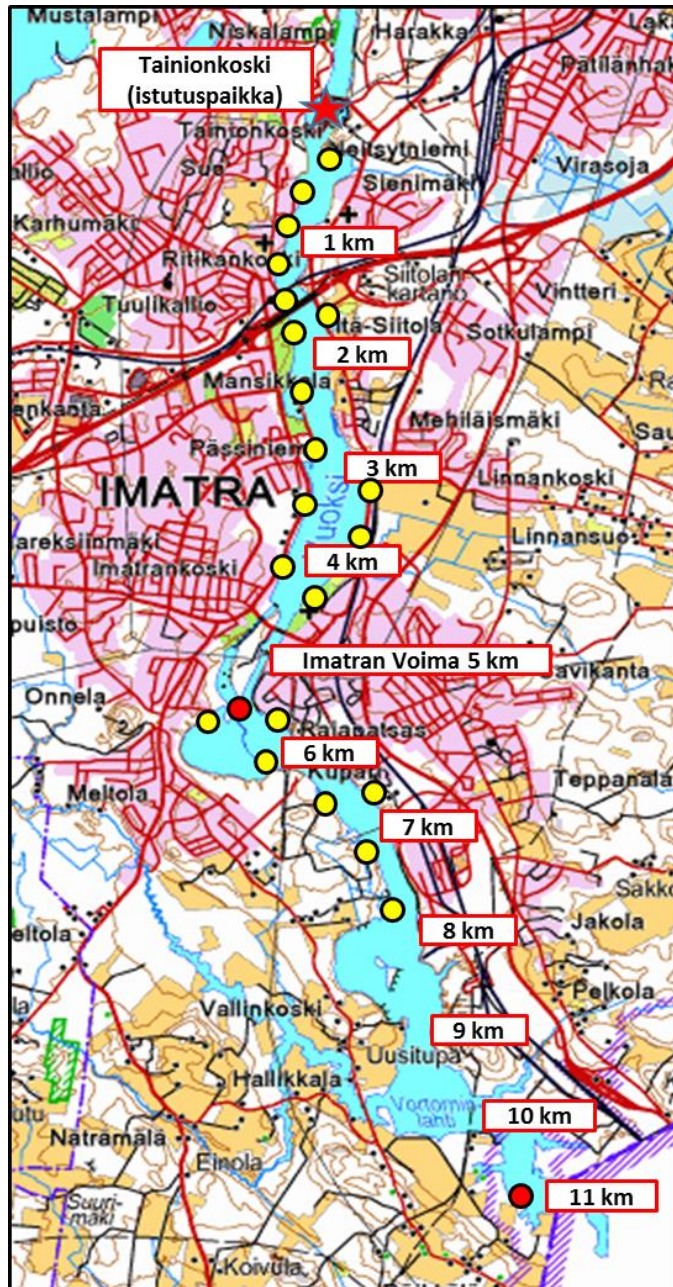


Kuva 61. Vuokseen kalastuslupien määrät vuosina 1994 – 2019.

9.2. Aineisto ja menetelmät

9.2.1. Tutkimusalue, istutus- ja seurantaapaikat

Tutkimusalue ulottui Vuoksella Tainionkoskelta Venäjän rajalle. Kalojen istutuspaikka oli Tainionkosken voimalaitoksen alapuolella (★). Seurannassa käytettiin kahta kiinteää dataloggeria sekä käsipaikannuslaitetta (hydrofooni). Dataloggereiden (● 2 kpl), käsipaikannuslaitteen havaintopaikat (● 21 kpl) ja etäisyydet istutuspaikasta on esitetty alla olevassa kartassa.



Kuva 62. Tutkimusalueen kartta, jossa kalojen istutuspaikka (Tainionkosken voimalaitos ★), kiinteät dataloggereiden sijaintipaikat alajuoksulle (● 2 kpl) ja käsipaikannuslaitteen havaintopaikat (● 21 kpl) sekä etäisyydet Tainionkosken istutuspaikalta **1 km**.

9.2.2. Istutuskalojen ja lähettimien tiedot

Merkityt istutustaimenet (10 kpl, 6 koiraat, 4 naaraat) olivat kolme vuotta vanhoja Vuoksen kantaa olevia järvitaimenia. Kalojen keskipituus oli 43,2 cm ja keskipaino 1214 grammaa. Kalat tulivat Pankakosken viljelylaitokselta ja istutettiin 27.9.2019 Tainionkosken voimalaitoksen alapuolelle. Merkityt kalat tulivat normaalin istutuskuorman 1300 kg (noin 1200 kpl) mukana. Merkittyjen istutuskalojen tiedot on esitetty taulukossa 23. Merkinnässä käytettiin amerikkalaisia Sonotronics lähettimiä (CT-82-2-E). Lähettimet ovat yksilöllisesti koodattuja, ja tuottavat ultra-äänisignaaleja (72–76 KHz), niiden paristot toimivat noin 12 kk. Valmistajan ilmoittama maksimikantama näille lähettimille oli noin 500 m. Lähettimien ultra-äänin frekvenssit, koodit, intervallit ja tag-numerot on esitetty taulukossa 23.

Taulukko 23. Merkityt istutustaimenten ja ultra-äänilähettimien tiedot.

kala nro	pituus mm	paino gramma	suku puoli	Frekvenssi	Koodi	Interval	Tag#
1	434	1242	koiras	72	3-6-6-7	980	184
2	420	1060	naaras	73	5-7-7-6	1230	185
3	440	1285	koiras	74	3-4-4-4	1000	186
4	453	1300	naaras	75	3-4-4-5	1010	187
5	437	1104	naaras	76	3-4-7-6	1020	188
6	437	1242	koiras	72	3-5-4-7	1140	199
7	412	1200	naaras	73	3-3-6-8	990	200
8	402	988	koiras	74	4-6-5-7	1160	201
9	410	1044	koiras	75	4-8-7-8	1190	202
10	475	1670	koiras	76	4-8-8-8	1180	203
ka	432	1214					

Lähettimet kiinnitettiin istutusjärvitaimeniin 24.9.2019 Pankakosken kalaviljelylaitoksella. Kalat nukutettiin MS-222-nukutusaineella ennen lähettimen kiinnittämistä. Lähettimet kiinnitettiin samalla tavoin kuin Carlin-merkki. Lähettimessä olevat kiinnityslangat (metallilangat muovipäällysteellä) vietiin kalan selkälihaksen läpi injektioneulojen avulla (kuvat 63 - 64).



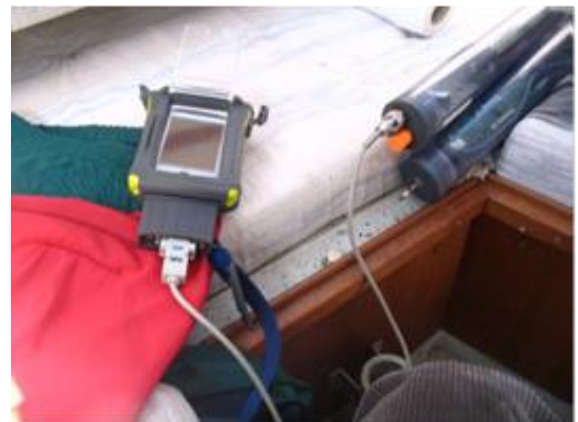
Kuvat 63 – 64. Ultraäänilähettimien kiinnittäminen Pankakosken kalaviljelylaitoksella 24.9.2019.

9.2.3. Seurannassa käytetyt telemetrialaitteet

Lähettimillä varustettujen kalojen havainnointi tehtiin tutkimusalueella automaattisilla vastaanottimilla (dataloggeri) ja käsipaikannuslaitteella.

Dataloggerit

Dataloggeri (Sonotronics Submersible Receiver SUR-01) rekisteröi sille ohjelmoituja äänentaajuuksia (69 - 83 KHz). Laite skaalaa läpi taajuusasteikon noin kahdessa minuutissa. Havainto lähettimestä kirjautuu loggerille, jos kala viipyy dataloggerin kuuluvuusalueella noin 2 minuuttia. Loggeri kirjaa ylös lähettimen tunnistetiedot eli frekvenssin ja intervallin sekä havaintoajan-kohdan. Loggerit asennettiin 27.9.2019 Fortumin Imatran kosken voimalaitoksen alapuolelle (noin 500 m) sekä rajavyöhykkeelle. Loggerit ankkuroitiin ja veden pinnalle laitettiin merkiksi koho. Loggerit nostettiin 18.12.2019 ennen mahdollista jäiden tuloa. Loggereihin tallentuneet havainnot luettiin tietokoneella ja koodattiin kalakohtaisiksi excel-tiedostoiksi.



Kuvat 65 – 66. Dataloggerin asentaminen Imatran voimalaitoksen alapuolella ja loggereiden purku tietokoneella.

Käsipaikannuslaite

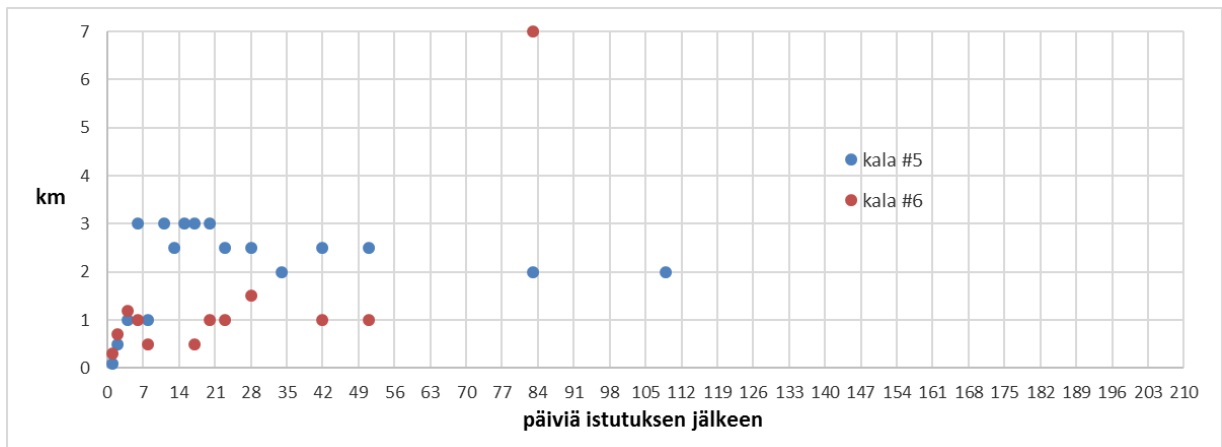
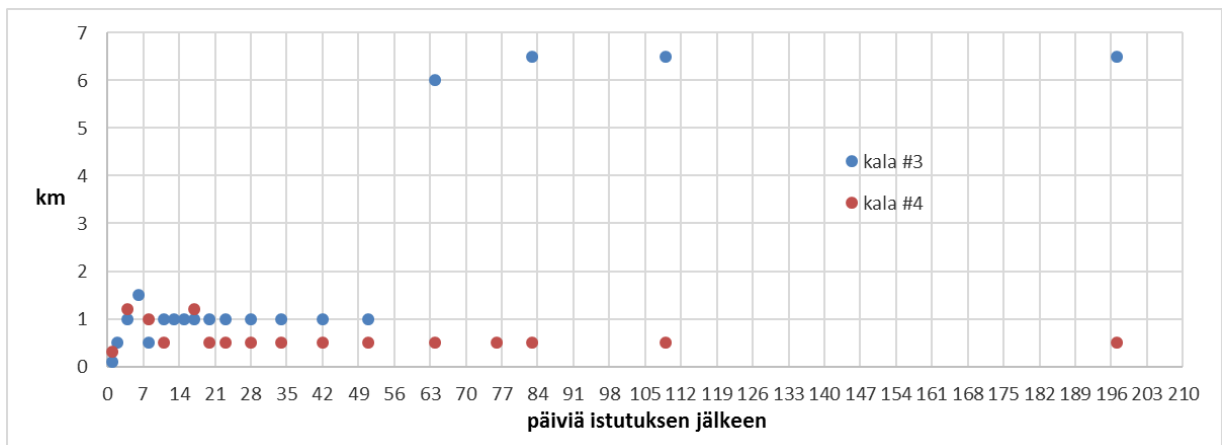
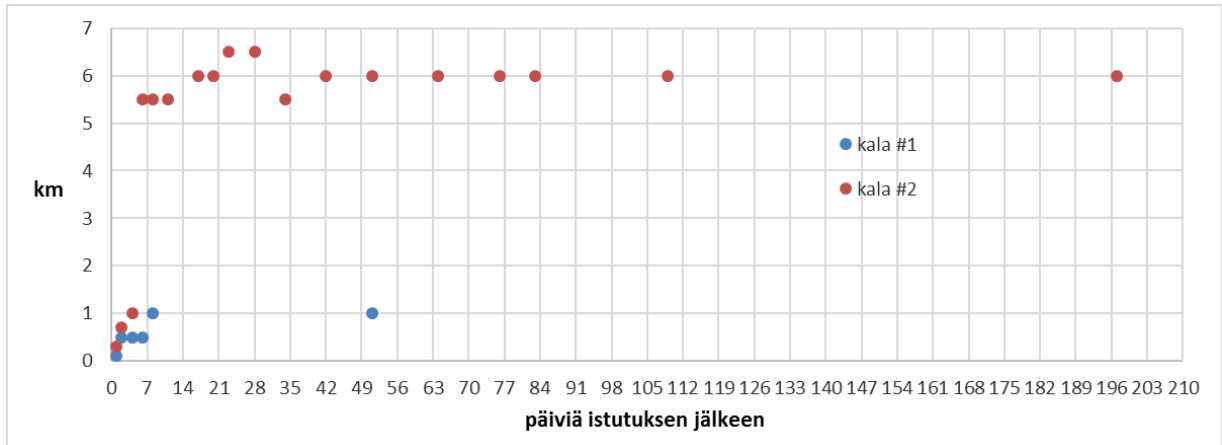
Käsipaikannuslaitteilla (hydrofooni, Sonotronics Mantrak) kuunnellaan lähettimen signaaleja veteen asetettavan hydrofonin avulla. Signaalia kuunnellaan kuulokkeista tai kaiuttimesta. Loggerin tapaan käsipaikannuslaiteella voi manuaalisesti valita äänentaajuuden, jota halutaan kuunnella. Jos kala on kuuluvuusmatkan päässä ja vastaanotin viritetty lähettimen taajuudelle, alkaa laitteesta kuulua piippauksista koostuva koodi, josta lähetin voidaan tunnistaa. Tämän ohella vastaanotin kirjaa myös intervallin aikaa, josta lähetin on myös tunnistettavissa.

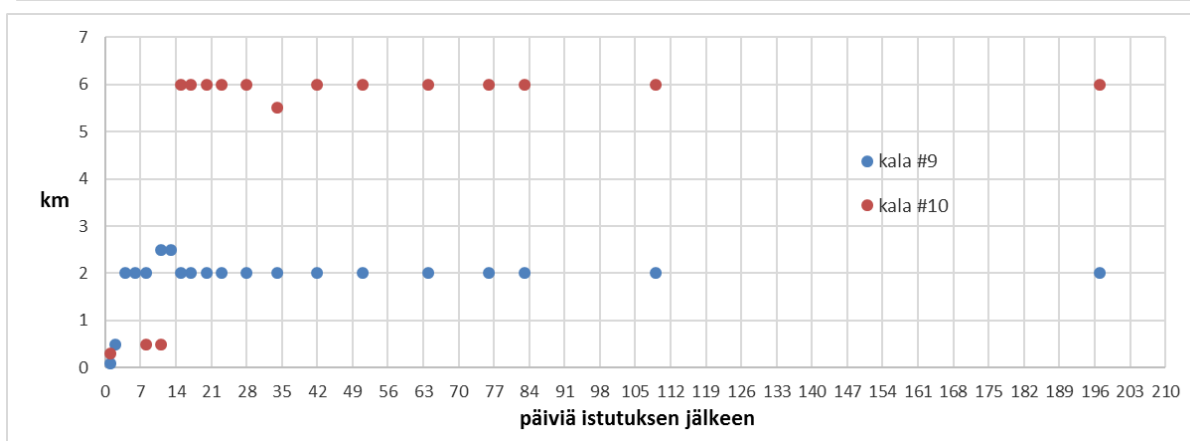
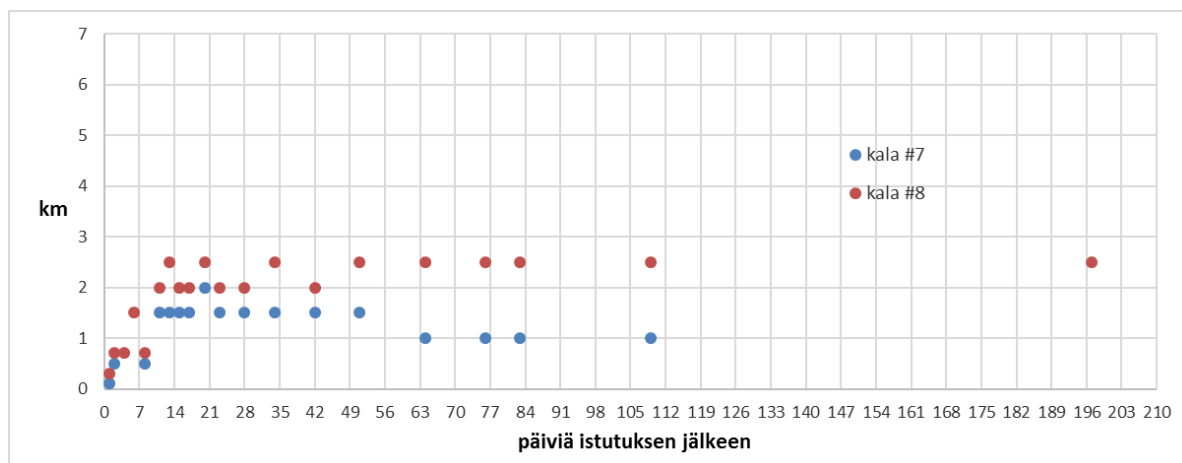


Kuvat 67 – 68. Hydrofooni.

9.3. Telemetriaseurannan tulokset

Käsipaikannuslaitteen seuranta suoritettiin yhteensä 20 kertaa 27.9.2019 - 10.4.2020 välisenä aikana. Imatran voimalaitoksen alapuolella oleva loggeri sekä rajavyöhykkeen loggeri asennettiin 27.9.2019 ja poistettiin 18.12.2019 ennen mahdollista jään tuloa. Istutuskalojen paikannukset on esitetty kuvassa 69 - 71. Kuvasta näkyy kalojen etäisyydet (km) Tainionkosken voimalaitoksen istutuspaikalta. Imatran voimalaitos on 5 km istutuspaikalta, eli kaikki kalahavainnot kauempana kuin 5 km ovat vaeltaneet Imatran voimalaitoksen läpi.





Kuvat 72 - 73. Istutuskalojen #7,8,9 ja 10:n etäisyydet (km) Tainionkosken voimalaitoksen istutuspaikalta. Imatran voimalaitos on 5 km istutuspaikalta, eli kaikki kalahavainnot kauempana kuin 5 km ovat vaeltaneet Imatran voimalaitoksen läpi.

Seurannan tulokset:

1. seurantaviikko (27.9 – 4.10.2019)

Kala nro. 2 oli mennyt ensimmäisellä viikolla jo Imatran voimalaitoksen läpi. Tämä kala havaittiin 4.10.2019 noin 500 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 1,3,4,5,6,7,8,9,10 olivat ensimmäisellä viikolla vielä 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken voimalaitoksen istutuspaikalta.

Kalastaja oli saanut uistimella 3.10.2019 Vuoksen Kalastuspuiston kohdalta kalan nro. 7. Kalasta otettiin valokuva ja palautettiin takaisin Vuokseen. Kalastaja sai palkinnoksi savustetun kirjolohen Vuoksen Kalastuspuistosta.



Kuvat 74 - 75. Kalastajan saama telemetriakala nro. 7 sekä Vuoksen tuulastuskisoissa saatu hauki, jonka mahassa oli istutustaimen (noin < 1 kg).



2. seurantaviikko (5.10. – 11.10.2019)

Kala nro. 2 oli edelleen 500 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 1,3,4,5,6,7,8,9,10 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kalastaja oli saanut uistimella 6.10.2019 Keskusliikenneaseman kohdalla kalan nro. 8. Kala palautettiin takaisin Vuokseen, kalastaja ilmoitti saaliista ja sai palkkioksi savulohen Vuoksen Kalastuspuistosta.

3. seurantaviikko (12.10. – 19.10.2019)

Kala nro. 10 meni Imatran voimalaitoksen läpi. Kalat 2 ja 10 havaittiin molemmat 500 – 700 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 3,4,5,6,7,8,9 havaittiin vielä 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kalaa nro. 1 ei havaittu.

4 – 6. seurantaviikko (19.10. – 7.11.2019)

Tässä neljän viikon kestoisessa jaksossa havaittiin kalat nrot. 2 ja 10 edelleen 500 – 700 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kaikki muut kalat, paitsi kala nro. 1 havaittiin edelleen 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kalastaja ilmoitti Vuoksen Kalastuspuiston väelle, että yksi merkitty kala jäi uistimeen kiinni, mutta lähti irti nostovaiheessa.

7. seurantaviikko (16.11.2019)

Seurantapäivänä 16.11.2019 kaikki kalat havaittiin. Kalat nrot 2 ja 10 havaittiin 500 – 700 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 1,3,4,5,6,7,8,9 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta.

9. seurantaviikko (29.11.2019)

Kala nro. 3 on mennyt Imatran voimalaitoksen läpi. Kalat nrot. 2,3 ja 10 havaittiin nyt 500 – 700 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 4,7,8,9 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kaloja nrot. 1,5 ja 6 ei havaittu.

10. seurantaviikko (11.12.2019)

Kalat nrot. 2 ja 10 havaittiin edelleen 500 – 700 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 4,7,8,9 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kaloja nrot. 1,3,5 ja 6 ei havaittu.

11. seurantaviikko (18.12.2019)

Kalat nrot. 2,3,6 ja 10 havaittiin 500 – 1000 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat nrot. 4,5,7,8,9 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kalaa nro. 1 ei havaittu.

16. seurantaviikko (13.1.2020)

Kalat nrot. 2,3 ja 10 havaittiin 500 – 1000 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat nrot. 4,5,7,8,9 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kalat nrot. 1 ja 6 ei havaittu.

28. ja viimeinen seurantaviikko (10.4.2020)

Kalat nrot. 2,3 ja 10 havaittiin 500 – 1000 m Imatran voimalaitoksen alapuolella. Kalat 4,8,9 havaittiin 0,2 km – 3,0 km Tainionkosken istutuspaikalta. Kalat nrot. 1,5,6 ja 7 ei havaittu.

9.4. Tulosten tarkastelu

Seurantajakson puolivälissä (15 viikko) havaitsimme käsipaikannuslaitteen avulla, että neljä merkittyjä kalaa oli vaeltanut Imatran voimalaitoksen läpi ja viisi kalaa olivat vielä Tainionkosken ja Imatran voimalaitoksen välisellä alueella noin 0,5 – 3,0 km istutuspaikasta.

Imatran voimalaitoksen alapuolella oleva dataloggeriin tulokset voivat antaa vielä lisää tietoa kalojen liikkeistä, mutta odotamme vielä LUKE:n tutkimuslaitoksen tuloksia.

Ensimmäisen kalan Imatran voimalaitoksen alapuolella havaitsimme jo viikolla 1, toinen kala viikolla 3, kolmas kala viikolla 9 ja neljäs kala viikolla 11. Kaikki Imatran voimalaitoksen läpi vaeltaneet kalat olivat pysyneet noin 0,5 – 2 km voimalaitoksen alapuolella.

Seurannan perusteella istutuskalat ovat pysyneet pääsääntöisesti virta-alueilla. Kalojen liike virrassa on ollut usein vähäistä. Istutuskalojen vähäinen liikkuvuus voi johtua osittain siitä, että istutuskalat ovat saaneet alkunsa viljelylaitoksessa, jossa liikkumismahdollisuudet ovat erittäin rajalliset. Toisaalta myös olosuhteet ravinnon ja hyvien asentopaikkojen suhteen saattavat saada taimenet jäämään paikoilleen.

Merkityistä kaloista kolme kalaa tarttui kalastajien uistimeen, joten voidaan päätellä, että ultraäänilähetin ei vaikuta kalan normaaliin käyttäytymiseen. Saaliiksi saadut merkityt kalat (n. 30 %) on osoitus siitä, että osa istutuskaloista tulee päätymään kalastajien saaliiksi, mikä on tietysti osittain myös istutuksien tarkoitus.

Merkittyjen istutuskalojen liikkeiden ja kalastajan saalisilmoitusten perusteella voidaan olettaa, että suurin osa kaloista oli hengissä seurantajakson aikana.

Seurannan tuloksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon mahdollisuus kalojen kuolemiseen, predaatioon (hauki), kalastukseen tai mekaanisen vamman (turbiinit) takia. Myös on mahdollista, että lähettimet irtoavat kaloista. Lähettimien kiinnittäminen voi vaikuttaa myös kalojen liikkeisiin ja käyttäytymiseen alkuvaiheessa.

10. KUHAKANNAN TUTKIMUS

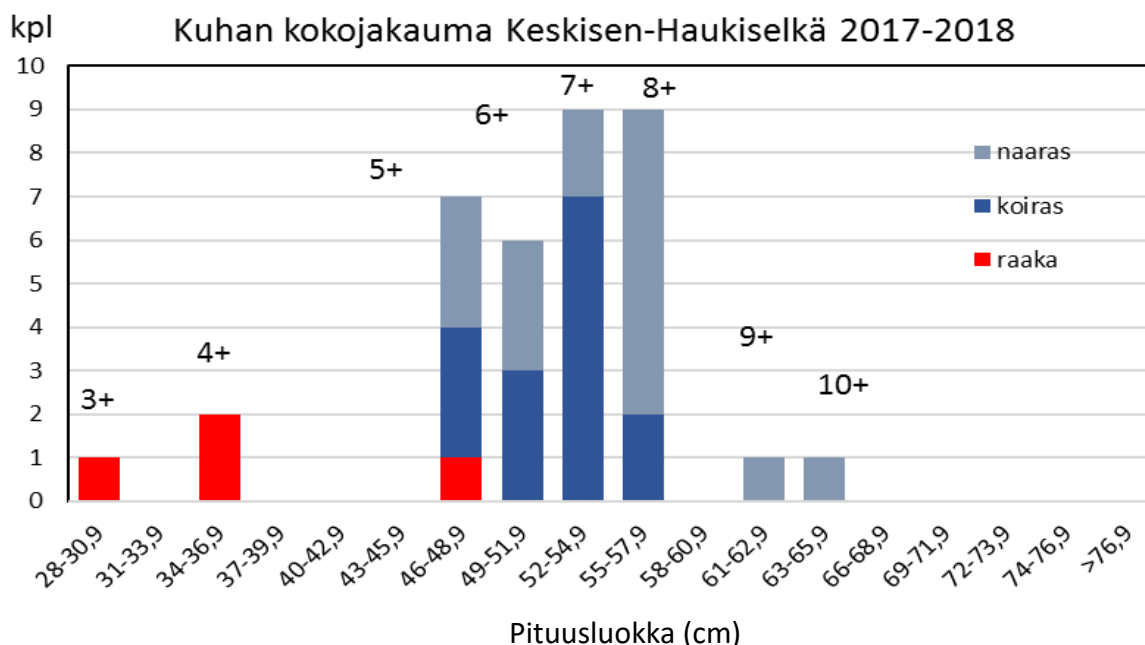
10.1. Kuhakantojen tilan seuranta

Kuha on tullut 2000-luvulla merkittäväksi saaliskalaksi Etelä-Saimaan ammatti- ja virkistyskalastajille. Etelä – Saimaan ja Vuoksen Kalataloustarkkailun yhteydessä seurataan Eteläisen Saimaan kuhakannan kasvua, kuntoa, ravintoa sekä eri ikäluokkien osuutta saaliissa. Kuhan kasvua on aikaisemmin selvitetty Etelä-Saimaalla vuosina 1988 – 1997 (Niemi 1999). Lisäksi tutkitaan, että kohdistuuko Etelä-Saimaan kuhan verkkopyynti tällä hetkellä kannan parhaimman mahdollisen tuoton kannalta oikean ikäisiin yksilöihin. Tutkimusalue on jaettu kahteen alueeseen; alueet 1, 2 (Kaukaan ja Joutsenon tehtaiden vaikutusalue; Keskisen- ja Haukiselkä) ja alue 7 (vertailualue, Ilkon- ja Mäntyselkä). Lisäksi alue 7 kuuluu Saimaan norpan kevään verkkokalastuksen rajoitussopimusalueeseen.

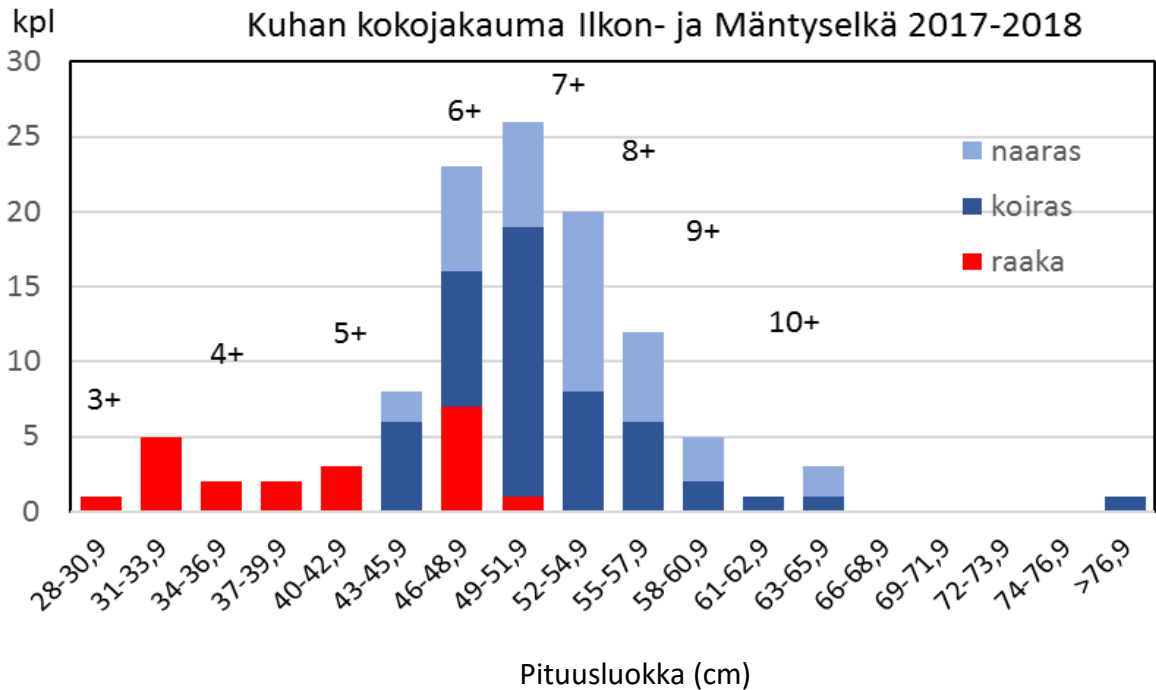
Kuhan seurannan tiedot hankitaan ammattikalastajien verkkosaaliin yhteydessä avovesi- ja talvikalastuksen aikana. Tavoite on noin 200 näytekaloa vuosittain. Näytekaloista otetaan suomunäytteitä iänmäärittystä varten. Näytekaloista mitataan pituus ja paino sekä tehdään ravintotutkimusta.

10.2. Tulokset

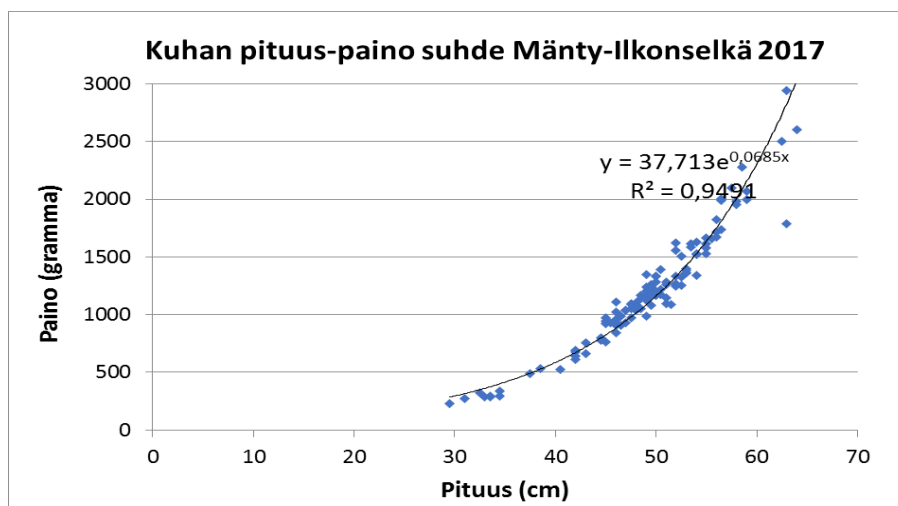
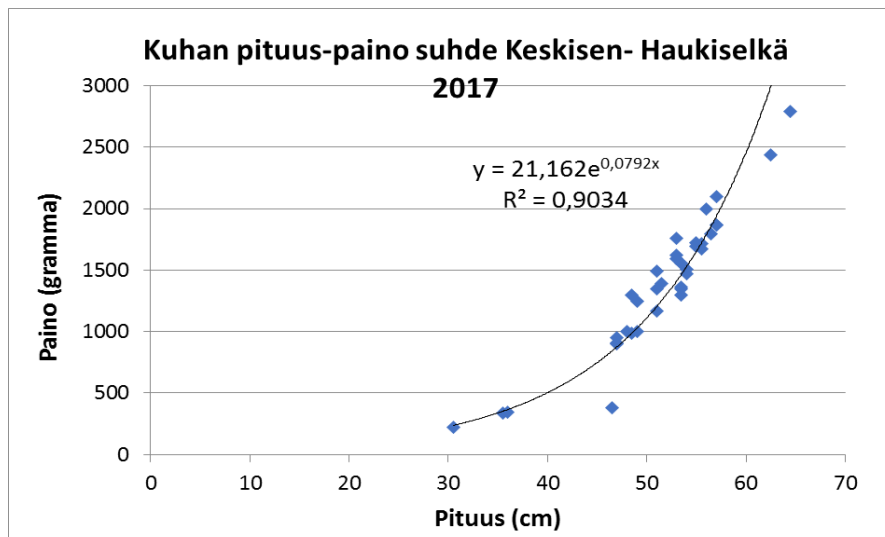
Tutkimuksen aineisto kerättiin kalastusalueen saaliskirjanpitäjiltä. Näytekaloja pyydettiin talvikaudella 2017 - 2019. Alueilla 1 ja 2 (Keskisen- ja Haukiselkä) sekä alueella 7 (Ilkon- ja Mäntyselkä) kuhat pyydettiin 50-55 mm:n silmäkokoisilla verkoilla. Kaikkiaan näytekaloja saatiin 175 kpl (Keskisen- ja Haukiselällä 36 kpl ja Ilkon- ja Mäntyselällä 139 kpl). Tarkoitus on kerätä vuonna 2020 - 2021 lisää näytekuvia, että saadaan riittävästi aineistoa kasaan kuhan populaatiotutkimuksia varten.

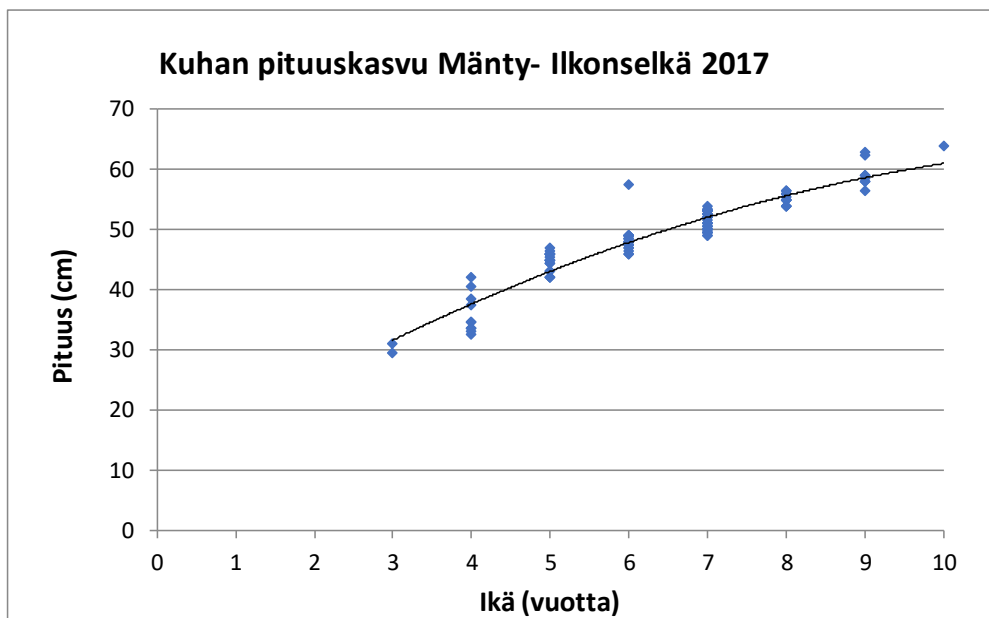
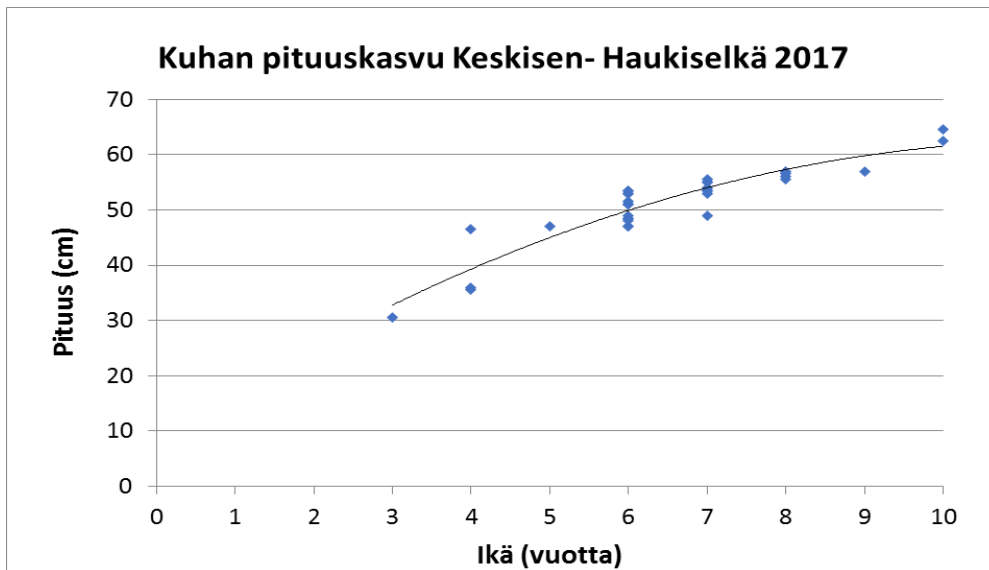


Kuva 76. Sukukypsien ja raakojen kuhien osuudet ja ikä verkkosaalissa (50 – 55 mm) Keskisen ja Haukiselän alueilla talvella 2017 – 2018.



Kuva 77. Sukukypsien ja raakojen kuhien osuudet ja ikäluokat verkkosaalissa (50 – 55 mm) Ilkonsejän ja Mäntyselän alueilla talvella 2017 – 2018.





Kuvat 78 - 81. Kuhien kasvuluvut tutkimusalueella vuonna 2017.

11. LOHIKALOJEN ISTUTUSSEURANTA

11.1. Etelä-Saimaan istutettujen lohikalojen merkintätutkimukset v. 2005-2019

Kalataloudellinen tarkkailuohjelma 2017 - 2021 sisältää arvioinnin Etelä-Saimaan alueen tehtyjen lohikala-istutusten tuloksellisuudesta. Tarkoituksena on antaa tietoa suoritettujen istutusten onnistumisesta ja taloudellisuudesta. Merkintä- ja palautustiedot ovat peräisin Luonnonvarakeskuksen (Luke, ent. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos) ylläpitämästä kalamerkintärekisteristä. Vuosina 2005 - 2019 Etelä - Saimaan merkintätutkimusten lohikalojen (järvilohi, järvitaimen, nierä ja kirjolohi) istutustiedot on esitetty taulukossa 19. Vuonna 2019 istutettiin Etelä-Saimaalla 2000 kpl merkittyjä 2-v järvilohia. Merkittyjä järvitaimenta ei ole istutettu vuonna 2019. Luke on saanut vuonna 2019 95 kpl järvilohen merkintäpalautuksia, ja 10 kpl järvitaimenen palautuksia.

Taulukko 24. Vuosina 2005 – 2019 Etelä-Saimaalla merkittyjen lohikalojen istutuspaikat, erän numero, tag-merkki (C = Carlin-merkki ja T = T- ankkurimerkki), istutusajankohta, lukumäärä, istutuserän kokonaispaino, keskipituus ja -paino sekä kalanviljelylaitos (HT = Hankataimen Oy, KJ = Keskijärven kalanviljelylaitos, ST = Siikataimen Oy).

	erä nro	tag- merkki	istutus pvm.	kpl	pituus mm	paino g	paino kg	viljely laitos
Järvitaimen 2-v								
Joutseno-Tiuruniemi	20	C	24.4.2007	1000	216	108	108	HT
Joutseno-Honkalahti	1	C	10.4.2008	1000	223	111	111	HT
Haapavesi-Kaljaniemi	28	T	9.4.2014	498	224	127	63	KJ
Kattelussaari-Kurpanlahti	27	T	24.11.2014	998	300	285	284	KJ
Imatra-Hosseinlahti	12	T	24.5.2016	798	241	154	123	KJ
Kyläniemi kalasatama	8	T	14.6.2017	1000	258	196	196	KJ
Joutseno Onkiniemi	9	T	3.10.2018	1000	217	108	108	KJ
Taipalsaari Sarviniemi	10	T	3.10.2018	1000	217	105	105	KJ
Yhteensä				7294			1099	
Järvitaimen 3-v								
Joutseno-Honkalahti	2	C	10.4.2008	1000	335	448	448	HT
Härskiänsaari	13	T	18.5.2016	800	333	419	335	KJ
Yhteensä				1800			783	
Järvilohi 2-v								
Joutseno-Tiuruniemi	48	T	3.5.2011	997	222	123	123	HT
Kattelussaari	12	T	6.5.2013	932	205	79	74	KJ
Kyläniemen lossi	13	T	19.4.2013	997	203	78	78	KJ
Petraselkä-Luukkosenniemi	10	T	24.11.2014	1001	293	251	251	KJ
Sarviniemi	5	T	18.5.2017	1000	242	144	144	HT
Joutseno-Tiuruniemi	6	T	18.5.2017	998	243	142	142	HT
Joutseno Tiuruniemi	2	T	14.5.2018	1000	225	116	116	KJ
Taipalsaari Sarviniemi	3	T	14.5.2018	1000	229	124	124	KJ
Lappeenranta Vipeleenvirta	3	T	14.5.2019	1000	274	206	206	HT
Taipalsaari Sarviniemi	4	T	15.5.2019	1000	275	215	215	HT
Yhteensä				9925			1472	
Nierä 3-v								
Kyläniemi-Ilkonselkä	1	T	29.4.2011	999	329	339	329	KJ
Kirjolohi 2-v								
Joutseno-Tiuruniemi	10	C	9.6.2005	100	421	1132	113	ST

Aineiston perusteella tarkasteltiin merkkipalautusten määriä, palautusten ajallista jakautumista, istutusten tuottamaa saalista sekä saaliin jakautumista pyydyksittäin. Merkintä- ja palautustiedot ovat usein puutteellisia, eikä kaikkien saaliiksi saatujen yksilöiden kohdalla tiedetä esim. pyyntiajankohtaa, pyyntivälinettä tai kalan kokoa. Tämän takia yksilömäärät saattavat vaihdella tuloksissa aihekohtaisesti. Aineiston analysoinnissa on kuitenkin pyritty hyödyntämään aina kaikki käytettävissä oleva tieto, ja esim. saalismäärän arvioinnissa puuttuvat painotiedot on korvattu saaliskalojen ryhmäkeskiarvolla.

11.2. Istutuserojen merkkipalautusmäärät ja istutuksien tuotto

Järvitaimen 2-v

Palautusprosentit

Istutetuista merkityistä 2-v järvitaimenista (7294 kpl) kertyi merkkipalautuksia kaikkiaan 170 yksilöä. Keskimääräinen palautusprosentti oli 2,3 % ja vaihteli välillä 0,1 – 7,8 % (Taulukko 20).

Eniten merkkipalautuksia (3,1 - 7,8 %) saatiin Joutsenon-Tiuruniemen, Honkalahden ja Kattelussaaren Kurpanlahdella istutetuista kaloista (erät 20, 1 ja 27). Huonoimmat palautusprosentit (0,1 – 0,5 %) olivat Sarviniemessä, Kyläniemen kalasatamassa, Haapavedellä ja Imatran Hosseinlahdella vapautetuilla kaloilla (erät 28, 12 ja 8).

Saalistuotto

Järvitaimen 2-v-istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 164 kg/ 1000 istukasta ja palautussaalis oli 36 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis jäi negatiiviseksi, – 128 kg / 1000 istukasta. Paras saalistuotto oli Joutseno-Honkalahdessa istutettu erä nro 1 (-46 kg/ 1000 istukasta) ja huonoin oli Kyläniemen kalasatamassa istutettu erä nro 8 (-192 kg/ 1000 istukasta).

Taulukko 25. Järvitaimen 2-v eräkohtaiset merkkipalautusmäärät ja -osuudet. Lisäksi 1000 istukasta kohti muunnettuna istutuserän kokonaispaino, saatu saalismäärä ja nettosaalis.

Järvitaimen 2-v Istutuspaikka	erä nro	aika kk/v	kpl	Palautus		Istutuserän paino/ 1000 istukasta (kg)	Saalis paino/ 1000 istukasta (kg)	Netto paino/ 1000 istukasta (kg)
				kpl	%			
Joutseno-Tiuruniemi	20	4.2007	1000	31	3,1	108	48	-60
Joutseno-Honkalahti	1	4.2008	1000	42	4,2	111	65	-46
Haapavesi-Kaljanieniemi	28	4.2014	498	1	0,2	127	4	-123
Kattelussaari-Kurpanlahti	27	11.2014	998	82	8,2	285	157	-128
Imatra-Hosseinlahti	12	5.2016	798	4	0,5	154	3	-151
Kyläniemi kalasatama	8	6.2017	1000	2	0,2	196	4	-192
Joutseno Onkiniemi	9	3.10.2018	1000	8	0,8	108	3	-105
Sarviniemi	10	3.10.2018	1000	1	0,1	105	0,6	-104
Yhteensä			7294	171				
ka.					2,3	164	36	-128

Järvitaimen 3-v

Palautusprosentit

Istutetuista merkityistä 3-v järvitaimenista (1800 kpl) kertyi merkkipalautuksia kaikkiaan 128 yksilöstä. Keskimääräinen palautusprosentti oli 7,1 % ja vaihteli välillä 2,3 – 11,0 %.

Eniten merkkipalautuksia (11,0 %) saatiin Joutseno-Honkalahdella istutetuista kaloista (erä 2). Huonoin palautusprosentti (1,9 %) oli Härskiänsaarella vapautetuilla kaloilla (erä 13).

Saalistuotto

Järvitaimen 3-v-istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 434 kg/ 1000 istukasta ja palautussaalis oli 105 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis jäi negatiiviseksi, keskimäärin – 329 kg / 1000 istukasta. Saalistuotto vaihteli välillä -275 kg ja -383 kg/ 1000 istukasta.

Taulukko 26. Järvitaimen 3-v eräkohtaiset merkkipalautusmäärät ja -osuudet. Lisäksi 1000 istukasta kohti muunnettuna istutuserän kokonaispaino, saatu saalismäärä ja nettosaalis.

Järvitaimen 3-v Istutuspaikka	erä nro	aika kk/v	kpl	Palautus		Istutuserän paino/ 1000 istukasta (kg)	Saalis paino/ 1000 istukasta (kg)	Netto paino/ 1000 istukasta (kg)
				kpl	%			
Joutseno-Honkalahti	2	4.2008	1000	110	11,0	448	173	-275
Härskiänsaari	13	5.2016	800	18	2,3	419	36	-383
Yhteensä			1800	128	7,1			
Keskiarvo					7,1	434	105	-329

Järvilohi 2-v

Palautusprosentit

Istutetuista merkityistä 2-v järvilohesta (9925 kpl) kertyi merkkipalautuksia kaikkiaan 304 yksilöä. Keskimääräinen palautusprosentti oli 3,1 % ja vaihteli välillä 1,0 – 5,9 %.

Eniten merkkipalautuksia (5,1 – 5,9 %) saatiin Joutseno-Tiuruniemellä ja Sarviniemen istutetuista kaloista (erät 2, 5 ja 6). Huonoin palautusprosentti (1,3 %) oli Kyläniemen lossilla ja sarviniemen vapautetuilla kaloilla (erät 13 ja 3). Vuoden 2019 istutusmerkintäeriä 3 ja 4 ei voida vielä ottaa kokonaan mukaan tutkimukseen.

Taulukko 27. Järvilohi 2-v eräkohtaiset merkkipalautusmäärät ja -osuudet. Lisäksi 1000 istukasta kohti muunnettuna istutuserän kokonaispaino, saatu saalismäärä ja nettosaalis.

Järvilohi 2-v Istutuspaikka	erä nro	aika kk/v	kpl	Palautus		Istutuserän paino/ 1000 istukasta (kg)	Saalis paino/ 1000 istukasta (kg)	Netto paino/ 1000 istukasta (kg)
				kpl	%			
Joutseno-Tiuruniemi	48	3.5.2011	997	27	2,7	123	64	-59
Kattelussaari	12	6.5.2013	932	26	2,8	79	87	8
Kyläniemen lossi	13	19.4.2013	997	13	1,3	78	39	-39
Petraselkä-Luukkosenniemi	10	24.11.2014	1001	15	1,5	251	14	-237
Sarviniemi	5	18.5.2017	1000	51	5,1	144	128	-17
Joutseno-Tiuruniemi	6	18.5.2017	998	56	5,6	142	140	-2
Joutseno Tiuruniemi	2	14.5.2018	1000	59	5,9	116	177	61
Taipalsaari Sarviniemi	3	14.5.2018	1000	10	1,0	124	12	-112
Lappeenranta Vipeleenvirta	3	14.5.2019	1000	16	1,6	206	13	-193
Taipalsaari Sarviniemi	4	15.5.2019	1000	31	3,1	215	25	-190
Yhteensä			9925	304				
Keskiarvo					3,1	148	70	-78

Saalistuotto

Järvilohen 2-v -istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 148 kg/ 1000 istukasta ja palautussaalis oli 70 kg/ 1000 istukasta. Eli merkkipalautuksen nettosaalis jäi negatiiviseksi, keskimäärin – 78 kg / 1000 istukasta. Saalistuotto vaihteli välillä -237 kg ja + 8 kg/ 1000 istukasta.

Nieriä 3-v

Palautusprosentit

Istutetuista merkityistä 3-v nieriästä (999 kpl) kertyi merkkipalautuksia kaikkiaan 16 yksilöä. Palautusprosentti oli 1,6 %.

Saalistuotto

Nieriän 3-v -istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 329 kg/ 1000 istukasta ja palautussaalis oli 10 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis jäi negatiiviseksi, keskimäärin – 319 kg / 1000 istukasta.

Taulukko 28. Nieriä 3-v eräkohtaiset merkkipalautusmäärät ja -osuudet. Lisäksi 1000 istukasta kohti muunnettuna istutuserän kokonaispaino, saatu saalismäärä ja nettosaalis.

Nieriä 3-v Istutuspaikka	erä nro	istutus aika kk/v	kpl	Palautus		Istutuserän paino/ 1000 istukasta (kg)	Saalis paino/ 1000 istukasta (kg)	Netto paino/ 1000 istukasta (kg)
				kpl	%			
Kyläniemi-Ilkonselkä	1	4.2011	999	16	1,6	329	10	-319

Kirjolohti

Palautusprosentit

Istutetuista merkityistä 2-v kirjolohesta (100 kpl) kertyi merkkipalautuksia kaikkiaan 0 yksilöä. Eli palautusprosentti oli 0 %.

Saalistuotto

Kirjolohen 2-v -istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 113 kg/ 1000 istukasta ja palautussaalis oli 0 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis jäi – 113 kg / 1000 istukasta.

Taulukko 29. Kirjolohti 2-v eräkohtaiset merkkipalautusmäärät ja -osuudet. Lisäksi 1000 istukasta kohti muunnettuna istutuserän kokonaispaino, saatu saalismäärä ja nettosaalis.

Kirjolohti 2-v Istutuspaikka	erä nro	istutus aika kk/v	kpl	Palautus		Istutuserän paino/ 1000 istukasta (kg)	Saalis paino/ 1000 istukasta (kg)	Netto paino/ 1000 istukasta (kg)
				kpl	%			
Joutseno-Tiuruniemi	10	1.6.2005	100	0	0,0	113	0	-113

11.3. Merkkipalautusten ajallinen jakautuminen ja istukkaiden koko

Järvitaimen 2-v

Ajallinen jakautuminen

Ensimmäisen vuoden aikana saatiin 30 % (52 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 80 % (52+85 kpl), kolmantena vuonna 97 % (52+85+27 kpl) ja kuudentena vuonna kaikki merkkipalautukset (171 kpl) olivat jääneet saaliiksi (taulukko 25).

Merkkipalautusten 2-v järvitaimenen istukkaiden koko

Merkkipalautusten 2-v järvitaimenen pituus oli mainittu 109/171 kpl palautetuista istutuskaloista, joista 50 % olivat alamittaisia kaloja (< 50 cm) ja 51 % mittakaloja (> 50 cm).

Taulukko 30. Ajallinen jakautuminen palautushetkellä.

Järvitaimen 2-v	erä	istutus		Merkkipalautuksien vuosi						palautus	
		aika	määrä	1:v	2:v	3:v	4:v	5:v	6:v	yht	yht
Istutuspaikka	nro	kk/v	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	%
Joutseno-Tiuruniemi	20	4.2007	1000	9	19	3	0	0	0	31	3,1
Joutseno-Honkalahti	1	4.2008	1000	7	26	6	2	0	1	42	4,2
Haapavesi Kaljaniemi	28	4.2014	498	0	0	1	0	-	-	1	0,2
Kattelussaari-Kurpanlahti	27	11.2014	998	32	29	17	4	-	-	82	8,2
Imatra Hosseinlahti	12	5.2016	798	3	1	0	-	-	-	4	0,5
Kyläniemi kalasatama	8	6.2017	1000	1	1	-	-	-	-	2	0,2
Joutseno Onkiniemi	9	10.2018	1000	-	8	-	-	-	-	8	0,8
Sarviniemi	10	10.2018	1000	-	1	-	-	-	-	1	0,1
Yhteensä			7294	52	85	27	6	0	1	171	2,3
Palautus kpl%				30	50	16	4	0	1	100	

Järvitaimen 3-v

Ajallinen jakautuminen

Ensimmäinen vuoden aikana saatiin 61 % (78 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 90 % (78+37 kpl), kolmantena vuonna 97 % (78+37+9) ja neljäntenä vuonna kaikki palautukset (128 kpl) olivat jääneet saaliiksi.

Merkkipalautusten 3-v järvitaimenen istukkaiden koko

Merkkipalautusten 3-v järvitaimenen pituus oli mainittu 104 kpl palautetuista istutuskaloista, joista 55 % olivat alamittaisia kaloja (< 50 cm) ja 45 % mittakaloja (> 50 cm) 47 kpl.

Taulukko 31. Ajallinen jakautuminen palautushetkellä.

Järvitaimen 3-v	erä	istutus		Merkkipalautuksien vuosi						palautus	
		aika	määrä	1:v	2:v	3:v	4:v	5:v	6:v	yht	yht
Istutuspaikka	nro	kk/v	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	%
Joutseno-Honkalahti	2	4.2008	1000	69	31	6	4	0	0	110	11,0
Härskiänsaari	13	5.2016	800	9	6	3	-	-	-	18	2,3
Yhteensä			1800	78	37	9	4	0	0	128	7,1
palautus kpl%				61	29	7	3	0	0	100	

Järvilohi 2-v

Ajallinen jakautuminen

Keskimäärin ensimmäisen vuoden aikana saatiin 45 % (136 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 84 % (136+119 kpl), kolmantena vuonna 99 % (136+119+46) ja viidentenä vuonna kaikki merkkipalautukset (304 kpl) olivat jääneet saaliiksi.

Merkkipalautusten 2-v järvilohien istukkaiden koko

Merkkipalautusten 2-v järvilohien pituus oli mainittu 182/304 kpl palautetuista istutuskaloista, joista 47 % olivat alamittaisia kaloja (< 60 cm) ja 53 % mittakaloja (> 60 cm).

Taulukko 34. Ajallinen jakautuminen palautushetkellä.

Järvilohi 2-v	erä	istutus		Merkkipalautuksien vuosi						palautus	
		aika	määrä	1:v	2:v	3:v	4:v	5:v	6:v	yht	yht
Istutuspaikka	nro	kk/v	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	%
Joutseno-Tiuruniemi	48	5.2011	997	7	12	8	0	0	0	27	2,7
Kattelussaari- Kurpanlahti	12	5.2013	932	2	15	7	0	2	0	26	2,8
Kyläniemen lossi	13	4.2013	997	4	7	1	1	0	0	13	1,3
Petraselkä Luukkosenniemi	10	11.2014	1001	10	5	0	0	-	-	15	1,5
Sarviniemi	5	5.2017	1000	22	14	15	-	-	-	51	5,1
Joutseno Tiuruniemi	6	5.2017	998	24	17	15	-	-	-	56	5,6
Joutseno Tiuruniemi	2	5.2018	1000	17	42	-	-	-	-	59	5,9
Taipalsaari Sarviniemi	3	5.2018	1000	3	7	-	-	-	-	10	1,0
Lpr Vipeleenvirta	3	5.2019	1000	16	-	-	-	-	-	16	1,6
Taipalsaari Sarviniemi	4	5.2019	1000	31	-	-	-	-	-	31	3,1
Yhteensä			9925	136	119	46	1	2	0	304	3,1
Palautus kpl %				45	39	15	0	1	0	100	

Nieriä 3-v

Ajallinen jakautuminen

Ensimmäisen vuoden aikana saatiin 75 % (12 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 81 % (12+1 kpl), kolmantena vuonna 94 % (15 kpl) ja neljäntenä vuonna kaikki merkkipalautukset (16 kpl) olivat jääneet saaliiksi.

Merkkipalautusten 3-v nieriöiden istukkaiden koko

Kaikki merkkipalautusten ilmoitetut 3-v nieriät olivat alamittaisia (< 60 cm).

Taulukko 35. Ajallinen jakautuminen palautushetkellä.

Nieriä 3-v	erä	istutus		Merkkipalautuksien vuosi						palautus	
		aika	määrä	1:v	2:v	3:v	4:v	5:v	6:v	yht	yht
Istutuspaikka	nro	kk/v	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	%
Kyläniemi-Ilkonselkä	1	4.2011	999	12	1	2	1	0	0	16	1,6
Palautus kpl %				75	6	13	6	0	0	100	

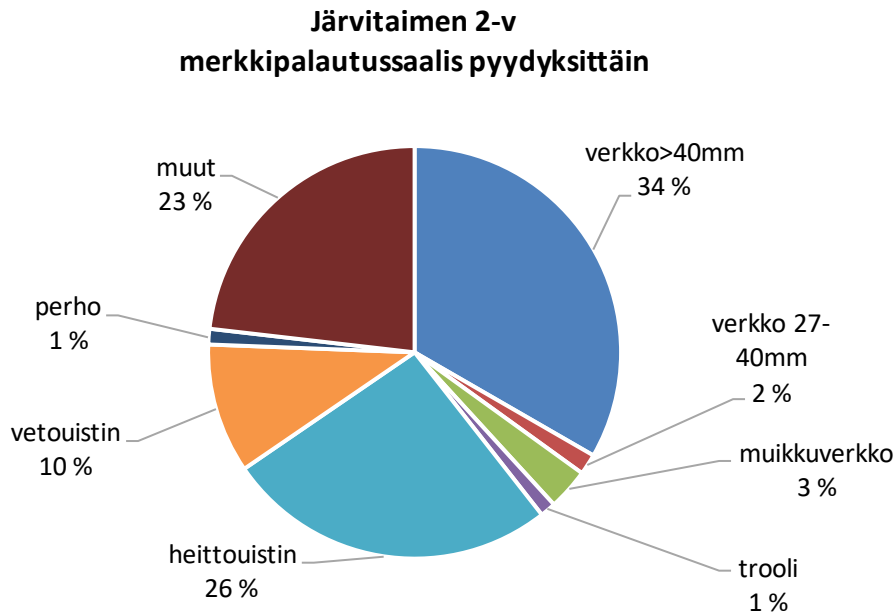
Kirjolohti 2-v

Istutetuista merkityistä 2-v kirjolohesta (100 kpl) ei ole tullut yhtään merkkipalautusta.

11.4. Merkkipalautuksen saaliin jakautuminen pyydyksittäin

Järvitaimen 2-v:n merkkipalautukset

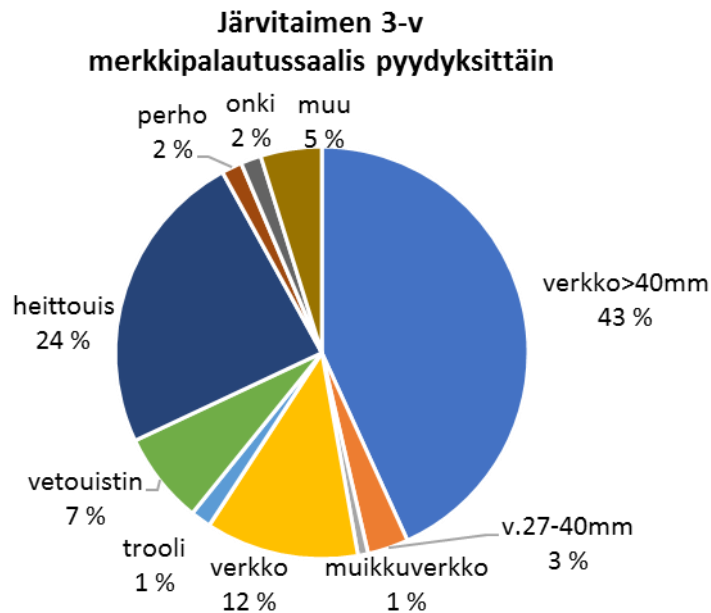
Saaliiksi saaduista 2-v järvitaimenista saatiin verkoilla 39 %, heittouistimella 26 %, vetouistimella 10 %, troolilla 1 %, perholla 1 % ja 23 % ei ollut ilmoitettu pyydyksen muotoa (Kuva 82).



Kuva 82. Järvitaimen 2-v istukkaiden merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin n = 246 kpl.

Järvitaimen 3-v:n merkkipalautukset

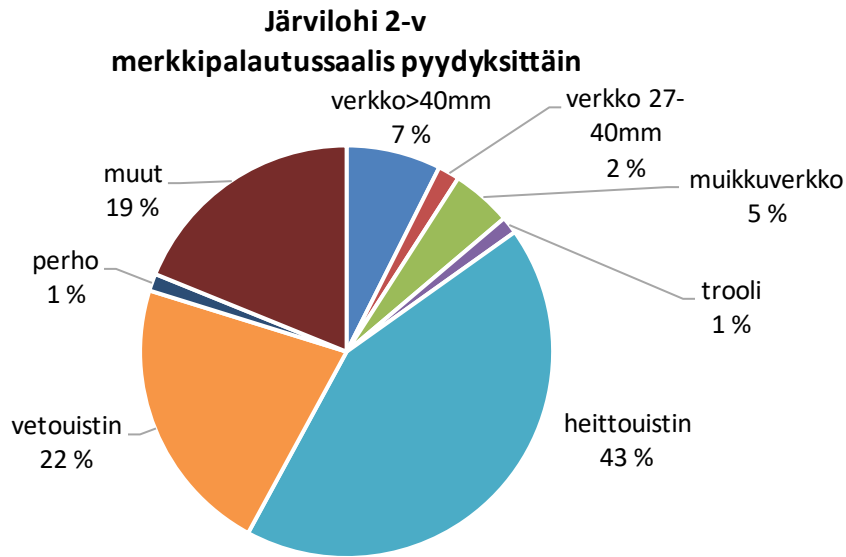
Saaliiksi saaduista 3-v järvitaimenista saatiin verkoilla 59 %, heittouistimella 24 %, vetouistimella 7 %, troolilla 1 %, perholla 2 %, ongella 2 % ja 5 % ei ollut ilmoitettu pyydyksen muotoa (Kuva 83).



Kuva 83. Järvitaimen 3-v istukkaiden merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin n = 125 kpl.

Järvilohen 2-v:n merkkipalautukset

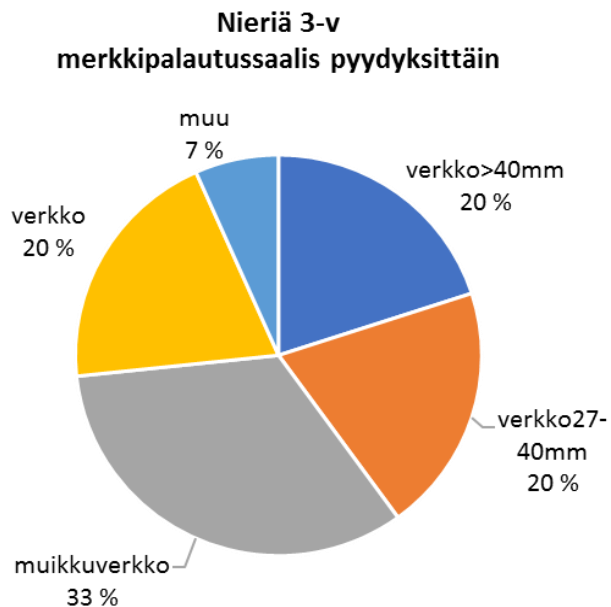
Saaliiksi saaduista 2-v järvilohesta saatiin verkoilla 14 %, vetouistimella 22 %, heittouistimella 43 %, troolilla 1 %, perholla 1 %, ja 19 % ei ollut ilmoitettu pyydyksen muotoa (Kuva 84).



Kuva 84. Järvilohen 2-v istukkaiden merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin n = 297 kpl.

Nieriöiden 2-v:n merkkipalautukset

Saaliiksi saaduista 2-v nieriät saatiin verkoilla 93 %, 7 % ei ollut ilmoitettu pyydyksen muotoa (Kuva 85).



Kuva 85. Nieriöiden 2-v istukkaiden merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin n = 16 kpl.

11.5. Merkkipalautustutkimuksen tulosten tarkastelu

Kalojen merkintään ja sen avulla saatavaan merkkipalautusaineistoon sisältyy useita virhelähteitä. Niistä eniten tuloksiin vaikuttavat merkkien raportoimattomuus ja merkkien irtoaminen. Suomalaisten selvitysten mukaan raportointiaste on vaihdellut välillä 25–64 %, ja merkeistä irtoaa 9–14 % (Friman ym. 1999; Karppinen 2014). Saadut saalismäärät sekä takaisinpyyntiosuudet ovat siten todellisuudessa olleet todennäköisesti selvästi suuremmat, kuin mitä tuloksista on pääteltävissä. Saaliin painoa ja etenkin kalojen kasvua tarkasteltaessa tulee myös ottaa huomioon, että istukkaiden ja saaliskalojen painon arviointiin liittyy paljon epävarmuutta. Kaikista istukkaista ja saaliskaloista ei ollut painotietoja, ja saaliskalojen paino oli usein pelkästään kalastajan ilmoittama arvio.



12. YHTEENVETO

Tässä raportissa on esitetty Etelä – Saimaan koetroolausten, muikunpoikasnuottausten, kirjanpitokalastuksen, harjus- ja kuhakantojen, kalojen aistinvaraisten, kalojen biomarkkereiden, Vuoksen istutuskalojen telemetriaseurannan ja lohikalaistutuksien merkintätutkimuksen tulokset.

Koetroolauksen tulokset

Vuonna 2019 Etelä-Saimaan koetroolausten kokonaissaalis oli yhteensä noin 6625 kg, joka merkitsee keskimäärin 261,4 kg saalista vetotuntia kohden ja 10,9 kg hehtaaria kohden. Verrattuna keskimäärin vuosiin 2001 – 2018, vuoden 2019 kokonaisuysikkösaalis oli 76 % suurempi. Muikku oli troolisaaliiden tärkein laji (98 % saaliin painosta). Seuraavaksi eniten esiintyneet lajit olivat ahven (1,1 %), siika (0,2 %), kuha (0,2 %), järvitaimen (0,2 %), hauki, salakka, järvilohi ja särki.

Suurin kokonaisuysikkösaalis (713 kg/vetotunti) saatiin Kätkytsaarella. Pienimmät kokonaisuysikkösaaliit saatiin Karhunselältä ja Vuoksensuulta (36 ja 42 kg/vetotunti). Muilla alueilla saaliit olivat välillä 150 - 354 kg/vetotunti.

Vertailualueella, muikku muodosti yli 99 % saaliista, seuraavaksi eniten saatiin siikaa, järvitaimenta ja järvilohia.

Välialueella, muikku muodosti 85 - 99 % saaliista, seuraavaksi eniten saatiin ahventa, siikaa ja järvitaimenta.

UPM-Kymmene Kaukaan vaikutusalueella, *Laihianselällä* muikku muodosti 75 %, särki 12 %, ahven 10 %, kuha 3,5 % ja salakka 1 % saaliin painosta. *Keskisenselällä*, muikku muodosti 88 % saaliista. Lisäksi saatiin kuhaa (5 %), ahventa (5 %), salakkaa (1 %), haukea (1 %), särkeä ja kuoretta. *Haukiselällä* muikku muodosti 98 % saaliista, lisäksi saatiin ahventa (1 %) järvitaimenta ja järvilohia.

Metsä-Fibre Joutsenen vaikutusalueella, *Honkalahdella* muikku muodosti 86 %, ahven 11 %, kuha 2 % ja salakka 1 % saaliin painosta. *Pulpinselällä* muikku muodosti 98 % saaliista, lisäksi saatiin haukea, ahventa ja kuhaa. *Kätkytsaaren alueella* muikku muodosti 99 % saaliista. Lisäksi saatiin ahventa, järvitaimenta ja järvilohia.

Stora-Enson vaikutusalueella, *Stora-Enson edustalla* muikku muodosti 95 %, ahven 2 %, siika 2 % ja salakka 1 % saaliin painosta. *Vuoksensuulla* muikku muodosti 97 % saaliista. Lisäksi saatiin siikaa (2 %) ja ahventa.

Muikun ja siian populaatioseuranta

Vuoden 2019 muikun kutukannan yksikkösaalis koko Etelä-Saimaalla (240,8 kg/vetotunti) oli 145 % suurempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018 (99,0 kg/vetotunti). Suurimmat kokonaisuysikkösaaliit saatiin Kätkytsaareltä ja Kaidonselältä (704 ja 323 kg/vetotunti). Pienimmät yksikkösaaliit saatiin Karhunselältä ja Vuoksensuulta (18,7 ja 36,9 kg/vetotunti). Muilla alueilla saaliit olivat välillä 146 - 200 kg/vetotunti.

Yksi-vuotiaiden ikäluokka (eli vuosiluokka 2018) muodosti 92 %, 2-vuotiaat 7 % ja 3-vuotiaat 1 % kutukannan muikun kokonaissaaliista. Syksyllä 1-vuotiaiden pituus oli Kyläniemen pohjoispuolella 10,4 cm. Kyläniemen eteläpuolella 1-vuotiaiden pituus oli välillä 11,2 – 13,7 cm, 2-vuotiaiden välillä 13,3 – 16,7 cm ja 3-vuotiaiden välillä 14,5 – 15,7 cm.

Vuoden 2019 hottamuikkujen kokonaisuysikkösaalis oli 15,1 kg/vetotunti mikä oli 27 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018. Vuoden 2019 suurimmat hottamuikun yksikkösaaliit saatiin Tiurun-Heton-, Kaidon- ja Mäntyselältä (23 - 48 kg/vetotunti). Muilla alueilla saaliit olivat välillä 0 - 13 kg/vetotunti. Syksyn koetroolauksen perusteella, muikun 2019-vuosiluokka on keskinkertainen. Hottamuikun pituus oli syksyllä eteläisillä alueilla välillä 9,0 – 10,9 cm ja Kyläniemen pohjoispuolella 8,2 cm.

Vuoden 2019 siian saaliit (0,5 kg/vetotunti) olivat 87 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 - 2018. Siikaa saatiin kaikilla osa-alueilla lukuun ottamatta Kätkytsaarella, Keskisen- ja Haukiselällä. Vuoden 2019 siian yksikkösaaliit olivat välillä 0 – 1,9 kg/vetotunti.

Koetroolausten lohikalojen saaliit

Järvitaimenta esiintyi koetroolaussaaliissa Haukiselällä (3 kpl), Kätkytsaarella (1 kpl), Tiurun/Hetonselällä (1 kpl), Kaidonselällä (3 kpl) Mäntyselällä (9 kpl) ja Karhuselällä (1 kpl). Muilla alueilla ei saatu järvitaimenta vuonna 2019. Saaliit olivat vuonna 2019 välillä 0,1 – 1,6 kg/vetotunti. Yhteensä saatiin 18 kpl järvitaimenta josta 14 oli alamittaisia (< 50 cm) ja 4 kpl mittakaloja. Kaikki kalat olivat rasvaeväleikattuja.

Järvilohia esiintyi koetroolisaaliissa Haukiselällä (1 kpl), Kätkytsaarella (1 kpl), Tiurun-Hetonselällä (1 kpl) ja Mäntyselällä (1 kpl). Muilla alueilla ei saatu järvilohia vuonna 2019. Vuonna 2019 saatiin yhteensä 4 kpl järvilohia, joista 2 oli alamittaisia (< 60 cm) ja 2 oli mittakaloja. Kaikki kalat olivat rasvaeväleikattuja.

Muikunpoikasnuottaukset

Ensimmäisenä näytteenottokertana saatiin kaikilta osa-alueilta muikunpoikasia (keskimäärin 13 – 2423 kpl/veto). UPM-Kymmene ja Metsä-Fibre tehtaiden vaikutusalueilla muikunpoikassaaliit (13 – 188 kpl/veto) olivat merkittävästi pienemmät verrattuna vertailualueisiin (688 - 2423 kpl/veto). Stora-Enson vaikutusalueen poikassaaliit eivät olleet merkittävästi erilaiset kuin vertailualueilla.

Toisella näytteenottokerralla kaikki tehtaiden vaikutusalueiden (0,7 – 48 kpl/veto) poikassaaliit olivat merkittävästi pienemmät verrattuna vertailualueisiin, jossa poikassaaliit olivat 112 – 597 kpl / veto. Välialueen poikassaaliit eivät olleet merkittävästi erilaiset kuin vertailualueilla. Vuosina 2001 – 2019 tehdyt muikunpoikasnuottaukset osoittivat, että muikku kutee ja poikaset kuoriutuvat tehtaiden lähialueella, mutta kuolevuus on suurempi siellä kevään aikana.

Verkkokirjanpitokalastus

Vuonna 2019 Etelä-Saimaan alueella verkkokirjanpitokalastajina oli 3 kaupallista kalastajaa. Kokonaispyyntipäivämäärät olivat muikkuverkoilla 114 pyyntipäivää ja verkoilla >40 mm 6347 pyyntipäivää. Muikkuverkkojen tärkein laji oli muikku. Yli 40 mm:n verkoissa tärkeimmät lajit olivat ahven (58,1 %), kuha (29,8 %), hauki (9,5 %), made (2,1 %) ja lahna (0,6 %).

Muikun yksikkösaalis (1068 g/verkko/ vuorokausi) oli noin 10 % pienempi kuin keskimäärin vuonna 2001 – 2018. *Siian* yksikkösaaliit ovat vaihdelleet 0,2 - 26 g/verkko/vuorokausi välillä 1988 - 2019. Siian yksikkösaalis oli seurantajakson kolmanneksi pienin (0,8 g/verkkovuorokausi). *Kuhan* yksikkösaaliit ovat vaihdelleet 0 - 313 g/verkko/vuorokausi välillä 1988 - 2019. Kuhan yksikkösaalis oli seurantajakson toiseksi suurin (300 g/verkko/vuorokausi). Kuhan yksikkösaaliissa on ollut nähtävissä nouseva trendi 1990 – 2000 luvulla. *Hauen* yksikkösaalis oli vuonna 2019 keskimääräinen (99 g/verkko/vuorokausi). *Mateen* yksikkösaalis oli vuonna 2019 keskimääräinen (23 g/verkko/vuorokausi). *Lahnan* yksikkösaalis (6 g/verkko/vuorokausi) oli vuonna 2019 viidenneksi pienin. *Ahvenen* yksikkösaalis oli vuonna 2019 seurantajakson suurin (580 g/verkko/vuorokausi). *Järvitaimenta*, *järvilohia* ja *nieriää* ei saatu vuonna 2019.

Harjuskannan tutkimus

Harjuspoikasnuotanvetoja tehtiin vuonna 2019 yhteensä 50 kpl (yht. 100 aaria). Saaliiksi saatiin yhteensä 775 kpl (0+) ja 260 kpl 1-vuotiasta harjusta. Kaikkien alueiden yhteen laskettu poikastiheyden keskiarvo oli 8,26 kpl 0+ v harjusta/100 m². Tämä oli suurin yksikkösaalis vuoden 2009 – 2019 tarkkailujakson aikana ja toiseksi suurin vuoden 1985 – 2018 tarkkailujakson aikana. Saaliiksi saatujen harjuspoikasten keskikoko oli 20,3 mm. 1-vuotiaiden yksikkösaalis oli 2,8 harjusta/100 m².

Kalojen biomarkkeritutkimus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kaloista mahdollisia altistumisen ja vaikutusten merkkejä (biomarkkereita) kolmella metsäteollisuuslaitoksen läheisellä vesialueella ja kahdella vertailualueella Etelä-Saimaalla.

Tutkitut jäteveden altistumisbiomarkkerit olivat kalojen sapen hartsihapot ja puusterolit sekä maksan vierasaineita käsittelevän entsyymin toiminta (EROD-entsyymiaktiivisuus). Mahdollisten vaikutusten biomarkkereina käytettiin sukupuolimarkkereita, kalojen plasman estradiolia, testosteronia ja vitellogeniinia. Tutkittavana kalalajina käytettiin ahventa ja kaikki tutkimukseen kuuluneet yksilöt olivat sukukypsiä naaraskaloja.

Kalojen sapessa havaittiin verraten alhaiset pitoisuudet hartsihappoja kahden tehtaan läheisillä vesialueilla, mutta yhden tehtaan (Stora Enso, Imatra) osalta sapen hartsihappopitoisuudet olivat erittäin korkeat. Kalojen sapessa ei havaittu β -sitosterolia, mutta toista puusterolia, kampesterolia, analysoitiin kaikissa näytepisteissä.

Maksan EROD-entsyymiaktiivisuuden osalta ei havaittu merkittäviä eroja eri näytepisteiden välillä. Entsyymiaktiivisuus oli kaikkialla verraten alhaisella tasolla, mikä osoittaa, että kalat eivät altistu tietyn tyyppisille yhdisteille (dioksiinit/furaanit, eräät PAH-yhdisteet ml. reteeni tai muut kyseistä vierasainemetabolialla aktivoivat aineet). Myöskään entsyymitoiminnan estymistä ei havaittu.

Sukupuolibiomarkkerit, plasman estradioli ja vitellogeniini olivat tehtaiden vaikutusalueilla alhaisempia kuin vertailualueilla, mutta eivät kuitenkaan tilastollisesti merkitsevästi. Kalojen plasman testosteronissa ei havaittu eroja eri näytepisteiden välillä.

Verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia viimeisimpiin, 10–15 vuotta sitten tehtyihin tutkimuksiin, tilanne näyttää pysyneen verraten vakiona. On huomioitava, että vertailua ei tule tehdä liiaksi eri tutkimusten välisen absoluuttisten mittausarvojen perustella, vaan huomio tulee kiinnittää kunkin tutkimuksen sisällä havaittuihin, eri tutkimuspisteiden välisiin eroihin. Kaikista mittaustuloksista poiketen Stora Enson Imatran tehtaiden lähistöllä havaittiin erittäin korkeat kalojen sapen hartsihappopitoisuudet, mikä näin osoittaa veden sisältävän runsaasti hartsihappoja kyseisellä alueella.

Suosituksena esitetään, että Etelä-Saimaalla tulisi toteuttaa kalojen biomarkkeritutkimus vähintään viiden vuoden välein. Keskeistä on, että valitaan eniten tietoa antavat biomarkkerit. Nämä voivat myös aikaisessa vaiheessa varoittaa myöhemmin ilmenevistä, mahdollisesti hyvinkin haitallisista vaikutuksista ympäristöön. Erityistapauksissa (esim. vuoto tai jokin havaittu ongelma ympäristössä) tulisi asia tutkia myös tilanteeseen sopivia biomarkkereita käyttäen. Rajoitettu tutkimus voidaan järjestää nopealla aikataululla.

Kalojen aistinvarainen tutkimus

Näytekalat (ahven, muikku, hauki ja siika) pyydettiin 14 osa-alueella Etelä-Saimaalla ja Vuoksella. Tutkimusta varten lähetettiin Ruokavirastolle 160 kpl ahvennäytteitä, 247 kpl muikkunäytteitä, 19 kpl haukinäytteitä ja 40 kpl siikanäytteitä.

Ahvenen, muikun, hauen ja siian makunäytteiden kokonaislaatu ja maku kypsennettynä arvioitiin kaikilla osa-alueilla vähintään tyydyttävän ja erittäin hyvän välillä.

Ahvenen kokonaislaatu ja maku kypsennettynä, arvioitiin kaikilla osa-alueilla hyvän ja erittäin hyvän välillä. Haukiselänselän ja Honkalahden laatu oli hieman parempi kuin muilla osa-alueilla (4,7 – 5,0 pistettä). Pulpinselän, Tiurunselän ja Vuoksella laatu oli hieman huonompi kuin muilla osa-alueilla (3,9 – 4,2 pistettä).

Muikun kokonaislaatu ja maku kypsennettynä, arvioitiin kaikilla osa-alueilla hyvän ja erittäin hyvän välillä (4,0 – 4,7 pistettä). Keski-, Hauki- ja Petraselän muikkunäytteet olivat hieman parempi kuin muilla osa-alueilla (4,4 – 4,7 pistettä).

Hauen kokonaislaatu ja maku kypsennettynä, arvioitiin kaikille osa-alueilla tyydyttävän ja erittäin hyvän välillä. (3,7 – 5,0 pistettä). Honkalahden ja Petraselän haukinäytteiden laatu kypsennettynä oli huonompi kuin muilla osa-alueilla (3,7 pistettä).

Siian kokonaislaatu arvioitiin kaikilla alueilla välillä hyvä – erittäin hyvä (4,0 – 4,7 pistettä).

Vuoksen istutuskalojen telemetriaseuranta

Kymmenen ultra-äänilähettimellä merkittyä 3- vuotiasta järvitaimenta istutettiin 27.9.2019 Tainionkosken voimalaitoksen alapuolella normaalin istutuskuorman (n. 1200 kpl) yhteydessä. Kalojen liikkeitä seurattiin 27.9.2019 – 20.4.2020 välisenä aikana telemetriapaikannuslaitteiden avulla.

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää istutuskalojen liikkumista Vuoksella, sekä millainen osuus istutuskaloista päätyy vapaa-ajan kalastajien saaliiksi.

Viidentoista seurantajaksoviikon jälkeen neljä merkittyä kalaa oli vaeltanut Imatran voimalaitoksen läpi ja viisi kalaa oli vielä Tainionkosken ja Imatran voimalaitoksen välisellä alueella noin 0,5 – 3,0 km istutuspaikasta. Havaitimme ensimmäisen kalan Imatran voimalaitoksen alapuolella jo viikolla 1, toisen kalan viikolla 3, kolmannen kalan viikolla 9 ja neljännen kalan viikolla 11. Kaikki Imatran voimalaitoksen läpi vaeltaneet kalat olivat pysyneet noin 0,5 – 2 km voimalaitoksen alapuolella.

Seurannan perusteella istutuskalat ovat pysyneet pääsääntöisesti virta-alueilla. Kalojen liikkuminen virrassa on ollut usein vähäistä.

Merkityistä kaloista kolme kalaa tarttui kalastajien uistimiin, joten voidaan päätellä, että ultraäänilähetin ei vaikuta kalan normaaliin käyttäytymiseen. Saaliiksi saadut merkityt kalat (n. 30%) on osoitus siitä, että osa istutuskaloista tulee päätymään kalastajien saaliiksi.

Kuhakannan tutkimus

Kalataloustarkkailun yhteydessä seurataan Eteläisen Saimaan kuhakannan ikäjakaumaa, kasvua, kuntoa ja ravintoa. Näytekaloja pyydettiin talvikaudella 2017 - 2019 ammattikalastajien verkkosaaliin yhteydessä. Kaikkiaan näytekaloja saatiin 175 kpl (alueet 1 ja 2; Keskisenselmä ja Haukiselmä 36 kpl ja alue 7; Ilkonselmä ja Mäntyselkä 139 kpl). Tarkoituksena on kerätä vuonna 2020 - 2021 lisää näytekaloja, jotta saadaan riittävästi aineistoa kasaan kuhan populaatiotutkimuksia varten.

Etelä-Saimaan istutettujen lohikalojen merkintätutkimukset

Vuosina 2005 – 2019 istutettiin Etelä – Saimaalla merkintätutkimusta varten 8 erää 2-vuotiaita järvitaimenia (yht. 7294 kpl ja 1099 kg), 2 erää 3-v järvitaimenta (yht. 1800 kpl, 783 kg), 10 erää 2-v järvilohia (yht. 9925 kpl, 1472 kg), 1 erä nierää (999 kpl, 329 kg) ja 1 erä kirjolohia (100 kpl, 113 kg).

Järvitaimen 2-v merkkipalautukset

Palautusprosentit: Istutetuista 2-v järvitaimenista (7294 kpl) merkkipalautuksia saatiin yhteensä 170 kpl (palautusprosentti 2,3 %; erien vaihtelu 0,1 – 7,8 %).

Saalistuotto: Istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 164 kg/ 1000 istukasta ja palautussaaalis oli 36 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis jäi negatiiviseksi, keskimäärin – 128 kg / 1000 istukasta (erien vaihtelu -46 ja -192 kg/ 1000 istukasta).

Ajallinen jakautuminen: Ensimmäinen vuoden aikana saatiin 30 % (52 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 80 %, kolmantena vuonna 96 % ja kuudentena vuonna kaikki palautukset olivat jääneet saaliiksi.

Merkkipalautusten kalojen koko: 50 % alamittaisia (< 50 cm) ja 50 % mittakaloja (> 50 cm).

Merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin: Verkoilla saatiin 39 %, heittouistimella 26 %, vetouistimella 10 %, troolilla 1 %, perholla 1 % ja 23 % ei ollut ilmoittanut pyydyksen muotoa.

Järvitaimen 3-v merkkipalautukset

Palautusprosentit: Istutetuista 3-v järvitaimenista (1800 kpl) merkkipalautuksia saatiin yhteensä 128 kpl (palautusprosentti 7,1 %; erien vaihtelu 2,3 – 11,0 %).

Saalistuotto: Istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 434 kg/ 1000 istukasta ja palautussaaalis oli 105 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis oli negatiivinen, keskimäärin – 329 kg / 1000 istukasta (erien vaihtelu -275 kg ja -383 kg/ 1000 istukasta).

Ajallinen jakautuminen: Ensimmäinen vuoden aikana saatiin 61 % (78 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 90 %, kolmantena vuonna 97 % ja neljäntenä vuonna kaikki palautukset olivat jääneet saaliiksi.

Merkkipalautusten kalojen koko: 55 % alamittaisia ja 45 % mittakaloja.

Merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin: Verkoilla saatiin 59 %, heittouistimella 24 %, vetouistimella 7 %, troolilla 1 % perholla 2 %, ongella 2 % ja 5 % ei ollut ilmoittanut pyydyksen muotoa.

Järvilohi 2-v merkkipalautukset

Palautusprosentit: Istutetuista 2-v järvilohesta (9925 kpl) merkkipalautuksia saatiin yhteensä 304 kpl (palautusprosentti 3,1 %; erien vaihtelu 1,0 – 5,9 %).

Saalistuotto: Istutusten keskimääräinen kokonaispaino istutushetkellä oli 148 kg/ 1000 istukasta ja palautussaalis oli 70 kg/ 1000 istukasta. Eli nettosaalis oli negatiivinen, keskimäärin – 78 kg / 1000 istukasta (erien vaihtelu -237 kg ja + 8 kg/ 1000 istukasta).

Ajallinen jakautuminen: Ensimmäinen vuoden aikana saatiin 45 % (136 kpl) merkkipalautetuista kaloista. Toisena vuonna 84 %, kolmantena vuonna 99 % ja viidenteenä vuonna kaikki palautukset olivat jääneet saaliiksi.

Merkkipalautusten kalojen koko: 47 % alamittaisia (< 60 cm) ja 53 % mittakaloja (> 60 cm).

Merkkipalautuksen saalis pyydyksittäin: Verkoilla saatiin 10 %, vetouistimella 22 %, heittouistimella 43 %, troolilla 1 %, perholla 1 % ja 19 % ei ollut ilmoittanut pyydyksen muotoa.

KIITOKSET

Kiitokset alueen osakaskunnille ja troolikalastajat Markku ja Paavo Törröselle sekä apuvoimille hyvästä yhteistyöstä. Kiitokset Markus Soimasuolle, Pekka Temoselle ja Pauli Karelsille muikun- ja harjuspoikasnuottauksen kenttätöön avusta. Kiitokset Imatran Seudun Perhokalastat ry:n kalastajille harjusten näytteenotosta ja ammattikalastaja Markku Pesoselle kuhanäytteistä. Kiitokset vapaa-ajan kalastajat Matti Hiltunen, Erkki Haverinen ja Martti Hanski aistinvaraisen tutkimuksen näytekalojen hankinnasta. Kiitokset LUKE:n Jorma Piiroselle ja Imatran kaupungin Tomi Mennalle Vuoksen telemetriatutkimustyön avusta. Kiitokset Heikki Kapiaiselle ja Matti Hiltuselle biomarkkeritutkimuksen näytekalojen kalastuksen avusta. Kiitokset LUKE:n (Luonnonvarakeskus) Ari Sauralle ja Lili Porspakalle kalamerkintärekisterin tiedoista ja avusta. Kiitokset Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen kalayksikölle poikasnuotan käytöstä ja kaikille kirjanpitokalastajille aineiston keräämisestä.

LÄHTEET

- Bagge, P. ja Hakkari, L. 1992. Effects of pulp and paper mill effluents on the fish fauna of stony shores of Lake Päijänne. *Hydrobiologia* 243/244: 413-420, 1992.
- Friman, T., Koljonen, M.-L., Nyberg, K. & Saura, A. 1999. Kalojen merkintätutkimukset. Teoksessa: Böhling, P. ja Rahikainen, M., (toim.), *Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät*, s. 103–135. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki.
- Helminen, H., Sarvala, J., Karjalainen, J., 1997. Patterns in vendace recruitment in Lake Pyhäjärvi south-west Finland. *Journal of Fish Biology* 51 (Suppl A), 303-316.
- Karels, A., 2018. Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellisen tarkkailuohjelma vuonna 2017. Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy No 748/18. Lappeenranta.
- Karels, A. ja Tiitinen, V. 2004 - 2017. Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellisen tarkkailuohjelma 2003 - 2016. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus. Lappeenranta.
- Karels, A., Kuukka, H., Tiitinen, V. ja Parkkonen, J. 2002. Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellisen tarkkailuohjelma 2001. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus. Lappeenranta.
- Karels, A., Tiitinen, V. ja Parkkonen, J. 2003. Etelä-Saimaan ja Vuoksen kalataloudellisen tarkkailuohjelma 2002. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus. Lappeenranta.
- Karels, A. and Niemi, A. 2002. Fish community responses to pulp and paper mill effluents at the southern lake Saimaa, Finland. *Environmental Pollution* 116:309-317.
- Karels, A. 2000. Ecotoxicity of pulp and paper mill effluents in fish: Responses at biochemical, individual, population and community Levels. Sellu- ja paperiteollisuuden jätevesien ekotoksisuus kaloille. Tutkimus kalojen biokemialisista, fysiologisista sekä populaatio- ja yhteisövasteista. 68 p. (177p.) Yhteenveto 1p. Samenvatting 1p. *Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science* 83, University of Jyväskylä, Finland.
- Karels, A. 2003. UPM-Kymmene OYJ:n Kaukaan tehtaiden vuoden 2003 kesä-heinäkuun vaihteen jätevesipäästöjen vaikutukset kalaston määrään ja rakenteeseen Etelä-Saimaalla. Saimaan vesiensuojeluyhdistys. Moniste No 1201/03.
- Karels, A.E., M. Soimasuo, J. Lappivaara, H. Leppänen, T. Aaltonen, P. Mellanen and A.O.J. Oikari, 1998. Effects of ECF bleached kraft mill effluent on reproductive steroids and liver MFO activity in populations of perch and roach. *Ecotoxicology* 7: 123-132.
- Karels, A.E., E. Markkula and A.O.J. Oikari, 2001. Reproductive, biochemical, physiological, and population responses in perch and roach downstream of two elemental chlorine-free pulp and paper mills. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol 20, No. 7, pp. 1517-1527.
- Karjalainen, J., Auvinen, H., Helminen, H., Marjomäki, T., Niva, T., Sarvala, J., M. Viljanen, M., 2000. Unpredictability of fish recruitment: interannual variation in young-of-the-year abundance. *Journal of Fish Biology*.
- Karjalainen, J., Helminen, H., Hirvonen, A., Sarvala, J. ja Viljanen, M. 1992. Identification of vendace (*Coregonus albula* (L.)) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) larvae by the counts of myomeres. *Arch. Hydrobiol.* 152: 167-173.

- Karppinen, P. 2014. Kirjolohi-istutusten tuloksellisuus Kokemäenjoen vesistössä vuonna 2014. Kala- ja vesijulkaisuja nro 218.
- Koli, L. 1990. Suomen Kalat. WSOY, Porvoo.
- Leppänen, H., 1999. The fate of resin acids and resin acid-derived compounds in aquatic environment contaminated by chemical wood industry. Univ. of Jyväskylä 1999.
- Meriläinen, P., 2007. Exposure assessment of sediments contaminated by pulp and paper mills. Univ. of Jyväskylä. (Väitöstyö).
- Niemi, A. 1999. Etelä-Saimaan kalakantoja ja kalastusta koskevat selvitykset 1990-luvulla. Maa- ja metsätalousministeriö. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 40/1999.
- Parkkonen, J. 1993-1996. Muikku- ja siikakantojen kasvun seuranta Etelä-Saimaalla. Kaukaan ja Joutsenon Pulpin tehtaiden kalataloudellinen velvoitetarkkailu 1992-1995. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus. Lappeenranta.
- Parkkonen, J., Yläoutinen, H. 1997-1999. Muikku- ja siikakantojen kasvun seuranta Etelä-Saimaalla 1998. Kaukaan ja Joutsenon Pulpin tehtaiden kalataloudellinen velvoitetarkkailu 1996-1998. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus. Lappeenranta.
- Parkkonen, J., Kuukka, H. 2000-2001. Muikku- ja siikakantojen kasvun seuranta Etelä-Saimaalla 1998. Kaukaan ja Joutsenon Pulpin tehtaiden kalataloudellinen velvoitetarkkailu 1999-2000. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus. Lappeenranta.
- Pulkkinen, K., 1999. Haukimadon (*trianophorus crassus*) siirtyminen hankajalkaisista siikakaloihin ja loisen vaikutukset väli-isäntiin.. *Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science* 76, University of Jyväskylä, Finland.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada No. 191. Environment Canada, fisheries and marine Service. 382 pp.
- Saukkonen, P. 2000. Etelä-Saimaan velvoitetarkkailun yhteenveto vuodelta 1999. Saimaan vesiensuojeluyhdistys. Moniste No 603/00.
- Saukkonen, P. 2003. UPM-Kymmene OYJ:n Kaukaan tehtaiden vuoden 2003 kesä-heinäkuun vaihteen jätevesipäästöjen vaikutukset Etelä-Saimaalla. Saimaan vesiensuojeluyhdistys. Moniste No 1086/03.
- Soimasuo, R., T. Ristola, J. Kukkonen, I. Jokinen and A.Oikari, 1995. Biomarker responses along a pollution gradient: Effects of pulp and paper mill effluents on fish studied by caging technique. *Aquatic Toxicology*: 31, 329-345.
- Soimasuo, M.R., A.E. Karels, H. Leppänen, R. Santti and A.O.J. Oikari, 1998. Biomarker responses in whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) experimentally exposed in a large lake receiving effluents from pulp and paper industry. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*: 34, 69-80.
- Soimasuo, M., 1997. The effects of pulp and paper mill effluents on fish : a biomarker approach. Univ. of Jyväskylä 1997.

Sundell, P. 2008. Etelä-Saimaan eteläosan kalasto vuonna 2006. Jyväskylän Yliopisto. Ympäristötutkimuskeskus. Raportti 156/2003.

Tiitinen, V. 2016. Etelä-Saimaan eteläosan kalasto vuonna 2012. Etelä – Karjalan kalatalouskeskus ry, Lappeenranta.

LIITTEET

- I. Koetroolausten tulokset
- II. Poikasnuottausten tulokset

ETELÄ-SAIMAAN KOETROOLAUSTEN SAALIIT (KG) VUONNA 2019

LIITE I, sivu 1

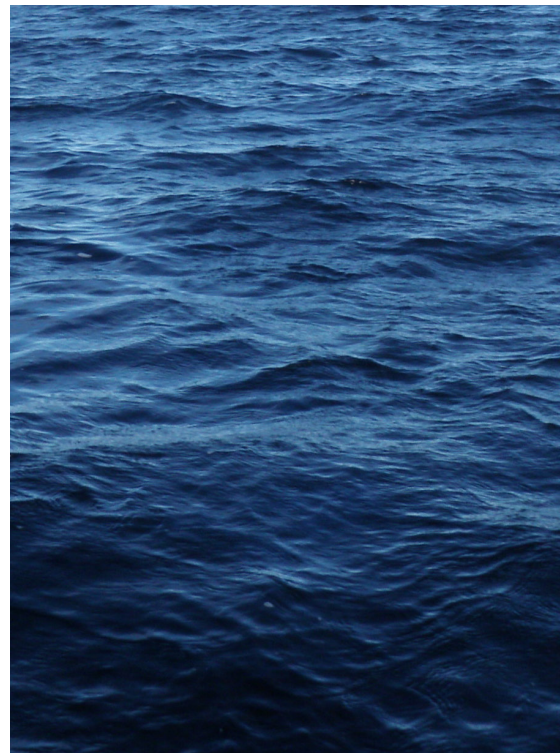
ALUE	pvm	Veto-aika (min)	Trooli koko (m/mm)	Kok. saalis (kg)	Kokonais saalis / laji										Kuore (kg)	Kuha (kg)	Kiiski (kg)	J.taimen (kg)	Lahna (kg)	Hauki (kg)	J.lohi (kg)	M.särki (kg)	Nieriä (kg)
					Muikku (kg)	Hotta* (kg)	Siika (kg)	Ahven (kg)	Särki (kg)	Salakka (kg)	Kuore (kg)	Kuha (kg)	Kiiski (kg)	J.taimen (kg)									
1. KESKISENSELKÄ	29.5.	30	60/8	250,8	240,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	7.8.	32	60/8	12,2	0,1	0,8	0,0	11,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.9.	32	60/8	11,3	0,5	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				189,1	165,9	0,6	0,0	9,7	0,1	2,1	0,3	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	
2. HAUKISELKÄ	29.5.	72	60/8	435,3	430,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0		
	7.8.	53	60/8	20,4	14,0	0,0	0,0	6,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.9.	55	60/8	65,4	62,0	3,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				195,4	189,8	1,1	0,0	2,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	
3. PULPINSELKÄ	29.5.	41	60/8	115,6	115,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	7.8.	42	60/8	41,6	36,0	0,0	0,1	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.9.	37	60/8	252,0	250,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				149,7	146,7	0,0	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
4A. KÄTKYTSAARI - MUUTTOLUOTTO	26.5.	57	60/8	552,0	550,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0		
	5.8.	52	60/8	1624,5	1600,0	20,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.9.	43	60/8	45,0	43,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				712,8	703,6	7,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	
4B. TIURUNSELKÄ - HETONSELKÄ	27.5.	58	60/8	92,2	90,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	6.8.	57	60/8	305,0	255,0	45,0	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4.9.	60	60/8	243,0	140,0	100,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				212,2	160,8	48,1	1,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
5B. VUOKSENSUU	27.5.	42	60/8	65,5	65,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	6.8.	40	60/8	14,2	6,0	7,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4.9.	39	60/8	2,7	1,0	1,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				42,3	36,9	4,1	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6. K Aidonselkä	26.5.	59	60/8	45,6	45,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.8.	64	60/8	332,3	270,0	60,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3.9.	58	60/8	712,0	680,0	30,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				353,5	322,7	29,2	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7. Lamposaaren / Mäntyselkä	26.5.	59	60/8	35,7	35,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,01	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.8.	53	60/8	410,6	350,0	60,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3.9.	61	60/8	266,7	245,0	15,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				226,3	200,0	23,8	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	
8. Hietsaaren / Petranselkä	26.5.	69	60/8	90,1	90,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	5.8.	63	60/8	210,2	200,0	10,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	3.9.	64	60/8	272,1	240,0	30,0	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				183,7	170,1	12,8	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
9. Karhuselkä	27.5.	42	60/8	60,2	51,0	0,0	0,0	7,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	6.8.	41	60/8	40,0	1,5	0,02	1,5	32,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	4.9.	46	60/8	1,3	0,2	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Kesk.saalis/vetotunti				36,0	18,7	0,0	0,6	14,2	0,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Yhteensä		1521,0		6625,4	6105,3	383,9	12,9	74,2	1,5	8,2	0,7	14,5	0,0	12,2	0,0	6,0	6,1	0,0	0,0	0,0			
Yhteensä (kg/vetotunti)				261,4	240,8	15,1	0,5	2,93	0,06	0,32	0,03	0,57	0,00	0,48	0,00	0,24	0,24	0,00	0,00				

ETELÄ-SAIMAAN KOETROOLAUSTEN SAALIIT (KG) VUONNA 2019																	LIITE I, sivu 2			
ALUE	pvm	Veto-aika (min)	Trooli koko (m/mm)	Kok. saalis (kg)	Kokonais saalis / laji															
					Muikku (kg)	Hotta* (kg)	Siika (kg)	Ahven (kg)	Särki (kg)	Salakka (kg)	Kuore (kg)	Kuha (kg)	Kiiski (kg)	J.taimen (kg)	Lahna (kg)	Hauki (kg)	J.lohi (kg)	M.särki (kg)	Nieriä (kg)	
Laihianselkä	29.5.	24	60/8	253,4	245,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	7.8.	30	60/8	63,5	0,0	0,0	0,0	25,0	35,0	2,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	5.9.	30	60/8	17,1	0,0	0,5	0,0	9,4	4,2	0,8	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	
	Kesk.saalis/vetotunti				244,4	179,3	0,4	0,0	25,2	28,7	2,0	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Honkalahti	29.5.	19	60/8	26,2	26,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	7.8.	19	60/8	5,2	0,1	0,1	0,0	5,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	3.9.	21	60/8	17,8	16,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Kesk.saalis/vetotunti				49,2	42,1	0,1	0,0	5,9	0,0	0,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enson edusta	27.5.	26	60/8	25,1	25,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	6.8.	27	60/8	8,6	3,0	5,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	4.9.	26	60/8	9,7	3,0	5,4	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Kesk.saalis/vetotunti				34,3	24,5	8,2	0,6	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yhteensä		222,0		426,6	318,1	11,0	0,8	41,4	39,2	3,0	0,0	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	
Yhteensä (kg/vetotunti)					118,0	87,9	3,0	0,2	11,4	10,8	0,8	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	

MUIKUN POIKASNUOTTAUKSET ETELÄ-SAIMAA KEVÄT 2019

			Toukokuun alku (heti jäiden lähdön jälkeen)				Toukokuun loppu			Liite 2, sivu1		
ALUE	No.	Paikka	Aika	Veto 1 kpl	Veto 2 kpl	Veto 3 kpl	Kpl / veto	Aika	Veto 1 kpl	Veto 2 kpl	Veto 3 kpl	Kpl / veto
Alue 1	1	Tuosansaari	6.5.	1	0	0	0,3	30.5.	0	0	0	0,0
	2	Riutansaari	6.5.	3	1	0	1,3	30.5.	0	0	0	0,0
	3	Murheistenranta	6.5.	17	2	8	9,0	30.5.	0	0	1	0,3
	4	Kohusaari	6.5.	4	3	1	2,7	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	3,3				K-arvo	0,1
Alue 2	5	Mustasaari	7.5.	3	30	6	13,0	30.5.	0	0	0	0,0
	8	Suur-Suomensalo	7.5.	80	120	100	100,0	30.5.	0	0	0	0,0
	9	Päihänniemi	7.5.	23	20	4	15,7	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	42,9				K-arvo	0,0
Alue 3	7	Kankainen	7.5.	95	30	155	93,3	30.5.	0	0	0	0,0
	25	Muukonsaari	7.5.	70	12	28	36,7	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	65,0				K-arvo	0,0
Alue 5	17	Laurinniemi	8.5.	245	1400	280	641,7	2.6.	2	1	0	1,0
	18	Vatavalkama	8.5.	175	60	2200	811,7	2.6.	0	0	0	0,0
	20	Suikkala	8.5.	250	800	550	533,3	2.6.	1	0	1	0,7
	22	Haukkasaari	8.5.	20	60	120	66,7	2.6.	0	0	0	0,0
						K-arvo	513,3				K-arvo	0,4
Alue4,6,9	10	Satamosaari	8.5.	38	8	60	35,3	2.6.	0	0	0	0,0
	11	Tiuruniemi	9.5.	90	24	95	69,7	2.6.	0	0	0	0,0
	19	Viitanen	8.5.	30	20	25	25,0	2.6.	0	1	0	0,3
	21	Mikonsaari	9.5.	255	170	210	211,7	2.6.	3	1	0	1,3
	23	Vepsä	9.5.	30	920	580	510,0	30.5.	0	1	0	0,3
	24	Vilkonmäki	9.5.	20	290	220	176,7	30.5.	1	0	0	0,3
						K-arvo	171,4				K-arvo	0,4
Alue 7	12	Pullikainen	9.5.	80	350	300	243,3	30.5.	2	0	1	1,0
	13	Ilkonsaaret	15.5.	1200	4400	1600	2400,0	30.5.	23	2	0	8,3
	14	Suuri Mäntysaari	15.5.	800	400	550	583,3	3.6.	0	0	0	0,0
	15	Pieni Lintusaari	15.5.	410	3200	1600	1736,7	3.6.	0	2	1	1,0
	16	Huuhanhiekka	15.5.	180	800	600	526,7	3.6.	220	10	6	78,7
	26	Rastiniemi	15.5.	110	450	330	296,7	3.6.	5	70	3	26,0
						K-arvo	964,4				K-arvo	19,2
Alue 8	27	Hietasaari	15.5.	90	180	140	136,7	3.6.	16	3	0	6,3
	28	Pajusaari	15.5.	110	580	360	350,0	3.6.	180	100	15	98,3
	29	Petrasaari	15.5.	120	2100	1550	1256,7	3.6.	1200	0	1	400,3
	30	Myhkiö	15.5.	140	80	110	110,0	3.6.	0	0	3	1,0
	31	Kutvele	15.5.	60	8	36	34,7	3.6.	3	22	1	8,7
						K-arvo	377,6				K-arvo	102,9

SIIAN POIKASNUOTTAUKSET ETELÄ-SAIMAA KEVÄT 2019												
ALUE	No.	Paikka	Toukokuun alku (heti jäiden lähdon jälkeen)					Toukokuun loppu			Liite 2, sivu2	
			Aika	Veto 1 kpl	Veto 2 kpl	Veto 3 kpl	Kpl / veto	Aika	Veto 1 kpl	Veto 2 kpl	Veto 3 kpl	Kpl / veto
Alue 1	1	Tuosansaari	6.5.	0	0	0	0,0	30.5.	0	0	0	0,0
	2	Riutansaari	6.5.	0	0	0	0,0	30.5.	0	0	0	0,0
	3	Murheistenranta	6.5.	0	0	0	0,0	30.5.	0	0	0	0,0
	4	Kohusaari	6.5.	0	1	0	0,3	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	0,1				K-arvo	0,0
Alue 2	5	Mustasaari	7.5.	0	1	0	0,3	30.5.	0	0	0	0,0
	8	Suur-Suomensalo	7.5.	0	2	0	0,7	30.5.	0	0	0	0,0
	9	Päihänniemi	7.5.	2	0	0	0,7	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	0,6				K-arvo	0,0
Alue 3	7	Kankainen	7.5.	1	2	2	1,7	30.5.	0	0	0	0,0
	25	Muukonsaari	7.5.	0	1	0	0,3	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	1,0				K-arvo	0,0
Alue 5	17	Laurinniemi	8.5.	2	0	0	0,7	2.6.	0	0	0	0,0
	18	Vatavalkama	8.5.	0	0	0	0,0	2.6.	0	0	0	0,0
	20	Suikkala	8.5.	1	4	0	1,7	2.6.	0	0	0	0,0
	22	Haukkasaari	8.5.	0	0	1	0,3	2.6.	0	0	0	0,0
						K-arvo	0,7				K-arvo	0,0
Alue4,6,9	10	Satamosaari	8.5.	0	0	2	0,7	2.6.	0	0	0	0,0
	11	Tiuruniemi	9.5.	1	0	1	0,7	2.6.	0	0	0	0,0
	19	Viitanen	8.5.	0	0	0	0,0	2.6.	0	0	0	0,0
	21	Mikonsaari	9.5.	2	1	0	1,0	2.6.	0	1	0	0,3
	23	Vepsä	9.5.	0	1	1	0,7	30.5.	0	0	0	0,0
	24	Vilkonmäki	9.5.	0	0	1	0,3	30.5.	0	0	0	0,0
						K-arvo	0,6				K-arvo	0,1
Alue 7	12	Pullikainen	9.5.	3	3	1	2,3	30.5.	0	0	0	0,0
	13	Ilkonsaaret	15.5.	0	1	0	0,3	30.5.	1	0	0	0,3
	14	Suuri Mäntysaari	15.5.	1	3	2	2,0	3.6.	0	0	0	0,0
	15	Pieni Lintusaari	15.5.	0	2	5	2,3	3.6.	0	0	0	0,0
	16	Huuhanhiekkä	15.5.	0	2	2	1,3	3.6.	0	2	0	0,7
	26	Rastiniemi	15.5.	3	1	1	1,7	3.6.	0	0	1	0,3
						K-arvo	1,7				K-arvo	0,2
Alue 8	27	Hietasaari	15.5.	2	0	0	0,7	3.6.	0	0	0	0,0
	28	Pajusaari	15.5.	0	0	0	0,0	3.6.	2	0	0	0,7
	29	Petrasaari	15.5.	0	1	0	0,3	3.6.	0	0	0	0,0
	30	Myhkiö	15.5.	0	1	0	0,3	3.6.	0	0	0	0,0
	31	Kutvele	15.5.	0	0	0	0,0	3.6.	0	0	0	0,0
						K-arvo	0,3				K-arvo	0,1



SAIMAAN VESI- JA YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY

Hietakallionkatu 2, 53850 LAPPEENRANTA
PL 17, 53851 LAPPEENRANTA

