



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Hauki-istutus kunnostusmenetelmänä

Hauki-hankkeen loppuraportti 2017-2019

Ari Westermark

Marja-Liisa Koljonen ja Pirjo Tanhuanpää (Luke)

RAPORTTI

2019



Hauki-istutus kunnostusmenetelmänä – Hauki-hankkeen loppuraportti 2017-2019

Westermarck, A. 2019. Hauki-istutus kunnostusmenetelmänä – Hauki-hankkeen loppuraportti 2017-2019. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. 19.12.2019.

Tekijät:

Ari Westermarck, kalastotutkija FM, Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry

Geneettinen tutkimus:

Marja Liisa Koljonen (Luke)

Pirjo Tanhuanpää (Luke)

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	KIRKKOJÄRVEN YLEISTILA JA KALASTO ENNEN KUNNOSTUSHANKETTA	2
3.	HAUKI-ISTUTUKSET 2017-2019	3
3.1	Istutusmäärät	3
3.2	Istutusmenetelmä	3
3.3	Sääolojen vaikutus istutustulokseen	4
4.	HAUKI-ISTUTUSTEN SEURANTA: SÄHKÖKOEKALASTUS	5
4.1	Aineisto ja menetelmät	5
4.2	Tulokset	6
5.	HAUKINÄYTTEET JA VUOSILUOKKAVAIHTELUT	8
6.	ISTUTUSTEN VAIKUTUKSET GENEETTISEN TUTKIMUKSEN PERUSTEELLA	10
6.1	Aineisto ja menetelmät	10
6.2	Tulokset	11
7.	HAUKI-ISTUTUSTEN SEURANTA: VERKKOKOEKALASTUS	14
7.1	Aineisto ja menetelmät	14
7.2	Yksikkösaaliit	15
7.3	Kasvillisuus- ja ulappaverkkojen saalisvertailu	18
7.4	Pituusjakaumat	24
7.5	Vaikutukset muihin luontoarvoihin: vesilinnut	27
7.6	Vaikutukset muihin luontoarvoihin: viitasammakot	27
7.7	Kirkkojärven vedenlaadun kehitys	28
8.	HAUKIHANKKEEN YHTEENVETO	29
8.1	Hauki-istutus ei sovi rehevien järvien kunnostusmenetelmäksi	29
8.2	Hauki-hankkeen muut tulokset ja jatkosuositukset	29

VIITTEET

Hauki-istutus kunnostusmenetelmänä - Haukihankkeen loppuraportti 2017-2019

1. Johdanto

Tämä on Hauki-hankkeen tulosraportti. Hauki-hanke on Kokemäenjoen vesistön vesisensuojeluyhdistys ry:n kehittämishanke. Hankkeen koko nimitykseltään *Kirkkojärven ravintoketjukunnostus hauki-istutusten avulla*. Hauki-hankkeen päätavoitteet olivat 1) Kangasalan Kirkkojärven tilan ja virkistyskäyttöarvon parantaminen ja 2) Kustannustehokkaan ja edullisen kunnostusmenetelmän kehittäminen rehevöityneiden särkikalavalttaisten järvien kunnostamiseksi.

Tavoitteisiin pyrittiin istuttamalla järven kokoon nähden suuria määriä hauen vastakuoriutuneita poikasia. Hankkeelle myönnettiin 80 prosentin tuki Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta Leader-ryhmä Kantri ry:n kautta. Hanke käynnistettiin heti Kantri ry:n Leader-rahoitusta puoltavan lausunnon saamisen jälkeen 1.3.2017 ja saatetaan loppuun 31.12.2019 mennessä. ELY-keskuksen Y-vastuualue edellytti, että ennen hauki-istutusten toteuttamista KVYY:n tulee laatia Natura-arvioinnin tarveharkinta. Tarveharkinnan tekeminen ja lähettäminen ELY-keskukseen olikin hankkeen ensimmäinen toimi. Tarveharkinta osoitti, etteivät hankkeen toimenpiteet vaaranna suojeltujen luontotyyppien tai lajien suojelun tasoa Kirkkojärvässä. ELY-keskuksen vaatimuksesta hankkeeseen tulee kuitenkin sisällyttää vesilintujen poikuelaskentaa sekä viitasammakkokartoitusta hankkeen vaikutusten arvioimiseksi. Hankkeen tuloksellisuutta seurattiin verkko- ja sähkökoekalastusten sekä haukien geneettisen tutkimuksen avulla.



Kantri



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

2. Kirkkojärven yleistila ja kalasto ennen kunnostushanketta

Kangasalan kunnan käsittelemättömät jätevedet johdettiin pitkään suoraan Kirkkojärveen (järvinumero 35.713.1.022), minkä seurauksena järvi rehevöityi pahoin. Vedenlaadullisesti Kirkkojärvi on edelleen yksi kaikkein huonoimmassa tilassa olevista Pirkanmaan järvistä. Talvisin ongelmia aiheuttaa hapen voimakas kuluminen ja ajoittaiset happikadot etenkin Kuohunlahden puolella. Kesällä korkea ravinnetaso ja usein siihen liittyen runsaat leväkukinnat. Kirkkojärvi kuuluu Natura 2000-alueeseen ja on luonnonsuojelullisesti erittäin arvokas lintuvesi.



Kuva 2.1. Jätevesistä johtuneen rehevöitymisen seurauksena sinileväkukinnat ovat tavallisia Kirkkojärven pääaltaalla (vasen yläkuva). Kuohunlahti on pohjavesien vaikutuksesta kirkasvetisempi ja siellä esiintyy paljon erilaisia vesikasveja (oikea yläkuva). Hauki-hankkeen aikana pääaltaan puolelle kasvoi ennennäkemättömiä vesirutto- ja karvalehtikasvustoja.

Vuonna 2014 tehdyissä verkkokoekalastuksissa järven kalaston tila todettiin huonoksi ja rehevyyttä ylläpitäväksi (Westermarck 2014). Tuolloin sekä kalaston tiheys (334 kpl/verkko) että biomassa (6,8 kg/verkko) olivat molemmat huomattavan suuria jopa rehevöityneiden järvien mittaluokassa. Selvästi runsain yksittäinen laji oli särki. Sen ohella saaliissa oli pienikokoisia ahvenia, verrattain suurikokoisia kiiskiä sekä lahnoja. Petokaloja oli vähän, millä arvioitiin olevan selvä vaikutus koko ekosysteemiin. Petokalojen runsaus ei ollut riittävä tarpeeksi hillitsemään rehevyydestä ja sameudesta hyötyvien särkien runsautta. Vuonna 2015 Kirkkojärvellä tehtiin hauen lisääntymis- ja poikasselvitys antamaan tietoa hauen poikastuotannon nykyisestä onnistumisesta (Westermarck 2015). Havaittujen hauenpoikasten määrä osoittautui odotuksia vähäisemmäksi. Selvityksen perusteella on kuitenkin ilmeistä, että Kirkkojärvessä oli kesällä 2015 runsaasti potentiaalista, mutta hauetonta poikashabitaattia.

3. Hauki-istutukset 2017-2019

3.1 Istutusmäärät

Hauenpoikasten saatavuudesta tehtiin tiedusteluja jo vuodesta 2015 alkaen. Tiedustelut lähialueella toimivilta poikastoimittajilta osoittivat, että saatavilla tulisi olemaan ainoastaan vastakuoriutuneita noin 1,5 cm pituisia poikasia. Hankesuunnitelmassa istutustavoitteeksi kirjattiin sekä vuodelle 2017 että 2018 kummallekin kolmesataatuhatta vastakuoriutunutta poikasta. Vuoden 2019 osalta kirjattiin mahdollisuus tarkistaa istutusmäärää siihen mennessä saatujen tulosten pohjalta. Poikaset tilattiin vuosittaisten esitiedustelujen perusteella joka kerta Pro Agria Hämeen kalatalouskeskukselta. Tarkkaa toimitusajankohtaa, istuskantaa tai toimituksen onnistumista ei voitu hauki-istutuksia suunnitellessa täydellä varmuudella luvata, koska kaikki riippuu mm. kudun ja poikasten kuoriutumisen edistymisestä. Samat lainalaisuudet ja epävarmuustekijät pätevät kalanviljelytoimintaan myös yleisemmin.

Hankkeen poikasistutuksia ei silti pystytty toteuttamaan hankesuunnitelman mukaisesti. Poikasia ei saatu viljelijältä tilattua kokonaismäärää, minkä lisäksi istutukset myös viivästyivät kesäkuun puolelle. Näistä jälkimmäinen vaikutti ratkaisevasti hankkeen tuloksellisuuteen.

Ainoastaan vuonna 2017 poikasia sataiin istutettua suunnitelman mukainen määrä 300 000 kpl (taulukko 4.1). Tuolloinkin istutuspoikaset jouduttiin keräämään kahdesta laitoksesta, eli Tervakosken Alasjärven ja Päijänteen kannoista. Näistä Alasjärven kantaa olevat poikaset (n. 140 000 kpl) saatiin ja istutettiin 22.5. Tämän jälkeen Kirkkojärveen istutettiin enää Päijänteen kantaa olevia poikasia (120 000-200 000 kpl/vuosi). Vuoden 2018 istutusmäärä oli kokonaisuudessaan vain 120 000 yksilöä. Myös vuoden 2019 istutustavoitteeksi päätettiin 300 000 kpl, mutta poikasia saatiin lopulta 200 000 kpl. Kunkin vuoden Päijänteen kannalla tehdyt istutukset ajoittuvat kesäkuun ensimmäiselle viikolle (taulukko 3.1). Istutusta viivästytti hautomossa käytetyn veden viileä lämpötila. Yhteensä noin 900 000 vastakuoriutuneen poikasen istutustavoitteesta toteutui lopulta reilu kaksi kolmasosaa (620 000 kpl). Vastakuoriutuneiden istutusten hinta oli 0,007 €/kpl. Istutettujen poikasten kokonaiskustannus oli siten alle 4500 euroa. Tämä vastasi hankkeen kantavaa ajatusta siitä, että vastakuoriutuneiden poikasten istutus on edullista suurinakin määrinä.

Taulukko 3.1. Kirkkojärveen tehdyt hauki-istutukset.

	kanta	
	Alasjärvi kpl	Päijänne kpl
Istutus 22.5.2017	140000	
Istutus 1.6.2017		160000
Istutus 6.6.2018		120000
Istutus 4.6.2019		200000
Yhteensä	140000	480000

3.2 Istutusmenetelmä

Hauen poikaset levitettiin Kirkkojärven rantavyöhykkeeseen, vesikasvillisuuden tuntumaan. Levityksessä liikuttiin 2-3 soutuveneellä. Pienet poikaset johdettiin saavista veteen muovisen, halkaisijaltaan 10 mm lappoletkun kautta (kuva 2.1). Veneellä liikuttiin mahdollisimman lähellä rantaruovikkoa tai muuta kasvillisuutta, jotta poikaset löytäisivät suojaa mahdollisimman nopeasti uuteen ympäristöön.

päädyttyään. Vajaaksi jääneiden istutusmäärien puitteissa poikaset pyrittiin levittämään mahdollisimman kattavasti Kirkkojärven eri osiin sen rantaviivoja myötäille. Laikkolannokan alue jätettiin kunakin vuonna istutusten ulkopuolelle, koska kyseisen alueen rantavyöhykkeessä on verrattain vähän poikasille suotuisaksi katsottua kasvillisuutta.

Istutukseen osallistuivat KVVY:n henkilöstön lisäksi innokkaita talkoolaisia. Talkooväen rekrytointia kuitenkin vaikeutti se, että tieto istutuspäivämäärästä saatiin vain hieman ennen toteutusta. Tähän vaikuttaa se, että poikaset voidaan istuttaa vasta niiden lähdettyä liikkumaan uimalla. Kuoriutumiseen ja uimaan lähtöön vaikuttavat sääolot, joita ei voida aukottomasti ennakoita.



Kuva 3.2. Hauen poikaset levitettiin rantakasvillisuuden tuntumaan. Istutus sujui soutuveinein ja lappoletkuin.

3.3 Sääolojen vaikutus istutustulokseen

Hankevuosien sääoloissa oli merkittävää vuosien välistä vaihtelua, kun esimerkiksi vuoden 2017 kevät oli poikkeuksellisen viivästynyt ja toisaalta erityisen lämpimän kesän 2018 ensimmäiset hellepäivät ajoittuivat jo toukokuulle. Yhtä kaikki hauki-istutukset viivästivät kaikkina vuosina poikasten saatavuuden myötä. Hankevuosien eroja voi verrata esim. Kaivannon kanavan vedenlämpötilan automaattimittauksen tuloksiin. Kevät 2017 oli aina toukokuun loppuun saakka poikkeuksellisen kylmä. Myös koko kesä oli tavanomaista selvästi kylmempi ja sateisempi, eikä veden lämpötila ylittänyt 20 astetta kuin ajoittain. Kevään hidas eteneminen viivästytti haukien kutua, ja poikastoimittajan mukaan poikastoimitukset viivästivät ennenäkemättömällä tavalla (T. Ranta tiedonanto). Vuonna 2018 koettiin puolestaan poikkeuksellinen hellekesä. Kevät ja kutu etenivät erittäin nopeasti, millä oli vaikutuksia haukien emokalapyynnin onnistumiseen. Tämä heijastui haukihankkeeseen siten, että poikasista saatiin vain reilu kolmasosa (120 000 kpl) tavoitemäärästä. Vuonna 2019 kevään sääolot eivät olleet läheskään yhtä äärimmäisiä kuin 2017 tai 2018. Silti poikaset saatiin istutettavaksi jälleen vasta kesäkuun alussa (taulukko 4.1). Päijänteestä pyydettyjen emohaukien hedelmöitetty mäti haudotaan Vääkysissä Vesijärvestä tulevassa suhteellisen viileässä, mutta muutoin hyvälaatuisessa vedessä. Hautomon veden suhteellinen viileys aiheutti kuitenkin istukkaille kasvun viivästymistä suhteessa Kirkkojärven omaan poikastuotantoon.

4. Hauki-istutusten seuranta: sähkökoekalastus

4.1 Aineisto ja menetelmät

Kirkkojärven rantavyöhykkeessä tehdyillä sähkökoekalastuksilla pyrittiin havainnoimaan hauen poikastihyysien muutoksia. Sähkökoekalastukset tehtiin syyskuussa kaikkina kolmena hankevuotena. Vertailuaineistona toimi vuoden 2015 esiselvitys hauen poikasmääristä. Vuonna 2015 sähkökalastukset tehtiin 10. ja 15.9. veden lämpötilan ollessa 14-15 astetta (Westermarck 2015). Vuoden 2017 sähkökalastukset tehtiin 8.9. (vesi ranta-alueilla keskimäärin n. 15 astetta). Vuoden 2018 sähkökalastukset tehtiin 20.9. Tuolloin päältäan veden lämpötila oli 13,7° ja Kuohunlahden 12,0°. Vuoden 2019 varsinainen sähkökalastus tehtiin 17.9. (pääallas 12,0° ja Kuohunlahti 11,5°).

Sähkökalastukset tehtiin Hans Grasl-reppumallin sähkökalastuslaitteella. Kalojen taintumisessa oli eroja, mihin vaikuttivat etenkin pyyntipaikkojen, syvyys, veden sähköjohtavuus ja vesikasvillisuuden runsaus. Kirkkojärven suojelluista ranta-alueista merkittävä osa on erittäin vaikeasti saavutettavissa. Sähkökalastuksilla ei myöskään haluttu aiheuttaa tarpeetonta häiriötä linnuille ja muulle eliöstölle. Tästä syystä koealoiksi valittiin sellaiset järven osat, joissa lähestyttävyyys on hyvä eivätkä ne ole vesilintujen kaikkien keskeisimpiä oleskelupaikkoja. Sähkökalastuksen alueet valittiin Kuohunlahdelta, Kirkkojärven päältäan pohjoisreunalta sekä Ranta-Koiviston puoleiselta itäreunalta. Kukin koeala kalastettiin kertaalleen läpi. Hauet laskettiin ja mitattiin tarkasti, muiden lajien osalta esitetään osin arviot niiden runsauden takia.

Taulukko 4.1. Kolmen sähkökalastusalueen olosuhdetiedot esiselvityksessä 2015 ja hankevuosina 2017-2019.

Sähkökoekalastuksen olosuhteet		Päältäan	
vuosi	Kuohunlahti	pohjoisranta	Ranta-Koivisto
Näkyvyys (veden väristä johtuva)			
2015	hyvä	hyvä	huono (sameus)
2017	hyvä	kohtalainen (ruskea vesi*)	hyvä
2018	hyvä	huono (sameus)	hyvä
2019	hyvä	hyvä	hyvä
Haitta kasvillisuudesta (kalojen piiloutuminen)			
2015	vähäinen	vähäinen	vähäinen
2017	vähäinen	merkittävä	merkittävä
2018	kohtalainen	vähäinen	merkittävä
2019	merkittävä	vähäinen	kohtalainen
Kahlattavuus			
2015	huono (syvä, upottava, puita)	hyvä (läpätunkematon ruovikko)	kohtalainen, osin upottava
2017	huono (syvä, upottava, puita)	hyvä (läpätunkematon ruovikko)	kohtalainen, osin upottava
2018	huono (syvä, upottava, puita)	hyvä (läpätunkematon ruovikko)	kohtalainen, osin upottava
2019	huono (syvä, upottava, puita)	hyvä (läpätunkematon ruovikko)	kohtalainen, osin upottava

Kuohunlahdesta kalastettiin puiston kävelytien läheiset kohdat, missä pohjan upottavuus ja veden päälle yltäneet puut sallivat kahlaamisen. Koealojen pinta-alat eivät ole missään määrin vertailukelpoisia, ja Kuohunlahdesta kalastettu alue oli selvästi pienin (kalastetun rantaviivan pituus noin 50 m). Kuohunlahden vesikasvillisuus on erittäin monimuotoista, ja vesi yleensä kirkasta. Ajoittain vedessä oli kuitenkin havaittavissa ruskea humusleima hajoavan kasvillisuuden takia. Limaskan ja uposkasvien runsauden takia kalojen havaitseminen oli hankevuosina vaikeaa veden kirkkaudesta huolimatta. Päältäan pohjoisrannalta kalastettiin alue siltarummusta länteen päin. Rantaviivassa mitattuna alueen pituus on noin 100 m. Alueen pohja on pääosin kovaa hiekkaa ja kiveä, ja kahlaamalla tapahtunut sähkökalastus onnistui paikoin 10-15 metrin etäisyydellä rannasta. Alue ulottui osin tiheään ruovikon ulko- ja sisäreunoille, mutta kasvuston tiheys esti kalastuksen ruovikon sisällä. Järviruoko ei myöskään ole sopiva vesikasvi hauen mädin takertumista varten. Täältä alueelta eniten kaloja saatiin rantapengerryksen ja sen kivien tuntumasta. Itäreunalta (Ranta-Koivisto) kalastetun rantaviivan pituus oli

noin 150 m. Rantaa kalastettiin niiltä osin, missä kahlaus oli syvyyden ja upottavuuden takia mahdollista. Ruovikoiden edustalla kalastus ei onnistunut, mutta kovapohjaisilla paikoilla kahlaamalla päästiin 10-15 m etäisyydelle rantaviivasta. Vesiruttokasvusto vaikutti selvästi kalojen olosuhteisiin. Lisäksi sähkökalastettiin Suupanoja kävelysillasta alavirtaan sekä ojan edustan alue. Suupanojan uomassa kahlaaminen on upottavuuden takia mahdotonta.



Kuva 4.2. Sähkökoekalastukset tehtiin kahlaamalla reppumallisen sähkökalastuslaitteen avulla.

4.2 Tulokset

Vuoden 2015 esiselvityksessä miltään koelalalta ei saatu hauen 0+ ikäryhmän poikasia (Westermarck 2015). Ensimmäisen istutusvuoden syyskuussa hauen poikasia saatiin kaikilta koelaloilta 1-9 kpl (taulukko 4.3). Näiden 0+ ikäryhmän poikasten pituudet olivat välillä 9 – 13 cm. Tulos viittasi istutusten lisänteen hauenpoikasten tiheyttä etenkin Ranta-Koivistossa ja Kuohunlahdella. Haukitiheyden positiivinen trendi ei kuitenkaan jatkunut enää seuraavina hankevuosina. Vuonna 2018 ei saatu yhtään 0+ ikäryhmän poikasta ja vuonna 2019 vain kaksi (lisäksi vuonna 2019 Kuohunlahden näytösluonteisessa sähkökalastuksessa myös yksi poikanen). Myös vanhempia 20-60 cm haukiyksilöitä saatiin sähkökalastuksissa varsin vähän, eikä Kuohunlahdesta näköhavainnoista huolimatta ainuttakaan.

Taulukko 4.3. Sähkökoekalastuksissa saadut hauet.

Sähkökalastusten haukisaaliit		Pääaltaan		
		Kuohunlahti	pohjoisranta	Ranta-Koivisto
2015	hauki 0+	-	-	-
2017	hauki 0+	4 kpl	1 kpl	9 kpl
2018	hauki 0+	-	-	-
2019	hauki 0+	1 kpl	-	1 kpl
2015	suuremmat	-	-	-
2017	suuremmat	-	1 kpl	2 kpl
2018	suuremmat	-	4 kpl	2 kpl
2019	suuremmat	-	-	1 kpl



Kuva 4.4. Noin kymmensenttinen sähkökalastuksissa saatu hauki.

Haukien lisäksi sähkökalastuksissa saatiin myös ahvenia, kiiskiä, säkiä, lahnoja, sorvia ja suutareita. Paikoin muiden lajien yksilömäärät olivat hyvin suuria. Tämän takia päädyttiin siihen, että muista lajeista ei tehdä mittauksia vaan niistä esitetään vain lukumääräarviot (taulukko 4.5). Näistä lajeista ei myöskään ole tehty ikämäärityksiä, vaan ikäryhmäarvio ("0+" tai "suuremmat") on tehty vain karkean silmämääräisen kokoerottelun perusteella. Kaikki noin 5 cm pienemmät kalayksilöt arvioitiin kulloisenaikin sähkökalastusvuotena syntyneiksi yksilöiksi. Esimerkiksi Ranta-Koiviston koedalalta saatiin /havaittiin vuosina 2017 ja 2018 yli tuhat särjen 1-3 cm pituista poikasta.

Suutarien määrä lisääntyi hankevuosina. Esiselvityksessä 2015 ei saatu yhtään 0+ ikäryhmän, eli alle 4 cm suutareita. Vuosina 2017 ja 2018 suutarin 0+ poikasia saatiin yksittäisiltä koaloilta, vuonna 2019 kaikilta koaloilta (taulukko 4.5). Lajina suutari hyötyy lämpimistä kesistä ja runsaasta vesikasvillisuudesta. Se on myös happiongelmiin suhteen erittäin tolerantti laji. Tällä perusteella suutarin voi olettaa entisestään runsastuvan Kirkkojärvässä.

Taulukko 4.5. Sähkökoekalastuksissa saadut muut lajit.

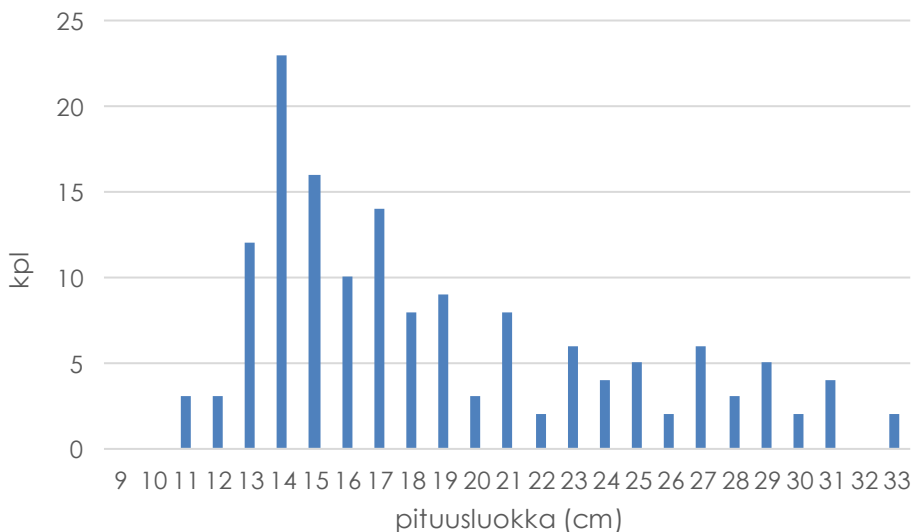
Muu saalis (osin karkeat lukumääräarviot)		Päältaan		
		Kuohunlahti	pohjoisranta	Ranta-Koivisto
2015	0+	-	ahven (5) särki (1) sorva (1)	särki (5) lahna (10)
2017	0+	-	-	ahv.(2) suut.(3) lahna(>100) särki(>1000)
2018	0+	suutari (1) särki (<50)	särki (<50)	särki (>1000)
2019	0+	suutari (3)	suutari (5)	suutari (20) sorva (1)
2015	suuremmat	ahven (<50)	suutari (1) ahven (>200) kiiski (1)	ahven (>50)
2017	suuremmat	ahven (1) kiiski (1) särki (3)	ahven (1)	ahven (<10) särki (1)
2018	suuremmat	-	ahven (<50) särki (>100) kiiski (1)	suutari (3) ahven (10)
2019	suuremmat	ahven (3) suutari (3)	ahven (25) suutari (10)	ahven (<100) särki (10) suutari (5)

5. Haukinäytteet ja vuosiluokkavaihtelut

Kirkkojärvellä käynnistyi syksyllä 2017 hoitokalastus Kangasalan kaupungin rahoittamana kunnostushankkeena. Hoitokalastus- ja Hauki -hankkeet olivat erilliset, mutta menetelminä toisiaan tukevat. Hauki-hankkeen edustaja kävi seuraamassa ensimmäistä hoitokalastuskertaa syyskuun lopussa. Ensimmäisenä tarkoituksena oli havainnoida, päätyykö hoitokalastusnuottaan 0+ ikäryhmän hauen poikasia, sekä keräämään niistä näytteitä ikä- ja DNA-määrittelyä varten.

Vuonna 2017 normaalikokoisia 1 – 3 kg haukia oli nuottasaaliissa yli 500 kpl (Hautala 2017), mutta mahdollisia 0+ ikäryhmän poikasia suullisen tiedonannon mukaan korkeintaan muutama. Tällä perusteella hoitokalastus ei vaikuttanut negatiivisesti istutettujen hauen poikasten runsauteen. Hoitokalastuksessa saadut hauet ja harvalukuiset isommat ahvenet vapautettiin tasapainottamaan kalastoa. Muutamia haukia ja muita kaloja otettiin kuitenkin näytteeksi, koska niistä arvioidaan saatavan haukihankkeen jatkon kannalta merkittävää ikä- ja kasvutietoa.

Vuoden 2018 hoitokalastussaalessa yllätti, sillä syyskuun ja lokakuun saaliin joukossa oli huomattavan paljon pieniä haukia (Hautala 2018). Hoitokalastajat laskivat vapauttaneensa kaikkiaan 1330 kpl pikkuhaukia, jotka tässä tapauksessa olivat pääsääntöisesti alle 30 cm pituisia. Arto Hautala luonnehti pienten haukien runsautta avovesialueella poikkeukselliseksi. Lisäksi nuottasaaliista vapautettiin lähes 700 tätä suurempaa haukea. Osa hauista on todennäköisesti päätyneet saaliiksi ja laskelmiin useamman kuin yhden kerran. Hoitokalastuksen lähtökohta on, että kaikki hauet vapautetaan. Koska haukihankkeen koekalastuksissa ei kuitenkaan saatu riittävästi näyteyksilöitä DNA-tutkimuksia varten, pyydettiin että näytekaloja kerättäisiin hoitokalastussaalessa. Hoitokalastajien toimittamat pienet hauet olivatkin lopulta keskeisessä roolissa haukihankkeen tuloksellisuuden arvioinnissa. Hoitokalastajilta toivottiin mahdollisimman pieniä yksilöitä, jotta ne mahdollisimman suurella todennäköisyydellä edustaisivat istutusten aikaisia vuosiluokkia. Syyskuun alussa 2018 tehdyn hoitokalastuksen näytteeksi päätyneiden haukien pituusjakauma on esitetty ohessa (kuva 5.1). Pituusjakaumaa voi kuvailla erikoisen tasaisesti jakautuneeksi, eikä sen perusteella voitu yksiselitteisesti vahvistaa eri vuosiluokkien esiintymistä. Kesän 2018 loistavat kasvuolosuhteet huomioiden ei ollut yllättävää, että osa 0+ ikäryhmästä oli jo syyskuun alussa 14 cm pituisia. Koska saaliin joukossa oli kuitenkin verrattain tasaisesti 13–19 cm yksilöitä, arvioitiin hajonnan mahdollisesti johtuvan luontaisen lisääntymisen ja istutuserien välisistä pituseroista.



Kuva 5.1. Syyskuun 2018 hoitokalastussaalessa saatujen haukinäytteiden pituusjakauma.

Myös vuoden 2019 hoitokalastussaaliissa oli runsaasti (274 kpl) pienehköjä haukia (Hautala 2019). Myös näistä saatiin otos DNA-näyttekaloiksi. Kyseiset yksilöt edustivat pääsääntöisesti vuosiluokkaa 2018 (kuva 5.3), joka näyttää muodostuneen ilahduttavan vahvaksi. Isompia haukia oli vuoden 2019 nuottasaaliissa 191 kpl, eli vähemmän kuin alle 30 cm "pikkuhaukia". Kokonaisuudessaan hoitokalastussaaaliit vähenivät selvästi ensimmäisen vuoden saaliisiin verrattuna.



Kuva 5.2. Vuoden 2017 ensimmäisen nuotta-apajan runsas saalis.



Kuva 5.3. Hoitokalastuksen periaatteen mukaisesti petokalat vapautetaan, mutta tässä tapauksessa pieniä haukia saatiin tämän hankkeen tärkeiksi tutkimuskaloiksi vuosina 2018 ja 2019.

6. Istutusten vaikutukset geneettisen tutkimuksen perusteella

6.1 Aineisto ja menetelmät

Haukien geneettinen tutkimus tilattiin ostopalveluna Luonnonvarakeskuksena. DNA-mikrosatelliitti-analyysin avulla haluttiin ensimmäisessä vaiheessa selvittää, voidaanko istutuskannat (Päijänne ja Tervakosken Alasjärvi) erottaa Kirkkojärven omasta haukikannasta. Tämä työ on tiettävästi ensimmäinen haukien DNA-mikrosatelliittitutkimus, joten samalla selvitettiin myös mikrosatelliittien yleistä soveltuvuutta haukien geneettiseen tutkimukseen. Menetelmän todettiin toimivan erinomaisesti ainakin näiden tutkittujen kantojen osalta. DNA-mikrosatelliittitutkimuksen menetelmä on kuvattu yksityiskohdaisesti Luonnonvarakeskuksen tuloraportissa (Koljonen & Tanhuanpää 2019), joka löytyy kokonaisuudessaan tämän haukihankkeen loppuraportin liitteenä.

Ensisijainen tavoite tälle geneettiselle tutkimukselle oli selvittää istutettujen haukikantojen geneettisiä vaikutuksia Kirkkojärven haukikantaan. Toisin sanoen haluttiin tietää, kuinka suuri osa istutusvuosien haukivuosisluokista oli peräisin A) istutuskannasta tai B) Kirkkojärven oman haukikannan luontaisesti tapahtuneesta lisääntymisestä. Näin pystytään arvioimaan hauki-istutusten tuloksellisuutta.

KVYV toimitti vuosien 2017-2019 aikana yhteensä 96 haukinäytettä Luken genotyyppityslaboratorioon Jokioisiin. Näytteet olivat alkoholiin säilötyjä kudosnäytteitä. Istutuseristä otetut hauenpoikaset toimitettiin kokonaisina, kaikista isommista näyteyksilöistä kudosnäyte otettiin evästä (kuva 6.1).



Kuva 6.1. Näytekaloista otettiin mitat, ikänäytteet sekä pala evän kärjestä DNA-mikrosatelliittianalyysiä varten.

Hankkeen puitteissa määritetty 96 haukiyksilön aineisto koostuu kolmesta haukikannasta: Kirkkojärven omasta haukihankkeen istutuksia edeltäneestä kannasta, Päijänteen istutuskannasta sekä Alasjärven istutuskannasta. Tausta-aineistossa 25 kpl suoraan istutuseristä poimittua näytekaloa, sekä viisi suurikokoisempaa haukiyksilöä, jotka varmuudella edustivat istutuksia edeltänyttä Kirkkojärven haukikantaa (taulukko 6.2).

Kirkkojärvestä pyydettyistä pienistä hauista valikoitiin kokonsa perusteella sellaisia yksilöitä, jotka kokonsa perusteella edustivat kolmen istutusvuoden (2017-2019) vuosiluokkia. Nämä 66 hauikiyksilöä muodostivat selvityksen varsinaisen aineiston, mistä arvioitiin istutuksen vaikutusta suhteessa luontaisen lisääntymisen poikastuotantoon. Ikämääritysten perusteella 5 yksilöä osoittautui vuosiluokan 2016 yksilöiksi. Vuosiluokasta 2017 DNA-mikrosatelliittianalyysi tehtiin 27 yksilöstä. Vuosiluokasta 2018 näyteyksilöitä määritettiin 31 kpl ja vuosiluokasta 2019 ainoastaan kolme sähkökalastuksilla saatua poikasta. Näyteyksilöt saatiin pääosin hoitokalastussaaliista sekä vähäisemmissä määrin koekalastussaaliista.

Taulukko 6.2. Geneettisen tutkimuksen näytemäärät.

Tausta-aineiston yksilömäärät		aikuiset	istukaspoik.		
Tausta-aineisto	Kirkkojärvi 2017	5			
Tausta-aineisto	Alasjärvi ist. 2017			10	
Tausta-aineisto	Päijänne ist. 2017			5	
Tausta-aineisto	Päijänne ist. 2018			10	
Tausta-aineisto	Päijänne ist. 2019			-	
Tausta-aineisto	Yhteensä	5		25	
Varsinaisten näytehaukien yksilömäärät		vl. 2016	vl. 2017	vl. 2018	vl. 2019
Varsinainen näyte	Kirkkojärvi 2017		16		
Varsinainen näyte	Kirkkojärvi 2018	5	10	30	
Varsinainen näyte	Kirkkojärvi 2019		1	1	3
Varsinainen näyte	Yhteensä	5	27	31	3
Näytteitä yhteensä		96			

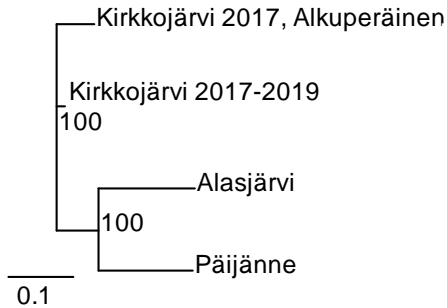
6.2 Tulokset

Haukikantojen geneettisen muuntelun määrä havaittiin varsin suureksi. Kaikkiaan koko aineistossa havaittiin 137 erilaista geenimuotoa, eli alleelia. Eniten geenimuotoja oli Kirkkojärven haukinäytteessä, mutta se oli myös otoskooltaan selvästi suurin. Myös keskimääräinen diversiteetti oli varsin korkea 64,8 % (Koljonen & Tanhuanpää 2019). Kirkkojärven haukikannan geneettinen diversiteetti oli pienempi (55-56 %) kuin istutuskantojen diversiteetit (61-63 %). Myös Kirkkojärven kannan alleelirikkaus oli pienempi, mikä voi viitata jossain vaiheessa sattuneeseen merkittävään populaatiokoon romahdukseen. Kirkkojärven tapauksessa tämä voisi selittyä merkittäväällä happikadosta aiheutuneilla kalakuolemilla.

Taulukko 6.3. Geneettisen tutkimuksen Haukinäytteiden otoskoot, alleelimäärät, keskimääräiset geneettiset diversiteetit, alleelirikkaudet ja Fis-ideksi. Keskimääräinen alleelirikkaus on laskettu sekä viidelle että 10 yksilölle.

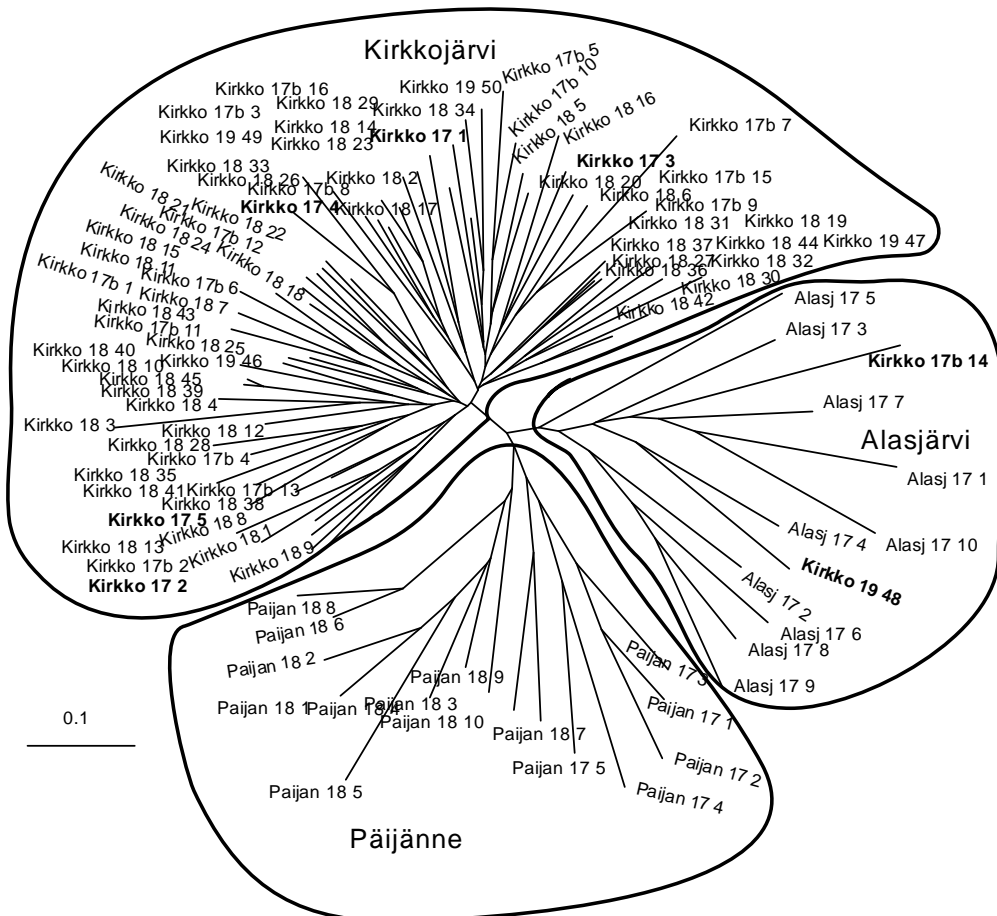
Näyte	N	N alleles	Div %	Tot All.Rikk.	All.Rikk. /5	All.Rikk. /10	Fis
Alasjärvi	10	75	62,7	61,7	3,6	4,4	-0,032
Päijänne	15	92	62,3	63,1	3,7	4,8	-0,025
Kirkkojärvi_ALK.	5	55	57,2	55,0	3,2	-	0,075
Kirkkojärvi_IST.	66	102	58,1	56,0	3,3	4,0	0,015
Yht.	96	137	64,8	63,1	3,7	4,7	

Sukupuussa selvityksen kolme haukipopulaatiota erosivat selvästi toisistaan (kuva 6.4). Kirkkojärven näytteet ryhmittivät samaan haaraan. Samoin Alasjärven ja Päijänteen näytteet ryhmittivät samaan haaraan, vaikka myös ne erosivat toisistaan. Sukupuun haarojen järjestys arvioitiin hyvin varmaksi (Koljonen & Tanhuanpää 2019).



Kuva 6.4. Haukiaineiston juurellinen sukupuu.

Alkuperäanalyysin perusteella kaikki varsinaiset näytteet olivat yhtä lukuun ottamatta hyvin suurella todennäköisyydellä Kirkkojärven omaa haukikantaa. Ainoa istutuksista peräisin oleva näyteyksilö oli Alasjärven kantaa. Juureton sukupuu osoittaa myös toisen mahdollisen istukkaan (kuva 6.5), mutta todennäköisemmin myös kyseinen yksilö oli Kirkkojärven omaa kantaa (Koljonen & Tanhuanpää 2019).



Kuva 6.5. Juureton sukupuu kolmen järven haukiyksilöiden perinnöllisten etäisyyksien perusteella.

Vain yksi istutuksista peräisin oleva haukinäyte osoittaa sen, ettei kolmen vuoden aikana tehdyillä hauki-istutuksilla ollut merkittävää positiivista vaikutusta Kirkkojärven haukikannan runsauteen. Alasjärven kantaa olevia poikasia istutettiin vain vuonna 2017. Niitä istutettiin tuolloin 140 000 kpl. Siten niiden määrä on vähäinen Päijänteen kantaa istukaspoikasiin verrattuna. Päijänteen kantaa olevia poikasia istutettiin 160 000 + 120 000 + 200 000 kpl = yhteensä 480 000 kpl. Vuonna 2017 Alasjärven poikaset istutettiin hieman aikaisemmin kuin Päijänteen poikaset. Rehevä Alasjärvi muistuttaa olosuhteiltaan selvästi Päijännettä enemmän Kirkkojärveä. Tämän myötä Alasjärven haukikannan geneettinen sopeutuminen saattaa edesauttaa poikasia selviytymään Kirkkojärvestä paremmin kuin Päijänteen poikaset.

Taulukko 6.6. Istukaspoikasten esiintyminen suhteessa luontaisen lisääntymisen poikasten määrään.

	istukas kpl	luontainen kpl	istukas %
Vuosiluokan 2017 näytekalat	1	27	3,7
Vuosiluokan 2018 näytekalat	0	31	0
Vuosiluokan 2019 näytekalat	0	3	0
Yhteensä	1	61	1,6

Istutus tulos on aina tapauskohtainen ja se riippuu monista seikoista ja mm. oman järven haukikannan tilasta. Lähtökohtaisesti DNA-mikrosatelliitti analyysi näyttää soveltuvan hyvin haukipopulaatioiden tutkimukseen. Menetelmä näyttää antavan hyvin selvän tuloksen ja haukikantojen välillä oli selvät perinnölliset erot havittavissa, vaikka näytemäärät olivat varsin pienet.

Jatkossa tässä työssä aloitettu haukien geneettisen perimän selvitystyö voi toimia pohjana vastavien hauki-istutusten tuloksellisuuden arvioinnissa. DNA-määritys ja kalakantojen geneettinen erilaisuus on yleisesti ihmisiä kiinnostava asiakokonaisuus, jonka huomioarvo tulee olemaan merkittävä. On oletettavaa, että Hauki-hankkeessa tehdyt DNA-määritykset herättävät suurta mielenkiintoa niin kalatalousalan kuin Kirkkojärven tilanteesta kiinnostuneiden paikallisten keskuudessa.

7. Hauki-istutusten seuranta: verkkokoekalastus

7.1 Aineisto ja menetelmät

Kirkkojärven verkkokoekalastukset tehtiin hankevuosina 2017 ja 2019. Verkkokoekalastuksilla haluttiin selvittää haukihankkeen vaikutuksia Kirkkojärven kalastoon. Vertailuaineistona toimii vuonna 2014 vastaavalla tavoin toteutettu koekalastus sekä suppeammat pyynnit vuosilta 2006, 2007 ja 2009 (Westermark 2014). Vuosina 2014, 2017 ja 2019 pyyntiponnistus oli 20 verkkoyötä (alkuperäinen pyyntikartta liitteenä). Kussakin verkossa on 12 eri solmuväliä (5-55 mm), verkon pituus on 30 m ja korkeus 1,5 m. Verkot olivat pyynnissä keskimäärin 16 tuntia. Verkot laskettiin mahdollisuuksien mukaan samoihin pyyntiruutuihin eri vuosina, mutta vuosina 2017 ja 2019 vesiruton ja muiden vesikasvien esti verkkojen laskun merkittävässä osassa arvottuja pyyntipaikkoja. Vesikasvillisuuden koekalastukseen aiheuttamaa haittaa on käsitelty tässä raportissa omissa kappaleessaan. Vuosina 2014 ja 2017 verkkokoekalastukset tehtiin elokuun lopulla, mutta vesilintujen häiriintymisen välttämiseksi merkittävä osa pyyntiponnituksesta voitiin tehdä vasta selvästi syyskuun puolella. Veden viilentymisellä voidaan arvioida olleen ainakin jonkinasteista vaikutusta tulosten vertailtavuuteen, kun ahven- ja särkikalat liikkuvat sitä aktiivisemmin mitä lämpimämpää vesi on. Näkösyvyudet vaihtelivat erittäin paljon järven eri osissa. Avovesialueella näkösyvyys saattoi olla selvästi alle puoli metriä, kun samaan aikaan vesiruttomasojen aukkopaikoissa näkösyvyys oli yli metrin. Kirkkojärvellä kalat näyttävät hakevan suojaa enemmän veden sameudesta kuin erittäin tiheästä kasvillisuudesta. Tässä mielessä veden kirkastuminen syksyllä vaikutti myös koekalastusten tulosten vertailtavuuteen.

Vuonna 2014 koekalastukset tehtiin 11-15.8. ja veden lämpötila oli keskimäärin 23 astetta. Pintaveden lämpötila vaihtelee yleensä hieman jo aamun ja iltapäivä välillä. Näkösyvyys pääaltaan puolella on ollut n. 0,5 m, mutta tiheän vesikasvillisuuden seassa jopa yli 1,5 m. Vuonna 2017 koekalastukset tehtiin 21-24.8. (veden lämpötila n. 18 astetta). Vuonna 2019 vain kolme lopputuloksissa huomioitu verkkoa oli pyynnissä 20-22.8. välisenä aikana. Tuolloin veden lämpötila oli n. 18 astetta. Seitsemän verkkoa oli pyynnissä 10-11.9 (veden lämpötila 16°). Loput kymmenen verkkoa oli pyynnissä 17-19.9. Tuolloin pintavesi oli jo viilentynyt tuntuvasti (aamuisin 10-11 astetta).



Kuva 7.1. Verkkokoekalastusten saalis oli selvästi särkivaltainen myös vuonna 2019.

7.2 Yksikkösaaliit

Lukumääräisesti runsain kaikki lajit huomioiva yksikkösaalis saatiin vuonna 2017. Sen sijaan kilomääräinen yksikkösaalis oli vuonna 2014 suurempi kuin haukihankkeen aikana tehdyissä verkkokoekalastuksissa (taulukko 7.2). Vuodesta 2014 alkaen särki on ollut yhtä poikkeusta lukuun ottamatta runsain yksittäinen saalislaji, vuonna 2017 ahvenen yksilömäärä oli särkeä runsaampi (taulukko 7.3).

Taulukko 7.2. Verkkokoekalastusten lajikohtaiset yksikkösaaliit vuosina 2014, 2017 ja 2019.

Kaikki verkot	2014 kpl/verkko	2017 kpl/verkko	2019 kpl/verkko	2014 g/verkko	2017 g/verkko	2019 g/verkko
Ahven	94	256	89	1553	1762	1409
Kiiski	24	14	7	405	76	44
Hauki	0,1	0,3		111	287	
Lahna	1,7	2,1	10	590	87	367
Suutari	0,2	0,1	0,7	135	57	658
Särki	214	158	104	4040	2821	2251
Sorva	0,4	0,7	1,2	16	81	294
Yhteensä	334	431	212	6849	5171	5023

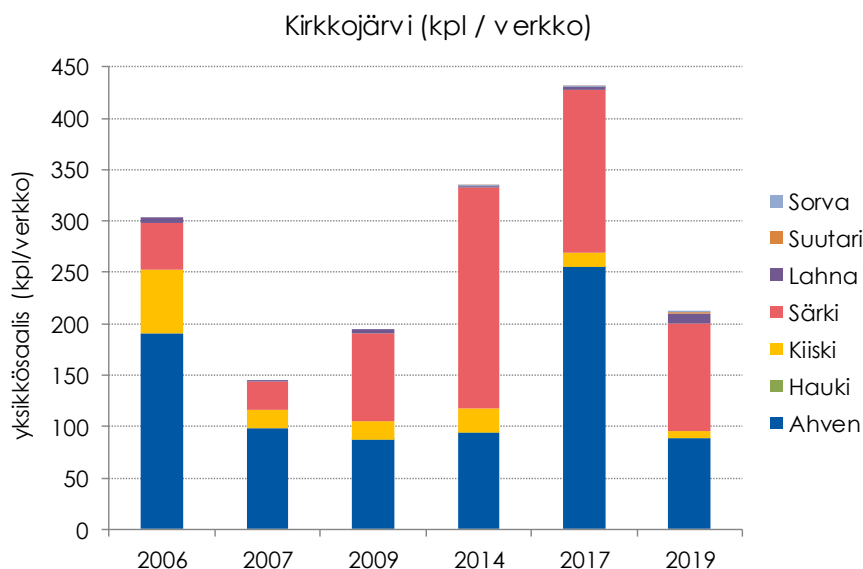
Taulukko 7.3. Lajikohtaiset saalisosuudet vuosina 2014, 2017 ja 2019.

Kaikki verkot	2014 % kpl	2017 % kpl	2019 % kpl	2014 % g	2017 % g	2019 % g
Ahven	28	59	42	23	34	28
Kiiski	7	3	3	6	1	1
Hauki	0	0	0	2	6	0
Lahna	1	0	5	9	2	7
Suutari	0	0	0	2	1	13
Särki	64	37	49	59	55	45
Sorva	0	0	1	0	2	6
Yhteensä	100	100	100	100	100	100

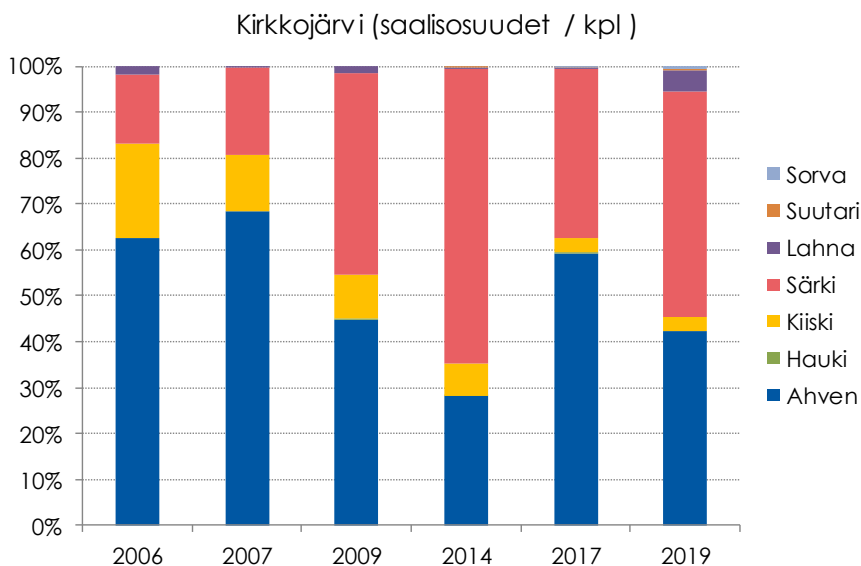


Kuva 7.4. Verkkokoekalastusten yhteydessä järjestettiin avoimia yleisötilaisuuksia. Osallistujat saivat myös osallistua koekalastussaaliiin käsittelyyn joko talkootyönä tai oppimistarkoituksessa (kuva).

Seuraavissa kuvissa on esitetty kaikkien Kirkkojärvellä tehtyjen Nordic-verkkokoekalastusten saaliit. Talven 2002-2003 happikadosta aiheutunutta kalakuolemaa seurasi lyhytkestoinen vaihe, jolloin Kirkkojärven kalasto oli ahvenvaltainen. Vuonna 2007 kalaston tiheys oli edelleen pieni (kuva 7.5) ja ahvenen osuus koekalastuksiin yksilömäärästä oli lähes 70 % (kuva 7.6). Tämän jälkeen lukumääräinen kokonaisyksikkösaalis nousi yhtäjaksoisesti vuoteen saakka. Särjen lukumääräosuus kasvoi vuoteen 2014 saakka, kunnes ahven runsastui vuoden 2017 saaliissa.

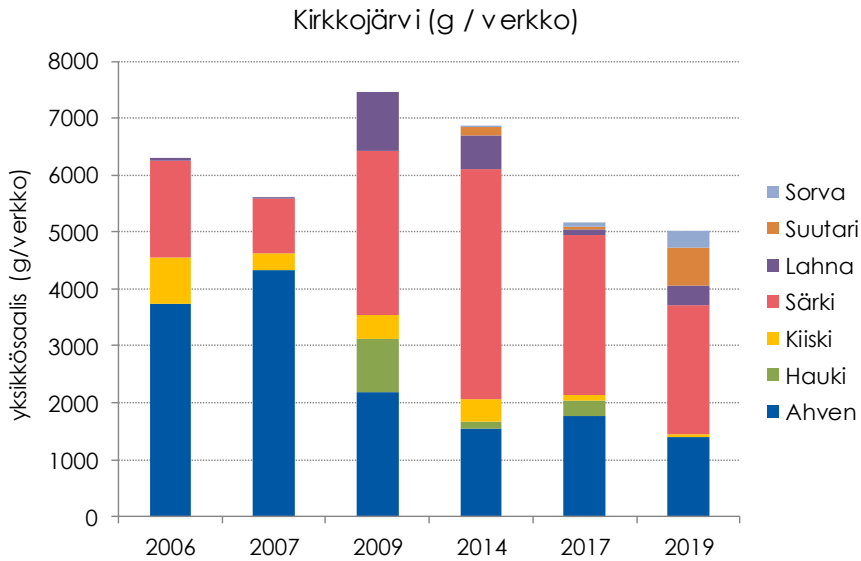


Kuva 7.5. Verkkokoekalastusten lukumääräiset yksikkösaaliit (kpl/verkko).

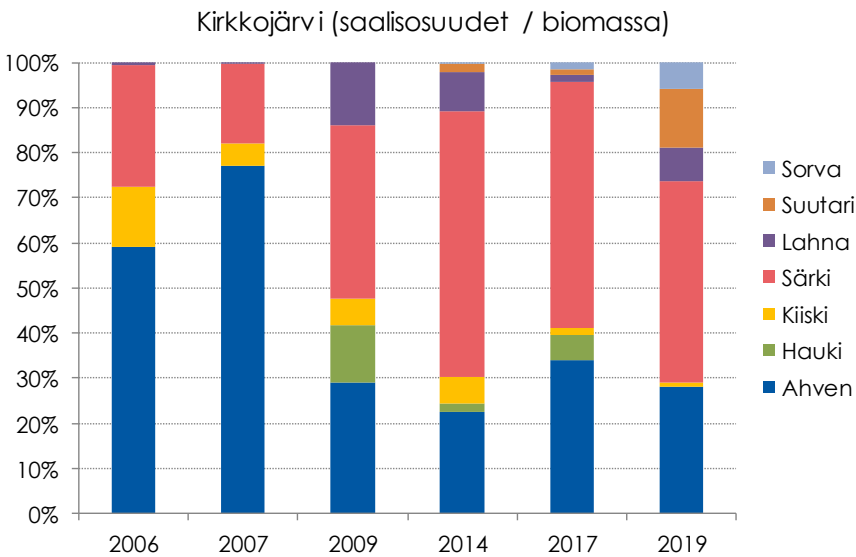


Kuva 7.6. Verkkokoekalastusten saalisosuudet (yksilömäärä).

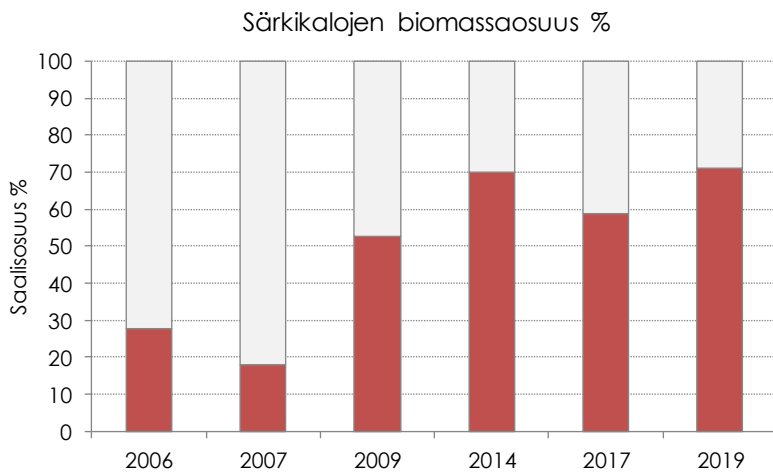
Saaliin biomassa on laskenut vuoden 2009 koekalastuksen jälkeen (kuva 7.7). Samalla kuitenkin särkikalajien biomassaosuus on noussut (Kuva 7.7 ja Kuva 7.8), eli Kirkkojärven kalasto on palautunut vastaamaan happikatoa edeltänyttä, rehevyyttä kuvaavaa tasoa. Vuonna 2019 särkikalajien biomassaosuus oli jopa aavistuksen suurempi kuin vuoden 2014 verkkokalastuksissa. Tämän myötä näyttää selvästi, että haukihanke eikä hoitokalastuksissa toistaiseksi poistettu kalamäärä ole kääntänyt järven kalaston runsaussuhteita.



Kuva 7.7. Verkkokoekalastusten kilomääräiset yksikkösaaliit (g/verkko).



Kuva 7.8. Verkkokoekalastusten saalisosuudet (biomassa).



Kuva 7.9. Särkikalojen biomassaosuuden kehitys (verkkokoekalastus).

7.3 Kasvillisuus- ja ulappaverkkojen saalisvertailu

Kirkkojärven vesikasvillisuudessa on tapahtunut vuoden 2014 koekalastusten jälkeen merkittäviä muutoksia, mitkä vaikuttivat hankevuosien 2017 ja 2019 tehtyihin verkkokoekalastuksiin. Etenkin vesirutto ja poimuvita runsastuivat räjähdysmäisesti, ja ne muodostivat tietyin osin järveä tiheitä kasvustoja (kuva 7.10), joissa jopa soutaminen osoittautui vaikeaksi (kuva 7.11).



Kuva 7.10. Lähes pintaan asti ulottuva vesikasvillisuus erottuu sameastakin vedestä.



Kuva 7.11. Lahdentien siltarummun päällä vesirutto, karvalehti ja poimuvita muodostivat paksun pintaan asti yltäneen maton. Tällaisiin paikkoihin verkkoja ei voitu laskea vuosina 2017 ja 2019.

Kasvillisuuden runsastumisen takia hankevuosina verkkoja ei voitu laskea kaikkiin alun perin arvottuihin pyyntiruutuihin (liite 1). Alkuperäisistä pyyntiruuduista vain 8 oli sellaisia, missä vesikasvillisuuden ei arvoitu haitanneen pyyntitehoa yhtenäkkään koekalastusvuonna. Näitä kasveista vapaan ja haitattoman alueen pyyntiruutuja nimitetään tässä yhteydessä "avovesiverkoiksi" (pyyntiruudut 12, 14, 32, 35, 44, 54, 61 ja 66).

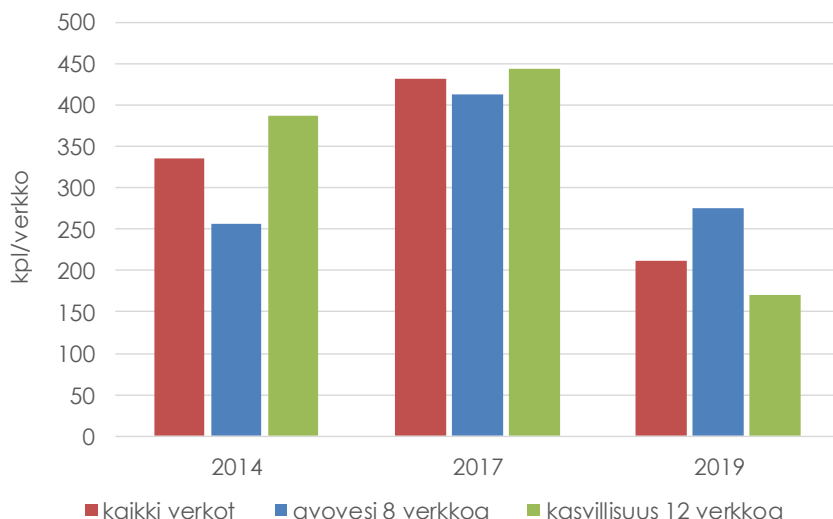
Pyyntiruuduista kaksitoista (nro 1, 9, 18, 28, 30, 49, 51, 63, 64, 70, 77 ja 79) oli sellaisia, että kasvillisuudesta* arvioitiin olleen ainakin jonkinlaista vaikutusta pyyntiin. Haitan paikka- ja vuosikohtaista merkitystä yksikkösaaliiseen ei voida aukottomasti eritellä. Haitat kuitenkin liittyvät seuraaviin seikkoihin: 1) verkkoja jouduttiin siirtämään tiheimmän kasvillisuusvyöhykkeen ulkoreunalle, jotta ne ylipäänsä saatiin laskettua 2) kasvillisuus heikensi verkkojen pyyntitehoa tukkimalla ja pingottamalla havasta, sekä kannattelemalla alapaulaa. Veden sameuden takia tiheitäkään vesikasvimassoja ei välttämättä erottanut, jos ne eivät yltäneet aivan pintaan saakka.

Taulukko 7.12. Verkkokoekalastusten yksikkösaaliit avovesi- ja kasvillisuusalueilla.

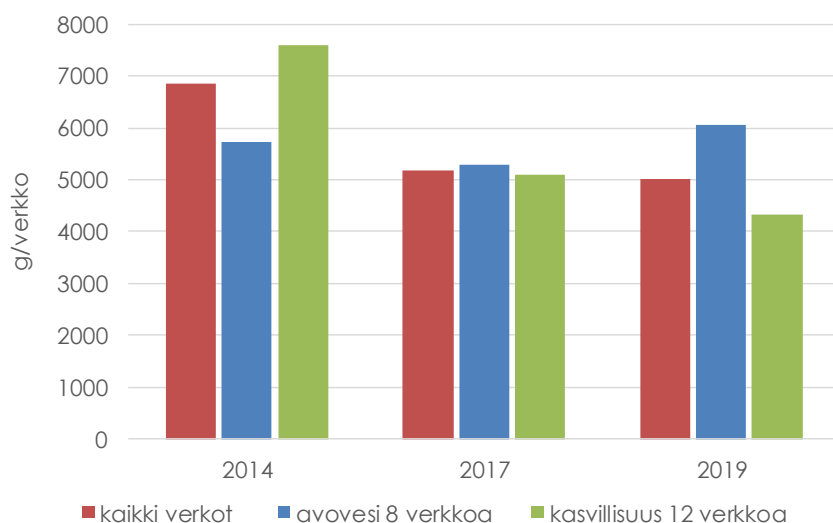
kpl/verkko	2014		2017		2019	
	avovesi	kasvillisuus*	avovesi	kasvillisuus	avovesi	kasvillisuus
Ahven	77	105	213	284	118	70
Kiiski	35	17	25	7	11	4
Hauki	0,1	0,1	0,3	0,3		
Lahna	3	1,1	4	0,9	17	6
Suutari	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,9
Särki	141	263	171	150	129	88
Sorva		0,6		1,1	0,1	1,8
Yhteensä	256	387	412	444	275	170
g/verkko	2014		2017		2019	
	avovesi	kasvillisuus*	avovesi	kasvillisuus	avovesi	kasvillisuus
Ahven	1635	1498	1877	1686	1756	1177
Kiiski	597	277	122	44	69	27
Hauki	110	111	202	344		
Lahna	830	430	205	9	760	105
Suutari	86	167	143	0,4	495	767
Särki	2477	5082	2739	2876	2977	1767
Sorva		27		135	15	481
Yhteensä	5735	7592	5287	5095	6072	4324

Tulokset osoittavat, että Kirkkojärven kalojen käyttäytymisessä on tapahtunut selvä muutos vuoteen 2014 verrattuna (taulukko 7.2 ja kuva 7.13). Muutos liittyy kalojen liikkumiseen runsastuneen vesikasvillisuuden ja avovesialueen välillä, ja linkittyy oleellisesti myös veden sameuden muutoksiin. Kalat haakeutuvat sellaiseen paikkaan, missä niillä on mahdollisimman hyvä suoja ja tarjolla sopivaa ravintoa. Myös muut reunaehdot kuten hyvä happitilanne ja pH-arvo tulee olla kunnossa.

Vuonna 2014 rantojen läheisten pyyntiruutujen yksikkösaaliit olivat keskimäärin runsaampia kuin keskellä järveä sijainneiden pyyntiruutujen yksikkösaaliit (kuva 7.13 ja kuva 7.14). Vuonna 2017 yksikkösaaliit olivat runsaimmillaan, ja rannan tuntumassa sijainneiden verkkojen yksikkösaaliit enää niukasti suurempia kuin kasveista vapaalla järven keskialueella. Vuonna 2019 saaliit vähenivät koko 20 verkon pyyntiponnistus huomioiden. Vuoden 2019 koekalastuksessa avovesi- ja kasvillisuusruutujen välillä tapahtui huomattava muutos, eli järven keskiosan avovesialueen verkkojen keskimääräinen yksikkösaalis oli kasvillisuusalueen keskimääräistä yksikkösaalista suurempi. Havaittu muutos on tutkimuksellisesti erittäin mielenkiintoinen.



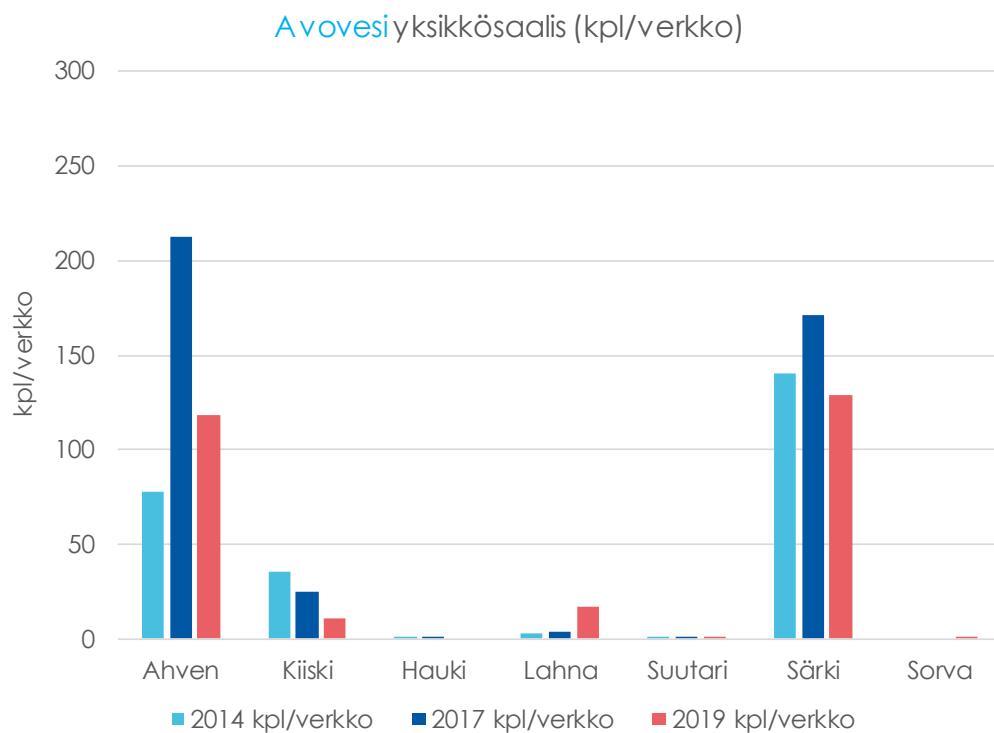
Kuva 7.13. Verkkokoekalastusten yksikkösaaliit (kpl/verkko) avovesi- ja kasvillisuusalueilla.



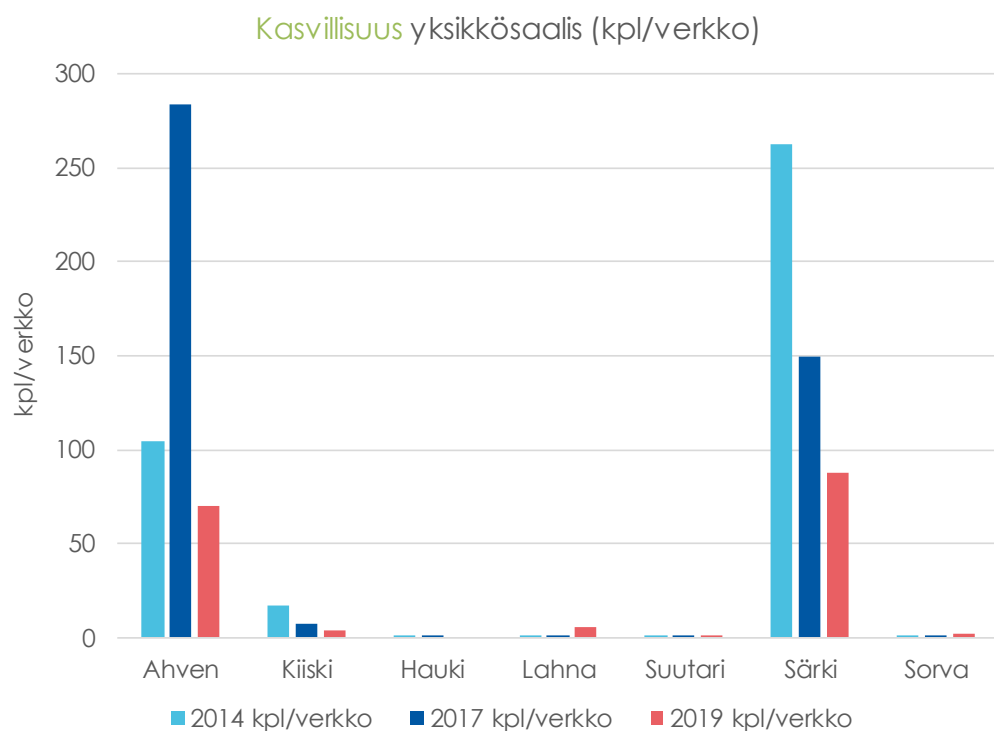
Kuva 7.14. Verkkokoekalastusten yksikkösaaliit (g/verkko) avovesi- ja kasvillisuusalueilla.

Lajikohtainen tarkastelu osoittaa särjen ja ahvenen valta-aseman Kirkkojärven kalastossa. Avovesi-alueen pyyntiruuduista laskettu särjen yksikkösaalis pysyi varsin vakaana vuosien 2014, 2017 ja 2019 verkkokoekalastuksissa (kuva 7.15). Sen sijaan kasvillisuuden tuntumaan lasketuissa verkoissa särkisaalis on vähentynyt erittäin paljon. Vuoden 2019 lukumääräinen särkisaalis oli alle kolmannes vuoteen 2014 verrattuna (kuva 7.16). Myös särkisaaliin biomassan osalta vähenemä oli huomattavaa (kuva 7.17).

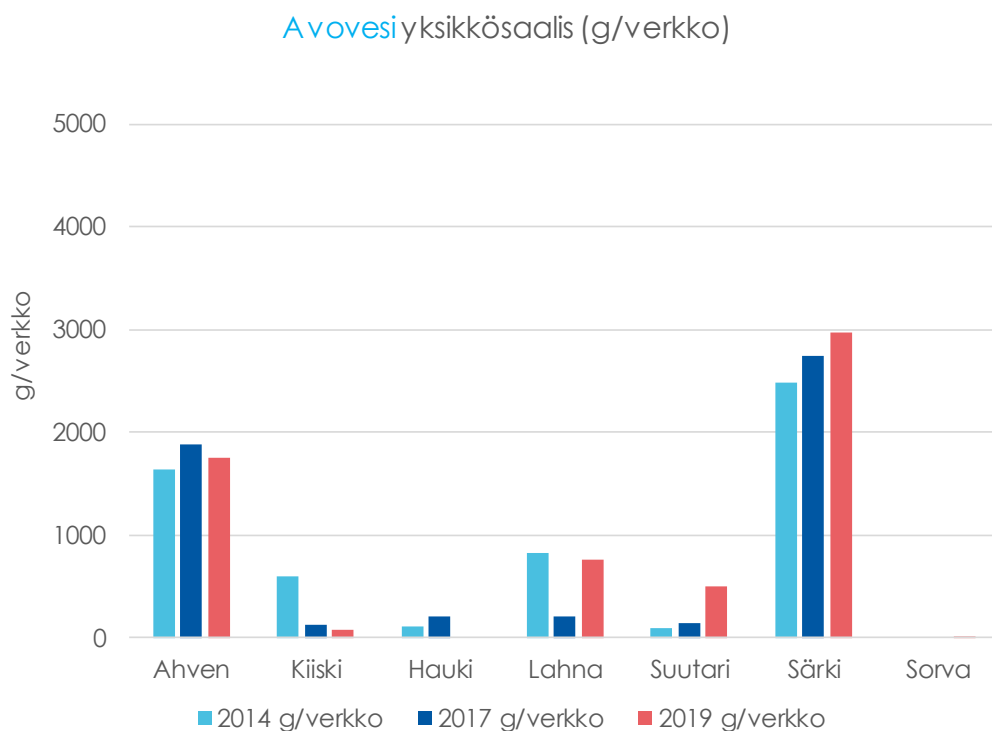
Ahvenen osalta lukumääräinen saalis oli vuonna 2017 selvästi suurimmillaan sekä avovedessä (kuva 7.15) että kasvillisuuden joukossa (kuva 7.16). Jos vuosi 2017 jätetään näiltä osin huomioimatta, lukumääräinen ahvensaalis kasvoi avovedessä ja väheni kasvillisuuden tuntumassa. Ahvensaaliin biomassan osalta trendi oli samansuuntainen, mutta vuosi 2017 ei erotu läheskään yhtä selvästi (kuva 7.17 ja kuva 7.18). Ero selittyy runsaalla vuosiluokalla 2017. Ahvenvuosiluokkien vaihtelut heijastuvat herkästi lukumääräiseen saaliiseen, minkä vuoksi saaliin biomassa kuvaa jossain määrin luotettavammin ahvenkannassa tapahtuvia muutoksia.



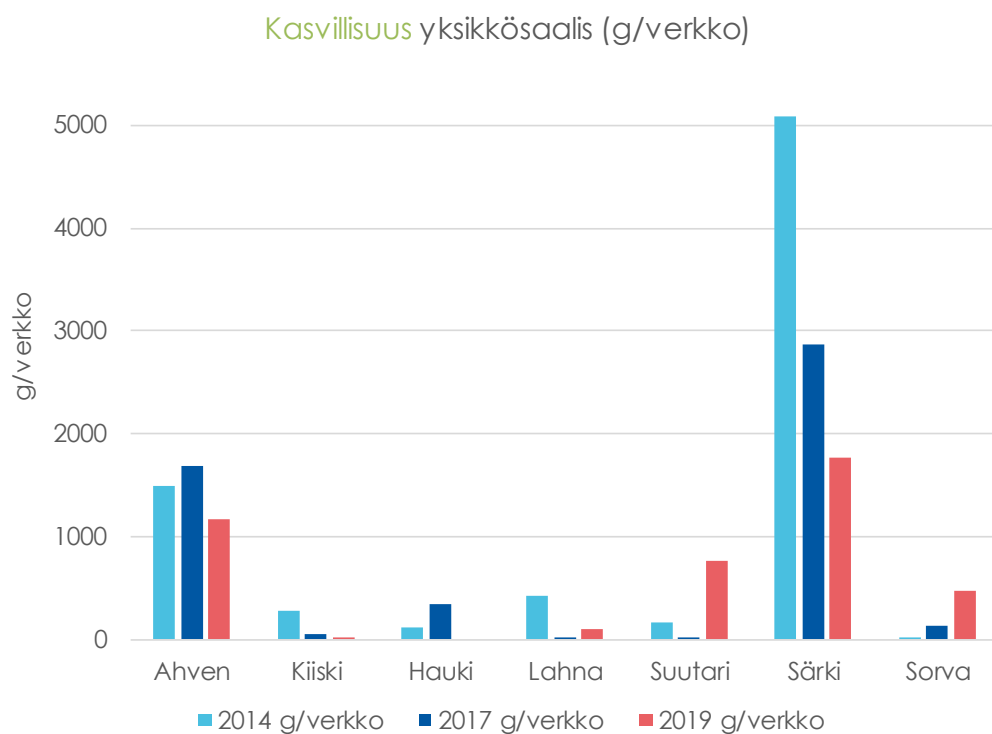
Kuva 7.15. Avovesialueen lajikohtaiset yksikkösaaliit (kpl/verkko) 2014, 2017 ja 2019.



Kuva 7.16. Kasvillisuusalueen lajikohtaiset yksikkösaaliit (kpl/verkko) 2014, 2017 ja 2019.



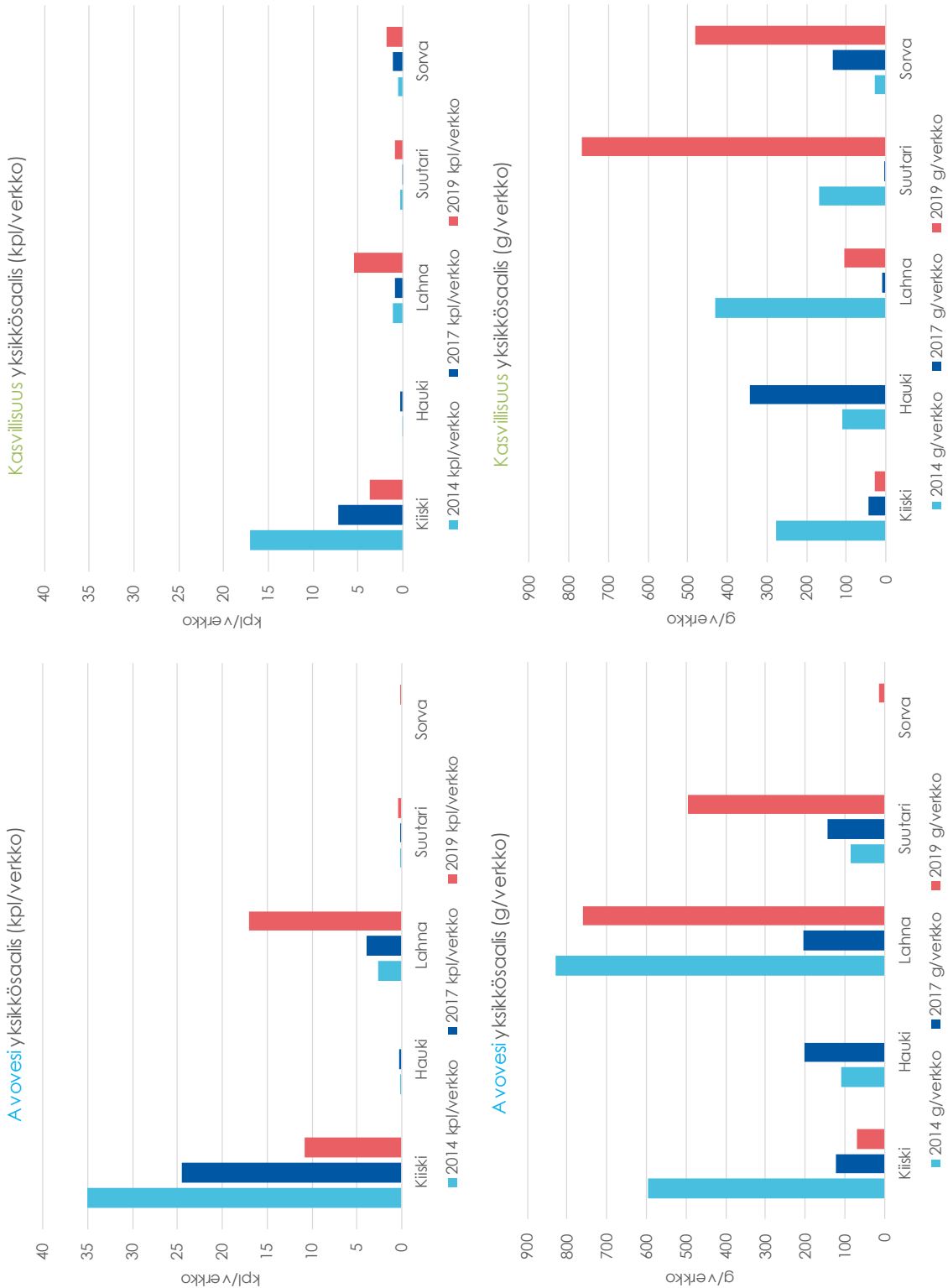
Kuva 7.17. Avovesialueen lajikohtaiset yksikkösaaliit (g/verkko) 2014, 2017 ja 2019.



Kuva 7.18. Kasvillisuusalueen lajikohtaiset yksikkösaaliit (g/verkko) 2014, 2017 ja 2019.

Särkeen ja ahveneen verrattuna kaikkien muiden lajien saaliit olivat vähäisiä. Tämän vuoksi seuraavalla sivulla esitetään erikseen kiiskin, hauen, lahnan, suutarin ja sorvan yksikkösaaliit eri akseleilla. Avovesialueella kiiski oli vuoteen 2017 saakka särjen ja ahvenen jälkeen runsain laji. Nyt kiiskien määrä on kuitenkin vähentynyt, ja lahnan runsastumisen myötä se nousi vuonna 2019 lukumäärän osalta

kolmanneksi yleisemmäksi lajiksi (kuva 7.19). Kasvillisuusvyöhykkeessä niin lahnan, sorvan kuin suutarin yksilömäärä oli aiempia koekalastuksia suurempi. Saaliin biomassan osalta erottuu vieläkin selvemmin suutarin ja sorvan runsastuminen, etenkin näille lajeille tyypillisesti kasvillisuuden tuntumaan lasketuissa verkoissa. Lahnasaaliin biomassassa runsastui vuoden 2017 notkahduksen jälkeen etenkin avovesialueella (kuva 7.19).



Kuva 7.19. Harvalukuisempien saalislajien yksikkösaaliit avovesi- ja kasvillisuusalueilla.

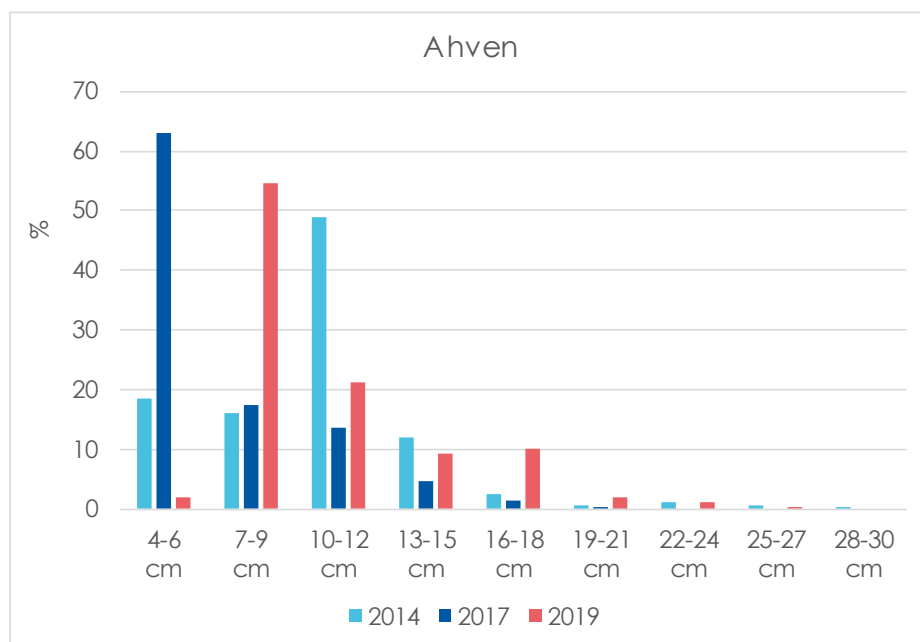
7.4 Pituusjakaumat

Hauki

Vuosien 2014 ja 2017 verkkokoekalastuksissa haukia on saatu yhteensä vain 7 kpl. Vuonna 2014 moilemmat saalishauet olivat aikuisia (keskipaino 1,1 kg). Vuoden 2017 viidestä saalishauesta kaksi oli ikäryhmää 0+ (pituudet 12-13 cm). Kolme muuta olivat vähintään kilon painoisia. Vuonna 2019 haukia ei saatu yhtään, eikä verkkokoekalastus oletetusti kuvaa haukikannan runsaudessa tapahtuneita muutoksia.

Ahven

Haukihankkeen ja myös hoitokalastuksen keskeisiä tavoitteita oli ahvenkannan kokorakenteen parantaminen. Tämä olisi seurausta haukien ravinnonkäytön sekä hoitokalastuksen myötä vähentyneestä ravintokilpailusta. Ahvenen kokorakenne painottui vuonna 2019 hieman suurempiin yksilöihin kuin vuosina 2014 ja 2017. Etenkin kokoluokissa 16-21 cm ahvenia oli edeltäneitä vuosia enemmän (kuva 7.20). Yli 20 cm yksilöiden määrä oli kuitenkin niin vähäinen, ettei tällaisten petomaisten yksilöiden määrässä tapahtunut vaste ole missään määrin toivottua tasoa. Yli 200 gramman painoisia ahvenia on saatu viimeaikaisissa verkkokalastuksissa yhteensä vain muutamia. Talven 2002-2003 kalakuoleman jälkeen Kirkkojärvi tunnettiin sioista nopeakasvuista ahvenista. Nykyisellään ahvenkantaa voi edelleen luonnehtia kitukasvuiseksi. Hidaskasvuisuus johtuu särkikalajien runsaudesta eikä siihen ole toistaiseksi pystytty kunnostustoimilla vaikuttamaan.

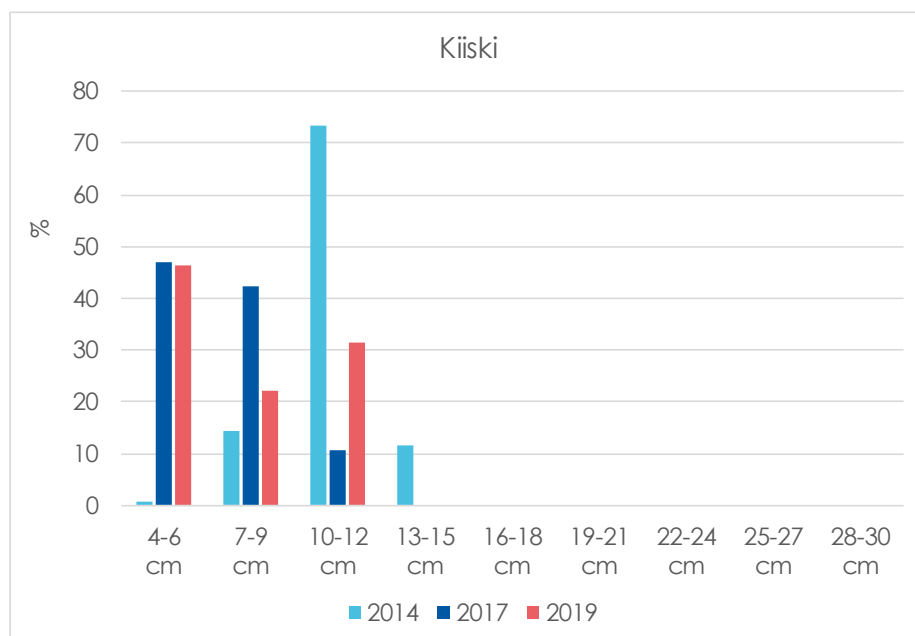


Kuva 7.20. Ahvenen kokojakaumat vuosina 2014, 2017 ja 2019.

Kiiski

Vuoden 2014 koekalastuksissa Kirkkojärvestä saatiin keskikooltaan poikkeuksellisen isokokoisia kiiskiä. Tuolloin vallitseva kokoluokka oli 10-12 cm lähes 75 %:n osuudella (kuva 7.21). Kiiskien suurikokoisuus oli merkki lajille kasvulle poikkeuksellisen suotuisista olosuhteista. Seuraava koekalastuskerta oli ennen

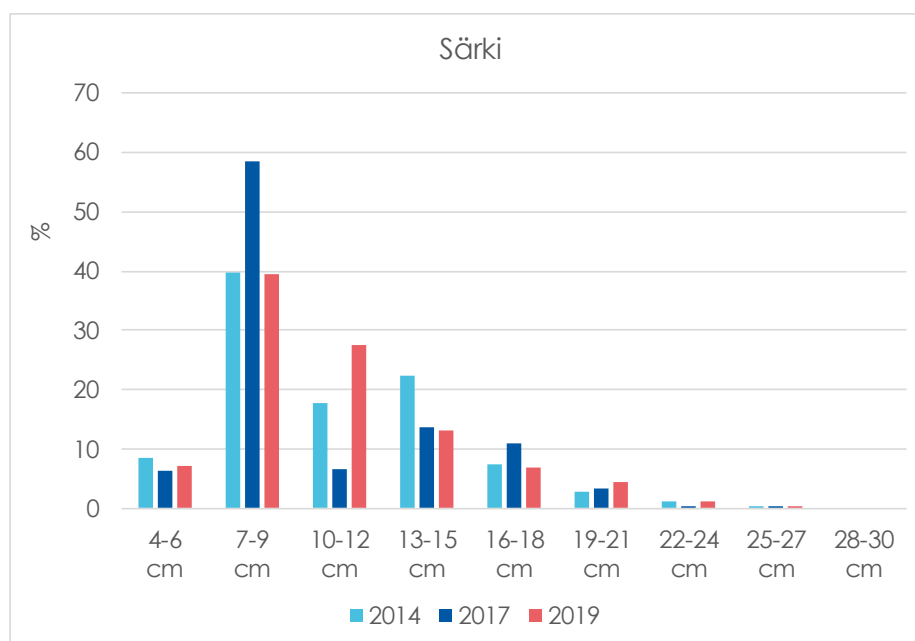
ensimmäistä hoitokalastusta vuonna 2017. Jo siihen mennessä kiiskikannan kokorakenne oli muuttunut merkittävästi, kun vallitsevat kokoluokat olivat 4-9 cm, ja yli 10 cm yksilöiden osuus enää 10 %. Vuonna 2019 kiiskin vallitseva kokoluokka 4-6 cm, mutta myös yli 10 cm yksilöiden osuus kasvoi jälleen.



Kuva 7.21. Kiiskin kokojakaumat vuosina 2014, 2017 ja 2019.

Särki

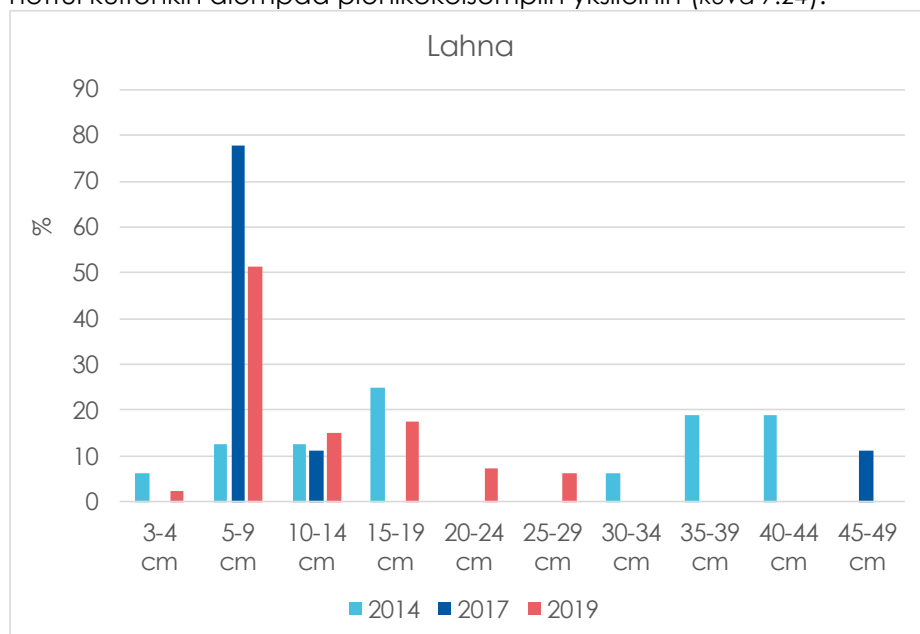
Kirkkojärven hoitokalastuksissa on poistettu eniten lahnoja ja särkiä. Näistä runsastuneen haukikannan toivottiin vaikuttavan ensisijaisesti särkien määrään. Verkkokalastusten särkisaaliin kokorakenteessa ei kuitenkaan ole havaittavissa muutoksia koekalastusvuosien 2014, 2017 ja 2019 välillä (kuva 7.22).



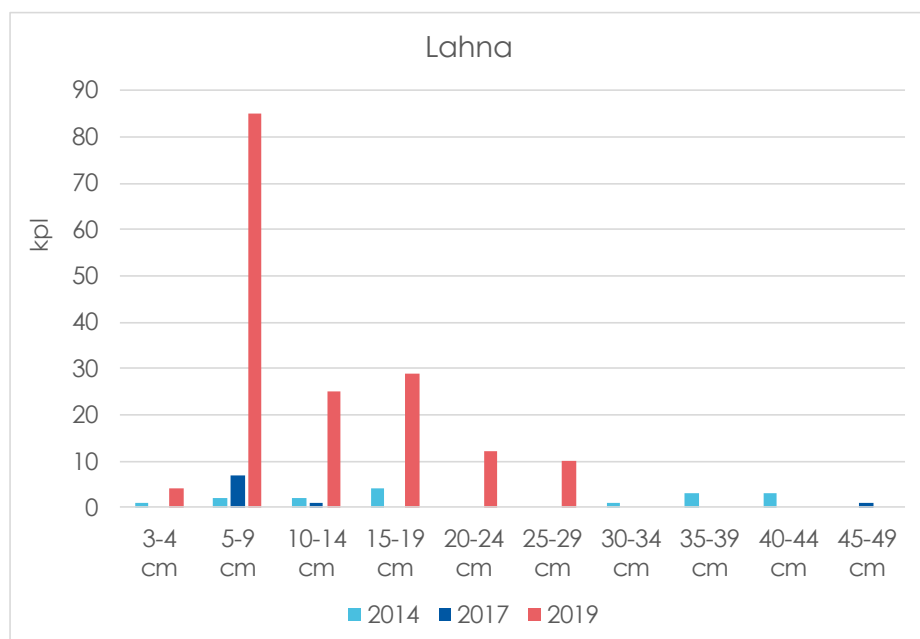
Kuva 7.22. Ahvenen kokojakaumat vuosina 2014, 2017 ja 2019.

Lahna

Verkkokoekalastusten lahnaaaliin kokorakenteessa on tapahtunut suuria muutoksia vuoteen 2014 verrattuna. Tuolloisesta lahnaaaliista lähes puolet oli 30-35 cm pituisia yksilöitä (kuva 7.23). Haukihankkeen ensimmäisen vuoden verkkokoekalastuksissa (2017) ei saatu enää kuin yksi isokokoinen (yli 45 cm) lahna. Jo koekalastusten yhteydessä arvioitiin, että ne lahnat, jotka vuonna 2014 olivat noin 40 cm pituisia, olivat kasvaneet ohi Nordic-verkkojen tehokkaasta pyyntikoosta. Tämä asia vahvistui hoitokalastuksissa, kun ensimmäisen vuoden saaliissa oli runsaasti isoja nopeakasvuisia lahnoja. Haukihankkeen tulos huomioiden sillä ei ole vaikutusta lahnaakaan. Kolmen hoitokalastusvuoden jälkeen verkkokoekalastusten lahnaaali oli lukumääräisesti runsaampi kuin aiemmin. Lahnaaaliis painottui kuitenkin aiempaa pienikokoisempiin yksilöihin (kuva 7.24).



Kuva 7.23. Lahnan kokojakaumat vuosina 2014, 2017 ja 2019.



Kuva 7.24. Lahnan kokojakaumat (kpl) vuosina 2014, 2017 ja 2019.

7.5 Vaikutukset muihin luontoarvoihin: vesilinnut

Hauki-hankkeen vaikutusten seurantaan liittyvät vesilintulaskennat tilattiin kilpailutusten jälkeen Pirkanmaan Lintutieteelliseltä yhdistykseltä (PILY). Kilpailutus tehtiin ensin vuoden 2017 osalta, ja se käsitti poikuelaskennan 2017 (Rintamäki 2017). Seuraava kilpailutus järjestettiin koskien sekä vuoden 2018 että 2019 laskentoja. Näissä raporteissa huomioitiin sekä Kirkkojärven että Kuohunlahden pesivän linnuston parimäärä- ja poikuelaskennat (Rintamäki 2018 ja Rintamäki 2019).

Etenkin vuosi 2019 havaittiin pesivien lintujen kannalta huonoksi. Viimeisimmässä raportissa todetaan, että istutetuilla hauilla ei ilmeisesti vielä ollut edes mahdollista vaikutusta poikueiden kokoihin. Koko aineisto ja kaikki lajit huomioituna karkea estimaatti on, että ilman hauenkin vaikutusta Kirkkojärven poikueiden keskimääräisessä koossa on huomattavaa vuosittaista vaihtelua. Jos poikueita seurataan jatkossa, niin kolmen vuoden aineisto antaa käsityksen siitä, mitä poikuekoot ovat keskimäärin olleet ennen hauen istutusta (Rintamäki 2019).

Ensimmäinen istutusvuosi oli 2017. Kyseisenä vuonna syntyneet hauet olivat syksyn 2019 hoitokalastukseen mennessä kasvaneet keskimäärin noin 35 cm pituisiksi. Siten ne eivät ole vielä hankkeen jälkeisenä keväänä 2020 riittävän isoja muodostaakseen uhkaa vesilintujen poikasille. DNA-analyyseillä perusteella luontaisesta lisääntymisestä peräisin olevien haukien määrä oli monikymmenkertainen istutusalkuperä olevien haukien määrään verrattuna. Koska haukihankkeen istutustulos havaittiin erittäin huonoksi, mahdolliset tulevat linnustovaikutukset ovat järvestä luontaisesti esiintyvän kalakannan seurauksia.

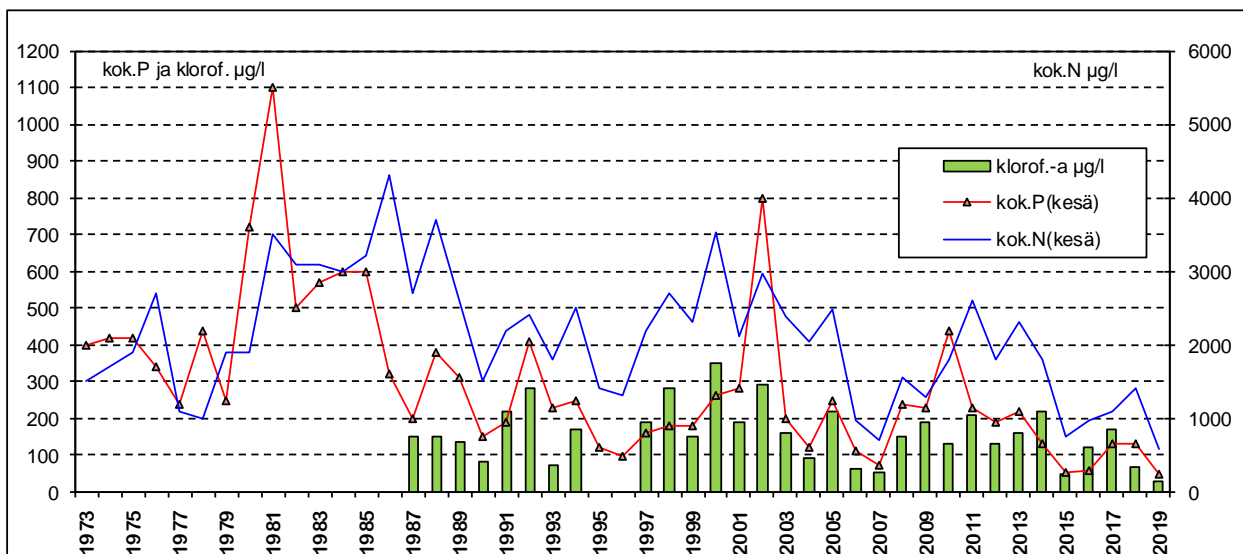
7.6 Vaikutukset muihin luontoarvoihin: viitasammakot

ELY-keskuksen edellyttämän viitasammakkokartoituksen teki keväällä 2019 KVVY:n Marko Nieminen. Selvitys tehtiin vastaavalla tavalla kuin vuonna 2017 (Iso-Tuisku 2017). Vuoden 2017 kartoituksen perusteella Kirkkojärvestä esiintyy elinvoimainen viitasammakkopopulaatio. Vuosi 2018 oli viitasammakkokartoituksen suhteen välivuosi. Vuonna

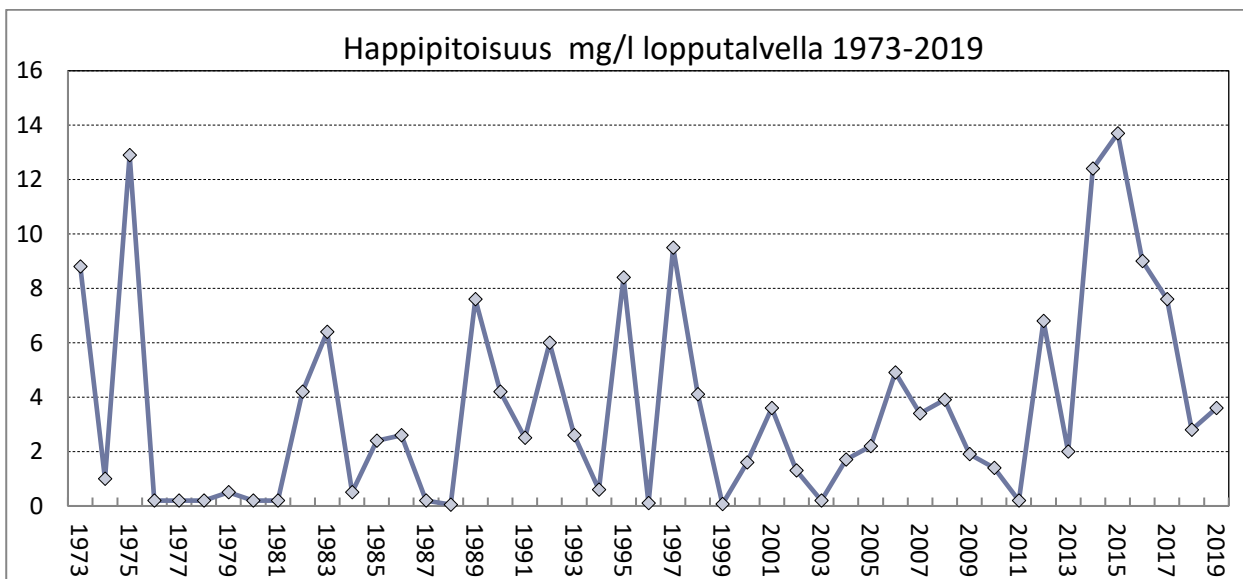
Vuonna 2019 kevään eteneminen oli aaltomaista. Huhtikuun alkupuolen normaalin kevään etenemisen jälkeen seurasi kuun vaihteen molemmin puolin selvästi normaalia viileämpi jakso. Kahden käyntikerran havaintojen perusteella viitasammakkoa esiintyy edelleen laajasti Kirkkojärvellä (Nieminen 2019). Vähäisempi havaittu yksilömäärä selittyy pitkälti käyntikertojen sääoloilla. Haukihankkeen aikaisilla hauki-istutuksilla ei saatu Kirkkojärven haukikantaa runsastumaan (Westermarck 2019). Mikäli hauen osalta mahdollisia vaikutuksia viitasammakoihin esiintyy, ovat ne järven luontaisen haukikannan osalta monikymmenkertaisia istutettuihin haukiin verrattuna.

7.7 Kirkkojärven vedenlaadun kehitys

Kirkkojärven vedenlaatu oli vuonna 2019 hyvä verrattuna edeltäneisiin vuosiin (kuva 7.25). Etenkin pitkän aikavälin tarkastelussa Kirkkojärven tila näyttää parantuvan hitaasti. Vaikka veden fosfori- ja typpipitoisuudet eivät nykyisin yllä lähellekään tarkkailuhistorian suurimpia lukemia, on Kirkkojärvi edelleen erittäin rehevä järvi. Vanhat jätevesipäästöt näkyvät edelleen pohjasedimentissä, vaikuttaen järven sisäiseen kuormitukseen. Vuonna 2019 fosfori- ja klorofyllipitoisuudet olivat pienempiä koko tarkkailuhistorian aikana. Tämä näkyi suhteellisen vähäisinä, aivan loppukesään ja alkusyksyyn ajoittuneina sinileväkukintoina. Vedenlaadun positiivinen kehitys ei ole haukihankkeen ansiota, koska istutuksilla ei saatu vahvistettua haukikantaa. Tulos selittyy osin vuosien välisellä vaihtelulla, pitkäaikaiskehityksellä sekä hoitokalastuksen vaikutuksella. Myös runsastuneella vesikasvillisuudella lienee vaikutusta ravinteiden sitoutumiseen. Talvisaikainen happitilanne on ollut viime vuosina jälleen suhteellisen heikko, vaikka akuuttia kalakuolemariskiä ei viimeisimmissä mittauksissa ole ollut (kuva 7.26).



Kuva 7.25. Kirkkojärven ravinnepitoisuudet vuosina 1973-2019 sekä klorofyllipitoisuus vuosina 1987-2019.



Kuva 7.26. Kirkkojärven veden happipitoisuus loppupalvella vuosina 1973-2019.

8. Haukihankkeen yhteenveto

8.1 Hauki-istutus ei sovi rehevien järvien kunnostusmenetelmäksi

- Kirkkojärven haukikanta ei runsastunut poikasistutusten avulla.
- Hauki-istutuksilla ei siten ollut, eikä tule olemaan merkittävää vaikutusta Kirkkojärven ravintoketjuun tai muihin luontoarvoihin, vedenlaatuun eikä virkistyskäyttöarvon parantumiseen.
- Hauki-istutus vastakuoriutuneilla poikasilla ei sovellu järvikunnostusmenetelmäksi.
- Istutettujen haukien selviytyminen oli heikkoa verrattuna luontaisesti lisääntymisestä syntyneisiin poikasiin (istutettuja ja luontaisia poikasia esiintyi karkeasti suhteessa 1:60).
- Ensisijainen syy istukkaiden huonoon selviytymiseen oli, että poikaset saatiin istutettua vasta kesäkuussa. Siten istukkaat olivat liian pieniä suhteessa järven omaan poikastuotantoon, ja tulivat joko syödyiksi tai hävisivät ravintokilpailun.
- Myös poikkeuksellisesti runsastunut vesikasvillisuus vaikutti haukien selviytymiseen. Mm. vesirutto muodosti kaloille elinkelvottomia alueita, pilaten hauen poikasten luontaisen habitaatin. Istukaspoikasia saatiin tavoitetta vähemmän, mutta tätä tärkeämpi merkitys lienee istutuskantojen geneettisillä sopeumilla.
- Vaikka tulos oli pettymys Kirkkojärven kannalta, se oli tärkeä tulos ja opetus muita kunnostushankkeita varten.

8.2 Hauki-hankkeen muut tulokset ja jatkosuositukset

- Hankkeen kattava kalastoseuranta tuotti tärkeää ja konkreettista tietoa Kirkkojärvestä. Tuloksia hyödynnettiin jo Kangasalan kaupungin hoitokalastukseen liittyen.
- Huono istutustulos kertoo, että haukikantoja tulee vahvistaa istutusten sijaan luontaisen lisääntymisen tukitoimilla. Ainakin vuonna 2018 Kirkkojärveen näyttää syntyneen vahva vuosiluokka.
- Hauki-hankkeen tulosten myötä jo yksi maanomistaja on esittänyt kiinnostuksensa haukitehtaan, eli hauen kutupaikaksi sopivan kosteikon perustamiseen. Haukihankkeen maastokäynnillä kohde vaikutti pääpiirteissään tarkoitukseen sopivalta, ja asia vaatii jatkoselvityksiä.
- Haukihankkeen kalastoseuranta osoitti vesikasvimuutosten suuren vaikutuksen Kirkkojärven kalojen käyttäytymiseen. Kasvillisuus vaikutti negatiivisesti hoitokalastuksen saalismääriin.
- Vesikasvimassojen vaikutuksia vedenlaatuun ja eri eliöryhmiin on syytä selvittää. Samoin vesikasvimassojen ja niihin sitoutuneiden ravinteiden poistomahdollisuudet kannattaa kartoittaa.

- Hauki-hanke mahdollisti geneettisen tutkimuksen, joka oli hauen osalta uraauurtava pilottitutkimus. Luonnonvarakeskuksen toteuttama DNA-mikrosatelliittianalyysi kykeni erottamaan istuskannat Kirkkojärven omasta haukikannasta. Menetelmää voidaan jatkossa hyödyntää muidenkin hauki-istutusten tuloksellisuuden arvioinnissa.
- Kirkkojärven viisi osakaskuntaa yhdistyivät haukihankkeen aikana. Osakaskuntien yhdistymisprosessi sai alkunsa liittyen kalastusrajoituksiin, mikä liittyy haukihankkeen tavoitteisiin petokalakan turvaamisesta. Osakaskuntien yhdistyminen palvelee myös kaikkia muita järveen liittyviä kunnostustoimia.
- Nykyisellään Kirkkojärvellä tapahtuva kalastus on erittäin vähäistä, eikä kalastuksen rajoitustoimiin ole tällä erää tarvetta. Mikäli Kirkkojärveen kalakuoleman seurauksena muodostuisi uusi petokalojen valtakausi, vaatii petokalakan suojaaminen siinä tapauksessa rajoitustoimia. Haukia ja isoja ahvenia suojaavat rajoitukset tulisi saattaa voimaan viimeistään kaksi vuotta happikadon jälkeen.
- Vesistön lintuarvojen takia kalastuksen on oltava ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä. Vuonna 2019 verkkokoekalastukset ajateltiin tehtävän elokuussa vesilinnustuksen aloitusviikolla. Lintutarkkailijoiden vaatimuksesta koekalastukset siirrettiin tehtäväksi syyskuussa, koska sorsastuksen aloitusviikolla jo yhden soutuveneeseen arvioitiin häiritsevän ja karkottavan lintuja Kirkkojärven lepäilyalueelta.
- Hauki-hankkeen järjestämät yleisötilaisuudet, lehtiartikkelit ja esimerkiksi sosiaalisen median julkaisut lisäsivät yleistä Kirkkojärvi-tietoisuutta.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry

Tekijä:



Kalabiologi, FM

Ari Westermark

Viitteet

Iso-Tuisku, J. 2017. Kangasalan Kirkkojärven viitasammakkoselvitys vuonna 2017. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Tampere. Kirje nro 846/17.

Hautala, A. 2019. Kirkkojärven hoitokalastusnuottaukset syksyllä 2019. Tmi Arto Hautala, Ympäristö- ja kalastuspalvelut. Lestijärvi. 2019.

Hautala, A. 2018. Kirkkojärven hoitokalastusnuottaukset syksyllä 2018. Tmi Arto Hautala, Ympäristö- ja kalastuspalvelut. Lestijärvi. 2018.

Hautala, A. 2017. Kirkkojärven hoitokalastusnuottaukset syksyllä 2017. Tmi Arto Hautala, Ympäristö- ja kalastuspalvelut. Lestijärvi. 2017.

Nieminen, M. 2019. Kangasalan Kirkkojärven viitasammakkoselvitys vuonna 2019. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Tampere.

Rintamäki, P. 2019. Kangasalan Kirkkojärven ja Kuohunlahden pesivän vesilinnuston parimäärä- ja poikuelaskennat 2019.

Rintamäki, P. 2018. Kangasalan Kirkkojärven ja Kuohunlahden pesivän vesilinnuston parimäärä- ja poikuelaskennat 2018.

Rintamäki, P. 2017. Kangasalan Kirkkojärven ja Kuohunlahden poikuelaskennat 2017.

Sammalkorpi, I. 2019. Kirkkojärven ravintoketjukurinostushanke: Hoitokalastuksen 2017-2019 tuloksia, johtopäätöksiä, jatkosuosituksia.

Sammalkorpi, I. 2017. Kirkkojärven ravintoketjukurinostus 2017. Suomen ympäristökeskus, Vesikeskus. 2017.

Suhonen, P. 2019. Kangasalan Kirkkojärvi – Nuottauksen vaikutus vesilintujen lepäilijämääriin elokuussa 2019. Pirkanmaan Lintutieteellinen Yhdistys ry. 15.11.2019. Kangasala. 11 s.

Toivonen, H. 2019. Esitys Kirkkojärven vesikasvillisuudesta Kirkkojärvi-illassa Kangasalla 3.12.2019.

Väisänen, A. & Westermarck, A. 2017. Natura-arvion tarvehankinta: Kangasalan Kirkkojärven hauki-istutukset. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Tampere. Kirje nro 431/17.

Westermarck, A., Heino, S. & Mattila, J. 2017. Hankesuunnitelma 2017-2019. Kirkkojärven ravintoketjukurinostus hauki-istutusten avulla. 2017.

Westermarck, A. 2015. Hauen poikasselvitys Kangasalan Kirkkojärvellä vuonna 2015. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Tampere. Kirje nro 1002/15.

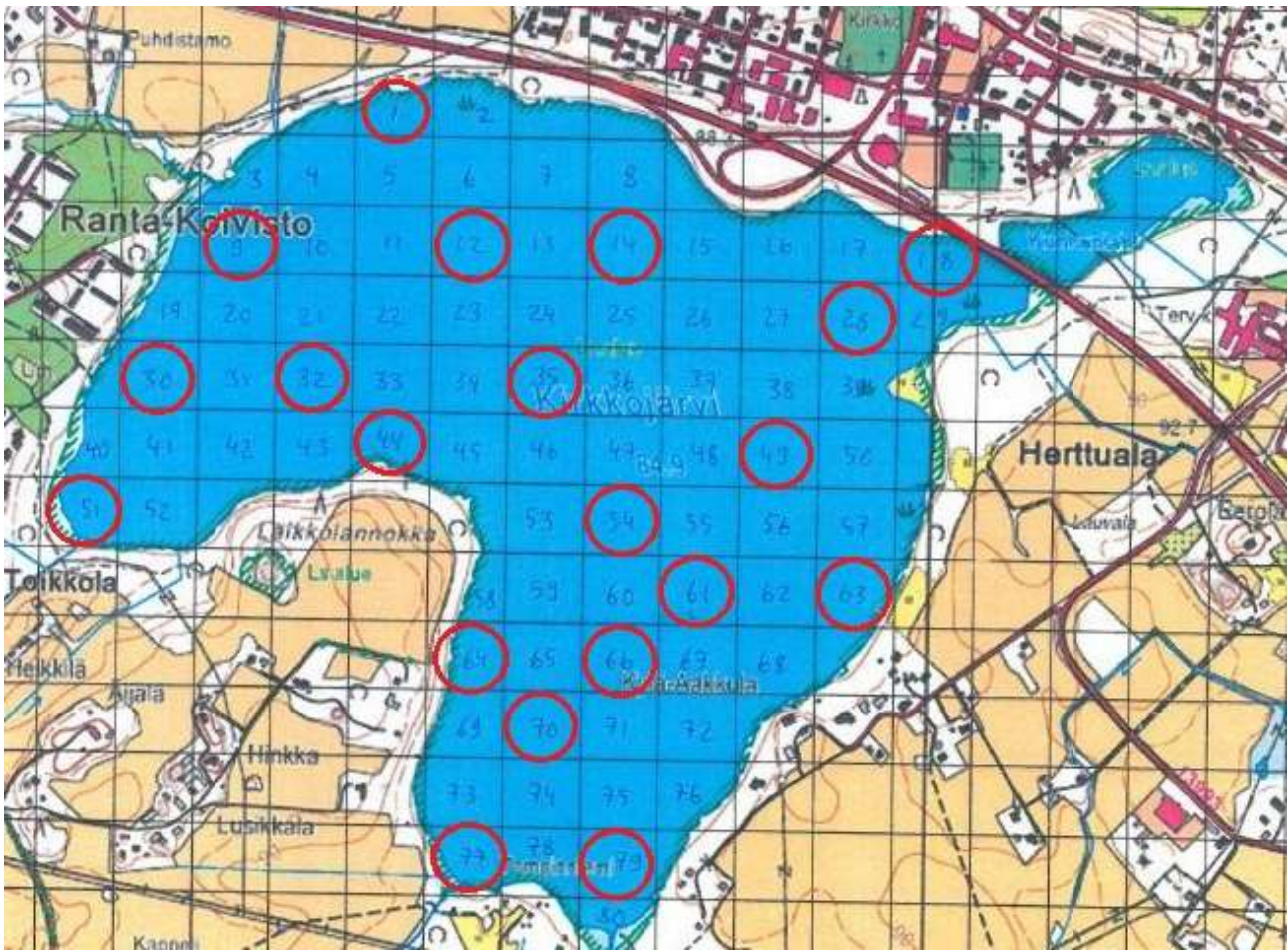
Westermarck, A. 2014. Kangasalan Kirkkojärven kalastus selvitys vuonna 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Tampere. Kirje nro 868/14.

Liitteet

Liite 1. Alkuperäinen pyyntikartta vuodelta 2014.

Liite 2. Hauki-istutusten vaikutus Kirkkojärven haukikantaan DNA-mikrosatelliittianalyysin perusteella. (Luken raportti haukihankkeen aineistosta kokonaisuudessaan).

Liite 1. Alkuperäinen pyyntikartta vuodelta 2014. Vuosien 2017 ja 2019 pyynneissä osa verkoista jouduttiin kasvillisuuden takia siirtämään pois näiltä paikoilta.



Hauki-istutusten vaikutus Kirkkojärven haukikantaan DNA-mikrosatelliittianalyysin perusteella

26.11.2019. Marja-Liisa Koljonen ja Pirjo Tanhuanpää, Luke

Tarkoituksena oli selvittää vuoden 2017 Alasjärven ja Päivänteen haukikantojen hauki-istutusten geneettisiä vaikutuksia Kirkkojärven haukikantaan. Näytteitä oli sekä Alasjärven että Päivänteen istutuskannoista, samoin kuin Kirkkojärven hauista ennen ja jälkeen istutuksia. Tämä työ on ensimmäinen haukien DNA-mikrosatelliittitutkimus ja tässä siten selvitettiin myös mikrosatelliittien yleistä soveltuvuutta haukien geneettiseen tutkimukseen.

Näytteet

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry (Ari Westermark) toimitti kolmen vuoden aikana (2017, 2018 ja 2019) 96 haukinäytettä Luken genotyyppityslaboratorioon Jokioisiin (Taulukko 1). Näytteet olivat alkoholiin säilöttyjä kudosnäytteitä. Näytteitä oli kolmesta kannasta.

- Kirkkojärven haukikanta (isokokoisia kaloja, järven oma kanta)
- Janakkalan Alasjärven haukikanta (istutuspoikaset)
- Päivänteen haukikanta (istutuspoikaset)

Menetelmät

DNA eristettiin Qiagenin DNeasy Blood & Tissue -kitillä. DNA:n eroja tutkittiin käyttäen mikrosatelliittimerkkejä, jotka monistettiin Qiagenin Type-it microsatellite PCR -kitillä. Yhteensä 17 mikrosatelliittia (Eluc001, Eluc002, Eluc004, Eluc014, Eluc018, Eluc019, Eluc021, Eluc025, Eluc027, Eluc030, Eluc033, Eluc037, Eluc40, Eluc041, Eluc042, Eluc045, Eluc046) ajettiin kapillaarielektroforeesilaitteella (ABI PRISM® 310 Genetic Analyzer) ja analysoitiin GeneMapper -ohjelmistolla. Mikrosatelliitit oli valittu julkaisusta Wang, J. et. al. 2011. Alustava haukilokusten testaus tehtiin hankkeen alussa (Koskiniemi ja Koljonen 2017).

Geneettisen muuntelun mitat ja Fis-arvot laskettiin FSTAT-ohjelmalla (versio 2.9.3.2) (Goudet 1995, Goudet 2001) (<http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm>). Samoin populaatioiden välisiä eroja mittaavat Fst-arvot ja populaatioiden välisten erojen merkitsevyys alleelifrekvensseissä testattiin FSTAT-ohjelmalla, sillä se sisältää Bonferroni-korjauksen useille testeille. Populaatioiden väliset perinnölliset etäisyydet (Nei DA-etäisyys, Nei ym. 1983, Takezaki 1998) laskettiin Populations 1.2.32 -ohjelmalla (<http://www.bioinformatics.org/~tryphon/populations/>). Sukupuurakenne (NJ-tree, Saitou & Nei 1987) piirrettiin Treeview-ohjelmalla (<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html>) (Page 2000). Sukupuiden haarojen vakauden mittaamiseksi tehtiin puurakenteen analyysi 1000 bootstratp-toistolla. Yksilöalkuperäanalyysi tehtiin GeneClass2-ohjelmalla (Piry ym. 2004) (<http://www1.montpellier.inra.fr/URLB/GeneClass2>).

Tulokset

Yhteensä 96 haukinäytettä analysoitiin kolmen vuoden aikana (Taulukko 1.) Haukikantojen geneettisen muuntelun määrä oli keskimäärin varsin suuri. Kaikkiaan koko aineistossa havaittiin 137 erilaista geenimuotoa, eli alleelia. Eniten geenimuotoja oli Kirkkojärven haukinäytteessä, mutta se oli myös otoskooltaan selvästi suurin. Myös keskimääräinen diversiteetti oli varsin korkea 64,8 % (Taulukko 1.). Kirkkojärven haukikannan geneettinen diversiteetti oli jonkin verran alhaisempi (55-56 %) kuin kummankaan istutuskannan diversiteetti (61-63 %). Myös sen alleelirikkaus oli alhaisempi.

Taulukko 1. Haukinäytteiden otoskoot, alleelimäärät, keskimääräiset geneettiset diversiteetit, alleelirikkaudet ja Fis-ideksi. Keskimääräinen alleelirikkaus on laskettu sekä viidelle että 10 yksilölle.

Näyte	N	N alleles	Div %	Tot All.Rikk.	All.Rikk. /5	All.Rikk. /10	Fis
Alasjärvi	10	75	62,7	61,7	3,6	4,4	-0,032
Päijänne	15	92	62,3	63,1	3,7	4,8	-0,025
Kirkkojärvi_ALK.	5	55	57,2	55,0	3,2	-	0,075
Kirkkojärvi_IST.	66	102	58,1	56,0	3,3	4,0	0,015
Yht.	96	137	64,8	63,1	3,7	4,7	

Haukinäytteiden väliset perinnölliset etäisyydet olivat tilastollisesti merkitseviä kaikkien muiden populaatioparien välillä paitsi Kirkkojärven näytteiden välillä (Taulukko 2).

Taulukko 2. Haukipopulaatioiden väliset perinnölliset etäisyydet (yläkolmio) ja niiden merkitsevyydet (alacolmio).

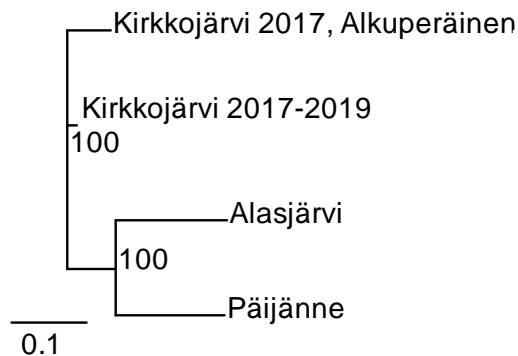
Pop	Alasjärvi	Päijänne	Kirkkoj_17_ALK	Kirkkoj_17-19
Alasjärvi	-	0,29	0,26	0,23
Päijänne	**	-	0,27	0,21
Kirkkoj_17_ALK	**	**	-	0,07
Kirkkoj_17-19	**	**	NS	-

Populaatioiden väliset geneettiset etäisyydet samoin kuin populaatioiden väliset varsin suuret Fst-estimaatit viittaavat selvään populaatioiden väliseen erilaistumiseen (Taulukko 3).

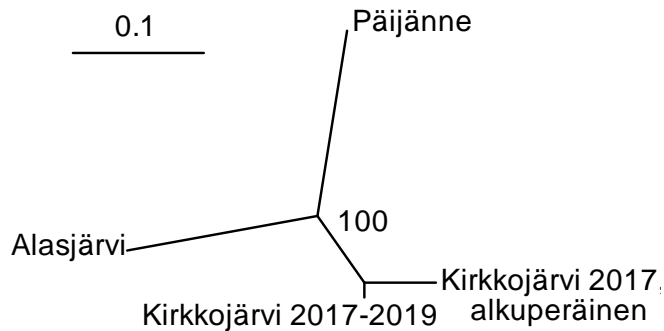
Taulukko 3. Haukipopulaatioiden väliset Fst-estimaatit.

	Alasjärvi	Päijänne	Kirkkojärvi_ALK.	Kirkkojärvi_IST.
Alasjärvi	0	0,12	0,12	0,14
Päijänne	0,12	0	0,09	0,11
Kirkkojärvi_ALK.	0,12	0,09	0	-0,02
Kirkkojärvi_IST.	0,14	0,11	-0,02	0

Kaikki kolme haukipopulaatiota erosivat sukupuussa selvästi toisistaan. Kirkkojärven näytteet ryhmittivät samaan haaraan ja samoin Alasjärven ja Päijänteen näytteet samaan haaraan vaikka myös ne erosivat toisistaan. Sukupuun haarojen järjestys oli hyvin varma, sillä kummankin haaran tuhannesta bootsrap – toistosta 100% antoi saman tuloksen.



Kuva 1. Haukipopulaatioiden välisten perinnöllisten erojen perusteella piirretty juurellinen sukupuusi.



Kuva 2. Kuva 1. Haukipopulaatioiden välisten perinnöllisten erojen perusteella piirretty juureton sukupuu.

Saalishaukien alkuperäanalyysin perusteella lähes kaikki saalishauet olivat hyvin suurella todennäköisyydellä yhtä lukuun ottamatta alkuperäisen Kirkkojärven haukikantaa. Näiden näytteiden perusteella istutuksilla ei ole ollut suurta vaikutusta Kirkkojärven haukikantaan.

Istutus tulos on aina tapauskohtainen ja se riippuu monista seikoista ja mm. oman järven haukikannan tilasta.

Lähtökohtaisesti DNA-mikrosatelliitti analyysi näyttää soveltuvan hyvin haukipopulaatioiden tutkimukseen. Menetelmä näyttää antavan hyvin selvän tuloksen ja haukikantojen välillä oli selvät perinnölliset erot havittavissa, vaikka näytemäärät olivat varsin pienet.

Taulukko 4. Haukisaalisnäytteiden yksilöalkuperäanalyysin tulos. Kaksi todennäköisintä alkuperäkantaa on listattu sekä todennäköisyysprosentti tälle alkuperäkannalle.

Kala No	Saalishaukinäyte	Alkup.1	%	Alkup. 2	%
1	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_1	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
2	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_2	Kirkkoj_17	99,999	Alasjärvi	0,001
3	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_3	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
4	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_4	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
5	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_5	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
6	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_6	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
7	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_7	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
8	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_8	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
9	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_9	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
10	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_10	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
11	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_11	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
12	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_12	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
13	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_13	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
14	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_14	Alasjärvi	100	Kirkkoj_17	0
15	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_15	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
16	Kirkkoj_MIX/Kirkko_17b_16	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
17	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_1	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
18	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_2	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
19	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_3	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
20	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_4	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
21	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_5	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
22	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_6	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
23	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_7	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
24	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_8	Kirkkoj_17	99,996	Päijänne	0,004

25	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_9	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
26	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_10	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
27	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_11	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
28	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_12	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
29	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_13	Kirkkoj_17	99,806	Päijänne	0,194
30	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_14	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
31	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_15	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
32	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_16	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
33	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_17	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
34	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_18	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
35	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_19	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
36	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_20	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
37	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_21	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
38	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_22	Kirkkoj_17	99,999	Päijänne	0,001
39	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_23	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
40	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_24	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
41	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_25	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
42	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_26	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
43	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_27	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
44	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_28	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
45	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_29	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
46	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_30	Kirkkoj_17	99,999	Alasjärvi	0,001
47	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_31	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
48	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_32	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
49	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_33	Kirkkoj_17	99,55	Alasjärvi	0,45
50	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_34	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
51	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_35	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
52	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_36	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
53	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_37	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
54	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_38	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
55	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_39	Kirkkoj_17	99,999	Päijänne	0,001
56	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_40	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
57	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_41	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
58	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_42	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
59	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_43	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
60	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_44	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
61	Kirkkoj_MIX/Kirkko_18_45	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
62	Kirkkoj_MIX/Kirkko_19_46	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
63	Kirkkoj_MIX/Kirkko_19_47	Kirkkoj_17	99,976	Päijänne	0,024
64	Kirkkoj_MIX/Kirkko_19_48	Kirkkoj_17	74,658	Päijänne	24,453
65	Kirkkoj_MIX/Kirkko_19_49	Kirkkoj_17	100	Päijänne	0
66	Kirkkoj_MIX/Kirkko_19_50	Kirkkoj_17	100	Alasjärvi	0
			99,61		

Viitteet:

Goudet, J. 1995. FSTAT (Version 1.2): A computer program to calculate F-statistics. Journal of Heredity 86, 485-486.

Goudet, J. 2001. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3).

- Koskiniemi, J. ja Koljonen. M.- L. 2017. Haukinäytteiden DNA-mikrosatelliittianalyysi. Muistio 12.12.2017. 2s. Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden osasto.
- Nei, M., Tajima, F. & Tatenno, Y. 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. - Journal of Molecular Evolution 19: 153–170.
- Page, R.D.M. 2000. TreeView program. version 1.6.1. Available at <http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html>
- Piry S, Alapetite A, Cornuet, J.-M., Paetkau D, Baudouin, L., Estoup, A. (2004) GeneClass2: A Software for Genetic Assignment and First-Generation Migrant Detection. Journal of Heredity 95:536-539.
- Saitou, N. and Nei, M. 1987. The neighbour joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular and Biological Evolution 4: 406 - 425.
- Takezaki, N. 1998. NJBAFD: Neighbor-joining tree construction from allele frequency data. National Institute of Genetics, Misima, Sizuoka-ken, Japan. Available at <http://homes.bio.psu.edu/people/Faculty/Nei/Lab/software.htm>.
- Wang, J. et. al. 2011: Genetic characterization of 18 novel microsatellite loci in northern pike (*Esox lucius* L.). Genetics and Molecular Biology, 34, 1, 169-172.