

Kaukajärven kalasto- ja reliktiäyriäisselvitys vuonna 2022

KVvy Tutkimus Oy

Kaukajärven kalasto- ja reliktiäyriäisselvitys vuonna 2022

Tutkimusraportti nro 809/22, 31.12.2022

KVVY Tutkimus Oy 2022. Kaukajärven kalasto- ja reliktiäyriäisselvitys vuonna 2022. Tutkimusraportti nro 809/22.

Tekijä:

KVVY Tutkimus Oy / Tampere
Tommi Malinen, FT
Mika Vinni, mmvo

KVVY Tutkimus Oy / Jyväskylä
Antti Leppänen, FM
Jaana Lahdenniemi, FM

Tilaaja:

Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön palvelualue, ympäristönsuojeluyksikkö

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	AINEISTO JA MENETELMÄT	1
2.1	Ulapan kalaston runsaus ja lajikoostumus	2
2.1.1.	Kaikuluotaus	2
2.1.2.	Kalatiheyden arviointi	3
2.1.3.	Koeverkkopyynti	4
2.2	Kalojen ravinto	4
2.3	Kalojen kasvu	5
2.4	Reliktiäyriäisten runsaus ja laajempi pohjaeläintarkastelu	5
3.	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	6
3.1	Kaikuluotaus ja koeverkkopyynti	6
3.2	Kalojen ravinto	9
3.3	Kalojen kasvu	12
3.4	Reliktiäyriäisten runsaus	15
3.5	Pohjaeläinten kokonaistarkastelu	17
3.6	Kaukajärven ravintoverkko	19
3.6.1.	Kuore	19
3.6.2.	Ahven	20
3.6.3.	Särki	20
3.6.4.	Reliktiäyriäiset	21
3.7	Kaukajärven kalaston ja reliktiäyriäisten tulevaisuus	21

VIITTEET

Kaukajärven kalasto- ja reliktiäyriäisselvitys vuonna 2022

1. Johdanto

Tampereen Kaukajärvi on hyväkuntoinen, kirkasvetinen järvi, jolla on keskeisen sijaintinsa vuoksi erittäin suuri virkistyskäyttöarvo. Vaikka järven tila vaikuttaakin hyvältä, on sen kalaston kehitys viime vuosina herättänyt huolta. Järvellä kalastavien mukaan aikaisemmin hyvänä suurahvenjärvenä tunnetun Kaukajärven ahvenkanta vaikuttaa muuttuneen pienempikokoisista kaloista koostuvaksi. Samaan aikaan särkikanta vaikuttaa runsastuneen ja havainnot aikaisemmin hyvin runsaana esiintyneestä kuoreesta ovat käyneet harvinaisiksi. Kuore on petoahventen tärkeä ravintokala aina runsaana esiintyessään. Kuorekannat kuitenkin vaihtelevat Etelä-Suomen järvissä voimakkaasti, koska se on viileän veden kalana herkkä lämpimille kesille. Todennäköisesti Kaukajärven kalakantojen kehityksen kannalta ovat tärkeässä roolissa myös Kaukajärvessä esiintyvät reliktiäyriäiset; jäännemassainen, okakatka ja valkokatka (Iso-Tuisku 2019). Ne ovat monien kalojen tärkeitä ravintokohteita. Myös reliktiäyriäisten kannat saattavat vaihdella voimakkaasti. Ne vaativat viileää ja hapokasta vettä ja esimerkiksi hellekesät saattavat verottaa niidenkin kantoja. Mikäli reliktiäyriäiset ja/tai kuore taantuvat, odotettavissa on ilman muuta epäsuotuisia muutoksia ahvenkannassa.

Tämän työn päämääränä oli selvittää Kaukajärven kalaston nykytilaa ja ravintoverkon koostumusta. Työssä arvioitiin kalayhteisön koostumusta, runsaimpien kalojen ravinnonkäyttöä ja kasvua sekä kaloille erityisen tärkeiden ravintokohteiden, reliktiäyriäisten runsautta. Tulosten perusteella arvioidaan Kaukajärven ravintoverkon rakennetta ja toimintaa sekä pohditaan järven kalaston nykytilaa ja tulevaisuutta.

2. Aineisto ja menetelmät

Tutkimus koostui neljästä osaselvityksestä: 1) Ulapan kalaston runsauden ja lajikoostumuksen arviointi, 2) runsaimpien kalalajien ravintoeselvitys, 3) runsaimpien kalalajien kasvueselvitys sekä 4) reliktiäyriäisten runsauden arviointi. Järven ravintoverkon rakennetta ja toimintaa pohdittaessa otetaan lisäksi huomioon Vehmaisten osakaskunnan toteuttaman, standardinmukaisen verkkokoekalastuksen tulokset (Nieminen

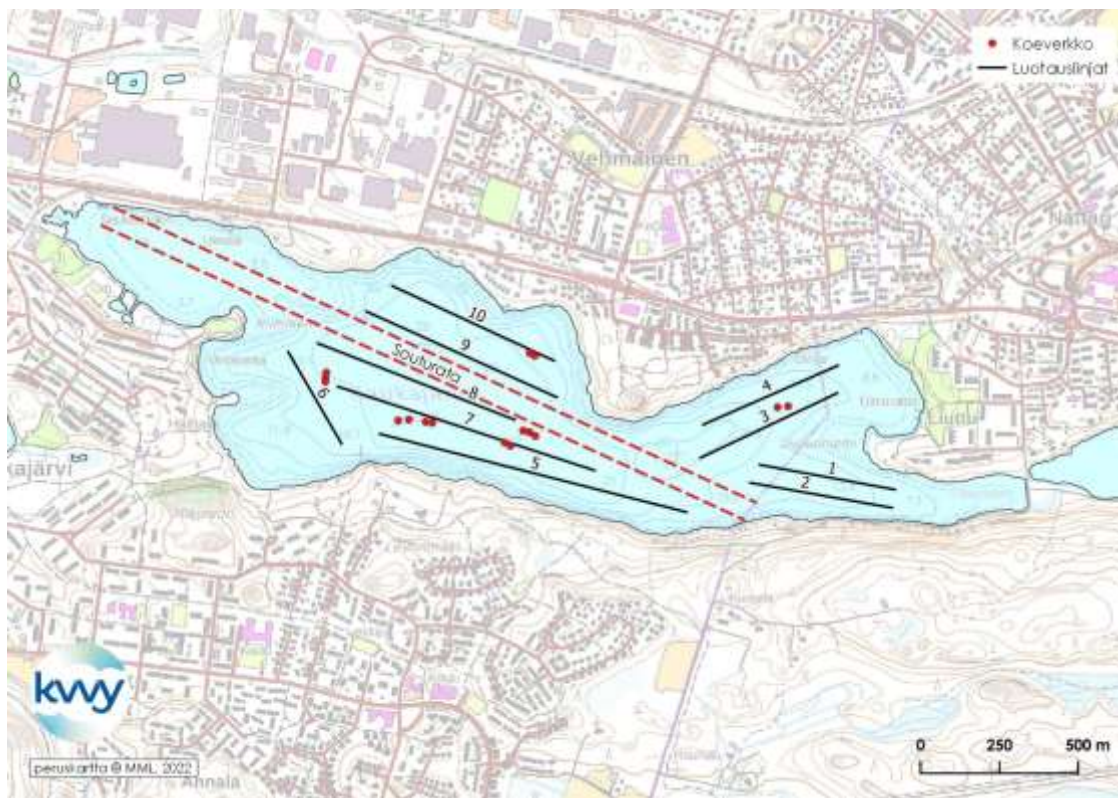
2023). Lisäksi valtaosa ravinto- ja kasvunäytteistä saatiin näistä verkotuksista. Reliktiäyriäisten runsautta verrataan vuoden 2018 selvityksessä havaittuihin runsauksiin (Iso-Tuisku 2019), mutta laajemmin reliktiäyriäistulokset esitetään myöhemmin valmistuvassa Tampereen järvien reliktiäyriäisselvityksessä. Reliktiäyriäistutkimuksen yhteydessä tehtiin myös laajempi pohjaeläinten kokonaistarkastelu, jota voidaan käyttää järven tilan luokittelussa ja jatkossa myös mahdollisten tilamuutosten arvioinnissa.

2.1 Ulapan kalaston runsaus ja lajikoostumus

2.1.1. Kaikuluotaus

Kaukajärvellä kaikuluodattiin 8.9.2022 päivällä klo 14.00–16.30 ja 9.9.2022 yöllä klo 01.00–03.30. Päivällä kaikki havaitut kalat esiintyivät tiiviinä parvina ja osa aivan pohjassa kiinni, joten olosuhteet eivät mahdollistaneet kalatiheyksien laskentaa. Päiväkaikuluotauksilla kuitenkin saatiin linjat GPS-laitteelle yökaikuluotauksia varten ja selvitettiin karkeasti kalojen esiintymissyvyyksiä ja -alueita. Yöllä kalat olivat jakautuneet tasaisemmin vesipatsaaseen ja ympäristöolosuhteet olivat varsin otolliset kaikuluotauksille. Ilman lämpötila oli yökaikuluotauksen alkaessa 1 °C ja pintaveden lämpötila 16 °C. Lämpötila laski aamuyötä kohden, taivas oli pilvetön ja tuulennopeus aistinvaraisesti arvioiden noin 0,5 m/s (länsituuli).

Yöllä kaikuluodattiin kaikkiaan kymmenen linjaa järven yli 10 m syvillä alueilla (kuva 1). Järven poikki kulkee avoveden aikaan souturata, joka vaijereineen ja poijuineen rajoitti kaikuluotauksia ja koekalastuksia.



Kuva 1. Kaukajärven kaikuluotauslinjat (1–10), koeverkkoapaikat ja souturadan likimääräinen sijainti.

Kaikuluotauksissa käytettiin Simrad EY-M -luotainta, joka oli säädetty seuraavasti:

- Äänen taajuus 70 kHz
- Äänipulssin kesto 0,6 ms
- Äänen pulssitiheys 183 krt/min
- Äänikeilan avautumiskulma 11 °
- Äänen vahvistus 8
- TVG-funktio 40 log R

Kaikuluotaimessa on alumiinisilla ohjainsiivillä varustettu Simrad 70–24-F-värähtelijä, jota vedettiin moottoriveneellä veneen sivulla noin 0,5–0,7 m syvyydessä nopeudella 8–9 km/h. Äänisignaalit tallennettiin digitaalitallentimella, digitoitiin ja analysoitiin myöhemmin AD-muuntimella (Lindem Data Acquisition A/D interface) ja Hydroacoustic Data Acquisition (HADAS)-ohjelmistolla. Ohjelmisto laskee kaikujen kohdevoimakkuusjakauman ja kalatiheyden käyttäen mukailtua Craig & Forbes (1969) -algoritmia. Syvänteessä kaloja esiintyi luotausten aikaan koko vesipatsaassa, mutta kalat eivät esiintyneet täysin tasaisesti syvyyssuunnassa. Laskenta-algoritmin oletuksena on, että kalat ovat jakautuneina analysoitavassa vesikerroksessa tasaisesti. Tämän vuoksi linja-kohtaiset kalatiheydet arvioitiin syvyysskerroksittain jakamalla vesipatsas kahden metrin paksuisiin kerroksiin. Pintakerroksen ylintä kahta metriä ei huomioitu analyyseissä, koska sille ei voida laskea luotettavia arvioita. Lisäksi pohja-kaikujen ja kalakaikujen sekoittumisen estämiseksi myös pohjanläheinen (1 m) vesikerros jätettiin analysoimatta.

Kaikujen kohdevoimakkuuden (TS) oletettiin vastaavan kalojen pituutta (cm) seuraavasti ($L=10(TS + 69)/20$):

- alle -49 dB → alle 10 cm
- -44 - -49 dB → 10–20 cm
- yli -44 dB → yli 20 cm

Yhtälö pätee karkeasti muikulle ja kuoreelle (Jurvelius ym. 1984, Jurvelius ja Heikkinen 1988, Marjomäki & Huolila 1994, Jurvelius ym. 2006). Kaukajärvi tunnetaan kuorejärvenä, joten yhtälön käyttö oli perusteltua. Analysoitavien kohdevoimakkuuksien raja-arvoksi asetettiin analyyseissä -56 dB, joka vastaa em. yhtälön perusteella karkeasti noin 4–5 cm kalayksilöä.

2.1.2. Kalatiheyden arviointi

Kaikuluotauslinjat sijoiteltiin souturadan asettamien rajojen puitteissa mahdollisimman tasaisesti järven yli 10 m syvyisille alueille. Laskennassa käytettiin otosyksikköinä kokonaisia kaikuluotauslinjoja. Kaukajärven yli 10 m syvien alueiden keskimääräinen kalatiheys $\bar{x}$ laskettiin kaikuluotauslinjojen pituuksilla (pulssimäärä $\approx$ linjan pituus) ja syvyyssvyöhykkeiden pinta-aloilla painotettuna keskiarvona. Kaava esitetään liitteessä 1.

Kaikuluodattujen yli 10 m syvien alueiden vesikerrosten pinta-alaosuudet (%) olivat laskennassa seuraavat: 2–10 m 100 %, 10–12 m 86 %, 12–14 m 76 %, 14–16 m 67 %, 16–18 m 58 %, 18–20 m 42 %, 20–22 m 12 % ja 22–24 m 5 %.

2.1.3. Koeverkkopyynti

Kaikuluotausten yhteydessä tehtiin koeverkkopyynti ulappa-alueiden kalalajiston ja kokorakenteen selvittämiseksi. Verkkopyynti tehtiin 8.–9.9.2022 klo. 23.00–05.00 välisenä aikana. Koekalastuksessa käytettiin Nordic-yleiskatsausverkkoja (1,5 m korkea ja 30 m pitkä, n=8) ja muita koeverkkoja (n=8) eri syvyyksissä ja vesikerroksissa seuraavasti:

- Nordic-yleiskatsausverkko: 2 kpl (1–2,5 m), 1 kpl (6–7,5 m), 1 kpl (7–8,5 m), 1 kpl (10–11,5 m), 3 kpl (15–16,5 m)
- Poikasverkko 6,25/8 mm (1,8 m korkea, 30 m pitkä): 2 kpl (5–6,5 m), 1 kpl (6–7,5 m), 2 kpl (15–16,5 m), 1 kpl (17–18,5 m)
- Poikasverkko 12 mm (3 m korkea): 1 kpl (7–10 m)
- Poikasverkko 15 mm (3 m korkea, 30 m pitkä): 1 kpl (6–9 m)

Verkot asetettiin pyyntiin sellaisille alueille ja syvyyksille, joissa havaittiin valoisan aikaan eniten kalaa. Tällä tavoin pyrittiin maksimoimaan kalansaalis, koska jo ennalta tiedettiin, että erityisesti Nordic-koeverkot pyytävät pientä kalaa välivesipyynnissä heikosti. Aiempien kokemusten perusteella verkkojen sijoittelun satunnaistamisella ei olisi saatu luotettavaa kuvaa välivedessä esiintyvistä kalalajeista.

2.2 Kalojen ravinto

Kalojen ravintonselvitykseen otettiin mukaan kaikuluotauksen yhteydessä tehdyn verkkopyynnin ylivoimaisesti runsain saalislaji, kuore sekä standardinmukaisessa verkkokoekalastuksessa runsaana esiintyneet ahven ja särki (Nieminen 2023). Näytekalat otettiin useiden eri verkkopaikkojen ja vesikerroksien saaliista, jotta saataisiin mahdollisimman edustava kuva Kaukajärven kalojen ravinnonkäytöstä. Lisäksi otoksiin valikoitiin kaloja koon mukaan, siten että kaikki saaliissa esiintyvät kokoluokat tulivat edustetuiksi.

Kuoreen ja ahvenen mahojen sisältöä arvioitiin ns. pistemenetelmällä (Hynes 1950, Windell 1971), jossa ravintokohteiden osuudet mahan sisällöstä painotetaan mahan täyteisyydellä. Särjellä, jolla ei ole erillistä mahalaukkuja, käytetty ravinto arvioitiin suolen ensimmäisestä kolmanneksesta tilavuusmenetelmällä (esim. Rask 1989). Ahvenella ja särjellä ravinnonkäyttöä arvioitiin erikseen kahdessa kokoluokassa (ahvenilla alle 15 cm ja suuremmat, särjellä alle 18 cm ja suuremmat).

2.3 Kalojen kasvu

Kalojen kasvunopeutta tutkittiin samoilla lajeilla kuin ravintoa (kuore, ahven ja särki). Myös kasvunäytekalat valikoitiin siten, että kaikki kokoluokat tulivat edustetuiksi. Kuoreen iät määritettiin käsittelemättömästä otoliitista. Kuoreitten takautuvia pituuksia ei mitattu, koska sillä ei ole hyvin takautuvaan kasvunmäärittelyyn sopivaa luutumaa. Ahvenen ikä määritettiin kiduskannen luusta (Operculum) käyttäen tukena kuuloluuta (otoliitti). Takautuvat kasvut määritettiin Operculumista Monastyrskyn menetelmällä (Bagenal & Tesch 1978). Särjellä ikä määritettiin hartian lukoluusta (Cleithrum) käyttäen apuna suomua ja takautuvat kasvut Cleithrumista Fraser-Leen menetelmällä (Bagenal & Tesch 1978).

2.4 Reliktiäyriäisten runsaus ja laajempi pohjaeläintarkastelu

Kaukajärven reliktiäyriäisten runsautta tutkittiin pohjakelkka-, pohjanoudin- ja nostohaavinäytteillä, jotka sijoitettiin eri syvyysvyöhykkeille siten, että kaikki järven yli viisi metriä syvät vyöhykkeet tulivat edustetuiksi (Kuva 2). Näytteenotto tehtiin 1.11.-1.12.2022 välisenä aikana. Teoriassa näillä kolmella näytteenottimella saadaan katettua vertikaalisuunnassa kaikki reliktiäyriäisten esiintymispaikat (sedimentti, pohjan pinta, vesipatsas).

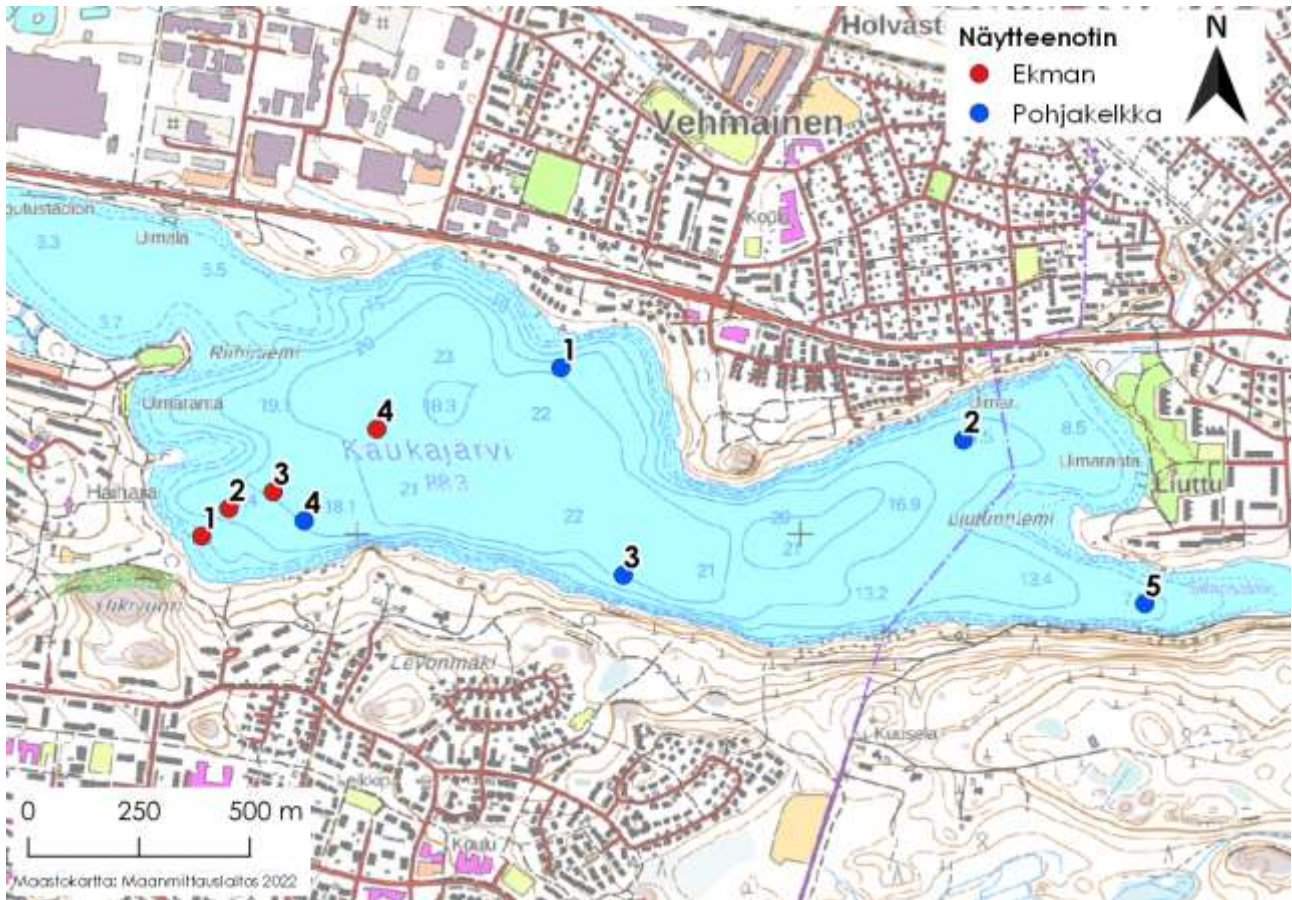
Pohjakelkkanäytteenotossa vedettiin kelkkaa (havaksen solmuväli 0,5 mm) moottoriveneen perässä 120 sekunnin aika ja noin 100 metrin matka. Linjat olivat samat kuin vuoden 2018 tutkimuksessa. Kaikilla viidellä linjalla tehtiin kolme rinnakkaista vetoa. Ainoastaan reliktiäyriäiset (katkat ja jäännemassaiset) laskettiin ja määritettiin. Muut näytteenotossa havaitut pohjaeläimet jätettiin tämän osaselvityksen ulkopuolelle. Näytteet säilöttiin 70 % etanoliin ja ne tutkittiin myöhemmin laboratoriossa. Pohjakelkkanäytteistä laskettuja tiheyksiä verrattiin vuoden 2018 tuloksiin (Iso-Tuisku 2019).

Pohjanoudinnäytteenotto tehtiin neljällä näytepisteellä, jotka edustivat eri syvyysvyöhykkeitä. Syvimmäältä, n. 20,8 m syvyydestä pisteeltä otettiin kuusi rinnakkaista näytettä Ekman-noutimella (pinta-ala oli 240 cm²), jotta voitiin laskea Kaukajärvelle järvien tilaluokitteluissa käytettävät syvännepohjaeläinindeksit. Muilta näytepisteiltä (syvyydet 5,0, 10,1 ja 15,7 m) otettiin kultakin kolme rinnakkaista näytettä. Pohja oli liejua/mutaa kaikilla näytepisteillä. Pohjaeläinnäytteenotto ja näytteiden käsittely tehtiin ympäristöhallinnon uusimpien ohjeistusten (Järvinen ym. 2022) ja näytteenottostandardin SFS 5076 (1989) mukaisesti. Seulan silmäkoko oli 0,50 mm. Seulos säilöttiin 70 % etanoliin. Pohjaeläimet poimittiin ja määritettiin myöhemmin laboratoriossa.

Nostohaavinäytteenotto tehtiin samoilla pisteillä kuin pohjanoudinnäytteenotto. Nostohaavin harvuus oli 180 µm ja suuaukon halkaisija 50 cm. Kultakin pisteeltä otettiin kolme rinnakkaista nostoa pohjasta pintaan. Näytteet säilöttiin 70 % etanoliin ja ne tutkittiin myöhemmin laboratoriossa.

Pohjakelkka-aineistosta laskettiin reliktiäyriäisten yksilömäärät jokaiselle osanäytteelle. Ekman-aineistosta laskettiin pohjaeläinten yksilötiheydet ja biomassat

neliömetriä kohden, ja ekologista tilaa arvioitiin Chironomidi-indeksin (Paasivirta 2000) sekä PICM- ja PMA-indeksien avulla (Aroviita ym. 2019).



Kuva 2. Kaukajärven reliktiäyriäis- ja pohjaeläintutkimuksen näyteasemat vuonna 2022. Pohjanoudin- ja nostohaavinäytteenottopisteet on merkitty punaisella ja pohjakelkkalinjat sinisellä ympyrällä.

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Kaikuluotaus ja koeverkkopyynti

Kaukajärven elokuinen hetkellinen kalatiheys oli kaikuluotauksen perusteella järven yli 10 m syvillä alueilla (vesikerrokset 2–24 m) noin 800 yksilöä hehtaarilla (95 % lv 604–1023 yks/ha). Järven keskisyvänteessä (luotauslinjat 5,7,8 ja 9) keskimääräinen kalatiheys oli suurempi, 972 yks/ha (95 % lv 701–1288 yks/ha).

Linjakohtainen kalatiheys oli suurin järven keskisyvänteessä linjalla 8 (kuva 3). Toiseksi suurin kalatiheys havaittiin linjalla 2 järven itäosassa, kun taas linjan 2 viereisellä linjalla 1 kalatiheys oli äärimmäisen pieni. Linjalla 6 ei havaittu kaloja lainkaan. Kalatiheys oli 2–10 m vesikerroksessa keskimäärin suurempi kuin syvemmällä (kuva 4).

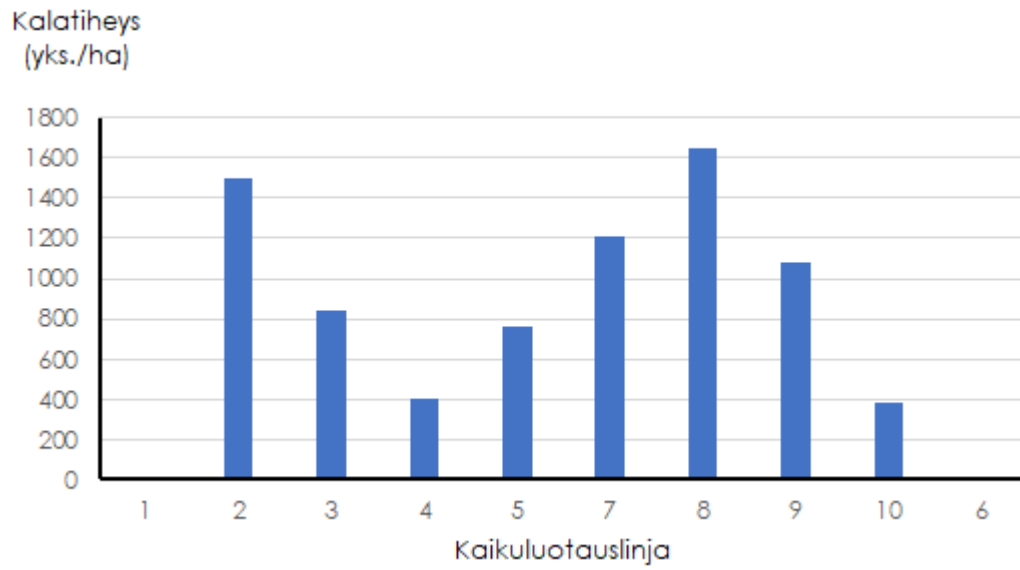
Kohdevoimakkuusjakaumien perusteella valtaosa kaloista oli alle 20 cm pituisia. Yleisesti ottaen runsaimmat pituusluokat olivat kaikuluotausten perusteella noin 4–7 cm ja 14–15 cm (liite 2). Kalaston pituusluokkajakaumat olivat suurin piirtein samankaltaisia eri puolilla järveä. Joitakin selviä eroja kuitenkin esiintyi. Esimerkiksi järven itäpäässä Liutunniemen eteläpuolella (linjat 1 ja 2) kalasto koostui pääosin yli 10 cm yksilöistä, kun taas Liutunniemen pohjoispuolella (linjat 3 ja 4) kalastosta noin puolet koostui alle 10 cm yksilöistä (kuva 5). Linjasta riippuen järven keskisyvänteen (linjat 5,7,8 ja 9) kalastosta oli 30–50 % alle 10 cm pituisia, 40–50 % 10–20 cm pituisia ja 10–30 % yli 20 cm kokoluokkaa.

Yöllä tehty koeverkkopyynti antoi saaliiksi miltei yksinomaan kuoretta (n=46). Keskisyvänteen pohjoispään pintaverkosta (1 m) saatiin saaliiksi kolme särkeä ja yksi salakka. Koska nämä olivat kaikuluotaimen pintakatvealueella, ei niitä voida huomioida kaikuluotausarvion lajikoostumuksessa. Välivedestä saatiin kuoreiden lisäksi ainoastaan yksi siika, kun keskisyvänteen eteläpäästä, 15 m syvyydeltä saatiin 27 cm:n pituinen yksilö.

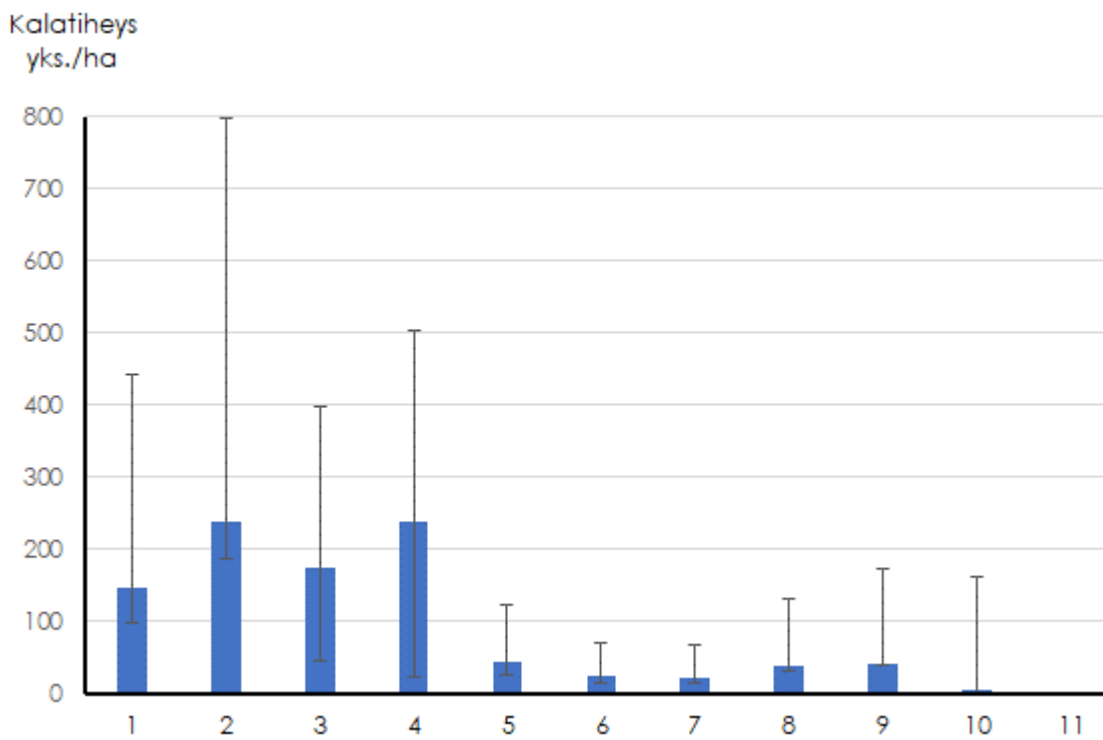
Verkkopyynnin saaliskuoreet olivat 11–16 cm:n pituisia varsinaisen huipun osuessa 13 cm:iin. Mitä ilmeisimmin valtaosa kaikuluotaimella havaituista kaloista oli juuri tämän kokoluokan kuoreita. Pienempien, 4–7 cm kalojen lajistosta ei saatu käytetyillä verkoilla lainkaan näytteitä. Kun tiedetään, että pienten kuoreiden pyydystettävyyys verkoilla on erittäin heikko (Olin & Malinen 2003, Olin ym. 2009), saattaisivat kyseessä olla yksikesäiset (eli 0+ -ikäiset) kuoreet. Toisaalta pieniä kuoreita ei löytynyt lainkaan ahventen ravinnosta (luku 3.2) viitaten siihen, ettei pieniä kuoreita esiintynyt ainakaan runsaasti. Kovin pitkälle meneviä päätelmiä kalojen koosta ei kuitenkaan kannata tehdä kaikuluotaimella saatujen kokojakaumien perusteella, koska niihin liittyy paljon epävarmuutta.

Kaiken kaikkiaan Kaukajärven ulapan kalasto vaikuttaa hyvin kuorevaltaiselta. Kuoreen lisäksi välivedessä esiintyi myös jonkin verran yli 20 cm pituisia kaloja, joista valtaosa koostuu muista lajeista. Verkkokoekalastusten perusteella kyseeseen tulevat lähinnä suuret särjet, ahvenet sekä istutetut siiat. Kaikuluotauksella voitiin arvioida vain Kaukajärven ulapan yöllistä kalastoa. Päiväsaikaan ulapalla saattaa hyvinkin esiintyä päiväaktiivisia lajeja, kuten ahventa ja särkeä. Joka tapauksessa kuore vaikuttaisi olevan Kaukajärven ulapan selvä lukumääräinen valtalaji.

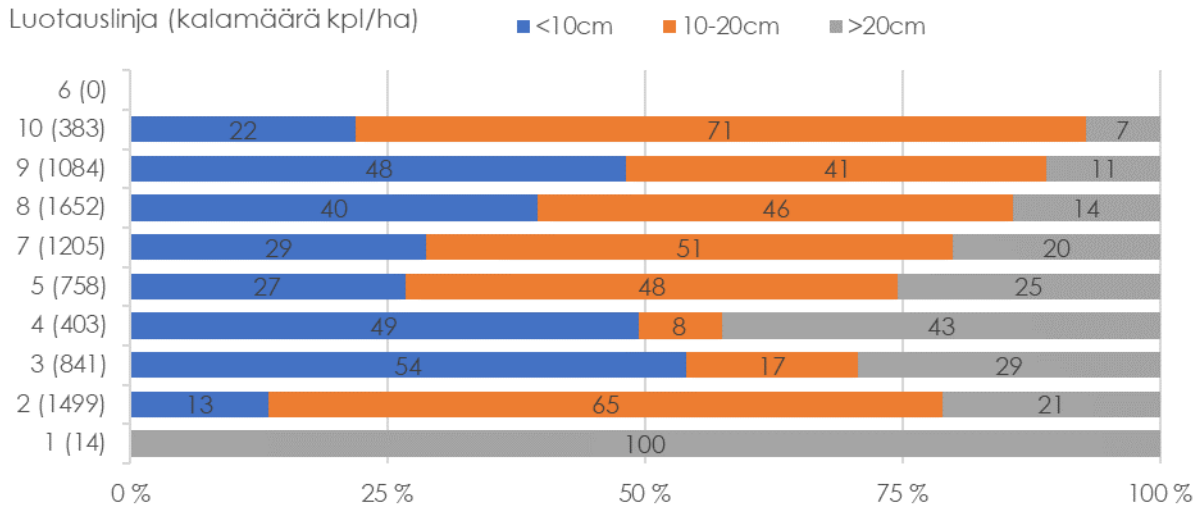
Muihin Etelä-Suomen kuorejärviin verrattuna Kaukajärven kuoretiheys on kuitenkin melko alhainen (Malinen 2018). Karuissa järvissä tiheydet ovat kuitenkin yleisesti selvästi pienempiä kuin rehevissä, eikä Kaukajärven kuoretiheys ole erityisen alhainen. Sen sijaan kuoreen kokojakauma oli poikkeuksellinen. Yleensä kuorekannassa vallitsevat voimakkaasti alle 10 cm pituiset yksilöt, mutta Kaukajärvellä niitä ei saatu verkoilla lainkaan. Myös kaikuluotaimen perusteella yli 10 cm kalat esiintyivät runsaampina kuin alle 10 cm kalat. Ilmeisesti kuorevuosiluokat 2021 ja 2022 ovat varsin heikkoja.



Kuva 3. Hadas-ohjelman tuottama kalatiheysarvio eri kaikuluotauslinjoilta.



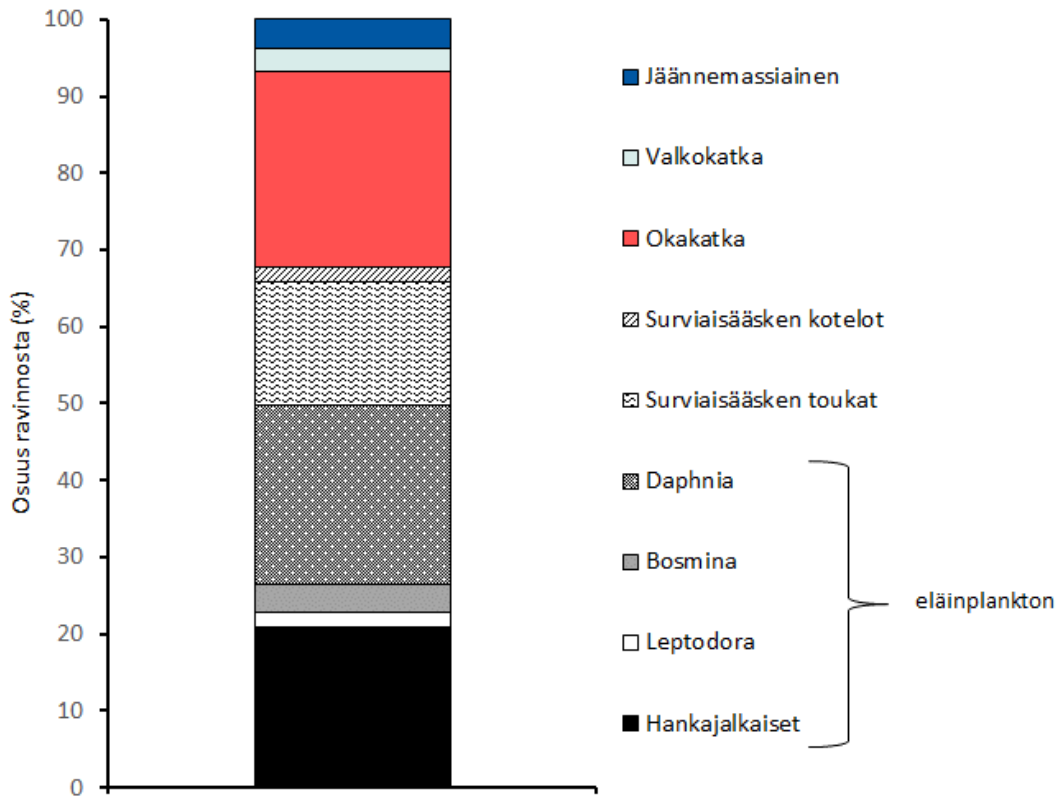
Kuva 4. Keskimääräinen kalatiheys ja sen 95 %:n luottamusväli eri vesikerroksissa.



Kuva 5. Kohdevoimakkuusjakauman mukainen kalojen pituusluokkajakauma luotauslinjoilla

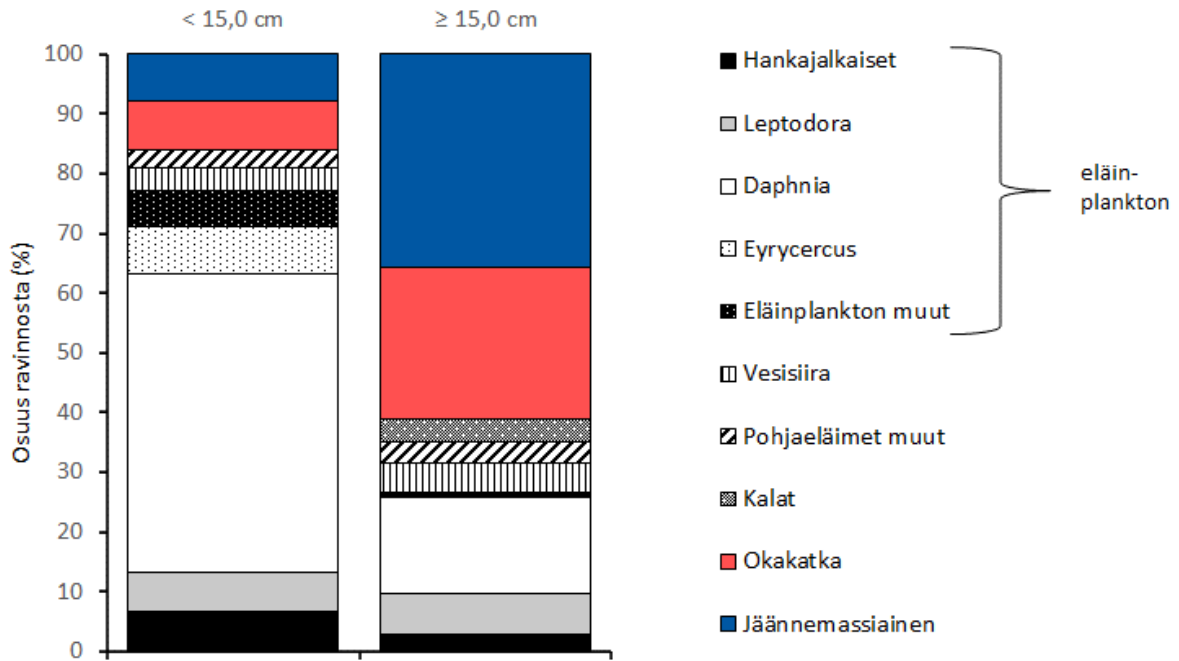
3.2 Kalojen ravinto

Kaukajärven kuoreen ravinto koostui pääasiassa eläinplanktonista ja reliktiäyriäisistä (kuva 6). Okakatkan osuus ravinnosta oli 25 %, jäännemassiaisen 4 % ja valkokatkan 3 %. Okakatkan runsaus ja valkokatkan vähyys kuoreen ravinnossa oli odotettua. Okakatka on houkuttelevampi ravintokohde selvästi suurempana ja kuoreen on vaikeampi saalistaa enimmäkseen sedimentissä piilottelevia valkokatkoja. Toisaalta valkokatkalla on esimerkiksi rannikkovesissä suuri merkitys kuoreen ravintokohteena. Jäännemassiaisen vähyys kuoreen ravinnossa oli yllättävää, koska kuoreet syövät sitä mielellään. Ilmeisesti jäännemassiasta ei ole ollut runsaasti tarjolla (ks. luku 3.4). Surviaissäskien toukkien ja koteloiden suurehko osuus ravinnosta (18 %) oli hieman erikoista, koska ne eivät ole kuoreelle tyypillisiä ravintokohteita. Mahdollisesti ilmiö saattaa johtua siitä, että surviaissäskiä on ollut vesipatsaassa poikkeuksellisen runsaasti tarjolla esimerkiksi lähestyvän kuoriutumisajankohdan takia.



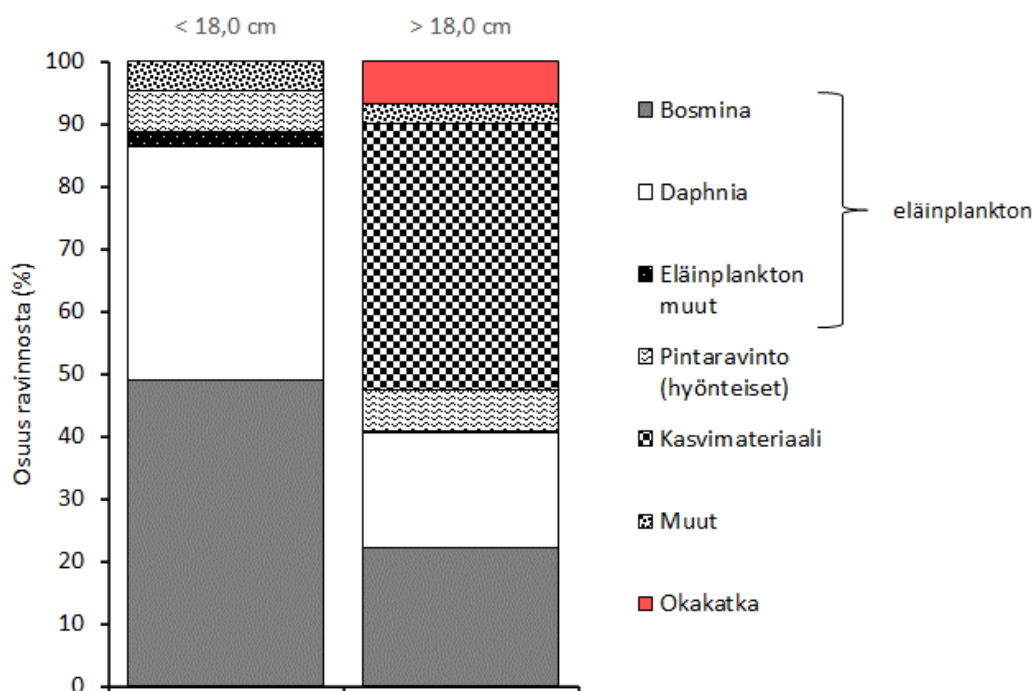
Kuva 6. Kaukajärven kuoreen ravinto. Analysoituja kaloja oli kaikkiaan 100 ja niiden pituudet vaihtelivat 10,9 cm ja 17,1 cm:n välillä.

Kaukajärven pikkuahventen (< 15 cm) ravinto koostui pääasiassa eläinplanktonista (kuva 7). Pikkuahvenet olivat syöneet myös okakatkaa (8 %) ja jäännemassiaista (8 %). Suuremmat ahvenet (> 15 cm) olivat syöneet runsaasti reliktiäyriäisiä, jäännemassiaisen osuus oli 36 % ja okakatkan 25 %. Sen sijaan valkokatkaa ahvenet eivät olleet syöneet. Huomionarvoista on myös se, että suuremmat ahvenet olivat syöneet erittäin vähän kalaravintoa (4 %). Tämän kokoluokan ahvenet syövät yleensä runsaasti kalaravintoa, jos sitä vaan on tarjolla.



Kuva 7. Kaukajärven ahvenen ravinto. Aineisto on jaettu kahteen kokoluokkaan. Pienemmän kokoluokan ahvenia tutkittiin 96 ja suuremman kokoluokan 71 yksilöä. Pienimmän ahvenen pituus oli 8,7 cm ja suurimman 31,6 cm.

Kaukajärven pienet särjet (< 18 cm) olivat syöneet miltei yksinomaan eläinplanktonia, tarkemmin ottaen *Bosmina*- ja *Daphnia*-vesikirppuja (kuva 8). Suuremmat särjet olivat syöneet runsaasti myös kasviravintoa. Sen sijaan reliktiäyriäisten osuus särjen ravinnossa oli hyvin vähäinen. Ainostaan suuremmat särjet olivat syöneet jonkin verran (7 %) okakatkaa. Eläinplanktonin ja vesikasvien suuret osuudet ravinnossa ovat särjelle hyvin ominaisia piirteitä.

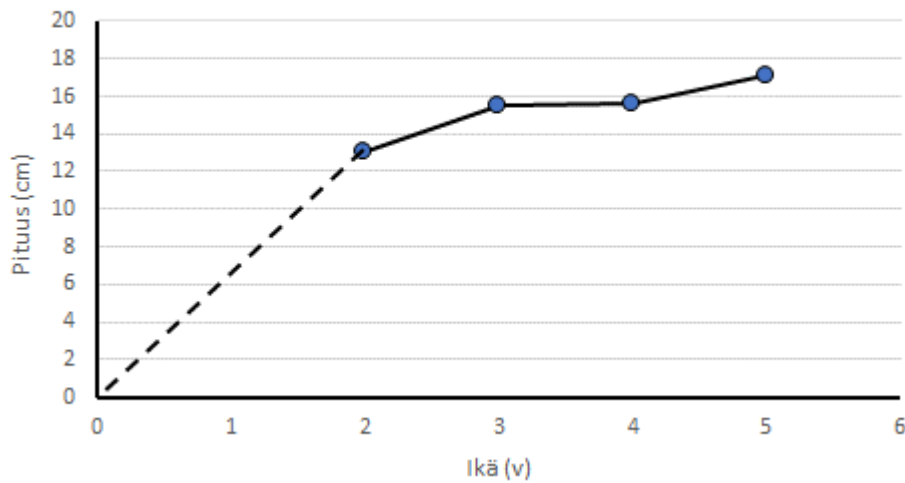


Kuva 8. Kaukajärven särjen ravinto. Aineisto on jaettu kahteen kokoluokkaan. Pienemmän kokoluokan särkiä tutkittiin 25 ja suuremman kokoluokan 35 yksilöä. Pienimmän särjen pituus oli 9,1 cm ja suurimman 31,4 cm.

3.3 Kalojen kasvu

Kaukajärven kuoreen kasvu osoittautui nopeaksi (kuva 9). 3-vuotiaana, jolloin takana oli vähintään 3,5 kasvukautta, keskimääräinen pituus oli 15,5 cm. Kaukajärven kuoreen kasvu on selvästi nopeampaa kuin Etelä-Suomen kuorejärissä keskimäärin. Kasvuaineistoon ei saatu lainkaan alle 10,9 cm pituisia kuoreita eikä ikäryhmiä 0+ ja 1+ esiintynyt aineistossa. Tämä oli yllättävää, vaikka pienten kuoreiden pyydystettävyys verkoilla onkin heikko. Myös se, että ahventen mahoista ei löytynyt lainkaan kuoreita, viittaa siihen, että kuoreen kaksi nuorinta ikäryhmää todella olivat vähissä.

Kuoreen kasvunopeus hidastuisi tuntuvasti, jos kanta olisi liian tiheä ravintoresursseihin nähden. Kaukajärven kuorekanta on tällä hetkellä niin harva, että ravintoa on runsaasti tarjolla kalaa kohden ja kuoreen kasvu on nopeaa.

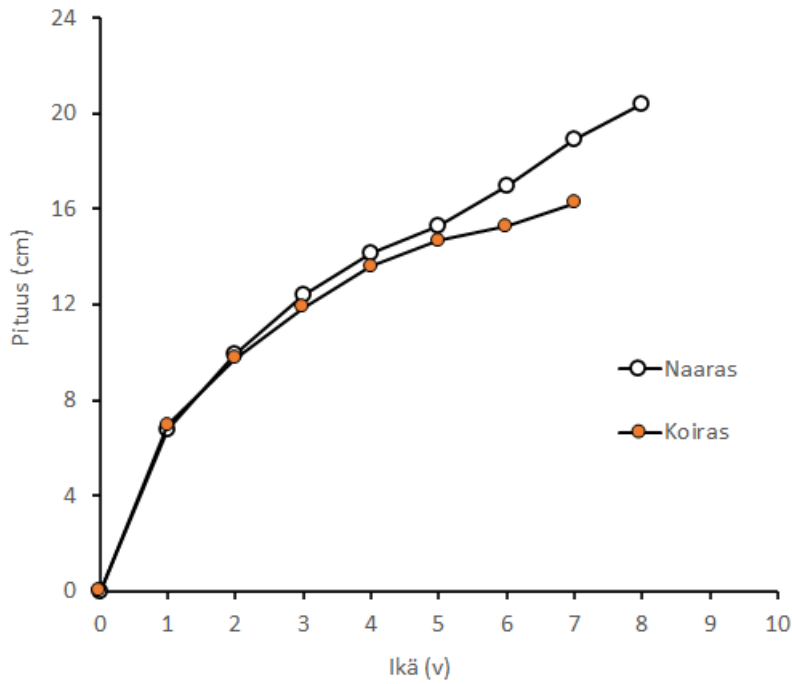


Kuva 9. Kaukajärven kuoreen kasvu. Koska takautuvia kasvuja ei määritetty, pituuteen sisältyvät vuoden 2022 lisäkasvut, eli esimerkiksi iältään 2 olevilla kuoreilla on takana vähintään 2,5 kasvukautta. Tämän takia kuva ei ole vertailukelpoinen ahvenen ja särjen kasvukuviin. Kuoreen ikä tutkittiin sadalta yksilöltä.

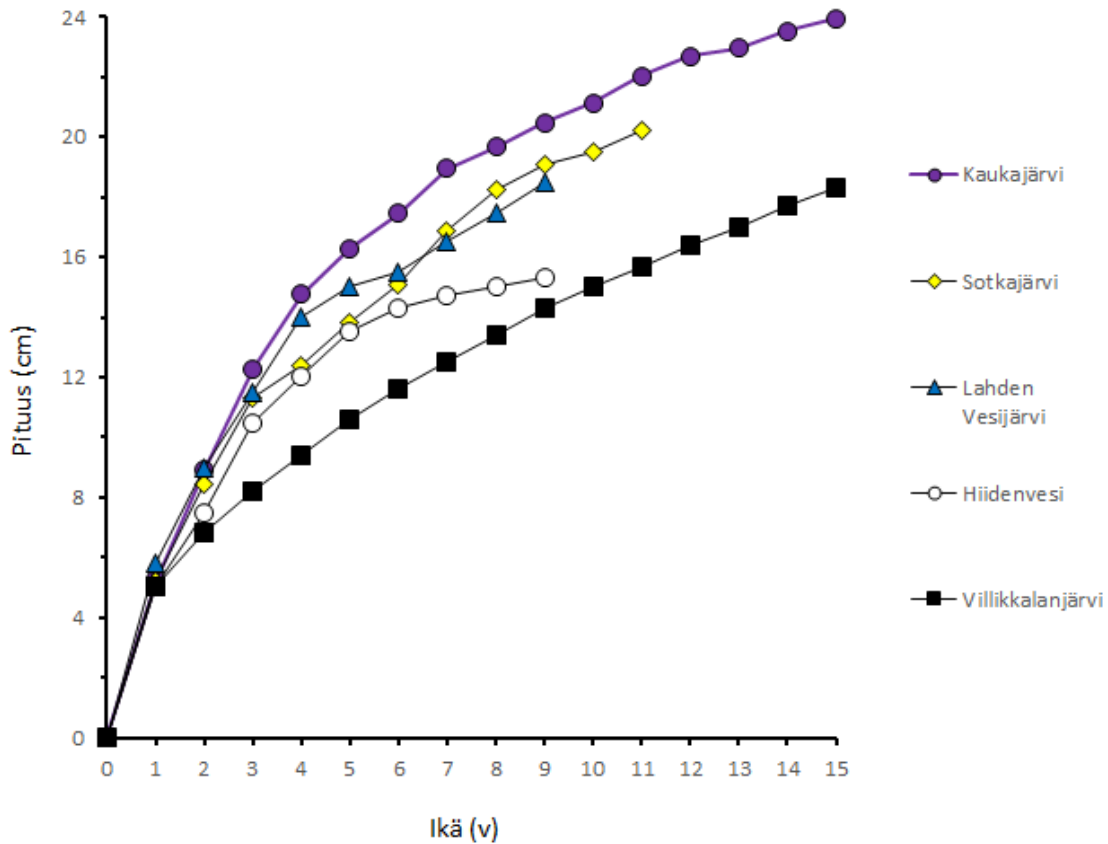
Kaukajärven ahvenet kasvavat melko nopeasti kaksi ensimmäistä kasvukauttaan, mutta sen jälkeen kasvu hidastuu (kuva 10). Viisivuotiaina naarasahvenet ovat keskimäärin 15,3 cm:n ja koirasahvenet 14,7 cm:n pituisia, mitä voidaan pitää melko hitaana kasvuna. Tämän jälkeen kasvu kyllä nopeutuu, mutta koeverkkoosaaliin (Nieminen 2023) perusteella yli 17 cm ahvenet ovat Kaukajärvestä verraten harvalukuisia.

Ilmeisesti Kaukajärvestä on hyvät ravintovarot pikkuahvenille, pikkupoikasille eläinplanktonia ja hieman kasvettuaan ahvenet voivat siirtyä hyödyntämään reliktiäyriäisiä. Koska reliktiäyriäiset esiintyvät kuitenkin kesäaikaan päivällä syvällä, jossa vesi on lämpötilakerrosteisuuden takia viileää, joutuvat melko lämpimään veteen sopeutuneet ahvenet elämään tehokkaan kasvun kannalta liian viileässä ympäristössä. Tämä saattaa hidastaa niiden kasvua ainakin jossain määrin. Varsinainen ongelma ahvenelle näyttäisi olevan kalaravinnon puute (ks. kuva 7). Kalaravintoon siirtyminen nopeuttaisi kasvua tuntuvasti. Ilmeisesti sopivankokoisia kalanpoikasia ei ole runsaasti tarjolla ainakaan siellä missä ahvenet esiintyvät, ja kalaravintoon siirtyminen tapahtuu hieman keskimääräistä myöhemmin.

Kaukajärven särjet kasvavat nopeasti (kuva 11). Kasvu on selvästi nopeampaa kuin rehevissä järvissä (kuvassa Lahden Vesijärvi, Villikkalanjärvi ja Hiidenvesi) ja hiukan nopeampaa kuin hyväkuntoisessa Hattulan Sotkajärvestä (Westermarck ym. 2022). Viisivuotiaana särjen keskimääräinen pituus on 16,3 cm ja 8-vuotiaana 19,7 cm. Hyvä kasvu viittaa runsaisiin ravintovaroihin, eikä särkikanta voi olla erityisen tiheä. Normaalisti särjen kasvu hidastuu voimakkaasti, jos kannan tiheys kasvaa liian suureksi ravintovaroihin nähden. Vaikka särki oli toiseksi runsain saalislaji verkkokoekalastuksissa, ei yksikkösaaliskaan viittaa tiheään kantaa (Nieminen 2023).



Kuva 10. Kaukajärven ahvenen keskimääräinen kasvu (pituus vuoden alussa) laskettuna takautuvista määrittelyistä. Sukupuolet on eroteltu, koska naarasahvenet kasvavat yleensä selvästi nopeammin kuin koirasahvenet. Naaraita tutkittiin 57 ja koiraita 44 yksilöä.

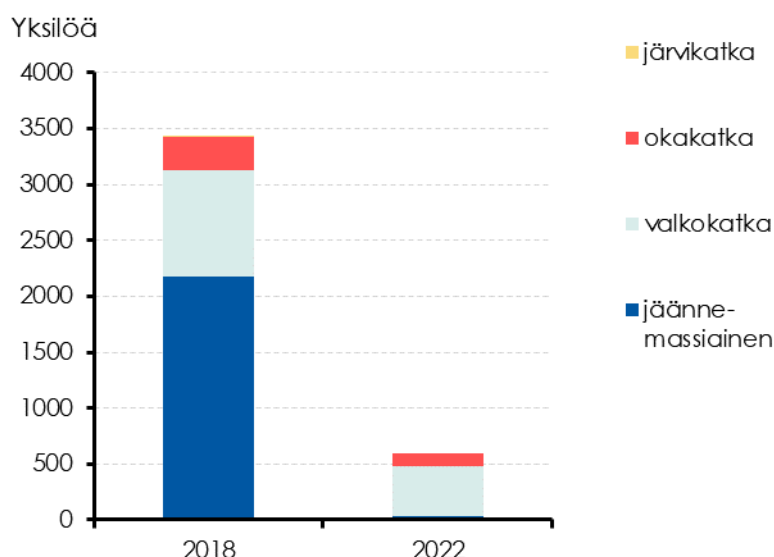


Kuva 11. Kaukajärven särjen keskimääräinen kasvu (pituus vuoden alussa) verrattuna eräiden muiden järvien särkien kasvuun. Villikkalanjärvi, Hiidenvesi ja Lahden Vesijärvi ovat reheviä järviä ja Sotkajärvi hyväkuntoinen ja matala järvi.

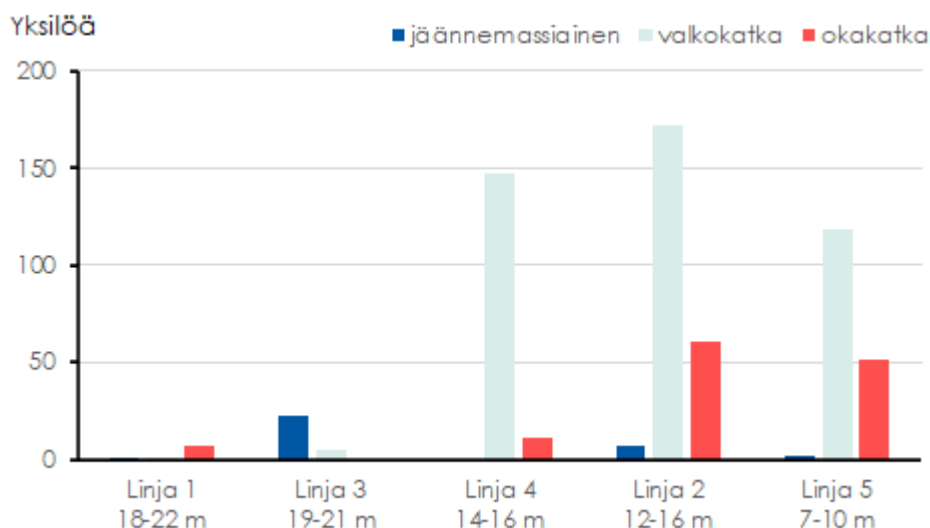
3.4 Reliktiäyriäisten runsaus

Pohjakelkkanäytteissä esiintyi melko runsaasti valkokatkaa ja lisäksi jonkin verran okakatkaa ja jäännemassiaisia (kuva 12). Vuonna 2018 havaittua, enemmän rantavyöhykettä suosivaa järvikatkaa ei tavattu. Kaikkien reliktiäyriäisten yksilömäärät jäivät huomattavasti vuotta 2018 alhaisemmiksi. Erityisesti vuoden 2018 lajistossa dominoineen jäännemassiaisen tiheydet romahtivat, ja vuonna 2022 pohjakelkkanäytteiden runsaslukuisin reliktiäyriäinen oli valkokatka (kuva 12). Pohjakelkkanäytteissä ei aiempaan tapaan todettu jättikatkoja.

Valko- ja okakatkan runsaus kasvoi selvästi syvyyden vähentyessä (kuva 13) ja vaikuttaa siltä, että osa molempien populaatioista on saattanut olla kelkkaotannon ulkopuolisilla, alle 7 m syvyisillä alueilla. Tutkimusajankohta oli hieman myöhäisempi kuin vuonna 2018 ja koska veden viilentyessä reliktiäyriäiset, etenkin jäännemassiaisen ja okakatka (K. Kahilainen, suullinen tiedonanto) levittäytyvät matalammille alueille, saattaa osa vuosien 2018 ja 2022 eroista selittyä tutkimuksen ajankohdalla.



Kuva 12. Reliktiäyriäisten yksilömäärät Kaukajärven pohjakelkkanäytteissä vuosina 2018 ja 2022. Koska pohjakelkkanäytteenotto oli täsmälleen samanlainen molempina vuosina (samat 5 linjaa ja 3 rinnakkaista/linja), ovat reliktiäyriäisten yksilömäärät vertailukelpoiset.

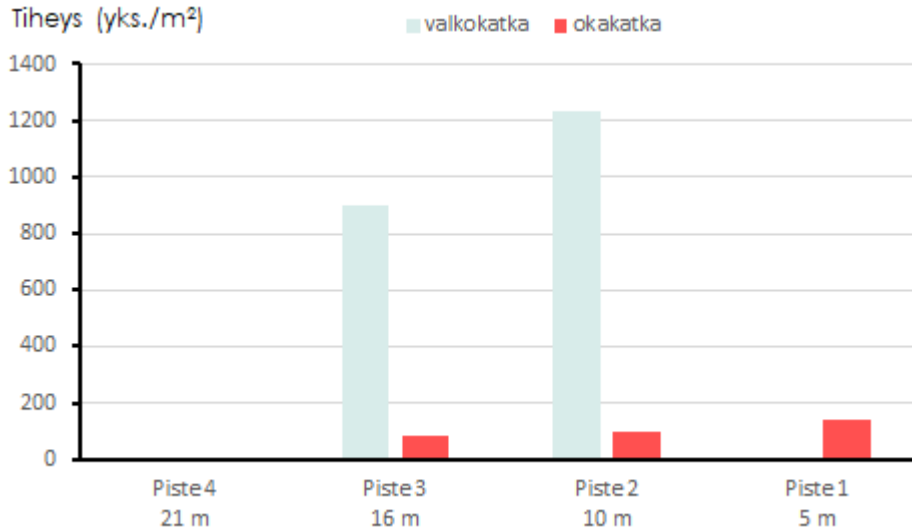


Kuva 13. Reliktiäyriäisten yksilömäärät linjoittain vuonna 2022. Linjat on järjestetty syvyyden mukaan suurimmasta pienimpään.

Pohjanoudinnäytteissä esiintyi runsaasti valkokatkaa ja myös jonkin verran okakatkaa (kuva 14). Kaikkiaan Ekman-näytteenotolla saatiin 154 valkokatkaa ja 23 okakatkaa. Ekmanilla ei saatu yhtään jäännemassiaista, mikä on lajille aivan tyypillistä – jäännemassiaisen elää pääasiassa pohjan pinnalla ja vesipatsaassa, eivätkä ne jää helposti pohjanäytteenottimiin.

Valkokatkan esiintyminen painottui voimakkaasti 10-16 metrin syvyysvyöhykkeelle, mikä on lajilla yleistä. Aivan syvimmillä paikoilta se usein puuttuu ajoittaisen hapenvajauksen takia ja matalilla alueilla vesi on kesäisin liian lämmintä. Ilmeisesti valkokatkat eivät liiku horisontaalisesti niin paljon kuin okakatka ja jäännemassainen, eivätkä ne olleet siirtyneet siltä alueelta, jossa olosuhteet ovat kesäaikaan olleet suotuisat. Okakatkan esiintymisalue kattaa tyypillisesti myös matalammat alueet, ja tämä havaittiin myös Kaukajärvellä.

Nostohaavilla ei saatu yhtään reliktiäyriäistä. Ilmeisesti Kaukajärven kirkkaan veden ansiosta kalojen aiheuttama predaatoririski on niin suuri, etteivät äyriäiset uskaltaudu päiväsaikaan vesipatsaaseen. Kirkkaissa järvissä nostohaavinäytteenotto kannattaisikin ehkä toteuttaa yöllä, koska pimeässä etenkin jäännemassiaiset saalistavat vesipatsaan eläinplanktonia. Toisaalta tällöin pitäisi muukin näytteenotto tehdä yöllä, muuten esimerkiksi pohjakelkka- ja nostohaaviarvioita ei voida millään tavalla yhdistää.



Kuva 14. Reliktiäyriäisten tiheys (yksilöä/m²) Kaukajärven pohjanoudinnäytteissä vuonna 2022. Pisteet on järjestetty syvyyden mukaan suurimmasta pienimpään.

Vaikka Kaukajärven reliktiäyriäisten, etenkin jäännemassiaisen kannan heikkeneminen neljän vuoden aikana vaikuttaa huolestuttavalta, ei tämän tutkimuksen perusteella voida tehdä kovin pitkälle meneviä päätelmiä. Reliktiäyriäiskannat vaihtelevat voimakkaasti myös muista syistä kuin veden laadun muutosten takia. Esimerkiksi kalatiheyden suureneminen vaikkapa jonkin voimakkaan vuosiluokan ansiosta voi suurentaa kalojen reliktiäyriäiskulutusta ja siten heikentää äyriäiskantoja. Lisäksi pohjakelkkamenetelmä on altis monille virhelähteille ja vuoden 2022 tutkimuksen hieman myöhäisempi ajankohta on saattanut laskea jäännemassiais- ja okakatkamääriä. Toisaalta valkokatkan esiintymisen rajoittuminen alle 20 metriä syville alueille viittaa vahvasti siihen, että happitilanne on ajoittain syvänteiden sedimentissä huono. Laajempi, lähiaikoina valmistuva Tampereen järvien reliktiäyriäistutkimus valaisee ainakin jonkin verran asiaa – jos reliktiäyriäismäärät ovat vähentyneet muillakin seurantajärvillä, Kaukajärven olosuhteissa ei todennäköisesti ole tapahtunut merkittäviä muutoksia huonompaan suuntaan.

3.5 Pohjaeläinten kokonaistarkastelu

Kaukajärven pohjaeläintiheys pohjanoudinpisteillä vaihteli välillä 1230–2764 yks/m² ja biomassa välillä 4,1–6,2 g/m² (taulukko 1). Taksoniluku vaihteli välillä 5–24. Korkeimmat yksilötiheydet ja biomassat mitattiin asemalla 2, jonka syvyys oli 10 metriä. Korkeimmat taksoniluvut mitattiin asemalla 1, joka oli tarkkailuasemista matalin (5 m). Alhaisimmat tiheydet, biomassat sekä taksoniluvut mitattiin syvimmällä (20 m) asemalla. Biomassan perusteella pohjan rehevyys oli asemilla 1, 3 ja 4 lievästi ravinteikas. Asemalla 2 biomassakeskiarvo kohosi ravinteikkaan puolelle.

Taulukko 1. Kaukajärven Ekman-näytteiden pohjaeläimistön tunnuslukuja vuonna 2022.

Näyteasema	Syvyys (m)	Tiheys (yks/m ²)	Biomassa (g/m ²)	Taksoniluku	Chironomidi-indeksi
Kaukajärvi 1	5	2166,7	5,58	24	2,9
Kaukajärvi 2	10,0-10,2	2763,9	6,21	11	3,2
Kaukajärvi 3	15,7	2069,4	4,21	9	3,8
Kaukajärvi 4	20,8	1229,2	4,11	5	2,0

Pohjaeläinlajisto vaihteli voimakkaasti syvyysvyöhykkeittäin. Matalimmalla asemalla, 5 m syvällä asemalla 1 todettiin runsaasti litoraalityöhykkeen lajeja, kuten kaislakorentoja (*Sialis*), vesisiiraja (*Asellus aquaticus*) sekä päivänkorentojen ja vesiperhosten toukkia. Surviaissäskilajisto oli monipuolinen, runsaimpina lajina oli keskivänteisten pohjien tyyppilaji *Polypedilum pullum* sekä monenlaisilla pohjilla viihtyvät *Tanytarsus* ja *Procladius*. Harvasukasmatoja tavattiin hyvin vähän, ainoana sukuna olivat *Limnodrilus* -torvimadot. Chironomidi-indeksin perusteella pohjan ravintetaso oli lievästi rehevä tai keskimääräinen.

Kymmenen metrin syvyydellä (asema 2) lajisto muuttui kohti karummille pohjille tyyppistä, mitä ilmensivät mm. *Lamprodrilus isoporus*- ja *Spirosperma ferox* -harvasukasmadot sekä *Monodiamesa bathypila* ja *Micropsectra* -surviaissäskitoukat. Asemalla 2 tavattiin myös okakatkaa ja valkokatkaa, joista valkokatkan yksilötiheys kohosi varsin korkeaksi (kuva 14). Chironomidi-indeksi ilmensi keskivänteistä pohjaa.

Aseman 3 (syvyys 15 m) lajisto muistutti pitkälti aseman 2 lajistoa. Surviaissäskilajistossa esiintyivät ainoastaan *Protanypus*, *Monodiamesa* ja *Micropsectra*. Näiden lisäksi tavattiin harvasukasmatoja (*L. isoporus*, *S. ferox* ja *Potamothenix/Tubifex*), hernesimpukoita (*Pisidium*) sekä oka- ja valkokatkaa. Chironomidi-indeksi oli asemalla 3 tarkkailuasemien korkein ollen karuille pohjille ominainen.

Asemalla 4 pohjaeläinlajisto muuttui selvästi kohti rehevämille pohjille ominaista. Harvasukasmadoista karumpien pohjien lajit katosivat ja jäljelle jäi ainoastaan rehevähköille pohjille ominainen *Potamothenix/Tubifex*. Surviaissäskilajistoon ilmestyivät rehevien pohjien *Chironomus neocorax* -toukat, joiden lisäksi tavattiin keskivänteisille pohjille ominaista *Sergentia coracina* -lajia. Karumpien pohjien surviaissäskilajeja ei tällä asemalla enää tavattu. Myös reliktiäyriäiset puuttuivat kokonaan asemalta 4, vaikka niitä oli ollut runsaasti asemilla 2 ja 3. Lajistomuutosten seurauksena myös Chironomidi-indeksi laski ja oli asemalla 4 reheville pohjille ominaisella tasolla.

PICM- ja PMA-indeksit osoittivat asemille 2 ja 3 erinomaista tilaa. Aseman 1 tila jäi PMA-indeksin perusteella hyväksi, ja aseman 4 ekologinen tila oli molempien indeksien perusteella hyvä (taulukko 3.2).

Taulukko 2. Kaukajärven Ekman-näytteiden pohjaeläimistön tunnuslukuja vuonna 2022.

Näyteaseman tunnus		Kaukajärvi 1	Kaukajärvi 2	Kaukajärvi 3	Kaukajärvi 4
Näytteenotto syvyys (m)		5	10	15	20
PICM havaittu arvo		2,22	3,84	3,89	1,68
PICM vertailuarvo	(Malli 1)	2,37	2,64	2,64	2,64
PICM luokkarajat	E/Hy	1,90	2,12	2,12	2,12
	Hy/T	1,42	1,59	1,59	1,59
	T/V	0,95	1,06	1,06	1,06
	V/Hu	0,47	0,53	0,53	0,53
Ekologinen luokka PICM		Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Hyvä
PMA havaittu arvo		0,201	0,412	0,304	0,189
PMA vertailuarvo		0,307	0,307	0,307	0,307
PMA luokkarajat	E/Hy	0,237	0,237	0,237	0,237
	Hy/T	0,178	0,178	0,178	0,178
	T/V	0,118	0,118	0,118	0,118
	V/Hu	0,059	0,059	0,059	0,059
Ekologinen luokka PMA		Hyvä	Erinomainen	Erinomainen	Hyvä

Ekman-näytteiden perusteella Kaukajärven pohjan tila on syvyysvyöhykkeestä riippuen karu tai lievästi rehevä. Selvästi karuin pohja todettiin 10 ja 15 metrin näyteasemilla, kun taas 20 metrin asemalla pohjan tila oli pohjaeläimistön perusteella rehevä. Pohjaeläinlajiston selvä muutos viittaa siihen, että Kaukajärven syvänteiden sedimentissä esiintyy ajoittain happiongelmiä. Ekologisen tilan indeksien perusteella pohjan tila oli kuitenkin kaikkialla vähintään hyvä. Tämä pohjaeläin selvitys tarjoaa hyvän vertailukohdan Kaukajärven pohjien tilan seurannalle jatkossa.

3.6 Kaukajärven ravintoverkko

Tässä tutkimuksessa selvitettiin Kaukajärven ulapan ravintoverkon rakennetta. Tutkimuksessa perehdyttiin kalojen tärkeinä ravintokohteina oleviin reliktiäyriäisiin, ulapan kalaston määrään, lajijakaumaan, ravinnonkäyttöön ja kasvuun. Osatutkimusten perusteella saatiin varsin kattava kuva Kaukajärven ulapan ravintoverkon rakenteesta. Toisaalta tulee ottaa huomioon, että järven eläin- ja kasviplankton evät kuuluneet tutkimukseen. Esimerkiksi eläinplanktonin koostumuksella ja kokojakamalla voi olla suurikin merkitys sekä kalojen ravinnon että kasviplanktonin säätelyn kannalta.

3.6.1. Kuore

Kaukajärven ulapan ylivoimainen valtakalalaji on kuore. Tämä vastaa hyvin kalastajien viime vuosikymmeninä tekemiä havaintoja kuoreen runsaudesta.

Kuorekannan tiheys oli kuitenkin melko pieni ja kokojakauma erittäin poikkeuksellinen. Kaksi nuorinta ikäryhmää näyttävät olevan heikkoja. Verkkosaaliin perusteella erityisesti vuosiluokan 2021 kuoreet näyttivät olevan vähissä, koska runsaana esiintyessään näitä, n. 8-9 cm pituisia kuoreita olisi kyllä saatu verkoilla ainakin jokusia yksilöitä. Hellekesä 2021 ei suosinut viileää vettä vaativaa kuoretta ja se saattaa selittää vuosiluokan heikkouden. Kuoreen ikäjakauma herättää kuitenkin kysymyksen siitä, että ovatko heikot vuosiluokat yleisiä Kaukajärven kuorekannassa? Tällä olisi väistämättä suuri vaikutus esimerkiksi ahvenkantaan, koska pienet kuoreet ovat ahvenelle erityisen hyvää ravintoa (ks. seuraava luku).

Kuoreen alhaisen tiheyden ja hyvien ravintovarojen takia sen kasvu on erittäin nopeaa. Reliktiäyriäiset, erityisesti okakatka oli elokuussa 2022 sen suosimaa ravintoa. Reliktiäyriäiset ovat kuoreelle parasta mahdollista ravintoa. Normaalisti kuore syö runsaasti jäännemassiaista, mutta heikohkon kannan (ks. luku 3.6.4) takia sen osuus kuoreen ravinnossa oli vähäinen.

3.6.2. Ahven

Kaukajärven ahvenkannassa vallitsevat pienehköt, alle 17 cm yksilöt (Nieminen 2023). Kaukajärvi on aiemmin tunnettu hyvänä suurahvenjärvenä, mutta tällä hetkellä suurten yksilöiden määrä on vähäinen. Tämä saattaa liittyä kuorekannan tilaan. Pikkuahvenille Kaukajärvi tarjoaa hyvät ravintovarot, pikkupoikasille runsaasti eläinplanktonia ja hieman suurempia reliktiäyriäisiä. Niitä ahvenet joutuvat kuitenkin saalistamaan kasvun kannalta liian viileässä ympäristössä. Jotta ahventen kasvu olisi nopeaa, niiden pitäisi pystyä siirtymään kalaravintoon n. 15 cm pituudessa. Kalaravinnon osuus ahvenen ravinnossa oli elokuussa 2022 kuitenkin hyvin pieni, koska pientä kuoretta ei ollut tarjolla. Ahvenen kasvussa olikin havaittavissa selvä hidastuminen 2-5 vuoden iässä. Kaukajärvellä ahvenen siirtyminen näyttäisi tapahtuvan hieman keskimääräistä myöhemmin. Kalaravintoon siirryttyään ahvenet kasvavat kyllä nopeasti, mikä mahdollistaa yksittäisten suurahventen esiintymisen.

3.6.3. Särki

Kalastajien huoli liikaa runsastuneesta särkikannasta osoittautui verkkokoekalastusten perusteella turhaksi (Nieminen 2023). Särkien yksikkösaalis oli kohtuullisen pieni. Kaukajärven särjet kasvavat hyvin nopeasti, mikä myöskin viittaa alhaiseen tiheyteen. Särjet olivat syöneet elokuussa 2022 pääosin eläinplanktonia, mutta särjet pystyvät hyödyntämään myös muita ravintokohteita tarjonnan mukaan. Reliktiäyriäisten osuus särjen ravinnossa oli kuitenkin hyvin pieni ainakin elokuussa 2022. Kaukajärven särjen kokojakauma on laaja ja suuriakin yksilöitä esiintyy jonkin verran. Ilmeisesti järven hauki- ja ahvenkannat pystyvät säätelämään särjen runsautta niin hyvin, ettei särkikanta ole runsastunut liikaa.

3.6.4. Reliktiäyriäiset

Reliktiäyriäisillä on Kaukajärven ravintoverkossa edelleen suuri merkitys, vaikka niiden runsaudet olivat laskeneet verrattuna vuoteen 2018. Reliktiäyriäisten kannat vaihtelevat voimakkaasti esimerkiksi kalayhteisön koostumuksen ja kesien lämpötilojen mukaan, joten taantuma voi olla myös tilapäinen. Elokuussa 2022 ahvenet olivat syöneet runsaasti jäännemassiaista ja okakatkaa sekä kuoreet okakatkaa. Todennäköisesti ahven ja kuore syövät myös valkokatkaa esimerkiksi viileän veden aikaan. Mitä ilmeisimmin kaikilla kolmella Kaukajärven runsaalla reliktiäyriäisellä (jäännemassainen, okakatka, valkokatka) on ratkaisevan suuri merkitys ahven- ja kuorekannoille. Ilman reliktiäyriäisiä Kaukajärven ahven- ja kuorekannat olisivat heikompia ja kalojen kasvu olisi hitaampi. Sen sijaan särki ei näyttäisi juurikaan käyttävän ravinnokseen reliktiäyriäisiä.

3.7 Kaukajärven kalaston ja reliktiäyriäisten tulevaisuus

Kaukajärven ulapan ravintoverkko on erityisen herkkä muutoksille. Sekä reliktiäyriäiset että kuore vaativat kesäaikaan viileää ja hapekasta vettä. Ilmastomuutoksen myötä yleistyvät hellekesät heikentävät niiden kantoja ja mikäli järven alusveden happitilanne heikkenee esimerkiksi valuma-alueella tehtävien toimien aiheuttaman kuormituksen seurauksena, ovat reliktiäyriäiset ja kuore suuressa vaarassa. Alhaisemmat reliktiäyriäistiheydet verrattuna vuoteen 2018 ja kuoreen nuorimpien vuosiluokkien puuttuminen saattavat jo nyt olla hälytysmerkkejä epäsuotuisasta kehityksestä. Toisaalta niin reliktiäyriäisten kuin kuoreenkin kannat vaihtelevat lukuisista syistä johtuen, joten varmuutta tästä ei vielä ole.

Reliktiäyriäisten ja kuoreen taantuminen tai katoaminen järvestä heikentäisi kalastuksen kohteena olevan ahvenkannan tuotantoa. Myös istutettujen taimenten menestyminen olisi heikompaa, jos kuoretta ei olisi tarjolla. Reliktiäyriäisten vähentyminen heikentäisi istutettujen siikojen ravintotilannetta ja siten kasvua. Voittaja reliktiäyriäisten ja kuoreen taantumisesta olisi särki. Se ei syö reliktiäyriäisiä ja kuoreen vähentyminen tarjoaisi särjelle entistäkin paremmat eläinplanktonresurssit. Lisäksi kuoreen väheneminen vähentäisi petoahventen määrää, mikä alentaisi pikkusärkien kuolevuutta. Särjen voimakas runsastuminen johtaisi voimistuneeseen ravintokilpailuun ahvenen kanssa, mikä heikentäisi ahvenen kasvunopeutta vielä lisää.

Edellä kuvattu kehityskulku, reliktiäyriäisten ja kuoreen taantuminen, ahvenkannan heikkeneminen ja särkikannan voimistuminen olisi haitallista niin kalastuksen kuin järven tilan kannalta. Ahven-, taimen- ja siikasaaliit tippuisivat ja tiheä särkikanta saattaisi aiheuttaa eläinplanktonin saalistuksellaan jopa sinilevien massaesiintymiä.

Kaukajärven valuma-alueen vesiensuojelu on erittäin tärkeässä asemassa järven ravintoverkon toiminnan ja järven hyvän tilan säilymisen kannalta. Kaikessa valuma-alueella tehtävissä rakentamis- ym. toimissa tulisi huolehtia siitä, että järveen ei pääse kuormitusta.

Kuoreen puuttuvien vuosiluokkien ja vähentyneen reliktiäyriäistiheyden takia Kaukajärven ravintoverkon tilaa olisi tarpeellista seurata lähitulevaisuudessa. Tällöin voitaisiin tehdä varmempia päätelmiä siitä, mihin suuntaan järven ravintoverkko on kehittymässä. Mahdollisissa jatkoselvityksissä kannattaa harkita myös eläinplanktonin tutkimista, koska se on hyvin tärkeä tekijä järvien ravintoverkoissa.

KVVY Tutkimus Oy

Tekijät:

Yksikön päällikkö, FT Tommi Malinen

FM Antti Leppänen

mmyo, Mika Vinni

FM Jaana Lahdenniemi

Jakelu

Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön palvelualue, ympäristönsuojeluyksikkö

Viitteet

Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.

Craig R.E. & Forbes S.T. 1969. Design of a sonar for fish counting. Fiskedirektoratets Skrifter Serie Havundersøkelser 15: 210–219.

Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol. 19: 35–58.

Jolly G.M. & Hampton I. 1990. Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. Rapp. P.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer. 189: 415–420.

Jurvelius J. & Heikkinen T. 1988. Seasonal migration of vendace, *Coregonus albula* (L.) in a deep Finnish lake. Finnish Fish. Res. 9: 98–103.

Jurvelius J., Lindem T. & Louhimo T. 1984. The number of pelagic fish in Lake Paasi-
vesi, Finland, monitored by hydroacoustic methods. Fish. Res. 2:273–283.

Jurvelius J., Marjomäki T. J., Hirvonen E., Lija J. & Riikonen R. 2006. Vendace (*Coregonus albula*) stock assessment in winter using a mobile echo-survey under ice. *Boreal Env. Res.* 11: 415–420.

Järvinen, M., Aroviita, J., Hellsten, S., Karjalainen, S. M., Kuoppala, M., Meissner, K. M., Mitikka, S., Mykrä, H. & Vuori, K-M. 2022. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Moniste, versio 18.5.2022.

Malinen, T. 2018. Hydroacoustic fish stock assessment in southern and northern boreal lakes – potential and constraints. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta. 62 s.

Marjomäki T. & Huolila M. 1994. The pelagic fish density of Lake Puulavesi (central Finland) in 1986–1992 monitored by echo sounding. *Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja* 68: 4–36.

Nieminen, M. 2023. Kaukajärven koekalastukset vuonna 2022. Vehmaisten osakunta. Tutkimusraportti.

Olin M. & Malinen T. 2003. Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia* 506: 443–449.

Olin M., Malinen T. & Ruuhijärvi J. 2009. Gillnet catch in estimating the density and structure of fish community – comparison of gillnet and trawl samples in a eutrophic lake. *Fisheries Research* 96: 88–94.

Paasivirta, L. 2000. *Prosilocerus* species in Finland with a new bioindex for lake sediments. Teoksessa: Hoffrichter, O. (toim.). Late 20th Century Research on Chironomidae: an Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae, pp. 599-603.

Rask, M. 1986. The diet and diel feeding activity of perch, *Perca fluviatilis* L., in a small lake in southern Finland. *Ann. Zool. Fenn.* 23: 49-56.

Shotton R. & Bazigos G.P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic surveys. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 184: 34–57.

Westermarck, A., Nieminen, M., Vinni, M. & Malinen, T. 2022. Sotkajärven kalastosit. KVVY Tutkimus. Tutkimusraportti nro 660/22.

Windell, J. T. 1971. Food analysis and rate of digestion – Teoksessa: Ricker, W. E. (toim.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook, s. 197-203.