

Vesijärven ulapan kalayhteisön kehitys vuosina 2009-2024 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella

Tommi Malinen^{1,2}

Mika Vinni³

¹Helsingin yliopisto, Lammin biologinen asema

²KVVY Tutkimus Oy, Tampere

³Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö –koulutusohjelma



Enonselän kesäkuun kaikuluotaus ja koetroolaus päästiin tekemään ihanteellisissa oloissa. Kuva: Mika Vinni

1. Johdanto

Vesijärven Enonselän kalaston seuranta alkoi yli 30 vuotta sitten biomanipulaatiohankkeen yhteydessä. Pahoin rehevöityneen Enonselän kunnostaminen tehotroolauksella alkoi vuonna 1989 ja kesti noin viisi vuotta. Tehokalastusvaiheen aikana kalakantojen kehitystä tutkittiin useilla menetelmillä, mm. populaatioanalyysillä ja kaikuluotauksella (Horppila & Peltonen 1994, Jurvelius & Sammalkorpi 1995, Horppila ym. 1996, Malinen & Peltonen 1996). Seuranta jatkui muutamia vuosia tehotroolauksen päättymisen jälkeen ja kalakanta-arviot osoittivat, että ulapan särkikala- ja kuorebiomassaa oli saatu tuntuvasti vähennettyä (Peltonen ym. 1999a ja b). Samaan aikaan oli onnistuttu palauttamaan Vesijärvelle luontaisesti lisääntyvä kuhakanta (Ruuhijärvi ym. 2005), minkä arveltiin estävän ulapan kalabiomassan kasvua. 1990-loppupuoliskolla Enonselän tila pysyikin useita vuosia parempana kuin aikaisemmin. Vesi oli kirkkaampaa eikä sinilevien massaesiintymiä havaittu (mm. Salonen 2023). Myös ulapan kalaston tila oli hyvä; särkikalat pysyivät loitolla ja joi-nakin vuosina jopa syntyi voimakkaita muikkuvuosiluokkia (Lehtonen ym. 1997).

2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä Enonselän kalastoa seurattiin vuosittaisilla verkko-koekalastuksella (Ruuhijärvi ym. 2005) sekä kaikuluotauksilla ja koetroolauksilla vuosina 2002-2006 (Malinen ym. 2008). Vaikka särkikalat eivät runsastuneet ulapalla, järven tila alkoi vähitellen kehittyä huonompaan suuntaan. Ajoittaiset sinilevien massaesiintymät palasivat ja alusveden kesäaikainen vähähappisuus yleistyi. Tämä johtikin lämpimänä kesänä 2002 kuorekannan romahtamiseen (Ruuhijärvi ym. 2005). Happiongelmien poistamiseksi aloitettiin vuonna 2010 laajamittainen alusveden hapetuskokeilu. Koska hapetuksen oletettiin aiheuttavan hyvin monenlaisia vaikutuksia jär-vessä, hankkeen vaikutuksia seurattiin monipuolisilla tutkimuksilla (esim. Salonen ym. 2020). Verkko-koekalastusten tueksi aloitettiin jälleen ulapan kaikuluotaukset ja koetroolaukset hapetusta edel-tävänä kesänä 2009.

Veden sekoittamisen pelättiin vaikuttavan haitallisesti viileätä vettä vaativiin kaloihin (kuore, muikku, siika), joista etenkin kuoreella tiedettiin olevan tärkeä rooli Enonselän ulapan ravintover-kossa (Peltonen ym. 1996, Ruuhijärvi ym. 2005, Malinen ym. 2008). Kuorekannan taantumisen pe-lättiin vapauttavan ulapan ravintoresursseja särkikalojen käyttöön ja johtavan niiden runsastumi-seen ulapalla, millä olisi todennäköisesti haitallisia vaikutuksia järven tilaan (Horppila & Kairesalo 1990). Lisäksi kuoreen mahdollisen taantumisen pelättiin heikentävän petokalojen ravintotilan-netta ja vaikuttavan negatiivisesti varsinkin kuhanpoikasten kasvuun ja eloonjääntiin. Toisaalta kuo-reen tiedettiin syövän tehokkaasti suurikokoista äyriäiseläinplanktonia, joten suuri kuorekanta saattaisi heikentää eläinplanktoniyhteisön kykyä säädellä kasviplanktonia ja siten aiheuttaa tai voi-mistaa sinilevien massaesiintymiä. Tästä oli havaittu viitteitä myös Enonselällä, kun vuoden 2002 kuorekannan romahdusta seurasi vesikirppujen keskikoon kasvu (Nykänen ym. 2010).

Ulapan kalastoseurannan päämääränä on ollut selvittää kalaston kehitystä kaikuluotauksen ja koe-troolauksen perusteella. Aineistosta on laskettu lajikohtaiset tiheys- ja biomassaestimaatit sekä lisäksi tutkittu ulapan kalalajien vuorovaikutuksia. Tässä raportissa keskitytään vuodesta 2009 alka-neiden, lähes vuosittaisten kaikuluotauksen ja koetroolauksen tuloksiin. Viimeisimmän tutkimus-vuoden (2024) tulokset esitetään yksityiskohtaisemmin. Aineiston perusteella hahmotellaan Enon-selän ulapan kalaston kehitystä tutkimusjakson aikana sekä pohditaan tulevaa kehitystä ja tarvitta-vaa seurantaa.

2. Aineisto ja menetelmät

Vuodesta 2009 alkaen kaikuluotaus ja koetroolaukset on toteutettu kahtena ajankohtana, kesäkerrostuneisuuden alussa ja loppupuolella. Kaikkina ajankohtina Enonselän yli 6 m syvä alue on kaikuluodattu päiväsaikaan samoja, etelä-pohjoinen -suuntaisia linjoja pitkin (ks. kuva 7). Linjoja on 12 ja ne sijaitsivat 500 m välein (esim. Malinen & Vinni 2023). Kaikuluotaukset on tehty kaikkina vuosina SIMRAD EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella (lohkokeilainen ES120-7C -anturi), jonka lähettämän äänen taajuus on 120 kHz ja äänikeilan avautumiskulma 7°.

Kaikuluotausten kanssa on tehty samanaikaiset koetroolaukset lajikoostumuksen, kokojakauman ja kaikuluotaimen pintakatvealueen kalamäärän selvittämiseksi. Lajikoostumuksen selvittämiseen tähtäävät vedot on pyritty tekemään runsaskalaisilla paikoilla/syvyyksillä, koska niiden lajijakamalla on suurin vaikutus kaikuluotausarvioihin. Kunakin kaikuluotauspäivänä on tehty 6-7 tällaista troolivettoa. Lisäksi on tehty satunnaistetuilla paikoilla 1-2 troolivettoa 0-3 metrin syvyydellä kaikuluotaimen pintakatveen kalamäärän arvioimiseksi. Koetroolaukset on toteutuksesta ovat vastanneet Hannu Yläoutinen ja Jyrki Hatanpää samalla troolilla, mitä Vesijärven kalatutkimuksissa on käytetty vuodesta 2003 lähtien. Troolin perän silmäharvuus on 3 mm, joten siihen jäävät varsin pienetkin kalat. Kunkin lajin vetokohtainen saalis on punnittu ja lajikohtaiset yksilömäärät on laskettu joko kaikista kaloista tai satunnaisotoksesta. Kalalajikohtaiset pituusjakaumat on mitattu millimetrin tarkkuudella. Lisäksi kuoreiden kuntoa on arvioitu Fultonin kuntokertoimella (esim. Froese 2006). Vuoden 2024 elokuun kaikuluotausten laskennassa jouduttiin käyttämään poikkeuksellisesti myös Luonnonvarakesksen 21.-22.8.24 tekemien verkkokoekalastusten saaliita (ks. tulosten tarkastelu).

Kaikuluotausaineisto on analysoitu EP500- ja Excel -ohjelmilla. Analysointi on aloitettu 3 m syvyydeltä ja lopetettu 0,5 m ennen pohjaa. Keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa on laskettu kaikuintegrointiin perustuen ja käyttämällä otosyksikköinä kokonaisia kaikuluotauslinjoja. Linjojen kalatiheyden laskentamenetelmät on kuvattu tarkemmin raportissa Malinen ym. (2015). Menetelmiä on myös onnistuneesti käytetty tieteellisissä julkaisuissa (Malinen 2018, Ruuhijärvi ym. 2020). Koko tutkimusalueen keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa sekä niiden varianssit on laskettu linjojen pituuksilla painotettuna keskiarvona (Shotton & Bazigos 1984). Arvioiden 95 % luottamusvälit on laskettu Poisson -jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990).

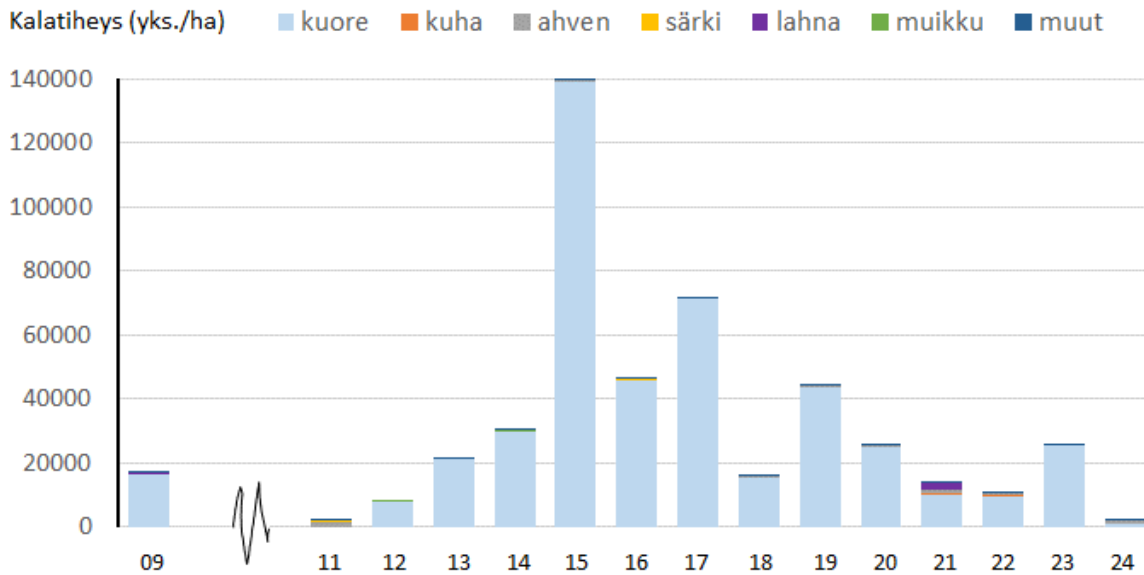
Vuonna 2024 tutkimukset tehtiin 27. kesäkuuta ja 20. elokuuta. Sää oli molemmilla kerroilla heikotuulinen ja olosuhteet otolliset. Elokuun tutkimuskertaa edelsi varsin lämmin jakso ja vähähappisen vesikerroksen yläraja nousi 10 m syvyydelle (Kuoppamäki 2025). Tällä oli selvä vaikutus kalojen vertikaalijakaumaan. Kaikuluotausaineistosta nähtiin, ettei kaloja esiintynyt käytännössä lainkaan yli 12 m syvyydellä. Heikosta happitilanteesta huolimatta kaikuluotausten laskentaa häiritseviä metaanikuplia esiintyi niin vähän, ettei niillä ollut vaikutusta kalakanta-arvioihin.

3. Tulokset

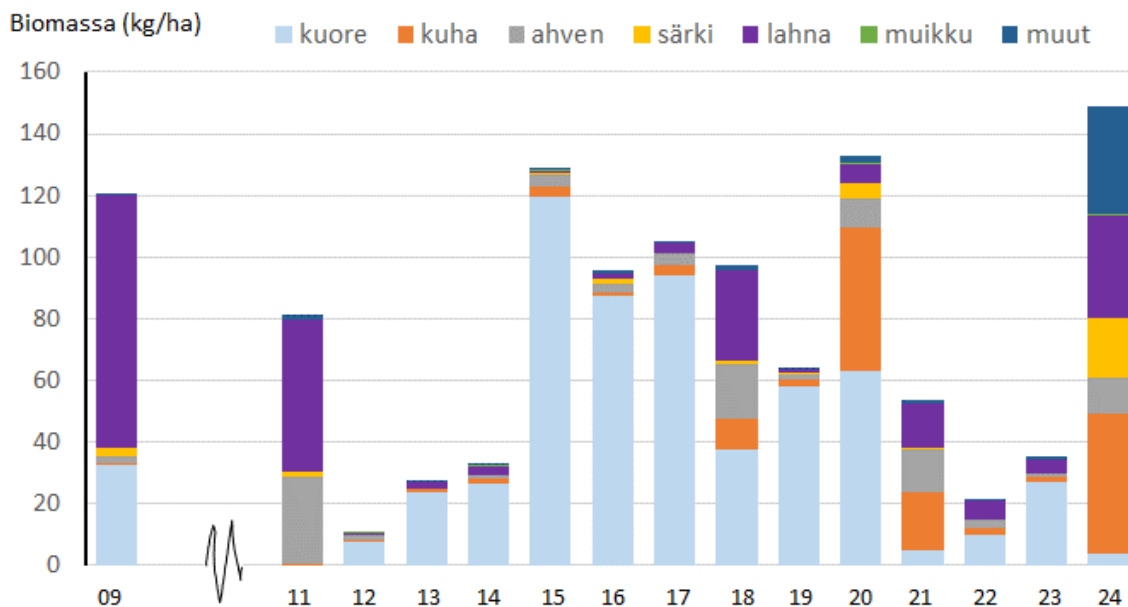
3.1 Kalatiheys, kalabiomassa ja lajijakauma elokuussa

Vuoden 2024 loppukesällä (20. elokuuta) Enonselän yli 6 m syvien ulappa-alueiden kalatiheys oli laskentatavasta riippuen ainoastaan 2000-2200 yks./ha (kuva 1 ja taulukko 1). Elokuun 2024 aineiston laskennassa käytettiin poikkeuksellisesti kahta eri menetelmää, koska vesikerroksen 3-6 m troolisaaliin edustavuus oli kyseenalainen. Tästä virhelähteestä kerrotaan enemmän tulosten tarkastelussa. Vastaavat Enonselän kalabiomassa-arviot olivat peräti 149-178 kg/ha. Näitä lukuja ei voida

pitää kovin realistisina ja myös biomassan yliarviointiin johtaneita syitä pohditaan tulosten tarkastelussa. Kaikuluotaimen pintakatvealueen (0-3 m) kalatiheys oli koetroolauksen perusteella merkityksettömän pieni. Pintavedon saaliina oli ainoastaan yksi hauki. Koska varsinainen syvänealue, jossa troolaukset tehtiin, vaikutti selvästi vähäkalaisemmalta kuin 6-15 m syvä alue ja alueiden lajistot saattavat erota toisistaan paljonkin, laskettiin myös varsinaisen syvänealueen (yli 15 m) kalatiheys- ja biomassa-arviot. Syvänealueen kalatiheysarvio oli 1400-1500 yks./ha ja biomassa-arvio 76-87 kg/ha (kuva 1 ja taulukko 1). Laskentatavasta riippumatta voidaan todeta, että kalatiheyden lasku vuoden 2023 elokuusta on huomattavan suuri ja elokuun 2024 kalatiheys oli koko seurantajakson alhaisimpia.



Kuva 1. Enonselän kalatiheysarviot lajeittain kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna vuosina 2009-2024. Vuoden 2024 arviot laskettu menetelmällä B yli 6 m syvälle alueelle (taulukko 1).



Kuva 2. Enonselän kalabiomassa-arviot lajeittain kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna vuosina 2009-2024. Vuoden 2024 arviot laskettu menetelmällä B yli 6 m syvälle alueelle (taulukko 1). Vuonna 2024 luokka "Muut" koostuu salakasta, pasurista, hauesta ja ankeriaasta.

Taulukko 1. Enonselän kalatiheys ja biomassa-arviot luottamusväleineen eri menetelmillä laskettuna.

Menetelmä	Alue	Arvio	Keskimääräinen kalatiheys tai -biomassa	95 %:n luottamusvälin alaraja	95 %:n luottamusvälin yläraja
A	> 6 m alue	Tiheys	2010	1567	2498
		Biomassa	178	135,4	226,5
A	> 15 m alue	Tiheys	1410	818	2167
		Biomassa	86,5	42,9	145,2
B	> 6 m alue	Tiheys	2180	1694	2716
		Biomassa	149	113,6	189,1
B	> 15 m alue	Tiheys	1470	872	2229
		Biomassa	76,2	33,6	135,9

Yli 6 m syvälle alueelle lasketusta kalatiheydestä oli kuoretta laskentatavasta riippuen 42-47 %. Ahvenen osuus oli 31-35 %, kuhan 4-15 %, särjen 4-15 % ja lahnan n. 5 %. Muikun osuus oli alle 1 %. Kalabiomassasta kuhan osuus oli 31-49 %, särjen 2-13 %, ahvenen 6-8 % ja kuoreen ainoastaan n. 2 %. Muiden lajien (salakka, pasuri, ankerias, hauki) osuus biomassasta oli n. 20 %. Vaikka kuhan osuus tiheydestä oli kohtalaisen suuri, ei ulapan kuhamäärää voida pitää mitenkään poikkeuksellisen suurena Enonselälle. Pikemminkin kysymys oli siitä, että muiden lajien tiheys oli paljon keskimääräistä pienempi. Kuhanpoikasia ulapalla ei juuri ollut - troolisaaliin joukosta löytyi ainoastaan yksi vuosiluokan 2024 kuhanpoikanen (7,1 cm ja 2,3 g). Vanhempien kuhien pituudet vaihtelivat välillä 22-52 cm.

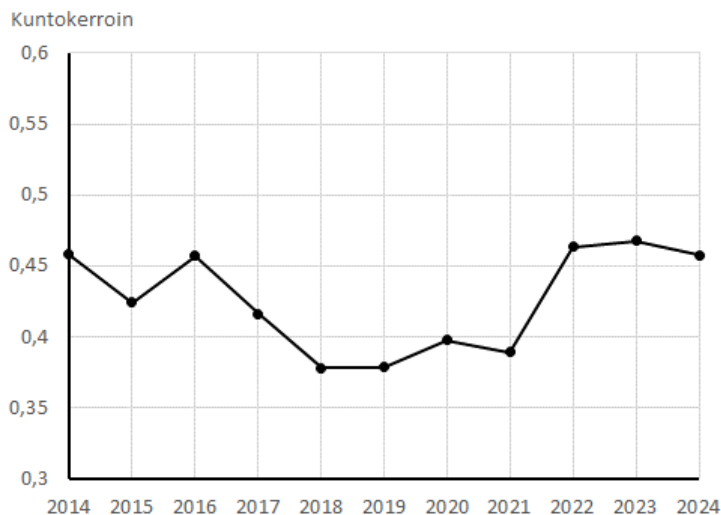
Varsinaiselle syvänteelle eli yli 15 m syvälle alueelle lasketusta kalatiheydestä oli kuoretta noin puolet. Ahvenen osuus oli n. 35 %, särjen n. 5 %, lahnan n. 4 % ja kuhan n. 3 %. Kalabiomassasta kuhan osuus oli laskentatavasta riippuen 28-43 %, lahnan n. 27 %, ahvenen n. 10 % ja särjen 2-9 % ja kuoreen n. 4 %.

3.2 Kalayhteisön koostumus kesäkuussa

Keskikesällä 2024 (27. kesäkuuta) saatiin troolilla aikaisempien vuosien tapaan pinnasta pieniä, pääosin 2-3 cm pituisia kuoreenpoikasia. Niiden runsautta ei kuitenkaan voida arvioida kaikuluotauksella ja koetroolauksella poikasten pienen koon ja pintaan painottuneen esiintymistavan takia. Kesäkuussa 2024 poikasia vaikutti olevan troolisaaliin perusteella kohtalaisen runsaasti. Koska joinakin vuosina (mm. vuonna 2023) poikasten esiintyminen on ulottunut myös syvempiin vesikerroksiin aiheuttaen häiriötä kaikuluotausten analysoinnille, ei tässä raportissa ei esitetä tarkkoja kesäkuun tiheysarvioita. Kesäkuussa 2024 kuoretiheys ja -biomassa olivat joka tapauksessa paljon korkeammat kuin hellejakson jälkeen elokuussa. Troolisaaliin perusteella yli 95 % kaloista oli kuoretta, jotka lähes kaikki olivat vuoden 2023 vuosiluokkaa keskipituudeltaan n. 9,4 cm. Lisäksi esiintyi jonkin verran 16-20 cm pituisia särkiä, 12-20 cm pituisia ahvenia, erikokoisia kuhia ja vuonna 2023 syntyneitä muikunpoikasia pituudeltaan 6-7 cm. Troolisaaliin ja kaikuluotausten perusteella voidaan sanoa, että vuosiluokan 2023 kuoreiden kuolevuus oli todella suurta kesällä 2024.

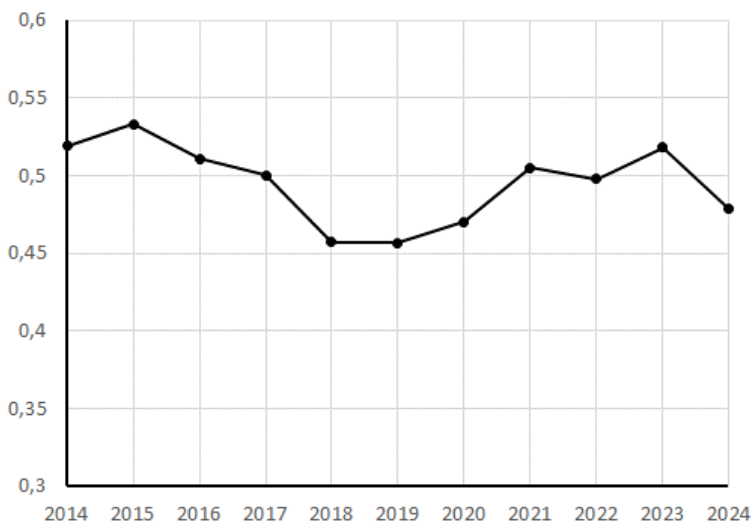
3.3 Kuorekannan tila

Elokuussa 2024 kuorekannan ikäjakauma oli poikkeuksellinen – yksikesäisiä kuoreenpoikasia oli selvästi vähemmän kuin vanhempia kuoreita. Troolisaaliin joukosta löytyi ainoastaan 10 yksikesäistä kuoretta. Nämä yksilöt olivat myös selvästi keskimääräistä pienempiä. Niiden keskipituus oli ainoastaan 39,9 mm kun tavallisesti elokuussa keskipituus sijoittuu 50-60 mm väliin (Malinen & Vinni 2019). Toisaalta niiden kuntokerroin ei ollut mitenkään erityisen pieni (kuva 3). Kuntokerroin saattaa kuitenkin antaa tilanteesta hieman vääristyneen kuvan - on nimittäin mahdollista, että tutkimuspäivänä elossa olivat enää kaikkien elinvoimaisimmat yksilöt.



Kuva 3. 0+ -kuoreiden Fultonin kuntokerroin elokuun loppupuolella vuosina 2014-2024.

Vanhemmista kuoreista oli pituusjakauman perusteella yli 95 % 1-vuotiaita keskipituudeltaan 99,1 mm. Tätä voidaan pitää varsin keskimääräisenä Enonselälle, eli elokuun 20. päivänä hengissä olleet kuoreet olivat kasvaneet kesän aikana nopeasti haastavista happi- ja lämpötilaoloista huolimatta. Sen sijaan kuntokertoimessa näkyy selvä lasku edelliseen vuoteen verrattuna – eli vanhemmat kuoreet olivat hoikempia kuin vuonna 2023 (kuva 4).

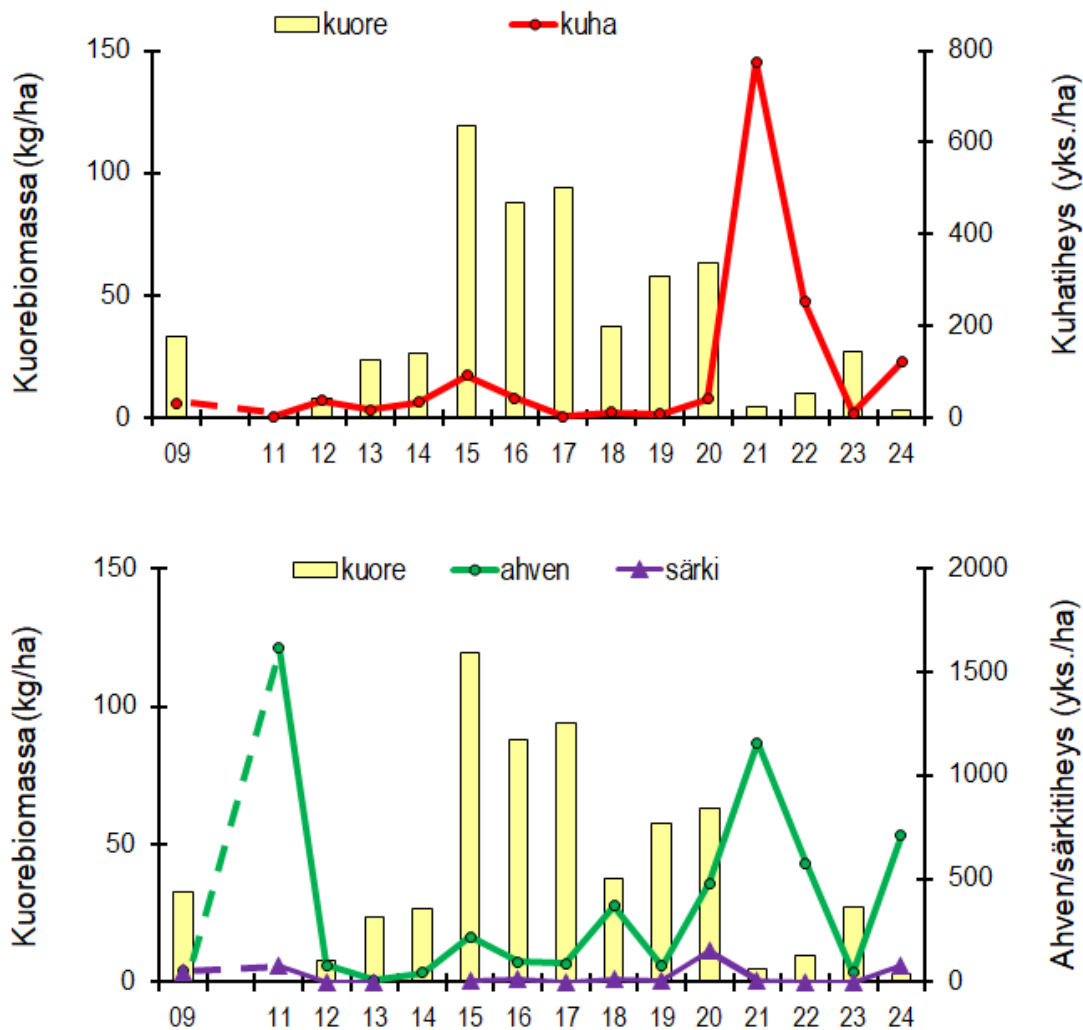


Kuva 4. Vanhempien kuoreiden Fultonin kuntokerroin elokuun loppupuolella vuosina 2014-2024.

3.4 Kuore ja muut lajit

Vuosien 2009-2024 aineisto viittaa siihen, että kuoreen vähentyessä erityisesti ahvenen määrä ulapalla kasvaa (kuva 5). Aineistossa erottuu neljä kuorekannan romahdusta (2010-12, 2018, 2021-2022, 2024) ja kaikilla kerroilla ahventen määrä on lisääntynyt ulapalla. Aineisto viittaa vahvasti siihen, että ensimmäisiä hyötyjiä kuorekannalta ”vapautuneista” eläinplanktonresursseista ovat pienikokoiset ahvenet. Koska kuorekato ei kuitenkaan ole millään kerralla jatkunut muutamaa vuotta pidempään, ei pitkän aikavälin hyötyjälaajista voida varmuudella sanoa mitään.

Kuhanpoikasia oli ulapalla poikkeuksellisen runsaasti vuosien 2021-22 kuorekadon aikaan, mutta muiden kuorekatojen aikaan kuhatiheys on pysynyt alhaisena. Vuoden 2024 kuhatiheys koostui poikkeuksellisesti lähes pelkästään suuremmista kuhista, jotka olivat todennäköisesti kerääntyneet ulapalle syömään helposti saatavilla olevia, haastavien olosuhteiden stressaamia kuoreita. Toistaiseksi ulapan särkitiheys ei ole merkittävästi kasvanut kuorekatojen aikaan. Myöskään muiden särkikalajien tiheydet eivät ole kasvaneet, lukuun ottamatta pienten lahnojen runsastumista ulapalla elokuussa 2021. Tuolloin havaittiin ulapalla melko runsaasti 0+ -ikäisiä lahanpoikasia (keskipituus n. 59 mm, Malinen & Vinni 2023).



Kuva 5. Enonselän ulappa-alueen kuhatiheyden (yläkuva) sekä ahven- ja särkitiheyden (alakuva) kehitys suhteessa kuorebiomassaan vuosien 2009-2024 elokuussa. Vuoden 2024 arviot laskettu vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi menetelmällä A yli 6 m syville alueille.

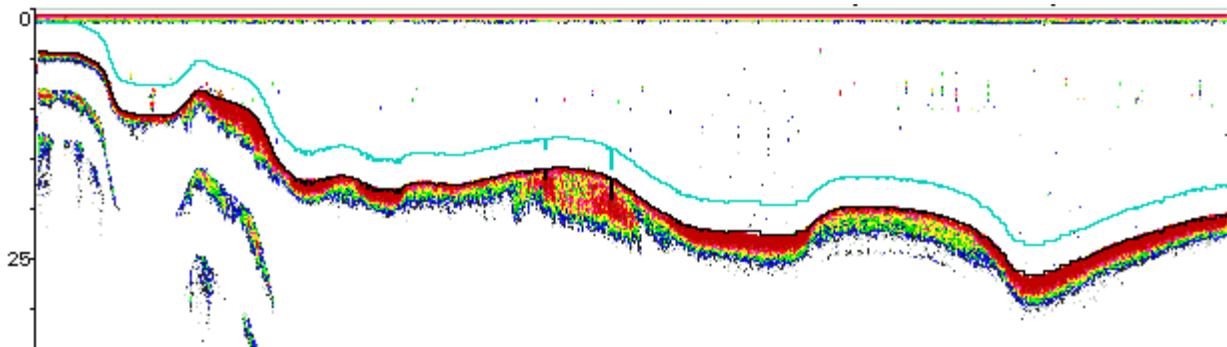
3.5 Muikkukannan tila

Vuonna 2024 myös muikkukanta kärsi alusveden vähähappisuuden ja päällysveden korkean lämpötilan yhdistelmästä. Vielä kesäkuussa muikunpoikasia saatiin jonkin verran troolilla, mutta elokuussa niiden tiheysarvio oli hyvin alhainen (< 20 yks./ha). Elokuun troolisaaliin joukosta löydettiin vain kaksi muikkua, 18 cm ja 10 cm pituiset yksilöt. Vaikka Enonselän muikun emokanta on erittäin pieni, saattaa muikku kuitenkin suuren lisääntymispotentiaalinsa ansiosta runsastua muutamassa vuodessa, mikäli ympäristöolosuhteet ovat otolliset.

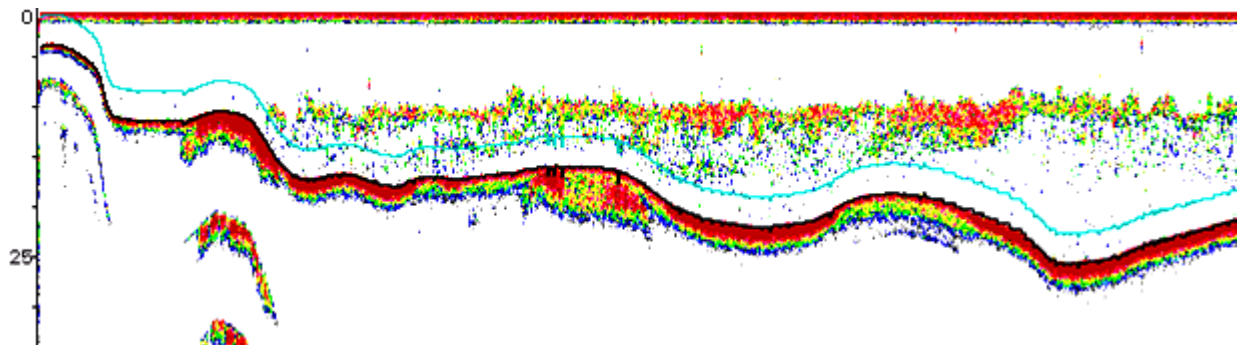
3.6 Muuta kaikuluotauksen kertomaa

Elokuun 2024 kalatiheys oli niin alhainen, että muutos edelliseen vuoteen havaittiin heti ensimmäisiä linjoja kaikuluodatessa. Ero kuoreen huipputiheysvuoteen 2015 onkin helposti havaittavissa jo pelkistä kaikuluotauksuvista (kuva 6). Elokuussa 2024 kalojen esiintyminen rajautui ylimpään 12 metriin ja syvemmällä esiintyi ainoastaan muutamia yksittäisiä kaloja ja metaanikuplia. Tutkimuspäivänä happipitoisuus oli 11 m syvyydellä 1,0 mg/l ja 12 m syvyydellä 0,6 mg/l. Elokuussa 2024 kalojen horisontaaliesiintyminen oli Enonselälle varsin poikkeuksellista (luku 4.2 ja kuva 6).

Elokuu 2024



Elokuu 2015



Kuva 6. Kaikuluotaukset samalta linjalta Lankiluodon syvänteeltä kuorekadon aikaan 20.8.2024 (yläkuva) ja runsaimman kuorekannan aikaan 21.8.2015 (alakuva).

4. Tulosten tarkastelu

4.1 Enonselän ulapan kalayhteisön kehitys

Lämmin kesä 2024 johti jälleen alusveden happiongelmiin, mikä yhdistettynä päällysveden lämmi- myyteen (Kuoppamäki 2025) johti Enonselän kuorekannan romahtamiseen. Tämän seurauksena ula- pan kalamäärä oli elokuun 20. päivänä poikkeuksellisen alhainen. Ulapan ahventiheys oli keskimää- räistä suurempi, mutta muut lajit eivät olleet runsastuneet. Enonselän ulapan kalayhteisön suotuisa toipumiskehitys hellekesän 2021 vaikutuksista siis päättyi äkillisesti. Romahtamisesta huolimatta kuoreen emokanta vaikuttaisi olevan kuitenkin riittävän suuri vähintäänkin kohtalaisen vuosiluokan muodostamiseen vuonna 2025, mikäli ympäristöolosuhteet ovat sopivat. Nähtäväksi jää, alkaako kuorekannan vähittäinen toipuminen jälleen vai tapahtuuko kalayhteisössä pysyvämpiä muutoksia.

Vuodesta 2009 alkaneen seurannan perusteella Enonselän ulapan kalayhteisön ylivoimaisen valtala- jin, kuoreen, kannan heilahtelu on vaikuttanut monin tavoin järven ravintoverkon toimintaan (mm. Ruuhijärvi ym. 2020, Malinen & Vinni 2023, Kuoppamäki 2025). Kuorekanta muuttui hapetusjakson (2010-2017) aikana varsin yllätyksellisesti ja hapetusjakson jälkeiseen aikaan osuu jo kolme kannan romahtamista (2018, 2021 ja 2024) ja niiden väliset, vähittäisen toipumisen jaksot. Ydinkysymys on se, että mikä tai mitkä kalalajit tulevat hyötymään kuorekannan romahtamisen myötä ”vapautuvista” eläinplanktonresursseista. Seuranta-aineisto viittaa siihen, että lyhytaikaisissa kuorekadoissa hyöty- jiä ovat ensisijaisesti pienet ahvenet ja ajoittain myös kuhanpoikaset. Sitä voidaan pitää positiivisena asiana, etteivät särkikalat juuri ole runsastuneet kuorekatojen seurauksena. Kuoreen korvautuminen esimerkiksi särjellä olisi todennäköisesti järven tilan kannalta haitallinen vaihtoehto (esim. Ruuhijärvi ym. 2020). Särkikalajien runsastumista ulapalla ovat varmasti osaltaan estäneet säännöllinen hoito- kalastus sekä Enonselän hyvät kuha- ja ahvenkannat. Näin ollen paluu 1980-luvulla vallinneeseen tilanteeseen, jolloin ulapan särkibiomassa oli suuri, vaikuttaa melko epätodennäköiseltä. Toisaalta on vaikea ennustaa, mitä tapahtuu, jos esimerkiksi muutaman lämpimän kesän seurauksena kuore taantuu pidemmäksi aikaa ja samaan aikaan muodostuu runsaita särkikalavuosisluokkia.

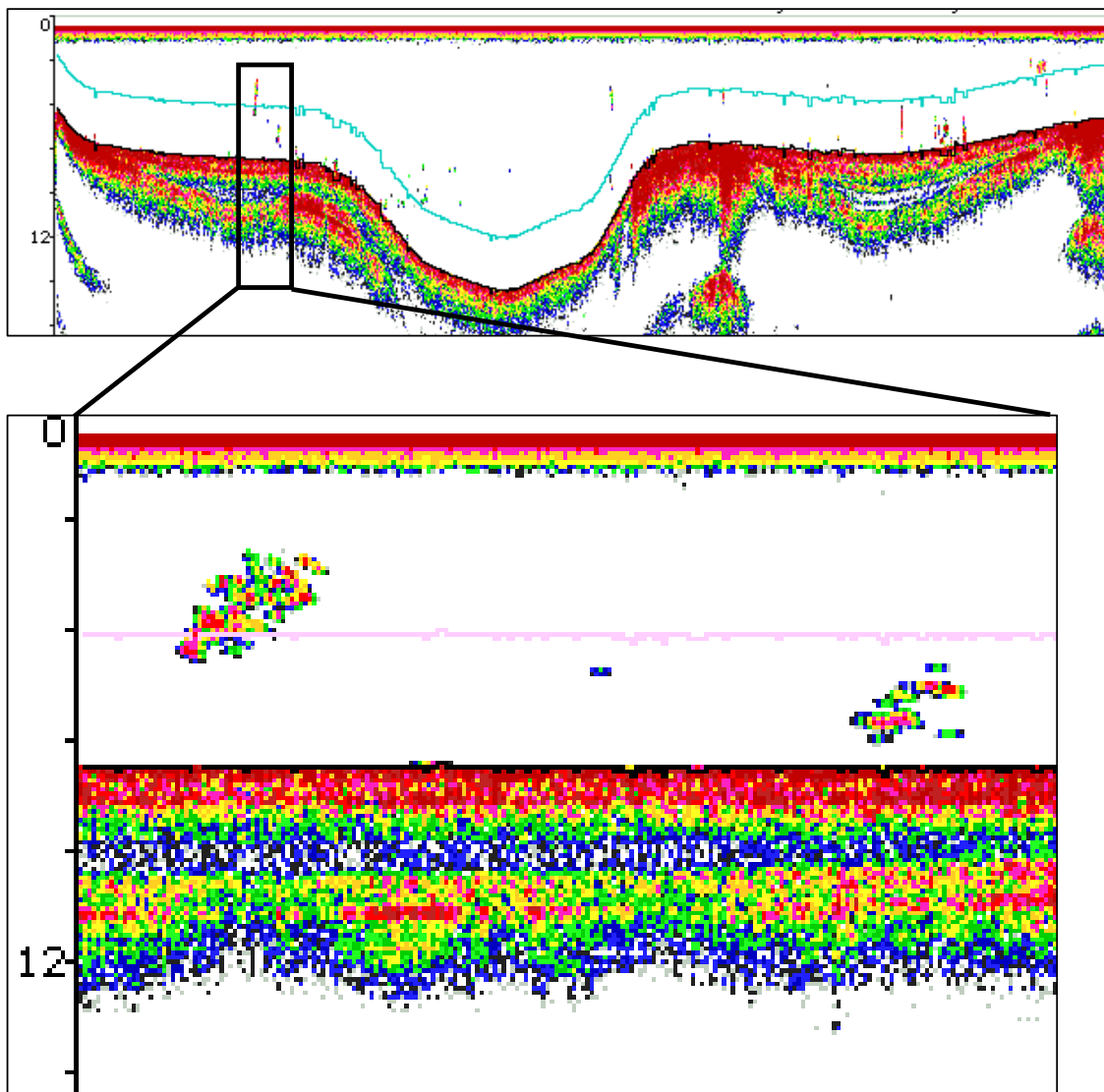
Ulapan kuore- ja ahventiheyden käänteinen riippuvuus vaikuttaa selvältä, mutta on kuitenkin poh- jimmiltaan monimutkainen. Seuranta-aineiston perusteella nimenomaan ahvenkalojen poikaset hyö- tyvät kuoreelta vapautuneista eläinplanktonresursseista. Mutta suurempien kuhien ja ahventen kan- nalta tilanne on aivan toinen. Kuore on niiden tärkeä ravintokala. Kuhat ja ahvenet pystyvät toki siir- tymään hyödyntämään muita ravintokaloja, mutta Enonselän laajan ulappa-alueen kuorekannan täy- tyy olla hyvin merkittävässä roolissa näiden petokalakantojen tuotannossa. Tällöin pidempään kes- tävä kuorekato laskisi arvokkaiden ahven- ja kuhakantojen saaliita. Lisäksi se saattaisi heikentää näi- den petokalakantojen kykyä estää esimerkiksi särjen runsastumista ulapalla.

4.2 Vuoden 2024 arvioiden luotettavuudesta

Elokuussa 2024 kalojen horisontaalijakauma oli Enonselälle hyvin poikkeuksellinen, eniten kalaparvia havaittiin 6-10 m syvillä alueilla (kuva 7) eikä varsinaisella syvännealueella kuten yleensä (esim. kuva 6). Tästä aiheutui merkittävää epävarmuutta kalakanta-arvioihin, koska lajijakauman selvittämiseen tähtääviä troolivetoja oli mahdollista tehdä vain syvännealueella. Kalaparvien muodon ja yksittäisinä havaittujen kalojen kohdevoimakkuusjakauman perusteella vaikuttaa ilmeiseltä, että parvet koostui- vat lähinnä särjistä ja ahvenista. Näitä parvia ei osunut trooliin, joko sen takia että troolia vedettiin lähinnä syvimmällä alueella, tai sen takia että särki- ja ahvenparvet pystyivät väistämään suhteellisen hitaasti liikkuvaa pikkutroolia. Joka tapauksessa trooliin joutuneet yksittäiset kuhat vääristivät arvi- oita lajijakaumasta ja etenkin lajikohtaisista biomassoista. Kalabiomassa-arvio oli Enonselällä aiem- min käytetyllä laskentamenetelmällä 178 kg/ha (taulukko 1, A >6 m alueet) ja kuhabiomassa 88

kg/ha, mitkä eivät missään nimessä voi pitää paikkansa. Tämän takia laskettiin arviot myös Luonnonvarakeskuksen 21.-22.8.24 toteuttamien verkkokoekalastusten lajijakauman perusteella (ulapan pintaverkot). Tällä laskentamenetelmällä kalabiomassa-arvio ja kuhan osuus biomassasta laskivat jonkin verran. Ongelmana kuitenkin on, että verkot olivat pyynnissä yön yli ja kaikuluotaukset tehtiin päivällä. Nordic-verkko ei myöskään pyydä tehokkaasti kovin pieniä kaloja ja ahvenen pyydystettävyys on paljon parempi kuin särkikaloiden. Näin ollen tätäkään arviota ei voida pitää kovin luotettavana.

Yllämainittu virhelähde koskee lähinnä ylintä, 3-6 m vesikerrosta ja sitä on esiintynyt myös aikaisempina vuosina. Elokuussa 2024 tilanne oli kuitenkin tässä suhteessa poikkeuksellisen hankala. Jatkossa tähän virhelähteeseen tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota. Vesikerroksen kalaparvista tulisi ensisijaisesti pyrkiä saamaan edustava näyte troolilla. Mikäli tähän ei keksitä toimivaa menetelmää, voidaan harkita esimerkiksi kaikuluotauspäivän aikana tehtävää verkkokoekalastusta paikoilla, joissa kalaparvia havaitaan runsaasti. Vuoden 2024 keskeisimpiin tuloksiin – kuorekannan romahtamiseen ja ulapan poikkeuksellisen alhaiseen kalatiheyteen tällä virhelähteellä ei kuitenkaan ole käytännössä vaikutusta.



Kuva 7. Esimerkki kalaparvien esiintymisestä 20.8.2024. Yläkuvasta havaitaan, että valtaosa kalaparvista sijoittuu varsinaisen syvänealueen ulkopuolelle. Alakuvassa, joka on suurennos yläkuvan alkuosalta, nähdään että kalaparvien muoto viittaa ahven ja/tai särkiparviin.

4.3 Päätelmät ja jatkosuositukset

Seuranta-aineiston perusteella voidaan esittää ennustuksena, että alati vaihtelevat ympäristöolosuhteet tulevat aiheuttamaan jatkossakin muutoksia Enonselän kalayhteisöön. Kalasto tuskin tulee lähi-vuosikymmeninä saavuttamaan minkäänlaista tasapainotilaa. Vähintäänkin silloin tällöin toteutuvat hellekesät tulevat aiheuttamaan kuorekannan romahtamisia, millä on ainakin tilapäisiä vaikutuksia muihin kalalajeihin. Enonselän hyvät petokalakannat estänevät jatkossa kuorekannan kehittymisen ylitieäksi, jolloin kuorekanta ei enää voimistaisi sinilevien massaesiintymiä. Muutamien, perätysten sattuvien lämpimien kesien vaikutukset ravintoverkkoon jäävät kuitenkin toistaiseksi arvailujen varaan. Joka tapauksessa ulapan kalaston seuranta on aivan ratkaisevassa asemassa Enonselän ravintoverkon toiminnan ymmärtämisessä. Ilman tietoa ulapan kalayhteisön tilanteesta ei voida selvittää järven tilassa mahdollisesti tapahtuvien muutosten syitä. Koska Enonselän ulapan kalastorakennetta ei voida luotettavasti selvittää verkkokoekalastuksilla kuoreen heikon pyydystettävyyden takia, samanaikainen kaikuluotaus ja koetroolaukset ovat edelleen hyvin tärkeitä menetelmiä järven seurannassa. Kuorekannan nopeiden vaihteluiden takia kaikuluotaus ja koetroolaukset tulisi tehdä jatkossakin vuosittain.

Lähdeluettelo

- Froese, R. 2006: Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol. 22: 241-253.
- Horppila, J. & Kairesalo, T. 1990: A fading recovery: the role of roach (*Rutilus rutilus* L.) in maintaining high phytoplankton productivity and biomass in Lake Vesijärvi, southern Finland. Hydrobiologia 200/201: 153-165.
- Horppila, J., Malinen, T. & Peltonen, H. 1996: Density and habitat shifts of a roach (*Rutilus rutilus*) stock assessed within one season by cohort analysis, depletion methods and echosounding. Fish. Res. 28: 151-161.
- Horppila, J. & Peltonen, H. 1994: The fate of a roach *Rutilus rutilus* stock under an extremely strong fishing pressure and its predicted development after the cessation of mass removal. J. Fish Biol. 45: 777-786.
- 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. & Sammalkorpi, I. 1995: Hydroacoustic monitoring of the distribution, density and the mass-removal of pelagic fish in a eutrophic lake. Hydrobiologia 316: 33-41.
- Kuoppamäki, K. 2025. Vesijärven Enonselän ulapan eläinplankton ja vedenlaatu vuonna 2024 sekä pitkällä aikavälillä. KVVY ry. Tutkimusraportti nro 2025/93.
- Lehtonen, H., Kairesalo, T., Horppila, J., Malinen, T., Nyberg, K., Peltonen, H & Ruuhijärvi, J. 1997: Kalakantojen pysyvyys viisivuotisen tehokalastuksen jälkeen. Maa- ja metsätalousministeriön yhteistutkimushanke 30992717. Loppuraportti. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 49 s.
- Malinen, T. 2018. Hydroacoustic fish stock assessment in southern and northern boreal lakes – potential and constraints. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden tiedekunta. 62 s.
- Malinen, T., Tuomaala, A., Antti-Poika, P. & Salonen, M. 2008: Vesijärven Enonselän ulappa-alueen kalayhteisön kehitys vuosina 2002-2006. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristöekologian laitos sekä bio- ja ympäristötieteiden laitos. 16 s.
- Malinen, T. & Peltonen, H. 1996: Optimal sampling and traditional versus model-based data analysis in acoustic fish stock assessment in Lake Vesijärvi. Fish. Res. 26: 295-308.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2016: Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisö kesällä 2016. Tutkimusraportti. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö ja Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 16 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2019: Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisön kehitys vuosina 2017 ja 2018. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto. 14 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2023: Vesijärven ulapan kalayhteisö vuosina 2009-2023. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto ja KVVY Tutkimus Oy. 12 s.

- Malinen, T., Vinni, M., Ruuhijärvi, J. & Ala-Opas, P. 2015: Vesijärven Enonselän ravintoverkkotutkimuksen kalatutkimukset vuosina 2009-2014. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos ja Luonnonvarakeskus, Luonnonvarat ja biotuotanto. 35 s.
- Nykänen, M., Malinen, T., Vakkilainen, K., Liukkonen, M. & Kairesalo, T. 2010: Cladoceran community responses to biomanipulation and reoligotrophication in Lake Vesijärvi, Finland, inferred from cladoceran remains in annually laminated sediment. *Freshwat. Biol.* 55: 1164-1181.
- Peltonen, H. & Ruuhijärvi, J. 1996: Diet and prey selection of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L)) in Lake Vesijärvi analysed with a logit model. *Ann. Zool. Fennici* 33: 481-487.
- Peltonen, H., Ruuhijärvi, J., Malinen, T. & Horppila, J. 1999(a): Estimation of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) and smelt (*Osmerus eperlanus* (L.)) stocks with virtual population analysis, hydroacoustics and gillnet CPUE. *Fish. Res.* 44: 25-36.
- Peltonen, H., Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Horppila, J., Olin, M. & Keto, J. 1999(b): The effects of food-web management on fish assemblage dynamics in a north temperate lake. *J. Fish Biol.* 55: 54-67.
- Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Ala-Opas, P. & Tuomaala, A. 2005: Fish stocks of Lake Vesijärvi: from nuisance to flourishing fishery in 15 years. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 29: 384-389.
- Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Kuoppamäki, K., Ala-Opas, P. & Vinni, M. 2020: Responses of food web to hypolimnetic aeration in Lake Vesijärvi. *Hydrobiologia* 847: 4503-4523.
- Salonen, K., Vuorio, K., Ketola, M., Keto, J. & Malin, I. 2023: Development of phytoplankton of Lake Vesijärvi during recovery from eutrophication. *Hydrobiologia* 850: 947-966.
- 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.