Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2021

Tutkimusraportti

27.4.2022

Tommi Malinen ja Mika Vinni

Helsingin yliopisto, Lammin Biologinen asema ja KVVY Tutkimus Oy

Näkymä tutkimusalueelle, Tuusulanjärven ulapalle dronesta käsin. Kuva on otettu etelään päin Järvenpään Vanhankylänniemeltä. Kuva: Mika Vinni.

Tiivistelmä

Tuusulanjärven ulapan kalatiheyttä, -biomassaa ja lajikoostumusta on arvioitu kaikuluotauksella ja koetroolauksella jo noin 20 vuotta. Seuranta jatkui vuosina 2020 ja 2021 samoilla menetelmillä kuin aiemmin.

Tuusulanjärven ulapan kalatiheys- ja biomassa laskivat selvästi kahden vuoden aikana. Syyskuun alussa 2021 tiheys oli enää n. 8500 yks./ha ja biomassa n. 62 kg/ha. Vähenemä johtui kuorekannan romahduksesta. Kannan koko oli vielä kesällä 2019 yli 8 miljoonaa yksilöä, mutta syyskuussa 2021 enää n. 0,03 miljoonaa yksilöä. Kanta on nyt heikompi kuin kertaakaan tällä vuosituhannella ja kuorekanta saattaa jopa kadota järvestä.

Kuhanpoikastiheys palautui muutaman heikomman vuoden jälkeen normaalille tasolle ja se oli syyskuussa 2021 peräti ulapan runsain kalalaji. Koska myös kuhanpoikasten keskipaino oli hyvä (2,0 g), vuosiluokasta 2021 tulee todennäköisesti voimakas. Kuitenkin heikkojen vuosiluokkien 2017-2019 takia lähivuosina kuhasaaliit saattavat olla keskimääräistä pienempiä. Ahvenenpoikasia oli ulapalla vuonna 2020 erittäin vähän ja myöskin vuonna 2021 niiden määrä oli vähäinen lämpimästä kesästä huolimatta. Särkikalojen tiheys oli molempina vuosina alhainen.

Syyskuun alussa 2021 kaikuluotaimella havaittiin syvännealueella pohjan tuntumassa runsaasti pieniä kohteita, jotka olivat todennäköisesti sulkasääsken toukkia. Sulkasääskikannan voimistuminen saattaisi johtua kuorekannan romahduksesta, koska kuore käyttää niitä ravinnokseen paljon tehokkaammin kuin muut kalalajit. Sulkasääsken runsastuminen saattaa suurentaa sinilevien massaesiintymien riskiä, koska toukat ovat tehokkaita eläinplanktoninsyöjiä.

Lähivuosina Tuusulanjärven kalaston seuraaminen on erityisen tärkeää, koska kuoreen mahdollisella katoamisella olisi suuri merkitys järven ravintoverkossa. Näin ollen se on hyvin merkittävä asia myös järven kunnostamisen kannalta. Kuorekannan katoaminen tai taantuminen pidemmäksi aikaa voisi aiheuttaa ulapalta vapautuneen elintilan täyttymisen jollain särkikalalajilla, kuhien ravintovarojen heikkenemisen ja sulkasääsken toukkien runsastumisen, joilla kaikilla saattaisi olla negatiivinen vaikutus järven tilaan. Lisäksi kuhan ravintotilanteen heikkenemisellä voisi olla negatiivinen vaikutus kalansaaliisiin. Toisaalta järvien ravintoverkot ovat monimutkaisia, ja täysin arvaamattomiakin vaikutuksia saattaa ilmetä. Jos järven ravintoverkon toimintaa ei pystytä seuraamaan, jäävät järven tilassa tapahtuvien muutosten syyt arvailujen varaan. Tällöin kunnostustoimien vaikutusten arviointi ja toimien suunnittelu vaikeutuisivat huomattavasti.

Sisällysluettelo

1. Johdanto……3
2. Aineisto ja menetelmät……3
3. Tulokset……4
    3.1 Ulapan kalatiheys ja biomassa……4
    3.2 Kalalajijakauma……4
    3.3 Kuorekannan tila……7
    3.4 Kuhanpoikaset……8
    3.5 Muuta kaikuluotauksen kertomaa……10
4. Tulosten tarkastelu……11
Lähdeluettelo……12

1. Johdanto

Tuusulanjärven kalastoa on tutkittu koko järven kunnostushankkeen ajan, vuodesta 1997 lähtien (Hietala 2017). Järveen kohdistuneet kunnostustoimenpiteet, hoitokalastus ja hapetus, ovat vaikuttaneet paljon järven kalakantoihin. Tehokalastus harvensi alkuvaiheessa tuntuvasti kalakantoja, mutta kalojen runsas poikastuotanto ja parantunut kasvu kumosivat muutamassa vuodessa kalastuksen vaikutuksen (Malinen ym. 2017, Ruuhijärvi ym. 2017). Hoitokalastuksen ansiosta järven kalasto on kuitenkin huomattavasti nuorentunut. Aikaisemmin kalabiomassa koostui pääasiassa keskikokoisista ja iäkkäistä särkikaloista, mutta nykyään ulapalla vallitsevat yksikesäiset kalanpoikaset. Sekoitushapetus on heikentänyt viileätä vettä vaativien vanhempien kuoreiden elinmahdollisuuksia, minkä seurauksena kuorekannan runsaudenvaihtelu on voimistunut merkittävästi. Nykyinen kalasto on herkkä ympäristöolojen vaikutukselle ja kesän lämpötila vaikuttaa ulapan kalatiheyteen ja lajikoostumukseen. Joinakin kesinä ulapan kuorekanta on ravintoresursseihin nähden ylitiheä, kun taas joinakin kesinä ulapalla vallitsevat pienet särkikalat tai kuhanpoikaset. Suuri vuosittainen vaihtelu kalayhteisön koostumuksessa johtaa väistämättä siihen, että ulapan ravintoverkon toiminta vaihtelee paljon vuodesta toiseen. Kesinä, jolloin ulapan kalatiheys on suuri, on eläinplanktonyhteisön kyky säädellä sinileväkukintoja heikompi kuin alhaisen kalatiheyden kesinä. (Kuoppamäki 2020, Malinen & Vinni 2019a).

Tuusulanjärven kalaston seuranta on tarpeellista, jotta voitaisiin ymmärtää järven tilassa tapahtuvia muutoksia kunnostushankkeen edetessä. Toimenpiteiden suuntaamisen kannalta on esimerkiksi tärkeää selvittää, johtuuko jonkin kesän voimakas sinileväkukinta mahdollisesti ravintoverkossa tapahtuneista muutoksista vai onko syytä etsittävä muualta, kuten järven ulkoisesta tai sisäisestä kuormituksesta. Kalaston seuranta myös mahdollistaa kunnostustoimenpiteiden sovittamisen sellaisiksi, että pahimmat uhkakuvat voidaan välttää. Esimerkiksi särkikalojen mahdolliseen runsastumiseen ulapalla voidaan vastata tehostamalla hoitokalastusta.

Tuusulanjärven ulapan kalastoa on seurattu vuosittain elo-syyskuussa tehtävillä kaikuluotauksilla ja koetroolauksilla (Malinen & Vinni 2020). Lisäksi Luonnonvarakeskus seuraa verkkokoekalastuksilla kalaston kehitystä kolmen vuoden välein (Ruuhijärvi ym. 2017). Tässä raportissa esitetään tulokset vuosina 2020 ja 2021 tehdyistä kaikuluotauksista ja koetroolauksista, joiden päämääränä oli arvioida ulappa-alueen kalatiheys ja -biomassa sekä lajikoostumus. Lisäksi selvitetään vuosien 1997-2021 aineiston perusteella Tuusulanjärven kalaston kehitystä kunnostushankkeen aikana. Yksityiskohtaisemmin käsitellään järven arvokkaimman kalalajin, kuhan, poikastuotantoa ja ravintoverkon avainlajin, kuoreen, kannan kehitystä. Tulosten perusteella hahmotellaan myös Tuusulanjärven ulapan ravintoverkon toiminnassa tapahtuneita muutoksia.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Kaikuluotaus ja koetroolaus

Vuonna 2020 kaikuluotaus ja koetroolaus tehtiin 28. elokuuta ja vuonna 2021 6. syyskuuta. Kaikuluotaus tehtiin päiväsaikaan samoja, yhdensuuntaisia ja 200 m välein sijaitsevia linjoja pitkin kuin aiemmin (Malinen 2017). Kalalajijakauman määrittämiseksi vedettiin neljä troolivetoa runsaskalaisilta paikoilta ja syvyyksiltä. Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalamäärän arviointia varten vedettiin kaksi troolivetoa 0-2 m syvyydeltä satunnaisesti valituilla paikoilla. Kaikuluotaukset tehtiin SIMRAD EY-500 -kaikuluotaimella, joka oli varustettu lohkokeilaisella ES120-7C -anturilla (äänen taajuus 120 kHz ja äänikeilan avautumiskulma 7^{o}). Koetroolauksissa käytettiin pientä paritroolia, jonka suuaukon korkeus oli 2 m, leveys 8 m ja perän silmäharvuus 3 mm.

Kaikuluotausaineisto analysoitiin EP500-ohjelmalla käyttäen s_v-kynnysarvoa -60 dB. Kalamääräarviot laskettiin sekä yli 5 m syville että 3-5 m syville alueille. Yli 5 m syvien alueen kalatiheys laskettiin siten, että yhden otosyksikön muodosti yhden kaikuluotauslinjan yli 5 m syvä alue. Vastaavasti kalatiheys 3-5 m syville alueille

laskettiin käyttämällä otosyksikköinä niitä linjojen osia, joissa syvyys oli 3-5 m. Yleensä yhdestä kaikuluotauslinjasta tuli näitä otosyksikköjä kaksi kappaletta (linjan alku- ja loppuosa). Otosyksikön kalatiheys laskettiin kuten aikaisemminkin Tuusulanjärven kaikuluotausseurannassa (Malinen 2017). Tutkimusalueen keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa sekä niiden varianssit laskettiin otosyksikköjen pituuksilla painotettuna (Shotton & Bazigos 1984). Kalatiheyden ja -biomassan 95 % luottamusvälit laskettiin Poisson -jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990). Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalatiheydet ja -biomassat hehtaaria kohti laskettiin ns. pyyhkäisyestimaattina (Marjomäki & Huolila 1995) pintatroolivetojen perusteella.

Koetroolisaaliista määritettiin kalalajijakauma sekä mitattiin lajikohtaiset pituus- ja painojakaumat. Yksikesäiset kuoreet ja kuhat erotettiin vanhemmista kaloista pääasiassa pituusjakauman perusteella, mutta suurimpien kuhanpoikasten ikä varmistettiin suomusta. Kuoreen tiheyden ja keskikoon sekä kuhanpoikasten keskikoon riippuvuutta lämpötilasta tutkittiin regressioanalyysillä vuosien 2004-2021 aineistoista. Kuhanpoikasilla selittävänä muuttujana käytettiin lämpösummaa, joka laskettiin Helsinki-Vantaan lentoaseman vuorokauden keskilämpötilojen summana kesäkuun alusta troolauspäivään asti. Tämä yksinkertainen lähestymistapa on perusteltavissa lämpötilan suoraviivaisella vaikutuksella kuhanpoikasiin. Lämpötilan kasvaessa kasvu nopeutuu, eikä Suomessa tavata kuhanpoikasille liian korkeita lämpötiloja. Sen sijaan kuoreella lämpötilan vaikutus on mutkikkaampi. Viileässä vedessä kuoreen kasvu kiihtyy lämpötilan noustessa, mutta yli 20°C lämpötilat ovat kuoreelle selvästi haitallisia (Kangur ym. 2007). Tämän takia käytettiin selittävänä muuttujana vastaavan aikajakson yli 20°C päiväasteita (laskettiin yhteen niiden vuorokausien keskilämpötilat, jotka olivat yli 20°C).

3. Tulokset

3.1 Ulapan kalatiheys ja biomassa

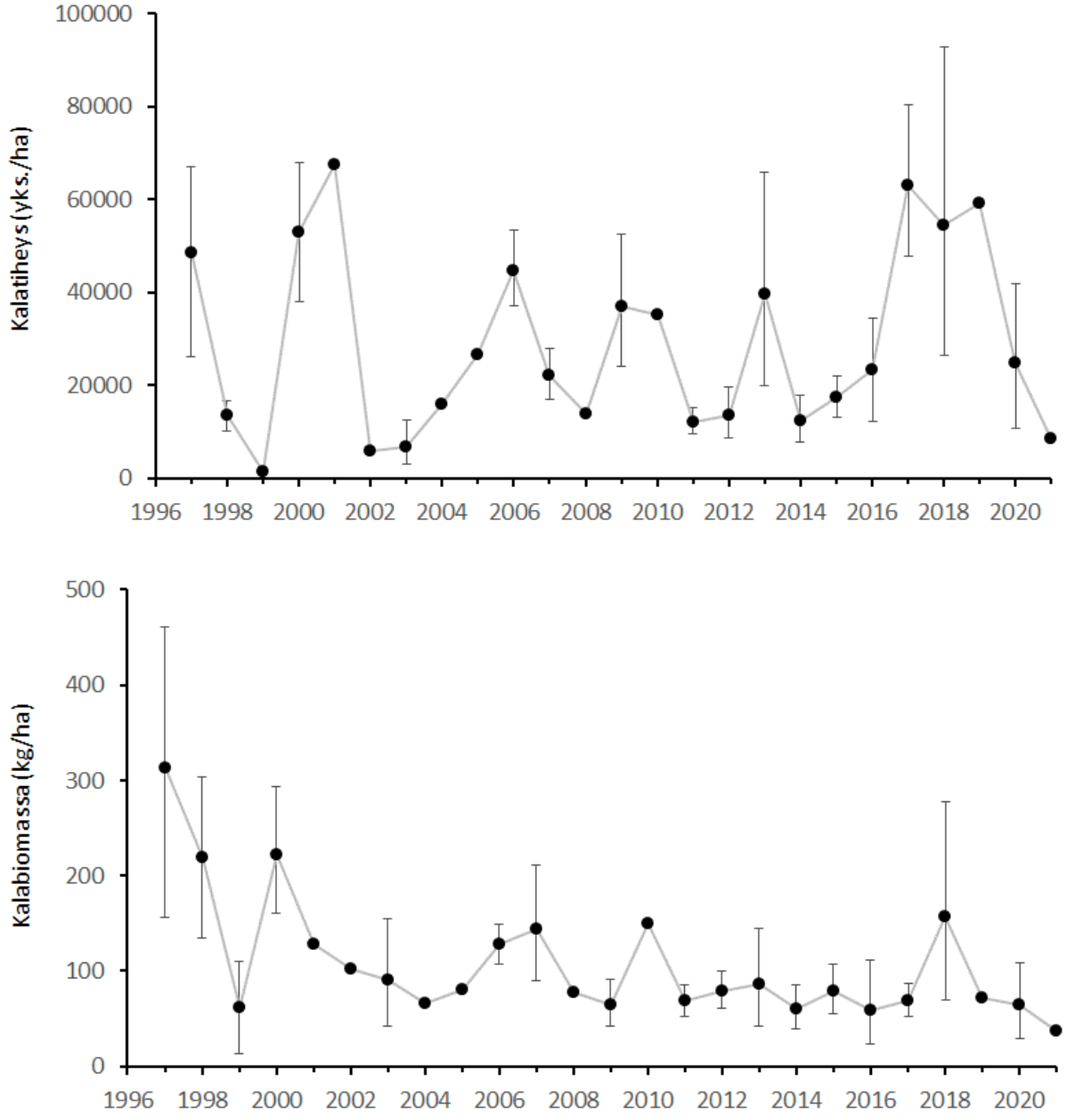
Kaikuluotauksen perusteella Tuusulanjärven ulapan (yli 5 m syvä alue) kalatiheys oli elokuun lopussa 2020 noin 23700 yks./ha. Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 10700-41700 yks./ha. Kun tähän lisätään kaikuluotaimen pintakatvealueen (0-2 m syvyys) kalatiheys (1200 yks./ha), saadaan Tuusulanjärven yli 5 m syvän alueen kalatiheysarvioksi 25000 yks./ha (kuva 1). Hieman matalampien, 3-5 m syvien, alueiden kalatiheysarvio (kaikuluotaus + pintakatveen koetroolaus) oli vuonna 2020 selvästi pienempi, 3000 yks./ha.

Syyskuun alussa 2021 yli 5 m syvän alueen kalatiheys oli enää noin 8500 yks./ha (kaikuluotausarvio 7500 ja pintakatveen arvio 1000 yks./ha). Arviolle ei voida laskea harhattomia luottamusvälejä pintakatveen kalatiheyden suuren osuuden takia. Matalampien, 3-5 m syvien, alueiden kalatiheysarvio oli 3600 yks./ha. Tuusulanjärven ulapan kalatiheys laski kahdessa vuodessa selvästi (60000 yks./ha > 8500 yks./ha, kuva 1).

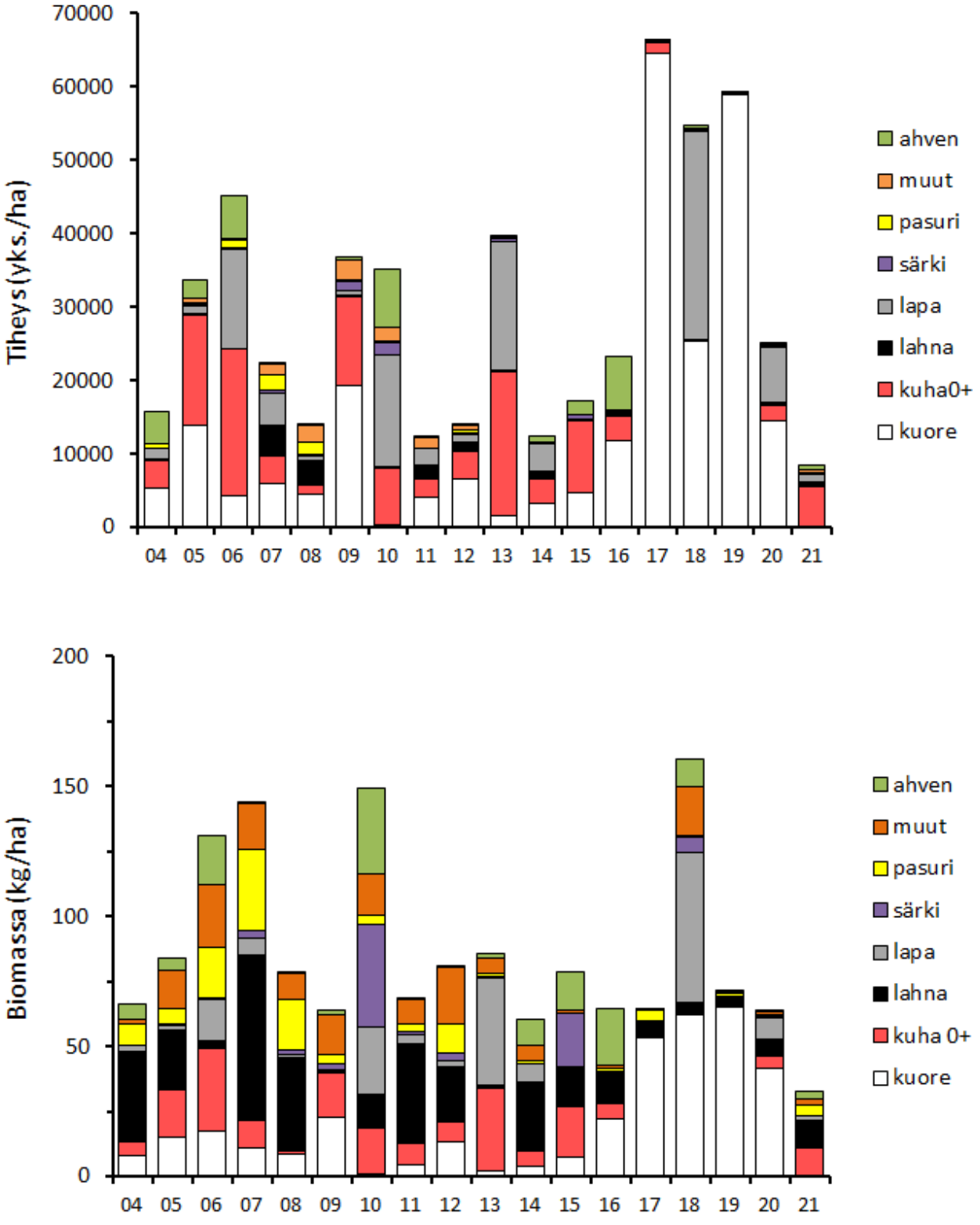
Ulapan kalabiomassakin laski, muttei yhtä voimakkaasti kuin kalatiheys. Vuonna 2020 yli m syvän alueen biomassa oli 62 kg/ha (lv:t 29-108 kg/ha) ja vuonna 2021 36 kg/ha (kuva 1). Matalampien (3-5 m syvien) alueiden kalabiomassa-arvio oli vuonna 2020 7 kg/ha ja vuonna 2021 13 kg/ha.

3.2 Kalalajijakauma

Tuusulanjärven ulapan kalalajijakauma muuttui kahdessa vuodessa täysin. Viime vuodet selvänä valtalajina esiintyneen kuoreen kanta kääntyi laskuun jo vuonna 2020 ja kanta suorastaan romahti hellekesänä 2021 (kuva 2). Syyskuun alussa 2021 kuoretiheys oli ainoastaan n. 180 yks./ha. Loppukesällä 2021 ulapan selvä lukumääräinen valtalaji oli kuha (yksikesäisten poikasten osuus yli 99 %). Biomassaltaan lahna (11 %) oli lähes yhtä runsas kuin kuha (14 %). Pienten lahnojen ja pasureiden (lapa) määrä oli jostain syystä vähäinen kesällä 2021, vaikka yleensä lämpiminä kesinä niitä on esiintynyt runsaasti. Myös ahvenenpoikasten määrä oli vähäinen lämpimästä kesästä huolimatta.



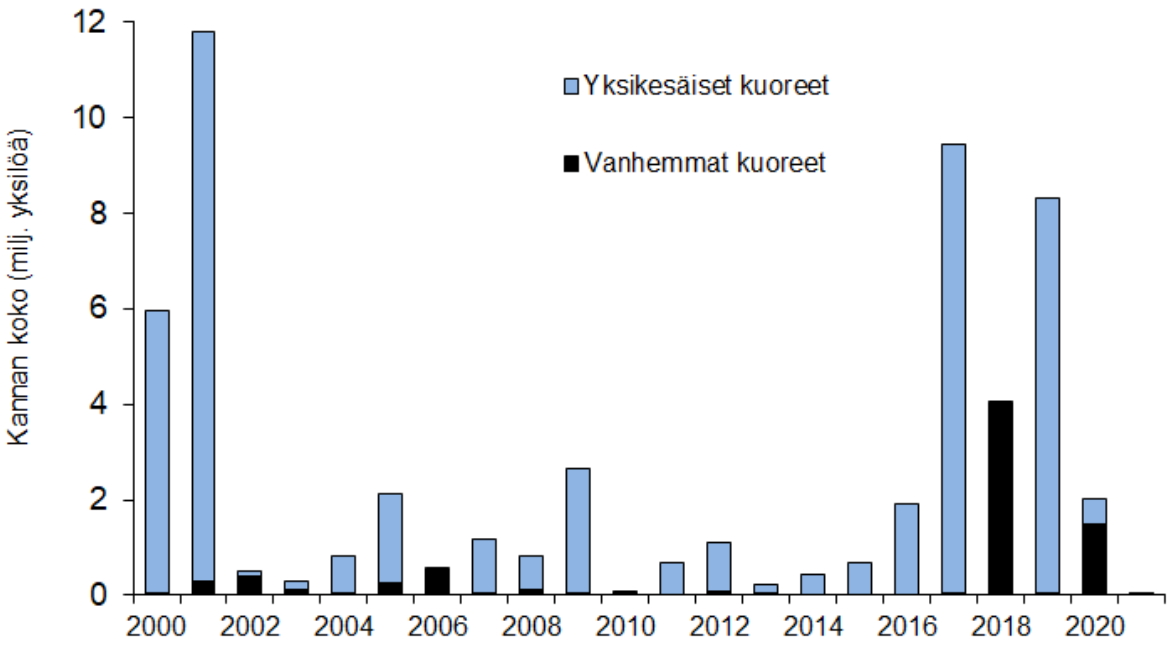
Kuva 1. Tuusulanjärven ulapan kalatiheyden (yläkuva) ja kalabiomassan (alakuva) kehitys vuosina 1997-2021 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna 95 %:n luottamusväleineen. Luottamusvälit on esitetty vain vuosille, jolloin pintakatveen kalamäärä oli merkityksettömän pieni.



Kuva 2. Tuusulanjärven ulapan (yli 5 m syvä alue) lajikohtaiset kalatiheysarviot (yläkuva) ja kalabiomassa-arviot (alakuva) elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2004-2021. Alle 7,5 cm pituiset lahnat ja pasurit on käsitelty yhtenä ryhmänä (lapa).

3.3 Kuorekannan tila

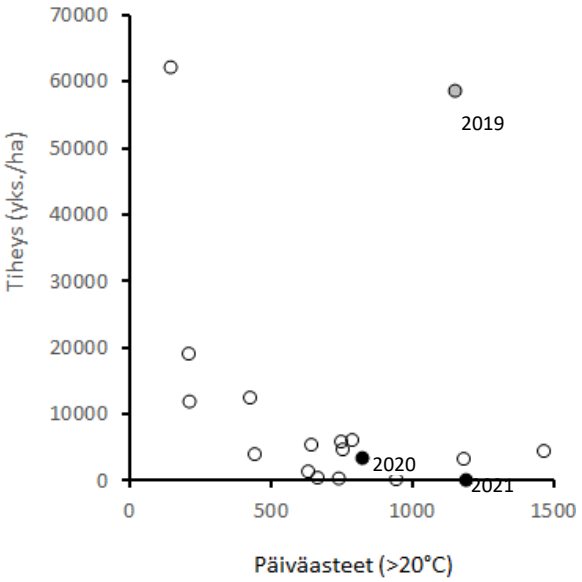
Kuorekannan romahdus kesällä 2021 oli todella voimakas (kuva 3). Syyskuun alussa kuorekannan koko oli ainoastaan n. 31000 yksilöä, mikä on pienempi kuin kertaakaan tällä vuosituhannella. Loppukesällä 2010 kanta oli lähes yhtä heikko, n. 39000 yksilöä. Suurimmillaan kuorekannan koko on ollut lähes 12 miljoonaa yksilöä. Syyskuussa 2021 0-vuotiaiden osuus kannasta oli 57 % ja vanhempien 43 %. Juuri nämä vanhemmat yksilöt ovat tärkeässä asemassa kannan elpymisen kannalta, koska 0-vuotiaat tuskin vielä kutevat ensimmäisenä keväänään.



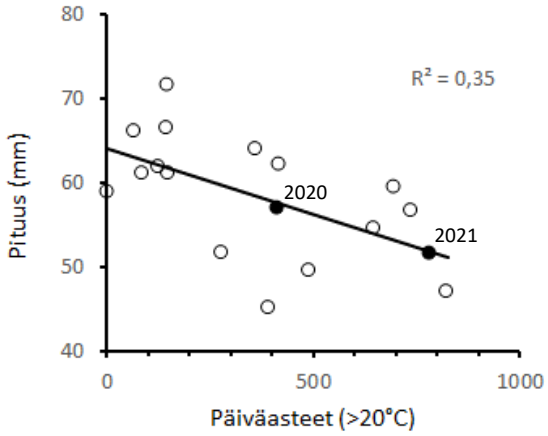
Kuva 3. Tuusulanjärven kuorekannan kehitys vuosina 2000-2021 kaikuluotauksen ja koetroolauksen mukaan. Vuosien 2000-2003 arviot eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska silloin tutkimus tehtiin loka-marraskuussa. Jos otetaan vertailukohdaksi vuodet 2004-2019, vuosien 2000-2003 pylväiden tulisi olla kuvassa esitettyjä korkeampia (näinä vuosina syys-lokakuun luonnollinen kuolevuus oli ehtinyt verottaa kantaa).

Vuosien 2004-2021 havaintojen perusteella lämpiminä kesinä muodostuu heikkoja ja viileinä kesinä runsaita kuorevuosiluokkia. Menossa olevan kesän lisäksi myös edellisen kesän lämpötila näyttäisi vaikuttavan emokannan koon kautta syntyvän vuosiluokan runsauteen (kuva 4). Aineistossa on kuitenkin yksi täysin poikkeava havainto: vuonna 2019 muodostui runsas kuorevuosiluokka lämpimistä kesistä huolimatta. Todennäköisesti tämä selittyy poikkeuksellisen suurella emokannalla. Kuorevuosiluokka 2017 oli poikkeuksellisen runsas ja jostain syystä hellekesänä 2018 näiden 1-vuotiaiden kuoreiden eloonjäänti oli kohtuullisen hyvä. Niitä oli jäljellä elokuun lopussa 2018 lähes 4 miljoonaa yksilöä (kuva 3).

Tuusulanjärven aineiston perusteella kesän lämpötila vaikuttaa kuoreen kasvunopeuteen siten, että viileänä kesänä yksikesäiset kuoreet kasvavat nopeammin kuin lämpimänä kesänä (kuva 5). Kesien 2020 ja 2021 havainnot sopivat aikaisempaan aineistoon hyvin.



Kuva 4. Edellisen ja menossa olevan kesän lämpötilan vaikutus kuoretiheyteen vuosien 2004-2021 aineistossa. Vuodet 2020 ja 2021 on esitetty mustalla pisteellä. Lisäksi on esitetty harmaalla muista havainnoista täysin poikkeava vuosi 2019.



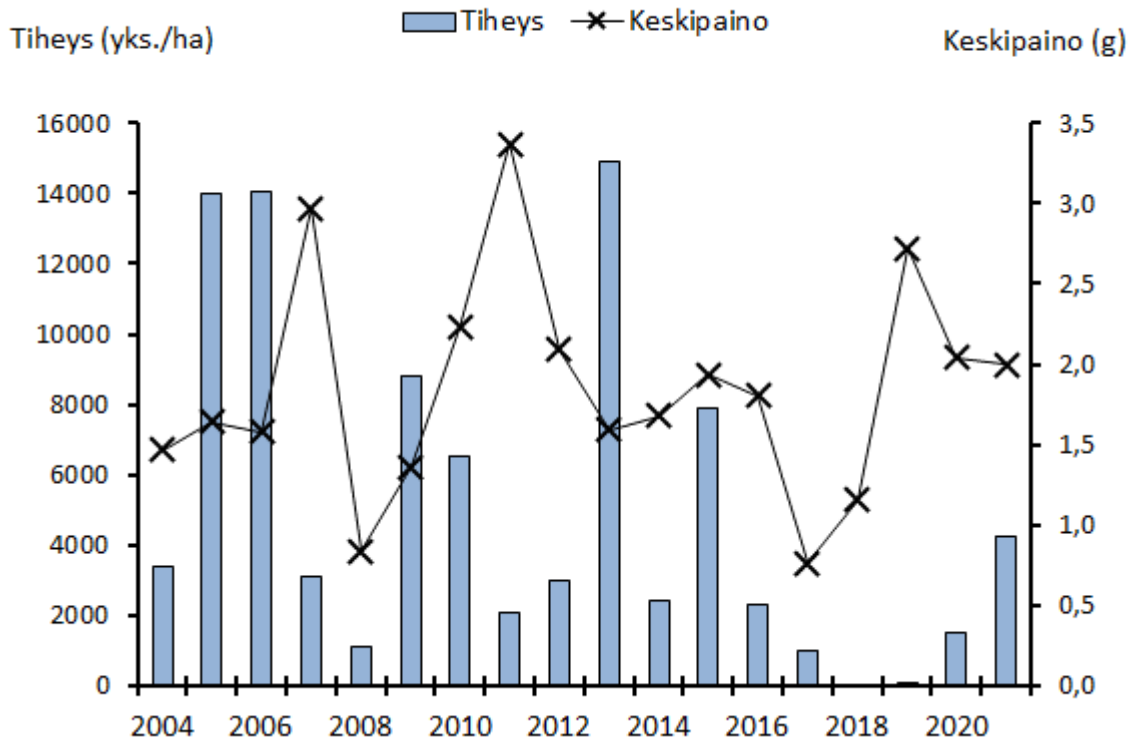
Kuva 5. Yksikesäisten kuoreiden keskipituus elosyyskuun vaihteessa kesä-elokuun päiväasteiden suhteen Tuusulanjärven aineistossa vuosina 2004-2021. Vuodet 2020 ja 2021 on merkitty mustalla.

3.4 Kuhanpoikaset

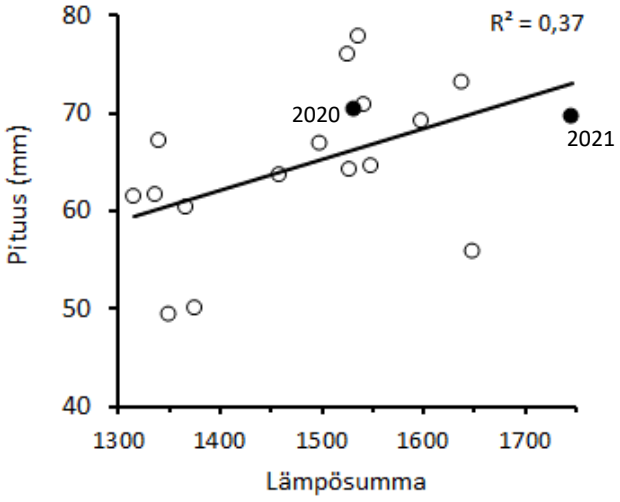
Kesinä 2017-2019 Tuusulanjärven kuhanpoikastiheys on ollut poikkeuksellisen alhainen. Elokuun lopussa 2020 ulapan kuhanpoikastiheys oli edelleen keskimääräistä pienempi, n. 1540 yks./ha (kuva 6). Syyskuussa 2021 tilanne oli kuitenkin palautunut normaaliksi; kuhanpoikasia oli melko runsaasti (4240 yks./ha). Poikasten keskipaino oli molempina kesinä hieman keskimääräistä suurempi, 2,0 g. Kaikuluotausten ja koetroolausten perusteella kuhavuosiluokista 2017-2019 on tullut heikkoja, eikä myöskään vuosiluokka 2020 vaikuta erityisen vahvalta. Näin monta heikkoa vuosiluokkaa saattaa näkyä lähivuosina kuhasaaliiden pienenemisenä. Toisaalta kesän 2021 verkkokoekalastusten perusteella ainakin vuosiluokkien 2019 ja 2020 kuhia on jonkin verran (Ruuhijärvi, julkaisematon), joten kannan tilanne ei välttämättä ole aivan niin huono kuin kaikuluotaus- ja koetroolaustulosten perusteella voisi päätellä.

Tuusulanjärvellä kesän lämpösumma ei vaikuta loppukesän kuhanpoikastiheyteen (Lappalainen & Malinen 2022), mutta lämpösumman ja kuhanpoikasten keskikoon välillä on selvä positiivinen suhde (kuva 7). Vuotuinen, muiden tekijöiden aiheuttama vaihtelu on kuitenkin suurta. Vuosien 2020 ja 2021 havainnot ovat linjassa aikaisempien vuosien tulosten kanssa. Myös kuhanpoikasten tiheys vaikuttaa poikasten keskikokoon

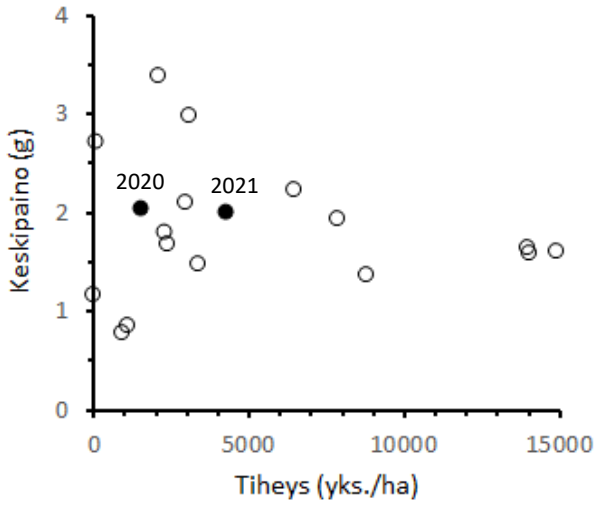
(kuva 8). Suurilla poikastiheyksillä ravintokilpailu rajoittaa kasvua ja keskikoko jää pieneksi. Alhaisilla tiheyksillä esiintyy sekä suuria että pieniä keskikokoja riippuen muista poikasten kasvuun vaikuttavista tekijöistä, kuten lämpötilasta ja muiden kalojen tiheydestä.



Kuva 6. Tuusulanjärven kuhanpoikasten tiheys yli 3 m syvillä alueilla ja poikasten keskipaino elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2004-2021.



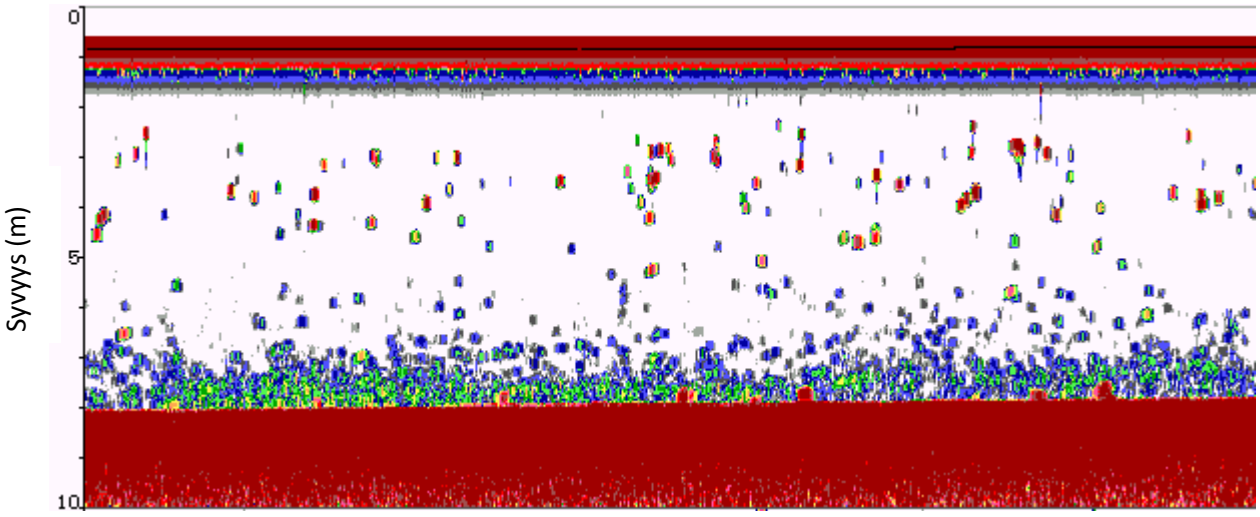
Kuva 7. Kesän lämpösumman (kesäkuun alku-tutkimuspäivä) ja kuhanpoikasten keskipituuden välinen riippuvuus vuosien 2004-2021 aineistossa. Vuodet 2020 ja 2021 on merkitty mustalla pisteellä.



Kuva 8. Kuhanpoikasten tiheyden ja keskipainon välinen riippuvuus Tuusulanjärvellä vuosien 2004-2021 aineistossa. Kaksi viimeisintä vuotta on esitetty mustilla ympyröillä.

3.5 Muuta kaikuluotauksen kertomaa

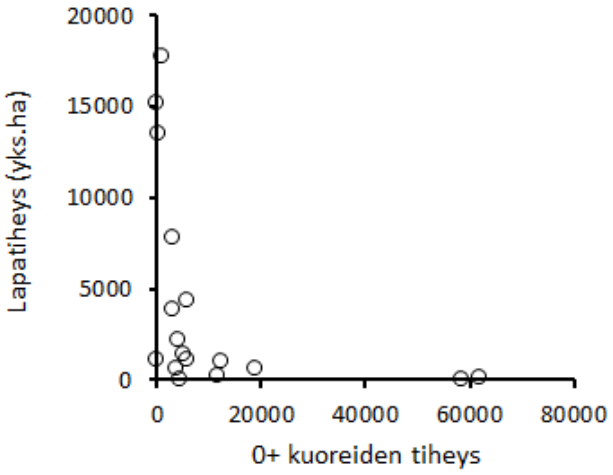
Syyskuussa 2021 havaittiin kaikuluotaimella syvänteen pohjanläheisessä vesikerroksessa poikkeuksellisen runsaasti pieniä kohteita (kuva 9). Todennäköisesti kohteet olivat sulkasääsken toukkia. Niitä esiintyy runsaasti monien savisameiden järvien syvissä vesikerroksissa, jossa pimeys ja usein myös vähähappisuus suojaavat kalojen saalistukselta. Koska happitilanne oli kohtuullisen hyvä, saattaisi niiden runsastuminen liittyä kuorekannan romahdukseen. Kuore on nimittäin suomalaisista tehokkain sulkasääsken toukkien syöjä. Kuoreet pystyvät saalistamaan sulkasääsken toukkia tehokkaasti hämärässä ja kykenevät saalistukseen myös täysin pimeässä (Horppila ym. 2004). Sameissa järvissä kalayhteisö, josta kuore puuttuu, ei pysty tehokkaasti säätelemään sulkasääsken toukkien runsautta (Malinen & Vinni 2015, 2019b). Sulkasääsken toukkien runsastuminen saattaa suurentaa sinilevien massaesiintymien riskiä, koska toukat ovat tehokkaita eläinplanktoninsyöjiä. Esimerkiksi Hiidenvedellä sulkasääsken toukkien eläinplanktoninkulutus on monikertainen kalojen kulutukseen verrattuna (Liljendahl-Nurminen ym. 2003).



Kuva 9. Kaikuluotauslinjan osa Tuusulanjärven syvänteeltä keskipäivällä 6. syyskuuta 2021. Kalat erottuvat keltaisina tai punaisina kohteina välivedessä, pohjan lähellä olevat vihreät tai siniset kohteet ovat selvästi kaloja pienempiä – todennäköisesti sulkasääsken toukkia.

4. Tulosten tarkastelu

Tuusulanjärven ulapan ravintoverkon rakenne ja toiminta vaihtelevat voimakkaasti kuoreen runsaudenvaihtelun mukaan. Kuorekanta romahti hellekesänä 2021 ja kanta on nyt heikompi kuin kertaakaan seurantajaksolla (2004-2021). Kuorekannan äärevä runsaudenvaihtelu ja vinoutunut ikäjakauma (valtaosa yksikesäisiä) johtuu osittain järven mataluudesta ja lämpimästä vedestä, mutta myös kesäaikaisella sekoitushapetuksella voi olla vaihtelua voimistava vaikutus. Se saattaa hellekesiä lukuun ottamatta luoda ihanteelliset olosuhteet yksikesäisille kuoreille mahdollistaen jopa ravintoresursseihin nähden ylitiheän kuorekannan kehityksen (Ruuhijärvi ym. 2020). Tämä johtaa suurten vesikirppujen vähenemiseen (Kuoppamäki 2020), mikä puolestaan heikentää eläinplanktonin kykyä säädellä kasviplanktonia. Tällöin riski sinilevien massaesiintymille kasvaa. Toisaalta sekoitushapetusta käytettäessä jo yksi lämmin kesä voi romahduttaa kuorekannan nopeasti kuten kävi Tuusulanjärvellä vuosina 2002, 2010 ja 2021. Tämäkään ei ole järven tilan kannalta hyvä vaihtoehto, koska se heikentää petokalojen, erityisesti kuhan ravintotilannetta ja mahdollistaa järven tilan kannalta vielä haitallisempien särkikalojen levittäytymisen ulapalle. Esimerkiksi kuoretiheyden sekä pienten lahnojen ja pasureiden tiheyden välillä näyttäisi vallitsevan käänteinen riippuvuus (kuva 10). Järven tilan kannalta paras vaihtoehto olisi kohtalainen kuorekanta, jonka runsaudenvaihtelut eivät olisi kovin suuret. Koska sekoitushapetus on järven ravintoverkon toiminnan kannalta selvästi haitallinen toimenpide ja sen merkitys sisäisen kuormituksen vähentäjänäkin on vahvasti kyseenalaistettu (Horppila ym. 2017), kannattaisi sen lopettamista harkita.



Kuva 10. Yksikesäisten (0+) kuoreiden tiheyden sekä pienten lahnojen ja pasureiden (lapa) tiheyden riippuvuus Tuusulanjärven ulapalla vuosien 2004-2021 aineistossa.

Kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella Tuusulanjärven kuhanpoikastiheys on ollut kesinä 2017-2019 poikkeuksellisen alhainen, mikä todennäköisesti näkyy lähivuosina kuhasaaliiden vähenemisenä. Keskimääräistä alhaisemmat saaliit rajoittunevat kuitenkin pariin vuoteen, koska varsinkin vuosiluokka 2021 on runsas. Vuosiluokkien voimakkaat runsausvaihtelut ovat kuhalle tyypillisiä ja niitä on vaikea kompensoida istutuksilla, koska poikaset pitää tilata ennen kuin vuosiluokan runsaus on tiedossa. Vaikka kuha on lämpimän veden kala, ei Tuusulanjärven kuhanpoikasten määrää voida luotettavasti ennustaa kesän lämpötilan perusteella. Esimerkiksi hellekesänä 2018 heikot happiolot johtivat todella heikkoon vuosiluokkaan. Useimpina vuosina Tuusulanjärven kuha kuitenkin lisääntyy tehokkaasti, mistä kertoo mm. se, että kuha on ollut joinakin vuosina jopa ulapan runsain kalalaji. Toisaalta kuorekannan taantuminen tai suoranainen katoaminen järvestä saattaisi vaikuttaa järven kuhantuotantoa heikentävästi. Keskikokoisilla ja suurilla

kuhilla on kyllä Tuusulanjärvessä ylenpalttiset ravintovarat, mutta poikasille kuore on tärkeä ravintokohde siinä vaiheessa, kun ne siirtyvät kalaravintoon (Malinen ym. 2016).

Vuoden 2021 kaikuluotaushavainnot viittaavat siihen, että sulkasääsken toukat saattaisivat olla runsastumassa. Tämä voi liittyä kuorekannan romahdukseen, koska juuri kuore on Tuusulanjärven kaloista tehokkain sulkasääsken toukkien syöjä. Näin ollen kuoreen taantuminen tai katoaminen voisi pitkällä aikavälillä johtaa sulkasääsken toukkien eläinplanktoniin kohdistaman saalistuksen lisääntymiseen, mikä voisi ainakin teoriassa voimistaa sinileväkukintoja. Järven ravintoverkon toiminta on kuitenkin monimutkaista ja lisäksi jatkuvassa muutoksessa, joten muutosten ennustaminen on todella vaikeaa. Joka tapauksessa sulkasääsken toukkien runsautta olisi hyvä seurata. Tällöin voitaisiin paremmin arvioida mahdollisten, järven tilassa tapahtuvien muutosten syitä.

Lähivuosina Tuusulanjärven kalaston seuraaminen on erityisen tärkeää, koska kuoreen mahdollisella katoamisella olisi suuri merkitys järven ravintoverkossa ja siten myös järven kunnostamisen kannalta. Ratkaisevin kysymys on, riittääkö kevään 2022 poikkeuksellisen pieni emokanta tuottamaan niin runsaasti jälkeläisiä, että niistä selviää riittävän suuri osa kutukypsiksi asti (kevääseen 2024). Kuoreen emokannan koko oli syyskuussa 2022 noin 13000 yksilöä, mikä tekee koko järven alaa kohti laskettuna ainoastaan 23 yks./ha. Todellisuudessa kutukanta on keväällä 2022 vielä paljon pienempi, koska kuolevuus on verottanut kantaa syyskuun 2021 ja huhtikuun 2022 välisen ajan. Emokannan koon lisäksi merkittävässä roolissa ovat kesien 2022 ja 2023 lämpötilat. Jos näistä kesistä tulee lämpimiä, kannan katoamisen todennäköisyys kasvaa. Tuusulanjärven kuorekanta on täysin erillinen, eikä se saa täydennystä lähijärvien- tai jokien kuorekannasta. Kannan kadottua se ei siis voi palautua luontaisesti.

Jos kuorekanta katoaa tai taantuu pidemmäksi aikaa, mahdollisesti tapahtuvia muutoksia ovat ainakin seuraavat:
1) ulapalta vapautuneen elintilan täyttyminen jollain särkikalalajilla > negatiivinen vaikutus järven tilaan
2) pienten kuhien ravintovarojen heikkeneminen > negatiivinen vaikutus kalastukseen ja järven tilaan
3) sulkasääsken toukkien runsastuminen > negatiivinen vaikutus järven tilaan

Näiden lisäksi ravintoverkon toiminnan monimutkaisuuden takia seurauksena olla joitakin täysin ennakoimattomiakin vaikutuksia. Siinä tapauksessa, ettei vuonna 2022 muodostu vähintäänkin kohtuullista kuorevuosiluokkaa, kannattaisi uusia vuosina 2008, 2015 ja 2018 tehty ulapan kalojen ravintoselvitys. Sen avulla voitaisiin arvioida, mihin suuntaan ulapan ravintoverkko on kehittymässä tässä aivan uudessa tilanteessa.

Kunnostusprojektin onnistumisen kannalta on tärkeää jatkaa myös eläinplanktonin vuotuista seurantaa. Mikäli järven ravintoverkon toiminnassa tapahtuvia muutoksia ei pystytä seuraamaan, jäävät järven tilassa tapahtuvien muutosten syyt arvailujen varaan. Tällöin kunnostustoimien vaikutusten arviointi ja toimien suunnittelu tulisivat paljon nykyistä vaikeammiksi.

Lähdeluettelo

Hietala, J. (toim.) 2017: Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.

Horppila, J., Holmroos, H., Niemistö, J., Massa, I., Nygrén, N., Schönach, P., Tapio, P. & Tammeorg, O. 2017: Variations of internal phosphorus loading and water quality in a hypertrophic lake during 40 years of different management efforts. Ecol. Eng. 103: 264–274.

Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A. & Malinen, T. 2004: Effects of clay turbidity and light on the predator-prey interaction between smelts and chaoborids. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1862-1870.

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

Kangur, A., Kangur, P, Kangur, K. & Möls, T. 2007: The role of temperature in the population dynamics of smelt *Osmerus eperlanus eperlanus* m. *spirinchus* Pallas in Lake Peipsi (Estonia/Russia). Hydrobiologia 584: 433-441.

Kuoppamäki, K. 2020: Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2019-2020. Tutkimusraportti. 7 s. + liite.

Lappalainen, J. & Malinen, T. 2022: Hydroacoustics and concurrent experimental trawling reveal extreme annual variation in the density of 0+ pikeperch in late summer. Fish. Res. 251: 106316.

Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003: The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. 158: 75-96.

Malinen, T. 2017: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalasto vuosina 1997-2013 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.): Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.

Malinen, T., Kervinen, J. & Peltonen, H. 2017: Tuusulanjärven lahna-, pasuri-, ja särkikannat vuosina 2005-2011. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.): Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.

Malinen, T. & Vinni, M. 2015: Kalayhteisö sulkasääskikannan säätelijänä Kaukjärvessä vuosien 2014-2015 tutkimusten perusteella. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 14 s.

Malinen, T. & Vinni, M. 2019a: Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2018. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 17 s.

Malinen, T. & Vinni, M. 2019b: Hämeenlinnan Alajärven ravintoverkkoselvitys vuonna 2017. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 24 s. + liite.

Malinen, T. & Vinni, M. 2020: Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2019. Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2020. 16 s.

Malinen, T., Vinni, M., Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2016: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalayhteisö kesällä 2015. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos ja Luonnonvarakeskus. 17 s.

Marjomäki, T. J. & Huolila, M. 1995: Monitoring the density of Lake Puulavesi vendace *(Coregonus albula* (L.)) by hydroacoustics, catch per unit effort, virtual population and catch per swept area. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Lmnol. 46: 267-276.

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.

Ruuhijärvi, J., Rask, M., Vesala, S. & Olin, M. 2017: Tuusulanjärven kalakantojen muutokset järven kunnostuksen vuosina 1996-2012. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.): Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.

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.