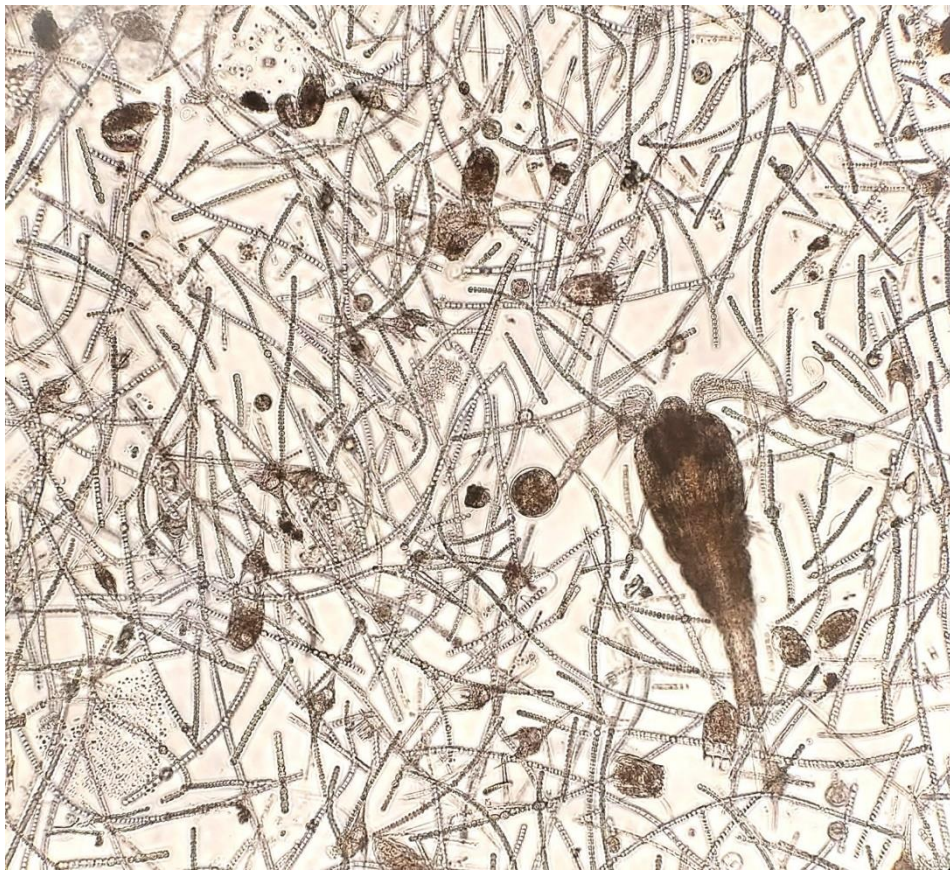


kvy

Tampereen lidesjärven planktonyhteisö ja vedenlaatu

KVVY Tutkimus Oy



RAPORTTI

2024

19.11.2024

lidesjärven planktonyhteisö ja vedenlaatu

Tutkimusraportti 19.11.2024

KVYY Tutkimus Oy 2024. lidesjärven planktonyhteisö ja vedenlaatu. Tutkimusraportti.

Tekijät:

Kirsi Kuoppamäki, FT, Dos.
Arja Palomäki, FK
Tommi Malinen, FT

KVYY Tutkimus Oy / Lahti, Jyväskylä, Tampere

Tilaaja:

Tampereen kaupunki / Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka

Kansikuva 31.7.2023 lidesjärvestä otetusta planktonnäytteestä:

kyklooppihankajalkaisäyriäinen *Thermocyclops oithonoides* - (3. kopepodiiitti-toukkavaihe, pituus 0.5 mm), *Keratella cochlearis* -rataseläimiä (pituus 0,08 mm) sekä runsaasti kasviplanktonia, etenkin *Dolichospermum planctonicum* -sinilevien helminauhamaisia rihmoja.

SISÄLTÖ

Tiivistelmä	2
1. JOHDANTO	3
1.1 Rehevöitynyt lidesjärvi ja sen kunnostamisen tavoitteet	3
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	4
2. Aineisto ja menetelmät	5
2.1 Näytteenotto	5
2.2 Eläinplanktonnäytteiden analysointi ja tulosten käsittely	6
2.3 Kasviplanktonnäytteiden analysointi ja tulosten käsittely	6
2.4 Rihmalevien havainnointi	7
2.5 Vedenlaatuaineisto ja sen käsittely	7
3. Tulokset ja tulosten tarkastelu	8
3.1 Eläinplankton	8
3.2 Kasviplankton	13
3.3 Rihmalevät	15
3.4 Vedenlaatu	16
4. Päätelmät ja suositukset jatkotoimiksi	20
Kirjallisuus ym. viittaukset	22

Tiivistelmä

Planktonyhteisöä tutkimalla voidaan arvioida järvien kunnostustoimien, kuten hoitokalastuksen vaikuttavuutta. Esimerkiksi eläinplanktonin perusteella voidaan helposti tehdä päätelmiä järven kalastosta ja ekologisesta tilasta. Planktonyhteisön rakennetta vuosina 2021-2023, pitkäaikaista vedenlaatua aina 1960-luvulta vuoteen 2023 sekä vuosina 2022-2023 myös rihmaleviä tutkittiin osana rehevän ja matalan lidesjärven kunnostushanketta, jossa yhdeksi menetelmäksi on valikoitunut hoitokalastus. Järven kalayhteisön särkikalavaltaisuuden on arveltu ylläpitävän sinileviä suosivaa ravintoverkon rakennetta ja siten hidastavan järven tilan kohenemistä.

lidesjärven eläinplanktonyhteisö osoittautui erittäin rataseläinvaltaiseksi ja kasviplanktonin säätelyn kannalta keskeinen ryhmä, vesikirput, lähes puuttui yhteisöstä huomattavan osan kasvukautta. Lisäksi vesikirppujen yksilökoko oli enimmäkseen pieni. Tällainen eläinplanktonyhteisö osoittaa, että järvessä on hyvin runsaasti eläinplanktonia syöviä kaloja. Kasviplanktonin säätelyn kannalta ns. avainlaji *Daphnia* muodosti kohtalaisen biomassan loppukesällä 2021 ja 2022 mutta vuonna 2023 sitä havaittiin näytteissä erittäin vähän.

Suurin osa kasviplanktonista oli eläinplanktonille huonolaatuista ravintoa, kuten syanobakteereja eli sinileviä, joista *Dolichospermum planctonicum* oli erittäin runsas. Pitkiä rihmoja muodostava *Aulacoseira*-piilevä oli toinen valtaryhmä. Eläinplanktonin mahdollisuuksia vaikuttaa järven tilaa parantavasti rajoittaa voimakas saalistuspaine, joka karsii pois tehokkaimmin kasviplanktonia säätelevät, suuret vesikirput. Lisäksi lidesjärvellä eläinplanktonin tuotantoa rajoittaa todennäköisesti myös se, että sinilevät eivät ole ravintosisällöltään hyvää ravintoa eläinplanktonille.

lidesjärven ja siihen valuvien ojien vesi on usein sameaa, mitä levien ohella selittää kiintoaines, jota kulkeutuu ympäröivältä kaupungistuneelta valuma-alueelta hulevesien mukana. Hulevesissä fosfori kulkeutuu valtaosin kiintoaineeseen sitoutuneina. lidesjärvessä on ollut melko niukasti uposlehtistä vesikasvillisuutta, jolla olisi järven tilaa kohentava vaikutus mm. tarjoamalla vesikirpuille piilopaikkoja kalojen saalistukselta. Sameus ja suuret rihmalevälautat haittaavat varjostuksellaan uposkasvien kasvua.

Pitkällä aikavälillä lidesjärvi on kuitenkin kehittynyt suotuisaan suuntaan, sillä ravinteisuus ja kasviplanktonin määrä (klorofylli *a*) on vähentynyt. Toisin kuin monilla Suomen järvilla, lidesjärvellä ei ole havaittavissa tummumiskehitystä, päinvastoin: veden väri vähenee. Hyvän kehityssuunnan tukemiseksi on ensiarvoisen tärkeää toteuttaa vesiensuojelutoimia valuma-alueella, joka on huomattavan suuri järven pinta-alaan nähden. Valuma-alueesta noin puolet on rakennettua kaupunkialuetta, mukana vilkkaasti liikennöityjä alueita ja lumenkaatopaikka, joten hulevesikuormitus on merkittävä syy lidesjärven heikkoon tilaan. Valuma-alueen kunnostustoimia voidaan tukea järvessä tehtävillä toimenpiteillä kuten hoitokalastuksella. Näin rehevässä järvessä hoitokalastuksen hyödyt tulevat tyypillisesti näkyviin vasta useiden vuosien tehokkaan pyynnin jälkeen. Ravintoverkkokunnostuksen tavoitteena on edelleen vähentää planktonsyöjäkaloja, jotta luotaisiin edellytykset suurikokoisten, kasviplanktonia tehokkaasti säätelevien vesikirppujen runsastumiselle.

Tutkimus loi hyvän pohjan lidesjärven ravintoverkkokunnostuksen vaikutusten seuraamiselle. Järven planktonyhteisössä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia tulisi jatkossa tutkia hankkeen onnistumisen arvioimiseksi ja toimenpiteiden suuntaamiseksi.

1. Johdanto

Vesistöjen planktoniin kuuluu bakteereita, sieniä, kasveja ja eläimiä. Sana plankton on johdettu kreikan kielestä ja tarkoittaa "ympäriinsä ajelehtivaa" (Tikkanen 1986). Suomenkielinen nimi keijusto tulee siitä, että plankton "keijuu" vedessä: voidaan puhua "vesien keijuista" (Ketola ym. 2023). Planktoneliöillä on aivan keskeinen merkitys järviökosysteemin toiminnassa: kasviplankton sitoo auringon energiaa ja muuttaa sitä biomassaksi ravinteiden avulla sekä kykenee syntetisoimaan välttämättömiä rasvahappoja (kuten omega-3) ja muita elämälle tarvittavia yhdisteitä, mikä kuitenkin vaihtelee lajeittain. Näiden perustuottajien ja ylempien ravintoverkon tasojen välillä keskeinen linkki on eläinplankton, joka käyttää kasviplanktonia ravinnokseen ja jota kalat saalistavat. Eläinplanktonin ja kalojen välityksellä kasviplanktonin sitoma energia ja syntetisoima aine siirtyvät ravintoketjussa eteenpäin aina ihmisiin saakka.

Järven rehevöityessä ravintoverkon rakenne muuttuu, kun planktonia syövät kalat, tyypillisesti särkikalat runsastuvat. Seurauksena eläinplanktoniin, etenkin vesikirppuihin kohdistuva saalistus voimistuu ja kohdistuu suurikokoisimpiin yksilöihin, joita näkönsä avulla ravintoa etsivät planktonsyöjäkalat valikoivat ensisijaisesti ravinnokseen. Kun nämä kasviplanktonin tehokkaimmat laiduntajat vähenevät, heikkenee myös kasviplanktoniin kohdistuva säätely. Näin ravintoverkon rakenteessa ylhäältä alaspäin heijastuvat (ns. trophic cascade) ja sen myötä koko ravintoverkon toiminnassa tapahtuvat muutokset osaltaan kiihdyttävät järven rehevöitymiskehitystä. Planktonlevien runsastumisen aiheuttaman samennuksen vuoksi uposlehtinen vesikasvillisuus kärsii valon puutteesta ja vähenee. Etenkin matalissa järvissä rehevöitymisen myötä kehityskulku johtaa uposkasvien vallitsemasta kirkasvetisestä tilasta planktonlevien valtaamaan sameavetiseen tilaan (Carpenter 2003). Toisaalta jos uposkasvillisuus pääsee uudelleen runsastumaan, kirkasvetinen tila voi palautua kohtalaisen korkeassakin ravinnepitoisuudessa monimutkaisten, ravintoverkon vuorovaikutussuhteiden kautta (Jeppesen ym. 1998, Scheffer ym. 2001). Runsaravinteisilla matalalilla järvillä voikin olla kaksi toisilleen vaihtoehtoista tilaa uposkasvien runsauden tai niiden puuttumisen kautta: kirkas tai samea.

1.1 Rehevöitynyt lidesjärvi ja sen kunnostamisen tavoitteet

lidesjärven pinta-ala (0,66 km²) on vain alle 2 % valuma-alueensa pinta-alasta (38 km²). Valuma-alueen suuren koon ja tehokkaan maankäytön vuoksi järveen kohdistuu voimakas kuormitus. Maankäyttöä luonnehtii nykyään valtaosin rakennettu kaupunkialue, joka käsittää maa-alasta noin puolet (Alajoki 2020; ks. myös Liite 1, Kuva L1). Yksi suurimmista haasteista järven tilan kannalta on hulevesikuormitus, jota syntyy liikennealueilta, katoilta ja muilta rakennetuilta, päällystetyiltä pinnoilta. Valuntaa myös syntyy runsaasti, koska vesi ei pääse imeytymään maahan vettä läpäisemättömien pintojen vuoksi (Valtananen ym. 2014). Hulevedet ja niiden kuljettamat epäpuhtaudet ohjataan yleensä sellaisenaan maanalaista viemäriverkostoa pitkin lähimpiin vesistöihin. lidesjärveen laskevat vedet onkin havaittu kiintoainepitoisiksi, sameiksi, ravinteikkaiksi, bakteeripitoisiksi ja etenkin talvella kloridipitoisiksi (Alajoki ja Westermarck 2018). Kloridi selittyy tiesuolauksella.

Valuma-alueella tehtävien vesienhallintaratkaisujen tulee olla lähtökohtana lidesjärven suojelussa ja kunnostuksessa. Lisäksi järvessä tehtävillä toimenpiteillä, kuten hoitokalastuksella voidaan vauhdittaa järven tilan kohenemistä. Onnistunut ravintoverkkokunnostus, ns. biomanipulaatio voi luoda edellytykset vesikirppujen yksilökoon kasvulle ja kykyyn säädellä

kasviplanktonia, mikä saattaa johtaa sinilevävaltaisuuden vähenemiseen ja veden kirkastumiseen (Anttila ym. 2013). Jos suurikokoisia, leviä tehokkaasti laiduntavia vesikirppuja esiintyy runsaasti, rehevässäkin järvessä kasviplanktonin biomassa voi olla ravinnetasoon nähden pienempi kuin siinä tapauksessa, että vallitsevina olisivat pienikokoiset planktoneläimet (Mazumder 1994, Vakkilainen 2005). Eläinplanktoniyhteisön perusteella voidaan kustannustehokkaasti tehdä päätelmiä järven kalastosta, ravinteikkuudesta, humuspitoisuudesta ja ekologisesta tilasta. Huolimatta merkityksellisestä roolistaan järven "avainyhteisönä" eläinplankton ei kuulu vesipuitedirektiivin mukaisen ekologisen tilaluokittelun laatukriteereihin (Caroni & Irvine 2010, Jeppesen ym. 2011), ainakaan toistaiseksi.

Kun lidesjärven planktoniyhteisöä tutkittiin vuonna 2021, eläinplanktoniyhteisön havaittiin olevan erittäin rataseläinvaltainen ja kasviplanktonin säätelyn kannalta keskeisen ryhmän, vesikirppujen todettiin lähes puuttuvan yhteisöstä huomattavan osan kasvukautta (Kuoppamäki ym. 2022). Lisäksi vesikirppujen yksilökoko oli pieni. Tällainen eläinplanktoniyhteisö osoittaa, että järvessä on hyvin runsaasti eläinplanktonia syöviä kaloja ja että kyseessä on erittäin rehevä järvi. Ns. hypereutrofisissa järvissä eläinplanktonissa vallitsevat rataseläimet, hankajalkaisäyriäiset ja pienikokoiset vesikirput, mihin on syynä kalojen voimakkaan saalistuksen ohella kasviplanktoniyhteisö, jossa suhteellisesti runsaimpina ovat heikkolaatuiset tai syötäväksi kelpaamattomat lajit (Ger ym. 2016). lidesjärvessä suurin osa kasviplanktonista olikin eläinplanktonille huonolaatuista ravintoa, kuten syanobakteereja eli sinileviä (Kuoppamäki ym. 2022).

Särki on erittäin tehokas eläinplanktonia saalistava kala, etenkin pienikokoisena (Horppila 1994). lidesjärven särkipopulaatiossa valtaosan yksilöistä onkin havaittu olevan hyvin pienikokoisia (Westermarck 2021a). lidesjärven hoitokalastus alkoi vuonna 2020 ja ensimmäisen vuoden aikana järvestä poistettiin suuri määrä särkeä (yli 8 tonnia, n. 130 kg/ha; Westermarck 2020). Tämän jälkeen vuotuiset kilomääräiset saaliit ovat laskeneet 3-6 tonnin tasolle (Westermarck 2023). Särkien kasvunopeus on ollut kohtuullisen hyvä ja se on hieman nopeutunut hoitokalastuksen myötä (Westermarck 2022). Näin ollen lidesjärven särkikantaa ei voida pitää varsinaisesti ylitheänä, mutta sen lisääntymispotentiaali on ilmeisen voimakas. Tätä luultavasti myös suurentaa se, että Pyhäjärvestä nousee särkiä kutemaan lidesjärvelle (Westermarck 2021b).

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päämääränä oli selvittää lidesjärven eläin- ja kasviplanktoniyhteisön rakennetta ja biomassaa kesien 2021-2023 aikana sekä koota tiedot vedenlaadun pitkäaikaiskehityksestä viime vuosikymmeninä. Lisäksi tutkittiin rihmaleviä, jotka ovat muodostaneet lidesjärvellä suuria lauttoja ja herättäneet huomiota (Aamulehti 2022). Työ on jatkumoa vuonna 2021 aloitetulle tutkimukselle (Kuoppamäki ym. 2022). Planktoneläimiä tutkimalla voidaan arvioida hoitokalastuksen vaikuttavuutta. Onnistuessaan se näkyy etenkin vesikirppujen yksilökoon kasvuna. Toisaalta on tarpeellista seurata, ovatko vuonna 2021 eläinplanktonbiomassaa vallinneet rataseläimet vähentyneet. Ne eivät pienikokoisina (valtaosa lajeista vain noin 0,1 mm mittaisia) käytännössä kykene säätelämään kasviplanktonia ja runsastuvat silloin kun ravintokilpailu vesikirppujen kanssa on vähäistä ja kalojen eläinplanktoniin kohdistama saalistus voimakasta (esim. Vakkilainen ym. 2004). Vielä vuonna 2021 järven eläinplanktoniyhteisössä ei ollut havaittavissa hoitokalastuksen suotuisia vaikutuksia; vesikirppubiomassa oli suurimman osan kesästä hyvin vähäinen ja keskikoko pieni,

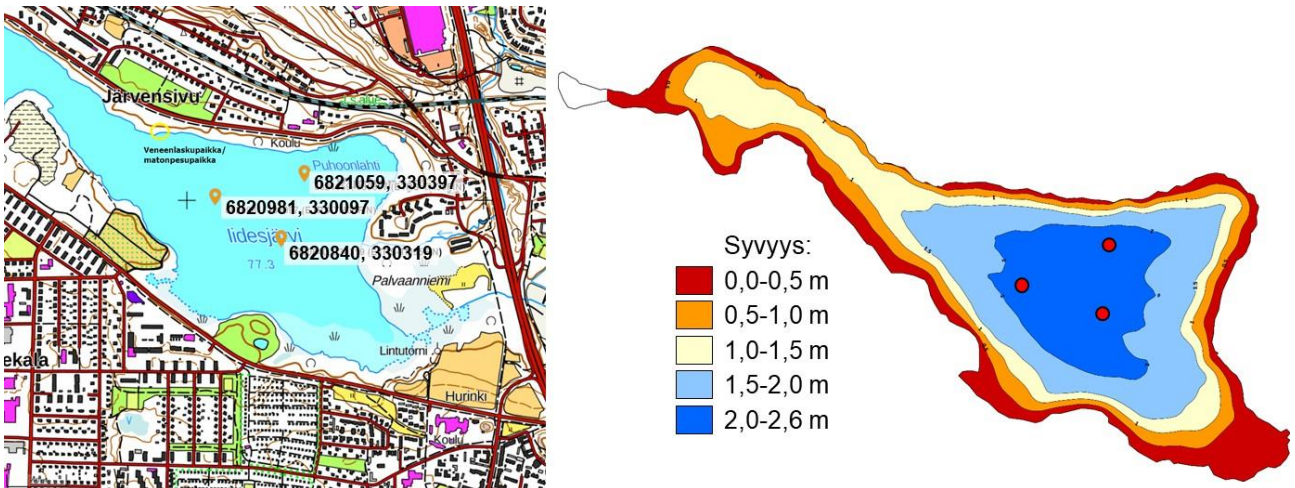
minkä ansiosta eläinplanktonyhteisön kyky säädellä kasviplanktonia oli heikko. Planktonlevien biomassassa olikin kesällä 2021 huomattavan suuri (Kuoppamäki ym. 2022).

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Näytteenotto

Eläin- ja kasviplanktonnäytteet haettiin lidesjärven itäosassa sijaitsevalta syvimmältä, yli 2 m alueelta kolmesta pisteestä (Kuva 2.1) metrin pituisella putkinoutimella (Liite 1, Kuva L2), jolla vettä nostettiin kussakin näytepisteessä 0-1 m ja 1-2 m syvyyksiltä. Kaikki kuusi osanäytettä (kokonaistilavuus yhteensä 38 litraa) kerättiin saaviin kokoomanäytteeksi, joka siis edusti 2 metrin vesipatsasta. Vedestä otettiin aluksi 100 ml näyte kasviplanktonin tutkimiseksi ja 1000 ml näyte klorofylli a -pitoisuuden mittaamiseksi. Loput vedestä suodatettiin silmäkooltaan 50 µm planktonhaavin läpi (Liite 1, Kuva L2). Haaville kertynyt eläinplanktonin kokoomanäyte huuhdottiin näytepulloon ja säilöttiin etanoliin (lopullinen konsentraatio n. 70 %). Kasviplanktonnäyte säilöttiin happamalla Lugolin liuoksella. Klorofyllinäyte kuljetettiin jäämurskaan upotettuna laboratorioon, missä se analysoitiin heti näytteenoton jälkeen. Vuonna 2021 näytteitä haettiin 8 kertaa (3.6.-16.9.2021) ja molempina kahtena seuraavana vuonna 6 kertaa (2.6.-5.9.2022, 29.5.-14.8.2023) noin kahden viikon välein.

Vuonna 2021 lidesjärvessä havaittiin erittäin runsaasti vesikasveihin ja pohjaan löyhästi kiinnittynyttä rihmalevää. Vuosina 2022 ja 2023 näytteenoton yhteydessä havainnointiin myös rihmalevän runsautta ja otettiin muutaman kerran näytteitä leväkoostumuksen selvittämiseksi silloin kun levää oli runsaasti.



Kuva 2.1. Vasemmalla lidesjärven kolme planktonitutkimuksen näytteenottopistettä koordinaatteineen (ETRS-TM35FIN) vuonna 2021 ja oikealla järven syvyykskartta, johon näytteenottopisteet on merkitty punaisilla ympyröillä. Syvyykskartta on laadittu KVVY Tutkimus Oy:n luotauksen perusteella (Alajoki & Westermarck 2018).

2.2 Eläinplanktonnäytteiden analysointi ja tulosten käsittely

Laboratoriossa jokainen eläinplanktonnäyte aluksi puolitettiin. Toisesta puolikkaasta laskettiin ja mitattiin *Leptodora kindtii* –petovesikirput. Suuren levämäärän vuoksi näyte suodatettiin 200 µm läpi ja suodattimelle jäänyt materiaali huuhdottiin petrimaljalle, jolta *Leptodora*-vesikirput analysoitiin preparointimikroskoopilla (Leica S4E). Sen jälkeen näyte (myös suodattimen läpi mennyt fraktio) arkistoitiin säilömällä se etanoliin.

Toinen puolikas eläinplanktonnäytteestä ositettiin tarpeen mukaan 1/8-, 1/16-, 1/32- ja/tai 1/64-osinäytteiksi. Tavoitteena oli analysoida niin monta osänäytettä, että runsaimpina esiintyvää vesikirppusukua oli laskettu noin 100 yksilöä, mutta tähän tavoitteeseen ei aina päästy vesikirppujen vähäisyyden vuoksi. Työtä hankaloitti lisäksi huomattava levämäärä, joten vuosien 2022 ja 2023 puolitetuista näytteistä tunnettu osa (yleensä puolet) suodatettiin ensin 200 µm läpi ja suodattimelle jäänyt materiaali kerättiin talteen laskeutettavaksi planktonkyvetteihin. Loput näytteestä käsiteltiin suodattamattomina ja ositettiin kuten edellä kuvattiin.

Eläimet laskeutettiin planktonkyvetteihin ja planktonäyriäiset (vesikirput ja hankajalkaiset) laskettiin käänteis-mikroskoopilla (Olympus IX50) 100x suurennoksella koko kyvetin alalta. Rataseläimet laskettiin näkökentittäin (vähintään 20 näkökenttää). Runsaimpina esiintyvistä äyriäislajeista/-suvuista mitattiin 30-50 yksilön pituus ja vähälukuisimmista mitattiin kaikki löytyneet yksilöt. Näytteissä havaitut *Bosmina*- ja *Daphnia* –suvun vesikirppujen lajit määritettiin, mutta yksilöiden määrissä ja pituusmittauksissa niitä ei eritelty lajilleen ajankäytön säästämiseksi. Näytteenotto- ja käsittelymenetelmistä johtuen alkueläimiä ei pääsääntöisesti tutkittu, mutta huomioita alkueläinhavainnoista merkittiin muistiin.

Äyriäiseläinplanktonin biomassat laskettiin lajikohtaisilla pituus : hiilisisältö -regressioyhtälöillä huomioiden mahdolliset munat ja embryot (Vasama & Kankaala 1990, Luokkanen 1995, Anja Lehtovaaran julkaisematon aineisto). Rataseläinten hiilisisältö otettiin kirjallisuudesta (Latja & Salonen 1978, Telesh ym. 1998). Äyriäisplanktonin ja laiduntavan vesikirppuyhteisön keskikoko laskettiin suku-/lajikohtaista yksilömäärää painottaen (ns. tiheyspainotettu keskipituus).

Vesikirppujen laskennallinen laidunnusteho arvioitiin yhtälöllä $F = 11,695 * L^{2,48}$, jossa F = suodatusteho ml/eläin/päivä ja L = eläimen pituus, mm (Knoechel & Holtby 1986). Yhtälö ei siis huomioi mm. veden lämpötilaa, joka kuitenkin vaikuttaa vesikirppujen ravinnonottoon (Burns 1969).

2.3 Kasviplanktonnäytteiden analysointi ja tulosten käsittely

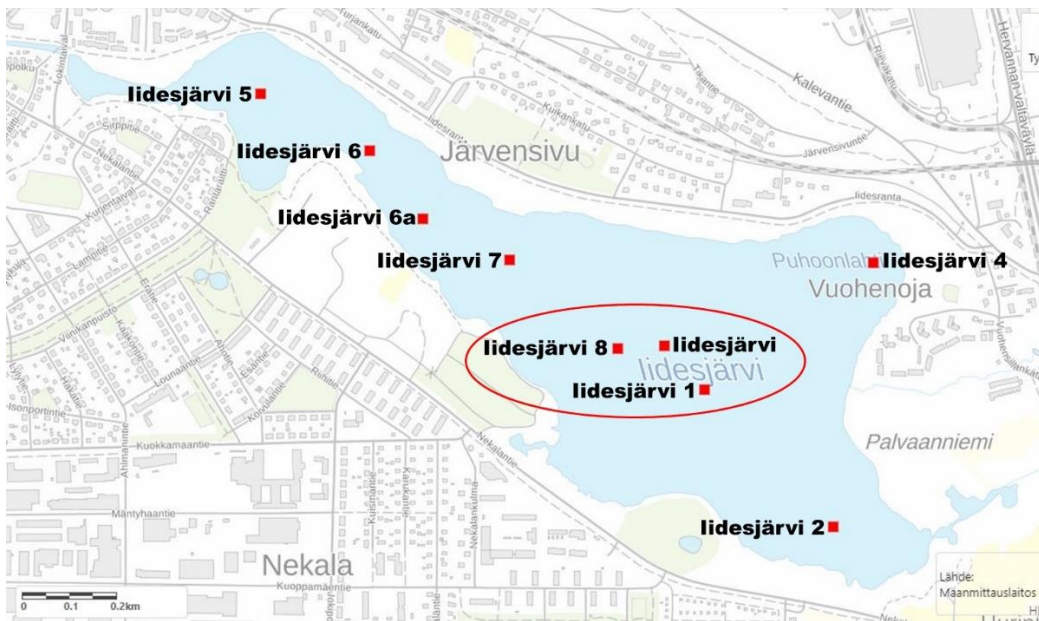
Kasviplanktonnäytteitä laskeutettiin vuorokausi planktonkyveteissä. Laskeutettava näytemäärä oli 5-10 ml johtuen runsaasta levämäärästä. Näytteet analysoitiin käänteis-mikroskoopilla 150- ja 600-kertaisilla suurennuksilla ja vaihevastakohtaoptiikalla ympäristöhallinnon suosittelman laajan kvantitatiivisen menetelmän mukaisesti (Järvinen ym. 2011). Laskennassa käytettiin Suomen ympäristökeskuksen EnvPhyto-laskentaohjelmaa, jolla lasketut tulokset siirtyvät suoraan Hertta-järjestelmän kasviplanktonrekisteriin. Näytteissä esiintyneiden kasviplanktonryhmien laatua eläinplanktonin ravintona arvioitiin Taipaleen ym. (2019, 2020) luokittelun mukaan.

2.4 Rihmalevien havainnointi

Rannoilla ja muilla matalilla alueilla lidesjärvellä kasvavien rihmaleväkasvustojen esiintymistä havainnointiin kasvukausilla 2022 ja 2023 näytteenottojen yhteydessä ottamalla niistä näytteitä tunnistusta varten 4.7.2023 sekä 30.5., 14.6. ja 18.7.2024. Näytteet kestävöitiin Lugolin-liuoksella ja lajit analysoitiin käänteis- mikroskoopilla.

2.5 Vedenlaatuaineisto ja sen käsittely

lidesjärven vedenlaatuaineisto haettiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä Hertta-tietokannasta. Tarkempaan käsittelyyn valittiin tulokset näytteistä, jotka on kerätty kolmesta lidesjärven syvimmällä alueella toisiaan lähellä sijaitsevasta pisteestä (Kuva 2.2). Vuodesta 1965 vuoteen 1988 näytteitä haettiin pisteestä nimeltä "lidesjärvi 1", vuodesta 1990 vuoteen 2006 pisteestä "lidesjärvi 8" ja vuodesta 2006 vuoteen 2023 pisteestä "lidesjärvi". Jotta aineistosta saatiin pitkät aikasarjat, näiden kolmen pisteen tulokset yhdistettiin, mitä puolsi myös se että näytepisteet sijaitsevat vain noin 200 m etäisyydellä toisistaan. Vedenlaatuaineisto käsiteltiin erikseen talvi- ja kasvukauden osalta. Tuloksista laskettiin keskiarvo (\pm keskivirhe), mikäli niitä oli enemmän kuin yksi.



Kuva 2.2. Vedenlaadun seurantapisteen sijainti lidesjärvessä. Ellipsillä on merkitty kolme syvimmän alueen näytepistettä, joiden aineistoja käsiteltiin ja analysoitiin tässä tutkimuksessa vuodesta 1965 vuoteen 2023 (Kartta: Suomen ympäristökeskuksen Hertta-tietokanta).

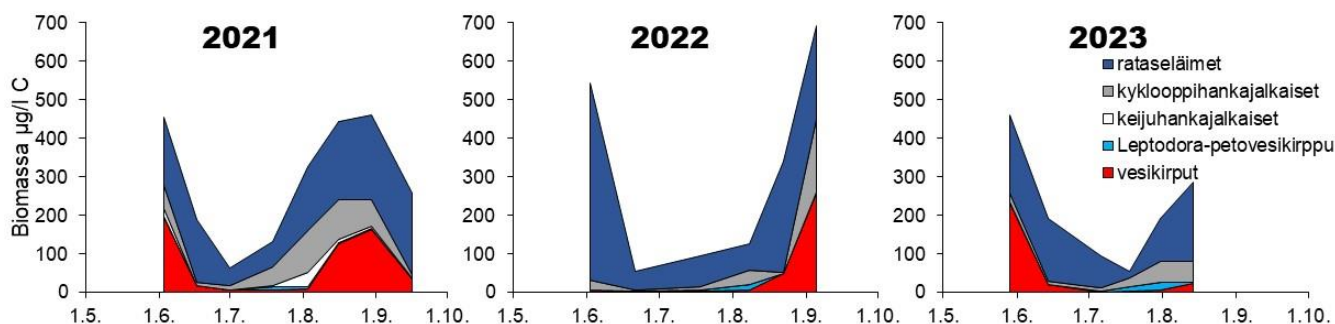
3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Eläinplankton

lidesjärven eläinplanktonyhteisön (lajit listattu Liitteen 1 Taulukkoon L1) hiilisisältönä arvioitun biomassan vallitseva ryhmä oli kaikkina kolmena tutkimusvuonna rataseläimet (Rotifera). Niitä oli runsaasti läpi koko kasvukauden ja erityisen paljon loppukesällä, vuonna 2022 myös alkukesällä, jolloin muuta eläinplanktonia ei juuri ollutkaan (Kuva 3.1). Rataseläimet runsastuvat etenkin silloin kun ravintokilpailu vesikirppujen (Cladocera) kanssa on vähäistä ja kalojen eläinplanktoniin kohdistama saalistus voimakasta (esim. Vakkilainen ym. 2004). Valtaosan kesää lidesjärven vesikirppujen biomassa oli pieni, keskikesällä suorastaan olematon, vajaasta 1 µg/l C (=vähemmän kuin 1 vesikirppu litrassa vettä) enimmilläänkin vain noin 15 µg/l C (=vähemmän kuin 20 yksilöä litrassa). Kohtalaisesti vesikirppubiomassaa havaittiin kuitenkin alku- ja loppukesällä 2021, alkusyksyllä 2022 ja alkukesällä 2023 (Kuva 3.1). Vesikirput saattoivat runsastua edellisvuosien tapaan myös alkusyksyllä 2023, mutta tuolloin näytteenotto loppui elokuun puolivälissä.

Kyklooppihankajalkaiset (Cyclopoida) oli runsas eläinplanktonryhmä heinä-elokuussa 2021 ja niitä oli kohtalaisesti myös loppukesällä 2022-2023 (Kuva 3.1). Runsain laji oli pienikokoinen *Thermocyclops oithonoides*. Varhaisia toukkavaiheita lukuun ottamatta nämä eläimet ovat pääosin petoja eli syövät muuta eläinplanktonia. Lisäksi ne kykenevät tunkeutumaan vesikirppujen sikiökammioon syömään siellä kehittyviä munia ja embryoita (Gliwicz 2003, Ketola ym. 2023).

Keijuhankajalkaisista (Calanoida) lidesjärven näytteissä esiintyi muutamia *Eudiaptomus gracilis* -lajin yksilöitä. Nämä kasviplanktonia ravinnokseen suodattavat äyriäiset valikoivat ravintokohteensa tarkemmin kuin vesikirput. Tämän sekä lajin vähäisyyden vuoksi lidesjärvellä *Eudiaptomus* on kasviplanktonin säätelyn kannalta käytännössä merkityksetön.



Kuva 3.1. lidesjärven eläinplanktonin biomassa hiilisisältönä arvioituna ja kumulatiivisesti ryhmittäin esitettynä kasvukaudella 2021, 2022 ja 2023. *Leptodora kindtii* -petovesikirppu on esitetty erillään muista vesikirpuista, jotka hankkivat ravintonsa suodattamalla.

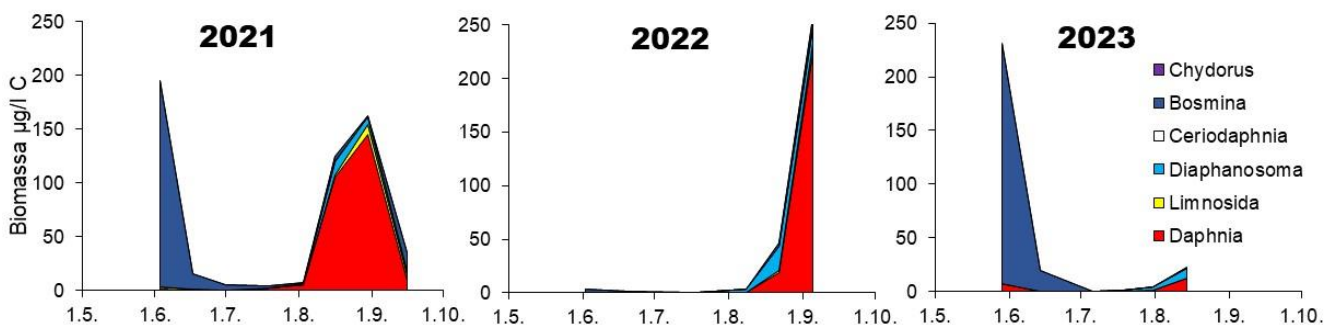
Paitsi rataseläinvaltaisuus, myös kyklooppihankajalkaisten runsaus viittaa siihen, että kalojen eläinplanktoniin kohdistama saalistuspaine on lidesjärvessä voimakas. Kumpikaan eläinryhmä ei käytännössä kykene säätelämään kasviplanktonia ja ne ovat yleensä runsaita hyvin runsasravinteisissa järvissä. Rataseläimet suodattavat vedessä keijuvaa pienikokoista

hiukasmaista ainesta, mukaan lukien bakteereja. Rataseläimet ovat itsekkin enimmäkseen pieniä: vajaasta 0,1 millimetristä noin 0,2 millimetriin. lidesjärven yksi runsaslukuisimmista rataseläimistä, *Keratella cochlearis* ja sen peräpiikitön muoto *K. cochlearis* var. *tecta* on noin 0,08 mm pituinen (tämän raportin kansikuvassa niitä näkyy 6 yksilöä). Rataseläimillä on ravintoarvoa vain lähinnä vastakuoriutuneille pienille kalanpoikasille ja planktonyhteisön pedoille, kuten kyklooppihankajalkaisille. Nämä puolestaan tehokkaina uimareina pystyvät varsin tehokkaasti välttymään joutumasta kalojen saaliiksi.

lidesjärven planktonyhteisön vallitsevat vesikirppusuvut olivat *Bosmina* ja *Daphnia*. Edellä mainituista löytyi vain yksi laji: *B. longirostris*. Sen koko vaihtelee 0,2 mm ja 0,7 mm välillä (Błędzki & Rybak 2016), mutta lidesjärvessä yksilöt olivat kuitenkin poikkeuksellisen pieniä, pääasiassa 0,2 mm ja suurimmillaankin vain 0,4 mm. Juveniilien eli nuoruusvaiheen yksilöiden koko ei käytännössä eronnut aikuisvaiheen yksilöistä. *Bosmina* muodosti biomassahuipun alkukesällä 2021 ja 2023, mutta vuonna 2022 se lähes puuttui lidesjärven planktonyhteisöstä, vaikka näytteenotto aloitettiin samana ajankohtana kuin muinakin vuosina (Kuva 3.2).

Daphnia cucullata oli sukunsa vallitseva laji, jonka lisäksi havaittiin ajoittain *D. cristata* -yksilöitä, vuoden 2021 näytteissä hyvin vähälukuisena myös *D. longiremis*. *D. cucullata* on tyypillinen laji rehevissä järvisä, joissa planktonia syövien kalojen saalistuspaine on suuri (Błędzki & Rybak 2016). Vuonna 2021 *Daphnia* runsastui elo-syyskuussa ja vuonna 2022 syyskuun alussa, mutta vuonna 2023 biomassaa oli lähes olematon (Kuva 3.2). Elokuun 2023 puolivälissä otetussa viimeisessä näytteessä oli havaittavissa viitteitä runsastumisesta aiempien vuosien tapaan.

Muita suodattamalla ravintonsa hankkivia vesikirppuja lidesjärvessä oli huomattavan vähän verrattuna *Bosmina*- ja *Daphnia*-vesikirppuihin (Kuva 3.2). Ainoa lidesjärven näytteissä havaittu petovesikirppu oli *Leptodora kindtii*, jota esiintyi keskikesällä enimmillään 2-3 yks./l (10-20 µg/l).



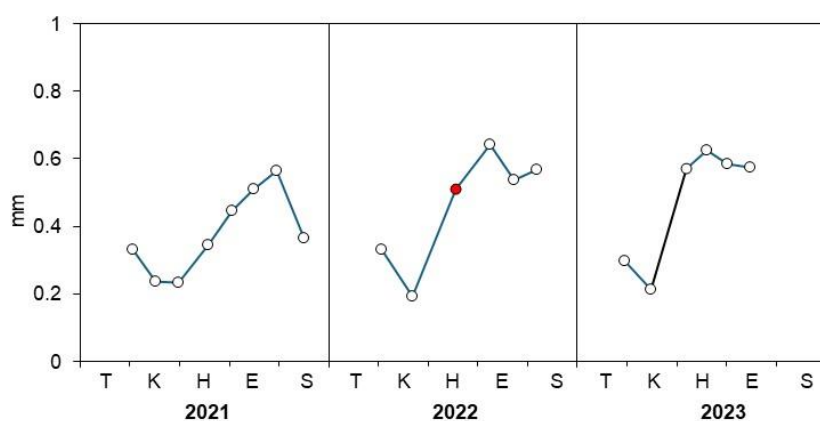
Kuva 3.2. lidesjärven suodattamalla ravintonsa hankkivien vesikirppujen biomassa hiilisisältönä arvioituna ja kumulatiivisesti suvuittain esitettyinä kasvukaudella 2021, 2022 ja 2023.

Kuten *Bosmina*-vesikirput myös *Daphnia*-yksilöt olivat pääsääntöisesti vaatimattoman kokoisia: vain puoli millimetriä tai hieman sen alle, mikä osoittaa kalojen planktoniin kohdistaman saalistuksen olevan voimakasta. Näytteissä havaittiin kuitenkin satunnaisesti myös selvästi suurempia yksilöitä, kuten etenkin vuoden 2022 viimeisessä, 5.9.2022 otetussa näytteessä, mistä löytyi lähes 1 mm mittaisia *D. cucullata* -yksilöitä (Kuva 3.3). Yli 1 mm kokoisia *Daphnia*-vesikirppuja ei kuitenkaan havaittu, mutta loppukesän näytteissä oli muutamia *Limnosida frontosa* -lajin yksilöitä, joista suurimmat olivat 1,3-1,4 mm pituisia.

Kuva 3.3. Valokuva *Daphnia cucullata* -vesikirpusta (pituus silmästä peräpiikkiin tyveen 0,87 mm), jolla on 6 munaa sikiökammiossaan lidesjärvestä 5.9.2022 otetussa näytteessä. Vasemmassa ylänurkassa näkyy myös kyklooppihankajalkaisen kopepodiitti-toukkavaihe (pää alaspäin).



lidesjärvessä tavatut *Daphnia*-lajit esiintyvät myös esimerkiksi Lahden Vesijärvessä, missä niistä on tavattu parhaimmillaan reilu 1,1 mm pituisia yksilöitä. Siellä niiden koko vaihtelee ja seurailee selkeästi planktonia syövien kalojen runsautta (Ruuhijärvi ym. 2020, Kuoppamäki 2023c). Vesikirppujen yksilökoko on hyvä, helposti mitattavissa oleva indikaattori, jonka avulla voidaan arvioida kalakantoja, mukaan lukien niitäkin lajeja, joiden pyydystettävyyden on heikko tavanomaisissa verkkokoekalastuksissa, kuten kuoretta (Ruuhijärvi ym. 2020). lidesjärven vesikirppuyhteisön lajikohtaisesti tiheyspainotettu yksilökoko on hyvin pieni alkukesällä (Kuva 3.4), mikä johtuu lähinnä pienen *Bosmina longirostris* -lajin runsaudesta vuosina 2021 ja 2023 (Kuva 3.2). Kaikkina kolmena tutkimusvuonna yksilökoko kasvoi loppukesää kohti, mutta jäi silloinkin parhaimmillaan noin 0,6 millimetriin (Kuva 3.4).

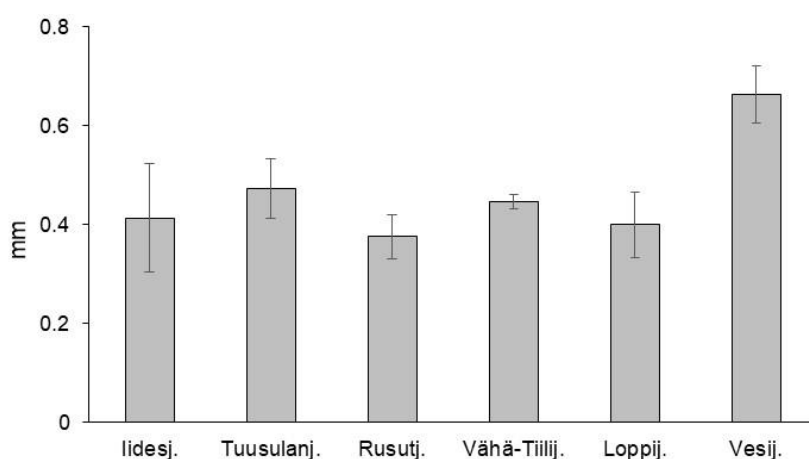


Kuva 3.4. lidesjärven vesikirppuyhteisön lajeittain tiheyspainotettu keskimääräinen yksilökoko vuosina 2021, 2022 ja 2023. Näytepäivän 18.7.2022 tulos on merkitty punaisella värillä vesikirppujen huomattavan vähäisyyden vuoksi (vain 0,7 yks./l), mikä voi osaltaan vääristää tulosta.

Monesti kesänvanhojen kalanpoikasten ruokailu näkyy vesikirppujen yksilökoon vähittäisenä pienemisenä kohti loppukesää ja syksyä, kuten esimerkiksi Lahden Vesijärvessä mm. kuoreen voimistuvan saalistuksen vuoksi (Kuoppamäki 2020). Sitä vastoin lidesjärvessä päinvastoin yksilökoko kasvoi loppukesällä (Kuva 3.4). Osaltaan siihen vaikutti toki alkukesällä runsaina esiintyneiden pienten *Bosmina*-vesikirppujen väheneminen. Yksilökoon kasvuun loppukesällä on saattanut vaikuttaa uposlehtisen vesikasvillisuuden tarjoamat piilopaikat, jonne vesikirput ovat päässeet suojaan kalojen saalistukselta. Rehevissä ja matalissa järvissä uposkasvillisuudella

on keskeinen merkitys vedenlaadun kannalta lukuisten monimutkaisten suorien ja epäsuorien mekanismien kautta, joista yksi on piilopaikkavaikutus (Jeppesen ym. 1998, Hietala ym. 2004). lidesjärven mataluus, vähähumuksisuus ja ravinteikkaus luovat otolliset olosuhteet uposkasvillisuuden esiintymiselle, mutta tiettävästi sitä on ollut kuitenkin vain vähän suhteessa muuhun vesikasvillisuuteen (Tampereen kaupunki 2014). Todennäköinen syy siihen on runsaan kasviplanktonbiomassan aiheuttama varjostus ja kiintoaineen aiheuttama veden sameus (ks. kappale 3.4). Vuonna 2024 tutkittiin jälleen lidesjärven vesikasvillisuutta, jonka havaittiin runsastuneen selvästi erityisesti vieraslaji vesiruton (*Elodea canadensis*) ansiosta (Lahdenniemi Järvinen 2024). Vesiruttoa ei ole aiemmissa kasvillisuuskartoituksissa havaittu, mutta vuonna 2024 se oli levinnyt laajalti. Se säätelee kasviplanktonin tuotantoa, mutta ei välttämättä tarjoa otollista suojapaikkaa ainakaan *Daphnia*-vesikirpuille – varsinkaan jos nämä eivät pääse ajoittain vaeltamaan pois kasvustojen seasta eli toteuttamaan niille luontaista ns. horisontaalista vaeltamista (Kornijow ym. 2005). Planktonia ei tutkittu lidesjärvessä vuonna 2024, joten vesiruton mahdollisia vaikutuksia siihen ei voitu vielä tässä tutkimuksessa arvioida. lidesjärvessä ajoittain runsaiden rihmalevien muodostamien lauttojen (ks. kappale 3.3) merkitystä eläinplanktonin mahdollisena suojapaikkana ei tiettävästi ole tutkittu.

Mitä sitten tarkoittaa pieni tai iso vesikirppu? Verrattuna muihin reheviin järviin, kuten Tuusulanjärvi, Rusutjärvi Vähä-Tiilijärvi ja Loppijärvi (aineisto raporteista Kuoppamäki 2022b, 2023a,b, Kuoppamäki & Malinen 2024), vesikirppuyhteisön lajikohtaisesti tiheyspainotettu yksilökoko on lidesjärvessä samalla tasolla, samoin kuin myös rehevässä matalassa. Lahden Vesijärven vesikirput ovat kuitenkin huomattavasti suurikokoisempia, keskimäärin 0,7 mm (Kuoppamäki 2022a) kun lidesjärvessä ja muissa tähän vertailuun otetuissa järvissä (0,4 mm tasolla, Kuva 3.5), Kasviplanktonin säätelyn kannalta vesikirppujen koolla on suuri merkitys, sillä sen vaikutus ravinnonottotehokkuuteen ei ole lineaarinen (Knoechel & Holtby 1986). Siinä missä esim. 0,4 mm pituinen *Daphnia* voi laskennallisesti suodattaa 1,2 ml päivässä, 0,7 mm mittainen suodattaa 5 ml/päivä. lidesjärvessä havaittiin muutamia 1,1 mm pituisia yksilöitä. Ne voivat suodattaa vajaa puolimilliseen eläimeen nähden kymmenkertaisen vesitilavuuden: noin 12 ml/päivä. Lisäksi mitä suurempi *Daphnia* sitä monipuolisemmin erikokoisia planktonleviä se syö. Tämän vuoksi ravintoverkkokunnostuksen tavoitteena on luoda edellytykset suuri- tai edes keskikokoisten vesikirppuyksilöiden runsaalle esiintymiselle.

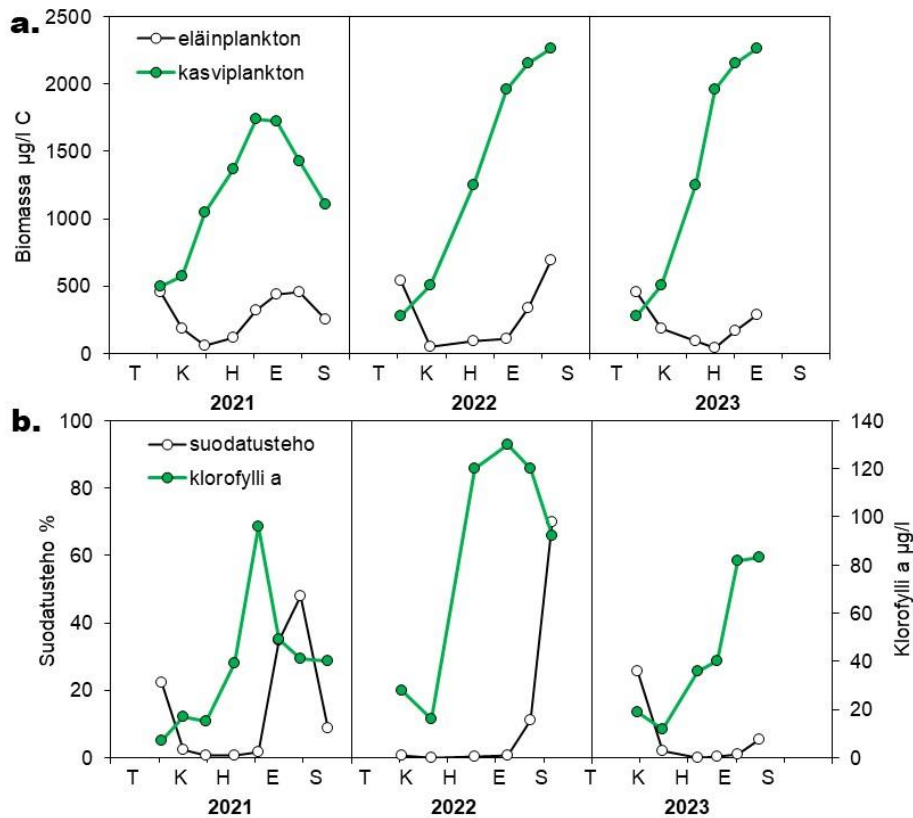


Kuva 3.5. lidesjärven, Tuusulanjärven, Rusutjärven, Vähä-Tiilijärven, Loppijärven ja Vesijärven Enonselän vesikirppujen yksilökoon keskiarvo (\pm keskivirhe) laskettuna kesä-, heinä- ja elokuun 2022 tuloksista (Loppijärven osalta vuoden 2023 tuloksista).

lidesjärvellä vuosina 2021 ja 2024 tehtyjen verkkokoekalastusten perusteella särkikanta on säilynyt runsaana (Westermarck 2021 ja julkaisematon aineisto). Lisäksi vuonna 2021 saaliissa oli erittäin runsaasti pasuria. Myös pasurin tiedetään syövän eläinplanktonia ja kannan voimistuminen saattaisi johtaa jopa entistä voimakkaampaan eläinplanktoniin kohdistuvaan saalistukseen. lidesjärven ahvenkanta ei ole ainakaan toistaiseksi runsastunut. Tämä olisi yksi

tärkeimmistä hoitokalastuksen positiivisista vaikutuksista. Verkkokoekalastusten lisäksi pasurin, kuten muidenkin lidesjärven runsaiden kalalajien ravinnon tutkiminen auttaisi suuresti hoitokalastuksen mahdollisuuksien selvittämisessä ja toimenpiteiden kohdentamisessa. Joka tapauksessa planktonia syövien kalojen kantoja tulee vähentää huomattavan paljon, jotta toivottuja ravintoverkkovaikutuksia saadaan aikaiseksi, etenkin jos uposlehtistä kasvillisuutta on hyvin vähän (Vakkilainen 2005).

Touko-kesäkuun vaihteessa eläin- ja kasviplanktonin biomassa on lidesjärvessä keskenään samalla tasolla, mutta sen jälkeen kasviplanktonbiomassa lähti kaikkina kolmena kesänä kasvamaan voimakkaasti samalla kun eläinplanktonbiomassa jäi hyvin alhaiselle tasolle (Kuva 3.6a). Tämä osaltaan osoittaa, että kasviplanktonin säätelyssä lidesjärven eläinplanktonilla ei näyttäisi olevan suurta merkitystä, ei edes kesän alussa, koska tuolloin yhteisössä vallitsevat vain 0,2 mm kokoiset *Bosmina*-vesikirpuit. Kun arvioidaan laskennallisesti vesikirppujen kykyä suodattaa vedestä kasviplanktonia ja muita hiukkasia (puhutaan ns. sestonista), loppukesällä 2021 ja 2022 eläinplanktonilla vaikuttaisi kuitenkin olevan jonkinasteinen merkitys, mikä näkyy myös planktonlevien määrässä klorofylli a -pitoisuudella mitattuna (Kuva 3.6b). Kasviplanktonbiomassa ja klorofyllipitoisuus eivät ole suhteellisesti täysin verrattavissa toisiinsa, koska eri lajien sisältämässä klorofyllin pitoisuudessa on eroja ja samankin lajin pitoisuus voi vaihdella riippuen leväkannan kehitysvaiheesta.



Kuva 3.6. lidesjärven a) eläin- ja kasviplanktonin biomassa hiilipitoisuutena arvioituna sekä b) vesikirppujen suodatusteho eli se %-osuus vesimassasta, jonka vesikirppuyhteisö voi laskennallisesti suodattaa päivässä (vasemmanpuoleinen y-akseli) ja kasviplanktonin määrää kuvastava klorofylli a -pigmentin pitoisuus (oikeanpuoleinen y-akseli) vuosina 2021, 2022 ja 2023.

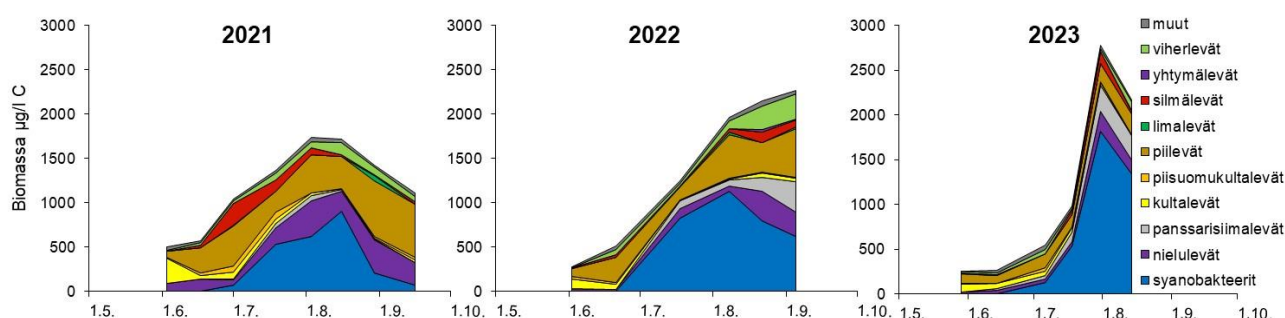
Kun vesikirput lähes hävisivät eläinplanktonyhteisöstä kaikkina kolmena vuonna keskikesällä, suodatusteho oli käytännössä nollassa, mikä on varmasti osaltaan vaikuttanut levämäärien reippaaseen kasvuun vastaavana ajanjaksona: klorofylli *a* -pitoisuus oli pahimmillaan 130 µg/l elokuun alussa 2022 (Kuva 3.6b). Rehevissä järvissä ympäristöhallinnon määrittelemä huonon vedenlaadun raja-arvo on klorofyllin osalta 60 µg/L.

Eläinplankton vaikuttaa kasviplanktonin dynamiikkaan paitsi suoraan syömällä planktonleviä myös epäsuorasti ravinnekiertojen kautta. Vesikirput tarvitsevat kasvaakseen ja lisääntyäkseen paljon fosforia suhteessa typpeen ja enemmän kuin esimerkiksi hankajalkaiset (Hessen ym. 2013). Vesikirppujen runsaus suosii kasviplanktonlajeja, jotka tarvitsevat paljon typpeä suhteessa fosforiin (Branco ym. 2018) – eli pääosin muita kuin sinileviä. Koska lidesjärvessä vesikirppuja ei keskikesän planktonyhteisössä käytännössä ollut, ne eivät olleet myöskään sitomassa fosforia biomassansa. Syanobakteerit eli sinilevät hyötyvät runsaasta fosforipitoisuudesta ja alhaisesta typpi:fosfori-suhteesta, koska monet lajit kykenevät sitomaan ilmakehän typpeä.

3.2 Kasviplankton

lidesjärven kasviplanktonbiomassa oli tasaisen suuri koko kasvukauden 2021 ajan ja alkoi hieman vähentyä alkusyksyä kohden. Vuosina 2022 ja 2023 biomassa kasvoi voimakkaammin kohti loppukesää (Kuva 3.7). Kaikkina kolmena tutkimusvuonna kasviplanktonbiomassa oli rehevän järven tasolla. Etenkin heinä-elokuun vaihteessa 2023 kasviplanktonbiomassa ilmensi erittäin reheviä olosuhteita (peräti yli 19 000 µg/l tuorepainona eli lähes 3000 µg/l C) (Kuva 3.7).

Alkukesällä 2021 noin puolet lidesjärven biomassasta oli kultaleviä (Kuva 3.7), valtaosin *Uroglena*-suvun leviä. Keskikesällä ja vuosina 2022 ja 2023 jo alkukesällä kasviplanktonissa vallitsivat piilevät, valtaosin pitkiä rihmoja muodostavat *Aulacoseira*-suvun levät. Kaikkina kolmena vuonna heinäkuun puoliväliin mennessä sinilevät alkoivat voimakkaasti runsastua (Kuva 3.7). Sinilevien ehdoton valtalaji lidesjärvessä on *Dolichospermum planctonicum*, jonka helminauhamaisia rihmoja näkyy runsaasti myös tämän raportin kansisivun valokuvassa. Sinilevät ja piilevät vallitsivat aina elokuun alkupuolelle saakka, mutta kesällä 2023 sinileväbiomassa oli noin kaksinkertainen kahteen edeltävään vuoteen verrattuna. Viherleviä esiintyi lähinnä loppukesällä ja nieluleviä keski- ja loppukesällä, mutta niiden osuus oli hyvin vähäinen vuonna 2023 verrattuna aiempiin kahteen vuoteen.



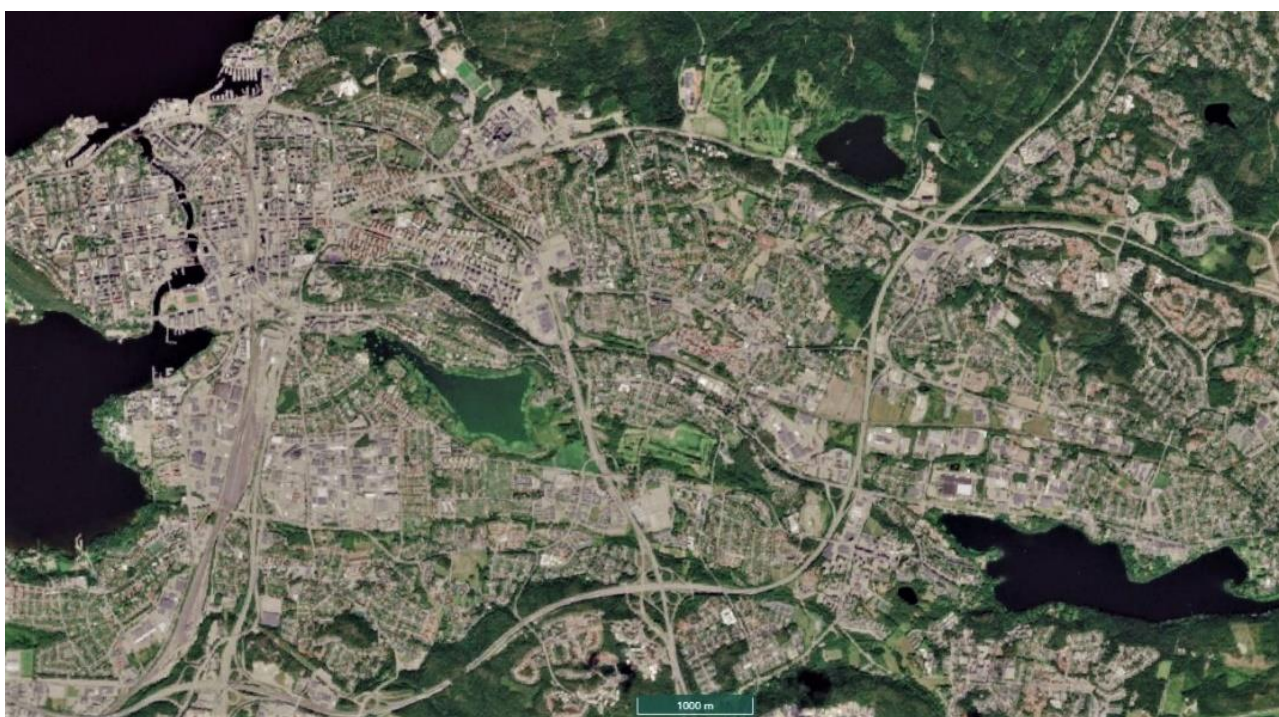
Kuva 3.7. lidesjärven kasviplanktonryhmien biomassa hiilisisältönä arvioituna vuosina 2021, 2022 ja 2023.

Kasviplanktonbiomassa ilmensi erittäin reheviä olosuhteita kaikkina tutkimusvuosina etenkin heinäkuusta eteenpäin. Tilanne näkyy myös kasviplanktonin perusteella tehdyn ekologisen luokituksen tuloksissa. Tosin runsasravinteisten (Rr) järvien, joksi lidesjärvi on tyypitelty,

luokitukselle on annettu raja-arvot vain klorofyllille. Muille kasviplanktonin luokitteluparametreille ei ole annettu raja-arvoja viimeisimmässä luokitteluoppaassa vertailujärvien vähäisen lukumäärän takia. Muut luokitteluparametrit ovat kokonaisbiomassa, haitallisten sinilevien osuus sekä rehevyysindeksi (TPI). Niiden osalta luokituksessa sovellettiin muiden järviyppien raja-arvoja, ei kuitenkaan luonnostaan vähäravinteisten tyyppien.

Klorofyllin perusteella lidesjärvi oli huonossa tilassa kaikkina tutkimusvuosina (2021-2023). Kokonaisbiomassa ilmensi samoin huonoa ekologista tilaa. Haitallisten sinilevien osuus ilmensi vuonna 2021 hyvää tilaa ja vuosina 2022-2023 tyydyttävää tilaa, ja rehevyysindeksi ilmensi kaikkina vuosina välttävää tilaa. Kokonaisuutena ekologinen tila oli vuonna 2021 välttävä ja vuosina 2022 ja 2023 välttävän ja huonon rajalla.

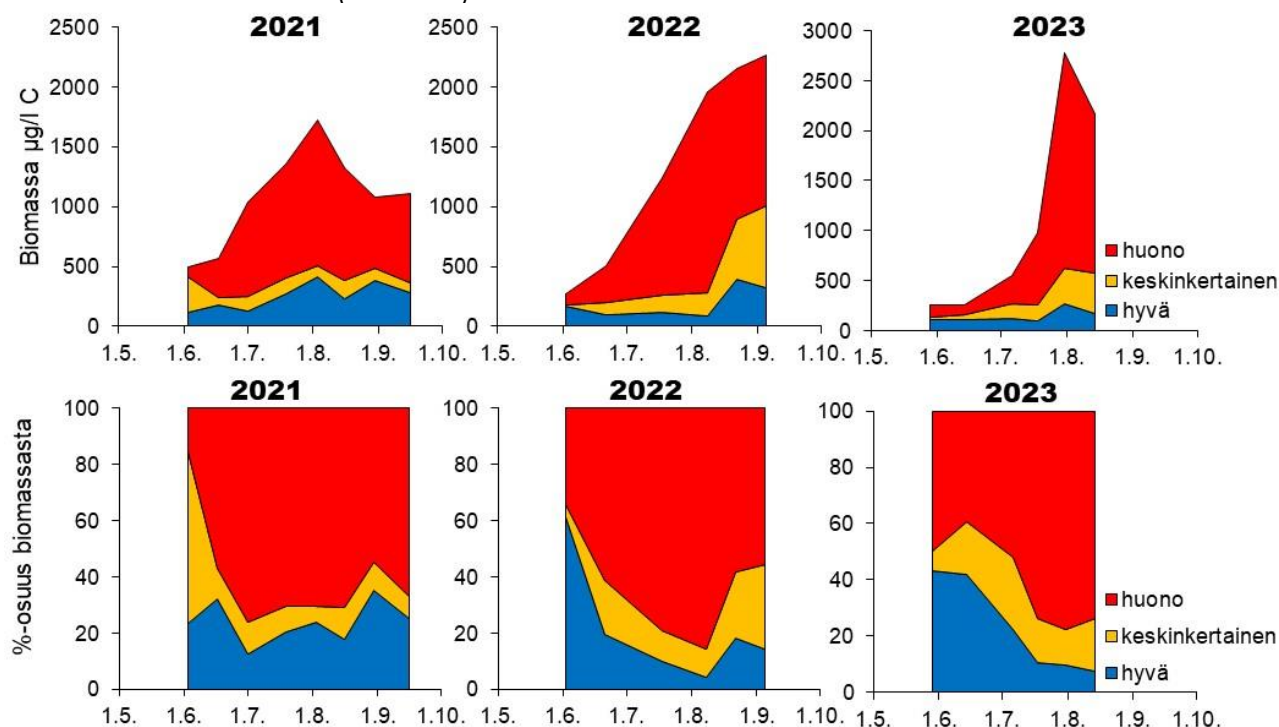
lidesjärven leväsamennus näkyy hyvin myös satelliittikuvissa, kuten 5.8.2021 otetussa kuvassa (Kuva 3.8), jossa myös nähdään veden olevan kirkkaampaa lidesjärven matalassa länsipäässä. Siellä voidaan olettaa esiintyvän enemmän uposkasvillisuutta kuin syvemmissä itäosassa. Havainto osaltaan tukee edellä mainittua vesikasvien merkitystä vedenlaadun säätelyssä mm. tarjoamalla planktonleviä syöville vesikirpuille suojaa kalojen saalistukselta. Jatkossa kannattaisikin tutkia myös järven länsiosan planktonyhteisöä ja vedenlaatua.



Kuva 3.8. Satelliitin 5.8.2021 ottama kuva, jossa lidesjärvi (keltainen nuoli) näkyy vihreän sameana ja erottuu muista lähellä olevista järvistä, kuten oikeassa alareunassa näkyvä Kaukajärvi. lidesjärven länsipäässä vesi näyttäisi olevan kirkkaampaa kuin muualla, mahdollisesti runsaamman uposlehtisen vesikasvillisuuden ansiosta. Kuva sisältää muokattua Copernicus Sentinel-2 dataa, TARKKA+, Syke.

Kasviplankton kykenee syntetisoimaan monia elämälle välttämättömiä rasvahappoja ja steroleita, joiden saatavuus määrittää koko ravintoverkon toimintaa ja tuottavuutta. Nielu-, pii-, kulta- ja panssariimalevät syntetisoivat pitkäketjuisia ω -3 rasvahappoja ja steroleita, minkä ansiosta ne ovat eläinplanktonille hyvälaatuista ravintoa (Taipale ym. 2019, 2020). lidesjärven kasviplanktonbiomassasta tällaisten hyvälaatuisten levien osuus on 10-20 % (Kuva 3.9). Sinilevät

sisältävät hyvin vähän välttämättömiä ω -3 rasvahappoja eivätkä lainkaan steroleita ja siksi ne ovat huonolaatuista ravintoa. Rehevöitymisen myötä runsastuvat viherlevät ovat myös heikkolaatuista ravintoa, koska ne kykenevät syntetisoimaan vain lyhytketjuisia rasvahappoja (Taipale ym. 2020). Vaikka piilevät luetaan yleisesti hyvälaatuiseen ravintoon, lidesjärven tapauksessa ne siirrettiin kuitenkin huonoon luokkaan, koska pitkinä rihmoina esiintyvät ja siten morfologialtaan hyvin hankalasti syötävät *Aulacoseira*-suvun lajit muodostivat valtaosan (85-95 %) piileväbiomassasta. Niinpä lidesjärven kasviplankton onkin pääosin eläinplanktonille huonolaatuista ravintoa (Kuva 3.9).



Kuva 3.9. lidesjärven kasviplanktonin hiilibiomassa jaoteltuna ravintoarvoltaan karkeasti kolmeen ryhmään a) kumulatiivisesti esitettynä ja b) prosentuaalisina osuuksina kasvukausilla 2021-2023.

Vaikka vesikirput kykenevät melko hyvin löytämään vähäisenkin hyvän ravinnon (Taipale ym. 2019), hyvin runsaana esiintyvät huonolaatuiset, varsinkin rihmamaiset ja muut koloniaaliset kasviplanktonryhmät, kuten monet sinilevät, haittaavat vesikirppujen ravinnonhankintaa ja siten hengissä pysymistä ja lisääntymistä mm. tukkimalla niiden suodatusjärjestelmän (Gliwicz 2003).

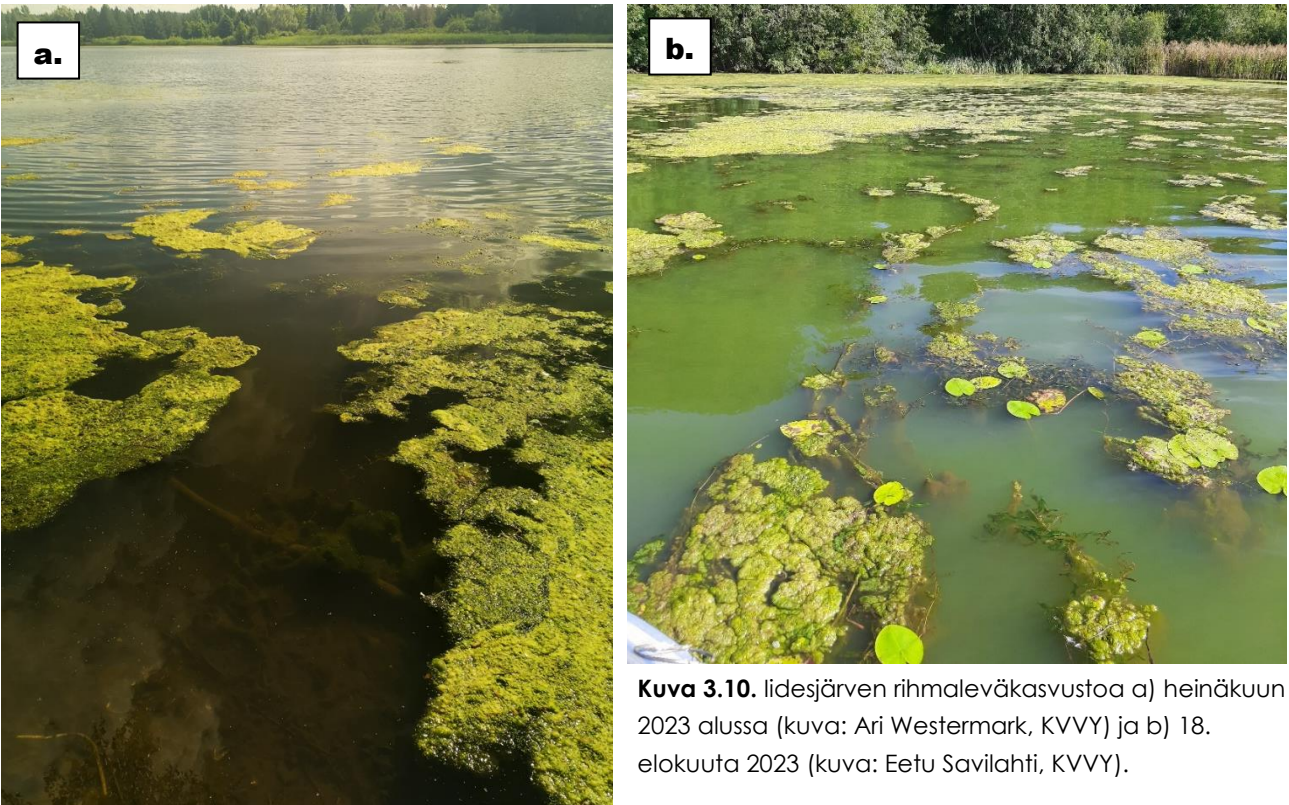
3.3 Rihmalevät

Kasviplankton koostuu verraten alkeellisista yksisoluisista levistä, jotka voivat muodostaa useiden solujen ketjuja, kuten monet pii- ja sinilevät (Tikkanen 1986). Niinpä ne näyttävät rihmamaisilta. Sen sijaan rihmalevät eivät kuulu planktoniin. Ne muodostavat yhteisön nimeltä metaphyton, jolla tarkoitetaan yleensä vapaasti kelluvia tai osin vesikasveihin kiinnittyneitä löyhiä, useimmiten viherlevistä koostuvia leväesiintymiä (Lukács ym. 2024). Yksinkertaisella ns. tikkutestillä on helppo tarkistaa onko vedessä esiintyvä levämassa kasviplanktonia vai rihmaleviä: jälkimmäiset jäävät roikkumaan kiinni tikkuun, edellä mainitut eivät. Rihmalevien

tuottavuus ja aineenvaihdunta voi olla erittäin voimakasta ja ne saattavat merkittävästi vaikuttaa matalien järven osien ravinteiden kiertoon (Wetzel 2001).

lidesjärvellä rihmaleviä sekä kellui lauttoina pinnalla (Kuva 3.10) että kasvoi pohjaan ja vesikasveihin kiinnittyneinä. Kesän 2023 kenttähavaintojen mukaan kasvustot olivat alkukesällä vielä vähäisiä, mutta runsastuivat voimakkaasti kesän edistyessä. Jo heinäkuun alkupuolella kasvustot olivat laajoja, ja elokuussa ne peittivät vesikasvillisuuden lähes kokonaan (Kuva 3.10b). Rihmalevät näyttävätkin olevan lidesjärvessä kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden ohella tärkeä perustuottajaryhmä. Ne ilmeisesti myös haittaavat vesikasvien kasvua erityisesti loppukesällä varjostamalla kasvustoja ja kiinnittymällä kasveihin. Toisaalta ne saattavat tarjota suojaa vesikirpuille vesikasvien tapaan, mutta tätä ei ole tietävästi tutkittu. Olettamusta voisi tukea lidesjärvessä havaittu vesikirppujen yksilökoon kasvu loppukesää kohden (Kuva 3.4), samaan aikaan kun rihmalevälautat runsastuivat.

Levärihmat olivat pitkiä, tummanvihreitä ja hyvin sitkeitä. Mikroskoopilla tarkasteltuna kaikki näytteet sisälsivät *Mougeotia*-suvun viherlevää, eikä näytteissä havaittu muita rihmalevien sukuja. *Mougeotia* ei ole myrkyllinen ja on hyvin yleinen tämäntyyppisissä rihmaleväkasvustoissa. Virkistyskäytön kannalta ne ovat toki epämiellyttäviä.

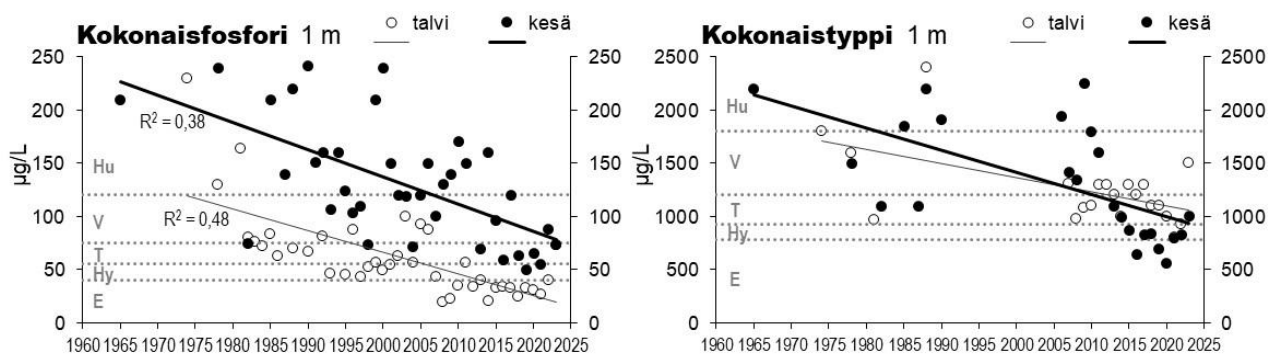


Kuva 3.10. lidesjärven rihmaleväkasvustoa a) heinäkuun 2023 alussa (kuva: Ari Westermark, KVVY) ja b) 18. elokuuta 2023 (kuva: Eetu Savilahti, KVVY).

3.4 Vedenlaatu

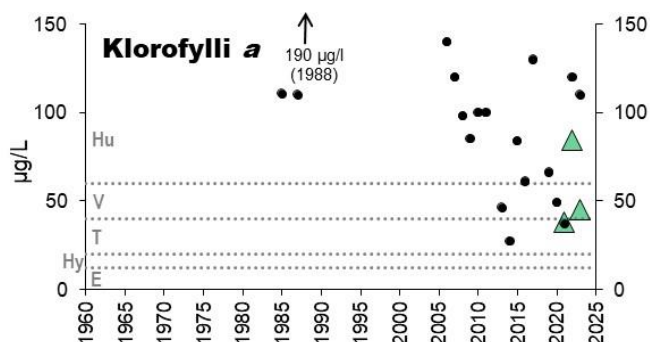
Kokonaisravinteiden pitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa 1960-luvulta näihin päiviin jatkuneen havainnoinnin ajan. Viime vuosina on päästy tasolle, joka osoittaa tällä kriteerillä mitattuna lidesjärven olevan jo lähellä tyydyttävää-hyvää tilaa (Kuva 3.11), kun raja-arvoina

käytetään reheville järville määriteltäviä pitoisuuksia. Kesäiset kokonaisfosforin korkeammat pitoisuudet verrattuna talvitilanteeseen selittyvät todennäköisesti sisäisellä kuormituksella. Sekä kesän että talven fosforipitoisuudet ovat vähentyneet ajan myötä puoleen siitä mitä ne olivat vielä kaksi-kolme vuosikymmentä sitten.



Kuva 3.11. Kokonaisfosforin (vasemmalla) ja kokonaistypen (oikealla) keskimääräiset pitoisuudet talvikerrostuneisuuskauden lopulla (=talvi) ja kesäkerrostuneisuuskauden lopulla (=kesä) 1960-luvulta vuoteen 2023 sekä fosforipitoisuuden kehityskulkua kuvaavat lineaariset trendit selitysasteineen (R^2). Ekologisen tilan luokittelussa käytetyt rehevien järvien raja-arvot näkyvät kuvassa harmailla pisteiviivoilla. Käytetyt lyhenteet: E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä ja Hu = huono.

Levämäärät klorofylli *a* -pitoisuudella mitattuina eivät näytä yhtä selkeitä vähenemisen merkkejä (Kuva 3.12) kuin ravinnepitoisuudet. Kuitenkin kuten ravinteet, viime vuosina myös klorofyllipitoisuudet ovat olleet lähellä tyydyttävää-hyvää, mutta vuonna 2022 tulokset osoittivat selkeästi huonoa vedenlaatua. Vuosina 2021-2023 kasvukauden aikainen vaihtelu osoittautui huomattavaksi (Kuva 3.5), mikä toki tämänkaltaiselle biologiselle ominaisuudelle on tyypillistä, etenkin rehevissä järvissä. Perinteinen tapa mitata klorofyllipitoisuutta kerran kesässä elokuun loppupuolella näytti ainakin vuonna 2021 olevan hyvinkin suuntaa antava verrattuna kasvukauden aikaisten kahdeksan mittaustuloksen keskiarvoon (Kuva 3.12). Sen sijaan vuosina 2022 ja 2023 elokuun puolivälissä mitattu klorofyllipitoisuus oli molempina vuosina suurempi kuin koko kasvukauden keskiarvo.



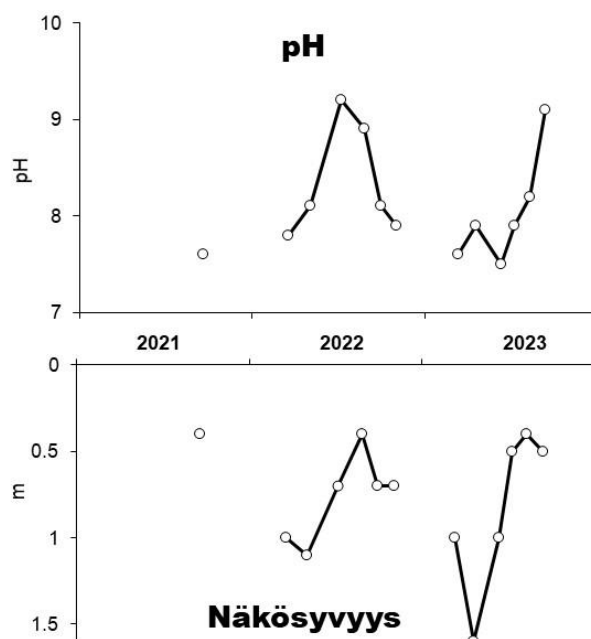
Kuva 3.12. Planktonlevien määrää kuvaava klorofylli *a* -pigmentin pitoisuus kasvukauden lopulla (mustat pallot) vuodesta 1985 vuoteen 2023 sekä koko kasvukauden pitoisuuksien keskiarvot vuosina 2021, 2022 ja 2023 (vihreät kolmiot) lidesjärvessä. Vuoden 1988 mittaustulos on y-akselien asteikon ulkopuolella. Ekologisen tilan raja-arvot kuten kuvassa 3.12.

Suuren levämäärän ja siten voimakkaan perustuotannon vuoksi lidesjärven vesi on kesäkerrostuneisuuskauden lopulla vahvasti emäksistä (pH 7,5-9,5) verrattuna talvitilanteeseen

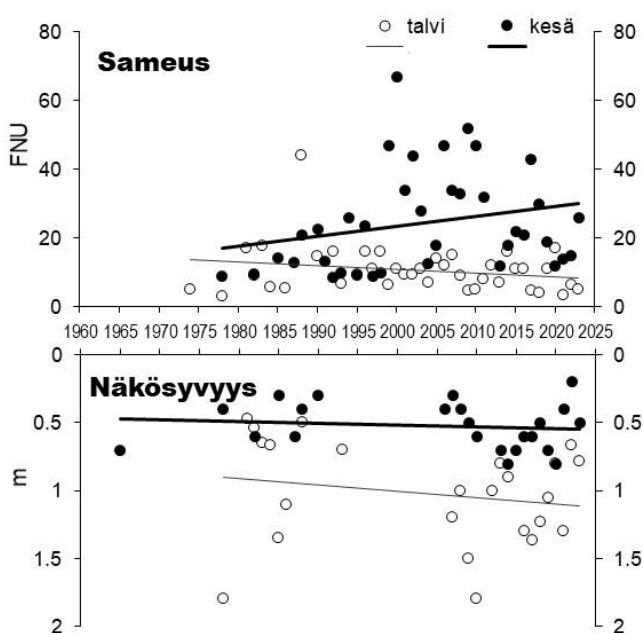
(pH n. 7) eikä ole muuttunut 1970-1980 -luvulta näihin päiviin. Vuosina 2022 ja 2023 planktonitutkimuksen yhteydessä mitatut pH-arvot arvoit vaihtelivat 7,5 ja 9,2 välillä (kuva 3.13).

Vuosina 2022 ja 2023 toehdyt mittaukset osoittavat pH-tason ja näkösyvyyden yhteyden kasviplanktonbiomassan runsauteen: pH kasvaa ja näkösyvyys heikkenee kun levämäärä kasvaa (Kuva 3.6). Veden pH-arvoon vaikuttaa myös lidesjärven ajoittain runsaana esiintyvien rihmalevälauttojen perustuotanto (ks. kappale 3.3). Niiden osuutta esimerkiksi klorofylli a -pitoisuuteen ei tässä tutkimuksessa huomioitu.

Kuva 3.13. lidesjärven veden pH (ylhäällä) ja näkösyvyys (alhaalla) kasvukauden aikana vuosina 2022 ja 2023. Kuvaan lisättiin myös vuoden 2021 tulokset, jotka on haettu ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta.

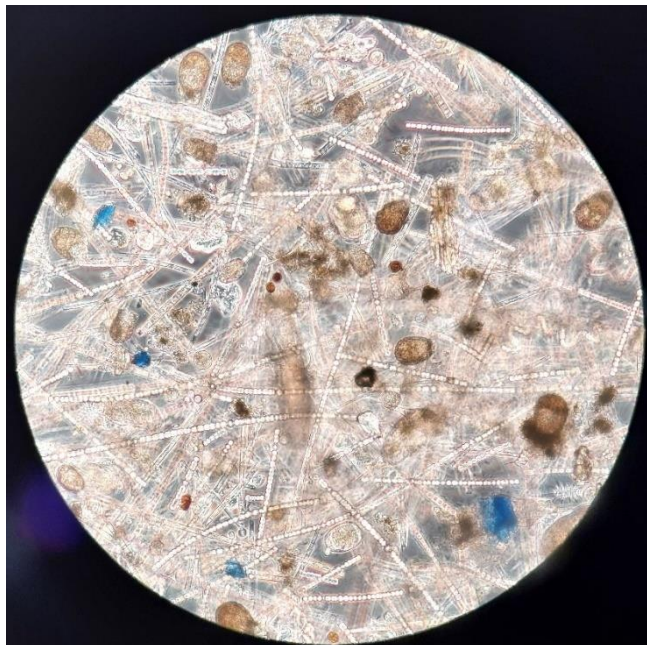


Vaikka lidesjärven tila näyttää olevan kohentumassa ravinteiden ja levämäärien perusteella arvioituna, näkösyvyys on pysynyt alhaisena etenkin kesällä, mitä sameus suurelta osin selittää (Kuva 3.14). Veden sameus johtunee useammasta syystä, kuten järven mataluudesta johtuvan pohjasedimentin sekoittumisesta vesipatsaaseen tuulisella säällä sekä pohjalta syövien kalojen aiheuttamasta sedimentin tonkimisesta. Myös suuret planktonlevämäärät ja valuma-alueelta tuleva, kiintoainepitoinen valunta voimistavat sameutta. Etenkin katualueilta kertyvät hu-levedet kuljettavat mukanaan runsaasti kiintoainetta ja siihen sitoutuneena myös mm. fosforia (Kuoppamäki ym. 2014, 2021, Valtanen ym. 2014). lidesjärven valuvien ojavesien onkin havaittu olevan sameita ja kiintoainepitoisia (Alajoki & Westermark 2018).



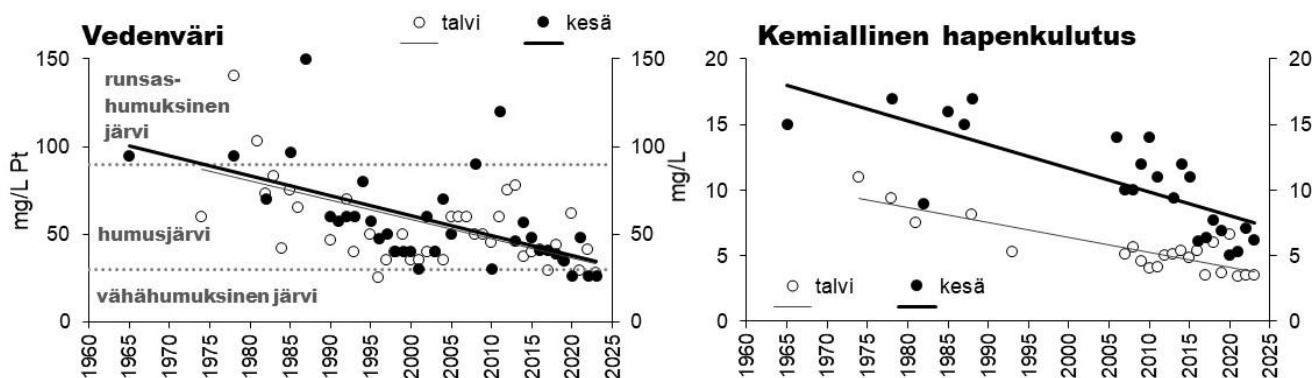
Kuva 3.14. lidesjärven veden sameus (ylhäällä) ja näkösyvyys (alhaalla) talvikerrostuneisuuskauden lopulla (=talvi) ja kesäkerrostuneisuuskauden lopulla (=kesä) 1960-1970-luvulta vuoteen 2023.

lidesjärven lähellä koillisessa Hakametsän kaupunginosassa on lumenkaatopaikka, mistä sulamisvesi virtaa Vuohenojaa pitkin lidesjärven itäpäähän. Sen vuoksi Vuohenojan veden on havaittu olevan kylmää (11,8 °C) heinäkuun lopussakin (Holsti 2013). Kaatopaikalle kuormatut lumet on aurattu katualueilta, joten sulamisvesi on käytännössä hulevettä. lidesjärvi saa oman valuma-alueensa lisäksi lumenkaatopaikan kautta siis myös kaupungin muiden valuma-alueiden kuormitusta. Lumi kerää erittäin tehokkaasti, kuin "sieni" katualueiden epäpuhtauksia, kuten kiintoainetta, mukaan lukien mikromuovia (Kuva 3.15) sekä fosforia, metalleja ja PAH-yhdisteitä (Kuoppamäki ym. 2014, 2021). Veden sameuden takia valo vähenee vesipatsaassa, mikä johtaa uposlehtisen vesikasvillisuuden taantumiseen.



Kuva 3.15. Sestonia, ratas- ja alkueläimiä sekä mikromuovia lidesjärvestä 5.9.2022 otetussa näytteessä. Sinisenä näkyvien mikromuovipartikkelien halkaisija vaihtelee vajaasta 0,05 millimetristä noin 0,15 millimetriin. 5 mm pienemmät muovipartikkelit luokitellaan mikromuoviksi (USEPA, 2011).

lidesjärvellä vedenväri on vähentynyt vuosikymmenten saatossa samalla kun kemiallinen hapenkulutus, toinen humusominaisuutta osoittava tekijä, on vähentynyt (Kuva 3.16). Tämän osalta lidesjärven tilan kehitys poikkeaa monista muista Suomen järvistä, joissa tummuminen on ajankohtainen, huolta aiheuttava ilmiö. Sitä esiintyy etenkin turvemaiden ympäröimillä järvillä ja taustalla on useita tekijöitä, kuten maankäyttö, etenkin maa- ja metsätalousalueiden voimaperäiset ojitukset ja metsänhakuut sekä ilmastonmuutoksen myötä kasvava sadanta ja rankkasateiden yleistymisen sekä lämpötilan nousu. Nämä kaikki voimistavat tummumista aiheuttavan humuksen, orgaanisen hiilen huuhtoutumista valuma-alueilta vesistöihin (Finér ym. 2021, Härkönen ym. 2023). Se vaikuttaa monin tavoin järviöekosysteemin toimintaan, kuten perustuottajien (uposlehtinen kasvillisuus, kasviplankton) kasvuun valaistusolosuhteiden muuttuessa. lidesjärvessä veden värin vähenemisen voisi olettaa edesauttavan uposkasvillisuuden runsastumista ja siten osaltaan tukevan järven tilan kohentumista, mutta toisaalta veden sameus (Kuva 3.16) heikentää tätä kehitystä.



Kuva 3.16. lidesjärven pintaveden (1 m) vedenväri (vasemmalla) ja kemiallinen hapenkulutus (oikealla) talvikerrostuneisuuskauden lopulla (=talvi) ja kesäkerrostuneisuuskauden lopulla (=kesä) 1960-1970-luvulta vuoteen 2023. Järvityypin luokittelussa käytetyt humuspitoisuuden raja-arvot näkyvät vedenväriä osoittavassa kuvassa harmailla pisteiviivoilla.

4. Päätelmät ja suositukset jatkotoimiksi

lidesjärven ravinteisuudessa on pitkällä aikavälillä tapahtunut kehitystä parempaan suuntaan, mutta planktonyhteisö ja vedenlaatu ilmentävät kuitenkin yhä rehevän, ajoittain erittäin rehevän järven tilaa. Ravintoverkon nykyinen rakenne on varmasti osasy sille runsaudelle. Kaikkina kolmena vuotena keskikesällä oli usean viikon jakso, jolloin eläinplanktonyhteisöstä käytännössä puuttuivat vesikirput, jotka ovat tärkein kasviplanktonia säätelevä ryhmä. Jos niiden biomassaa saataisiin lisättyä, ne vähentäisivät planktonlevien määrää sekä suoraan syömällä että myös epäsuorasti sitomalla biomassansa etenkin fosforia, joka on yleensä planktonlevien kasvua rajoittava ravinne. Eläinplanktonin kyky säädellä lidesjärven kasviplanktonia oli heikko myös siksi että niiden yksilökoko oli sangen pieni. Valtaosa kasviplanktonbiomassasta oli huonolaatuista ravintoa eläinplanktonille, mikä heikensi etenkin vesikirppujen tuotantoa.

Vaikka lidesjärnessä on jo menestyksekkäästi aloitettu hoitokalastus, eläinplanktonyhteisön rataseläinvaltaisuus ja vesikirppujen pieni koko viittaavat yhä voimakkaaseen planktonia syövien kalojen aiheuttamaan saalistukseen. *Daphnia*-vesikirpuissa kuitenkin havaittiin lajeja, jotka voisivat kasvaa suuremmiksi, jos planktonsyöjäkaloja olisi vähemmän. Lisäksi loppukesällä eläinplanktonnäytteissä esiintyi harvalukuisina jopa yli 1 mm kokoiseksi kasvavia *Limnospira*-vesikirppuja. Niiden ja suurempien *Daphnia*-vesikirppujen runsastuminen hoitokalastuksen seurauksena voisi osaltaan edistää järven tilan paranemista. Nykytilassa suurimmat *Daphnia*-vesikirput, jotka ravinnonkäyttönsä ansiosta ovat tärkeimpiä kasviplanktonia laiduntavia vesikirppuja, ovat vajaa 0,9 mm kokoisia. Suurempien, yli 1 mm kokoisten vesikirppujen esiintymistä auttaisi myös uposlehtinen vesikasvillisuus, joka tarjoaa suojaa kalojen saalistukselta ja parantaisi vedenlaatua myös monien muiden mekanismien kautta. Uposkasvien kasvua heikentää lidesjärnessä kuitenkin kasviplanktonin, rihmalevien ja kiintoaineen aiheuttama varjostus.

Vesikirppujen kasvava yksilökoko kesän edetessä viittaa siihen, ettei lidesjärvellä yksikesäisten kalanpoikasten merkitys ole kovin suuri vesikirppujen saalistajina. Tässä suhteessa lidesjärvi eroaa esimerkiksi Vesijärvestä ja Tuusulanjärvestä, joissa yksikesäisillä kuoreilla on loppukesäisin huomattava merkitys vesikirppujen saalistajina (Ruuhijärvi 2020, Kuoppamäki 2023b,c).

lidesjärven tilanne on parempi hoitokalastuksen kannalta, koska yksikesäisiä kalanpoikasia on käytännössä mahdotonta pyytää tehokkaasti ennen kun niiden haitalliset vaikutukset näkyvät eläinplanktonyhteisössä ja sen myötä ravintoketjuvaikutusten myötä järven vedenlaadussa.

Vaikka vuosien 2021-2023 eläinplanktonitutkimuksissa ei vielä havaittu lidesjärven hoitokalastuksen aiheuttamia suotuisia vaikutuksia eläinplanktonyhteisössä, kannattaa hoitokalastusta ehdottomasti jatkaa mahdollisimman tehokkaana. Näin rehevän järven kunnostaminen on pitkäjänteistä työtä ja mahdollisesti se tuottaa selviä positiivisia vaikutuksia vasta useiden vuosien kuluttua. lidesjärvellä veden ajoittainen sameus aiheuttaa omat haasteensa ravintoverkkokunnostukselle. Onkin tärkeää kiinnittää huomiota myös ympäröivän valuma-alueen vesiensuojeluun, erityisesti hulevesikuormituksen vähentämiseen.

Hoitokalastuksen vaikutuksia tulisi seurata mahdollisimman kattavasti. Kalastotutkimusten lisäksi myös eläin- ja kasviplanktonia kannattaisi tutkia säännöllisesti. Vuonna 2024 eläinplanktonia ei seurata, mutta suosittelimme sen tutkimista jälleen lähivuosina. Järven avoimemman itäosan lisäksi näytteet kannattaisi ottaa myös länsipään altaasta, jolloin voidaan selvittää uposlehtisen vesikasvillisuuden roolia lidesjärven ekosysteemissä ja merkitystä vedenlaadun kannalta.

KVVY Tutkimus Oy

Tekijät:

Ympäristöasiantuntija, tutkija, FT, Dos.

Kirsi Kuoppamäki

Tutkija, FK

Arja Palomäki

Yksikön päällikkö, FT

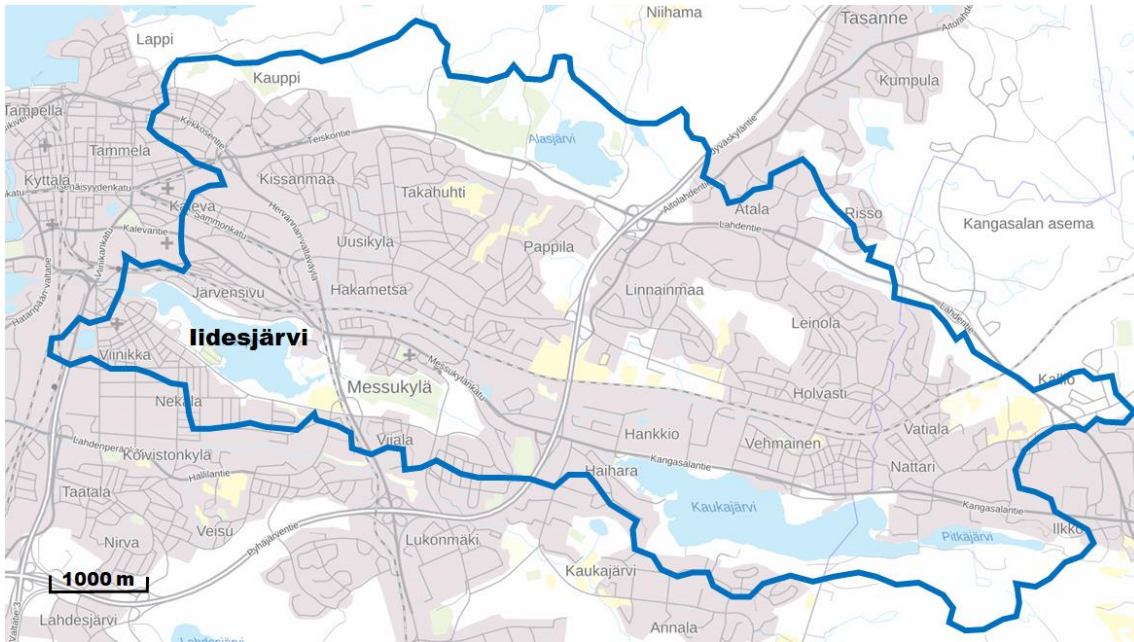
Tommi Malinen

Jakelu sähköisenä: Tampereen kaupunki

Kirjallisuus ym. viittaukset

- Aamulehti 2022. Iidesjärvi peittyi vihreään levään, asiantuntijan mukaan vaaratonta: "Sinilevä se ei ole". www.aamulehti.fi/tampere/art-2000008949742.html (sivustolla vierailtu 4.9.2022)
- Alajoki, H. 2020. Iidesjärven, Alasjärven ja Ahvenisjärven valuma-alueetarkastelu. KVVY tutkimusraportti nro 750/20. 13 s.
- Alajoki, H. & Westermarck, A. 2018. Alasjärven ja Iidesjärven vesistötutkimukset vuonna 2018. KVVY tutkimusraportti nro 1071/18. 29 s.
- Anttila, S., Ketola, M., Kuoppamäki, K. & Kairesalo, T. 2013. Identification of a biomanipulation-driven regime shift in Lake Vesijärvi: implications for lake management. *Freshw. Biol.* 58, 1494–1502.
- Błędzki, L.A. & Rybak, J.I. 2016. Freshwater crustacean zooplankton of Europe. Springer International Publishing Switzerland.
- Branco, P., Egas, M., Elser, J.J. & Huisman, J. 2018. Eco-evolutionary dynamics of ecological stoichiometry in plankton communities. *Am. Nat.* 192 (1), E1–E20.
- Burns, C.W. 1969. Relation between filtering rate, temperature and body size in four species of *Daphnia*. *Limnol. Oceanogr.* 14, 693–700.
- Caroni, R. & Irvine, K. 2010. The potential of zooplankton communities for ecological assessment of lakes: redundant concept or political oversight? *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 110B, 35–53.
- Carpenter, S.R. 2003. Regime shifts in lake ecosystems: pattern and variation. *Excellence in Ecology* 15. International Ecology Institute. 195 s.
- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räsänen, A., Härkönen, L., Huttunen, M., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tattari, S. & Ukonmaanaho, L. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. *Science of the Total Environment* 762, 144098.
- Ger, K.A., Urrutia-Cordero, P., Frost, P.C., Hansson, L.-A., Sarnelle, O., Wilson, A.E. & Lürling, M. 2016. The interaction between cyanobacteria and zooplankton in a more eutrophic world. *Harmful Algae* 54, 128–144.
- Gliwicz, Z.M. 2003. Between hazards of starvation and risk of predation: the ecology of offshore animals. *Excellence in Ecology* 12. International Ecology Institute. 379 s.
- Hessen, D.O., Elser, J.J., Sterner, R.W. & Urabe, J. 2013. Ecological stoichiometry: an elementary approach using basic principles. *Limnol. Oceanogr.* 58, 2219–2236.
- Hietala, J., Vakkilainen, K. & Kairesalo, T. 2004. Community resistance and change to nutrient enrichment and fish manipulation in a vegetated lake littoral. *Freshw. Biol.* 49, 1525–1537.
- Holsti, H. 2013. Tampereen kaupungin taajama-alueella sijaitsevien Myllyojan, Vuohenojan, Puhäojan ja Viinikanojan virtavesi-inventointi ja sähkökoekalastukset vuonna 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirjenumero 1017/13.
- Horppila J. 1994. The diet and growth of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) in Lake Vesijärvi and possible changes in the course of biomanipulation. *Hydrobiologia* 294, 35–41.
- Härkönen, L.H., Lepistö, A., Sarkkola, S., Kortelainen, P. & Räsänen, A. 2023. Reviewing peatland forestry: Implications and mitigation measures for freshwater ecosystem browning. *Forest Ecology and Management* 531, 120776.
- Jeppesen, E., Nørgaard, P., Davidson, T.A., Haberman, J., Nørgaard, T., Blank, K., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Sayer, C., Laugaste, R., Johansson, L.S., Bjerring, R. & Amsinck, S.L. 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676, 279–297.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., Søndergaard, M., & Christoffersen, K. (eds.) 1998. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. – Springer-Verlag, New York. 423 p.
- Järvinen, M., Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M. & Palomäki, A. 2011. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus ja Suomen kasviplanktonseura.
- Knoechel, R. & Holtby, B.L. 1986. Construction and validation of a body-length-based model for the prediction of cladoceran community filtering rates. *Limnol. Oceanogr.* 31, 1–16.
- Ketola, M., Keto, J., Kuoppamäki, K., Taipale, S., Vuorio, K. & Tuominen, L. 2023. Plankton – vesien keijut. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. www.vesijarvi.fi/wp-content/uploads/Plankton_kirja_digital.pdf
- Kornijów, R., Vakkilainen (nyk. Kuoppamäki), K., Horppila, J., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 2005. Impacts of a submerged plant (*Elodea canadensis*) on interactions between roach (*Rutilus rutilus*) and its invertebrate prey communities in a lake littoral zone. *Freshw. Biol.* 50: 262–276.
- Kuoppamäki, K. 2020. Vesijärven Enonselän ulappa-alueen eläinplanktonitutkimus 2019. Helsingin yliopisto, tutkimusraportti.
- Kuoppamäki, K. 2022a. Vesijärven Enonselän ulapan eläinplankton ja vedenlaatu vuonna 2022 sekä pitkällä aikavälillä. KVVY Yhdistys, tutkimusraportti nro 697/22
- Kuoppamäki, K. 2022b. Vähä-Tiilijärven eläinplanktonitutkimus 2022. KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti nro 758/22

- Kuoppamäki, K. 2023a. Rusutjärven eläinplankton vuosina 2021-2022. KVVY Tutkimus Oy & Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta
- Kuoppamäki, K. 2023b. Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2021-2022. KVVY Tutkimus Oy & Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta
- Kuoppamäki, K. 2023c. Vesijärven Enonselän ulapan eläinplankton ja vedenlaatu vuonna 2022 sekä pitkällä aikavälillä. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, tutkimusraportti nro 2023/93, yhteistyössä: Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma
- Kuoppamäki, K. & Malinen, T. 2024. Loppijärven eläinplanktonyhteisö kesällä 2023 sekä vedenlaadun kehitys. KVVY Tutkimus Oy, 17.7.2024
- Kuoppamäki, K., Palomäki, A. & Malinen, T. 2022. Iidesjärven planktonyhteisö ja vedenlaatu. KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti nro 184/22. 17 s. + liitteet.
- Kuoppamäki, K., Pflugmacher Lima, S., Scopetani, C. & Setälä, H. 2021. The ability of selected filter materials in removing nutrients, metals and microplastics from stormwater in biofilter structures. *J. Env. Quality* 50, 465-475 <https://doi.org/10.1002/jeq2.20201>
- Kuoppamäki K., Setälä H., Rantalainen A.-H. & Kotze D.J. 2014. Urban snow indicates pollution originating from road traffic. *Env. Poll.* 195, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.08.019>
- Lahdenniemi, J. & Järvinen, V. 2024. Iidesjärven vesikasvillisuus vuonna 2024. KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti 27.9.2024.
- Latja R. & Salonen K. 1978. Carbon analysis for the determination of individual biomasses of planktonic animals. *Verh. Int. Verein. Limnol* 20: 2556-2560.
- Lukács, Á., Szabó, S., T-Krasznai, E., Görgényi, J., Nemes-Kókai, Z., B-Béres, V. & Borics, G. 2024. Metaphyton contributes to open water phytoplankton diversity. *Hydrobiologia* 851, 941-958.
- Luokkanen, E. 1995. Vesikirppuyhteisön lajisto, biomassa ja tuotanto Vesijärven Enonselällä. Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskuksen raportteja ja selvityksiä 25.
- Mazumder A. 1994. Phosphorus-chlorophyll relationships under contrasting herbivory and thermal stratification: predictions and patterns. *Can. J. Aquat. Sci.* 51: 390-400.
- 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.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C. & Walker, B. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413, 591-596.
- Taipale, S.J., Aalto, S.L., Galloway, A.W.E., Kuoppamäki, K., Nzobeuh, P. & Peltomaa, E. 2019. Eutrophication and browning influence *Daphnia* nutritional ecology. *Inland Waters* 9, 374-394.
- Taipale, S., Kuoppamäki, K., Strandberg, U., Peltomaa, E. & Vuorio, K. 2020. Lake restoration influences nutritional quality of algae and consequently *Daphnia* biomass. *Hydrobiologia* 847, 4539-4557.
- Tampereen kaupunki 2014. Iidesjärven osayleiskaava, selostus. tampere.fi/liitteet/k/7SIDfuKr6/Kaavaselostus.pdf
- Telesh I.V., Rahkola M. & Viljanen M. 1998. Carbon content of some freshwater rotifers. *Hydrobiologia*, 387/388, 355-360.
- Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen luonnonsuojelun tuki ry.
- USEPA. 2011. Marine debris in North Pacific, a summary of existing information and identification of data gaps (USEPA-909-R-11006). USEPA.
- Vakkilainen (nyk. Kuoppamäki), K. 2005. Submerged macrophytes modify food web interactions and stability of lake littoral ecosystems. PhD thesis, University of Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:952-10-2751-7>
- Vakkilainen (nyk. Kuoppamäki), K., Kairesalo, T., Hietala, J., Balayla, D., Bécares, E., van de Bund, W., van Donk, E., Fernández-Aláez, M., Gyllström, M., Hansson, L.-A., Miracle, M. R., Moss, B., Romo, S., Rueda, J. & Stephen, D. 2004. Response of zooplankton to nutrient enrichment and fish in shallow lakes: a pan-European mesocosm experiment. *Freshw. Biol.* 49, 1619-1632.
- Valtananen, M., Sillanpää, N. and Setälä, H. 2014. The effects of urbanisation on runoff pollutant concentrations, loadings and their seasonal patterns under cold climate. *Water Air Soil Poll.* 225, 1977.
- Vasama A. & Kankaala P. 1990. Carbon-length regressions of planktonic crustaceans in Lake Ala-Kitka (NE Finland). *Aqua Fennica*, 20, 95-102.
- Westermark, A. 2020. Arvio Iidesjärven v. 2020 hoitokalastuksista sekä jatkosuositukset. KVVY Tutkimus Oy.
- Westermark, A. 2021a. Tampereen Iidesjärven verkkokoekalastus vuonna 2021. KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti 612/21. 18 s.
- Westermark, A. 2021b. Kalojen kevätseuranta Tampereen virtavesissä vuonna 2021. KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti 613/21. 20 s.
- Westermark, A. 2022. Iidesjärven kalojen ikä ja kasvu. KVVY Tutkimus Oy 2022, tutkimusraportti nro 693/22. 8 s.
- Westermark, A. 2023. Arvio Iidesjärven vuoden 2023 rysäpyynnistä ja pasuriselvityksen tulokset. KVVY Tutkimus Oy, tutkimusraportti nro 703/23. 7 s.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology, lake and river ecosystems*. Academic Press, 3. painos.



Kuva L1. Iidesjärvi ja sen valuma-alue (Value valuma-alueen rajaustyökalu, Suomen ympäristökeskus) rajattuna sinisellä viivalla. Taustakartta: paikkatietoikkuna.fi.



Kuva L2. Iidesjärven näytteet kerättiin tätä tutkimusta varten vasemmalla näkyvällä metrin pituisella putkinoutimella (malli "Sormunen"). Eläinplankton konsentroidiin 50 µm planktonhaaville, joka näkyy oikealla. Kuvat otettu näytteenotossa 3.6.2021 Iidesjärvellä.

Taulukko L1. Iidesjärven näytteissä vuosina 2021, 2022 ja 2023 tunnistetut eläinplanktonilajit.

Äyriäiset Crustacea	Rataseläimet Rotifera
<p>Vesikirput Cladocera kasviplanktonia, sestonia laiduntavat lajit: <i>Bosmina longirostris</i> <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> <i>Chydorus sphaericus</i> <i>Daphnia cucullata</i> <i>Daphnia cristata</i> <i>Daphnia longiremis</i> <i>Diaphanosoma brachyurum</i> <i>Limnospira frontosa</i></p> <p>petolajit: <i>Leptodora kindtii</i></p> <p>Soutajahankajalkaiset Calanoida <i>Eudiaptomus gracilis</i></p> <p>Kyklooppihankajalkaiset Cyclopoida <i>Mesocyclops leuckarti</i> <i>Thermocyclops oithonoides</i></p>	<p>sestonia suodattavat lajit: <i>Anuraeopsis fissa</i> <i>Ascomorpha ecaudis</i> <i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Conochilus unicornis</i> <i>Filinia longiseta</i> <i>Gastropus stylifer</i> <i>Kellicottia longiseta</i> <i>Keratella cochlearis</i> <i>Keratella quadrata</i> <i>Polyarthra major</i> <i>Polyarthra remata</i> <i>Polyarthra vulgaris</i> <i>Pompholyx sulcata</i> <i>Sychaeta kitina</i> <i>Synchaeta oblonga</i> <i>Trichocerca capucina</i> <i>Trichocerca longiseta</i> <i>Trichocerca pusilla</i> <i>Trichocerca stylata</i></p> <p>petolajit: <i>Asplanchna herricki</i> <i>Asplanchna priodonta</i> <i>Trichocerca capucina</i></p>



Kuva L3. Hieman yli 1 mm pituinen *Limnoscia frontosa* -vesikirppu (ks. keltainen nuoli) 16.8.2021 otetussa lidesjärven eläinplanktonnäytteessä, ympärillään runsaasti rihmamaisia *Aulacoseira*-piileviä ja kiintoainepartikkeleita. Mustat rihmat kuvan vasemmassa alareunassa ja oikeassa yläreunassa ovat mikromuoveihin luettavia kuituja, joita huuhtoutuu mm. hulevesien mukana.

Taulukko 12. Iidesjärven näytteissä vuosina 2021-2023 havaitut kasviplanktonitaksonit.

Taksoni	Taksoni	Taksoni
Cyanophyceae - sinilevät	Chrysophyceae - kultalevät	Tribophyceae
Chroococcus minutus	Chrysococcus cordiformis	Centritractus africanus
Microcystis aeruginosa	Chrysococcus ornatus	Centritractus belonophorus
Microcystis botrys	Chrysococcus spp.	Centritractus ellipsoideus
Microcystis flos-aquae	Dinobryon acuminatum	Dichotomococcus curvatus
Microcystis spp.	Dinobryon bavaricum var. bavaricum	Goniochloris contorta
Microcystis wesenbergii	Dinobryon crenulatum	Goniochloris pulchra
Radiocystis geminata	Dinobryon divergens	Pseudogoniochloris tripus
Anathece clathrata	Dinobryon sociale	Tetraëdiella jövetii
Anathece minutissima	Dinobryon spp.	Tetraedriella spinigera
Aphanocapsa delicatissima	Dinobryon suecicum	Tetraedriella regularis
Aphanocapsa holsatica	Kephyrion boreale	Eustigmatophyceae
Aphanocapsa incerta	Kephyrion ovale	Pseudostaurastrum enorme
Aphanocapsa spp.	Kephyrion skujae	Pseudostaurastrum hastatum
Cyanodictyon planctonicum	Uroglena spp.	Pseudostaurastrum limneticum
Cyanodictyon reticulatum	Chrysmoeba spp.	Raphidophyceae
Eucapsis microscopica	Chrysiastrium catenatum	Gonyostomum semen
Planktolynghya limnetica	Phaeaster aphanaster	Euglenophyceae - silmälevät
Pseudanabaena dictyothalla	Stichogloea doederleinii	Euglena acus var. angularis
Pseudanabaena limnetica	Stichogloea spp.	Euglena charkowiensis
Rhabdoderma lineare	Pseudopedinella spp.	Euglena proxima
Romeria spp.	Synurophyceae - piisuomukultalevät	Euglena spp.
Snowella atomus	Mallomonas akrokomos	Euglena subehrenbergii
Snowella litoralis	Mallomonas caudata	Monomorphina pyrum
Snowella septentrionalis	Mallomonas crassisquama	Phacus curvicauda
Woronichinia naegeliana	Mallomonas punctifera	Phacus pleuronectes
Planktothrix agardhii	Mallomonas spp.	Phacus tortus
Planktothrix rubescens	Mallomonas tonsurata	Strombomonas verrucosa
Romeria spp.	Spiniferomonas spp.	Trachelomonas pulcherrima
Phormidium neotenu	Synura spp.	Trachelomonas varians
Aphanizomenon gracile	Diatomophyceae - piilevät	Trachelomonas volvocina var. volvocina
Aphanizomenon skujae	Eupodiscales	Trachelomonas volvocinopsis
Dolichospermum circinale	Acanthoceras zachariasii	Conjugatophyceae - yhtymälevät
Dolichospermum crassum	Aulacoseira ambigua	Closterium acutum var. acutum
Dolichospermum flosaquae	Aulacoseira granulata var. angustissima	Closterium acutum var. variabile
Dolichospermum lemmermannii	Aulacoseira granulata var. granulata	Closterium gracile
Dolichospermum macrosporum	Aulacoseira spp.	Closterium moniliferum
Dolichospermum mucosum	Aulacoseira subarctica	Closterium parvulum
Dolichospermum planctonicum	Cyclotella meneghiniana	Closterium pronum
Dolichospermum sigmoideum	Cyclotella spp.	Staurastrum longipes
Dolichospermum spiroides	Rhizosolenia longiseta	Staurastrum spp.
Dolichospermum spp. "straight"	Stephanodiscus binderanus	Staurodesmus dejectus var. dejectus
Cryptophyceae - nielulevät	Stephanodiscus hantzschii	Prasinophyceae
Cryptomonadales	Stephanodiscus spp.	Scourfieldia complanata
Cryptomonas spp.	Urosolenia eriensis	Klebsormidiophyceae
Rhodomonas lacustris	Asterionella formosa	Elakatothrix genevensis
Rhodomonas lens	Belonastrum berlinensis	Trebouxiophyceae
Dinophyceae - panssarisiimalevät	Diatoma tenuis	Actinastrum hantzschii
Gymnodinium spp.	Fragilaria capucina	Closteriopsis acicularis
Parvodinium inconspicuum	Fragilaria construens var. exigua	Closteriopsis longissima
Peridiniopsis penardiforme	Nitzschia actinastroides	Crucigeniella crucifera
Peridinium spp.	Nitzschia spp.	Crucigeniella spp.
Peridinium umbonatum var. goslaviense	Synedra spp.	Dictyosphaerium ehrenbergianum
Ceratium hirundinella	Synedra ulna	Dictyosphaerium tetrachotomum
Prymnesiophyceae - tarttumalevät	Tabellaria fenestrata	Dictyosphaerium spp.
Chrysochromulina spp.	Tabellaria flocculosa	Dictyosphaerium subsolitarium
	Ulnaria delicatissima var. angustissima	Golenkiniopsis spp.

Taksoni	Taksoni
Trebouxiophyceae	Chlorophyceae - viherlevät
Franceia droescheri	Pseudopediastrum subgranulatum
Lagerheimia genevensis	Raphidocelis danubiana
Lagerheimia longiseta	Scenedesmus spp.
Lagerheimia wratislaviensis	Stauridium tetras
Micractinium pusillum	Tetraedron caudatum
Nephrochlamys spp.	Tetraedron minimum
Choricystis minor	Tetraedron minimum var. tetralobulatum
Choricystis spp.	Tetrastrum komarekii
Mucidosphaerium pulchellum	Tetrastrum staurogeniiforme
Oocystis borgei	Sphaerocystis schroeteri
Oocystis spp.	Nephroselmidophyceae
Quadricoccus ellipticus	Nephroselmis olivacea
Tetrachlorella alternans	Mamiellophyceae
Koliella longiseta	Monomastix spp.
Koliella spiculiformis	Bicoecea
Koliella spiralis	Bicosoeca spp.
Koliella spirotaenia	Monads and flagellates
Stichococcus spp.	Flagellate biflagella
Ulvophyceae	Gyromitus cordiformis
Gloeotila spp.	Monad
Chlorophyceae - viherlevät	Katablepharis ovalis
Chlamydocapsa planctonica	
Chlorogonium elongatum	
Chlorogonium minimum	
Chlorogonium spp.	
Mychonastes elegans	
Spermatozopsis exsultans	
Polytoma spp.	
Pseudosphaerocystis lacustris	
Treubaria quadrispina	
Treubaria setigera	
Treubaria triappendiculata	
Acutodesmus acutiformis	
Ankistrodesmus fusiformis	
Ankyra judayi	
Coelastrum astroideum	
Coelastrum sphaericum	
Desmodesmus armatus var. armatus	
Desmodesmus armatus var. bicaudatus	
Desmodesmus maximus	
Desmodesmus opoliensis var. opoliensis	
Desmodesmus serratus	
Desmodesmus spp.	
Desmodesmus subspicatus	
Didymocystis spp.	
Golenkinia radiata	
Kirchneriella obesa	
Lacunastrum gracillimum	
Messastrum gracile	
Monoraphidium dybowskii	
Monoraphidium griffithii	
Monoraphidium komarkovae	
Monoraphidium minutum	
Parapediastrium biradiatum	
Pediastrium boryanum var. brevicorne	
Pediastrium duplex	
Planktosphaeria gelatinosa	
Pseudopediastrum boryanum	