

Plankton

- vesien keijut

Mirva Ketola, Juha Keto, Kirsi Kuoppamäki,
Sami Taipale, Kristiina Vuorio, Lasse Tuominen

[www.vesijarvi.fi/vesien keijut](http://www.vesijarvi.fi/vesien_keijut)

ISBN 978-952-94-8341-9 (kovakantinen)

ISBN 978-952-94-8342-6 (PDF)

Copyright © tekijät ja Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö

Valokuvien © kuvaajat

Tekijät:

Mirva Ketola (päätoimittaja), vesistöasiantuntija, Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö

Juha Keto, limnologi, emeritus, Lahden kaupunki

Kirsi Kuoppamäki, ympäristöasiantuntija, tutkija, Kokemäenjoen vesistön

vesiensuojeluyhdistys ry, Helsingin yliopisto

Sami Taipale, apulaisprofessori, Jyväskylän yliopisto

Kristiina Vuorio, erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus Syke

Lasse Tuominen, luontokuvaaja, biologian lehtori, emeritus, Tiirismaan koulu

Valokuvat: Lasse Tuominen (pääkuvaaja), Kirsi Kuoppamäki, Sami Taipale, Juha Keto

Lisäksi:

Jesse Anttila, Suomen ympäristökeskus, Syke, muokattu Copernicus Sentinel-2 data

Sanna Autio, Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy

Pertti Eloranta, Helsingin yliopisto, emeritus

Matti Honkavaara, Lahden kaupunki, emeritus

Reija Jokipii, Suomen ympäristökeskus, Syke

Pasi Ylöstalo, Suomen ympäristökeskus, Syke

Kannen kuvat: Lasse Tuominen

Etukansi: *Volvox*-viherlevän yhdyskunta

Takakansi: *Bosmina*-vesikirppuja

Taitto: Rautiainen Desing Oy / Enni Rautiainen

Julkaisija: Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö, www.vesijarvi.fi

Painopaikka: Lehtisepät Oy, Lahti 2023



Tämä julkaisu on koostettu osana Vaikuttavuutta vesienhoidon toimenpiteisiin 2022–2024 -hanketta. Hanke on saanut rahoitusta Vesien Suojelun Tehostamisohjelmasta Hämeen ELY-keskuksen kautta.

Sisällys

Alkusanat	5
1. Keijujia vedessä - mitä plankton on?	6
2. Kasviplankton - Leväkeijut	11
3. Eläinplankton - Eläinkeijut	30
4. Ravintoverkossa kaikki vaikuttaa kaikkeen	50
5. Kun järvi rehevöityy	76
6. Vesijärven historian erikoiset levätaipaukset	82
7. Uusia uhkia	88
Epilogi	94

Alkusanat

Järvet ovat useimmille suomalaisille tärkeä osa omaa elinympäristöä ja sielunmaisemaa. Toiselle järvi antaa elinkeinon, toiselle levon ja virkistyksen. Useimmat meistä ovat joskus istuneet laiturilla tai veneessä katseen harhaillessa syvyyksiin. Katse kiinnittyy vedessä liikkuvaan, pieneen pisteeseen, mikä se on? Tai nuo, niitähän onkin paljon? Mitä ne tekevät?

Moni on myös kohdannut uimarannalla sinilevää – uimista pitää välttää! Vesi näyttää samealta ja vihreältä ja rantahiekalle on ajautuneena sinertäväksi muuttuneita vihreitä raitoja. Mitä sinilevät oikeastaan ovat? Miltä ne näyttävät? Mitä muita leviä on? Pärjättäisiinkö ilmankin?

Harva on päässyt kurkistamaan pinnan alle, tutkimaan tuota mikroskooppisen pienistä eliöistä koostuvaa maailmaa. Tämän kuvakirjan tarkoitus on tarjota sukellus pinnan alle. Mikroskoopin avulla otetut kuvat levälajeista eli kasviplanktonista paljastavat kauneuden ja muotojen moninaisuuden, jota ei paljaalla silmällä näe. Silmin näkymättömissä pyörii kokonainen ravintoverkko, jossa kasviplanktonia syövät erilaiset mikroskooppisen pienet eläimet, eläinplankton. Mikä merkitys tällä kaikella on?

Tämä kirja on saanut innoituksensa luontokuvaaja Lasse Tuomisen mikroskoopin avulla otetuista värikkäistä valokuvista, jotka muodostavat pääosan kirjan kuvista. Mukana on myös muiden kirjoittajien kuvia. Kuvien lomassa on tietoa kasvi- ja eläinplanktonista sekä Vesijärvestä, josta kerätyistä näytteistä kirjan kuvat on otettu. Vesijärven tarina sisältää voimakkaan rehevöitymisen sekä onnistuneen kunnostuksen, minkä myötä myös järven kasvi- ja eläinplankton ovat kokeneet suuria muutoksia. Kirjan kirjoittajat, Juha Keto, Mirva Ketola, Kirsi Kuoppamäki, Sami Taipale ja Kristiina Vuorio, ovat Vesijärven parissa työskennelleitä tutkijoita ja asiantuntijoita.

Kirja on Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiön 15-vuotisjuhlahjalkaisu.

Lahdessa 8.8.2023

Tekijät

1. Keijujia vedessä

– mitä plankton on?

Planktonin suomenkielinen nimi on keijusto. Nimi tulee siitä, että plankton ”keijuu” vedessä. Planktoniin kuuluu bakteereita, sieniä, kasveja ja eläimiä. Osa planktonista keijuu passiivisesti vedenvirtailujen vieminä, mutta monet keijuston eliöistä myös liikkuvat aktiivisesti. Planktonia esiintyy järvissä, lammissa, merissä, virtavesissä – kaikkialla, missä on sille riittävästi vettä. Tässä kirjassa kerrotaan erityisesti Vesijärven keijuston kasveista ja eläimistä eli kasvi- ja eläinplanktonista. Näillä pienillä eliöillä on hyvin harvoin suomenkielisiä nimiä. Tieteellinen nimi toki löytyy kaikilta.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Kasvi- ja eläinplanktonia mikroskoopin valokeilassa.

Herneestä kirkontorniin – keijustomittakaavoja

Valtaosaa planktoneliöistä ei voi paljaalla silmällä havaita, mutta suurimmat näkyvät hyvinkin helposti. Planktoneliöiden kokojakauma on valtava. Pienimmät yksittäiset kasviplanktonisolut voivat olla pienempiä kuin millimetrin tuhannesosa. Kasviplankton voi kuitenkin olla verrattain suurikokoistakin, varsinkin muodostaessaan yhdyskuntia, joissa useat solut ovat liittyneet yhteen. Suurimmat kasviplanktoniyhdyskunnat voivat olla kooltaan pari-kolme millimetriä. Eäinplanktonin koko vaihtelee millimetrin sadasosan kokoisista yksisoluisista alkueläimistä jopa parin senttimetrin kokoiisiin planktonäyriäisiin.



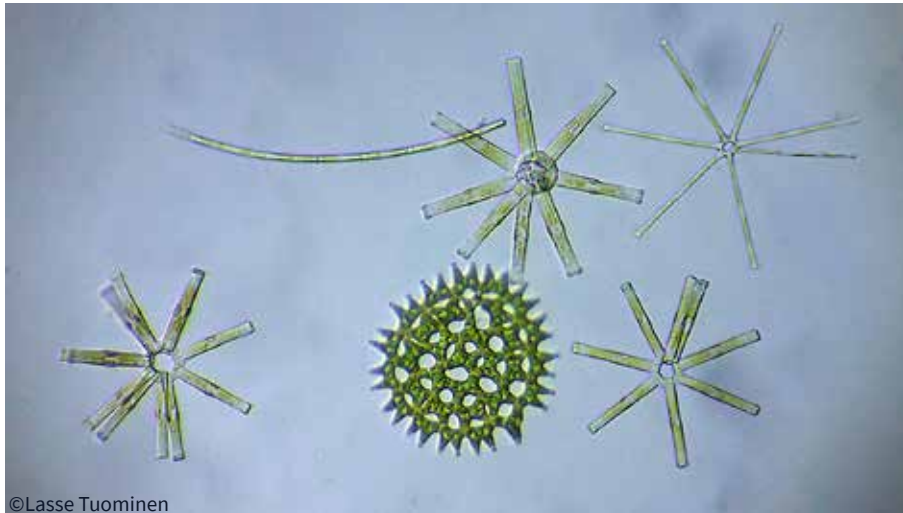
©Kirsi Kuoppamäki

← Planktonin kokoerot ovat suuret. Jos Vesijärvellä yleinen rataseläin, 0,1 millimetrin mittainen *Keratella cochlearis* (pieni valkoinen eläin kuvassa oikealla) kuviteltaisiin 1,8 metrin mittaiseksi ihmiseksi, olisivat siihen verrattuna pienimmät planktoneliöt herneen kokoisia ja suurimmat kirkontornin mittaisia, kuten kuvan täyttävä kyklooppihankajalkainen.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Vesijärven suurimpiin planktoneliöihin kuuluva petovesikirppu *Leptodora kindtii* voi aikuisena olla jopa lähes 20 mm pitkä.



©Lasse Tuominen

↑ Suurinta osaa kasviplanktonleviä ei voi paljaalla silmällä erottaa. *Tabellaria*- (kolme tähtimäistä soluketjua) ja *Asterionella*-piilevien (tähtimäinen soluketju oikealla ylhäällä) yhden puikkomaisen solun pituus on useimmiten alle 0,1 mm. *Pediastrum*-viherlevän pyöreän levymäisen yhdyskunnan halkaisijakin jää usein alle 0,1 mm. *Aulacoseira*-piilevän solujonon (ylhäällä vasemmalla) leveys voi olla vain 0,003 mm.

Elämää yhdyskunnassa

Monet kasvi- ja eläinplanktonlajit muodostavat yhdyskuntia. Joukossa on yleensä voimaa. Mitä suurempi yhdyskunta sitä huonommin se mahtuu saalistajan suuhun. Yhdyskuntina esiintyminen auttaa planktonia myös keijumaan veden liikkeiden mukana. Valoisassa kerroksessa pysyminen vajoamatta pohjaan on tärkeää valoa tarvitseville kasviplanktonleville. Myös yksittäiselle eläimelle elämä yhdyskunnassa voi tuoda monenlaisia etuja ja auttaa esimerkiksi liikkumaan tehokkaammin ravinnon äärelle.

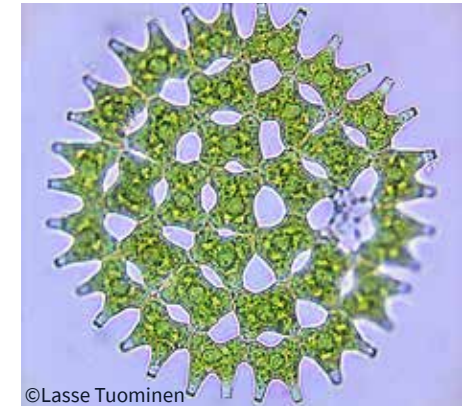
Kasviplanktonin keijumista yhdyskuntina

Kasviplanktoniyhdyskunnat ovat usein pyöreitä, soikeita tai levymäisiä. Levymäinen rakenne auttaa yhdyskuntaa keijumaan veden liikkeiden mukana. Monia kasviplanktoniyhdyskuntia ympäröi limakerros, jossa solut voivat olla erillään toisistaan ja koko yhdyskunta on vettä kevyempi. Yhdyskunnan soluilla voi myös olla siimoja, joiden avulla yhdyskunta liikkuu vedessä pyörien. Sinilevillä on omat keinonsa. Niiden soluissa on pieniä kaasurakuloita, joiden kokoa suurentamalla ne voivat keijua ja muodostaa rehevissä vesissä uimista haittaavia pintakukintoja. Sinilevät voivat elää lähellä pintaa, sillä ne kestävät auringon UV-säteilyä paremmin kuin muut kasviplanktonlevät. Muodostamalla pintakukintoja, sinilevät myös varjostavat muuta kasviplanktonia ja voittavat ne kilpailussa auringonvalosta.



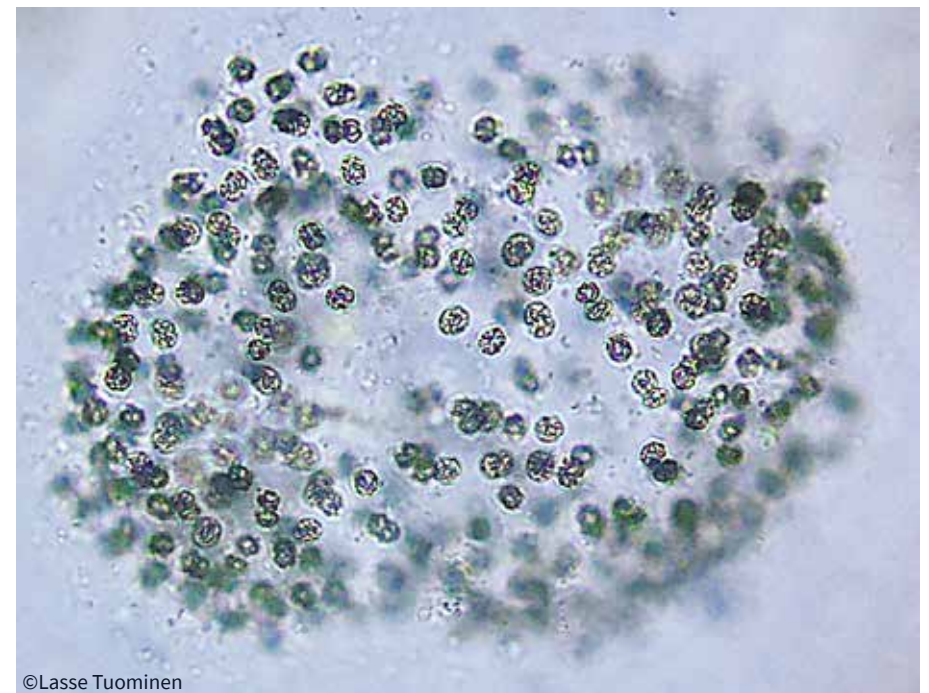
©Lasse Tuominen

↑ *Eudorina*-viherlevän yhdyskuntaa ympäröi lima, joka auttaa sitä keijumaan. Solujen kaksi siimaa pyörittävät yhdyskuntaa vedessä.



©Lasse Tuominen

↑ *Pediastrum*-viherlevää auttaa keijumaan levymäinen yhdyskuntarakente.

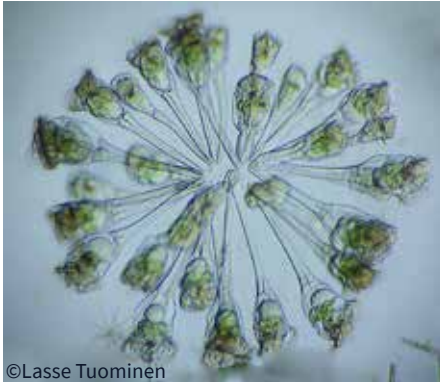


©Lasse Tuominen

↑ *Microcystis*-sinilevällä on soluissaan vaaleina pisteinä näkyviä kaasurakuloita, jotka auttavat keijumisessa. Yhdyskuntaa ympäröi melkein näkymätön limakerros.

2. Kasviplankton – Leväkeijut

Kasviplankton koostuu mikroskooppisen pienistä, vedessä keijuvista levistä. Hyvin kirkaassakin vedessä on kasviplanktonleviä, vaikka niitä ei erota paljaalla silmällä. Rehevissä järvissä sen sijaan sinilevien massaesiintymät eli kukinnat ovat harmillisen selvästi nähtävissä. Usein ne voi nähdä jopa avaruudesta käsin otetuissa satelliittikuvissa. Sinileväkukinnat kuuluvat jokakesäiseen uutisvirtaan.



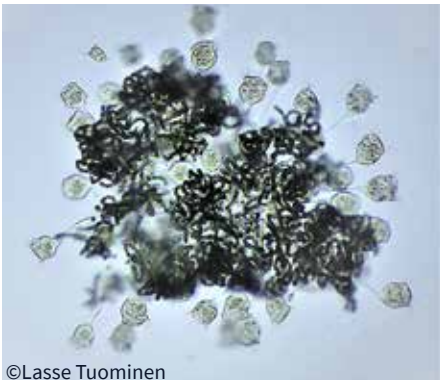
©Lasse Tuominen

↑ Rataseläimistä esimerkiksi *Conochilus* muodostaa yhdyskuntia. Kun yksittäiset eläimet kiinnittyvät ”jalastaan” toisiinsa, syntyy pallomainen yhdyskunta, jossa voi olla jopa 80 yksilöä. Tämä kukkamainen pallo saattaa olla jopa paljaalla silmällä erotettavissa.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Alkueläimistä *Epistylis*-ripsieläin muodostaa kukkakimppumaisia viuhkoja, jossa jokaisen haaran päässä on yksittäinen eläinsolu. *Epistylis*-yhdyskunnat elelevät vapaassa vedessä eivätkä kiinnity alustaan.



©Lasse Tuominen

↑ Alustaan kiinnittyviä *Vorticella*-ripsikelloja vapaamatkustajina *Dolichospermum*-sinileväyhdyskunnan pinnalla. Alkueläimiin kuuluvat ripsikellot pyydystävät solusuunsa ympärillä liikkuvilla ripsillään vedestä pieniä bakteereita ja muuta pienikokoista planktonia ravinnokseen. Ne pystyvät oikaisemaan kierteisen vartensa ja sitten taas vetämään sen kasaan.



©TARKKA+, Syke

↑ Satelliitin Vesijärvestä ottamassa kuvassa näkyy monin paikoin vihreää sinileväsamennusta. Vaikka kasviplankton on mikroskooppista, pintakukintoja muodostavien sinilevien kukinnat näkyvät jopa avaruudesta. Kuva sisältää muokattua Copernicus Sentinel-2 dataa, TARKKA+, Syke (20.8.2023).

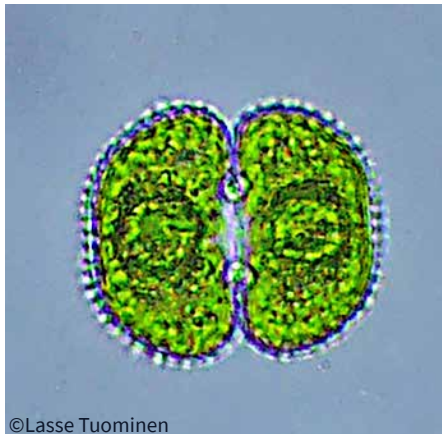
Kasviplanktoniin kuuluu monenlaisia leväryhmiä – sinileviä, nieluleviä, panssari-siimaleviä, kultaleviä, piileviä, silmäleviä, viherleviä, koristeleviä ja monia muita. Niillä kaikilla on vihreää yhteyttämispigmenttiä, a-klorofylliä eli lehtivihreää, jonka avulla ne sitovat auringon energiaa eli yhteyttävät ja tuottavat happea. Myös puiden vihreä yhteyttämisväriaine on lehtivihreää eli a-klorofylliä.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

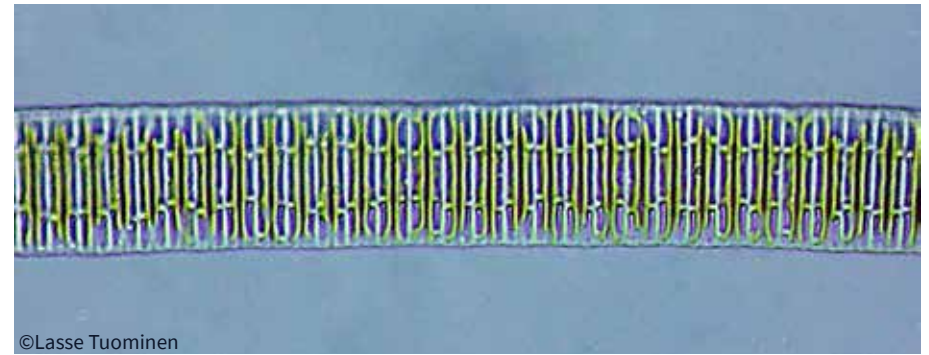


©Lasse Tuominen

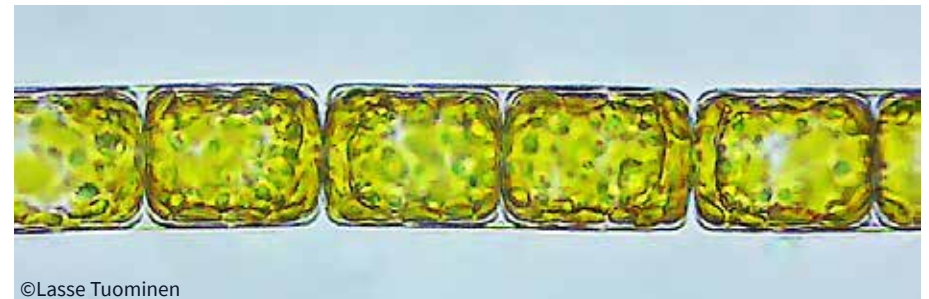


©Lasse Tuominen

↑ → Kasviplankton esiintyy paitsi yksisoluisina, myös monenlaisina yhteenliittyminä - rihmoina, soluketjuina, yhdyskuntina ja rihmakimppuina.



©Lasse Tuominen



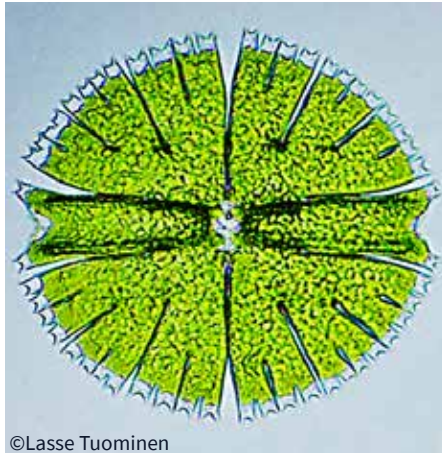
©Lasse Tuominen



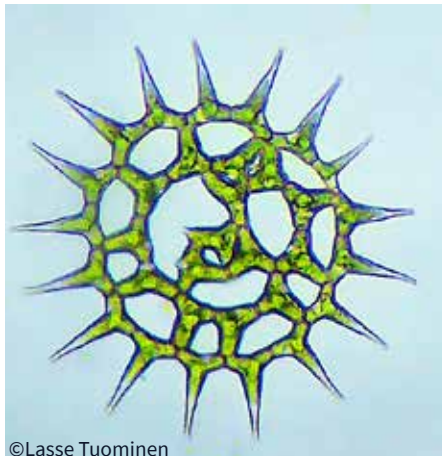
©Lasse Tuominen



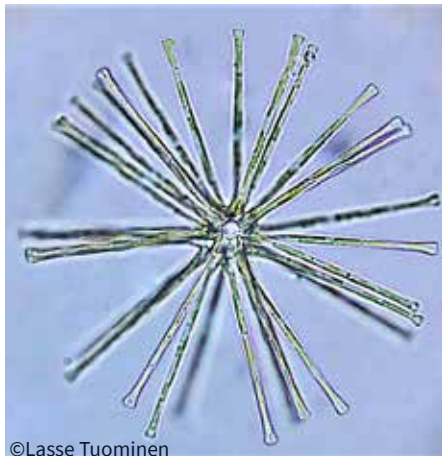
©Lasse Tuominen



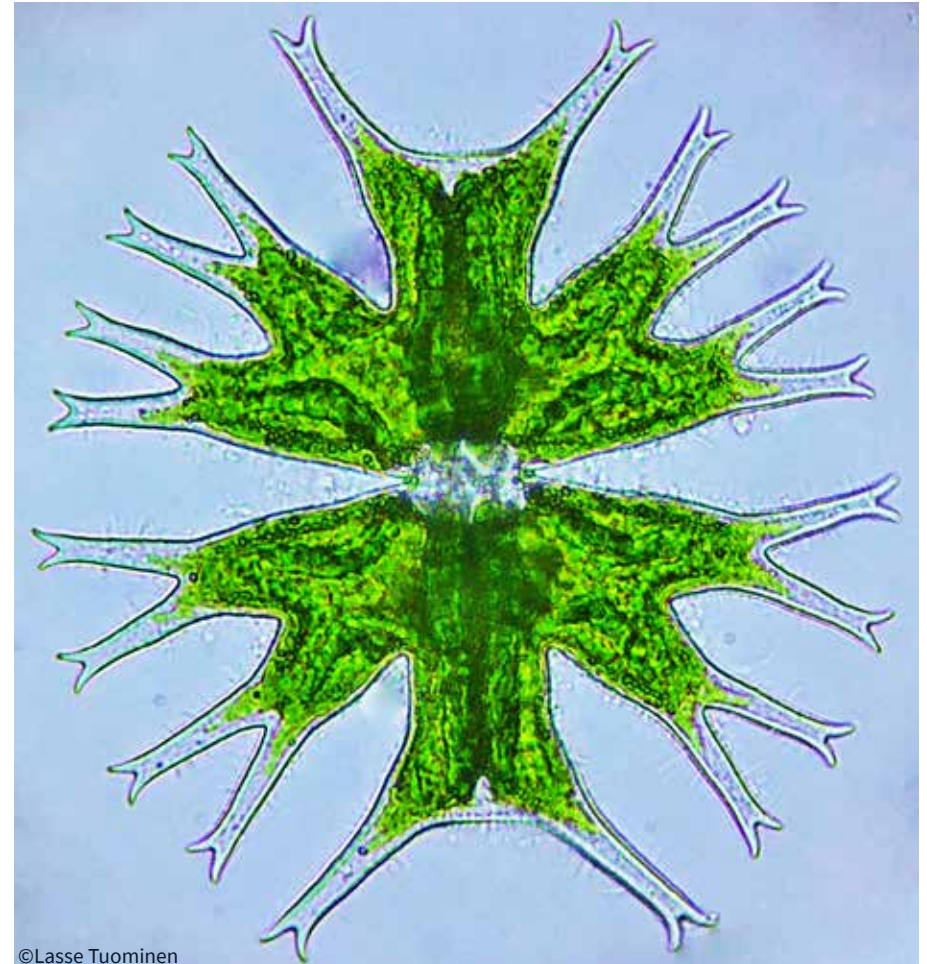
©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ → Monet kasviplanktonilajit ovat kuin koruja. Muotojen rikkaus hämmästyttää mikroskoopiin kurkistavaa. *Tabellaria*-piilevien (vasemmalla ylhäällä) ja *Asterionella formosa* -piilevän (oikealla alhaalla) yhdyskunnat muistuttavat toisiaan ja taivaan tähtiä. *Pediastrum*-viherlevän (vasemmalla alhaalla) latinankielinen tieteellinen nimi tarkoittaa suomeksi jalankulkijaa. *Micrasterias*-koristelevät ovat kuin huippuunsa hiottua muotoilua (ylhäällä oikealla ja viereisellä sivulla).

Onko sinilevä levä vai bakteeri?

Sinilevät ovat oikeasti bakteereita, tarkemmin sanoen syanobakteereita, mutta niillä on a-klorofylliä ja siksi myös syanobakteereita kutsutaan leviksi. Sinileviksi tai syanobakteereiksi niitä kutsutaan siksi, että niillä on lehtivihreän lisäksi sinistä fykosyaniini-nimistä väriainetta. Sininen väri tulee näkyviin vasta sinilevien kuollessa ja hajotessa, samaan tapaan kuin keltainen, oranssi tai punainen väriaine puuden lehdissä syksyllä.

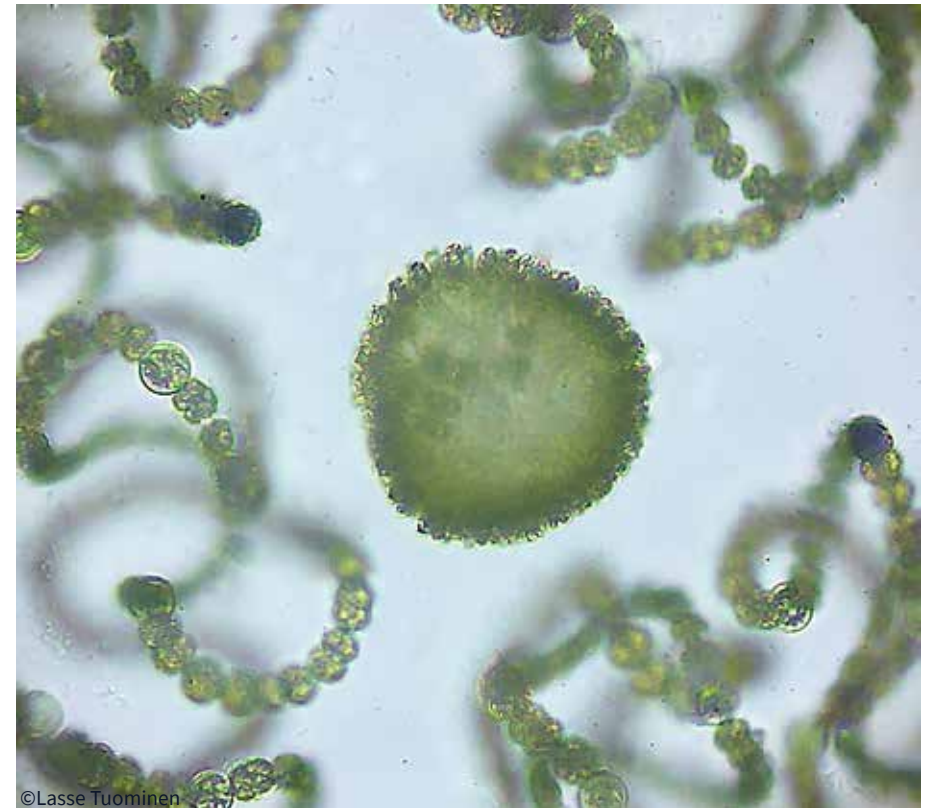


©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ ← *Aphanizomenon*-sinilevän sukkulamaisten rihmakimppujen muodostamaa pintakukintaa Vesijärvellä. Nimestään huolimatta sinileväkukinta näyttää vihreältä ja vasta hajotessaan siniseltä tai turkoosilta.



©Lasse Tuominen

↑ Pyöreää *Woronichinia*-sinileväyhdyskuntaa ympäröivät *Dolichospermum*-sinilevän helminauhasykerot. Kumpikin voivat muodostaa sinileväkukintoja.

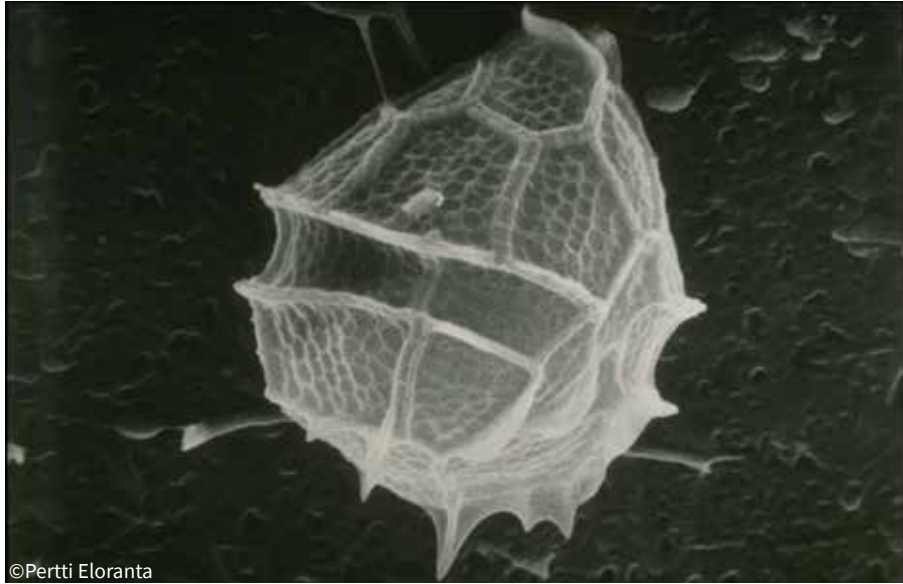
Sinilevät - hyviksiä vai pahiksia?

Sinilevistä on monenlaista harmia, sillä ne voivat tuottaa ihmisille ja eläimille myrkyllisiä yhdisteitä. Sinileväyhdyskunnat ovat usein liian isoja eläinplanktonin laidunnettaviksi ja ovat niille heikkolaatuista ravintoa.

Silti sinilevissä on paljon hyvääkin. Alkeelliset sinilevät olivat noin 3,5 miljardia vuotta sitten maapallon ensimmäisiä hapentuottajia. Kaikkien järvien ja merien kasviplanktonin arvioidaan tuottavan yhtä paljon happea kuin kaikki maapallon metsät yhteensä. Hapentuotanto ei kuitenkaan onnistu ilman viherhiukkasia. Se, että muut planktonlevät yhteyttävät ja tuottavat happea, on myös sinilevien ansiota. Viherhiukkanen on alun perin syntynyt jonkun alkeellisen eliön ja alkeellisen sinileväsolun symbioosissa eli yhteenliittymisessä, josta olemmat osapuolet ovat hyötäneet.

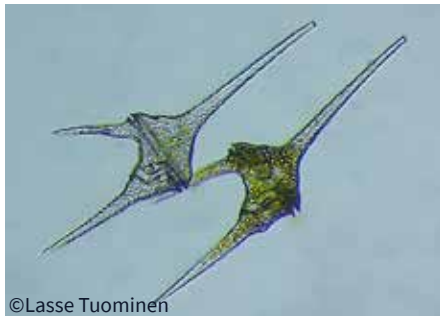
Panssaroitu levä

Eri kasviplanktonlajeilla voi olla erikoisiakin rakenteita. Panssarisiimalevillä on niensä mukaisesti panssari, joka koostuu selluloosalaatoista. Suurella osalla panssarisiimalevistä on panssari, mutta on myös sellaisia panssarisiimaleviä, joilta se puuttuu. Panssarisiimaleviä esiintyy järvissä, mutta niiden lajirikkaus on suurinta suolaisessa vedessä eli merissä.



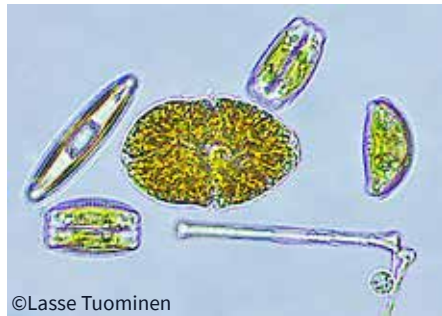
©Pertti Eloranta

↑ Panssarisiimalevän selluloosalaattojen rakenne näkyy hyvin elektronimikroskoopilla otetussa kuvassa.



©Lasse Tuominen

↑ Eifel-tornia tai kuurakettia muistuttavat *Ceratium*-panssarisiimalevät viihtyvät kaikenlaisissa vesissä, usein myös sinilevien kanssa.



©Lasse Tuominen

↑ Kuvan keskellä piilevien ympäröimänä panssariton panssarisiimalevä. Siltä selluloosalaatat puuttuvat.

Meressä hohtavia kukintoja

Merellä panssarisiimalevät voivat muodostaa kukintoja. Itämeressä esiintyvä *Aleksandrium ostenfeldii* voi hohtaa pimeässä, mutta sitä ei esiinny järvissä. Panssarisiimalevät voivat tuottaa myös myrkyjä, jotka merissä ovat aiheuttaneet muun muassa simpukkakuolemia. Järvissä panssarisiimalevien massaesiintymät eli kukinnat ovat harvinaisia eivätkä ne tietävästi ole, ainakaan Suomessa, aiheuttaneet minkään eliölajin massakuolemia.

Levä, joka ruokailee?

Kaikki kasviplanktonlajit yhteyttävät, mutta osa niistä voi myös olla aikamoisia "petoja". Nielulevät, panssarisiimalevät ja osa kultalevistä voivat hyödyntää bakteereita tai muuta pienikokoista kasviplanktonia ravinnokseen. Silmälevät eivät hyödynnä muita eläviä eliöitä, mutta käyttävät hajoavasta eloperäisestä aineksesta veteen liuenneita aineita.

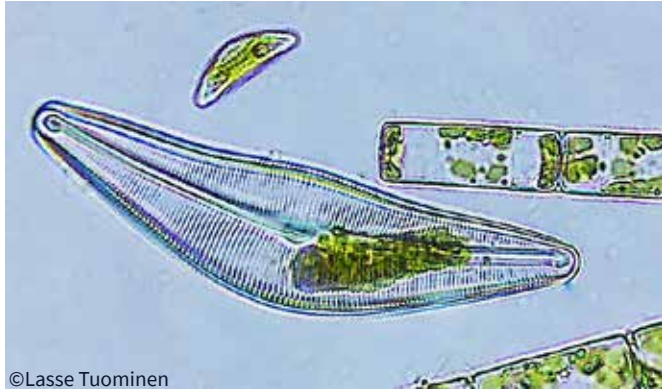


©Lasse Tuominen

↑ Pensasmaisia yhdyskuntia muodostava *Dinobryon*-kultalevä ei tule toimeen ilman bakteeriravintoa.

Piikuoorisia leviä

Piilevien soluseinä on nimensä mukaisesti melkein kokonaan piitä. Monet ulapan piilevät muodostavat pitkiä suoria tai polveilevia soluketjuja. Piilevien ”piikuoret” ovat hyvin kestäviä ja niitä voi löytää kymmenien tai satojenkin vuosien jälkeen järvien pohjaliejusta. Piitä on myös joillakin kultalevillä piisuomuissa tai pitkissä piikeissä.



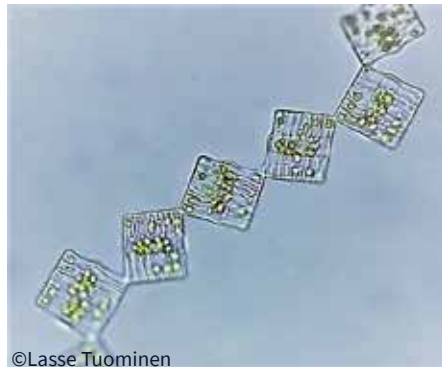
©Lasse Tuominen

← Monet rantavyöhykkeen piilevälajit ilmentävät hyvin asuinjärvensä olosuhteita. Niiden piikuoressa on erilaisia rakenteita ja pienten huokosten muodostamia jonoja, joita tutkimalla eri piilevälajeja on mahdollista tunnistaa tarkemmin.



©Lasse Tuominen

↑ *Mallomonas*-kultalevän solujen suojana on pieniä limittäisiä piisuomuja ja pitkiä piikkejä.



©Lasse Tuominen

↑ *Tabellaria flocculosa* -piilevä muodostaa pitkiä polveilevia soluketjuja. Niiden soluissa on useita, kuvassa vaaleina viivoina näkyviä piilevyjä, joiden välissä sijaitsevat niiden viherhiukkaset.

Vihreät viherlevät ja koristeelliset koristelevät

Kaikista planktonlevistä viherlevät muistuttavat eniten maakasveja. Niillä on samanlaisia solurakenteita kuin maakasveilla. Ne ovat kuin mikroskooppisen pieniä yksisoluisia kasveja. Koristelevillä solun eri puoliskot ovat toistensa peilikuvia. Niitä esiintyy myös ulapalla, mutta eniten erilaisia koristeleviä on rantavyöhykkeessä.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

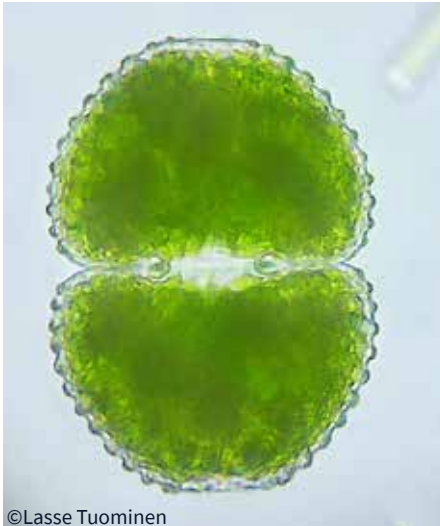


©Lasse Tuominen

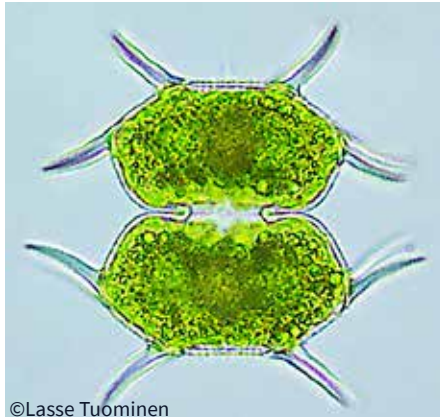
↑ Suuri osa viherlevistä muodostaa yhdyskuntia, joita usein ympäröi limakerros. Toisinaan lima on helppo havaita, mutta joskus se on niin hento, että sitä ei voi nähdä edes mikroskoopilla.

Kasvuun tarvitaan ravinteita

Kasvaakseen kasviplankton tarvitsee ravinteita, etenkin fosforia, typpeä ja hiiltä. Erityisesti fosforiravinteen lisääntyvä määrä saa monet kasviplanktonilajit kasvamaan runsaampina. Kaikki planktonlevät eivät viihdy ravinteikkaassa vedessä. Monia kultaleviä tavataan ainoastaan karuissa järvissä. Sellaisia lajeja kutsutaan niukkaravinteisuuden ilmentäjiksi. Sinileviä esiintyy kaikenlaisissa vesissä, mutta sinilevien massaesiintymät eli sinileväkukinnat vaativat paljon ravinteita. Kukintoja muodostavat sinilevät ovat runsasravinteisuuden ilmentäjiä. Hyvin rehevissä vesissä sinilevät voivat olla melkein pä ainoa leväryhmä.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

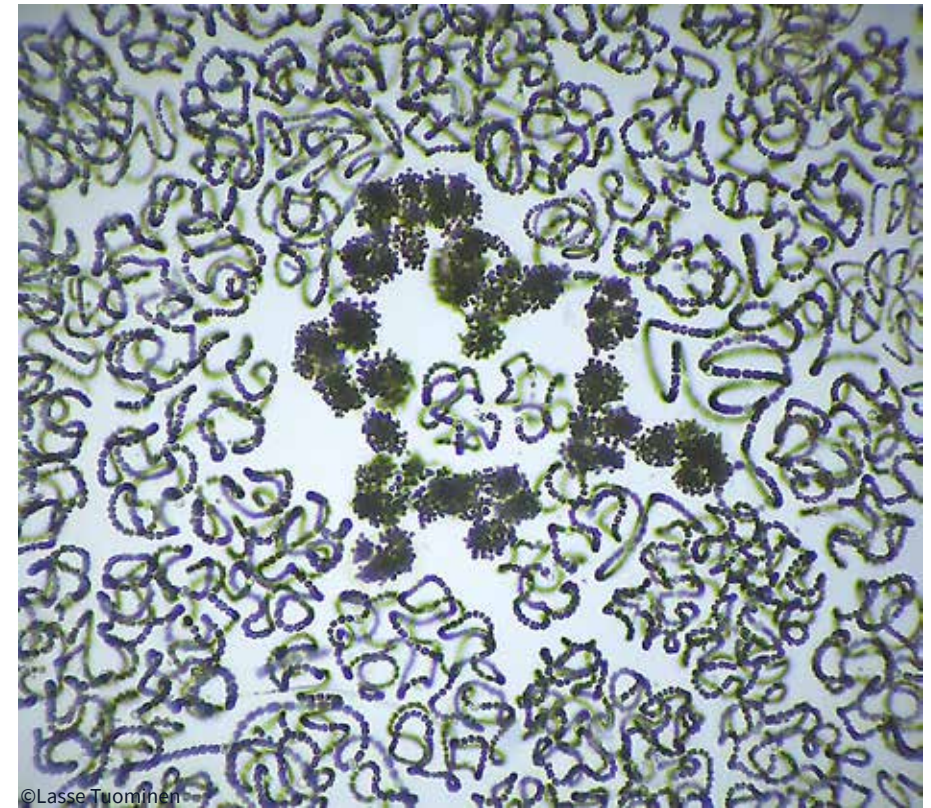


©Lasse Tuominen



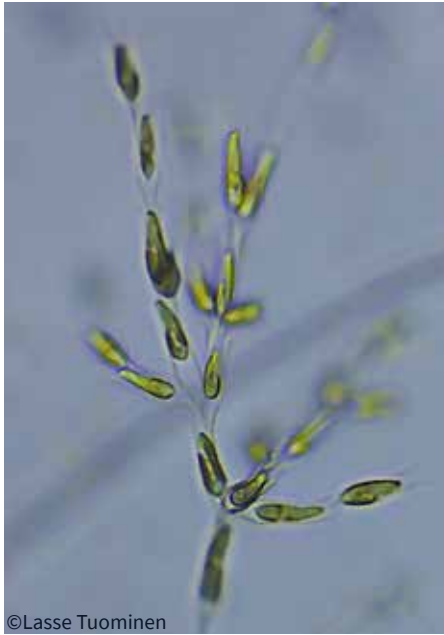
©Lasse Tuominen

↑ Koristeleviä on monenlaisia. Kaikkien koristelevien soluissa kaksi solupuoliskoja ovat toistensa peilikuvia. *Cosmarium*-solujen pinnassa on usein pieniä nystermiä ja *Xanthidium*-solujen reunoissa pitkiä piikkejä. *Closterium* on usein pitkä ja kapea ja sen solut taipuvat hienostuneesti kaarelle. *Micrasterias*-koristelevän solut ovat hyvin koristeellisia.



©Lasse Tuominen

↑ *Dolichospermum*-sinilevän kierteiset helminauhakimput muodostavat pintakukintoja. Keskellä näkyy myös *Microcystis*-yhdyskuntia. Ne ovat runsaita hyvin rehevissä järvissä. Sinilevät pystyvät ottamaan ravinteita ja lisääntymään nopeasti. Siksi ne voittavat ravintokilpailussa ja runsastuvat, kun ravinteita on paljon käytettävissä.



©Lasse Tuominen

↑ Pensasmaisia yhdyskuntia muodostavat *Dinobryon*-kultalevät viihtyvät parhaiten karuissa järvissä.



©Sanna Autio

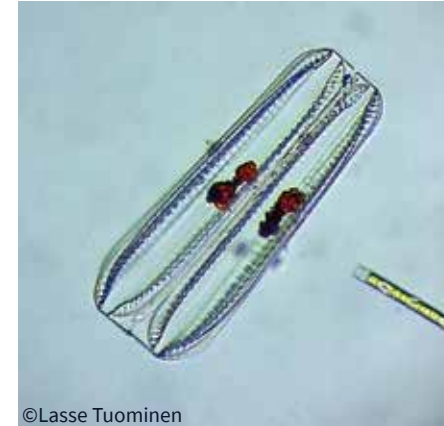
↑ Limalevän tieteellinen nimi on *Gonyostomum semen*. Se on toistaiseksi ainoa kasviplanktonlevä, jolla on suomenkielinen nimi.

Limalevä on syvyyskelluksen mestari

Osa levistä liikkuu siimojensa avulla. Liikuntakyvystä on hyötyä ravintokilpailussa. Siimaliset kasviplanktonlevät voivat vaeltaa kohti pohjaa, jossa on enemmän ravinteita tarjolla. *Gonyostomum semen* -limalevä on vaelluksen mestari. Se ui nopeasti pohjaa kohti, ottaa ravinteita ja palaa takaisin kohti pintaa ja valoa yhteyttämään. Limalevää esiintyy eniten pienissä ruskeavetisissä järvissä ja lammissa. Jos limalevää on runsaasti, uimari huomaa sen limaisena kalvona iholla. Onneksi Vesijärvässä limalevää esiintyy hyvin vähän, eikä siitä ole haittaa uimareille.

Uutta elämää jakautumalla

Kasviplanktonin lisääntyminen voi olla nopeaa, sillä se tapahtuu pääasiassa suvuttomasti jakaantumalla. Joskus esiintyy myös suvullista lisääntymistä. Sinilevät lisääntyvät aina suvuttomasti solujen jakautuessa kahtia. Nopeimmat voivat jakautua useamman kerran päivässä, mutta toisilta leviltä jakautumiseen menee monta vuorokautta. Piileväsolut muistuttavat laatikkomaista tai pyöreää rasiaa, jossa on kansi ja pohjaosa. Jakautuessaan piileväsolut muodostavat kumpaankin solupuoliskoon uuden pohjaosan. Jakautuvan solun kansiosa säilyy kantena, mutta pohjaosasta tulee uuden solun kansiosa. Monilla viherlevillä jakautumisen yhteydessä emosolun sisälle muodostuu neljä tytär-solua, jotka vapautuvat veteen emosolun seinän rikkoutuessa.



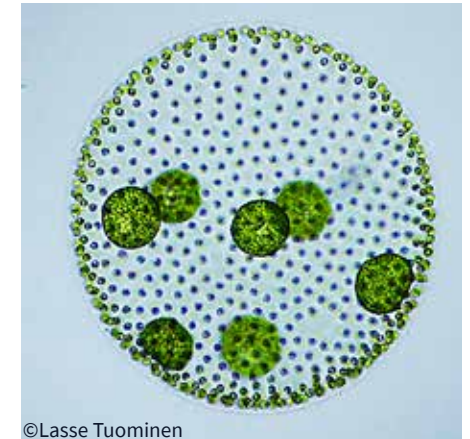
©Lasse Tuominen

← Heti jakautumisen jälkeen piileväsolut ovat vierekkäin. Peräkkäisten jakautumisten seurauksena osa piilevistä muodostaa pitkiä soluketjuja. Yksittäisinä soluina esiintyvien piilevien solut lähtevät omille teilleen jakautumisen jälkeen. Kuvan soluille on käynyt huonosti ja ne ovat kuolleet yhdessä. Kuolleista soluista kuoren rakenteet ovat elävää solua paremmin nähtävissä.



©Lasse Tuominen

↑ Tämän viherleväyhdyskunnan emosolut jakautuvat tytär-soluiksi, jolloin samassa yhdyskunnassa näkyy erikokoisia soluja. Emosolut ovat suurempia kuin juuri jakautuneet, rykelminä näkyvät tytär-solut.



©Lasse Tuominen

↑ *Volvox*-viherlevällä on erikoinen tapa lisääntyä. Sen yhdyskunnan sisälle muodostuu uusia pieniä, kokonaisia yhdyskuntia.

Vuodenaikojen mukaan

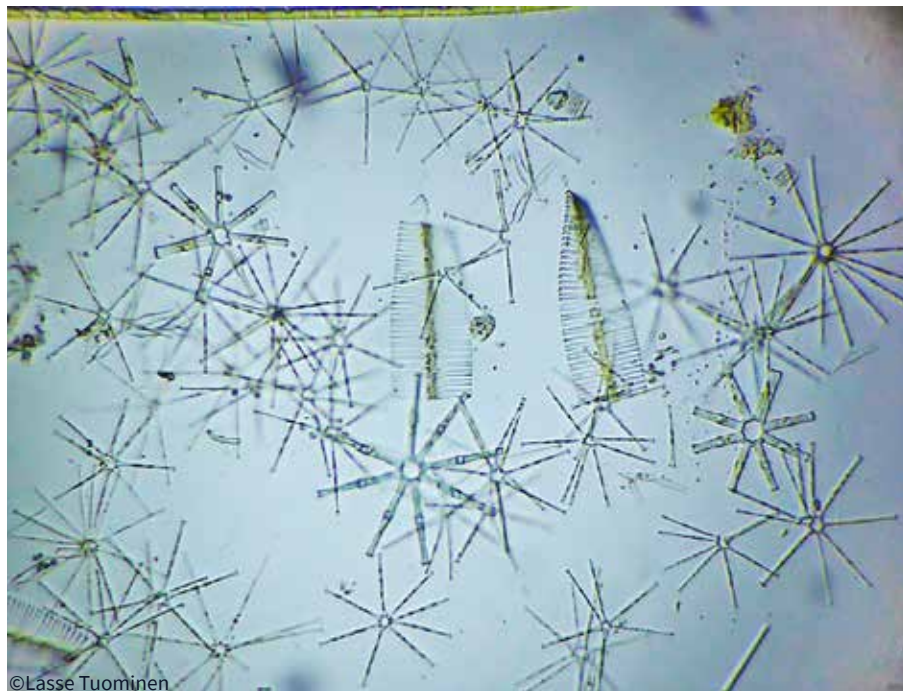
Kasviplanktonyhteisö muuttuu vuodenaikojen mukana. Jään alla, kylmässä ja pimeässä vedessä on usein vähemmän elämää. Keväällä lumen sulaessa valo pääsee tunkeutumaan jään läpi. Jään alla ja jäänlähdön jälkeen saattaa esiintyä runsaastikin kasviplanktonia, etenkin piileviä. Piilevien kevätkukinnan jälkeen alkukesällä runsastuvat kultalevät, panssarisiimalevät ja nielulevät. Kultalevillä on omaleimainen kalamainen tuoksu, jonka rannalla kulkija saattaa haistaa.

Keski- ja loppukesällä viherlevät yleistyvät ja sinileviä voi olla riesaksi asti. Juuri parhaaseen uintiaikaan heinä-elokuussa, kun vesi on lämmintä ja aurinko paistaa pilvettömältä taivaalta, kiihdyttävät sinilevät kasvuaan ja voivat muodostaa pintakukintoja. Myöhemmin syksyllä on jälleen piilevien vuoro runsastua.



©Lasse Tuominen

↑ Kun kultaleviä on paljon, vaikkapa *Mallomonas*-kukinta, rannalla voi tuoksuua kalalle.



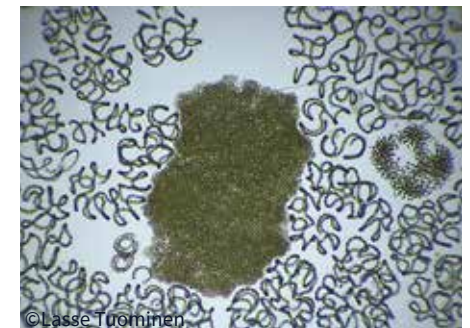
©Lasse Tuominen

↑ Keväällä ohuen jään alla tai juuri jäätien lähdön aikaan vedessä on yleensä runsaasti piileviä, erityisesti *Asterionella formosa* -piilevän tähtimäisiä yhdyskuntia. Joukossa voi olla myös tähtimäisiä *Tabellaria*-piileviä ja *Fragilaria crotonensis* -"kaksoiskampoja".



©Lasse Tuominen

↑ Erilaisia viherleviä esiintyy runsaiten keski- ja loppukesällä. Monet niistä ovat vaikeita tunnistaa.



©Lasse Tuominen

↑ Sinilevät runsastuvat keski- ja loppukesällä. Helminauhamaiset *Dolichospermum*-sinilevärihmat sitovat ilmakehästä veteen liuennutta typpeä ja muodostavat pintakukintoja. Pyöreistä soluista muodostuvat *Microcystis*-yhdyskunnat (kuvan keskellä) runsastuvat hyvin rehevissä järvissä.

Rantojen omat levät

Rantavyöhykkeellä, vesikasvien suojassa, esiintyy paljon sellaista leviä, joita ei ulapalla juuri nähdä. Monet koristelevät, piilevät sekä viherlevät viihtyvät matalassa rantavedessä. Mikroskooppisen pieniä leviä kasvaa myös järven pohjaliejun pinnalla, kivillä ja kallioilla, niin syvällä kuin valoa riittää. Nämä päällyslevät saavat erilaiset pinnat tuntumaan liukkailta. Erityisesti keväällä veden alla kivillä ja kallioilla voi kasvaa myös rihmamaisia viherleviä. Pohjaliejun pinnalla rihmamaiset sinilevät voivat muodostaa mattomaisia kasvustoja. Kovien tuulten jälkeen päällysleviä voi hetken löytää myös kauempaa ulapalta, mutta yleensä ne painuvat nopeasti pohjaan tuulen tynnyttyä tai tuuli kuljettaa niitä rannoille.



©Lasse Tuominen

↑ *Volvox*-viherlevän pallomaiset yhdyskunnat viihtyvät rantavyöhykkeessä matalassa vedessä. Sen yhdyskunta muodostuu kymmenistä, sadoista tai jopa tuhansista yhdyskunnan ulkoreunalla olevista soluista, joiden siimojen liikkeet pyörittävät yhdyskuntaa vedessä. Yhdyskunnan sisällä voi näkyä uusia nuoria ja niiden sisällä vielä nuorempia yhdyskuntia. Joskus yhdyskunnat voi erottaa vedestä jopa paljaalla silmällä.



©Lasse Tuominen



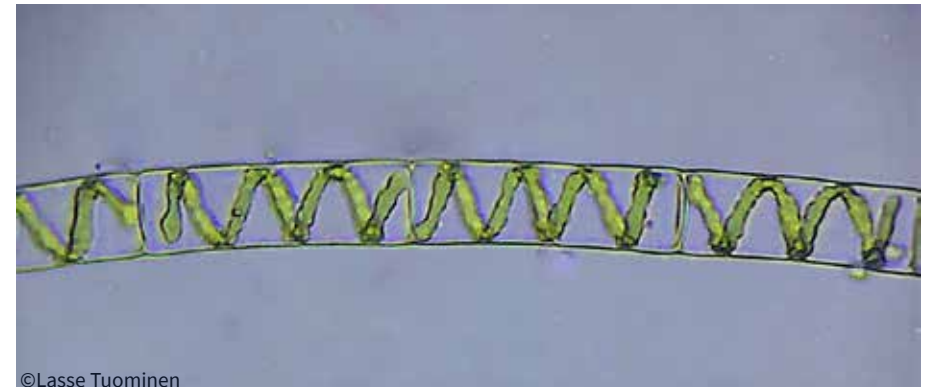
©Lasse Tuominen

↑ Joillakin piilevillä on "limavarsi", jonka avulla ne kiinnittyvät vaikka rantakallioon tai laiturin tikkaisiin saaden ne tuntumaan liukkailta.



©Lasse Tuominen

↑ Rantavyöhykkeessä kasvavien rihmamaisen viherlevien päällä voi kasvaa monenlaisia muita leviä, kuten puikkomaisia tai pintaa vasten painautuvia piileviä.



©Lasse Tuominen

↑ Rannoilla viihtyvän rihmamaisen viherlevän tieteellinen nimi *Spirogyra* on suomeksi kierreymyrä, mutta sitä kutsutaan myös kierteisrihmaksi. Sen tunnistaa helposti spiraalikierteisestä viherhiukkasesta, joka muistuttaa korkkiruuvia.

3. Eläinplankton - Eläinkeijut

Eläinkeijut eli eläinplankton muodostuu hyvin erikokoisista ja näköisistä eliöistä. Niitä ovat vesikirput, hankajalkaisäyriäiset, rataseläimet ja alkueläimet. Eläinplanktonin tärkeintä ruokaa ovat pienet yksisoluiset levät. Monet lajit käyttävät ravinnokseen myös bakteereita ja kuollutta eloperäistä ainesta. Osa planktoneläimistä on petoja ja ne saalistavat ravinnokseen muuta eläinplanktonia. Eläinplankton, erityisesti suurimmat lajit, ovat mieluisaa ravintoa kaloille.



↑ Mikroskoopin valokeilassa eläinplanktonia. Vasemmalla suuri, hiippalakkinen *Daphnia cucullata*-vesikirppu ja oikealla pieni kyklooppihankajalkainen. Niiden ympärillä on erilaisia leviä sekä ruukkumaisia *Tintinnopsis*-alkueläimiä.

Verraton vesikirppu

Vesikirput ovat pieniä planktonäyriäisiä, joiden ruumista peittää läpikuultava kuori. Niiden nimeksi onkin joskus ehdotettu sanaa kalvoäyriäinen. *Daphnia*-vesikirppuja on kutsuttu jopa avainlajiksi järviökosysteemissä, koska ne kykenevät muihin planktoneläimiin verrattuna verrattomasti tehokkaammin suodattamaan vedestä kasviplanktonia ravinnokseen. Mitä suurempi vesikirppu, sitä paremmin se säätelee kasviplanktonin määrää. Pienemmät vesikirppulajit eivät ole tehokkaita suodattajia. Osa vesikirpuista on petoja, jotka syövät muuta eläinplanktonia. Rantavyöhykkeessä elävät lajit viihtyvät erilaisilla pinnoilla, kuten vesikasvillisuudessa.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ *Daphnia*-vesikirpun sisällä näkyy ruskehtavana kiemurteleva suoli, joka on pakkautunut täyteen kasviplanktonia. Vesikirpun kuori on läpikuultava. Äyriästen tapaan vesikirput luovat kuorensa kasvaakseen.



©Lasse Tuominen

↑ Pienet *Chydorus*-vesikirput (0,2 mm) ovat tehotomia laiduntajia verrattuna jopa yli millimetrin mittaiseksi kasvaviin *Daphnia*-vesikirppuihin.



©Lasse Tuominen

↑ Monet *Ceriodaphnia*-vesikirput elävät järvien rantavyöhykkeessä, kuten tämä Vesijärven Kilpiäistenpohjasta tavattu yksilö. *Ceriodaphnia* on varsin pienikokoinen eikä se ole sen vuoksi kovin tehokas kasviplanktonin laiduntaja, mutta toki silläkin on osuutensa kasviplanktonmäärien säätelyssä.



©Lasse Tuominen

↑ Monet vesikirppulajit elävät vain rantavyöhykkeellä erilaisilla pinnoilla. *Graptoleberis testudinaria* -vesikirppu viihtyy vesikasveilla ja on huono uimari. Tällä yksilöllä on sikiökammiossa kaksi munaa ja suoli täynnä ravintoa.



©Lasse Tuominen

↑ Pikkuiset, enimmäkseen vain puolimilliset *Bosmina longirostris* -vesikirput esiintyvät Vesijärven ulapalla mieluiten syvässä vesikerroksissa 10 metrin alapuolella. Ne ovat ajoittain erittäin runsaita. Tuntosarvista muuntuneen ”kärjän” vuoksi *Bosmina*-vesikirput ovat kuin vesistöjen pieniä elefanteja.



©Lasse Tuominen

↑ *Holopedium gibberum* uiskentelee ulapalla mahapuoli ylöspäin. Viime vuosina sitä on satunnaisesti havaittu Vesijärvässä. Se on hyvä merkki, sillä *Holopedium* viihtyy paremmin niukkaravinteisissa kuin rehevissä järvissä. Esimerkiksi Hollolan Iso Tiilijärvessä se on yksi eläinplanktonin valtalajeista. Lajin erikoisuutena on sitä ympäröivä suuri hyytelövaippa. Hyytelö on näkymätön keino kasvattaa kokoa ja suojautua joutumasta kaloja pienempien petojen saaliiksi.

Ravintoa suodattamalla

Planktoneläimille on kehittynyt kyky kerätä vedessä enemmän tai vähemmän tasaisesti jakaantuneena olevaa kasviplanktonravintoa suodattamalla, eli ne siivilöivät sopivan kokoisia ravintokappaleita vedestä. Suuret vesikirput ovat tässä hyvin tehokkaita. Muutaman millimetrin mittainen vesikirppu voi suodattaa jopa 60 ml vettä päivässä. Suuret rihmamaiset kasviplanktonlajit haittaavat vesikirppujen ruokailua tukkimalla niiden suodatusjärjestelmän. Järjestelmän puhdistamiseen kuluu ylimääräistä energiaa. Levien koon lisäksi ratkaisevaa vesikirpun kasvulle ja lisääntymiselle on sen ravintoarvo. Esimerkiksi sinilevät ovat huonolaatuista ruokaa. Monet planktoneläimet pystyvät jättämään sinilevät ja muut suuria yhdyskuntia muodostavat hankalat levät syömättä.



©Kirsi Kuoppamäki

← ↑ Suodatusjärjestelmä siiviläsukasineen näkyy *Daphnia cristata* -vesikirpun vatsapuolella. Sen puhdistamiseen eläin käyttää takaruumistaan, joka on erittäin liikkuva ja sen kärjessä on suuri kynsi.

©Kirsi Kuoppamäki

Hankajalkaisilla on hankajalat

Hankajalkaisäyriäiset ovat saaneet nimensä jaloistaan, joita kutsutaan hankajaloiksi. Liikkumiseen ne käyttävät kuitenkin myös tuntosarviaan, jotka kyklooppihankajalkaisilla ovat lyhyehköt, keijuhankajalkaisilla kuin pitkä aivot. Siinä missä jatkuvasti liikkeessä olevat vesikirput herättävät herkästi kalojen huomion, hankajalkaiset voivat olla pitkiäkin aikoja paikallaan liikkumatta ja syösyä sitten salamanopeasti toisaalle. Tämä hämmentää saalistusaikeessa olevan kalan.



©Lasse Tuominen

↑ Hankajalkaisäyriäisillä on paljon jalkoja. Osaa niistä se käyttää liikkumiseen, osaa ravinnon keräämiseen vedestä. Pitkät tuntosarvet omaava *Eudiaptomus*-keijuhankajalkainen suodattaa vedestä kasviplanktonia.



©Lasse Tuominen

↑ Yksisilmäinen kyklooppi on hankajalkaisäyriäinen, joka syö toukkavaiheessa kasviplanktonia. Aikuistuuessaan useimmista kyklooppihankajalkaisista kehittyi petoja, jotka syövät itseään pienempää eläinplanktonia. Lisäksi ne pystyvät tunkeutumaan isojenkin vesikirppujen sikiökammioon syömään siellä kehittyviä munia.



©Lasse Tuominen

↑ Kyklooppihankajalkaiset esiintyvät Vesijärvässä usein erittäin runsaslukuisina.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Vesijärven Enonselällä *Limnocalanus macrurus* on päivällä 20-25 m syvyydessä, mistä se nousee yöllä noin 15 m syvyyteen. Aikuinen *Limnocalanus* on kaikkiruokainen eli se syö kasviplanktonin lisäksi myös muuta eläinplanktonia.



©Lasse Tuominen

↑ Kyklooppiäyriäinen voi saada runsaasti jälkikasvaa kerralla, kuten voi päätellä tämänkin yksilön kantamien munien lukemattomasta määrästä.

Jäänne jääkaudesta

Limnocalanus macrurus on jääkauden relikti. Mannerjään vetäytyessä se joutui eristyksiin, mutta pystyi jatkamaan elämänsä suurissa järävissä, joissa on riittävän syviä ulappa-alueita, kuten Vesijärvässä. Laji esiintyy myös Itämeressä. Lajin yksilöt voivat kasvaa jopa 3 millimetrin pituisiksi. *Limnocalanus*-hankajalkainen lisääntyy vain kerran vuodessa syksyisin. Sen munat kehittyvät järven pohjalla, mistä nauplius-toukat kuoriutuvat kevättalvella ja alkavat vähitellen kasvaa kevään runsaan kasviplanktonravinnon turvin. Kesään mennessä *Limnocalanus* on tullut aikuiseksi. Lämpimän veden aikaan se viihtyy syvissä, viileissä vesikerroksissa. Päiväsaikaan on syytä pysytellä syvän veden pimeydessä myös siksi, että suurikokoisena eläimenä *Limnocalanus* herättää helposti planktonsyöjäkalojen huomion. Se on sitä paitsi ravintoarvoltaan kaloille erinomaista ruokaa.

Rataseläinten monenlaiset muodot

Rataseläinten suun ympärillä on ripsistä muodostunut kiekura. Ripsien rytmikäs liike saa aikaan veden virtauksen. Näin eläin kerää ravintokappaleita ympäröivästä vedestä ja pääsee liikkumaan. Ripsikiekura ja sen liike näyttää ratasmaiselta, mistä eläinryhmä on saanut nimensä. Valtaosa rataseläimistä syö kasviplanktonia, bakteereja ja kuollutta eloperäistä ainetta, mutta osa lajeista on petoja. Rataseläimet ovat valtaosin pieniä, vain 0,1-0,2 millimetrin mittaisia tai sitäkin pienempiä. Joukkoon kuuluu kuitenkin jopa millimetrin mittaiseksi kasvavia lajeja.



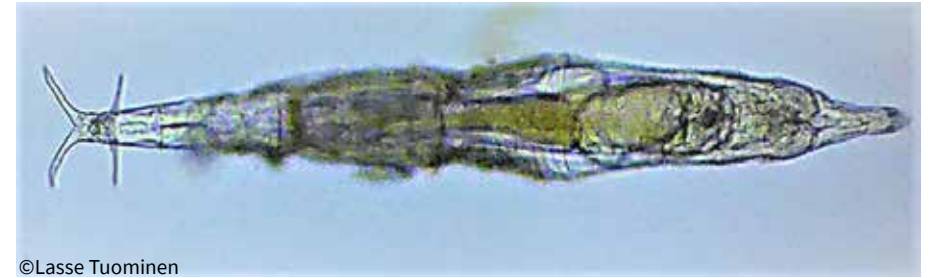
©Lasse Tuominen

↑ Rataseläimen suu on sen ympärillä olevan ratasmaisen ripsikiekuran keskellä. Ripset liikkuvat rytmikkäästi ja saavat aikaiseksi veden virtailun, joka tuo ruokaa eläimen suuhun. Tämän rataselimen avulla rataseläimet myös liikkuvat paikasta toiseen.



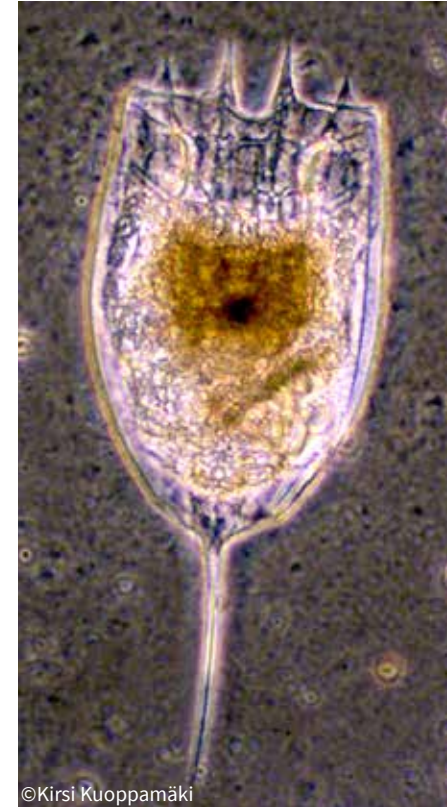
©Lasse Tuominen

↑ Monilla rataseläimillä ulkokuori on paksuuntunut kovaksi panssariksi, jonka monenlaiset muodot esimerkiksi piikkimäisine ulokkeineen ovat lajille hyvin tunnusomaisia. Kuvan *Keratella cochlearis* on kenties planeettamme laajimmalle levinnyt eläinlaji. Sillä on yksi punainen silmä.

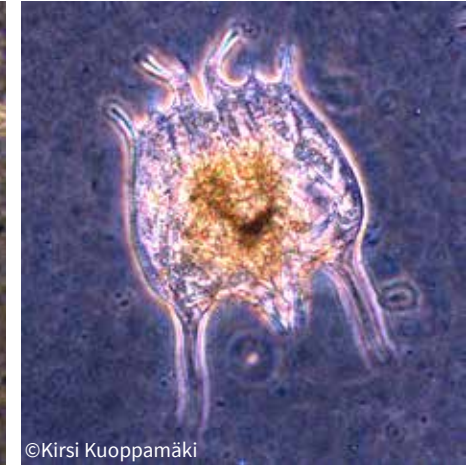


©Lasse Tuominen

↑ *Bdelloidea*-suvun rataseläimellä ei ole panssaria. Se, kuten muutkin pehmeäkuoriset rataseläimet pystyvät vetäytymään kasaan. Oikaistuna *Bdelloidean* ruumis on pitkulainen, melkein matomainen.



©Kirsi Kuoppamäki



©Kirsi Kuoppamäki

↑ ← *Notholca acuminata* ja *Platylabus patulus* -rataseläimillä on piikkäs panssari. Tällaiset ulokkeet ovat keino suojautua petojen saalistukselta.



©Lasse Tuominen

↑ Säkkimäinen *Asplanchna*-rataseläin on peto, joka voi kasvaa jopa yli 1 mm mittaiseksi eli suuremmaksi kuin esimerkiksi monet vesikirput.

Alkueläimiä muttei alkeellisia

Alkueläimet ovat yksisoluisia eläimiä, joita esiintyy oikeastaan kaikkialla missä on vettä. Järvessä voi elää todella monimuotoinen alkueläinyhteisö. Ripsieläimet ovat yksi tärkeimmistä ja monimuotoisimmista planktonin alkueläinryhmistä. Ripsieläinten solua ympäröivät ripset, joko kokonaan tai osittain.



©Kirsi Kuoppamäki

← *Tintinnopsis lacustris* -ripsieläimillä on pienistä partikkeleista koostuva ruukun tai kellon muotoinen panssari. Vesijärvessä niitä voi ajoittain olla todella paljon, jopa toistatuhatta yksilöä litrassa vettä.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ *Tintinnidium fluviatile* -ripsieläimen suorakaiteenmuotoisesta kuoresta erottuvat hiekanjyviltä näyttävät hiukkaset. Kuoren etupäästä näkyy hieman itse eläin, sen ripsiä, joilla eläin suodattaa ravintoa vedestä.



©Lasse Tuominen

← Ripsieläimiin kuuluu todella monen näköisiä ja kokoisia eläimiä. Jotkut lajit voivat olla jopa useiden millien mittaisia. *Stentor*-ripsieläin on suurimpia tunnettuja yksisoluisia eliöitä. Monet ripsieläimet ovat tärkeää ja hyvälaatuista ravintoa muulle eläinplanktonille, varsinkin kuvan kaltaiset eläimet, joilla ei ole panssarimaista kuorta solun ympärillä.



©Lasse Tuominen

← Ripsieläinten ohella Vesijärven alkueläimiin kuuluu kuoriameeba. Kuvan *Arcella* kasvattaa kiekkomaisen kuoren, josta se pyydystää sormimaisilla valejaloillaan ravintoa, kuten kasviplanktonia. Valejalat näkyvät läpikuultavina ulokkeina kuoren ympärillä.

Suku jatkuu - koiraiden kanssa tai ilman

Vesikirput ja rataseläimet kykenevät lisääntymään neitseellisesti eli naaraat synnyttävät uusia naaraita, kopioita itsestään. Näin ne tekevät silloin kun olosuhteet ovat suotuisat: hyvälaatuista ravintoa on riittävästi tarjolla ja lämpötila on sopiva. Nopea lisääntymistapa kompensoi myös saalistusta. Kun osa yksilöistä syödään pois, jäljelle jäävät pystyvät ylläpitämään suurta yksilömäärää. Vesikirpuilla on selkäpuolellaan sikiökammio, jossa munat kehittyvät hyvin pitkälle ennen vapautumistaan.



©Lasse Tuominen

↑ Kun alkiot vapautuvat sikiökammioista, ne ovat jo emonsa kaltaisia yksilöitä, jotka kykenevät uimaan ja selviytymään itseksensä. Kuvan *Polyphemus* -petovesikirppu on tuottanut kaksi jälkeläistä.



©Lasse Tuominen

↑ *Keratella*-rataseläin kantaa munaa mukanaan kuorensa ulkopuolella. Laji esiintyy usein hyvin runsaslukuisena.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Tällä Vesijärvellä yleisellä *Daphnia cristata*-vesikirpulla on sikiökammiossa kahdeksan munaa. Sitä vielä suurikokoisemmilla *Daphnia*-vesikirpuilla munia voi olla toistakymmentä, jopa enemmänkin. Suuret ja keskikokoiset vesikirput ovat planktonelämään suhteutettuna varsin pitkäikäisiä. Ne voivat elää 12-viikkoisiksi ja saada jälkeläisiä 1-4 viikon iästä alkaen. Parhaimmillaan suurikokoiseksi kasvavan *Daphnia*-lajin yksilö voi tuottaa elämänsä aikana peräti 700 jälkeläistä.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Suuret vesikirput pystyvät tuottamaan yleensä enemmän munia kuin pienet. Vasemmanpuoleisella *Bosmina*-vesikirpulla on yksi muna, oikeanpuoleisella *Daphnia*-vesikirpulla neljä munaa sikiökammiossaan.



©Kirsi Kuoppamäki



©Kirsi Kuoppamäki

↑ ← Lähes kaikki vesikirput syntyvät "miniaikuisina" eli pieninä yksilöinä, jotka muistuttavat aikuista. Poikkeus vahvistaa säännön: *Leptodora kindtii* -petovesikirpun munasta kuoriutuu ns. metanauplius-toukka, joka on aika erinäköinen kuin aikuinen yksilö.

Tilanne muuttuu, kun olosuhteet käyvät tavalla tai toisella epäsuotuisiksi. Tyypillisimmin tällainen tilanne tulee syksyllä veden viiletessä. Silloin osa vesikirpusta ja rataseläimistä alkaakin tuottaa koiraspuolisia jälkeläisiä. Koiraat parittelevat naaraiden kanssa. Tavallisen munan sijaan syntyy kestävä lepomuna, joka säilyy epäsuotuisan kauden yli. Samalla varmistuu perinnöllisen monimuotoisuuden säilyminen.

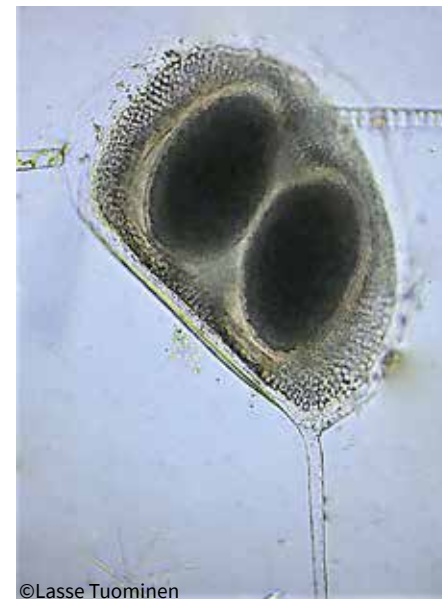


©Kirsi Kuoppamäki



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Olosuhteiden heiketessä syntyy myös koiraita. Parittelun jälkeen neitseellisesti tuotetun munan sijasta syntyy lepomuna, jota vesikirpuilla suojaa sikiökammioista muodostuva kotelo. Vasemmalla lepomunaa kantava *Ceriodaphnia*-naaras, oikealla *Ceriodaphnia*-koiras.



©Lasse Tuominen

← Kotelo lepomunineen irtoaa emovesikirpusta ja voi painua järven pohjaan tai ajautua rantaan. Hyvällä tuurilla voi joskus nähdä massoittain tällaisia koteloita rantaveteen ajautuneena. Sieltä niitä takertuu esimerkiksi vesilintujen jalkoihin ja kulkeutuu muihin vesistöihin. Lepomunakotelo voi säilyä pitkään järven pohjalla ja kuoriutua vasta aikojen päästä. Kuvassa *Daphnia*-vesikirpun kotelo, jossa on aina kaksi lepomunaa.

Muotoa muuttaen

Hankajalkaisyhteisössä on aina sekä koiraita että naaraita. Hankajalkaisen kehitys munasta aikuiseksi on pitkä sisältäen monta kehitysvaihetta. Niiden myötä eläimen muoto muuttuu melkoisesti. Tähän yksilönkehitykseen kuluu aikaa useita viikoista jopa useisiin kuukausiin. Suurin osa hankajalkaisista kantaa munia mukanaan eräänlaisissa munapusseissa, mutta osa laskee munat vapaaseen veteen kehittymään.



©Kirsi Kuoppamäki



©Lasse Tuominen

↑ Kyklooppihankajalkaisten koiraat on helppo tunnistaa mutkalle taipuneista tuntosarvista, kuten tällä Vesijärvelläkin hyvin yleisellä *Thermocyclops*-lajilla. Naaraat erottuvat etenkin lisääntymisvaiheessa siitä, että ne kantavat mukanaan munia kahdessa takaruumiiseen kiinnittyneessä munapussissa.



©Kirsi Kuoppamäki



©Lasse Tuominen

↑ Keijuhankajalkaisilla on yksi munapussi, kuten *Eudiaptomus*-naaraalla. Oikealla puolella olevan *Eudiaptomus*-koiraan puolestaan erottaa helposti koiraaksi tuntosarvessa olevasta paksunnoksesta. Osa lajeista ei kannata munia vaan laskee ne vapaaseen veteen. Sellaisia ovat *Heterocope appendiculata* ja *Limnocalanus macrurus*.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

← → Hankajalkaisen munasta kuoriutuu *nauplius*-toukka, joka näyttää hyvin erilaiselta kuin aikuinen yksilö. Kuvissa vasemmalla on sivulta keijuhankajalkaisen toukka, oikealla päältäpäin kyklooppihankajalkaisen *nauplius*-toukka.

→ Kuuden *nauplius*-toukkavaiheen jälkeen hankajalkaisäyriäinen siirtyy kopepodii-taiheeseen. Näitä nuoruusvaiheita on viisi, kuudennen vaiheen ollessa aikuinen. Kuvan vasemmassa alakulmassa kyklooppiäyriäisen *nauplius*-toukka, joka on aika erinäköinen kuin pidemmälle kehittynyt kolmannen vaiheen *kopepodii*-toukka.



©Lasse Tuominen

Elämää parvissa

Eläinplankton hakeutuu sinne missä ravintoa on kulloinkin runsaasti saatavilla. Esimerkiksi veden virtailut voivat aiheuttaa sen, että ruokaa eli kasviplanktonia on siellä täällä ”laikkuina”, joihin planktoneläimet hakeutuvat ruokailemaan. Niinpä myös eläinplankton esiintyy järvestä laikuittaisesti, parvissa. Samalla lailla kuin maalla elävillä eläimillä, myös planktoneläimillä parvissa eläminen voi vähentää yksittäiseen yksilöön kohdistuvaa saalistuspainetta eli se on myös suojautumiskeino.



©Lasse Tuominen

↑ Ajoittain pieniä, tavallisesti vain alle puolimillisiä *Bosmina*-vesikirppuja voi esiintyä todella paljon. Vesijärvestä on laskettu enimmillään yli 300 yksilöä litrassa.



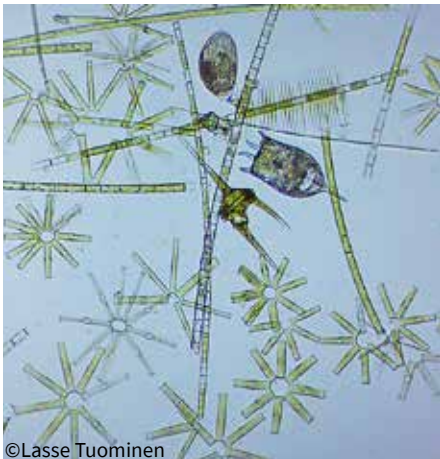
©Lasse Tuominen

↑ Rantavedessä voi nähdä paljain silmin kuhinaa, kun 1-2 mm mittaiset *Polyphemus pediculus* -petovesikirput parveilevat etsimässä saalista. Ne liikkuvat tiheissä parvissa ja on arveltu, että ne tällä tavoin pystyvät jopa tehostamaan ravinnon saantiaan. *Polyphemus*-vesikirpuilla on suuri silmä, joka täyttää käytännössä eläimen koko suuren pään. Silmä koostuu pienistä osasilmistä. Sen avulla peto pystyy havaitsemaan mahdolliset saaliseläimet, kuten sitä pienemmät vesikirput.

4. Ravintoverkossa kaikki vaikuttaa kaikkeen

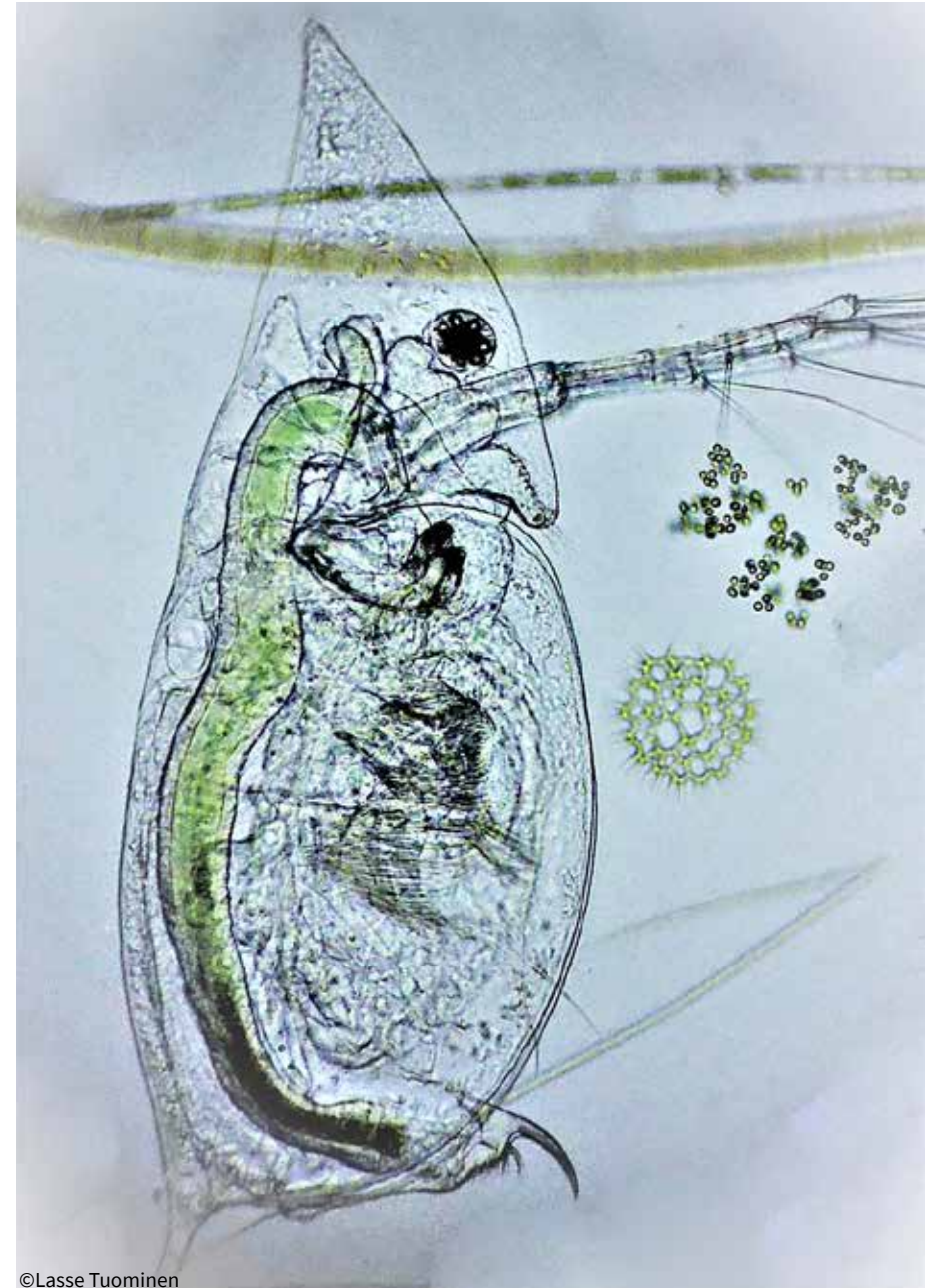
Järven ulappa-alueen ravintoverkko koostuu bakteeriplanktonista, kasviplanktonista, eläinplanktonista ja kaloista. Bakteeriplankton huolehtii kuolleen aineksen hajoituksesta, joten sillä on tärkeä merkitys palauttaessaan hiiltä ja ravinteita kiertoon. Kasviplanktonlevät ovat perustuottajia, jotka käyttävät ravinteita ja yhteyttämällä sitovat auringon energiaa tarjoten ravintoa eläinplanktonille, joka sitä syö eli laiduntaa. Eläinplankton puolestaan on kalojen tärkeää ravintoa. Kalojen kautta järven ravintoverkko ulottuu kasviplanktonista aina kaloja syöviin lintuihin tai ihmiseen asti.

Ravintoverkossa kaikki vaikuttaa kaikkeen – myös toiseen suuntaan. Kalastus säätelee kalakantoja. Kalojen saalituksella on vaikutuksensa eläinplanktonin koostumukseen, koska se kohdistuu etenkin suurikokoisiin lajeihin. Eläinplankton puolestaan vaikuttaa laidunnuksellaan kasviplanktonin määrään ja lajistoon, ja sitä kautta veden laatuunkin.



©Lasse Tuominen

← Kasviplanktonin koko ja muoto vaikuttavat niiden syötävyyteen. Kuvassa erilaisten piilevien keskellä *Ceratium*-panssarisiimalevä ja lähes saman kokoinen *Keratella cochlearis*-rataseläin. Rataseläimet syövät vain pienikokoisia leväsoluja ja monet niistä, kuten *Keratella*, käyttävät ravinnokseen myös bakteereita ja kuollutta eloperäistä ainetta. Rataseläimet eivät kykene laiduntamaan kasviplanktonia läheskään yhtä tehokkaasti kuin vesikirput. Ne kuitenkin kierrättävät nopeammin ravinteita takaisin levien käyttöön kuin äyriäisplankton.



©Lasse Tuominen

↑ Järvissä ylivertaisia laiduntajia ovat kookkaat *Daphnia*-vesikirput, koska ne suodattavat vedestä suhteellisen valikoimattomasti hyvin monen kokoisia planktonleviä. Esimerkiksi *Bosmina*-lajit sekä hankajalkaisäyriäiset ovat paljon valikoivampia. Lisäksi monet vesikirput, etenkin *Daphnia* sitovat itseensä tehokkaasti fosforia, joka on siten pois planktonlevien saatavilta. Eläinplankton siis säätelee planktonleviä paitsi suoraan syömällä sitä myös kierrättämällä ravinteita.



©Lasse Tuominen

↑ Keijuston lajikirjoa mikroskoopin näkymässä: useita erilaisia piileviä, viherleviä, panssarisiimaleviä, rataseläimiä sekä nuori kyklooppihankajalkainen.

Planktonin paradoksi

Planktoniin kuuluu häkellyttävän paljon erilaisia lajeja, jotka voivat esiintyä samaan aikaan varsin yksinkertaisessa ympäristössä huolimatta siitä, että eri lajit kilpailevat samoista resursseista. Puhutaankin ”planktonin paradoksista”. Esimerkiksi kasviplanktonin käyttämistä ravinteista tulee kesällä pulaa, mutta silti kasviplanktoniyhteisö on lajirikkain juuri kesällä. Myös eläinplankton kilpailee samasta ravinnosta, mutta vahvemmat eivät välttämättä syrjäytä heikompia. Vesikirppujen yhteisössä ravintokilpailussa vahvemmat suurikokoiset lajit voittavat pienikokoiset, mutta koska kalat valikoivat ravinnokseen suuria yksilöitä, pienetkin silti pärjäävät.

Kasviplanktonista ruokapöytään

Monet kasviplanktonlevät tuottavat välttämättömiä rasvahappoja ja muita hyödyllisiä biomolekyylejä. Kasviplanktonin tuottamien ravintoaineiden laatu ja määrä vaihtelee leväryhmittäin, sekä myös olosuhteiden mukaan. Erilaiset sokerit, aminohapot ja rasvahapot ovat eläinplanktonille välttämättömiä, jotta ne voivat kasvaa ja lisääntyä. Nämä hyödylliset biomolekyylit siirtyvät ravintoketjussa eteenpäin eläinplanktonia syöviin kaloihin ja edelleen kalojen myötä ihmisten ruokapöytään.



©Lasse Tuominen

↑ → Hankajalkaiset varastoivat rasvoja, minkä avulla ne selviävät talvesta tai niukoista ajoista. Rasvat näkyvät eläimen sisällä keltaisina ja oransseina palloina. Rasvat ovat tärkeitä yhdisteitä vesiympäristössä, sillä ne sisältävät kaksi kertaa enemmän energiaa kuin hiilihydraatit ja proteiinit.

↓ Vesikirput eivät varastoi rasvoja yhtä hanakasti kuin hankajalkaiset vaan käyttävät yleensä nopeasti ravinnosta saadut ravintoaineet kasvuun ja lisääntymiseen. Toisinaan kuitenkin myös vesikirppujen sisällä näkyy runsaasti rasvapalloja energjavarastona, kuten kuvaparin vasemmanpuoleisella *Bosmina*-vesikirpulla.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



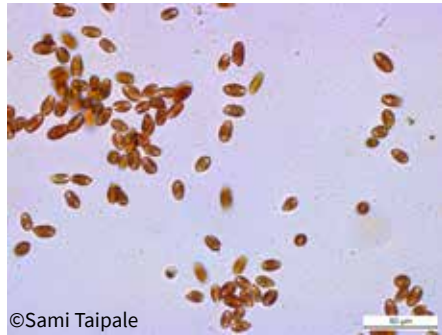
©Lasse Tuominen

Kasviplankton tuottaa välttämättömät rasvahapot

Kasviplanktonin tuottamat sterolit ja omega-3-rasvahapot ovat välttämättömiä eläinplanktonille, kaloille ja ihmisille. Sterolit, kuten kolesteroli, ovat tärkeitä vesikirppujen kasvun ja lisääntymisen kannalta. Leväryhmät eroavat siinä, mitä rasvahappoja ne tuottavat. Kaikki leväryhmät tuottavat jossain määrin lyhytketjuisia omega-3-rasvahappoja. Niitä saamme myös esimerkiksi rypsiöljystä. Erityisen positiivinen vaikutus terveyteemme on pitkäketjuisilla rasvahapoilla, joita tuottavat ainoastaan tietyt levät. Karuissa järvissä on suhteessa enemmän sellaista kasviplanktonia, esimerkiksi nieluleviä, jotka tuottavat pitkäketjuisia rasvahappoja. Sinilevät ja viherlevät eivät tuota pitkäketjuisia rasvahappoja. Järven rehevöityessä näiden levien osuus kasviplanktoniyhteisöstä kasvaa, joten rehevässä järvessä pitkäketjuisia rasvahappoja tuotetaan vähemmän kuin karummassa järvessä. Kirkkaista, karuista järivistä pyydytyissä ahvenissa on jopa kaksi kertaa enemmän terveellisiä pitkäketjuisia rasvahappoja kuin rehevien järvien ahvenissa.

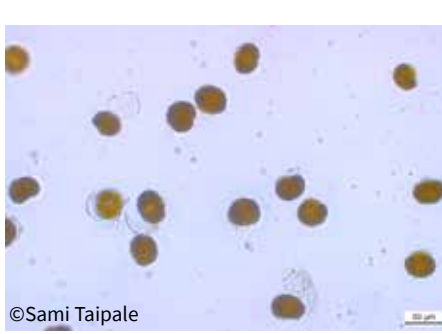


©Sami Taipale



©Sami Taipale

↑ Pienet nielulevät ovat eläinplanktonille "superfoodia". Ne sisältävät runsaasti tarvittavia pitkäketjuisia omega-3-rasvahappoja ja steroleita. Vasemmalla *Cryptomonas* ja oikealla *Rhodomonas*. Mittakaavajanan 50 µm tarkoittaa samaa kuin 0,05 mm.



©Sami Taipale



©Sami Taipale

↑ Panssarisiimalevät (vasemmalla) ja limalevä (oikealla) tuottavat suuren määrän kaloille ja ihmisille tärkeitä pitkäketjuisia omega-3-rasvahappoja. Limalevä on kuitenkin varsin suurikokoinen, joten sitä syövät harvat eläinplanktonilajit. Panssarisiimalevät saattavat puolestaan sisältää paksun kuoren, jota voi olla vaikea "rouskuttaa" rikki.



©Kirsi Kuoppamäki

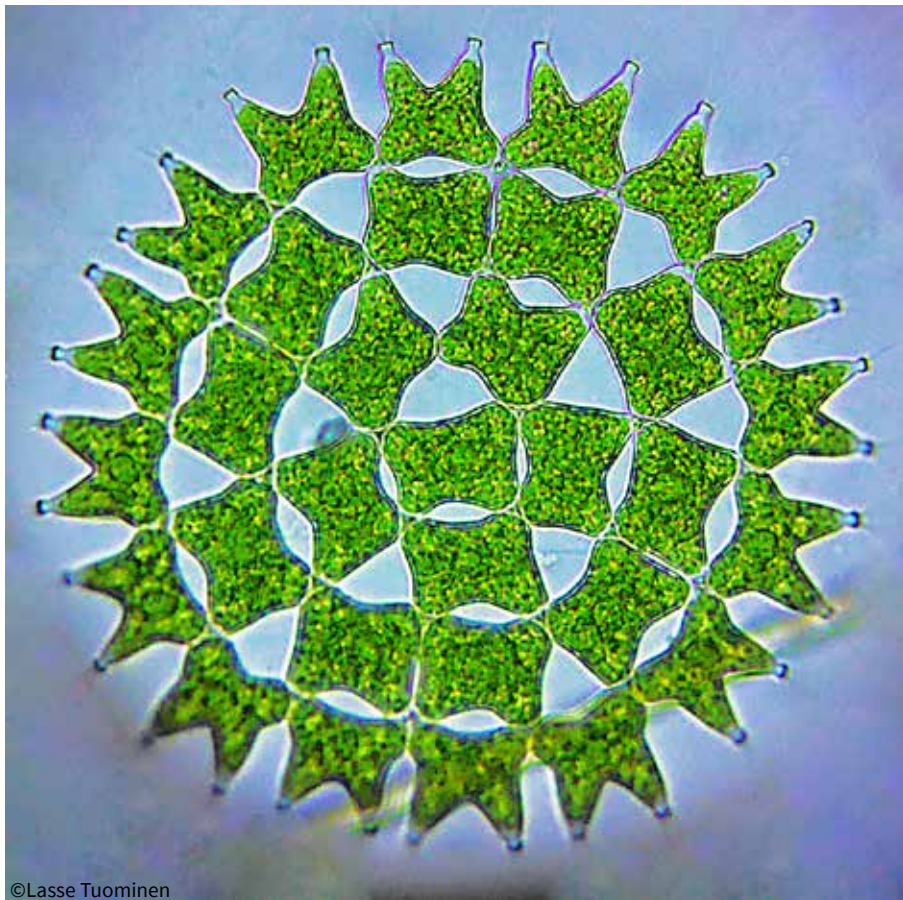


©Lasse Tuominen

↑ Vesikirput ja hankajalkaiset tarvitsevat omega-3-rasvahappoja ja steroleita kasvun lisäksi erityisesti lisääntymiseen ja munien muodostamiseen, joita sekä *Daphnia* (vasemmalla) ja kyklooppihankajalkainen (oikealla) kantavat.

Suojaa vai suojattomuutta pigmenteistä?

Kasviplankton tarvitsee pigmenttejä, karotenoideja ja klorofylliä yhteyttämiseen eli auringon valoenergian muuntamiseen käyttökelpoiseksi kemialliseksi energiaksi. Yhteyttäminen tapahtuu viherhiukkasissa. Karotenoidit auttavat kasviplanktonia valon keräämisessä ja suojaavat sitä liialta valolta. Karotenoideja on satoja erilaisia. Osa karotenoideista on myös A-vitamiinin esiasteita. Kunkin leväryhmän ominainen väritys riippuu siitä, mitä karotenoideja ne tuottavat.

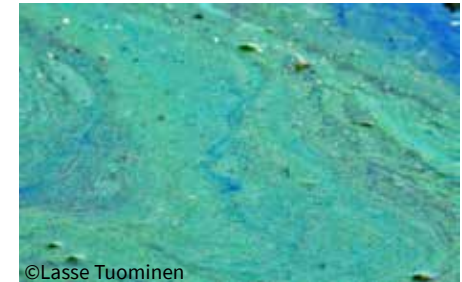


©Lasse Tuominen

↑ *Pediatrum*, vihreä viherlevä



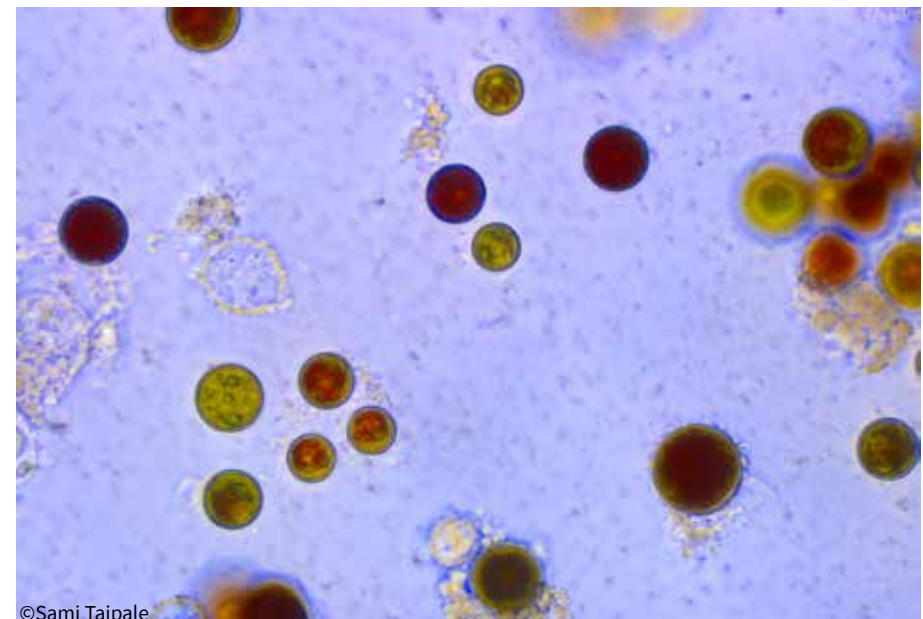
©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ Sinileväkukintaa veden pinnalla. Solujen hajotessa fykosyaniini-pigmentin sininen väri tulee esille.

< *Synura*, kullankeltainen kultalevä

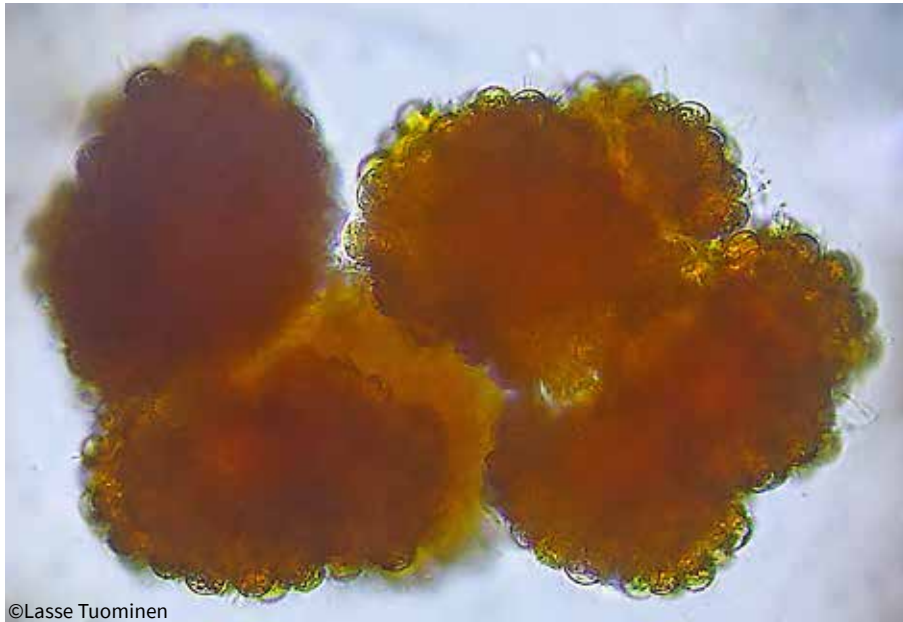


©Sami Taipale

↑ Joillakin viherlevillä solujen vanhetessa väritys muuttuu vihreästä punaiseksi.

Botryococcus – öljyä tihkuva viherlevä

Veden pinnalla näkyy vihreää levämassaa, mutta onko se sinilevää? Useimmiten on, mutta joskus harvoin se voi olla muuta kasviplanktonia. Massaesiintymän voi muodostaa *Botryococcus*-viherlevä. Se varastoi ravintoaineita öljynä, mikä keventää sen painoa. Siksi *Botryococcus*-viherlevän massaesiintymät kerääntyvät vedessä pintakerrokseen, jolloin esiintymät muistuttavat sinileväkukintaa. *Botryococcus*-kukinnat ovat harmittomia, sillä ne eivät tuota levämyrkyä. Yleensä *Botryococcus*-yhdyskuntien väri on kirkkaanvihreä tai sammaleenvihreä, mutta toisinaan ne voivat olla myös kellertävänvihreitä tai ruosteensuskeita. Vanhenevista yhdyskunnista tihkuu ulos öljyä, jolloin veden pinnalle voi muodostua öljyinen kalvo.



↑ ← *Botryococcus*-viherlevän väri voi vaihdella sammaleenvihreästä ruosteensuskeaan. Ruosteensuskeita väri johtuu levän tuottamista karotenoideista. Viherlevät ovat tärkeä ryhmä karotenoidien, erityisesti astaksanttiin tuotannossa, joka on yleisin karotenoidi eläinplanktonissa. Vaikka *Botryococcus* tuottaa eläinplanktonin tarvitsemia rasvahappoja ja karotenoideja, on se yleensä liian suuri syötäväksi.

Karotenoidien on arveltu suojaavan eläinplanktonia auringon ultravioletti- eli UV-säteilyltä. Kirkkaat värit saattavat kuitenkin herättää planktonia syövien kalojen huomion, joten eläinplankton tasapainottelee UV-suojan ja paljastumisen välillä. Veden väri vaikuttaa myös hankajalkaisten väritykseen mikä voi johtua siitä, että ne yrittävät minimoida näkyvyytensä. Vesijärvi on kirkasvetinen ja UV-säteilylle herkät planktoneläimet voivat suojautua siltä esimerkiksi vaeltamalla päivän valoisimpina aikoina pinnanläheisistä vesikerroksista syvemmälle. Lajien välillä on eroja siinä kuinka herkkiä ne ovat UV-säteilylle.



↑ Ulapalla kalojen saalistusta välttelevä *Daphnia*-vesikirppu on hyvin läpikuultava. Sen sijaan *Polyphemus*-petovesikirppu on tummempi. Se tarvitsee pigmenttiä suojakseen UV-säteilyltä, sillä se viihtyy matalassa rantavedessä.

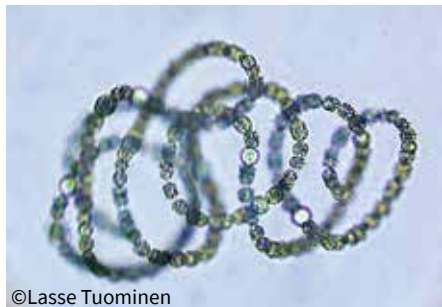
Suojautumista syödyksi tulemiselta

Kasviplankton suojautuu eläinplanktonin laidunnusta vastaan monin eri tavoin. Sinilevät ja panssarisiimalevät voivat tuottaa levämyrkyjä, jotka karkottavat tai jopa tappavat laiduntajat. Levät voivat välttää laidunnusta myös muodostamalla lepovaiheen ja vaipumalla pohjaliejuun, kunnes laiduntajat ovat kaikonneet. Monien kasviplanktonlevien soluseinä on piitä, selluloosaa, tai sekä selluloosaa että pektiiniä. Vahva kuori, suomet tai piikit suojaavat solua. Pitkien piikkien ympäröimiä soluja eläinplanktonin on vaikea lähestyä. Kokoa voi kasvattaa myös muodostamalla yhdyskuntia tai soluketjuja. Pitkien rihmamaisten levien laiduntaminen on eläinplanktonille kuin söisi itsensä kokoista spagettia. Eläinplanktonin syötäväksi sopimattomat levät voivat muodostaa runsaitakin massaesiintymiä eli kukintoja.



©Lasse Tuominen

↑ *Mallomonas caudata* -kultalevällä on solun pinnalla pieniä, limittäisiä piisuomuja ja pitkiä piikkejä. Piikit suojaavat solua eläinplanktonin laidunnukselta.

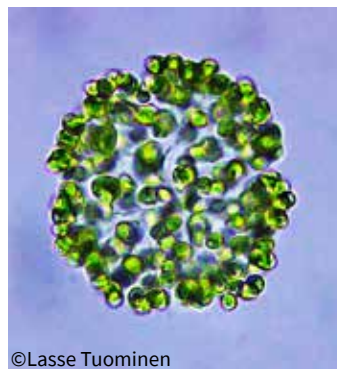


©Lasse Tuominen

↑ Monet sinilevät muodostavat isoja yhdyskuntia tai pitkiä, suoria tai kierteisiä helminauharihmoja, kuten *Dolichospermum*. Eläinplanktonin on vaikea laiduntaa niitä ja ne ovat muutenkin heikkolaatuista ruokaa.

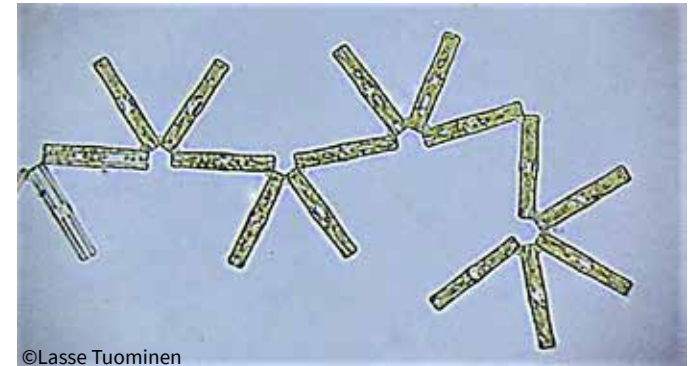


©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ Pensasmaisia *Dinobryon*-yhdyskuntia (vasemmalla) ja isoja viherleväyhdyskuntia (oikealla) eläinplanktonin on melkein mahdoton laiduntaa.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

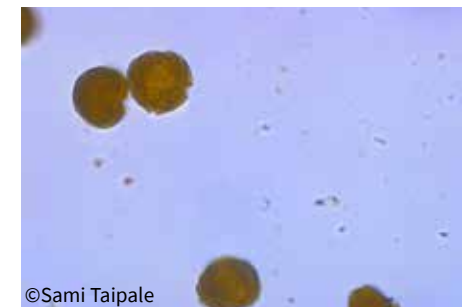


©Lasse Tuominen

↑ Kova piistä muodostunut soluseinä suojaa piileviä eläinplanktonin laidunnukselta. Erityisen paksuseinäisiä piileviä esiintyy eniten silloin, kun eläinplanktonissa on runsaasti hankajalkaisia. Eläinplanktonin on vaikea syödä piilevien muodostamia tähtimäisiä tai polveilevia yhdyskuntia (*Tabellaria*, ylhäällä), tai kampamaisia (*Fragillaria crotonensis*, alhaalla vasemmalla) tai pitkiä soluketjuja (*Aulacoseira*, alhaalla oikealla).



©Lasse Tuominen



©Sami Taipale

↑ Panssarisiimalevät *Ceratium hirundinella* (vasemmalla) ja *Peridinium* (oikealla) voivat olla kooltaan hyvin suuria, mikä tekee niistä vaikeita syötäviä eläinplanktonille.

Eläinplanktonin piiloleikki

Eläinplankton on tärkeää ravintoa kaloille. Kaikki kalat syövät eläinplanktonia poikasvaiheessa, mutta monet kalalajit, kuten kuore ja muikku syövät eläinplanktonia pääravintonaan läpi elämän. Eläinplankton on tärkeää ravintoa myös esimerkiksi särjelle ja nuorelle ahvenelle, vaikka ne käyttävät ravintonaan muutakin, kuten pohjaeläimiä.

Kalat saalistavat eläinplanktonia näköaistinsa avulla, minkä vuoksi suurimmat ja näkyvimmat lajit joutuvat helpoiten kalojen ruuaksi. Esimerkiksi suurikokoiset *Daphnia*-vesikirpukat ovat kaloille mieluisaa ravintoa. Suuret vesikirpukat ovat kuitenkin myös erittäin tehokkaita levien laiduntajia. Jos suurikokoinen eläinplankton vähenee kalojen saalistuksen takia, myös eläinplanktonin kyky pitää järven levämääriä kurissa heikkenee.



← *Daphnia cucullata* tulee toimeen kohtalaisessakin kalojen saalistuspaineessa, sillä se pystyy lisääntymään varsin pienikokoisena. Tämä yksilö, jonka takana (yläkulma) on sitä rutkasti pienempi *Chydorus sphaericus*, on kuitenkin päässyt kasvamaan jopa millimetrin mittaiseksi, ollen tehokas laiduntaja.

©Kirsi Kuoppamäki



©Kirsi Kuoppamäki

↑ *Limnoida frontosa* -vesikirppu voi kasvaa yli millimetrin mittaiseksi ollen varsin näkyvä saalis. Se pystyy käyttämään ravinnokseen melko suurikokoisia leväpartikkeleja.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

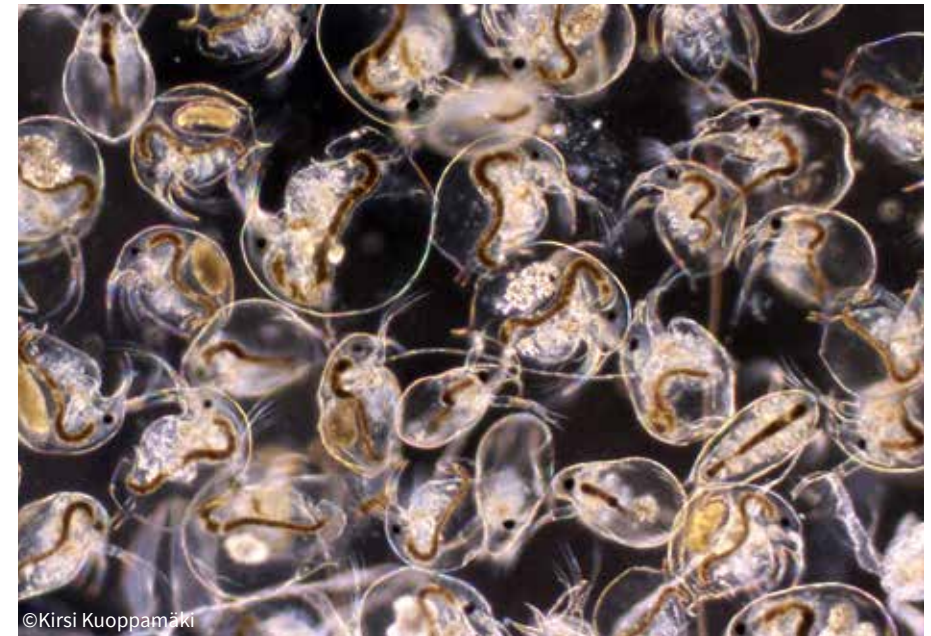


©Lasse Tuominen

Kun kaloja on runsaasti, parhaiten pärjäävät pienet lajit, kuten rataseläimet, ja vesikirpuista esimerkiksi *Bosmina* (ylhällä vasemmalla) *Chydorus sphaericus* (keskellä oikealla) sekä *Ceriodaphnia* (alhaalla vasemmalla).

Lisäännny, ennen kuin tulet syödyksi!

Kilpailu ravinnosta sekä saaliiksi joutumisen välttely säätelevät eläinplanktonin elämää. Vesikirput pystyvät muuttamaan "elinkiertostrategiaansa" eli sitä, kuinka paljon ne satsaavat energiaa kasvuun tai lisääntymiseen. Jos olosuhteet ovat hyvät eikä ole vaaraa joutua syödyksi, kannattaa vesikirpun ensin kasvaa mahdollisimman isoksi, ennen kuin se aloittaa lisääntymisen. Suuri vesikirppu on tehokas levän laiduntaja ja se pystyy tuottamaan kerralla paljon munia. Suuri koko antaa sille kilpailuedun pienempiin verrattuna. Kun kalojen saalistus uhkaa, esimerkiksi *Daphnia*-vesikirput voivat kasvun sijaan aloittaa lisääntymisen aikaisemmin eli pienempikokoisina. Näin ne ehtivät tuottaa edes hieman uusia jälkeläisiä, ennen kuin riski joutua kalan syömäksi kasvaa liian suureksi. Pienikokoisilla lajeilla riski joutua kalan syömäksi on pienin, joten eläinplanktonin lajikoostumus muuttuu pienikokoiseen suuntaan, kun kaloja on runsaasti.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ *Bosmina*-lajit ovat myös kalojen ruokalistalla. Ne pystyvät kuitenkin aloittamaan lisääntymisen jo hyvin pienikokoisina ja pärjäävät, vaikka pienillä naarailla munia on yleensä vähemmän kuin suurilla.

Saalistajia moneen lähtöön

Eläinplanktonia saalistavat ravinnokseen muutkin eläimet kuin vain kalat. Esimerkiksi osa rataseläimistä, hankajalkaisista ja vesikirpuista on itse petoja, jotka syövät pienempiään. Myös vesihyönteisissä on petoja, jotka voivat napata eläinplanktonia ravinnokseen. Rataseläimet ja tietyt vesikirput voivat varustautua saalistusta vastaan kasvatamalla erilaisia ulokkeita tai piikkejä, jolloin pedon on niitä hankalampi käsitellä.



©Lasse Tuominen

→ ↓ Petovesikirpuista *Polyphemus pediculus* (oikealla) saalistaa rantavesissä ja *Bythotrephes longimanus* (alla) ulapalla. Vesikirpuille tyypillinen kuori peittää petovesikirpuilla vain sikiökammion, jolloin raajat jäävät näkyviin saaliin käsittelyä varten.



©Kirsi Kuoppamäki



©Lasse Tuominen

↑ Osa eläinplanktonlajeista on petoja, kuten kuvassa näkyvät säkkimäiset, läpikuultavat *Asplanchna*-rataseläimet. Keskellä näkyvät suuret *Limnocalanus macrurus*-keijuhankajalaiset ovat kaikkiruokaisia. Myös kyklooppihankajalaiset ovat petoja viimeistään aikuistuttuaan.



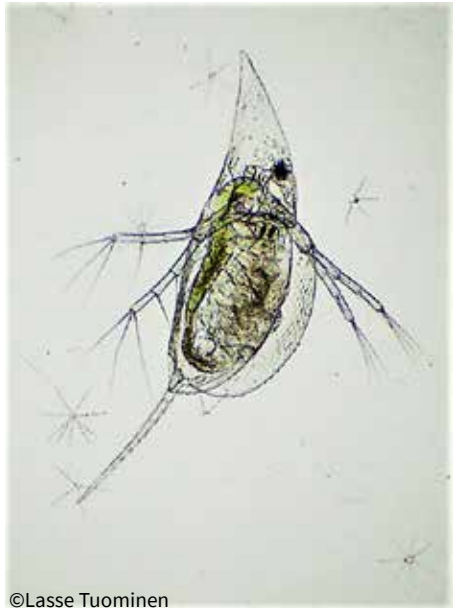
©Lasse Tuominen

↑ Polyypieläimen (Hydrozoa) säkkimäisessä ruumiissa on pitkät pyyntilonkerot, jotka ympäröivät suuaukkoa. Se kuuluu polttiaiseläimiin. Lonkerossa on polttinsoluja, joilla eläin lamaannuttaa saaliinsa. Eläinplankton on polyypieläimen tärkeää ravintoa.



©Lasse Tuominen

↑ *Kellicottia* kuten monet muutkin rataseläimet ovat kuoren ympäröimiä. Kuori ja siinä olevat piikit ovat keino suojautua petojen saalistukselta. Siinä missä planktonia syövät kalat käytännössä "imaisevat" saaliinsa kokonaisuena, pienemmät pedot joutuvat käsittelemään saalistaan ennen kuin voivat sen syödä. Silloin kaikenlaiset ulokset, kuten pitkät piikit hankaloittavat työtä huomattavasti.



©Lasse Tuominen

→ Myös *Daphnia*-vesikirpulla on kuorensa aina peräpiikki ja monet niistä voivat kasvattaa korkean, terävän hupun, kuin tonttulakin. Muotoauttaa myös keijumisessa.



©Lasse Tuominen

↑ Eläinplankton voi yrittää välttää saalistajan myös äkkinäisillä liikkeillä, kuten kyklooppihankajaiset tekevät. Vesikirput liikkuvat tasaisemmin, mutta *Bosmina*-vesikirppu voi pedon kohdatessaan näytellä kuollutta, ja vajota nopeasti vedessä alaspäin. Liikkeen loppuminen ja saaliin katoaminen saattavat hämätä saalistajan.

Eläinmaailman suurin vaellus tapahtuu pystysuuntaan

Jo 1800-luvulla havaittiin kuinka sekä järvissä että merissä eläinplankton vaeltaa aamun sarastaessa syviin pimeisiin vesikerroksiin näköaistin avulla saalistavia kaloja pakoon ja nousee jälleen yön pimeyden turvin lähemmäs pintaa, missä on runsain ruokapöytä. Ilmiötä kutsutaan nimellä vuorokaudenaikainen vertikaalivaellus ja sitä tapahtuu kaikissa maailman vesistöissä, mukaan lukien valtameret. Vaikka vaeltajat ovat pääosin mikroskooppisen kokoisia planktoneläimiä, on kyseessä koko planeettamme mitassa kaikkein massiivisin eläinten vaellus. Biomassalla mitattuna se ohittaa kevyesti esimerkiksi luonto-tv:stä tutut savannien suurten kasvinsyöjänisäkkäiden vaeltelut.

Planktonsyöjäkalojen saalistus on yksi tärkeimmistä tekijöistä, joka laukaisee vertikaalivaeltamisen. Laboratoriokokeissa vesikirput on saatu vaeltamaan siirtämällä niille pelkkää vettä altaasta, jossa on kaloja. Kalat erittävät feromonin kaltaista yhdistettä, jonka planktoneläimet vaistoavat. Ultravioletti- eli UV-säteily on saalistuksen ohella toinen merkittävä syy, minkä vuoksi sille herkempien lajien kannattaa vuorokauden kirkkaimpina aikoina siirtyä pinnanläheisistä vesistä syvemmälle hämärään. Kirkasvetisissä järvissä, kuten Vesijärvessä UV-säteily pääsee tunkeutumaan syvemmälle kuin tummavetisissä humusjärvissä.

Mitä suurempi eläinplanktonyksilö, sitä todennäköisemmin ja voimakkaammin se vaeltaa, koska mitä suurempi ja näkyvämpi planktoneläin, sitä todennäköisemmin kala sen huomaa. Vaelluskäyttäytymisen ja pimeiden syvien vesikerrosten tuoman suojapaikan ansiosta planktonyhteisössä on mahdollista olla suurikokoisia eläimiä, vaikka järvessä olisikin kohtalaisesti planktonia syöviä kaloja. Muita eläinplanktonin vaihtoehtoja vältellä kalojen saalistusta ovat pieni koko, läpinäkyvyys ja liikkuminen varovaisen huomaamattomasti. Maalla elävillä eläimillä on paljon enemmän vaihtoehtoja välttää saalistukselta kuin järvien ulapalla elävillä eläimillä.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Erittäin näkyvät eläimet ovat todennäköisiä ulappa-alueen vaeltajia, kuten kuvan *Heterocope appendiculata* -petohankajalkainen (vasemmalla) ja *Limnosa frontosa* -vesikirppu (oikealla). Ne ovat kookkaita (n. 2 mm) eivätkä järin läpinäkyviä.



©Lasse Tuominen

↑ Toisin kuin hankajalkaisäyriäiset, vesikirput ovat käytännössä koko ajan liikkeessä ja siksi ne ovat alttiimpia joutua kalojen havaitsemaksi ja siten syödyiksi.



©Lasse Tuominen

↑ Useimman ulapalla elävän planktoneläimen elämänohje kuuluu: pysy pienenä ja ole läpikuultava, kuten kuvan *Synchaeta*-rataseläin. Tällaisten lajien tarve vaeltaa on pieni.



©Lasse Tuominen

↑ Saalistukselta suojautumisessa auttaa pienen koon ja läpikuultavuuden ohella myös liikkuminen huomaamattomasti. Kyklooppihankajalkainen voi pysytellä pitkään paikallaan ja yht'äkkiä singahtaa paikasta toiseen.

Vaeltaminen vie energiaa

Vesi on pienelle planktoneläimelle erittäin viskoosinen ympäristö elää, kuin uisi vaseliinissa tai siirapissa. Vaeltamiseen kuluu siksi paljon energiaa. Toisaalta ajoittainen oleilu pimeissä ja viileissä syvissä vesikerroksissa säästää energiaa verrattuna siihen, että eläisi jatkuvasti lämpöisemmässä pintavedessä. Aineenvaihdunta kaksinkertaistuu aina kun lämpötila nousee 10 astetta. Syvissä vesikerroksissa on kuitenkin yleensä hyvin niukasti ruokaa. Kasviplankton tarvitsee kasvaakseen valoa ja siksi sitä löytyy valaistusta vesikerroksista, jossa on kuitenkin petojen takia vaarallisempaa. Eläinplanktonin vaeltaminen on tasapainoilua kulutetun ja ravinnosta saadun energian välillä. Se on myös elämänvalintakysymys: joko kasvaa, elää ja lisääntyä nopeasti pintaveden lämmössä runsaan ruokapöydän äärellä – ja tulla syödyksi nuorena – tai elellä hitaammin ja pidempään vaeltamalla saalistusta pakoon pimeisiin vesikerroksiin, missä ruokaa on kuitenkin vain niukasti.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Vesikirput uivat vahvoilla kaksihaarisilla raajoillaan kauhoen. Näin ne kykenevät siirtymään pitkiäkin matkoja yhden vuorokauden aikana.

Vesikasvit antavat suojaa

Järven rantavyöhykkeessä uposlehtinen vesikasvillisuus tarjoaa eläinplanktonille, etenkin vesikirpuille tärkeän suojapaikan, jonne kannattaa suunnata valoisaan aikaan piileskelemään kalojen saalistusta. Kasvillisuuden seassa on yleensä vain vähän kasviplanktonia ravinnoksi. Siksi yön hämäräntuntien turvin vesikirput vaeltavat vesikasvien suojasta vapaaseen veteen ruokailemaan. Rantavyöhykkeen suurikokoisimmat vesikirput pystyvät uimaan nopeimmillaan jopa 2 cm sekunnissa. Aamun sarastaessa ne sitten taas palaavat vesikasvisuojaansa.

Varsinkin tyyneellä säällä voi paljain silminkin havaita, miten vesi on kasvillisuuden seassa kirkkaampaa kuin kasvivyöhykkeen ulkopuolella. Siihen ovat syynä eläinplanktonin laidunnuksen lisäksi itse vesikasvien monenlaiset vaikutukset. Ne esimerkiksi kilpailevat ravinteista kasviplanktonin kanssa, erittävät planktonlevien lisääntymistä estäviä kemikaaleja ja vähentävät veden virtailua, jolloin planktonit eivät pysy vesipatsaassa vaan vajoavat pohjalle.



©Lasse Tuominen

↑ Rantakasvillisuuden joukossa voi tavata myös erittäin suuren, jopa neljän millimetrin mittaisen *Eurycercus lamellatus* vesikirpun.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ Vesijärven rantavyöhykkeessä tyypillinen vesikirppu on jopa lähes kolmen millimetrin mittaiseksi kasvava *Daphnia longispina*. Vesikasvien antaman suojan ansiosta se pystyy kasvamaan suuremmaksi kuin koko ajan ulappa-alueella pysyttelevät, väriltään läpikuultavat *Daphnia*-lajit. Tällä Kilpiäistenpohjassa tavatulla yksilöllä on sikiökammiossaan kuusi jo varsin pitkälle kehittyntä alkiota.

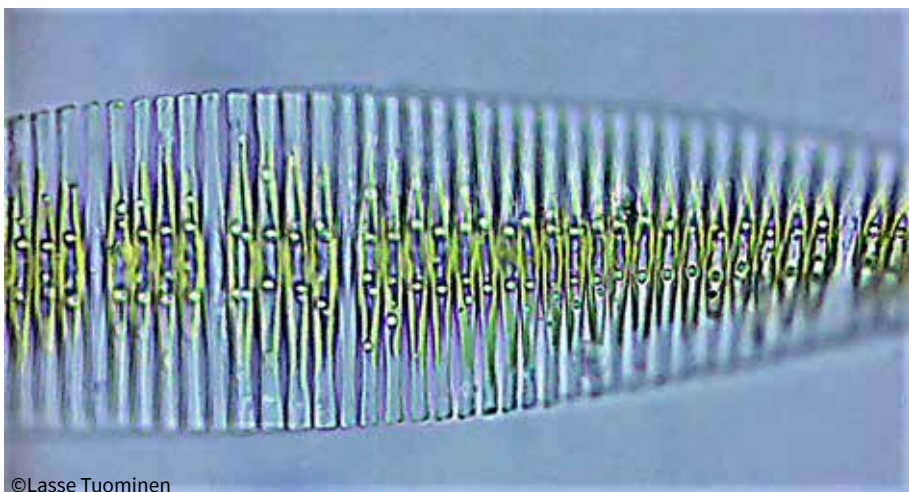


©Lasse Tuominen

↑ *Sida crystallina* elää ainoastaan vesikasvien seassa ja on yksi suurimmista kasviplanktonia suodattavista vesikirpuista. Se voi kasvaa jopa reilun kolmen millimetrin mittaiseksi ja on siten helposti nähtävissä paljain silmin. Lajin erikoisuutena on niskassa oleva imukuppi, jonka avulla se kiinnittyy vesikasvien pintaan.

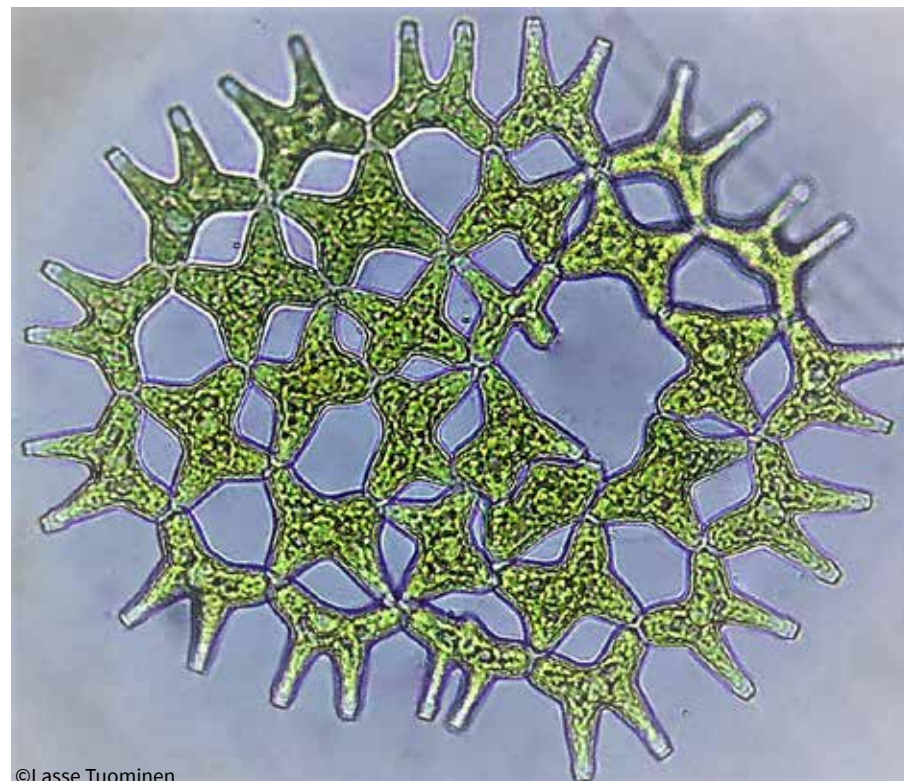
5. Kun järvi rehevöityy

Rehevöityminen johtuu yleensä liiallisesta fosforiravinteiden määrästä. Fosforia huuhtoutuu järveä ympäröivältä valuma-alueelta. Useimmiten syynä ovat ihmisen tekemät toimet kuten peltoviljely, metsän hakkuut ja ojitukset tai asumajäte- ja hulevedet. Liialliset ravinteet saavat planktonlevät kasvamaan ja samentamaan vettä, jolloin uposkasvit saavat vähemmän valoa. Sameassa vedessä viihtyvät särkikalat hyötyvät rehevöitymisestä ja runsastuvat. Runsastuttuaan ne saalistavat pois suurikokoisen äyriäisplanktonin, joka pystyisi tehokkaimmin syömään kasviplanktonia ja siten vähentämään sen määrää. Särkikalat etsivät syötävää myös järven pohjalta nostamalla sieltä ravinteita veteen kasviplanktonin käyttöön. Siksi ne kiihdyttävät rehevöitymistä ja levien kasvua edelleen. Särkikalojen tehokas pyynti onkin yksi järven hoitokeino.



©Lasse Tuominen

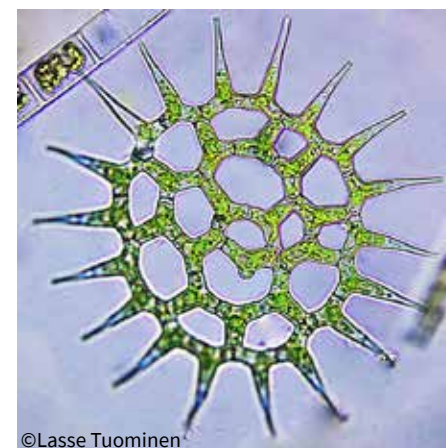
↑ *Fragilaria crotonensis* -piilevän pitkät ”kaksoiskampaa” muistuttavat soluketjut kertovat ravinteisuuden lisääntyneen.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

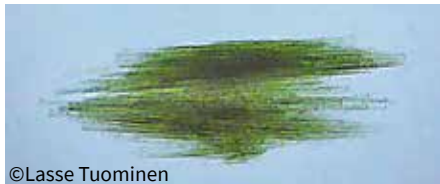


©Lasse Tuominen

Rehevöitymisen ensimmäisiä merkkejä on se, että esimerkiksi *Pediastrum*-viherlevänsuvun lajikirjo kasvaa.

Sinilevät runsastuvat

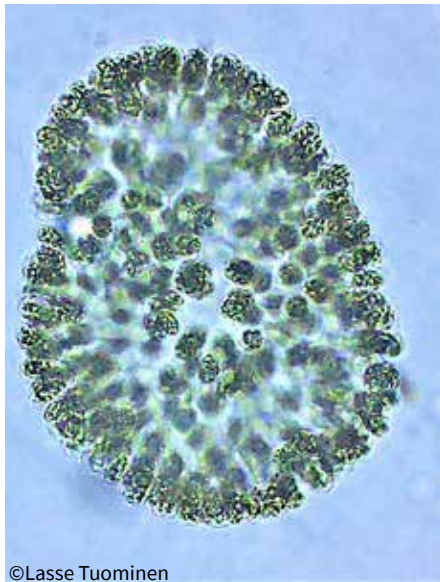
Rehevöitymisen ikävin seuraus on sinilevien määrän kasvu. Mitä enemmän jär-
vessä on fosforiravinnetta, sitä enemmän siellä on sinileviä. Sinileväkukinnat ovat
runsaimmillaan juuri silloin, kun vesi on lämmintä ja on paras uintikausi.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ Paljaalla silmällä yksittäisiä sinileväyhdyskuntia on vaikea erottaa. Tarkkasilmäiset saattavat
erottaa vedessä sukulamaisia *Aphanizomenon*-kimppuja, *Dolichospermum*-helminauhasykeröitä tai
Microcystis-yhdyskuntia. *Woronichinia*-yhdyskuntia voi tuskin erottaa paljaalla silmällä. Mikroskoopin
alla kaksi jälkimmäistäkin on helppo erottaa toisistaan, sillä *Microcystis*-yhdyskunnissa solut ovat
pyöreitä ja *Woronichinia*-yhdyskunnan solut ovat kananmunanmuotoisia.

Sinilevät voivat sitoa tyypeä

Jos fosforia on runsaasti saatavilla, voi kasviplanktonille tulla pulaa typpiravinteesta. Täl-
löin ilmakehästä veteen liuennutta tyypeä sitomaan kykenevät sinilevät hyötyvät muiden
lajien kustannuksella. Sinilevärihmoihin muodostuu typensidontaan kykeneviä erikoistu-
neita soluja, joita kutsutaan heterosyyteiksi. Heterosyytit näyttävät tasavärisiltä ja kirkkail-
ta, kun taas tavallisissa soluissa on kaasurakkuloita, jotka tekevät sinileivistä kevyempiä ja
nostavat niitä kohti pintaa. Typensidontaan kykeneviä sinileviä ovat mm. *Dolichospermum*
ja *Aphanizomenon*, joita esiintyy myös Vesijärvässä. Heterosyyttien lisäksi niillä on muitakin
erikoisia soluja, itiöitä. Sinilevien itiöitä kutsutaan akineeteiksi tai leposoluiksi. Akineetit
ovat muita soluja suurempia ja niihin on varastoitu ravinteita uutta kasvua varten. Akineetit
ovat hyvin kestäviä ja ne voivat säilyä pohjaliejussa vuosikymmeniä odottamassa sopivia
kasvuolosuhteita.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ *Dolichospermum* -sinilevän akineetit eli itiöt
eli leposolut kerääntyvät yhteen ja joskus
menneestä kukinnasta ovat muistutuksena vain
akineettirykelmät (ylhäällä oikealla).

↑ *Dolichospermum*in kirkkaita, tasavärisiä
typensidontaan erikoistuneita soluja kutsutaan
heterosyyteiksi.

Sinilevien tuottamat myrkyt

Sinilevät tuottavat erilaisia yhdisteitä, jotka ovat haitallisia toisille eliöille. Osa sinilevistä voi tuottaa maksamyrkkyjä, osa hermomyrkkyjä ja jotkut molempia. Maksamyrkyt ovat yleisimpiä myrkkyjä. Sinilevistä esiintyy sekä myrkkyjä tuottavia kantoja että sellaisia kantoja, jotka eivät myrkkyjä pysty tuottamaan. Sinilevien myrkyllisyys ei näy päällepäin eikä sinilevälajin tunnistaminen auta päättämään tuottaako se myrkkyä. Myrkyllisyys voidaan varmistaa vain myrkkytesteillä.

Sinilevämyrkytyksen oireet vaihtelevat riippuen myrkyistä ja altistustavasta. Uimisesta voi seurata iho- ja silmäoireita. Sinilevämyrkkyjen hengittäminen voi aiheuttaa nuhakuumeen kaltaisia oireita. Sinileväpitoisen veden nielemisestä voi seurata pahoinvointia ja ripulia. Pitkäaikainen altistus maksamyrkkyille voi aiheuttaa maksavaurioita ja hermomyrkkyistä voi seurata erilaisia hermosto-oireita. Myös kotieläimet, kuten koirat voivat altistua sinilevämyrkkyille ja jopa kuolla niihin.



↑ Mitä enemmän vedessä on sinilevää sitä enemmän siinä voi olla sinilevämyrkkyä ja riski saada oireita on sitä suurempi. Oireet ilmenevät yleensä muutaman tunnin kuluessa. Älä ui tai heitä kiukaalle vettä, jossa on sinilevää ja pidä myös koirat ja lapset pois sinileväpitoisesta vedestä.

Limoittuuko kalaverkko?

Polveilevia tai tähtimäisiä yhdyskuntia tai soluketjuja muodostavat piilevät keijuvat veden virtausten mukana ja tarttuvat helposti kalanpyydyksiin. Limoittuneet pyydykset eivät enää pyydystä kaloja. Piilevien irrottaminen kalaverkosta voi olla työlästä puuhaa. Piilevät eivät kuitenkaan ole aina syllisiä limottumiseen. Myös monet rihmamaiset viherlevät tai sinilevät voivat liata verkkoja.



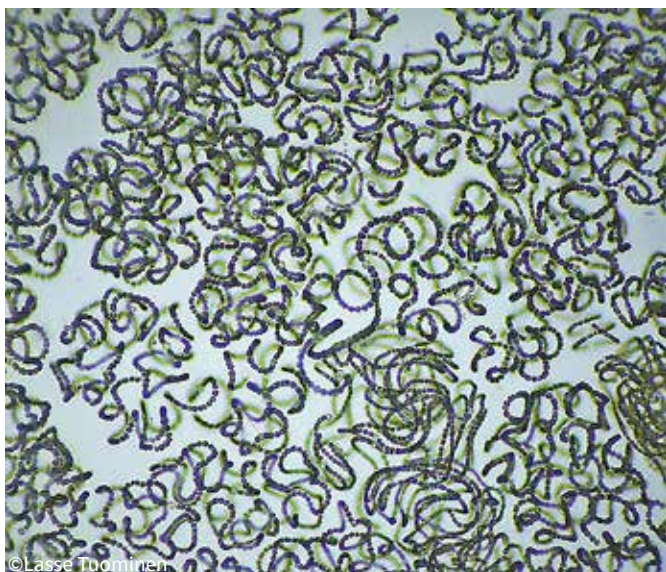
↑ Etenkin syksyin ja keväisin verkkojen limoittumista aiheuttavat viileässä vedessä menestyvät piilevät. *Aulacoseiran* pitkät soluketjut ja *Tabellarian* polveilevat tai tähtimäiset soluketjut tarttuvat helposti verkkoihin, eikä kalastaminen silloin onnistu. Vesijärvellä *Aulacoseira islandica* -piilevän soluketjut (kuvan paksuin ketju) ja *Planktothrix agardhii* -sinilevän rihmat (vihreä kapea rihma kuvan poikki) ovat limoittaneet verkkoja etenkin syksyisin.

6. Vesijärven historian erikoiset levätapaukset

Vesijärvi rehevöityi 1900-luvulla pahoin, kun nopeasti kehittyvän Lahden kaupungin rannoille keskittyneen teollisuuden puutteellisesti puhdistetut jätevedet johdettiin Vesijärveen yli sadan vuoden ajan. Sinileväkukinnat olivat voimakkaita ja niiden haitat jatkuvia. Rehevöitymisen myötä järven ravintoverkko muuttui rehevyyttä ylläpitäväksi. Jätevesien laskun päätyttyä tarvittiinkin aktiivisia, järven ravintoverkkoon kohdistuvia kunnostustoimia, ennen kuin sinileväkukinnat vähenivät. Järvi alkoi toipua ja järven virkistyskäyttö oli jälleen mahdollista, mutta hoitotoimet jatkuvat edelleen.

Sinilevien myrkyllisyys todistettiin: karjakuolemat 1920-luvulla

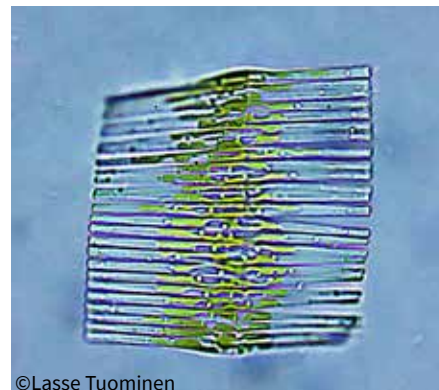
Kesällä 1925 ja 1928 rantalaitumilla sairastui useita nautoja, joista suuri osa kuoli. Kesällä 1928 kaikkiaan 40 nautaa menehtyi. Kaupungineläinlääkäri Reino Hirvelän ja Valtion Eläinlääketieteellisen tutkimuslaitoksen professori Runar Hinderssonin tekemässä kokeessa todettiin ensimmäistä kertaa maailmassa sinilevien myrkyllisyys eläimille.



← Karjakuolemat 1920-luvulla johtuivat *Dolichospermum*-sinilevien tuottamasta hermomyrkystä.

Järvi muuttui hernerokaksi

Vielä 1960-luvun alussa kasviplanktonissa esiintyi paljon viherleviä ja piileviä. Vuonna 1965 tapahtui selvä muutos, kun sinilevät runsastuivat. Loppukesällä vesi muuttui vihreäksi, kuin laimeaksi hernesopaksi. Tätä jatkui aina 1980-luvun puoliväliin asti.



©Lasse Tuominen

↑ Vielä 1960-luvun alussa *Fragilaria crotonensis*-piilevä oli yksi Vesijärven kasviplanktonin valtalajeista.



©Reija Jokipii

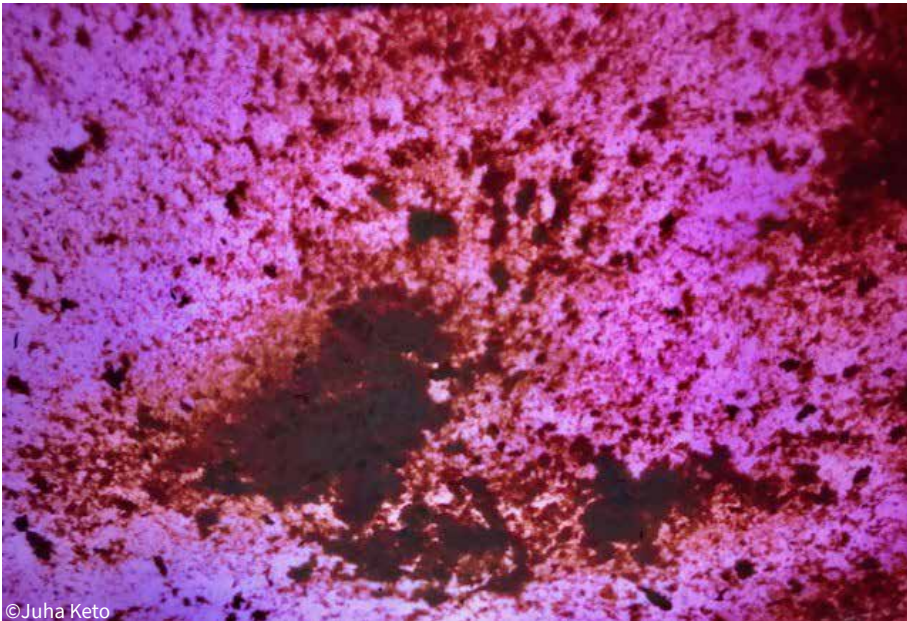
↑ *Planktothrix agardhii*-sinilevä samensi Vesijärvellä vettä peräti 20 vuotta (1965-1984).

Planktothrix agardhii - sinilevä

Planktothrix agardhii-sinilevä viihtyy rehevissä järvissä. Alle 0,006 mm leveät *Planktothrix*-rihmat voivat olla jopa millimetrin mittaisia tai ylikin. Runsaana esiintyessään ne voivat värjätä veden vaalean tai harmaan vihreäksi, kuin hernesopan väriksi. Sillä on myös punainen lähisukulainen, *Planktothrix rubescens*. *Planktothrix*-lajeilla on monia ominaisuuksia, jotka tekevät niistä rehevissä oloissa hyviä kilpailijoita muihin planktonleviin nähden. Ne eivät ole riippuvaisia vain kesälämpötiloista, vaan viihtyvät myös kylmissä vesissä. *Planktothrix*, kuten muutkin sinilevät varastoivat ravinteita silloin, kun niitä on saatavana. Varastoitujen ravinteiden turvin ne selviävät niukkaravinteisten aikojen yli. *Planktothrix agardhii* menestyy heikossakin valaistuksessa, joten se kasvaa hyvin myös muiden planktonlevien samentamassa vedessä. Se ei kuitenkaan muodosta niin sanottua pintakukintoa, vaan jakautuu tasaisemmin koko vesipatsaaseen. *Planktothrix rubescens* viihtyy kylmässä vedessä ja voi muodostaa syvällä viileässä vedessä kukintoja. Syksyllä veden viileessä sen punaisen kukinnan voi nähdä myös lähempänä pintaa.

Punainen levä herätti ihmetystä ja pelkoa 1980-luvulla

Syksyllä 1982 järven tyypillinen vihreä väri muuttui purppuranpunaiseksi ja loka-marraskuun vaihteessa koko Enonselkä vaahtosi punaisena. Punainen sinileväkukinta tuotti maksamyrkkyä. Marraskuussa 1982 tapahtui Enonselän pohjoispäässä ja Paimelanlahdella särkien joukkokuolema. Talvella levä värjäsi veden verenpunaiseksi jään alla, ja esti kalastuksen limoittamalla pyydykset. Levä aiheutti huolta Vesijärven kalan syönnin turvallisuudesta.



©Juha Keto

↑ Kuvassa avannosta nostettua punaista sinilevää valkoisessa ämpärissä 1980-luvun alussa. Levä oli *Planktothrix rubescens*, *Planktothrix agarhii*-levän lähisukulainen.

Ravintoverkko vaati kunnostamista

Vaikka jätevesikuormitus Vesijärveen loppui 1976 ja teollisuuskin alkoi poistua Vesijärven rannoilta 1980-luvulla, leväongelmat jatkuivat. Vuonna 1987 käynnistyi Vesijärvi-projekti, jonka tavoitteena oli sinilevähaittojen torjuminen ja järven virkistyskäytön palauttaminen. Tutkimus osoitti, että rehevöitymisen myötä runsastuneet särkiparvet ylläpitivät järven rehevyyttä. Järven ravintoverkon toiminta oli muuttunut rehevöitymisen myötä. Alkoi tehokalastus, jonka pyrkimyksenä oli muuttaa järven ravintoverkon toimintaa.

Ravintoverkkokunnostus

Ravintoverkkokunnostus on kunnostusmenetelmä, jossa tehokalastetaan yliheitä särkikalakantoja. Ravintoverkkoa voidaan muokata myös istuttamalla petokaloja. Tavoitteena on, että suurikokoinen, kasviplanktonia tehokkaasti laiduntava eläinplankton voi runsastua, kun kalojen saalistus niitä kohtaan vähenee tehokalastuksen myötä. Samalla pohjalla ruokailevien särkikalojen aiheuttama sisäinen kuormitus eli ravinteiden siirtymisen pohjalta veteen vähenee. Järvestä poistuu ravinteita myös kalasaaliin mukana.

Vesijärvi on ravintoverkkokunnostuksen pioneeri. Ravintoverkkokunnostusta kokeiltiin jo 1980-luvun alussa. Vesijärven kunnostushankkeen käynnistyttyä 1980-luvun jälkipuoliskolla pyydettiin särkikalaja ja kuoretta. Tehokalastuksen tavoitteena oli parantaa veden laatua ja torjua sinilevähaittoja. Petokalakantoja vahvistettiin istutusten ja kalastuksen sääntelyn avulla. Vesijärvi oli maailman suurin ravintoverkkokunnostuskohde. Vuoteen 1993 jatkuneessa tehokalastusvaiheessa poistettiin kaikkiaan miljoona kiloa kalaa, pääasiassa särkiä sekä eläinplanktonia syövää kuoretta. Tämän jälkeen kunnostusta on jatkettu vuosittaisena hoitokalastuksena sekä tarpeen mukaan petokalaistutuksin. Ravintoverkkokunnostus on jatkunut keskeytyksettä jo 40 vuotta.



©Matti Honkavaara

← Vesijärven Enonselän sinileväkukintaa Mukkulan edustalla 1988. Vesijärven sinilevähaitat olivat pahimmillaan 1980-luvun jälkipuoliskolla. Eri sinilevälajien hermo- että maksamyrkkyä tuottavat pintakukinnat estivät veden virkistyskäytön ja aiheuttivat kalakuolemia, mahdollisesti myös lintujen kuolemia. Kalastus lakkasi käytännössä kokonaan.

Sinileväkukinnat vähenivät

Tehokalastus onnistui, ja sinileväkukinnat poistuivat 1990-luvulla. Tehokalastuksen ansiosta särkikalojen levien käyttöön kierrättämien ravinteiden määrä väheni. Kasviplanktonia syövien vesikirppujen koko kasvoi ja siten myös kyky säädellä kasviplanktonin määrää parani. Veden kirkastumisen myötä uposkasvit runsastuivat, mikä edelleen vahvisti veden pysymistä kirkkaana.



©Kirsi Kuoppamäki



©Lasse Tuominen

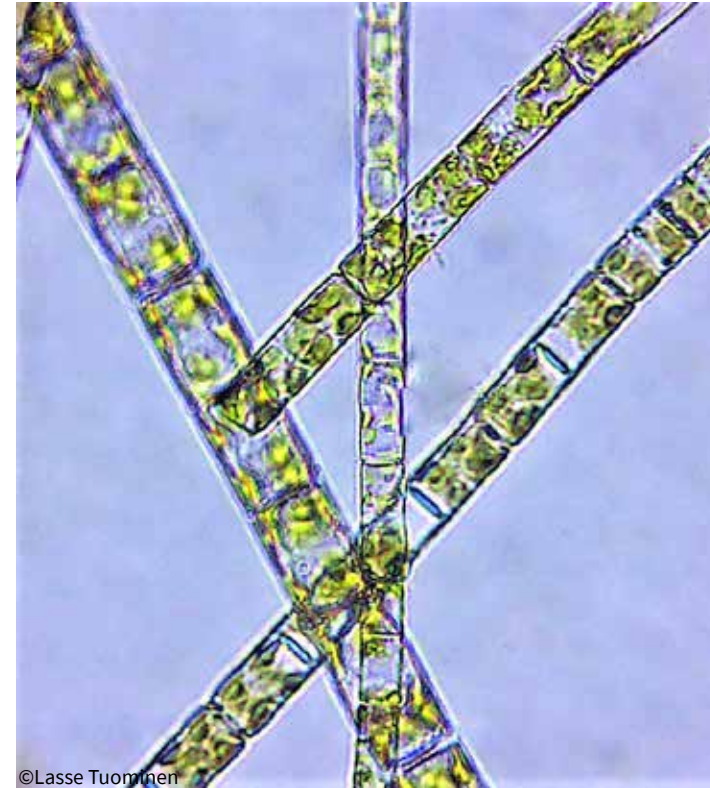
↑ *Daphnia*-vesikirput ovat tärkeimpiä levien laiduntajia. Kunnostustoimenpiteiden ansiosta Vesijärvellä sekä *Daphnia*- että *Bosmina*-vesikirppujen koko kasvoi.

Vesijärvisäätiö perustettiin turvaamaan hoitotoimien jatkuvuus

Järven kuntoutuessa alkoi vilkas rantarakentaminen. Haitalliset sinilevät lisääntyivät Enonselällä uudelleen 1990-luvun lopulla. Hoitokalastusta piti tehostaa. 2000-luvun alussa runsaiden sateiden myötä järveen valui ravinteita ja sinileväkukinnat voimistuivat. Hoidon jatkuvuutta ja rahoitusta turvaamaan perustettiin Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö vuonna 2007 Vesijärven ympäryskuntien ja elinkeinoelämän yhteistyönä.

Ilmastonmuutos haastaa hoitotoimet

Järven ravinnetaso on laskusuunnassa. Silti sopivissa olosuhteissa sinileväkukintojakin voi esiintyä. Myös syksyiset verkkoja limoittavat piilevät ovat olleet yleisiä viime vuosikymmenenä. Järven kuntoutumista haastaa ilmastonmuutos, joka lisää valumia ja nostaa järveden lämpötilaa. Viime vuosina on panostettu erityisesti kaupungin päällystetyiltä pinnoilta järveen valuvien hulevesien puhdistamiseen. Työ järven hyväksi jatkuu.



©Lasse Tuominen

↑ *Aulacoseira islandica*-piilevien syksyiset kukinnat alkoivat runsastua 2010-luvulta alkaen, jopa niin, että ne estävät syksyllä verkkokalastuksen ja hoitonuottaukset likaamalla pyydykset. Ongelma on suurin Kajaanselällä ja Laitialanselällä.

7. Uusia uhkia

Mikromuovit planktonyhteisössä

Ihmistoiminnan seurauksena ympäristöön, myös vesistöihin, päätyy muoviroskaa. Isommat muoviroskat jauhautuvat yhä pienemmiksi ja pienemmiksi, jolloin niistä tulee mikromuovia. Mikromuovit ovat pieniä, alle 5 mm kokoisia partikkeleja. Pienimmät mikromuovit voivat päätyä kasviplanktonin ja eläinplanktonin solujen sisälle. Suuremmatkin muoviroskat voivat päätyä kalojen suolistoon. Muovit sisältävät tai niihin kerääntyy monenlaisia kemikaaleja, joilla voi olla toksisia vaikutuksia suurina pitoisuuksina. Vesijärvestäkin on löydetty mikromuovia. Esimerkiksi kilossa pohjamutaa on laskettu 400 mikromuovikappaletta, litrasta jään päältä kerättyä ja sulatettua lunta toistasataa muovikappaletta. Suurelta osin mikromuovit ovat todennäköisesti peräisin kaupunkialueelta, josta hulevedet huuhtovat niitä sadevesiviemäreiden kautta järveen.

Bakteerit pystyvät hajottamaan ja hyödyntämään pienen muoviroskan hiiltä ja jopa muuttaman ne hyödyllisiksi biomolekyyleiksi, kuten omega-3 rasvahapoiksi. Tämä prosessi on kuitenkin todella hidas: Vesijärvestä siihen kuluu parista sadasta vuodesta tuhanteen vuoteen, joten ongelmaa se ei ratkaise.



©Kirsi Kuoppamäki

↑ *Holopedium gibberum* –vesikirppua ympäröi suuri hyytelövaippa, johon on takertunut valkoinen muovinkappale. Suhteellisen valikoimattomasti vedestä ravintoa suodattavat vesikirput voivat saada mikromuovia ruuansulatuskanavaansa, joka voi siten tuntua täydeltä, mutta energiaa vesikirppu ei muovista kuitenkaan saa.

Vieraslajit ja tulokaslajit

Monet eliölajit, myös planktoneliöt leviävät ihmistoiminnan seurauksena uusiin ympäristöihin. Niitä kutsutaan vieraslajeiksi. Eliöt leviävät uusille alueille myös itsestään, jolloin niitä kutsutaan tulokaslajeiksi. Joskus ne saattavat runsastua niin että niitä esiintyy massoitain ja ne syrjäyttävät alkuperäistä lajistoa. Ilmastonmuutoksen myötä tämä ongelma todennäköisesti pahenee. Etenkin lämpimässä vedessä viihtyvien, myrkyä tuottavien sinilevien pelätään runsastuvan. Pahimmassa tapauksessa myrkyllisiä kukintoja Keski- ja Etelä-Euroopassa muodostava *Raphidiopsis raciborskii* (aiemmin *Cylindospermopsis raciborskii*) ilmaantuu suomalaisiin järviin ja ehkä myös Vesijärveen. Toistaiseksi Vesijärven planktonissa ei ole havaittu merkittävää haittaa aiheuttavia vieraslajeja.



©Kirsi Kuoppamäki

← Rataseläin *Kellcottia bostoniensis* (vasemmalla) on levinnyt Pohjois-Amerikasta Eurooppaan arviolta 1960-luvulla. Suvun alkuperäinen laji Euroopassa on *Kellcottia longispina* (oikealla). Vesijärvestä tulokaslaji ei ole muodostanut massaesiintymiä, toisin kuin esimerkiksi Lammin Evolla Iso-Valkjärvi -nimisessä metsäjärvestä, missä niitä on ajoittain havaittu jopa 3000 yksilöä litrassa. Varsinaista haittaa järviökosysteemille amerikantulokkaasta ei ole havaittu, vaikka laji on varmasti ajoittain heikentänyt järven alkuperäisten lajien asemaa. Rataseläimet saattavat muutenkin hetkittäin esiintyä erittäin runsaina – ja sitten taas kadota lepomuniksi odottamaan seuraavaa suotuisaa hetkeä.



©Lasse Tuominen

← Järvien "planktonkissa" eli pitkähäntäinen petovesikirppu *Bythotrephes longimanus* esiintyy hyvin harvalukuisena Vesijärven ulappa-alueella. Eläimen vartalo on hieman yli millin mittainen mutta "häntä" eli peräpiikki on monta kertaa pidempi. *Bythotrephes* saalistaa itseään pienempiä planktoneläimiä, kuten rataseläimiä ja vesikirppuja.

Ilmastonmuutos

Pohjoisella pallonpuoliskolla ilmastonmuutos nostaa lämpötiloja arviolta 3–6 astetta ja lisää sadantaa 12–20 % vuosisadan loppuun mennessä. Tämä lauhduttaa erityisesti talvia ja lisää ravinteiden ja erilaisen kiintoaineksen vulumista järviin. Vesijärvelläkin muutoksia voidaan havaita jo nyt. Viimeisen 30 vuoden ajanjakson keskimääräinen pintaveden lämpötila on noussut lähes kaksi astetta, ja jääpeitteinen aika on lyhentynyt yli kolme viikkoa, verrattuna edelliseen vastaavaan ajanjaksoon. Kesäaikainen lämpötilan nousu suosii erityisesti sinileviä, vaikka järvien ravinteisuus ei lisääntyisi. Myrskyt ja tuulisuus lisääntyvät ilmastonmuutoksen myötä. Ne sekoittavat vettä ja hajottavat sinilevälautoja, mutta saattavat hyödyttää raskaita piileviä, jotka tarvitsevat veden liikettä keijumiseen. Suurien muutosten kuten jäätömien talvien seurauksia on vaikea ennustaa, mutta se voi aikaistaa piilevien keväistä kukintaa ja olla yhteydessä piilevien lisääntymiseen Vesijärvesä. Piilevien kevätkukintojen aikaistuminen voi puolestaan vaikuttaa siihen, ettei eläinplanktonilla ole tarpeeksi ravintoa saatavilla myöhemmin keväällä, kun niiden uuden polven kasvu alkaa.



©Lasse Tuominen



©Lasse Tuominen

↑ Vesikirppujen lepomonien kuoriutumiseen keväällä vaikuttaa lämpötilan lisäksi valojakso. Vaikka kevät aikaistuisi lämpötilan suhteen, aurinko nousee ja laskee kuten ennenkin. Näin vesikirput saattavat keväällä myöhästyä parhaan ravinnon ääreltä. Tässä *Daphnia*-vesikirpun lepomonakotelossa on jäljellä enää yksi muna. Onko toinen kuoriutunut?

↑ Pii tekee piilevistä raskaita ja ne painuvat helposti pohjaan. Jos tuulisuus ja sitä kautta veden sekoittuminen lisääntyy, auttaa se piileviä keijumaan. Kylmässä vedessä viihtyvien piilevien esiintymisaikat voivat muuttua, jos jääpeitteinen aika lyhenee ja sekä kevät että syksy pitenevät.

Euroopan viemiset Amerikkaan

Bythotrephes longimanus on yleinen etenkin suurissa järvissä Euraasiassa, mistä se on levinnyt myös Pohjois-Amerikan suuriin järviin todennäköisesti laivojen painolastiveden mukana. Toisin kuin täällä alkuperäisellä esiintymisalueellaan, siellä se on aiheuttanut ongelmia massaesiintymillään: se sotkee mm. kalastusvälineitä takertumalla niihin – ja toisiinsa – pitkistä peräpiikistään. Se on myös muuttanut järvien ekologiaa saalistamalla etenkin *Daphnia*-vesikirppuja, joiden väheneminen on johtanut veden samentumiseen. Vastaavalla tavalla Itämereen ilmestyi 1990-luvun alussa Kaspianmerestä laivojen painolastiveden mukana varsin samannäköinen petovesikirppu *Cercopagis pengoi*. Se esiintyy ajoittain erittäin runsaana ja on aiheuttanut harmia kalastukselle samalla lailla kuin *Bythotrephes* Pohjois-Amerikassa.

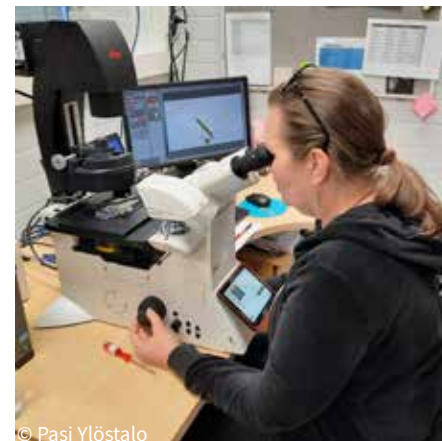


©Kirsi Kuoppamäki

↑ Joskus sinileväkukinnoissa on useita eri lajeja kerralla, kuten tässä mikroskoopin näkymässä. Sinilevät lisääntyvät nopeasti lämpimässä vedessä, joten ne hyötyvät veden lämpötilan noususta. Myös sään ääri-ilmiöt, kuten voimakkaat tuulet ja rankkasateet voivat hyödyttää sinileviä. Tuulet saattavat sekoittaa sinilevien pintakukinnot syvemmälle veteen. Toisaalta myrskytuulet sekoittavat vettä syvältä ja tuovat pohjalle painuneita ravinteita uudelleen levien käyttöön. Voimakkaat sateet puolestaan huuhtovat valuma-alueelta lisää ravinteita veteen ja kiihdyttävät osaltaan sinilevien kasvua.

PLANKTONIN TUTKIMINEN

Kasviplanktonnäyte otetaan yleensä vedennoutimella valoisasta pintakerroksesta, kun halutaan selvittää eri kasviplanktonlajien määrää vedessä. Eläinplanktonnäyte otetaan samalla tavalla kuin kasviplanktonnäyte, mutta se kerätään yleensä koko vesipatsaasta, eli pinnasta pohjaan saakka. Lisäksi eläimet tiivistetään pienempään vesitilavuuteen planktonhaavin avulla. Näytteisiin laitetaan sopivaa säilöntäainetta, jotta ne eivät tuhoudu ennen myöhempää tutkimista mikroskoopilla. Jos ajatellaan kaikkia maapallolla eläviä kasveja ja eläimiä, kasviplanktonin ja eläinplanktonin määrän arvioiminen on yksi helpoimmista ja nopeimmista tehtävistä.



© Pasi Ylöstalo

Sekä kasvi- että eläinplanktonnäytteitä tutkitaan sopivalla suurennuksella mikroskoopin avulla. Sitä varten näytteen pitää ensin laskeutua planktonin tutkimiseen tarkoitetun laskeutuskamion pohjalle. Kun kamion tilavuus tiedetään, voidaan myöhemmin laskea, kuinka paljon planktonia onkaan yhdessä vesilitrassa. Mikroskoopilla Kristiina Vuorio.



Planktonnäytteenotossa käytettävällä vedennoutimella saadaan kerrallaan metrin korkuinen vesinäyte. Näytteenotossa Kirsi Kuoppamäki.



©Kirsi Kuoppamäki

Eläinplanktonnäyte tiivistetään planktonhaavin avulla. Haavikangas on varsin tiheää verkkoa, sillä yhden reiän silmäkoko on vain 0,05 mm. Vieläkin tiheämpää haavikangasta voidaan käyttää, jos halutaan kerätä tätäkin pienempiä eläimiä. Planktonhaavia käyttää John Allen.

Epilogi

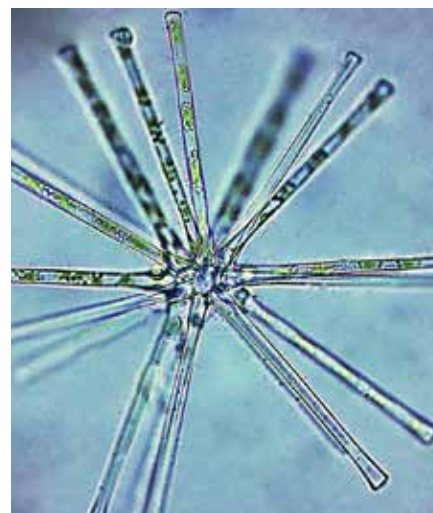
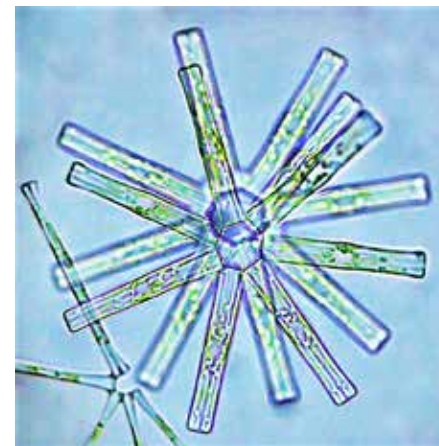
Kauneutta pinnan alla - Valokuvaajan valinnat

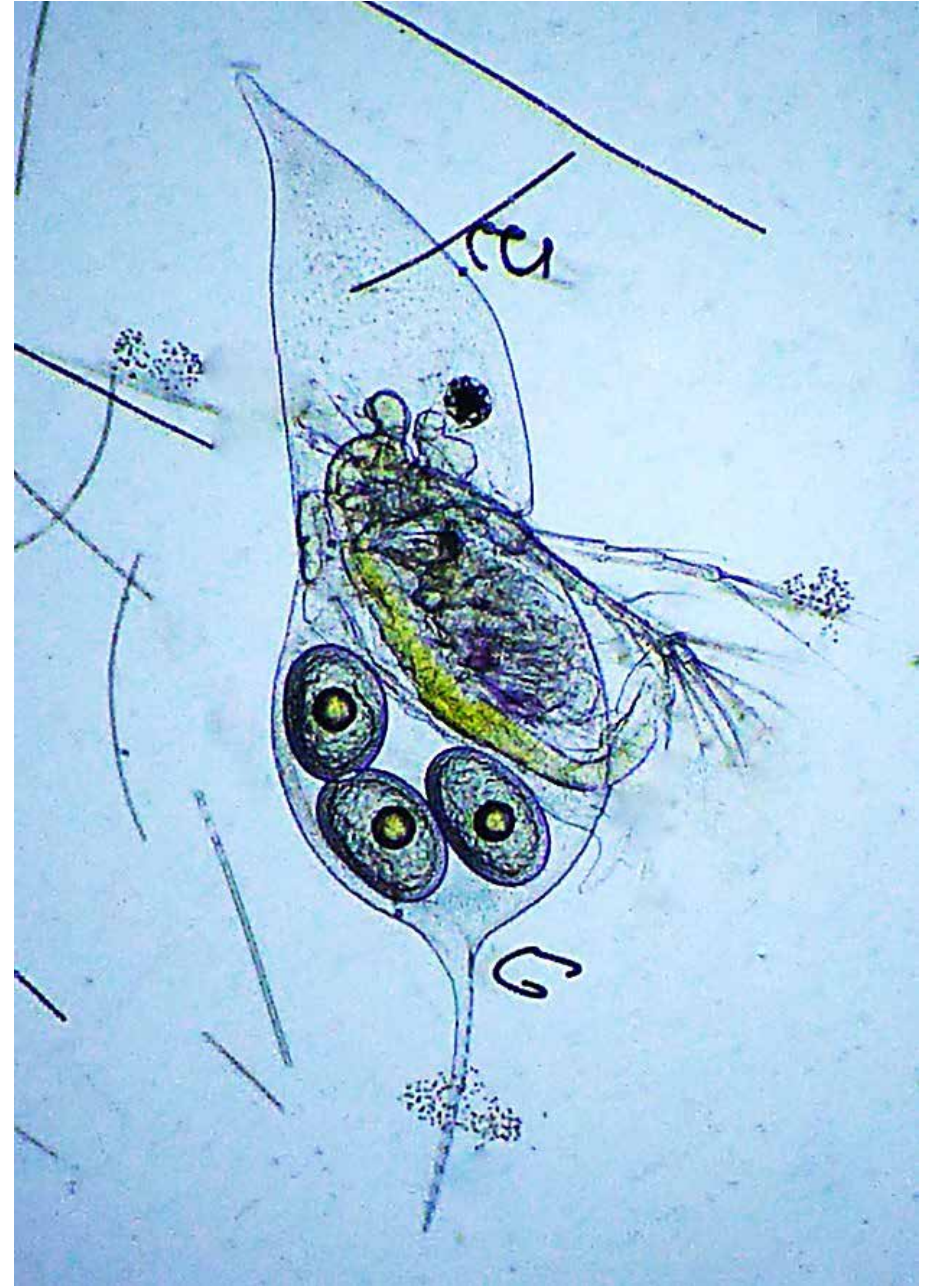
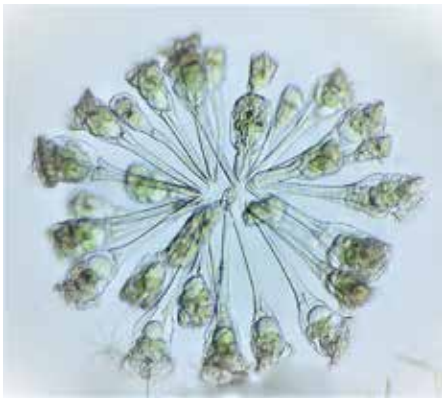
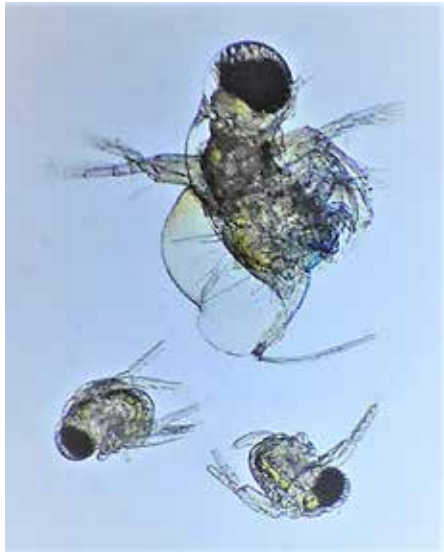
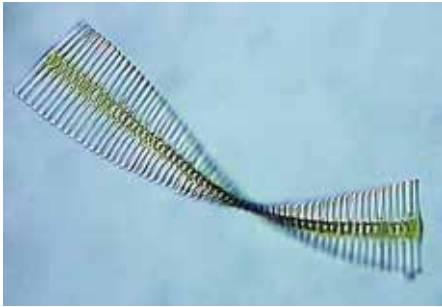
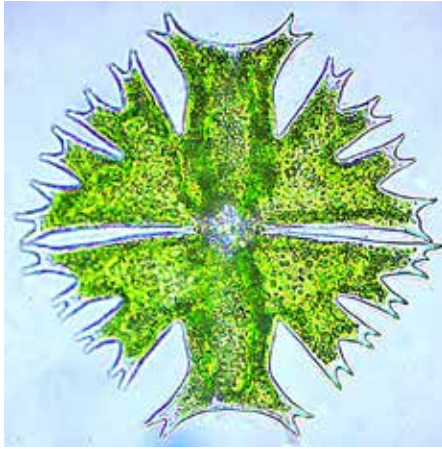
Kun astronomi tähyttää teleskoopin linssien läpi tähtitaivasta, hän kokee, miten näkymätön muuttuu näkyväksi. Avaruuden kaukaiset kohteet herättävätkin usein ihmetystä ja ihailua. Sama voi tapahtua, kun päinvastaisessa suunnassa mikroskoopin optiikan läpi saa ihailua vedenalaista ”lähiavaruutta”, jonka pienoismaailman eliöt voivat nekin olla outoja ja ihmeellisiä, jopa kauhistuttavia tai kauniita. Jos jätetään kunkin eliön merkitys sivuseikaksi ja keskitytään vain olemukseen, valokuvaaja voi linssien läpi valita suuresta joukosta mielestään näyttävimmät.

Ykköseksi nousee palloeliö *Volvox*, joka on kuin muodoltaan täydellinen vihreä pienoisaurinko. Se keijuu veden viettävänä, mutta kykenee myös hakeutumaan pintaa ja samalla valoa kohti pintasolujensa siimojen avulla. Voipa vilkkaalla mielikuvituksella siinä nähdä myös planeettoja ja niiden kuita. Itse asiassa nämä ovat emoyksilön kantamia uusia eliöitä, kolme sukupolvea siis sisäkkäin! Jaetun kakkossijan jakavat piilevät *Asterionella formosa* ja *Tabellaria flocculosa*. Vastatkoot nämä kaksi lajia muotonsa perusteella taivaan tähtiä ja yhtä monilukuisina ne tiettyinä aikoina järvenesiintyvätkin. Kolmossijalle kiipeää (yllätys, yllätys) sinilevä *Dolichospermum*, jonka solujen helminauhat läheltä katsoen ovat kuin koruja, poiketen täydellisesti pinnalle nousevan leväkukinnan luomasta ikävästä mielikuvasta. Seuraaville sijoille kiilaavat kauniit *Micrasterias*-koristelevät sekä piilevä *Fragilaria crotonensis*, jonka lievästi kierteiset kampalevyt keijuvat kuin leijivat veden virtailuissa.

Eläinpuolelta kuvaaja ei löydä niinkään kauneutta kuin muita ominaisuuksia. Toisiinsa kiinnittyneiden *Conochilus*-rataseläinten kiehkurat ovat kieltämättä karkkia katsojan silmälle. Joidenkin lajien petomaisuus näkyy koukkumaisissa tarttumaraajoissa, kun taas eräät planktonäyriäiset harottavine ja huitovine soutsarvineen ovat jopa hieman koomisia. Eräille vesikirpuille kehittyä kesän mittaan hauskan näköinen suippo ”tonttulakki” hidastamaan vajoamista lämpimässä vedessä. On näissä *Bosmina*-, *Daphnia* ja *Chydorus*-suvun pikkuisissa edustajissa jotain hobittimaista! Otusten silmien sulautuminen yhdeksi liittyy sekin tarujen maailmaan, sillä tieteellisten nimien antajat ovat äyriäisissä käyttäneet antiikin mytologian yksisilmäisten jättiläisten nimityksiä, kuten *Cyclops* ja Odysseuksen harharetkistä tuttu kannibaalijätti *Polyphemus*. Sympatiapisteeet viime mainittu kuitenkin kerää, kun se ”raskautensa” päätteeksi vapauttaa sikiökammioistaan pienet jälkeläiset jatkamaan elämäänsä vedenkeijuina osana järven rikasta eliömaailmaa.

Lasse Tuominen





KIRJALLISUUS

Anttila S., Ketola M., Kuoppamäki K. & Kairesalo T. 2013. Identification of a biomanipulation-driven regime shift in Lake Vesijärvi: implications for lake management. *Freshwater Biology* 58: 1494-1502.

Arnemo R., Berzins B., Grönberg B. & Mellgren I. 1968. The Dispersal in Swedish Waters of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet) (Rotatoria). *Oikos* 19: 351-358.

Gliwicz M. 2003. Between hazards of starvation and risk of predation: the ecology of offshore animals. *Excellence in Ecology* 12, International Ecology Institute, Germany.

Halila A. 1958. Lahden historia. Lahden Kirjapaino ja Sanomalehti Oy. s. 235–238.

Hays G.C. 2003. A review of the adaptive significance and ecosystem consequences of zooplankton diel vertical migrations. *Hydrobiologia* 503: 163-170.

Hietala J., Vakkilainen K. & Kairesalo T. 2004. Community resistance and change to nutrient enrichment and fish manipulation in a vegetated lake littoral. *Freshwater Biology* 49: 1525-1537.

Hindersson R. 1933. Förgiftning av nötkreatur genom sötvattensplankton. (Freshwater plankton poisoning of sheep and cattle). *Finsk Veterinärtidskrift* 39: 179–189.

Horpilla J. 1997. Diurnal changes in the vertical distribution of cladocerans in a biomanipulated lake. *Hydrobiologia* 345: 215-220.

Häder D.-P., Williamson C.E., Wängberg S.-Å., Rautio M., Rose K.C., Gao K., Helbling E.W., Sinha, R.P. & Worrest R. 2015. Effects of UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with other environmental factors. *Photochemical & Photobiological Sciences* 14: 108.

Jensen T.C., Hessen D.O. & Faafeng B.A. 2001: Biotic and abiotic preferences of the cladoceran invader *Limnosa frontosa*. *Hydrobiologia* 442: 89-99.

Järnefelt H. 1929. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. V. Vesijärvi. *Annales Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae "Vanamo"* 8: 8-17.

Järvinen M., Kuoppamäki K. & Rask M. 1995. Responses of phyto- and zooplankton to liming in a small acidified humic lake. *Water, Air and Soil Pollution* 85: 943-948.

Kerfoot W.C. 1978. Combat between predatory copepods and their prey: *Cyclops*, *Epischura* and *Bosmina*. *Limnology and Oceanography* 23: 1089-1102.

Keto J. 1980. Jätevesijärvestä Vesijärveksi. Päijät-Hämeen tutkimusseuran vuosikirja 1980. ABC Lahti. s. 40 – 69.

Keto J. 1985. Myrkylliset ja punaiset sinilevät Lahden Vesijärvestä. *Ympäristö ja Terveys* 1: 37–40.

Keto J. & Sammalkorpi I. 1988. A fading recovery: a conceptual model for L. Vesijärvi management and research. *Aqua Fennica* 18: 193–204.

Levander K.M. & Wuorentaus A. 1918. Planktonsammansättning i finska sjöar och floder på grund av häfningar utförda sommaren 1913. *Fennia* 40: 1-95.

Moss B. 1988. *Ecology of fresh waters*. Blackwell Science, 2nd edition.

Nykänen M., Malinen T., Vakkilainen K., Liukkonen M. & Kairesalo T. 2010. Cladoceran community responses to biomanipulation and re-oligotrophication in Lake Vesijärvi, Finland, as inferred from remains in annually laminated sediment. *Freshwater Biology* 55. 1164-1181.

Riessen H.P. 1999. Predator-induced life history shifts in *Daphnia*: a synthesis of studies using meta-analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56: 2487-2494.

Saarinen T. 2004. Petoäyriäisten merkitys Vesijärven ulappavyöhykkeen eläinplanktonyhteisössä. Helsingin yliopiston ympäristöekologian laitoksen tutkimuksia ja raportteja 24. (pro gradu -tutkielma)

Salonen K., Vuorio K., Ketola M., Keto J. & Malin I. 2023. Development of phytoplankton of Lake Vesijärvi during recovery from eutrophication. *Hydrobiologia* 850: 947-966.

Sammalkorpi I., Keto J., Kairesalo T., Luokkanen E., Mäkelä M., Vääriskoski J. & Lammi E. (toim.) 1995. Vesijärvi-projekti 1987–1994. Ravintoketjukurios, tutkimukset ja toimenpidekeulut. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 218. Helsinki, 131 s.

Scopetani C., Chelazzi D., Cincinelli A., Esterhuizen-Londt M. 2019. Assessment of microplastic pollution: occurrence and characterisation in Vesijärvi lake and Pikku Vesijärvi pond, Finland. *Environmental Monitoring and Assessment* 191: 652.

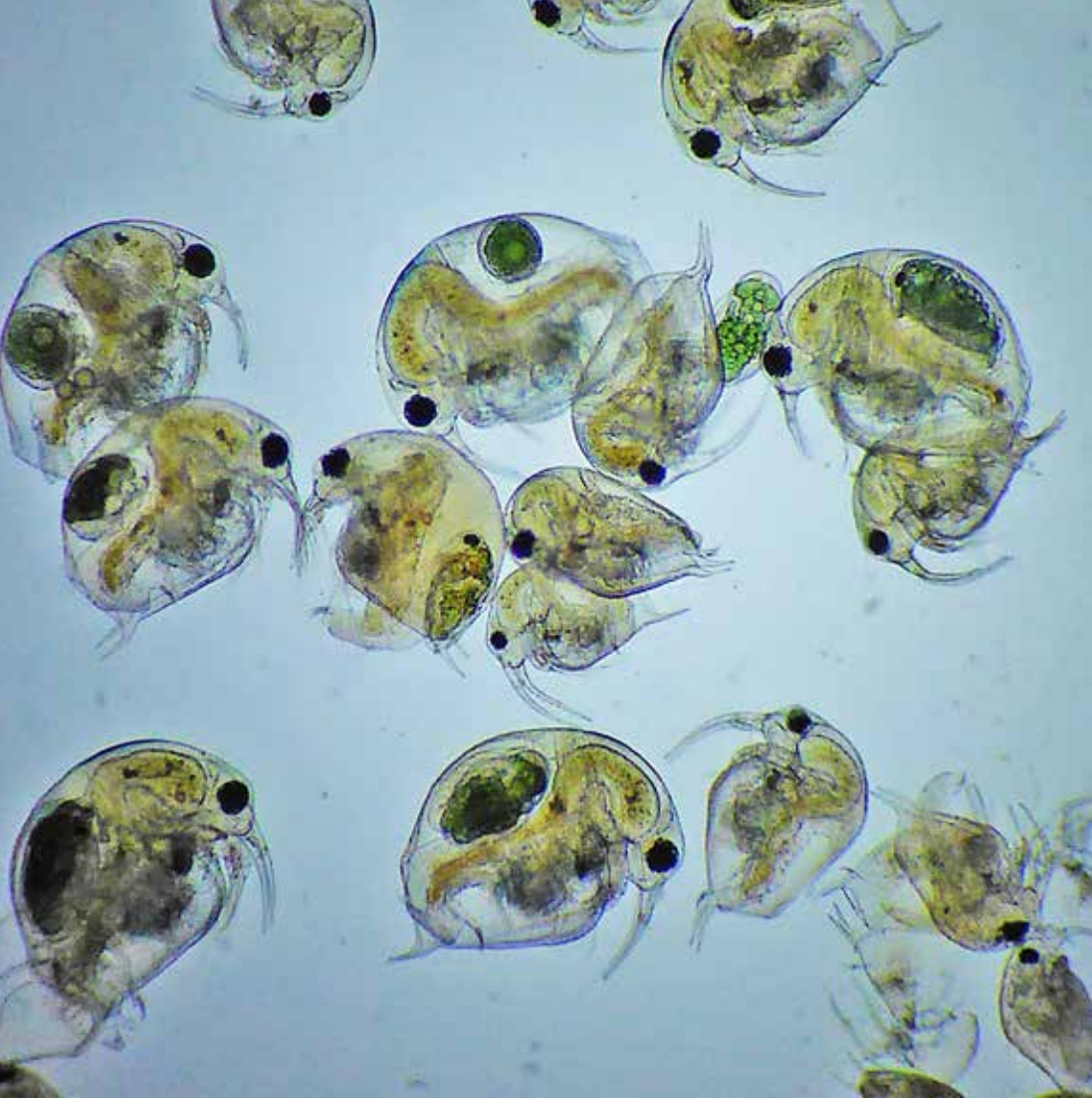
Taipale S.-J., Peltomaa E., Kukkonen J.V.K., Kainz M.J., Kautonen P., Tiirola M. 2019. Tracing the fate of microplastic carbon in the aquatic food web by compound-specific isotope analysis. *Scientific Reports* 9:19894.

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.

Vakkilainen K. 2005. Submerged macrophytes modify food web interactions and stability of lake littoral ecosystems. Helsingin yliopisto. (väitöskirja)

Wallace R.L. 1987. Coloniality in the phylum Rotifera. *Hydrobiologia* 147: 141-155.

Walsh J.R., Lathrop R.C. & Vander Zanden M.J. 2017. Invasive invertebrate predator, *Bythotrephes longimanus*, reverses trophic cascade in a north-temperate lake. *Limnology and Oceanography* 62: 2498-2509.



I Vesijärvi

Järvet ovat useimmille meistä tärkeä osa elinympäristöämme. Harva on kuitenkaan päässyt kurkistamaan pinnan alle, tutkimaan siellä olevaa keijustoa, mikroskooppisen pienistä eliöistä koostuvaa maailmaa. Tämä kuvakirja tarjoaa sukelluksen Vesijärven pinnan alle. Mikroskoopin avulla otetut kuvat paljastavat kauneuden ja muotojen moninaisuuden, jota ei paljaalla silmällä näe. Silmin näkymättömissä pyörii ravintoverkko, jossa kasviplanktonia syövät monenlaiset eläimet, eläinplankton. Mitä ovat nämä vesien keijut ja mikä merkitys tällä kaikella on? Kirja on Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiön 15-vuotisjuhlijulkaisu.