

YLEISTÄ ASIAA ELÄINPLANKTONISTA

* Suomessa järvissä esiintyvät eläinplanktonit voidaan jakaa 4 ryhmään: 1) alkueläimet (Protozoa), 2) rataseläimet (Rotifera), 3) vesikirput (Cladocera-lahko) ja hankajalkaisäyriäiset (Copepoda).

* Alkueläimet ovat tavallisesti yksisoluisia ja ryhmä on erittäin heterogeeninen. Alkueläimiä tunnetaan kaikkiaan n. 40 000 lajia. Niiden osuus planktonin (keijuston) biomassasta on yleensä pieni (< 1 %), vaikka yksilömäärä voi olla suuri. Eläimen pituus vaihtelee tavallisesti välillä 2-250 µm (**1 mm= 1000 µm**). Niillä ei ole elimiä, vaan soluelimiä l. organelleja. Liikkuminen tapahtuu ameebamaisesti pseudopodien l. valejalkojen avulla, flagellien l. siimojen tai cilioiden l. väryskarvojen avulla. Alkueläimet voidaan jakaa 4 luokkaan (tai yläluokkaan): Mastigophora, Sarcodina, Ciliata ja Sporozoa. Valtaosa alkueläinlajeista lisääntyy solun jakautumisen kautta. Jollain lajeilla ilmenee suvullista lisääntymistä.

* Rataseläimiä tunnetaan n. 1800-2000 lajia, joista valtaosa elää sisävesissä ja < 5 % lajeista elää vain murtovedessä tai valtamerissä. Esim. Atlantin valtameren syvillä alueilla elää vain 2 lajia. Suomessa on todennäköisesti n. 400 lajia. Rataseläinten koko vaihtelee 40 µm- 3 mm (nanoplankton-makroplankton), valtaosa on kooltaan 100-500 µm (eli mikroplanktonia). Nimi rataseläin johtuu ratasmaiselta näyttävästä kiekkomaisesta etupäässä olevasta rataselimestä, jossa on säteittäisesti nopeasti liikkuvia sukasia, jotka ohjaavat ravintoa suuhun ja toimivat liikkumiselimenä. Elinympäristönä ovat kaikenlaiset vedet, järvisyvänteet, erityisesti litoraali. Tavallisesti luonnossa nähtävät rataseläimet ovat naaraita, koiras tunnetaan vain noin 10 %:lta lajeista. Koiraat ovat naaraita paljon pienempiä ja lyhytikäisempiä ja koiraiden jalka on yleensä lyhyempi. Naaraan elinikä on keskimäärin 1 viikko, koiraan joitakin päiviä. Koiraita esiintyy planktonissa tavallisesti vain syksyllä ja keväällä. Eläimessä voidaan erottaa pää, vartalo ja jalka. Lisäntymiskierrossa on tavallisesti lukuisia partenogeneettisesti (ns. neitseellinen lisääntyminen) lisääntyviä sukupolvia peräkkäin. Munamäärä vaihtelee muutamista muutamiin

kymmeniin/naaras. Välillä muodostuu munia, joista syntyy pääasiassa koiraita, joiden hedelmöittämistä naaraista syntyy kestromunia (lepomunia), joista taas myöhemmin kehittyvät uusia naarassukupolvia. Planktonissa esiintyy lahkoon **Monogonata** kuuluvia lajeja. Noin 75 % rataseläinlajeista esiintyy järvien ja lampien litoraalivevyöhykkeessä. Eri lajien leviämiskyky on hyvä ja useimpia lajeja voidaan pitää **kosmopoliitteina**. Monilla pelagisilla (ulappa) lajeilla esiintyy syklomorfoosia. Monet lajit ovat omnivoreja (kaikkiruokaisia) syöden kaikkia sopivan kokoisia orgaanisia hiukkasia, eräät ovat petoja (*Asplanchna*, *Ploesoma*, *Synchaeta*, *Trichocerca*) syöden toisia rataseläimiä, eräät rataseläinlajit käyttävät ravinnokseen rihmamaisten levien solunestettä, jotkut rataseläinlajit ovat raadonsyöjiä, joiden ravintona ovat kuolleet vesikirput ja hankajalkaisten kopepodiitit. Rataseläinten lajiluku planktonissa on alkueläimiin verrattuna suuri ja tavallisesti löytyy n. 50-70 lajia eri vuodenaajat ja syvyydet käsittävissä aineistoissa. Osuus biomassasta ja tuotannosta on varsinkin kesällä pieni, vaikka yksilömäärät voivat olla suuria.

* **Vesikirppuja** tunnetaan Suomesta n. 70-80 lajia, joista suurin osa kuuluu litoraalin eläinbenthokseen tai planktoniin, kun taas eräillä lajeilla on huomattava merkitys ulappavesien eläinplanktonin osana. Niillä on mm. dorsaalinen pussimainen sydän, verisuonet puuttuvat, lähes väritön veri kulkee hienojen kalvojen välisiä ratoja pitkin huuhdellen sisäelimiä. Veressä on hemoglobiinia, kuten meillä ihmisilläkin. Siksi monet lajit pystyvät elämään ainakin jonkin aikaa vähähappisessa/hapettomassa (anaerobisessa) vesiympäristössä. Vesikirppujen lisääntyminen on etupäässä partenogeneettistä. Koiraita esiintyy usein vain syksyllä ja keväällä, eräillä lajeilla ei koirasta edes tunneta. Vesikirppujen ravintoa ovat levät (kasviplankton), alkueläimet, bakteerit, jopa vedessä kolloidisena oleva humus. Petomaiset vesikirppulajit käyttävät ravintonaan toisia vesikirppuja ja rataseläimiä. Jollain lajeilla tapahtuu syklomorfoosia ja tämä on riippuvaista etupäässä veden lämpötilasta. Monella lajilla ilmenee vertikaalivaelluksia: ulappaeläimillä tapahtuu yleensä yöllä vaellusta kohti pintaa, jopa alusvedestä (hypolimnion) aina päällysveteen (epilimnion) asti. Pääsyy (ultimaattinen syy) tähän johtuu planktivorikalojen aiheuttamasta saalistuksesta. Planktivorikalojen saalistus kohdistuu usein selektiivisesti (valikoivasti) isompiin vesikirppulajeihin tai yksilöihin.

* Planktoniset **hankajalkaisäyriäiset** jaetaan 2 lahkoon: **Calanoida** ja **Cyclopoida**. Hankajalkaisäyriäisellä on 3 osaa: 1) pää (cephalon), 2) keskiruumis (thorax) ja takaruumis (abdomen). Calanoida- lahkon äyriäisiä

kutsutaan keijuhankajalkaisiksi ja Cyclopoida-lahkon kyklooppihankajalkaisiksi. Partenogeneettinen lisääntyminen puuttuu. Tavallisesti on 11 toukkavaihetta: tavallisesti 6 nauplius- ja 5-6 kopepodiittiasetta. Monet cyclopoidit ovat multivoltisia (useita sukupolvia vuodessa), calanoidit univoltisia (yksi sukupolvi vuodessa). Parittelussa koiraan siittiöt siirtyvät siittiöpakettina l. spermatoforina naaraaseen, jossa siittiöpaketti kiinnittyy genitaalijaokkeessa olevan receptaculum seminiksen aukon suulle. Siittiöt siirtyvät naaraan siittiösäiliöön, ja hedelmöitys tapahtuu vasta munien siirtyessä munanjohtimesta munapussiin, mikä voi tapahtua pian parittelun jälkeen tai vasta useita viikkoja myöhemmin. Eräs calanoidi, *Limnocalanus macrurus* ei ole munapussia, laskee munansa suoraan ympäröivään veteen. Calanoidien ja cyclopoidien välisiä lähinnä morfologisia eroja (tunnistus): Calanoida: etuosa lieriömäinen, antennulat pitkiä, takaruumiin furcan peräsukset keskenään saman pituisia, naaraalla vain 1 tai ei yhtään munapussia, munapussi kiinnittyy eläimen keskiviivaan, planktisia ulapan lajeja, vain harvoin rantavyöhykkeessä tai pienvesissä, tärkeitä valtamerten planktonissa. Suomessa on hieman yli 10 lajia. Cyclopoida: etuosa enemmän tai vähemmän päärynänmuotoinen, antennulat lyhyehköjä, takaruumiin furcan sukaset keskenään eri pituisia, naaraalla 2 munapussia, sisävesien ja murtoveden planktonin ja pohjan lajeja, monien lajien elämänkierrossa vuorottelevat planktonin ja pohjalla elävä vaihe. Suomessa on ilmeisesti n. 30 lajia. Järvien planktonissa on usein vain yksi selvästi dominoiva cyclopoidilaji, jonka lisäksi mahdollisesti yksi dominoiva calanoidilaji. Molemmilla lahkoilla esiintyy vertikaalivaelluksia samaan tapaan kuin planktisilla vesikirpuilla.

* Järven ulapan (pelagiaali) ravintoverkko (tämä muodostuu ravintoketjuista) on seuraava: petokala (piskivori) → planktivorikala → eläinplankton → kasviplankton. Eläinplankton (planktoneläimet) on järven ravintoverkossa planktivorikalujen (ovat siis kaloja, jotka käyttävät ravinnokseen eläinplanktonia) alapuolella, mutta kasviplanktonin yläpuolella (eläinplankton käyttää ravinnokseen kasviplanktonia l. leviä). Tämä on ns. ekosysteeminen lähestymistapa. Ravintoketjukuriosuudessa l. biomanipulaatiossa pyritään juuri vaikuttamaan planktivorikalujen ja eläinplanktonin välisiin vuorovaikutussuhteisiin. Kun planktivorikalujen määrää pienennetään tehokastuksella (esim. troolaamalla), niin eläinplanktoniin kohdistuva saalistus(paine) vähenee. Vastaavasti eläinplanktonin leviin kohdistuva saalistus voimistuu nyt ja mm. pintavesi kirkastuu. Usein onnistuneen biomanipulaation taustalla on myös petokalujen määrän kasvattaminen järvessä, kuten kuhien istutukset. Mitä

enemmän järvessä on planktivoreja syöviä petokaloja (erityisesti kuha ja hauki), niin sitä suurempi luontainen saalistus kohdistuu planktivorikaloihin (kutsutaan **ylhäältä-alas-säätelyksi**) ja mahdollisesti myöhemmin voidaan vähentää ihmisen tekemän teho-/hoitokalastuksen määrää (voimakkuutta). Jotta biomanipulaatio onnistuisi (mm. veden kirkastuminen), niin planktivorikaloja, ”roskakaloja”, erityisesti särkiä joudutaan pyytämään paljon ja pitkän aikaa (vuosia), koska särjellä on hyvä lisääntymispotentiaali. Erityisesti särki käytöksellään ja ravinnonotollaan pitää yllä ns. järven sisäistä rehevöitymistä. Teoriassa pitäisi ainakin pyytää särkiä niiden vuotuisen lisääntymispotentiaalin verran. Liian pienellä pyyntiponnistuksella ei saada aikaan ainakaan pysyvää muutosta veden laadussa ja planktivorikaloiden määrä palautuu nopeasti takaisin ilman ihmisen vaikutusta. Ravintoketjukurinnoituksen lisäksi pitää järven **ulkoisen ravinnekuormitus** (N ja P) valuma-alueelta saada niin pieneksi kuin mahdollista, koska nämä ravinteet (ns. **alhaalta-ylös-säätely**) säätelevät järven kasviplanktonin sukkesiokehitystä (yhdessä eläinplanktonin saalistuksen kanssa). Tämä pitää tehdä ulkoisrajoituksen järven kohdalla. Mutta, jos järvi on (lisäksi) sisäkuormitteinen (valtaosa ravinteista kasviplanktonin käyttöön tulee pohjasedimentistä vapautuen hapettomissa olosuhteissa), niin käytännössä ainoa keino ko. prosessin vähentämiseksi on hapetus/ilmastus järvessä. Tosin ns. sisäinen rehevöityminen on aina seurausta ulkoisesta kuormituksesta l. useita vuosia kestänyt ravinnekuormitus on aiheuttanut tämän tilanteen. Esimerkiksi Lahden Vesijärven Enonselällä sisäinen kuormitus on pahimmillaan 75-kertainen ko. altaan ulkoiseen ravinnekuormitukseen verrattuna. Siten biomanipulaation ja sen vaikutusten seurannan pitää kestää useita vuosia (ehkäpä ikuisesti?).

* Ei ole olemassa selviä määrällisiä eläinplanktonlajeihin perustuvia luokituksia esim. järven rehevyyden mukaan. Mutta eläinplanktonissa on joitakin ns. **indikaattorilajeja**, jotka esiintyvät mahdollisesti tietyissä järvityypeissä (eutrofia, oligotrofia, dystrofia). Ainakin Järnefelt (1952) on luokitellut joistakin Suomen järvistä rataseläinlaji-indikaattoreita eutrofisiin (rehevä) ja oligotrofisiin (karu) vesiin. Samoin Järnefelt (1952) on luokitellut äyriäisplanktonlaji-indikaattoreita eutrofisissa ja oligotrofisissa vesissä. Myös Hakkari (1978) on luokitellut eutrofisen ja oligotrofisen vesien rataseläinlaji-indikaattoreita Päijänteellä ja muissa Keski-Suomen järvissä (katso tarkemmin Eloranta 2001).

* **Eläinplankterit** käyttävät monenlaista ravintoa; on levien (kasviplankton) syöjiä, petoja (syövät muita eläinplanktereita), kaikkiruokaisia (omnivoreja),

detrituksen (kuollutta orgaanista ainesta) ja bakteerien syöjiä. Siten ravinnonkäyttäjinä eläinplanktonissa on siten **herbivoreja**, **detritivoreja**, **omnivoreja** ja **predaattoreja**. Detritivorien ravinnossa bakteereilla saattaa olla merkittävä osuus.

* Eläinplanktonia käyttävät ravintonaan monet **planktonia syövät kalalajit** (ns. planktivorikalat), niin pelagiaalissa kuin litoraalisissakin. Suomessa lähes kaikkien kalalajien poikaset (jo rantavyöhykkeessä ollessaan) alkavat käyttämään ensiravintonaan eri planktoneläimiä. Tämä tapahtuu siis heti ns. ruskuaispussivaiheen jälkeen l., kun poikaset alkavat aktiivisesti liikkumaan käyttäen samalla ulkoista ravintoa. Ulapalla monet kalalajimme käyttävät pääasiallisena ravintonaan vain eläinplanktonia, kuten muikku, siika, kuore (nämä ovat Suomessa aikuisena puhtaita ulappalajeja), ahven ja särki (särki on ulapalla planktivori ja litoraalisissa omnivori l. kaikkiruokainen). Siten eläinplanktoniyhteisön rakenne on seurausta niiden välisestä (ravinto)kilpailusta ja planktivorien saalistuksesta.

* Usealla vesikirpulla ja monella hankajalkaisäyriäisellä ilmenee **vertikaalista vaellusta** (ns. **DVM**-vaellus vuorokauden aikana). Tällöin eläin liikkuu, vaeltaa jopa alusvedestä (hypolimnion) aina päällysveteen (epilimnion) asti. Vaellus ylöspäin tapahtuu usein (kesäaikaan Suomen syvissä järvissä) iltahämärän ja keskiyön välisenä aikana ja vaellus takaisin alaspäin tapahtuu keskiyön ja aamuhämärän (aamun koitto) välisenä aikana. Pääsyy (**ultimaattinen syy**) tähän on planktivorikalojen aiheuttama saalistus l. vaeltava planktoneläin pyrkii vaelluksellaan pienentämään siihen kohdistuvaa saalistusta. Toinen, **proksimaattinen syy** eläinplankterin DVM on valon määrän muutos vuorokauden aikana l. pimeässä vedessä planktivorikalat (jos sen saalistus perustuu näköön) ei havaitse eläinplankteria ainakaan helposti. Kumpikaan syy ei poista toisensa vaikutusta samanaikaisesti. Myös muut tekijät voivat vaikuttaa **vaelluksen laajuuteen**, kuten vesipatsaan happitilanne. Vesikirput voivat menestyä vähähappisessa vedessä paremmin kuin hankajalkaiset, koska vesikirpuilla on veressään hemoglobiinia. Mutta jollain eläinplanktonlajeilla voi ilmetä ns. **käänteistä vaellusta** l. ne liikkuvat ylöspäin juuri kaikkein suurimmassa valossa.

* Joillakin eläinplanktonlajeilla tapahtuu ns. **syklomorfoosia** l. niiden etupäässä morfologisissa piirteissä tapahtuu voimakkaita muutoksia. Kuten piikeissä, koossa, silmän koossa ja ruumiin läpinäkyvyydessä tapahtuu muutoksia eri vuodenaikoina. Synnä tähän pidetään muutosta veden

lämpötilassa ja saalistajien (predaattorit) läsnäoloa. Planktivorikalat erittävät kairomoneja veteen, jotka voivat aiheuttaa juuri sykломorfoosia niiden saaliissa.

Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta (perusteoksia):

Allan, J. D. 1999. Stream Ecology. Structure and function of running waters. Kluwer Academic Publishers. 388 s.

Eloranta, P. 1992. Limnologian perusteet. Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos/limnologia. 190 s.

Eloranta, P. 1992. Vesiensuojelun limnologia. Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos/limnologia. 111 s.

Eloranta, P. 2001. Eläinplanktonkurssi. Opas Suomen sisävesien eläinplanktonin tuntemukseen (rataseläimet, vesikirput, hankajalkaiset). Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos/limnologia. 68 s.

Havas, P. (toim.). 1981. Suomen luonto 4. Vedet. Helsinki. 426 s.

Ilmavirta, V. (toim.). 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino. Helsinki. 479 s.

Mustonen, S. (toim.). 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry. Helsinki. 504 s.

Perttula, P. (toim.). 1995. Järvien ympäristöekologia. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Painosalama Oy, Turku. 100 s.

Reynolds, C. S. 1999. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press. 384 s.

Seppänen, H. 1984, 1985. Sovellettu limnologia 1-2. Espoo. 239, 224 s.

Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö: Limnologian perusteet. Tammer-Paino Oy, Tampere. 157 s.

Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy. Helsinki. 278 s.

Wahlström, E., Reinikainen, T. ja Hallanaro, E.-L. 1992. Ympäristön tila Suomessa. Vesi- ja ympäristöhallitus, Ympäristökeskus. Gaudeamus Kirja. Helsinki. 364 s.

Wetzel, R. G. 1983. Limnology. Saunders College Publishing. Philadelphia, New York. 767 s.