



**LITTOISTENJÄRVEN
LUONTO JA KÄYTTÖ**

**Hannu Rautanen
Jouko Sarvala
Esko Gustafsson
Ilkka Isotalo
Unto Laine
Juha Sainio**

Littoistenjärven luonto ja käyttö





Auringonlasku Littoistenjärvellä. Kuva Kari Harell. Viereisen sivun kuva: Isoulpukka on kelluslehtisten johtokasvi. Kuva: Tuomo Hurme/LKA

Johdanto

Kaarinan-Piikkiön luonnonsuojeluyhdistys järjesti syyskuussa 1982 paikallisen asukasyhdistyksen kanssa Littoistenjärvi-illan Ristikallion koululla. Illan aikana kuultiin alustukset järven veden tilasta ja rantojen kaavoitushankkeista. Iltaan osallistui noin 60 henkilöä. Vilkkaan keskustelun päätteeksi todettiin, ettei Littoistenjärven luonnontilasta ole olemassa laajaa perusselvitystä. Kuitenkin oli tutkimuksissa havaittu mm. happipitoisuuden laskeneen eräinä vuosina huolestuttavan alhaiseksi.

Littoistenjärven merkitys Kaarinan ja Liedon raakavesilähteenä on huomattava. Niinpä luonnonsuojeluyhdistys päätti selvittää mahdollisuudet koko järven luonnontilan kartoittamiseksi. Jo kuukauden kuluttua mainitusta illasta oli koottu lähinnä Turun yliopiston tutkijoista työryhmä, joka ryhtyi suunnittelemaan vuonna 1983 suoritettavia perustutkimuksia.

Helmikuussa 1983 Littoistenjärven säännöstely-yhtiö myönsi perustutkimuksia varten määrärahan. Samalla myönnettiin rahaa myös tehtä-

vään julkaisuun, johon vielä keväällä 1984 saatiin lisärahoitusta. Littoisten Lions Club tuki lahjoituksella niinikään julkaisun tekoa. Pohjaeläintutkimus tehtiin vesihallituksen rahoittaman menetelmätutkimuksen osana. Tutkimukset käynnistyivät vielä ennen jäiden lähtöä keväällä 1983 ja saatiin päätökseen syksyllä 1983.

Saadut tutkimusrahat käytettiin vesielöstön tutkimuksiin. Apulaisprofessori Jouko Sarvala johti ja ohjasi vesitutkimuksia. Kasvi- ja eläinplanktonitutkimuksiin, pohjaeläimiin ja happitalouden tarkkailuun liittyvät kenttätyöt teki luonnontiet. kand. Juha Sainio. Fil.lis. Unto Laine tutki järven kasvillisuutta, fil.kand. Esko Gustafsson suoritti koekalastukset ja opettaja Hannu Rautanen laski vesi- ja rantalinnuston. Lisäksi ylitarkastaja Ilkka Isotalo vesipiiristä laati yhteenvedon veden laadusta ja järven käytöstä vedenhankinnassa. Lopuksi Jouko Sarvala kehitti Littoistenjärven happimallin ja kokosi tutkimustuloksista kokoavan yhteenvedon.



Kuva 1. Littoistenjärvi, kunnanraja, tärkeimmät tiet, vesistön suoja-alueen raja ja nimityksiä

Littoistenjärven sijainti ja yleispiirteet

Littoistenjärvi sijaitsee Turun seudulla Varsinais-Suomessa (60°27'N, 22°23'E) Kaarinan ja Liedon kuntien rajalla viiden eri kylän alueella (Kausela, Littoinen, Ravattula, Loukinainen ja Vanhalinna). Lähimmät huomattavimmat asutuskeskukset ovat Turku (6 km länteen), Kaarina (4 km etelään) ja Lieto (6 km itäkoilliseen).

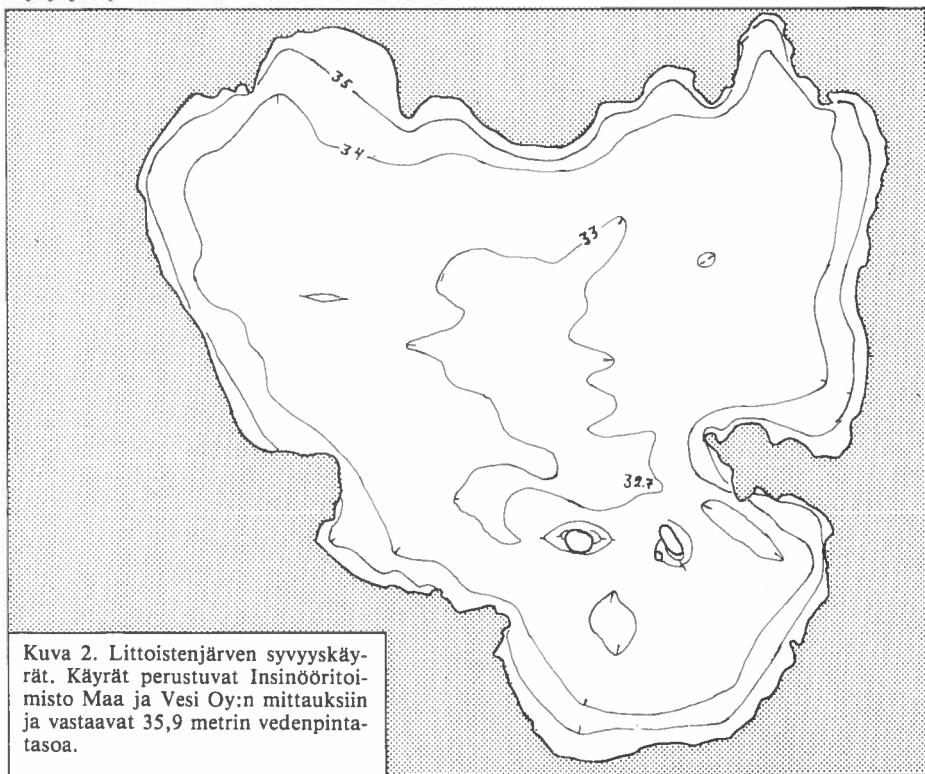
Littoistenjärven valuma-alue luusuasta mitattuna on hieman yli 6 km² ja pinta-ala 147,5 ha. Yhtenäisessä ja kaksisaarisessa altaassa on rantaviivaa 6 km. Suurin läpimitta (luode-kaakko-suunnassa) on 1,6 km. Järven keskisyvyys on noin kaksi metriä ja syvin kohta noin kolme metriä (vrt. kuva 2). Altaan tilavuus on noin 3 250 000 m³. Teoreettinen viiptymä on kaksi vuotta. Säkylän Pyhäjärvestä vastaava aika on viisi vuotta.

Järvi sijaitsee 35,9 metriä merenpinnan yläpuolella. Vedet laskevat Väriojaa, alajuoksulla Myllyojaa pitkin mereen Kuusistonsalmeen vii-

den kilometrin päässä järvestä - sikäli kuin vettä ei ole käytetty Kaarinan ja Liedon talousvedeksi.

Järveä ympäröivä kallioperä on pääosaksi gneissia. Itärannan tärkein maapeite on moreeni, länsirannan puolestaan hiekka. Järven pohjoisreunalla on pieniä soistumia, joilta purkautuvat humuspitoiset vedet antavat vedelle ruskehtavan värisävyn. Havumetsät hallitsevat maisemakuvaa, kallioisilla kohdilla männiköt ja laaksokohdissa järeäpuiset kuusikot. Pieniä koi-vikkojakin tavataan siellä täällä. Paikoin tervaleppä muodostaa kapean rantareunuksen. Ihmistöiminnan merkit näkyvät kaikkialla järvioltaan rannoilla.

Lähin tie on järven länsirantaa viistävä Vanha-Littoistentie. Eteläpuolella on parin sadan metrin päässä Littoistentie ja pohjoispuolella kulkevalle Ohikulkutielle kertyy matkaa 500 metriä mutta ei näköyhteyttä (Kuva 1).



Kuva 2. Littoistenjärven syvyyskäyrät. Käyrät perustuvat Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:n mittauksiin ja vastaavat 35,9 metrin vedenpintatasoa.

Ihmisen toiminta

Viimeisin jääkausi päättyi Suomessa 9000 - 10 000 vuotta sitten. Merenpinta oli tuolloin 100 metriä nykyistä tasoa korkeammalla. Littoistenjärvi on tänään 35,9 metriä merenpintaa ylempänä, joten meren syvyys järven kohdalla oli silloin runsaat 60 metriä. Jään paettua maankohoaminen oli alussa nopeata. On todennäköistä, että Littoistjärvi kuroutui eroon merestä viitisen tuhatta vuotta sitten.

Kivikauden väki ilmestyy järven rannoille

Samoihin aikoihin järveksi kuroutumisen tietämissä liikkuvat myös ensimmäiset ihmiset Littoistenjärvellä. Elettiin kivikautta ja noin vuotta 2500 e.Kr., kun rikkoutunut oikokirves joutui järveen. Lähes 4500 vuotta myöhemmin se löytyi Ristikallion koulun rannasta.

Kivikauden asukkaat elivät luonnon ehdoilla metsästäen ja kalastaen. Asuinpaikkaa vaihdettiin vuodenaikojen mukaan, kuten mm. lappalaiset ovat tehneet nykypäiviin asti. Ilmasto oli nykyistä leudompi ja jalot lehtipuumetsät olivat vallitsevia. Kuusi ei ollut edes vielä saapunut Suomeen. Olosuhteet elämiselle olivat otolliset. Elannon hankkimiseen riittikin vain muutama tunti päivässä. Muu aika kului mm. taidokkaiden kivi- ja puutyökalujen vuolemisessa, saviasioiden valmistamisessa ja koristelussa sekä kal-

liomaalausten teossa. Littoisten ensimmäiset asukkaat eivät näin jättäneet havaittavia merkkejä oleskelustaan järven luonnontilaan. (Ikäheimo 1983)

Asutus vakiintuu

Littoisten kylä mainitaan ensi kerran 1200-luvulla. Seuraava asutuksen määrään viittaava tieto on 1500-luvulta, jolloin Littoisissa oli viisi ns. verotaloa. Pysyvä asutus vakiintui siis vähitellen järven tuntumaan vuosituhansien aikana. Ensimmäinen Littoistenjärveä koskeva maininta löytyy asiakirjoista v. 1702, kun Kauselan kylästä kerrotaan: "Kylä omistaa osuuden suomuskaulanpyyntiin Littoistenjärven, josta saadaan hyvin haukia, ahvenia, särkiä ja pieniä kiiskiä". (Oja 1981)

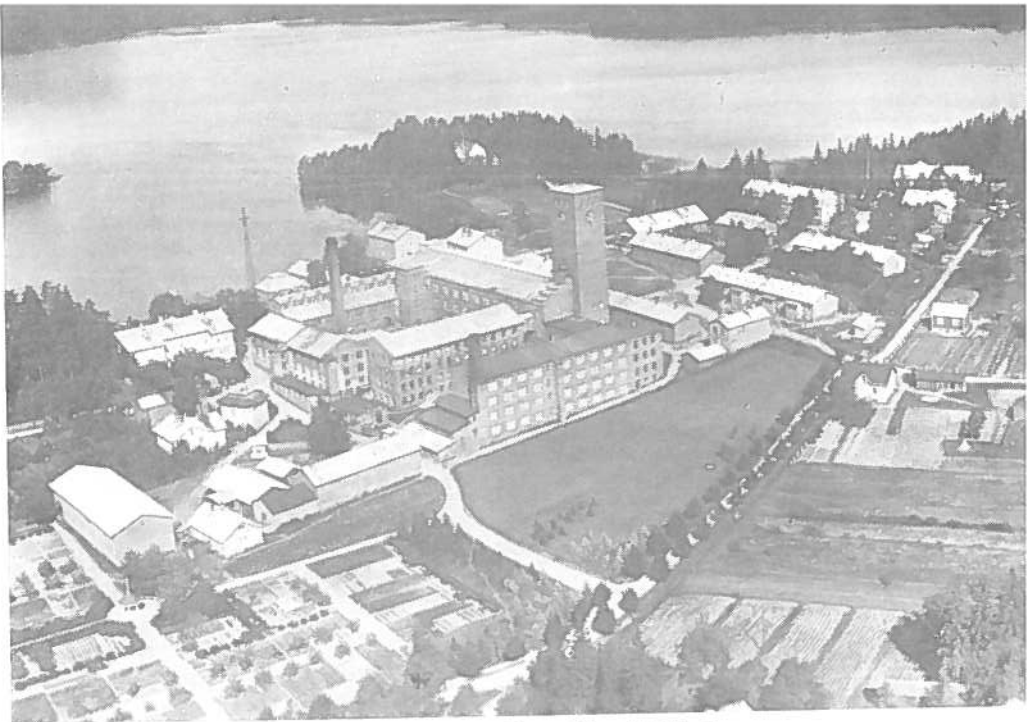
Vanutuslaitos eli verkatehdas perustetaan

Littoistenjärven eteläosia reunustaneen tammimetsikön läpi virtaava myllypuro oli jo ehkä keskiajalla myllypaikka. Järven vesi oli tuolloin ilmeisesti hyvin kirkasta ja pehmeää. Vuosisataisen kokemuksen perusteella tiedettiin, että järvi-vesi oli parasta "veran vanuttamiseen". Niinpä



LITTOIS KLÄDES FABRIQUE

Littoisten verkatehdas, vanhin tunnettu kivipiirros 1800-luvun alusta.
(Turun Akatemian kuvakokoelma)



Littoisten verkatehdas ympäristöineen vuonna 1936. Kuva: Oiva Ali-Nikula.

Littoistenjärven myllypuro oli ihanteellinen sijoituspaikka vanustuslaitokselle eli ”valkille”.

Ratkaiseva askel teollistumisen suuntaan otettiin v. 1740, kun turkulaiset kauppiat Hend. Rungeen ja Esaias Wechter rakennuttivat järven rannalle vanustuslaitoksen. Elämänmuodon muutos toi vielä järven rannalle samalla vuosikaudalla uutta asutusta: Littoisten aseman ympärille syntyi turkulaisten kesänviettopaikaksi huvilaluu-alue, jonka rinnalla kehittyivät tehtaan työläisten asualueet. Järven rannan tuntumassa rakentaminen jatkui koko 1800-luvun. Ihminen oli tullut pysyvästi monumentteineen Littoistenjärven rannalle. (Koskelainen 1923)

Asutus lisääntyy

1900-luvulle tultaessa Littoisten perusasutus oli jo muodostunut tehtaan ympärille. 1920-lukua voidaan taas pitää asutustoiminnan ja teollisuuden nousukautena. Silloin Littoisten verkatehdasta laajennettiin ja siihen liittyviä asualueita täydennettiin merkittävästi. Samaan aikaan alettiin ymmärtää yhä enemmän järven tarjoamia muita käyttömahdollisuuksia. Tehtaan omistanut Littoisten Kartano Oy kehitti työväes-

tön elinolosuhteita esimerkiksi elintarvikehuollon, asuntojen, koulutuksen sekä myös virkistykseen ja vapaa-ajan osalta. Tehdasysteisin tarpeisiin rakennettiin mm. järven itärannalle uimapaikka v. 1922. Hanke oli osa Arkkitehti Bertil Jungin laatimaa alueen asemakaava- ja rakennussuunnitelmaa (Koskelainen 1923). Työ oli laatuun ensimmäisiä Kaarinassa ja Liedossa. Tuolloisen suunnittelun periaatteet voi vielä tänäkin päivänä havaita verkatehtaan miljöössä.

Tehtaan toiminnan vilkastumisen ohella Littoisten asukkaiden määrää lisäsi maanjakotomitus vuosisadan alussa. V. 1925 Littoisissa asuikin vakinaisesti jo 686 henkeä (Innamaa 1981).

Kaarinan rannat rakennetaan

Paine rantojen rakentamiseen lisääntyi 1900-luvun kuluessa. Tehtaan omistamat laajat rantaluut säilyivät kuitenkin lähes rakentamattomina. Niinpä tänään onkin suurin osa järven Kaarinnan puoleisista rannoista rakennettu, kun taas Liedon puolen rannat ovat enimmäkseen vapaita. Aluksi rakennettiin rannan tuntumaan enimmäkseen kesäasuntoja. Nytemmin myös ympä-

riivutinen asutus on paikoin rannan lähellä.

Lähitulevaisuudessa Littoisiin muuttaa satoja uusia asukkaita. Tosin rakentaminen sijoittuu etämmälle järvestä, mutta lisännee melkoisesti järven käyttäjien määrää. Vielä vapaat rannat tultaneen säilyttämään yleisessä käytössä.

Virkistyskäytöllä pitkät perinteet

Littoistenjärvi oli esihistoriallisella ajalla ennen muuta kalastuspaikka. Oikeastaan samanlaisena sen käyttö jatkui pitkälle historialliseen aikaan asti. Vasta verkatehtaan perustaminen 1700-luvulla loi uuden kulmakiven järven muullekin virkistyskäytölle. Teollistumisen myötä syntynyt uusi elämäntapa toi järvelle uusia ihmisiä kalastamaan, uimaan ja muutoin virkistytymään. Littoistenjärvi alkoi jo tuolloin palvella myös turkulaisten vastaavia tarpeita. Kehitys oli kuitenkin alussa hidasta ja liittyi paikallisten asukkaiden vapaa-ajan harrastusten ja seura- ja yhdistystoiminnan kehitykseen.

Littoistenjärven nykyinen arvo virkistysalueena perustuu pitkälti alueen teolliseen historiaan ja siihen liittyvään maanomistusoloissa tapahtuneeseen kehitykseen. Verkatehtaan pyrkimykset turvata järvestä riippuvaisia toimintaedellytyksiään ja kehittää työväkensä asuinoloja antoivat vuosikymmeniä myöhemmin kunnille mahdollisuuden säilyttää suurehkon osan rannoista yleisessä virkistyskäytössä.

Yleinen uimaranta avataan

Järven virkistyskäytössä tapahtui selvä ja oleellinen muutos, kun ensimmäinen uimaranta avattiin v. 1932. Silloin verkatehdas luovutti Littoisten suojeluskunnan käyttöön nykyisen hiekkarannan. Järven käyttö alkoi yhä enemmän saada seudullisia piirteitä. Hiekkaranta oli sodanjälkeisen ajan tehtaan hoidossa aina tehtaan lopettamiseen saakka v. 1968 ja siirtyi verkatehtaan maiden maakaupan yhteydessä Kaarinan kunnan omistukseen v. 1979. Sen jälkeen kunta on vuokrannut rannan paikallisen urheiluseuran hoidettavaksi maksulliseksi uimarannaksi.

Hiekkaranta on tänä päivänä merkittävin yleisessä käytössä oleva alue Littoistenjärvellä. Sen pinta-ala on noin neljä hehtaaria ja rantaviivan pituus neljä sataa metriä. Helteisinä kesäpäivinä voi kävijämäärä ylittää reilusti tuhannen rajan. Rannalle tullaan koko Turun seudulta. Viime vuosina kävijämäärät ovat entisestään nousseet Turun itäpuolisten alueiden rakentamisen myötä.

Littoistenjärvellä on kaksi muutakin yleistä uimarantaa: Liedon kunnan v. 1963 hankkima Järvelän alue ja Kaarinan kunnan ns. päiväkodin eli koulun ranta Ristikallion koulun vieressä. Niiden käyttäjät muodostuvat lähinnä paikallisesta asujamistosta, mutta parhaimmillaan kävijämäärä voi yhteensä ylittää tuhannen lähelle päivässä. Kumpikin ranta on maksuton. Uimarantojen lisäksi Littoistenjärven rannoilla on eräiden yhteisöjen virkistyspaikkoja ja parikymmentä kesäasuntoa.



Miss Littoisten hiekkaranta-kilpailun osanottajia kesällä 1935. Kuva: Oiva Ali-Nikula.



Surffaus on yksi uusi järven virkistyskäyttömuoto. Kuva: Markku Oksanen.

Järven uudet virkistyskäyttömuodot ovat yleistyneet huomasti viime vuosina. Niistä mainittakoon vaikkapa surffaus, melonta, luistelu, pilkkiminen, hiihto ja luonnon tarkkailu. Järvi palvelee tänään lähiseutukunnan asukkaita todella monipuolisena virkistyskeitaana ympäri vuoden.

Uimisen vaikutus järven tilaan

Littoistenjärven säännöstely-yhtiö tilasi v. 1975 Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:ltä selvityksen uimisen vaikutuksesta Littoistenjärven tilaan. Selvitys annettiin järven hydrologisten ominaisuuksien pohjalta käyttäen apuna muista tutkimuksista saatuja normeja sekä lääkintöhallituksen että vesihallituksen uimaveden laadulle asettamia vaatimuksia. Niinpä selvityksessä päädyttiin siihen, että uimakauden aikana suurin sallittu kävijämäärä voisi olla 500 000 henkilöä. Uimareiden päivittäinen määrä voisi olla siten keskimäärin 5000 henkilöä päivässä. Tällöin edellytetään, että rannoilla ja järvellä oleskelevien henkilöiden aiheuttamien jätteiden ja jätevesien pääsy järveen estetään täysin.



Luistelu on puolestaan harrastettu jo pitempään. Kuva: Oiva Ali-Nikula.

Seuraava aukeama: Littoisten hiekkaranta.
Kuva: Seppo Suomalainen.





Järven suojeluhankkeet

Verkatehtaan vedenottamon siirryttyä Kaarinan ja Liedon kuntien haltuun se kunnostettiin kuntien yhteiseksi vedenottamoksi Länsi-Suomen vesioikeuden päätöksen perusteella 8.1.1970. Heti vuoden 1971 aikana säännöstely-yhtiö teetti järvelle suoja-alue suunnitelman, koska järven ympärillä oli asutusta ja liikenneväyhiä, joten vesivoitaisiin varsin helposti pilata. Huoli Littoistenjärven veden laadun säilymisestä oli oikein ajoitettua, sillä vielä ei ollut havaittavissa oleellisia muutoksia. Tammikuussa 1972 säännöstely-yhtiö jätti Länsi-Suomen vesioikeudelle anomuksen suoja-alueen määrittämiseksi Littoistenjärven ympärille. Koko toimitus vei aikaa 10 vuotta, sillä vasta 18.6.1982 vesioikeus antoi päätöksen suoja-alueesta (Kuva 1).

Suoja-alueella on, ehei vesioikeus hakemuksesta toisin määrää, noudatettava seuraavia määräyksiä:

1. Jätevesien tai muiden vesistöä pilaavien aineiden päästäminen Littoistenjärveen on kielletty.
2. Alueelle ei saa rakentaa jätevedenpuhdistamoa eikä muodostaa kaatopaikkaa tai hautausmaata. Jäteveden maahan imeytttäminen on kielletty.
3. Alueelle ei saa rakentaa huoltoasemaa, poltto-aineiden jakeluasemaa, asfalttiasemaa eikä vesien suojelua koskevista ennakkotoimenpiteistä annetussa asetuksessa mainittuja tehtaita, laitoksia tai varastoja.
4. Alueelle ei saa perustaa öljyjen, fenolien, nestemäisten polttoainelien, maanliesuolan tai muun pohjaveden laadulle haitallisen aineen varastoa lukuunottamatta suojalaittein varustettuja tilakohtaisia säiliöitä.
5. Alueelle rakennettavat lämmitysöljysäiliöt ja niiden johdot on suojattava asianmukaisesti. Öljynkuljetuksissa on noudatettava erityistä huolellisuutta öljyn maahan joutumisen estämiseksi.
6. Alueelle rakennettavista asuin-, karja-, teollisuus- ja varistorakennuksista tulevat jätevedet on johdettava yleiseen viemäriverkostoon tai kuljetettava tiiviissä viemäriässä suoja-alueen ulkopuolelle.
7. Alueella ei saa varastoida eikä käyttää lietalantaa, väkälannoitteita, kasvinsuojeluaineita eikä tuhoeläinmyrkyjä niin runsaasti tai sillä tavalla, että näitä aineita pääsee haitallisissa määrin pohjaveeseen tai pintavesien mukana Littoistenjärveen.

Mikäli edellä tarkoitettujen aineiden käytön rajoittamisesta ei päästä yksimielisyyteen, on aineiden käytössä noudatettava Turun vesipiirin vesitoimiston ohjeita, kunnes vesioikeus hakemuksesta mahdollisesti toisin määrää.

8. Alueelle ei saa rakentaa uusia kauttakulkukenteelle tarkoitettuja yleisiä teitä.

Muissa määräyksissä on Littoistenjärven säännöstely-yhtiölle annettu oikeus mm. suoja-alueen öljysäiliöiden kunnon tarkistamiseen. Lisäksi säännöstely-yhtiön on ollut merkittävä tarkoituksenmukaisella tavalla suoja-alueen rajat maastoon ja pidettävä merkit kunnossa.

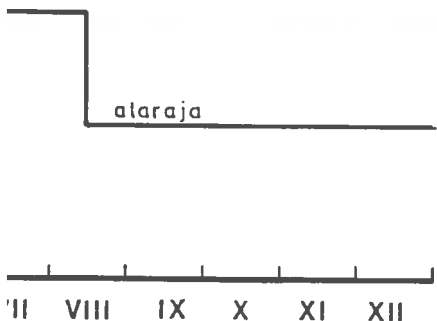
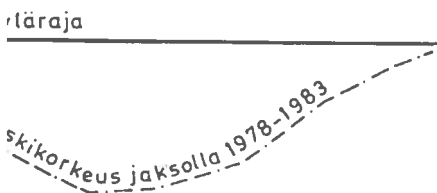
Jo ennen esitettyä suoja-aluepäätöstä Turun ja Porin lääninhallitus antoi 28.9.1981 päätöksen, jossa kiellettiin moottorivene liikenne ja moottorijoneavoliikenne järvelle veden puhtauden säilyttämiseksi.



Kuva 3. Länsi-Suomen vesioikeuden 8.1.1970 vahvist.

VEDEN LAATU JA JÄRVEN KÄYTTÖ VEDENHANKINNASSA

Littoistenjärven hydrologiasta ja altaan ominaisuuksista



II alarajat Littoistenjärven säännöstelyssä.

Järveä säännöstellään Länsi-Suomen vesioikeuden tammikuun 8 päivänä 1970 antaman päätöksen mukaisesti. Säännöstelyn ensisijainen tarkoitus on turvata Kaarinan kunnalle raakaveden riittävä saanti. Säännöstelyn yläraja on heinäkuun alusta helmikuun alkuun korkeudessa 36.00 m ja liikkuu tästä huhtikuun puoliväliin maaliskuun keskivaiheilla tehtävän 10-15 cm suuruisen kevätalennuksen kautta korkeuteen 36.05 m. Yläraja pysyy huhtikuun puolivälistä toukokuun loppuun korkeudessa 36.05 ja alenee heinäkuun aikana suoraviivaisesti korkeuteen 36.00 m (Kuva 3). Alaraja ei saa toukokuun puolivälistä elokuun puoliväliin alittaa korkeutta 35.35 m eikä muina aikoina korkeutta 35.20 m. Säännöstely tapahtuu entisen verkatehtaan patolaitteistoilla.

Säännöstelyväli on 85 cm ja se mahdollistaa 1,2 milj. m³ varastotilan käytön. Säkylän Pyhäjärvässä säännöstelyväli on 58 cm. Esim. jaksolla 1978-1983 Littoistenjärven säännöstely kyettiin hoitamaan niin tarkasti, että vesi pysyi lähes koko jakson aivan lähellä ylärajaa (Kuva 3). Lähellä alarajaa järvi kävi vuoden 1976 loka-marraskuussa, jolloin mitattiin arvo 35,25 m. Aivan poikkeuksellisia sääjaksoja lukuunottamatta järven vedenkorkeuden vaihtelut ovat säännöstelyä pienemmät kuin luonnontilassa.

Järvi on laakeana ja avorantaisena tuulille altis. Mataluuden takia sen vesimassan kerrostuminen on avovesikaudella hyvin lievää ja lyhytaikaista.

Valuma-alueen maa-alasta peltoa on 8 % ja metsää n. 60 %. Peltoalueilla on Litorinakauden aikana kerrostuneita sedimenttejä ja on mahdollista että niistä ajoittain huuhtoutuu järveen mm. rikkiyhdisteitä.

Pellot ovat järven yksi kuormittaja. Muita kuormittajia ovat haja-asutus sekä ympäröivät metsät ja tiealueet. Lännen puoleiset tuulet ovat jo kauan kuljettaneet järveen lika-aineita Turusta ja Naantalista ja ilman kautta tapahtuva kaukokulkeutuminenkin on nykyään syytä muistaa.

Littoistenjärven veden laatu

Veden ulkonäkö

Järven vedenlaatua ovat seuranneet Turun vesipiirin vesitoimisto ja Kaarinan kunta. Kesällä näkösyvyys on vaihdellut välillä 1,2 - 1,8 m, kiintoaineen pitoisuus on ollut luokkaa 5 mg/l ja sameus 5 - 10 FTU yksikköä. Näitten tulosten perusteella järvi on avovesikaudella useimmiten melko samea. Sameus johtuu tuulen pohjasta irtottamista aineksista ja vedessä kasvavista levisistä. Keväällä ja syksyllä järveen tulee sameita valumavesiä. Veden väriarvo on vaihdellut välillä 30 - 60, keskiarvo 40 platinayksikköä. Pyhäjärven vesi sisältää vähemmän kiintoainesta ja on selvästi kirikkaampaa: keskimääräinen väriarvo 20 platinayksikköä.

Ravinteet ja tuotanto

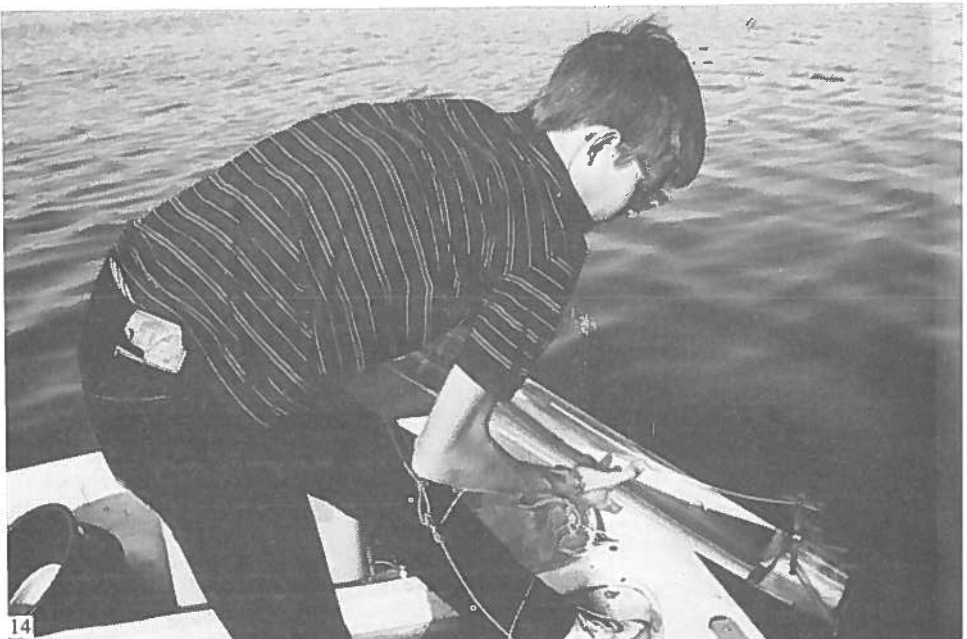
Kokonaisfosforin pitoisuuden perusteella, joka kesällä on vaihdellut välillä 40 - 52 $\mu\text{g/l}$, järven voisi olettaa olevan rehevän. Pyhäjärvestä fosforin pitoisuus on n. 15 $\mu\text{g/l}$. Tyypeä Littoistenjärvestä on jopa hieman vähemmän kuin Pyhäjärvestä. Kesällä pitoisuus on vaihdellut 370 - 580 $\mu\text{g/l}$ ja ollut keskimäärin 490 $\mu\text{g/l}$, kun vas-

taava keskiarvo Pyhäjärvestä on 560 $\mu\text{g/l}$. Raakaveden nitraattipitoisuudelle on asetettu raja-arvo 30 mg/l. Pintavesissä tätä arvoa ei meillä missään ylitetä ja Littoistenjärvestä pitoisuus nousee korkeintaan kymmenenteen osaan sallitusta.

Kasvukaudella 1983 luonnont.kand. Juha Sainio ja vesitoimisto tekivät yhdessä tutkimuksen, jossa seurattiin planktonlevien yhteyttävän aineosan a-klorofyllin pitoisuutta. Tuloksia on käsitelty tarkemmin toisaalla tässä julkaisussa. Todettakoon kuitenkin, että a-klorofyllin pitoisuus 32 havainnon aineistossa vaihteli rajoissa 1,9 $\mu\text{g/l}$ (13.10.) - 11 $\mu\text{g/l}$ (2.5.) ja oli keskiarvona 4,6 $\mu\text{g/l}$. Vastaavia tuloksia järvestä on saatu kesän -78 ja -81 yksittäisissä klorofyllitutkimuksissa. Tulokset ylittävät karun järven yläarvona pidetyn 3 $\mu\text{g/l}$ ja vievät järven luokkaan "lievästi rehevä". Kasvukaudella 1982 Pyhäjärvestä oli vastaavalla jaksolla mitattu a-klorofyllin keskipitoisuus 5,5 $\mu\text{g/l}$.

Hiilen isotoopilla (C^{14}) suoritettavat planktonin perustuotantokyvyn mittaukset ovat antaneet sekä lievästi rehevälle, että rehevälle järvelle tyypillisiä arvoja.

Juha Sainio ottamassa näytteitä putkinoutimella kesällä 1983. Kuva: Kari Harell.



Orgaaniset aineet ja bakteerit

Kaliumpermanganaatin (KMnO_4 :n) kulutus ilmoittaa vedessä olevan kemiallisesti helposti hajoavan aineksen pitoisuutta. KMnO_4 -n-kulutus ilmoitetaan tässä milligrammoina happa litrasa (mgO_2/l). Vesilaitostekniikassa käytetty $\text{mg KMnO}_4/\text{l}$ saadaan kertomalla seuraavat luvut neljällä. Littoistenjärvessä keskiarvo on n. 5 mgO_2/l . Se on sama kuin Pyhäjärvässä ja osoit-

taa humusaineitten vähäisyyttä. Vesilaitoksen havainnoissa esiintyy eräitä lähellä 8 mgO_2/l olevia kulutusarvoja. Ne ajoittuvat lähinnä runsaitten syys- ja talvivalumien aikaan, jolloin mm. paljailta pelloilta tulee järveen normaalia runsaammin eroosioaineita.

Järven hygieeninen tila on hyvä, koska siihen ei tule suoria jätevesipäästöjä.

Suolat

Veden ionikoostumusta on tutkittu kolme kertaa syystäskierron aikana (Taulukko 1). Erot kationien ja anionien yhteismäärien välillä johtuvat määritysten epätarkkuudesta sekä siitä, että useita pieninä pitoisuuksina esiintyviä ioneita, ei ole määritetty.

Kokonaissuolapitoisuus on lähellä Lounais-Suomen järvien keskiarvoa ja noin kaksinkertainen koko maan keskiarvoon verrattuna. Suolapitoisuus Littoistenjärvessä ylittää myös jonkin verran Pyhäjärven arvon. Ero syntyy lähinnä merestä peräisin olevien natriumin ja kloridin sekä sulfaatin suurentamasta pitoisuudesta Littoistenjärvessä. Bikarbonaattien (HCO_3^-) pitoisuus on sensijaan Littoistenjärvessä pienempi. Matalille järville on tyypillistä, että liunneen orgaanisen aineen ja suojojen pitoisuudet kohoavat usein selvästikin talvella. Talvesta riippuen pitoisuuksiin vaikuttavia syitä voi olla moniakin, mutta jään muodostumisen yhteydessä tapahtuva aineitten erottuminen on jokatalvinen vettä väkevöittävä tapahtuma. Littoistenjärvessä 50 cm jääkerros pienentää vesitulavuutta 25 %.

Kyky vastustaa happamoitumista

Sadeveden pH on Lounais-Suomessa 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa ollut keskimäärin 4,4 - 4,5. Ajoittain sade on voinut olla huomattavasti happamampaakin. Rikkilaskema on täällä joka paikassa yli 1 g/m^2 vuodessa, mikä ylittää yli kaksinkertaisesti turvallisenä pidetyn määrän. Turun ja sen naapurikuntien aiheuttama paikallinen rasitus on varmasti lisännyt järven valuma-alueelle laskeutuvien happamien aineitten määrää. Järvesien happamuusasteessa on selvää vuodenaikaisvaihtelua. Kesällä vesikasvien yhteyttämistoiminta kohottaa pH-lukua. Talvella eloperäistä ainesta hajoo jään alla ja pH laskee muodostuneen hiilihapon vaikutuksesta. Nykyään kuitenkin monen järven pH käy alimmillaan keväällä lumien sulaessa, jolloin lumeen varastoitunut rikki ja tykkihappo tulee järveen. Luontaisesti happamilta Litorinasavikoilta huuhtoutuvat happamat yhdisteet tulevat nekin yleensä syksyn ja kevään ylivalumien mukana.

Taulukko 1

Littoistenjärven veden ionikoostumus

tutk.aika	kationit mekv/l				anionit mekv/l				anionit ja kationit yht.	kationit ja anionit yht.
	K	Ca	Mg	Na	kationit yht.	HCO_3^-	Cl	SO_4		
14.11.74	0,06	0,35	0,29	0,30	1,00	0,17	0,23	0,48	0,88	1,88
20.9.78	0,06	0,28	0,30	0,24	0,88	0,16	0,24	0,59	0,99	1,87
5.11.81	0,05	0,27	0,27	0,23	0,82	0,13	0,20	0,40	0,73	1,55

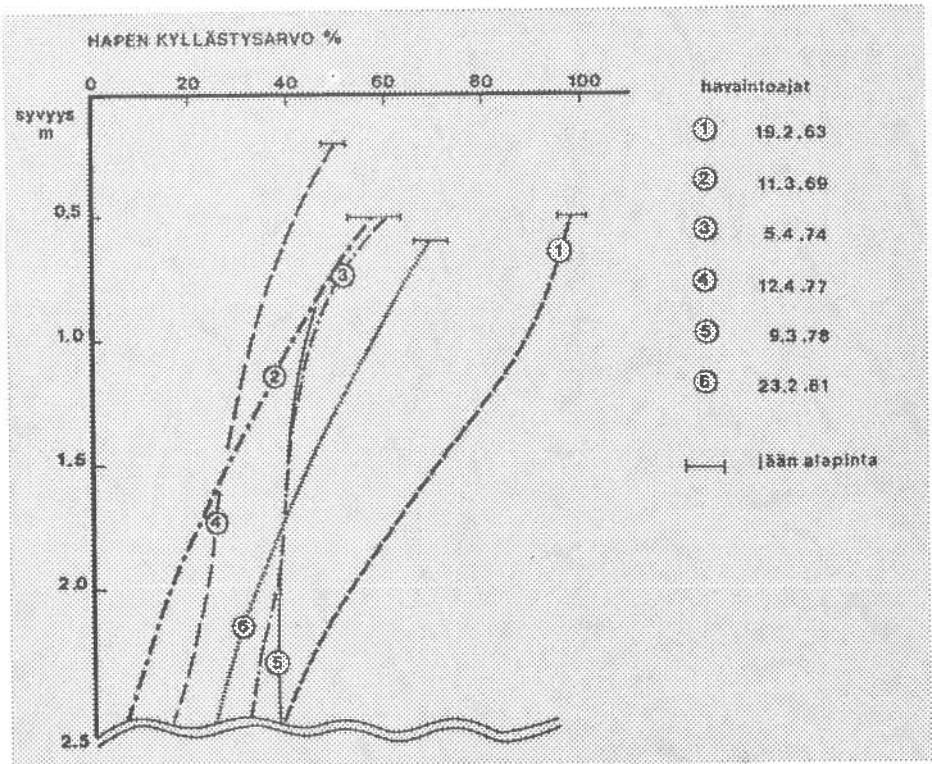
Sadeveden mukana maaperään imeytyvät hapot neutraloituvat yleensä, mutta luottavat samalla eräitä metalleja mm. kalsiumia, magnesiumia ja alumiinia.

Järvellä on normaalisti kyky neutraloida myös lumen sulamisvesien mukana tulleita ja suoraan järven pintaan sataneita happoja. Tämä tapahtuu järveden sisältämän bikarbonaatin avulla. Bikarbonaatteja on runsaasti järvissä, joiden valuma-alueilla on kalkkipitoisia maalajeja tai peltoviljelystä.

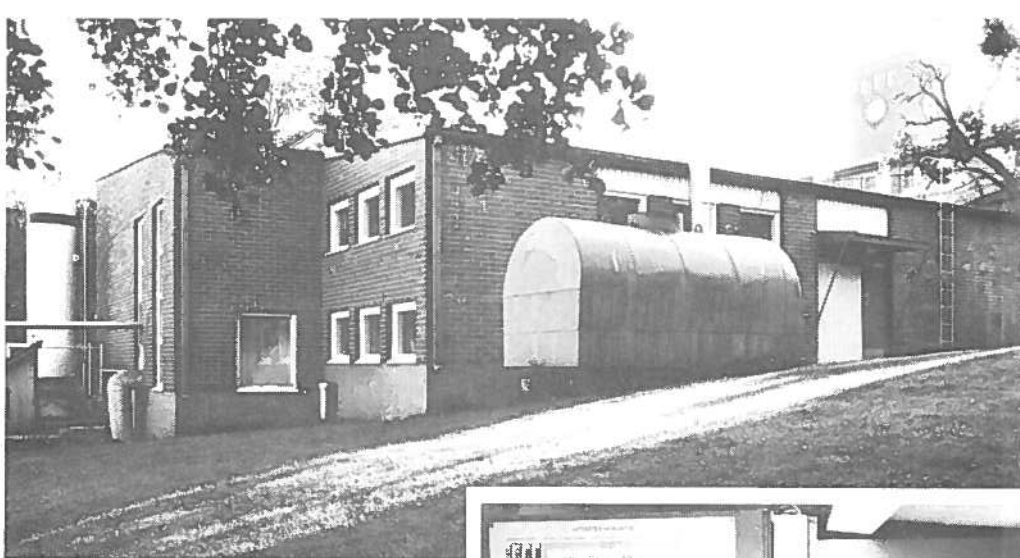
Bikarbonaattipitoisuus ilmoitetaan alkaliniteetti-arvona. Littoistenjärvessä arvo on vaihdellut välillä 0,13 - 0,19 mmol/l. Bikarbonaattien osuus jää alle 20 % anionien summasta. Järvellä on toistaiseksi kohtalaisen hyvä suoja ilmaveintäistä happamuutta vastaan. Vaikka pelloilta tuleva kuormitus useissa suhteissa rasittaaakin Littoistenjärveä, pelloilta huuhtoutuvat kalkkiyhdisteet pitävät samalla yllä veden puskurikykyä.

Happitalous

Koska järvessä ei ole eristyneitä syvänteitä ja vesien kerrostuminenkin jää lyhytaikaiseksi ja lieväksi, hapen pitoisuus ei missään vesikerroksessa pääse laskemaan aivan alas. Alimmat pitoisuudet (Kuva 4) on mitattu talvella, jolloin koko vesimassan keskimääräinen kyllästysarvo on saattanut jäädä alle 50 %. Hapetta on kovinkin talvina riittänyt kalaston toimeentuloon, mutta hapen suhteellisen nopea kuluminen jään alla on sekin merkinä järven kohtalaisesta rehevyydestä. Littoistenjärven happitaloutta käsitellään tarkemmin sivuilla 19-24.



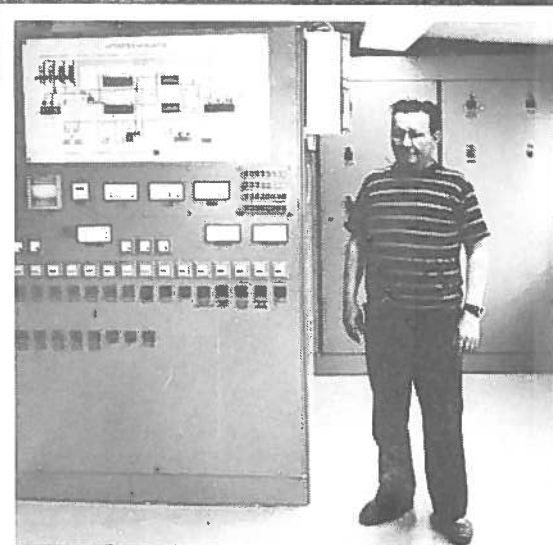
Kuva 4. Littoistenjärven talvisen happitalanteen kuvaaja.



Metallit, fluori ja pii

Raudan pitoisuus on järvessä yleensä 0,3 - 0,4 mg/l ja mangaanin pitoisuus alle 50 µg/l. Em. metallit ovat normaalisti kiinteässä muodossa ja ne on helppo erottaa vedenpuhdistuksessa. Talvella 1977 todettiin korkea mangaaniarvo, n. 300 µg/l, yhdessä alentuneen happipitoisuuden kanssa. Muitten metallien sekä fluorin ja piin pitoisuuksia vesihallitus on tutkinut raakavedestä muutaman kerran (Taulukko 2).

Kaikki pitoisuudet ovat pieniä ja alittavat yleensä varsin selvästi talousvedelle annetut raja-arvot. Pyhäjärveen verrattuna Littoistenjärvessä on enemmän alumiinia ja piitä. Alumiinin suurempi pitoisuus selittyy Littoistenjärven saviaineksen suuremmalla pitoisuudella. Raskasmetallien pitoisuudet, jotka yleensä ovat määritysmenetelmien erotusrajoilla, ovat järvissä samaa luokkaa.



Littoisten vesilaitos ja sen hoitaja Arvi Linkinen kesällä 1983.

Kuvat: Kari Harell.

Taulukko 2

Eräitten metallien, fluorin ja piin pitoisuuksia Littoistenjärvessä

	Al	Cu	Ni	Pb	µg/l		F	SiO ₂
					Zn	Cd		
14.11.74	330		<5	<2	7	<1	210	1700
17.10.77	160	3	3	3	<1	<1	130	1800
20.9.78	120	1	<5	1	<1	<1	260	400
5.11.81	230	3	<5	1	14	<0,1	140	2900
Suurimmat sallitut pitoisuudet talousvedessä (Lääkintöhallituksen yleiskirje N:o 1701)	300	300		5	1000	5	1500	

Veden puhdistus ja käyttö

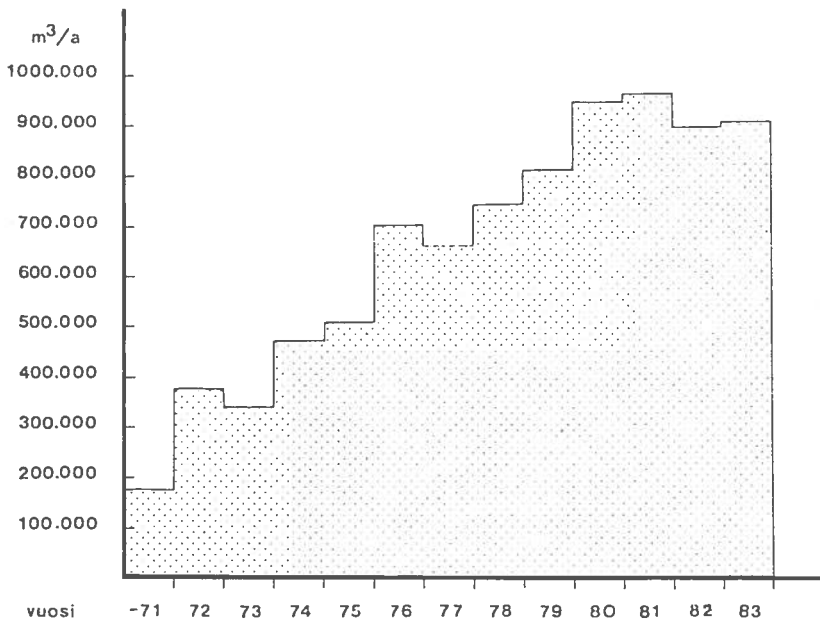
Vanhan verkatehtaan alueella sijaitseva Kaarinan vesilaitos käyttää järven vettä raakaveteenä. Verkostoon johdetun veden määrä on nykyään n. 900 000 m³ vuodessa, mitä lähellä se on viime vuodet pysytellyt (Kuva 5). Puhdistuksessa veteen lisätään aluksi alumiinisulfaattia, teollisuuskalkkia ja hiilidioksidia. Flokkausaltaassa muodostuva saostuma sitoo vedestä suurimman osan orgaanisia epäpuhtauksia. Metalliflokkiin johdetaan paineilmaa ja kuplat nostavat alumiinin ja epäpuhtauksien muodostaman sakan floattaatioaltaan pintaan. Veden pH on tässä vaiheessa n. 6. Sakka kuoritaan pois ja puhdistunut vesi johdetaan monikerrossuodattimeen, jossa vielä jäljelle jäänyttä sakkaa pidättyy. Ennen verkostoon johtamista pH nostetaan jälkikalkilla arvoon 8,2 - 8,3 ja suoritetaan klooraus. Raakaveden ns. etukloorausta, jossa voi syntyä myrkyllisiä trihalometaaneeja, laitoksella ei suoriteta.

Kaarinan vedenkäyttäjät ovat ajoittain valittaneet mm. omien lisäsuodattimiensa nopeasta tukkeutumisesta sekä vedessä esiintyneestä sa-

meudesta. Haittoja on todettu aiheutuneen alumiinista, raudasta ja mangaanista. Nämä ovat pieninä määrinä läpäisseet puhdistuksen ja osa on voinut irrota myös putkistosta. Normaalisti metallit ovat kerääntyneet putkien seinämiin paikkoihin, joissa virtaus on ollut hidasta. Suuret painemuutokset ja virtauksen suunnan vaihtuminen ovat irrottaneet sakkaumat ja kuljettaneet ne kuluttajan kiusaksi.

Kaarinan kunta on parhaillaan vaihtamassa vesilaitokselle uusia kvartsihiekkasuotimia, jolloin ongelman pitäisi oleellisesti helpottua.

Turun seudun olosuhteissa Littoistenjärveä voi pitää varsin kelvollisena raakavesilähteenä ja raakaveden otto on voitu järjestää siten, että siitä järven muulle käytölle koituvat haitat ovat jääneet vähäisiksi. Pahimpina raakaveden laatua huonontavina ominaisuuksina on pidettävä avovesikautena usein runsaita leväkasvustoja, joista aiheutuu ongelmia puhdistuksessa ja joitten erittämät aineet voivat haista ja maistua vesijohtovedessä.



Kuva 5. Kaarinan vesilaitokselta Littoisista verkostoon johdetun veden vuotuinen määrä jaksolla 1971-1983.

Happi on välttämätöntä useimmille eliöille. Vesien eliöt joutuvat tulemaan toimeen veteen liuenneen hapen varassa; vain harvat pystyvät hyödyntämään suoraan ilman happea. Hapen pitoisuus vedessä jää kuitenkin parhaimmillaankin paljon alhaisemmaksi kuin ilmassa, ja usein hapesta on todellista pulaa. Eri eliölajit sietävät eri tavoin hapen niukkuutta. Lohikalat, esimerkiksi taimen, siika ja muikku, vaativat hengissä selvitäkseen korkeita happipitoisuuksia; hauki, ahven ja särki tulevat vähemmällä toimeen, ja ruutana selviää jopa useiden kuukausien pituisista täysin hapettomistakin jaksoista. Selkärangattomista vesien eläimistä sulkasääskien ja surviais-sääskien toukat, harvasukasmadot, kyklooppi-äyriäiset ja sukkulamadot ovat parhaiten sopeutuneet niukkahappisiin oloihin. Täysin hapettomassa ympäristössä kukoistavat kuitenkin vain anaerobiset bakteerit. Nämä hajottavat happea sisältäviä orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä happekseen ja pelkistään samanaikaisesti. Aineenvaihdunnan lopputuotteena ei tällöin olekaan vain hiilidioksidia ja vettä niin kuin hapellisissa oloissa, vaan myös esimerkiksi rasvahappoja, metaania tai rikkivetyä. Juuri rikkivety antaa mustalle, pelkistyneelle pohjaliejulle sen tyypillisen mädän kananmunan löyhkän. Näitä aineita syntyy jatkuvasti syvällä järvien pohjaliejussa hitaassa anaerobisessa hajotuksessa, mutta normaalisti liejun hapekkaan pintakerroksen aerobiset bakteerit hajottavat ne edelleen ennen kuin ne ehtivät veteen.

Hapen pitoisuus vaikuttaa myös suoraan erilaisiin kemiallisiin tapahtumiin vedessä ja pohja-

liejussa. Tunnettuja ovat esimerkiksi raudan liikkeet - hapekkaassa ympäristössä rauta saostuu pohjaan kolmiarvoisena ferrirautana, kun taas hapettomissa oloissa se liukenee uudelleen kahden arvoisena ferrorautana värjäten veden voimakkaan ruskeaksi. Hapen määrään ja raudan liikkeisiin liittyy myös vesistöjen elontointojen kannalta tärkeimmän ravinteiden, fosforin, kiertokulku vesissä. Jos pohjan läheinen vesikerros on hapekas, fosfori saostuu herkästi raudan kanssa ja vajoaa pohjaan. Sen sijaan hapettomissa, pelkistyneissä oloissa fosfori liukenee takaisin veteen, ja saattaa kulkeutua päällysveteen kohottamaan perustuotantoa. Pohjan läheisen veden säilyminen ympäri vuoden hapekkaana onkin vesistöjen yleisen "terveydentilan" kannalta erittäin tärkeää. Hapen loppuminen osaksikin vuotta johtaa uuden, hyvin suuren fosforivirran avautumiseen pohjaliejusta veteen. Tämä alusveden hapettomuudesta johtuva ns. sisäinen kuormitus on usein syynä tietynt vesistön äkillisesti, näennäisesti aiheetta kiihtyvään rehevöitymiseen.

Yhdyskuntien raakavesivarastona käytettävissä vesistöissä happitalouden seuraaminen on siten tärkeää kahdestakin syystä. Hapen riittävyys kaikkina vuodenaikoina takaa sen ettei veteen pääse pohjaliejun syvempien kerrosten anaerobisen hajotustoiminnan myrkyllisiä lopputuotteita, rikkivetyä ja metaania. Toisaalta hapekas vesi hidastaa fosforitason nousua vesistöissä ja ehkäisee siten liialliseen ravinteisuuteen usein liittyviä haitallisia sinilevien massaesiintymisiä, ns. "leväkukintoja".

Happitase - tulojen ja menojen muuttuva summa

Hapen pitoisuus vedessä määräytyy happea veteen tuottavien ja sitä kuluttavien prosessien tasapainon mukaan. Kaikkien tärkein hapen lähde on ilmakehä, josta vedenpinnan läpi liukenee uutta happea kulutetun tilalle. Hapen liukoisuus veteen riippuu ilmanpaineesta sekä ennen muuta veden lämpötilasta: kylmä vesi sisältää enemmän happea kuin lämmin. Vesien happivarasto täydentyy toistakin kautta: kun vihreät kasvit muodostavat hiilidioksidista, vedestä ja veden sisältämistä ravinteista auringon valon avulla orgaanisia aineita, sivutuotteena vapautuu happea veteen. Tällä tavoin kertyvän hapen määrä riip-

puu yhteyttämisen eli perustuotannon tasosta, jota puolestaan säätelevät valo, ravinteet ja lämpötila. Lisäksi vesistöön muualta virtaavat vedet sisältävät liuennutta happea; tämän hapen tulo voi olla talven jääpeitteisenä kautena vallan ratkaisevakin erityisesti matalissa vesissä.

Happea kuluu vedessä kasvien, eläinten ja bakteerien hengityksessä. Tavallisesti bakteerien aineenvaihdunta muodostaa suurimman osan kulutuksessa. Kaikki biologiset toiminnot ovat lämpötilasta riippuvaisia ja niinpä hapen kulu-tuskin nopeutuu lämpötilan noustessa. Erityisen jyrkkä muutos on alhaisissa lämpötiloissa lähel-lä nollaa.

Kesän avovesikaudella happivaraston täydentyminen ilmakehästä on tehokasta ja samanlaisesta yhteyttäminen on vilkkaimmillaan. Vaikka hapen siirtyminen vedessä pelkän diffuusion varassa on äärimmäisen hidasta, tuulen nostattamat virtaukset riittävät silloin yleensä näiden hapenlähteitten turvin pitämään päällysveden ja matalissa vesissä koko vesipatsaan hyvin hepekkäana, kaikkein rehevimpiä vesii lukuun ottamatta. Sen sijaan talvisen jääpeitteen läpi hapeta ei käytännössä lainkaan kulkeudu

veteen. Kasvien perustuotantokin on valon puutteen vuoksi lähes pysähdyksissä, joten hapeta ei sitäkään kautta tule lisää. Jään peittämän vesistön on tultava keväaseen saakka toimeen syystäyskierron aikana veteen liuenneella hapella; täydennystä varastoon tuovat vain myöhäissyksyn valumavedet ja kevättalven mahdolliset sulamisvedet. Onkin helppo ymmärtää, että meidän vesistöissämme hapen riittävyys joutuu useimmin koetukselle nimenomaan talven aikana.

Hapen talvinen kulutus

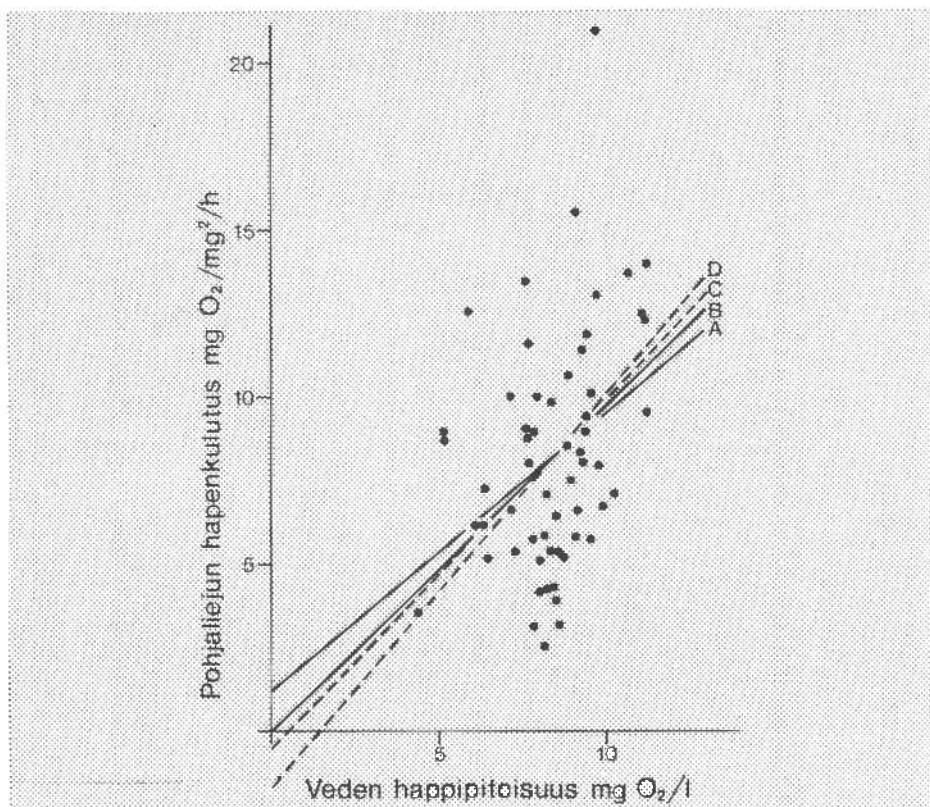
Littoistenjärven fosforitaso on Suomen oloissa varsin korkea. Ravinteisuuden perusteella on odotettavissa, että kasviplanktonin ja pohjalevien perustuotannossa syntyy niin runsaasti hajotettavaa orgaanista ainetta, että hapesta talven jääpeitteenä kautena saattaa tulla pulaa. Turun vesipiirin talvihavainnot osoittavatkin, että hapen määrä pohjanläheisissä vesikerroksissa on joinakin vuosina laskenut loppupalvesta varsin alas. Tästä syystä keväällä 1983 käynnistettiin tutkimus Littoistenjärven happitaloudesta sen selvittämiseksi, voisiko happi jonakin talvena loppua järvestä kokonaan.

Järven veden talviseen happipitoisuuteen vaikuttavat 1) järveen tulevien vesien happipitoisuus ja määrä, 2) järvestä poistuvan veden määrä ja happipitoisuus, 3) vedessä olevan orgaanisen aineen hajotuksen ja plaktoneiläinten hengityksen kuluttama happi, 4) pohjaliejun orgaanisen aineen hajotuksen ja pohjaeläinten hengityksen kuluttama happi, sekä 5) veden pystysuuntainen sekoittuminen, joka tasaa eri vesikerrosten välille muutoin syntyviä happipitoisuuseroja. Littoistenjärven kaltaisessa matalassa ja siten vesitilavuudeltaan vähäisessä järvestä, johon lisäksi tulee vain niukahkosti orgaanista ainetta (humusta on vähän, väriarvot alhaisia ja kemiallinen hapenkulutus melko pieni), pohjaliejun hapenkulutus on ylivoimaisesti tärkein koko vesimassan happipitoisuuden määrääjä.

Mittausta varten Littoistenjärven pohjasta otettiin maaliskuun loppussa ja huhtikuun alussa 1983 mahdollisimman häiriintymättömiä liejupatsaita erityisellä putkinoutimella 1.5 - 2.5 m:n syvyysovyöhykkeeltä. Akryylimuoviputkiin parinkymmenen senttimetrin korkuisen liejukurroksen päälle suljettiin noin kymmenen senttimetrin paksuudelta vettä. Turun yliopiston biologian laitoksen laboratoriossa annettiin kuljetuksessa häiriintyneen liejupinnan rauhoittua muutaman tunnin ajan, minkä jälkeen putkiin

vaihdettiin uusi hapekas vesi. Hapen vähenemistä liejun yläpuolisessa vedessä seurattiin sitten 14 - 24 tunnin jaksoina 3.2°C:n vakioilämpötilassa pimeässä. Mittaukset teki luonnontiet. kand. Juha Sainio. Järven eri osista viideltä paikalta haettujen putkellisten välillä oli jonkin verran hajontaa, mutta tämä ei juuri ylittänyt samalta paikalta otettujen 5 - 10 rinnakkaisputkellisten välistä vaihtelua. Mittausten keskiarvo, 8.5 mgO₂/m²/h, joka perustuu kaikkiaan 58 hapenkulutushavaintoon, edustanee siten kohtuullisen hyvin koko Littoistenjärven pohjan loppupalloven hapenkulutusta.

Yksi hajontaa aiheuttava tekijä näissä mittauksissa oli happipitoisuuden vaihtelu rinnakkaisputkissa. Pohjahengitys riippuu tunnetusti paitsi veden lämpötilasta myös sen happipitoisuudesta. Vaikka putkiin vaihdettiin uusi vesi ennen varsinaisen mittausjakson alkua, hapen alkupitoisuudet vaihtelivat eri kokeissa melkoisesti. Koejakson aikana hapen pitoisuus laski joissakin putkissa jopa alle viiden milligramman litrassa. Täysin odotusten mukaisesti hapenkulutusnopeus alenikin yksittäisten koejaksojen aikana erittäin merkittävästi hapen keskimääräisen pitoisuuden laskiessa (Kuva 6). Riippuvuus vaikutti jokseenkin suoraviivaiselta ja sen kuvaajalle voitiin laskea yhtälö. Vaikka hajonta tämän suoran suhteen on melkoinen, saatu kuvaaja vastaa yllättävän hyvin muista Suomen järvisistä aikaisemmin julkaistuja pohjahengityksen ja hapen pitoisuuden välisiä riippuvuussuhteita (esim. Krogerus & al. 1982).



Kuva 6. Veden happipitoisuuden vaikutus Littoistenjärven pohjaliejun hapenkulutukseen 3,2°C lämpötilassa. Kukin piste kuvaa yhtä mittausta. Suorat A ja B on laskettu tästä aineistosta: suorat C ja D perustuvat Krogeruksen ym. (1982) aineistoon Mäntän edustalta ja Keuruselältä.

Happitaseen laskentaan tarvitaan malli

Jos lähtökohtana käytettäisiin Littoistenjärven jään alle syksyllä jäävää hapen määrää ja olettaisiin ettei happivarastoon tule lainkaan täydennyksiä talven aikana, loppuisi happi mitatulla kulutusnopeudella koko järvestä jo runsaan neljän kuukauden jääjakson aikana eli tavallisina vuosina maaliskuun loppupuoliskolla. Näin ei kuitenkaan tapahdu. Todellisuudessa järveen tulee talven aikanakin jonkin verran hapekkaita valumavesiä. Lisäksi laskelmia mutkistaa hapenkulutuksen hidastuminen sitä mukaa kuin happi vähenee vedestä, olletikin kun tällöin on otettava huomioon pohjan lähelle syntyvä hapen kerrostaisuus. Todenmukaisempien ennusteiden aikaansaamiseksi Littoistenjärven talvisesta happitaloudesta oli siksi laadittava yksinkertainen malli.

Wahlbergin (1913) vuosilta 1908-1912 julkaisemien muistiinpanojen ja vuosina 1978-1983 Kaarinan vesilaitoksella kirjattujen havaintojen mukaan keskimääräinen pysyvän jääpeitteen kesto Littoistenjärvestä on 163 vrk - keskiarvo oli päivälleen sama sekä vuosisadan alkupuolen jaksolla että tuoreimmassa havaintosarjassa. Keskimäärin pysyvä jääpeite muodostuu marraskuun 17. päivänä, mainituilla jaksolla ääripäivämäärät olivat 30.10. ja 10.12. Jäiden lähtö vaihtelee vuosittain vähemmän, ääripäivät ovat olleet 12.4. ja 5.5. ja keskiarvopäivä 27.4. Näillä jaksolla lyhin jäätalvi oli 140 ja pisin 187 vrk. Talvi 1983-1984 vastasi jääoloiltaan sattumalta täsmälleen näitä keskiarvolukemia.

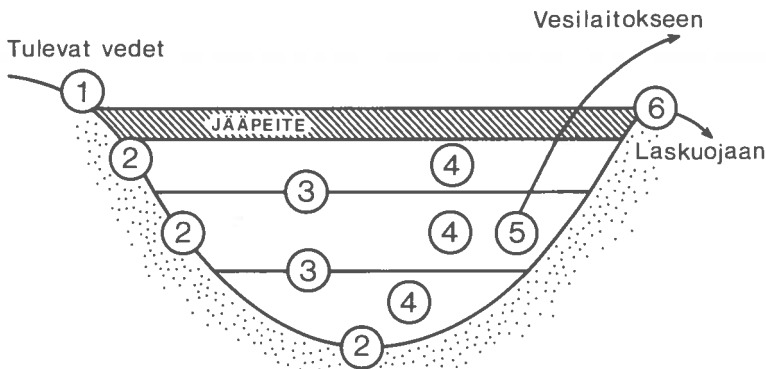
Mallin rakenne

Littoistenjärven happimallin avulla laskettiin järven veden happipitoisuuden muutokset kahdensadan päivän aikana pysyvän jääpeitteen muodostumisesta lähtien. Laskujen aika-akselina oli yksi vuorokausi. Mallissa otettiin huomioon järveen tulevien vesien määrä ja happipitoisuus, järvestä poistuvan veden määrä ja happipitoisuus, veden orgaanisen aineen hajotuksen kuluttama happi, pohjan orgaanisen aineen hajotuksen ja pohjaeläinten hengityksen kuluttama happi sekä veden pystysuuntainen sekoittuminen, joka pyrkii tasaamaan eri vesikerrosten välisiä pitoisuuseroja (Kuva 7). Veden hapenkulutuksen nopeuden oletettiin riippuvan kaliumpermanganaattikulutuksella mitatun orgaanisen aineen määrästä, lämpötilasta ja happipitoisuudesta; pohjan hapenkulutus otaksuttiin riippuvaksi vain lämpötilasta ja hapen pitoisuudesta.

Mallissa järveä käsiteltiin kolmena päällekkäisenä noin metrin paksuisena kerroksena, jotka oletettiin vaakasuunnassa yhtenäisiksi. Syvyysvyöhykkeiden pinta-alat ja tilavuudet laskettiin aluksi Wahlbergin (1913) julkaiseman syvyyskartan perusteella, ottaen huomioon että kyseisen kartan vedenpinnan nollassa vastaa säännöstelyluvussa käytetyllä N43-asteikolla tasoa 36.24 m. Lopullisissa mallissa käytettiin Insi-
nööri toimisto Maa ja Vesi Oy:n luotauksiin perustuvia Littoistenjärven säännöstelysuunnitelman yhteydessä laadittuja pinta-ala- ja tilavuuskäyriä. Järveen tulevien vesien on otaksuttu päätyvän ylimpään kerrokseen, josta myös poistui laskuojan vesi; vesilaitoksen ottama vesi poistet-

tiin keskimmäisestä vesikerroksesta, koska vedenottoputken pää on puolentoista metrin syvyydessä. Jääpeitteen aiheuttamat muutokset ylimmän kerroksen tilavuuteen ja ainesisältöihin otettiin myös huomioon. Jään paksuuden oletettiin tällöin kasvavan tasaisella nopeudella 4.6 mm/vrk neljän kuukauden ajan eli maaliskuun puoliväliin saakka, jolloin suurimmaksi paksuudeksi tuli 55 senttimetriä, ja ohenevan tämän jälkeen vastaavalla nopeudella. Tilavuuden ja vedenkorkeuden muutoksia laskettaessa otettiin myös huomioon, että vain 91.7 % jäästä on vedenpinnan alapuolella.

Veden lämpötilan ja happipitoisuuden vaikutukset sekä pohjan että vesirungon hapenkulutuksen nopeuksiin otettiin huomioon osaksi omista mittauksista ja osaksi kirjallisuudesta johdettujen riippuvuusyhtälöitten avulla. Lämpötilariippuvuuden muoto lainattiin Lammin ja Kosken Pääjärven rantavyöhykkeen pohjahengitystutkimuksista (Bergström 1984) ja hapenkulutustaso sovitettiin nyt tehtyjen mittausten mukaan. Hapen pitoisuuden vaikutus saatiin omista mittauksista kuten edellä kuvattiin. Veden hapenkulutusta laskettaessa käytettiin perustana Lappalaisen (1978) Päijänteen talviselle vedelle ilmoittamaa riippuvuutta veden kaliumpermanganaattikulutuksesta; lämpötilan ja happipitoisuuden vaikutukset laskettiin samalla tavoin kuin pohjan hapenkulutuksen kohdalla. Tällä tavoin saadusta yhtälöstä Päijänteen kesäiselle alusvedelle laskettu ennuste oli varsin hyvin sopuoinnussa Lappalaisen (1978) julkaisemien havaintojen kanssa.



Kuva 7. Littoistenjärven happimallin tärkeimmät osat. 1 = tulevien vesien happi; 2 = pohjaliejin hapenkulutus eri vesikerroksissa; 3 = vesikerrosten välinen hapen vaihto; 4 = veden hapenkulutus; 5 = vesilaitoksen otetun veden happi; 6 = laskuojan kautta poistuvan veden happi.

Mallissa hapenkulutukselle laskettiin ensin vesikerroksen lämpötilan mukainen hapen pitoisuutta $10 \text{ mgO}_2/\text{l}$ vastaava ennuste, jota sitten korjattiin kulloisenkin happipitoisuuden vaikutuksella. Ylimmän vesikerroksen talvilämpötilaksi oletettiin keskimäärin 1.0°C , keskikerroksen 2.5°C ja alimman kerroksen 3.5°C ; lisäksi otaksuttiin kaikkien vesikerrosten lämpötilan nousevan maaliskuun puoliväliä lähtien siten, että lämpötila pohjalla olisi jäidenlähdon aikaan noin 5°C , mikä vastaa harvoja asiasta tehtyjä havaintoja.

Vesilaitoksen otetun veden määrää lukuun ottamatta - vesilaitoksen antamien tietojen mukaan talvella keskimäärin $2800 \text{ m}^3/\text{vrk}$ - tulevien ja lähtevien vesien määrästä ei ole olemassa mitaustietoja. Vedenkorkeuden keskimääräisten talvikautisten muutosten perusteella on kuitenkin laskettavissa, että vaikka laskuojaan ei juok-

sutettaisi lainkaan vettä, Littoistenjärveen täytyy tulla marras-joulukuun aikana vettä vähintään 4500 , keskitalvella 1800 ja maaliskuun puolivälin ja jäidenlähdon välisenä aikana jälleen $4500 \text{ m}^3/\text{vrk}$. Jos taas oletetaan, että koko vuotuisesta vedentulosta neljäsos osuu marras-kuun lopulle ja joulukuulle ja viidennes (puolet kevättulvasta) maaliskuun puolivälin ja huhtikuun puolenvälin välille, tulevan veden päivittäinen määrä olisi syysjaksolla noin 8000 ja kevätjaksolla noin 9500 kuutiometriä. Vedentulon rytmityksessä ja myös jääpeitteen alle tulevan veden kokonaismäärässä on varmasti suuria vuosien välisiä eroja; vaihtelun merkitystä on tutkittu mallin avulla. Tulevan veden lämpötilaksi oletettiin 0°C ja happikyllästykseksi 90% mikä happipitoisuutena merkitsee $13.1 \text{ mgO}_2/\text{l}$. Myös alhaisemman happipitoisuuden vaikutusta tutkittiin mallilla.

Mallin sovitus Littoistenjärven nykytilaan

Mallin kannalta ongelmallisin seikka oli vesikerrosten välisen hapenvaihdon määrittely. Pystysuuntaisesta sekoittumisesta jääpeitteen alla on olemassa hyvin vähän mittauksia. Sekoittumiskertoimen arvot sijoittunevat kuitenkin todennäköisimmin välille $0.01 - 0.1 \text{ m}^2/\text{vrk}$ (Hutchinson 1957; Wetzel 1983); tämä arvo kerrottuna pitoisuuserolla ja rajapinta-alalla antaa kerrosten välisen ainevirran suuruuden. Littoistenjärven happimalliin parhaiten sopiva sekoittumiskerroin haettiin käyttämällä kaikissa muissa mallin kohdissa mahdollisimman todennäköisiä arvoja, ja etsimällä sitten sellainen sekoittumiskertoimen arvo, joka antoi parhaiten havaintoja vastaavat happipitoisuuserot vesikerrosten välille loppupalvella. Turun vesipiirin vuosina 1963-1981 maalishuhtikuussa tekemien havaintojen mukaan Littoistenjärven happipitoisuus oli noin 128 jäävuorokauden jälkeen yhden metrin syvyydellä keskimäärin 5.6 ja kahden metrin syvyydellä $3.7 \text{ mgO}_2/\text{l}$. Edellä kuvattu Littoistenjärven happimalli antoi perusoletuksillaan lähes oikeat ennusteet (5.6 ja $3.9 \text{ mgO}_2/\text{l}$), kun pystysuuntaisen sekoittumisen kertoimelle annettiin arvoksi $0.015 \text{ m}^2/\text{vrk}$ (Kuva 8).

Kun Littoistenjärven happimalli oli siten saatu antamaan keskimääräisiä havaintoja vastaavia ennusteita, voitiin sen avulla kokeilla eri tekijöiden osuutta talvisen happitilanteen kehityksessä. Malli ei ollut erityisen herkkä mahdollisissa rajoissa pysyvälle lämpötilojen tai tulevan veden

määrän vaihtelulle. Näiden tekijöiden vaihtelu vaikutti kevättalviseen happipitoisuuteen pohjan lähellä vain muutamia kymmenesosamilligrammoja; alle metrin syvyydellä - talvisessa läpivirtauskerroksessa - tulevien vesien happipitoisuuden vaikutus voi kuitenkin olla selvästi suurempi, puolitoistakin milligrammaa litraa kohti. Veden hapenkulutuksella samoin kuin sitä säätelevillä tekijöillä ei myöskään ollut mainittavaa vaikutusta lopputulokseen: veden koko hapenkulutustalvikaudella jäi alle $0.5 \text{ mgO}_2/\text{l}$. Veden orgaanisen aineen määrän kolminkertaistaminen alensi kevättalvista happitasoa pohjan lähellä 0.4 ja pintakerroksessa $0.7 \text{ mgO}_2/\text{l}$ lla. Yhden sadasan muutos veden pystysuuntaisen sekoittumisen kertoimessa vaikutti ylimpien vesikerrosten happipitoisuuteen jopa 0.7 mg/l , mutta pohjan lähellä vaikutus jäi enimmillään puoleen milligrammaan litrassa. Kertoimen muutosten vaikutus oli suurin alle $0.02 \text{ m}^2/\text{s}$ arvoilla, eli siis juuri mallissa tarvittua alueella. Pystysuuntaisen sekoittumisen kertoimen tulisi siis olla mahdollisimman lähellä todellisuutta, jotta happimalli tuottaisi kunnollisia ennusteita. Kaikkein ratkaisevin vaikutus mallin mukaan veden kevättalviseen happipitoisuuteen oli kuitenkin pohjan hapenkulutuksen tasolla. Nykyisellä pohjan hengitysvilkkauksella happi ei mallin mukaan loppuisi kokonaan poikkeuksellisen pitkään jäätalven aikana edes yli kahden metrin syvyydestä vesikerroksesta. Loppupalvella sekä

ennusteet että havainnot ovat molemmat silti yhtäpitävästi niin alhaisia, pohjanläheisessä vedessä alle $2 \text{ mgO}_2/\text{l}$, että pohjalajien pinta saattaisi syvimmillä kohdilla jo olla pelkistävä. Ravinneanalyysissä ei ainakaan toistaiseksi ole merkkejä fosforin kevättalvisesta liukenemisesta pohjasta veteen; raja ei siis kuitenkaan ole kaukana.

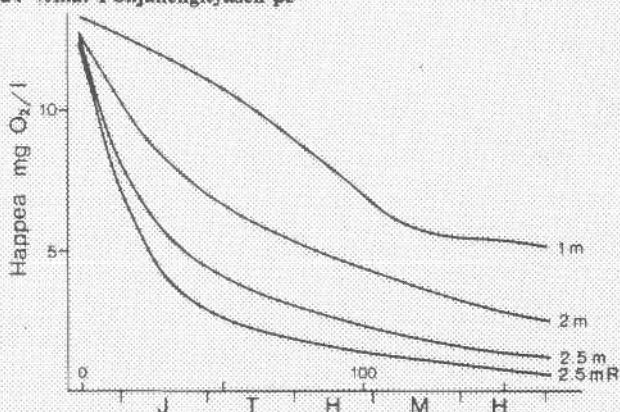
Kesällä Littoistenjärven arvioitu kasviplanktonin perustuotanto vastaa hapentuotannoksi laskettuna noin $1.0 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{vrk}$. Kesälämpötilo-

ja vastaava ennuste pohjan hapenkulutukselle on vain noin $0.12 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{vrk}$. Vaikka tämä luku on todennäköisesti todellista tasoa alhaisempi, on ilmeistä että jo pelkkä perustuotannossa syntyvän hapen määrä riittää kesällä Littoistenjärven tyydyttämään kulutuksen, erityisesti kun otetaan huomioon myös pohjalajien tuotanto. Näiden laskelmien perusteella kesäpäivinä olisi itse asiassa odotettavissa ylikyllästystilanteita hapen suhteen.

Entä jos järven tila muuttuu?

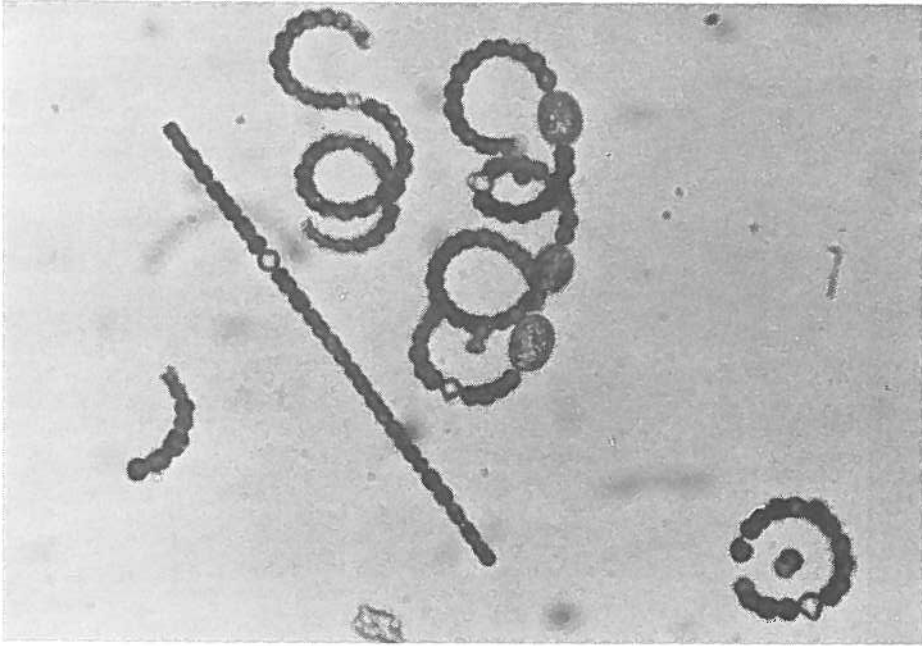
Littoistenjärven happimalli tarjosi erinomaisen mahdollisuuden tutkia rehevöitymisen vaikutuksia talviseen happitalouteen, Ravinteisuuden ja perustuotantotason nousu lisäävät pohjalle vajoavan hajotuskelpoisen orgaanisen aineen määrää ja siten välillisesti kohottavat myös pohjan hapenkulutusta, joka ennako-odotusten mukaisesti osoittautui talvisen happitalouden tärkeimmäksi määrääjäksi. Esimerkiksi kun Littoistenjärveen vuonna 1977 pumpattiin Aura-joen vettä $300\,000 \text{ m}^3$, se johti fosforitason nousuun noin 60 %:lla (Jumppinen 1977). Tällainen nousu oletettavasti tuntuu myös perustuotannossa; Ilmavirran (1982) kokoaamasta suomalaisesta järviaineistosta selvää, että vuotuinen kasviplanktonin perustuotanto kasvaa jokseenkin samassa tahdissa kokonaisfosforitason nousun kanssa. Ruotsalaisten tietojen (Granéli 1979) perusteella on kuitenkin arvioitavissa, että 60 %:n fosforitason nousu kohoittaisi pohjahengitystasoa vasta noin 24 %:lla. Pohjahengityksen pe-

rustuotantoa hitaampi nousu selittyy suurelta osalta happipitoisuuden laskun hajoitusta hidastavalla vaikutuksella. Neljänneksen nousu pohjan hapenkulutussnopeudessa pudottaisi kevättalvisia happiarvoja runsaan puolen milligramman verran litraa kohti eli pohjan lähellä noin puoleltoista happimilligramman tasolle litrassa. Viidenkymmenen prosentin nousu jättäisi pohjanläheiseen vesikerrokseen alle milligramman happea litraa kohti, mikä jokseenkin varmasti johtaisi fosforin liukenemiseen pohjalajista; ylimmässäkin vesikerroksessa pitoisuudet laskevat $4 \text{ mgO}_2/\text{l}$:n tasolle. Littoistenjärven talvisen happitalous näyttää siten olevan varsin herkkä rehevyytensä nousulle, sillä katoille haitalliset ja ravinteiden liukenemiseen pohjalajista johtavat hapen pitoisuudet ovat kovin lähellä jo nykyisin. Littoistenjärven on mitä ilmeisimmän syytä suojata ulkopuoliselta ravinnekuormitukselta mahdollisimman tarkasti.



Kuva 8. Littoistenjärven happitalouden kehitys talven jääpeitteisenä kautena 1, 2 ja 2,5 metrin syvyyksillä. Vaaka-akselin vuorokausiasteikon nollapiste = keskimääräinen pysyvän jääpeitteen muodostumisaika eli 17. marraskuuta. Alin, R:llä merkitty käyrä kuvaa ennustettua happipitoisuuden kehitystä 2,5 metrin syvyydellä, jos pohjalajien hapenkulutus olisi 40 % nykytasoa korkeampi.

KASVIPLANKTON



Mikroskooppikuva sinileivistä, jotka voivat runsaina esiintyessään aiheuttaa huomattavia haittoja. Kuva: Tore Lindholm.

Plankton eli keijusto tarkoittaa vedessä vapaasti keijuvaa eliöstöä, joka ei kovinkaan paljon pysty vastustamaan erilaisia veden virtauksia. Planktoneliöstö jaetaan yleensä kolmeen pääryhmään: kasviplankton eli leväkeijusto, eläinplankton eli eläinkeijusto ja bakteerit.

Kasviplanktonin levät muodostavat vesien perustuotantoketjun ensimmäisen osan. Lehtivihreän tai muiden valoenergiaa sitovien väriainneiden avulla ne rakentavat yksinkertaisista epäorgaanisista aineista orgaanisia yhdisteitä. Eri leväryhmien osuudet vaihtelevat suuresti vuodenaikojen ja järviyryppien mukaan ravinteisuudesta, happamuudesta, humuksisuudesta ja valaistusoloista johtuen. Tyypillisimpiä ryhmiä ovat viherlevät, kultalevät, sinilevät, piilevät ja kätkölevät sekä usein myös silmälevät ja panssarilevät.

Levät tarvitsevat yhteyttämiseen valoa, joten

niiden on pysyttävä valoisassa pintakerroksessa. Vajoamisen estämiseksi leville on kehittynyt erilaisia sopeutumia. Esimerkiksi hennot solurakenteet, lisäkkeet, soluketjut, tähtimäinen muoto, kaasurakkulat ja erilaiset vararavintoaineet auttavat leviä keijunnassa. Pienimmät planktonlevät ovat kooltaan alle 0.001 mm, suurimmat yhdyskunnat useita senttimetrejä. Suurin osa sisävesien kasviplanktonista on alle 0.2 mm ja vain suurten solumäärien muodostamat yhdyskunnat ovat paljain silmin nähtävissä. Kasviplanktonilla on tärkeä merkitys vesiekosysteemin energiataloudessa, sillä levät sitovat yhteyttäessään auringon valoenergiaa orgaanisiin yhdisteisiin kemialliseksi energiaksi. Samalla ne tuottavat suuret määrät happea veteen. Useat eläinplanktonilajit käyttävät kasviplanktonia ravinnokseen ja näin levien sitoma energia kulkee ravintoverkostossa usein ihmiseen asti.

Määrä vaihtelee vuodenaikojen mukaan

Kasviplanktonin biomassassa on talvella jään alla pieni, yleensä alle 0.1 g/m^3 , mutta alkaa kasvaa jo huhtikuussa valon määrän lisääntyessä. Jäiden lähdön aikoihin ja sen jälkeen piilevät muodostavat usein kasviplanktonin valtaryhmän. Kesällä vesien lämmentyä ja valon määrän ollessa suuri vallitsevia ovat karummissa järvissä kultalevät, rehevämmissä viher- ja sinilevät. Keski- ja loppukesällä, erityisesti tyynien sääjaksojen yhteydessä sinileviä nousee pintakerroksiin ja syntyy ns. veden kukinta. Sinileviä esiintyy myös karuissa järvissä, mutta "kukinnat" ovat heikkoja. Rehevissä vesissä sinilevien massaesiintymät voivat aiheuttaa haju- ja makuhaittoja. Syksyllä vesien viiletessä ja valon vähetessä piilevillä voi olla uusi kukoistusjakso ennen talven tuloa.

Kasviplanktonin määrää kesällä säätelevät erityisesti vedessä olevat ravinteet sekä levii syövä eläinplankton. Suomen järvissä planktonlevien määrää rajoittava ravinne on tavallisesti fosfori, joskus harvoin typpi. Jätevedet ja lannoitteiden huuhtoutuminen lisäävät ravinnepitoisuutta ja sitä kautta levämässän kasvua. Kesällä levien tuoremassa on karuissa vesissä yleensä $0.1 - 0.5 \text{ g/m}^3$ ja rehevissä vesissä $1 - 10 \text{ g/m}^3$, levämaksimien aikana jopa $10 - 100 \text{ g/m}^3$.

Piilevät tärkein leväryhmä

Kasviplanktonin kokonaisbiomassassa oli tutkimusjakson aikana keskimäärin 650 mg/m^3 ja vaihteli välillä $96 - 1638 \text{ mg/m}^3$. Kuvassa 10 on esitetty kokonaisbiomassan vaihtelu.

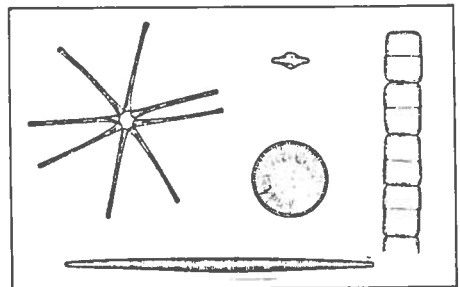
Jos käytetään mittana osuuksia kokonaisbiomassasta olivat piilevät (*Diatomophyceae*) ylivoimaisesti tärkein leväryhmä Littoistenjärvessä. Piilevien esiintymisessä voitiin selvästi erottaa kaksi huippua, joista ensimmäinen ajoittui heinäkuun alkuun, toinen syyskuun loppupuolelle (Kuva 11). Piilevien osuus kokonaisbiomassasta oli tällöin $80 - 90 \%$. Tärkein yksittäinen laji oli tähtimäisinä yhdyskuntina esiintyvä *Asterionella formosa*, jota ensimmäisen piilevämaksimin aikana oli lähes 1000 mg/m^3 (85% levien kokonaismäärästä).

Kultaleviä tavattiin koko tutkimusjakson ajan jonkin verran. Varsinaisten kultalevien (*Chrysophyceae*) "valtakausi" oli toukokuun lopulla, kaksi heikompiä huippua heinä- elokuussa. Kultaleviä kuuluvia panssarisiimaleviä (*Dinophyceae*) esiintyi kesä-, heinä- ja elokuussa. Ne vaati-

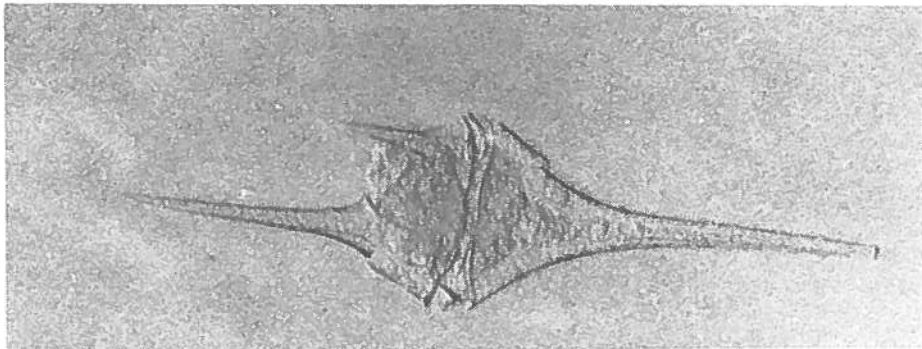
Littoistenjärven kasviplanktonia tutkittiin vuonna 1983 ottamalla kaikkiaan 33 näytettä kevään ja kesän aikana. Näytteenotto alkoi 11.4. ja päättyi 21.10. Yleensä näytteitä otettiin kerran viikossa, ajoittain kuitenkin kaksi kertaa viikossa. Kasviplanktonin laskentaa varten otettiin eläinplanktonnäytteenoton (ks. sivu 30) yhteydessä 100 ml:n näyte, joka Lugolin-liuosta ja formalinia käyttäen säilöttiin pulloon. Varsinaisten kasviplanktonnäytteiden lisäksi otettiin joka kerralla myös $2 \times 2 \text{ l:n}$ vesinäyte a-klorofyllin määrättämistä varten.

Kasviplanktonin määrää tutkitaan esim. mikroskooppisesti laskemalla ja samalla saadaan selville myös lajisto. Toinen menetelmä biomassan arviointiin on fotosynteettisten pigmenttien, lähinnä a-klorofyllin mittaaminen, joka on käytännössä helppo ja nopea menetelmä. Tällä kemiallisella menetelmällä on kuitenkin rajoituksensa. Levissä on eri määrä klorofylliä eri kasvuvaiheissaan ja erilaisissa kasvuoolosuhteissa ja lisäksi eri leväryhmissä on havaittu varsin erilaisia klorofyllipitoisuuksia. Littoistenjärven tutkimuksissa käytettiin molempia menetelmiä: a-klorofyllin määrät (Kuva 9) mitattiin Turun vesipiirin vesilaboratoriossa ja Anna-Liisa Holopainen Joensuun yliopistosta määrittäjä lajiston näytteistä.

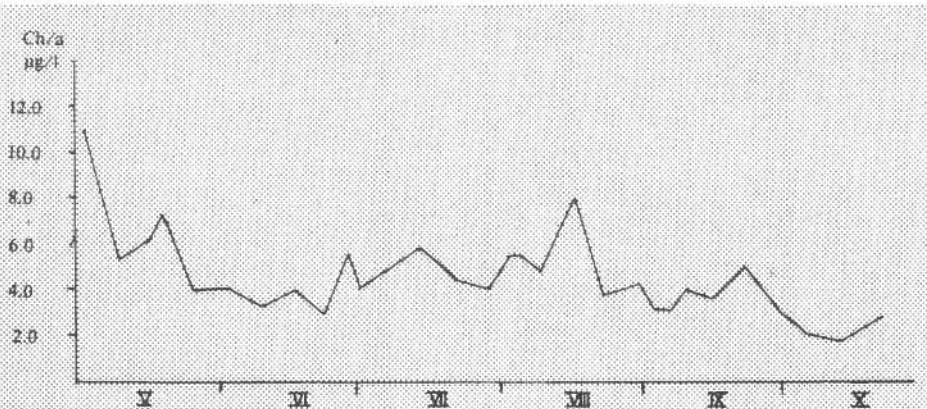
vat puhdasta vettä, vain muutamat *Peridinium*- ja *Glenodinium*-lajit ovat rehevöitymisen ilmentäjiä: viimeksi mainittuja lajeja ei Littoistenjärvessä esiinny ainakaan merkittäviä määriä.



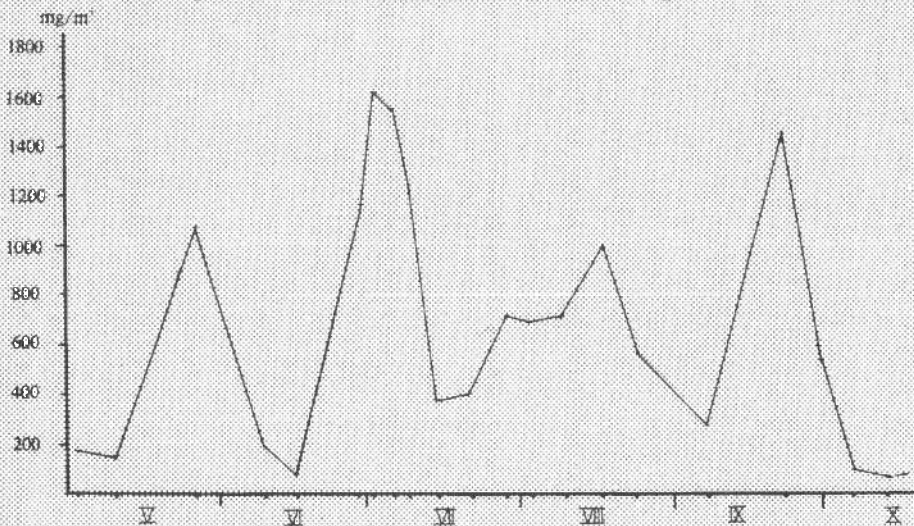
Viisi piilevälaaja valtavasti luonnollista kokoaan suurempina.



Pansarsiimalevä on valtavan suuri leväksi-peräti 0,15 mm. Kuva: Ilppo Vuorinen.



Kuva 9. Laitoistenjärven veden a-klorofyllin määrä vuonna 1983 (µg/l).



Kuva 10. Laitoistenjärven kasviplanktonin kokonaishioman vaihtelu tutkimusajana 11.4.-21.10.1983

Sinileviä yllättävän vähän

Sinilevien valtakausi on yleensä keski- ja loppukesällä, jolloin voi esiintyä runsasta leväkukintaa. Littoistenjärven ravinnetaso valossa voisi odottaa huomattavia sinilevämassoja. Niitä ei kuitenkaan tutkimusvuonna löytynyt. Sinilevien määrät jäivät yllättävän alhaisiksi, alle 200 mg/m³. Sinilevät saattavat runsaina esiintyessään aiheuttaa huomattavia haittoja. Harva eläin kykenee sulattamaan ja käyttämään sinileviä ravintonaan ja täten levien sitomat ravinteet ja orgaaninen aines tulevat käyttöön vasta bakteerien hajotustoiminnan kautta, jolloin voi haju- ja makuhaittojen lisäksi seurata vesialtaan happikato.

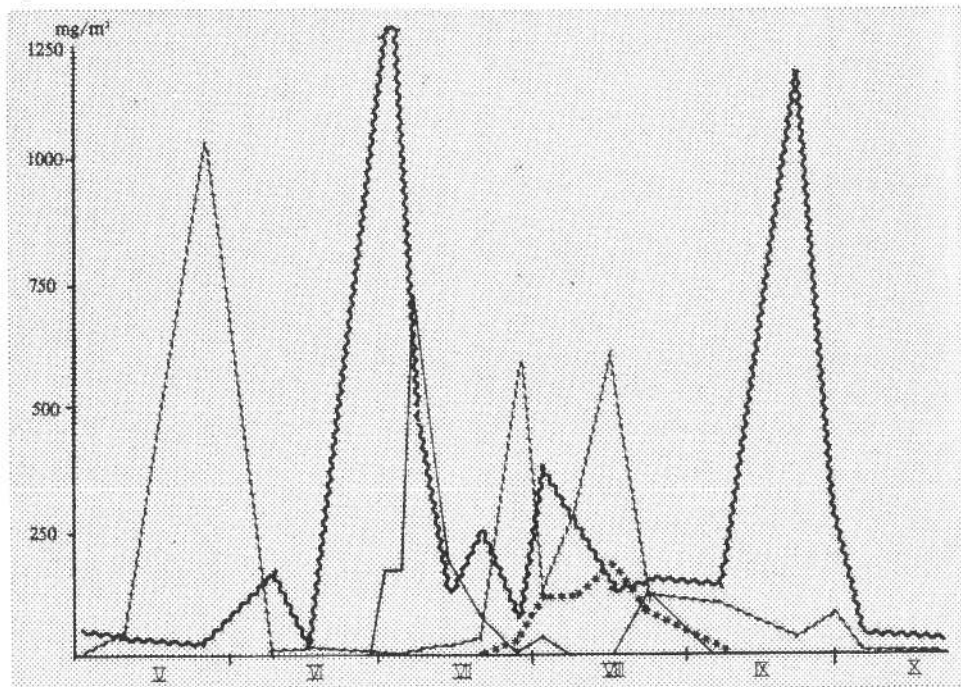
Viherruskolevät (*Cryptophyceae*) on yksi suomalaisten humuspitoisten järvien tärkeimmistä kasviplanktoniryhmistä. Useissa niukkaravinteisissa järvissä niiden osuus kokonaisbiomassasta voi olla yli puolet. Littoistenjärvessä viherruskoleviä tavattiin melko tasaisesti läpi koko avovesikauden. Biomassa oli keskimäärin 55 mg/m³ (maksimi 191 mg/m³) ja prosenttiosuus koko-

naisbiomassasta yleensä alle 20 %, keväällä ja loppusyksyllä kuitenkin 50 - 75 %.

Vihерleviä Littoistenjärvessä on määrällisesti vähän ja esiintyminen oli tasaista koko näytteenottovälin. Varsinaisia viherleviä (*Chlorophyceae*) oli lajimäärää tarkasteltaessa eniten (29), mutta biomassat jäivät alhaisiksi, keskimäärin alle 10 % levien kokonaisbiomassasta. Satunnaisesti esiintyviä viherleviä olivat silmälevät (*Euglenophyceae*) ja *Prasinophyceae*-lajit, joihin kuuluu pieniä siimaeliöitä.

Planktonlevien kokonaislajimäärä oli 79 ja ne jakaantuivat eri ryhmien kesken seuraavasti:

sinilevät (<i>Cyanophyceae</i>)	5 lajia
viherruskolevät (<i>Cryptophyceae</i>)	4 lajia
panssarsiimalevät (<i>Dinophyceae</i>)	5 lajia
varsinaiset kultalevät (<i>Chrysophyceae</i>)	17 lajia
piilevät (<i>Diatomophyceae</i>)	14 lajia
silmälevät (<i>Euglenophyceae</i>)	4 lajia
<i>Prasinophyceae</i> -levät	1 lajia
varsinaiset viherlevät (<i>Chlorophyceae</i>)	29 lajia



Kuva 11. Piilevien (*Diatomophyceae*, ~~~), varsinaisten kultalevien (*Chrysophyceae*, - - -), panssarsiimalevien (*Dinophyceae*, ····) ja sinilevien (*Cyanophyceae*, —) esiintyminen Littoistenjärvessä vuonna 1983.

ELÄINPLANKTON

Eläinplankton muodostaa järvien tuotantoketjun toisen vaiheen. Eläinplanktonin määrä ja lajikoostumus säätelevät kasviplanktonin kasvua ja koostumusta. Tietyt suurikokoiset eläinplanktonilajit ovat runsaina esiintyessään tehokkaita

kasviplanktonin syöjiä; "laiduntaessaan" ne vähentävät voimakkaasti kasviplanktonin määrää ja täten veden käyttöarvo nousee. Eläinplanktonin määrää ja laatua säätelevät puolestaan kalojen ravinnonkäyttö ja osittain kasviplanktonin määrä ja laatu.

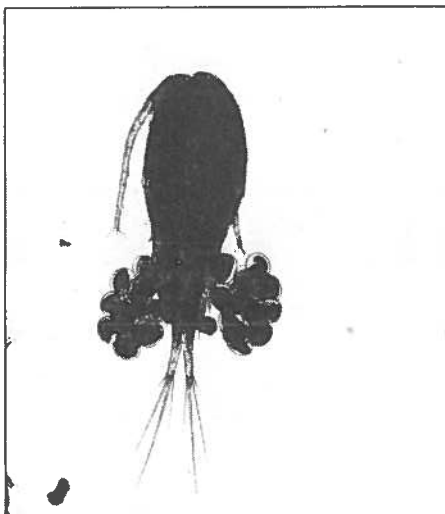
Alkueläimet suurin ryhmä

Yksilömääriä tarkasteltaessa ovat alkueläimet runsain ryhmä. Lukuisimpia ovat kuorettomat ripsieläimet, etenkin helposti hajoavia orgaanisia aineita sisältävien jätevesien kuormittamisissa tai muuten runsasravinteisissa vesissä. Kuorelliset alkueläimet ovat kuitenkin suuren kokonsa ansiosta helpommin havaittavia. Alkueläinten jälkeen yksilömäärältään suurimman ryhmän muodostavat erilaiset rataseläimet. Rataseläimiä tunnetaan kaikkiaan 1800 - 2000 lajia, joista valtaosa elää sisävesissä. Rataseläinten koko vaihtelee 40 µm:n ja 3 µm:n välillä ja on yleensä 100-500 µm. Nimi rataseläin johtuu ruumiin etupäässä olevasta ratasmaisesta ripsikiehkurasta, ns. rataselimestä, jonka synnyttämät vesivirtaukset ovat tärkeitä ravinnonotossa.

Äyriäisiin kuuluvat vesikirput ja hankajalkaiset ovat vesiemme eläinplanktonin helpoimmin havaittavat ryhmät. Vesikirppuja tunnetaan Suomesta vähän alle 100 lajia. Kesällä tavataan yleensä vain neitseellisesti lisääntyviä naaraita. Koiraita esiintyy tavallisesti vain keväällä ja syksyllä; eräillä lajeilla ei koirasta tunneta lainkaan (rataseläimillä koiraita tunnetaan vieläkin vähemmän, vain kymmenesosalla lajeista). Useimmiten vesikirppujen ravintona ovat levät, alkueläimet ja bakteerit, ehkäpä veteen liunneet humusaineetkin. Harvat petomaiset lajit pyydystävät raajoillaan rataseläimiä ja toisia vesikirppuja. Yleensä vesikirput ovat kooltaan 0.5 - 5 mm,



Kuvan laji kuuluu Littoistenjärven soutajahan-kajalkaisiin. Pituus luonnossa 1,2 mm. Kuva: Jouko Sarvala.



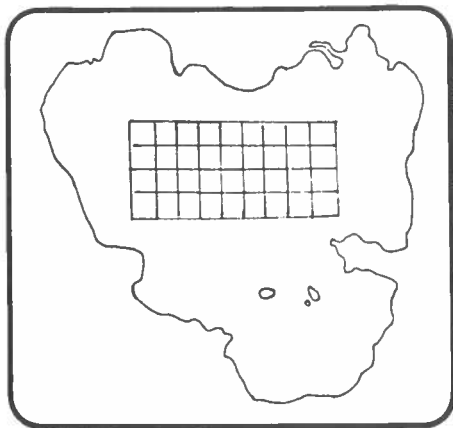
Kyklooppiäyriäinen on luonnossa millimetrin mittainen. Kuva: Jouko Sarvala.

jotkin lajit jopa 10 - 12 mm. Vesikirppujen yksilömäärät ovat suurimmillaan kesän lämpimien vesien aikana. Keijuston hankajalkaiset jakautuvat kahteen lahkoon, kyklooppiäyriäisiin ja soutajahankajalkaisiin. Järven planktonissa on usein yksi runsas kyklooppiäyriäislaji, toisena valtalajina mahdollisesti jokin soutajahankajalkainen.

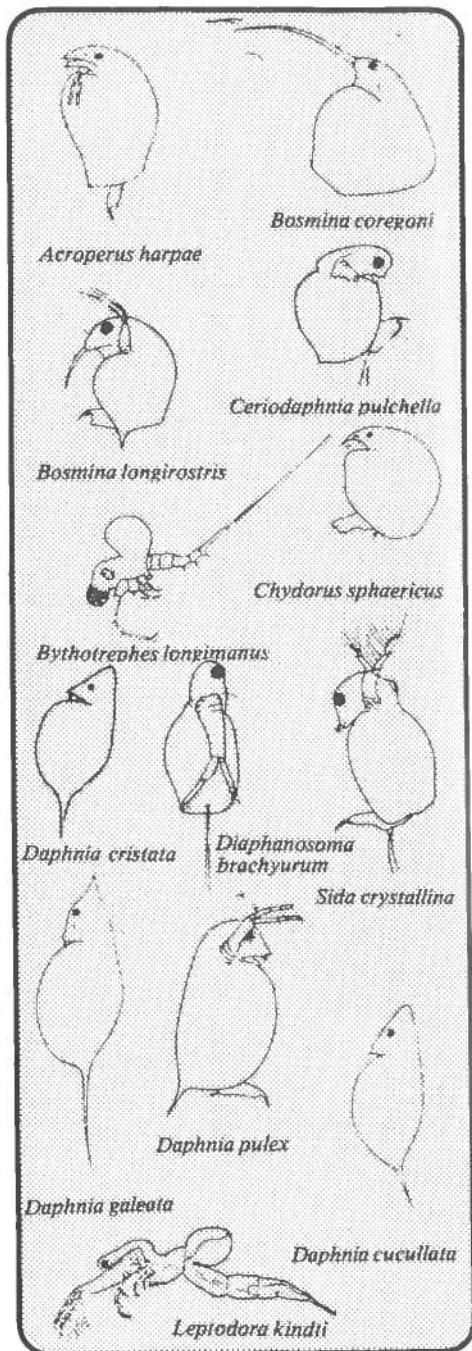
Tutkimusmenetelmät

Littoistenjärven eläinplanktonin tutkimus aloitettiin toukokuun alussa (2.5.) ja näytteitä kerättiin 1 - 2 kertaa viikossa lokakuun loppuun asti (21.10.). Näytteenottoalue jaettiin ruutuihin ja joka kerralla valittiin satunnaisesti kolme ruutua (ks. Kuva 12). Näistä ruuduista nostettiin putkinoutimella kaksi nostoa 0 - 1 metrin ja 1 - 2 metrin vesikerroksista. Nämä yhdistettiin kokoomänäytteeksi saaviin, josta tyhjennettiin planktonhaaviin 10 - 20 l:n vesimäärä. Haavin alapäähän jäänyt plankton tyhjennettiin pulloon ja lisättiin säilöntäaineeksi neutraloitua formaliniä n. 1/10 vesimäärästä.

Laboratoriossa eläinplankton jaettiin kolmeen kokoluokkaan seulojen avulla ja näytettä ositettiin tarpeen mukaan. Eläimet poimittiin pinseteillä preparointimikroskoopin alla objektilasille ja valmistettiin glyserolipreparaateiksi. Näistä eläimet määritettiin, laskettiin ja mitattiin. Pienikokoisimmat eläimet laskettiin planktonmikroskooppia käyttäen. Vesikirput ja järven ainoa soutajahankajalkainen määritettiin lajilleen, rataseläimet ja kyklooppihankajalkaiset laskettiin vain ryhmän tarkkuudella.



Kuva 12. Näytteenottoalueen sijoittuminen Littoistenjärvelle



Kuva 13. Littoistenjärven vesikirppulajit

Vesikirppulajisto muuttunut

Littoistenjärvessä tavattiin 13 vesikirppulajia (Kuva 13) ja yksi soutajahankajalkaislaji - *Eudiaptomus graciloides*.

Seuraavassa lyhyt yhteenveto eri vesikirppula-jeista:

Acroperus harpae ei kuulu varsinaiseen planktoniin, vaan esiintyy ranta-alueella. Laji tavattiin vain pari kertaa.

Bosmina longirostris on runsasravinteisten järvien tyyppilaji. Tämä Littoistenjärven runsaslukuisin vesikirppu saavutti kesän aikana kaksi maksimia (Kuva 14).

Bosmina coregoni -lajia tavataan yleensä kaikenlaisissa vesissä. Littoistenjärvessä se oli edellistä harvalukuisempi: suurimmat yksilömäärät, n. 30 000 yks/m³, olivat syyskuun alussa.

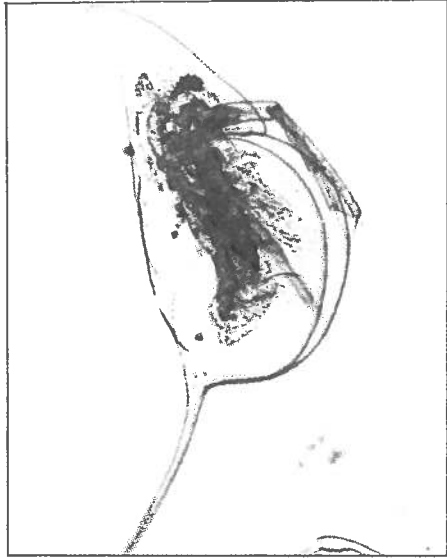
Vain kerran löytyi *Bythotrephes longimanus*, peto, joka kasvaa peräpiikki mukaan lukien n. 10 mm:n mittaiseksi. Laji on tyyppillinen hieman ruskeavetisissä järvissä, eikä yleensä esiinny runsasravinteisissä eikä likaantuneissa vesissä. *Ceriodaphnia pulchella* kuului Littoistenjärvessä suhteellisen vähälukuisena esiintyviin vesikirppuihin (alle 5000 yks/m³).

Chydorus sphaericus on tyyppisesti pienten runsasravinteisten järvien laji, joka esiintyy useimmin rantavyöhykkeessä. Yksilömäärät olivat samaa suuruusluokkaa kuin edellisen lajin.

Daphnia-vesikirppuja oli Littoistenjärvessä neljä lajia. *Daphnia cucullata* oli runsain ja esiintymisessä havaittiin selvästi kaksi huippua (Kuva 14). Laji suosii reheviä vesiä ja puuttuu yleensä karuista vesistä. *Daphnia cristata* oli lähes yhtä runsaslukuisen kuin edellinen laji. *Daphnia galeata* oli edellisiä *Daphnia*-lajeja harvalukuisempi, suurimmat yksilömäärät touko-kesäkuussa ja syyskuun lopulla. Yleensä erittäin reheviä, jopa likaantuneita vesiä suosiva *Daphnia pulex* oli selvästi niukin Littoistenjärven *Daphnia*-lajeista, sitä tavattiin vain pariin otteeseen.

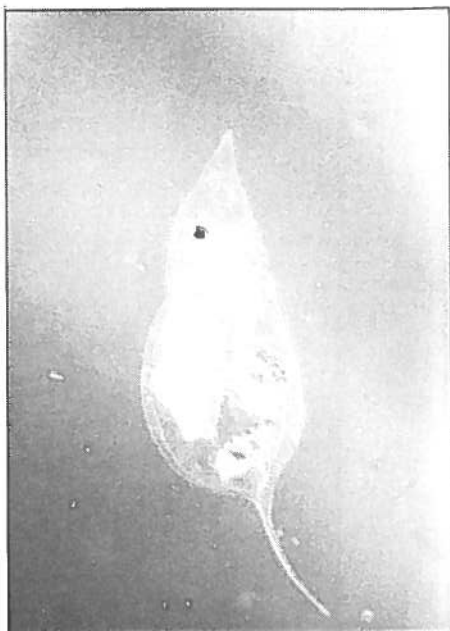
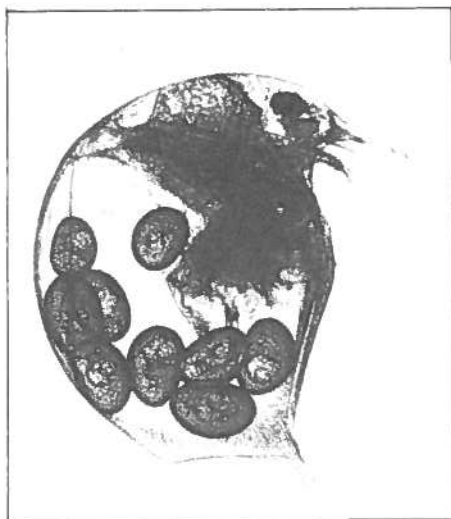
Diaphanosoma brachyurum oli tasaisen harvalukuisen (500 - 1000 yks/m³) alkukesästä aina elokuun loppupuolelle asti, jolloin laji saavutti suurimman tiheydensä n. 10 000 yks/m³. Vain kerran löytyi *Sida crystallina*.

Verrattaessa nykyistä eläinplanktonlajistoa Littoistenjärvessä vuosisadan alussa tehtyyn tutkimukseen (Wahlberg 1913) havaitaan lajistossa tapahtuneen muutamia merkittäviä muutoksia. *Bosmina longispina*, jota nyt ei tavattu lainkaan, oli tuolloin *Bosmina longirostris*ta runsaslukuisempi. *Bosmina longispina* on laji, joka välttää rehevöityneitä vesiä. *Bosmina coregoni* on uusi laji Littoistenjärvessä. Vuosina 1909 - 1912 järvessä oli vain kaksi *Daphnia*-lajia, *Daphnia galeata* ja *Daphnia cristata*. *Daphnia cucullata* ja *Daphnia pulex* ovat siis ilmestyneet järveen viimeisten 70 vuoden aikana.

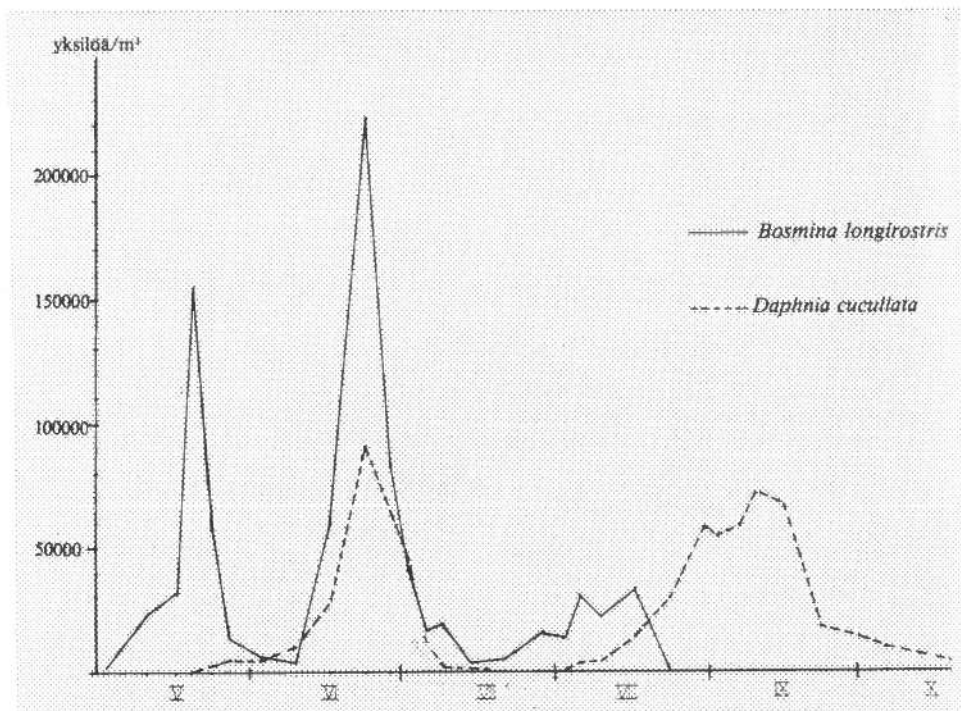


Yläkuva: *Daphnia cristata*. Kuva: Jouko Sarvala. Alakuva: *Daphnia galeata*. Kuva: Ilppo Vuorinen.

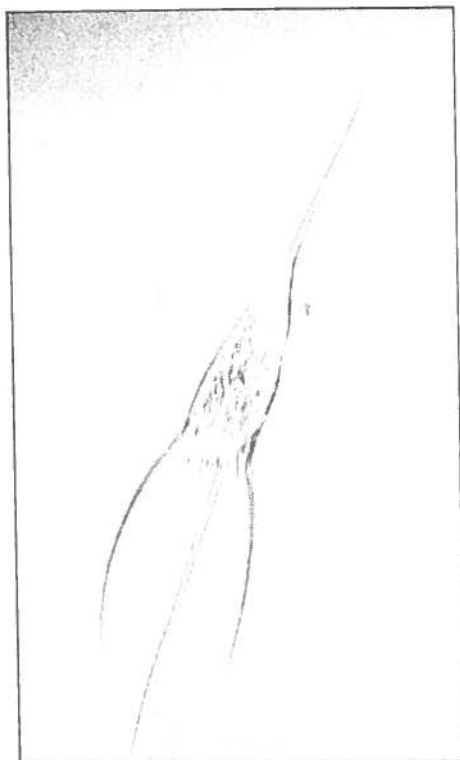
Vuosisadan alun lajeista puuttuivat nyt myös *Holopedium gibberum* ja *Polyphemus pediculus*, jotka molemmat suosivat niukkaravinteisia vesiä. Jälkimmäinen laji elää kuitenkin vain rantavyöhykkeessä, mistä sitä kesällä 1984 Littoistenjärvessä tavattiinkin.



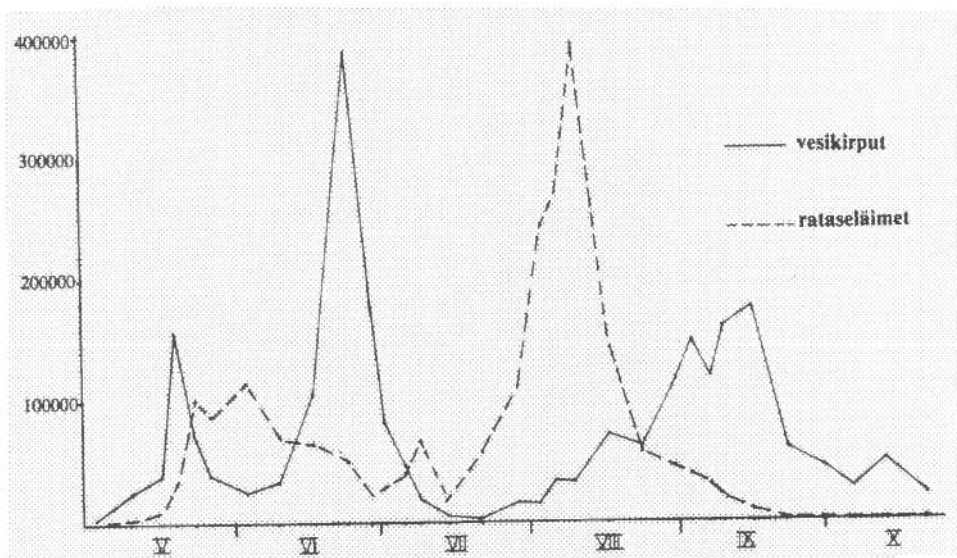
Bosmina longirostris (yllä) ja *Daphnia cucullata* (oikealla). Yläkuva: Jouko Sarvala. Kuva oikealla: Ilpo Vuorinen.



Kuva 14. *Bosmina longirostris*- ja *Daphnia cucullata*-yksilömäärät kesällä 1983.



Kaksi Littoistenjärven rataseläintä: *Polyarthra eurypetra* (yllä) ja *Kellicottia longispina* (oikealla). Kuvat: Ilppo Vuorinen.



Kuva 15. Vesikirppujen ja rataseläinten määrät Littoistenjärnessä vuonna 1983 (yks/m³).

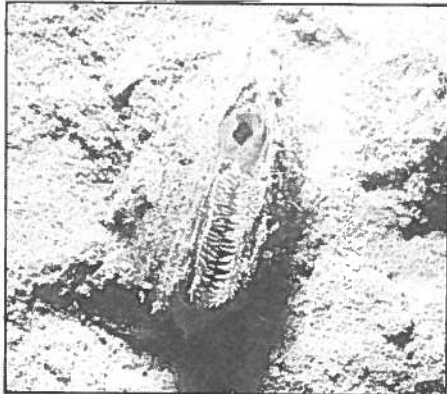
POHJAELÄIMET

Syvissä järvissä varsinainen pohjavyöhyke on elintilana pääasiassa riippuvainen siitä ravinnosta, joka syntyy järven muissa osissa, ennen kaikkea pinnanläheisessä tuottavassa kerroksessa. Petoja lukuunottamatta pohjaeläinten on siten turvauduttava liejun orgaanisiin aineisiin tai niitä hajottaviin bakteereihin. Matalissa järvissä kuten Littoistenjärvessä koko pohja saattaa kuulua tuottavaan vyöhykkeeseen, jolloin esimerkiksi pohjalevien tuotanto on merkittävä ravintolähde. Eräät lajit, kuten petomaiset vesipunkit, uivat tai juoksevat liejun pinnalla. Useimmat kuitenkin möyriävät liejussa - raakkuyriäiset, sukkulamadot, surviaissääskien toukat, erilaiset simpukat jne. Ne ovat enimmäkseen valikoimattomia liejun syöjiä. Koska niiden suoliston läpi kulkee suuret määrät liejua, niillä on pohja-aineksen sekoittajina merkitystä jär-

ven taloudessa. Kuohkeassa liejussa pohjaeläimiä voi olla jopa 20 cm:n syvyyteen asti, edellyttäen että hapeakasta vettä on saatavilla, mutta yleensä asuttu kerros on vain 5 - 10 cm:n paksuinen. Pohjaeläimistön laatua ja määrää rajoittavista tekijöistä on pohjan läheisten vesikerrosten happipitoisuus yksi tärkeimmistä. Karujen järvien pohjassa voi elää jopa 100 - 200 lajia runsashappisen alusveden ansiosta. Rehevissä vesissä lajimäärä voi olla vain murto-osa tästä. Jos happi häviää pohjasta kokonaan, voivat vain tietyt alkueläimet tulla toimeen. Eri pohjaeläimillä on happipitoisuuden suhteen erilaiset vaatimukset. Pohjaeläimistöä tutkimalla voidaankin tehdä johtopäätöksiä happitilanteesta ja järven tuotantotyyppistä. Erot pohjaeläinlajistossa riippuvat osittain myös liejun laadusta ja paksuudesta.

Hyönteisten toukkia eniten

Littoistenjärven pohjaeläinlajiston pääosan muodostivat erilaiset hyönteisten toukat (Taulukko 3). Surviaissääskien toukat olivat yksilömäärältään ylivoimaisesti merkittävin ryhmä. Näitä toukkia on yleensäkin lampien ja järvien pohjalla valtavia määriä, joten niillä on tärkeä osa vesien luonnontaloudessa. Huomiota herättäviä olivat *Chironomus*-lajien toukat, joille niiden sisältämä hemoglobiini antaa punaisen värin.



Järvisimpukkaa tuskin tuntee, kun se loppukestästä peittyi pohjaleviin. Kuva: Petri Tamminen.

Surviaissääskien toukkien jälkeen seuraavaksi runsaimpia ryhmiä olivat erilaiset harvasukamadot, polttiaisten toukat ja päivänkorentojen toukat. Hernesimpukat, vesiperhosten toukat, vesipunkit ja kaislakorentojen toukat olivat yksilömääriltään jo selvästi edellisiä pienemmät. Järvisimpukoita esiintyi paikoin hyvinkin suuria määriä, mutta ei kuitenkaan yli metrin syvyydellä.

Koska Littoistenjärven pohjaeläimistössä on vain vähän pysyviä pohjaeläimiä, on otaksuttavaa, että happiolosuhteet ovat pohjan läheisyydessä ainakin ajoittain kriittiset.

Taulukko 3. Pohjaeläinten yksilömäärät Littoistenjärvessä syksyllä 1983 (yks./m²).

eläinlaji	yks./m ²
surviaissääskien toukat	7 620
harvasukamadot	1 029
polttiaisten toukat	776
päivänkorentojen toukat	415
hernesimpukat	72
vesiperhosten toukat	70
vesipunkit	26
kaislakorentojen toukat	18

KASVILLISUUS

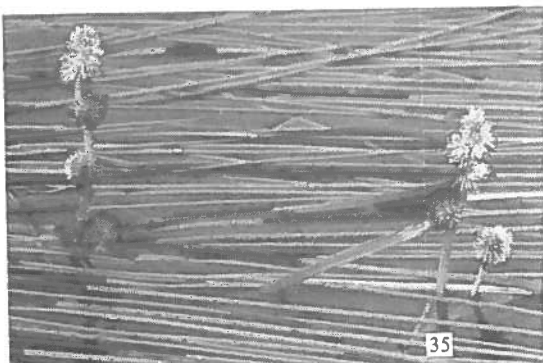


Järvikaisla (yllä) on Littoistenjärven näkyvimpiä kasvilajeja. Siimapalpakko (alla) taas kasvaa paljon näkymättömämmin. Yläkuva: Hannu Rautanen. Alakuva: Heikki Laurila/LKA.

Varhaisin Littoistenjärven vesikasvilajistoa koskeva tutkimus on peräisin jo 1900-luvun alusta (Wahlberg 1913). Laajan planktonia koskevan selvityksen yhteydessä Wahlberg esitti myös vesikasvillisuuskartan järvestä. Kovin suuria muutoksia ei altaan lajikoostumuksessa ja kasvillisuusvyöhykkeisyydessä ole Wahlbergin ajoista tapahtunut. Niinpä esim. kaisla- ja ruokokasvustot ja siimapalpakkomäärät ovat olleet silloin kutakuinkin samaa suuruusluokkaa kuin nykyäänkin. Wahlberg ei kuitenkaan esittänyt kovin yksityiskohtaista lajiluetteloa alueelta.

Maristo (1941) julkaisi koko Suomea käsittävän järviympäristön vesikasvillisuuden pohjalta. Tässä aineistossa oli mukana myös Littoistenjärvi. Teoksen loppuosan kokonaistaulukossa mainitaan kaikki järven vesi- ja rantakasvit, 27 sanikkais- ja siemenkasvilajia. Mariston luettelossa on kuitenkin mukana mm. seuraavat lajit, joita en omassa katsauksessani ole laskenut mukaan varsinaisiin vesikasveihin: *Lysimachia thyrsoiflora* (terttualpi), *Calla palustris* (vehka), *Ranunculus flammula* (ojaleinikki), *Caltha palustris* (rentukka), *Lythrum salicaria* (rantakukka), *Potentilla palustris* (kurjenjalka) ja *Cicuta virosa* (myrkkyykeiso).

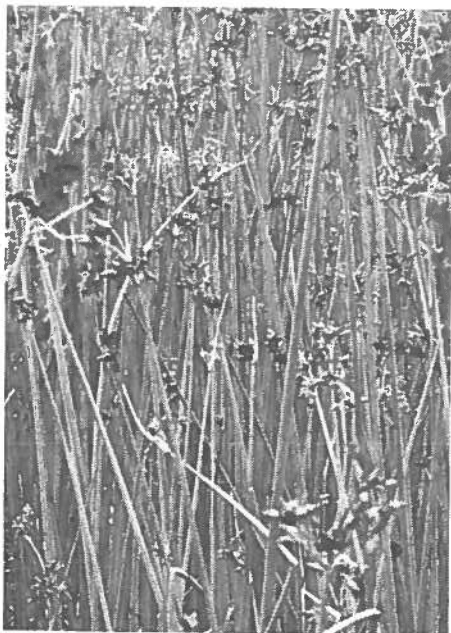
Myöhemmin Nurmi & Velmala (1963) mainitsevat useita Mariston luettelosta puuttuvia vesikasveja Littoistenjärven Liedon kuntaan kuuluvasta osasta. Näistä mainittakoon mm. *Elatine hydropiper* (katkeravesirikko), *Elatine triandra* (kolmihevevesirikko), *Littorella uniflora* (raani) ja *Potamogeton obtusifolius* (tylppälehtivita). Littoistenjärven kasvistosta on lisäksi olemassa Turun yliopiston biologian laitoksen kasvimuseon arkistotietoja sekä eräiden yksityishenkilöiden julkaisemattomia tietoja, jotka olen saanut käyttöön tätä yhteenvetoa varten. Omat kenttähavaintoni ovat peräisin pääosin vuodelta 1983.



Kasvitieteellinen järvityyppi ja muutokset kasvillisuudessa

Littoistenjärvi kuuluu Mariston (1941) luokittelussa karuun korte - ruoko-järvityyppiin (*Equisetum* - *Phragmites*-tyyppi). Kuitenkin nykyisin tätä järvityyppimääritelmää tuskin voidaan soveltaa Littoistenjärveen. Järviällä on pikemminkin tarkasteltava yhdistelmäjärvenä. Siinä on piirteitä kaisla- (*Scirpus*), korte- (*Equisetum*), ruoko- (*Phragmites*), nuottaruoho- (*Lobelia*) ja saratyyppin (*Carex*) vesikasviyhdyksistä, joihin sisältyy myös joukko uposlehtisiä lajeja. Nuottaruoho on heikkona kilpailijana ja puhtaan, happipitoisen veden ilmaisijana taantunut voimakkaasti etenkin järven eteläosassa. Sen tilalla tavataan paikoin runsaana pohjaruuskekäsvinä ja veden lievää likaantumista kestäväinä lajina raani (*Littorella uniflora*). Lievän rehevöitymisen seurauksena ovat alueelle levinneet mm. karvalehti (*Ceratophyllum demersum*), tylppälehtivita (*Potamogeton obtusifolius*) ja vesirutto (*Elodea canadensis*). Näistä karvalehti näyttää tosin nyttemmin kadonneen.

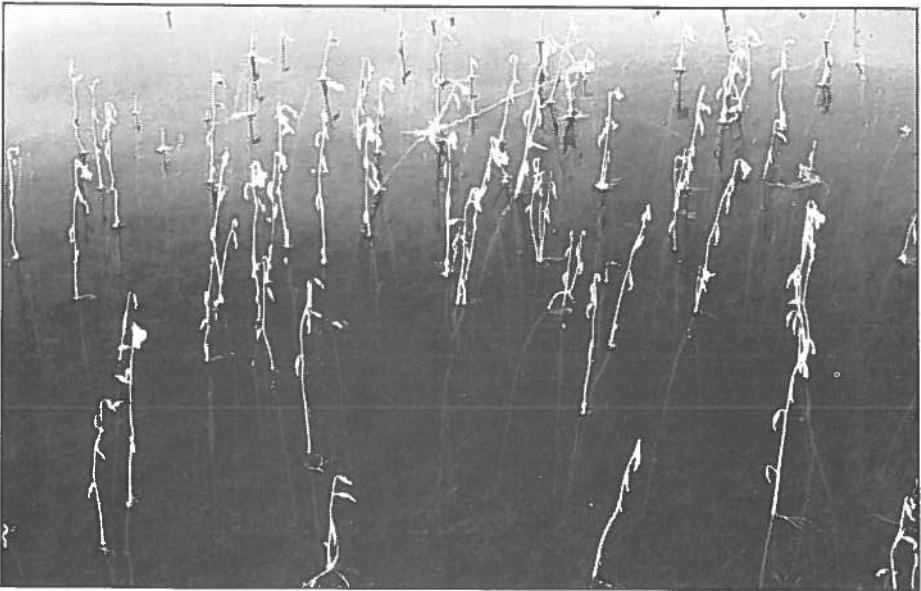
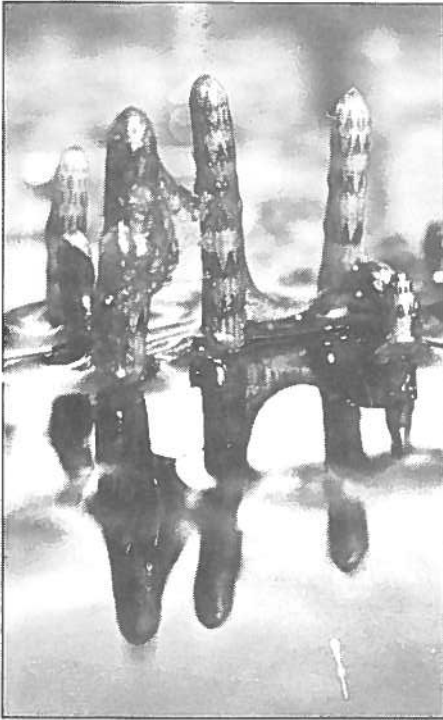
Vene- ja uimarantojen perkausten sekä jään aiheuttaman rantojen kuluminen seurauksena monin paikoin vesirajan seudussa tavataan kilpailukyvyltään heikkoja lajeja melko runsaina. Tällaisia ovat mm. hapsiluikka (*Eleocharis acicularis*), rihmalehtinen rantaleinikki (*Ranunculus reptans*), katkera- ja kolmihedeviesirikko (*Elatine hydropiper* ja *E. triandra*) sekä äimäruoho (*Subularia aquatica*). Todettakoon myös, että kaikki Mariston mainitsemat vesikasvit kasvavat edelleenkin Littoistenjärvessä. Huomionarvoista on kuitenkin, että eräät vaateliaat vesikasvit eivät ole missään vaiheessa pystyneet leviämään alueelle, vaikka lähikasvustoja on esim. Aurajoen vesistöalueella. Tällaisia puuttuvia lajeja ovat esim. haarapalpakko (*Sparganium erectum*), kalmojuuri (*Acorus calamus*), leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), pystykeiholehti (*Sagittaria sagittifolia*) ja sarjarimpi (*Butomus umbellatus*).



Järvikaisla. Kuva: Pekka A. Huttunen/LKA.



(Järvi)ruoko. Kuva: Reijo Wallin/LKA.



Ylhäällä vasemmalla järvikorte varhain keväällä ja oikealla pullosara. Kuvat: Matti Valta, Alhaalla nuottaruoho. Kuva: Pekka A. Huttunen/LKA.

Maarannan lajisto

Vesi- ja rantakasvien välisen rajan vetäminen on eräissä tapauksissa vaikeaa. Tilannetta mutkistavat myös eräiden kasvien alueelliset käyttäytymiserot.

Nämä pääasiassa maarantaan rajoittuneet lajit voidaan toisissa tutkimuksissa viedä vesien, toisissa maankamaraan kasveihin. Tämän takia esim. eräät omat ratkaisuni näyttävät olevan hie- man ristiriidassa Mariston näkemyksen kanssa. Seuraavassa esitän lyhyen tiivistelmän Littois- tenjärven rantavyöhykkeen putkilokasveista. Tulkinnanvaraiset, kenties yhtä hyvin vesikas- veiksi luokiteltavat tapaukset on merkitty pik- kuymprällä.



Ojakärsämö

(*Achillea ptarmica*)

Luhtaröllä

(*Agrostis canina*)

Rönsyröllä

(*Agrostis stolonifera*)

• Vaaleapuntarpää

(*Alopecurus aequalis*)

Tummarusokki

(*Bidens tripartita*)

Harmaasara

(*Carex canescens*)

Tähtisara

(*Carex echinata*)

Jokapalkansara

(*Carex nigra*)

Luhtasara

(*Carex vesicaria*)

Myrkkyykeiso

(*Cicuta virosa*)

Nurmilauha

(*Deschampsia cespitosa*)

Suohorsma

(*Epilobium palustre*)

Luhtavilla

(*Eriophorum angustifolium*)

Nivelvihvilä

(*Juncus articulatus*)

Konnanvihvilä

(*Juncus bufonius*)

Jouhlihvilä

(*Juncus filiformis*)

Terttualpi

(*Lysimachia thyrsoiflora*)

Ranta-alpi

(*Lysimachia vulgaris*)

Luhtakastikka

(*Calamagrostis stricta*)

• Vehka

(*Calla palustris*)

• Pikkuvesitähti

(*Callitriche palustris*)

Rentukka

(*Caltha palustris*)

Luhtalittukka

(*Cardamine pratensis*)

Rantakukka

(*Lythrum salicaria*)

Rantaminttu

(*Mentha arvensis*)

Suoputki

(*Peucedanum palustre*)

Ruokohelpi

(*Phalaris arundinacea*)

Ukontatar

(*Polygonum lapathifolium*)

Katkeratatar

(*Polygonum hydropiper*)

Kurjenjalka

(*Potentilla palustris*)

Ojaleinikki

(*Ranunculus flammula*)

Rantanenätti

(*Rorippa palustris*)

Hanhenpaju

(*Salix repens*)

Luhtavuohennokka

(*Scutellaria galericulata*)

Punakolso

(*Solanum dulcamara*)

Luhtatädyke

(*Veronica scutellata*)



Suoputki kasvaa yksittäin ja suurina kasvustoina paikoin maarannoilla. Kuvat: Hannu Rautanen.

Vesikasvilajisto

Seuraavassa käsittelen lajeittain kaikki Littoistenjärvestä tavatut vesikasvit (sanikkaiset ja siemenkasvit) ja kunkin lajin indikaattorimerkitystä veden kemian ja kasvualueen laadun ilmentäjänä (ks. myös Taulukko 4; nimistö; Retkeilykasvio 1984).

1. Ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica* L.)

Maarannoilla ja matalassa vedessä kasvava laji, joka kuuluu Littoistenjärven lajistoon olematta missään järven osassa huomiota herättävän runsas. Muodostaa syvimmillä kasvupaikoillaan (60–70 cm) pelkkiä kelluslehtiä tai vaikeasti tunnistettavia uposmuotoja. Hyötyy selvästi ihmistoiminnasta ja sietää verraten hyvin vesien likaantumista ja rehevöitymistä. Kookkaimmat yksilöt tavattu suojaisista lahdista venerantojen läheisyydestä.

2. Jouhisara (*Carex lasiocarpa* Ehrh.)

Soistuneita rantoja suosiva, kookas sara, joka Littoistenjärven koillisosassa muodostaa pullosaran kanssa saarekemaisia kasvustoja matalassa vedessä. Kaihtaa reheviä järvirtyyppäjä ja kärsii todennäköisesti myös kasvualueen liiallisesta liettyimisestä. Suosii selvästi kovapohjaisia järviä. Lajin vesikasvustot lisääntyvät Pohjois-Suomea kohden.

3. Pullosara (*Carex rostrata* Stokes)

Edellisen lajin tavoin kovapohjaisten järvien vesirannan kasvi, joka pysyttelee ruovikko- ja kaislikkovoyn sisäreunalla. Voi karuissa järvissä korvata monia vaateliaampia ilmaversoisia lajeja. Laji hyötyy viemäriverisien päästöistä ja voi tällöin tulla poikkeuksellisen rehevääkasvuiseksi.

4. Uposkarvalehti (*Ceratophyllum demersum* L.)

1960-luvulla alueelta löydetty uposkasvi, joka v. 1967 kasvoi melko runsaana Littoistenjärven pohjoisosassa. Varhaisemmalta ajalta samoin kuin 1970-luvultaakaan ei ole enää ainuttakaan havaintoa. Pidän tätä lajia erityisesti silmällä tutkiessani järven vesikasvistoa. Suosii ravinteisia vesistöjä ja hyötyy vesien likaantumisen. Levinnyt alueella todennäköisesti vesilintujen mukana. Toinen mahdollisuus on akvaariovesien tyhjentämisestä syntynyt levikki (vrt. myös vesirutto, *Elodea*). Kasvusto on tuhoutunut todennäköisesti voimakkaan jääeroosion seurauksena. Häviämisen perussyynä voi olla myös järven

ravinteisuus, joka ainakin nykyisellään vaikuttaa riittämättömältä karvalehden viihtymiselle. Vastaavanlaiset kannanvaihtelut ovat tunnettuja lajin koko suomalaisella levinneisyysalueella.

5. Katkeravesirikko (*Elatine hydropiper* L.)

Kilpailukyvyltään hyvin heikko, pohjalehtisiin kuuluva pienvesikasvi, joka esiintyy yleensä 10–50 cm:n syvyydessä. Hyötyy jääeroosiosta ja venerantojen perkauksista. Saasteherkkä laji, joka peratuissa rantavesissä voi levitä räjähdysenomaisesti. Hakeutuu aallokolta suojaisille laituriri- ja huvilarannoille. Kestää huonosti liettymistä. Littoistenjärvestä ei ole tavattu kentällä hyvin vaikeasti tunnistettavaa oikovesirikkoa (*Elatine orthosperma* Düben).

6. Kolmihedvesirikko (*Elatine triandra* Schkuhr)

Esiintymiseltään ja ekologiaaltaan paljon edellisen lajin kaltainen ja muodostaakin sen kanssa usein pienialaisia sekakasvustoja. Kasvaa keskimäärin hieman matalammassa vedessä kuin edellinen laji, usein jopa aivan vesirajassa. Näyttää kestävän katkeravesirikkoa paremmin veden likaantumista.

7. Hapsiluikka (*Eleocharis acicularis* (L.) Roemer & Schultes)

Pääasiallisesti kirkasvetisten, karujen järvien rantalaji, joka kasvaa vesirajan molemmin puolin. Sietää melkoisesti veden samenenemistä ja alustan liettymistä, joskin kukinta tapahtuu säännöllisesti vain vesirajan seudussa. Suosii venerantoja ja rantalaidunnusta (leviää mielellään tallauskohtiin).

8. Rantaluikka (*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult.)

Littoistenjärven ilmaversoislajiston kookkaimpia ja mielenkiintoisimpia edustajia, joka muodostaa paikoitellen kasvustosaarekkeita järvi-ruo'on ja järvikaislan muodostamassa rikkonaisessa kasvustovyöhykkeessä. Viihtyy hyvin kovapohjaisella, niukasti lieteaineksia sisältävällä alustalla. Esintymät keskittyvät järven länsi- ja pohjoisosaan. Kaikki tutkimani kasvustot näyttävät kuuluvan suurikokoiseen, lounaiseen rotuun ssp. *vulgaris* S.M. Walters. Hyötyy selvästi ruohikon ja kaislikon harvuudesta ja hakeutuu mielellään niiden suojaan.

9. Vesirutto (*Elodea canadensis* L.)

Järven uusimpia tulokkaita, joka näyttää ilmentyneen alueelle vasta 1960-luvulla. Leviää helposti pienistäkin verson palasista. Kulkeutuminen järvelle on tapahtunut mahdollisesti kalanpyydysten tai vesilintujen avustuksella tai akvaariovesien tyhjentämisen seurauksena. Myöskään tahallinen istuttaminen ei ole pois laskuista. Viihtyy parhaiten runsasravinteisissa vesissä. Rajoittunut lähes kokonaan Littoistenjärven länsi- ja eteläosan suojaisiin lahtiin. Kukkivia yksilöitä ei ole toistaiseksi tavattu. Muodostaa kalanpoikasille ja vesipieneliöstölle sopivia piilopaikkoja. Yleisin kasvusyvyyys 0,5 - 1 m. Turun välittömästä läheisyydestä ei tunneta muita kasvupaikkoja.

10. Järvikorte (*Equisetum fluviatile* L.)

Vedenjakajaseutujen niukkatuottoisten järvien tyyppikasveja, erityisesti ruskeavetisillä suoranolla. Littoistenjärvenä lajilla ei ole suurempaa merkitystä ilmaversoisvyöhykkeen osakkaana. Tavattu pieninä kasvustoina vain järven pohjoisrannalla. Kasvaa myös emäksisissä vesissä. Suurempina kasvustoina esiintyessään merkinä järven alkavasta umpeenkasvusta (tärkeä pohjaturpeen muodostaja). Muodostaa kasvustoja kaislikko-ruovikkovyön rannanpuoleiseen osaan. Uloimmat yksilöt n. 0.5 m:n syvyydessä. Hauraudestaan huolimatta kestää hyvin jääroosiota. Lisääntyy juurakoiden avulla.

11. Ojasorsimo (*Glyceria fluitans* (L.) R. Br.)

Vesirajan molemmilla puolilla viihtyvä rantakasvi, joka Littoistenjärven itäosassa muodostaa kelluvalehtisiä kasvustoja. Leviää mielellään ruovikon ja maan välisiin venevalkamiin. Niukkatuottoisissa, usein suovetisissä järvissä ehkä runsaimmillaan. Heikko kilpailija. Suosii laidunrantoja ja kestää kohtalaisesti viemäri - ja teollisuusvesiä.

12. Lamparevesikuusi (*Hippuris vulgaris* L.)

Maa- ja vesirannalla viihtyvä laji, joka kasvaa Littoistenjärvenä uposmuotona järven koillisosassa. Karttaa aallokkoisia rantoja, mutta sieää jossain määrin veden likaantumista ja hyöttyy rehevöitymisestä. Laji ei kuulu tutkimusalueen merkittäviin vesikasveihin.

13. Tummalahnaruoho (*Isoetes lacustris* L.)

Tärkeä osakas pohjaruusuksikehittisten vesikasvivyhdyskunnissa, jotka luonnehtivat karuleimaisia vesistöjä. Viihtyy parhaiten happirikkaissa, kirkasvetisissä järvissä, joissa on niukalti ilmaversoisia vesikasveja. Erityisen herkkä vesien likaantumiselle sekä ruo'non ja järvikaislan muodostamille kasvustoille. Littoistenjärven tunnuskasvi jonka runsaudessa tapahtuvia muutoksia on syytä tarkoin seurata. Kasvustojen äkillinen väheneminen osoittaa veden laadun huonone-

mista. Normaalien yksilöiden joukossa tavattavat käyrälehtiset muodot voivat viitata veden kemian paikalliseen epäedullisuuteen. Viihtyy Littoistenjärvenä parhaiten länsiosan kovapohjaisissa, kirkasvetisissä lahdissa. Järven todennäköisesti syvimmällä kasvava pohjaruusuksikasvi. Puuttuu pahiten jääeroosion rasittamilta rannoilta ja kärsii voimakkaasta aallokosta.

14. Rentovihvilä (*Juncus bulbosus* L.)

Matalien, karujen vesien laji, jonka poikkeavan pitkäneviset vesimuodot aiheuttavat usein määritysvaikeuksia. Littoistenjärven itäosassa tavataan matalakasvuisten maamuotojen ohella myös punertavavartaisia uposmuotoja (mf. *fluitans*). Kärsii vesien rehevöitymisestä ja saastumisesta.

15. Pikkulimaska (*Lemna minor* L.)

Ainoa Littoistenjärven pintakellujiin kuuluva laji, jota tavataan hyvin niukalti kaikkein suojaisimpien lahdekeiden perukoista. Tavataan useammin järven läheisissä vesikuopissa.

16. Raani (*Littorella uniflora* L.)

Littoistenjärven lahnaruoho-nuottaruoho-yhdyskuntien tärkeä osakas, joka muodostaa veraten runsaita kasvustoja etenkin Rauhaniemen-Marjaniemen edustalla. Lajin pääasiallinen kasvusyvyys vaihtelee puolesta metriä kahteen metriin. Helposti irtautuvana herkkä aallokolle. Sietää kohtalaisesti veden likaantumista. Kukkivia yksilöitä ei ole tieltävästi tavattu. Vähäsatelaisina kesinä kuitenkin aivan matalassa vedessä kukkivat raanit mahdollisia. Lisääntyy vedenalaisena ruusukerönsyjen avulla.

17. Nuottaruoho (*Lobelia dortmanna* L.)

Varhaisemman ajan Littoistenjärven tunnuskasveja, joka monista vanhoista tiedoista päätellen näyttäisi harvinaistuneen voimakkaasti alueella. Ainakin kukkivat yksilöt kesällä 1983 olivat harvinaisia. Laji on kilpailukyvyttään heikko ja se joutuu helposti alakynteen ruovikon ja kaislikon puristuksessa. Lisäksi kasvualustan liettyminen heikentää kasvuolosuhteita. Kasvusyvyyden ääriarvot ovat 30 cm ja 1,5 m. Samentavien suovesien vaikutus näkyy selvästi Liedon puoleisissa itäosassa. Parhaita kovapohjaisten, kirkasvetisten ja happipitoisten vesien ilmentäjiä - vieläkin parempi kuin tummalahnaruoho.

18. Raate (*Menyanthes trifoliata* L.)

Normaalisti suo- ja lammikkokasvi, joka kuitenkin soistuvilla järvirannoilla muodostaa ulapalle työntäviä lauttoja. Littoistenjärven itäosan kasvustot voidaan rinnastaa tämäntyyppisiksi esiintymiksi. Kärsii vesien pilaantumisesta.

19. Ruskoärviä (*Myriophyllum alterniflorum* L.)

Havaintojen mukaan vasta 1960-luvulla järvelle ilmestynyt niukkaravinteisten vesien laji, joka kasvaa monin paikoin Kaarinan kunnan puoleisella vesialueella. Kukkivia yksilöitä ei kuitenkaan ole löydetty. Karttaa likaantuneita vesiä ja viihtyy parhaiten happirikkaissa vesistöissä. Karttaa samoin kovia, kalsiumpitoisia emäsvesiä.

20. Kiehkuraärviä (*Myriophyllum verticillatum* L.)

Aivan viime vuosina alueelta todettu ravinteisten vesien laji, jota on tavattu niukkana parin ojan suusta järven pohjoisosasta. Hyötyy vesien likaantumisesta. Ei ole tavattu kukkivana.

21. Isoulpukka (*Nuphar lutea* L.)

Järven kelluslehtisten lajien johtokasvi, joka varhaisimpien tietojen perusteella on yleistynyt alueella. Elinvoimaisimmat kasvustot suojaisissa, ruovikkoon rajoittuvissa lahdekkeissa. Kasvualue 1,5 - 3,0 m. Syvemmällä tavattu pelkkiä uposlehtiä. Kohtalaisen hyvin aallokon kestävä.

22. Isolumme (*Nymphaea alba* L.)

Vaatalaana pidetty laji, jonka kokonaislevinneisyys Suomessa itäiseteläinen.

23. Pohjanlumme (*Nymphaea candida* C. Presl.)

Littoistenjärvestä mainittu laji, joka voi olla kuitenkin sekoitettu edelliseen. Omat havainnot puuttuvat.

24. Ruoko (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)

Littoistenjärven vesirannan näkyvimpiä lajeja. Varsinaiset suurkasvustot alueelta kuitenkin puuttuvat, joten lajin tunnettu runsastuminen ei tunnu koskevan tätä järveä. Tilanne on miltei samanlainen kuin Wahlbergin kartassa vuodelta 1913. Sietää vesien likaantumista. Lajin huonovointisuutta järvellä osoittaa suhteellisen niukka kukinta - ainakin kesällä 1983.

24. Purovita (*Potamogeton alpinus* Balb.)

Pikkuvesien kasvi, joka matalissa, suojaisissa järvissä muodostaa pieniä kasvustoja mutapohjaisissa kohdissa. Tavataan usein - tai ainakin eräinä vuosina - pelkästään uposmuotona. Littoistenjärvessä niukasti kukkivana v. 1983. Sietää vähäistä likaantumista ja hyötyy heikkona kilpailijana rantavesien perkauksista.

26. Pikkuvita (*Potamogeton berchtoldii* Fieber)

Lammikkovesien laji, joka järvissä kasvaessaan hakeutuu kaikkein suojaisimpiin kohtiin, aallokon ulottumattomiin. Hyvin laaja-alainen vaati-

muksiltaan, mutta puuttuu kaikkein karuimmista vesistä. Hyötyy vesien rehevöitymisestä. Tavattu vain vesilaitoksen rannalta maihin ajautuneena.

27. Heinäviita (*Potamogeton gramineus* L.)

Kelluslehdellisä muotoa tavattu vain Littoistenjärven koillisosasta pari pientä kasvustoa ruovikkovyön ja maarannan välisestä matalasta vedestä. Yleisesti arvioitu melko vaateilaaiksi lajiksi. Hyötyy vaimistoiminnoista.

28. *Potamogeton gramineus* x *perfoliatus*

Kukkimattomana favattu sekamuoto, jonka Jaakko Nurmi 1960-luvulla tallettanut läheltä Järvelää järven pohjoisosasta.

29. Uistinviita (*Potamogeton natans* L.)

Eräs luonteenomaisimmista lievästi rehevien järvien vesikasveista. Sietää melko hyvin vesien rehevöitymistä. Pieniä kasvustoja kaikkialla järvessä 0,5 - 1,5 metrin syvyyssrajoissa.

30. Tylppälehtiviita (*Potamogeton obtusifolius* L.)

Koko Littoistenjärven vesialueella nykyisin tavattava uposlehtinen viita, jonka ilmestyminen järvelle lienee yhteydessä veden ravinnepitoisuuden nousuun. Sietää myös verraten hyvin humuspitoisia suovesiä.

31. Ahvenviita (*Potamogeton perfoliatus* L.)

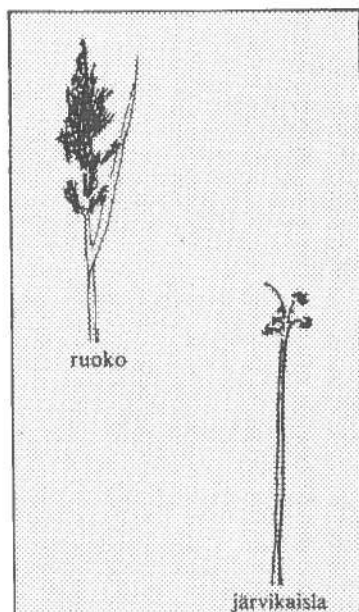
Verraten vaatelias uposviita, jota tavataan kohtalaisen niukkana vesilaitoksen ja Rauhaniemen välisellä alueella, usein vesiruton seurassa. Hyötyy vesien rehevöitymisestä, mutta kärsii viemäriverisistä. Suosii kovapohjaisia rantoja.

32. Pitkälehtiviita (*Potamogeton praelongus* Wulfen)

Kuuluu Littoistenjärven harvinaisimpiin uposlehtilajeihin. Pari niukkaa kasvustoa tavattu järven syvänteissä. Kuuluu alueen uhanalaisimpiin lajeihin. Sietää jonkin verran vesien likaantumista ja rehevöitymistä siitä kuitenkaan varsinaisesti hyötymättä.

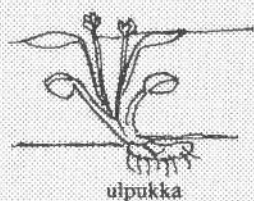
33. Rantaleinikki (*Ranunculus reptans* L.)

Vesirannan luonteenomaisimpia lajeja esim. Kaarinan puoleisessa osassa. Muodostaa rön-syillään hyvinkin yhtenäisiä kasvustoja välittömästi keskimääräisen vesirajan alapuolelle. Kuivina kesinä osa kasvustoista voi jäädä kuiville, jolloin laji kukkii runsaasti. Uloimmat kasvustot n. 1,5 metrin syvyydessä. Suosii avoimia rantoja ja hyötyy rantaruoppauksista. Kuuluu järven runsaimpiin vesikasveihin.

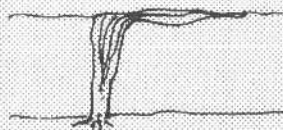


ruoko

järvikaisla



uipukka



palpakko



Kuva 16. Laitiojärven tärkeimmät ilmaversoiset.

1 = järviruoko (*Phragmites australis*)

2 = järvikaisla (*Scirpus lacustris*)

3 = rantaluikka (*Eleocharis palustris*)

4 = järvikorte (*Equisetum fluriale*)



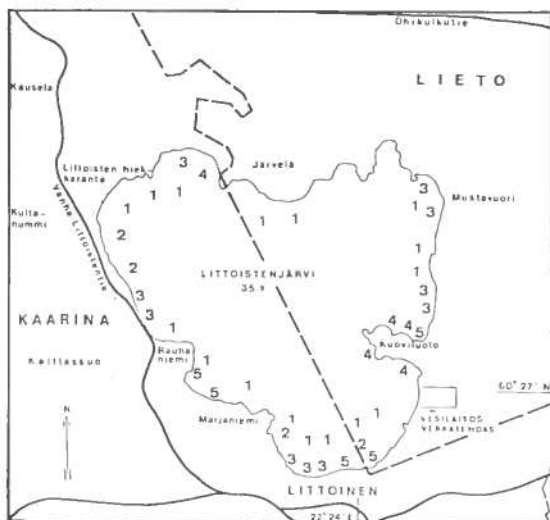
Kuva 17. Laitiojärven tärkeimmät kelluslehtiset.

1 = isouipukka (*Nuphar lutea*)

2 = heinäpalpakko (*Sparganium gramineum*)

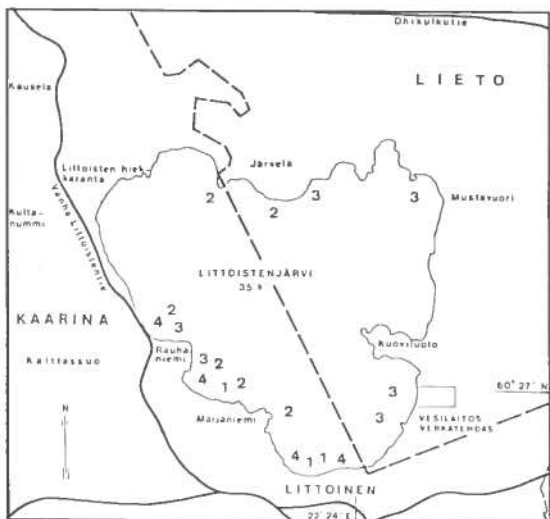
3 = rantapalpakko (*Sparganium emersum*)

4 = uistinviita (*Potamogeton natans*)



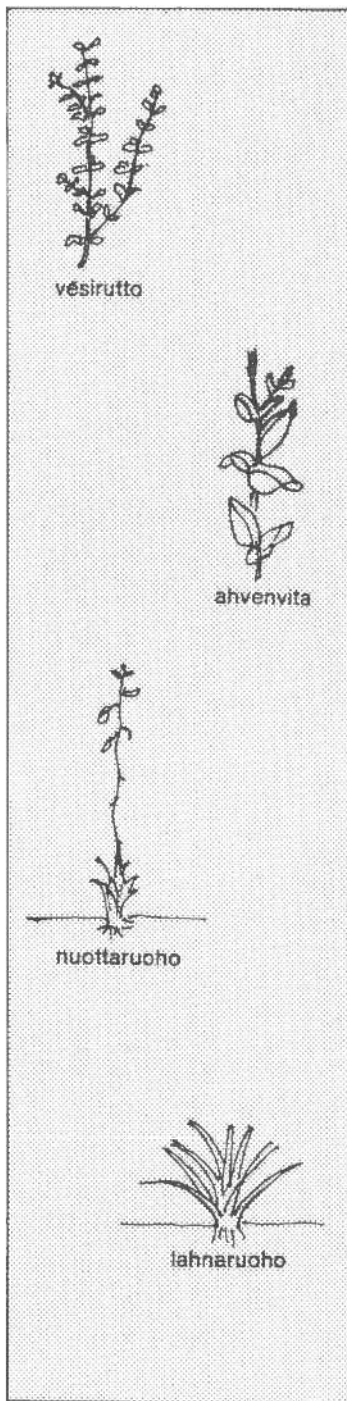
Kuva 18. Littoistenjärven tärkeimmät uposlehtiset.

- 1 = ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*)
 2 = ruskoärviä (*Myriophyllum alterniflorum*)
 3 = typpälehtivita (*Potamogeton obtusifolius*)
 4 = vesirutto (*Elodea canadensis*)

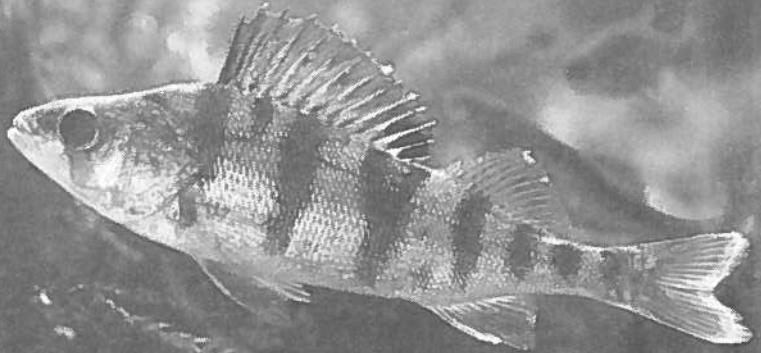


Kuva 19. Littoistenjärven tärkeimmät pohjalehtiset.

- 1 = tummalahnaruoho (*Isoetes lacustris*)
 2 = raani (*Littorella uniflora*)
 3 = rantaleinikki (*Ranunculus reptans*)
 4 = nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*)
 5 = katkera- ja kolmihevevesirikko (*Elatine hydropiper* ja *E. triandra*)



KALASTO



Ahven on järven runsaslukuisin kala. Kuva: Reijo Juurinen/LKA. Viereisen sivun kuva: Kari Harell.

Kalat ovat lintujen lisäksi se osa Littoistenjärven eläimistöä, joka on lähes kaikkien järvellä kävijöiden havaittavissa. Onkijoiden määrä taas kertoo, että järven kalat on huomattu ja niitä yritetään myös narrata ahkerasti.

Vaikka Littoistenjärvellä onkin kalastus verkoilla kielletty, niin järvellä harrastetaan aktiivisesti onkimista. Seuraavassa yritän kertoa mitä sieltä nousee tai mitä ainakin voisi nousta.

Järven kalaston tutkimiseen voidaan käyttää useita eri menetelmiä, joilla saatavat tulokset myös hieman vaihtelevat keskenään. Paras tulos saavutetaan luonnollisesti käyttämällä useaa menetelmää rinnakkain. Kalaston tilan, koostumuksen ja kalojen määrän arviointimenetelmät voidaan periaatteessa jakaa neljään ryhmään: 1) kalastustiedustelut, 2) koekalastukset, 3) kalaston poisto ja 4) muut menetelmät.

Kalastustiedustelu tarkoittaa kirjeellä tai suullisesti tehtyä kalastajan haastattelua. Tällä tavoin kerätään esim. tietoja koko maan kalansaa- liista. Järvikohtaisesti tehtynä sillä saadaan arvokasta tietoa saalis- ja pyydysmääristä ja pystytään täydentämään koekalastusten antamaa kuvaa kalastosta.

Koekalastuksella pyritään saamaan kuva kalastosta jollakin pyyntivälineellä. Yleisin maasamme käytetty menetelmä on kalastus ns. koeverkkosarjalla. Siinä on kahdeksan silmäkooltaan erilaista verkkoa. Muita koekalastusmenetelmiä ovat mm. nuottaus, sukeltaminen ja rysäpyynti.

Kalaston poisto voidaan tehdä pikkulampia myrkyttämällä ja siten saadaan tarkka tieto kaikista lammessa olleista kaloista. Muita joskus käytettyjä tutkimusmenetelmiä ovat esim. kalojen merkintä ja merkkien palautusten seuranta sekä kaikkuluotaus.

Littoistenjärvellä käytettiin kahdeksan verkon koeverkkosarjaa, sillä se on helpoin ja yksinkertaisin tapa saada yleiskuva kalastosta. Sarjassa ovat verkkojen silmäkoot 12, 15, 20, 25, 35, 45, 60 ja 75 mm. Kunkin verkon korkeus on 1.8 m ja pituus 30 m.

Verkot olivat kahdessa neljän verkon jadassa järven itärannan tuntumassa vesilaitoksesta pohjoiseen. Pyyntiajat olivat 15. - 16.8. ja 19. - 20.9.1983 siten, että verkkojen lasku tapahtui illalla ja nosto seuraavana iltana.

Kalansaalis

Saalis oli ensimmäisellä kerralla 16.7 kg ja toisella 11.1 kg. Pyyntituloksia voi pitää hieman tavanomaista järvestä saatavaa verkkosarjasaalista suurempina. Taulukossa 5. on esitelty saalis tarkemmin.

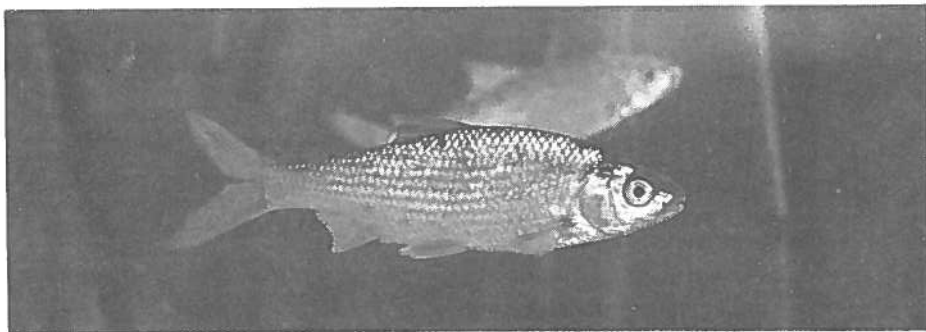
Ahven ja särki muodostavat hyvin selvästi pääosan järven kalastosta. Prosentteina tilanne näyttää seuraavalta:

Kalalaji	Lukumäärä (%)	Paino (%)
Ahven	55.5	50.8
Hauki	0.3	2.0
Kiiski	13.3	2.2
Lahna	0.6	8.8
Särki	29.7	36.1

Taulukko 5. Saaliin koostumus eri pyyntikerroilla.

Kalalaji	15. - 16.8.		19. - 20.9.		Yhteensä	
	yks.	g	yks.	g	yks.	g
Ahven	113	7788	85	6368	196	14156
Hauki	-	-	1	565	1	565
Kiiski	32	480	15	138	47	618
Lahna	1	610	1	1850	2	2460
Särki	77	7869	28	2182	105	10051
Yhteensä	223	16747	130	11103	353	27850





Särki on Littoistenjärven yleisin kala ahvenen kanssa. Kuva: MattiValta/LKA.

Littoistenjärven kalastoa voi hyvällä syyllä pitää tyypillisenä suomalaisen rehevän pikkujärven kalastona, sillä sisävesiemme yleisimmät kalat, ahven ja särki, ovat runsaimpia täälläkin. Erot pyyntikertojen välillä olivat pieniä, joten verkkosarjan esittämä otos kalastosta lieenee oikean suuntainen.

Verkkosarjassa on silmäkooltaan erilaisia verkkoja sitä varten, että saataisiin pyydystetyksi kaiken kokoisia ja ikäisiä kaloja ja sitä kautta

kerätyksi tietoja kalaston rakenteesta, kasvusta jne. Verkkujen valikoiva pyyntikyky näkyy tarkasteltaessa ahvenen ja särjen keskipainoja (Taulukko 6.).

Suurimmat saaliit tulivat 20 - 25 mm:n verkoilla. Se kuvastaa myös ahvenen ja särjen kokoluokkajakaumaa Littoistenjärven. Kiiski ei juurikaan kasva nyt saaliiksi saatuja yksilöitä suuremmaksi, sillä Suomen ennätyskiiskikin on painanut vain 130 g.

Taulukko 6. Saaliit silmäkooltaan erilaisissa verkoissa.

		Verkkokokoo mm							
Kalalaji		12	15	20	25	35	45	60	75
Ahven	yksilöä	17	27	73	76	3	-	-	-
	keskipaino (g)	28	60	59	87	278			
Särki	yksilöä	2	30	56	17	-	-	-	-
	keskipaino (g)	+	37	70	115	-	-	-	-
Kiiski	yksilöä	30	17	-	-	-	-	-	-
	keskipaino (g)	10	20	-	-	-	-	-	-

Kalojen koko

Verkkoihin jääneet kalat punnittiin gramman ja mitattiin millimetrin tarkkuudella. Ahvenista saatiin näin esille seuraavia tiedonmurusia (Kuva 19). Kuvasta puuttuu viisi suurinta ahventa, huippuna 38.5 cm pituinen ja 465 gramman painoinen kōriläs. Kuvasta näkyy selvästi kolme huippua 11, 16 ja 19 cm:n kohdilla. Ne vastannevat 3-, 4- ja 5-vuotiaiden ahventen kokoluokkia. Kuvaan on tähdillä merkitty 3-5-vuotiaiden ahventen keskimääräiset pituudet, mitkä on saatu tutkimalla yhteensä 14 ahvenen suomuja.

Ahvenen kasvua Littoistenjärven voidaan Suomen oloissa pitää varsin hyvänä. Koska isoja 50 - 100 g:n painoisia kaloja on runsaasti, on onkijoilla hyviä saaliita odotettavissa.

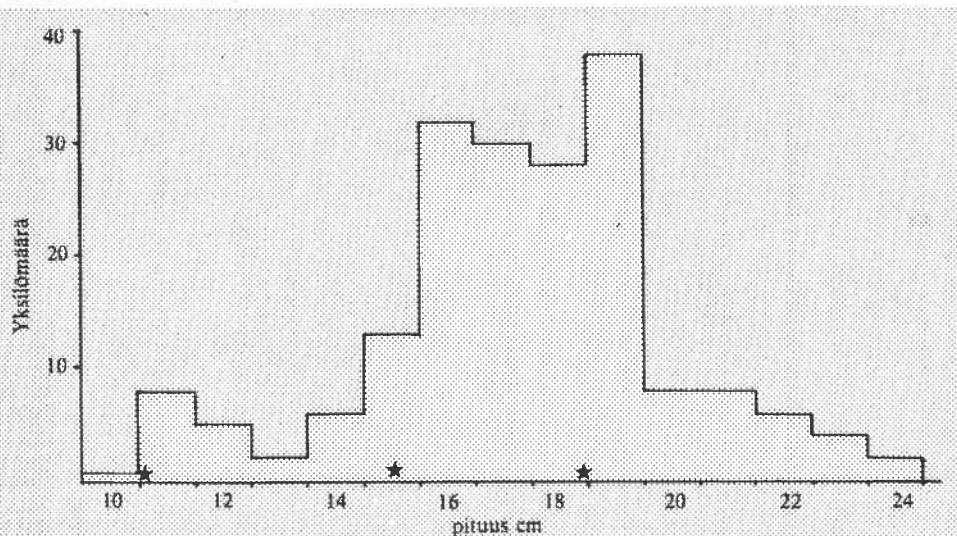
Särjellä (Kuva 20) näkyvät huiput 13, 18 ja 21 cm:n pituuksien kohdalla. Jakauma on kuitenkin verraten tasainen ja mikäli särjet ovat kasvaneet normaalisti, niin 16 cm:n kohdalla pitäisi myös olla yhden ikäluokan "huippu". Särki kasvane kuitenkin sen verran hitaammin, että eri ikäluokkien koot menevät verkkosaaliissa jo

päällekkäin eikä synny eroja, jotka näkyisivät kokoluokkajakaumassa. Kuvasta 20:kin on jätetty pois kolme suurinta kalaa, joista pisin oli 32.3 cm.

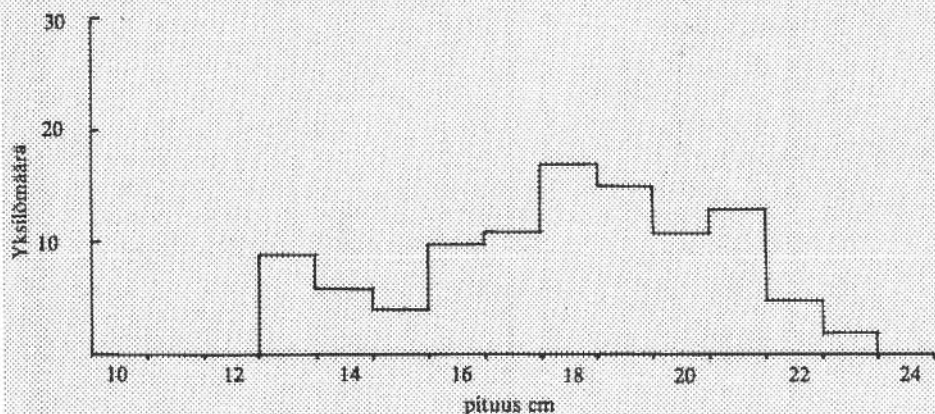
Särjellä ei määritetty ikää, mutta muilla järvilä tehdyistä tutkimuksista voi päätellä, että 13 cm:n pituiset särjet lienevät 4 - 5 vuoden ikäisiä.

Muiden kalojen osuus saaliista oli varsin vähäinen. Kaksi lahnaa ja yksi hauki kertovat, että

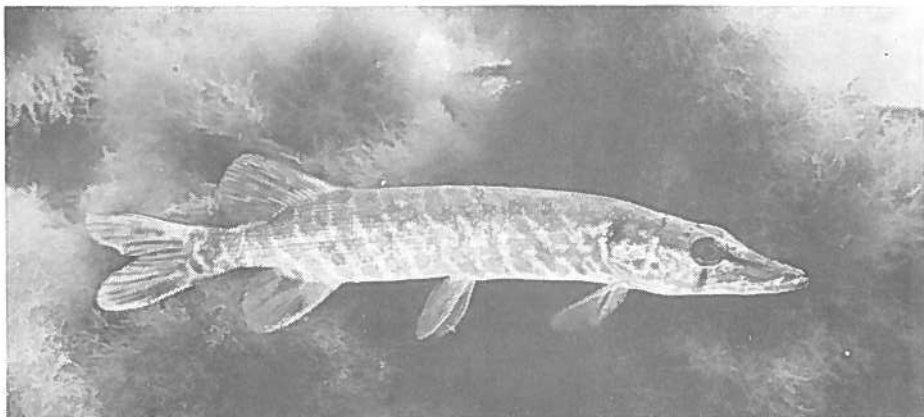
näitäkin lajeja järvessä on, mutta kanta on pieni. Kiiskan kohdalla verkkosarjan tiedetään hieman vääristelevän tuloksia, sillä kiisket eivät tartu lainkaan niin helposti verkkoihin kuin särjet tai ahvenet. Järveen istutettuja taimenia ei tavattu. Ranta-asukkaiden kertoman mukaan niitä on löytynyt jokunen haukien vatsasta, mutta kenenkään he eivät tienneet taimenia saaneen saaliikseen.



Kuva 19. Ahvenien kokoluokkajakauma saaliissa.



Kuva 20. Särkien kokoluokkajakauma saaliissa.



Järven kalamäärä

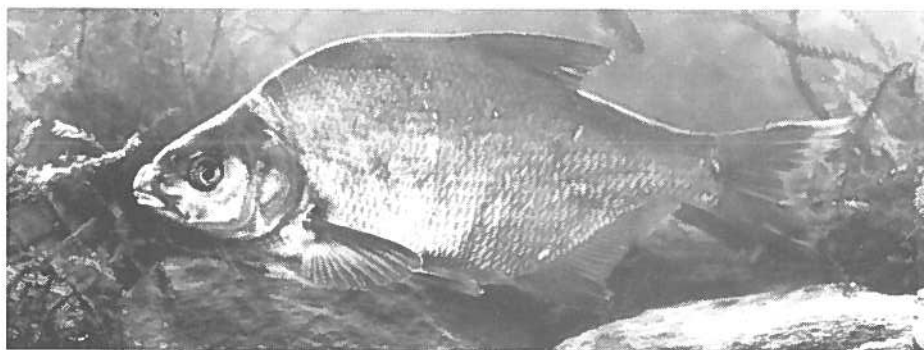
Verkkosarjan saaliin perusteella on arvioitu järven kalamäärää useissa tutkimuksissa. Kaikissa on kuitenkin korostettu siitä, että epävarmuustekijöitä on runsaasti.

Verkkosarjan pyytävyydeksi on arvioitu 5 - 16 % hehtaarilla olevasta kalamäärästä. Tätä arviota on selvitetty sukeltamalla, myrkytyksillä ja merkintäkokeilla. Ilmeisesti kullekin kalalajille olisi laskettava oma ottavuusprosentti, joka vielä voi muuttua vuodenaikojen mukana.

Kaksi verkkosarjaa ei riitä kunnolliseksi aineistoksi, mutta saalistuloksista voidaan arvailla Littoistenjärven kalamäärän suuruusluokkaa, jos verkkosarjan ottavuudeksi oletetaan 10 %.

Em. perusteilla kaloja olisi järvessä noin 140 kg/hehtaari. Littoistenjärvi on kooltaan 145 hehtaaria, joten kaloja olisi siis yhteensä 20 000 kg. Kalatuotannon eli kalojen vuosittaisen yhteisen kasvun on useissa tutkimuksissa arvioitu olevan 30 - 50 % kalamäärästä. Vuosittain kalastettavissa olevan kalansaaliin on taasen arvailtu olevan puolet tuotannosta. Täten laskien voisi Littoistenjärvestä olla mahdollista onkia joka kesä 5000 kiloa kaloja.

Vertailun vuoksi voi mainita, että Säkylän Pyhäjärvellä ovat hehtaarikohtaiset saaliit tähän verrattuna kaksinkertaisia, mutta keskimäärin Suomen järvien kalantuotto lienee selvästi Littoistenjärveä pienempi.



Hauki (yläkuva) ja lahna (alakuva) kuuluvat myös kalalajistoon, joskaan ei kovin yleisinä. Kuvat: Reijo Juurinen/LKA.

VESI - RANTALINNUSTO



Silkkiuikku on järven yleisin ja näkyvin vesilintu. Kuva: Matti Valta.

Linnut ovat Littoistenjärven eläimistön näkyvin ja helpoimmin havaittavissa oleva osa. Huolimatta siitä, ettei pesivän linnuston määrä ole kovinkaan suuri, järvenselällä ja luodoilla lepäilevät lokkiparvet saattavat antaa toisenlaisen käsityksen. Littoistenjärvi sijaitsee sopivasti lokkien suosimien ruokailupaikkojen - Topinojan ja Kaarinan kaatopaikan - välissä.

Littoistenjärven suhteellisen niukka kasvillisuus kertoo heti asiantuntijalle, ettei vesi- ja rantalintuja voi olla paljon. Järven linnusto ei olekaan asianharrastajia sanottavammin kiinnostanut. Vasta vuonna 1968 (Esa Lehikoinen, suull. ilm.) laskettiin Littoistenjärven vesilinnusto ensimmäisen kerran. Vihdoin vuonna 1981 Kauko Maskulainen laski koko linnuston.

Tutkimusmenetelmät

Linnuston laskennassa noudatettiin Suomessa yleisesti käytettyjä Linkolan (1959) ja Siiran (1959) suosittelimia ajankohtia soveltaen. Pesivän linnuston määrä arvioitiin touko-kesäkuussa neljällä laskentaretkellä (4.5., 20.5, 6.6. ja 14.6.). Järvi kierrettiin varhain aamulla rantoja soutuveneellä seuraillen lukuunottamatta ensimmäistä laskentakertaa, jolloin järvi kierrettiin jalkaisin.

Pesivä vesilinnusto

Lajisto ja lajimäärä

Littoistenjärvellä pesi vuonna 1983 neljä vesilintulajia (Taulukko 7): silkkiuikku, heinäisorsa, telkkä ja tavi. Etelä-Suomen sisävesissä pesii 17 vesilintulajia (Lehikoinen 1977). Millään järvellä ei pesi kuitenkaan kaikkia lajeja, koska lajien ympäristövaatimukset ovat erilaisia.

Lehikoinen (1977) jakaa vesilinnut pesimäympäristövaatimustensa mukaan kolmeen ryhmään viitaten Palmgrenin (1936) ja Fjeldsán (1973) tutkimuksiin. Sotkatyyppin lajit vaativat rehevää vettä. Uikkutyyppin lajit ovat vaatimatompia, mutta tarvitsevat kuitenkin edellisiä lajeja syvempää ja avoimempaa vettä. Kuikkutyyppin lajit puolestaan vaativat syvempiä ja karumpia vesiä. Näin voidaan puhua kolmesta lintujärviyypistä. Nyroca - (sotka-) Podiceps-(uiku-) ja Gavia- (kuikka) järvet.

Littoistenjärvellä ei pesi sotka- eikä kuikka-järvien lajeja. Sensijaan silkkiuikku edustaa uikkujärvien lajeja. Muut pesivät vesilinnut ovat niin sopeutuvia, ettei niitä voi sijoittaa selvästi mihinkään järviyppiin erikseen.

Suoranta ja Rautanen (1980) ryhmittelevät vesilintulajit niiden maantieteellisen levinneisyyden mukaan. Silkkiuikku on selvästi eteläinen laji. Muut pesivät koko maassa.

Lehikoinen (1977) mainitsee, että lajimäärä on riippuvainen lintuveden koosta, eikä lajimäärä voi suoraan vertailla rehevyydeltään ja kooltaan erilaisissa kohteissa. Rehevissä yli 100 ha:n vesissä tavataan keskimäärin 10.4 vesilintulajia, lievästi rehevissä 7 - 8 ja karuissa 4 - 5 lajia. Littoistenjärven lajimäärä vastaa karujen vesien keskitasoa. Pahtamaa (1983) on todennut Pyhäjärven erityyppisillä rannoilla lajimäärissä selvän eron. Karuilla rannoilla pesi korkeintaan 6 vesilintulajia.

Havainnot kirjattiin ns. kartoitusmenetelmällä (vrt. Rautanen et al. 1979). Kukin havaittu laji merkittiin sukupuolelleen määritettynä valmiille karttapohjalle. Havaintokartoista koottiin lopuksi lajikohtainen yhdistelmäkartta eli ns. reviirikartta, jolta arvioitiin pesivien parien määrä. Täydentävänä menetelmänä käytettiin vielä silkkiuikulla ja kalatiiralla pesien etsintää, mikä nostikin huomattavasti silkkiuikun primääriä.

Lajien osuus koko vesilinnustosta

Lintulajien valtasuhteita eli dominansseja voidaan kuvata prosenttiluvuilla, jotka ilmaisevat kunkin lajin osuuden kokonaisparimäärästä. Dominanssit olivat Littoistenjärvellä seuraavat:

laji	parimäärä	dominanssi (%)
silkkiuikku	24	54.5
heinäisorsa	10	22.7
tavi	1	2.3
telkkä	9	20.5

Silkkiuikun osuus koko vesilinnustosta on 54.4 %. Pyhäjärvellä silkkiuikun osuus oli 15 % (Pahtamaa 1983). Suoranta ja Rautanen (1980) mainitsevat vieläkin suuremman silkkiuikun dominanssin (58.2 %) Paraisten Gundvikeniltä. Kummassakin tapauksessa uikut pesivät yhdyskunnassa. Muiden vesilintujen osuudet ovat varsinaisuomalaisista tasoa, kun pesivän linnuston lajimäärä on pieni.

Pahtamaa (1983) arvioi Pyhäjärvellä kalaravinnon mahdollisiksi käyttäjiksi 76.9 % vesilinnustosta. Littoistenjärvellä vastaava luku on 75 %. Silkkiuikku käyttää runsaasti kalaa ravintonaan ja telkkä taas pieniä kaloja sekä kalamätää (Lehikoinen 1977). Heinäisorsa ja tavi syövät pääasiassa kasvisravintoa.

Kokonaisparimäärä

Littoistenjärven vesilinnuston kokonaisparimäärä oli vuonna 1983 44 paria (Taulukko 7). Parimäärä on noussut 29:stä 44:ään Lehikoisen (1968; Turun lintutiet. yhd:n arkisto) ja Maskulinen (1981; Turun lintutiet. yhd:n arkisto) saamiin tuloksiin verrattaessa. Syitä kasvuun on ai-

Taulukko 7. Littoistenjärven vesi- ja rantalinnusto vuosina 1968 (Esa Lehikoinen), 1981 (Kauko Maskulinien) ja 1983 (Hannu Rautanen). Lehikoinen ei laskenut rantalintuja. 1 = pareja/km² ja 2 = pareja/rantaviivakm

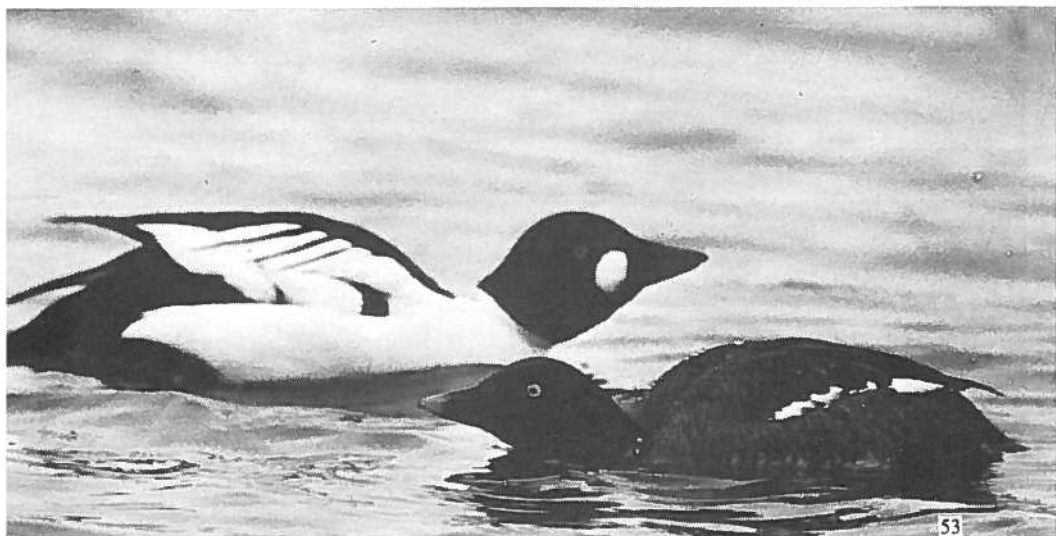
Laji	1968	1	2	1981	1	2	1983	1	2
Silkkiiukku	15	10.2	2.5	14	9.5	2.3	24	16.3	4.0
Sinisorsa	11	7.5	1.8	6	4.1	1.0	10	6.8	1.7
Tavi	-	-	-	3	2.0	0.5	1	0.7	0.2
Telkkä	3	2.0	0.5	6	4.1	1.0	9	6.1	1.5
Vesilinnut	29	19.7	4.8	29	19.7	4.8	44	29.9	7.4
Kalattira	-	-	-	-	-	-	1	0.7	0.2
Rantasipi	-	-	-	-	-	-	2	1.4	0.3
Pikkutyttö	-	-	-	1	0.7	0.2	-	-	-
Taivassavuohi	-	-	-	1	0.7	0.2	-	-	-
Satakieli	-	-	-	1	0.7	0.2	-	-	-
Ruokokerttunen	-	-	-	1	0.7	0.2	-	-	-
Västaräkki	-	-	-	1	0.7	0.2	6	4.1	1.0
Pajusirkku	-	-	-	1	0.7	0.2	2	1.4	0.3
Rantalinnut	-	-	-	6	4.2	1.2	11	7.6	1.8
Koko linnusto	29	19.7	4.8	35	23.9	6.0	55	37.5	9.2

nakin neljä: 1) Järvi on v. 1983 kierretty joka laskentakerta veneellä rantoja seuraillen. Aikaisemmissa laskennoissa linnut laskettiin pääasiassa muutamilta tähytyspaikoilta. 2) Laskentakertoja on viimeksi ollut enemmän. 3) Silkkiiukujen pesät on etsitty tarkasti. 4) Telkille on tarjolla nyt enemmän pesäpaikkoja. Mainitut virhelähteet huomioitaessa onkin oletettavissa, ettei Littoistenjärven vesilinnustossa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia viimeisen 15 vuoden aikana.

Koska vesilinnuston parimäärä ei kerro riittä-

Telkkäpari soittimella. Kuva: Seppo Keränen.

västi jonkin alueen linnustosta, lasketaan yleensä ainakin kaksi tiheyslukua: 1) parimäärä pinta-alayksikköä kohti ja 2) parimäärä rantaviivan pituusyksikköä kohti. Lehikoinen (1977) toteaa, että järven koko vaikuttaa merkittävästi tiheyteen, joten kohteita vertailtaessa on lähdettävä kokoluokkapohjalta. Haapanen ja Paasivirta (1973) saivat keskimääräiseksi vesilintutiheydeksi Lounais-Suomessa 36.3 paria/km² ja yli 100 ha:n järviltä 33.3 paria/km². Littoistenjärven tiheysluku (29.9 paria/km²) on lähellä keskitasoa (Taulukko 7).



Lajikohtainen tarkastelu

1. Silkkiuikku (*Podiceps cristatus*)

Silkkiuikku viihtyy lintuvesillä, joissa on riittävästi ilmaversoiskasvillisuutta ja etenkin järvi-ruokoa. Littoistenjärven silkkiuikkuyhdyskunta (20 paria) sijoittuukin järven rehevimpään järvi-ruoko- ja kaislahdekkeeseen. Järven muut parit pesivät vastaavissa kasvustoissa eri puolilla järveä (vrt. Kuva 21). Littoistenjärvi lieneekin ihanteellinen pesimäpaikka silkkiuikulle: suo-jaavaa kasvillisuutta on riittävästi, avovettä on paljon, järven syvyys täyttää lajin vaatimukset ja sopivaa ravintoa on runsaasti tarjolla. Kyseiset olosuhteet selittävätkin lajin poikkeuksellisen suuren osuuden linnustosta.

2. Sinisorsa (*Anas platyrhynchos*)

Laji on melko vaatimaton pesimäympäristönsä suhteen. Useimmiten sinisorsan tapaa kaikenkokoisilta lintuvesiltä. Rehevät vedet ovat kuitenkin suosituimpia ja parimäärät suurimpia. Lit-

toistenjärven suhteellisen niukka kasvillisuus on ilmeisesti yksi runsastumista rajoittava tekijä. Toisena lienee avoveden suuri osuus. Lajin kanta on pysynyt 15 viime vuoden aikana samanlaisena.

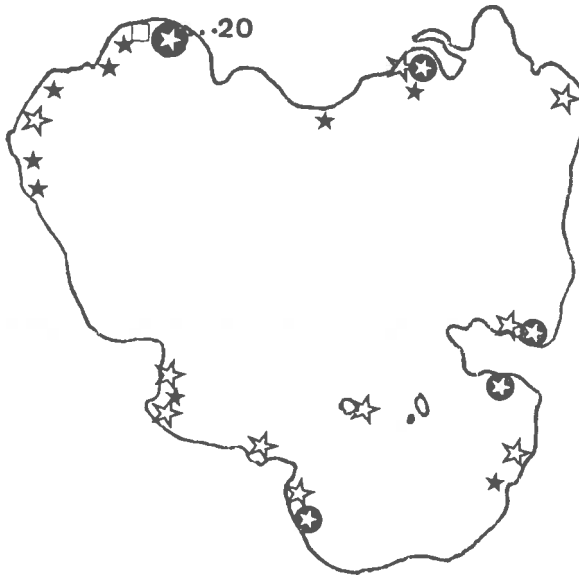
3. Tavi (*Anas crecca*)

Tavi, kuten sinisorsakin, viihtyy erilaisissa vesissä koko maassa. Suosituin pesimäympäristö on metsien ympäröimä lampi. Littoistenjärven tavi- pari pesikin järven pohjoisosassa metsien reunstaman lahdekkeen tuntumassa.

4. Telkkä (*Bucephala clangula*)

Telkkä on Littoistenjärven ainut sukeltajasorsalaji. Se on hyvin vaatimaton pesimäympäristönsä suhteen, vaikkakin runsasta esiintymistä rajoittaa yleensä sopivien pesäkolojen puute. Littoistenjärvellä laji esiintyy tasaisesti kaikenlaisilla rannoilla (Kuva 21).

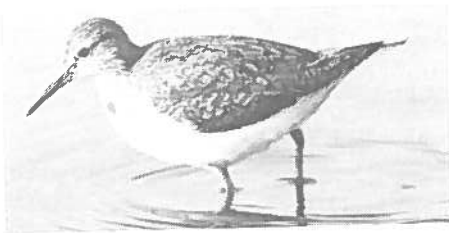
Telkän runsastuminen 15 vuoden aikana on seurausta sopivien pesäpaikkojen lisääntymisestä. Lajin tiheyttä voitaisiin Littoistenjärvellä vielä nostaa pöntötyksellä.



Kuva 21. Littoistenjärven vesilinnut vuonna 1983. ★● = silkkiuikku, ☆ = heinäSORSA, ★ = telkkä ja □ = tavi.

Pesivä rantalinnusto

Littoistenjärvellä on niukasti rantaniittyjä. Siitä syystä rantalinnusto on vaatimaton ja muodostaa vain viidenneksen koko järven linnustosta (Taulukko 7). Vuonna 1983 pesi järvellä neljä rantalintulajia: västäräkki, rantasipi, pajusirkku ja kalatiira. Maskulaisen (1981) lajisto on hie-
man toinen. Ero johtunee pääasiassa vuosittai-
sesta vaihtelusta, mutta myös laskennallisista
eroista.



Rantasipi (yllä) on järven ainoa kahlaajalaji. Kalatiira (alla) on puolestaan Littoistenjärven näkyvimpiä lajeja. Kuvat: Matti Valta.



Lajikohtainen tarkastelu

1. Kalatiira (*Sterna hirundo*)

Kalatiiroja kalasteli touko-kesäkuussa 1983 yleensä parikymmentä eri puolilla järveä. Tarkkailin lintujen liikkeitä huolella ja etsin pesiä kaikista mahdollisista paikoista. Lopulta vain yksi munapesä löytyi. Muut kalatiirat olivat joko pesimättömiä tai muualta järvelle kalastamaan tulleita.

Aiemmin lajia ei ole tavattu pesivänä Littoistenjärveltä.

2. Rantasipi (*Tringa hypoleucos*)

Rantasipi suosii kovia ja karuja rantoja eikä juuri häiriinny asutuksestaan. Niinpä Littoistenjärven otaksuusi olevan lajille ihanteellinen

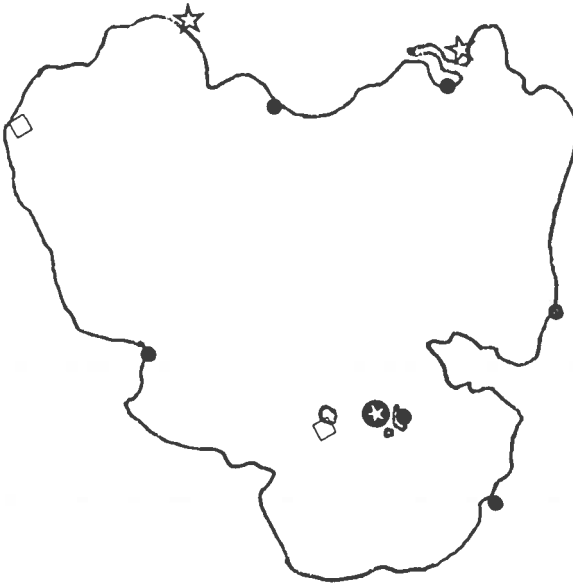
pesimäalue. Saatu tiheysluku 0.3 paria/rantakm vastaa Tiaisen et.al. (1982) Evon lammilla ja pienillä järvillä todettua tiheyttä 0.26 paria/rantakm. Pahtamaa (1983) ilmoittaa Pyhäjärveltä niinkin ison luvun kuin 1.4 paria/rantakm.

3. Västäräkki (*Motacilla alba*)

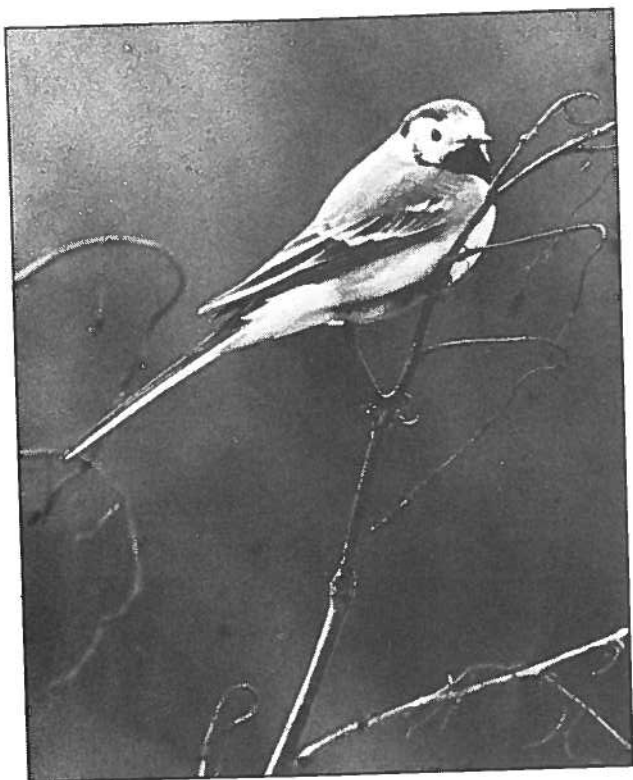
Västäräkin alkuperäinen elinympäristö on kivikoinen ranta. Nyttemmin laji pesii yleisesti muuallakin. Parimääriin lasketut linnut pesivät rannan tuntumassa ja ovat sieltä useimmiten havaittavissa. Laji on jakautunut varsin tasaisesti Littoistenjärven rannoille (Kuva 22).

4. Pajusirkku (*Emberiza schoeniclus*)

Laji on tyypillinen hyvien lintuvesien ruovikoiden ja rantapajukoiden asukas. Littoistenjärvellä kyseisiä pesimäympäristöjä on vähän tarjolla eikä pajusirkkuja pesikään kuin kaksi paria.



Kuva 22. Littoistenjärven rantalinnut vuonna 1983. ● = västäräkki, ◇ = rantasipi, ☆ = pajusirkku ja ☆ = kalatiira.



Västäräkki (yllä) ja pajusirkkunaaras (alla). Kuvat:
Matti Valta.





Littoistenjärven virkistysarvo on suuri, vaikkakin raakavesilähteenä sillä on ehkä enemmän jokapäiväistä merkitystä ympäristönsä asukkaille. Kuva: Markku Oksanen.

LITTOISTENJÄRVEN TILA: KOKOAVA LOPPUKATSAUS

Littoistenjärvi on pienestä koostaan huolimatta lähiympäristölleen ja koko Kaarinalle tärkeä vesistö. Lounaisessa Suomessa on järviä hyvin vähän ja näin ollen harvojen vesien virkistysarvo on erityisen suuri. Eniten jokapäiväistä merkitystä Littoistenjärvellä on ympäristön asukkaille kuitenkin pääasiallisena raakavesilähteenä. Littoistenjärven nykyinen ja tuleva tila ei siten ole yhdentekevä.

Littoistenjärven ravinnetaso on suomalaiseksi järveksi varsin korkea. Kokonaisfosforin vuotuinen keskiarvo on Turun vesipiirin mittausten mukaan ollut muutaman viime vuoden aikana 37 mgP/m³; avovesikauden keskiarvo 44 mgP/m³ (n=5) ja kevättalven 27 mgP/m³ (n=3). Kesäkauden kokonaisfosforitasoa nostaa keijustoeliöitten biomassassa. Kasviplankton- ja eläinplanktontietojen perusteella voidaan laskea, että Littoistenjärven kokonaisfosforista loppukesällä noin 2 - 4 mg/m³ on leväbiomas-

saan ja mahdollisesti jopa 6 - 7 mg/m³ keijustoeleimiin sitoutuneena. Näihin lukuihin tulee vielä lisätä bakteerien biomassan osuus. Loppuosa talven ja kesän fosforitasojen välisestä erosta menee kesäkauden pyörrevirtauksissa keijuvan hienojakoisen liettyneen pohja-aineksen tiliin. Talven jääpeitteisenä kautena biomassaan ja hiukkasiin sitoutunut fosfori pääsee vajoamaan pohjaan.

Vähittäistä rehevöitymistä

Ravinnetietoja on käytettävissä vasta 1960-luvulta alkaen, eikä niiden perusteella ole nähtävissä selviä muutoksia järven tilassa lyhyellä aikavälillä. Helmikuussa 1963 Littoistenjärven happitilanne oli parempi kuin yhdessäkään myö-

hemmässä mittauksessa. Nyt laaditun happimallin mukaan silloinen tilanne olisi tosin voinut syntyä pelkästään sen ansiosta, että jään alle olisi talven aikana tullut tavallista enemmän hapekkaita vesiä. Todellisuudessa tammi-helmikuu 1963 oli suhteellisen vähävetinen. Nykyisiä alhaisemmat kaliumpermanganaattikulutuksen arvot viittaavat myös siihen suuntaan, että järvi olisi tuolloin todella ollut hiukan vähemmän rehevä kuin 1970-80-luvuilla.

Kasvi- ja eläinyhteisöjen koostumuksessa tapahtuneet muutokset kertovatkin yhtäpitävästi, että Littoistenjärvi on tällä vuosisadalla jonkin verran rehevöitynyt. Ravinteisuuden kasvuun viittaavia muutoksia on ollut havaittavissa esimerkiksi järven suurkasvillisuudessa kuten Unto Laineen artikkelista käy ilmi. Eläinplanktonin koostumuksessa on samoin Wahlbergin (1913) tutkimusten ajoista tapahtunut selvä muutos: useat tunnetusti niukkatuottoisten, puhtaitten vesien lajit ovat joko taantuneet tai hävinneet kokonaan, ja tilalle on ilmaantunut uusia lajeja, joiden on muuallakin todettu ilmentävän rehe-

vöitymistä. Kasviplanktonissa on vaikeampi osoittaa yhtä selviä muutoksia, sillä Wahlbergin aineisto koski vain haavikasviplanktonia, joka kuitenkin on vain pieni osa koko leväkeijustosta. Kasviplanktonbiomassa ja a-klorofyllin määrä ovat kuitenkin nykyään molemmat lievästi rehevyyttä osoittavalla tasolla. Kasviplanktonlajistossa on joitakin rehevyyden ilmentäjälajeja ja viherlevälajien paljous viittaa myös rehevyyteen; toisaalta lajistoon kuuluu myös niukkatuottoisuuden ilmentäjiä.

Vähittäinen rehevöityminen vuosikymmenien kuluessa ei ole suinkaan yksin Littoistenjärven erityispiirre; useimmat lounaisen Suomen järvet ovat käyneet läpi samanlaisen kehityksen. Merkittävimät muutokset ovat yleensä olleet yhdistettävissä viime vuosikymmeninä voimistuneeseen keinolannoitteiden käytön kasvuun (Räsänen & Salonen 1983). Littoistenjärven tapauksessa oma osuutensa lienee ollut myös ympäröivän asutuksen jätevesillä ennen kunnallisen viemäriverkoston rakentamista. Ilmateitse tapahtuvan kaukokulkeutumisen mahdollista merkitystä ei myöskään sovi unohtaa.

Veden laatu olosuhteisiin nähden hyvä

Veden ravinnetason nähden Littoistenjärven kasviplanktonin biomassassa ja lehtivihreätaso on kuitenkin yllättävän alhainen. Esimerkiksi kokonaisfosforin vuosikeskiarvosta laskettu ennuste lehtivihreätasolle (Granberg & Harjula 1982) on 13.9 mg/m³, kevättalvisesta keskiarvosta 8.5 mg/m³. Kumpikin ennuste ylittää kirkaasti havaitut arvot. Kiskonjoen vesistöalueen 80 järvestä vallitsevan kesäisen fosforitason ja lehtivihreäpitoisuuden suhteen perusteella (Isotalo 1984) Littoistenjärven lehtivihreätason pitäisi olla mitattuun verrattuna noin kuusinkertainen, kun sen sijaan Säkylän Pyhäjärvestä ja Lammin ja Kosken Pääjärvestä lehtivihreätaso suhteessa fosforiin on aivan sama kuin mainituissa Kiskonjoen vesistöalueen järvissä keskimäärin. Vaikka Littoistenjärven kokonaisfosforitaso on kesällä lähes kolminkertainen Pyhäjärven ravinteisuuteen verrattuna, lehtivihreätaso jää Littoistenjärvestä silti jopa alemmas kuin Pyhäjärvestä. Vastaavasti Littoistenjärven perustuotantokyky näyttää jäävän alhaisemmaksi kuin fosforitason mukaan olisi odotettavissa; muutamat mittaukset ovat olleet tasolla 150-350 mg hiiltä/m³/vrk eli samalla tasolla kuin Pyhäjärvestä tehdyt mittaukset.

Kokonaistypen ja kokonaisfosforin painosuhteen vuotuinen keskiarvo Littoistenjärven vedessä on ollut 16.7 eli selvästi alempi kuin Säkylän Pyhäjärvestä; kevättalvella suhde on ollut 37.2

ja kesällä 12.7. Typpi/fosfori-suhde on vesistöjen biologiassa sikäli merkityksellinen, että sinilevien (oikeastaan sinibakteerien) massaesiintymät (ns. sinileväkukinnat) näyttävät olevan sääntönä, jos typpi/fosfori-suhde laskee alle kahdeksan, ja ovat mahdollisia kun tuo suhde on alle 16. Littoistenjärvestä alhaisimmat typpi/fosfori-suhteet tavataan säännöllisesti loppukeksällä, jolloin arvot ovat vaihdelleet välillä 10.9-14.9. Näistä luvuista päätellen Littoistenjärvestä saattaa syntyä helposti "sinileväkukintoja", vaikkakaan ne eivät välttämättä ole jokakesäisiä riesoja. Säkylän Pyhäjärvestä fosforia on suhteessa vähemmän, minkä vuoksi sinileväkukintojen pitäisi olla siellä harvinaisempia kuin Littoistenjärvestä; kuitenkin Pyhäjärvestä oli kesällä 1982 voimakas *Oscillatoria*-sinilevien massaesiintymä. Littoistenjärvestä ei silti kesällä 1983 todettu mitenkään poikkeuksellisia määriä sinileviä, eikä levälajistossa muutenkaan ollut sanottavasti varsinaisia rehevöitymisen ilmentäjälajeja.

Kyse ei ole järven talousvesikäytön kannalta mitättömästä asiasta. Kasviplanktonin, erityisesti sinilevien, liiallinen runsaus aiheuttaa haju- ja makuhaittoja ja voi pahimmillaan estää veden käytön raakavedeksi kokonaan. Varoittavana esimerkkinä ravinteisuuden ja leväkeijuston suhteista olkoon Lahden Vesijärvi. Vesijärven Enonselällä kokonaisfosforipitoisuudet ovat

Lahden kaupungin jätevesipäästöjen lopettamisen jälkeen laskeneet tasolle 50 - 70 mg/m³ (Keto 1982). Ravinteisuuden merkittävästä laskusta huolimatta Enonselällä on nykyään ympärivuotinen punaisen *Oscillatoria*-sinilevän ”kukinta”. Kyseessä näyttää olevan sama myrskyllinen levälaji, joka on Norjassa aiheuttanut lukuisia kar-

jakuolemia. Littoistenjärven fosforitaso nousi Enonselän nykyisiä arvoja vastaaviin lukemiin kesällä 1977, kun järveen oli johdettu Aurajoen vettä. Vaikka veden laatu Littoistenjärvestä on nykyisin kohtuullisen hyvä, ravinnetaso on siten varsin lähellä talousvesikäytön kannalta vaarallisen korkeita lukuja.

Kalatkin voivat vaikuttaa veden laatuun

Littoistenjärven ravinteisuuteen verrattuna alhainen kasviplanktonbiomassa ja sen myötä odotettua parempi veden laatu saattavat olla yhteydessä kalaston rakenteeseen. Littoistenjärven kalastosta puuttuvat varsinaiset planktoninsyöjät kokonaan. Vaikka kalabiomassa hehtaaria kohti onkin kohtuullisen suuri, kalojen ravinnonkäytön eläinplanktoniin kohdistama paine lienee siksi vähäinen. Tämä on melkoisella varmuudella pääteltävissä myös eläinplanktonlajistosta: Littoistenjärvestä kesällä 1983 tavattu *Daphnia pulex* -vesikirppu ei tunnetusti kestä kalojen saalistusta juuri nimeksikään. Sen esiintyminen on varma merkki vähäisestä saalistuspaineesta. Vaikka Littoistenjärven eläinplanktonista ei vielä olekaan käytettävissä biomassa- tai tuotantolukuja, on otaksuttavissa, että erityisesti suurikokoisia, tehokkaasti ravintoa suodattavia keijustoeläimiä on niin paljon että ne kykenevät pitämään kasviplanktonmassan kurissa.

Tällä hetkellä Littoistenjärven kalasto on siis rakenteeltaan varsin edullinen veden talouskäytön kannalta. Jatkossakin kalastoa hoidettaessa kannattaa pitää mielessä kalojen välillinen vaikutus veden laatuun: petokalakantaa kannattaa vahvistaa esimerkiksi haukea istuttamalla tai hauen kutua edistämällä; planktoninsyöjäkaloja ei järveen tule päästää. Taimenten istuttaminen ei sen sijaan liene nykyisellään perusteltua, vaikka laji isona onkin petokala; on kyseenalaista selviävätkö taimenet alhaisen happitason takia lainkaan hengissä Littoistenjärven talvesta. Veden laadun säilyttämiseksi on joka tapauksessa selvää, että ravinteisuutta ei saa päästää nykytasolta nousemaan. Ravinnesuhteiden ja erityisesti levälajiston kehitystä on myös syytä tarkkailla säännöllisesti, jotta yllättäviä muutoksia ei pääse tapahtumaan.

Kiitokset

Luonnossa - ja elämässä -
kaikki riippuu kaikesta.

- kiinalainen sananparsi

Tähän kirjaan kätkeytyy kymmenien ihmisten vilpittömän yhteistyön tulos. Ilman sitä emme olisi koskaan saavuttaneet tavoitettamme. Tänäkin päivänä voi siis löytää valistuneita henkilöitä, jotka haluavat kantaa kortensa kekoon yhteisen elinympäristömme hyväksi - korvauksetta. On kuitenkin todettava, että apulaisprofessori **Jouko Sarvalan** osuus on ollut korvaamaton niin suunnittelu-, tutkimus- kuin käsikirjoitusvaiheessakin. Työn lopputulos olisi tuskin ollut ilman häntä näin merkittävä. Haluan esittää reilut kiitokset kaikille niille ihmisille ja yhteisöille, jotka ovat edesauttaneet hankettamme matkan varrella.

Hannu Rautanen

puheenjohtaja

Kaarinan-Piikkiön luonnonsuojeluyhdistys

Kirjallisuus

- BERGSTRÖM, I. 1984: Pääjärven pohjayhteisön hiilidioksidintuoton lämpötilariippuvuus sekä vuodenaikainen ja alueellinen vaihtelu. - Licensiaattitutkielma. Helsingin yliopisto, yleisen mikrobiologian laitos. 13.3.1984. Helsinki. 43 s.
- FJELDSÅ, J., 1973: Feeding and habitat selection of the horned grebe, *Podiceps auritus* (Aves) in the breeding season. - Vidensk. Medd. Dansk Naturh. For. 136: 57-95.
- GRANBERG, K. & HARJULA, H. 1982: Nutrient dependence of phytoplankton production in brown-water lakes with special reference to Lake Päijänne. - Hydrobiologia 86: 129-132.
- GRANÉLI, W. 1978: Sediment oxygen uptake in South Swedish lakes. - Oikos 30: 7-16.
- HAAPANEN, A & PAASIVIRTA, O., 1973: The waterfowl in eutrophic waters in South West Finland. - Finnish Game Research 33: 13-26.
- HUTCHINSON, G.E. 1957: A treatise on limnology. I. Geography, physics, and chemistry. New York, John Wiley & Sons. 1015 s.

- HÄMET-AHTI, L., J. SUOMINEN, T. ULVINEN, P. UOTILA & S. VUOKKO, 1984: Retkeilykasvio. Suomen Luonnonsuojelun Tutki Oy, Helsinki.
- IKÄHEIMO, M. 1983: Kaarinan kunnan esihistoriallisia kohteita koskeva selvitys. - Käsikirjoitus, 17 ss., Turun Maakuntamuseo.
- ILMAVIRTA, V. 1982: Suomalaisten järvien kasviplanktonin perustuotanto. - Luonnon Tutkija 86: 181-185.
- INNAMAA, K., 1981: Kaarinan pitäjän historia III osa: Aikakausi 1870-1939. - Turku.
- ISOTALO, I. 1984: Kiskonjoen vesistön järvien vedenlaatu ja kyky vastustaa happamoitumista. - Vesihallituksen monistesarja 1984 (216): 1-43.
- JUMPPANEN, K. 1977: Littoistenjärven veden laadun seuranta kesällä 1977 Aurajoen veden pumppuamisen vaikutusten toteamiseksi. - Lounais-Suomen Vesinsuojeluyhdistys r.y., Turku. Moniste. 4 s.
- KETO, J. 1982: The recovery of L. Vesijärvi following sewage diversion. - Hydrobiologia 86: 195-199.
- KOSKELAINEN, Y., 1923: Littoisten verkatehtaan historia. - Porvoo.
- KROGERUS, K., FRISK, T. & KYLÄ-HARAKKA, T. 1982: Measuring and modelling of benthic oxygen demand. - Teoksessa BERGSTRÖM, I., KETTUNEN, J. & STENMARK, M. (toim.): Proceedings of the 10th Nordic Symposium on sediment. Physical, chemical and biological dynamics in sediment: 55-71. Otaniemi.
- LAPPALAINEN, K.-M. 1978: Vesistöjen happimalli. - Vesihallitus, Tiedotus 149: 1-57.
- LEHIKONEN, E., 1977: Kokemäen Puurijärven kasvillisuus ja linnusto. - Vesihallitus - National Board of Waters, Finland. Tiedotus 127.
- LINKOLA, P., 1959: Zur der Quantitativen Vogelforschung in den Binnengewässern. - Ornithologica 36: 66-78.
- MARISTO, L., 1941: Die seetypen Finnlands auf floristischer und vegetationsphysiognomischer Grundlage. - Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo, 15:5, 314 ss. + kokonaistaulukko.
- NURMI, J. & VELMALA, L., 1963: Havaintoja Liedon pitäjän putkilokasvistosta. - Turun Ylioppilas X, ss. 114-152.
- OJA, A., 1981: Kaarinan pitäjän historia I osa: Kaarina keskiajalla ja 1500-luvulla. - Turku.
- PAHTAMAA, T., 1983: Säkylän Pyhäjärven pesimälinnusto v. 1983. - Turun yliopiston Biologian laitoksen julkaisuja n:o 6, Turku 1983.
- PALMGREN, P., 1936: Über die Vogelfauna der Binnengewässer Ålands. - Acta Zool. Fenn. 17: 3-59.
- RAUTANEN, H., A. SUORANTA, I. ISOTALO, U. LAINE & E. LEHIKONEN, 1979: Otajärven luonto ja merkitys. - Varsinais-Suomen luonnonsuojeluyhdistys r.y., Turku.
- RÄSÄNEN, M. & SALONEN, V.-P. 1983: Turun Kakserranjärven ravinnetila ja sen kehitys. - Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 50: 1-38.
- SIIRA, J., 1959: Anas-lajien pesivän kannan arvioinnista. - Ornithologica 36: 98-107.
- SUORANTA, A. & RAUTANEN, H., 1980: Lintuvesi-inventoinnit Varsinais-Suomessa vuosina 1970-77. - Turun lintutieteellinen yhdistys r.y., Turku.
- TIAINEN, J., J. TOIVANEN & S. OJA, 1982: Evon erämaajärvalueen vesi- ja rantalinnusto. - Lintumies n:o 2 1982: 53-59.
- WAHLBERG, A. 1913: Bidrag till kännedomen om Littois-träsk med särskild hänsyn till dess plankton. - Acta Soc. Fauna Flora Fennica 38(1): 1-201 (liitteitä).
- WETZEL, R.G. 1983: Limnology. 2nd edition. Saunders College Publ., 767 s., liitteitä.



Kuva: Kari Harell

Kameran käyttäjinä

Oiva Ali-Nikula
Kari Harell
Tuomo Hurme
Pekka A. Huttunen
Reijo Juurinen
Seppo Keränen
Heikki Laurila
Tore Lindholm

Markku Oksanen
Hannu Rautanen
Jouko Sarvala
Seppo Suomalainen
Petri Tamminen
Matti Valta
Ilppo Vuorinen
Reijo Wallin

Sisällys

	Sivu
Johdanto	3
Littoistenjärven sijainti ja yleispiirteet	5
Ihmisen toiminta, Hannu Rautanen	6
VEDEN LAATU JA JÄRVEN KÄYTTÖ VEDENHANKINNASSA, Ilkka Isotalo	13
Littoistenjärven hydrologiasta ja altaan ominaisuuksista	13
Littoistenjärven veden laatu	14
Orgaaniset aineet ja bakteerit	15
Suolat	15
Veden puhdistus ja käyttö	18
HAPPITALOUS, Jouko Sarvala	19
Happitase - tulojen ja menojen muuttuva summa	19
Hapen talvinen kulutus	20
Happitaseen laskentaan tarvitaan malli	21
Mallin rakenne	22
Mallin sovitus Littoistenjärven nykytilaan	23
Entä jos järven tila muuttuu?	24
KASVIPLANKTON, Juha Sainio	25
Määrä vaihtelee vuodenaikojen mukaan	26
Piilevät tärkein ryhmä	26
Sinileviä yllättävän vähän	28
ELÄINPLANKTON, Juha Sainio	29
Alkueläimet runsaimpia	29
Tutkimusmenetelmät	30
Vesikirppulajisto muuttunut	31
POHJAEIÄIMET, Juha Sainio	34
Hyönteisten toukkia eniten	34
KASVILLISUUS, Unto Laine	35
Kasvitieteellinen järvityyppi ja muutokset kasvillisuudessa	36
Maarannan lajisto	38
Vesikasvilajisto	39
KALASTO, Esko Gustafsson	46
Kalansaalis	47
Kalojen koko	48
Järven kalamäärä	50
VESI- JA RANTALINNUSTO, Hannu Rautanen	51
Tutkimusmenetelmät	52
Pesivä vesilinnusto	52
Pesivä rantalinnusto	55
LITTOISTENJÄRVEN TILA: KOKOAVA LOPPUKATSAUS, Jouko Sarvala	58
Kiitokset	61
Kirjallisuus	61

Turun seudun vesikysymys on tuttu asia meille kaikille joko omasta kokemuksesta tai ainakin lehtien palstoilta. Littoistenjärvi on pieni osanen tuossa vesikeskustelussa. Toimiihan se pääosin kaarinalaisten ja osin lietolaisten raakavesilähteenä.

Littoistenjärven luontoa ei ole aiemmin juurikaan tutkittu. Tosin vedentilaa on säännöllisesti tarkkailtu. Tässä kirjassa on esitelty kaikki vuonna 1983 suoritettut tutkimukset: vedenlaadusta ja -käytöstä, happitaloudesta, kasvi- ja eläinplanktonista, pohjaeläimistä, kasvillisuudesta, vesi- ja rantalinnustosta sekä kalastosta.

Perustiedot koko järviökosysteemiin vaikuttavista tekijöistä ovat kaiken pohjana. Kaikki ne on koottu tähän kirjaan.