

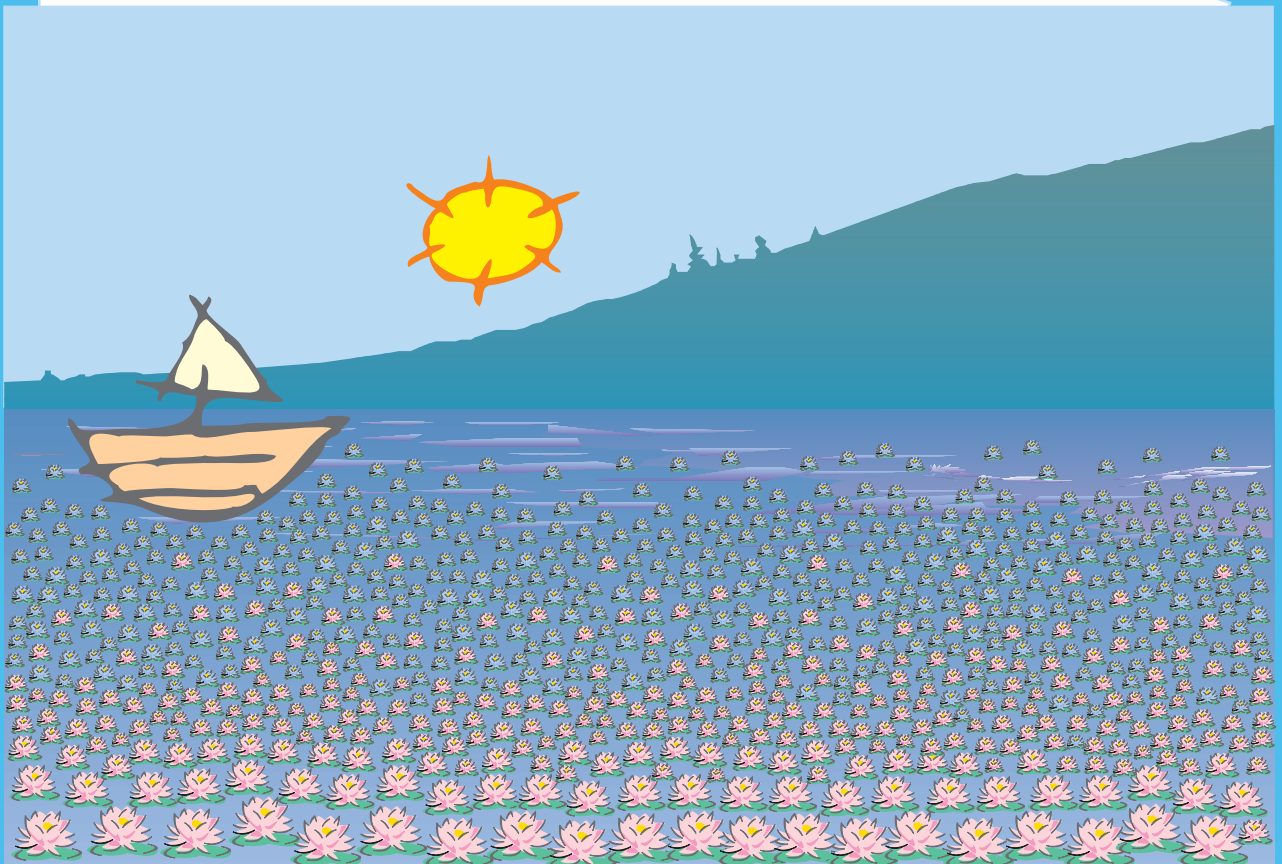


YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU

Liisa Lepistö, Reija Jokipii, Maija Niemelä,  
Heidi Vuoristo, Anna-Liisa Holopainen, Riitta Niinioja,  
Taina Hammar, Marja Kauppi ja Jarmo Kivinen

# Kasviplankton järvien ekologisen tilan kuvaajana

Vuoksen vesistöalueen vuosien 1963 – 1999  
seuranta-aineiston käyttö arvioinnissa ja luokittelussa





Liisa Lepistö, Reija Jokipii, Maija Niemelä,  
Heidi Vuoristo, Anna-Liisa Holopainen, Riitta Niinioja,  
Taina Hammar, Marja Kauppi ja Jarmo Kivinen

# Kasviplankton järvien ekologisen tilan kuvaajana

Vuoksen vesistöalueen vuosien 1963 – 1999  
seuranta-aineiston käyttö arvioinnissa ja luokittelussa

HELSINKI 2003

*Julkaisua on saatavana myös Internetistä*  
*<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm>*

ISBN 952-11-1321-9 (nid.)  
ISBN 952-11-1322-7 (PDF)  
ISSN 1238-7312

Kannen kuva: Liisa Lepistö ja Sirkka Vuoristo  
Graafiset piirrokset: Sirkka Vuoristo  
Taitto: Ritva Koskinen

Paino: Vammalan Kirjapaino Oy  
Vammala 2003

# Esipuhe

Kasviplankton on kuulunut ympäristöviranomaisten seurantaohjelmiin jo 1960-luvulta lähtien. Pääosa kasviplanktonseurannan tutkimuksista on kohdistunut sisävesiin, lähinnä järviin. Rannikkovesien seuranta on muodostanut toisen merkittävän seurantakokonaisuuden. Alueelliset ympäristökeskukset (aiemmin vesija ympäristöpiirit) ovat huolehtineet näytteenotosta ja ohjelman mukaisista fyysikaalis-kemiallisista analyyseistä. Näytteet on mikroskopoitu Suomen ympäristökeskuksessa soveltaen niitä tutkimusmenetelmiä, joita professori Järnefelt oli kehittänyt.

Tässä julkaisussa olevan Vuoksen vesistöalueen kasviplanktonaineiston ovat pääosin mikroskopoineet Reija Jokipii, Maija Niemelä sekä vanhempaa aineistoa Ainikki Naulapää, Liisa Lepistö ja Pirkko Kokkonen. Iso-Hietajärven aineisto on Anna-Liisa Holopaisen analysoima. Aineiston käsittelystä on vastannut Liisa Lepistö, Heidi Vuoristo on koonnut tiedot järviin kohdistuvasta kuormituksesta ja tyypitellyt ne erilaisiin tyyppeihin. Anna-Liisa Holopainen on tehnyt tilastolliset tarkastelut. Riitta Niinioja, Taina Hammar, Marja Kauppi ja Jarmo Kivinen ovat kukin kirjoittaneet ja täydentäneet järvikohtaisia kuvauksia oman alueellisen ympäristökeskuksensa osalta.

Lisäksi osoitamme lämpimät kiitokset raportin tarkastajille Pertti Heinoselle ja Kai Granbergille huolella tehdystä tarkastuksesta ja hyvistä kommentteista.



# Sisällys

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>I Johdanto</b> .....	<b>7</b>
1.1 Mitä planktonlevät ovat? .....	7
1.2 Planktonlevät veden laadun ilmentäjinä .....	7
1.3 Kasviplanktonitutkimus .....	8
1.4 Vesipuitedirektiivi .....	8
1.5 Työn tarkoitus .....	8
<b>2 Aineisto ja menetelmät</b> .....	<b>10</b>
2.1 Valtakunnallinen kasviplanktonseuranta .....	10
2.1.1 Intervalliseuranta .....	10
2.1.2 Intensiiviseuranta .....	10
2.1.3 Valtakunnallinen "reaaliaikainen" levähavainnointi .....	10
2.2 Aineisto .....	11
2.3 Menetelmät .....	15
2.4 Aineiston käsittely .....	16
<b>3 Kasviplankton Vuoksen vesistöalueella</b> .....	<b>17</b>
3.1 Kasviplanktonin järvikohdainen tarkastelu .....	17
3.1.1 Suuret kirkasvetiset järvet (CAA, tyyppi 5) .....	17
3.1.2 Suuret kuormitetut kirkasvetiset järvet (CAAi, tyyppi 5) .....	25
3.1.3 Suuret humusjärvet (CAB, tyyppi 8) .....	27
3.1.4 Suuret kuormitetut humusjärvet (CABi, tyyppi 8) .....	33
3.1.5 Keskisuuret kirkasvetiset järvet (BAA, tyyppi 5) .....	38
3.1.6 Keskisuuret kuormitetut kirkasvetiset järvet (BAAi, tyyppi 5) .....	40
3.1.7 Keskisuuret humusjärvet (BAB, tyyppi 7) .....	42
3.1.8 Keskisuuret, kuormitetut humusjärvet (BABi, tyyppi 7) .....	44
3.1.9 Keskisuuret tummat humusjärvet (BAC, tyyppi 10) .....	45
3.1.10 Keskisuuret luonnostaan rehevät, kuormitetut tummat humusjärvet (BCCi, tyyppi 10) .....	47
3.1.11 Pienet kirkasvetiset kuormittamattomat järvet (AAA, tyyppi 4) .....	48
3.2 Yhteenveto erityyppisten järvien kasviplanktonista .....	49
3.2.1 Kasviplankton suurissa järvissä .....	50
3.2.2 Kasviplankton keskisuurissa järvissä .....	52
3.2.3 Kasviplankton pienissä järvissä .....	54
3.3. Sinilevähaitat tutkituissa järvissä .....	54
3.3.1 Kirkasvetiset järvet .....	54
3.3.2 Humusjärvet .....	56
3.3.3 Tummat humusjärvet .....	57
<b>4 Ekologisen tilan määrittely</b> .....	<b>58</b>

<b>5 Vuoksen vesistöalueen järvien ekologisen tilan tarkastelu kasviplanktonin perusteella .....</b>	<b>60</b>
5.1 Biomassa .....	60
5.2 Lajikoostumus .....	62
5.3 Vertailujärvet Vuoksen vesistöalueella .....	62
5.4 Kuormitetut järvet .....	63
<b>Yhteenveto .....</b>	<b>65</b>
<b>Tiivistelmä .....</b>	<b>67</b>
<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>69</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>73</b>
Liite 1. Taustatietoa kasviplanktonseurannan havaintopaikoista. ....	73
Liite 2. Järvien perustietoja. ....	77
<b>Kuvailulehdet.....</b>	<b>78</b>



# Johdanto

---

## 1.1 Mitä planktonlevät ovat?

Vapaasti vedessä keijuvat mikroskooppisen pienet levät muodostavat merkittävän osan vesien perustuottajista. Vesiympäristön ohella näillä pienillä eliöillä on myös suuri merkitys ilmakehän koostumukseen. Levien eli kasviplanktonin arvioidaan nimittäin tuottavan yhteyttäessään jopa noin 70 % ilmakehän hapesta (Reynolds 1986). Kasviplankton jää yleensä "puhtaissa" karuissa vesissä paljain silmin havaitsematta. Vasta rehevöityminen, luontainen tai ihmisen aiheuttama ravinnepitoisuuden kasvu, lisää kasviplanktonin määrää niin, että joku leväryhmä, useimmiten sinilevät, runsastuu silminnähtäväksi.

Makeiden vesien kasviplankton, eli planktonlevät, koostuu nielulevistä, pansarisiimalevistä, tarttumalevistä, kultalevistä, piilevistä, ns. limalevistä, silmäleistä ja viherleistä. Nykyisen käsityksen mukaan (Melkonian 1996, Rikkinen 1999, Doolittle 2000) vain viherlevät luetaan kasveihin ja muut leväryhmät protistoihin eli alkueliöihin. Levien luokittelu ja niiden tieteellinen nimitys noudattavat kuitenkin yhä kasvitieteellistä nimityskoodia. Sinileviä tarkastellaan perinteisesti osana kasviplanktonia, vaikka ne eivät ole varsinaisia leviä, vaan esitumallisia bakteerien kaltaisia syanobakteereja. Niitä kutsutaan myös syanoprokaryooteiksi (Komárek ja Anagnostidis 1999). Sinilevillä on kasvien tapaan yhteyttämisväriaineena *a*-klorofylliä ja kyky hapetta tuottavaan yhteyttämiseen eli fotosynteesiin. Nostocales-lahkoon kuuluvilla sinilevillä on lisäksi kyky sitoa ilmakehästä veteen liuenutta molekylaarista typpeä.

## 1.2 Planktonlevät veden laadun ilmentäjinä

Kasviplanktonin koostumuksen ja määrän perusteella voidaan luonnehtia järven ekologista tilaa, sillä rehevyydeltään, veden väriltään ja altaan ominaisuuksiltaan erilaisilla järvillä on niille tyypillinen kasviplanktoniyhteisö (Teiling 1916, Järnefelt 1952a, 1958a, Heinonen 1980, Brettum 1989, Lepistö 1999, Willén 2000). Järven ekologiseen tilaan vaikuttavat sen maantieteellinen sijainti, järven valuma-alueen laatu ja järveen suoraan tai jokien kautta kohdistuva ihmisen aiheuttama kuormitus. Oligotrofiset kirkkaat järvet ovat tyypillisiä Salpausselkien alueella, Pohjois-Lapissa ja muuallakin, missä moreeni on yleinen maaperän aines (Järnefelt 1958b). Rannikkoalueiden hedelmällisillä savitasangoilla järvet ovat yleensä matalia, tuulille avoimia ja jo luonnostaan reheviä. Maaperän luontainen rehevöittävä vaikutus on ilmeinen myös mm. Vuoksen vesistöalueeseen kuuluvalla Iisalmen reitillä. Asutuksen ja teollisuuden jätevesipäästöt sekä maatalouden ja metsätalouden aiheuttama hajakuormitus ovat vuosikymmenten aikana kiihdyttäneet suhteellisen matalien ja humuspitoisten järviemme rehevöitymistä. Järvien rehevöitymisherkkyttä lisää pitkä talvi, jolloin jääpeite estää hapen liukenemisen ilmasta veteen samaan aikaan kun kasvien yhteyttämistoimintakaan ei tuota hapetta. Sinilevien aiheuttamat haitat ovat rehevöitymisen myötä lisääntyneet (Kauppi ym. 1990, Lepistö 1999).

### **1.3 Kasviplanktonitutkimus**

Kasviplanktonitutkimuksella on Suomessa pitkät perinteet, mistä syystä useista Suomen järvistä on käytettävissä aiempia kasviplanktonaineistoja (esimerkiksi Levander 1900, Blomqvist ym. 1917, Järnefelt 1936, 1956a, 1961). Näistä vanhimmat ovat peräisin 1800 ja 1900-lukujen vaihteesta, jolloin ihmistoiminnan vaikutukset maamme vesistöihin vielä olivat vähäisiä. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät olivat tuolloin merkittävästi erilaiset, sillä näytteet otettiin aluksi vain haavilla, määritykseen käytettävät suurennukset olivat alhaisia ja näytteet analysoitiin pääasiassa kvalitatiivisesti (Lepistö ym. 1999). Analyysimenetelmät kehittyivät kuitenkin nopeasti (Utermöhl 1958). Seurannan kasviplanktonnäytteitä on sisävesiltä tutkittu vuodesta 1963 vuoden 1999 loppuun mennessä runsaat 3300. Kaikkiaan rekisteriin on tallennettuna 12 500 kasviplanktonnäytteen analyysitulokset. Tähän lukuun sisältyy rannikkoalueen seurannan analyysit ja muihin projekteihin liittyvien tutkimusten tuloksia. Biologiseen rekisteriin on määritetty noin 2 600 levälajia /-taksonia.

### **1.4 Vesipuidedirektiivi**

Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista (ns. vesipolitiikan puitedirektiivi) annettiin 23.10.2000, ja se astui voimaan 22.12.2000. Direktiivin avulla pyritään luomaan koko EU:n alueelle yhtenäinen käytäntö vesipolitiikan hoitamiseksi. Direktiivin tarkoitus on estää vesiekosysteemien tilan huononeminen sekä suojella ja parantaa niiden tilaa. Direktiiviä toimeenpantaessa edellytetään mm. vesien ekologisen tilan selvittämistä ja sen jatkuvaa seurantaan tiettyjen biologisten muuttujien avulla. Näistä muuttujista kasviplankton on järvien ekologisen tilan määrittelyssä varsin keskeinen. Arvioinnissa käytetään kasviplanktonin biomassaa, taksonikoostumusta ja sen runsaussuhteita. Näitä tulee verrata kunkin järven alkuperäisen ekologisen tilan arvioituun kasviplanktonyhteisöön. Tämän alkuperäisen tilan määrittämiseen voidaan käyttää ns. referenssivesistöjä, vanhempia kasviplanktonaineistoja, mutta tarvittaessa myös asiantuntija-arviointeja.

### **1.5 Työn tarkoitus**

- 1) Työssä selvitetään Vuoksen vesistöalueen biologiseen seurantaan kuuluvien järvien kasviplanktonin määrää, koostumusta ja pitkän aikavälin muutoksia järvissä, joista on saatavilla riittävän pitkiä, yhtenäisiä aikasarjoja. Aineistoon sisältyy osa ympäristöhallinnon valtakunnalliseen seurantaohjelmaan vuosina 1963-1999 (mm. Niemi ja Heinonen 1997) kuuluneista järvistä ja erityisesti on pyritty huomioimaan ne 252 järveä, jotka kuuluvat Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) EUROWATERNET - havaintoverkkoon vuosina 2000-2002 (Niemi ym. 2001). Mukana on lisäksi pienen luonnontilaisen järven kasviplanktonaineisto. Ekologisen tilan arviointia tukevana tietoina on järven veden laatua kuvaavia fysikaalis-kemiallisia tuloksia (Pietiläinen ja Räike 1999), sekä ympäristöhallinnon vedenlaaturekisteristä poimittuja analyysituloksia. Järnefeltin (1958a) raja-arvoja on käytetty veden värin luokitteluun.

- 2) Työssä keskitytään niihin järviin, jotka kuuluvat EUROWATERNET – havaintoverkkoon, ja joista on tuloksia myös 1990-luvulta. Osa järvistä on luonnon-tilaisia ja osa ihmistoiminnan kuormittamia. Järvien tyyppittelyssä on käytetty niiden pinta-alaa, veden väriä ja valuma-alueen laatua.
- 3) Työssä tarkastellaan pilottitutkimuksena erilaisten järvien ekologista tilaa kasviplanktonin perusteella, sekä niitä eroja, joita kasviplanktonin määrässä ja koostumuksessa on havaittavissa. Lisäksi tarkastellaan, miten kasviplanktonin määrä ja koostumus soveltuvat kussakin järviyypissä ekologiseen luokitteluun.
- 4) Etsitään kasviplanktoniin perustuvia raja-arvoja (biomassa, lajikoostumus, kukinnat eli massaesiintymät) ekologisille luokille.

# 2

## Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Valtakunnallinen kasviplanktonseuranta

Seuranta aloitettiin vuonna 1963 koko maan kattavalla näytteenotolla, jota sitten jatkettiin noin viiden vuoden väliajoin (intervalliseuranta). Vuonna 1983 osalla seurannan havaintopaikoista aloitettiin intensiiviseuranta. Kesällä 1998 käynnistyi valtakunnallinen, viikoittainen levätilanteen havainnointi noin 300 havaintopaikalla sisävesillä ja merialueella.

#### 2.1.1 Intervalliseuranta

Valtakunnalliset kasviplanktonseurannat on toteutettu kahta eri menettelyä käyttäen. Koko maan kattava kasviplankton tutkimus aloitettiin kesällä 1963 ja sitä jatkettiin kesällä 1965. Havaintopaikkoja oli 400, joista näytteet otettiin heinäkuussa (Heinonen 1980). Vuosien 1963 ja 1965 sekä jo vanhempien, erityisesti professori Heikki Järnefeltin tutkimusten perusteella silloinen vesihallitus valitsi noin 300 järvi- ja jokihavaintopaikkaa, joista otettiin näytteet vuoden 1971 kesä-, heinä- ja elokuussa (Lepistö ym. 1979 ja 1981). Samanaikaisesti tehtiin myös fysikaalis-kemiallisia mittauksia. Joet jätettiin kasviplanktonseurannan ulkopuolelle ja seuranta keskittyi järvisyvänteiden ohella vesipiirien (nykyisten alueellisten ympäristökeskusten) edustaviin järviin, joista vuonna 1977 otettiin näytteet kolme kertaa kesässä. Havaintopaikkoja oli 171. Vuonna 1982 havaintopaikkojen lukumäärää vähennettiin 139:ään samalla kun näytteenottokertoja lisättiin neljään. Seurantaohjelma toistettiin vuosina 1986 ja 1990. Vuonna 1994 siirryttiin kolmen vuoden sykleissä tapahtuvaan näytteenottoon, jossa kullakin havaintopaikalla käytiin kolmen vuoden välein, vain heinäkuussa. Havaintopaikkoja ei merkittävästi muutettu.

#### 2.1.2 Intensiiviseuranta

Vuonna 1983 aloitettiin intensiivinen seuranta 23 havaintopaikalla. Näytteitä otettiin yksi kesä- ja heinäkuussa ja kaksi elokuussa. Fysikaalis-kemialliset määritykset kokoomanäytteistä tehtiin valtakunnallisen seurantaohjelman (Vesihallitus 1982) mukaisesti. Vuonna 1993 intensiiviseurannan järviä oli 24, vuosina 1994-1996 havaintopaikkoja vähennettiin kymmeneen ja vuosina 1997-1999 intensiiviseurantaan kuului viisitoista järveä, joilta näytteet otettiin viisi kertaa kesässä: kerran touko- ja kesäkuussa, kaksi kertaa heinäkuussa ja kerran elokuussa.

#### 2.1.3 Valtakunnallinen "reaaliaikainen" levähavainnointi

Vuonna 1998 aloitettuun valtakunnalliseen leväesiintymien havainnointiin osallistuvat Suomen ympäristökeskuksen lisäksi alueelliset ympäristökeskukset, Merentutkimuslaitos ja kunnalliset viranomaiset. Havainnoitsijoina toimivat ympä-

ristöviranomaisten lisäksi mm. kylä- ja järvi-toimikuntien, vesiensuojeluyhdistysten ja raja- ja merivartioston henkilöstöä sekä yksityishenkilöitä. Leväesiintymiä havainnoidaan viikoittain pysyville havaintopaikoilta silmämääräisesti. Valtakunnallisen seurannan ulkopuolelta myös yksityisten kansalaisten leväesiintymistä ottamat näytteet tutkitaan ja tallennetaan laji- ja muine tietoineen Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään levähaittarekisteriin.

## 2.2 Aineisto

Vuoksen vesistöalueen koko ala on 61 265 km<sup>2</sup> ja sen järvet muodostavat yli kolmanneksen Suomen järviolasta. Järvi tiheys on 43 järveä / 100 km<sup>2</sup> (Kuusisto 1978, Raatikainen ja Kuusisto 1988). Saimaa (Iso-Saimaa) on sokkeloinen järvi, joka ulottuu Joensuusta ja Varkaudesta Imatralle ja on pinta-alaltaan 4 400 km<sup>2</sup>.

Käsiteltävä aineisto vuosilta 1963-1999 koostuu 28 suuresta ja keskisuuresta alueellisesti merkittävästä Vuoksen vesistöalueen järvestä, joissa on kaikkiaan 36 havaintopaikkaa (taulukko 1), sekä pienen kirkasvetisen ja luonnontilaisen Iso-Hietajärven vuoden 1991 kasviplanktonaineistosta. Seurannan vaihtelevien aikataulujen ja toisaalta havaintopaikkojen karsimisen takia aineisto ei ole kaikilla havaintopaikoilla ajallisesti kattava.

Iso-Haukivesi, Pohjois-Kallavesi, Saimaa, Ilkonselkä ja Pielinen, Kalkkusaari ovat intensiivisesti seurattuja. Suuria kirkasvetisiä järviä / havaintopaikkoja on kymmenen: Höytiäinen, Karjalan Pyhäjärvi, Iso-Haukivesi, Puruvesi, Juojärvi, Lietvesi, Saimaa, Hietasaari ja Saimaa, Riuttaselkä, Suvasvesi, sekä Saimaa, Ilkonselkä, joka on arvioitu kuormitetuksi (impact, liite 1). Keskisuuria kirkasvetisiä järviä on viisi: Kermajärvi, Kuolimo ja Louhivesi, sekä kuormitetuiksi arvioidut Heposelkä ja Ukonvesi. Pieniä kirkasvetisiä järviä edustaa Iso-Hietajärvi (taulukko 1).

Suuria humusjärviä aineistossa oli yksitoista: Koitere, Orivesi, Pielinen, Paasivesi, Viinijärvi ja Unnukka ja kuormitetuiksi arvioidut Pyhäselkä, Juurusvesi, Keski- ja Pohjois-Kallavesi sekä Pielisen Kinahmo. Koirus on keskisuuri humusjärvi ja Saimaan Haukiselkä on arvioitu kuormitetuksi. Erittäin tummia ovat Nuorajärvi ja Syväri ja luonnostaan reheviä mutta kuormitettuja ovat Porovesi ja Onkivesi (taulukko 1).

Taulukko 1. Vuoksen vesistöalueen kasviplanktonseurannan havaintopaikat, näytteenottovuodet (vvvv-vv) sekä näytteiden lukumäärä (n) heinäkuussa. Muutos luonnontilasta on arvioitu liitteessä I olevien kuormitustietojen perusteella. Kokonaisfosforin pitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) kesä-elokuussa vuosina 1990-1997 on ilmoitettu mediaanina päällysvedessä 0-2 m (Räike ja Pietiläinen 1999). Intensiiviseurannan havaintopaikat on merkitty (\*).

Havaintopaikka	Vuodet vvvv-vv	n	Muutos	Kok P $\mu\text{g l}^{-1}$
Kermajärvi 28	1963-97	5	vähäinen	6
Kuolimo syv 009:45	1963-97	6	vähäinen	4
Höytiäinen I syväne	1963-98	11	vähäinen	6
Pyhäjärvi 2 Syrjäsalmi	1965-99	14	vähäinen	6
Iso-Haukivesi 37*	1994-99	6	vähäinen	10
Saimaa Ilkonselkä 021:46*	1963-99	12	vähäinen	7
Saimaa Hietasaari 022	1963-90	8	vähäinen	8
Puruvesi 39	1963-97	16	vähäinen	5
Juojärvi 27	1963-98	7	vähäinen	5
Lietvesi 42	1965-90	6	vähäinen	8
Paasivesi 5	1963-91	7	vähäinen	9
Suvasvesi 29	1963-98	9	vähäinen	8
Juurusvesi 24	1970-98	5	kuormitettu	18
Saimaa Riutanselkä 062:47	1963-97	7	± vähäinen	15
Saimaa Haukiselkä 160:48	1963-93	12	kuormitettu	21
Louhivesi 44	1965-90	6	vähäinen	9
Viinijärvi 2 Haninniemi	1963-99	6	± vähäinen	13
Keski-Kallavesi, Säyneensalo	1963-93	16	± vähäinen	19
Pohjois-Kallavesi 20*	1963-99	15	kuormitettu	27
Heponselkä 13	1965-90	6	kuormitettu	20
Unnukka 31 ja Timonselkä P4	1963-98	9	± vähäinen	15
Koirus 30	1963-98	8	± vähäinen	16
Ukonvesi 099	1963-93	12	kuormitettu	20
Porovesi 17	1963-90	8	kuormitettu	47
Onkivesi 18	1982-98	5	kuormitettu	56
Koitere I Juuansaari	1963-99	20	vähäinen	11
Pyhäselkä 5 Kokonluoto	1963-98	6	kuormitettu	11
Orivesi 2 Samppaanselkä	1965-99	9	kuormitettu	10
Pielinen 7 Kalkkusaari.*	1963-99	14	vähäinen	9
Pielinen 10 Variskallio	1963-90	7	vähäinen	9
Pielinen 21 Kinahmo	1965-90	6	kuormitettu	12
Syväri Kumpuniemi	1963-90	7	± vähäinen	20
Nuorajärvi I	1963-90	7	vähäinen	21
Iso-Hietajärvi	1991	3	vähäinen	5

Tarkemmat tiedot yksittäisistä järivistä on esitetty tulosten käsittelyn yhteydessä. Järvien ja näytteenottopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa 1. Järvet on käsiteltyä varten ryhmitelty pinta-alan, valuma-alueen maaperän (savialueet / moreenialueet) ja veden väriluvun (Pietiläinen ja Räike 1999) mukaan. Kukin näistä kolmesta tekijästä on jaettu kolmeen luokkaan, joita merkitään kirjaimilla A, B ja C (taulukko 2). Esimerkiksi pieni, kirkasvetinen valuma-alueen maaperältään karu järvi on merkitty kirjainyhdistelmällä AAA. Järviä ryhmittelevät tekijät ovat samoja, joita tultaneen käyttämään vesipuitteidirektiivin edellyttämässä järvien tyypittelyssä (Vuoristo ym. 2001). Viimeisin tyypittelyehdotus antaa kuitenkin käytetylle järven pinta-alalle ja veden väriluvulle jonkin verran erilaiset raja-arvot (Pilke ym. 2002). Pinta-alatiedot perustuvat pääosin Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä

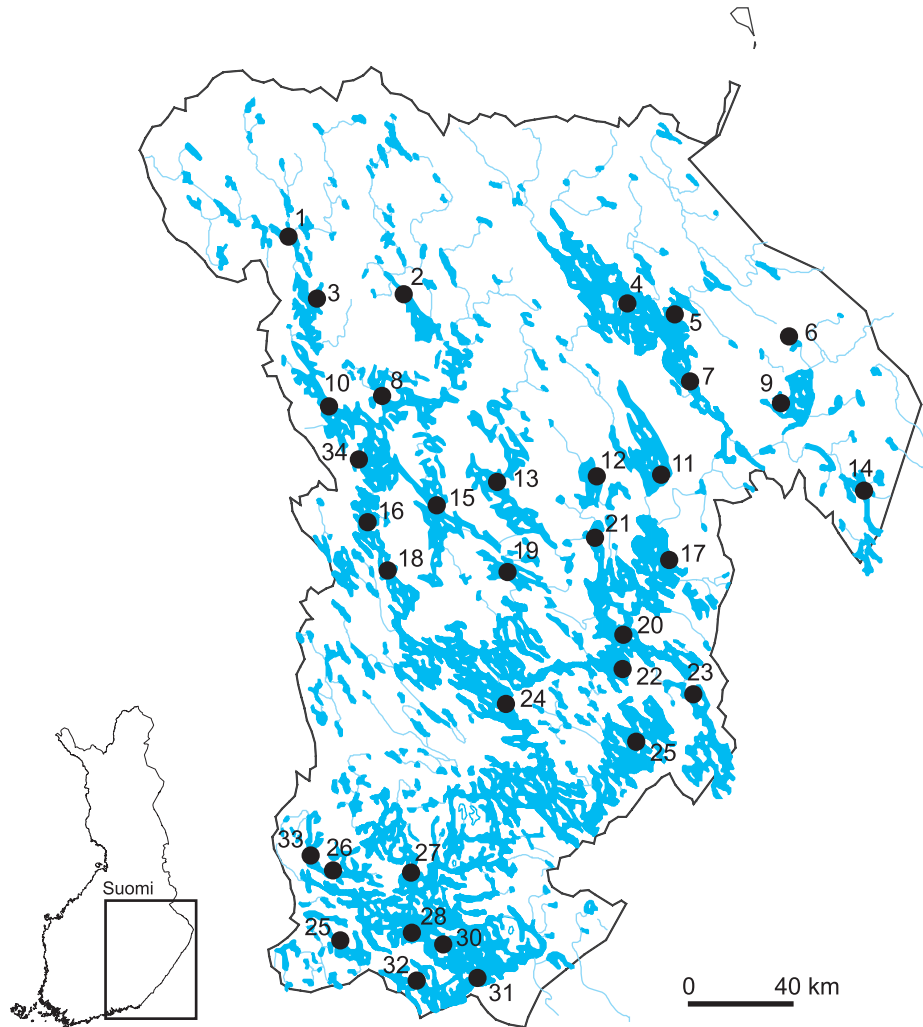
oleviin tietoihin. Järven lähivaluma-alueen maaperää tarkasteltiin Suomen geologisen seuran maaperäkartasta. Tarkastelulla pyrittiin erottamaan luontaisesti rehevät järvet ihmistoiminnan rehevöittämistä järvistä (taulukko 3).

Taulukko 2. Havaintopaikkojen ryhmittelyssä käytetyt muuttujat. Järvet on jaettu lähivaluma-alueen maaperän savisuuden perusteella luontaisesti karuihin ja reheviin.

Muuttuja	A	B	C
Pinta-ala, km <sup>2</sup>	< 10	10 - 100	> 100
Valtaosa lähivaluma-alueesta savikkoa, eli luontaisesti rehevä	ei	ei	on
Väriluku, mg l <sup>-1</sup> Pt	< 40	40-80	> 80

Taulukko 3. Raportissa käsitellyt Vuoksen vesistöalueen järvet ryhmiteltyinä koon, valuma-alueen maaperän ja veden väri-luvun perusteella (katso taulukko 2). \* = järviyypin tyypittelyehdotuksen (Pilke ym. 2002) mukaan, n = havaintopaikkojen lukumäärä, % = tyypin osuus tutkitusta järviyryöstä, merkinnällä (impact) on kuvattu ihmistoiminnan vaikutuksen alaisia järviä.

Tyyppi	*	n	%	Kuvaus	Esimerkit
CAA	5	9	25	suuri, karu, kirkas	Höytiäinen, Pyhäjärvi, Iso-Haukivesi, Puruvesi, Juojärvi, Lietvesi, Saimaa Hietasaari ja Riutanselkä, Suvasvesi
CAAi	5	1	3		Saimaa Ilkonselkä (impact)
CAB	8	9	25	suuri, karu, ruskea	Koitere, Orivesi, Pielinen 6, 7, 10, Paasivesi, Viinijärvi, Unnukka 31 + Timonselkä
CABi	8	5	13		Pyhäselkä, Juurusvesi, Pielinen 21, K-Kallavesi, P-Kallavesi (impact)
BAA	5	3	9	keskisuuri, karu, kirkas	Kermajärvi, Kuolimo, Louhivesi
BAAi	5	2	6		Ukonvesi, Heponselkä (impact)
BAB	7	1	3	keskisuuri, karu, ruskea	Koirus
BABi	7	1	3		Saimaa Haukiselkä (impact)
BAC	10	2	6	keskisuuri, karu, tumma	Nuorajärvi, Syväri
BCCi	10	2	6	keskisuuri, luonnostaan rehevä, tumma	Porovesi, Onkivesi (impact)
AAA	4	1	3	pieni, karu, kirkas	Iso-Hietajärvi



Kuva 1. Vuoksen vesistöalueen biologisen seurannan havaintopaikat. Kartan numerot vastaavat seuraavia havaintopaikkoja:

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 = Porovesi 17;              | 18 = Unnukka 31;                |
| 2 = Syväri 21;                | 19 = Kermajärvi 28;             |
| 3 = Onkivesi 18;              | 20 = Orivesi 2 Samppaanselkä;   |
| 4 = Pielinen 7 Kalkkusaari;   | 21 = Heponselkä 13;             |
| 5 = Pielinen 21 Kinahmo;      | 22 = Paasivesi 5;               |
| 6 = Iso-Hietajärvi 27;        | 23 = Pyhäjärvi 2 Syrjäsalmi;    |
| 7 = Pielinen 10 Variskallio;  | 24 = Iso-Haukivesi 37;          |
| 8 = Juuresvesi 24;            | 25 = Puruvesi 39;               |
| 9 = Koitere 1 Juuansaari;     | 26 = Louhivesi 44;              |
| 10 = P-Kallavesi 20;          | 27 = Lietvesi 42;               |
| 11 = Höytiäinen 1 syväne;     | 28 = Saimaa Hietasaari 022;     |
| 12 = Viinijärvi 2 Haninniemi; | 29 = Kuolimo syv 009:45;        |
| 13 = Juojärvi 27;             | 30 = Saimaa Ilkoncelkä 021:46;  |
| 14 = Nuorajärvi 1;            | 31 = Saimaa Haukiselkä 017;     |
| 15 = Suvasvesi 29;            | 32 = Saimaa Riutanselkä 062:47; |
| 16 = Koirus 30;               | 33 = Ukonvesi 099;              |
| 17 = Pyhäselkä 5 Kokonluoto;  | 34 = Kallavesi Säyneensalo.     |



## 2.3 Menetelmät

Kasviplanktonnäytteet on otettu syvänehavaintopaikoilta. Joissakin järvissä kasviplanktonin havaintopaikkaa on siirretty seurantajakson aikana. Mikäli havaintopaikat ovat lähekkäin, eikä veden laadussa ole merkittäviä eroja, niitä on tarkasteltu yhdessä.

Kasviplanktonseurannan ensimmäisinä vuosina, eli vuosina 1963-1965, näytteet otettiin putkinoutimella koko päällysvesikerroksesta, joka oli määritetty lämpötilamittauksin. Tutkitun vesikerroksen paksuus saattoi tästä syystä vaihdella eri järvien välillä huomattavasti. Vuodesta 1977 alkaen näytteet otettiin kokoomanäytteenä pinnasta kahden metrin syvyyteen. Tällä menettelyllä haluttiin varmistaa, että kaikki näytteet edustivat tuottavaa ja yleensä hyvin sekoitettavaa päällysvettä, jonka katsotaan kuvastavan tuottavan kerroksen, ts. levien kasvun kannalta merkityksellisimmän kerroksen, tilannetta vesistöissä.

Näyte sekoitettiin huolellisesti muoviampäriissä ja kestävästiin 35% formaliinilla lisäämällä 5ml per 100 ml näytettä (Naulapää 1972, Lepistö ym. 1979). Vuodesta 1982 näytteet on kestävästi näytteenoton yhteydessä happamalla Lugol-liuoksella lisäämällä 0,5 ml per 200 ml näytettä ja formaliinia on lisätty laboratoriossa näytteenoton jälkeen 2 ml per 200 ml näytettä (Mäkelä ym. 1992).

Kasviplanktonin määrä ja koostumus on tutkittu vastavalovaiheoptiikalla Utermöhl-tekniikkaa käyttäen (Utermöhl 1958). Yleensä näytettä on laskeutettu 50 ml. Laskentayksikköinä ovat solut, 100  $\mu\text{m}$ :n (sinilevä)rihmat tai yhdyskunnat, silloin kun solujen määrää ei voitu laskea. Laskentatulokset on kertoimien avulla muunnettu biomassaksi (tuorepaino  $\text{mg l}^{-1}$ ) käyttäen tallennettuja solutilavuusarvoja, joita on tarkennettu näytteistä tehdyin mittauksin (Naulapää 1972, Tikkanen 1986, Lepistö 1999). Tulokset on tallennettu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hydrobiologiseen rekisteriin. Tarkastelussa keskityttiin heinäkuun näytteisiin, jotka on tehty samalla menetelmällä, jota jo professori Järnefelt on käyttänyt (Lepistö 1999). Heinäkuun näytteitä on aineistossa yhteensä 302. Muilta kuukausilta on näytteitä hajanaisesti ja pääasiassa vain intensiiviasemilta. Osa näistä näytteistä on analysoitu lyhennetyllä menetelmällä, jolloin kyvetille laskeutetusta näytteestä on tutkittu pienempi osa-alue ja vastaavasti käytetty suurempia kertoimia (katso tarkemmin Tikkanen 1986). Näytteiden kestäväinnissä siirryttiin formaliinista Lugol-liuokseen 1970-luvun lopulta, mikä helpotti etenkin nielulevien tunnistamista, koska ne säilyivät näin kestävästi paremmin. Tästä syystä on tarkemmin käsitelty vain 1980- ja 1990-lukujen aineistoja.

Tarkastelluista järvistä on selvitetty Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämistä levähaittarekisteristä levähaittailmoitusten määrä, leväesiintymien aiheuttajat ja esiintymien runsaus. Levähavaintoja on tallennettu vuodesta 1992 lähtien, satunnaisesti myös aiemmilta vuosilta. Esiintymän aiheuttanut levälaji/ taksoni on tallennettu samoin kuin lajin mahdollinen myrkyllisyys, jos siitä on tietoja kirjallisuuteen perustuen, tai näytteestä on testattu toksisuus. Rekisteristä ilmenee havaintopaikkatiedot, esiintymän runsaus asteikolla 1-3, jossa:

- 1 = vähäinen; levää on havaittavissa vedessä hiutaleina tai ohuina rantuina veden pinnalla,
- 2 = runsas; veden pinnalle muodostuu hajanaisia levälauttoja ja vesi on jonkin verran levän samentamaa ja
- 3 = erittäin runsas; levää on laajoina lauttoina veden pinnalla tai paksuina ka-  
saumina rannalle ajautuneena ja vesi on voimakkaasti levän samentamaa.

## 2.4 Aineiston käsittely

Kasviplanktonin biomassaa ja koostumusta tarkasteltiin järviakohtaisesti. Ryhmien biomassasta ja kokonaisbiomassasta laskettiin sekä mediaani että keskiarvo, jonka avulla biomassoja voitiin verrata Heinosen (1980) esittämään rehevyysluokitteluun. Tulokset on esitetty ryhmittelemällä järvet pinta-alan, valuma-alueen maaperän ja veden värin mukaan taulukossa (2) annettujen tekijöiden mukaisesti. Kussakin ryhmässä käsiteltiin kuormittamattomien (reference) ja kuormitettujen (impact) järvien kasviplanktonitulokset erikseen. Tässä työssä käytetyn ryhmittelyn lisäksi on ilmoitettu tyyppitelyehdotuksen (Pilke ym. 2002) mukainen tyyppinumero, jossa seuraavat tyytit vastaavat pääosin raportissa käytettyjä järvi-tyyppejä:

Tyyppi 4	(< 40 km <sup>2</sup> , väriluku < 30 mg l <sup>-1</sup> Pt)	= AAA,
Tyyppi 5	(> 40 km <sup>2</sup> , tässä raportissa > 100 km <sup>2</sup> , väriluku < 30 mg l <sup>-1</sup> Pt)	= CAA,
Tyyppi 5	(> 40 km <sup>2</sup> , tässä raportissa < 100 km <sup>2</sup> , väriluku < 30 mg l <sup>-1</sup> Pt)	= BAA,
Tyyppi 7	(< 5-40 km <sup>2</sup> , väriluku 30 - 90 mg l <sup>-1</sup> Pt)	= BAB,
Tyyppi 8	(> 40 km <sup>2</sup> , väriluku 30 - 90 mg l <sup>-1</sup> Pt)	= CAB,
Tyyppi 10	(> 5 km <sup>2</sup> , väriluku > 90 mg l <sup>-1</sup> Pt)	= BAC, BCC

Käytetyt fysikaalis-kemialliset arvot perustuvat pääosin Pietiläisen ja Räikkeen (1999) julkaisemiin mediaaneihin. Ympäristömuuttujina käytettiin myös Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämän vedenlaaturekisterin päällysveden ylimmäisen osan fysikaalis-kemiallista aineistoa. Veden laadun arvioinnit perustuvat Forsbergin ja Rydingin (1980) ja OECD:n (1982) julkaisemiin raja-arvoihin. Näitä raja-arvoja käytetään jäljempänä ilman viittauksia. Vedenlaadun määrittelyssä on käytetty standardisoituja määrittelymenetelmiä (esimerkiksi Niemi ym. 2001).

Kuormittamattomiksi arvioitujen järvien ryhmittelyä tarkasteltiin myös kasviplanktonilajiston koostumuksen avulla (lajistobiomassana) oikaistua korrespondenssianalyysia DCA käyttäen (ter Braak 1987, 1990).

Kullekin kuormitustietojen ja tyyppittelyn perusteella ryhmitellylle järvelle laskettiin biomassan keskiarvon perusteella suhdeluku, joka saatiin siten, että kussakin ryhmässä mahdollisimman luonnontilaisten järvien (yleensä 2-3 järveä) biomassoista laskettiin keskiarvo, jolloin saatiin odotettu biomassa. Se jaettiin kunkin järven havaitulla biomassalla. Näin saatiin kasviplanktonin biomassaan perustuva ekologinen suhdeluku ("EQR"). Eri järvi-tyyppien luonnontilaisten järvien biomassatarvojen fraktiilien avulla laskettiin luokittelurajat kasviplanktonille erityyppisissä vesissä Owen ym. (2002) ehdotuksen mukaisesti. Näitä raja-arvoja käyttäen pyrittiin lopuksi luokittelemaan tarkastellut Vuoksen vesistöalueen järvet vesipuitedirektiivin mukaisesti ekologisiin luokkiin erinomainen – hyvä – tyydyttävä – välttävä – huono sekä arvioimaan muutoksen suuruus kuormitetuissa järvissä. Lisäksi tarkasteltiin eri järville tyyppillisiä leväryhmien suhteita ja lajistoa eri järvi-tyypeissä.

# Kasviplankton Vuoksen vesistöalueella

## 3.1 Kasviplanktonin järviokohtainen tarkastelu

### 3.1.1 Suuret kirkasvetiset järvet (CAA, tyyppi 5)

Suuria kirkasvetissä järviä ovat: Höytiäinen, Karjalan Pyhäjärvi, Iso-Haukivesi (intensiiviseurannassa), Puruvesi, Juojärvi, Lietvesi, Saimaa Hietasaari ja Riutanselkä sekä Suvasvesi. Näiden järvien kokonaisfosforin vaihteluväli on varsin pieni, 5 - 15  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja kuvastaa vähäravinteisuutta. Kokonaisfosforin perusteella karuimpia ovat Puruvesi ja Juojärvi ja ryhmän rehevin on Saimaa Riutanselkä. Vesi on erityisen kirkasta Puruvedessä, mutta jonkin verran tummempaa Iso-Haukivedessä väriluvun perusteella (Pietiläinen ja Räike 1999). Ryhmän järvet ovat käyttökelpoisuudeltaan pääosin erinomaisia (Antikainen ym. 2000).

#### Höytiäinen

Höytiäinen on käyttökelpoisuudeltaan pääosin erinomaista (liite 1), lahtialueet ovat hyvälaatuisia ja kuormitetuimmat alueet tyydyttäviä (Antikainen ym. 2000). Höytiäisen kasviplanktonbiomassat osoittivat oligotrofiaa 1970- ja 1980-lukujen taitteessa (Turkia 1986), mutta lahtialueet ovat maa- ja metsätalouden hajakuormituksesta johtuen lievästi reheviä (mm. Mononen 1991), ja alueilla on todettu ajoittain, kuten syksyllä 1999, verkkoja pahasti limoittavia piileväesiintymiä.

Höytiäisen (syvänne) kasviplanktonin keskimääräinen 1980- ja 1990-lukujen biomassa, 0,24  $\text{mg l}^{-1}$ , samoin kuin yksittäiset heinäkuun biomassa-arvot (kuva 2a) kuvastavat lähes ultra-oligotrofisia olosuhteita (Heinonen 1980). Myös *a*-klorofyllin pitoisuuden, 2,3  $\mu\text{g l}^{-1}$ , perusteella järvi on karu. Biomassat olivat poikkeuksellisen suuria vuonna 1982, kun *Uroglena*- kultalevä ja vuonna 1986, kun pieniä yhdyskuntia muodostava sinilevä *Aphanothece chlathrata* oli vallitsevina, mutta pysyivät kuitenkin oligotrofiaa ilmentävinä. Biomassa-arvojen perusteella nielulevät, kultalevät ja piilevät olivat tärkeimmät leväryhmät. Sinilevää oli yleensä vähän (liite 2). Yksittäisistä lajeista biomassan ja solumäärien perusteella dominoivat *Rhodomonas lacustris*, *Uroglena americana*, *Pseudopedinella* spp., *Ochromonadales*-lahkon flagellaatit ja *Asterionella formosa* (taulukko 4a).

Taulukot 4a-b. Höytiäisen (4a) ja Karjalan Pyhäjärven (4b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1999, n = näytteiden lukumäärä. Suluissa valtalajien kokonaisbiomassa.

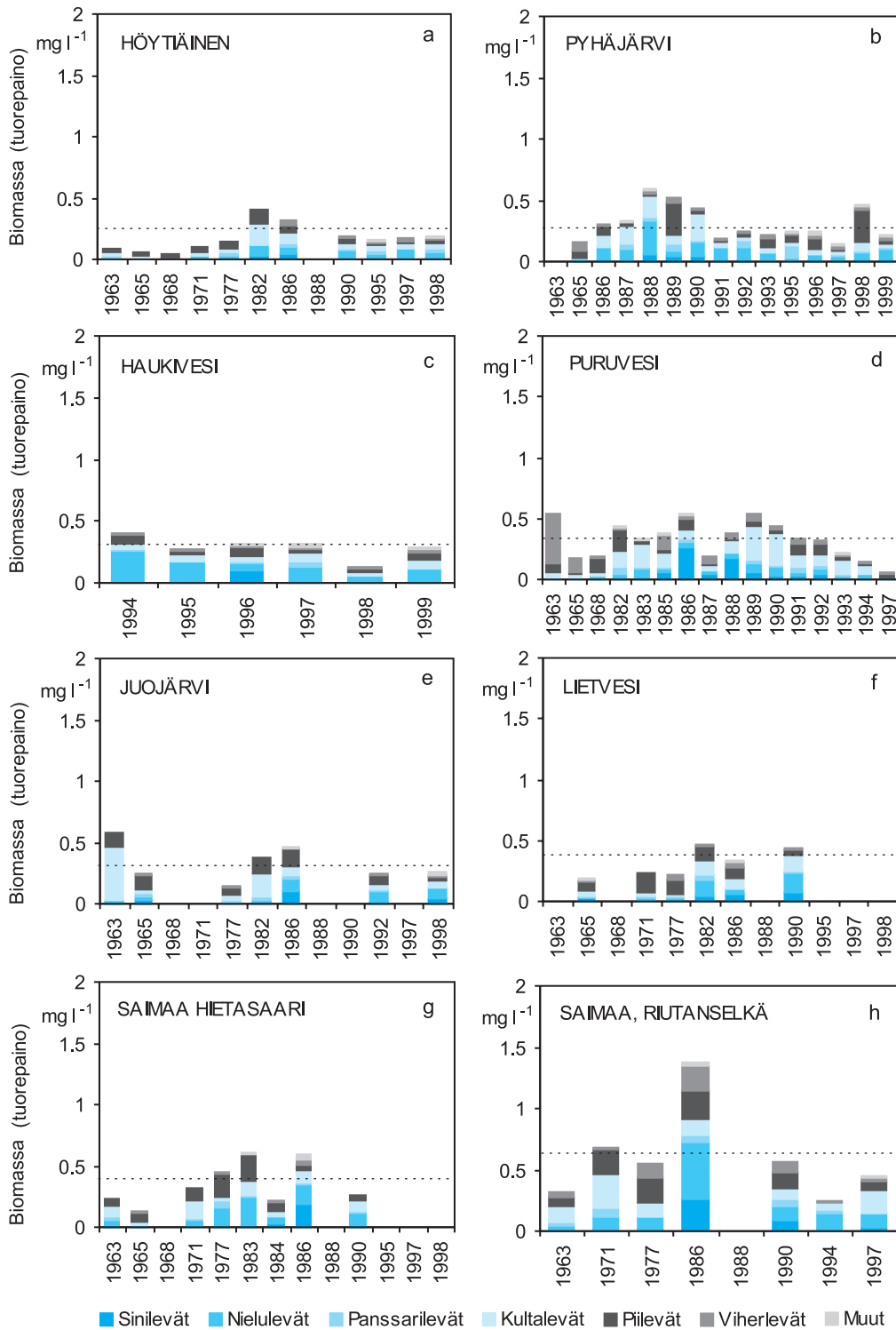
Taulukko 4a	ka bm	ka lkm	Taulukko 4b	ka bm	lkm
Höytiäinen, n = 8	(0,17)		Karjalan Pyhäjärvi, n = 13	(0,28)	
Rhodomonas lacustris	0,03	201800	Rhodomonas lacustris	0,04	263500
Uroglena sp.	0,03	212900	Cryptomonas sp.	0,04	30200
Pseudopedinella sp.	0,02	58800	Uroglena sp.	0,03	284200
Ochromonadales	0,02	296300	Eupodiscales	0,03	48200
Asterionella formosa	0,02	29900	Pseudopedinella sp.	0,02	51400
Cryptomonas sp.	0,02	22000	Katablepharis ovalis	0,02	98700
Eupodiscales	0,01	20100	Cyclotella kuetzingiana	0,02	3500
Katablepharis ovalis	0,01	63600	Tabellaria flocculosa	0,02	10700
Cyclotella comta	0,01	2900	Gymnodinium fuscum	0,01	80300
Chrysochromulina sp.		65800	Dinobryon divergens	0,01	80300
Monadit		43100	Cyclotella sp.	0,01	2200
Monoraphidium dybowskii		34500	Asterionella formosa	0,01	11200
Pedinella sp.		31200	Ceratium sp.	0,01	200
Merismopedia tenuissima		28000	Monoraphidium dybowskii	0,01	79800
Dinobryon borgei		22900	Chrysochromulina sp.		122300
Chroomonas acuta		20000	Monadit		93300
Monochrysis sp.		18600	Ochromonadales		68700
Dinobryon divergens		13900	Pedinella sp.		28600
Chlorococcales		12500	Salpingoeca frequentissima		24500
Dinobryon sociale		11200	Merismopedia tenuissima		11800

## Karjalan Pyhäjärvi

Karjalan Pyhäjärvi on Suomen ja Venäjän rajavesistö. Se on erityisen kirkas, kasviplanktonin ja ravinteiden perusteella karu, mutta kuitenkin tuottoisa kalavesi, jolla on myös tärkeä virkistyskäyttömerkitys (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri ym. 1992). Järvellä on erityinen arvo myös tutkimuskohteena, sillä se on kuulunut Pohjoismaiden Ministerineuvoston suojeluvesiin vuodesta 1990 lähtien (Nordisk Ministerråd 1990). Järven viipymä on pitkä, noin 7,5 vuotta. Järveä kuormittavat jossain määrin asutuksen jätevedet, kalalaitos ja eniten hajakuormitus (liite 1). Jätevesikuormitus on vähentynyt 1980-luvulta lähtien.

Karjalan Pyhäjärvi (Syrjäsalmi) oli lievästi rehevöitynyt kasviplanktonbiomassan perusteella 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa Turkia (1986). Pintasedimentin pohjalevästö oli suhteellisen runsasta vielä 1990-luvun alussa, mikä osoittaa rehevöitymistä (Ollikainen ym. 1993). Tiedot järven näkösyvyyden ja kokonaisfosforin sekä klorofyllipitoisuuksien kehityksestä 1990-luvun loppuun osoittavat järven tilan kohentumista. Järven kuormitetut, rehevöityneet alueet ovat vähittäin toipumassa, joskin sinileväkukintoja esiintyy kuitenkin edelleen ajoittain.

Lähinnä nieluleivistä ja piilevistä koostuva kasviplanktonbiomassa oli keskimäärin  $0,27 \text{ mg l}^{-1}$ , ja selkeästi oligotrofiaa ilmentävä (kuva 2b). Keskimääräinen a-klorofyllin pitoisuus,  $3,1 \mu\text{g l}^{-1}$  ilmentää samoin karuja olosuhteita. Kasviplanktonin biomassa vähentyi 1990-luvulla lähes puolella 1980-luvun arvoista, joskin piilevien, kuten *Cyclotella kuetzingiana* aiheuttama maksimi vuonna 1998 oli aiempien maksimibiomassojen suuruinen. Sinilevää oli normaalia enemmän vuosina 1988 - 1990. Biomassan perusteella tärkeimpiä lajeja ovat *Cryptomonas*- suku, *Rhodomonas lacustris*, *Uroglena* spp. ja *Rhizosolenia longiseta*. Lukumääräisesti tarkasteltuna lisäksi *Chrysochromulina* spp. kuuluu dominoiviin lajeihin (taulukko 4b).



Kuvat 2a-h. Kasviplanktonin määrä ja koostumus ryhmittäin esitettynä suurissa, karuissa ja kirkasvetisissä järvissä (CAA, tyyppi 5) heinäkuussa vuosina 1963-1999. Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1999 on merkitty katkoviivalla.

## Iso-Haukivesi

Varkauden ja Savonlinnan välissä sijaitseva Iso-Haukivesi saa 70 % vesistään Tapuvirran, Oravin ja Haponlahden kanavien kautta, Heinäveden reitin kautta Kermajärvestä sekä etenkin Joensuun alapuolisen Pyhäselän-Oriveden alueen vesistä (alkuaan Pielisen reitiltä) ja 30 % pohjoisesta, Varkauden koskien kautta Kallaveden bifurkaation läntisestä osasta. Järven luoteisosassa, Varkauden eteläpuolella, asutus- ja metsäteollisuuden jätevedet ovat heikentäneet veden laatua, joka on tyydyttävä ja purkualueella välttävä. Laimenemisen, sedimentoitumisen ja etenkin Joensuun suunnalta tulevien vesien ansiosta veden laatu paranee järven keskiosassa, missä kokonaisfosforin pitoisuus on  $10 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.). Vesi on lievästi humuspitoista,  $35 \text{ mg l}^{-1}$  Pt (Pietiläinen ja Räike 1999). Seurannan havaintopaikka sijaitsee järven eteläosassa, missä vedet ovat jo sekoittuneet täydellisesti ja jätevesien vaikutus on vähäinen. Täällä veden käyttökelpoisuus on erinomainen (liite 1). Haukivesi purkautuu Savonlinnan salmista Pihlajavedelle. Iso-Haukiveden vedenlaatu on ravinnepitoisuuksien perusteella pysynyt miltei entisellään (Frisk 1981, Kauppi ym. 1985, Virtanen ja Manninen 1999).

Iso-Haukivedestä (37, intensiiviseurannassa) on seurannan kasviplanktonituloksia 1990-luvulta lähtien. Keskimääräinen biomassa oli  $0.29 \text{ mg l}^{-1}$  (vaihteluväli  $0,13\text{-}0,41 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja *a*-klorofyllin pitoisuus oli  $3,3 \mu\text{g l}^{-1}$ . Kasviplanktonin biomassan (kuva 2c) ja *a*-klorofyllin pitoisuuden perusteella järvi on oligotrofinen.

Taulukot 5a-b. Iso Haukiveden (5a) ja Puruveden (5b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1999, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 5a	ka bm		Taulukko 5b	ka bm	
Iso Haukivesi, n = 6	(0,23)	ka lkm	Puruvesi, n = 13	(0,23)	lkm
Rhodomonas lacustris	0,07	499300	Pseudopedinella sp.	0,03	71800
Cryptomonas sp.	0,04	42900	Dinobryon divergens	0,03	192600
Mallomonas akrokomos	0,02	22700	Uroglena sp.	0,02	212700
Microcystis flos-aquae	0,02	600	Rhodomonas lacustris	0,02	112300
Eupodiscales	0,01	19800	Cryptomonas sp.	0,02	20100
Tabellaria flocculosa	0,01	6900	Aphanocapsa reinboldii	0,02	23800
Pseudopedinella sp.	0,01	63900	Planktothrix agardhii	0,01	6700
Rhizosolenia longiseta	0,01	5200	Tabellaria flocculosa	0,01	8400
Katablepharis ovalis	0,01	48900	Rhizosolenia longiseta	0,01	7000
Gymnodinium fuscum	0,01	100	Aphanothece chlathrata	0,01	18500
Polytoma sp.	0,01	22900	Ochromonadales	0,01	176400
Woronichinia naegeliana	0,01	1500	Katablepharis ovalis	0,01	56700
Monoraphidium dybowskii		83000	Ceratium sp.	0,01	300
Pedinella sp.		45700	Asterionella formosa	0,01	15900
Chrysochromulina sp.		42400	Cyclotella kuetzingiana	0,01	1500
Ochromonadales		30100	Chrysochromulina sp.		157700
Spiniferomonas sp.		28100	Selenastrum capricornutum		154000
Monadit		24100	Monadit		143900
Monochrysis sp.		13900	Monoraphidium dybowskii		50200
Snowella atomus		13300	Pedinella sp.		32600

Nielulevät olivat vallitseva leväryhmä (76 %) ja etenkin 1990-luvun alkupuolella *Rhodomonas lacustris* ja *Cryptomonas*- suku dominoivat. Poikkeuksellisesti heinäkuussa 1996 kolmasosa biomassasta oli sinilevää, pääosin lajia *Microcystis flos-aquae*, jota tavataan eutrofisissa vesissä (Lepistö 1999). Keskimäärin sinilevien biomassa oli kuitenkin alhainen, vain  $0,03 \text{ mg l}^{-1}$  (liite 2). Eupodiscales- piileviä oli vuonna 1996 edellisiin vuosiin verrattuna runsaasti ja *Diatoma elongata*, joka Järnefeltin



(1952a, 1956b) ja Heinosen (1980) mukaan on eutrofian indikaattori, ilmestyi lajistoon. Muita Haukivedelle tyypillisiä lajeja olivat *Mallomonas akrokomos*, *Tabellaria flocculosa* ja *Rhizosolenia longiseta*. Solumäärältään runsaimpia olivat mm. *Rhodomonas lacustris*, *Monoraphidium dybowskii* ja *Pseudopedinella* spp. Sinileivistä lukumäärältään runsain oli pienikokoinen *Snowella atomus* (taulukko 5a).

## Puruvesi

Puruvesi, joka sijaitsee Punkaharjun pohjoispuolella, Savonlinnasta itään, on erinomainen esimerkki karusta järvityypistä. Järven valuma-alue suhteessa pinta-alaan on poikkeuksellisen pieni ja maaperä on suurelta osalta soraa ja hiekkaa. Järven pinta-ala on 330 km<sup>2</sup> ja viipymä on huomattavan pitkä, 11 vuotta. Suuri osa altaaseen kertyvistä vesistä on suoraan järvenpinnalle tulevaa sadevettä, ja järven vesi on hyvin kirkasta. Pintaveden väriluku on vain 5 mg l<sup>-1</sup> Pt (md.). Kun vielä maatalouden aiheuttama kuormitus on vähäistä ja pistekuormitusta tulee vain Kerimäen kirkonkylästä, on Puruveden vedenlaatu säilynyt erinomaisena (liite 1). Järvi on selvästi oligotrofinen, kokonaisfosfori on 5 µg l<sup>-1</sup> (md.) ja se on maankuulu muikkuvesi. Altaan vedet purkautuvat kapeista Punkaharjun salmista Pihlajaveeteen (mm. Ollikainen ym. 1993).

Puruveden (39) kokonaisbiomassa 1980 ja 1990 lukujen keskiarvona, 0,33 mg l<sup>-1</sup>, on oligotrofiaa ilmentävä Heinosen (1980) luokituksen mukaan. Vastaavan ajanjakson *a*-klorofyllin pitoisuus oli myös hyvin alhainen, 1,9 µg l<sup>-1</sup>. Suurimmat biomassa-arvot, 0,54 mg l<sup>-1</sup>, mitattiin vuosina 1986 ja 1989. Vielä 1990-luvun alussa biomassa oli suhteellisen suuri, mutta on vähentynyt tasaisesti ja vuonna 1997 mitattiin minimiarvo 0,06 mg l<sup>-1</sup>. Keskimääräinen biomassa 1990-luvulla oli alhainen, 0,25 mg l<sup>-1</sup> (kuva 2d).

Suurikokoiset, lähinnä rantavyöhykkeessä elävät *Mougeotia*- ja *Spirogyra*-viherlevät muodostivat pääosan biomassasta 1960-luvun alussa. Näyte on mahdollisesti otettu liian läheltä rantaa ja rantavyöhykkeen levää on joutunut näytteeseen. 1980- ja 1990-luvuilla levälajistoa dominoivat Ochromonadales-lahkon kultalevät. Pienikokoisia *Chrysochromulina*-, *Spiniferomonas*-, *Pedinella*- ja *Pseudopedinella*-sukuihin kuuluvia leviä on määritetty 1980-luvulta lähtien.

Sinileviä oli yleensä vähän, 1990-luvulla niitä on ollut keskimäärin 0,02 mg l<sup>-1</sup>, eli 8 % kokonaisbiomassasta (liite 2). Poikkeuksellisen runsaasti oli sinilevää (48 % kokonaisbiomassasta) heinäkuussa 1986, jolloin *Planctothrix*, todennäköisesti *P. mougeotii*, oli vallitsevana. Heinäkuussa 1988 sinileviä oli 0,18 mg l<sup>-1</sup> (47 % biomassasta). Vallitsevana oli pieniä yhdyskuntia muodostava *Aphanocapsa reinboldii* (*Microcystis reinboldii*). Kultalevät *Bitrichia chodatii*, *Dinobryon borgei*, *D. divergens* ja *Mallomonas akrokomos*, jotka ovat tyypillisiä oligotrofisten vesien lajeja (Järnefelt 1952a, 1956b, Heinonen 1980, Brettum 1989, Lepistö ja Rosenström 1998), ovat runsastuneet 1990-luvulla. Nämä lajit on helppo tunnistaa. Piilevistä tärkeimpiä olivat *Tabellaria flocculosa* (*T. fenestrata*) ja *Rhizosolenia longiseta* (taulukko 5b).

## Juojärvi

Juojärvellä on yhdessä Iisalmen reitin Haapajärven kanssa Pohjois-Savon biomonitorointijärvien pienimmät valuma-alueet, noin 2000 km<sup>2</sup>. Juojärven reitin alueella järvisyys on melko korkea, 22 % kokonaispinta-alasta. Valuma-alueen maapinta-alasta peltoa on noin 7 % ja turvemaata vajaa viidennes. Juojärven pohjoispäähän tulee yhdyskuntajätevesikuormitusta, mutta kuormitus ei ole järven kokoon nähden merkittävää. Vesien käyttökelpoisuusluokituksessa Juojärvi kuuluu erinomaiseen luokkaan (liite 1). Juojärven vesi on kirkasta; väriluku on 20-30 mg l<sup>-1</sup> Pt ja päällysveden kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvo ajanjaksolla 1990-2000

oli 4,8  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Juojärvi purkautuu Varistaipaleen kautta Kermajärveen ja edelleen Heinäveden reitille. Juojärvi on säännöstelty, kuten kaikki muutkin Pohjois-Savon Vuoksen alueen biomonitorointijärvet.

Juojärven (27) keskimääräinen biomassa oli 0,34  $\text{mg l}^{-1}$ . Biomassa-arvot 1990-luvulla olivat lähes puolta pienempiä verrattuna 1980-luvun arvoihin. Keskimääräinen biomassa ilmentää selkeästi oligotrofiaa (Heinonen 1980), samoin kuin vastaavan ajanjakson *a*-klorofyllin pitoisuus, 2,8  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Kultalevät, lähinnä *Uroglena* spp. olivat vallitsevina vuosina 1963 ja 1982 (kuva 2e). Niiden lisäksi piilevät ovat tyypillisiä Juojärvelle, joskin vuonna 1986 sinilevien osuus nousi 21 %:iin kokonaisbiomassasta (liite 2), kun pieniä yhdyskuntia muodostava *Aphanocapsa reinboldii* runsastui. Muita biomassan perusteella runsaimpia lajeja olivat *Rhizosolenia longiseta*, *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas* spp. ja *Uroglena* spp., jotka myös olivat solumäärältään runsaimpia samoin kuin *Dinobryon borgei* ja *Merismopedia tenuissima* (*M. warmingiana*) (taulukko 6a).

Taulukot 6a-b. Juojärven (6a) ja Lietveden (6b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1998, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 6a	bm ka	ka lkm	Taulukko 6b	ka mb	ka lkm
Juojärvi, n=4	(0,26)		Lietvesi, n=3	(0,33)	
<i>Uroglena</i> sp.	0,04	330200	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,08	506400
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,04	253400	Ochromonadales	0,03	532300
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	17400	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,03	25600
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,03	20200	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	15600
<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,02	31800	<i>Asterionella formosa</i>	0,02	44800
<i>Aulacoseira distans</i>	0,01	10800	<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,02	8900
<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,01	100	<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,03	56700
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0,01	3500	<i>Anabaena flos-aquae</i>	0,02	9800
Ochromonadales	0,01	126600	<i>Uroglena</i> sp.	0,01	131400
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	26000	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,01	16800
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0,01	4600	<i>Synura</i> sp.	0,01	9700
<i>Ceratium</i> sp.	0,01	300	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	56900
<i>Asterionella formosa</i>	0,01	14100	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	8100
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	6400	<i>Ceratium</i> sp.	0,01	200
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,01	3300	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,01	4000
Monadit		99800	<i>Chrysochromulina</i> sp.		113100
<i>Dinobryon borgei</i>		72400	<i>Salpingoeca frequentissima</i>		71200
<i>Monoraphidium dybowskii</i>		67900	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		51500
<i>Merismopedia tenuissima</i>		44400	<i>Dinobryon borgei</i>		42800
<i>Katablepharis ovalis</i>		40500	Monadit		40700

### Lietvesi

Lietvesi sijoittuu Saimaan altaan päävirtausosalle ja sen kautta purkautuu huomattava osa ( $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) Puumalansalmen virtaamasta etelään. Pohjoispäähän virtaa pääosa Saimaan sivualtaan, Luonterin vesistä. Lähivaluma-alueen kuormitus on hyvin vähäinen. Kymmenen kilometriä Lietveden yläpuolelle johdetaan Puumalan salmeen Puumalan taajaman jätevedet, joiden vaikutus purkupaikan pitoisuustasoihin on lähinnä teoreettinen. Puumalan kirkonkylän yläpuolella on kalankasvatuslaitos, jonka ravinnekuormitus on kasvatuskaudella selvästi taajamaa suurempi (liite 1). Päällysveden kokonaisfosfori on 8  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja väriluku 30  $\text{mg l}^{-1}$  Pt (md.). Saimaan virtaamavaihtelut vaikuttavat fosforipitoisuuksiin jonkin verran. Saimaan ekologisen tutkimuksen vuosien 1980-83 makrofytti- ja eläinplanktonnäytteiden ottopaikat (Kauppi ym. 1985, Vesihallitus 1985) sijaittivat Lietveden litoraaliyöhykkeellä.



Lietveden (42) kasviplanktonin keskimääräinen biomassa, 0,41 mg l<sup>-1</sup>, kuvastaa vähäravinteisuutta, samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuus, 3,0 µg l<sup>-1</sup>. Nielulevien, piilevien ja kultalevien osuus oli liki samansuuruinen 1980-luvulta lähtien, mutta sinilevien määrä oli lievästi noussut (kuva 2f). Vuonna 1986 sinilevät *Aphanocapsa reinboldii*, ja vuonna 1990 *Anabaena flos-aquae* ja *Aphanizomenon* spp. olivat vallitsevina. Biomassan perusteella yleisimpiä olivat *Rhodomonas lacustris*, Ochromonadales-lahkon siimalliset flagellaatit, *Cryptomonas*-suvun lajit sekä *Rhizosolenia longiseta* ja *Asterionella formosa*. Solumäärien perusteella lisäksi *Chrysochromulina* spp., *Monoraphidium dybowskii* ja *Dinobryon borgei* olivat dominantteja (taulukko 6b).

## Saimaa

Hietasaaren (22) havaintopaikka sijaitsee Hietaselällä Kyläniemen pohjoispuolella. Hietaselän suurin syvyys on 60 metriä. Havaintopaikka edustaa puhdasta Saimaata eikä sinne kulkeudu metsäteollisuuden jätevesiä Etelä-Saimaalta, minkä vuoksi se on myös vertailupiste Kyläniemen eteläpuolisen Saimaan veden laadulle. Hietaselkä on rehevyytasoltaan karua ja veden laadultaan erinomaista (liite 1). Esimerkiksi päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on tasoa 5-7 µg l<sup>-1</sup>. Veden väri on noin 30 mg l<sup>-1</sup> Pt.

Kasviplanktonin biomassa oli keskimäärin 0,42 mg l<sup>-1</sup>, mikä kuvastaa vähäravinteisuutta, ja *a*-klorofyllin pitoisuus, 2,3 µg l<sup>-1</sup>, lähes ultra-oligotrofiaa. Nieluleviä ja piileviä oli noin 30 % kumpaakin. Vuonna 1986 sinilevät, lähinnä *Aphanocapsa reinboldii* muodostivat huomattavan osan (32 %) biomassasta, joka oli 0,6 mg l<sup>-1</sup> (kuva 2g). Biomassan perusteella nielulevät *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Aphanocapsa reinboldii*, *Rhizosolenia longiseta*, *Uroglena* spp. ja *Asterionella formosa* olivat runsaimmat ja solumäärien perusteella siimalliset Ochromonadales-flagellaatit, *Merismopedia tenuissima* ja *Dinobryon borgei* (taulukko 7a).

Taulukot 7a-b. Saimaa Hietasaaren (7a) ja Saimaa Riutanselän (7b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon (≥0,01 mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1997, n = näytteiden lukumäärä. Suluissa valtalajien kokonaisbiomassa.

Taulukko 7a	ka bm	ka lkm	Taulukko 7b	ka bm	lkm
Saimaa Hietas., n=4	(0,35)		Saimaa Riutans., n=4	(0,53)	
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,07	51100	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,10	180100
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,05	380500	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,08	535100
<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,04	62400	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,07	535100
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	18000	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,06	214800
<i>Uroglena</i> sp.	0,03	297000	<i>Cyclotella comta</i>	0,04	12600
<i>Asterionella formosa</i>	0,03	46800	<i>Dimorphococcus lunatus</i>	0,03	2600
Ochromonadales	0,02	452400	<i>Ceratium</i> sp.	0,03	900
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,01	6900	Eupodiscales	0,03	26000
Monadit	0,01	1535100	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	0,02	4800
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,01	3200	<i>Synura</i> sp.	0,02	15800
<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	37400	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	53700
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	0,01	3700	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	0,01	1900
<i>Cyclotella comta</i>	0,01	1800	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0,01	5400
<i>Mallomonas caudata</i>	0,01	600	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,01	4900
<i>Woronichinia naegelianae</i>	0,01	1200	<i>Gonyostomum semen</i>	0,01	400
<i>Merismopedia tenuissima</i>		44800	<i>Chrysochromulina</i> sp.		185800
<i>Dinobryon borgei</i>		42000	Monadit		93300
<i>Chrysochromulina</i> sp.		31200	<i>Pedinella</i> sp.		51100
<i>Monoraphidium dybowskii</i>		29700	<i>Uroglena</i> sp.		48800
<i>Mallomonas akrokomos</i>		25800	<i>Oocystis</i> sp.		47800

Riutanselkä (062:47) sijaitsee ns. läntisellä Pien-Saimaalla Taipalsaarella. Aluetta kuormittivat aiemmin yhdyskuntajätevedet, mutta siirtoviemärin ansiosta jätevesikuormitus on nykyisin loppunut. Riutanselkää ja koko läntistä Pien-Saimaata vaivaa hajakuormituksesta johtuva lievä rehevöityminen, jota ilmentävät ajoittaiset sinileväkukinnat ja verkkojen limoittuminen. Metsäteollisuusjätevesiä Riutanselälle ei tule, ja muulle läntiselle Pien-Saimaallekin niitä pääsee vain harvoin laimeina pitoisuuksina (liite 1). Riutanselkä on muuta eteläistä Saimaata herkempi typen rehevöittäväälle vaikutukselle, sillä siellä on tutkimuksin todettu typen yhdessä fosforin kanssa rajoittavan tuotantoa (Pietiläinen 1999). Riutanselän päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vaihtelee välillä 10-20  $\mu\text{g l}^{-1}$  ja *a*-klorofyllipitoisuus 2-10  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Veden väriluku on noin 20 mg  $\text{l}^{-1}$  Pt. Veden laadultaan Riutanselkä on lievästä rehevöitymisestä huolimatta luokiteltavissa hyväksi.

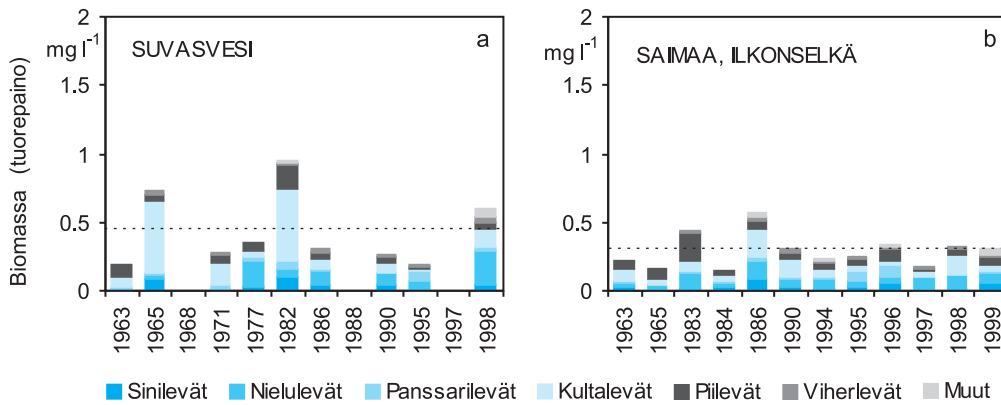
Riutanselkä on lievästi rehevöitynyt mutta kasviplanktonin keskimääräisen biomassan, 0,66 mg  $\text{l}^{-1}$ , samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuuden, 3,4  $\mu\text{g l}^{-1}$ , perusteella huomattavasti karumpi kuin Haukiselkä. Vuoden 1986 maksimibiomassan aiheuttivat sinilevät *Aphanocapsa reinboldii* ja nielulevät. Eri leväryhmien osuus oli lähes samansuuruinen, etenkin 1990-luvulla ei ryhmien välillä ollut merkittäviä eroja. Sinileviä oli yleensä vähän (kuva 2h, liite 2). Biomassana, mutta myös lukumäärältään runsaimpia olivat *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris* ja *Mallomonas akrokomos*. Biomassan perusteella myös *Cyclotella comta*, *C. kuetzingiana*, *Dimorphococcus lunatus* ja *Gonyostomum semen* kuuluivat domonoiviin lajeihin (taulukko 7b).

Eutrofiaa indikoiva viherlevä *Dimorphococcus lunatus* (Järnefelt 1952a, 1956b) oli melko runsaana saman alueen jokseenkin puhtaiksi luonnehdituissa vesissä jo vuonna 1956 (Järnefelt 1961).

### Suvasvesi

Suvasvesi on Pohjois-Savon syvin järvi, sen suurin syvyys on noin 90 metriä. Suvasveteen virtaa Vehmersalmen kautta noin neljäsosa Kallaveden vesimäärästä. Suvasvesi purkautuu Varisveden ja Kermajärven kautta Heinäveden reitille. Suvasveden vedenlaatuluokka on erinomainen (liite 1). Päällysveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat 1990-luvulla keskimäärin 6,7  $\mu\text{g l}^{-1}$  ja veden väriluku keskimäärin 30 mg  $\text{l}^{-1}$  Pt. Suvasveteen tulee vähäisessä määrin pistekuormitusta asutuksesta, kaatopaikalta ja kalankasvatuksesta.

Suvasveden (29) keskimääräinen biomassa, 0,46 mg  $\text{l}^{-1}$ , oli lähellä alkavan rehevöitymisen rajaa, jota myös *a*-klorofyllin pitoisuus, 4,1  $\mu\text{g l}^{-1}$  jo ilmensi. Maksimibiomassat vuosina 1965 ja 1982 olivat Ochromonadales-flagellaattien ja *Dinobryon sociale*- kultalevien aiheuttamia. Vuoden 1998 maksimin syynä oli nielulevien runsastuminen. Sinilevää, lähinnä *Anabaena solitaria* ja *Aphanizomenon* spp., oli vuonna 1982 muita vuosia runsaammin (kuva 3a). Yleensä sinilevien määrä oli melko alhainen, keskimääräinen 0,05 mg  $\text{l}^{-1}$ , mikä on kymmenen prosenttia koko levämäärästä (liite 2). *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Dinobryon sociale*, *Uroglena* spp. ja *Rhizosolenia longiseta* olivat määrällisesti merkittäviä taksoniteita ja solumäärien perusteella myös *Chrysochromulina* spp, *Dinobryon borgei* ja *D. divergens* (taulukko 8).



Kuvat 3a-b. Kasviplanktonin määrä ja koostumus ryhmittäin ilmoitettuna heinäkuussa vuosina 1963-1999 suuressa, karussa ja kirkasvetisessä järvessä (CAA, 3a, tyyppi 5), ja ihmistoi-  
minnan kuormittamiksi arvioidussa järvessä (CAAi, 3b, tyyppi 5). Biomassan keskiarvo vuosil-  
ta 1980-1999 on merkitty katkoviivalla.

Taulukko 8. Suvasveden 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassin keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai las-  
kentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1998, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 8	ka bm			ka bm	
	Suvasvesi, n=5	(0,36)		ka lkm	ka lkm
Cryptomonas sp.	0,05	36400	Aphanocapsa reinboldii	0,01	10400
Rhodomonas lacustris	0,05	382400	Monadit	0,01	124700
Dinobryon sociale	0,05	292400	Ochromonadales	0,01	128300
Dinobryon sp.	0,04	208800	Katablepharis ovalis	0,01	65400
Uroglena sp.	0,04	360800	Asterionella formosa	0,01	12200
Rhizosolenia longiseta	0,03	18400	Chrysochromulina sp.		414900
Gymnodinium fuscum	0,02	200	Pedinella sp.		45400
Anabaena planctonica	0,01	1400	Dinobryon divergens		37600
Aphanizomenon sp.	0,01	2700	Monoraphidium dybowskii		26700
Polytoma sp.	0,01	31500	Dinobryon borgei		26600

### 3.1.2 Suuret kuormitetut kirkasvetiset järvet (CAAi, tyyppi 5)

Aineiston ainoa suuri kirkasvetinen kuormitetuksi arvioitu järvi on intensiivisesti seurattu Saimaa Ilkonseleä (liite 1). Järven kokonaisfosforin pitoisuus  $6,8 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) kuvastaa vähäravinteisuutta ja vesi on suhteellisen kirkasta,  $30 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  (md.).

#### Saimaa

Ilkonseleä on Kyläniemen eteläpuolisen Saimaan suurin syvänealue, jonka suurin syvyys on 65 metriä. Syvänteen yli 30 metriä syvä osa on noin 9,5 km pitkä ja 0,5 km leveä. Etelä-Saimaalle vedet tulevat koko yläpuoliselta Saimaalta Kyläniemen kohdalla olevan vuolaan (noin  $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) Rastinvirran kautta. Erityisesti kemiallisesta puunjalostusteollisuudesta peräisin olevat jätevedet kuormittivat aiemmin 1960-luvulla pahasti Ilkonseleä, mutta nykyisin Ilkonselelle kulkeutuu metsäteollisuuden jätevesiä lähinnä talvisin Lappenrannassa ja Joutsenossa sijaitsevilta tehtailta pohjanmyötäisesti vastavirtaan. Keväällä täyskierron aikana syvänteen jätevesipitoiset vedet sekoittuvat koko vesimassaan, laimenevat ja poistuvat nopeasti virtauksen mukana Vuokseen. Kesällä jätevesiä kulkeutuu vain

voimakkaiden etelätuulten aikana. Metsäteollisuuden tehostuneen vesiensuojelun ja parantuneen jätevesien käsittelyn ansiosta jätevedet ovat kuitenkin aiempaan verrattuna puhtaampia ja niiden aiheuttamat haitat ovat vähentyneet ja samalla vesistön tila on kohentunut. Talviaikainen happitilanne on normalisoitunut aiemmasta lähes hapettomasta tilanteesta. Se on puolestaan näkynyt kerrannaisesti muutenkin veden laadussa, mm. fosforiarvojen pienentymisenä pohjan lähellä (Heinonen 1972, Heinonen ym. 1975, Laine 2001). Nykyisin Ilkonselän veden laatu onkin luokiteltavissa hyväksi (liite 1) ja se on ravinne- ja *a*-klorofyllipitoisuuksiltaan selvästi karu vesistö. Esimerkiksi päällysvedessä kokonaisfosforin taso on vaihdellut 7-10 µg l<sup>-1</sup> ja vesi on melko kirkasta, vain hyvin lievästi humuksen värjäämää; väriluku on noin 30 mg l<sup>-1</sup> Pt.

Ilkonselkä on myös kasviplanktonin määrän ja koostumuksen perusteella vähäravinteinen. Heinäkuun keskimääräinen biomassa vuosina 1980-1999 oli 0,31 mg l<sup>-1</sup>, ja *a*-klorofyllin pitoisuus 2,5 µg l<sup>-1</sup>. Kasviplanktonyhteisö koostui lähinnä nielu-, kulta- ja piilevistä, joita kutakin oli ± 25 % kokonaisbiomassasta (kuva 3b, liite 2). Seurantajakson suurimmat biomassat mitattiin vuonna 1983, kun piilevät *Rhizosolenia longiseta* ja *R. eriensis* dominoivat. Vuonna 1986 Ochromonadales-flagellaatit, *Dinobryon borgei* ja *Uroglena* spp., dominoivat biomassaa. Nämä maksimit nostivat 1980-luvun keskimääräisen biomassan 0,39 mg:aan l<sup>-1</sup>. Vuonna 1986 myös sinilevät *Woronichinia naegeliana*, *Anabaena flos-aquae* ja *Aphanizomenon* spp. muodostivat 15 % kokonaisbiomassasta.

Kasviplankton oli 1990 - luvulla vähentynyt 0,27 mg:aan l<sup>-1</sup> (kuva 3b), mikä ilmentää Heinosen (1980) luokituksen mukaan lähes ultra-oligotrofiaa. Piilevien biomassa oli vähentynyt runsaalla puolella. Myös lajisto oli muuttunut; lievästi rehevöityneiden tai luonnostaan rehevien (Brettum 1989, Lepistö 1990, Willén 2000) vesien *Rhizosolenia longiseta* ja pienikokoinen, myös runsasravinteisten vesien laji *Aulacoseira distans* v. *alpigena* (Lepistö 1990) olivat yleistyneet (taulukko 9), samalla kuin esimerkiksi reheville vesille tyypillinen (Järnefelt 1952a, 1956b, Brettum 1989, Lepistö 1999) *Fragilaria crotonensis*- piilevä oli vähentynyt.

Taulukko 9. Saimaa Ilkonselän 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon (≥0,01 mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1999, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 9	ka bm		ka lkm	
Saimaa Ilkonselkä, n = 11	(0,2)	ka lkm	ka bm	ka lkm
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,03	233900	<i>Eupodiscales</i>	0,01 59800
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,03	87200	<i>Woronichinia naegeliana</i>	0,01 900
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,02	11600	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01 6000
Ochromonadales	0,02	148900	<i>Ceratium</i> sp.	0,01 200
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	70200	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	66100
<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,01	100	<i>Chrysochromulina</i> sp.	64200
<i>Asterionella formosa</i>	0,01	20900	<i>Monochrysis</i> sp.	48500
<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	65800	<i>Pedinella</i> sp.	39700
<i>Uroglena</i> sp.	0,01	97800	<i>Dinobryon borgei</i>	39300
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,01	5200	<i>Spiniferomonas</i> sp.	32300

Kultaleivistä *Mallomonas acaroides* dominoi 1980-luvun puolivälissä, *M. akrokomos* puolestaan 1990-luvulla, jolloin myös *M. caudata* runsastui. Viherlevien määrä ja suhteellinen osuus kasviplanktonin kokonaisbiomassasta on lisääntynyt 1980-luvun puolivälistä lähtien (kuva 3b). Yleisiä lajeja olivat myös *Monoraphidium dybowskii* ja *M. circinale*, joiden lajinmääritys selkeytyi 1980-luvulla. Panssarisiimalevät, etenkin *Gymnodinium "fuscum"*, runsastuivat 1990-luvulla, mutta sinileviä oli sen sijaan edelleen vähän, keskimäärin 0,03 mg l<sup>-1</sup> (liite 2).

### 3.1.3 Suuret humusjärvet (CAB, tyyppi 8)

Suuria humusjärviä ovat: Koitere, Orivesi, Pielinen, jossa Kalkkusaaren havaintopaikka on intensiivisesti seurattu, Paasivesi, Viinijärvi ja Unnukka. Näiden järvien kokonaisfosforin pitoisuus, 8 - 15  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.), kuvastaa mesotrofiaa. Kokonaisfosforin pitoisuus on alhaisin Suvasvedessä ja korkein Unnukassa. Veden väriluku vaihtelee 40 - 70  $\text{mg l}^{-1}$  Pt. Paasivesi, jossa lähin kuormittaja on 25 km havaintopaikan yläpuolella ja Pielinen Kalkkusaari, jossa on pistemäistä jätevesikuormitusta, ovat käyttökelpoisuudeltaan erinomaisia (Antikainen ym. 2000, liite 1). Muut havaintopaikat kuuluvat luokkaan hyvä/ tyydyttävä, koska niissä kuormitus on lähempänä havaintopaikkaa.

#### Koitere

Koitere sijaitsee Pohjois-Karjalassa ja on Koitajoen vesistöalueen suurin järvi. Järven valuma-alue on metsä- ja suovaltaista; noin kolmannes alueesta on turvemaa ja loput kivennäismaata. Peltoja on vähän. Järven pohjoisosiin laskevat vedet ovat humuspitoisia ja ravinteisia. Järveä on säännöstelty voimatalouden tarpeisiin vuodesta 1980 lähtien, ja vedenkorkeuden vaihteluväli on ollut 2,05 m. Säännöstely on hajakuormituksen ohella vaikuttanut veden laatuun (Tossavainen ym. 1994). Se on myös aiheuttanut rantojen sortumista ja heikentänyt järven kalataloudellista arvoa. Käyttökelpoisuudeltaan Koitereen vesi on pääosin hyvää, muutamilla lahtialueilla kuitenkin tyydyttävää lähinnä veden korkeahkojen ravinnepitoisuuksien, humusväritteisyyden sekä happitilanteen ajoittaisen heikentymisen vuoksi. Kokonaisfosforin pitoisuus on 10,8  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.), ja väriluku on 70  $\text{mg l}^{-1}$  Pt (md.), (Pietiläinen ja Räike 1999).

Koitereen (Juuansaari) kasviplanktonbiomassat osoittivat 1970- ja 1980-lukujen taitteessa oligotrofiaa (Turkia 1986). Heinäkuun kasviplanktonbiomassa 1980- ja 1990-luvuilla oli keskimäärin 0,34  $\text{mg l}^{-1}$ , mikä ilmensi oligotrofiaa (Heinonen 1980). Myös *a*-klorofyllin pitoisuus, 3,3  $\mu\text{g l}^{-1}$  oli alhainen. Kasviplanktonin määrä oli 1980-luvulla kaksinkertainen 1990-luvun keskimääräiseen biomassa verrattuna, lähinnä nielulevien ja kultalevien runsauden vuoksi. *Cryptomonas* spp. on kuulunut koko seurannan ajan Koitereen kasviplanktonin valtalajeihin, ja niiden osuus oli 70 % maksimibiomassasta, 0,69  $\text{mg l}^{-1}$ , vuonna 1982. Vuoden 1986 biomassa, 0,66  $\text{mg l}^{-1}$ , koostui sen sijaan nielulevistä ja kultalevistä (lähes yksinomaan *Mallomonas akrokomos*), joita oli kumpiakkin vajaat 40 %. Kasviplanktonin kokonaisbiomassa 1990-luvulla oli 0,24  $\text{mg l}^{-1}$ , josta nielulevät muodostivat edelleenkin noin 40 % (kuva 4a).

Biomassan perusteella tärkeimpiä taksoneita olivat *Cryptomonas*-suvun lajit, *Mallomonas akrokomos*, *Rhodomonas lacustris*, *Pseudopedinella* spp. ja *Rhizosolenia longiseta*. Myös *Aulacoseira distans* oli tyypillinen Koitereen lajistossa. Lukumääräisesti runsaita olivat mm. *Monoraphidium dybowskii* ja Ochromonadales-lahkon flagellaatit (taulukko 10a).

#### Orivesi

Orivesi (Samppaanselkä) on luokiteltu käyttökelpoisuudeltaan hyväksi 1980-luvun puolivälissä (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1993), eikä tilanteessa ole havaittavissa muutoksia 1990-luvulla. Kokonaisfosforin pitoisuus on 10  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja veden väriluku 50  $\text{mg l}^{-1}$  Pt (md.), (Pietiläinen ja Räike 1999). Kasviplanktonin määrä 1980- ja 1990-luvuilla oli keskimäärin 0,39  $\text{mg l}^{-1}$  ja *a*-klorofyllin pitoisuus 3,1  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Suurimmat biomassat mitattiin vuosina 1982 ja 1986, jolloin nielulevät *Cryptomonas* spp. ja *Rhodomonas lacustris* sekä Ochromonadales-flagellaatit olivat valitsevina. Etenkin vuonna 1982 myös sinilevien osuus oli suurempi, kun *Aphanizomenon* spp. runsastui. 1990-luvulla kasviplanktonin biomassa oli yleensä nielulevien dominoima. Vain satunnaisesti piilevien osuus nousi liki 50 %:iin, kuten vuonna 1998, kun *Tabellaria flocculosa* runsastui (kuva 4b).



Taulukot 10a-b. Koitereen (10a) ja Orivesi Samppaanselän (10b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassin keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1999,  $n =$  näytteiden lukumäärä. Suluissa valtalajien kokonaisbiomassa.

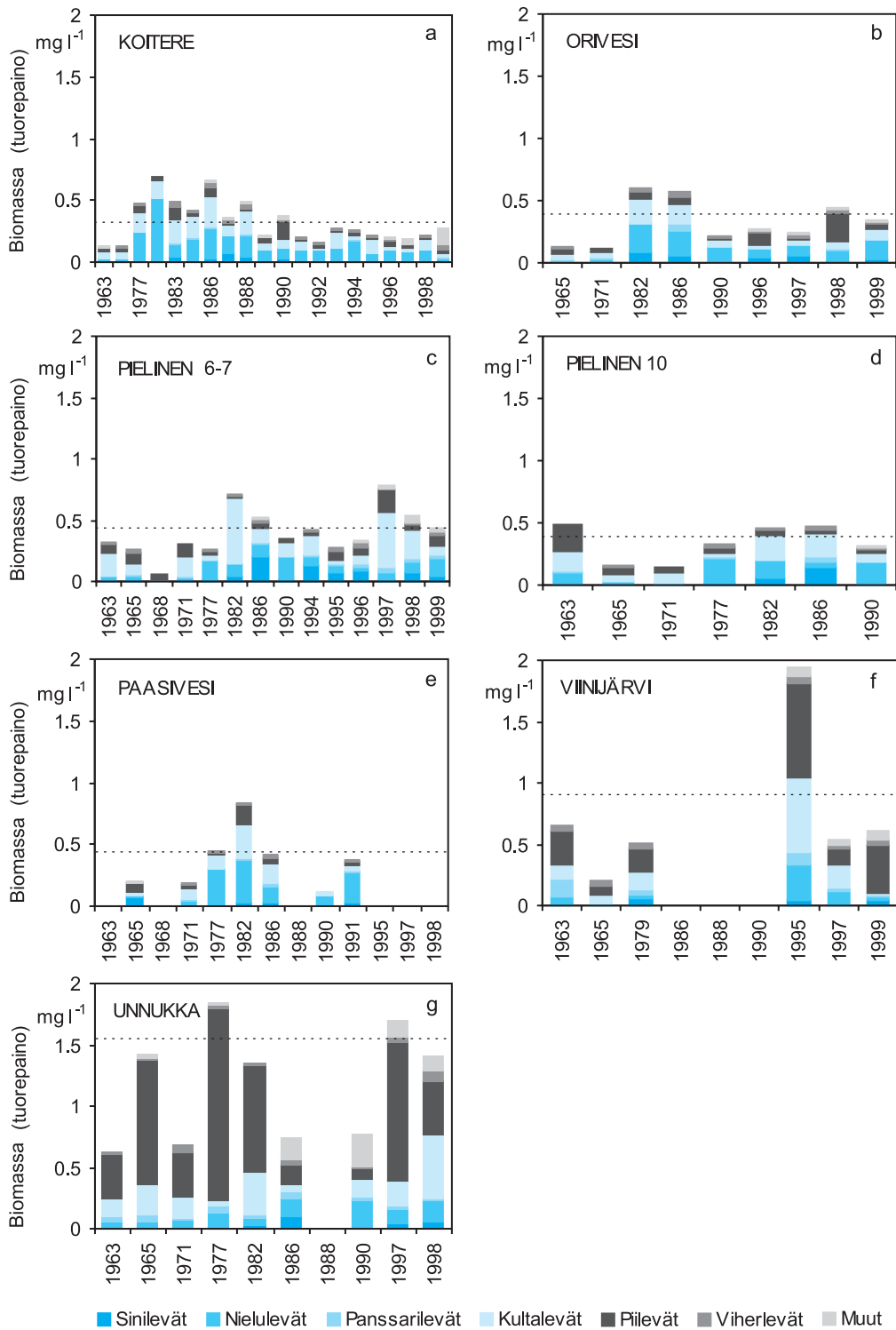
Taulukko 10a	ka bm	ka lkm	Taulukko 10b	ka bm	ka lkm
Koitere, $n = 19$	(0,26)		Orivesi Samppaans. $n = 7$	(0,28)	
Cryptomonas sp.	0,09	76100	Rhodomonas lacustris	0,06	475000
Mallomonas akrokomos	0,05	53700	Cryptomonas sp.	0,06	42900
Rhodomonas lacustris	0,05	328400	Tabellaria flocculosa	0,02	8400
Pseudopedinella sp.	0,01	30100	Ochromonadales	0,02	315900
Rhizosolenia longiseta	0,01	6000	Pseudopedinella sp.	0,02	99900
Monadit	0,01	138200	Mallomonas akrokomos	0,02	18900
Aulacoseira distans	0,01	8000	Aphanizomenon sp.	0,03	9900
Aphanocapsa reinboldii	0,01	13200	Polytoma sp.	0,01	34500
Ochromonadales	0,01	100900	Rhizosolenia longiseta	0,01	5600
Mallomonas caudata	0,01	700	Katablepharis ovalis	0,01	63600
Monoraphidium dybowskii		57500	Cyclotella sp.	0,01	6500
Chroomonas acuta		46500	Dinophyceae	0,01	1300
Monomastix sp.		29000	Monadit		83400
Chroococcales		27500	Pedinella sp.		64300
Chromulina sp.		26000	Chrysochromulina sp.		59300
Katablepharis ovalis		24800	Uroglena sp.		50300
Monochrysis sp.		24500	Monoraphidium dybowskii		50100
Pedinella sp.		23100	Dinobryon borgei		36000
Uroglena sp.		37500	Monochrysis sp.		32900
Chrysochromulina sp.		20600	Eupodiscales		15100

Biomassin perusteella merkittäviä taksoniteita olivat: *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas* spp., *Tabellaria flocculosa*, Ochromonadales- lahkon flagellaatit, *Pseudopedinella* spp. ja *Mallomonas akrokomos*. Solumäärien perusteella pienikokoisista taksonista mm. *Monoraphidium dybowskii* oli runsas (taulukko 10b).

## Pielinen

Pielinen on Suomen viidenneksi suurin ja samalla Pohjois-Karjalan suurin järvi. Enimmäkseen Pielisen veden laatu on hyvä, selkävesialueilla lähes jopa erinomainen, mutta kuormitetuilla alueilla, Nurmeksen, Aronsalmen, Juuan ja Lieksan lähellä se on tyydyttävä ja pienillä alueilla välttävä. Seurannan näytteenottoapaikat ovat järven keskiosissa, Kalkkusaaren ja Ristisaaren lähellä, missä kokonaisfosforin pitoisuus on  $9,5 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.). Vesi on humuspitoista, kuten väriluku  $50 \text{ mg l}^{-1}$  Pt (md.), osoittaa (Pietiläinen ja Räike 1999).

Pielisen keskiosassa sijaitsevan Kalkkusaari 7:n (intensiiviseurannassa) ja Ristisaaren planktontuloksia tarkasteltiin yhdessä, koska näytteitä oli otettu vuoteen 1990 Ristisaaren edustalta ja sen jälkeen Kalkkusaaren edustalta. Havaintopaikat sijaitsivat lähekkäin, eikä niiden vedenlaadussa ole merkittäviä eroja. Keskimääräinen heinäkuun kasviplanktonbiomassa vuosina 1980-1999 oli  $0,48 \text{ mg l}^{-1}$  (kuva 4c) ja *a*-klorofyllin pitoisuus  $3,3 \mu\text{g l}^{-1}$ . Ristisaaren edustan kasviplanktonin määrä oli molemmilla tavoin mitattuna jonkin verran suurempi kuin Kalkkusaaren edustalla. Eri leväryhmien määrät näillä kahdella havaintopaikalla poikkesivat toisistaan jonkin verran. Havainnoinnin vuorottelun takia ei kasviplanktonin määrää ja laatua 1980- ja 1990 - luvuilla voitu täysin luotettavasti verrata keskenään. Järnefeltin (1952b) tutkimusten mukaan 1940-luvulla Pielisen kasviplanktonbiomassa oli  $0,01 \text{ mg l}^{-1}$  ja järvi luokiteltiin oligotrofiseksi. Turkian (1986) tutkimuksessa Pielisen kasviplanktonbiomassat 1970- ja 1980-lukujen taitteessa osoittivat lievää rehevyyttä.



Kuvat 4a-g. Kasviplanktonin määrä ja koostumus ryhmittäin suurissa, karuissa ja ruskeavetisissä järvissä (CAB, tyyppi 8) heinäkuussa vuosina 1963-1999. Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1999 on merkitty katkoviivalla.

Taulukot 11a-b. Pielinen Kalkkusaaren (11a) ja Pielinen Variskallion (11b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1999, n = näytteiden lukumäärä. Suluissa valtalajien kokonaisbiomassa.

Taulukko 11a	ka bm		Taulukko 11b	ka bm	
Pielinen 7, n=9	(0,3)	ka lkm	Pielinen 10, n=3	(0,34)	ka lkm
<i>Uroglena</i> sp.	0,05	499700	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,05	38100
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,04	266700	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,05	298400
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,03	24500	<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,05	101700
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,03	65000	<i>Uroglena</i> sp.	0,04	315200
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,02	122300	<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,03	12600
<i>Synura</i> sp.	0,02	18600	Ochromonadales	0,03	496000
<i>Acanthoceras zachariasii</i>	0,02	1200	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	14300
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,02	8800	<i>Aphanothece chlathrata</i>	0,01	21500
<i>Aphanothece bachmannii</i>	0,01	10600	<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,01	5200
Eupodiscales	0,01	43800	<i>Anabaena lemmermannii</i>	0,01	6400
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	10900	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,01	4400
Dinophyceae	0,01	2100	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	44900
<i>Mallomonas</i> sp.	0,01	10800	<i>Woronichinia naegeliana</i>	0,01	1000
<i>Aulacoseira islandica</i>	0,01	2700	<i>Gymnodinium</i> sp.	0,01	15200
<i>Aulacoseira</i> sp.	0,01	2100	<i>Mallomonas</i> sp.	0,01	2400
<i>Merismopedia tenuissima</i>		71500	<i>Chrysochromulina</i> sp.		157800
<i>Monochrysis</i> sp.		71000	Monadit		102700
Monadit		69800	<i>Monoraphidium contortum</i>		60100
<i>Pedinella</i> sp.		68300	<i>Dinobryon borgei</i>		29400
<i>Dinobryon borgei</i>		58000	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		28000

Kultalevät olivat Pielisen keskiosalle tyypillisiä muodostaen noin 40 % järven kasviplanktonista, nieluleviä ja piileviä oli kumpiakin keskimäärin 26 % (liite 2). 1960- ja 1970-luvuilla Ochromonadales-lahkon kultalevät sekä piilevät *Rhizosolenia longiseta*, *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira italica* ja *A. islandica* olivat vallitsevina. *Mallomonas caudata*- kultalevä oli runsaimmillaan 1960-luvulla ja *M. akrokomos* runsastui 1980-luvulla. Biomassan perusteella runsaimpiin taksoneihin kuuluivat myös *Uroglena* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Acanthoceras zachariasii* ja *Dinobryon borgei* - myös lukumäärän perusteella (taulukko 11a). Elokuussa 1996 havaittiin sinilevien, lähinnä *Aphanizomenon flos-aquae*, muodostavan runsaat 20 % Pielisen keskiosan (Pielinen 7 Kalkkusaari) kasviplanktonbiomassasta (Niinioja ym. 1998, 2000).

Pielisen eteläosassa (Pielinen 10 Variskallio) kokonaisfosforin pitoisuus on alhainen,  $9 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.), ja veden väriluku  $60 \text{ mg l}^{-1}$  Pt (md.) (Pietiläinen ja Räike 1999). Kasviplanktonin määrä 1980- ja 1990-luvuilla oli vielä oligotrofian raja-arvon piirissä,  $0,41 \text{ mg l}^{-1}$ , kuten myös *a*-klorofyllin pitoisuus,  $3,5 \mu\text{g l}^{-1}$ . Biomassa koostui pääasiassa nielulevistä (30 %) ja kultalevistä (36 %) (liite 2). Sinileviä oli yleensä vähän, joskin vuonna 1986 sinilevien biomassa oli moninkertainen muihin vuosiin verrattuna kun *Aphanizomenon* spp. ja *Aphanothece chlathrata* muodostivat noin 30 % kokonaisbiomassasta (kuva 4d). Biomassan perusteella valtalajeja olivat *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Pseudopedinella* spp. ja *Uroglena* spp. (*U. americana*) ja solumäärien perusteella lisäksi *Chrysochromulina* spp. ja *Pseudopedinella* spp. (taulukko 11b).

Pielisen itäosassa (Kinahmo 21) Lieksan lähialueella veden käyttökelpoisuus oli 1980-luvulla paikoittain välttävää, pääosin tyydyttävää ja myös hieman kauempana, Kinahmon alueella, tyydyttävää. Havaintopaikka luetaankin, toisin kuin muut tässä käsitellyt Pielisen havaintopaikat, kuormitettuihin alueisiin. Vasta ulompana Pielisen vesi oli hyvää (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1993). Kuor-



mituksen vähentäminen Lieksan kaupungin ja Pankakosken kartonkitehtailla sekä kalalaitoksella on parantanut veden käyttökelpoisuutta, ja se on 1990-luvulla tyydyttävää, ulompana hyvää (Niinioja ym. 1996).

Kokonaisfosforin pitoisuus on  $12 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja veden väriluku  $70 \text{ mg l}^{-1}$  Pt (md.). Kasviplanktonin keskimääräinen biomassa 1980- ja 1990-luvuilta,  $0,72 \text{ mg l}^{-1}$ , ilmensi alkavaa rehevöitymistä samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuus,  $5,4 \mu\text{g l}^{-1}$ . Biomassat kasvoivat 1970-luvun lopulta lähtien. Siirtyminen Lugol-liuoksen käyttöön kestäväoimissä selittää osittain tämän muutoksen, koska nielulevät säilyivät tunnistettavina tällä menetelmällä (Hällfors ym. 1979). Tämän takia 1970-luvun tuloksia ei yksityiskohtaisesti tarkastella. Nielulevien osuus onkin vuodesta 1977 lähtien ollut huomattavan suuri, yli 40 % biomassasta ja vuonna 1990 niiden osuus oli noin 70 % biomassasta. Sinilevienkin osuus on noussut 1980-luvulta lähtien. Vuonna 1990 *Anabaena lemmermannii* runsastui ja sinilevien biomassaksi mitattiin  $0,14 \text{ mg l}^{-1}$  (kuva 5c, havaintopaikka kuuluu kuormitettujen humusjärvien ryhmään). *A. lemmermannii* kuului biomassaltaan runsaimpien joukkoon, kuten myös *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Ochromonadales*-lahkon flagellaatit ja *Mallomonas akrokomos*. *Uroglena* spp. puolestaan kuului solumäärien perusteella dominoiviin taksoneihin (taulukko 12a). Kasviplanktonin biomassa oli lähes kaksinkertainen kesällä 1994 ja 1996 verrattuna ulappa-alueeseen. Limalevää *Gonyostomum semen* on 1990-luvulla havaittu Pielisen kuormittuneilla alueilla. Lieksan edustalla levää oli erityisesti sateisena kesänä 1996 huomattavan paljon (Niinioja ym. 1998, 2000).

Taulukot 12a-b. Pielinen Kinahmon (12a) ja Paasiveden (12b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassin keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1991, n = näytteiden lukumäärä. Suluissa valtalajien kokonaisbiomassa.

Taulukko 12a	ka	bm	Taulukko 12b	ka	bm
Pielinen 21, n=4	(0,48)	ka lkm	Paasivesi, n=3	(0,42)	ka lkm
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,12	81300	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,11	71100
<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,09	38100	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,07	576300
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,05	303900	<i>Ochromonadales</i>	0,06	729800
<i>Ochromonadales</i>	0,04	515300	<i>Uroglena</i> sp.	0,03	200600
<i>Anabaena lemmermannii</i>	0,04	19000	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,03	25800
<i>Uroglena</i> sp.	0,03	207400	<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,02	58200
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,02	21300	<i>Aulacoseira italica</i>	0,02	5700
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,02	8400	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,02	9200
<i>Gonyostomum semen</i>	0,01	700	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	44500
<i>Aphanothece chlathrata</i>	0,01	17900	<i>Synura</i> sp.	0,01	4900
<i>Aulacoseira islandica</i>	0,01	2800	<i>Aulacoseira distans</i>	0,01	4800
<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,01	17900	<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,01	2700
<i>Aulacoseira italica</i>	0,01	2300	<i>Aphanothece chlathrata</i>	0,01	9800
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	15700	<i>Asterionella formosa</i>	0,01	9100
<i>Asterionella formosa</i>	0,01	10500	Monadit		106300
<i>Chromulina</i> sp.		37800	<i>Monoraphidium contortum</i>		46800
<i>Chlorococcales</i>		36100	<i>Chrysochromulina</i> sp.		38500
<i>Katablepharis ovalis</i>		32000	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		34500
<i>Pedinella</i> sp.		27800	<i>Kephyrion ovale</i>		24500
<i>Monoraphidium contortum</i>		22400	<i>Dinobryon borgei</i>		22200

## Paasivesi

Paasivesi (5) on käyttökelpoisuudeltaan erinomaista (Niinioja ym. 1996). Sen vesi on humusväritteistä (noin  $40 \text{ mg l}^{-1}$  Pt). Järvi on ollut oligotrofinen klorofyllipitoisuuksien ja ravinnepitoisuuksien perusteella 1990-luvun alussa (Mononen ja Nii-

nioja 1994). Keskimääräinen biomassa  $0,44 \text{ mg l}^{-1}$ , oli alle alkavan rehevöitymisen rajan ( $0,50 \text{ mg l}^{-1}$ , Heinonen (1980) ja *a*-klorofyllin pitoisuus oli vain  $3,1 \mu\text{g l}^{-1}$ . Nielulevien ja kultalevien suurehko biomassa,  $0,84 \text{ mg l}^{-1}$ , vuonna 1982 kasvatti keskiarvoa huomattavasti. Nielulevät olivat Paasivedelle tyyppillisiä, mutta sinilevää oli vähän (kuva 4e, liite 2). Biomassan perusteella runsaimpia olivat *Cryptomonas*-suvun lajit, *Rhodomonas lacustris*, Ochromonadales-lahkon flagellaatit, *Mallomonas akrokomos*, *Pseudopedinella* spp. ja *Aulacoseira italica*. Solumäärien perusteella runsaimpia olivat tunnistamattomat monadit, edellä mainitut taksonit, sekä *Uroglena* spp. ja mm. *Monoraphidium contortum*- viherlevä (taulukko 12b).

## Viinijärvi

Kasviplanktontutkimuksien havaintopaikka (Viinijärvi 2, Haninniemi) on järven länsiosassa. Se on kirkasvetistä itäosaa (Viinijärvi 1, Venepohjanselkä) huomattavasti tummavetisempi ja ravinteisempi. Erityisesti järven läntiset lahtialueet ovat matalia ja melko reheviä (mm. Kuntsi 1995). Vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa Viinijärven läntinen osa on ollut laadultaan hyvää, lahtialueet tyydyttäviä, itäinen kirkasvetinen karu osa puolestaan on luokiteltu erinomaiseksi (Niinioja ym. 1996).

Turkian (1986) kasviplanktontutkimus osoitti Viinijärven lievästi reheväksi kasviplanktonbiomassan perusteella 1970- ja 1980-lukujen taitteessa. Kuntsi (1995) totesi kasviplanktontutkimuksessa mm. Viinijärven sinilevien osuuden nousseen 1980-luvulta 1990-luvulle ja laskeneen vuoteen 1994. Viinijärven länsiosan lajistosta havaittiin tuolloin melko vähän varsinaisia eutrofian indikaattoreita. Kuitenkin kokonaisbiomassat ilmensivät alkavaa rehevöitymistä (Kuntsi 1995). Myös Viinijärven länsiosan pohjaeläinlajisto osoitti rehevöitymistä (Liljaniemi 1998).

Kasviplanktonin biomassan, keskimäärin  $0,9 \text{ mg l}^{-1}$ , perusteella, järvi on liki mesotrofinen, mitä myös *a*-klorofyllin pitoisuus,  $5,6 \mu\text{g l}^{-1}$  kuvastaa. Vuonna 1995 kultalevien, kuten *Mallomonas caudata*, ja etenkin piilevien *Acanthoceras zachariasii* ja *Cyclotella* spp. muodostama maksimibiomassa,  $1,95 \text{ mg l}^{-1}$ , ilmensi selkeää mesotrofiaa. Vuoden 1999 biomassasta runsaat 60 % oli piileviä, mm. *Tabellaria flocculosa* (kuva 4f). Myös lievästi reheville vesille tyyppinen (Davis 1964) ja humusvesiä suosiva (Lepistö 1999) *Rhizosolenia eriensis* oli runsaana. Biomassan perusteella dominoivat *Mallomonas caudata*, *Cryptomonas* spp., *Tabellaria flocculosa* ja *Acanthoceras zachariasii* ja solumäärinä mm. *Chrysochromulina* spp. ja *Uroglena* spp.

Järnefelt (1936) tutki 1930-luvulla Viinijärven kasvi- ja eläinyhteisöä, myös kasviplanktonia. Useimmat tämän tarkastelun dominoivista kasviplanktonlajeista esiintyivät runsaina Järnefeltin tutkimissa heinäkuun kvantitatiivisissa näytteissä. *Uroglena americana*, *Mallomonas caudata*, (*Attheya*) *Acanthoceras zachariasii*, (*Melosira*) *Aulacoseira ambigua*, *Rhizosolenia longiseta*, *Asterionella formosa* ja *Tabellaria flocculosa* olivat jo tuolloin runsaina. Sen sijaan lähinnä karuja olosuhteita kuvastavat *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Stichogloea olivacea* ja *Cyclotella kuetzingiana* ovat nykyään harvinaisempia. *Rhizosolenia eriensis* on sen sijaan runsastunut (taulukko 13a).

## Unnukka

Unnukka sijaitsee Koiruksen alapuolella ja laskee Haukiveteen. Kallavedestä tulevan virtaaman lisäksi Koirukseen eikä myöskään Unnukkaan tule juuri muita vesiä, kuin järvien lähivaluma-alueelta. Unnukan pohjoisosaan kohdistuu jonkin verran asutuksen jätevesikuormitusta. Päällysveden väriluku on ollut viimeksi kuluneen kymmenen vuoden aikana keskimäärin  $40 \text{ mg l}^{-1}$  Pt ja kokonaisfosforipitoisuus  $14 \mu\text{g l}^{-1}$ . Unnukka kuuluu käyttökelpoisuusluokkaan hyvä (liite 1).

Unnukan kasviplanktonseurantaa toteutettiin vuodesta 1963 vuoteen 1990 Timonselällä. Vuonna 1997 havainnointia jatkettiin Unnukka 31:llä, joka on valtakunnallinen vedenlaatu seurannan havaintopaikka noin 10 kilometriä aiemmasta havaintopaikasta ylävirtaan.

Taulukot 13a-b. Viinijärven (13a) ja Unnukan (13b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01$  mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärin tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1999, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 13a	ka bm	ka lkm	Taulukko 13b	ka bm	ka lkm
Viinijärvi Haninn, n=3	(0,7)		Unnukka, n=5	(0,94)	
Mallomonas caudata	0,11	12700	Rhizosolenia longiseta	0,19	105300
Cryptomonas sp.	0,11	75600	Gonyostomum semen	0,12	6200
Tabellaria flocculosa	0,10	34300	Asterionella formosa	0,11	206300
Acanthoceras zachariasii	0,07	5200	Uroglena sp.	0,10	833300
Cyclotella sp.	0,04	31100	Cryptomonas sp.	0,09	64500
Synura sp.	0,04	27900	Tabellaria flocculosa	0,08	42700
Uroglena sp.	0,04	350000	Synura sp.	0,05	36000
Rhizosolenia longiseta	0,03	18000	Dinobryon sp.	0,04	221200
Pseudopedinella sp.	0,03	127100	Cyclotella sp.	0,03	27400
Monadit	0,03	406700	Cyclotella comta	0,03	8500
Asterionella formosa	0,02	44600	Rhodomonas lacustris	0,02	185500
Aulacoseira distans	0,02	18000	Rhizosolenia eriensis	0,02	15500
Rhizosolenia eriensis	0,02	14200	Cryptomonas marssonii	0,02	11900
Dinophyceae	0,02	2400	Dinobryon sociale	0,02	114600
Aulacoseira ambigua	0,02	17800	Aphanocapsa reinboldii	0,02	23200
Chrysochromulina sp.		493000	Chrysochromulina sp.		458000
Rhodomonas lacustris		148500	Monadit		199600
Chroococcales		128200	Katablepharis ovalis		99300
Pedinella sp.		93300	Ochromonadales		83000
Chlorococcales		91600	Salpingoeca frequentissima		60200

Unnukka oli lievästi mesotrofinen 1980-1990- lukujen keskimääräisen biomassan, 1,19 mg l<sup>-1</sup>, perusteella. Timonselkä on jonkin verran karumpi keskimääräisen biomassan, 0,95 mg l<sup>-1</sup> ja *a*-klorofyllin pitoisuuden, 7,5 µg l<sup>-1</sup> perusteella kuin Unnukka 31, jossa kasviplanktonin biomassa oli 1,55 mg l<sup>-1</sup> ja *a*-klorofyllin pitoisuus 8,2 µg l<sup>-1</sup>. Kumpikin arvo ilmentää mesotrofiaa. Piilevät olivat tyypillisiä ja niiden runsastuminen oli useimmiten syynä maksimibiomassoihin. Vuonna 1977 piilevät *Rhizosolenia longiseta*, *Tabellaria flocculosa* ja *Cyclotella comta* dominoivat (66 % kokonaisbiomassasta), vuonna 1997 sen sijaan *Asterionella formosa* (kuva 4g). Biomassan perusteella lisäksi *Gonyostomum semen* ja *Cryptomonas*- lajit olivat tärkeitä ja solumäärinä *Uroglena* spp., *Chrysochromulina* spp. ja *Dinobryon*- sukuun kuuluvat lajit (taulukko 13b).

### 3.1.4 Suuret kuormitetut humusjärvet (CABi, tyyppi 8)

Suuria kuormitettuja humusjärviä ovat: Pyhäselkä, Juurusvesi, Pielinen 21 Kinahmo, jonka tulokset on käsitelty muiden Pielisen havaintopaikkojen yhteydessä, Keski-Kallavesi ja Pohjois-Kallavesi, joka on intensiiviseurannassa. Näiden järvi- en kokonaisfosforin pitoisuus, 11 - 27 µg l<sup>-1</sup> (md.) kuvastaa mesotrofiaa ja suurimmillaan jo eutrofiaa. Kokonaisfosforin pitoisuus on alhaisin Pyhäselän havaintopaikalla ja korkein Pohjois-Kallavedessä. Veden väriluku näissä järvissä vaihtelee välillä 50 - 70 mg l<sup>-1</sup> Pt. Keski-Kallavesi on käyttökelpoisuudeltaan hyvä/ tyydyttävä (Antikainen ym. 2000, liite 1), muut järvet kuuluvat luokkaan hyvä.

#### Pyhäselkä

Pyhäselän (Kokonluoto) veden käyttökelpoisuus oli 1980-luvun puolivälissä välttävää Pielisjoen suiston lähistöllä ja Joensuun kaupungin lähialueella, Pyhäselän pohjoisosassa tyydyttävää ja muualla hyvä (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristö-

piiri 1993). Pielisjoen kautta Pyhäselkään kohdistuvan Enocell Oy:n Uimaharjun sellutehtaan kuormituksen huomattava vähentyminen ja Joensuun kaupungin jätevesien puhdistuksen tehostuminen 1990-luvulla ovat parantaneet vesistön käyttökelpoisuutta. Niinpä aiemmin välttäviksi luokitellut alueet ovat nykyään tyydyttäviä (Niinioja ym. 1996). Joensuun edustalla 1990-lopulla laadultaan tyydyttävä alue on supistunut edelleen.

Pyhäselän pohjoisosassa leväbiomassat kasvoivat 1980-luvun lopulla, jolloin mm. havaittiin sinilevien määrän lisääntyvän. Myös *Gonyostomum semen* -levää tavattiin jonkin verran. Pyhäselän klorofyllitulokset 1990-luvulla vuoteen 1998 ovat alentuneet aiemmalle 1980-luvun tasolle (Holopainen 1999). Pyhäselkä oli klorofylli- ja ravinnepitoisuuksien perusteella 1990-luvun alussa mesotrofinen (Mononen ja Niinioja 1994), siellä kasviplanktonin kasvua rajoittava tekijä on ensisijaisesti fosfori (Pietiläinen ja Niinioja 1998, 2000).

Pyhäselän kokonaisfosforin pitoisuus on  $11 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja veden väriluku suhteellisen korkea,  $65 \text{ mg l}^{-1}$  Pt (md.) (Pietiläinen ja Räike 1999). Kasviplankton tuloksia on vain 1960-luvulta ja 1990-luvulta, jolloin biomassa oli keskimäärin  $0,41 \text{ mg l}^{-1}$ , eli liki kaksinkertainen 1960-luvun arvoihin verrattuna. Keskimääräinen *a*-klorofyllin pitoisuus oli  $4,1 \mu\text{g l}^{-1}$ . Sinilevää, lähinnä *Aphanizomenon* spp. ja *Anabaena lemmermannii*, oli poikkeuksellisen runsaasti vuonna 1996, mutta kuitenkin nielulevät, etenkin *Rhodomonas lacustris*, olivat tuolloinkin selvästi suurin ryhmä 40 %:n osuudellaan (kuva 5a). Mainittujen taksonien lisäksi myös *Cryptomonas* spp., *Mallomonas punctifera* ja *M. akrokomos* olivat dominoivina. Lukumääräisesti olivat runsaina mm. *Pseudopedinella* spp., *Pedinella* spp. ja *Chrysochromulina* spp. (taulukko 14a).

Taulukot 14a-b. Pyhäselän (14a) ja Juurusveden (14b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1998, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 14a	ka bm		Taulukko 14b	ka bm	
Pyhäselkä, n=3	(0,27)	ka lkm	Juurusvesi, n=4	(0,51)	ka lkm
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,07	56900	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,20	159300
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,05	365400	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,11	628500
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,05	35900	<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,03	11400
<i>Mallomonas punctifera</i>	0,02	5900	<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,02	200
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,02	7300	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,02	12800
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,02	16200	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,02	11000
<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,01	19600	<i>Mallomonas caudata</i>	0,02	2500
<i>Polytoma</i> sp.	0,01	26400	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,02	16600
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	43500	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,01	21000
<i>Asterionella formosa</i>	0,01	11000	<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	50200
Monadit		142400	<i>Asterionella formosa</i>	0,01	20400
<i>Monochrysis</i> sp.		92100	<i>Woronichinia naegeliana</i>	0,01	1400
<i>Pedinella</i> sp.		42000	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	58700
<i>Katablepharis ovalis</i>		39900	<i>Peridinium willei</i>	0,01	200
<i>Chrysochromulina</i> sp.		39100	<i>Eupodiscales</i>	0,01	11900
<i>Rhizosolenia</i> sp.		21300	<i>Chrysochromulina</i> sp.		114400
<i>Monoraphidium contortum</i>		21100	<i>Ochromonadales</i>		101800
<i>Snowella atomus</i>		19300	<i>Pedinella</i> sp.		64700
<i>Uroglena</i> sp.		18300	<i>Uroglena</i> sp.		55800
<i>Eupodiscales</i>		17400	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		36500

## Juurusvesi

Juurusvesi on Nilsiä reitin viimeinen suuri järvi ennen vesien purkautumista Keski-Kallaveteen. Sen yläpuolisia suuria järviä ovat Vuotjärvi ja Syväri. Juurusveden humuspitoisuus - veden väri on keskimäärin 70 mg l<sup>-1</sup> Pt - on pienempi kuin yläpuolisissa järvissä. Päälysveden kokonaisfosforin pitoisuus on viimeksi kuluneen 10 vuoden aikana ollut keskimäärin 17,5 µg l<sup>-1</sup>. Juurusveden käyttökelpoisuus luokituu pääosin hyväksi (liite 1), mutta järven pohjoispäässä sijaitseva Kuuslahti, johon purkautuu kemianteollisuuden jätevesiä, on luokassa tyydyttävä. Noin viisi kilometriä valtakunnallisen seurantapisteen pohjoispuolelle tulee yhdyskuntajätevesikuormitusta.

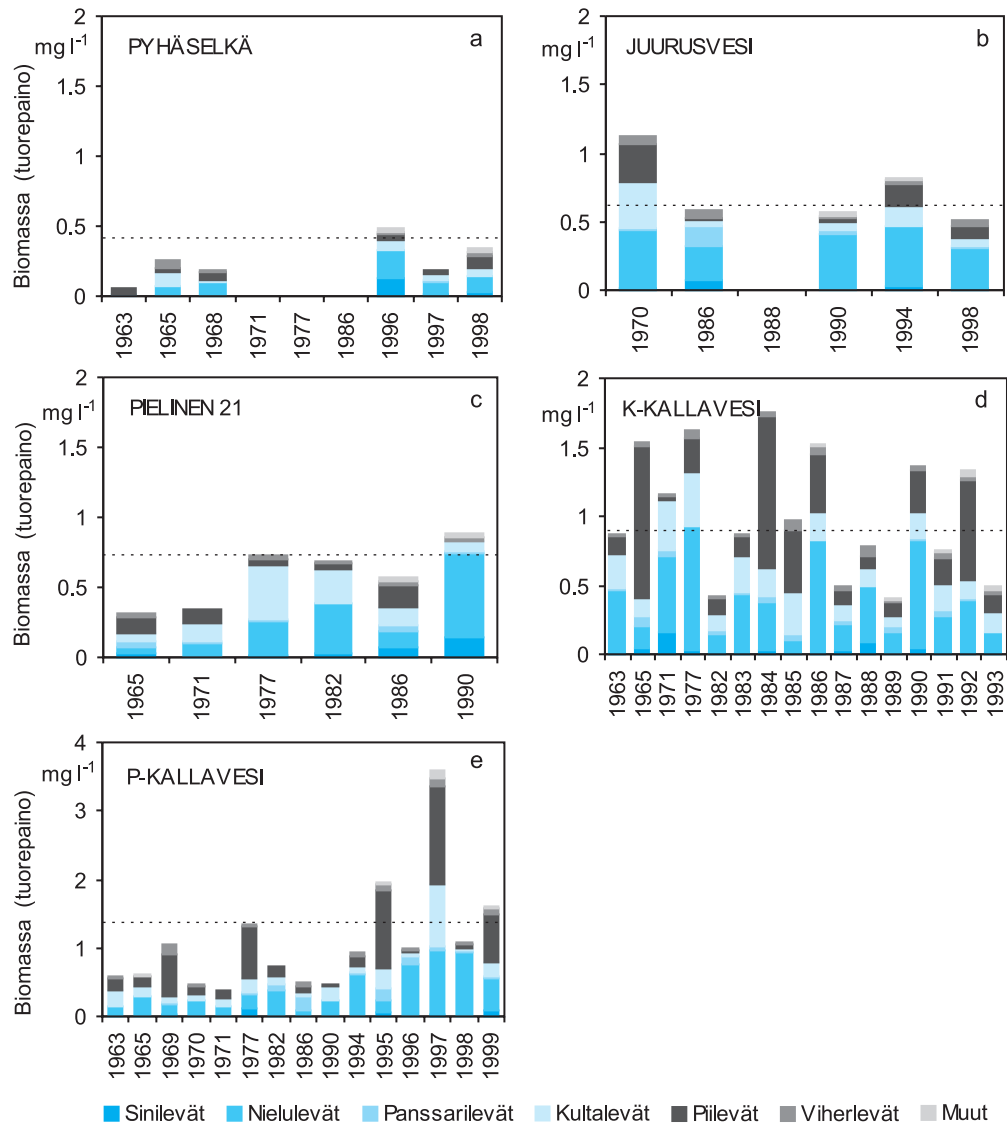
Juurusveden (24) keskimääräinen biomassa, 0,62 mg l<sup>-1</sup> kuvasti alkavaa rehevöitymistä, mutta *a*-klorofyllin pitoisuus, 8,2 µg l<sup>-1</sup> kuvastaa jo mesotrofiaa. Nielulevät olivat selkeästi merkittävin leväryhmä (liite 2); vuonna 1998 ne muodostivat liki 60 % koko biomassasta. Sinilevää, lähinnä pienisoluisia *Aphanocapsa reinboldii*-yhdyskuntia, on ollut jonkin verran runsaammin vain vuonna 1986, kuten monissa muissakin tarkastelluissa järvissä (kuva 5b). Biomassan perusteella runsaimpia olivat nieluleviin kuuluvat *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris* ja *Cryptomonas marssonii*, jotka olivat myös lukumääräisesti runsaita Ochromonadales- flagellaattien ohella. Lisäksi biomassan perusteella olivat dominoivia *Tabellaria flocculosa*, *Rhizosolenia longiseta* ja sinilevä *Woronichinia naegeliana* (taulukko 14b).

## Kallavesi

Keski-Kallavesi saa noin 55 % vedestään Pohjois-Kallavedeltä ja Iisalmen reitiltä ja 45 % Nilsiä reitiltä. Kallavedestä vedet virtaavat suurimmaksi osaksi Koiruksen kautta Unnukkaan ja sieltä Haukiveteen, mutta neljäsosa vesistä virtaa Suvasveteen. Kallaveteen kohdistuu pistekuormitusta noin kymmenestä eri lähteestä ja järveen tuleva ravinnekuormitus on Pohjois-Savon järviin kohdistuvista kuormituksista suurin. Veden käyttökelpoisuus on kuitenkin hyvä lukuun ottamatta puunjalostustehtaan ja yhdyskuntapuhdistamon lähivesiä, jotka on luokitettu tyydyttäväksi (liite 1). Kallaveden syvännealueella päälysveden fosforipitoisuus oli 1990-luvulla keskimäärin 16 µg l<sup>-1</sup> ja väriluku 50 mg l<sup>-1</sup> Pt. Kasviplanktonseuranta Säyneensalon edustalla päättyi vuonna 1993 ja havainnointia jatketaan järven syvännealueella kolmen vuoden välein heinäkuussa. Entinen havaintopaikka oli lähempänä pistekuormituslähteitä kuin nykyinen.

Keski-Kallaveden (Säyneensalo) heinäkuun kasviplanktonin määrä 1980-1990-luvuilla oli keskimäärin 0,93 mg l<sup>-1</sup> ja *a*-klorofyllin pitoisuus 8,2 µg l<sup>-1</sup>. Molemmat arvot viittaavat mesotrofisiin olosuhteisiin. Biomassan vaihteluväli 0,4- 1,75 mg l<sup>-1</sup> oli seurantajakson aikana suuri. Nielulevien osuus kasviplanktonista oli keskimäärin 40 % ja piilevien osuus jonkin verran alhaisempi, noin 30 % (liite 2), joskin piilevät *Tabellaria fenestrata*, *Rhizosolenia longiseta* ja *Asterionella formosa* tuottivat maksimibiomassan, 1,75 mg l<sup>-1</sup> vuonna 1984 (kuva 5d). Biomassaa dominoivat edellä mainittujen piilevien lisäksi nielulevät *Cryptomonas* spp. ja *Rhodomonas lacustris* sekä kultalevät *Mallomonas akrokomos* ja *M. caudata*. Sinilevien, lähinnä *Anabaena flos-aquae*, määrä oli heinäkuussa 1971 korkeimmillaan 0,16 mg l<sup>-1</sup> (20 %), vaikka keskimääräinen sinilevien biomassa koko seuranta-ajalta oli vain 0,03 mg l<sup>-1</sup> ja 1990-luvulla vain 0,02 mg l<sup>-1</sup>.

Nielulevistä solumäärältään tärkeimpiä olivat *Rhodomonas lacustris* ja *Cryptomonas* spp. Lajinmäärityksen selkeytyminen aiheutti sen, että etenkin 1990-luvulla kultalevät, kuten *Chrysochromulina* spp., *Pedinella* spp. ja *Spiniferomonas* spp. yleistyivät. Myös pienisoluisen viherlevä *Scenedesmus ecornis* (*S. bicellularis*) dominoi lukumäärän perusteella (taulukko 15a).



Kuvat 5a-e. Kasviplanktonin määrä ja koostumus heinäkuussa vuosina 1963-1999 ryhmitäin ilmoitettuna suurissa, karuissa ja ruskeavetisissä järvissä, jotka on arvioitu ihmistoiminnan kuormittamiksi (CABi, tyyppi 8). Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1999 on merkitty katkoviivalla. Huomioi eri skaala P-Kallaveden y-akselilla.



Taulukot 15a-b. Kallavesi Säyneensalon (15a) ja Pohjois-Kallaveden (15b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1999,  $n =$  näytteiden lukumäärä. Suluissa valtalajien kokonaisbiomassa.

Taulukko 15a	ka bm	ka lkm	Taulukko 15b	ka bm	ka lkm
Keski-Kallavesi, $n = 16$	(0,77)		P-Kallavesi, $n = 10$	(1,12)	
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,28	217200	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,39	555200
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,14	89200	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,16	108800
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,09	693300	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,11	759300
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,05	53300	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,10	98100
<i>Asterionella formosa</i>	0,05	85600	<i>Asterionella formosa</i>	0,06	108300
<i>Mallomonas caudata</i>	0,03	3700	<i>Synura</i> sp.	0,06	39300
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	17600	<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,05	500
<i>Synura</i> sp.	0,02	20900	<i>Mallomonas caudata</i>	0,04	5500
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,02	33100	<i>Aulacoseira italica</i>	0,04	29200
<i>Cyclotella</i> sp.	0,01	14900	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	18600
<i>Uroglena</i> sp.	0,01	122200	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,02	109600
<i>Acanthoceras zachariasii</i>	0,01	900	<i>Ceratium</i> sp.	0,02	100
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,01	27100	<i>Gonyostomum semen</i>	0,02	800
<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	62700	<i>Aulacoseira granulata</i>	0,01	4800
<i>Aulacoseira distans</i>	0,01	7600	<i>Mallomonas</i> sp.	0,01	18100
Ochromonadales		134100	<i>Chrysochromulina</i> sp.		122200
Monadit		67300	<i>Pedinella</i> sp.		92600
<i>Chrysochromulina</i> sp.		65300	Ochromonadales		63900
<i>Salpingoeca frequentissima</i>		24100	<i>Pseudopedinella</i> sp.		54600
<i>Scenedesmus ecornis</i>		18800	<i>Snowella atomus</i>		46400

Pohjois-Kallaveteen (intensiiviseurannassa) laskevat Iisalmen vesistöreitin vedet, jotka ovat maaperätekijöiden vuoksi jo luonnostaan ravinteisia ja humuspitoisia ja näin ollen kokonaisfosforin pitoisuus on ainakin osittain maaperätekijöistä johdun korkea,  $27 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.), samoin veden väriluku, joka on  $50 \text{ mg l}^{-1}$  Pt (Pietiläinen ja Räike 1999). Järvi on säännöstelty.

Pohjois-Kallavesi on Vuoksen vesistön intensiiviseurannan runsasravinteisin järvi myös kasviplanktonin määrän perusteella. Keskimääräinen biomassa vuosina 1980-1999,  $1,32 \text{ mg l}^{-1}$ , ilmentää mesotrofiaa samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuus, joka oli  $10,5 \mu\text{g l}^{-1}$ . Biomassa oli 1990-luvun alkuun saakka keskimäärin  $0,7 \text{ mg l}^{-1}$ , mutta kaksinkertaistui 1990-luvun aikana, lähinnä nielulevien ja piilevien runsastumisen takia. Sinileviä on ollut keskimäärin vain  $0,03 \text{ mg l}^{-1}$ , eikä niiden määrä ole merkittävästi muuttunut (kuva 5e).

Nielulevät olivat 1990-luvulla merkittävin leväryhmä, mutta piilevät runsastuivat ajoittain. Heinäkuussa 1995 (kuva 5e) maksimibiomassan tuottivat piilevät *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira italica* ja *Aulacoseira granulata* ja heinäkuussa 1997 mm. *Tabellaria flocculosa*, nielulevät ja kultalevä *Mallomonas akrokomos*. Tuolloin mitattiin myös Pohjois-Kallavedelle poikkeuksellisen korkea *a*-klorofyllin pitoisuus,  $19 \mu\text{g l}^{-1}$ . *Rhizosolenia longiseta*n esiintymistiheys kasvoi 1990-luvun näytteissä, mutta sen merkitys biomassaan oli vähäisempi. *Cryptomonas* spp. ja *Rhodomonas lacustris* olivat myös vallitsevina (taulukko 15b).



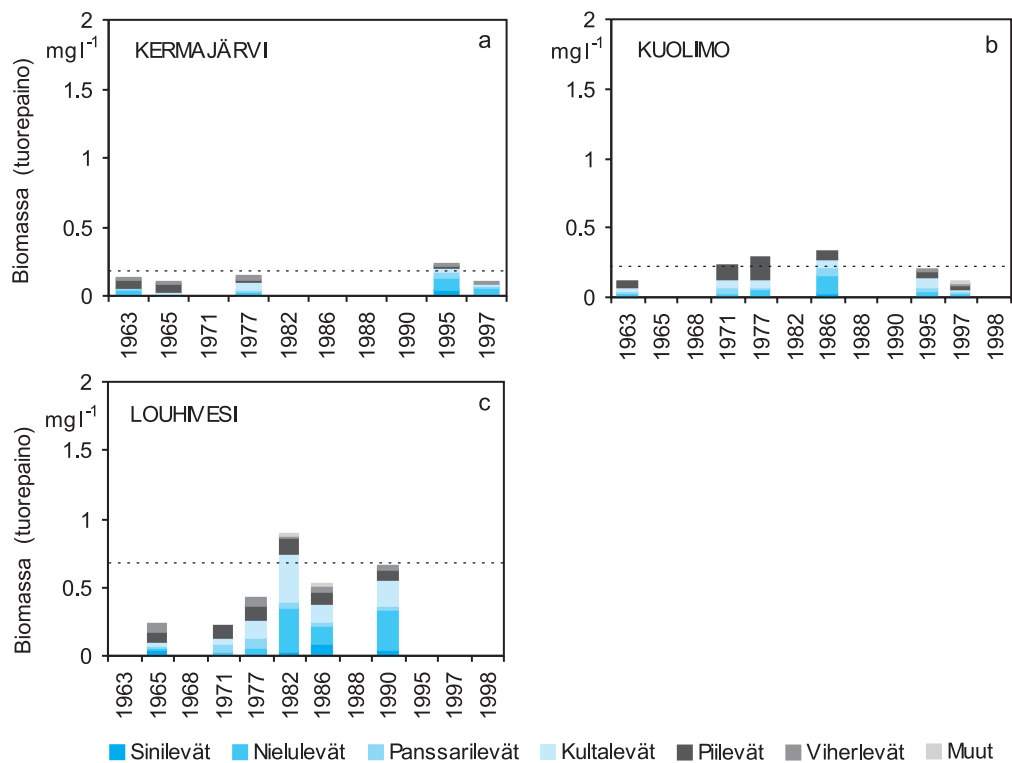
### 3.1.5 Keskisuuret kirkasvetiset järvet (BAA, tyyppi 5)

Tarkasteluun kuuluvia keskisuuria kirkasvetisiä järviä ovat: Kermajärvi, Kuolimo ja Louhivesi. Näiden järvien kokonaisfosforin alhaiset pitoisuudet, vain  $4 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) Kuolimossa ja suurimmillaan,  $9 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) Louhivedessä, kuvastavat oligotrofiaa, veden väriluku vaihtelee välillä 13 - 20 mg l<sup>-1</sup> Pt (md.). Käyttökelpoisuudeltaan ne kuuluvat luokkaan erinomainen (Antikainen ym. 2000, liite 1).

#### Kermajärvi

Kermajärven läpi virtaa vettä järven kokoon nähden (liite 2) melko runsaasti. Järveen purkautuu Karvionkosken kautta Kallaveden bifurkaation itäisen haaran eli Suvasveden ja Karvion yläpuolelle laskevat Juojärven reitin vedet. Molemmat järvet ovat kirkasvetisiä ja niukkaravinteisiä. Keskisellä Kermajärvellä sijaitsevalla havaintopaikalla kokonaisfosforin pitoisuus onkin vain  $6 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja väriluvun vastaavasti 20 mg l<sup>-1</sup> Pt (md.). Kermajärven ravinnekuormitus on alhainen, kuten fosforipitoisuudesta voidaan havaita. Lähivaluma-alueella on vähän peltoja ja ainoa pistekuormittaja on yli 10 km havaintopaikasta sijaitseva Karvion varsin pieni taajama (liite 1). Kermajärvi on Heinäveden vesilaitoksen raakavesilähde, josta mm. Heinäveden kirkonkylä saa vetensä. Raakaveden ottopaikka on saman selän rannalla, jonka keskiosassa havaintopaikka sijaitsee. Kermajärvi kuuluu raakavedenä luokkaan erinomainen (Lahti ym. 1993) ja järven ekologinen status on hyvä (Antikainen ym. 2000).

Keskimääräisen biomassankin,  $0,17 \text{ mg l}^{-1}$ , perusteella järvi on erittäin karu (ultra-oligotrofinen), mihin viittaa myös vastaavan ajankohdan *a*-klorofyllin keskiarvo,  $1,9 \mu\text{g l}^{-1}$ . Piilevät olivat 1960-luvun näytteissä vallitsevina (kuva 6a). Tär-



Kuvat 6a-c. Kasviplanktonin määrä ja koostumus ryhmittäin keskisuurissa, karuissa ja kirkasvetisissä järvissä (BAA, tyyppi 5) heinäkuussa vuosina 1963-1997. Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1997 on merkitty katkoviivalla.

keimmät taksonit 1990-luvulla olivat nielulevät *Rhodomonas lacustris* ja *Cryptomonas* spp. Kultalevistä *Mallomonas akrokomos* ja *Pseudopedinella* spp. olivat biomassan perusteella dominoivia. Suurikokoinen panssariisiimalevä *Gymnodinium "fuscum"* oli biomassan perusteella runsas, vaikka levää lukumääräisesti oli suhteellisen vähän. *Woronichinia naegelianan* runsastuminen oli pääasiallinen vuoden 1995 poikkeuksellisen suuren sinilevämäärän, 0,05 mg l<sup>-1</sup> (22 % kokonaisbiomassasta) syy. Myös *Anabaena lemmermannii* ja reheville vesille tyypillinen *Microcystis aeruginosa* (Järnefelt 1952a, 1956b, Heinonen 1980, Lepistö 1999) olivat runsaita kyseisenä vuotena (taulukko 16a).

Taulukot 16a-b. Kermajärven (16a) ja Kuolimon (16b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01$  mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1997, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 16a	ka bm	ka lkm	Taulukko 16b	ka bm	ka lkm
Kermajärvi, n=2	(0,14)		Kuolimo, n=3	(0,17)	
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,04	338600	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,04	32900
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,02	13900	<i>Uroglena</i> sp.	0,02	203900
<i>Woronichinia naegelianan</i>	0,02	2500	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,02	9400
<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,02	200	<i>Peridinium umbonatum</i>	0,02	7900
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	78600	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,01	82100
<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	83500	<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,01	49600
<i>Ceratium</i> sp.	0,01	200	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,01	13400
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	5900	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,01	52000
Monadit		128800	Eupodiscales	0,01	5700
<i>Monoraphidium dybowskii</i>		87600	<i>Cyclotella stelligera</i>	0,01	7800
<i>Chrysochromulina</i> sp.		72100	<i>Aulacoseira distans</i>	0,01	6800
<i>Pedinella</i> sp.		63100	<i>Chrysochromulina</i> sp.		63900
<i>Uroglena</i> sp.		20000	Monadit		49500
Chlorococcales		13900	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		43400
<i>Dinobryon borgei</i>		12700	<i>Pedinella</i> sp.		37800
<i>Snowella atomus</i>		11600	<i>Merismopedia tenuissima</i>		26700
<i>Merismopedia tenuissima</i>		11400	<i>Dinobryon borgei</i>		14700
<i>Spiniferomonas</i> sp.		9500	<i>Gymnodinium</i> sp.		12000
<i>Oocystis</i> sp.		7900	<i>Kephyrion ovale</i>		10800
<i>Bitrichia chodatii</i>		5800	<i>Bitrichia chodatii</i>		7500

## Kuolimo

Kuolimo on kirkasvetinen ja karu järvi, jossa suurin syvyys on 40 metriä. Kuolimo laskee Partakosken kautta Suur-Saimaaseen. Järvellä on erityistä merkitystä uhanalaisten isonierian ja järvitaimenen elinympäristönä. Kuolimo kuuluu erityistä suojelua vaativiin vesistöihin ja Natura 2000 -verkostoehdotuksiin. Päälysveden kokonaisfosforipitoisuus on usein tasoa 2-4  $\mu\text{g l}^{-1}$  ja *a*-klorofyllipitoisuus 1-3  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Veden väriluku vaihtelee 10-20 mg l<sup>-1</sup> Pt. Järveä kuormittavat Suomenniemen ja Savitaipaleen asutuksen jätevedet sekä vähäisessä määrin hajakuormitus. Vedenlaadussa kuormitusta ei kuitenkaan vielä havaita (liite 1). Viime vuosien sinileväkukinnat kertovat kuitenkin kuormituksen vaikutuksista. Kirkas vesi ja vähäinenkin ravintetason nousu ovat saattaneet aiheuttaa pohjalla kasvavan sinilevän, *Aphanothece stagninan* runsastumisen.

Kasviplanktonin keskimääräinen biomassa, 0,21 mg l<sup>-1</sup>, ja *a*-klorofyllin pitoisuus, 1,8  $\mu\text{g l}^{-1}$ , kuvastavat ultra-oligotrofiaa. Vuonna 1977 piilevät, pääasiassa *Rhizosolenia longiseta* ja vuonna 1986 *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*)- panssariisiimalevä, *Uroglena*- kultalevät ja sentriset piilevät runsastuivat. Myös nielulevien ja sinilevien osuus oli tuolloin jonkin verran suurempi (kuva 6b). Biomassaltaan

runsaimpia yksittäisistä taksonista olivat edellä mainittujen lisäksi *Cryptomonas*-sukuun kuuluvat lajit ja *Rhodomonas lacustris*, jotka myös solumäärinä olivat runsaita sekä *Aulacoseira distans*. Solumäärinä kultalevät *Uroglena* spp., *Dinobryon borgei* ja *Bitrichia chodatii* sekä pienikokoinen *Monoraphidium dybowskii*- viherlevä ja sinilevä *Merismopedia tenuissima* olivat yleisiä (taulukko 16b).

### Louhivesi

Louhivesi on itä-länsisuuntainen, pituuteensa nähden kapea, päävirtausalueen ulkopuolinen Saimaan allas. Sen lähivaluma-alue on varsin pieni. Louhivesi vaihtaa vesiä neljään suuntaan: pohjoisesta altaan länsipäähän purkautuvat Mikkelistä alkavan Saimaan osan vedet, pohjoisesta altaan keskelle purkautuvat kapeiden salmien kautta Saimaan Paljaveden vedet ja itäpäähän myöskin erillisen Saimaan osan, Luonterin, vesiä. Etelästä Louhivedellä on yhteys avokanavien kautta Saimaan Yöveteen. Louhivesi on varsin niukkahumuksinen Saimaan osa. Havaintojakson väriluku oli 13 mg l<sup>-1</sup> Pt (md.). Louhiveden länsipäässä on Mikkelin jätevesien ja Mikkelin alapuolisen maatalouden vaikutus näkynyt 1960-luvulta alkaen. Tällä kasviplanktonhavaintopaikalla, joka sijaitsee altaan keskiakselin länsipuolella, on pintaveden kokonaisfosforin pitoisuus 9 µg l<sup>-1</sup> (md.).

Keskimääräinen biomassa 1980- ja 1990-luvuilla, 0,69 mg l<sup>-1</sup>, kuvasti alkavaa rehevöitymistä. Samoin *a*-klorofyllin pitoisuus, 3,9 µg l<sup>-1</sup> oli melko korkea. Sinileviä oli 0,05 mg l<sup>-1</sup>, eli seitsemän prosenttia kokonaisbiomassasta. Kultaleviä ja nieluleviä oli kumpiakkin noin 25 % (liite 2). Suurin biomassa, 0,88 mg l<sup>-1</sup> vuonna 1982 oli nielulevien ja kultalevien *Uroglena* spp., *Dinobryon* spp. sekä Ochromonadales-lahkon flagellaattien muodostama. Vuonna 1986 sinilevät, lähinnä *Aphanocapsa reinboldii*, runsastuivat (kuva 6c). Biomassana ja lukumäärinä tarkasteltuina *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris* ja *Uroglena* spp. olivat dominoivia. Biomassan perusteella dominoivat lisäksi mm. *Anabaena flos-aquae* (*A. lemmermannii*?), joka saattaa muodostaa pintaesiintymiä ja *Botryococcus* spp.-viherlevä, jonka pintaesiintymät ovat melko yleisiä (taulukko 17).

Taulukko 17. Louhiveden 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon (≥0,01 mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1990, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 17	ka bm		ka bm	
Louhivesi, n=4	(0,57)	ka lkm		ka lkm
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,12	95300	<i>Katablepharis ovalis</i>	0,02 107500
<i>Uroglena</i> sp.	0,10	815000	<i>Ceratium</i> sp.	0,02 600
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,08	494100	<i>Anabaena flos-aquae</i>	0,01 7400
Ochromonadales	0,04	536000	<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,01 24500
<i>Asterionella formosa</i>	0,04	75600	<i>Botryococcus</i> sp.	0,01 1000
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,03	17800	<i>Chrysochromulina</i> sp.	277800
<i>Dinobryon</i> sp.	0,03	126700	<i>Salpingoeca frequentissima</i>	93800
<i>Dinobryon sociale</i>	0,02	144300	<i>Dinobryon divergens</i>	40400
<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,02	31200	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	39400
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,02	43400	<i>Gymnodinium</i> sp.	20000

### 3.1.6 Keskisuuret kuormitetut kirkasvetiset järvet (BAAi, tyyppi 5)

Tarkasteluun kuuluvia kuormitettuja keskisuuria ja kirkasvetisiä järviä ovat Heposelkä ja Ukonvesi. Kokonaisfosfori on Heposelällä 20 µg l<sup>-1</sup> (md.) ja Ukonvedessä 22 µg l<sup>-1</sup> (md.), kuvastaen huomattavaa rehevyyttä. Veden väriluku vaihtelee välillä 32 - 35 mg l<sup>-1</sup> Pt. Käyttökelpoisuudeltaan ne kuuluvat luokkiin hyvä ja tyydyttävä (Antikainen ym. 2000, liite 1).

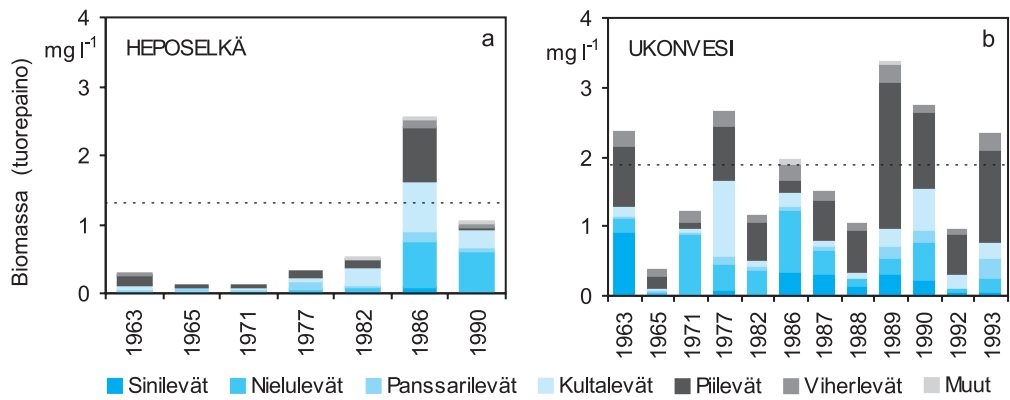
## Heposelkä

Heposelän käyttökelpoisuus oli 1980-luvun puolivälissä tyydyttävä (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1993). Heposelkään Sysmänjoen ja Taipaleenjoen kautta tulevan jätevesikuormituksen vähentyminen mm. Outokummun kaivostoiminnan päättymisen vuoksi 1990-luvulle tultaessa on vähitellen parantanut järven käyttökelpoisuutta (Niinioja ym. 1996). Jätevesien ja hajakuormituksen vaikutuksia ilmenee kuitenkin edelleen. Heposelän pohjoisin osa oli 1990-luvun lopulla tyydyttävää, muun osan ollessa hyvää laadultaan (liite 1).

Kasviplanktonin keskimääräinen biomassa, 1,4 mg l<sup>-1</sup>, havaintopaikalla Heposelkä 13, on mesotrofiaa ilmentävällä tasolla (Heinonen 1980), ja *a*-klorofyllin pitoisuus on sekin melko korkea 7,7 µg l<sup>-1</sup>. Järvi näyttäisi kasviplanktonin määrän perusteella rehevöityneen koko seurantajakson ajan. Nielulevien osuus on vähitellen kasvanut, mikä osittain johtui muutoksista kestäväintiaineissa. Lisääntyminen lienee myös todellista, sillä vuosina 1986 ja 1990 nielulevien määrä oli kahdeksankertainen 1980-luvun alun määriin verrattuna. Sinilevien määrä oli keskimäärin 0,04 mg l<sup>-1</sup>, eli kolme prosenttia kokonaisbiomassasta (liite 2). Vuonna 1986 sinilevien määrä oli muihin vuosiin verrattuna jonkin verran suurempi, kun *Aphanotheca* spp. runsastui, mutta nielulevät, kultalevät ja piilevät dominoivat (kuva 7a). Turkian (1986) mukaan Heposelän kasviplanktonbiomassat osoittivat lievää rehevyyttä 1970- ja 1980-lukujen taitteessa. Biomassan perusteella runsaimpia taksoneita olivat *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Pseudopedinella* spp. ja *Mallomonas akrokomos* (taulukko 18a).

Taulukot 18a-b. Heposelän (18a) ja Ukonveden (18b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon (≥0,01 mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1993, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 18a	ka bm		Taulukko 18b	ka bm	
Heposelkä 13, n=3	(1,07)	ka lkm	Ukonvesi, n=10	(1,33)	ka lkm
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,25	193800	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,25	172000
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,13	897400	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,24	193600
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,13	318500	<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,22	489900
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,10	95700	<i>Cyclotella comta</i>	0,11	35800
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,07	47700	<i>Uroglena</i> sp.	0,09	880800
<i>Aulacoseira italica</i>	0,06	20400	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,08	586600
<i>Asterionella formosa</i>	0,04	82600	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,05	30300
<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	0,04	9300	<i>Asterionella formosa</i>	0,05	93500
<i>Uroglena</i> sp.	0,03	269300	<i>Gymnodinium fuscum</i>	0,05	500
<i>Dinobryon bavaricum</i>	0,03	146700	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	0,04	9900
<i>Aphanotheca chlathrata</i>	0,03	36300	<i>Woronichinia naegeliana</i>	0,03	5600
<i>Synura</i> sp.	0,03	35900	<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,03	12800
<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,03	26200	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,03	54300
<i>Mallomonas caudata</i>	0,03	2700	<i>Ceratium</i> sp.	0,03	900
Ochromonadales	0,02	228100	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	0,03	5700
<i>Dinobryon</i> sp.	0,02	124800	<i>Chrysochromulina</i> sp.		492200
<i>Chrysochromulina</i> sp.		298400	<i>Merismopedia tenuissima</i>		134600
<i>Salpingoeca frequentissima</i>		208400	Ochromonadales		120600
Monadit		113300	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		115500
<i>Katablepharis ovalis</i>		33900	<i>Katablepharis ovalis</i>		102800



Kuvat 7a-b. Kasviplanktonin määrä ja koostumus heinäkuussa vuosina 1963-1993 ryhmittäin ilmoitettuna keskiarvoissa, karuissa ja kirkasvetisissä järvissä, jotka on arvioitu ihmistoi-minnan kuormittamiksi (BAAi, tyyppi 5). Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1993 on mer-kitty katkoviivalla. Huomioi y-akselin erilainen skaala verrattuna kuviin 2-6.

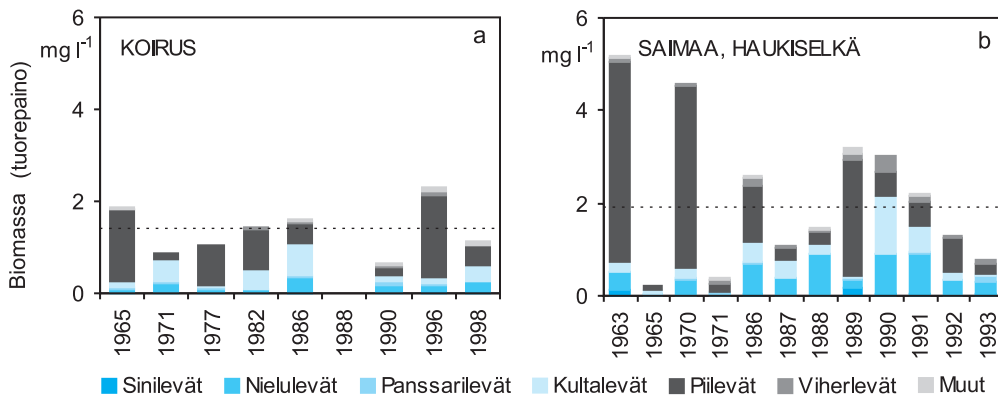
### Ukonvesi

Ukonvesi kuuluu Puumalansalmen eteläpuoleiseen Ala-Saimaaseen ja sijaitsee alueen luoteiskolkassa. Ukonvesi on Mikkelistä alkavan, Saimaan oloissa pienehkön lahtialueen keskeinen, pinta-alaltaan 4,9 km<sup>2</sup>:n laajuinen selkä noin 10 kilometriä Mikkelin eteläpuolella. Jätevesien vaikutuksen vuoksi veden käyttökelpoisuus on vain tyydyttävä (Antikainen ym. 2000, liite 1). Kokonaisfosforipitoisuus on runsaat 20 µg l<sup>-1</sup> (md.). Ukonvesi on kuitenkin edelleen muikkuvesi, toisin kuin lähempänä Mikkeliä sijaitsevat selät. Ukonveden vedet purkautuvat Pähkeenselän ja Juurisalmen kautta Louhiveden länsipäähän.

Sinileviä oli heinäkuussa 1963 lähes 1 mg l<sup>-1</sup>, josta pääosa oli lajeja *Aphanizomenon flos-aquae* ja *Planktothrix agardhii*. Ukonvedellä sinilevien osuus biomassasta oli kaikkiaan kuitenkin alhainen, 1980-luvulla keskimäärin 13 % ja 1990-luvulla vain 6 % (0,13 mg l<sup>-1</sup>). Keskimääräinen kokonaisbiomassa 1980- ja 1990-luvuilla oli 1,88 mg l<sup>-1</sup>, mikä ilmentää selkeää mesotrofiaa samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuus, 9,2 µg l<sup>-1</sup>. Piilevät ovat olleet lähes poikkeuksetta merkittävin leväryhmä (kuva 7b). *Tabellaria flocculosa* ja *Fragilaria crotonensis* muodostivat vuoden 1989 maksimin. Sinileväyhteisöä vallitsi tyyppeäsitomaton ja mesotrofisia olosuhteita ilmentävä *Woronichinia naegelian*. Reheville vesille tyypillinen (Järnefelt 1952a, 1956b, Heinonen 1980) *Aulacoseira granulata* oli sekä esiintymistiheydensä että solumääriensä perusteella kuitenkin yleisin 1980-luvun lopun näytteissä. Biomassan perusteella dominoivia olivat myös *Tabellaria flocculosa* (*T. fenestrata*), *Cryptomonas* spp., *Fragilaria crotonensis*, ja *Cyclotella comta* kun taas lukumääräisesti runsaita olivat *Uroglena* spp., *Rhodomonas lacustris* ja *Merismopedia tenuissima* (taulukko 18b).

### 3.1.7 Keskisuuret humusjärvet (BAB, tyyppi 7)

Keskisuuriksi luokiteltuja humusjärviä edustaa ainoastaan Koirus, jossa kokonaisfosforin pitoisuus 16 µg l<sup>-1</sup> (md.) kuvastaa mesotrofiaa. Veden väriluku on 45 mg l<sup>-1</sup> Pt (md.). Käyttökelpoisuudeltaan Koirus kuuluu luokkaan hyvä (Antikainen ym. 2000, liite 1).



Kuvat 8a-b. Kasviplanktonin määrä ja koostumus heinäkuussa vuosina 1963-1998 ryhmittäin ilmoitettuna keskiarvoissa, karussa ja kirkasvetisessä järvessä (BAB, tyyppi 7, 8a) ja keskiarvoissa, karussa ja kirkasvetisessä järvessä, joka on arvioitu ihmistoiminnan kuormittamaksi (BABi, tyyppi 7, 8b). Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1998 on merkitty katkoviivalla. Huomioi y-akselin erilainen skaala verrattuna kuviin 2-6.

## Koirus

Koirus on Kallaveden alapuolinen järvenselkä, jonka valuma-aluekin on käytännöllisesti katsoen sama kuin Kallaveden. Järven syvin kohta on vain runsaat 20 metriä. Veden humus- ja kokonaisfosforipitoisuus ovat hieman alhaisemmat kuin Kallavedessä. Koirusveden koillisosaa kuormittaa kalankasvatuslaitos ja alueen käyttökelpoisuus on heikentynen happitilanteen ja sinileväkukintojen takia laskeutunut tyydyttäväksi muun osan järvestä ollessa käyttökelpoisuudeltaan hyvä (liite 1). Koiruksen lounaisosan lahteen purkautuvien kaivosteollisuuden jätevesien vaikutusalue ei ulotu Koiruksen keskusaltaaseen.

Heinäkuun biomassa 1980 ja 1990-luvuilla oli keskimäärin  $1,42 \text{ mg l}^{-1}$  (kuva 8a) ja *a*-klorofyllin pitoisuus  $8,3 \mu\text{g l}^{-1}$ . Piilevien osuus oli usein yli puolet koko biomassasta, esimerkkinä vuoden 1996 maksimibiomassa, joka koostui lähinnä *Rhizosolenia longiseta*- ja *Asterionella formosa*- piilevistä (79 %). Biomassan perusteella mainitut piilevät kuuluivat dominanteihin kuten myös mm. *Cryptomonas* spp. ja *Tabellaria flocculosa*. Solumäärältään runsaimpia olivat *Chrysochromulina* spp., *Uroglena* spp. ja *Rhodomonas lacustris*, jotka dominoivat myös biomassaa (taulukko 19). Sinilevää oli vähän, keskimäärin  $0,03 \text{ mg l}^{-1}$ , eli vain kaksi prosenttia kokonaisbiomassasta (liite 2).

Taulukko 19. Koiruksen 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskeutuskokien (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1998, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 19	ka bm			ka lkm	
	(1,16)	ka lkm		ka bm	ka lkm
Koirus, n=5					
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,39	222300	<i>Dinobryon sociale</i>	0,03	181100
<i>Asterionella formosa</i>	0,15	274900	<i>Dinobryon</i> sp.	0,03	155800
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,12	85500	Ochromonadales	0,02	263700
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,10	76800	<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,02	10800
<i>Uroglena</i> sp.	0,07	521400	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	14700
<i>Synura</i> sp.	0,07	70800	<i>Chrysochromulina</i> sp.		428900
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,04	343800	Monadit		98000
<i>Mallomonas caudata</i>	0,04	4600	<i>Monochrysis</i> sp.		82400
<i>Gonyostomum semen</i>	0,04	2000	<i>Katablepharis ovalis</i>		73700
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,03	83400	<i>Polytoma</i> sp.		35300



### 3.1.8 Keskisuuret, kuormitetut humusjärvet (BABI, tyyppi 7)

Keskisuuriksi luokiteltuihin kuormitettuihin humusjärviin kuuluu vain yksi havaintopaikka, Saimaan Haukiselkä, jossa kokonaisfosforin pitoisuus  $21 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) kuvastaa selkeästi mesotrofiaa. Veden väriluku on  $40 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  (md.). Käyttökelpoisuudeltaan Haukiselkä kuuluu luokkaan tyydyttävä (Antikainen ym. 2000, liite 1).

#### Haukiselkä

Haukiselkä sijaitsee ns. itäisellä Pien-Saimaalla, ja on metsäteollisuuden kuormittamaa aluetta. Kuormituksen väheneminen 1990-luvulla näkyy selvästi itäisen Pien-Saimaan veden laadussa. Happitilanne on oleellisesti parantunut aiemmasta ja ravinnepitoisuudet ovat pienentyneet. Samoin jätevesien myrkkyyvaikutus on vähentynyt ja vesi on kirkastunut (Laine 2001). Nykyisin Haukiselällä päällysveden kokonaisfosforin pitoisuuden taso on vaihdellut välillä  $10\text{--}20 \mu\text{g l}^{-1}$ . Veden väri on vaihdellut  $30\text{--}40 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ . Veden laadultaan Haukiselkä on luokiteltavissa tyydyttäväksi (liite 1).

Kasviplanktonin määrä 1980- ja 1990-luvuilla,  $1,96 \text{ mg l}^{-1}$ , kuvastaa sekin mesotrofiaa samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuus,  $11,3 \mu\text{g l}^{-1}$ . Leväbiomassat ovat selkeästi pienentyneet vuosina 1963 ja 1970 mitatuista noin  $5 \text{ mg l}^{-1}$  maksimiarvoista (kuva 8b) ajalta, jolloin teollisuuden jätevedet vaikuttivat voimakkaasti veden laatuun (Heinonen 1972, Heinonen ym. 1975). 1980-luvulla kasviplanktonin biomassa oli keskimäärin  $2,08 \text{ mg l}^{-1}$  ja 1990-luvun alussa  $1,84 \text{ mg l}^{-1}$ . Piilevien osuus oli 1980-luvulla yli puolet koko kasviplanktonista mutta 1990-luvulla niiden osuus ja määrä laskivat puoleen aiemmasta ja nielu- ja kultalevien osuus kasvoi. *Rhizosolenia longiseta* havaittiin kaikista näytteistä. Vuoden 1989 maksimibiomassan valtalajeina olivat piilevät *Aulacoseira italica* ja *A. italica v. tenuissima* (kuva 8b). Haukiselällä biomassaltaan mutta myös lukumääräisesti merkittäviä lajeja olivat mesotrofisille ja eutrofisille vesille tyypilliset piilevät (Lepistö 1999) *Aulacoseira italica*, *A. ambigua* ja *A. granulata*. *Mallomonas caudata* ja limalevä *Gonyostomum semen* olivat myös runsaana esiintyvien lajien joukossa. Haukiselän näytteissä on ollut vain vähän siniileviä, keskimäärin  $0,05 \text{ mg l}^{-1}$  (liite 2). Tyypillisimpiä olivat *Woronichinia naegeliana* ja *Planktothrix agardhii* (taulukko 20). Kumpikaan lajeista ei ole typensitoja.

Taulukko 20. Saimaa Haukiselän 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärin tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1993, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 20	ka bm			ka bm	ka lkm
Saimaa Haukis., n=7	(1,61)	ka lkm			
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,38	289400	<i>Ulothrix aequalis</i>	0,04	7700
<i>Synura</i> sp.	0,22	157600	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,04	33900
<i>Aulacoseira italica</i>	0,20	64000	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	18300
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,16	104500	<i>Melosira varians</i>	0,03	3000
<i>Aulacoseira ambigua</i>	0,11	177400	<i>Gonyostomum semen</i>	0,03	1500
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,11	731500	<i>Chrysochromulina</i> sp.		177900
<i>Mallomonas caudata</i>	0,09	10100	Ochromonadales		155700
<i>Aulacoseira italica v. ten.</i>	0,09	238600	<i>Katablepharis ovalis</i>		82100
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,04	92200	<i>Pedinella</i> sp.		71500
<i>Aulacoseira granulata</i>	0,04	14600	<i>Monoraphidium dybowskii</i>		71000

Mielenkiintoinen yksityiskohta on melko suurikokoisen *Closterium prorum*-lajin suurehko määrä Haukiselän seitsemässä näytteessä, joissa sitä oli yhteensä 254 solua. Järnefelt (1961) luonnehti tätä yhtymäleviin kuuluvaa lajia puunjalostusteollisuuden jätevesien ilmentäjäksi niilläkin alueilla, joissa jätevedet olivat jo selvästi laimentuneet. Laji on eutrofian ilmentäjä (Järnefelt 1952a, 1956b, Heinonen



1980). Haukiselän planktonyhteisössä tavattiin myös *Desmarella moniliformis*-kaulusflagellaatteja. Nämä värittömät flagellaatit ovat Järnefeltin (1961) mukaan tyyppillisiä puunjalostusteollisuuden jätevesien vaikutusalueella. Muissa Saimaan havaintopaikoissa lajia ei havaittu.

### 3.1.9 Keskisuuret tummat humusjärvet (BAC, tyyppi 10)

Keskisuuriksi luokiteltuihin tummiin humusjärviin kuuluvat Syväri ja Nuorajärvi, joissa kokonaisfosforin pitoisuudet ovat yli  $20 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja kuvastavat lähes eutrofisia olosuhteita. Veden väriluku on yli  $100 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  (md.). Käyttökelpoisuudeltaan Syväri ja Nuorajärvi kuuluvat luokkaan tyydyttävä, vaikka niihin ei kohdistu merkittävää jätevesikuormitusta (Antikainen ym. 2000, liite 1).

#### Syväri

Nilsian reitillä sijaitsevaan Syväriin laskee vesiä Tiilikanjoen ja Nurmijoen valuma-alueilta, joiden pinta-alasta lähes puolet on turvemaata. Syvärin vesi on voimakkaasti humusväritteistä; päällysveden väriluku on  $100 \text{ mg:n l}^{-1} \text{ Pt}$  luokkaa. Korkean humuspitoisuutensa takia Syväri luokitui vesien käyttökelpoisuusluokituksessa tyydyttäväksi. Kokonaisfosforin pitoisuudet, pintavedessä keskimäärin  $20 \mu\text{g l}^{-1}$  (Pietiläinen ja Räike 1999), ilmentävät lievää rehevöityneisyyttä. Syvärin eteläpäähän kohdistuu yhdyskuntajätevesikuormitusta. Järven pohjoispäässä on kalankasvatuslaitos (liite 1).

Kasviplanktonin biomassassa oli keskimäärin  $0,76 \text{ mg l}^{-1}$ , mikä ilmentää alkavaa rehevöitymistä (Heinonen 1980), samoin *a*-klorofyllin pitoisuus  $7,3 \mu\text{g l}^{-1}$ . Kasviplanktoniyhteisö koostui pääosin nielulevistä. Sinileviä oli erittäin vähän, keskimäärin  $0,03 \text{ mg l}^{-1}$ , eli neljä prosenttia kokonaisbiomassasta (liite 2). Vain vuonna 1986 niiden määrä oli selvästi noussut, kun *Woronichinia naegelian* ja *Aphanocapsa reinboldii* runsastuivat. Vuonna 1990 *Gonyostomum semen* oli huomattavan runsas. Laji kuuluikin biomassan perusteella dominoiviin taksoneihin, kuten *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris* ja *Rhizosolenia longiseta* (kuva 9a). Solumääriltään runsaita olivat Ochromonadales- lahkon flagellaatit, *Uroglena* spp., *Chrysochromulina* spp. ja *Pseudopedinella* spp. (taulukko 21a).

#### Nuorajärvi

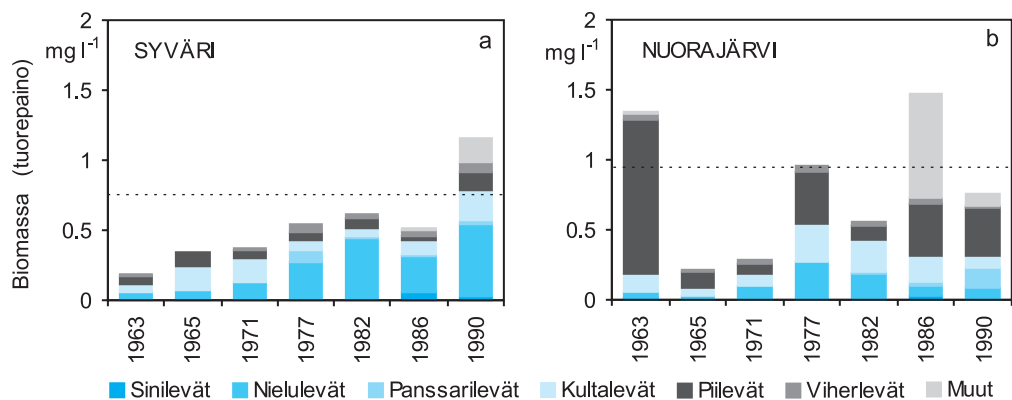
Hyvin tummavetinen, suovaltaisen valuma-alueen Nuorajärvi on luokiteltu käyttökelpoisuudeltaan tyydyttäväksi 1980-luvulla (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1993), eikä tilanteessa ole muutoksia 1990-luvullakaan pääosin kemiallisiin tekijöihin pohjautuvan luokituksen mukaan (Niinioja ym. 1996). Järveä kuormittavat turvetuotanto ja metsäojitukset (liite 1). Nuorajärven leväkasvua rajoittavat tutkimuksen mukaan sekä fosfori että typpi (Pietiläinen 1999).

Nuorajärvi on ryhmän rehevin järvi. Sen kokonaisfosforin pitoisuus on  $21 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja veden väriluku on  $120 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  (md.) (Pietiläinen ja Räike 1999). Kasviplanktonitulkoksia oli heinäkuulta seurantaohjelman mukaisesti vuoteen 1990 saakka. Kolmen viimeisimmän havainnon biomassassa oli keskimäärin  $0,93 \text{ mg l}^{-1}$  ja *a*-klorofyllin pitoisuus  $10,8 \mu\text{g l}^{-1}$ . Piilevät muodostivat yleensä pääosan (40 %) kasviplanktoniyhteisöstä ja kultalevien osuus oli keskimäärin 20 % (liite 2). Vuoden 1986 maksimibiomassan,  $1,47 \text{ mg l}^{-1}$ , tuotti *Gonyostomum semen*-limalevä, jonka osuus koko biomassasta oli 49 %. Myös kesällä 1988 todettiin Nuorajärvestä runsaasti *Gonyostomum semen*-limalevää. Vuoden 1990 näytteessä sen sijaan panssari-siimalevän *Glenodinium* spp. osuus oli 20 % biomassasta (kuva 9b).

Biomassan perusteella tyypillisiä taksoniteita olivat mm. *Cryptomonas* spp., *Tabellaria flocculosa* ja Ochromonadales- flagellaatit sekä *Gonyostomum semen*- limalevä, joka suosii suhteellisen korkeita ravinnepitoisuuksia ja tulee toimeen myös heikoissa valaistusolosuhteissa (Lepistö ym. 1994, Eloranta ja Räike 1995). Lukumäärältään runsaita olivat lisäksi *Monoraphidium contortum* ja *Rhodomonas lacustris* (taulukko 21b).

Taulukot 21a-b. Syvärin (21a) ja Nuorajärven (21b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassan keskiarvon ( $\geq 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta  $\text{l}^{-1}$ ) perusteella heinäkuussa 1980-1990, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 21a	ka bm	ka lkm	Taulukko 21b	ka bm	ka lkm
Syväri, n=7	(0,66)		Nuorajärvi, n=3	(0,83)	
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,22	164800	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,13	99700
<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,14	925000	<i>Gonyostomum semen</i>	0,27	14300
<i>Gonyostomum semen</i>	0,05	2700	<i>Cryptomonas</i> sp.	0,09	90200
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,05	104600	Ochromonadales	0,06	754100
<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,04	17200	<i>Aulacoseira italica</i>	0,05	16300
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,04	22600	<i>Gymnodinium</i> sp.	0,05	8200
<i>Polytoma</i> sp.	0,02	21700	<i>Synura</i> sp.	0,04	20800
<i>Uroglena</i> sp.	0,02	159700	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,03	15800
<i>Woronichinia naegeliana</i>	0,02	3200	<i>Aulacoseira distans</i>	0,03	19100
<i>Mallomonas punctifera</i>	0,01	3300	<i>Pseudopedinella</i> sp.	0,02	38700
Dinophyceae	0,01	700	<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,02	6800
<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	0,01	12600	<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	13800
<i>Mallomonas akrokomos</i>	0,01	8300	<i>Monoraphidium contortum</i>	0,01	190000
<i>Cyclotella</i> sp.	0,01	5700	<i>Aulacoseira lirata</i>	0,01	3400
Ochromonadales	0,01	335900	<i>Rhodomonas lacustris</i>	0,01	69000
<i>Chrysochromulina</i> sp.		119700	<i>Chromulina</i> sp.		62400
<i>Salpingoeca frequentissima</i>		47700	<i>Merismopedia tenuissima</i>		54400
Chlorococcales		40000	<i>Pedinella</i> sp.		53400
Monadit		40000	<i>Salpingoeca frequentissima</i>		51300
<i>Rhizosolenia</i> sp.		33400	Monadit		41700



Kuvat 9a-b. Kasviplanktonin määrä ja koostumus heinäkuussa vuosina 1963-1990 ryhmittein ilmoitettuna keskiuurissa, karuissa ja tummissa humusjärvisissä (BAC, tyyppi 10). Biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1990 on merkitty katkoviivalla.

### 3.1.10 Keskisuuret luonnostaan rehevät, kuormitetut tummat humusjärvet (BCCi, tyyppi 10)

Keskisuuriksi luokiteltaviin tummiin humusjärviin kuuluvat Porovesi ja Onkivesi, joita voidaan luonnehtia luonnostaan reheviksi, ja joissa kokonaisfosforin korkea pitoisuus, runsaat  $50 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.) kuvastaa selkeää eutrofiaa. Veden väriluku on myös korkea, yli  $100 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  (md.). Käyttökelpoisuudeltaan Porovesi ja Onkivesi kuuluvat luokkaan huono (Antikainen ym. 2000, liite 1).

#### Porovesi

Poroveden valuma-alueeseen kuuluu noin 85 % koko Iisalmen reitin alueesta. Lähes 30 % valuma-alueesta on turvemaata ja peltoa on 12 %. Varsinkin Kiuruveden reitillä on järvien rannoilla runsaasti savimaita. Valuma-alue on voimakkaasti ojitettu; sekä metsäojitusta että turvesoita on runsaasti. Turvetuotantoalueita on huomattavasti enemmän kuin esimerkiksi suovaltaisemmalla Syvärin valuma-alueella. Porovesi on humuspitoinen (väriluku 1990-luvulla keskimäärin  $140 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ ) ja rehevä järvi (keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus  $50 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Yhdyskuntajätevesikuormituksen purkualue on järven länsiosassa alle kilometrin etäisyydellä syvännepesteestä.

Kasviplankton koostui 1960- ja 1970-luvuilla pääosin piilevistä. Maksimibiomassa vuonna 1977 oli *Aulacoseira italicana* muodostama. Muut leväryhmät olivat sen sijaan tasaisemmin edustettuina 1980- ja 1990-luvuilla, jolloin keskimääräinen biomassa oli  $2,54 \text{ mg l}^{-1}$  (kuva 10a), mikä ilmentää eutrofiaa (Heinonen 1980). Myös *a*-klorofyllin pitoisuus,  $22,8 \mu\text{g l}^{-1}$ , on selkeästi eutrofiaan viittaava.

Sinileviä oli keskimäärin  $0,37 \text{ mg l}^{-1}$ , eli 15 % kokonaisbiomassasta (liite 2), ja runsaasti niitä oli vuonna 1986, kun *Aphanizomenon* spp. muodosti 32 % biomassasta. Vuonna 1990 biomassa koostui kuitenkin pääasiassa *Cryptomonas*-nielulevistä (70 %), jotka kuuluvat biomassan perusteella runsaimpiin taksoneihin, kuten myös *Aphanizomenon* spp., *Gonyostomum semen* ja *Aulacoseira ambigua*. Solumäärältään runsaimpia olivat *Rhodomonas lacustris*, *Uroglena* spp. ja *Chrysochromulina* spp. (taulukko 22a).

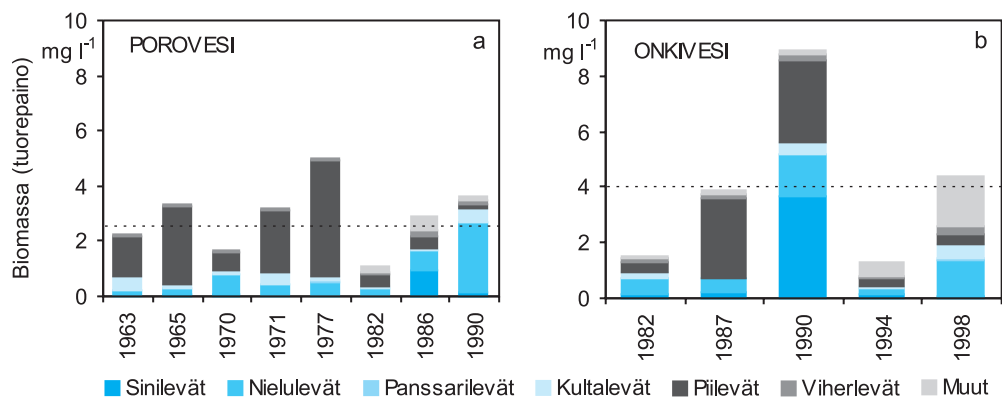
#### Onkivesi

Iisalmen reitin alin järvi Onkivesi purkautuu Maaninkajärven ja Ruokoveden kautta Pohjois-Kallaveteen. Onkiveden koko valuma-alueen maapinta-alasta neljännes on turvemaata. Myös savimaan osuus on useilla osavaluma-alueilla huomattava ja maaperä on viljavaa. Näin ollen peltoa on paljon; Iisalmen reitillä 13 % koko maapinta-alasta. Onkivesi on matala, keskisyvyydeltään alle kolme metriä. Järven yläosaan - noin kaksi kilometriä syvännealueen yläpuolelle - lasketaan jätevesiä Lapinlahden kunnan viemärlaitokselta, johon johdetaan myös maidonjalostusteollisuuden jätevesiä. Onkivesi on ruskeavetinen järvi; veden väriluku on vaihdellut viimeksi kuluneen kymmenen vuoden aikana välillä  $80\text{--}200 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$  ja keskimäärin se on ollut  $140 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ . Päälysveden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin lähes  $60 \mu\text{g l}^{-1}$ , mikä ilmentää korkeaa rehevyytystasoa. Järvessä on ollut säännöllisesti sinilevien massaesiintymiä.

Kasviplanktonin biomassa, keskimäärin  $4,0 \text{ mg l}^{-1}$ , ilmentää jo selkeää eutrofiaa samoin kuin *a*-klorofyllin pitoisuus,  $25,4 \mu\text{g l}^{-1}$ . Planktoniyhteisö koostui lähinnä piilevistä (34 %). Sinileviä oli keskimäärin  $0,84 \text{ mg l}^{-1}$ , eli 21 % kokonaisbiomassasta (liite 2). Vuoden 1990 maksimibiomassan,  $8,9 \text{ mg l}^{-1}$ , aiheuttikin *Aphanizomenon* spp.-sinilevä. Vuonna 1998 sen sijaan *Gonyostomum semen* muodosti 40 % biomassasta ja nieluleviä oli 29 % (kuva 10b). Biomassan perusteella *Aulacoseira ambigua*, *Cryptomonas* spp. ja *Gonyostomum semen* dominoivat ja solumäärinä myös *Rhodomonas lacustris* ja *Uroglena* spp. (taulukko 22b).

Taulukot 22a-b. Poroveden (22a) ja Onkiveden (22b) 20 runsainta taksonia taksonikohtaisen biomassin keskiarvon ( $\geq 0,01$  mg l<sup>-1</sup>) ja solumäärien tai laskentayksiköiden (kappaletta l<sup>-1</sup>) perusteella heinäkuussa 1980-1998, n = näytteiden lukumäärä.

Taulukko 22a	ka bm	ka lkm	Taulukko22b	ka bm	ka lkm
Porovesi, n=6	(2,31)		Onkivesi, n=2	(2,36)	
Cryptomonas spp.	1,04	604100	Aulacoseira ambigua	1,27	1050900
Aphanizomenon sp.	0,33	124400	Cryptomonas spp.	0,49	399100
Gonyostomum semen	0,32	17100	Gonyostomum semen	0,13	6900
Aulacoseira ambigua	0,15	131200	Fragilaria capucina	0,08	110500
Rhodomonas lacustris	0,12	673900	Rhizosolenia longiseta	0,06	34200
Aulacoseira italica	0,09	29500	Rhodomonas lacustris	0,05	434000
Mallomonas caudata	0,05	5700	Aphanocapsa reinboldii	0,05	74100
Synura sp.	0,04	36300	Aphanizomenon sp.	0,04	16900
Mallomonas punctifera	0,04	12200	Microcystis aeruginosa	0,04	2800
Rhizosolenia longiseta	0,04	20100	Aulacoseira distans	0,03	25200
Aphanocapsa reinboldii	0,02	51700	Aulacoseira islandica	0,03	10200
Polytoma sp.	0,02	40800	Uroglena americana	0,03	248000
Trachelomonas volvocinopsis	0,02	4300	Pediastrum duplex	0,02	1800
Katablepharis ovalis	0,02	103300	Synura sp.	0,02	19500
Coelastrum microporum	0,01	4300	Aulacoseira granulata	0,02	7600
Uroglena sp.		113700	Scenedesmus ecornis		88000
Chrysochromulina sp.		74700	Katablepharis ovalis		57000
Ochromonadales		56300	Chrysochromulina sp.		45400
Nitzschia acicularis		44800	Monadi		32900
Monadi		44700	Pseudopedinella sp.		26500



Kuvat 10a-b. Kasviplanktonin määrä ja koostumus heinäkuussa vuosina 1963-1998 ryhmittäin ilmoitettuna keskisuurissa, luonnostaan rehevissä ja tummissa humusjärvisissä (BCCI, tyyppi 10), jotka on arvioitu ihmistoiminnan kuormittamaksi. Biomassin keskiarvo vuosilta 1980-1998 on merkitty katkoviivalla. Huomioi y-akselin erilainen skaala verrattuna kuviin 2-6 ja 9.

### 3.1.11 Pienet kirkasvetiset kuormittamattomat järvet (AAA, tyyppi 4)

#### Iso-Hietajärvi

Iso-Hietajärvi on pieni latvajärvi, joka sijaitsee Patvinsuon kansallispuistossa. Järven valuma-alue on täysin luonnontilaista mäntykangasta ja suota. Järvi on matala, sen keskisyvyys on 3,5 metriä ja suurin syvyys 8,8 metriä. Pinta-alaltaan se on

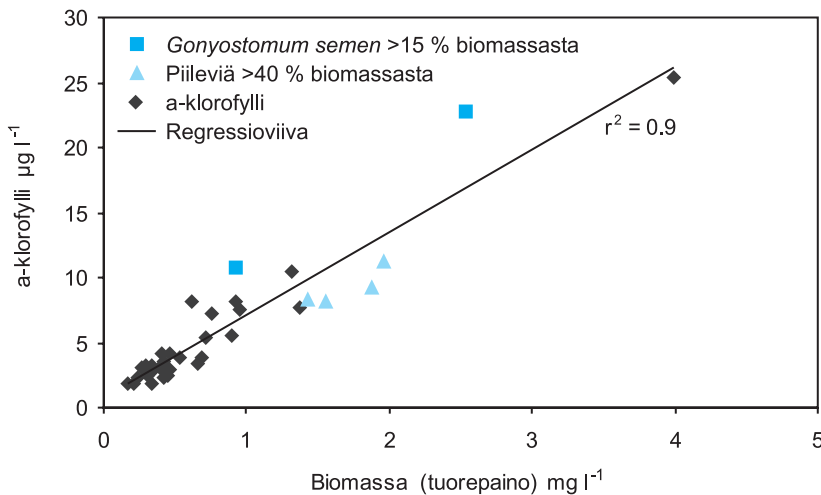
alle 1 km<sup>2</sup>. Järveä voidaan luonnehtia karuksi, sillä kokonaisfosforin pitoisuus on alhainen, 5 µg l<sup>-1</sup>. Vesi on melko kirkasta, ja veden väriluku on 20 mg l<sup>-1</sup> Pt.

Kasviplanktonin biomassa oli heinäkuussa 1991 oligotrofiaa ilmentävä (Heinonen 1980) 0,44 - 0,5 mg l<sup>-1</sup>. Oligotrofiaa ilmentävä oli myös *a*-klorofyllipitoisuus, 2,4 µg l<sup>-1</sup>. Planktonyhteisössä kultalevien osuus oli huomattavan korkea, keskimäärin 75 %, piileviä oli keskimäärin 12 % ja nieluleviä 4 % (liite 2). *Dinobryon divergens* muodosti keskimäärin puolet biomassasta ja *Mallomonas caudata* noin 13 %. Sinileviä oli erittäin vähän.

### 3.2 Yhteenveto erityyppisten järvien kasviplanktonista

Raportissa tarkastelluissa järvissä kasviplanktonin kokonaisbiomassan heinäkuun keskiarvo 1980-1999 vaihteli 0,17 mg l<sup>-1</sup>, joka mitattiin Heinäveden Kermajärvestä luonnostaan rehevässä mutta kuormitetussa Onkivedessä mitattuun biomassaan, 3,99 mg l<sup>-1</sup>. Nielulevät dominoivat kasviplanktonyhteisöä lähes 60 %:ssa tutkituista järvistä, joskin vain muutamissa järvissä ne olivat selkeästi vallitsevia. Piilevien osuus valtaryhmänä oli selkeämpi ja ne dominoivat kaikkiaan seitsemässä järvesä. Sinilevien osuus oli sen sijaan yleensä alle 15 % kokonaisbiomassasta (liite 2).

Kasviplanktonin biomassa korreloi sekä *a*-klorofyllin (kuva 11) että kokonaisfosforin keskimääräisten pitoisuuksien kanssa. Klorofyllin pitoisuus poikkesi regressiosuorasta jonkin verran neljässä järvesä: Koirus, Unnukka, Ukonvesi ja Saimaan Haukiselkä. Poikkeaman syynä oli piilevien, kuten sukujen *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Tabellaria* ja *Rhizosolenia* huomattavan suuri osuus, joka vaihteli 34 %:sta 50 %:iin kokonaisbiomassasta (liite 2). Porovedessä ja Nuorajärvesä runsaasti klorofylliä sisältävä *Gonyostomum semen* kuului dominoiviin lajeihin.

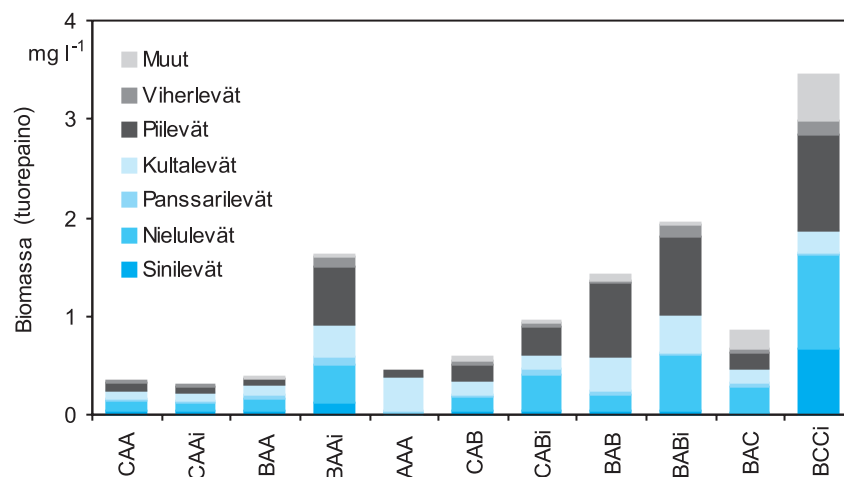


Kuva 11. Tutkittujen Vuoksen vesistöalueen järvien *a*-klorofyllin (keskiarvo) ja kasviplanktonin biomassan (keskiarvo, märkäpainona) regressio.

### 3.2.1 Kasviplankton suurissa järvissä

Raportissa tarkastelluista Vuoksen vesistöalueen 28 järvestä (yhteensä 36 havaintopaikkaa), kahdeksan järveä (Saimaassa kaksi havaintopaikkaa) on kirkasvetistä ja pinta-alaltaan yli 100 km<sup>2</sup>, jotka arvioitiin kuormittamattomiksi (CAA). Saimaa Ilkonselkä arvioitiin kuormitetuksi (CAAi), joskin arvio oli epävarma. Kaikkiaan kuusi suurta humusjärveä, ja niillä olevat havaintopaikat (Pielisessä kolme ja Unnukassa kaksi) arvioitiin kuormittamattomiksi humusjärviksi (CAB). Neljä humusjärveä (Kallavedessä kaksi havaintopaikkaa) arvioitiin kuormitetuiksi (CABi). Ryhmittelyssä käytetyt muuttujat on esitetty taulukossa 2. Järvet ja niiden käyttökelpoisuusluokitus on esitetty taulukossa 1, järvien ryhmittely eri tyyppisiin taulukossa 3 ja niihin kohdistuva mahdollinen kuormitus liitteessä 1.

Kirkkaat suuret järvet (CAA, tyyppi 5): Kokonaisfosforin pitoisuus oli kuormittamattomissa kirkkaissa järvissä oligotrofiaa ilmentävä (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982), <math><10 \mu\text{g l}^{-1}</math> (md.) ja kasviplanktonin heinäkuun biomassa 1980- ja 1990-luvuilla keskiarvona 0,35 mg l<sup>-1</sup> (mediaani 0,32 mg l<sup>-1</sup>), mikä oli sekin alle oligotrofiaa ilmentävän raja-arvon 0,50 mg l<sup>-1</sup> (Heinonen 1980). Alhaisin yksittäinen biomassa-arvo, 0,06 mg l<sup>-1</sup>, mitattiin Puruvedestä vuonna 1997 ja korkein biomassa 1,38 mg l<sup>-1</sup> ryhmän rehevimmästä havaintopaikasta, Saimaan Riuttaselältä vuonna 1986. Kasviplankton koostui pääosin kolmesta leväryhmästä: kultalevät (27 %), nielulevät (26 %), ja piilevät (19 %). Sinilevien osuus oli vähäinen (kuvat 12-13, liite 2, taulukko 23). Nielulevien määrä näytteissä lisääntyi 1970-luvun lopulta kun kestäväinnissä siirryttiin formaliinista Lugol-liuokseen. Kasviplanktonin järvikohdainen vuosien välinen vaihtelu saattoi olla jopa viisinkertainen, joskin useimmissa järvissä vaihtelu oli vähäistä. Monissa järvissä havaintosarjan heinäkuinen biomassamaksimi ajoittui vuoteen 1982, jolloin kesäkuu oli Itä-Suomessa erittäin sateinen ja normaalia kylmempi, ja vielä heinäkuussa sademäärät olivat jonkin verran normaalia suurempia. Vuonna 1986 kesäkuu oli Itä-Suomessa lämmin ja vähäsateinen ja heinäkuu erittäin sateinen (Ilmatieteen laitos 1986a,b,c). Etenkin pienisoluinen, pieniä yhdyskuntia muodostava sinilevä *Aphanocapsa reinboldii* runsastui.



Kuva 12. Kasviplanktonin biomassa ja koostumus heinäkuun keskiarvoina vuosina 1980-1999 Vuoksen vesistöalueen järvissä, jotka on ryhmitelty pinta-alan, valuma-alueen maaperän laadun (savi / moreeni) ja veden väriluvun perusteella. Kirjainyhdistelmät on tarkemmin selitetty taulukossa 2. Merkintä i tarkoittaa, että ryhmän järvet on arvioitu ihmistoiminnan vaikutuksen alaisiksi. Tyypittelyehdotuksen (Pilke ym. 2002) mukaiset tyypit: AAA = tyyppi 4, CAA ja BAA = tyyppi 5, CAB = tyyppi 8, BAB = tyyppi 7, BAC ja BCC = tyyppi 10.

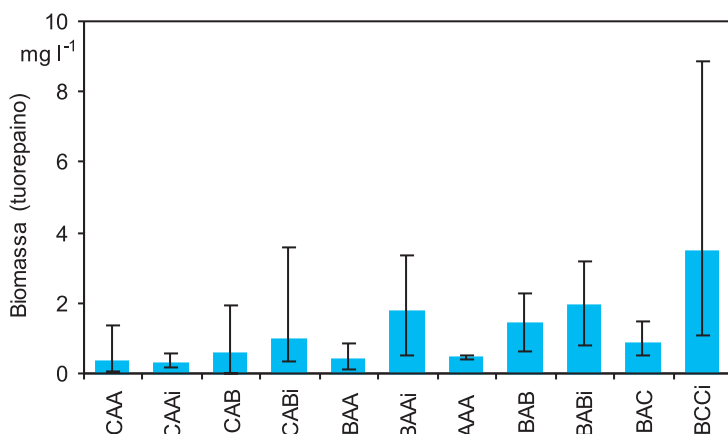


Kirkasvetisissä suurissa järvissä tunnistettiin kaikkiaan 407 taksonia, ja lajistolle tyypillisiä ovat *Aphanocapsa reinboldii*, *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas* spp., *Chrysochromulina* spp., *Dinobryon sociale*, *Mallomonas akrokomos*, *Uroglena* spp., *Rhizosolenia longiseta* ja *Cyclotella kuetzingiana*, joka Järnefeltin (1952a, 1956b) mukaan on oligotrofian indikaattorilaji, sekä *Asterionella formosa* (taulukot 4-8, 23).

CAAi (tyyppi 5): Aiemmin kuormitetulla, mutta nykyisin vedenlaadultaan hyväksi arvioidulla (Laine 2001) Saimaan Ilkonselällä kokonaisfosforin pitoisuus oli hiukan alhaisempi kuin ryhmässä CAA,  $7 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.), samoin keskimääräinen kasviplanktonin biomassa oli alhaisempi,  $0,31 \text{ mg l}^{-1}$ . Vain panssarisiimalevien biomassa oli suurempi kuin tyyppin kuormittamattomissa järvissä. Kultalevien osuus biomassasta oli 26 % ja nielulevien 25 %. Lajisto oli myös hyvin samankaltainen kuin kuormittamattomissa järvissä. Jätevesien vaikutus ei näy tarkastelluissa muutujissa, mikä vahvistaa tämän havaintopaikan ekologisen tilan arvioinnin epävarmuutta (taulukot 9, 23, kuvat 12-13, liite 1).

Suuret humusjärvet (CAB, tyyppi 8): Tähän ryhmään luettiin kuormittamattomat humusjärvet, joiden väriluku on 40 - 80 mg Pt  $\text{l}^{-1}$  (md.). Kuormittamattomissa järvissä biomassa 1980- ja 1990-luvuilla oli keskiarvona  $0,58 \text{ mg l}^{-1}$ , joka kuvastaa oligo-mesotrofiaa (Heinonen 1980) ja mediaanina  $0,45 \text{ mg l}^{-1}$ . Kokonaisfosforin pitoisuus oli  $9-15 \mu\text{g l}^{-1}$  (md.). Mesotrofiaa kuvastava maksimiarvo on Unnukasta. Ryhmän muissa järvissä pitoisuudet olivat lähellä oligotrofisia arvoja (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982). Alhaisin biomassa-arvo,  $0,12 \text{ mg l}^{-1}$ , mitattiin vuonna 1990 Paasivedestä ja maksimi,  $1,95 \text{ mg l}^{-1}$ , vuonna 1995 Viinijärvestä. Kasviplankton koostui piilevistä (28 %), kultalevistä (27 %) ja nielulevistä (23%). Sinileviä oli vain 7 % (kuvat 12-13, taulukko 23). Myös joissakin suurissa karuissa humusjärvisä oli havaittavissa sinilevien selvä runsastuminen tai kokonaisbiomassan maksimi vuosina 1982 ja/ tai 1986.

Tyypillisiä taksoniteita biomassan perusteella olivat *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas* spp., *Mallomonas akrokomos*, *Aulacoseira italica*, *Rhizosolenia longiseta* ja *Asterionella formosa*. Kahdessa humusjärvestä *Gonyostomum semen*-limalevä kuului valtataksoneihin. Solumääriltään runsaimmat lajit/taksonit olivat (taulukot 10-13, 23) pienikokoiset Ochromonadales-lahkon flagellaatit ja mm. nielulevä *Rhodomonas lacustris*, kultalevät *Uroglena* spp., *Dinobryon borgei*, *Chrysochromulina* spp. ja *Monochrysis* spp., joka on tyypillinen tummissa metsäjärvissä (Lepistö ja Saura 1998).



Kuva 13. Kasviplanktonin heinäkuun biomassan keskiarvo vuosilta 1980-1999 ja minimi- ja maksimiarvot tutkituissa Vuoksen vesistöalueen järvissä. Tyypittelyehdotuksen (Pilke ym. 2002) mukaiset tyyppit: AAA = tyyppi 4, CAA ja BAA = tyyppi 5, CAB = tyyppi 8, BAB = tyyppi 7, BAC ja BCC = tyyppi 10.



CABi (tyyppi 8): Kuormitetuiksi arvioitiin viisi humusjärveä. Kokonaisfosforin pitoisuus oli mesotrofiaa ilmentävä (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982). Alhaisin pitoisuus, 11  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) oli Pyhäselällä ja korkein, 27  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.), Pohjois-Kallavedellä. Kasviplanktonin biomassa oli keskiarvona 0,95  $\text{mg l}^{-1}$ , eli lähes mesotrofiaa ilmentävä (Heinonen 1980) ja mediaanina jonkin verran alhaisempi, 0,77  $\text{mg l}^{-1}$ . Maksimibiomassa, 3,59  $\text{mg l}^{-1}$ , mitattiin vuonna 1997 Pohjois-Kallavedestä. Nielulevien osuus oli 40 %, piilevien 28 % ja kultalevien 17 %. Sinileviä oli sen sijaan erittäin vähän (kuvat 12-13, taulukko 23).

Yksittäisistä taksonista biomassaltaan merkittävimpiä olivat *Cryptomonas*-suvun lajit, *Rhodomonas lacustris* ja limalevä *Gonyostomum semen*, joka viihtyy runsasravinteisissakin humusjärvissä (Manninen ja Kivinen 1985, Lepistö ym. 1994). Piilevistä *Rhizosolenia longiseta*, *Tabellaria flocculosa* ja *Aulacoseira italica* olivat yleisimpiä. Sinilevä *Woronichinia naegelian*a runsastui rehevyyden lisääntyessä. Solumäärinä dominoivat lajit (taksonit) olivat pääosin samat kuin biomassan perusteella, joskin monet pienikokoiset ja biomassaltaan vähäiset lajit dominoivat vain lukumäärän perusteella. Niinpä pienikokoiset flagellaatit *Monochrysis* spp. ja *Pedinella* spp., sekä viherlevä *Monoraphidium dybowskii*, hento kultalevä *Dinobryon borgei* ja pieniä yhdyskuntia muodostava sinilevä *Snowella atomus* kuuluvat "kaksikymmentä kärkeä" ryhmään solumäärien perusteella (taulukot 14-15, 23).

Taulukko 23. Yhteenveto suurten kuormittamattomien ja kuormitettujen kirkkaiden järvien ja humusjärvien ominaisuuksista, veden laadusta ja kasviplanktonista (vrt. taulukko 3, liite 2), Pilkkkeen ym (2002) tyyppitelyehdotus on myös esitetty. Kokonaisfosforin mediaani  $\mu\text{g l}^{-1}$  on Räikkeen ja Pietiläisen (1999) mukaan. Kasviplanktonin biomassa on esitetty sekä keskiarvona (ka) että mediaanina (md) ja vallitsevien ryhmien osuudet % kokonaisbiomassasta (keskiarvona). CRY = nielulevät, CHRY = kultalevät, DIAT = piilevät

Tyyppi	Maaperä	Veden	Kuormitus	TotP	Kasvipl. bm	Kasvipl. bm	Ryhmä	%
	0 = karu	väri		md, $\mu\text{g l}^{-1}$	ka, $\text{mg l}^{-1}$	md, $\text{mg l}^{-1}$		
CAA, 5	0	kirkas	vähäinen	8	0,35	0,32	CHRY, CRY	27, 26
CAAi, 5	0	kirkas	kuormitettu	7	0,31	0,30	CHRY, CRY	26, 25
CAB, 8	0	keski-ruskea	vähäinen	9 - 15	0,58	0,45	DIAT, CHRY	28, 27
CABi, 8	0	keski-ruskea	kuormitettu	11 - 27	0,95	0,77	CRY, DIAT	40, 28

### 3.2.2 Kasviplankton keskisuurissa järvissä

Tarkastelluista Vuoksen vesistöalueen 28 järvestä yhdeksän järveä on keskisuuria, eli niiden pinta-ala on 10 - 100  $\text{km}^2$ . Kolme järvistä on luonnontilaisia ja kirkasvetisiä (BAA) ja kaksi kuormitettua (BAAi). Yhden järven vesi oli humuspitoista (BAB) ja yksi on kuormitettu humusjärvi (BABi). Kaksi järveä kuuluu tummiin humusjärviin (BAC) ja lisäksi kaksi on luonnostaan reheviä, tummia ja kuormitetuiksi arvioituja (BCCi).

Keskisuuret kirkkaat järvet (BAA, tyyppi 5): Ryhmän karuissa järvissä, joissa kokonaisfosforin vaihteluväli, 4-9  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.), oli oligotrofiaa ilmentävällä tasolla, (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982), samoin kuin kasviplanktonin biomassa, 0,38  $\text{mg l}^{-1}$  (Heinonen 1980). Biomassan mediaani oli 0,28  $\text{mg l}^{-1}$ . Planktonyhteisö koostui nielulevistä (35 %) ja kultalevistä (28 %). Piileviä oli vain 13 % ja sinileviä keskimäärin 5 % biomassasta (kuvat 12-13, taulukko 24). Kuolimossa oli sinilevien ja nielulevien muodostama biomassamaksimi vuonna 1986, kuten useissa muissakin karuissa järvissä. Oligotrofisten vesien alhaista biomassaa dominoivat taksonit ovat pääasiallisesti pienikokoisia. Lajisto ei biomassan perusteella juurikaan koostu oligotrofiaa suosivista tai indikoivista lajeista, vaan peruslajisto on kaikissa

ryhmään kuuluissa järvisä lähes sama: *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas* spp., *Uroglena* spp. *Pseudopedinella* spp. ja Ochromonadales- flagellaatit (taulukot 16, 17, 24). Sen sijaan solumäärinä arvioitaessa dominanttien joukossa on oligotrofisia olosuhteita suosivia tai indikoivia lajeja (Järnefelt 1952a, 1956b). Vain kaikkein karuimmissa järvisä ja vain lukumääräisesti olivat runsaina pienikokoiset *Snowella atomus*, *Bitrichia chodatii*, *Spiniferomonas* spp. *Monochrysis* spp. ja *Dinobryon borgei* esiintyivät kaikissa oligotrofisissa humusjärvisä. Suurikokoisten levien, kuten *Gymnodinium "fuscum"* ja *Ceratium* spp. osuus painottuu virheellisesti, sillä ne kuuluvat vähälukuisinakin biomassansa perusteella dominoiviin taksoneihin. Nämä taksonit, jotka usein ovat rehevyyttä indikoivia, runsastuvat tosin rehevyyden lisääntyessä ja kasvattavat siten biomassaa.

BAAi (tyyppi 5): Keskikokoisissa kuormitetuiksi arvioiduissa kirkkaissa järvisä kokonaisfosforin pitoisuus, 20 - 22  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.), kuvasti mesotrofiaa (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982), samoin kuin kasviplanktonin keskimääräinen biomassa 1,74  $\text{mg l}^{-1}$  (Heinonen 1980). Biomassa oli nelinkertainen ryhmän kuormittamattomiin järviin verrattuna. Planktonyhteisö koostui piilevistä (41 %), nielulevistä (21 %) ja kultalevistä (16 %). Sinileviä oli keskimäärin 8 % biomassasta (kuvat 12-13, taulukko 24). Lievästi rehevässä Heposelässä dominoivat nielulevät *Cryptomonas* spp. ja *Rhodomonas lacustris*. Ukonvedessä piilevät *Fragilaria crotonensis* ja *Tabellaria flocculosa* kuuluivat biomassan perusteella runsaisiin lajeihin (taulukot 18, 24).

Keskisuuret humusjärvet (BAB, tyyppi 7): Ryhmän ainoassa kuormittamattomassa järvisä kokonaisfosforin pitoisuus, 16  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja kasviplanktonin keskimääräinen biomassa, 1,42  $\text{mg l}^{-1}$ , olivat molemmat mesotrofiaa ilmentäviä (Forsberg ja Ryding 1980, Heinonen 1980, OECD 1982). Biomassan mediaani oli lähes saman suuruinen, 1,45  $\text{mg l}^{-1}$ . Planktonyhteisöstä puolet oli piileviä (53 %), kultaleviä oli 24 % ja nieluleviä selvästi vähemmän, 12 % (kuvat 12-13). *Rhizosolenia longiseta*, *Asterionella formosa* ja *Tabellaria flocculosa* olivat biomassan perusteella dominoivia. Myös *Gonyostomum semen* kuului tyyppilliseen lajistoon (taulukot 19, 20, 24).

BABi (tyyppi 7): Kuormitettujakin havaintopaikkoja on yksi. Kokonaisfosforin pitoisuus oli mesotrofiaa ilmentävä, 21  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982), samoin kuin kasviplanktonin biomassa, 1,96  $\text{mg l}^{-1}$  (Heinonen 1980). Mediaanina ilmoitettuna biomassa oli 1,84  $\text{mg l}^{-1}$ . Planktonyhteisö koostui piilevistä (40 %), nielulevistä (28 %) ja kultalevistä (20 %) (kuvat 12-13). Suurikokoiset piilevät *Aulacoseira italica*, *Tabellaria flocculosa* ja *A. ambigua* olivat biomassan perusteella dominoivia. Myös *Gonyostomum semen* kuuluu lajistoon.

Keskikokoinen tumma humusjärvi (BAC, tyyppi 10): Kokonaisfosforin pitoisuus oli noin 20  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) ja kuvasti mesotrofisia olosuhteita (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982). Kasviplanktonin biomassa oli keskimäärin 0,85  $\text{mg l}^{-1}$ , joka jäi alle mesotrofiaa ilmentävän raja-arvon (1,01  $\text{mg l}^{-1}$ , Heinonen 1980). Biomassan mediaani oli 0,68  $\text{mg l}^{-1}$ . Planktonyhteisö koostui nielulevistä (31 %), piilevistä (20 %) ja *Gonyostomum semen*- limalevästä (20 %) (kuvat 12-13). Sinileviä oli sen sijaan vähän. Dominoivia nieluleviä olivat *Cryptomonas* spp. ja *Rhodomonas lacustris*, ja piileviä *Tabellaria flocculosa* ja *Aulacoseira italica* (taulukot 21, 24).

Keskikokoinen kuormitettu ja luonnostaan rehevä tumma humusjärvi (BCCi, tyyppi 10): Kokonaisfosforin pitoisuus 47- 56  $\mu\text{g l}^{-1}$  (md.) kuvasti selkeästi eutrofiaa (Forsberg ja Ryding 1980, OECD 1982), samoin kuin kasviplanktonin biomassa, 3,45  $\text{mg l}^{-1}$  (Heinonen 1980). Mediaanina biomassa oli lähes samaa suuruusluokkaa, 3,26  $\text{mg l}^{-1}$ . Planktonyhteisössä sinilevien osuus oli korkea (19 %), nieluleviä ja piileviä oli molempia 28 % ja *Gonyostomum semen*- limalevää 13 % (kuvat 12-13). Suuret piilevät *Aulacoseira ambigua*, *A. italica* ja *Fragilaria capucina* dominoivat (taulukot 22-24).

Taulukko 24. Yhteenveto keskisuurten kuormittamattomien ja kuormitettujen kirkkaiden järvien, humusjärvien, luonnostaan rehevien järvien ja Hietajärven ominaisuuksista, veden laadusta ja kasviplanktonista (vrt. taulukko 3, liite 2), Pilkkeen ym (2002) tyypittelyehdotus on myös esitetty. Kokonaisfosforin mediaani  $\mu\text{g l}^{-1}$  on Räikkeen ja Pietiläisen (1999) mukaan. Kasviplanktonin biomassa on esitetty sekä keskiarvona (ka) että mediaanina (md.) ja vallitsevien ryhmien osuudet % kokonaisbiomassasta (keskiarvona). CRY = nielulevät, CHRY = kultalevät, DIAT = piilevät

Ryhmä	Maaperä	Väri	Kuormitus	TotP	Kasvipl.	Kasvipl.	Ryhmä	%
	O = karu E = savikko			md, $\mu\text{g l}^{-1}$ mg l-l	bm. ka, mg l-l	bm md,		
AAA, 4	0	kirkas	ei	5	0,45	0,45	CHRY, DIAT	77,20
BAA, 5	0	kirkas	vähäinen	4 - 9	0,38	0,28	CRY, CHRY	35,28
BAAi, 5	0	kirkas	kuormitettu	20-22	1,74	1,51	DIAT, CRY	41,21
BAB, 7	0	keskiruskea	vähäinen	16	1,42	1,45	DIAT, CHRY	53,24
BABi, 7	0	keskiruskea	kuormitettu	21	1,96	1,84	DIAT, CRY	40,28
BAC, 10	0	tumma	vähäinen	20-21	0,85	0,68	CRY, DIAT	31,20
BCCi, 10	E	tumma	kuormitettu	47-56	3,45	3,26	CYA, CRY ja DIAT	19,28

### 3.2.3 Kasviplankton pienissä järvissä

Pieni luonnontilainen kirkas järvi (AAA, tyyppi 4): Iso-Hietajärvi oli aineiston ainoa tätä tyyppiä edustava järvi. Kokonaisfosforin pitoisuus,  $5 \mu\text{g l}^{-1}$ , ja kasviplanktonin biomassa,  $0,45 \text{ mg l}^{-1}$ , kuvastivat selkeää oligotrofiaa (Forsberg ja Ryding 1980, Heinonen 1980, OECD 1982). Planktonyhteisössä kultalevien osuus oli huomattavan suuri (77 %) ja piilevät muodostivat viidesosan kokonaisbiomassasta (taulukko 24). Kultalevien ja piilevien lajisto oli karuille vesille tyypillistä.

## 3.3. Sinilevähaitat tutkituissa järvissä

Raportissa tarkastelluista Vuoksen vesistöalueen 28 järvestä on vuoden 1999 loppuun mennessä tallennettu 440 yleisön tekemää levähaittahoivaintoa, joista 157 (36 %) oli runsaita ja 22 (5 %) erittäin runsaita. Neljässä järvestä levähaittoja ei ole havaittu tai niistä ei ole tietoja levähaittarekisterissä. Vaikka sinilevien osuus mikroskopoimalla määritetystä kasviplanktonin kokonaisbiomassasta (märkäpainona) oli yleensä melko alhainen, pääosa valituksista aiheutui sinilevien runsastumisesta. Levähaittailmoitukset olivat rannalta, kun taas planktonnäytteet otettiin järvien selkälta. Myös ajankohdassa on eroa, sillä seurannan näytteet otetaan heinäkuun puolivälissä, kun taas sinilevien massaesiintymät ja niitä koskevat ilmoitukset ajoittuvat heinäkuun lopulle ja elokuuhun.

### 3.3.1 Kirkasvetiset järvet

- Höytiäisessä levähaittailmoituksia oli 30 ja niiden syynä vuosina 1991 - 1999 oli pääosin *Anabaena* spp. ja *A. lemmermannii*- sinilevien runsastuminen. Esiintymiä on ollut Kontiolahden, Polvijärven ja Juuan kuntien alueella.
- Karjalan Pyhäjärvestä vuosina 1991 - 1997 levähaittailmoituksia oli 28 pääosin Kesälahden ja Kiteen kuntien alueelta. Levähaitat olivat *Anabaena* spp.-sinilevän aiheuttamia.
- Iso-Haukivedessä oli kesällä 1999 kaksi havaintoa vähäisinä määrinä esiintyneestä *Mougeotia*- viherlevästä ja *Gonyostomum semen*- limalevästä.

- Puruvedessä oli yksitoista levähaittähavaintoa vuosilta 1986 - 1998 Kesälahden, Punkaharjun ja Kerimäen kuntiin kuuluvilta alueilta. Lähes kaikki esiintymät olivat *Anabaena*-sinilevän aiheuttamia.
- Juojärvestä levähaittailmoituksia on kuusi vuosilta 1986 – 1999 Tuusniemen, Heinäveden ja Outokummun kuntien alueilta.
- Lietvedestä ei ole ilmoitettu levähavainnoista.
- Saimaalta on Taipalsaaren kunnan alueelta kolme levähaittailmoitusta levähaittarekisteriin tallennettuna.
- Suvasvedestä oli 15 ilmoitusta levähaitoista vuosina 1987-1999 Vehmersalmen, Leppävirran ja Tuusniemen kuntien alueilta. Ne olivat pääosin *Anabaena lemmermannii*-sinilevän aiheuttamia. Runsaana esiintyneestä *Gonyostomum semen-*limalevästä oli myös havainto (taulukko 25).
- Kermajärvessä sinilevähavaintoja ei ole ilmoitettu vuosina 1991 - 1999 ja vain yksi vähäinen talviaikainen *Botryococcus*-viherleväesiintymä oli havaittu marraskuussa 1988 avannon pinnalla. Kesän 1995 poikkeuksellinen sinilevien runsaus nosti sinilevien keskimääräistä osuutta kokonaisbiomassasta.
- Kuolimosta ei ole yhtään levähaittailmoitusta.
- Louhivedeltä oli tallennettu vain yksi levähaittähavainto marraskuulta 1994, kun *Aulacoseira islandica* limoitti pahoin verkkoja.
- Oriveden Heposelältä on vuosilta 1991-1998 kaikkiaan kahdeksan levähavaintoa, jotka vuosikymmenen alkupuolella olivat runsaita (2) ja 1990-luvun loppupuolella vähäisiä (1).
- Ukonvedessä levähaitoista ei ole ilmoitettu (taulukko 25).
- Pienessä kirkasvetisessä Iso-Hietajärvessä sinileviä oli erittäin vähän. Ei ilmoituksia.

Taulukko 25. Sinilevien määrä (bm.) ja havaitut sinilevien ja muiden levien massaesiintymät suurissa ja keskisuurissa kirkasvetisissä järvissä ja Hietajärvessä vuosina 1986-1999.

Järvi	Sinilevien bm. mg l <sup>-1</sup>	Sinilevä %	Ilmoitukset kpl	Vuodet (vvvv-vv)	Yleisin leväsuku
Höytiäinen	0,02	7	30	1991-99	Anabaena
Pyhäjärvi	0,01	6	28	1991-97	Anabaena
Iso-Haukivesi	0,03	9	2	1999	Mougeotia, Gonyostomum
Iso-Hietajärvi	0,01	1	–	–	–
Puruvesi	0,02	8	11	1986-98	Anabaena
Juojärvi	0,04	12	6	1986-99	Anabaena, Gonyostomum
Lietvesi 42	0,06	14	–	–	–
Saimaa, Hietas.	0,06	15	3	1991-99	Aphanizomenon
Saimaa, Riutans.	0,1	15	3	1991-99	Aphanizomenon
Saimaa, Ilkons.	0,03	10	3	1991-99	Aphanizomenon
Suvasvesi	0,05	10	15	1987-99	Anabaena
Kermajärvi	0,01	15	1	1991-99	Botryococcus
Kuolimo	0,01	7	–	–	–
Louhivesi	0,05	7	1	1994	Aulacoseira
Orivesi, Hepos.	0,04	5	8	1991-98	Anabaena spp
Ukonvesi	0,19	10	–	–	–

### 3.3.2 Humusjärvet

- Koitereesta ei ole ilmoituksia sinilevien massaesiintymistä.
- Oriveden Samppaanselällä oli 14 ilmoitusta vuosina 1988 – 1999, mm. verkkoja voimakkaasti limoittavasta *Hyalotheca dissiliensis*- yhtymälevästä, *Oscillatoria* spp. – sinilevästä, *Gonyostomum semen*- limalevästä ja *Anabaena* spp. – sinilevästä.
- Pieliseltä oli vuosina 1986 - 1999 levähavaintoja 48, ja yleensä sinilevät olivat levävalituksen syynä.
- Paasivedessä oli levähaittailmoitus rihmamaisen viherlevän ja *Anabaena lemmermannii*- sinilevän aiheuttamasta haitasta.
- Viinijärvässä levähavaintoja oli vuosina 1988 - 1999 kaikkiaan 36. Yli puolet havainnoista oli Polvijärven kunnan ja loput Liperin kunnan alueelta.
- Unnukassa levähaittahavaintoja oli yhteensä 15 vuosilta 1986 – 1999. Suurin osa oli *Anabaena lemmermannii*- sinilevän aiheuttamia. Myös *Gonyostomum semen*- limalevä, piilevät ja rihmamaiset viherlevät olivat syynä ilmoituksiin (taulukko 26).
- Pyhäselällä oli 10 ilmoitusta levähaitoista vuosilta 1986 - 1999 ja lähes kaikki esiintymät on arvioitu vähäisiksi.
- Juurusvedeltä oli vuosina 1991 - 1992 vain kolme levähavaintoa, jotka kaikki luokiteltiin vähäisiksi.
- Keski-Kallavedestä oli vuosina 1986 - 1999 ilmoituksia kaikkiaan 56. Yli puolet levähavainnoista oli runsaita ja *Anabaena*- suku oli yleisin taksoni.
- Pohjois-Kallavedessä levähaittailmoituksia oli vuosina 1986-1999 yhteensä 36, joista puolet oli runsaita. Yleisin levähaittojen aiheuttaja oli *Anabaena lemmermannii*. *Gonyostomum semen*- limalevästä oli havainnot vuosilta 1986 ja 1988.
- Koiruksessa oli ilmoituksia levähaitoista vuosilta 1986-1999 yhteensä 14. Valituksista kaksi oli *Gonyostomum semen*- limalevän aiheuttamia, loput sinilevistä, piilevistä ja ruostesieni-itiöistä johtuvia (taulukko 26).
- Kaikkiaan Saimaassa Taipalsaaren kunnan alueelta oli ilmoitettu vuosina 1991-1999 vain kolme levähavaintoa, jotka olivat sinilevien *Anabaena* ja *Aphanizomenon* aiheuttamia.

Taulukko 26. Sinilevien määrä (bm.) ja havaitut sinilevien ja muiden levien massaesiintymät suurissa ja keskisuurissa humusjärävissä vuosina 1986-1999.

Järvi	Sinilevien bm. mg l <sup>-1</sup>	Sinilevä %	Ilmoitukset kpl	Vuodet (vvvv-vv)	Yleisin leväsuku
Koitere, Juuansaari	0,01	6	–	–	
Orivesi, Samppaans.	0,04	11	14	1988-99	<i>Hyalotheca</i> , <i>Gonyostomum</i>
Pielinen	0,08	16	48	1986-99	sinilevää
Paasivesi	0,02	4	2	1993, 1998	<i>Anabaena</i>
Viinijärvi	0,04	4	36	1988-99	<i>Anabaena</i>
Unnukka	0,05	4	15	1986-99	<i>Anabaena</i> , <i>Gonyostomum</i>
Pyhäselkä	0,08	19	10	1986-99	<i>Anabaena</i>
Juurusvesi	0,03	5	3	1991-92	<i>Gonyostomum</i>
Keski-Kallavesi	0,02	3	56	1986-99	<i>Anabaena</i>
Pohj.-Kallavesi	0,03	2	36	1986-99	<i>Anabaena</i>
Koirus	0,03	2	14	1986-99	<i>Anabaena lemmermannii</i>
Saimaa, Haukiselkä	0,04	2	3	1991-99	<i>Anabaena</i> spp.

### 3.3.3 Tummat humusjärvet

- Syväristä oli vuosina 1986 - 1999 seitsemän levähavaintoa, joiden runsaus vaihteli (3) vähäiseen (1). *Gonyostomum semen* oli syynä valituksiin 1980-luvun lopulla.
- Nuorajärvestä tehtiin kaksi levähaittahavaintoa vuosina 1986 – 1997. *Gonyostomum semen* ja *Anabaena* spp. olivat leväilmoituksen syynä (taulukko 27).
- Porovedestä tallennettiin vuosina 1986 - 1991 kahdeksan levävalitusta, joista pääosa koski runsaaksi arvioitua leväesiintymää.
- Onkivedestä oli levähaittahavaintoja vuosina 1986 - 1999 kaikkiaan 34. Järven rehevyys näkyi myös levähaittaesiintymien runsautena, sillä lähes kaikki esiintymät oli luokiteltu runsaaksi (2) tai erittäin runsaaksi (3). Onkivedessä havaittiin myös reheville vesille tyypillisen *Microcystis aeruginosa*- sinilevän aiheuttama runsas (2) esiintymä elokuussa 1995 (taulukko 27).

Taulukko 27. Sinilevien määrä (bm.) ja havaitut sinilevien ja muiden levien massaesiintymät tummissa humusjärvissä vuosina 1986-1999.

Järvi	Sinilevien bm. mg l <sup>-1</sup>	Sinilevä %	Ilmoitukset kpl	Vuodet (vvvv-vv)	Yleisin leväsuku
Syväri	0,03	4	7	1986-99	Gonyostomum, Anabaena
Nuorajärvi	0,01	1	2	1986-97	Gonyostomum, Anabaena
Porovesi	0,37	15	8	1986-91	Gonyostomum, Aphanizomenon
Onkivesi	0,84	21	34	1986-99	Aphanizomenon, Gonyostomum



# 4

## Ekologisen tilan määrittely

Eri järviryhmillä laskettiin heinäkuun biomassan tuorepainoon perustuvat ekologista laatua kuvaavat raja-arvot Owenin ym. (2002, vertaa myös Karr ym. 1986) ehdotuksen mukaan (taulukko 28). Saman ehdotuksen perusteella laskettiin lisäksi heinäkuun *a*-klorofyllin pitoisuuksiin perustuvat raja-arvot (taulukko 29). Järvet luokiteltiin näiden raja-arvojen mukaisesti viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Tyypittely toteutettiin myös Pilkkeen ym. (2002) raja-arvojen perusteella ryhmitellyille järville (taulukko 30). Tässä tyypittelyehdotuksessa veden väriluvulle annetaan raja-arvot: < 30 mg l<sup>-1</sup> Pt, 30-90 mg l<sup>-1</sup> Pt ja > 90 mg l<sup>-1</sup> Pt. Pinta-alaltaan järvet jaetaan: < 5 km<sup>2</sup>, 5-40 km<sup>2</sup> ja > 40 km<sup>2</sup>. Luokittelun raja-arvot muuttuivat jonkin verran, kun järviä ryhmiteltiin eri tavoin. Lisäksi laskettiin biomassarvoista ekologista laatua kuvaava EQR-tunnusluku, joka sekinkajoi järvet suhteellisen hyvin samoihin ryhmiin, jotka oli muodostettu tyypittämällä, soveltamalla käyttökelpoisuusluokkia ja kasviplanktonin määrän perusteella määritettyjä rehevyysrajoja. Kuormitukseksi arvioitu Saimaa Ilkonselkä sijoittui ekologiseen luokkaan erinomainen ja Pyhäselkä Kokonluoto luokkaan hyvä. Molemmilla järvilla oli korkea EQR-arvo. Toisaalta kuormittamattomiksi arvioituista järvistä Louhivesi ja Unnukka saivat hyvin alhaisen EQR-arvon ja ekologisen tilan luokituksen.

Taulukko 28. Kasviplanktonin biomassan (tuorepainona, mg l<sup>-1</sup>) perusteella lasketut ekologisten luokkien raja-arvot eri järvi-tyypeille. Luokittelurajat on laskettu Owen ym. (2002) ehdotuksen perusteella. (Huomaa, vain heinäkuun aineistosta). Vertailujärvinä on käytetty kunkin järviryhmän eniten luonnontilaisiksi arvioituja järviä. Aineisto on lukumääräisesti liian vähäinen lopullista raja-arvojen laskemista varten.

Tyyppi	Vertailu-järvien lkm	High Status Erinomainen (75%ile) < mg l <sup>-1</sup>	Good Status Hyvä (95%ile + md/2) < mg l <sup>-1</sup>	Moderate Status Tyydyttävä (95%ile + md) < mg l <sup>-1</sup>	Poor Status Välttävä (4x75%ile) < mg l <sup>-1</sup>	Bad Status Huono (4x75%ile) > mg l <sup>-1</sup>
AAA						
BAA	2	0,2	0,4	0,5	0,9	0,9
CAA	3	0,3	0,6	0,8	1,3	1,3
BAB	1	1,7	2,4	3,0	6,7	6,7
CAB	2	0,4	0,7	0,9	1,4	1,4
BAC	2	0,9	1,7	2,0	3,7	3,7



Taulukko 29. Kasviplanktonin *a*-klorofyllin pitoisuuden ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) perusteella lasketut ekologisten luokkien raja-arvot eri järvi-tyypeille. Luokittelurajat on laskettu Owen ym. (2002) ehdotuksen perusteella. (Huomaa, vain heinäkuun aineistosta). Vertailujärvinä on käytetty kunkin järviyhmän eniten luonnontilaisiksi arvioituja järviä. Aineisto on lukumääräisesti liian vähäinen lopullista raja-arvojen laskemista varten.

Tyyppi	Vertailu- järvien lkm	High Status Erinomainen (75%ile) < $\text{mg l}^{-1}$	Good Status Hyvä (95%ile + md/2) < $\text{mg l}^{-1}$	Moderate Status Tyydyttävä (95%ile + md) < $\text{mg l}^{-1}$	Poor Status Välttävä (4x75%ile) < $\text{mg l}^{-1}$	Bad Status Huono (4x75%ile) > $\text{mg l}^{-1}$
AAA						
BAA	2	2,2	2,7	3,6	8,6	8,6
CAA	3	3,2	7,8	9,1	12,7	12,7
BAB	1	9,3	12,7	16,0	37,2	37,2
CAB	2	3,8	6,8	8,4	15,2	15,2
BAC	2	10,8	21,4	24,3	43,0	43,0

Taulukko 30. Kasviplanktonin biomassan (tuorepainona,  $\text{mg l}^{-1}$ ) perusteella lasketut raja-arvot eri järvi-tyypeille (Pilke ym. 2002). Luokittelurajat on laskettu Owen ym. (2002) ehdotuksen perusteella (Huomaa, vain heinäkuun aineistosta). Vertailujärvinä on käytetty kunkin järviyhmän eniten luonnontilaisiksi arvioituja järviä. Aineisto on lukumääräisesti liian vähäinen lopullista raja-arvojen laskemista varten.

Tyyppi	Vertailu- järvien lkm	High Status Erinomainen (75%ile) < $\text{mg l}^{-1}$	Good Status Hyvä (95%ile + md/2) < $\text{mg l}^{-1}$	Moderate Status Tyydyttävä (95%ile + md) < $\text{mg l}^{-1}$	Poor Status Välttävä (4x75%ile) < $\text{mg l}^{-1}$	Bad Status Huono (4x75%ile) > $\text{mg l}^{-1}$
4						
5	3	0,3	0,4	0,5	1,0	1,0
7	1	1,7	2,4	3,0	6,7	6,7
8	3	0,5	1,1	1,2	2,1	2,1
10	1	1,2	1,5	1,9	4,6	4,6

Taulukko 31. Kaikkien taksonien keskimääräinen biomassa järviyrymittäin ja valtalajien biomassa (taulukot 4-22), (i) = kuormitetut.

Järviyrymä	Kaikki taksonit $\text{mg l}^{-1}$	8-15 valtalajia $\text{mg l}^{-1}$
Kirkkaat	0,3	0,3
Kirkkaat (i)	1,4	1,1
Humoosit	0,7	0,6
Humoosit (i)	1,0	0,8
Tummat	0,8	0,6
Tummat (i)	3,3	2,3
keskiarvo	1,3	0,9

# 5

## Vuoksen vesistöalueen järvien ekologisen tilan tarkastelu kasviplanktonin perusteella

### 5.1 Biomassa

Tarkastelluista järvistä yksi on pinta-alaltaan pieni, muut ovat suuria tai keskisuuria ja niiden valuma-alue on pääosin moreenia. Vesi on kirkasta 16:ssa tutkitussa järvessä (44 %), kun raja-arvona käytetään värilukua  $< 40 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ , 16:ssa järvessä (44 %) vesi on humuspitoista ( $40 - 80 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ ). Erittäin humuspitoista tai sameaa ( $> 80 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ ) vesi on neljässä järvessä (12 %). Keskimääräinen biomassa kuormittamattomien järvien aineistossa on  $0,8 \text{ mg l}^{-1}$ , mediaanina  $0,48 \text{ mg l}^{-1}$ . Alhaisin biomassaneljännes (25 % fraktiili) on  $0,3 \text{ mg l}^{-1}$  ja 75 % fraktiili  $0,89 \text{ mg l}^{-1}$ . Tarkasteltujen järvien keskimääräinen biomassa on runsaat 50 % kaikkien Vuoksen vesistöalueen järvien keskimääräisestä biomassasta. Sen sijaan tarkastelluissa kuormittamattomissa järvissä alhaisin biomassaneljännes on vain 10 % koko Vuoksen vesistöalueen aineistosta (kuva 14a). Vuoksen vesistöalueen kaikista järvistä lähes puolessa (40 %) biomassa on alle  $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ , eli alle oligotrofian rajan (Heinonen 1980).

Keskimääräinen biomassa 8-15 valtalajin perusteella (taulukot 4-22) eri tyyppisissä järvissä on jonkin verran alhaisempi kuin koko lajiston analyysillä saatu biomassa. Suurin ero muodostuu rehevissä vesissä, joissa biomassaltaan runsaita lajeja on paljon (taulukko 31). Pelkästään valtalajit analysoimalla ei voida myöskään selvittää lajidiversiteetin muutoksia ja vesistölle tyyppilliset harvinaiset lajit jäävät huomioimatta.

Kirkasvetisten kuormittamattomien järvien keskimääräinen kasviplanktonin biomassa,  $0,37 \text{ mg l}^{-1}$ , ilmentää selkeää oligotrofiaa (Heinonen 1980). Mediaani on samaa suuruusluokkaa,  $0,33 \text{ mg l}^{-1}$ . Alhaisin biomassaneljännes eli 25 % fraktiili on  $0,27 \text{ mg l}^{-1}$  ja 75 % fraktiili suuruusluokkaa  $0,42 \text{ mg l}^{-1}$ , joka sekin on selkeää oligotrofiaa ilmentävä. Noin 40 %:ssa kaikista Vuoksen vesistöalueen kuormittamattomista järvistä biomassa on alle  $0,35 \text{ mg l}^{-1}$ , (kuva 14b).

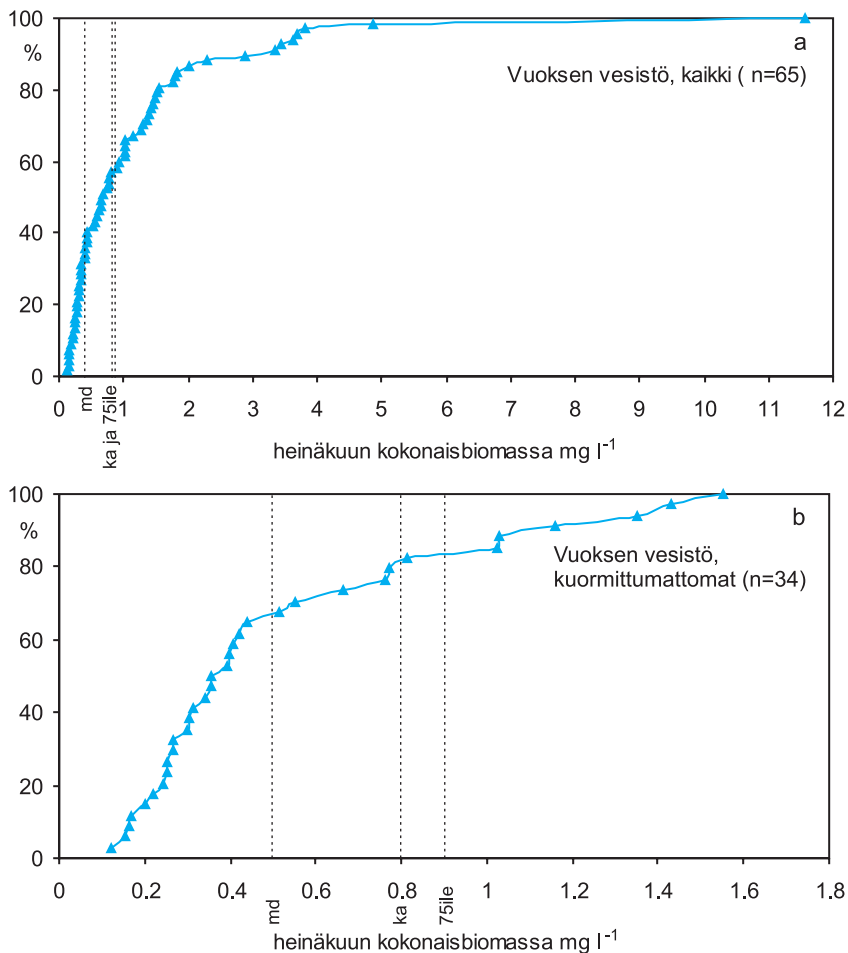
Kasviplanktontulokset kuormitetuksi arvioidulta Saimaan Ilkonselältä tukevat Laineen (2001) havaintoa, että alueen kuormitus kuuluu historiaan. Se ei erotunut kokonaisfosforin pitoisuuden eikä kasviplanktonin määrän ja koostumuksen perusteella kuormittamattomista järvistä (kuvat 12-13). Kuormitetuissa kirkkaissa järvissä biomassa oli keskimäärin  $1,4 \text{ mg l}^{-1}$  ja mediaani  $1,3 \text{ mg l}^{-1}$ . Molemmat arvot ilmentävät mesotrofiaa (Heinonen 1980). 25 % fraktiili oli  $1,0 \text{ mg l}^{-1}$  ja 75 % fraktiili  $1,8 \text{ mg l}^{-1}$ .

Kuormittamattomissa humusjärvissä keskimääräinen biomassa oli  $0,74 \text{ mg l}^{-1}$ , eli kaksinkertainen kirkkaisiin kuormittamattomiin järviin verrattuna ja on alkavaa rehevöitymistä eli oligo-mesotrofiaa ilmentävä (Heinonen 1980). Mediaani oli  $0,45 \text{ mg l}^{-1}$ . Alhaisin biomassaneljännes eli 25 % fraktiili oli  $0,4 \text{ mg l}^{-1}$  ja 75 % fraktiili suuruusluokkaa  $1,03 \text{ mg l}^{-1}$ , joka on mesotrofiaa ilmentävä. Biomassan keskiarvo vastasi noin 80 prosenttia kumulatiivisesta biomassasta kaikissa tutkituissa Vuoksen vesistöalueen kuormittamattomissa järvissä (kuva 14b).

Kuormitetuiksi arvioiduissa humusjärvissä biomassa,  $1,0 \text{ mg l}^{-1}$ , oli lähes kaksinkertainen kuormittamattomiin verrattuna. Sinilevien määrä oli selkeästi lisääntynyt ja etenkin piileviä oli runsaasti. Tämä oli myös ainoa järviryhmä, jossa viherleviä oli muihin järviryhmiin verrattuna runsaasti (kuva 12).

Kuormittamattomissa, erittäin tummissa järvissä biomassa oli keskimäärin 0,84 mg l<sup>-1</sup>, alkavaa rehevöitymistä eli oligo-mesotrofiaa ilmentävä (Heinonen 1980) ja mediaani oli 0,68 mg l<sup>-1</sup>. Alhaisin biomassaneljännes eli 25 % fraktiili oli 0,61 mg l<sup>-1</sup> ja 75 % fraktiili oli suuruusluokkaa 1,0 mg l<sup>-1</sup>, joka on mesotrofiaa ilmentävä.

Luonnostaan rehevät, erittäin tummat ja kuormitetut järvet olivat keskimääräisen biomassansa, 3,31 mg l<sup>-1</sup> perusteella eutrofisia. Mediaani on lähes saman suuruinen, 3,4 mg l<sup>-1</sup> ja ensimmäinen neljännes (25 % fraktiili) on 1,68 mg l<sup>-1</sup> ja kolmas neljännes (75 % fraktiili) on 3,86 mg l<sup>-1</sup>. Biomassa oli keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin muiden järviryhmiä maksimi-arvot ja järvityypin maksimi-arvot olivat huomattavan korkeita (kuvat 12-13). Tässä ryhmässä sinilevien, nielulevien ja piilevien osuus oli lähes saman suuruinen ja tätäkin ryhmää voisi kuvata "tasapainoiseksi". Karuihin järviin verrattuna kuitenkin muiden leväryhmiä, etenkin panssarisiima- ja kultalevien osuus oli huomattavan vähäinen. Näiden järvien leväyhteisön koostumus oli *Gonyostomum semen*-limalevän runsastumisen takia muista poikkeava. Kuormituksen vaikutus oli nähtävissä myös sinilevien runsastumisena.



Kuva 14a-b. Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään biologiseen rekisteriin tallennetun Vuoksen vesistöalueen koko kasviplanktonaineiston kumulatiivinen jakauma heinäkuussa vuosilta 1990-2000. Tulokset on esitetty keskiarvoina havaintopaikoittain (n). Kuvassa 14a on koko aineisto ja kuvassa 14b on kuormittamattomat havaintopaikat/järvet. Aineisto ei sisällä veloitettutarkkailun tuloksia. Katkoviivoilla on esitetty raportin kuormittamattomien järvien: md = mediaani, ka = keskiarvo, 75ile = 75 % fraktiili. Huomio x-akselin skaala kuvassa 14b.

## 5.2 Lajikoostumus

Osa lajeista on yleisiä lähes kaikissa tarkastelluissa järviryhmissä, kuten *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris*, *Mallomonas akrokomos*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa* ja *Rhizosolenia longiseta*. *Asterionella* keskittyy lähinnä kirkasvetisiin, myös kuormitettuihin järviin. *Tabellaria* on yleinen humusjärvissä ja keskikokoisissa kirkasvetisissä järvissä. *Gonyostomum semen* on tyypillinen keskisuurissa humusjärvissä ja luontaisesti rehevissä vesissä (Manninen ja Kivinen 1985, Lepistö ym. 1994). Biomassan perusteella suurille kuormittamattomille humusvesille tyypillisinä voidaan mainita hentokuoriset piilevät *Acanthoceras zachariasii* ja *Rhizosolenia eriensis*. Kuormitetuissa humusvesissä viihtyy *Mallomonas punctifera*. Humusjärvissä ja luonnostaan rehevissä kuormitetuissa järvissä *Synura* spp., *Aulacoseira granulata*, *A. distantans*, *Fragilaria capucina*, *Pediastrum duplex* ja *Microcystis aeruginosa* ovat tyypillisiä.

Kaikissa järvissä tavattiin runsaina pienikokoisia taksoneita, joiden määrittäminen lajilleen on hankalaa. Näiden taksoneiden, kuten Ochromonadales-flagellatit, *Pseudopedinella* spp. ja *Chrysochromulina* spp., biomassa ja solulukumäärä vaihtelivat. Pienikokoiset taksoneit ovat harvemmin niin runsaina, että ne olisivat biomassan perusteella dominoivia. Kuitenkin juuri monet pienikokoiset taksoneit ovat kuormittamattomien, karujen sekä suurten että keskisuurten luonnontilaisten vesien tyyppilajeja. Näitä ovat esimerkiksi *Merismopedia tenuissima*, *Snowella atomus*, *Dinobryon borgei*, *Monoraphidium dybowskii* ja *Bitrichia (Dicerias) chodatii*.

Kasvukauden aikaisten sääolojen todettiin vaikuttavan kasviplanktonin koostumukseen. Monissa etenkin kuormittamattomissa järvissä havaintosarjan heinäkuinen biomassamaksimi ajoittui vuoteen 1982, jolloin kesäkuu oli Itä-Suomen kaakkoisosissa erittäin sateinen ja normaalia kylmempi, ja vielä heinäkuussa sademäärät olivat jonkin verran normaalia suurempia. Vuonna 1986, jolloin kesäkuu oli lämmin ja vähäsateinen ja heinäkuu Vuoksen vesistöalueella erittäin sateinen (Ilmatieteen laitos 1986a,b,c), sinilevien määrä oli useissa havaintopaikoissa poikkeuksellisen suuri muihin vuosiin verrattuna. Sinilevien osuuden kasvu kasviplanktonyhteisössä ei välttämättä ollut havaittavissa veden pinnalle kertyneinä massaesiintyminä, eli "vedenkukkana", sillä sinileväyhteisöä dominoi useimmiten ei-typensitojiin kuuluva pienisolainen, pieniä yhdyskuntia muodostava *Aphanocapsa reinboldii*, jonka ekologia on jonkin verran epäselvä (Komárek ja Anagnostidis 1999). Sinilevien massaesiintymiä oli havainnoitu lähes kaikissa tämän tutkimuksen järvissä, myös karuimissa ja *Anabaena lemmermannii*-laji oli yleisin "vedenkukan" muodostaja, kuten se on yleensäkin useissa Suomen vesissä (Lepistö 1999). Mielenkiintoista oli, että monista "rehevistä" järvistä ei levähavaintoja oltu ilmoitettu.

## 5.3 Vertailujärvet Vuoksen vesistöalueella

DCA-analyysi ryhmitteli "luonnontilaisiksi" luokitellut järvet (liite 1, taulukko 3) kolmeen ryhmään: 1) kirkkaat suuret ja keskikokoiset järvet, 2) pieni kirkasvetinen järvi, ja 3) suuret ja keskikokoiset humusjärvet (kuva 15).

Tässä työssä tutkituista järvistä kolmas osa, eli kaksitoista kuuluu keskusaltaansa veden laadun perusteella käyttökelpoisuusluokkaan I, eli luokkaan erinomainen ja viisitoista luokkaan II, hyvä (liite 1), joskin kaikkiin järviin kohdistuu ainakin vähäistä kuormitusta. Keskimääräiseen kasviplanktonbiomassaan perustuva biomassan raja-arvojen määrittäminen jakoi järvet Vesipuitedirektiivin mukaisesti niin, että kahdeksan kirkasvetistä järveä kuului ekologiseen luokkaan erinomainen (taulukko 32). Neljä järveä kuului luokkaan hyvä ja yksi oli tyydyttävä. Sen sijaan *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella kymmenen järvistä oli erinomaisia, ja kolme oli ekologiselta tilaltaan hyviä. Ekologista laatua kuvaava suhdeluku ("EQR"), eli odotettu biomassa/havaittu biomassa, oli sen sijaan kahdeksassa kirkasvetisessä järvessä suurempi kuin 0,8. Nämä järvet: Iso-Hietajärvi, Kermajärvi, Kuolimo, Höytiäinen, Kar-



Taulukko 32. Vuoksen vesistöalueen ”luonnontilaisten” järvien (havaintopaikkojen) ryhmittely, luonnehdinta, luokittelu kasviplanktonin määrän (Biom. hav. = biomassan keskiarvo) ja raja-arvon (taulukko 28) perusteella sekä ekologinen tila (Owen ym 2002). Lisäksi on laskettu ”EQR”- arvo, jossa odotettu biomassa on saatu laskemalla kirkaissa ja humusjärvissä kahden karumman järven biomassojen keskiarvo. Merkintä ? = vähän tuloksia. Tyypillinen lajikoostumus lajin biomassan tai solulukumäärän perusteella on myös esitetty. Luonnehdinnassa käytetyt termit, kts. taulukko 2.

Ryhmä	Luonnehdinta	Esimerkki järvet	Biom. mg l <sup>-1</sup> Hav / Raja-arvo	Biomassa ”EQR”	Ekolog. tila	Tyypilaji
KIRKAS CAA	suuri, kirkas	Höytiäinen	0,24 / <0,33	1,11	Erinomainen	Merismopedia tenuissima, Snowella atomus, Dinobryon borgei, D. bavaricum, D. divergens, Bitrichia chodatii, Mallomonas caudata, Cyclotella kuetzingiana Dinobryon divergens,
		Pyhäjärvi	0,27	1,0		
		Iso-Haukivesi	0,29	0,92		
		Saimaa, Ilkonselkä	0,31	0,86		
		Puruvesi	0,33	0,80		
		Juojärvi	0,34 / <0,63	0,78		
		Lietvesi	0,41	0,64		
		Saimaa, Hietasaari	0,42	0,63		
		Suvasvesi	0,46	0,57		
BAA	keskisuuri, kirkas	Saimaa, Riutans.	0,66 / <0,77	0,40	Tyydyttävä	D. sociale, Mallomonas akro-
		Kermajärvi	0,17 / <0,23	1,14	Erinomainen	komos, Rhizosolenia longiseta, Cyclotella comta
AAA	pieni, kirkas	Iso-Hietajärvi	0,45 / ?	1,00	Erinomainen?	
HUMUS CAB	suuri, humoosi	Koitere	0,34 / <0,36	1,1	Erinomainen	Dinobryon borgei, D. sociale,
		Orivesi	0,39 / <0,72	0,98	Hyvä	Mallomonas akrokomos, Monochrysis spp., Monomastix spp., Aulacoseira italica, Rhizosolenia longiseta,
		Pielinen 10	0,41	0,93		
		Paasivesi	0,44	0,86		
		Pielinen 7	0,46	0,82		
BAB	keskisuuri, humoosi	Viiinjärvi Haninniemi	0,9 / <1,44	0,42	Välttävä	Mallomonas caudata,
		Koirus	1,42 / <1,67	1,0	Erinomainen	Acanthoceras zachariasii, Aulacoseira ambigua
TUMMAT BAC	keskisuuri, tumma	Syväri Nuorajärvi	0,76 / < 0,91 0,93 / < 1.68	1,11 0,91	Erinomainen Hyvä	Gonyostomum semen, Uroglena spp., Rhizosolenia longiseta, Tabellaria flocculosa

Taulukko 33. Vuoksen vesistöalueen kuormitettujen järvien (havaintopaikkojen) ryhmittely, luonnehdinta, luokittelu kasviplanktonin määrän ja raja-arvon perusteella (taulukko 28) sekä ekologinen tila (Owen ym. 2002). Lisäksi on laskettu ”EQR”-arvo (kts. taulukko 32). Tyypillinen lajikoostumus lajin biomassan tai solulukumäärän perusteella on myös esitetty. Luonnehdinnassa käytetyt termit, kts. taulukko 2.

Ryhmä	Luonnehdinta	Esimerkki järvet	Biom. mg l <sup>-1</sup> Hav / Raja-arvo	Biomassa ”EQR”	Ekolog. tila	Tyypilaji
KIRKAS BAAi	keskisuuri, kirkas	Louhivesi Heponselkä Ukonvesi	0,69 / < 0,92 1,37 / > 0,92 1,88	0,28 0,17 0,10	Välttävä Huono	Asterionella formosa, Tabellaria flocculosa, Dinobryon sociale, D. divergens
HUMUS CABi	suuri, humoosi	Pyhäselkä	0,41 / < 0,72	0,92	Hyvä	Dinobryon sociale, Mallomonas punctifera, M. akrokomos, M. caudata, Tabellaria flocculosa, Monochrysis spp., Aulacoseira ambigua, A. italica, A. it.v. ten, Rhizosolenia longiseta, Asterionella formosa, Gonyostomum semen
		Juurusvesi	0,62	0,42		
		Pielinen, Kinahmo	0,72	0,52		
		Keski-Kallavesi	0,93 / < 1,44	0,41	Välttävä	
		P-Kallavesi	1,32	0,29		
BABi	keskisuuri, humoosi	Unnukka	1,55 / > 1,44	0,24	Huono	
		Saimaa, Haukiselkä	1,96 / < 2,35	0,86	Hyvä	
TUMMAT BCCi	keskisuuri, tumma	Porovesi Onkivesi	2,54 / ? 3,99	0,33 0,21	? ?	Aphanizomenon spp., Gonyostomum semen, Aulacoseira ambigua, Fragilaria capucina, Mallomonas caudata, Rhizosolenia longiseta,



## Yhteenveto

Viranomaisten seuranta on kohdistunut pääosin suuriin ja keskisuuriin alueellisesti merkittäviin järviin, niin myös Vuoksen vesistöalueella. Monet alueen järvistä edustavat suomalaisia järviä parhaimmillaan, mutta osa tarkastelluista järvistä on ihmistoiminnan kuormittamia. Vesistöalueelta on löydettävissä vertailujärvet eri kokoisille, veden väriltään erilaisille, kuormittamattomille ja eri tavoin kuormitetuille vesille. Tarkasteltuun kasviplanktonaineiston järvijoukkoon ei kuitenkaan kuulu järviä, joiden valuma-alueesta yli 30 % olisi savikkoa, ja jotka olisivat luonnontilaisia eli luonnostaan reheviä. Iisalmen reitin järvet tosin ovat alkujaan olleet luonnostaan reheviä fosforipitoisen maaperän takia, mutta ne ovat kaikki olleet myös vuosisatojen ajan ihmistoiminnan vaikutuksen alaisia. Niiden luonnontila on selvitettävä sedimentin piileväanalyysillä, mallintamalla tai asiantuntija-arviona. Käsiteltävä aineisto ei sisältänyt velvoitetarkkailun piiriin kuuluvien järvien kasviplanktonitulkoksia.

Tutkituissa järvissä kasviplankton märkäpainona ja *a*-klorofyllin pitoisuutena korreloi hyvin sekä keskenään että kokonaisfosforin pitoisuuden kanssa. Biomassa-arvo oli klorofyllipitoisuutta huomattavasti korkeampi, jos piilevät muodostivat noin 50 % biomassasta. Runsas *Gonyostomum semen*- "limalevän" esiintyminen lisäsi klorofyllipitoisuutta ja kumosi piilevien aiheuttamaa eroa. Kasviplanktonin määrä ja koostumus ilmentävät selkeästi eroja kuormittamattomien ja kuormitetujen saman tyyppisten järvien välillä. Kirkasvetisten ja humusjärvien välillä oli samoin sekä määrällisiä että lajistollisia eroja.

Biomassa-arvoihin perustuva ekologista laatua kuvaava suhdeluku EQR oli yhdenmukainen järvien arvioidun tilan ja kuormituksen sekä tyyppittelyn kanssa (taulukot 34 ja 35). Tosin joissakin tapauksissa tunnusluku poikkesi muilla menetelmillä arvioidusta tilasta huomattavasti. Syitä näihin poikkeavuuksiin on etsittävä tarkastelemalla eri muuttujia. Erot vesien käyttökelpoisuusluokitteluun ovat todennäköisesti löydettävissä luokittelussa käytetystä aineistosta, johon ei aina välttämättä kuulu kasviplanktonin määrää ilmentävä *a*-klorofylli. Myös veden humuspitoisuus oli syynä alempaan laatuluokitukseen.

Useat kasviplanktoniin kuuluvat taksonit ja lajit esiintyvät kaikenlaisissa vesissä, mutta myös selkeitä muutoksia lajistossa on havaittavissa rehevöitymisen myötä. Kaikkein karuimmissa järvissä esiintyy kooltaan pieniä taksoneita, joiden biomassa jää alhaiseksi, jopa silloin kun niitä on lukumääräisesti runsaasti. Erityisen tärkeää on tunnistaa kullekin järvi-tyypille tyypilliset indikaattorilajit. Tämä asettaa kasviplanktonanalyysien tarkkuudelle omat vaatimuksensa tulevaisuudessa, kun seurantaan ryhdytään toteuttamaan vesipuitteidirektiivin edellyttämällä tavalla.

Eri tyyppisissä järvissä biomassa 8-15 valtalajin perusteella on jonkin verran alhaisempi kuin koko lajiston analyysillä saatu biomassa. Suurin ero muodostuu rehevissä vesissä, joissa biomassaltaan runsaita lajeja on paljon. Pelkästään valtalajit analysoimalla ei voida myöskään selvittää lajidiversiteettiä ja vesistölle tyypilliset harvinaiset lajit jäävät huomioimatta.



Taulukko 34. Vuoksen vesistöalueen ”luonnontilaisten” järvien (havaintopaikkojen) vertailu: rehevyystaso heinäkuun keskimääräisen kasviplanktonbiomassan perusteella (Heinonen 1980), ”EQR”-arvo (odotettu biomassa/todettu biomassa), ekologinen tila kasviplanktonin biomassan (bm) ja *a*-klorofyllin pitoisuuden perusteella (*a*-klor) (Owen ym. 2002) ja käyttökelpoisuusluokka (liite I). Odotettu biomassa tuorapainona ja *a*-klorofyllin pitoisuutena on saatu laskemalla kirkaissa ja humusjärvissä kahden karuimman järven biomassojen ja pitoisuuksien keskiarvo.

Järvi	Trofiataso	Biomassa ”EQR”	Ekologinen tila (bm)	Ekologinen tila ( <i>a</i> -klor)	Käyttökelpoisuusluokka
Höytiäinen	oligotrofinen	1,11	Erinomainen	Erinomainen	I
Pyhäjärvi	oligotrofinen	1,0	Erinomainen	Erinomainen	I
Iso-Haukivesi	oligotrofinen	0,92	Erinomainen	Hyvä	I
Saimaa, Ilkonselkä	oligotrofinen	0,86	Erinomainen	Erinomainen	II
Puruvesi	oligotrofinen	0,80	Erinomainen	Erinomainen	I
Juojärvi	oligotrofinen	0,78	Hyvä	Erinomainen	I
Lietvesi	oligotrofinen	0,64	Hyvä	Erinomainen	I
Saimaa Hietasaari	oligotrofinen	0,63	Hyvä	Erinomainen	I
Suvasvesi	oligotrofinen	0,57	Hyvä	Hyvä	I
Saimaa, Riutans	oligotrofinen	0,40	Tyydyttävä	Hyvä	II
Kermajärvi	oligotrofinen	1,14	Erinomainen	Erinomainen	I
Kuolimo	oligotrofinen	0,89	Erinomainen	Erinomainen	I
Iso-Hietajärvi	oligotrofinen	1,00	Erinomainen	Erinomainen	ei luokitusta
Koitere	oligotrofinen	1,1	Erinomainen	Erinomainen	II
Orivesi	oligotrofinen	0,98	Hyvä	Erinomainen	II
Pielinen 10	oligotrofinen	0,93	Hyvä	Erinomainen	II
Paasivesi	oligotrofinen	0,86	Hyvä	Erinomainen	I
Pielinen 7	oligotrofinen	0,82	Hyvä	Erinomainen	II
Viinijärvi Haniniemi	(oligo-)mesotr.	0,42	Välttävä	Hyvä	II
Koirus	mesotrofinen	1,0	Erinomainen	Erinomainen	II
Syväri	oligo-mesotr.	1,11	Erinomainen	Erinomainen	III
Nuorajärvi	(oligo-)mesotr.	0,91	Hyvä	Hyvä	III

Taulukko 35. Vuoksen vesistöalueen kuormitettujen järvien (havaintopaikkojen) vertailu: rehevyystaso keskimääräisen kasviplanktonbiomassan perusteella (Heinonen 1980), ”EQR”-arvo, ekologinen tila kasviplanktonin biomassan (bm) ja *a*-klorofyllin pitoisuuden perusteella (*a*-klor) (Owen ym. 2002) ja käyttökelpoisuusluokka (liite I). Odotettuna biomassa-arvona on käytetty kuormittamattomista järvistä laskettuja biomassojen keskiarvoja (katso taulukko 34).

Järvet	Trofiataso	Biomassa ”EQR”	Ekologinen tila (bm)	Ekologinen tila ( <i>a</i> -klor)	Käyttökelpoisuusluokka
Louhivesi	oligo-mesotr.	0,28	Välttävä	Välttävä	I
Heponselkä	mesotrofinen	0,17	Huono	Välttävä	II
Ukonvesi	mesotrofinen	0,10	Huono	Huono	III
Pyhäselkä	oligotrofinen	0,92	Hyvä	Hyvä	II
Juurusvesi	oligo-mesotr.	0,42	Hyvä	Tyydyttävä	II
Pielinen, Kinahmo	oligo-mesotr.	0,52	Hyvä	Hyvä	II
Keski-Kallavesi	(oligo-)mesotr.	0,41	Välttävä	Tyydyttävä	III
P-Kallavesi	mesotrofinen	0,29	Välttävä	Välttävä	II
Unnukka	mesotrofinen	0,24	Huono	Välttävä	III
Saimaa, Haukiselkä	mesotrofinen	0,86	Hyvä	Hyvä	III
Porovesi	eutrofinen	0,33	Välttävä	Tyydyttävä	IV
Onkivesi	eutrofinen	0,21	Huono	Välttävä	IV

# Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin Vuoksen vesistöalueen valtakunnallisen seurantaohjelman (EUROWATER) seurantaverkkoon kuuluvien 36 järven kasviplanktonin määrää ja koostumusta vuosina 1963 – 1999. Osa järvistä on lähes luonnontilaisia, osa kuormitettuja. Aineistoon ei sisällynyt velvoitetarkkailuohjelman järviä. Tarkastelussa keskityttiin muuttumattomin menetelmin analysoituihin heinäkuun näytteisiin. Tutkituissa järvissä kasviplanktonin märkäpaino ja *a*-klorofyllin pitoisuus korreloivat sekä keskenään että kokonaisfosforin pitoisuuden kanssa. Biomassa-arvo oli klorofyllipitoisuutta korkeampi, jos piilevät muodostivat noin 50 % biomassasta. Runsas *Gonyostomum semen*- ”limalevän” esiintyminen nosti *a*-klorofyllin pitoisuutta ja kumosi piilevien aiheuttamaa eroa.

Järviryhmät luokiteltiin ekologista laatua kuvaavien raja-arvojen mukaisesti viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Lisäksi laskettiin biomassa-arvoista ”EQR”-tunnusluku, joka sekkin jakoi järvet suhteellisen hyvin samoihin ryhmiin, jotka oli muodostettu tyyppitelemällä, soveltamalla käyttökelpoisuusluokkia ja kasviplanktonin määrän perusteella määritettyjä rehevyysrajoja.

Tarkastelluista ”luonnontilaisista” järvistä kaksitoista kuuluu keskusaltaansa veden laadun perusteella käyttökelpoisuusluokkaan I, eli luokkaan erinomainen ja viisitoista luokkaan II, hyvä.

Kahdeksan kirkasvetistä järveä kuului kokonaisbiomassaan perustuvan luokituksen ja kymmenen *a*-klorofyllipitoisuuden mukaan vesipuitedirektiivin ekologiseen luokkaan erinomainen: Höytiäinen, Karjalan Pyhäjärvi, Iso-Haukivesi, Saimaa, Ilkonselkä, Puruvesi, Kermajärvi, Kuolimo, ja Iso-Hietajärvi. Myös kasviplanktonin biomassan ekologista laatua kuvaava suhdeluku (”EQR”) oli näissä kahdeksassa järvessä suurempi kuin 0,8. Kymmenen aineiston humusjärvistä arvioitiin lähes luonnontilaisiksi, mutta veden humusvärityksen vuoksi käyttökelpoisuusluokaltaan vain hyväksi. Kolmen humusjärven; Koitere, Koirus ja Syväri, kasviplanktonin biomassa kuvasti vesipuitedirektiivin luokituksen mukaan erinomaista ekologista tilaa. Suhdeluku (”EQR”) ilmensi kahdeksassa järvessä luokkaa erinomainen. Tähän ryhmään kuuluvat myös erittäin tummat humusjärvet Syväri ja Nuorajärvi. Biomassojen raja-arvojen laskemistapa ei ole ehkä sellaiseen humusjärviin sovellettavissa.

Kuormitetuista kirkkaista järvissä ja humusjärvistä kolme kuuluu keskusaltaansa veden laadun perusteella käyttökelpoisuusluokkaan II, eli hyvään ja kolme luokkaan III, eli luokkaan välttävä / tyydyttävä ja kaksi luokkaan IV, huono. ”EQR”-luku ja lasketut ekologisen luokittelun rajat näyttävät kuvastavan selkeästi kasviplanktonin osalta ihmistoiminnan aiheuttaman muutoksen suuruutta näissä järvissä. Suhdeluku (”EQR”) oli kuitenkin erittäin korkea, 0,92 Pyhäselässä, ja biomassan perusteella järvi oli ekologiselta luokaltaan hyvä. Vedenlaadultaan hyväksi luonnehdittua Unnukkaa ei arvioitu kuormitetuksi, mutta sen luokitus biomassan perusteella on huono ja ”EQR” luku vain 0,24.

Veden laadun kannalta useat Vuoksen vesistöalueen järvet edustavat suomalaisia järviä parhaimmillaan ja sieltä on löydettävissä vertailujärvet eri kokoisille, veden väriltään ja rehevydeltään erilaisille vesille. Tarkasteltuun kasviplanktoniaineiston järvijoukkoon ei kuitenkaan kuulu järviä, joiden valuma-alueesta yli 30

% olisi savikkoa, ja jotka olisivat luonnostaan reheviä. Alkujaan luonnostaan rehevät Iisalmen reitin järvet ovat kaikki olleet vuosisatojen ajan ihmistoiminnan vaikutuksen alaisia. Niiden luonnontilan selvittämiseen voidaan käyttää paleolimnologisia menetelmiä, mallintamista tai asiantuntija-arviointia.

Monet kasviplanktoniin kuuluvat taksonit ja lajit esiintyvät kaikenlaisissa vesissä, mutta osa vain tietyn tyyppisissä vesissä. Kaikkein karuimmissa järvissä tavataan kooltaan pieniä taksoniteita, joiden biomassa jää alhaiseksi, vaikka niitä olisi lukumääräisesti runsaasti. Erityisen tärkeää on tunnistaa kullekin järviyyypille ominaiset indikaattorilajit. Tämä asettaa kasviplanktonanalyysien tarkkuudelle omat vaatimuksensa tulevaisuudessa, kun seurantaan ryhdytään toteuttamaan vesipuitedirektiivin edellyttämällä tavalla.

Valtalajien antama biomassa on jonkin verran verran alhaisempi kuin koko lajiston analyysillä saatu biomassa. Suurin ero muodostuu rehevissä vesissä, joissa biomassaltaan runsaita lajeja on paljon. Pelkästään valtalajit analysoimalla ei voida myöskään selvittää lajidiversiteettiä ja vesistölle tyyppilliset harvinaiset lajit jäävät huomioimatta.

# Kirjallisuus

- Antikainen, S., Vuoristo, H. & Joukola, M. 2000. Suomen pintavesien laatu 1990-luvun puolivälissä. *Vesitalous* 2/2000: 47-53.
- Blomqvist, E., Levander, K.M. & Witting, R. 1917. Arbetsutskottet för undersökning af de finska insjöarnas vatten och plankton. IV. Planktonsammanställningen I finska insjöar och floder på grund af häfningar utförda om sommaren 1913. *Fennia* 40 (6): 96 s.
- ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordinations by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis and redundancy analysis (version 2.1). Wageningen, 95 s.
- ter Braak, C. J. F. 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. Wageningen, 35 s.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. *Planteplankton. Nivårapport 0-86116*. 111 s.
- Davis, C.C. 1964. Evidence for the eutrophication of Lake Erie from phytoplankton records. *Limnol. Oceanogr.* 3: 275-283.
- Doolittle, W.F. 2000. Uprooting the Tree of Life. *Scientific American* February 2000: 72-77.
- Eloranta, P. & Rääke, A. 1995. Light as a factor affecting the vertical distribution of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in lakes. *Aqua Fennica* 25: 15-22.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, 23. lokakuuta 2000. L 327/72 s.
- Forsberg, C. & Ryding, S.-O. 1980. Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lakes. *Arch. Hydrobiol.* 89: 189-207.
- Frisk, T. 1981. Haukiveden fosforitase. *Vesihallitus* 1981. 29 s.
- Heinonen, P. 1972. Jätevesien vaikutus järvien rehevöittäjänä. *Vesihallitus, Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja* 5. 87 s.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. *Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja* 37. 91s.
- Heinonen, P., Kettunen, I. & Kivinen, J. 1975. Saimaan tilan kehittymisestä vuosina 1962-1975. *Vesihallitus. Raportti* 89. 75 s.
- Holopainen, A.-L. 1999. Pielisjoen ja Pyhäselän veden laatu. *Julk: Huuskonen, H. (toim). Pielisjoen ja Pyhäselän velvoitetarkkailu 1982-1998. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen monisteita* 2/1999: 7- 35.
- Hällfors, G., Melvasalo, T., Niemi, Å. & Viljamaa, H. 1979. Effect of different fixatives and preservatives on phytoplankton counts. *Vesitutkimuslaitoksen julkaisuja* 34: 25-34.
- Ilmatieteen laitos 1986a. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. 12 s. Kesäkuu 1986, 80. vuosikerta.
- Ilmatieteen laitos 1986b. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. 12 s. Heinäkuu 1986, 80. vuosikerta.
- Ilmatieteen laitos 1986c. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. 12 s. Elokuu 1986, 80. vuosikerta.
- Järnefelt, H. 1936. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands XII. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* 3, N:o 3: 206 s.
- Järnefelt, H. 1952a. Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen. *Ann. Acad. Scient. Fennicae A IV* (18): 29 s.
- Järnefelt, H. 1952b. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XV. *Ann. Zool. Soc. Bot. Fennicae Vanamo* 14, 7: 84 s.
- Järnefelt, H. 1956a. Materialien zur Hydrobiologie des Sees Tuusulanjärvi. *Acta Soc. Fauna et Flora Fenn.* 71, N:o 5: 38 s.
- Järnefelt, H. 1956b. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XVI. *Ann. Zool. Soc. "Vanamo"* 17 (1): 201 s.
- Järnefelt, H. 1958a. *Vesiemme luonnontalous*. Porvoo. 325 s.
- Järnefelt, H. 1958b. On the typology of the northern lakes. *Verh. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 13: 228-235.
- Järnefelt, H. 1961. Die Einwirkung der Sulfitablagen auf das Planktonbild. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 14: 1057-1062.
- Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant, P.R. & Schlosser, I.J. 1986. Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale. *Illinois Natural History Survey, Special Publication* 5.

- Kauppi, M., Kettunen, I., Kivinen, J., Niinioja, R. & Sandman, O. 1985. Saimaan tila ja siihen vaikuttavat tekijät. Tiedotus 254, Vesihallitus, 147 s.
- Kauppi, L., Sandman, O., Knuutila, S., Eskonen, K., Liehu, A., Luokkanen, S. & Niemi, M. 1990. Maankäytön merkitys vesien käytölle haitallisten sinileväkukintojen esiintymisessä. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 48. 55 s.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Jena, 548 s.
- Kuntsi, J. 1995. Kasviplankton Viinijärven tilan ilmentäjänä. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen monisteita nro 1. 52 s.
- Kuusisto, E. 1978. Suur-Saimaan vesitase ja tulovirtaaman ennustaminen. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 26. 66 s.
- Lahti, K., Lepistö, L., Niemi, J. & Färdig, M. 1993. Eri vesilaitosten tehokkuus levien ja erityisesti syanobakteerien poistossa. Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja-sarja A 142. 71 s.
- Laine, P., 2001. Kohti vesiensuojelun aikaa; Veden laadun muutokset eteläisellä Saimaalla. Acta Universitatis Lappeenrantaensis 111. Dissertation, Lappeenranta University of Technology, 264 s.
- Lepistö, L. 1990. Some centric diatoms as indicators of water quality in Finnish lakes. In: Simola, H. (ed.) Proc. 10th Diatom international Symposium: 131-140.
- Lepistö, L. 1999. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland. Monographs of the Boreal Environment Research 16. 43 s.
- Lepistö, L., Kokkonen, P. & Puumala, R. 1979. Kasviplanktonin määristä ja koostumuksesta Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla kesällä 1971. Vesihallitus, Tiedotus 172. 250 s.
- Lepistö, L., Kokkonen, P. & Puumala, R. 1981. Kasviplanktonin määristä ja koostumuksesta Suomen vesistöissä kesällä 1971. Vesihallitus, Tiedotus 207. 146 s.
- Lepistö, L., Antikainen, S. & Kivinen, J. 1994. The occurrence of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing in Finnish lakes. Hydrobiologia 273: 1-8.
- Lepistö, L. & Rosenström, U. 1998. The most typical phytoplankton taxa in four types of boreal lakes. Hydrobiologia 369/370: 89-97.
- Lepistö, L. & Saura, M. 1998. Effects of forest fertilization on phytoplankton in a boreal brown-water lake. Boreal Environment Research 3: 33-43.
- Lepistö, L., Räike, A. & Pietiläinen, O.-P. 1999. Long-term changes of phytoplankton in a eutrophic boreal lake during the past one hundred years (1893-1998). Algological Studies 94: 223-244.
- Levander, K.M. 1900. Zur Kenntniss der Fauna und Flora Finnischer Binnenseen. Acta Soc. Fauna et Flora Fennica, XIX, N:o 2: 1-55.
- Liljaniemi, P. 1998 Viinijärven pohjaeläimistö ympäristön tilan indikaattorina. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen monisteita nro 22. 30 s.
- Manninen, P. & Kivinen, J. 1985. *Gonyostomum semen* (Ehr.) Dies. (Chloromonadophyceae) -levän esiintymisestä ja veden laadusta eräillä vesistöalueilla. Vesihallituksen tiedotuksia 266: 44 s.
- Melkonian, M. 1996. Systematics and evolution of the algae: Endocytobiosis and evolution of the major algal lineages. Progress in Botany 57: 281-311. Springer-Verlag. Berlin
- Mononen, P. 1991. Höytiäisen reitin vesistöalueen tila ja siihen vaikuttaneet tekijät v. 1978-1990. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 296. 136 s.
- Mononen, P. & Niinioja, R. 1994. Nutrient and chlorophyll concentrations in the northern part of Lake Saimaa, Finland. Verh. Int. Ver. Limnol. 25: 544-547.
- Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & Leppänen, T. 1992. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja B 10. 87 s.
- Naulapää, A. 1972. Eräiden Suomessa esiintyvien planktereiden tilavuuksia. Vesihallitus. Tiedotus 40, 47 s.
- Niemi, J. & Heinonen, P. 1997. Valtakunnallinen ympäristön seurannan ohjelma 1997-1999. Suomen ympäristökeskuksen monistesarja 62. 48s.
- Niemi, J. & Heinonen, P. (toim.) 2000. Ympäristön seuranta Suomessa. Suomen ympäristö 405. 102 s.

- Niemi, J., Heinonen, P., Mitikka, S., Vuoristo, H., Pietiläinen, O.-P., Puupponen, M. & Rönkä, E. 2001. The Finnish EUROWATERNET: The European agency's monitoring network for Finnish inland waters. *The Finnish Environment* 445, 62 s.
- Niinioja, R., P. Mononen ja A. Rämö. 1996. Pohjois-Karjalan vesistöjen tila 1990-luvun alussa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 17. 1-53.
- Niinioja, R., Holopainen, A.-L., Huttula, T., Sipura, J., Rämö, A. & Mononen, P. 1998. Pielisen tutkimus vuosina 1994-96. Abstract: Lake Pielinen research in 1994-1996. Julk.: Grönlund, E., Simola, H., Viljanen, M. & Niinioja, R. (toim.), Saimaa-seminaari 1998 - Saimaa nyt ja tulevaisuudessa. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 122: 37-46.
- Niinioja, R., Holopainen, A.-L., Huttula, T., Sipura, J., Rämö, A. & Mononen, P. 2000. Water chemistry, phytoplankton and hydrodynamics in Lake Pielinen, Eastern Finland. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 27: 2212-2217.
- Nordisk Ministerråd 1990. Nordiske vassdrag - vern og inngrep. Miljörapport 1990: 11. 144 pp.
- OECD. 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Paris. 154 s.
- Ollikainen, M., Simola, H. & Niinioja, R. 1993. Changes in Diatom Assemblages in the Profundal Sediments of Two Large Oligohumic Lakes in Eastern Finland. *Hydrobiologia* 269/270:405-413.
- Owen, R., Guthrie, R. & Duncan, W. 2002. Towards defining class boundaries for the water framework directive using ecological criteria. CIS WG. 2.3 REFCOND. 21 s. (luonnos).
- Pietiläinen, O.-P. 1999. Typpi ja fosfori Pien-Saimaan, Nuorajärven, Nerkkoonjärven ja Kemijärven kasviplankton tuotannon säätelijöinä. *Suomen ympäristö* 312. 48 s.
- Pietiläinen, O.-P. & Niinioja, R. 1998. Typpi ja fosfori Pyhäselän rehevöitymisen säätelijöinä. *Suomen ympäristö* 189. 56 s.
- Pietiläinen, O.-P. & Niinioja, R. 2000. Nitrogen and phosphorus as algal growth limiting factors in a boreal Lake. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 27: 2944-2947.
- Pietiläinen, O.-P. & Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. *Suomen ympäristö* 313. 64 s.
- Pilke, A., Heinonen, P., Karttunen, K., Koskeniemi, E., Lepistö, L., Pietiläinen, O.-P., Rissanen, J. & Vuoristo, H. 2002. Finnish draft for typology of lakes and rivers. Teoksessa: Ruoppa, M. & Karttunen, K. (toim.) Typology and ecological classification of lakes and rivers. *TemaNord* 2002:566: 42-43.
- Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri, vesi- ja ympäristöhallitus, Kesälahden ja Uukuniemen kunnat, Kiteen kaupunki, Pyhäjärven kalastuskunnat. 1992. Karjalan Pyhäjärvi. Vesien suojeleupas. Kirjapaino Oy Maakunta, Joensuu. 18 s.
- Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri. 1993. Pohjois-Karjalan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 152. 89 s.
- Raatikainen, M. & Kuusisto, E. 1988. Suomen järvien lukumäärä ja pinta-ala. (The number and surface area of the lakes in Finland). *Terra* 102 (2): 97-110.
- Reynolds, C.S. 1986. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press. 348 s.
- Rikkinen, J. 1999. Leviä, sieniä ja leväsieniä. Johdatus levien ja sienten monimuotoisuuteen. Yliopistopaino, Helsinki. 194 s.
- Teiling, E. 1916. En kaledonisk fytoplanktonformation. *Svensk. Bot. Tidskr.* 10: 506-519.
- Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojelun tuki ry. Forssa. 278 s.
- Tossavainen, T., Mononen, P. & Niinioja, R. 1994. Vesien suojelelus tavoiteohjelma vuoteen 2005. Koitereen tarkastelu. Joensuu, Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri. 9 s ja liitteet. Moniste.
- Turkia, J. 1986. Kasviplankton ja sen riippuvuus ympäristötekijöistä eräissä Pohjois-Karjalan vesistöissä. Vesihallituksen monistesarja nro 407. 137 s.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Verfolkkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Verein Limnol.* 9: 1-38.
- Virtanen, M. & Manninen, P. 1999. Haukiveden virtaus- ja vedenlaatumallit. Alueelliset ympäristöjulkaisut. Etelä-Savon ympäristökeskus 1999. No 136. 75 s.
- Vesihallitus 1982. Vesihallinnon tutkimusohjelma vuodelle 1982. Vesihallituksen monistesarja 90: 227 s.

- Vesihallitus 1985. Saimaan ekologinen tutkimus vuosina 1980-1983, Tiedotus 255, 380 s.
- Vuoristo, H., Karttunen, K., Lepistö, L., Mitikka, S., Pietiläinen, O.-P., Rissanen, J. & Pilke, A. 2001. Typology and ecological classification of Finnish lakes. Teoksessa: (Toim.) Bäck, S. and Karttunen, K. Classification of Ecological Status of Lakes and Rivers. TemaNord 2001, 548: 64.
- Willén, E. 2000. Phytoplankton in water quality assessment – an indicator concept. In Heino-nen, P., G. Ziglio & A. Van der Beken (eds.), Hydrological and limnological aspects of lake monitoring. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester: 57-80.

## Liitteet

- Liite 1. Taustatietoa kasviplanktonseurannan havaintopaikoista, niiden merkittävimmistä kuormittajista, käyttökelpoisuusluokituksista vuosina 1994-1997 (Antikainen ym. 2000), niiden asemasta EEA-verkossa (Niemi ym 2001) ja niihin kohdistuvasta kuormituksesta.
- Liite 2. Järvien perustietoja. Järvihavaintopaikkojen peruskoordinaatit, pinta-ala (km<sup>2</sup>), keski-syvyys (m), kokonaisfosforin ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) ja veden väriluvun ( $\text{mg l}^{-1}$  Pt) mediaani (md) havaintopaikkojen päällysvedestä (0-2 m) kesä-elokuussa 1990-1997 (Pietiläinen ja Räike 1999). Eri kasviplanktonryhmien ja kokonaisbiomassan ( $\text{mg l}^{-1}$ ) heinäkuun keskiarvo (ka) vuosina 1980-1999 ja *a*-klorofyllin pitoisuus ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) keskiarvona (ka) vastaavana ajankohtana. Lisäksi on ilmoitettu sinilevien (sinibakteerien) ja dominoivan kasviplanktonryhmän osuus (%) koko biomassasta.



## Liite I. Taustatietoa kasviplanktonseurannan havaintopaikoista.

Järvi	Havaintopaikka	Merkitävimmät ylävirran puolella sijaitsevat kuormittajat (suluissa havaintopaikasta alavirtaan olevat ja/tai lopettaneet kuormittajat)	Käyttö- kelpoisuus- luokka 1994-1997	Asema EEA-verkossa (kts. Niemi ym. 2001) R = ref. B = Basic I = Impact L = suurjärvi	Kuormitus kokP kg/d (pääasiassa vuoden 1997 luvut)	Muuta
Kermajärvi	Kermajärvi 28	-	I	B		Huom: ei enää kasviplanktonseurannassa
Kuolimo	Kuolimo syv. 009:45	(Savitaipale jvp) Suomenniemi	I	R	(n. 0.1) n. 0.1	Savitaipaleen kuormitus tulee oja-lampi-keijun kautta Kuolimoon havaintopaikan alapuolelle. Suomenniemen kuormitus tulee noin 6 km havaintopaikan yläpuolelle
Höytiäinen	Höytiäinen I syväne	(Kontiolahti kk ja varuskunta jvp:t)	I	L		Kontiolahten kk:n ja varuskunnan jätevedet johdettu Joensuuhun vuonna 1993; sitä ennen kuormitus johdettiin Höytiäiseen n.2 km (varuskunta) ja 4 km (kk) havaintopaikan yläpuolelle
Karjalan Pyhäjärvi	Pyhäjärvi 2 Syrjäsalmi	(Kesälahti jvp) (Pyhäjärven Lohi) leirintä-alue	I	R	(0.04) 0.016 ?	Jäteveden puhdistamon kuormitus johdetaan joen kautta ja joki laskee järveen hav. paikasta 15-20 km alavirtaan. Kalalaitoksen etäisyys hav. paikasta yli 10 km alavirtaan. Leirintä-alue lieenee hav. paikan lähin kuormitusta aiheuttava tekijä
Iso-Haukivesi	Iso-Haukivesi 37	Varkaus jvp Varenso sa-tehdas	I (1980-luvun alussa III)	L	3.3 41	Kuormittajien etäisyys hav. paikasta noin 55 km ylävirtaan
Saimaa Ilkonselkä	Saimaa Ilkonselkä 021:46	UPM-Kymmene Kaukas sa-tehdas Joutseno Pulp Oy sa-tehdas	II	B	20 35	Kuormittajien sijainti yli 30 km havaintopaikasta alavirtaan, mutta aikaisempina vuosina jätevedet kulkeutuivat vastavirtaan Ilkonselälle; tilanne parani oleellisesti 1992; jätevesien vaikutusta sen jälkeen nähtävissä vain lievästi kohonneina sähköjohdavuusarvoina
Saimaa Hietasaari	Saimaa Hietasaari 022	Puumala jvp, Puumala kp Puumalan Lohi	I	R	0.17	Ei suoraa jätevesipäästöjä, lähimmät yläpuoliset kuormittajat ovat Puumalan kk, kp ja kvl lähes 40 km päässä havaintopaikasta ylävirtaan
Puruvesi	Puruvesi 39	Kerimäki jvp	I	L	0.8	Kerimäen jvp on noin 12 km etäisyydellä havaintopaikasta lievästi ylävirtaan

(lyhenteet: jvp = jäteveden puhdistamo, kp = kaatopaikka, kvl = kalanviljelylaitos, sa-tehdas = sulfaattisellutehdas, ka-tehdas = kartonkitehdas)

Järvi	Havaintopaikka	Merkittävimmät ylävirran puolella sijaitsevat kuormittajat (suluisa havaintopaikasta alavirtaan olevat ja/tai lopettaneet kuormittajat)	Käyttö- kelpoisuus- luokka 1994-1997	Asema EEA-verkossa (kts. Niemi ym. 2001) R = ref. B = Basic I = Impact L = suurjärvi	Kuormitus kokP kg/d (pääasiassa vuoden 1997 luvut)	Muuta
Juojärvi	Juojärvi 27	Tuusniemi jvp (Valamon luostari jvp)	I	L	0.2 (0.02)	Tuusniemen jätevedet johdetaan on 8 km havaintopaikasta ylävirtaan. Valamon jätevesien purkupaikka on yli 20 km havaintopaikan alapuolella
Lietvesi	Lietvesi 42	Puumala jvp, Puumala kp Puumala kvl	I	B	0.17	Kuormittajat ovat 12 km havaintopaikan yläpuolella. Puumalan taajama, kalankasvatustaitos
Paasivesi	Paasivesi 5	Rääkkylä jvp	I	R	0.16	Kuormittaja on 25 km havaintopaikan yläpuolella
Suvasvesi	Suvasvesi 29	Vehmersalmi jvp	I	R	0.09	Kuormittaja on lähes 15 km havaintopaikan yläpuolella
Juurusvesi	Juurusvesi 24	Siilinjärvi jvp Kemiran Siilinjärven laitokset (Rissalan lennosto jvp)	II	L	1.2 0.6 (0.05)	Siilinjärven jätevedet johdetaan 6 km havaintopaikan yläpuolella. Kemiran kuormitus tulee puron kautta Juurusveden Kuuslahteen yli 20 km havainto- paikasta ylävirtaan sekä Sulkavanjärven - Siilinjärven kautta kaupungin jvp:n purkualueelle 6 km havaintopaikasta ylävirtaan. Huom. myös mm. Zn-, F- ja sulfaattikuormitusta. Rissalan lennoston kuormitus johdetaan Juurusve- teen pari km havaintopaikan alapuolelle
Saimaa Riutanselkä	Saimaa Riutanselkä 062-47	(Taipakaari kk jvp) Saimaanhariju lomakeskus jvp Turvetuotanto, Suursuo	II	L	0.5 (vuosien 90-94 ka.) ? 0.2 (-98)	Taipalsaaren ja Saimaanhariju jätevedet on johdettu vuoteen 1996 asti noin 3 km etäisyydelle havaintopaikasta hieman ylävirtaan (sen jälkeen jäteve- det johdettu Lappeenrannan puhdistamolle, josta Rakkolanjokeen). Haja- kuormitusta. Turvetuotannon rehevöittävä alue on lähes 20 km havainto- paikan yläpuolella
Saimaa Haukiselkä	Saimaa Haukiselkä I60-48 (ei ole EEA- verkossa; lähin paikka Saimaa Haukiselkä 017)	UPM-Kymmene, Kaukas sa-tehdas	III	I	20	Jätevedet johdetaan n. 17 havaintopaikasta ylävirtaan
Louhivesi	Louhivesi 44	Mikkeli jvp	I	B	2.7	Jätevedet johdetaan yli 20 km havaintopaikan yläpuolelle

(lyhenteet: jyp = jäteveden puhdistamo, kp = kaatopaikka, kvl = kalanviljelylaitos, sa-tehdas = sulfaattisellutehdas, ka-tehdas = kartonkitehdas)

Järvi	Havaintopaikka	Merkittävimmät ylävirran puolella sijaitsevat kuormittajat (suluissa havaintopaikasta alavirtaan olevat ja/tai lopettaneet kuormittajat)	Käyttö- kelpoisuus- luokka 1994-1997	Asema EEA-verkossa (kts. Niemi ym. 2001) R = ref. B = Basic I = Impact L = suurjärvi	Kuormitus kokP kg/d (pääasiassa vuoden 1997 luvut)	Muuta
Viinjärvi	Viinjärvi 2 Haninniemi	Mondo Minerals-louhos Sukkulajoen kvl Polvijärvi kk jyp	II	L	0.2 0.3	Louhoksen kuormitus johdetaan joen kautta Viinjärveen n. 15 km havaintopaikan yläpuolelle; rauta-, nikkeli- ja arseenikuormitusta. Kalalaitoksen kuormitus johdetaan joen kautta Viinjärveen n. 15 km havaintopaikan yläpuolelle. Polvijärven jätevedet johdetaan Polvijärven ja joen kautta Viinjärveen noin 15 km etäisyydeltä havaintopaikasta
Keski-Kallavesi	Kallavesi, Säyneensalo (ei ole EEA-verkossa; lähin paikka Kallavesi 350)	Savon Sellu Oy sa-tehdas Kuopion kaupunki, Lehtoniemen jyp	III	I	5.8 14.3	Jätevedet johdetaan lähes 8 km havaintopaikan yläpuolelle. Lehtoniemen puhdistamo on n. 1 km Säyneensalon alapuolella, mutta jätevesien vaikutusta havaittu lähialueen syvänteissä mm. typpipitoisuuksien kohoamisena
Pohjois-Kallavesi	P-Kallavesi 20	Maaninka kk jyp Myhkyrin kvl	II	L	0.1 0.6	Puhdistamo on noin 20 km havaintopaikan yläpuolella; lisäksi voimakas hajakuormitus lisälmen reittiä. Kalanviljelylaitos on noin 25 km havaintopaikan yläpuolella ja sen vaikutusalue rajoittunee Maaninkanjärveen
Heposelkä	Heposelkä 13	(Liperi kk jyp) Taipaleenjoki: kalankasv. laitokset (ja Viinjärven taajama)	II		(3.1) 1.1	Kuormittaja on 7 km havaintopaikan alapuolella. Taipaleenjoki laskee noin 4 km havaintopaikan yläpuolelle Huom. Taipaleenjoesta myös huomattava hajakuormitus
Unnukka	Unnukka 31 Unnukka, Timonselkä P4 (ei EEA- verkossa)	Leppävirta kk jyp.	II		0.5	Kuormittaja on 13 km havaintopaikan yläpuolella
Koirus	Koirus 30	(Kuopion kaupunki jyp ja Savon Sellu Oy) (Leppävesi; Oravilaiden jyp ja Kotalahden kaivos)	II	B	(0.03)	Kuormittajat ovat yli 30 km havaintopaikan yläpuolella. Kuormitus johdetaan Koirusvedestä selvästi erillään olevaan lahteen noin 5 km havaintopaikan alapuolelle
Ukonvesi	Ukonvesi 099	Mikkeli jyp	III		2.7	Jätevedet johdetaan noin 9 km havaintopaikan yläpuolelle
Porovesi	Porovesi 17	Isalmi jyp	IV	I	8.4	Jätevedet johdetaan noin 1 km havaintopaikan yläpuolelle

(lyhenteet: jvp = jäteveden puhdistamo, kp = kaatopaikka, kvl = kalanviljelylaitos, sa-tehdas = sulfaattisellutehdas, ka-tehdas = kartonkitehdas)

Järvi	Havaintopaikka	Merkittävimmät ylävirran puolella sijaitsevat kuormittajat (suluissa havaintopaikasta alavirtaan olevat ja/tai lopettaneet kuormittajat)	Käyttö- kelpoisuus- luokka 1994-1997	Asema EEA-verkossa (kts. Niemi ym. 2001) R = ref. B = Basic I = Impact L = suurjärvi	Kuormitus kokP kg/d (pääasiassa vuoden 1997 luvut)	Muuta
Onkivesi	Onkivesi 18	Lapinlahti jvp	IV	I	11.9	Jätevedet johdetaan noin 2.5 havaintopaikan yläpuolelle
Koitere	Koitere I Juansaari	säännöstely, hajakuormitus	II	L		
Pyhäselkä	Pyhäselkä 5 Kokonluoto	Joensuu jvp. Liperi Ylämylly jvp.	II	LR	3.6 0.3	Jätevedet johdetaan noin 6 km havaintopaikan yläpuolelle Jätevedet johdetaan noin 14 km havaintopaikan yläpuolelle
Orivesi	Orivesi 2 Samppaanselkä	Rääkkylä jvp	II	B	0.16	Jätevedet johdetaan noin 11 km havaintopaikan yläpuolelle
Pielinen	Pielinen 6 Ristisaari	Nurmes jvp (Juuka jvp, Nunnan- lahti Oy jvp ja Tullikivi Oy)	II		1.1 (0.2 + 0.01 + 0)	Kuormittaja on noin 35 km havaintopaikan yläpuolella. (Kuormitus johde- taan lähes 15 km havaintopaikan länsipuolelle alavirran suuntaan)
Pielinen	Pielinen 7 Kalkkusaari		II	LR		
Pielinen	Pielinen 10 Varriskallio	Lieksan seudun kuormitus	II	B		Lieksan seudun kuormittajat ovat noin 40 km etäisyydellä havaintopaikan yläpuolella.
Pielinen	Pielinen 21 Kinahmo	Lieksa jvp Pankakosken kvl Pankakoski, ka-tehdas	II	B	0.3 2.1 0.8	Jätevedet johdetaan noin 8 km havaintopaikan yläpuolelle. Kalanviljelylai- tos on Lieksanjoen varrella yli 20 km havaintopaikan yläpuolella. Tehdas on Lieksanjoen varrella yli 20 km havaintopaikan yläpuolella
Syväri	Syväri, Kumpuniemi (EEA-verkossa Syväri 21)	Nilsia jvp	III	B	0.3	Jätevedet johdetaan noin 7 km havaintopaikan yläpuolelle
Nuorajärvi	Nuorajärvi I	Turvetuotanto, metsäojitus	III	B		

## Liite 2. Järvien perustietoja.

Havaintopaikka	Koord.	Koord.	Pinta-ala	Ksvy.	Tot P md	Väri md	Sinil.	Nielul.	Pans.	Kultal.	Piilevät	Vihert.	Muut	bm ka	klor ka	sin %	dom %	dom. ryhmä
HEPOSELIKÄ 13	694220	446360	53	12,5	20	35	0,036	0,452	0,073	0,417	0,298	0,069	0,029	1,375	7,7	3	33	nielulevät
HÖYTÄINEN I SYVÄNNE	695970	448807	293	11,7	6,5	28	0,017	0,063	0,017	0,068	0,050	0,019	0,005	0,239	2,3	7	28	kultalevät
ISO-HAUKIVESI 37	688055	442890	620	11,5	10	35	0,028	0,122	0,011	0,051	0,048	0,020	0,010	0,290	3,3	10	42	nielulevät
ISO-HIETAJÄRVI	700670	453596	1	3,5	5	20	0,004	0,018	0,025	0,348	0,050	0,005	0,004	0,454	2,4	1	77	kultalevät
JUOJÄRVI 27	695962	442942	215	10,7	5,5	28	0,041	0,075	0,019	0,090	0,089	0,014	0,010	0,338	2,8	12	27	kultalevät
JUURUSVESI 24	699068	354198	138	12,7	18	60	0,029	0,348	0,043	0,079	0,076	0,036	0,011	0,621	8,2	5	56	nielulevät
KALLAVESI SÄYNEENSALO	697455	353936	513	14,8	19	50	0,024	0,345	0,022	0,170	0,323	0,036	0,010	0,930	8,2	3	37	nielulevät
KERMAJÄRVI 28	692750	443170	95	12,2	6	20	0,026	0,071	0,023	0,027	0,008	0,012	0,004	0,170	1,9	15	42	nielulevät
KOIRUS 30	694554	353658	49,7	10,7	16	45	0,033	0,175	0,029	0,344	0,754	0,034	0,055	1,424	8,3	2	53	piilevät
KOITERE I JUUANSAARI	698296	453203	167	11,3	11	70	0,019	0,141	0,005	0,099	0,039	0,020	0,016	0,339	3,3	6	42	nielulevät
KUOLIMO SVV 009:45	679645	352695	72,2	8,5	4	18	0,015	0,062	0,036	0,047	0,040	0,009	0,006	0,215	1,8	7	29	nielulevät
LIETVESI 42	682090	355340	1147	17,2	8	30	0,058	0,117	0,017	0,109	0,083	0,023	0,006	0,413	3,0	14	28	nielulevät
LOUHIVESI 44	682142	352450	47,5	17,2	9	13	0,054	0,250	0,033	0,225	0,092	0,028	0,008	0,689	3,9	8	36	nielulevät
NUORAJÄRVI I	695289	455897	40	2,5	21	120	0,013	0,119	0,056	0,167	0,271	0,035	0,275	0,931	10,8	1	30	Gonyostomum
ONKIVESI 18	702546	351853	118	4,3	56	100	0,842	0,817	0,037	0,238	1,358	0,164	0,537	3,992	25,4	21	34	piilevät
ORIVESI 2 SAMPPAANSELKÄ	690300	447215	536	15,2	10	50	0,042	0,135	0,012	0,090	0,072	0,028	0,006	0,385	3,1	11	35	nielulevät
PAASIVESI 5	689287	447108	536	15,2	9	40	0,020	0,205	0,011	0,130	0,053	0,018	0,002	0,440	3,1	4	47	nielulevät
PIELINEN 10 VARISKALLIO	699450	450100	868	12,9	9	60	0,067	0,125	0,015	0,150	0,032	0,019	0,005	0,414	3,5	16	36	nielulevät
PIELINEN 21 KINAHMO	701868	449498	868	12,9	12	70	0,078	0,359	0,021	0,146	0,068	0,024	0,022	0,716	5,4	11	50	nielulevät
PIELINEN 6 RISTISAARI	702200	448280	868	12,9	9,5	40	0,086	0,130	0,007	0,259	0,026	0,015	0,004	0,526	3,8	16	49	kultalevät
PIELINEN 7 KALKKUSAARI	702108	447901	868	12,9	9,5	50	0,070	0,079	0,026	0,167	0,081	0,019	0,021	0,461	2,9	15	36	kultalevät
P-KALLAVESI 20	698693	352280	513	10,7	27	65	0,023	0,505	0,082	0,216	0,419	0,047	0,027	1,319	10,5	2	38	nielulevät
POROVESI 17	704894	350958	21	6,3	47	110	0,371	1,174	0,015	0,197	0,347	0,116	0,323	2,542	22,8	14	46	nielulevät
PURUVESI 39	686475	447500	322	13,0	5	5	0,057	0,043	0,019	0,121	0,051	0,036	0,004	0,331	1,9	17	36	kultalevät
PYHÄJÄRVI 2 SYRJÄSALMI	688085	449615	200	8,0	6	10	0,015	0,069	0,026	0,061	0,065	0,022	0,010	0,268	3,1	6	28	nielulevät
PYHÄSELKÄ 5 KOKONLUOTO	692900	448975	361	14,1	11	65	0,079	0,156	0,007	0,058	0,065	0,025	0,019	0,408	4,1	19	38	nielulevät
SAIMAA HAUKISELKÄ 160:48	678350	357364	1147	17,2	21	40	0,042	0,558	0,030	0,386	0,783	0,122	0,034	1,956	11,3	2	40	piilevät
SAIMAA HIETASAARI 022	680165	355465	1147	17,2	8	30	0,062	0,135	0,013	0,085	0,095	0,017	0,014	0,420	2,3	15	32	nielulevät
SAIMAA ILKONSELKÄ 021:46	679500	356360	1147	17,2	6,8	30	0,035	0,077	0,028	0,081	0,059	0,019	0,010	0,307	2,5	11	26	kultalevät
SAIMAA RIUTANS 062:47	678190	355420	1147	17,2	15	20	0,100	0,205	0,040	0,113	0,109	0,080	0,013	0,659	3,4	15	31	nielulevät
SUVASVESI 29	695178	356147	225	18,6	8	30	0,047	0,114	0,033	0,166	0,064	0,026	0,014	0,463	4,1	10	36	kultalevät
SYVÄRI KUMPUINIEMI	701537	356126	78	9,0	20	100	0,033	0,402	0,019	0,121	0,076	0,051	0,059	0,760	7,3	4	53	nielulevät
UKONVESI 099	683280	351550	21,8	7,1	22	32	0,188	0,341	0,101	0,225	0,867	0,140	0,016	1,878	9,2	10	46	piilevät
UNNUKKA 31	692852	354387	108	6,6	15,3	40	0,054	0,146	0,020	0,362	0,778	0,069	0,123	1,551	8,2	2	50	piilevät
UNNUKKA TIMONSELKÄ P4	691974	354678	108	6,6	14,5	40	0,042	0,143	0,046	0,179	0,372	0,025	0,148	0,954	7,5	4	39	piilevät
VIINIJÄRVI 2 HANNINIEMI	696020	446520	130	6,1	13	40	0,038	0,114	0,046	0,246	0,361	0,045	0,048	0,897	5,6	4	40	piilevät

# Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisuaika Tammikuu 2003
Tekijä(t)	Liisa Lepistö, Reija Jokipii, Maija Niemelä, Heidi Vuoristo, Anna-Liisa Holopainen, Riitta Niinioja, Taina Hammar, Marja Kauppi ja Jarmo Kivinen	
Julkaisun nimi	Kasviplankton-aineistojen käyttö järvien ekologisen tilan kuvaajana Vuoksen vesistöalueen vuosien 1963-1999 seuranta-aineiston käyttö arvioinnissa ja luokittelussa	
Julkaisun osat/ muut saman projektiin tuottamat julkaisut	Julkaisua on saatavana myös Internetistä <a href="http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm">http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm</a>	
Tiivistelmä	<p>Tutkimuksessa selvitettiin Vuoksen vesistöalueen valtakunnallisen seurantaohjelman (EURO-WATERNET) seurantaverkkoon kuuluvien 36 järven kasviplanktonin määrää ja koostumusta vuosina 1963 – 1999. Osa järvistä on lähes luonnontilaisia, osa lievästi kuormitettuja. Aineistoon ei sisällynyt velvoitetarkkailuohjelman järviä. Kasviplanktonin märkäpaino ja <i>a</i>-klorofyllin pitoisuus korreloivat sekä keskenään että kokonaisfosforin pitoisuuden kanssa. Biomassa-arvo oli suuri, jos piilevät muodostivat noin 50 % biomassasta, runsas <i>Gonyostomum semen</i>- ”limalevä” nosti puolestaan klorofyllipitoisuutta.</p> <p>Eri järviyhmillä laskettiin biomassaan ja <i>a</i>-klorofylliin perustuvat ekologista laatua kuvaavat raja-arvot ja EQR-tunnusluku. Järvet luokiteltiin saatujen arvojen mukaisesti viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Kahdeksan kirkasvetistä järveä ja neljä humusjärveä luokiteltiin vesipuitedirektiivin mukaisesti ekologiseen luokkaan erinomainen. Luokittelu antoi samansuuntaisen tuloksen kuin oli saatu tyypittelemällä, soveltamalla käyttökelpoisuusluokkia ja kasviplanktonin määrän perusteella määritettyjä rehevyyssrajoja.</p> <p>Kasviplanktonin määrä ja koostumus ilmentävät selkeästi eroja kuormittamattomien ja kuormitettujen saman tyyppisten järvien välillä. Monet kasviplanktoniin kuuluvat taksonit ja lajit esiintyvät kaikenlaisissa vesissä, mutta osa vain tietyn tyyppisissä vesissä. Erityisen tärkeää on tunnistaa kullekin järviympäristölle ominaiset indikaattorilajit. Tämä asettaa kasviplanktonanalyyysien tarkkuudelle omat vaatimuksensa tulevaisuudessa, kun seurantaa ryhdytään toteuttamaan vesipuitedirektiivin edellyttämällä tavalla.</p> <p>Veden laadun kannalta useat Vuoksen vesistöalueen järvet edustavat suomalaisia järviä parhaimmillaan ja sieltä on löydettävissä vertailujärvet eri kokoisille, veden väriltään ja rehevyydeltään erilaisille vesille. Tarkasteltuun järviyökköön ei kuitenkaan kuulu luonnostaan reheviä järviä. Alkujaan luonnostaan rehevät Iisalmen reitin järvet ovat kaikki olleet vuosisatojen ajan ihmistoiminnan vaikutuksen alaisia. Niiden luonnontilan selvittämiseen on käytettävä muita menetelmiä.</p>	
Asiasanat	Kasviplankton, sinilevät, seuranta, luokittelu, vesipuitedirektiivi	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 600	
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu	
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Järvien biomonitorointi A03003	
Rahoittaja/ toimeksiantaja		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1321-9    952-11-1322-7 (PDF)
	Sivuja 80	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 17 e
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy PL 800, 00043 EDITA, vaihde 020 450 00 Asiakaspalvelu: puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: <a href="mailto:asiakaspalvelu@edita.fi">asiakaspalvelu@edita.fi</a> <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus	
Painopaikka ja -aika	Vammalan kirjapaino Oy, Vammala 2003	

# Presentationsblad

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)	Datum	Januari 2003
Författare	Liisa Lepistö, Reija Jokipii, Maija Niemelä, Heidi Vuoristo, Anna-Liisa Holopainen, Riitta Niinioja, Taina Hammar, Marja Kauppi ja Jarmo Kivinen		
Publikationens titel	Växtplankton som indikator på sjöars ekologiska tillstånd Utnyttjande av uppföljnings material från Vuoksens vattendragsområde av åren 1963-1999 vid bedömning och klassificering		
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet <a href="http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm">http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm</a>		
Sammandrag	<p>I undersökningen utreddes mängden och sammansättningen hos växtplankton under åren 1963-1999 i 36 sjöar i Vuoksens vattendragsområde, som hör till det riksomfattande uppföljningsprogrammets kontrollnät (EUROWATERNET). En del av sjöarna var nästan i naturtillstånd, en del belastade. Sjöar som ingår i obligationskontrollprogrammet inkluderades inte i materialet. Mängderna växtplankton som våtvikt och som klorofyll-<i>a</i>-halt korrelerade väl med varandra och med halten totalfosfor. Biomassa-värdet var högre än klorofyllhalten, om kiselalger utgjorde cirka 50 % av massan, en riklig förekomst av <i>Gymnostomum semen-</i>”slemalg” höjde för sin del klorofyll-<i>a</i>-halt.</p> <p>För de olika sjögrupperna räknades utgående från biomassa och klorofyll-<i>a</i> gränsvärden och ett EQR –index vilka beskriver den ekologiska kvaliteten. Sjöarna klassificerades enligt dessa gränsvärden och EQR-index i fem klasser: utmärkt, god, nöjaktig, tolerabel och dålig. Av sjöarna med klart vatten åtta samt fyra humussjöar återspeglade enligt vattenramdirektivets klassificering utmärkt ekologiskt tillstånd. Klassificeringen gav liknande resultat som hade formats genom att typbeskriva, genom att tillämpa användbarhetsklasserna och genom att använda eutrofieringsgränser som bestämts enligt mängden växtplankton.</p> <p>Mängden och sammansättningen hos växtplankton återspeglar klart skillnader mellan belastade och icke belastade sjöar av samma typ. Många av växtplanktontaxonerna och –arterna förekommer i alla slags vatten, men en del endast i sjöar av viss typ. Särskilt viktigt är det att identifiera till olika sjötyper karakteristiska indikatorarter. Detta ställer sina egna krav på växtplanktonanalysernas noggrannhet i framtiden, när man börjar tillämpa i praktiken uppföljningen så som vattenramdirektivet förutsätter.</p> <p>Ur vattenkvalitetssynpunkt representerar många av sjöarna i Vuoksens vattendragsområde det bästa av vad finska sjöar är och där finns referenssjöar för vattendrag av varierande storlek, färg och trofegrad. Till de undersökta sjöarna hör dock inte sjöar som av naturen är eutrofa. De ursprungligen eutrofa sjöarna i Iidensalmi-stråten har under århundraden påverkats av människan. För att få reda på deras naturliga tillstånd kan man använda olika metoder.</p>		
Nyckelord	Växtplankton, blågrönalger, uppföljning, vattenramdirektivet		
Publikationsserie och nummer	Miljö i Finland 600		
Publikationens tema	Miljövård		
Projektets namn och nummer	Biomonitorering av sjöarna A03003		
Finansiär/ uppdragsgivare			
Organisationer i projektgruppen			
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1321-9	952-11-1322-7 (PDF)
	Sidantal 80		Språk Finska
	Offentlighet och andra villkor	Offentlig	Pris 17 e
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 800, 00043 EDITA, växel 020 450 00. Postförsäljningen: Telefon 020 450 05, fax 020 450 2380. Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>		
Förläggare	Finland miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors, Finland		
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Vammalan kirjapaino Oy, Vammala 2003		



# Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute (SYKE)	Date	January 2003
Author(s)	Liisa Lepistö, Reija Jokipii, Maija Niemelä, Heidi Vuoristo, Anna-Liisa Holopainen, Riitta Niinioja, Taina Hammar, Marja Kauppi ja Jarmo Kivinen		
Title of publication	Phytoplankton as indicator of the ecological status of lakes The use of the monitoring data in the Vuoksi river basin during years 1963-1999 for assessment and classification		
Parts of publication/ other project publications	The publication is available in the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm">http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm</a>		
Abstract	<p>Phytoplankton composition and quantity were studied during the years 1963-1999 in 36 lakes in the Vuoksi river basin. These lakes are monitored as a part of the EUROWATERNET. Some of the study lakes represent pristine conditions, and some are impacted by human activities. Phytoplankton data from lakes monitored in local pollution control is not included. Phytoplankton wet weight and chlorophyll <i>a</i> concentration had a good correlation with each other and with total phosphorus concentration. The biomass was higher when dominated by diatoms (&gt; 50 %) but the abundant <i>Gonyostomum semen</i> "slime alga" increased the chlorophyll <i>a</i> concentration.</p> <p>The 75 % and 95 % fractile values of biomass and of chlorophyll <i>a</i> concentration and the ecological quality ratio (EQR-value) for different lake types were calculated, and lakes were classified according to these values into five ecological status classes: high, good, moderate, poor and bad. Eight clear water lakes and four humic lakes had high ecological status, according to the Water Framework Directive. This classification tool also seemed to work well, as did the classification by other methods.</p> <p>Phytoplankton quantity and quality reflected clearly the scale of changes caused by human impact in these lakes. Numerous phytoplankton taxa occur in all kind of waters, but some of them only in special types of lakes. It will be important to analyse these and other phytoplankton to the species level whenever possible in the future, when the monitoring required by Water Framework Directive is started.</p> <p>These lakes also cover a wide range in size, water colour and eutrophication groups when establishing reference conditions required by Water Framework Directive. However, the studied lake group does not include naturally eutrophic, non-impacted lakes, as the originally naturally eutrophic lakes in the Iisalmi lake chain have been further loaded by human activities for several centuries. The original state of these lakes must be studied with other methods.</p>		
Keywords	Phytoplankton, blue-green algae, monitoring, Water Framework Directive		
Publication series and number	The Finnish Environment 600		
Theme of publication	Environment Protection		
Project name and number, if any	Biological monitoring of lakes A03003		
Financier/ commissioner			
Project organization			
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1321-9	952-11-1322-7 (PDF)
	No. of pages 80	Language Finnish	
	Restrictions Public	Price 17 e	
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd, P.O.Box 800, FIN-00043 EDITA, Finland, Phone + 358 20 450 00. Mail orders: Phone + 358 20 450 05, fax + 358 20 450 2380. Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>		
Financier of publication	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, FIN-000251 Helsinki, Finland		
Printing place and year	Vammalan kirjapaino Oy, Vammala 2003		



## Kasviplankton järvien ekologisen tilan kuvaajana

Vuoksen vesistöalueen vuosien 1963-1999 seuranta-aineiston käyttö arvioinnissa ja luokittelussa

Tutkimuksessa selvitettiin Vuoksen vesistöalueella sijaitsevan 36 järven kasviplanktonin määrää ja koostumusta vuosina 1963 – 1999. Osa järvistä on lähes luonnontilaisia, osa kuormitettuja. Aineistoon ei sisällynyt velvoitetarkkailuohjelman järviä. Eri järviryhmillä laskettiin kasviplanktonbiomassaan ja *a*-klorofylliin perustuvat ekologista laatua kuvaavat raja-arvot. Järvet luokiteltiin näiden raja-arvojen mukaisesti viiteen ekologiseen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Lisäksi laskettiin odotettu / todettu biomassa-arvoista ekologista laatua kuvaava "EQR"-tunnusluku.

Kasviplanktonin määrään ja *a*-klorofyllin pitoisuuteen perustuva ekologinen luokittelu oli yhteneväinen tyypittelemällä muodostettujen järviryhmiä, vesien käyttökelpoisuusluokitukseen perustuvan luokituksen ja kasviplanktonin määrän perustuvien rehevyyden raja-arvojen kanssa. Tarkasteltuun kasviplanktonaineiston järvijoukkoon ei kuitenkaan kuulu järviä, jotka olisivat luonnostaan reheviä. Alkujaan luonnostaan rehevät Iisalmen reitin järvet ovat vuosisatojen ajan olleet ihmistoiminnan vaikutuksen alaisia. Niiden luonnontilan selvittämiseen voidaan käyttää muita menetelmiä.

Julkaisu on saatavana myös Internetistä:  
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy600/sy600.htm>

ISBN 952-11-1321-9 (nid.)  
ISBN 952-11-1322-7 (PDF)  
ISSN 1238-7312

Edita Publishing Oy  
PL 800, 00043 EDITA, vaihde 020 450 00  
Asiakaspalvelu:  
puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380  
Edita-kirjakauppa Helsingissä:  
Annankatu 44, 020 450 2566