ESPOO
ESBO

ESPOON PITKÄJÄRVEN JA LIPPAJÄRVEN KUNNOSTUS

Arvio kunnostustoimien vaikutuksista

Hannu Salo
Arja Palomäki
Juhani Hynynen
Jyväskylän yliopisto,
Ympäristöntutkimuskeskus, tutkimusraportti 196

Espoon ympäristökeskus
Monistesarja 4/2006

Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 4/2006

ESPOON PITKÄJÄRVEN JA LIPPAJÄRVEN KUNNOSTUS

Arvio kunnostustoimien vaikutuksista

Hannu Salo
Arja Palomäki
Juhani Hynynen
Jyväskylän yliopisto,
Ympäristöntutkimuskeskus, tutkimusraportti 196

Espoon ympäristökeskus
Espoo 2006

Sisällysluettelo

1. Johdanto 3
2. Arvioinnin toteutus 3
3. Pitkäjärvi 4
3.1. Hankkeiden tausta ja tavoitteet 4
3.2. Suunnitellut ja tehdyt toimenpiteet 6
3.2.1. Kunnostustoimet 6
3.2.2. Seuranta ja selvitykset 9
3.3. Pitkäjärven tilan kehitys 10
3.3.1 Veden laadun kehitys 10
3.3.2 Plankton 11
3.3.3. Pitkäjärven sedimenttitutkimus 12
3.3.4. Kalayhteisö ja sen muutokset 12
3.3.4. Pitkäjärven kasvillisuustutkimukset 13
4. Lippajärvi 14
4.1. Hankkeiden tausta ja tavoitteet 14
4.2. Suunnitellut ja tehdyt toimenpiteet 15
4.2.1. Kunnostustoimet 15
4.2.2. Seuranta ja selvitykset 17
4.3. Lippajärven tilan kehitys 18
4.3.1 Veden laadun kehitys 18
4.3.2 Plankton 19
4.3.3. Lippajärven sedimenttitutkimus 19
4.3.4. Kalayhteisö ja sen muutokset 20
4.3.5 Lippajärven kasvillisuus 21
5. Toimenpiteiden vaikuttavuus 21
5.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen 21
5.2. Hapetuksen vaikutukset veden laatuun 22
5.2.Tehokalastus ja sen vaikutus vesiekosysteemiin 22
4.3. Virkistyskäyttö 24
6. Yhteenveto vaikutuksista 25
Kirjallisuus 26

1. Johdanto

Espoon Pitkäjärvellä ja Lippajärvellä on tehty kunnostustoimia useiden vuosien ajan. Espoon Vesi, nykyisin vesi- ja viemärilaitos, aloitti järvien kunnostustoimet jo 1970-luvulla. Kaupungin ympäristökeskus on jatkanut toimia Pitkäjärvellä vuodesta 1999 ja Lippajärvellä vuodesta 2000 lähtien. Järvien tilaa ja kuormitusta on seurattu tarkasti useiden vuosien ajan.

Tämän selvityksen tarkoituksena on arvioida kunnostustoimien vaikuttavuutta, soveltuvuutta ja tehokkuutta suhteessa asetteluihin tavoitteisiin. Selvityksessä tarkastellaan järvien tilan kehitystä, arvioidaan hoitokalastuksen tuloksia ja virkistyskäyttöarvoa. Arvioinnin päämääränä on tukea Pitkäjärven Ja Lippajärven kunnostusta niin, että kunnostustoimet ovat mahdollisimman tehokkaita.

2. Arvioinnin toteutus

Selvityksen lähtökohtana oli arvioida sitä, kuinka toimenpiteet olivat vaikuttaneet Pitkäjärven ja Lippajärven

1. kuormitukseen, veden laatuun ja vesiekosysteemiin
2. kalayhteisöön ja kalakantoihin
3. virkistyskäyttöarvoon

Toimien vaikutuksia tarkasteltiin suhteessa niille asetettuihin tavoitteisiin, muutoksiin veden laadussa ja kalastossa. Toiseksi arvioitiin kunnostushankkeiden vaikuttavuutta ja merkittävyyttä suhteessa toimenpiteiden kustannuksiin, millä pyrimme selvittämään toimien kustannustehokkuutta. Kolmanneksi arvioitiin toimien virkistyskäyttövaikutuksia. Arvioimme toimien sekä lyhytaikaisia että pysyviä vaikutuksia. Lisäksi arvioimme sitä, millainen olisi tilanne, jos toimia ei olisi tehty ja sitä millaisia vaikutuksia olisi, jos tulevaisuudessa ei tehtäisi mitään kunnostustoimia.

Arvioinnissa käytettiin Espoon kaupungin ympäristökeskuksen arvioitsijoille toimittamaa tutkimus- ja seuranta-aineistoa. Lisäksi tietoja saatiin järvien osakaskunnilta.

3. Pitkäjärvi

3.1. Hankkeiden tausta ja tavoitteet

Espoon Pitkäjärvi kuuluu Espoonjoen valuma-alueeseen, jonka pinta-ala on 67,2 km^2. Pitkäjärveen vesi tulee pääasiassa muutaman puron kautta, joista merkityksellisimmät ovat Vanhankartanonpuro, Hämeenkylänpuro ja Lippajärvenpuro. Pitkäjärvestä vedet laskevat Kvarnbyåhon ja Glimasanin kautta Espoonjokeen ja siitä edelleen Espoonlahteen.

Pitkäjärvi on matala järvi. Sen keskisyvyys on vain 2,9 metriä ja suurin syvyys 6,3 metriä. Järven pinta-ala on 174 hehtaaria. Järvi jakautuu kolmeen osaan. Järven eteläosa on rehevöitynyt ja osaksi umpeenkasvanut. Järven keskiosa on hieman syvempi alue, ja järven pohjoisosa on matala ja kapea.

Järven ongelma on rehevöityminen ja sen seurauksena happikadot ja sinilevien massakukinnat. Rehevöitymistä ja järven perustuotannon tasoa kuvaava klorofyllipitoisuus on ollut erittäin suuri. Samoin veden fosforipitoisuus on ollut korkea. Rehevöitymistä aiheuttaa hajakuormitus ja järven sisäinen kuormitus.

Pitkäjärven tilaa on seurattu säännöllisesti hyvin pitkän aikaa. Vesinäytteitä on otettu vuodesta 1967 lähtien. Järven sedimenttiä[1] on tutkittu useaan kertaan 1970- ja 1980-luvuilla. Samoin kasvillisuutta[2] ja kalayhteisön rakennetta[3] on tutkittu 1980-luvulla ja samalla vuosikymmenellä aloitettiin järven valuma-alueen hajakuormitusselvitykset[4]. Vuonna 1990 tehtiin uusi selvitys[5] Pitkäjärven tilasta. Uusimmat laajat tutkimukset käynnistettiin 1990-luvun lopussa[6], jolloin toteutettiin kuormitusselvitys, sedimentti- ja eläinplanktontutkimus sekä kalayhteisöselvitys.

Suunnitelmia järven tilan parantamiseksi on tehty jo vuonna 1971. Siinä todettiin, että Pitkäjärveen tulee jatkuvasti jätevesiä niin paljon, ettei järveen kohdistuvilla toimenpiteillä sitä voida kunnostaa, vaan ainoastaan hidastaa ja parhaimmassakin tapauksessa pysäyttää järven pilaantuminen. Kaksikymmentä vuotta myöhemmin tehtiin uusi selvitys[7] järven kunnostusmahdollisuuksista. Tilanne ei ollut parantunut vaan edelleen hajakuormitus oli suuri ja sisäisen kuormituksen merkitys järven tilaan vaikuttavana tekijänä oli kasvanut. Vuonna 1998 julkistettiin seuraava kunnostussuunnitelma[8], jossa todetaan, ettei veden

[1] Sandman (1974) ja Virtanen (1981)
[2] Hämäläinen ja Mäkelä (1986)
[3] Paavilainen (1988)
[4] Mikkola (1986)
[5] Löksy (1990)
[6] ks. LT-Konsultit (1999)
[7] Löksy (1990)
[8] Keto (1998)

laadussa ollut tapahtunut muutosta, vaikka hajakuormitus oli pienentynyt. Uusin kunnostussuunnitelma[9] on valmistunut vuonna 1999, ja siinä tarkastellaan kolmen Espoonjoen vesistöalueella sijaitsevan järven, joiden joukossa ovat myös Pitkäjärvi ja Lippajärvi, kunnostusta.

Vuoden 1998 suunnitelmassa tavoitteeksi on asetettu:

> ***Pitkäjärven kunnostuksen tavoitteena on järven virkistyskäyttöarvon ja kalataloudellisen merkityksen parantaminen. Tähän sisältyy järven happikatojen estäminen, haitallisten sinileväkukintojen vähentäminen sekä kalaston rakenteen tasapainottaminen.***

Vuonna 1999 julkaistussa kunnostussuunnitelmassa on järven kunnostukselle asetettu neljä tavoitetta ja niille tulosmittarit. Tavoitteet ovat seuraavat:

Tavoite	**Tulosmittari**
Vesistöjen käyttökelpoisuus kohoaa vähintään yhden luokan ylöspäin: Espoonjoen vesistöalueella välttävästä tyydyttäväksi vuoteen 2010 mennessä.	Veden laatumittauksissa tunnukset osoittavat tilanteen olennaisesti muuttuneen vuoden 1999-2000 tasosta.
Ravinnekuormitus vähenee, kalasto elpyy ja sen rakenne tasapainottuu ja sinileväkukinnat vähenevät vähitellen järvillä	Veden laatumittauksissa tunnukset osoittavat tilanteen olennaisesti muuttuneen vuoden 1999-2000 tasosta Asukkaat toteavat leväkukintojen vähentyneen. Virkistyskalastajien saaliit parantuvat ja monipuolistuvat, kun kalasto elpyy.
Järvien happitilanne parantuu olennaisesti nykyisestä niin, ettei esimerkiksi loppukesäisiä ja talvisia happikatoja tapahdu	Sedimenttitutkimuksissa todetaan, että sedimentin pinta pysyy hapellisena Pohjan läheisten vesikerrosten happikyllästysaste nousee olennaisesti ja pysyy hyvänä läpi kesän.
Näkösyvyys järvillä parantuu olennaisesti nykyisestä	Asukkaat toteavat näkösyvyyden kasvun järvillä.

Suunnitelmassa on viitattu myös Euroopan unionissa valmisteltavana olleeseen vesiensuojeludirektiiviin, nitraattidirektiiviin, maatalouden ympäristötuen ehtoihin ja ympäristösuojelulakiin ja niiden asettamiin vesiensuojelun yleisiin tavoitteisiin.

[9] LT-Konsultit (1999)

3.2. Suunnitellut ja tehdyt toimenpiteet

3.2.1. Kunnostustoimet

Pitkäjärvellä tehdyt toimenpiteet ovat perustuneet pääasiassa kahteen järveä koskevaan kunnostussuunnitelmaan. Vuonna 1998 julkaistu suunnitelma[10] sisältää kattavan ja laajan tutkimus- ja selvitysohjelman. Voidaan jopa sanoa, että kyseinen suunnitelma on enemmän tutkimussuunnitelma kuin kunnostussuunnitelma, ja sen tarkoituksena on toimia esiselvityksenä tai –suunnitelmana varsinaiselle konkreettisia toimia sisältävälle suunnitelmalle. Vuonna 1999 tehdyssä suunnitelmassa[11] on tarkennettu aikaisemmin esitettyjä kunnostustoimia, ja toimien vaikutusten seuranta ja tutkimukset ovat jääneet vähemmälle huomiolle. Näiden suunnitelmien lisäksi suosituksia ja toimenpide-ehdotuksia on annettu järvestä ja sen valuma-alueelta tehdyissä selvityksissä[12]. Muutamissa selvityksissä[13] on varsin tarkkoja toimenpideohjeita, tai niissä on saatujen seurantatulosten perusteella korjattu tai täsmennetty aikaisemmin annettuja suosituksia.

Kunnostustoimet voidaan jakaa kahteen osaan: järven ulkoisen kuormituksen vähentämiseen ja järven sisäiseen kuormitukseen liittyviin toimiin. Lisäksi suunnitelmat sisältävät tiedotukseen ja järvien virkistyskäyttöön liittyviä toimenpidesuosituksia. Järvien kunnostus- ja vesiensuojelusuunnitelmassa esitetään Pitkäjärveä ja Lippajärveä koskevan virkistyskäytön hoito- ja käyttösuunnitelman ja Pitkäjärven valuma-alueen yleissuunnitelman laadintaa.

Ulkoinen kuormitus

Suunnitelmien keskeisin toimenpide on hajakuormituksen, tässä tapauksessa pääasiassa maatalouden kuormituksen, pienentäminen. Pääpainopiste maatalouden kuormituksen vähentämisessä on maatalouden ympäristöhoidon yleissuunnitelman ja maatilojen ympäristönhoito-ohjelmien toteuttamisessa. Tärkeänä toimenpiteenä suunnitelmissa nähdään myös maatalouden sidosryhmien ja maanviljelijöiden sitouttaminen vesiensuojelutyöhön muodostamalla työryhmä edistämään maatilojen ympäristönsuojelutoimia. Lisäksi toimenpiteiksi esitetään tiedotusta ja keskustelutilaisuuksia, joiden avulla pyritään käynnistämään vesiensuojelutoimia.

Asumajätevesikuormituksen pienentämiseksi suunnitelmissa esitetään kiinteistöjen liittymistä kaupungin viemäriverkkoon ja pienpuhdistamojen tarkistuksia ja niiden toiminnan tehostamista. Maatiloille ja kiinteistöille tulisi jakaa myös tietoa vesihuollon järjestämisestä. Alueella sijaitsevan golfkentän ympäristön

[10] Keto (1998)
[11] LT-Tekniikka Oy (1999)
[12] ks. Espoon ympäristökeskus (2000)
[13] Järvenpää & Piispa (2000)

kiinteistöille suositeltiin viemäriverkkoon liittymistä. Lisäksi toimenpidelistaan kuuluivat kaivovesitutkimukset ja uusien kunnallisten vesihuoltomääräysten laatiminen. Mielenkiintoista on huomata, että suunnitelmassa erityisesti nostetaan esiin tiedotuksen ja tiedon merkitys vesiensuojelun edistämisessä.

Taulukko 1. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen liittyvät toimenpide-ehdotukset ja niiden toteuttajat.

Suunniteltu toimenpide	**Toteuttaja**	**Suunniteltu toteutusaika**	**Huomautus**
Maatilojen ympäristöhoitosuunnitelmien toteutus	Maatilat	1999 – (jatkuva)	Keinoina suojakaistojen perustaminen ja mahdollisten kalkkisuodinojien rakentaminen.
Kiinteistöjen jätevesien käsittelyn tehostaminen	Kiinteistöt	1999 – (jatkuva)	Keinoina pienpuhdistamojen tarkistukset ja tiedotus
Kiinteistöjen liittyminen viemäriverkkoon	Kiinteistöt	1999 – (jatkuva)	Keinoina tiedotus ja neuvonta

Sisäinen kuormitus

Pitkäjärven ongelmana pidetään fosforin liukenemista sedimentistä veteen, ja suunnitelmissa todetaan, että järven sisäisellä kuormituksella on suuri merkitys järven tilalle. Suunnitelmissa esitetäänkin useita erilaisia toimenpiteitä sisäisen kuormituksen pienentämiseksi. Lyhyellä aikavälillä biomanipulaatiota pidetään tärkeimpänä toimenpiteenä.

Vuonna 1975 aloitettiin järven ilmastus, jota jatkettiin vuoteen 1987 asti. Sen jälkeen ilmastuksessa oli yli kymmenen vuoden tauko, ja se aloitettiin uudelleen vuonna 1999. Suunnitelmassa sitä suositellaan tehtävän tilanteissa, joissa syksyllä veden happipitoisuus pohjan tuntumassa ei ole riittävä tai talvi tulee aikaisin. Järven hapetusta on tehty vuosina 2000–2003.

Tärkeimpänä toimenpiteenä järven sisäisen kuormituksen vähentämiseksi suositellaan tehokalastusta. Selvitysten mukaan Pitkäjärven kalasto on pienikokoista, petokalakanta heikko ja särkikalakannat ylisuuria. Suunnitelmassa[14] todetaan, että järven rehevöitymisongelmat ovat osaksi kalastoperäisiä. Tehokalastuksen tavoitteeksi kalastaa särkikaloja asetetaan 400 kiloa hehtaaria kohti neljän vuoden, 2000–2003, aikana[15]. Tämä tarkoittaa, että vuosisaalin tulee olla 100 kiloa hehtaaria kohti. Tehokalastuksen jälkeen suositellaan[12] tehtävän petokalaistu-

[14] Keto (1998)
[15] LT-Tekniikka (1999)

tuksia kalaston rakenteen elvyttämiseksi. Erillisessä kalaveden hoitosuunnitelmassa[16] tarkastellaan tarkemmin tehokalastuksen kustannuksia ja toteutusta. Kalastuksen saalistavoite on tässä suunnitelmassa vuosina 2001-2002 yhteensä 35 000 kiloa eli 100 kiloa hehtaaria kohti vuodessa. Tehokalastuksen jälkeen suositellaan kalastuksen jatkamista hoitokalastuksena, jonka saalistavoite on 50 kiloa hehtaaria kohti vuodessa.

Vuosina 2001 ja 2002 Pitkäjärvellä toteutettiin tehokalastusta. Ensimmäisenä vuotena saalistavoite oli 17000 kiloa, ja tehokalastussaalis oli 4995 kiloa eli 29,2 kiloa hehtaaria kohti. Kalastuksessa käytettiin pääasiassa rysiä. Rysäsaalis oli 19,6 kiloa pyyntivuorokautta kohti. Toisena tehokalastusvuotena saalis oli 5414 kiloa eli 31,5 kiloa hehtaaria kohti, ja rysäsaalis oli 20,2 kiloa rysävuorokautta kohti.

Yhtenä mahdollisena toimena järven sisäisen kuormituksen vähentämiseksi suunnitelmassa esitetään pohjasedimentin pöyhintää, minkä tarkoituksena on sedimentin fosforinsidontakyvyn parantaminen. Suunnitelmassa todetaan, ettei menetelmästä ole juuri kokemuksia, ja sen käyttö Pitkäjärvellä jätettiin suunnitelmassa avoimeksi. Sedimentin pöyhintää ei ole järvellä toteutettu.

Kasvillisuuden poistolla pyritään järven sisäisen kuormituksen vähentämiseen ja hauen kuturantojen parantamiseen. Suunnitelmassa esitetään, että tulee harkita väylien niittoa kasvustojen sisään hauen kutuolosuhteiden parantamiseksi.

Taulukko 2. Sisäisen kuormituksen vähentämiseen liittyvät toimenpide-ehdotukset ja niiden toteuttajat (.. = toteuttajaa ei mainittu).

Suunniteltu toimenpide	**Toteuttaja**	**Suunniteltu toteutusaika**	**Huomautus**
Hapetus	Espoon kaupunki		Tarvittaessa hapetusta voidaan harkita, esim. Mixox-hapettimella
Sedimentin pöyhintä	..		Pöyhintää voidaan harkita
Hoitokalastus	Paikalliset kalastajat, osakaskunnat ja viranomaiset	Toteutetaan vuosina 2000-2003	
Kasvillisuuden poisto	Paikalliset asukasyhdistykset ja osakaskunnat		

[16] Niinimäki (2000)

Virkistyskäyttöedellytysten parantaminen

Vesiensuojelusuunnitelman mukaan Pitkäjärven virkistyskäytölle asetetuista tavoitteista, toivomuksista ja ehdotuksista tulee tehdä toimintaohjeita Pitkäjärven-Lippajärven virkistyskäytön hoito- ja käyttösuunnitelmaan, joka tulisi laatia vuoden 2000 aikana. Kyseisen suunnitelman sisällöstä ei tai tavoitteista ei anneta suosituksia tai ohjeita, eikä sen tekijästä tehdä ehdotusta.

Keskeisiä toimenpiteitä suunnitelmassa ovat tiedotus ja yhteistyö eri sidosryhmien kanssa. Esitteiden teko, tiedotustilaisuuksien järjestäminen, ympäristökasvatusprojekti ja ympäristöaiheinen näyttely nostetaan suunnitelman toimenpidesuosituksissa esille.

Taulukko 3. Virkistyskäyttöarvon lisäämiseen liittyvät toimenpide-ehdotukset ja niiden toteuttajat (.. = toteuttajaa ei mainittu).

Suunniteltu toimenpide	Toteuttaja	Suunniteltu toteutusaika	Huomautus
Pitkäjärven-Lippajärven virkistyskäytön hoito- ja käyttösuunnitelma	..	2000	
Tiedotus, tiedotteet ja yleisötilaisuudet	Espoon kaupunki	1999- (jatkuva)	
Ympäristökasvatushanke	Paikalliset koulut		

3.2.2. Seuranta ja selvitykset

Pitkäjärvestä on käytössä useita eri veden laatuun, kuormitukseen ja kalastoon sekä kasvillisuuteen liittyviä selvityksiä, ja järveä koskevat kunnostussuunnitelmat sisältävät laajan ja kattavan seuranta- ja selvitysohjelman, joten perustietoja järven tilasta on käyttävissä.

Suunnitelmissa esitetään hajakuormituksen seuraamista kymmenessä eri Pitkäjärveen laskevassa purossa. Seurannan tarkoituksena on paikallistaa kuormituslähteitä ja tarkkailla pieneneekö hajakuormitus valuma-alueella sekä kerätä aineistoa ainetaselaskelmia varten.

Järven vedenlaadun seurantaa varten suositellaan otettavan useita kertoja vuodessa vesinäytteitä. Tärkeitä seurattavia muuttujia ovat ravinnepitoisuudet ja happipitoisuus. Sedimenttinäytteiden oton, jonka tuli tapahtua vuonna 1998, avulla oli tarkoitus selvittää sedimentaatiota, sedimenttiin tulevan fosforimäärää ja sisäisen kuormituksen määrää.

Teho- tai hoitokalastuksen vaikutuksia on seurattu koekalastusten ja saalisnäytteiden sekä pyyntikirjanpidon perusteella. Tehokalastuksen seurantaan liittyi myös suunniteltu kasvi- ja eläinplanktonseuranta, joka oli tarkoitus aloittaa kesällä 1998.

3.3. Pitkäjärven tilan kehitys

3.3.1 Veden laadun kehitys

Pitkäjärvi on rehevä, normaalisateisina vuosina lievästi ruskeavetinen järvi, jonka kiintoaine- ja sameusarvot ovat useimmiten varsin korkeita. Suuret ravinnepitoisuudet pitävät yllä voimakasta planktonlevätuotantoa, jota korkea a-klorofyllipitoisuus ilmentää. Sinileväkukinnat ovat olleet tavallinen ilmiö.

Pitkäjärvi kerrostuu luonnostaan heikosti kesäaikana. Siitä huolimatta lämpimimpinä jaksoina vesi on kerrostunut sen verran, että alusveden happitilanne on ollut ajoittain huono. Päällysvedessä taas on ollut hapen ylikyllästystä johtuen suuresta levätuotannosta. Samasta syystä päällysveden pH-arvo saattaa nousta selvästi kesäaikana.

Veden laadun kehitystä on tarkasteltu jaksolla 1999–2005, koska kunnostuksen tavoitteita asetettaessa vertailukohdaksi on otettu vuosien 1999–2000 tilanne. Talviaikainen alusveden happitilanne on parantunut sikäli, että happipitoisuus säilyy nyt kohtuullisena pidempään talveen. Alusveden hapen kyllästysaste esimerkiksi vuonna 1999, ja usein aiemminkin, oli hyvin pieni jo helmikuussa. Lopputalvella happipitoisuus painuu edelleen varsin alas, vaikka täydellistä happikatoa ei ole tarkastelujaksolla esiintynyt (liite 1). Kevättalvella 2005 järvien happitilanne oli yleisesti tavallista heikompi edellisen kesän suurten huuhtoumien jäljiltä.

Kesäaikainen happitilanne on kohentunut talviaikaista selvemmin, sillä hapen kyllästysaste on pohjan lähelläkin pysynyt yli 40 prosentissa. 1990-luvulla happi loppui kokonaan tai lähes kokonaan pohjan tuntumasta useana vuonna kesän kerrostusjaksoilla. Samalla pohjalietteestä alkoi liueta sinne varastoitunutta fosforia, joka kerrostuksen purkautuessa sekoittui koko vesimassaan ja lisäsi leväkukintojen riskiä. Päällysveden ja alusveden välinen fosforipitoisuuksien ero on pienentynyt 2000-luvulla, kun pohjasta liukenevan fosforin määrä on vähentynyt.

Päällysveden kokonaisfosfori- ja typpipitoisuuden taso ei ole kuitenkaan muuttunut jaksolla 1999–2005. Ravinnepitoisuudet, erityisesti fosforipitoisuus, ovat edelleen rehevälle järvelle ominaisia. Myöskään klorofyllipitoisuudella ei ole nähtävissä muutossuuntaa. Klorofyllipitoisuus on vaihdellut melkoisesti kasvukausien aikana. Jaksolla 1999-2005 pienin pitoisuus 2,3 µg/l mitattiin elokuun 2005 puolivälissä ja suurin 53 µg/l elokuun 2003 lopussa.

Pitkäjärven levätuotantoa säätelevä ravinne, minimiravinne, näyttää vaihtelevan olosuhteista riippuen. Vuosina 2000, 2002 ja 2003 nitraattityppi kulutettiin käytännössä loppuun jo kesän alussa. Ammoniumtyppeä oli päällysvedessä melko runsaasti kesällä 2002, mutta kesällä 2000 ja 2003 kohtalaisen vähän. Liukoista fosforia taas oli näinä kesinä ajoittain varsin suurinakin pitoisuuksina. Vuonna 2004 nitraattityppeä oli päällysvedessä melko runsaasti koko kesän; liukoista fosforia ei tällöin mitattu. Vuosina 2001 ja 2005 minimiravinnetilanne vaihteli kesän mittaan (liite 2).

Veden näkösyvyys riippuu väristä (humuksesta), savisameudesta sekä planktonlevien määrästä. Pitkäjärven veden väri on yleensä lievästi ruskea, joten näkösyvyyttä säätelevät sameus sekä levien määrä. Pitkäjärven näkösyvyys on yleensä alle metrin luokkaa, eikä kasvukauden aikainen näkösyvyys ole kasvanut tarkastelujaksolla 1999–2005.

3.3.2 Plankton

Pitkäjärven kasviplanktonlajisto ja -biomassa on tutkittu vuosina 2002 ja 2003 5-7 kertaa kolmelta havaintopaikalta sekä vuonna 2005 kerran kahdelta havaintopaikalta. Kasviplanktonin biomassa oli yleisesti ottaen suuri, vaikka vaihtelu havaintokertojen ja –paikkojenkin välillä oli melkoista (kuva 3). Sekä lajisto että biomassa ilmensivät selkeää rehevyyttä.

Kiintoisinta on kuitenkin lajiston ja minimiravinnetilanteen välinen suhde eri vuosina. Vuoden 2003 syyskesällä, jolloin minimiravinne oli typpi, sinilevät runsastuivat voimakkaasti. Vuonna 2002, jolloin typpeä oli vedessä kohtuullisesti, valtaosan biomassasta muodostivat muut kuin sinilevät. Lyhyen tarkastelujakson ja vuoden 2005 vähäisen näytemäärän vuoksi kasviplanktonin biomassan ja lajiston kehityssuunnasta ei voida tehdä johtopäätöksiä.

Vuoden 2000 eläinplanktontutkimuksen mukaan Pitkäjärven vesikirput olivat melko pienikokoisia, mikä viittaa voimakkaaseen kalapredaatioon[17]. Eri lajien yksilötiheydet eivät kuitenkaan tutkimuksen mukaan kerro voimakkaasta rehevöitymisestä. Pitkäjärven lajistoon kuului myös joitakin oligotrofiaa indikoivia lajeja, tosin harvalukuisina.

[17] Sohlber (2000)

3.3.3. Pitkäjärven sedimenttitutkimus

Pitkäjärveltä tehtiin sen kunnostussuunnitelmaan liittyvä sedimenttitutkimus vuonna 1999[18]. Tuloksissa todettiin, että 0-8 cm:n paksuudelta sedimentti oli täysin hapettunutta, ja 8-20 cm:n kerrostumissa oli ohuita sulfidijuovia. Yleisesti ottaen sedimentti oli terveen näköistä. Vuonna 1974 toteutetussa tutkimuksessa[19] mustaa rautasulfidia esiintyi 1.6-7.2 cm:n syvyydellä ja rikkivedyn haju tuntui 10.8 cm:n syvyydelle saakka. Sedimentin tila oli siis kohentunut 25 vuoden aikana.

Sedimentistä analysoitiin kokonaisfosfori, kadmium, kupari, lyijy, sinkki ja elohopea. Sedimentin keskimääräiseksi fosforiarvoksi saatiin vuonna 1999 noin 1.2 mg P/g, kun arvo oli vuonna 1974 noin 1.1 mg P/g. Koska fosforin fraktiointia ei tehty, käytettävissä ei ole arviota esimerkiksi helppoliukoisen fosforin määrästä kerrostumissa. Raskasmetallien analyysitulokset olivat tasolla, jonka ei suosituksissa katsota olevan ympäristölle haitallista.

3.3.4. Kalayhteisö ja sen muutokset

Kalastoselvitysten[20] mukaan Pitkäjärven kalasto kuvastaa hyvin järven rehevyyttä. Särkikalakannat ovat tiheitä. Särkikalojen osuus vuonna 1997 tehdyssä koekalastuksessa oli saaliin massasta 63 prosenttia ja yksilömäärästä 72 prosenttia. Selvityksen johtopäätöksissä sanotaan, että petokaloja on liian vähän, jotta ne pystyisivät säätelemään särkikalakantoja. Tiheän särkikalakannan arvioidaan olevan osaksi syynä järven rehevöitymiseen.

Pitkäjärven kalayhteisön mahdollista muutosta on seurattu koekalastuksilla vuosina 1999[21] ja 2002[22]. Vuonna 1999 verkkoöitä (pyydysvuorokausia) oli yhteensä 30 ja vuonna 2002 kymmenen. Koekalastustulosten mukaan särkikalojen yksikkösaalis on kasvanut, ja varsinkin särkikalojen massa suhteessa pyyntiponnistukseen on suurentunut merkittävästi (taulukko 4). Tämä osoittaa, että särkikalakanta ei ole heikentynyt. Ahvenkalojen (ahven, kiiski ja kuha) kanta on voimistunut selvästi. Tulosten mukaan erityisesti ahvenkanta on ainakin kaksinkertaistanut seuranta-aikana. Samoin petokalakanta on suurentunut.

[18] Kala- ja Vesitutkimus Oy (2000)
[19] Sandman (1974)
[20] mm. Savola (1997)
[21] Ylönen (2000)
[22] Niinimäki (2002)

Taulukko 4. Koekalastustulokset vuosina 1999 ja 2002.

Lajiryhmä	Massa (%)		Yksikkösaalis (g/pyyd.vrk)		Yksilömäärä (%)		Yksikkösaalis (kpl/pyyd.vrk)	
	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002
Ahvenkalat	26,5	37,3	969	2057	45,0	66,4	124	350
Särkikalat	59,8	62,3	2186	3406	51,5	33,6	141	177
Petokalat	12,6	19,5	461	1063	1,9	2,8	5	15

Pitkäjärven virkistys- ja kotitarvekalastajien kalasaaliissa herättää huomiota suuri petokalasaalis. Vuonna 1999 kuha- ja haukisaalis oli yhteensä noin 9 kiloa hehtaaria kohti. Etenkin kuhasaalis on suuri. Ilmeisesti Pitkäjärven petokalakantoihin kohdistuu kova pyyntipaine, mikä vaikuttaa kannan ikä- ja kokorakenteeseen.

3.3.4. Pitkäjärven kasvillisuustutkimukset

Pitkäjärvestä on tehty kasvillisuusselvitys vuonna 1997[23], jossa on verrattu tuloksia edellisen, vuodelta 1961 peräisin oleviin tuloksiin. Järvikorte ja järvikaisla olivat selvästi vähentyneet ja kasvustot kaventuneet. Ulpukka ja viiltosara olivat yleistyneet rajusti. Rehevöitymisen lisääntymistä ilmensivät ristilimaskan ja karvalehden ilmestyminen järveen. Karvalehden kasvustot ovat laajoja erityisesti Järvenperän lahdessa. Uutena lajina todettiin hentovita, joka on rehevyyden ilmentäjä. Karujen vesien lahnaruoho, konnanulpukka, isovesitähti ja rimpivesiherne olivat taantuneet. Järvi kuuluu Typha-Alisma –tyyppiin.

Järvessä on toteutettu joitakin ruovikon niittoja, mutta muuta kasvillisuuden poistoa ei ole tehty. Tämä lieneekin järkevää niin kauan kunnes valuma-alueelta peräisin olevaa ravinnekuormaa on saatu olennaisesti pienennettyä. Ranta- ja vesikasvillisuus toimii nimittäin tehokkaana valunnan tuomien ravinteiden suodattajana[24], ja mikäli kasvillisuutta poistetaan harkitsemattomasti, jää rannoilta peräisin oleva ravinnelisä levien käyttöön lisäten levien määrää, veden sameutta ja leväkukintojen mahdollisuutta.

[23] Barkman (1999)
[24] Kääriäinen & Rajaka (2005)

4. Lippajärvi

4.1. Hankkeiden tausta ja tavoitteet

Lippajärvi kuuluu Espoonjoen vesistöalueeseen ja sen vedet laskevat Pitkäjärveen. Järveen laskee kolme puroa 6,7 km^2 laajalta valuma-alueelta. Lippajärven pinta-ala on 57 hehtaaria, ja se on matala järvi: sen suurin syvyys on vain 4,5 metriä ja keskisyvyys on 2,3 metriä. Järven veden korkeutta on säännöstelty vuodesta 1972 lähtien.

Lippajärvi on veden laadultaan varsin samankaltainen kuin Pitkäjärvi, mutta veden väri on hieman vaaleampi, eli vedessä on vähemmän humusta. Järvi on rehevä ravinne- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella tarkasteltuna. Lippajärveen on aikoinaan johdettu asumajätevesiä, minkä jäljiltä pohjasedimentissä on edelleen runsaasti happea kuluttavaa ainesta. Sinileväongelmat ovat tavallisia Lippajärvessäkin.

Vuonna 1999 julkaistussa kunnostussuunnitelmassa on järven kunnostukselle asetettu neljä tavoitetta ja niille tulosmittarit. Ne ovat olleet samat kuin Pitkäjärvellä. Tavoitteet ovat seuraavat:

Tavoite	**Tulosmittari**
Vesistöjen käyttökelpoisuus kohoaa vähintään yhden luokan ylöspäin: Espoonjoen vesistöalueella välttävästä tyydyttäväksi vuoteen 2010 mennessä.	Veden laatumittauksissa tunnukset osoittavat tilanteen olennaisesti muuttuneen vuoden 1999–2000 tasosta.
Ravinnekuormitus vähenee, kalasto elpyy ja sen rakenne tasapainottuu ja sinileväkukinnat vähenevät vähitellen järvillä	Veden laatumittauksissa tunnukset osoittavat tilanteen olennaisesti muuttuneen vuoden 1999–2000 tasosta Asukkaat toteavat leväkukintojen vähentyneen. Virkistyskalastajien saaliit parantuvat ja monipuolistuvat, kun kalasto elpyy.
Järvien happitilanne parantuu olennaisesti nykyisestä niin, ettei esimerkiksi loppukesäisiä ja talvisia happikatoja tapahdu	Sedimenttitutkimuksissa todetaan, että sedimentin pinta pysyy hapellisena Pohjan läheisten vesikerrosten happikyllästysaste nousee olennaisesti ja pysyy hyvänä läpi kesän.
Näkösyvyys järvillä parantuu olennaisesti nykyisestä	Asukkaat toteavat näkösyvyyden kasvun järvillä.

4.2. Suunnitellut ja tehdyt toimenpiteet

4.2.1. Kunnostustoimet

Lippajärveä on kunnostettu jo 1970-luvun alussa, jolloin usean vuoden ajan järven alusvettä juoksutettiin pois tavoitteena parantaa alusveden happitilannetta. Juoksutuksen ansiosta kevättalviset happipitoisuudet kohosivat. Järven hapetus hapettimella aloitettiin vuonna 1984. Hoitokalastusta, jonka tavoitteena on ollut särkikalakantojen harventaminen, on tehty vuosina 1994-1997.

Ensimmäinen varsinainen kunnostussuunnitelma valmistui vuonna 1986[25]. Siinä kunnostamisen tavoitteeksi asetettiin Lippajärven käyttökelpoisuusluokan nostaminen välttävästä tyydyttäväksi. Kunnostustoimiksi suunnitelmassa esitetään viemäröinnin parantamista, hulevesien maahanimeytyksen parantamista, kaislakasvustojen rakentamista järveen laskeviin puroihin ja yläpuolisen Gallträskin kunnostamista. Vuonna 1999 tehty kunnostussuunnitelma[26] perustuu tähän vanhaan suunnitelmaan.

Lippajärven kunnostustoimet voidaan jakaa kahteen osaan: järven ulkoisen kuormituksen vähentämiseen ja järven sisäiseen kuormitukseen liittyviin toimiin. Lisäksi suunnitelmat sisältävät tiedotukseen ja järvien virkistyskäyttöön liittyviä toimenpidesuosituksia. Järvien kunnostus- ja vesiensuojelusuunnitelmassa esitetään Pitkäjärveä ja Lippajärveä koskevan virkistyskäytön hoito- ja käyttösuunnitelman laadintaa.

Ulkoinen kuormitus

Suunnitelmassa korostetaan ulkoisen kuormituksen vähentämisen merkitystä, jotta järvessä tehtävillä kunnostustoimilla saavutettaisiin pysyviä vaikutuksia. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi esitetään tiedotusta ja neuvontaa viemäröintijärjestelmien kunnostamiseksi, hulevesikuormituksen selvittämistä ja mahdollista vähentämistä sekä yläpuolisen Gallträskin kunnostusta.

Noin 20 vuotta sitten tehdyssä selvityksessä hulevesien osuus kuormituksesta oli 35 prosenttia, viemäröimättömän asutuksen 20 prosenttia ja yläpuolisesta Gallträskistä tuleva kuormitus oli 10 prosenttia. Hulevesien vähentämistä pidettiinkin suunnitelmassa tärkeänä toimena.

[25] Rantala (1986)
[26] LT-Tekniikka (1999)

Taulukko 5. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen liittyvät toimenpide-ehdotukset ja niiden toteuttajat.

Suunniteltu toimenpide	Toteuttaja	Suunniteltu toteutusaika	Huomautus
Kiinteistöjen jätevesien käsittelyn tehostaminen	Kiinteistöt	1999 – (jatkuva)	Keinoina pienpuhdistamojen tarkistukset, neuvonta ja tiedotus
Hulevesien vähentäminen	Kaupunki		Viemäröinnin parantaminen
Gallträskin kunnostus			Järven ruoppaus

Sisäinen kuormitus

Lippajärven rehevyyden osittaisena syynä pidetään sedimentistä liukenevia ravinteita ja tiheitä särkikalakantoja[27]. Suunnitelmassa esitetään sisäisen kuormituksen pienentämiseksi sedimentin tehohapetusta ja hoitokalastusta. Hoitokalastuksen tulosten vahvistamiseksi Lippajärveen oli tarkoitus tehdä petokalasistutuksia.

Taulukko 6. Sisäisen kuormituksen vähentämiseen liittyvät toimenpide-ehdotukset ja niiden toteuttajat.

Suunniteltu toimenpide	Toteuttaja	Suunniteltu toteutusaika	Huomautus
Sedimentin hapetus			
Hoitokalastus	Espoon kaupunki ja järven osakaskunnat	2001–2004	

Teho- tai hoitokalastusta on Lippajärvellä toteutettu vuosina 2001–2004 varsin onnistuneesti. Tehokalastuksen saalistavoitteeksi oli asetettu vuodessa 83 kiloa hehtaaria kohti. Kolmen vuoden aikana saalistavoite oli 250 kiloa hehtaaria kohti, mistä särkikalojen osuus oli noin 80 prosenttia. Vuosina 2001 ja 2003 saalistavoite saavutettiin. Ensimmäisenä tehokalastusvuonna saalis oli hyvä ja se vahvisti käsitystä järven tiheästä särkikalakannasta. Vuonna 2002 kalastus epäonnistui täysin ja saalis jäi olemattomaksi. Vuonna 2004 saalis jäi melko pieneksi, minkä arveltiin johtuneen joko särkikalojen vähäisestä määrästä eli tehokalastuksen onnistumisesta tai väärästä nuottausajankohdasta.

[27] Valjus (2000)

Taulukko 7. Lippajärven tehokalastussaaliit (kg/ha).

Vuosi	Saalis (kg/ha)
2001	164,0
2002	5,4
2003	133,4
2004	21,8

Tehokalastuksen kustannuksiksi arvioitiin 7400 euroa vuonna 2002. Jos kustannukset pysyivät arvioidun suuruisina joka vuosi, kustannukset olivat yhteensä noin 30000 euroa eli noin 0,60 euroa kiloa kohti.

Virkistyskäyttöedellytysten parantaminen

Vesiensuojelusuunnitelman mukaan Lippajärven virkistyskäytölle asetetuista tavoitteista, toivomuksista ja ehdotuksista tulee tehdä toimintaohjeita Pitkäjärven-Lippajärven virkistyskäytön hoito- ja käyttösuunnitelmaan, joka tulisi laatia vuoden 2000 aikana. Tämän suunnitelman sisällöstä tai tavoitteista ei anneta suosituksia tai ohjeita, eikä sen tekijästä tehdä ehdotusta.

Lippajärven kunnostussuunnitelmassa keskeisiä toimenpiteitä ovat tiedotus ja yhteistyö eri sidosryhmien kanssa. Esitteiden teko, tiedotustilaisuuksien järjestäminen, ympäristökasvatusprojekti ja ympäristöaiheinen näyttely nostetaan suunnitelman toimenpidesuosituksissa esille.

Taulukko 8. Virkistyskäyttöarvon lisäämiseen liittyvät toimenpide-ehdotukset ja niiden toteuttajat (.. = toteuttajaa ei mainittu).

Suunniteltu toimenpide	Toteuttaja	Suunniteltu toteutusaika	Huomautus
Pitkäjärven-Lippajärven virkistyskäytön hoito- ja käyttösuunnitelma		2000	
Tiedotus, tiedotteet ja yleisötilaisuudet		1999- (jatkuva)	
Ympäristökasvatushanke	Paikalliset koulut		

4.2.2. Seuranta ja selvitykset

Lippajärven tilaa on seurattu melko tarkasti, ja veden laatu- ja järven kuormitustietoja on olemassa runsaasti. Veden laatutietoja on kerätty systemaattisesti 1960-luvulta alkaen, joten toimenpiteiden vaikutusten arvioimiseksi on olemassa perustietoja. Suunnitelmissa ei kuitenkaan käy ilmi, kuinka toimenpiteiden vaikutuksia olisi tarkoitus seurata.

Tehokalastuksen onnistumista on seurattu koekalastusten avulla. Lisäksi tehokalastussaaliista on otettu kalanäytteitä. Perustiedot järven kalastosta ovat hyvät.

4.3. Lippajärven tilan kehitys

4.3.1 Veden laadun kehitys

Lippajärvi on ennen viemäri- ja vesienpuhdistusjärjestelmän rakentamista rehevöitynyt pahoin lähinnä asutuksen jätevesien vaikutuksesta. 1960-luvun puolivälissä suurin osa asutuksesta liitettiin viemäröintijärjestelmään ja 1970-luvulta alkaen järveä on alettu kunnostaa. Rehevyydestä johtuvat haitat ovat siitä huolimatta edelleen ilmeisiä. Lippajärven keskeinen ongelma on kuormittunut pohjasedimentti. Sedimentin suuri hapenkulutus aiheuttaa happivajeita kerrostuneisuuskausina sekä talvella että kesällä. Mataluutensa vuoksi Lippajärvi ei kerrostu pysyvästi kesäisin, vaan tuulet sekoittavat vesimassan jopa useita kertoja kesän aikana. Lyhyinäkin kerrostuneisuuskausina alusveden happipitoisuus nopeasti heikkenee nopeuttaen fosforin liukenemista sedimentistä. Tuulisilla jaksoilla vesimassa sekoittuu ja sedimentistä vapautuneet ravinteet päätyvät tuottavaan vesikerrokseen edesauttaen leväkukintojen syntymistä[28].

Lippajärveä on hapetettu kesästä 2001 alkaen Mixox-hapetuskierrätysmenetelmällä. Lippajärven kesäinen happitilanne on parantunut vuosina 2001–2005 aiempina vuosina vallinneeseen tilanteeseen verrattuna. Alusveden hapenkyllästysaste on pysynyt yli 40 prosentissa, kun se esimerkiksi vuosina 1999–2000 laski ajoittain lähelle nollaa. Talviaikainen happitilanne on samoin hieman parantunut, vaikka pohjan lähellä pitoisuudet ovat lopputalvella edelleen varsin pieniä.

Lippajärven ravinnetasoissa ei ole havaittavissa muutossuuntaa tarkastelujaksolla 1999–2005. Pintaveden fosforipitoisuus on vaihdellut noin 30–130 µg/l ja typpipitoisuus 400–1700 µg/l. Klorofyllipitoisuuden huippuarvot ovat jossain määrin taittuneet viime vuosina, vaikka elokuun alussa 2005 mitattiinkin erittäin korkea pitoisuus. Klorofyllipitoisuudella on ollut tapana kasvaa loppukesää kohti, mikä viittaa sisäisen kuormituksen merkittävään osuuteen rehevyystason säätelijänä. pH-arvo saattaa nousta voimakkaan tuotannon seurauksena sellaiselle tasolle, että fosforia alkaa liueta sedimentistä, mikä osaltaan voimistaa sisäistä kuormitusta.

Lippajärven näkösyvyys on vuonna 2004 ja vielä alkukesällä 2005 kasvanut jonkin verran aiempiin arvoihin verrattuna. Muutos liittynee klorofyllipitoisuuksien pienentymiseen. Elokuussa 2005 näkösyvyys oli kuitenkin suuren levämassan vuoksi hyvin pieni.

[28] Heitto & Saarijärvi (2005b)

Lippajärven liukoisen typen pitoisuudet ovat kasvukaudella lyhyttä kevätjaksoa lukuun ottamatta hyvin pieniä. Lippajärvellä typpi on selkeästi levien tuotantoa rajoittava tekijä, kun Pitkäjärvellä minimitekijä vaihtelee vuodesta ja kasvukauden ajasta toiseen. Fosfori tulee ajoittain typen ohella rajoittavaksi tekijäksi, kuten vuonna 2001 ja 2004. Olosuhteet sinileväkukinnoille ovat otolliset.

4.3.2 Plankton

Lippajärveltä on tehty kasviplanktonanalyyseja vuosina 2002 ja 2003 seitsemän kertaa ja vuonna 2005 kerran. Biomassa oli jatkuvasti suuri ja ilmensi huomattavaa rehevyyttä. Elokuussa 2002 ja 2005 sinilevät runsastuivat voimakkaasti. Liukoista typpeä oli silloin pintavedessä hyvin vähän.

Vuoden 2000 eläinplanktontutkimuksessa todettiin, että Lippajärven Daphnia-vesikirppujen koko oli hieman suurempi ja yksilömäärä huomattavasti suurempi kuin Pitkäjärvessä. Siitä huolimatta Lippajärvessäkin kalojen aiheuttaman predaatiopaineen katsottiin olevan varsin voimakas[29]. Lippajärven eläinplanktonlajisto viittasi suurempaan rehevyystasoon kuin Pitkäjärven, ja Lippajärven rataseläin- ja vesikirpputiheydet olivat ajoittain rehevöityneiden järvien varsin korkeaa tasoa.

4.3.3. Lippajärven sedimenttitutkimus

Tutkimus toteutettiin vuonna 2001[30] ja sen tarkoituksena oli selvittää altaan sedimentaationopeutta ja rehevöitymishistorian kehitystä. Keinoina olivat nokihiukkasajoitus, sedimentin orgaanisen aineksen ja vesipitoisuuden analysointi, sedimentin fosforin fraktiointi ja pigmenttianalyysi. Sedimentistä mitattiin lisäksi hapetus-pelkistyskyky.

Tulosten mukaan sedimentistä erotettiin kolme vyöhykettä: 0-8 cm, 8-23 cm ja 23-40 cm. Ylin kerros oli voimakkaasti sulfidiraitojen värjäämää, voimakkaan metaanikäymisen häiritsemää järviliejua. Seuraavissa kerrostumissa oli edelleen sulfidiraitoja, mutta kaasukäymisen merkit vähenivät syvyyden lisääntyessä ja loppuivat 23 cm:n syvyydellä. 23-40 cm:n syvyydessä lieju oli homogeenista eikä sulfidiraitoja esiintynyt.

Redox-potentiaali ilmensi kauttaaltaan oloja, joissa suuri osa raudasta esiintyy veteen liukenevina ferroyhdisteinä. Ferroraudan mukana veteen pääsee liuke-

[29] Sohlber (2000)
[30] Valpola (2001)

nemaan myös sedimentin rautaoksideihin sitoutunut fosfori. Myös kaasujen, kuten metaanin, muodostuminen on mahdollista näissä oloissa. Sedimentaationopeudeksi saatiin korkea, noin 0,5 cm vuodessa, mikä ilmentää voimakasta ympäristöstä ja järven sisäisestä kierrosta peräisin olevaan kuormitusta.

Sedimentin fosforifraktiointi kertoi, että pintakerrostumissa fosfori on sitoutuneena orgaaniseen ainekseen ja sen sitoutuminen muihin fraktioihin on vaikeutunut. Tämä johtuu huonontuneista hapetus-pelkistysoloista. Kehitys on johtanut sisäkuormitukseen, jonka mekanismeina järvessä ovat bio- ja kaasuturbaatio sekä sedimentin pinnan hapettomuus ja heikot redox-olosuhteet. Helppoliukoisen fosforin osuus sedimentissä on alhainen kautta koko sarjan, mikä on tyypillistä korkean tuotannon järvissä.

Pigmenttianalyysin mukaan sekä klorofyllien että karotenoidien määrät nousevat reheville järville tyypillisiksi 25–20 cm:n syvyydellä eli samalla syvyydellä, missä sisäisen kuormituksen prosessit ovat alkaneet toimia.

Järven rehevöitymiskehitys on voimistunut kaikkien analysoitujen parametrien valossa 1960-luvulta alkaen, ja on ainakin osittain ollut sisäkuormituksen kiihdyttämää. Ulkoinen kuormitus, voimakas tuotanto ja hapettomat ja redox-tasoltaan sisäkuormitusta suosivat olot ovat johtaneet tilaan, jossa vapaan fosforin kierto on nopeaa. Ylin 10 cm sedimentistä on jatkuvassa dynaamisessa tilassa. Tilanteen muuttamisen ehdoton edellytys on ulkoisen kuormituksen vähentäminen.

4.3.4. Kalayhteisö ja sen muutokset

Lippajärven kalayhteisön valtalajeja ovat särkikalat. Koekalastuksen[31] mukaan särkien osuus kalastosta oli yli 80 prosenttia. Todellisuudessa särkien osuus on suurempi, koska ahvenkalat jäävät koekalastusverkkoihin helpommin kuin särkikalat. Kalasto osoittaa, että järvi on rehevä ja soveltuu hyvin särkikalojen elinympäristöksi.

Lippajärven kalaston kehitystä on seurattu koekalastusten avulla vuosina 1999 ja 2002. Molempien vuosien saaliissa kiinnittyy huomio hyvän särkisaaliin lisäksi hyviin kuha- ja toutainsaaliisiin. Molemmat kalalajit viihtyvät heikosta veden laadusta huolimatta Lippajärvessä. Vuonna 2002 tehdyn koekalastuksen mukaan särkikalojen osuus kalastosta oli pienentynyt. Varsinkin särjen osuus kalastossa oli pienentynyt yli puoleen verrattuna vuoden 1999 tilanteeseen. Mutta yksikkösaaliissa ei ollut tapahtunut muutosta, vaan jopa särkikalojen osuus saaliin massassa oli hieman kasvanut. Tämä osoittaa, että särkikalakanta ei ole heikentynyt. Särjen yksikkösaalis oli tosin pienentynyt.

[31] Ylönen (1999)

Taulukko 9. Lippajärven koekalastustulokset vuosina 1999 ja 2002.

Lajiryhmä	Massa (%)		Yksikkösaalis (g/pyyd.vrk)		Yksilömäärä (%)		Yksikkösaalis (kpl/pyyd.vrk)	
	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002
Ahvenkalat	5,6	31,1	243	1980	13,0	56,6	22,7	195
Särkikalat	81,5	65,1	3437	4144	85,8	43,3	149,3	148
Petokalat	11,5	23,4	482	1840	0,9	1,7	1,7	6

4.3.5 Lippajärven kasvillisuus

Järvestä ei ole tehty kasvillisuustutkimuksia, mutta siihen pätevät samat tosiasiat kuin Pitkäjärveenkin. Kasvillisuutta ei kannata manipuloida ennen kuin ulkoinen ravinnekuormitus saadaan vähenemään. Leville tarjolla olevan fosforimäärän kasvun lisäksi kasvillisuuden poiston riskeinä voidaan mainita myös suotuisien kasvupaikkojen luominen tulokaslajeille, esimerkiksi karvalehdelle ja vesirutolle, jotka voivat lisääntyä räjähdysmäisesti vapaata kasvutilaa saatuaan.

5. Toimenpiteiden vaikuttavuus

5.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Tähän mennessä kunnostustoimissa on keskitytty lähinnä sisäisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin, hapetuskierrätykseen ja hoitokalastukseen. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen tiheästi asutulla alueella, jossa hajakuormitus on ollut jo pitkään voimakasta ja pistekuormitus on jo kauan sitten saatu kuriin, vaatii pitkäjänteistä toimintaa, eikä tuloksia pidä odottaa muutaman vuoden sisällä. Siitä huolimatta ulkoisen kuormituksen, erityisesti fosforikuormituksen vähentäminen on ensiarvoisen tärkeää järvien tilan parantamiseksi. Ilman ulkoisen kuorman pienentämistä muutkaan kunnostustoimet eivät tule tuottamaan pysyviä tuloksia**. Pitkäjärven ja Lippajärven ulkoisen kuormituksen vähentämistä on vielä jatkettava.**

5.2. Hapetuksen vaikutukset veden laatuun

Hapetuskierrätyksen vaikutukset Pitkäjärvessä ja Lippajärvessä ovat lupaavia kesäaikaisen happitilanteen kohennettua selvästi ja fosforipitoisuuksien pienennyttyä pohjan lähellä. Lippajärvessä klorofyllipitoisuuden ja näkösyvyyden osoittama tuottavuuden taso on vuosina 2003 ja 2004 jonkin verran pienentynyt, mikä johtuu ainakin osittain sisäisen kuormituksen pienenemisestä. Kokemus muista vastaavantyyppisistä järvistä osoittaa, että kuormittuneen sedimentin hapenkulutuspotentiaalin pienentäminen kestää jopa vuosikymmeniä, varsinkin kun uutta hajotettavaa ainesta syntyy järvessä ylimäärin joka kasvukausi. Tässä on avainasemassa ulkoisen kuormituksen pienentäminen.

Hapetuskierrätyksen positiiviset vaikutukset eivät tässä vaiheessa kunnostusta ole pysyviä, mikäli hapetus lopetetaan, vaan hapetusta on jatkettava edelleen vähintäänkin useita vuosia. Jos hapetusta ei olisi tehty, happitilanne olisi edelleen yhtä huono kuin ennen sen aloittamista, eikä sisäinen kuormitus olisi tältä osin lainkaan vähentynyt.

5.2.Tehokalastus ja sen vaikutus vesiekosysteemiin

Pitkäjärvellä tehokalastussaaliit jäivät kauaksi tavoitteista. Tehokalastus osoittautui oletettua vaikeammaksi ja saaliit olivat pieniä pyyntikertaa kohti. **Tehokalastuksen vaikutus Pitkäjärven kalayhteisön rakenteeseen on koekalastusten mukaan ollut vähäinen tai sitä ei ole ollut käytännössä lainkaan**. **Veden laatuun hoitokalastuksella ei ole ollut vaikutuksia**.

Särkien keskikoko on pienentynyt, mikä on saattanut johtua siitä, että isot särjet on kalastettu pois. Särjet pystyvät nopeasti kompensoimaan suotuisissa oloissa kuten Pitkäjärvellä nopealla kasvulla ja tehokkaalla lisääntymisellä järvestä kalastetun biomassan. Tehokkaan lisääntymisen vuoksi isoja särkikaloja ei kannata palauttaa järveen, koska muutamassa vuodessa särkikalakanta palautuu entiselleen. Ahventen keskikoko pienentyi lähes puoleen tehokalastuksen aikana ja niiden määrä moninkertaistui. Näyttää siltä, että ahven hyötyi tehokalastuksesta ja järveen syntyi runsas vuosiluokka kesällä 2000 tai 2001.

Kalastuksessa käytettiin pääasiassa rysiä. Lisäksi kalastuksessa käytettiin katiskoja, joiden merkitys tehokalastuksessa jäi vähäiseksi. Rysiin päädyttiin siksi, että Vanhankartanon kalastuskunta oli sellaisia valmistanut, hoitokalastusta harjoittavalla kalastajalla oli käytössään tehokalastukseen soveltuvia rysiä ja järvessä ei havaittu särkikalojen parveutumista, mikä olisi tehnyt nuottauksesta käyttökelpoisen pyyntimuodon.

Virkistys- ja kotitarvekalastuksella ja kalaistutuksilla on vaikutusta Pitkäjärven kalayhteisöön. Kalastus kohdistuu petokaloihin, pääasiassa kuhaan. Petokalakantojen ylikalastus on mahdollista, jos kalastusta ei säädellä. Pitkäjärvellä on tärkeää, että petokalojen annetaan kasvaa niin, että ne ehtivät lisääntymisikäisiksi ja –kokoisiksi.

Lippajärvellä tehokalastus onnistui melko hyvin. Varsinkin vuosina 2001 ja 2003 saaliit olivat hyviä, ja niillä **oli vaikutusta kalayhteisön rakenteeseen**. Särkikalojen osuus kalastossa pieneni ja ahvenkalojen osuus kasvoi. Särkikalojen yksikkösaaliit sen sijaan pysyivät suurina. Yksikkösaalis on kalakannan koon indeksi, ja se on suurentunut Lippajärvessä. Tämä osoittaisi, että särkikalakanta ei ole pienentynyt vaikka lajiston suhteellisissa osuuksissa on tapahtunut muutoksia. Tehokalastussaaliiden suuruus on kuitenkin sitä luokkaa, että muutoksia kalakannoissa olisi pitänyt tapahtua. Kyseessä saattaa olla koekalastusverkkoihin liittyvä ongelma: verkkojen saalis ei kasva suhteessa kalakannan kokoon, vaan verkkojen pyytävyys heikkenee kalakannan ollessa tiheä ja järven rehevä. Tästä syystä tiheissä, rehevien järvien kalakannoissa tapahtuvia muutoksia, jos ne eivät ole erittäin suuria, on vaikea havaita.

Lippajärven tehohoitokalastus on ollut riittävän tehokasta, ja voidaan arvioida, että klorofyllipitoisuuksien pienentyminen ja näkösyvyyden kasvu on osittain seurausta hoitokalastuksesta. Siinä tapauksessa tavoitteet on osittain saavutettu, mutta ei pysyvästi. Vuonna 2004 tehokalastussaalis oli melko pieni ja vuonna 2005 ei tehokalastettu lainkaan, mikä näkyi klorofyllipitoisuuden suurenemisena ja näkösyvyyden pienenemisenä loppukesällä 2005. Tehokalastuksen vaikutukset eivät ole pitkäaikaisia, jos ulkoinen kuormitus pysyy suurena. Lippajärven kalayhteisö palautuu entiselleen muutamassa vuodessa, jos tehokalastusta ei jatketa ja ravinnekuormitus pysyy nykyisellä tasolla.

Klorofyllin ja kokonaisfosforin suhde kertoo eläinplanktonin kyvystä pitää kurissa kasviplanktonbiomassaa ja toisaalta sisäisen kuormituksen voimakkuudesta. On havaittu, että klorofyllitaso suhteessa fosforipitoisuuteen on korkeampi järvissä, joista puuttuvat suurikokoiset vesikirput kuin järvissä, joissa suuria vesikirppuja on runsaasti. **Kokonaisfosforin ja klorofyllin suhde on Lippajärvessä korkea, mikä viittaa siihen että leviä ravinnokseen käyttävät vesikirput ovat pienikokoisia** (ks. liite). Tämä kertoo runsaasta pikkukalakannasta, joka käyttää ravinnokseen suurikokoisia vesikirppuja. **Pitkäjärvessä fosfori/klorofyllisuhde ei ole aivan yhtä korkea, vaikka onkin alueella, jossa vesikirppujen tulkitaan olevan pienikokoisia.**

Tehokalastusten kustannukset ovat olleet varsin kohtuulliset, jos suunnitelmassa oleva kustannusarvio pitää paikkansa. Suhteessa kustannuksiin Lippajärven tehokalastusta voidaan pitää melko onnistuneena toimenpiteenä.

4.3. Virkistyskäyttö

Kiinnostus Pitkäjärveä ja Lippajärveä kohtaan on kasvanut hoitotoimien ansiosta. Ranta-asukkaat ja osakaskuntien edustajat seuraavat järvien tilaa ja osallistuvat hoitotoimiin. **He ovat odottaneet, että hankkeista ja niiden tuloksista olisi tiedotettu paremmin.**

Osakaskuntien mielestä järvien hoitotoimet ovat onnistuneet, ja järvien virkistyskäyttöarvo on parantunut. Näkösyvyys on heidän mielestään kasvanut ja sinilevien massakukinnat vähentyneet. Lisäksi järvien kalataloudellinen arvo on kasvanut. Pitkäjärven ja Lippajärven hoitotoimet ovat siis onnistuneet ainakin osakaskuntien mielestä, vaikka veden laatutulokset eivät täysin tue tätä mielipidettä.

6. Yhteenveto vaikutuksista

Pitkäjärven ja Lippajärven hoitotoimet ovat osittain onnistuneet. Järvien veden laadussa ei ole tapahtunut seurantatietojen perusteella olennaista muutosta paitsi happitilanne on hieman parantunut. Osakaskuntien edustajien mielestä muutoksia veden laadussa on kuitenkin nähtävissä, ja he ovat tyytyväisiä toimenpiteiden tuloksiin. Järvien kalayhteisössä ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Lippajärvellä ahvenkalojen osuus kalayhteisössä on suurentunut. Särkikalakannat ovat molemmissa järvissä hyvät ja kestävät tehokkaan pyynnin. Muutokset eivät ole kuitenkaan pysyviä.

Tavoite	**Tulosmittari**	**Toteutuminen**	
		Pitkäjärvi	**Lippajärvi**
Vesistöjen käyttökelpoisuus kohoaa vähintään yhden luokan ylöspäin: Espoonjoen vesistöalueella välttävästä tyydyttäväksi vuoteen 2010 mennessä.	Veden laatumittauksissa tunnukset osoittavat tilanteen olennaisesti muuttuneen vuoden 1999-2000 tasosta.	Ei ole toteutunut, olennaista muutosta veden laadussa ei ole vielä tapahtunut	Ei ole toteutunut, olennaista muutosta veden laadussa ei ole vielä tapahtunut
Ravinnekuormitus vähenee, kalasto elpyy ja sen rakenne tasapainottuu ja sinileväkukinnat vähenevät vähitellen järvillä	Veden laatumittauksissa tunnukset osoittavat tilanteen olennaisesti muuttuneen vuoden 1999–2000 tasosta Asukkaat toteavat leväkukintojen vähentyneen. Virkistyskalastajien saaliit parantuvat ja monipuolistuvat, kun kalasto elpyy.	Veden laatu ei ole oleellisesti muuttunut; leväkukinnat eivät ole vähentyneet; Pitkäjärven kalastossa ei muutoksia. Kalaistutuksilla parannettu arvokalakantoja.	Veden laatu ei ole oleellisesti muuttunut; levätuotanto on jonkin verran pienentynyt; Lippajärven kalayhteisössä tapahtunut muutoksia, jotka ovat todennäköisesti lyhytaikaisia. Kalaistutuksilla parannettu arvokalakantoja.
Järvien happitilanne parantuu olennaisesti nykyisestä niin, ettei esimerkiksi loppukesäisiä ja talvisia happikatoja tapahdu	Sedimenttitutkimuksissa todetaan, että sedimentin pinta pysyy hapellisena Pohjan läheisten vesikerrosten. happikyllästysaste nousee olennaisesti ja pysyy hyvänä läpi kesän.	On toteutunut tyydyttävästi, kesäinen happitilanne on kohentunut selvästi, talvinen hieman	On toteutunut tyydyttävästi, kesäinen happitilanne on kohentunut selvästi, talvinen hieman
Näkösyvyys järvillä parantuu olennaisesti nykyisestä	Asukkaat toteavat näkösyvyyden kasvun järvillä.	Näkösyvyys ei ole kasvanut	Näkösyvyys on kasvanut jonkin verran

Kirjallisuus

Barkman, J. 1999. Den högre vattenvegetationen i sju sjöar i Esbo, Grankulla och Vichtis. Uppföljningsstudie efter en 36 års period. Licentiat-avhandling i botanic. Helsingfors universitet.

Heitto, A. & Saarijärvi, E. 2004. Espoon Pitkäjärven Mixox-hapetuksen vuosiraportti 2005 Vesi-Eko Oy, raportti nro 170.

Heitto, A. & Saarijärvi, E. 2005b. Lippajärven Minox-hapetuksen vuosiraportti 2005. Vesi-Eko Oy. Raportti nro 166.

Järvenpää, L. & P. Piispa 2000. Espoon Pitkäjärven ja Lippajärven kunnostaminen vuonna 2001. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Kala- ja vesitutkimus Oy 2000. Espoon Pitkäjärven kunnostussuunnitelmaan liittyvä sedimentti- ja eläinplanktontutkimus. Espoon ympäristökeskus 1/2000.

Keto, A. 1998. Espoon Pitkäjärven kunnostussuunnitelma. Espoon ympäristölautakunnan julkaisu 2/98.

Kääriäinen, S. ja Rajala, L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa: Ulvi, T. ja Lakso, E. 2005. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. 336 s.

LT-Konsultit 1999. Järvien kunnostus- ja vesiensuojeluohjelma Espoossa, Kauniaisissa, Kirkkonummella ja Vantaalla. Moniste.

Löksy, M. 1990. Espoon Pitkäjärven kunnostussuunnitelma. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopiston limnologian laitos.

Niinimäki, J. 2000. Espoon Pitkäjärven kalaveden hoitosuunnitelma. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Niinimäki, J. 2001. Lippajärven hoitokalastukset vuonna 2001. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Niinimäki, J. 2001. Espoon Pitkäjärven hoitokalastukset vuonna 2001. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Niinimäki, J. 2002. Espoon Pitkäjärven hoitokalastukset ja koekalastus vuonna 2002. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Niinimäki, J. 2002. Lippajärven koekalastus ja hoitokalastus vuonna 2002. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Niinimäki, J. 2003. Lippajärven hoitokalastukset vuonna 2003. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Niinimäki, J. 2003. Lippajärven hoitokalastukset vuonna 2004. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

Paavilainen, K. 1988. Espoon Pitkäjärven ja Lippajärven kalataloudellinen tutkimus v.1984-1985. Oy Keskuslaboratorio. Moniste.

Sandman, O. 1974. Tutkimus Espoon Pitkäjärven pohjakerrostumista. vesihallitus. Tiedotus 61:1-37.

Savola, P. 1997. Espoon Pitkäjärven koeverkkokalastus 8.9.7.1997. Uudenmaan ympäristökeskus. Moniste.

Solhberg, T. 2000. Espoon Pitkäjärven, Lippajärven ja Hannusjärven kunnostus- ja vesiensuojeluhankkeeseen liittyvä mesoeläinplanktontutkimus kesällä 2000. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Espoon ympäristökeskus. Moniste.

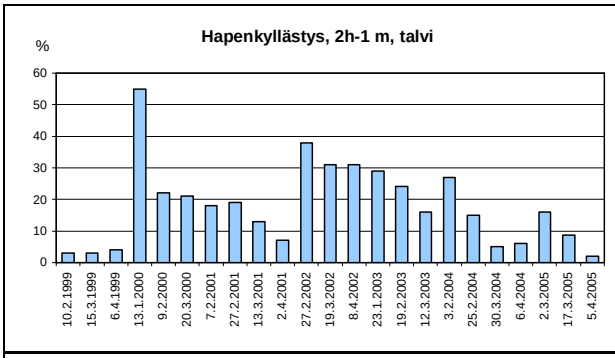
Valjus, J. Lippajärvi 1999. Hoitokalastussuunnitelma. Alustava istutussuunnitelma. Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti. Moniste.

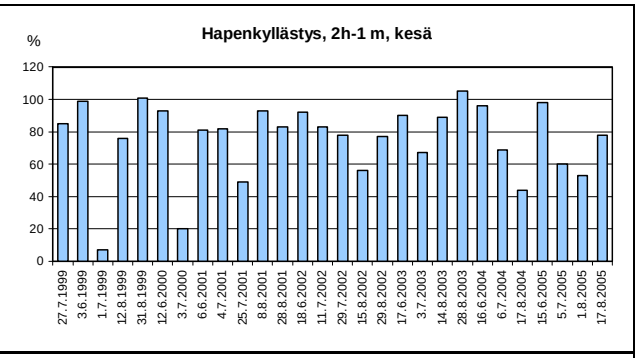
Valpola, S. 2001. Espoon Lippajärven sedimenttitutkimus. Turun yliopisto, Geologian laitos, Maaperägeologian osasto. Moniste 17 s.

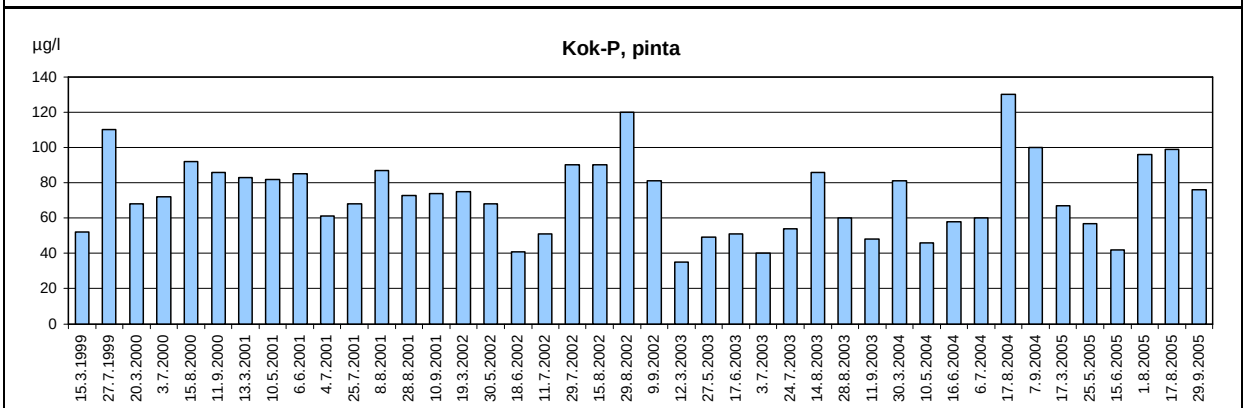
Ylönen , O. 1999. Espoon Pitkäjärven ja Lippajärven sekä Kauniaisten Gallträskin koekalastus vuonna 1999. Moniste.

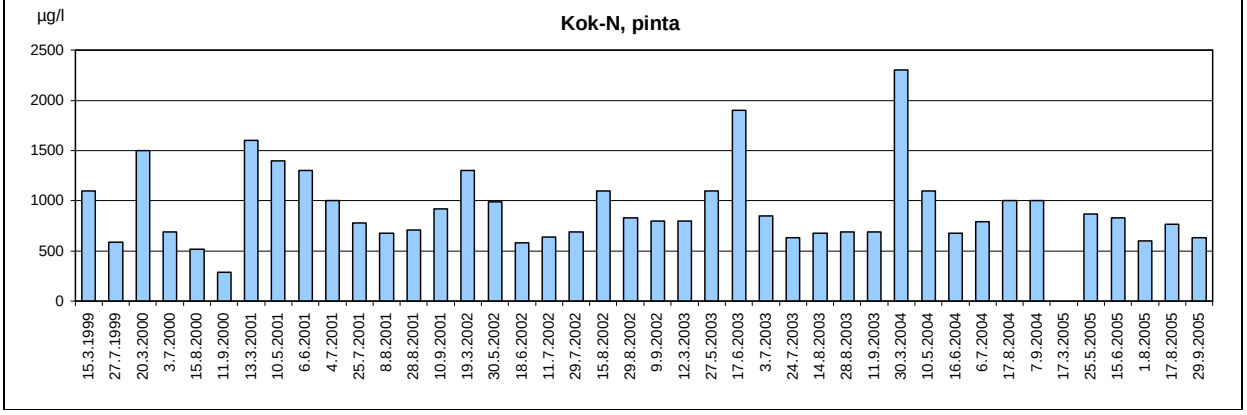
LIITTEET

LIITE 1. Espoon Pitkäjärven talvinen ja kesäinen happitilanne sekä kokonaisfosfori- ja –typpipitoisuus 1 metrissä vuosina 1999-2005.

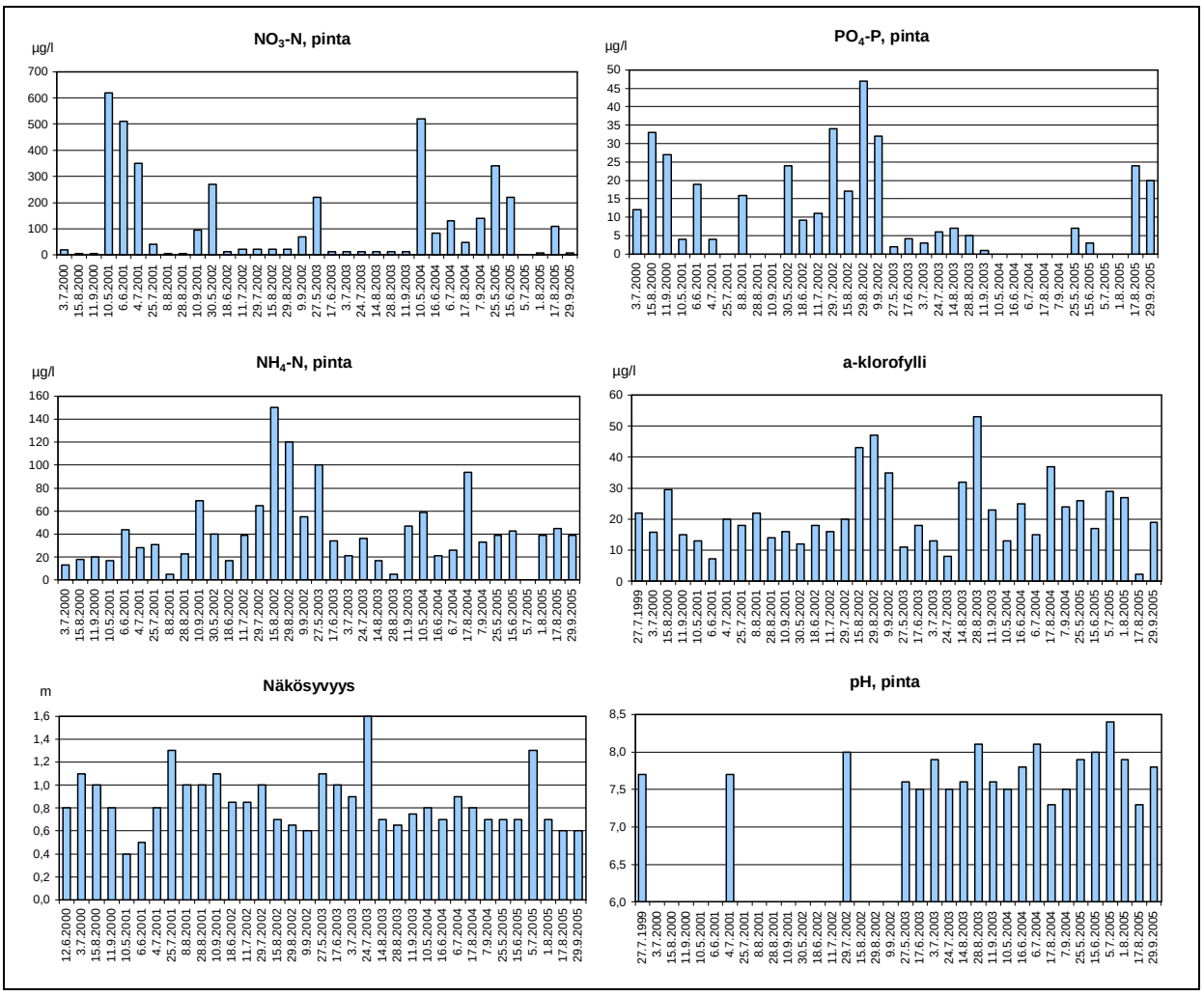




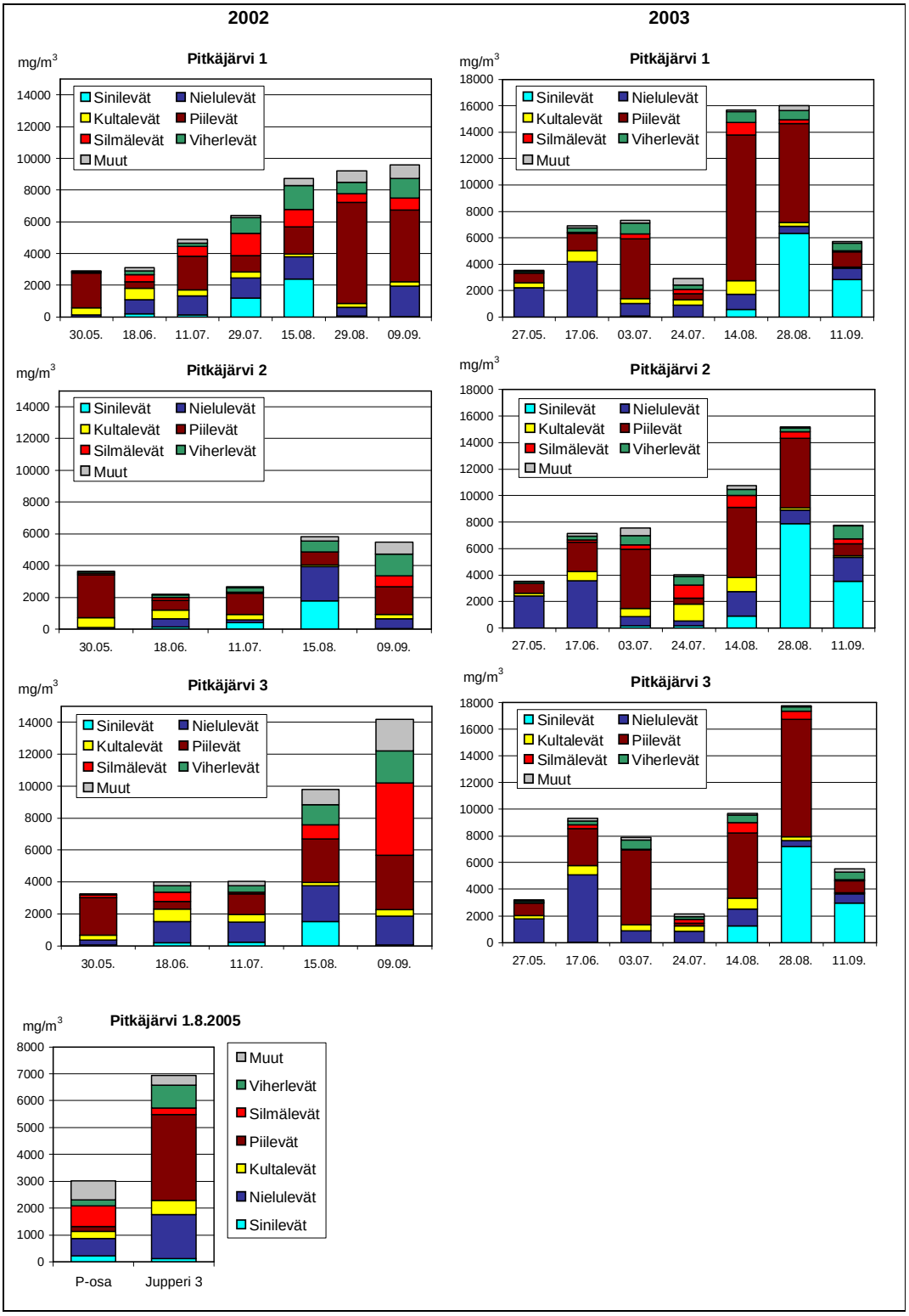




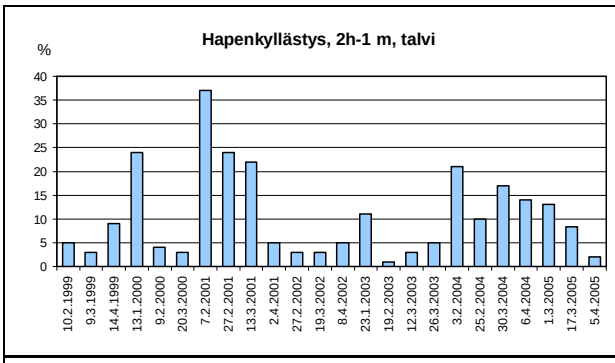
Liite 2. Espoon Pitkäjärven ammonium- ja nitraattitypen sekä fosfaattifosforin pitoisuus, a-klorofyllipitoisuus, pH-arvo sekä näkösyvyys päällysvedessä touko-syyskuussa vuosina 1999-2005.

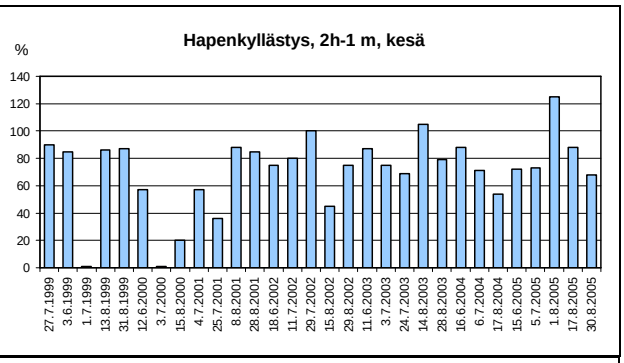


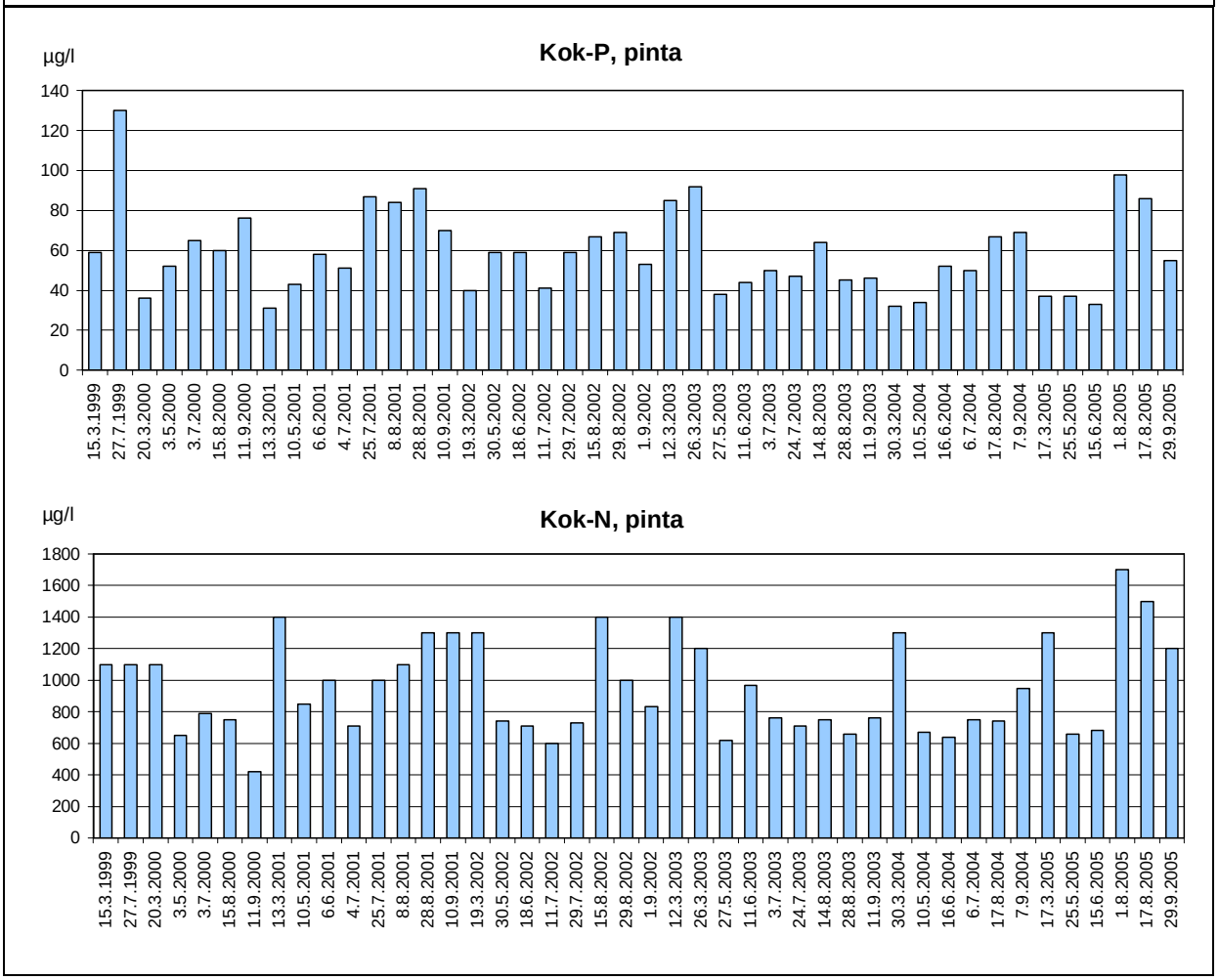
Liite 3. Espoon Pitkäjärven kasviplankton vuosina 2002, 2003 ja 2005.



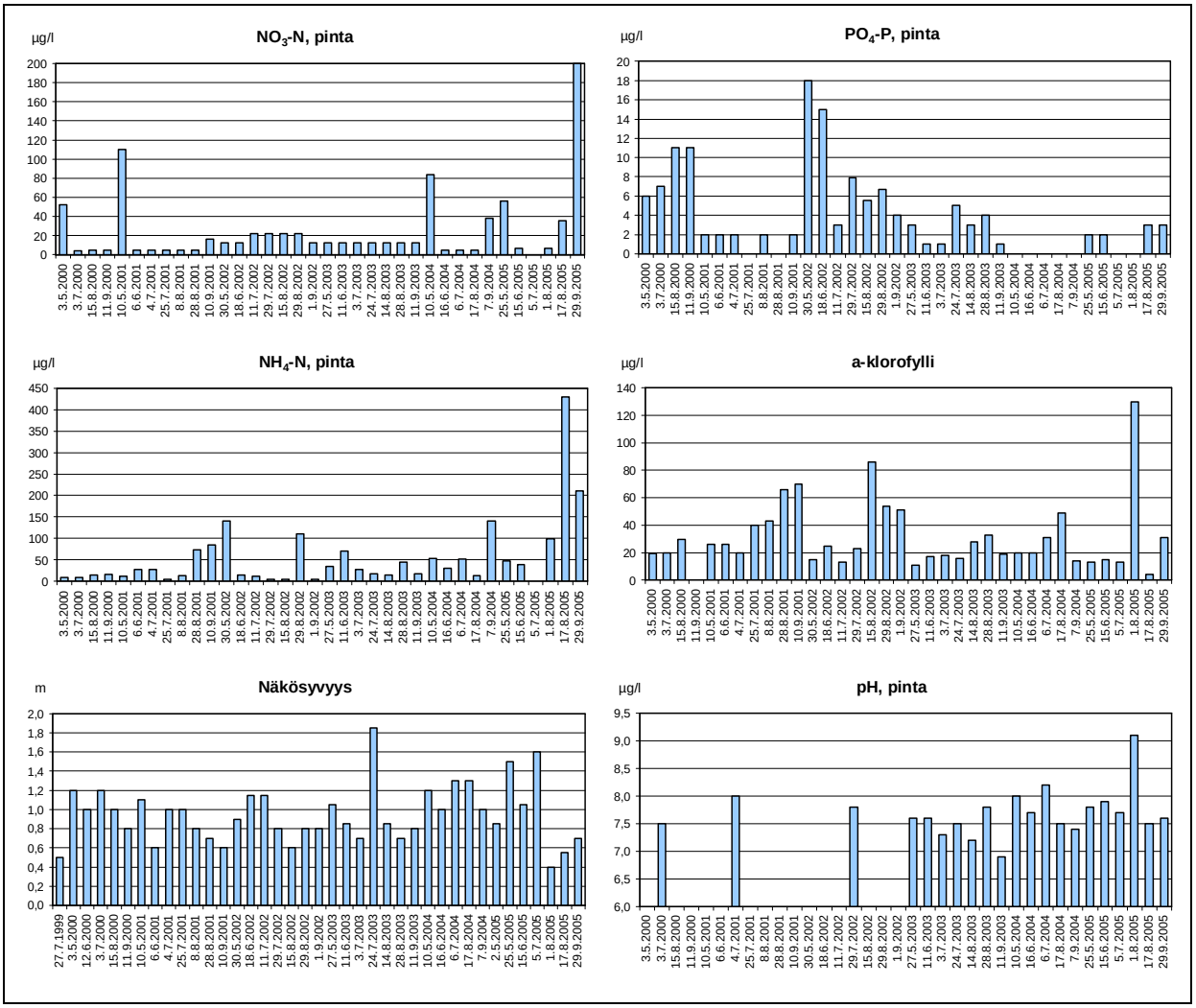
Liite 4. Espoon Lippajärven talvinen ja kesäinen happitilanne sekä kokonaisfosfori- ja –typpipitoisuus 1 metrissä vuosina 1999-2005.



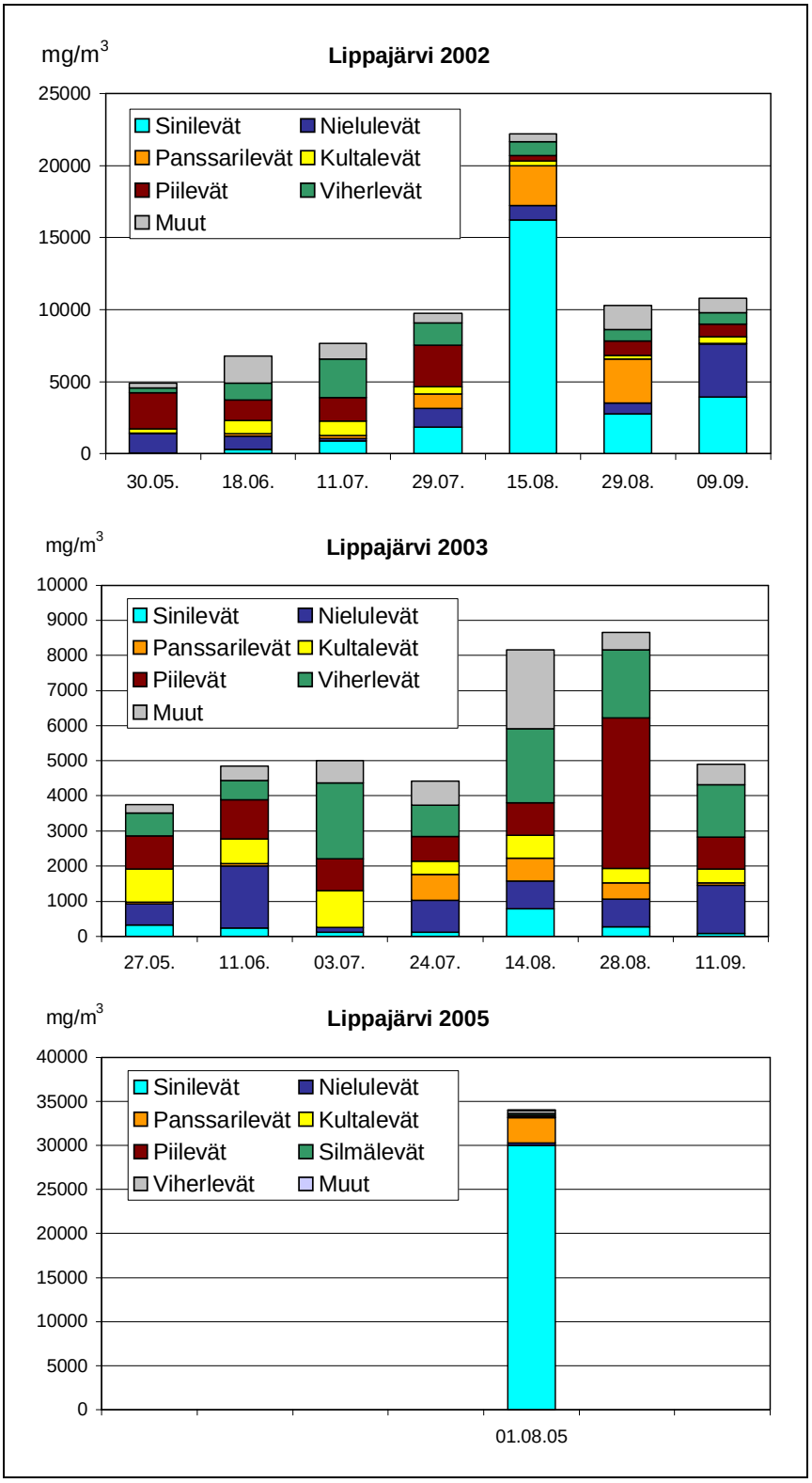




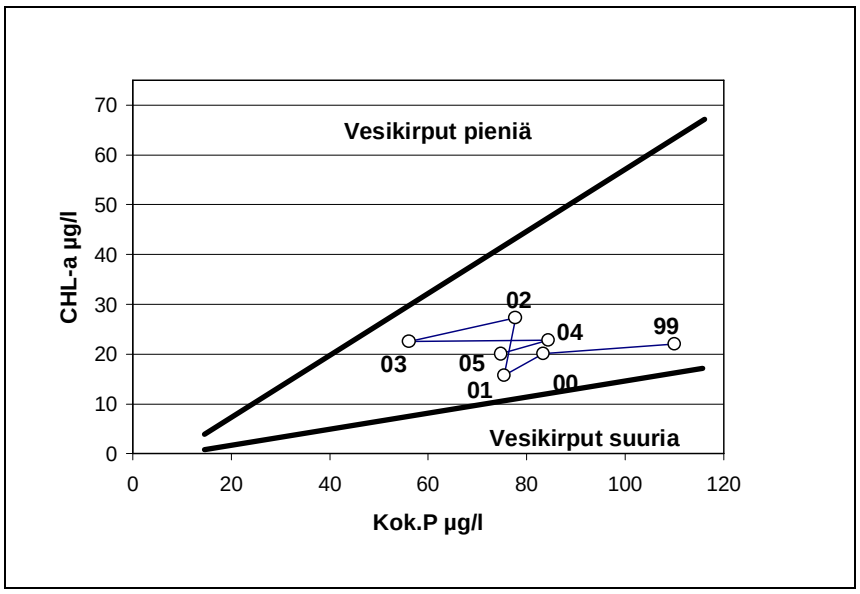
Liite 5. Espoon Lippajärven ammonium- ja nitraattitypen sekä fosfaattifosforin pitoisuus, a-klorofyllipitoisuus, pH-arvo sekä näkösyvyys päällysvedessä touko-syyskuussa vuosina 1999 -2005.

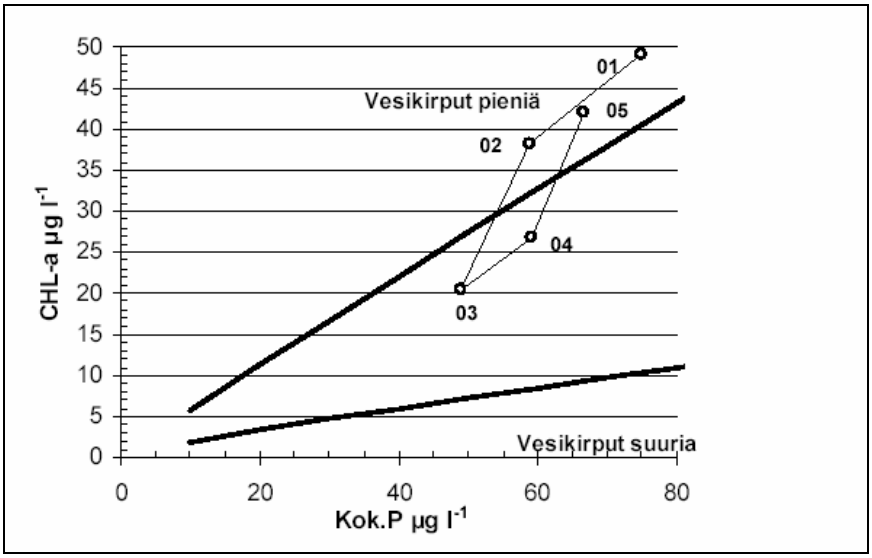


Liite 6. Espoon Lippajärven kasviplankton vuosina 2002, 2003 ja 2005.



Liite 7. Kokonaisfosfori/klorofyllisuhde Pitkäjärvessä vuosina 1999–2005 (yläkuva) ja Lippajärvessä vuosina 2001–2005 (alakuva). Regressiosuorat kuvaavat järviä, joiden eläinplanktonyhteisöä vallitsevat pienet (ylempi viiva) tai suuret (alempi viiva) vesikirput.





ESPOON YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTESARJA:

1/98	Ympäristökeskuksen ympäristöopas henkilökunnalle
1/99	Espoon kasvikartoitus 1990-1998
1/00	Espoon Pitkäjärven tutkimukset 1999
2/00	Hannusjärvi, rakennetun ympäristön vaikutukset järven tilaan sekä ehdotus vaikutusten vähentämiseksi ja tulevien paineiden ennalta ehkäisemiseksi
3/00	Espoon Luukinjärven ja Kalajärven kunnostussuunnitelmat
4/00	Kaitalahden yleistilan ja rehevöitymisen selvitys kesällä 1999
5/00	KOVA, kokonaisvaikutteinen ympäristökasvatusprojekti varhaiskasvattajille
1/01	Villa Elfvikin ympäristön lammikoiden vesieläimistö ja kasvisto kesä-syyskuussa 2000
1/02	Bockarmossenin luontoselvitys
1/06	Espoon Kalajärven kääpäselvitys (virkakäyttöön)
2/06	Espoon arvokkaat geologiset kohteet 2006
3/06	Espoon pilaantuneet maa-alueet

Julkaisuja voi kysyä ympäristökeskuksesta
p. 8162 4832 tai 8162 4838, fax: 8162 4846, sähköposti: ymparisto@espoo.fi

Espoon kaupungin painatuskeskus 2006