



**KISKONJOEN VESISTÖN
65 JÄRVEN TUTKIMUS, OSA II:
PERNIÖN KUUSTONOJAN VE-
SISTÖN JÄRVIEN JA MALARI-
JÄRVEN TILA JA HOITO**



**Elinvoimaa
EU-ohjelmista**



**Hans Vogt
Järvitutkimus-O₂ Ky
Kesäkuu 2002**

Tutkimuksen kuvailu

Julkaisu: **Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa II: Perniön Kuustonojan vesistön järvien ja Malarijärven tila ja hoito.**

-moniste, 34 s. + 5 liitettä + 5 kuva- ja karttaliitettä

Tilaaaja: **Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymä**

Tehdaskatu 13, 24100 Salo • puh. 02 - 77873

Tutkija: **Hans Vogt**, limnologi • **Järvitutkimus-O₂ Ky**

Sapalahdentie 142 - 6, 25700 Kemiö • 02 - 736 6305

Tiivistelmä

Kuustonojan vesistö sijaitsee Kiskonjoen alajuoksulla ja vesistön valuma-alueen laajuus on noin 17 km², mikä on alle kaksi prosenttia Kiskonjoen koko vesistöalueesta. Tässä raportissa on tarkastelun kohteena järvitutkimuksen 65 järvestä kuusi järveä: **Saha-, Leviä-, Mikkopekin Pitkä-, Musta- ja Hamarjärvi sekä Malarijärvi**. Viimeksi mainittu järvi lienee alun perin purkautunut sekä pohjoispäästä em. Pitkäjärveen että eteläosasta Tammisaaren puolelle, mutta nykyään pohjoinen yhteys on suljettu. Tilanteen muuttumisen syyt ja seuraukset tulisi selvittää ja tältä pohjalta tarvittaessa hallinnollisesti vahvistaa Malarijärven poisto Kiskonjoen vesistöstä. Kolmen ensiksi mainitun järven ja Malarijärven suppeat valuma-alueet käsittävät pääosin karuja metsä- ja kalliomaita, kun taas Musta- ja Hamarjärven valuma-alueet ovat suhteellisesti hieman laajemmat ja käsittävät enemmän rehevämpiä metsämaita ja soita sekä myös jonkin verran peltoja. Saha- ja Malarijärvi ovat raportin järvistä syvimvät, 12 - 15 metriä, ja Mustajärvi matalin, alle kaksi metriä syvä. Aiempia tutkimustuloksia järvistä on melko vähän, Pitkä- ja Malarijärvistä eniten järvien valtakunnallisista happamoitumistutkimuksista kertyneenä.

Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärven vesi on erittäin pehmeätä sisältäen niukalti liuenneita, puskuroivia elektrolyyttisuoloja. Siksi näiden järvien vedenlaatuun ja tilaan on vaikuttanut merkittävästi ilmansaasteiden, ns. happosateiden, aiheuttama happamoituminen. Hamar- ja varsinkin Mustajärven vesi sisältää enemmän happamoitumista puskuroivia suoloja ja myös samaan tapaan vaikuttavia, lähinnä suomaista uuttuvia humusyhdisteitä. Viimeksi mainittujen järvien vesi onkin humuksen takia melko ruskeaa ja lisäksi lievästi sameaa pelto- ja suomailta kulkeutuvan eroosioaineksen vaikutuksesta.

Järvien happitilanne oli talvitutkimuksessa hyvä tai ainakin kohtalainen lukuunottamatta Mustajärveä, jossa veden happivajaus oli huomattavaa. Kesätutkimuksessa järvien happitilanne oli huonompi: pohjan lähellä vallitsi vedessä lähes täydellinen happikato Leviä- ja Hamarjärvessä. Rehevoitymiseen viittaavaa hapen selvää ylikyllästeisyyttä päällisvedessä ei esiintynyt. Järvien veden ravinnepitoisuuksien ja rehevyytilan perusteella Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärvi voidaan luokitella tutotantotyyppiltään selkeästi karuiksi järviksi, Hamarjärvi lievästi reheväksi ja Mustajärvi reheväksi järveksi. Viimeksi mainitussa kahdessa järvessä on tapahtunut selvänlaista, huolestuttavaa rehevoitymiskehitystä, mikä näkyy mm. veden laadussa ja runsaan, korkeamman vesikasvillisuuden koostumuksessa. Myös happamoitumisesta vähitellen toipuvissa Leviä- ja Pitkäjärvessä on havaittavissa lievään rehevoitymiseen viittaavia piirteitä.

Vaikka Saha- ja Malarijärven nykyinen tila näyttää varsin hyvältä, niin käytännössä raportin kaikkien järvien kohdalla on erittäin tärkeätä pikimmiten käynnistää järvien pitkäjänteinen, järjestäytynyt ja asianosaisten hyvän keskinäisen yhteistyöhengen luonnehtima hoitotyö. Tämän keskeisen tavoitteen saavuttamiseksi on raportissa ehdotettu koko Kuustonojan vesistöalueen kattavan järvien hoitoyhdistyksen perustamista. Raportissa on myös alustavasti tarkasteltu eri järville soveltuvia hoitotoimenpiteitä.


S A A T T E E K S I

Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymän tilaaman Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen ohjauksesta on vastannut projektipäällikkö Lasse Svahnback. Hankkeen ohjausryhmässä on Perniön kunnan edustajana ollut ympäristönsuojelusihteeri Timo Mussaari. Raportin järvien kenttätutkimuksiin ovat kansani osallistuneet talvella 2001 Jarmo Markkanen sekä kesällä 2001 Päivi Joki-Heiskala, Urban Silén ja Sara Vogt. Limnologi Päivi Joki-Heiskala tutki 8.8.2001 lähtien vesikasvillisuuden ja hän myös on koonnut ja arvioinut kasvillisuutta koskevat tulokset sekä laatinut liitteen 2 kuvat. Lisäksi kenttätöiden yhteydessä monet ranta-asukkaat ovat antaneet arvokkaita tietoja heidän oman järvensä tilasta ja kehityksestä. Tästä kaikesta lausun lämpimät kiitokset sekä tutkimustyön tilaajalle että kaikille Teille tutkimuksen onnistuneeseen toteuttamiseen osallistuneille.

Järvet ovat ympäristömme tilan herkimpiä mittareita. Järveen summautuvat koko valuma-alueelta kaikkien ympäristöä muuttavien toimenpiteiden vaikutukset - ilmaperäisten kaukokulkeumien takia laajemmaltakin. Järvien tilan tulisi säilyä vuosisadasta jopa -tuhannesta toiseen vakaana ja hyvänä ... Siksi on hyvin, hyvin huolestuttavaa, että tämänkin raportin kaikissa järvissä näkyy eriasteisia tilan muutoksia, joiden synty ajoittuu historiallisesti katsoen sangen lyhyelle aikavälille, vain muutamalle viimeksi kuluneelle vuosikymmenelle. Tällaisen kehityksen jatkuessa on syytä pelätä, että seutumme kaiken kaikkiaan pienten järvien tila uhkaa jo lähitulevaisuudessa vakavasti vaurioitua. Elämäntapamme, kulttuurimme, näyttää olevan todella ongelmallisella tavalla ristiriidassa järviemme herkän luonnontalouden vaatimusten kanssa. Näistä lähtökohdista korostuu järvien tehokkaan, pitkäjänteisen hoitotyön välttämättömyys. Toiminta tulee myös aina ulottaa järven koko valuma-alueelle. Toivottavasti tämän hankkeen yhteydessä kertyneet tulokset raportteineen osaltaan edesauttavat näilläkin järvillä ensiarvoisen tärkeän hoito- ja suojelutyön käynnistymistä ja jatkumista.

Toivotan parasta menestystä tälle työlle!

Halikon Angelmiemellä, kesäkuussa 2002


Hans Vogt

**Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa II:
Perniön Kuustonojan vesistön järvien
ja Malarijärven tila ja hoito**

Sisällysluettelo:	sivu
Tutkimuksen kuvailu ja tiivistelmä	
Saatteeksi	
Sisällysluettelo	
1. Johdanto	1
2. Tutkimuksen tarkoitus	2
3. Kuustonojan vesistöalue	3
3.1 Tutkimuksen järvet	3
3.2 Valuma-alue	3
3.3 Hydrologia	3
3.4 Ulkoinen vesistökuormitus	4
4. Tutkimuksen suoritus	6
4.1 Näytteiden otto, analysointi ja tulokset	6
4.2 Aikaisemmat tutkimukset	6
4.3 Säätila	7
5. Tulokset järvistä	7
5.1 Saha- ja Leviäjärvi	7
5.2 Mikkopekin Pitkäjärvi ja Malarijärvi	11
5.3 Musta- ja Hamarjärvi	14
6. Järvityypit	17
7. Pohdinta	18
7.1 Yleistä järvien tilan muutoksista	18
7.2 Tutkimuksen järvien tilan muutokset	20
8. Järvien hoidon perusteet	24
Lähdeluettelo	29
Liiteluettelo	30
-5 liitettä, 3 kuvaliitettä ja 2 karttaliitettä	

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa II:

Perniön Kuustonojan vesistön järvien ja Malarijärven tila ja hoito

1. Johdanto

Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymässä on käynnissä erityissuojelun (Ympäristöministeriö, 1992) piiriin kuuluvan Kiskonjoen vesistön kunnostushanke, jota on osaksi rahoitettu EU:n ensimmäisen ohjelmakauden tavoiteohjelma 5b:stä. Hankkeen yksi osaprojekti on laaja järvitutkimus, johon sisältyy vesistön 191:stä yli 1 ha:n kokoisesta järvestä noin 65 järveä eli likimain kaikki yli 10 ha:n laajuiset järvet. Tutkimukseen osallistuvat Perniön, Kiskon, Kiikalan, Suomensjärven, Karjalohjan ja Sammatin kunnat sekä Lounais-Suomen ympäristökeskus. Todettakoon vielä, että vesistöalueelta em. 5b-ohjelman ulkopuolelle jääneiden Muurlan ja Perttelin kuntien kaikista järvistä ja lammista (yht. 25 kpl) on kuntien omina tilaustoina jo aiemmin tehty pääpiirteisesti samankaltaiset perustutkimukset (VOGT, 2000a, b ja c sekä 2001).

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen tulokset raportoidaan vesistön osa-alueittain yhteensä kymmenessä eri osaraportissa. Eri raportteihin sisältyvät järvet ja vesistön osa-alueet käyvät ilmi karttaliitteestä 1. Osaraportti I käsittää koko tutkimuksen yleistarkastelun sisältäen mm. järvien luonnontalouden yleisten limnologisten periaatteiden ja käsitteiden selostukset, kaikkien tutkimusjärvien vertailut sekä vesistön keskeisten, yli 100 ha:n laajuisten järvien rehevyytilan arvioinnit. Muissa osaraporteissa ei juurikaan toisteta yleistarkastelun teoreettisia taustatietoja, vaan lukijoiden toivotaan perehtyvän tarvittaessa tietoihin osaraportista I. Kaikkien osaraporttien liitteessä 1 on kuitenkin tärkeiden limnologisten ym. käsitteiden selityssanasasto. Tutkimusselostuksissa käytettyjen lähdeviitteiden luettelo on myös esitetty keskitetysti yleistarkastelun osassa I ja muihin osaraportteihin on luetteloitu vain ko. raportin tärkeät lähdeviitteet. Järvitutkimuksen raporttimonistheet toimitetaan mm. alueen kuntiin ja kirjastoihin. Raportit löytyvät lähes kokonaisuudessaan myös Salon Seudun Kehittämiskeskuksen internet-soitteesta: www.salonseudunvesistot.net. Liitteessä 2 on lisäksi luettelo järvien tutkimisessa ja hoidossa hyödyllisistä yhteistyötahoista. Vesistön suurin järvi, Enäjärvi, on rajattu pois tutkimuksesta, koska järveä on mm. Enäjärven suojeluyhdistys ry:n (kts. liite 2) toimesta jo aiemmin tutkittu runsaasti.

Käsillä olevassa järvitutkimuksen osaraportissa II on tarkastelun kohteena Perniön kunnan eteläosassa, Kiskonjoen pääuoman eteläpuolella sijaitsevan Kuuston-Mikkopekin alueen kuusi järveä: **Saha-** ja **Leviäjärvi**, **Mikkopekin Pitkäjärvi**, **Malarijärvi** sekä **Musta-** ja **Hamarjärvi**. Näistä järvistä Malarijärvi sijaitsee pääosin Tammisaaren puolella ja järven laskuoja Pitkäjärven suuntaan on nykyään enimmäkseen kuiva. Siten Malarijärvi laskee käytännössä vain etelään eikä järvi nykyoloissa enää kuulu lainkaan Kiskonjoen vesistöön (karttaliite 2). Tämän vuoksi Malarijärvi on mainittukin erikseen raportin otsikossa.

Tarkasteltavan alueen järvet purkautuvat yhteistä **Kuustonojan** puroa myöten Kiskonjoen pääuomaan hieman Latokartanonkosken alapuolelle. Saha- ja Leviäjärvi sijaitsevat omassa Kuustonojan sivuhaarassa ja näistä järvistä viimeksi mainittu laskee lyhyttä yhdyspuroa myöten Sahajärveen. Musta- ja Pitkäjärvi laskevat Hamarjärveen, josta Kuustonoja saa alkunsa. Tutkimuksen järvien lisäksi Kuustonojan melko suppealla, alle 17 km²:n (ilman Malarijärven aluetta n. 12 km²) valuma-alueelta löytyy vielä seitsemän muuta pienempää järveä ja lampea (karttaliite 2).

2. Tutkimuksen tarkoitus

Raportissa on selvitetty Perniön kunnan eteläosassa sijaitsevan Kuustonojan vesistöalueen viiden pienehkön järven ja Malarijärven vedenlaatu ja nykyinen tila sekä järvien hoidon perusteet. Tutkimuksen tavoitteet ovat näin ollen seuraavat:

- ❖ **arvioida tutkimuksen järvien vedenlaatu ja nykyinen tila sekä näiden yhteydet järvien kuormitustekijöihin;**
- ❖ **esittää tärkeimmät hoito- ja kunnostustoimenpiteet järvien heikentyneen tilan parantamiseksi tai hyvän tilan säilyttämiseksi;**
- ❖ **kannustaa ranta-asukkaat ym. asianosaiset jatkuvaan, aktiiviseen järvien hoitotyöhön.**

3. Kuustonojan vesistöalue

3.1 Tutkimuksen järvet

Tutkimuksen järvien ja niiden valuma-alueiden ominaisuuksia kuvaavat liitteen 3 taulukossa esitetyt likimääräiset arviot. Valuma-alue- ja pinta-aliatiedot ovat ISOTALON (1984) raportista. Useat taulukon arvoista perustuvat puutteellisiin kenttämittauksiin tms. lähteisiin, joten taulukon tietoja ei tule käyttää täsmällisinä arvoina. Järvistä ei ole käytössä tarkkoja kulkuluotauksiin perustuvia syvyyskarttoja, vaan maksimisyvydet on saatu Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä (PIVET, 2001) olevista tiedoista. Keskisyvyyksien ja tilavuuksien arvot ovat vain em. tietoihin ja kenttähavaintoihin perustuvia karkeita likiarvoja samoin kuin hydrologisilla suureilla (Vesiyhdistys ry, 1986) lasketut viipymäärät. Järvien korkeustasot ovat maastokartoilta (Maanmittauslaitos, 1994a ja b) ja arvot ovat metrejä merenpinnan yläpuolella korkeusjärjestelmässä N₆₀ + mmpy. Pelto- ja suoalat sekä loma-asuntojen määrät on arvioitu suuntaa antavasti maastokartoilta.

3.2 Valuma-alue

Kuustonojan alajuoksun varrella olevat pellot ovat vain kymmenisen metriä merenpinnan yläpuolella, mutta valuma-alueen kallioiden metsäalueiden korkeimmat kohdat kohoavat yli 70 metrin korkeustasolle. Tutkimusjärvien valuma-alueet ovatkin pääosin karunpuoleisia metsä- ja kalliomaita. Peltoa on vain pienehkö alue Mustajärven länsipäässä. Myös soita on valuma-alueella vähän. Suot ovat maastokartalta tarkasteltuina enimmäkseen kallioiden maaston painanteita ja vain Mustajärven länsipuolen Paappassuo ja Liljajärven länsipuolen Latosuo muodostavat alueella laajempia, osaksi ojitettuja suokuvioita.

3.3 Hydrologia

Edellä olevan taulukon arvoista käy ilmi, että järvet ovat 10 - 20 ha:n laajuiset lukuunottamatta hieman suurempaa Malarijärveä. Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärven syvyudet ovat riittävät veden kesäajan lämpötilakerrosteisuuden muodostumiselle, mutta matalaan Mustajärveen ei sitä vastoin muodostu kerrosteisuutta. Neljän syvimmän järven veden teoreettiset viipymäärät (=tilavuuden ja valuma-alueelta vuosittain valuvan vesimäärän suhde) ovat melko pitkät, 1 - 1,5 vuoden luokkaa.

Mitä pitempi vesien viipymä järvestä on, sitä tasalaatuisempi ja vakaampi järven vedenlaatu ja tila on vuodenaikaisten ja vuosittaisten vaihtelurytmien puitteissa. Toisaalta, jos pitkän viipymän järven tilassa tapahtuu epäedullisia muutoksia, myös ne ovat luonteeltaan sangen pysyviä. Sen sijaan Musta- ja Hamarjärvi ovat lyhyen viipymän luonnehtimia ns. läpivirtausjärviä, joiden vedenlaadun ja tilan muutokset saattavat nopeasti vaihdella säätilan vaihtelujen rytmissä.

Järven tilan arviointi ja hoitotoimenpiteiden suunnittelu edellyttää yleensä, että käytettävissä on luotettavat pinta-ala- ja tilavuustiedot järven syvyysvyöhykkeittäin. Siksi on paikallaan ehdottaa, että loma-asukkaiden ja muiden asianosaisten toimesta

**kaikilta tutkimusjärviltä hankitaan
ensi tilassa esim. kaikuluotauksella
tehty luotettava syvyyskartta.**

3.4 Ulkoinen kuormitus

Tutkimuksen järvet voidaan määritellä tyypillisiksi metsäjärviksi: niiden rantojen tuntumassa ja ylimalkaan valuma-alueilla on vain vähän tai ei lainkaan peltomaita ja pysyvää, ympärivuotista asutusta. Lähes kaikkien järvien rannoilla on jonkin verran loma-asutusta. Vesistöä jätevesillä kuormittavaa yritystoimintaa ei järvien valuma-alueilla ole.

Järviin kohdistuva vesistökuormitus koostuu luonnonhuuhtouman lisäksi lähinnä vain metsätalouden toimenpiteistä ja virksityskäytön vaikutuksista sekä ilmaperäisistä kaukokulkeutumien laskeumista. Viimeksi mainitun kuormituksen osalta ovat happamoittavat rikki- ja typpilaskeumat, "happosateet", yhä merkittävät, vaikka kansainvälisillä ilmansuojelusopimuksilla on etenkin rikkipäästöjen määrä oleellisesti pienentynyt viimeksi kuluneiden 10 - 20 vuoden aikana. Myös ilmansaasteiden ravinnepitoiset laskeumat ovat Etelä-Suomessa edelleen tuntuvat: vuodessa typpeä 5 - 10 kg/ha ja fosforia 5 - 20 kg/km². Musta- ja Hamarjärveen kohdistuu lisäksi noin 15 hehtaarin peltoviljelyksistä muodostuva maatalouden vesistökuormitus. Karjataloutta ei valuma-alueen tiloilla nykyään harjoiteta.

Metsätalouden toimenpiteistä vaikuttaa järvien vedenlaatuun ja tilaan eniten ojitus, erityisesti soiden ojitukset. Tutkimuksen järvien valuma-alueilla on jossakin määrin ojitettuja soita ja muita metsämaita, mutta kartta-aineiston pohjalta arvioituna suo-ojitukset eivät näytä olevan erityisen laaja-alaisia. Myös

metsänuudistuksen hakkuiden, maanmuokkauksen ja lannoituksen seurauksena kasvaa vesistöihin uudistusaloilta huuhtoutuva ravinnekuormitus. Tämä kuormitus purkautuu typen osalta lähes kokonaan jo parissa vuodessa, mutta fosfori- ja kiintoainekuormitus pysyvät kohonneella tasolla jopa kymmenen vuotta. Virkistyskäyttöön liittyen saattaa järviin päästä loma-asunnoilta mm. jätevesien pesuaineiden ja pihamaille levitettyjen lannoitteiden ravinteita.

Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen osan I yleistarkastelussa todetaan järvien ulkoisen vesistökuormituksen vaihtelevan suuresti erilaisissa luonnonoloissa ja myös säätilan mukaan. Yleistarkastelussa on kuitenkin esitetty - suuntaa antavien järvikohtaisten pääravinteiden kuormitusmäärien arvioimiseksi - seuraavien keskimääräisten vuotuisten ominaiskuormitusarvojen käyttämistä koko tutkimusprojektissa:

	<u>fosforia</u>	<u>typeä</u>
-haja-asutus, kg/as	0,4	2,6
-loma-asutus, kg/as (60 d/a)	0,02	0,05
-peltoviljelykset, kg/ha	1,6	15
-metsätalous, kg/km ²	1,1	10,4
-ilmalaskema, kg/km ²	10	800
-luonnonhuuhtouma, kg/km ²	6	200

Taaja-asutuksen, teollisuuden, karjatalouden yms. pistekuormitus tulee lisäksi ottaa tarvittaessa huomioon. Näillä oletusarvoilla saadaan tämän raportin järviin niiden koko valuma-alueelta kertyvän ulkoisen vesistökuormituksen ravinnemäärien suuruusluokaksi liitteen 4 taulukossa olevat arviot.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että tutkimusjärviin niiden valuma-alueelta kohdistuva ravinne- ja muu vesistökuormitus on määrällisesti verrattain vähäistä verrattuna Lounais-Suomen järvien kohdalla yleisesti vallitsevaan tasoon. Luonnonhuuhtouma muodostaa useimpien järvien kohdalla yhä fosforikuormituksen pääosan. Silti järvien kuormitus on viime vuosikymmenten mittaan selvästi kohonnut luonnontilan aikana vallinneista määristä. Maatalouden vesistökuormituksen suuruuden takia on Musta- ja Hamarjärven kuormitus tutkimusjärvistä suhteellisesti runsainta.

4. Tutkimuksen suoritus

4.1 Näytteiden otto, analysointi ja tulokset

Tutkimus käsitti loppupalven ja -kesän vesinäytteiden oton kunkin järven pääsyvänteen kohdalta. Malarijärvellä tutkimukset kuitenkin rajattiin Perniön kunnan puolella olevaan osaan. Kesällä tutkittiin myös pääpiirteisesti järvien vesikasvillisuus. Tutkimukset tehtiin veneestä käsin soutamalla rantaviivan tuntumassa järven ympäri. Pitkäjärven koillislahtea sekä Musta- ja Hamarjärven länsipäitä ei kuitenkaan kierretty ihan kokonaan. Lisäksi jokaisen järven syvännepisteeltä tutkittiin pohjasedimentin pintakerrosta Limnos-tyyppisellä noutimella otetusta profiilinäytteestä. Hamarjärven sedimentistä saatiin vain pintakerroksenäyte Ruttner-tyyppisellä vesinäytteenottimella.

Omien vesianalyysien ohella analysoitiin mm. pääravinteet ja a-klorofylli Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n akkreditoitussa vesilaboratoriossa. Syyskuussa tehdyn täydentävän kasvillisuustutkimuksen lajimääritykset teki limnologi Päivi Joki-Heiskala. Muut kenttätutkimuksia tehneet henkilöt käyvät ilmi tämän raportin saatesanoista. Selostukset käytetyistä analyysimenetelmistä ja tulosten edustavuuden arvioinneista sisältyvät koko järvitutkimusprojektin yleistarkastelun osaan I. Tässä käsiteltävien järvien tutkimustulokset ovat liitteessä 5 (5a = vedenlaatu, 5b = kasvillisuustulokset ja 5c = sedimenttikuvaukset). Tuloslomakkeista selviävät myös eri tutkimusten tekemisen ajankohdat ja tutkimusajan säätila.

4.2 Aikaisemmat tutkimukset

Kuustonojan vesistöalueen järviä on yleisesti ottaen tutkittu aikaisemmin melko vähän. Suomen ympäristökeskuksen järvien vedenlaadun pintavesirekisterissä (PIVET, 2001) on kuitenkin kaikista järvistä joitakin aiempia tutkimustuloksia. Järvikohtaisesti tutkimuksia on seuraavilta ajankohdilta:

- Sahajärvi 5.9.1972, 12.2.1973 ja 5.7.1983*
- Leviäjärvi 8.9.1975*, 11.4.1983, 5.7.1983* ja 9.11.1995*
- Pitkäjärvi 5.9.1972, 12.2.1973, 11.7.1983*, 24.3.1999 ja 27.3.2000
- Mustajärvi 6.9.1972, 12.2.1973 ja 5.7.1983
- Hamarjärvi 5.9.1972, 12.2.1973 ja 5.7.1983*
- Malarijärvi -yht. 20 tutkimusta vuosilta 1978 - 2000

(*näyte vain 0 - 2 metrin päällysvesikerroksesta)

Heinäkuun 1983 tutkimukset liittyvät Kiskonjoen vesistön järvi-en laajaan happamoitumiskartoitukseen, jonka tulokset ISO-TALO (1984) on raportoinut. Pitkä- ja Malarijärven viimeaikaiset tutkimukset liittyvät Suomen ympäristökeskuksen toimesta tehtävään järvien happamoitumiskehityksen seurantaan. Näissä yhteyksissä on myös alueen järvien kasvillisuudesta joitakin aiempia havaintoja, mutta happamoitumis seurannan tuloksia ei tiettävästi ole järvikohtaisesti raportoitu.

4.3 Säätila

Talvi 2000 - 2001 oli järvien kannalta "helppo", sillä pysyvä jääpeite muodostui vasta joulukuun puolivälin jälkeen. Jääpeite jäi melko lauhan sään takia ohueksi ja maaliskuun alun suojasäiden aikana lumet sulivat lähes kokonaan jään päältä. Tämän jälkeen tulleet yöpakkaset vahvistivat jääpeitettä. Silti auringonvaloa tunkeutui ohuen jään läpi lämmittäen ylintä vesikerrosta ja mahdollistaen kasvien fotosynteesin. Lähinnä Musta- ja Hamarjärnessä maaliskuun alun tulvavedet lisäsivät läpivirtausta, mikä vaikutti hieman järvien vedenlaatuun ja tilaan.

Alkukesä 2001 oli melko viileä, mutta kesäkuun lopulla alkanut poutainen ja erittäin lämmin kesäsää jatkui aina syyskuuhun asti. Tässä tarkasteltavien järvien kesätutkimukset tehtiin pian heinäkuun puolivälin jälkeen, jolloin järvien veteen jo oli kehittynyt "kypsä" kesäkerrosteisuus. Elokuun puoliväliin ajoittuneet tutkimukset olisivat ehkä tuoneet esille enemmän järvien tilan ongelmia. Tarkemmat tiedot säätiloista löytyvät tutkimustulosten lomakkeista ja projektin yleistarkastelun osaraportista I.

5. Tulokset järvistä

5.1 Saha- ja Leviäjärvi

Saha- ja Leviäjärven luonnonolot ovat niin samankaltaiset, että järvien vedenlaatua ja tilaa on tarkoituksenmukaista arvioida tässä samanaikaisesti. Sahajärven maksimisyvyys, n. 12 m, on kuitenkin selvästi Leviäjärven syvyyttä, n. 7,5 m, suurempi. Molempien järvien vesimassaan muodostuu kesällä koko lailla jyrkkä lämpötilakerrosteisuus ja ns. lämpötilan harppauskerros alkaa järvissä 4,5 - 5,0 metrin syvyydessä. Sahajärven syvänteiden pohjalla vesi on kesällä erittäin kylmää - vain hieman yli 5 °C, mikä osoittaa veden kevättäyskierron järvessä kestävän sangen lyhyen ajan. Leviäjärvessä pohjan läheinen vesi on kolmisen astetta lämpimämpää, silti verrattain kylmää. Järvien syvänteiden koko ei ole syvyyskartan puuttuessa tarkasti tiedos-

sa, mutta ainakin Sahajärvessä myös kesällä kylmän alusveden tilavuus on suhteellisen suuri.

Vedenlaadun perusominaisuudet ovat molemmissa järvissä lähes samanlaiset. Vesi on kirkasta ja läpinäkyvää, näkösyvyys 3,5 - 4,0 metriä (kuvaliite 1), ja ruskeata väriä antavien humusyhdisteiden määrä vedessä on pieni. Järvien vesi on myös pehmeätä ja melko hapanta sisältäen niukanlaisesti liuenneita elektrolyyttejä. Silti vedessä on vielä jäljellä jonkin verran puskurikykyä ilmansaasteiden, "happosateiden", aiheuttamaa happamoitumista vastaan. Vertailu aiempiin tutkimustuloksiin antaa viitteitä siitä, että ainakin Leviäjärven happamoituminen oli 1970-luvulla pahempaa kuin nykyään. Tähän on vaikuttanut happosateiden vähenemisen ohella Leviäjärven kalkitseminen (Urban Silén, suull. tiedonanto). Kokonaisuutena Saha- ja Leviäjärven vedenlaatu on perusominaisuuksiltaan nykyään erittäin hyvää, esimerkiksi virkistyskäytön kannalta.

Molemmat järvet ovat niin syviä, että niiden veteen kehittyä sekä talvella että kesällä selkeä lämpötila- ja samalla myös happikerrosteisuus. Maaliskuun 2001 lopulla järvien happitilanne oli sikäli hyvä, että syvänteiden vesi oli pohjalietteen tuntuun asti hapekasta. Vertailussa 1970-luvun tuloksiin oli veden happitilanne nyt jopa parempi kuin aiemmin. Sitä vastoin päänlyysveden osalta kummassakin järvessä hapen kyllästysarvo oli nyt jonkin verran heikompi kuin 1970-luvun tutkimuksissa (kuvaliite 2); silti veden happipitoisuus oli yhä melko hyvä.

Sen sijaan kesätutkimuksissa molempien järvien syvänevedessä näkyi huomattavaa happivajausta - Leviäjärven syvänteessä jopa lähes täydellinen happikato (kuvaliite 2). Vertailua aiempiin tuloksiin ei juurikaan voida tehdä, sillä Leviäjärvestä ei ole lainkaan happipitoisuuden kesätuloksia ja Sahajärvestä yltävät kesän 1972 tulokset vain kahdeksan metrin syvyyteen asti. Viimeksi mainitussa tutkimuksessa syvänteiden happitilanne lienee kuitenkin ollut samankaltainen kuin nyt kesällä 2001. Silti järvien syväneveden niukkahappisuutta on syytä pitää jossakin määrin huolestuttavana ilmiönä. Erityisesti Sahajärvessä alusveden niukkahappisuutta selittää osaksi se, että veden kevättäyskierto on lyhytkestoinen eikä riitä hapettamaan tehokkaasti koko vesimassaa talvikauden jäljiltä. Leviäjärvestä näkyi kesällä vedessä hieman sinilevähiutaletta, mutta varsinaiseen leväkukintaan viittaavaa hapen ylikyllästeisyyttä päänlyysvedessä ei ollut. Jos tutkimusten näytteiden otot olisivat ajoittuneet elokuun 2001 loppupuolelle, olisi nyt saatu kuva järvien happitilanteesta ilmeisesti ollut vielä koko lailla huolestuttavampi. Tilanteen kehittymistä näiltä osin on syytä riittävästi seurata.

Pohjan tuntumassa olevaan syväneveteen kehittyvä happikato aiheuttaa aikaa myöten - jopa vuosikymmenten viiveellä - pohjalietteen pintakerroksen pelkistymisen ja pilaantumisen, mikä puolestaan johtaa järven sisäisen ravinnekuormituksen kasvuun ja rehevöitymiseen. Saha- ja Leviäjärven syvänevdestä ja pohjasedimentin pintakerroksesta mitatut redox-arvot osoittavat tilanteen olevan näiltä osin vielä kohtalaisen hyvän. Sedimentin ominaisuuksia käsitellään lähemmin jäljempänä.

Veden ravinnepitoisuuksista ja rehevyydestä tehdyt tutkimukset osoittavat, että Saha- ja Leviäjärvi kuuluvat nykyään karuksi eli oligotrofisiksi määriteltävien järvien tuotantotyyppiin. Järvien ominaisuuksien arviointi tapahtuu näiltä osin veden fosfori- ja typpipitoisuuksien sekä kasviplanktonin määrää ilmaisevan klorofylli a:n pitoisuuden perusteella. Käytössä on useita, hieman toisistaan poikkeavia luokituksia, esim. seuraava (µg/l):

Rehevyytaso	Fosfori	Typpi	Klorofylli a
-karu	alle 12	alle 400	alle 4
-lievästi rehevä	12 - 25	400 - 800	4 - 10
-rehevä	25 - 75	800 - 1500	10 - 25
-erittäin rehevä	yli 75	yli 1500	yli 25

Saha- ja Leviäjärven veden ko. pitoisuudet vuoden 2001 tutkimuksissa sijoittuvat enimmäkseen taulukon karujen järvien luokkaan (kuvaliite 3). Kuitenkin Leviäjärven pohjan läheisen veden fosforipitoisuudet olivat selvästi kohonneet happitilanteen heikkenemisen myötä (kuvaliite 2). Tämä osoittaa järven tilaan kohdistuvat sisäisen ravinnekuormituksen kasvun riskit. Vertailut aiempiin verrattain niukkoihin tutkimustuloksiin eivät osoita järvien veden ravinnepitoisuuksissa tapahtuneen 1970-luvulta lähtien selviä muutoksia. Syyskuussa 1972 Sahajärven syvänevdestä saatiin merkittävästi nyt analysoitua korkeammat ravinnepitoisuudet, mihin on voinut vaikuttaa syyskuinen ja lietepinnan läheltä tapahtunut näytteenotto.

Kesän 2001 tutkimuksissa Saha- ja Leviäjärven veden klorofylliarvot olivat karujen järvien luokitustasolla (kuvaliite 3). Aiempia vertailutuloksia on vain heinäkuun 1983 alusta, jolloin järvien veden klorofylliarvot olivat nyt mitattujen arvojen tasolla. Levätuotantoa rajoittava ns. minimiravinne on molemmissa järvissä fosfori, sillä typpi-fosforisuhteen arvo on selvästi yli 20. Myös epäorgaanisten, liukoisten ravinteiden pitoisuudet osoittavat fosforin minimiravinteeksi, koska fosfaattifosforin määrä oli kesän näytteissä jopa alle analyysimenetelmän herkkyysrajan.

Saha- ja Leviäjärven veden muuta fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia kuvaavia tutkimustuloksia on vain vähän (PIVET,2001). Tuloksissa kiinnittyy huomio Saha- ja Leviäjärven vähähappises- ta syvänevedestä vuosina 1972 ja 1983 mitattuihin aika korkeisiin rautapitoisuuksiin. Täyskiertojen yhteydessä hapettuvien ja saostuvien rautayhdisteiden mukana poistuu vedestä lietteeseen liukoista fosforia, mikä vähentää edellytyksiä järvien levä- tuotannon kasvuille. Toisaalta, hapen loppuessa alusvedestä pelkistyvät rautayhdisteet ja muuttuvat liukoisiksi, jolloin rau- taan sitoutunutta fosforia liukenee veteen. Järvien vesistä teh- dyt harvat alumiinipitoisuuden arvot ovat sen verran pienet, et- tei veden happamoituminen järvissä näytä edenneen pitkälle.

Vesikasvillisuuden osalta Saha- ja Levijärvi ovat samantyypp- iset, joskin Sahajärven kallioisemmat ja jyrkemmät rannat an- tavat vähemmän elintilaa rantavyöhykkeiden vesikasvillisuudel- le. Molemmat järvet ovat kasvillisuustyyppiltään kirkasvetisiä nuottaruohojärviä, joissa on niukalti ilmaversoiskasvillisuutta. Kelluslehtisten kasvien valtalajeja ovat ulpukka, lumme ja uis- tinvita sekä uposlehtisten ruskoärviä ja rentovihvilä. Vain yleis- piirteisesti havainnoiduista kasveista kiinnittyy huomio erityi- sesti rentovihvilään, jonka on usein todettu runsastuvan hap- pamoituvissa järvissä (liite 5b).

Vesikasvillisuuden osalta on vielä huomionarvoista, että kasvi- en versoilla esiintyi varsin runsaasti päällyskasvustoa, ns. epi- fyttilevästöä. Tämän runsastumisen on havaittu olevan yhtey- dessä järvivesien happamoitumiseen. Ilmeistä on, että runsas päällyskasvusto voi myös heijastaa veden rehevyytason kas- vua, sillä levästä tarvitsee kasvuunsa ravinteitakin. Rehevöity- misen oireisiin viittaa myös Leviäjärvestä todettu sinilevähiu- taleisto. Etenkin Leviäjärvestä rehevöitymisoireet saattavat ol- la yhteydessä järviveden kalkitsemiseen. Mahdollisesti kohon- nut levätuotanto voi selittää talviajan päällysveden runsaan- puoleisen hapenkulutuksen ja myös alusveden happivajaukset.

Saha- ja Leviäjärven syvänteistä otetut sedimenttinäytteet osoittavat järvien pohjalietteen olevan tämänkaltaisten järvien tyyppillistä, hienojakoista detritusliejua. Sahajärven sedimentis- sä oli pintaosassa hieman tummaa sulfidiraidoitusta ja n. 10 cm:n syvyydestä alaspäin liete muuttui ruskeammaksi. Leviä- järven sedimentin pintaosassa ei ollut sulfidiraidoitusta ja van- ha, ruskeampi perusliete alkoi n. 15 cm:n syvyydellä. Leviäjär- ven sedimentin tilan heikkenemiseen viittaa kuitenkin kesätut- kimuksessa todettu alusveden fosforipitoisuuden kohoaminen eli pelkistyneestä lietteestä on ilmeisesti alkanut "vuotaa" fos- foria veteen. Lietepinnan redox-arvot olivat molemmissa jär- vissä vielä kohtalaisen hyvät, joten sedimentin pintakerroksen

vakavaa pilaantumista ei kummassakaan järvestä ole toistaiseksi tapahtunut. Silti tilanteen kehittymisen seurantaan on syytä kiinnittää huomiota - varsinkin, kun näiltä osin ei ole lainkaan mitään vertailutuloksia aiemmilta vuosilta.

5.2 Mikkopekin Pitkäjärvi ja Malarijärvi

Mikkopekin Pitkäjärvi ja Malarijärvi sijaitsevat vierekkäin ja jälkimmäisestä johtaa lyhyt yhdysoja Pitkäjärveen. Oja on nykyään kuitenkin käytännössä aina kuivillaan ja siten Malarijärvi purkautuu nykyoloissa kokonaan etelään, siis pois Kiskonjoen vesistöä. Malarijärven pääosa sijaitsee Tammisaaren puolella, jossa on myös järven n. 15 metrin syväne. Tähän järvitutkimukseen sisältyvä Malarijärven pohjoisosa on vain viitisen metriä syvä eikä tähän osaan kehity mainittavaa vesien kesäkerrosteisuutta. Malarijärven tilan arviointi perustuukin nyt saatujen tulosten ohella muita tutkimusjärviä enemmän Suomen ympäristökeskuksen PIVET-järvirekisterin tietoihin. Rekisterin 20 tutkimuskerran tulokset ovat kuitenkin lähes kaikki syystäyskierron ajalta, ja kesäkerrosteisuuden tutkimuksia on tehty vain 11.7.1978 ja 10.7.1985 sekä talviajan 9.4.1984 ja 11.2.1993.

Pitkä- ja Malarijärven valuma-alueet ovat samankaltaiset ja järvien ominaisuuksia ja tilaa arvioidaan tässä yhteisesti. Pitkäjärvi on kuitenkin selvästi Malarijärveä matalampi, maksimisyvyys noin 6 metriä, mutta molempien järvien vesimassaan kehittyä kesällä selvä lämpötilakerrosteisuus. Malarijärven syvänteessä vesi on kesällä sangen kylmää, hieman yli 5 °C, mikä osoittaa vesimassan kevättäyskierron lyhyttä kestoja. Pitkäjärvestä pohjan läheisen veden lämpötila oli heinäkuussa yli 10 °C, joten kevättäyskierto on järvestä jatkunut melko pitkään. Järvien syvyysuhteista ei ole tarkkoja tietoja, minkä vuoksi viileän alusveden määriä ei voida luotettavasti arvioida.

Vesi on perusominaisuuksiltaan molemmissa järvissä lähes samanlaista. Pitkäjärven veden näkösyvyys on 3,5 - 4,0 metriä ja Malarijärvestä on mitattu jopa n. 8 metrin näkösyvyys (kuvaliite 1). Järvien vesi sisältääkin vähän humusyhdisteitä. Molempia järviä on tutkittu happamoitumiskehityksen takia ja järvien vesi onkin melko hapanta sisältäen niukalti puskurikykyä antavia, liuenneita elektrolyyttejä. Tulosten mukaan järvien happamoitumistilanne näyttää kuitenkin viime aikoina jonkin verran parantuneen "happosateiden" vähenemisen myötä. Eri ajankohtina otettujen näytteiden tulokset vaihtelevat silti yllättävänkin paljon, kuten seuraavat Pitkäjärvestä yhden metrin syvyydeltä tehtyjen talvianalyysien tulokset osoittavat:

Analyysi	24.3.99	27.3.00	21.3.01
Alkaliniteetti, mmol/l	0,01	0,03	0,05
pH	5,4	5,9	5,5
Sähkönjohtokyky, mS/m	2,8	4,4	3,2
Väriluku, mg Pt/l	35	50	40

Vaihteluun vaikuttanevat hieman analyttiset tekijät, mutta epäilemättä jään alle kerrostuvien vesien laatu vaihtelee jonkin verran vuosittain. Todettakoon vielä, että 1980-luvun alkupuolella Pitkäjärven päällysveden kesäajan alkaliniteetti analysoitiin jopa nollassa ja Malarijärvelle saatiin peräti asiditeettia. Nyt järvien vedessä on kuitenkin jälleen hieman puskurikykyä. Kaiken kaikkiaan Pitkä- ja Malarijärven nykyisen vedenlaadun perusominaisuudet voidaan arvioida happamuudesta huolimatta erinomaiseksi, esimerkiksi virkistyskäytön tarpeita ajatellen.

Molempien järvien syvyys on riittävä, jotta vesimassaan kehittyy sekä talvella että kesällä selkeä lämpötila- ja samalla myös happikerrosteisuus. Pitkäjärven vedessä oli maaliskuussa 2001 happea pohjalle saakka, mutta koko vesimassassa oli silti huomattavaa happivajausta. Helmikuun 1973 tuloksiin verrattuna järven talviajan happitilanne on heikentynyt (kuvaliite 2). Malarijärven matalahkon pohjoisosan veden happipitoisuus oli pohjan tuntumaan saakka hyvä. Etenkin talven 1984 tutkimuksessa Malarijärven pääsyvänteen vedessä on kuitenkin todettu selvää happivajausta.

Kesällä 2001 Pitkäjärven päällysvedessä oli lievää hapen ylikyllästeisyyttä, mikä viittaa levä- ym. perustuotannon vilkkauteen. Myös Malarijärven päällysvedessä oli runsaasti happea, mihin lienee vaikuttanut järven pohjalla kasvavan vesisammalkasvuston fotosynteesissä vapautuva happi. Pitkäjärven alusveden happipitoisuus oli pohjalietteen pinnalle asti verrattain hyvä. Pitkäjärvestä ei ole lainkaan aiempia kesäajan happitilanteen tutkimuksia. Malarijärven syvänteessä on heinäkuussa 1978 ja 1985 todettu jonkin verran happivajausta.

Kokonaisuutena järvien happitilannetta voidaan pitää melko hyvänä, vaikka nyt tehtyjen tutkimusten tulokset edustavatkin vain "helpon" talven ja keskikesän tilanteita. Niukan vertailuaineiston takia järvien happitilanteen seuranta on suositeltavaa tehostaa. Jos pohjan tuntumassa olevaan syvänteveteen pääsee joskus kehittymään happikato aiheutuu tästä vähitellen - jopa vuosikymmenten viiveellä - pohjalietteen pintakerroksen pelkistymistä ja pilaantumista, mikä puolestaan johtaa järven sisäisen ravinnekuormituksen kasvuun ja rehevöitymiseen. Nyt

Pitkä- ja Malarijärven pohjasedimentin tuntumasta mitatut redox-arvot osoittavat lietepinnan olevan hapekkaan ja siten sisäisen kuormituksen kasvu ei näytä uhkaavan järvien tilaa. Sedimentin ominaisuuksia käsitellään tarkemmin jäljempänä.

Pitkä- ja Malarijärven ravinnepitoisuuksien ja rehevyyden tutkimustulokset osoittavat järvien kuuluvan edellä (sivu 9) esitetyn taulukon luokittelun mukaisesti karun niukkaravinteiseen eli oligotrofiseen tuotantotyyppiin. Pitkä- ja Malarijärven ko. ainespitoisuudet olivat vuoden 2001 tutkimuksissa yleensä selvästi karujen järvien luokitustasolla (kuvaliite 3). Heinäkuussa Pitkäjärven syväneveden fosforiarvo oli kuitenkin hieman kohonnut, mutta kysymyksessä ei liene vakava sisäisen ravinnekuormituksen kasvuilmiö. Aiemmat tutkimustulokset Pitkäjärvestä viittaavat siihen, että järven veden ravinnetaso on 70-luvulta ehkä hieman kasvanut. Malarijärven aiemmat tulokset osoittavat veden alhaista ravinnetasoa ja alusveden vähäistä fosforipitoisuuden kasvua pohjalietteen tuntumassa. Heinäkuun 1978 alusveden poikkeuksellisen korkea fosforipitoisuus lienee näytteenotto- tai analyysivirhe.

Heinäkuun 2001 tutkimuksissa Pitkä- ja Malarijärven veden klorofylliarvot olivat vain hieman yli 2 µg/l eli karujen järvien luokitusta vastaavalla tasolla (kuvaliite 3). Aiempia vertailutuloksia on vain parilta havaintokerralta noin 20 vuoden takaa, jolloin klorofylliarvot olivat nyt mitattuja arvoja pienempiä. Järvien toipuessa happamoitumisesta näyttää perustuotannon määrä hieman kohoavan. Levätuotantoa rajoittava ns. minimiravinne on kummassakin järvessä fosfori.

Pitkä- ja Malarijärven veden muuta fysikaalis-kemiallista laatua on tutkittu happamoitumis seurannan takia melko runsaasti, lähinnä järvien päällysvedestä syystäyskierron aikoina. Tuloksissa kiinnittyy huomio etenkin Malarijärven veden aiempiin, melko korkeisiin alumiinipitoisuuksiin. Kun järven happamoituminen on viime vuosien aikana vähentynyt, on veden alumiinipitoisuuskin pienentynyt. Samanlaista muutoskehitystä on havaittavissa happamoituneissa järvissä eräiden muidenkin raskasmetallien osalta. Pitkäjärven veden harvoista, aiemmista tutkimuksista ei ole nähtävissä tavallisuudesta poikkeavia analyysituloksia.

Vesikasvillisuuden osalta Pitkä- ja Malarijärvi ovat samantyyppiset. Molempien järvien rannat ovat melko kallioiset ja jyrkät, joten rantavyöhykkeiden ilmaversois- ja kelluslehtisten vesikasvien kasvualueet ovat melko suppeat. Järvet ovat kasvillisuustyyppiltään edellä tarkasteltujen Saha- ja Levijärven tapaan kir-

kasvetisiä nuottaruohojärviä. Kelluslehtisten kasvien valtalajeja ovat ulpukka, lumme ja siimapalpakko. Molemmissa järvissä on uposlehtisten kasvien valtalajina rentovihvilä tyypilliseen happamoituneiden järvien tapaan. Järvien pohjalla kasvaa ehkä laajaltikin vesisammalta, mikä on myös ainakin osaksi veden happamoitumisen seurausilmiö (liite 5b).

Vesikasvillisuuden osalta on vielä huomionarvoista, että kasvien versoilla esiintyy varsin runsaasti päällyskasvustoa, ns. epifyyttilevästöä. Tämän runsastumisen on havaittu olevan yhteydessä järvesien happamoitumiseen. Ilmeistä on, että runsas päällyskasvusto voi myös heijastaa veden rehevyytason kasvua, sillä levästä tarvitsee kasvuunsa aina ravinteitakin. Happamoitumisesta vähitellen toipuvien järviemme mahdollisesta rehevöitymiskehityksestä ei vielä ole liiemmin tutkimustietoja.

Pitkä- ja Malarijärven pohjasedimenteistä otetut näytteet osoittavat järvien pohjalietteen olevan tämänkaltaisten järvien tyyppillistä, hienojakoista detritusliejua. Sedimetit olivat kokonäyteprofiilin osalta tasalaatuiset ja terveet, mutta Pitkäjärvessä näkyi myös lietteen tilan heikkenemiseen viittaavaa mustaa sulfidiraidoitusta. Pitkäjärven sedimentin tilan heikkenemiseen viittaa myös kesätutkimuksessa todettu alusveden fosforipitoisuuden lievä kohoaminen eli pelkistyneestä lietteestä on ehkä "vuotanut" hieman fosforia veteen. Lietepinnan redox-arvot olivat kuitenkin molemmissa järvissä hyvät, joten sedimentin pintakerroksen vakavaa pilaantumista ei kummassakaan järvessä ole tapahtunut. Silti tilanteen kehittymisen seurantaan on syytä kiinnittää huomiota - varsinkin, kun näiltä osin ei ole lainkaan vertailutuloksia aiemmilta vuosilta.

5.3 Musta- ja Hamarjärvi

Musta- ja Hamarjärvi poikkeavat luonnonoloiltaan merkittävästi edellä tarkastelluista järvistä. Mustajärvi on alle kaksi metriä syvä eikä järven veteen muodostu kesäkerrosteisuutta ja Hamarjärvenkin neljän metrin syvyiseen veteen muodostuu korkeintaan lyhytaikainen, lievä kesäkerrosteisuus. Matalissa ja suhteellisesti hieman laajempien valuma-alueiden järvissä vesimassan vaihtuminen on nopeaa, joten Musta- ja Hamarjärvi ovat luonteeltaan ns. läpivirtausjärviä. Musta- ja samalla Hamarjärven valuma-alueella on jonkin verran peltomaita, mistä aiheutuu myös vesiympäristölle ravinteikkaampia piirteitä. Vesikasvillisuudella onkin suuri merkitys näissä järvissä.

Musta- ja Hamarjärven veden perusominaisuudet poikkeavat toisistaan sikäli, että Mustajärven vesi on jonkin verran tum-

mempaa ja sameampaa. Tämä johtuu valuma-alueen pelto- ja suoalasta. Vertailu harvoihin aiempiin tutkimustuloksiin viittaa siihen, että Mustajärven vesi näyttää 70-luvulta lähtien muuttuneen hieman tummemmaksi ja sameammaksi. Näkösyvyyden arvo onkin tämän raportin järvistä selvästi pienin (kuvaliite 1). Järven vedenlaadun erot vuoden 2001 talvi- ja kesätutkimuksissa olivat myös silmiinpistävän isot: talvella vesi oli paljon happamampaa ja tummempaa sekä sisälsi enemmän liuenneita suoloja. Hamarjärvenkin vedessä näkyi samanlainen talvi- ja kesäajan laatuero. Muutoin Hamarjärven vedenlaatu on ikään kuin Musta- ja Pitkäjärven vesien laadun "puolivälistä". Musta- ja Hamarjärven vedenlaadun mahdollisia muutoksia viime vuosikymmenten aikana ei voida niukan tulosaineiston ja järvien läpivirtausominaisuuksien takia luotettavasti arvioida.

Happitilanne on matalissa järvissä avoveden aikana yleensä hyvä. Poikkeuksellisen lämpimän heinäkuun 2001 aikana Hamarjärven veteen kehittyi lievä kerrostaisuus. Jo sen aikana pohjan lähelle kerrostuneen veden happipitoisuus aleni huomattavasti ja aivan sedimentin tuntumassa vedessä vallitsi lähes happikato. Tämä ilmentää orgaanisen aineksen hajotusprosessien intensiteettiä järvessä. Runsaaseen planktonperustuotantoon viittaavaa hapen ylikyllästeisyyttä ei kesällä 2001 todettu kummassakaan järvessä.

Musta- ja Hamarjärven talviajan happitilanne oli maaliskuun 2001 tutkimuksissa heikohko, Mustajärvessä jopa arveluttavan heikko (kuvaliite 2). Hamarjärvessä happea oli vesimassan runko-osassa kohtalaisesti ja vasta pohjalietteen lähellä happivajaus oli merkittävää. Sen sijaan Mustajärvessä koko vesimassan happipitoisuus oli alhainen, ja hapenpuute saattoi jo uhata joidenkin kalalajien toimeentuloa järvessä. Hapen runsas kuluminen jääpeitteen aikana näiden järvien vedestä johtuu vesikasvimassan, humuksen yms. orgaanisen aineksen runsaudesta. Talvisten suojasäiden hapekkaat sulamisvedet voivat onneksi nopeasti parantaa näiden läpivirtausjärvien veden happitilannetta, ja siten hapenpuutteen ongelmat eivät muodostune järvien eliöstölle nykyisten "normaalitalvien" aikana kriittisiksi. Pitkän, suojasäättömän talven aikana saattaa Mustajärvessä hapenpuute kuitenkin olla esim. kalastolle kohtalokasta. Tilanteen vakavuuden arviointiin tarvittaisiin lisää tutkimushavaintoja.

Musta- ja Hamarjärvi ovat veden ravinnepitoisuuksien ja rehevyyden osalta Kuustonojan muita tutkimusjärviä rehevämpiä. Tulosten perusteella Mustajärveä voidaan pitää sivun 9 taulukon mukaisesti runsasravinteisten eli eutrofisten järvien tuotantotyyppiin kuuluvana ja Hamarjärveä lievästi rehevien eli mesotrofisten järvien luokkaan kuuluvana. Kesän 2001 tutkimuk-

sisä kummankin järven tulokset sijoittuvat kuitenkin yleensä ko. luokitusvälien alarajoille (kuvaliite 3), joten tarkemman käsityksen saaminen järvien rehevyydestä edellyttäisi lisätutkimuksia. Veden ravinnepitoisuuden aiempia tutkimustuloksia on Musta- ja Hamarjärvestä niin vähän, ettei niiden perusteella voida luotettavasti päätellä läpivirtausjärvien vedenlaadun mahdollisia muutoksia. Vanhoissa tutkimuksissa vesien ravinteisuus on ollut likimain samalla tasolla kuin nykyään.

Heinäkuun 2001 tutkimuksissa Mustajärven klorofylliarvo oli 23 µg/l ja Hamarjärven 5,2 µg/l, joten järvien levätuotannon määrissä oli selvä suuruusluokkaero (kuvaliite 3). Aiempia vertailutuloksia on ainoastaan heinäkuun 1983 alusta, jolloin Hamarjärven klorofylliarvo oli lähes sama kuin nyt, mutta Mustajärven vain 1,5 µg/l. Tämä viittaa siihen, että Mustajärvessä on tapahtunut selvää rehevöitymiskehitystä. Näin niukan ja satunnaisen tulosaineiston perusteella ei kuitenkaan voida tehdä pitkälle meneviä, luotettavia johtopäätöksiä. Levätuotantoa rajoittava ns. minimiravinne näyttää kummassakin järvessä olevan fosfori. Kuitenkin sekä fosforin että typen liukoisten, leville käyttökelpoisten yhdisteiden kaikki pitoisuudet sekä Musta- että Hamarjärvestä olivat alle analyysimenetelmien herkkyysrajan, mikä antaa viitteitä myös typpiyhdisteiden levätuotannon määrää rajoittavasta niukkuudesta.

Musta- ja Hamarjärven vesien muuta fysikaalis-kemiallisia tutkimustuloksia on varsin vähän (PIVET, 2001) ja useimmat tulokset ovat jo 1970-luvun alkupuolelta. Arvoista ei näy mitään tämänkaltaisille järville poikkeuksellisia piirteitä. Todettakoon, että näidenkin järvien veden hygienis-bakteriologinen laatu oli syyskuun 1972 tutkimuksessa moitteeton.

Musta- ja Hamarjärven korkeampi vesikasvillisuus on runsasta ja melko monipuolista. Mustajärven matalaa länsipäätä ympäröi laajahko saranevaluhta ja tämä järven osa on suorastaan umpeenkasvuun viittaavan, sankan kelluslehtisten - valtalajit ulpukka, lumme ja siimapalpakko - kasvuston peitossa. Samankaltainen tilanne vallitsee Hamarjärven länteen ja kaakkoon työntyvien, matalien lahdelmien perukoilla. Molempien järvien rannat ovat lähes kauttaaltaan metsäisiä ja erityisesti Hamarjärven rantoja kehystää suurelta osin vahva tervaleppäkasvusto. Ilmaversoiskasvien vyöhykkeet ovat Mustajärvessä kapeita ja niukan ruoko- ja kortekasvillisuuden luonnehtimat. Hamarjärvestä on paikoitellen melko leveitä ruovikoita ja myös kurjenmiekkää on aika runsaasti. Kelluslehtisten kasvien valtalajeja ovat myös tässä järvessä ulpukka, lumme ja siimapalpakko. Uposlehtisistä ja pohjakasveista on Hamarjärvestä mm.

rentovihvilää, ruskoärviää ja nuottaruohoa, Mustajärvässä ruskoärviää ja nuottaruohoa (liite 5b). Ainakin Hamarjärvässä kasvaa myös vesihernettä ja molemmissa järvissä on soistuvilla, osaksi kelluvilla turvereunuksilla mm. rahkasammalta.

Musta- ja Hamarjärven pohjasedimentti on tyypillistä tummaa ja kasviainesta sisältävää järviliejua. Hamarjärvestä tutkittiin vain lietteen pintaosa, jossa ei havaittu hapettomuudesta johtuvaa sulfidiraidoitusta tai muita ongelmia. Mustajärven liete-profiilissa näkyi hieman mustaa sulfidiraidoitusta. Lietepinnan redox-arvot olivatkin molemmissa järvissä melko hyvät, joten sedimentin pintakerroksen vakavaa pilaantumista ei näytä järvissä tapahtuneen. Tilanteen kehittymistä on kuitenkin aiheellista seurata (liite 5c).

6. Järvityypit

Järviä luokitellaan monenlaisilla perusteilla erilaisiksi luontotms. järvityypeiksi. Tässä raportoitavan Kiskonjoki-projektin järvet luokitellaan seuraavalla neljällä tavalla järvityypeiksi:

- a) limnologisten tuotantotyyppien mukaisesti niukkaravinteisistä runsasravinteisiin (oligo-, meso- tai eutrofinen);
- b) veden ruskean värin voimakkuusasteen (oligo-, meso- tai polyhumoosinen dystorfia) ja sameuden (kirkas, lievästi samea, samea) perusteella;
- c) vesikasvillisuustyyppeihin lähinnä suurkasvien elomuotojen ja lajiston runsaussuhteiden perusteella;
- d) luontotyyppeihin Natura 2000 -verkoston kriteerein.

Tässä tarkastelun kohteena olevista järvistä Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärvi ovat tuotantotyyppiltään selkeästi oligotrofisia järviä. Näiden järvien puhdasta tuotantotyyppiä "sotkee" kuitenkin eriasteisesti vaikuttanut ja yhä vaikuttava ilmansaasteista johtuva happamoitumiskehitys. Mustajärvi voidaan luokitella rehevien eli eutrofisten, Hamarjärvi keskirasvinteisten eli mesotrofisten järvien tuotantotyyppiin. Viimeksi mainittujen tuotanto on kuitenkin lähellä astetta karumpia järviä, joten runsaampi tutkimusaineisto saattaisi muuttaa järvien tuotantotyyppin.

Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärven vesi on erittäin kirkasta ja väritöntä. Mustajärven vesi on lievästi sameaa ja väritään melko tummaa, mesohumoosista - talviajan tuloksilla jopa polyhumoosista - dystrofiaa vastaavaa. Hamarjärvikin on tummahkon veden takia luokiteltavissa meshumoosisen dystrofian järveksi, jonka vesi on myös lievästi sameaa. Näiden järvien vedenlaatu vaihtelee ajoittain paljon.

Tutkimuksen neljä oligotrofista järveä ovat kasvillisuudeltaan tyypillisiä nuottaruohojärviä. Happamoituminen ja siihen liittyvä runsas epifyyttilevästö voi kuitenkin aikaa myöten heikentää nuottaruohoruusukkeiden menestymistä järvien matalissa rantavyöhykkeissä. Vesisammalkasvuston perusteella ei ole järviä tyypitetty, mutta näissä happamoituneissa järvissä tämäkin kasvillisuus tarjoaisi ehkä luokitteluperusteita. Musta- ja Hamarjärvi ovat luokiteltavissa lähinnä korte-ruokojärvien tyyppiin kuuluviksi järviksi, joihin rehevöitymisen muutoksilla on ollut vaikutuksia (liite 5b).

Natura 2000 -luontotyyppinä Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärvi ovat karuja, kirkasvetisiä nuottaruohojärviä, jollaisia järviä Lounais-Suomessa sisältyy luontoalueverkostoon mm. Someron ja Kiskon alueilta. Musta- ja Hamarjärvelle ei Natura-luokituksesta löydy selkeää tyyppiä. Naturan luontotyyppiä "humusjärvet" tuskin aidosti edustaa edes Mustajärvi, koska sen dystrofia-aste ei ole suomalaisessa mittakaavassa erityisen vahvaa eikä valuma-alueen suo-ojitusten takia kuin osaksi alkuperäisen luonnontilan mukaista.

7. Pohdinta

7.1 Yleistä järvien tilan muutoksista

Järvien tilan muutosten syy-seuraussuhteiden tarkastelussa voidaan käyttää seuraavaa asiaryhmittelyä:

1. Fyysisen ympäristön muutokset
-esim. säännöstely, perkaukset ja ojitukset
2. Vesien tuotantojärjestelmän "manipulointi"
-esim. kalastus sekä kalaistutukset ja -taudit
3. Ekosysteemien tuotannon aleneminen
-esim. happamoituminen
4. Ekosysteemien tuotannon kasvu
-esim. rehevöityminen

Tässä jaottelussa ensimmäisen ja toisen ryhmän toimenpiteet aiheuttavat kolmannen tai neljännen ryhmän seurauksia - muutoksissa on siis viime kädessä aina kysymys järvien biologiasta. Oleellista on tiedostaa, että **järvissä aina summautuvat valuma-alueella tehtyjen, kaikkien ympäristöä jollakin tavalla muuttavien toimenpiteiden vaikutukset**. Siten järvi

on koko valuma-alueensa "sielunpeili". Summautumisen merkitystä korostaa vielä järvien "muisti": **vaikutukset tallentuvat järvien pohjasedimentteihin ja biologisen tuotantojärjestelmän hienosäätöiseen rakenteeseen**. Lopulta, jopa vuosikymmeniä kestäneen vaikutusten kertymäviiveen jälkeen, ongelmat saattavat yhtäkkiä pulpahtaa täydessä mitassa esiin. Tilanteen laukeamisessa tällä tavalla on itse asiassa kysymys **järven kuormituksen sietokyvyn** lopullisesta ylittymisestä. Kuormitustaakaan kriittistä ylittymistä voidaan hyvin verrata tutun sanonnan toteamukseen: "Kamelin selkärangan katkaisee vasta kuormaan lisätty viimeinen oljenkorsi".

Järvien ja niiden valuma-alueiden fyysisen ympäristön laajimpia muutoksia ovat **suo- ja metsäojitukset sekä myös muut vesiuomien perkaukset**. Nämä toimenpiteet vaikuttavat monin tavoin järvien luonnontalouteen, mm. ravinne- ja humuskuormat kasvavat, tulvahuiput terävöityvät ja kuivuuskausien minimivirtaamat pienentyvät. Järvien tyypillisiä muutoksia ovat myös **vedenkorkeuden säännöstely ja järvien lasku**, jotka toimenpiteet saattavat perusteellisesti muuttaa ekosysteemiä.

Järvien biologisten prosessien "manipulointia" tapahtuu ennen kaikkea **kalastuksen ja ravustuksen sekä kala- ja rapuis-
tutusten** myötä. **Rapuruton leviäminen** on hävittänyt kotimaisen ravun useista järvistä, millä saattaa olla merkittäviä vaikutuksia järviekosysteemeissä. Sama koskee myös eläinplanktonravintoa käyttävien **kalalajien**, esim. siian, **liian runsasta istuttamista** järviin, sillä tällaisen kalaston aiheuttama suurten äyriäisplanktereiden väheneminen vedestä voi johtaa levätuotannon haitalliseen kasvuun.

Järvien biologisen tuottokyvyn alenemisen, ekosysteemien myrkyttymisen, tavallisin muutosprosessi on **ilmansaasteiden aiheuttama happamoituminen**. Happamoittavan laskeuman aiheuttamat **raskasmetallien maaperästä uuttumiset tai muiden vierasaineiden** mahdollisesti aiheuttamat haitat järvissä ovat usein niukalti tunnettuja, mutta esimerkiksi karuista metsämaista irtoavat alumiiniyhdisteet ovat veden monille eliölajeille alhaisen pH-tason vallitessa akuutisti myrkyllisiä.

Järvien biologisen tuotannon kasvu, rehevöityminen, on Etelä-Suomen järvien tilan yleisin muutosilmiö. Rehevöityminen on hitaasti, jopa vuosikymmenten aikana etenevä prosessi, joka lopulta voi johtaa mm. voimakkaisiin sinileväkukintoihin, kalaston muuttumiseen ylitieheäksi särkikalojen hallitsemaksi ns. roskakalastoksi ja järvien käyttöarvojen huomattavaan vähenemiseen. Rehevöitymisen perimmäinen syy on aina **ulkoisen ravinnekuormituksen kasvu** liian suureksi järven sietokyvyn

kannalta. Keskeisessä asemassa ovat vesien levätuotantoa säätelevät pääravinteet, fosfori ja typpi. Näiden kuormituksen kasvun pääsyinä ovat **jätevedet sekä maa- ja metsätalouden toimenpiteet**. Myös **ilmaperäiset saastelaskeumat** vaikuttavat järvien rehevöitymiseen, sillä Lounais-Suomessa ilman-saasteiden vuotuinen typpikuorma on 500 - 1000 ja fosforikuorma 5 - 20 kg/km². Suoraan järveen vuosittain lankeava ilmaperäinen fosfori voikin vastata suurta osaa järven vesimassan sisältämän fosfaattifosforin koko määrästä. Ns. **luonnonhuuhtouman** osalta vaikea tutkimusongelma on, että ilmaperäinen laskeuma vaikuttaa kaikkialla alkuperäisen, "puhtaan luonnontilan" tuloksiin eli aitoa luonnontilaa ei siis enää ole.

Todettakoon vielä, että järvien rehevöitymistä usein merkittävästi kiihdyttävä **sisäisen ravinnekuormituksen kasvu** on luonteeltaan muiden tekijöiden seurausilmiö eikä siten varsinainen rehevöitymiskehityksen perimmäinen alkusyy. Sisäisessä kuormituksessa erotetaan yleensä neljä eri prosessia:

- 1) hapeton alusvesi, jolloin pelkistyvästä pohjasedimentistä alkaa kiihtyvällä nopeudella liueta mm. fosforia veteen;
- 2) bioturbaatio eli ylitihäiksi muuttuneen ns. roskakalaston lietepöyhinnästä ja ulosteista johtuva ravinnekuormitus;
- 3) korkea pH (yli 8,0), mikä johtuu yleensä runsaasta fotosynteesistä (leväkukinnat!) ja aikaansaa fosfaattifosforin kiihtyvää liukenemistä päällysveden pohjasedimenteistä;
- 4) resuspensio eli aallokon matalilta rannoilta veteen irrottamat ja yleensä kiintoainekseen sitoutuneet ravinteet.

Järven tilan säilyminen hyvänä edellyttää, etteivät sisäisen ravinnekuormituksen prosessit milloinkaan - siis edes hetkellisesti (paitsi resuspensio) - pääse hallitsemaan järven luonnontaloutta. Tähän pyrkiminen on järvien hoitotyön keskeinen tavoite.

7.2 Tutkimuksen järvien muutokset

Kiskonjoki-projektin tämän osaraportin järvet sijaitsevat melko lähekkäin ja pääpiirteiltään samankaltaisen valuma-alueympäristön piirissä. Aiempia tutkimustuloksia näistä järvistä on Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä (PIVET) joitakin, ja nyt saaduille tuloksille löytyy lähinnä 1970-luvun tutkimuksista hieman vertailuaineistoa. Tämän projektin tulokset muodostavat kuitenkin itse asiassa ensimmäisen, yhtenäisen järvien talvi- ja kesäkerrosteisuuden tilannetta ilmentävän aineiston. Kiskonjoki-projektin tutkimusten arvoa kohottaakin se, että nämä

tulokset tarjoavat tulevaisuudessa hyvän vertailuperustan järvien mahdollisten muutostilojen arvioinneille. Silloin on paikallaan tiedostaa, että talvi 2000-2001 oli järville "helppo", ja että kesätutkimukset ajoittuivat ehkä jonkin verran keskikesään, mutta edeltäneen poutaisen hellejakson ansiosta tulokset silti edustavat järvien "kypsän" kesäkerrosteisuuden tilaa.

Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärvi ovat karun niukkaravinteisia järviä, joiden vesi on luonnontilassa ollut pehmeätä ja heikosti puskuroitua. Siksi viime vuosikymmenten aikana kasvanut happamoittava ilmaperäinen laskeuma on merkittäväällä tavalla vaikuttanut kaikkien neljän järven luonnontalouteen. Kun kansainvälisten ilmansuojelusopimusten toteuttamisen myötä "happosateiden" määrä on Suomessa viime vuosina rikkiyhdisteiden osalta oleellisesti vähentynyt, on tämän myönteisenä seurauksena jo näkyvässä näidenkin järvien luonnontalouden toipumista pahimmista happamoitumisen ongelmista.

Paranemiskehityksen suuntaa ei kuitenkaan vielä erityisen hyvin tunneta eikä happamoittavien typpiyhdisteiden määrä ole ilmalaskeumissa tähän mennessä edes mainittavasti vähentynyt. Myös fosforia - järvien levätuotannon minimiravinnetta - on ilmaperäisessä laskeumassa melko runsaasti, joten muutosvaikutuksille erittäin herkkien, karujen metsäjärvien tilan paranemisen myönteisen kehityksen jatkuminen ei ole yksiselitteisen varmaa. Kaikissa neljässä järvestä esiintyvä voimakas päällyskasvusto, epifyyttilevästö, voikin olla ennusmerkki ekosysteemien muutosten etenemisestä rehevöitymisen suuntaan.

Jos tämä on kehityksen muutostrendi, kohoo ongelmien keskipisteeksi - ehkä vuosikymmeniä kestävä aikaviiveen puitteissa - järvien syvänealueiden happitalous. Mikäli vesien kerrostumiskausina alusvedeen kehittyä huomattavaa hapenpuutetta, voi tästä aiheutua pohjasedimentin pintakerroksen pilaantumista, järvien sisäisen ravinnekuormituksen kasvua ja prosessien lopputuloksena rehevöitymisen voimistumista. Syväneveden happitilanteen heikentymistä havaittiin jo nyt mm. Leviä- ja Pitkäjärven kesäkerrosteisuuden tuloksissa. Suhteellisen syvässä Sahajärvestä, ehkä Malarijärvestäkin, on veden kevättäyskierron teho niin heikko, että järvien alusvedessä voi koska tahansa kesän lopulla ilmetä ongelmallista hapenpuutetta.

Kaikkien neljän oligotrofisen järven levätuotannon minimiravinne on fosfori ja nimenomaan leville käyttökelpoinen, liukoinen fosfaattifosfori. Ilmaperäisen laskeuman fosforikuorman merkitys korostuu siksi, että tästä fosforista jopa puolet voi olla leville välittömästi käyttökelpoista. Järvien fosforitaloutta sää-

televät ylimalkaan hämmästyttävän pienet fosforimäärät, kuten seuraavista kesän 2001 likimääräisistä arvoista käy ilmi:

	FOSFORIMÄÄRÄ, kg		
	päällysvesi	alusvesi	koko vesimassa
Sahajärvi	2,4	4,2	6,6
Leviäjärvi	1,7	2,2	3,9
Pitkäjärvi	2,5	4,0	6,5
Malarijärvi	9,0	6,0	15,0
Mustajärvi	2,3	-	2,3
Hamarjärvi	3,0	-	3,0

Näiden järvien koko vesimassan sisältämästä 2 - 15 fosforikilosta on leville käyttökelpoista fosfaattifosforia vain pieni osa - ehkä suuruusluokkaa neljäsosa, kesän levätuotannon aikana vielä vähemmän. Siten esimerkiksi yhden ainoan 40 kg:n lannoitesäkin fosforisisällön joutuminen järveen saattaa täydellisesti mullistaa järven fosforitalouden, jopa moninkertaistaa veden fosfaattifosforin pitoisuuden! Tämä kuvastanee hyvin sitä, kuinka vähän "pelivaraa" pienten, melko niukkaravinteisten järvien fosforikuormituksen kasvulle on.

Järvien tilan säilymisessä hyvänä on aina avainasemassa ulkoisen ravinnekuormituksen pysyminen järven ravinnekuormituksen sietokyvyn puitteissa. Liitteen 4 taulukossa on arvioitu likimääräisesti tutkimuksen järvien ulkoinen ravinnekuormitus. Kun fosforikuormituksen määriä verrataan yllä oleviin eri järvien vesimassan fosforisisältöihin havaitaan, että kaikkien järvien vuotuinen ulkoinen fosforikuormitus on isompi kuin vesimassan kesäinen fosforisisältö. Näiden arvojen perusteella ei voida laskea järville varsinaisia fosforitaseita, mutta kuormituksen osalta kiinnittyy huomio maa- ja metsätalouden toimenpiteiden sekä ilmaperäisen laskeuman aiheuttamaan fosforilisään. Metsien hakkuista, maanmuokkauksista, ojituksista ym. toimenpiteistä purkautuva "kuormituspiikki" kestää typen osalta vain muutamman vuoden, mutta sen sijaan luonnontilasta tuntuvasti kohooneet fosfori- ja kiintoainekuormat voivat jatkua jopa 10 vuotta. Sen sijaan maatalouden kuormitus on sääsuhteiden ja tuotantotekniikan vaihtelujen puitteissa jokavuotista.

Eri tutkimuksissa arvioidut luonnonhuuhtouman määrät sisältävät myös maa-alueille lankeavaa ilmaperäistä fosforilaskeumaa, joten luonnonhuuhtoumankin kuorma lienee "puhtaan" luonnontilan aikana vallinnutta suurempi. Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärven tilan ja ravinnekuormituksen suhteista voidaan kokonaisuutena varovasti päätellä, että pitkällä aikatahtäyksellä järvien tilan muuttuminen ravinnepitoisuuden kasvun ja re-

hevoitymisen suuntaan on varsin huolestuttava mahdollisuus.

Tämän vuoksi tehokkaat hoitotoimenpiteet järvien tilan - nykyoloissa vielä varsin hyvän - säilyttämiseksi ovat erittäin tärkeitä. Päähuomio hoidossa tulee tässä vaiheessa kiinnittää ulkoisen vesistökuormituksen vähentämiseen, syvänteiden happitalouden ja sedimentin pintakerroksen terveenä säilymiseen, eliöstöstä ennen kaikkea kalaston rakenteen terveenä säilymiseen sekä myös vesikasvillisuuden ja päällyskasvuslevästön runsastumisen torjumiseen. Järvien happamoitumisen torjunta kalkitsemalla saattaa sen sijaan jopa edistää rehevöitymistä, joten kalkitsemista ei tule tehdä ilman erityisen vahvoja ja huolellisiin tutkimustuloksiin pohjautuvia perusteita.

Musta- ja Hamarjärvi ovat ominaisuuksiltaan ja tilaltaan sekä myös ulkoisen vesistökuormituksen puolesta koko lailla toiseltaisia kuin tutkimuksen karut järvet. Valuma-alueella on enemmän luontaista rehevyyttä ja vesistökuormitusta lisää merkittävästi maatalous. Vesien nopea vaihtuminen sääsuhteiden vaihtelujen mukaan on näiden järvien luonnonoloja säätelevä tärkeä ominaisuus. Hamar- ja varsinkin Mustajärvessä on jo nykyoloissa havaittavissa selvää rehevöitymistä. Mustajärven happitalous saattaa minkä tahansa järvelle "vaikean" talven aikana muodostua sangen kriittiseksi, esim. kalaston kannalta.

Musta- ja myös Hamarjärvessä vedenkorkeuden mahdollisimman korkea, vakaa taso sekä kesällä että talvella on erityisen tärkeitä. Molemmissa järvissä vesikasvillisuuden rehevöityminen matalissa lahdelmissa on myös yhteydessä vedenkorkeuksien vaihteluihin. Toisaalta runsas vesikasvillisuus sitoo järviin kulkeutuvia ravinnemääriä ja kasvillisuus tarjoaa monipuolisen eliöstön toimeentulolle hyviä ravinto- ja suojaympäristöjä, kasvivyöhykkeet ovat ikään kuin järven eliöstön "lastenkamari". Hajotessaan kasvimassa kuitenkin kuluttaa vedestä happea.

Nämä luonnontalouden erityispiirteet korostavat Musta- ja Hamarjärvenkin hyväksi tehtävien hoitotoimenpiteiden tärkeyttä. Hoitotyön keskeinen tavoite tulee olla järvien ulkoisen ravinnekuormituksen - liitteen 4 taulukon mukaisesti suhteellisen runsaan - saaminen mahdollisimman pieneksi. Avainasemassa on maatalouden vesistökuorman pienentäminen. Myös metsätalouden toimenpiteiden ja niistä erityisesti suo-ojitusten vesistökuormituksen vähentäminen on tähdellistä. Lisäksi hoitotyössä tulee kiinnittää huomiota mm. järvien vedenkorkeuden säätelyn mahdollisuuksiin, veden happitilanteen pitämiseen hyvänä talvikausina, kala- ja rapukantojen rakenteeseen sekä korkeamman vesikasvillisuuden liiallisen runsastumisen torjuntaan.

8. Järvien hoidon perusteet

Järven hoitotyön osalta on aiheellista erityisesti tähdentää sitä, että mitä aikaisemmassa vaiheessa hoitotoimenpiteet aloitetaan sitä parempaan lopputulokseen päästään ja kaiken lisäksi suhteellisesti paljon halvemmin hoitokustannuksin. Valittavan usein järvien tilasta kuitenkin aletaan huolestua vasta sitten, kun esim. sinileväkukinnat jo vellovat järvessä. Tällöin rehevöityminen on jo edennyt lähestulkoon toivottoman pitkälle: järven pohjasedimentti on pilalla, eliöstön rakenne on järkkynyt ja järveä hallitsee sisäisen ravinnekuormituksen itse itsään ylläpitävä, paha "noidankehä". Tämän kehän murtaminen on aina tavattoman vaikeaa - usein liki mahdotonta - ja joka tapauksessa aikaavieppää ja yleensä myös hyvin kallista. Siksi järvien hoito tulee aloittaa jo silloin, kun järvien tila on vielä hyvä tai ainakin verrattain hyvä. Ja näinhän on asian laita tämän tutkimuksen järvien kohdalla juuri nyt!

Järvien hoito- ja kunnostustyössä on tarpeellista toteuttaa monia erilaisia toimenpiteitä (esim. in ILMAVIRTA, 1990; ÄYSTÖ, 1997 ja Vesiyhdistys r.y., 2000). Seuraavassa selostetaan lyhyesti järvien hoidon tärkeimpiä yleisperiaatteita - laajempi tarkastelu löytyy koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osaraportista I. Tässä tehdään kuitenkin myös alustavat ehdotukset tämän raportin järviin parhaiten soveltuvista toimenpiteistä.

* Järvien hoitoyhdistyksen perustaminen

Järvien hoitotyö on pitkäjänteistä toimintaa ja töiden toteuttamiseen tarvitaan usein myös huomattavaa taloudellista panostusta. Viimeksi mainittu syy edellyttää yleensä virallisesti rekisteröityä yhdistystä tms. organisaatiota. Jotta tämän tutkimuksen järvien hoitotyölle saadaan jatkuvuutta ja asianosaisten laaja osallistumispohja, on paikallaan ehdottaa, että

Perniöön perustetaan Kuustonojan vesistön järvien hoitoyhdistys.

Tietenkin alueelle voidaan perustaa myös järvikohtaisia tms. toimintaryhmiä, mutta näin suppealle ja yhtenäiselle alueelle antaisi yksi, suhteellisesti suurempi yhdistys parhaimmat toiminnan lähtökohdat. Yhdistyksen toiminnan piiriin voisivat luontevasti sisältyä vesistön kaikki järvet ja lammot samoin kuin virtavedetkin. Suositeltavaa on, että mahdollisen yhdistyksen perustamisvaiheessa jäsenille - toivottavasti järvien kaikki loma-asukkaat ja vesistön muut asianosaiset - ehdotetaan toiminnan "pesämunaksi" suurehkoa liittymismaksua. Viime aikoi-

na useilla yhdistyksillä tämä on ollut noin 150 euroa/talous, mikä on esim. taannut riittävän omarahoituksen hoitotyölle EU-osarahoitteisten hankkeiden toteuttamista varten.

* **Ulkoisen kuormituksen minimointi**

Kaiken hoito- ja kunnostustyön perusta on järveen koko valuma-alueelta kulkeutuvan ulkoisen ravinne- ym. kuormituksen saaminen niin pieneksi kuin mahdollista, järven sietokyvyn puitteisiin. Avainasemassa on pääravinteiden, fosforin ja typen, kuormituksen minimointi, mutta myös orgaanisen vesistökuorman (humus, kiintoainekset ja jätevesien happea kuluttavat epäpuhtaudet) vähentäminen on välttämätöntä. Erikoistapauksissa on kiinnitettävä huomiota esim. raskasmetallien tai muiden, eliöstölle vieraiden aineiden järveen pääsyn estämiseen.

Myös tämän raportin kaikilla järvillä ulkoisen kuormituksen vähentäminen on keskeisen tärkeitä. Kuustonojan loma- ja haja-asutuksen vesistökuormituksen vähentämisen tavoitteena tulee olla nollakuormitus. Myös maa- ja metsätalouden kuormitukset on pyrittävä saamaan mahdollisimman pieniksi. Ulkoisen vesistökuormituksen eri vähentämiskeinoja - samoin kuin jäljempänä tarkasteltavia muitakin hoitokeinoja - selostetaan tarkemmin Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen osaraportissa I.

* **Järvien hydrologiaan vaikuttaminen**

Vedenkorkeuden säätelyllä tai vesien vaihtumistavan muutoksilla voidaan usein edistää järvien tilaa. Siten esim. patorakenteilla tehty luusuan kynnystason nosto lisää järven vesimäärää ja vakauttaa kuivien sääjaksojen vedenkorkeudet. Järvistä voidaan johtaa tai pumpata pois huonolaatuista alusvettä ja usein käytännössäkin on mahdollista johtaa toisesta vesistöstä hyvälaatuista "huuhteluvettä" järveen. Tällaisten hoitomenetelmien soveltamiskelpoisuus on aina arvioitava tapauskohtaisesti.

Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärvellä korkea, vakaa vedenkorkeus on järvien tilan kannalta edullista. Malarijärvellä tulisi lisäksi selvittää eri vedenkorkeuksien merkitys järven vesien purkautumissuuntaan asiaan mahdollisesti liittyvine vesioikeudellisine kysymyksineen. Musta- ja Hamarjärvellä mahdollisimman korkea ja vakaa vedenkorkeus on erityisen tärkeitä. Myös valuma-alueilla tehtävien metsä- ym. ojitusten vaikutukset järvien luonnontalouteen tulee aina jo etukäteen arvioida.

* **Happitalouden parantaminen**

Sisäisen ravinnekuormituksen kasvun torjunnassa on järvien tärkeimpiä hoitokeinoja pohjasedimentin tuntumassa olevan

veden pitäminen hapekkaana. Markkinoilta löytyy useita, hie-
man eri periaatteilla toimivia järviveden hapetus- tai ilmastus-
laitteita, joiden hankintakustannukset ovat 10.000 - 20.000
euron suuruusluokkaa. Laitteiden vuotuiset käyttökulut muo-
dostuvat pääosin energiamaksuista, ja ne ovat pienehköjen
järvien osalta 1.500 - 2.500 euroa/kohde.

Tutkimuksen järvistä saattaa jo nykyään lähinnä Mustajärven
talviaikainen happitilanne muodostua ongelmalliseksi. Muiden
järvien happitilanteen kehittymisestä talvi- ja kesäkerrostei-
suuksien aikana tarvittaisiin ensi vaiheessa lisätietoja, sillä
käytettävissä olevat niukat happitulokset antavat joitakin viit-
teitä happitilanteen heikkenemisistä. Mustajärveä lukuunotta-
matta muiden tutkimusjärvien kohdalla ei kuitenkaan näytä ny-
kyoloissa olevan tarvetta ryhtyä esim. veden hapettamiseen.

* **Ravintoketjukuristus eli biomanipulaatio**

Rehevöityviin järviin kehittyy yleensä ylitieheä, särkikalavaltai-
nen ns. roskakalasto, joka ulosteilla ja pohjalietettä pöyhimäl-
lä lisää veden ravinnepitoisuutta. Pienet kalat myös siivilöivät
vedestä tehokkaasti pois eläinplanktonin suurikokoisia äyriäis-
vesikirppuja, joiden tehtävä järviökosysteemissä on kasviplank-
tonin liikakasvun, levämassan, kontrollointi. Rehevöitymisessä
järven eri tuotantotasojen väliset terveet suhteet järkkyvät, mi-
kä voi johtaa mm. sinileväkukintoihin. Biomanipulaation keskei-
nen toimenpide on roskakalaston tehokas poistokalastus joko
kiinteillä pyydyksillä (paunetit, katiskat ym.) tai nuottaamalla.
Tehokalastuksen tavoitteena on poistaa parissa vuodessa vä-
hintään sata kalakiloa järvihehtaaria kohti, mutta hyvät tulok-
set näyttävät vaativan yli 200 kalakilon poistamista järvestä.
Tehokalastuksen jälkeen biomanipulaation tuloksia täydenne-
tään istuttamalla järveen tarpeen mukaan petokalaa (esim. ku-
haa ja haukea) ja kohdentamalla kalastus tasapuolisesti kaik-
kiin kalalajeihin. Hyvä ohje on: "Poista järvestä aina kymmenen
kiloa roskakalaa jokaista saalistamaasi petokalakiloa kohti".

Tässä tutkimuksessa ei ole selvitetty eri järvien kalastoa, joten
ennen mahdollisiin hoitokalastuksiin ryhtymistä tulisi ensinnä
selvittää koekalastuksilla ko. järvien kalaston rakenne ja tiheys.
Saha-, Leviä-, Pitkä- ja Malarijärvi ovat niukkaravinteisia järviä,
jollaisissa kalasto ei yleensä muodostu ylitieheäksi. Mahdolliset
kalaistutukset tällaisiin järviin on kuitenkin tehtävä erittäin mal-
tillisesti ja asiantuntevaa harkintaa noudattaen. Kotimaisen ra-
pukannan säilyttäminen järvissä on arvokas tavoite. Musta- ja
Hamarjärven osalta voidaan suositella järvien kalaston raken-
teen selvittämistä koekalastuksin ensi tilassa, ja tältä pohjalta
hoitokalastuksen ym. biomanipulaation tarpeen arvioimista.

*** Vesikasvillisuuden poisto**

Liiallisen vesikasvillisuuden poisto on järvien virkistyskäyttöominaisuuksien parantamisen yleisimpiä hoitokeinoja. Laajemmilla kasvillisuuden poistoilla vaikutetaan samalla myös järvien luonnontalouteen. Eri kasvilajeihin niitto vaikuttaa sangen erilaisesti - eräiden lajien runsastuminen jopa vain yltyy niitosta. Siksi aina on ennen kasvillisuuden poistoon ryhtymistä selvitettävä vesikasvilajisto ja ko. lajien suhtautuminen eri niitto- tai muihin poistotapoihin. Niitetty kasvimassa on aina myös huolellisesti poistettava vedestä.

Tutkimuksen karuissa metsäjärvissä ei ole laajoja vesikasvillisuusvyöhykkeitä, joten kasvillisuuden poistoa näistä järvistä ei ole tarpeellista tehdä kuin korkeintaan uimarantojen kunnostamiseen. Musta- ja Hamarjärvessä kasvillisuudella on suuri merkitys, joten vesikasvillisuuteen vaikuttaminen voi olla tärkeä tapa vaikuttaa järvien tilaan. Näiden järvien vesikasvillisuuden rakenteesta tarvitaan kuitenkin nyt saatua perusteellisemmat tiedot, ennen kuin mahdolliset hoitokeinot voidaan arvioida.

*** Happamoitumisen torjunta**

Happamoitumisen haittoja voidaan torjua kalkitseamalla suoraan järviä, niihin laskevia joki- ja purovesiä tai laajemmalti järvien valuma-alueita (IIVONEN, 1998). Ongelman syihin, happamoitetaan ilmaperäiseen saastelaskeumaan, kalkitus ei kuitenkaan vaikuta, joten kysymys on väliaikaisen "elvytyksen" antamisesta järvien ja lampien eliöstölle. Koska ilmansaasteiden happamoittava kuormitus on viime vuosina merkittävästi vähentynyt kansainvälisten ilmansuojelusopimusten toteuttamisen tuloksena ja Etelä-Suomen happamoituneiden järvien tila näyttää tämän ansiosta vähitellen paranevan, ei tässä vaiheessa ole perusteltua ryhtyä kalkitsemaan järviä kuin ehkä aivan poikkeustapauksissa. Kalkitseminen merkitsee aina kemikaalilisäystä luonnonympäristöön, ja toimenpide voi myös johtaa järvien eliöstön epäsuotuisaan toipumiseen rehevöitymisen suuntaan.

Tutkimuksen järvistä Leviäjärveä ja sen välityksellä myös Sahajärveä on äskettäin kalkittu. Tutkimusulosten perusteella Malarijärvessä happamoitumisen merkit ovat selvimmin näkyvillä. Järvien kalkitsemista ei kuitenkaan voida nyt suositella.

*** Pohjasedimenttiin kohdistuvat toimenpiteet**

Järvien syvänealueilla sedimentin pintakerroksen laatu usein huonontuu, joten järvien tilan parantaminen edellyttäisi sedimenttiin kohdistuvien toimenpiteiden toteuttamista. Teoriassa syvänealueiden sedimenttiä voidaankin peittää, poistaa tai pöyhiä. Käytännössä jo pelkästään teknis-taloudellisten ongel-

mien vuoksi on näiden toimenpiteiden toteuttaminen kokonaisuuden järvien mittakaavassa ylivoimaista. Menetelmistä on toistaiseksi niukalti käytännön kokemuksia. Toisinaan järvien matalat rantavyöhykkeet voivat ojavesien tuoman kiintoaineksen, vesikasvillisuuden tms. syyn takia liettyä, ja tällaisia rantoja halutaan ruopata. Tämä on käytännössäkin mahdollista, mutta ainakin suuremmat hankkeet edellyttävät tarvittavat vesilainsäädännön mukaiset luvat ja aivan pienistäkin ruoppauksista on ilmoitettava etukäteen kunnan ympäristöviranomaiselle. Ruoppausmassoille on myös löydettävä riittävän suuret kiintoaineksen laskeutusallasalueet.

Tutkimuksen järvistä lähinnä vain Mustajärven osalta tällaiset hoitokeinot saattavat ehkä joskus tulla kysymykseen.

* **Vesien tilan seuranta**

Järvien yksityiskohtaisten hoito- ja kunnostustoimenpiteiden toteuttamista varten on tarpeellista yleensä aina täydentää olemassa olevaa tutkimusaineistoa. Ilman lähtötilanteen riittävän hyvää kartoitusta ei myöhemmin ole mitään luotettavia keinoja arvioida toimenpiteiden tuloksia. Selvityksiä tulisi kohdentaa vedenlaadun ohella kala- ja rapukannan rakenteen sekä mahdollisuuksien mukaan myös vesikasvillisuuden, kasvi- ja eläinplanktonin sekä pohjaeläimistön tutkimiseen. Myöhemmät, vertailevat seurantatutkimukset osoittavat tehtyjen hoitotoimenpiteiden "osumatarkkuuden" - tulokset, mikä puolestaan luo perustan uusien, oikeiden jatkotoimenpiteiden suunnittelulle ja toteuttamiselle.

Tutkimuksen kaikista järvistä on verrattain niukalti tutkimustuloksia. Sen tähden järville mahdollisesti perustettavan hoitoyhdistyksen toimesta on suositeltavaa ensinnä laatia pitkäjänteinen järvien tilan seurantaohjelma, jonka toteuttamiseen voidaan pyrkiä sekä vesiensuojeluviranomaisten tuen että yhdistykselle jäsenistöltä, EU-rahoituksesta tms. lähteistä saatavilla varoilla.

*

*

*

Lähdeluettelo:

- IIVONEN, P., 1998. Happamoituneiden vesien kalkitus. -Ympäristöopas 3, Suomen ympäristökeskus, 66 s., Helsinki.
- ILMAVIRTA, V. (toim.), 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. -479 s., Yliopistopaino, Helsinki.
- ISOTALO, I., 1984. Kiskonjoen vesistön järvien vedenlaatu ja kyky vastustaa happamoitumista. -Vesihallituksen monistesarja 1984:216, 43 s.
- JÄRNEFELT, H., 1958: Vesiemme luonnontalous. -325 s., Porvoo.
- Maanmittauslaitos, 1994a. Maastokartta 2012 08, Särkisalo.
- Maanmittauslaitos, 1994b. Maastokartta 2012 11, Svenskby.
- PIVET, 2001. Kts. Suomen ympäristökeskus, 2001.
- Suomen ympäristökeskus, 2001. Pintavesien laaturekisterin (PIVET aiemmin VETREK) tutkimustiedot raporttialueen järvistä.
- Vesi- ja ympäristöhallitus, 1993. Kiskonjoen vesistön luonnontaloudellinen kehittämissuunnitelma. -Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A 161, 113 s., Helsinki.
- Vesiyhdistys ry, 1986. Sovellettu hydrologia. -503 s., Mänttä.
- Vesiyhdistys ry, 2000. Järvikunnostuksen tulevaisuus. -Vesipäivä 1999, 30 v. juhlaseminaari, 102 s., Tampere.
- VOGT, H., 2000a. Kiskonjoen vesistön Rytköjärvien sekä Piil- ja Valkjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisteraportti Kiskon, Muurlan ja Perttelin kunnille, 80 s., Pertteli.
- VOGT, H., 2000b. Perttelin kunnan järvien vedenlaadun ja tilan perustutkimus. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisteraportti Pertteliin, 141 s.
- VOGT, H., 2000c. Muurlan Ylisjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000 sekä järven hoidon keinot. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisteraportti Muurlan kunnalle, 109 s., Muurla.
- VOGT, H., 2001. Muurlan Lammi- ja Metsä-Valkjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000 sekä järvien hoidon periaatteet. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisteraportti Muurlan kunnalle, 125 s., Muurla.
- Ympäristöministeriö, 1992. Erytysluokittelua vaativat vesistöt. -Vesistöjen erityisluokittelun työryhmän mietintö 63, 176 s., Helsinki.
- ÄYSTÖ, V., 1997. Rehevien järvien kunnostusten arviointi. -Suomen ympäristö 115, 176 s., Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Liiteluettelo:

- Liite 1: Limnologisten käsitteiden selityssanasto, 3 sivua
- Liite 2: Järvien tutkimuksen ja hoidon yhteistyötahoja, 3 sivua
- Liite 3: Tietoja raportin järvistä ja niiden valuma-alueista, 1 sivu
- Liite 4: Raportin järvien ulkoisen fosfori- ja typpikuormituksen suuruusluokat, 1 sivu
- Liite 5a: Vesitutkimusten tulokset, otsikkosivu + 12 sivua
- Liite 5b: Vesikasvitutkimusten tulokset, otsikkosivu + 6 sivua
- Liite 5c: Sedimenttitutkimusten tulokset, otsikkosivu + 6 sivua

Kuva- ja karttaliitteet, 1 otsikkosivu

- Kuvaliite 1: Järvien näkösyvydet vuonna 2001, 1 sivu
- Kuvaliite 2: Järvien happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 3 sivua
- Kuvaliite 3: Järvien rehevyys, 1 sivu

- Karttaliite 1: Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue, isot järvet ja raporttien osa-alueet sekä luettelo eri raportteihin sisältyvistä järvistä, 1 sivu (A3)
- Karttaliite 2: Järvien sijainti ja valuma-alueet, 1 värikarttasivu

LIMNOLOGISTEN KÄSITTEIDEN SELITYSSANASTO*koostanut: Päivi Joki-Heiskala*

aerobinen	hapekas, happea sisältävä, vrt. anaerobinen
alkalinen	emäksinen, pH >7.0
alkaliniteetti	veden puskurikykyä ilmaiseva suure, haponsitomiskyky
alusvesi	väliveden alapuolella oleva tasalämpöinen vesikerros, johon päälyysveden suoranainen vaikutus ei ulotu, yleensä samalla hajoamiskerros, vrt. päälyysvesi, välivesi
ammonifikaatio	orgaanisten typpiyhdisteiden hapettuminen ammoniumioneiksi, vrt. denitrifikaatio, nitrifikaatio
anaerobinen	hapeton, vrt. aerobinen
asiditeetti	veden happamuus, emäksen sitomiskyky
benttinen, benthos	pohjalla elävä, vrt. planktinen
biomassa	eliöstön kokonaismäärä tietyllä hetkellä tilavuus- tai pinta-alayksikköä kohti laskettuna
bioturbaatio	ylitiheäksi muuttuneen ns. roskakalaston ja surviaissääskien toukkien lietepöyhinnästä ja ulosteista johtuva sisäinen ravinnekuormitus
denitrifikaatio	ionimuodossa olevien typpiyhdisteiden pelkistyminen typpikaasuksi, vrt. ammonifikaatio, nitrifikaatio
detritus	kuollut, eloperäinen aines
dystrofinen	humuspitoinen ja ruskeavetinen vesistö, yleensä karu
elodeidi	uposlehtinen vesikasvi
eläinplankton	vapaassa vedessä keijuvat mikroskooppisen pienet selkärangattomat eläimet
epifyyttinen	kasvin pinnalla elävä
epiliittinen	kiven pinnalla elävä
epilimnion	päälyysvesi, lämpötilan harppauskerroksen yläpuolinen vesi, vrt. hypo- ja metalimnion, termokliini
eutrofinen	runsasravinteinen, rehevä, vrt. oligo-, meso- ja hypertrofinen
fekaalinen	ulosteperäinen
fotosynteesi	tapahtuma, jossa lehtivihreälliset kasvit sitovat auringon valoenergiaa muodostaen hiilidioksidista ja vedestä sokereja sekä vapauttaen happea
happamoituminen	veden kyky neutraloida happamuutta vähenee, happamoitumisen seurauksena yleensä eliöstön tuotanto laskee ja lajilukumäärä pienentyy
harppauskerros	termokliini, välivesi, jossa lämpötila pystysuorassa suunnassa laskee jyrkästi tai ainakin huomattavasti jyrkemmin kuin muissa kerroksissa
helofyytti	ilmaversoinen vesikasvi
humus	suo- ja metsämaasta peräisin olevia orgaanisia yhdisteitä, jotka aiheuttavat veden ruskean värin
hydrologia	vesitiede, joka tutkii veden fysikaalisia ilmiöitä kuten veden kiertokulkua, sen esiintymistä ja liikkeitä sekä määriä, vrt. limnologia
hypertrofinen	erittäin runsasravinteinen, yllirehevä vesistö, vrt. eu-, meso- ja oligotrofinen

hypolimnion	alusvesi, lämpötilan harppauskerroksen alapuolinen vesi, vrt. epi- ja metalimnion
isoetidi	pohjalehtinen vesikasvi
järvisyys	järvialan osuus (%) vesistöalueen pinta-alasta
järvisieni	järven litoraalissa elävä sienimäinen eläin, joka ulkonäöltään muistuttaa kasvia
keratofyllidi	irtokeijuja (vesikasvi)
keskivirtaama	tietyn ajanjakson virtaamien keskiarvo
kesäkerrostuneisuus	kevättäyskiertoa seuraava vesimassan kerrostuneisuusvaihe järvissä, ylimpänä tällöin lämmin päällysvesi, alimpana kylmempi alusvesi
kevättäyskierto	vesistön lämpötaloudessa jäiden lähtöä seuraava aika, jolloin vesi lämmittyyään +4 °C:een kiertää koko järvialtaassa
kovuus	veden sisältämän kalsiumin ja magnesiumin määrä
lemnidi	irtokelluja (vesikasvi)
lieju	helposti hajoavasta orgaanisesta aineesta, etenkin planktonperäisistä jätteistä muodostunut vesistön pohjaliete, väri ruskea, vrt. muta
limnologia	vesitiede, joka tutkii sisävesien fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia ominaisuuksia, vrt. hydrologia
litoraali	ranta-alue, se alue vesistössä, jossa kasvaa suurvesikasveja, vrt. pelagiaali, profundaali
luusua	joen lähtökohta järvessä
lämpötilan harppauskerros	termokliini eli välivesi, termisen kerrostuneisuuden vallitessa se vesikerros, jossa lämpötilan muutos syvyyssuunnassa on suurin, erottaa päällysvettä ja alusveden
makrofytytti	suurvesikasvi, isot, paljain silmin näkyvät levät, sienet, sammalet ja putkilokasvit
meromiktinen	järvi, jossa kesä- ja talvikerrostuneisuuden jälkeinen täyskierto ei ulotu järven koko alusveteen
mesotrofinen	rehevän ja karun järven välimuoto, vrt. eu-, hyper- ja oligotrofinen
mesohumoosinen	järvi, jonka vedessä on kohtalaisesti ruskeita humusyhdisteitä, vrt. oligo- ja polyhumoosinen
metalimnion	välivesi, päällysvettä ja alusveden välissä, vrt. epi-, ja hypolimnion, termokliini
muta	pääosin humusaineista muodostunut pohjaliete, väri harmaanvihertävä tai musta, vrt. lieju
nitrifikaatio	ammoniumionien hapettuminen nitriiteiksi, vrt. ammonifikaatio ja denitrifikaatio
nymfeidi	kelluslehtinen vesikasvi
näkösyvyys	syvyys, jossa vesistöön upotettu valkolevy (Secchi-levy) häviää näkyvistä
oligohumoosinen	järvi, jossa on vähän ruskeita humusyhdisteitä, vrt. poly- ja mesohumoosinen
oligotrofinen	niukkaravintainen, karu vesistö, vrt. eu-, hyper- ja mesotrofinen
pelagiaali	vapaan veden alue, jossa suurvesikasveja ei enää kasva, vrt. litoraali, profundaali
pH	happamuusaste, pH 7 = neutraali, pH < 7 = hapan, pH > 7 = emäksinen
pintavesi	maan pinnalla olevat vesivarat, vrt. pohjavesi
planktinen, plankton	mikroskooppinen, vedessä vapaasti keijuva eliöstö, vrt. benttinen, benthos

pohjavesi	maan sisällä olevat makeavesivarat, vrt. pintavesi
pohjaeläimistö	vesistön pohjasedimenteissä elävät selkärangattomat eläimet
polyhumoosinen	järvi, jonka vedessä on runsaasti humusyhdisteitä, ruskeavetinen, vrt. oligo- ja mesohumoosinen
profundaali	syvän veden pohja-alue, jossa suurvesikasveja ei enää kasva, vrt. litoraali
päällysvesi	epilimnion, termisen kerrostuneisuuden vallitessa ylimpänä oleva suhteellisen tasalämpöinen vesikerros, vrt. alusvesi, harppauskerros, välivesi
ravintoketju	energiaa siirtyy eliöryhmästä toiselle ravintoketjuja pitkin, esim. kasvi -> kasvinsyöjäeläin -> petoeläin
rehevöityminen	biologisen tuotannon kasvu vesissä, aiheutuu ravintokuormituksesta ja voi aiheuttaa vesistöissä esim. hapen vähenemistä ja sinileväkukintoja
resuspensio	aallokon matalilta rannoilta veteen irrottamat ja yleensä kiintoainekseen sitoutuneet ravinteet
secchi-levy	valkolevy, jolla mitataan veden näkösyvyys
sedimentti	pohjakerrostuma, pohjaliete
sinilevä	kasviplanktoniin kuuluva eliöryhmä, joka luetaan biologisen systematiikan mukaan bakteereihin (cyanobakteerit). Eräät lajit kykenevät sitomaan veteen liuennutta ilmakehän typpeä. Muodostavat vedenkukkaa noustessaan pintaan. Suomessa on kymmeniä eri sinilevälajeja, joista osa muodostaa myrkyllisiä kantoja. Sinilevien myrkyllisyys voidaan todeta vain laboratoriotutkimusten avulla.
sisäinen kuormitus	pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinteet tulevat uudelleen liukoiseen muotoon ja kasvien käyttöön, syntyy esim. bioturbaation, resuspension, hapen vähenemisen tai korkean pH:n seurauksena, vrt. ulkoinen kuormitus
talvikerrostuneisuus	talvisin järvissä vallitseva lämpötilan kerrostuneisuus, kylmä vesi on ylhäällä
terminen kerrosteisuus	järven vesimassan jakaantuminen lämpötilan perusteella pystysuunnassa päälly-, väli- ja alusveden kerroksiksi
termokliini	kts. harppauskerros, välivesi, vrt. epi-, hypo- ja metalimnion
ulkoinen kuormitus	järveen sen vesistöalueelta ja suoraan sadeveden mukana tulevat ravinteet, orgaaniset aineet ja vierasaineet, vrt. sisäinen kuormitus
valuma	vesimäärä, joka virtaa alueelta pinta-alayksikköä kohti määrääjassa
valuma-alue	alue, jolta kaikki vesiuomaan tietyn poikkileikkauksen kautta virtaavat vedet kerääntyvät
vedenkukka	runsaana esiintyvä kasviplankton, joka tyynellä säällä nousee veden pintaan, tavallisesti sinilevää
vesistöalue	koko vesistön kattava valuma-alue
virtaama	uoman kautta aikayksikössä virtaavan veden määrä
välivesi	kts. harppauskerros, termokliini, vrt. epi-, hypo- ja metalimnion
äyriäisplankton	suurikokoisia eläinplanktonlajeja, jotka käyttävät ravintonaan kasviplanktonia, kuuluvat biologisessa luokittelussa vesikirppuihin ja hankajalkaisiin vrt. eläinplankton

Järvien tutkimuksen ja hoidon yhteistyötahoja

Kuntien, valtionhallinnon yms. organisaatiot

Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymä

- Tehdaskatu 13, 24100 Salo puh. 77873
- www.salonseutu.fi
- www.salonseudunvesistot.net
- projektipäällikkö Lasse Svahnäck puh. 778 2147

Kiskonjoen vesistöalueen kunnat:

- kuntayhtymän kunnat

Kiikalan kunta

Kiskon kunta

Muurlan kunta

Perniön kunta

Perttelin kunta

Salon kaupunki

Someron kaupunki

Suomusjärven kunta

Särkisalons kunta

- Uudenmaan kunnat

Karjalohjan kunta

Nummi-Pusulan kunta

Pohjan kunta

Sammatin kunta

Tammisaaren kaupunki

- Kuntien internet-osoitteet ovat mallia: www.kunta.fi

Ympäristöministeriö

- Kasarminkatu 25, 00130 Helsinki p. 09-19911

Suomen ympäristökeskus

- Mechelininkatu 34a, 00251 Helsinki p. 09-403 000
(SYKE:ssä on hyvä ympäristöalan kirjasto palveluineen.)

Lounais-Suomen ympäristökeskus

- Itsenäisyydenaukio 2, 20800 Turku p. 02-525 3500

Uudenmaan ympäristökeskus

- Asemapäällikönkatu 14, 00520 Helsinki p. 09-148 881

- koko ympäristöhallinnon internet-osoite on: www.ymparisto.fi

Maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosasto

- Kluuvikatu 4 A, 00023 Valtioneuvosto p. 09-1601 www.mmmn.fi

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

TE-keskukset ja niiden kalatalousyksiköt www.te-keskus.fi

-**Varsinais-Suomen** Ratapihankatu 36, 20100 Turku p. 02-2100400

-**Uudenmaan** Maistraatinportti 2, 00240 Helsinki p.09-2534 2111

Salon seudun kalastusalue

-isänn. Matti Laine, p. 735 1256

Järvien kunnostuksen hankerahoitusta

Lounais-Suomen Maaseudun Kehittämisyhdistys ry

-Urheilutie 5, 25410 Suomensjärvi p. 02-739 2800

-internet: www.lounais-suomenmaaseudunkehittamisyhdistys.fi

-myös ympäristö- ja TE-keskuksilta löytyy rahoitustietoja

Järvitutkimusten palveluja

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy

-Telekatu 16, 20360 Turku p.02-2740 222

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry

-Tehtaankatu 26, 08100 Lohja p. 019-323 623 www.luvy.fi

Salon Järvitutkimus Isokyläntie 74, 24260 Salo

-limnologi Päivi Joki-Heiskala, p. 02-736 5135, 040-701 3189

Kiskonjoen vesistöalueen järvien hoito- ja suojeluyhdistyksiä

Enäjärven suojeluyhdistys ry

-siht. Rolf Oinonen p. 019-36728

Kiskon Kirkkojärven suojeluyhdistys ry

-siht. Marja Leppäaho p. 050-320 2015

Naarjärven suojeluyhdistys ry

-puh.joht. Jukka Kuusisto p. 02-735 5245

Yliskylän Pitkäjärven suojeluyhdistys ry

-puh.joht. Tuija Hytinkoski p. 040-582 5687

Kiskon-Perttelin Valkjärven hoito- ja suojeluyhdistys ry

-siht. Pirkko Siironen p. 050-484 4215

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Lammijärven suojeluyhdistys ry

-yhteyshenk. Turkka Saarniniemi p. 02-734 2402

Perttelin järvien hoitoyhdistys ry

-puh.joht. Srkka-Liisa Jokinen p. 02-734 1133

Rahikkalan-Pipolan Nummijärven suojeluyhdistys ry

-puh.joht. Hannu Pohjanpalo p. 09-466 402

Pentjärven suojeluyhdistys ry

-yhteyshenk. Satu Auer p. 050-574 9777

-uusia yhdistyksiä:

Kiskon vesistöjen hoitoyhdistys

-puh.joht. Urmas Aalto p.050-376 7423

Suomusjärven vesistöjen hoitoyhdistys

-siht. Risto Levo p. 02-738 2880

Perikkaan puolesta

-puh.joht. Risto Levo p. 0400-555 200

LIITE 3: Tietoja raportin järvistä ja niiden valuma-alueista (*vain likimääräinen arvio; lähdetiedot selostettu luvussa 3.1, sivu 3; ¹⁾ Malarijärven alue virheellisesti mukana, kts. johdanto)

J Ä R V I	Sahajärvi	Leviäjärvi	Pitkäjärvi (Mikkopekki)	Mustajärvi	Hamarjärvi	Malarijärvi
Valuma-alue, km ²	1,32	0,65	6,28 ¹⁾	2,54	11,0 ¹⁾	4,79
-järvisyys, %	19	19	11	5	10	9
-peltoa, % *	0	0	0	6	2	0
-suota, % *	4	3	5	18	6	7
Pinta-ala, ha	13	12	18	11	13	44
Maksimisyvyys, metriä *	12,0	7,6	6,3	1,6	4,0	15,2
Keskisyvyys, metriä *	5	3	3	1	2	4
Tilavuus, milj. ³ *	0,65	0,35	0,55	0,10	0,25	1,8
Teor. viipymä, kuukausia *	18	19	13	1	<1	14
Korkeustaso, mmpy	15,4	15,4	44,3	17,9	17,8	45,8
Loma-asuntoja, kpl *	2	0	20	5	2	30

LIITE 4: Raportin järvien ulkoisen fosfori- ja typpikuormituksen (kg/a) suuruusluokat.

J Ä R V I	Sahajärvi	Leviäjärvi	Pitkäjärvi	Mustajärvi	Hamarjärvi	Malarijärvi
<u>Fosfori</u>			*)		*)	
-haja-asutus	0	0	0	2,0	3,0	0
-loma-asutus	0	0	0,3	0,1	0,1	0,6
-maatalous ¹⁾	0	0	0	24	27	0
-metsätalous	1,3	0,6	1,4	2,5	6,4	4,7
-ilmalaskuma ²⁾	1,3	1,2	1,8	1,1	1,3	4,4
-luonnonhuuht.	7,2	3,2	7,8	14,6	36	26,1
<u>Yhteensä</u>	9,8	5,0	16,3	44,3	73,6	35,8
<u>Typpi</u>			*)		*)	
-haja-asutus	0	0	0	13,0	19,5	0
-loma-asutus	0	0	0,8	0,3	0,3	1,5
-maatalous ¹⁾	0	0	0	225	250	0
-metsätalous	12,3	5,4	13,2	23,5	60,5	44,5
-ilmalaskuma ²⁾	104	96	144	88	104	352
-luonnonhuuht.	240	106	260	486	1200	870
<u>Yhteensä</u>	356,3	207,4	418,0	835,8	1634,3	1268,0
Huom. Käytettyjen ominaiskuormitusten arvot on selostettu raportin luvussa 3.4 sivu 5 alkaen. 1) vain peltoviljelmät 2) suoraan järveen; *) ilman Malarijärven valuma-aluetta, kts. johdanto						

LIITE 5 a:

Vesitutkimusten tulokset

Sahajärvi, 20.3.2001 ja 17.7.2001, 2 sivua

Leviäjärvi, 20.3.2001 ja 24.7.2001, 2 sivua

Pitkäjärvi, 21.3.2001 ja 18.7.2001, 2 sivua

Malarijärvi, 21.3.2001 ja 18.7.2001, 2 sivua

Mustajärvi, 20.3.2001 ja 17.7.2001, 2 sivua

Hamarjärvi 20.3.2001 ja 24.7.2001, 2 sivua

Tutkimuskohde:	SAHAJÄRVI , Perniö							Yhtenäiskoordinaatit: p 6673490 i 3286073			
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo										
Päivämäärä ja sää:	20.03.2001							-sää: -3 °C, aurinkoista			
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 340 cm ; -kokonaissyvyys 11,8 m ; -jää 35 cm, ei lunta jäällä										
Analyysitulokset:											
Näytesyvyys, m	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0	11,3	11,8				
Lämpötila, °C	3,5	4,2	4,2	4,4	4,6	4,7	4,7				
Happi, mg O ₂ /l	9,8	8,9	8,6	8,2	6,0	2,2	2,2 _s				
Happikyll., O ₂ -%	76	70	68	65	48	18	18				
pH/ -laborator.	5,9		5,8	5,8	5,8	5,7					
-on site	5,99					5,98	6,26 _s				
Sähkönjoht., mS/m	3,6		3,7	3,7	3,7	3,8					
Alkalinit., mmol/l	0,07		0,07	0,07	0,07	0,08					
Väriluku, mg Pt/l	25		25	25	35	45					
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	1,2 / 1,2		1,2	1,2	1,6	2,0					
KHT (COD), mg O ₂ /l*	6,8		6,7		7,1	7,5					
Kok.typpi, µg N/l*	420				410						
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*											
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*											
Kok.fosfori, µg P/l*	6		6		13	10					
Klorofylli a, µg/l*											
Redox, mV	+320					+310	+248 _s				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.											
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä											

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	SAHAJÄRVI, Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6673490 i 3286073									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	17.07.2001		-sää: 21 °C, puolipilvistä, tyyntä									
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 370 cm ; -kokonaissyvyys 11,5 m											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m	0-2 m	1,0	2,5	4,0	5,0	6,0	7,5	9,0	10,0	11,0	11,5	11,7
Lämpötila, °C		22,2	22,0	18,7	15,5	9,8	6,8	6,6	5,9	5,4	5,2	5,2
Happi, mg O ₂ /l		8,2		8,5		7,9		5,2	3,5	1,8		1,4s
Happikyll., O ₂ -%		96		93		72		44	29	15		11
pH/ -laborator. -on site	6,4			6,4		6,0				5,9		
		6,66				5,93		5,67		5,73	5,87	6,24s
Sähkönjoht., mS/m	3,3			3,4		3,4		3,5		3,7		
Alkalinit., mmol/l	0,08			0,08		0,09				0,10		
Väriluku, mg Pt/l	20			20		25		25		40		
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	1,0 / 0,9			1,0		1,2		1,2		2,5		
KHT (COD), mg O ₂ /l*	7,0			6,5		6,7		6,5		7,7		
Kok.typpi, µg N/l*	300			300		340		400		550		
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	<5											
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	3											
Kok.fosfori, µg P/l*	8			8		10		9		17		
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	<2											
Klorofylli a, µg/l*	2,3											
Redox, mV		+278				+321		+336		+336	+292	+141s
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä												

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	LEVIÄJÄRVI, Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6673541 i 3286486										
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo												
Päivämäärä ja sää:	20.03.2001		-sää: ±0 °C, aurinkoista										
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 370 cm ; -kokonaissyvyys 7,4 m ; -jää 35 cm, ei lunta jäällä												
Analyysitulokset:													
Näytesyvyys, m	1,0	2,5	4,0	5,0	6,0	6,8	7,4						
Lämpötila, °C	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6						
Happi, mg O ₂ /l	7,8	7,0	7,0		5,9	5,9	5,9 _s						
Happikyll., O ₂ -%	62	56	56		47	47	47						
pH/ -laborator. -on site	5,6 5,83		5,6			5,5 5,75	5,84 _s						
Sähkönjoht., mS/m	3,5		3,5			3,6							
Alkalinit., mmol/l	0,07		0,07			0,07							
Väriluku, mg Pt/l	25		25			35							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	1,5		1,5			1,8							
KHT (COD), mg O ₂ /l*	7,6		7,6			8,4							
Kok.typpi, µg N/l*	450					460							
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*													
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*													
Kok.fosfori, µg P/l*	7		7			7							
Klorofylli a, µg/l*													
Redox, mV	+312					+326	+304 _s						
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.													
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä													

Tutkimuskohde:	LEVIÄJÄRVI, Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6673541 i 3286486									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	24.07.2001		-sää: 24 °C, aurinkoista, lähes tyyntä									
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 400 cm ; -kokonaissyvyys 7,5 m											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,5			
Lämpötila, °C			23,5	22,8	20,5	15,2	12,2	9,0	8,6			
Happi, mg O ₂ /l			8,2		8,6		5,0	0,4	0,2 _s			
Happikyll., O ₂ -%			98		97		48	4	2			
pH/ -laborator. -on site	6,4		6,42		6,2		5,7	5,9		5,61	5,88 _s	
Sähkönjoht., mS/m	3,2				3,2		3,3	3,4				
Alkalinit., mmol/l	0,06						0,08	0,11				
Väriluku, mg Pt/l	20				25		35	75				
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	1,0 0,7 /				1,0 0,7 /		2,0 0,8 /	3,5 2,2 /				
KHT (COD), mg O ₂ /l*	6,1				6,1		6,9	8,2				
Kok.typpi, µg N/l*	370				310		370	530				
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	5											
Amn.typpi, µg NH ₄ -N/l*	<3											
Kok.fosfori, µg P/l*	6				7		23	22				
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	<2											
Klorofylli a, µg/l*	2,1											
Redox, mV	+259							+283	+186 _s			
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä; Vedessä näkyi hieman sinilevähiutaletta. Pohjan läheisessä vedessä tuntui rikkivedyn haju.												

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	PITKÄJÄRVI (Mikkopekki), Perniö				Yhtenäiskoordinaatit: p 6671540 i 3283150								
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo												
Päivämäärä ja sää:	21.03.2001				-sää: ±0 °C, aurinkoista								
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 350 cm ; -kokonaissyvyys 6,1 m ; -jää 30 cm, ei lunta jäällä												
Analyytitulokset:													
Näytesyvyys, m	1,0	3,0	5,5	6,1									
Lämpötila, °C	3,6	4,3	4,5	4,5									
Happi, mg O ₂ /l	7,4	6,5	4,2	3,8s									
Happikyll., O ₂ -%	58	52	34	30									
pH/ -laborator. -on site	5,4 5,49	5,4	5,3 5,39	5,60s									
Sähkönjoht., mS/m	3,2	3,2	3,2										
Alkalinit., mmol/l	0,05	0,05	0,06										
Väriluku, mg Pt/l	40	40	45										
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	2,0	2,0	2,0										
KHT (COD), mg O ₂ /l*	9,2	9,3	9,3										
Kok.typpi, µg N/l*	480		440										
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*													
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*													
Kok.fosfori, µg P/l*	8	7	7										
Klorofylli a, µg/l*													
Redox, mV	+345		+379	+375s									
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.													
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä													

Tutkimuskohde:	PITKÄJÄRVI (Mikkopekki), Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6671540 i 3283150						
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo								
Päivämäärä ja sää:	18.07.2001		-sää: 21 °C, pilvistä ja heikkoa sadetta, tyyntä						
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 400 cm ; -kokonaissyvyys 6,0 m								
Analyysitulokset:									
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	3,0	4,0	5,5	6,0		
Lämpötila, °C			22,5	22,2	20,2	12,2	11,4		
Happi, mg O ₂ /l			8,4		9,0	4,9	3,4 _s		
Happikyll., O ₂ -%			99		102	47	31		
pH/ -laborator. -on site	6,0		6,09	6,0		5,5 5,29	5,71 _s		
Sähkönjoht., mS/m	2,6			2,6		2,8			
Alkalinit., mmol/l	0,06			0,06		0,06			
Väriluku, mg Pt/l	15			25		40			
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	1,0			1,2		2,5			
KHT (COD), mg O ₂ /l*	6,6			7,1		8,5			
Kok.typpi, µg N/l*	310			310		380			
Nitr.typpi, µg NO ₂ /l*									
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*									
Kok.fosfori, µg P/l*	6			8		21			
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*									
Klorofylli a, µg/l*									
Redox, mV			+268			+350	+185 _s		
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.									
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä									

Tutkimuskohde:	MALARIJÄRVI , Perniö ja Tammisaari Yhtenäiskoordinaatit: p 6671150 i 3282450												
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo												
Päivämäärä ja sää:	21.03.2001 -sää: ± 0 °C, puolipilvistä												
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 420 cm ; -kokonaissyvyys 5,2 m ; -jää 30 cm, jäällä ei lunta												
Analyysitulokset:													
Näytesyvyys, m	1,0	2,5	3,5	4,5	5,2								
Lämpötila, °C	3,4	4,2	4,3	4,4	4,5								
Happi, mg O ₂ /l	9,8	9,3		8,8	8,2 _s								
Happikyll., O ₂ -%	76	74		71	66								
pH/ -laborator.	5,4	5,3		5,3									
-on site	5,41			5,50	5,61 _s								
Sähkönjoht., mS/m	2,8	2,7		2,7									
Alkalinit., mmol/l	0,04	0,04		0,04									
Väriluku, mg Pt/l	25	25		30									
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	1,2	1,2		1,5									
KHT (COD), mg O ₂ /l*	5,8			5,9									
Kok.typpi, µg N/l*	340			330									
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*													
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*													
Kok.fosfori, µg P/l*	6			5									
Klorofylli a, µg/l*													
Redox, mV	+370			+314	+318 _s								
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.													
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä													

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	MALARIJÄRVI ; Perniö ja Tammisaari Yhtenäiskoordinaatit: p 6671150 i 3282450										
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo										
Päivämäärä ja sää:	18.07.2001 -sää: 22 °C, puolipilvistä, lähes tyyntä										
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys ≈450 cm ; -kokonaissyvyys 4,5 m										
Analyytitulokset:											
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	3,5	4,5						
Lämpötila, °C			22,6	22,6	22,3						
Happi, mg O ₂ /l			8,3	8,2	8,2 _s						
Happikyll., O ₂ -%			98	97	96						
pH/ -laborator. -on site	6,1		6,15	6,18	5,82 _s						
Sähkönjoht., mS/m	2,3			2,4							
Alkalinit., mmol/l	0,05			0,06							
Väriluku, mg Pt/l	10			10							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	0,8			0,8							
KHT (COD), mg O ₂ /l*	4,5			4,2							
Kok.typpi, µg N/l*	250			250							
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*											
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*											
Kok.fosfori, µg P/l*	7			6							
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*											
Klorofylli a, µg/l*	2,4										
Redox, mV			+250	+274	+240 _s						
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.											
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä											

Tutkimuskohde:	MUSTAJÄRVI , Perniö				Yhtenäiskoordinaatit: p 6673313 i 3282920							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	20.03.2001				-sää: +2 °C, aurinkoista							
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 120 cm ; -kokonaissyvyys 1,9 m ; -jää 40 cm, lunta 1 - 2 cm											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m	0,5	1,0	1,5	1,9								
Lämpötila, °C	3,0	3,2	3,3	4,2								
Happi, mg O ₂ /l	2,7		2,4	1,3 _s								
Happikyll., O ₂ -%	21		18	10								
pH/ -laborator.	5,9		6,0									
-on site	5,86		5,95	5,98 _s								
Sähkönjoht., mS/m	7,0		7,0									
Alkalinit., mmol/l	0,21		0,22									
Väriluku, mg Pt/l	105		125									
Sameus, opt.suod.ND	4,0		4,5									
-609 / FNU*	/ 3,4											
KHT (COD), mg O ₂ /l*		14										
Kok.typpi, µg N/l*		960										
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*												
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*		13										
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*												
Klorofylli a, µg/l*												
Redox, mV	+312		+313	+313 _s								
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä												

Tutkimuskohde:	MUSTAJÄRVI , Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6673313 i 3282920									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	17.07.2001		-sää: 22 °C, puolipilvistä, lähes tyyntä									
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 120 cm ;		-kokonaissyvyys 1,7 m									
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m	0-1 m		0,5	1,0	1,5	1,7						
Lämpötila, °C			23,6	23,5	22,4	22,4						
Happi, mg O ₂ /l			8,2		7,6	6,8 _s						
Happikyll., O ₂ -%			98		90	80 _s						
pH/ -laborator. -on site	6,8		6,69		6,48	6,05 _s						
Sähkönjoht., mS/m	4,7											
Alkalinit., mmol/l	0,13											
Väriluku, mg Pt/l	40											
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	3,0											
KHT (COD), mg O ₂ /l*	12											
Kok.typpi, µg N/l*	590											
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	<5											
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	<3											
Kok.fosfori, µg P/l*	23											
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	<2											
Klorofylli a, µg/l*	20											
Redox, mV			+232		+258	+151 _s						
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä; Pohjalietteen pinnalla oli ohut, vihertävä leväkasvukerros. Vedessä näkyi vähän levähiutaletta.												

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	HAMARJÄRVI, Perniö				Yhtenäiskoordinaatit: p 6673671 i 3283868							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	20.03.2001				-sää: +2 °C, aurinkoista							
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 170 cm ; -kokonaissyvyys 4,2 m ; -jää 35 cm, lunta n. 1 cm											
Analyytitulokset:												
Näytesyvyys, m	1,0	2,5	3,5	4,2								
Lämpötila, °C	2,4	3,8	4,2	4,3								
Happi, mg O ₂ /l	8,2	4,8	3,5	2,8 _s								
Happikyll., O ₂ -%	62	38	28	22								
pH/ -laborator.	5,5		5,5									
-on site	5,51		5,61	5,61 _s								
Sähkönjoht., mS/m	4,6	4,6	4,6									
Alkalinit., mmol/l	0,08	0,08	0,08									
Väriluku, mg Pt/l	75	75	85									
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	4,0	4,0	3,7									
KHT (COD), mg O ₂ /l*	13		13									
Kok.typpi, µg N/l*	710		640									
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*												
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*	7		9									
Klorofylli a, µg/l*												
Redox, mV	+312		+321	+310 _s								
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä												

Tutkimuskohde:	HAMARJÄRVI , Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6673671 i 3283868									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	24.07.2001		-sää: 24 °C, aurinkoista, tyyntä									
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 220 cm ; -kokonaissyvyys 4,0 m											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	3,0	3,5	4,0						
Lämpötila, °C			24,2	21,7	20,2	19,0						
Happi, mg O ₂ /l			8,1	6,7	3,4	0,7 _s						
Happikyll., O ₂ -%			99	77	39	8						
pH/ -laborator. -on site	6,3		6,30		6,1							
Sähkönjoht., mS/m	3,3				3,5							
Alkalinit., mmol/l	0,08				0,09							
Väriluku, mg Pt/l	45				65							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	2,0 1,0				3,0 1,5							
KHT (COD), mg O ₂ /l*	7,9				9,3							
Kok.typpi, µg N/l*					390							
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	<5											
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	<3											
Kok.fosfori, µg P/l*	12				14							
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	<2											
Klorofylli a, µg/l*	5,2											
Redox, mV			+287		+307	+231 _s						
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä; Vedessä näkyi hieman levähiutaletta.												

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen vesikasvikartoituksen tulokset

Osa II: Perniön Kuustonojan järvien ja Malarijärven tila ja hoito

LIITE 5 b

Sahajärvi	17.7.2001 ja 20.9.2001, 1 s.
Leviäjärvi	24.7.2001, 1 s.
Pitkäjärvi (Mikkopekki)	20.9.2001, 1 s.
Malarijärvi	17.7.2001 ja 20.9.2001, 1 s.
Mustajärvi	24.7.2001 ja 20.9.2001, 1 s.
Hamarjärvi	24.7.2001 ja 20.9.2001, 1 s.

Tutkimusmenetelmä:

Järvi kierrettiin soutamalla ja vesikasvit havainnoitiin veneestä käsin. Pohjalla kasvaneet pohjaruusukkeet, uposkasvit ja sammalet tutkittiin suurpiirteisesti. Joistakin kohdista otettiin haravalla näytteitä pohjakasvillisuuden määrittämiseksi. Kaikki havaitut vesikasvilajit merkittiin muistiin. Samalla merkittiin muistiin ilmaversoisten, kellus-, pohja- ja uposlehtisten vesikasvien valtalajit sekä tehtiin havaintoja kasvillisuuden runsaudesta, pohjan laadusta, rannan profiilista ja epifyyttilevien esiintymisestä järvessä. Hamar- ja Mustajärven vaikeakulkuisia lahtien perukoita ei tutkittu. Malarijärvestä on kierretty vain Perniön kunnan puoleinen järven pohjoispääty. Vesikasvien määrittäminen teki Leviäjärvellä limnologi Hans Vogt ja muissa järvissä myös limnologi Päivi Joki-Heiskala.

Symbolit:

e = runsasravinteisuuden suosija
m = suosii melko runsasravinteisiä vesiä
o = niukkaravinteisuuden suosija
i = ravinteisuudesta riippumaton laji

y = yleinen
p = paikoitellen
h = harvinainen

Salon Järvitutkimus

SAHAJÄRVI, 17.7.2001 ja 20.9.2001

Sahajärven vesikasvillisuus on yleisesti ottaen melko niukkaa. Suunnilleen puolet rannoista on kalliorantoja, jotka ovat monin paikoin jyrkkiä. Rantavyöhyke on suurimmaksi osaksi kovapohjaista, vain lahdemat ovat pehmeäpohjaisia. Länsirannalla kasvaa vesikasveja niukasti. Itäranta sekä pohjois- ja eteläpäävät ovat rehevämpiä ja näissä on jopa 20 – 50 m leveitä kasvillisuusvyöhykkeitä. Sahajärvessä kasvaa niukalti järviruokoa ja järvikortetta, joiden seurassa kasvaa saroja. Kelluslehtisten valtalajeina ovat ulpukka, lumme ja uistinviita. Pohjalla kasvaa kirkkaille järville tyypillisiä lajeja nuottaruohoa, tummalahnaruohoa ja rentovihvilää sekä uposlehtistä ruskoärviää. Ruskoärviän on todettu kärsivän happamoitumisesta, eikä sitä kasva kaikkein happamimmissa järvissä.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
lumme (*Nymphaea alba*), i, y
uistinviita (*Potamogeton natans*), i, y

Uposlehtiset

rentovihvilä (*Juncus bulbosus*), o, p
ruskoärviä (*Myriophyllum angustifolium*), o, y

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y
tummalahnaruoho (*Isoetes lacustris*), o, y

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sarat (*Carex sp.*)

Sahajärvi on kasvitieteelliseltä järvityypiltään nuottaruohojärvi (*Lobelia*-tyyppi), jossa kasvaa tyypillisiä vähäravinteisuuteen tyytyviä vesikasvilajeja. Järvellä ei havaittu mitään harvinaisia kasvilajeja. Natura 2000 – luontotyyppien mukaan Sahajärvi edustaa erinomaisesti tyyppiluokituksen karuja kirkasvetisiä järviä.

Salon Järvitutkimus

LEVIÄJÄRVI, 24.7.2001

Leviäjärvessä kasvillisuuden merkitys on pieni. Rannat ovat jyrkähköt, mutta matalammat ja pehmeämmät kuin viereisen Sahajärven. Kalliorantoja on noin ¼ rannoista. Ilmaversoisia kasvaa harvaksen kapeana vyöhykkeenä ja valtalajeina ovat järviruoko ja järvikorte. Näiden seassa kasvaa vähän järvikaislaa sekä paikoitellen saroja. Kelluslehtisistä vesikasveista Leviäjärvellä kasvaa ulpukkaa, lummetta, siimapalpakkoa ja uistinvitaa. Pohjalla kasvaa runsaasti nuottaruohoa sekä jonkin verran uposlehtisiä ruskoärviää ja rentovihvilää. Ruskoärviään viihtyminen ilmentää sitä, että happamoituminen ei ole edennyt kovin pitkälle.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y
järvikaisla (*Schoenoplectus lacustris*), i, y

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
lumme (*Nymphaea alba*) i, y
uistinvita (*Potamogeton natans*), i, y
siimapalpakko (*Sparganium frisesii*), m, y

Uposlehtiset

rentovihvilä (*Juncus bulbosus*), o, p
ruskoärviä (*Myriophyllum angustifolium*), o, y

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sarat (*Carex sp.*)

Kasvitieteelliseltä järvityypiltään Leviäjärvi on nuottaruohojärvi (*Lobelia*-tyyppi), jossa kasvaa tyyppillisiä vähäravinteisuuteen tyytyviä vesikasvilajeja. Järvellä ei havaittu mitään harvinaisia kasveja. Natura 2000 – luontotyyppien mukaan Leviäjärvi edustaa erinomaisesti tyyppiluokituksen *karuja kirkasvetisiä järviä*.

Salon Järvitutkimus

PITKÄJÄRVI (MIKKOPEKKI), 20.9.2001

Kasvillisuuden merkitys on Pitkäjärvässä erittäin pieni. Rannoista on 2/3 kalliorantoja ja rannat ovat kauttaaltaan melko jyrkät ja karut. Rantavyöhykkeessä kasvaa erittäin vähän vesikasveja. Ilmaversoisista kasvaa vähän järvikortetta ja järviruokoa sekä paikoitellen saroja. Kelluslehtisistä vesikasveista kasvaa ulpukkaa ja kaitapalpakkoa, joista jälkimmäinen muodostaa laajan kasvuston kapeassa salmessa. Järven pohja näyttää autioltta ja siellä on paljon hajoamatonta kariketta. Rahkasammalta kasvaa laajoilla alueilla ilmeisesti koko järven pohjassa. Nuottaruohoa kasvaa melko niukasti rantavyöhykkeessä. Nuottaruohon pitkät kukkavanat olivat erittäin runsaan epifyyttilevästön peittämät. Rentovihvilää havaittiin kasvavan vain yhdessä paikassa.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
kaitapalpakko (*Sparganium angustifolium*), o, y

Uposlehtiset

rentovihvilä (*Juncus bulbosus*), o, p

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y

Vesisammalet

rahkasammal (*Sphagnum sp.*)

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sarat (*Carex sp.*)

Pitkäjärvi on kasviekologiselta järvityypiltään nuottaruohojärvi (*Lobelia*-tyyppi). Natura 2000- luontotyyppien perusteella Pitkäjärvi kuuluu *karuihin kirkasvetisiin järviin*, jossa sen edustavuutta pienentää selvä happamoituminen. Tätä ilmentää rahkasammaleen levittäytyminen järven pohja-alueille, runsas epifyyttikasvusto sekä uposlehtisen vesikasvin, ruskoärviän, puuttuminen järveltä.

Salon Järvitutkimus

MALARIJÄRVI, 18.7.2001 ja 20.9.2001

Vesikasvillisuuden merkitys Malarijärvässä on yleisesti ottaen pieni. Rannat ovat melko jyrkät ja kovapohjaiset, noin puolet rannoista on kalliorantoja. Ilmaversoisista vesikasveista kasvaa niukasti järviruokoa, järvikortetta ja järvikaislaa sekä saroja. Kelluslehtisistä kasvaa ulpukkaa, lummetta ja uistinvitaa. Uposlehtisten valtalajina on nuottaruoho. Pohjalla kasvaa lisäksi tummalahnaruohoa sekä rentovihvilää. Lisäksi järven pohja-alueilla, noin 4 m syvyydessä, kasvaa runsaasti vesisammalta, jota ei ole tarkemmin määritetty.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y
järvikaisla (*Schoenoplectus lacustris*), i, y

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
lumme (*Nymphaea alba*), i, y
uistinvita (*Potamogeton natans*), i, y

Uposlehtiset

rentovihvilä (*Juncus bulbosus*), o, p

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y
tummalahnaruoho (*Isoetes lacustris*), o, y

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sarat (*Carex sp.*)

Malarijärvi on kasviekologiselta järvityypiltään nuottaruohojärvi (*Lobelia*-tyyppi). Natura 2000 - luontotyyppien perusteella Malarijärvi kuuluu *karuihin kirkasvetisiin järviin*, jossa sen edustavuutta pienentää happamoituminen. Tätä ilmentää rahkasammalkasvuston levittäytyminen järven pohja-alueille, runsas epifyyttikasvusto sekä uposlehtisen vesikasvin, ruskoärviän, puuttuminen järveltä.

Salon Järvitutkimus

MUSTAJÄRVI, 17.7 ja 20.9.2001

Vesikasvillisuudella on erittäin suuri merkitys matalassa Mustajärvessä. Rannat ovat pehmeitä ja matalia, kovia rantoja on vain noin 10 % rannoista. Kapea turvepenkka ympäröi Mustajärveä ja länsipäädyssä on noin 50 m:n levyinen luhtasuo. Ilmaversoisten vesikasvien valtalajina on järvikorte, lisäksi kasvaa leveäosmankäämiä, järviruokoa sekä saroja. Kelluslehtisistä vesikasveista kasvaa ulpukkaa ja siimapalpakkoa, jotka muodostavat laajoja kasvustoja järven keskiosiin ja ranta-alueille. Lisäksi kasvaa lummetta. Pohjalla kasvaa nuottaruohoa ja uposlehtistä ärviää.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y
leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), e, p

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
lumme (*Nymphaea alba*) i, y
siimapalpakko (*Sparganium friesii*), m, y

Uposlehtiset

ärviä (*Myriophyllum sp.*)

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sarat (*Carex sp.*)

Mustajärvi on kasvitiekologisesti järvityypiltään lähinnä hieman rehevöitynyt korte-ruokojärvi (*Equisetum-Phragmites*- tyyppi).

Salon Järvitutkimus

HAMARJÄRVI, 24.7.2001 ja 20.9.2001

Hamarjärvässä kasvillisuuden merkitys on erittäin suuri. Rannat ovat jyrkähköt ja melko kovapohjaiset. Kallioita on noin 10 % rannoista. Rannoilla kasvaa kapeita järviruokokasvustoja, joiden seassa saroja, kurjenmiekkää, leveäosmankäämiä ja järvikortetta. Kelluslehtisten valtalajeina ovat lumme ja ulpukka sekä siimapalpakko, jota kasvaa paikoin laajoina mattomaisina lauttoina. Matala, kaakkoon työntyvä lahdella on vahvasti rehevöitynyt ja se kasvaa perukaltaan umpeen laajahkon saranevan kasvun myötä. Lahdelmassa rentovihvilä kasvaa tiheänä, rehevänä kasvustona ja sen seassa kasvaa siellä täällä kiehkuraärviä ja isovesihernettä. Kasvien pinnalla kasvaa runsaasti epifyyttilevästöä. Myös järven länsipää on rehevä ja vesikasvillisuuden täyttämä.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), e, p
kurjenmiekka (*Iris pseudacorus*), e, p

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
lumme (*Nymphaea* sp.) i, y
siimapalpakko (*Sparganium friesii*), m, y

Uposlehtiset

rentovihvilä (*Juncus bulbosus*), o, p
kiehkuraärviä (*Myriophyllum verticillatum*), e, h

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y

Irtokeijijat

isovesiherne (*Utricularia vulgaris*), i, y

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sarat (*Carex* sp.)

Hamarjärvässä kasvaa rinnakkain happamien, karujen järvien kasvilajeja (rentovihvilä ja nuottaruoho) sekä rehevien järvien lajistoa (leveäosmankäämi, kurjenmiekka ja kiehkuraärviä). Kasviekologiselta järvityypiltään Hamarjärvi on lähinnä hieman rehevöitynyt korte-ruokojärvi (*Equisetum-Phragmites*- tyyppi).

LIITE 5c:

Sedimenttitutkimusten tulokset

Sahajärvi, 1 sivu

Leviäjärvi, 1 sivu

Pitkäjärvi, 1 sivu

Malarijärvi, 1 sivu

Mustajärvi, 1 sivu

Hamarjärvi, 1 sivu

Tutkimusmenetelmä:

Jokaisen järven syvänealueen vesitutkimusten näytepisteeltä (kts. liite 5a) otettiin kesällä samalla myös pohjasedimenttinäyte. Näytteet otettiin Limnos-tyyppisellä profiilinoutimella, jolla lieteprofiili voitiin viipaloida tarkastelua varten yhden senttimetrin paksuisiin kerroksiin. Hamarjärvestä voitiin kuitenkin ottaa vain Ruttner-tyyppisellä vedennoutimella sedimentin pintakerrosnäyte. Tuloksissa olevat sedimenttikuvaukset on tehty ensi sijassa kentällä tapahtuneen tarkastelun pohjalta. Lisäksi jokaisen järven sedimenttiprofiilista otettiin ilmatäiviisiin muovipusseihin (Minigrip) neljältä syvyydeltä osanäytteet (0- 2 cm, 5 - 6 cm, 10 - 12 cm ja 20 cm) myöhempiä laboratorioanalyysia varten. Kenttähavaintojen tuloksia onkin täydennetty näiden osanäytteiden visuaalisella tarkastelulla laboratoriossa. Sedimenttien tyypittely on tehty JÄRNEFELTin (1958) esittämän kuvauksen mukaisesti. Järvitutkimusprojektin puitteissa osanäytteistä ei kuitenkaan voitu tehdä varsinaisia fysikaalis-kemiallisia analyysia.

Sedimentin ja veden välisen tärkeän rajakerroksen hapetuspelkistystilaa tutkittiin ottamalla talvi- ja kesänäytteet Ruttner-noutimella happinäytteen tapaan aivan lietepinnan yläpuolelta ja lietteen pintakerroksesta. Näytepulloista mitattiin mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen (yleensä 1 - 2 tuntia) kentällä "on site" redox- ja pH-arvot. Lämpötila- ja happianalyysit täydentävät tietoja sedimentin pintakerroksen tilasta (liite 5a). Redox-arvot on ilmoitettu suhteellisina mittaustuloksina ko. analyysimenetelmän mittarilukemina ilman lämpötila- tai muita muunnoslaskelmia. Menetelmästä ei ole vakioitua standardia.

Analyysimenetelmien tarkemmat kuvaukset tulosten luotettavuusarviointineen on esitetty Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osareportissa I.

Sahajärvi, Perniö**17.07.2001**Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, tasalaatuista detrituspohjaista mutaliejua, lähes hienodetritusliejua. Lietteen pintakerros on noin neljän senttimetrin syvyyteen asti väriltään hyvin tummaa ja vähäisen sulfidiraidoituksen luonnehtimaa. Tästä alaspäin raidoitus loppuu ja sedimentin väri muuttu asteittain ruskeammaksi. Noin 10 cm:n syvyydestä alaspäin liete on tasalaatuista, tummanruskeaa Sahajärven alkuperäistä "perusliejua".

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 20.03.2001 -järven syvyys 11,8 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 50	4,7	+310	5,98	18
0 - 2	4,7	+248	6,26	18

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

b) Kesätutkimus, 17.07.2001 -järven syvyys 11,7 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 70	5,4	+336	5,73	15
+ 20	5,2	+292	5,87	
0 - 2	5,2	+141	6,24	11

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

Arvio sedimentin tilasta:

Sahajärven pohjasedimentin pintakerros on tulosten perusteella kohtalaisesti hapettunut, vaikka sulfidiraidoitus viittaa ajoittaiseen pelkistyneeseen tilaan. Kokonaisuutena järven sedimenttiä voidaan luonnehtia hyvälaatuiseksi ja koko lailla terveeksi. Siten vakava sisäinen ravinnekuormitus syvännealueen sedimenteistä ei näytä uhkaavan järven tilaa. Lisätiedot Sahajärven syvännealueen sedimentin pintakerroksen hapetus-pelkistystilasta olisivat kuitenkin tarpeelliset.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, detrituspohjaista mutaliejua. Lieteprofiilin pintakerros on väriltään hyvin tummempaa ja siinä näkyy sulfidiraidoitusta. Noin 15 cm:n syvyydessä on selvä rajakerros, josta alaspäin sedimentti on selvästi ruskeampaa, järven alkuperäistä "perusliejua".

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 20.03.2001 -järven syvyys 7,4 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 60	4,6	+326	5,75	47
0 - 2	4,6	+304	5,84	47

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

b) Kesätutkimus, 24.07.2001 -järven syvyys 7,5 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 50	9,0	+283	5,61	4
0 - 2	8,6	+186	5,88	2

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

Arvio sedimentin tilasta:

Leviäjärven pohjasedimentin pintakerros oli havaintoaikana kohtalaisen hyvälaatuista. Alusveden hapettomuus saattaa kuitenkin heikentää, esim. kesän 2001 veden kerrosteisuuskauden lopulla, lietepinnan redox-tilaa. Siten on mahdollista, että epäedullisissa kerrosteisuusoloissa syvänesedimentistä käsin voi tapahtua järven sisäistä ravinnekuormitusta aiheuttaen Levijärven rehevöitymiskehitystä. Lisätiedot järven syvänesedimentin hapetus-pelkistystilasta olisivat tarpeelliset.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, tasalaatuista, tummanruskeaa hienodetritusliejua. Aivan lietteen pintakerroksessa on hie-
man mustaa sulfidiraidoitusta. Lieteprofiilissa näkyy noin 15
cm:n syvyydellä rajakerros, josta alaspäin sedimentti muut-
tuu väriltään ruskeammaksi järven vanhaksi "perusliejuksi".

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 21.03.2001 -järven syvyys 6,1 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 60	4,5	+379	5,39	34
0 - 2	4,5	+375	5,60	30

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

b) Kesätutkimus, 18.07.2001 -järven syvyys 6,0 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 50	12,2	+350	5,29	47
0 - 2	11,4	+185	5,71	31

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

Arvio sedimentin tilasta:

Mikkopekin Pitkäjärven pohjasedimentin pintakerros oli vuo-
den 2001 tutkimusaikoina hyvin hapettunutta ja hyvälaatuista,
vaikka kesän tuloksissa näkyi vähäistä pelkistymiseen viittaa-
vaa sulfidiraidoitusta. Sisäinen ravinnekuormitus syvänesedi-
mentistä ei siten näytä nykytilanteessa aiheuttavan Pitkäjär-
vessä mainittavaa rehevöitymiskehitystä.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Näyte otettiin Malarijärven matalahkosta pohjoisosasta, joka on Perniön kunnan aluetta. Siten tämä tutkimus ei anna kuvaa järven syvänsedimentin ominaisuuksista ja tilasta.

Tutkittu sedimentti on hienojakoista, tasalaatuista, väriltään tummanruskeaa, detrituspohjaista mutaliejua. Lieteprofiilissa ei näykynyt mainittavaa kerrosteisuutta, vaikka noin 15 cm:n syvyydellä sedimentti oli hieman pintakerrosta ruskeampaa. Näytepaikalla kasvoi pohjalla runsaasti vesisammalta ja pohjalietteen pinnalla oli myös ohut, vihertävä pohjaleväkerros.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 21.03.2001 -järven syvyys 5,2 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 70	4,4	+314	5,50	71
0 - 2	4,5	+318	5,61	66

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

b) Kesätutkimus, 18.07.2001 -järven syvyys 4,5 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 100	22,6	+274	6,18	97
0 - 2	22,3	+240	5,82	96

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

Arvio sedimentin tilasta:

Malarijärven päällysvesivyöhykkeen pohjasedimentti on hyvin hapettunutta ja ominaisuuksiltaan tervettä. Siten näiltä osin pohjalietteestä käsin ei tapahdu järven sisäistä ravinnekuormitusta. Malarijärven pääsyvänteen alueella olevan sedimentin tilaa ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan kartoitettu.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on väriltään tummanruskeaa, missä kuitenkin näkyy myös harmahtavaa sävyä johtuen valuma- alueen pelloilta huuhtoutuneesta eroosioaineksesta. Sedimentti on tyypiltään määriteltävissä lähinnä karikelieteliejuksi, jossa on 10 - 15 cm:n syvyydessä runsaasti hajoamattomia vesikasvien osia. Aivan lieteprofiilin ylimmissä senttimetreissä näkyy vähän mustaa sulfidiraidoitusta ja 15 - 20 cm:n syvyydessä sedimentin väri muuttuu hieman ruskeammaksi.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 20.03.2001 -järven syvyys 1,9 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 40	3,3	+313	5,95	18
0 - 2	4,2	+313	5,98	10

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

b) Kesätutkimus, 17.07.2001 -järven syvyys 1,7 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 20	22,4	+258	6,48	90
0 - 2	22,4	+151	6,05	80

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

Arvio sedimentin tilasta:

Mustajärven pohjasedimentin pintakerros on tulosten perusteella melko hyvin hapettunutta ja koostumukseltaan tämäntyyppiselle järvelle normaalia. Järven talviajan heikko happitilanne on selvä riskitekijä jääpeitteisen kauden lopulle ajoittuvan sisäisen ravinnekuormituksen käynnistymiselle, mikä voi lisätä Mustajärven rehevöitymiskehitystä. Lisätiedot mm. järven talviajan happitilanteesta olisivat tarpeellisia.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Hamarjärven sedimentin pintakerroksesta saatiin näyte vain Ruttner-tyyppisellä vedennoutimella, joten varsinaista liete-profiilia ei voitu tarkastella. Tutkittu sedimentin pintakerros oli rakenteeltaan samanlaista kuin valuma-alueen yläpuolisen Mustajärven sedimentti, lähinnä karikelieteliejua. Myös tässä lietteessä näkyi valuma-alueelta huuhtoutuvasta saviainekses-ta johtuvaa harmahtavaa värisävyä. Sedimentissä ei näkynyt mustaa sulfidiraidoitusta.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 20.03.2001 -järven syvyys 4,2 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 70	4,2	+321	5,61	28
0 - 2	4,3	+310	5,61	22

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

b) Kesätutkimus, 24.07.2001 -järven syvyys 4,0 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 50	20,2	+307	5,76	39
0 - 2	19,0	+231	5,69	8

*sedimentin pintakerros = 0 - 2 cm; yläpuolinen vesi + cm

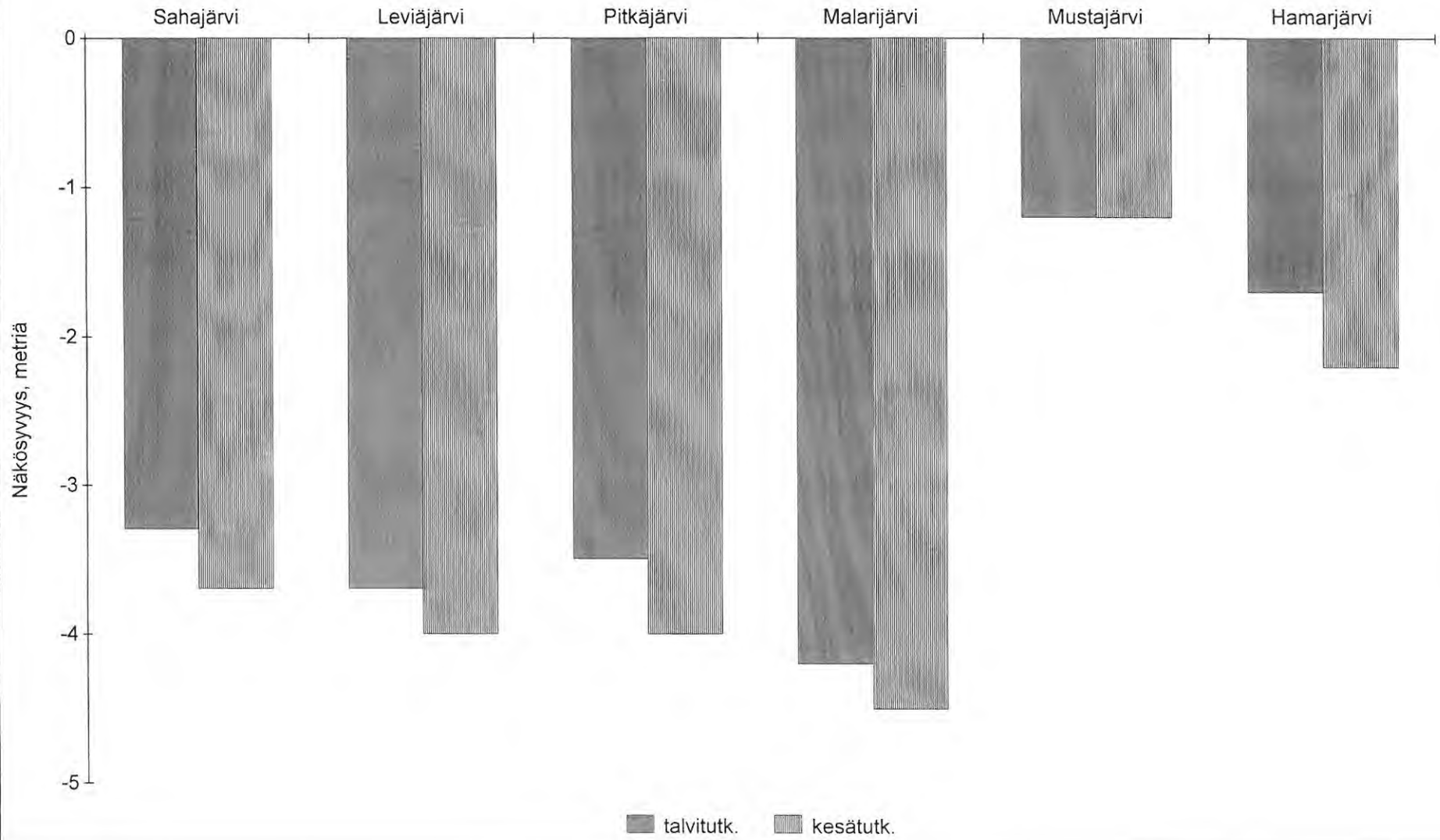
Arvio sedimentin tilasta:

Hamarjärven pohjasedimentin pintakerroksen redox-arvoissa näkyy etenkin kesätutkimuksessa alenemista alusveden hap-pi-tilanteen heikkenemisen seurauksena. Mikäli lietepinnan ha-petus-pelkistystila edelleen heikkenee, voi seurauksena olla si-säisen ravinnekuormituksen kasvu järven syvänealueen sedi-menteistä käsin. Tällainen prosessi lisäisi ehkä vakavallakin tavalla Hamarjärven rehevöitymistä.

KUVA- JA KARTTALIITTEET

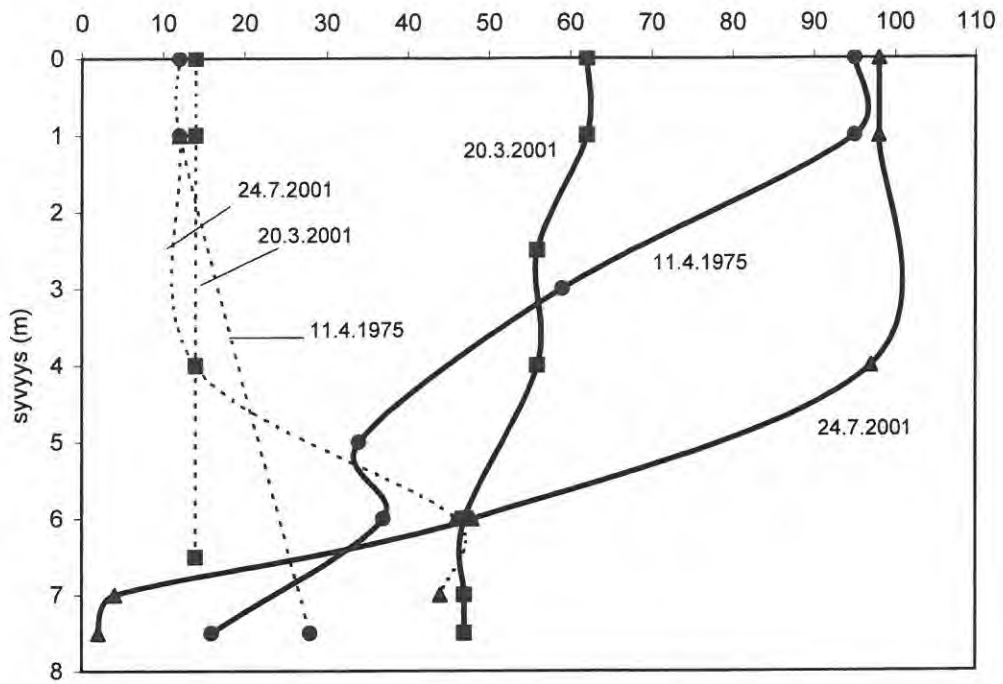
- Kuvaliite 1:** Järvien näkösyvydet vuoden 2001 talvi- ja kesätutkimuksissa, 1 sivu
- Kuvaliite 2a:** Saha- ja Leviäjärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 2b:** Pitkäjärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 2c:** Musta- ja Hamarjärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 3:** Järvien rehevyys kesän 2001 tutkimuksissa kokonaisfosforin ja -typen sekä klorofylli a:n pitoisuuksien perusteella, 1 sivu
- Karttaliite 1:** Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue, isot järvet ja raporttien osa-alueet sekä luettelo eri osaraportteihin sisältyvistä järvistä, 1 A3-sivun karttakaavio
- Karttaliite 2:** Järvien sijainti ja valuma-alueet, 1 värikarttasivu (Lähde: Maanmittauslaitos, 1994a ja b)

Järvien näkösyvydet -vuoden 2001 talvi- ja kesätutkimus



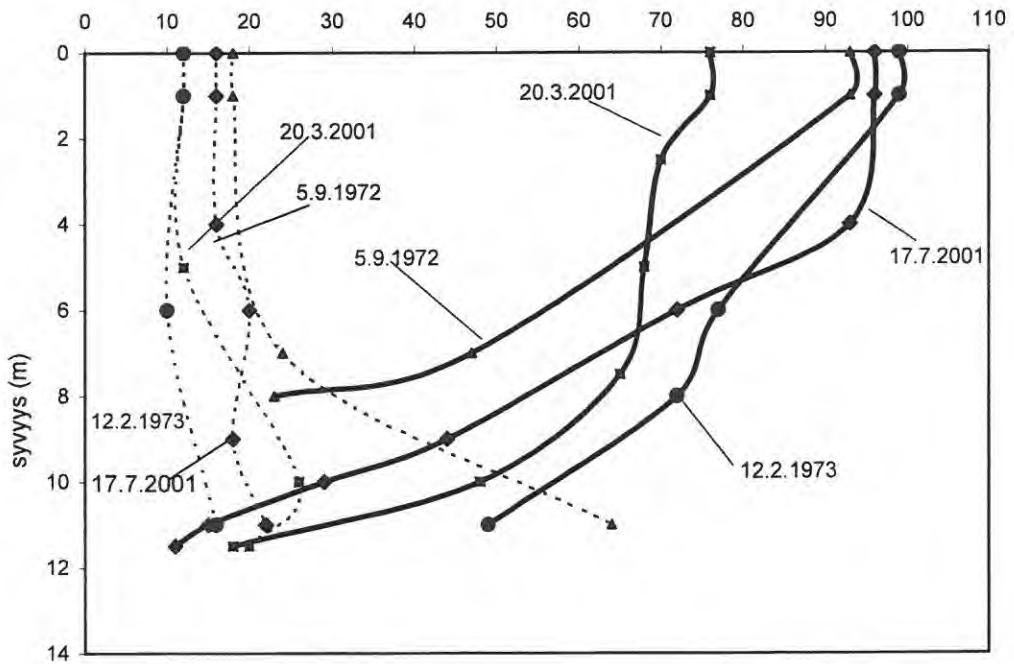
LEVIÄJÄRVI

Hapen kyllästysaste (O₂-%) —
ja kokonaisfosfori (2 x µg/l) - - -



SAHAJÄRVI

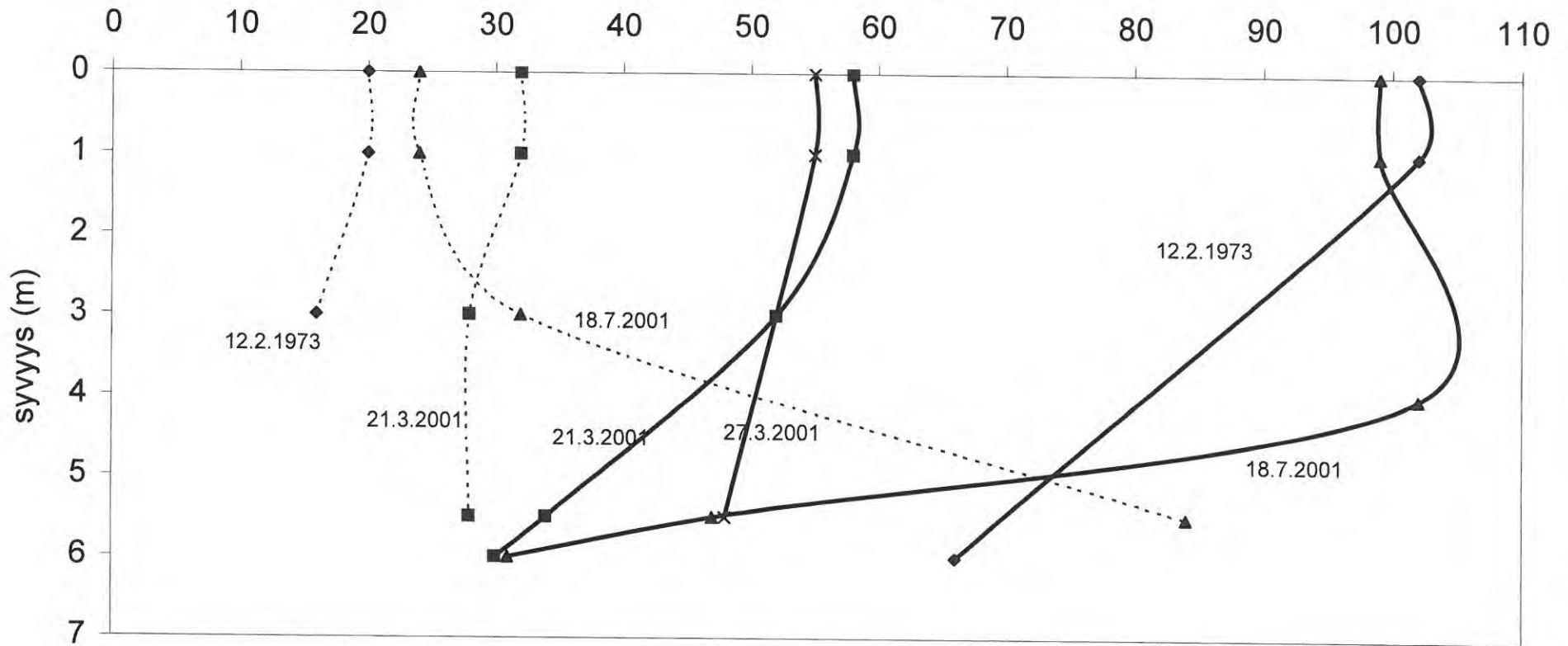
Hapen kyllästysaste (O₂-%) —
ja kokonaisfosfori (2 x µg/l) - - -



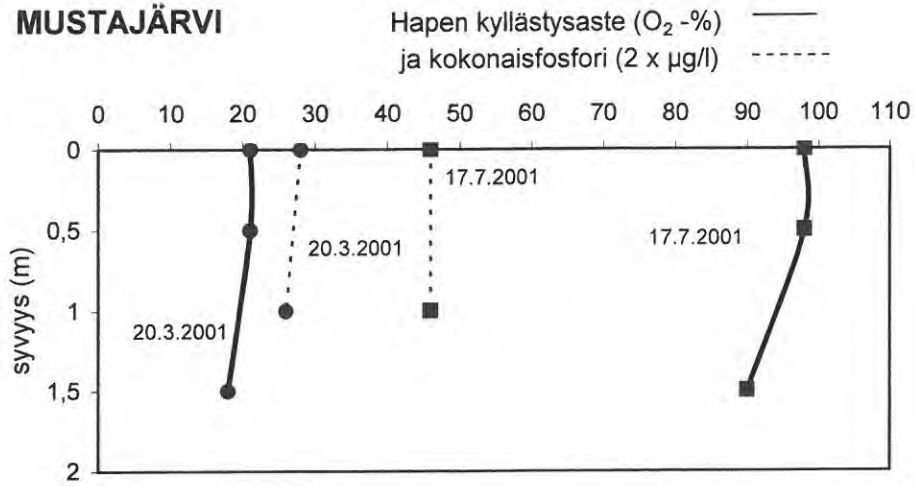
Sahajärven ja Leviäjärven happi- ja fosfori -kerrostuneisuus.

PITKÄJÄRVI

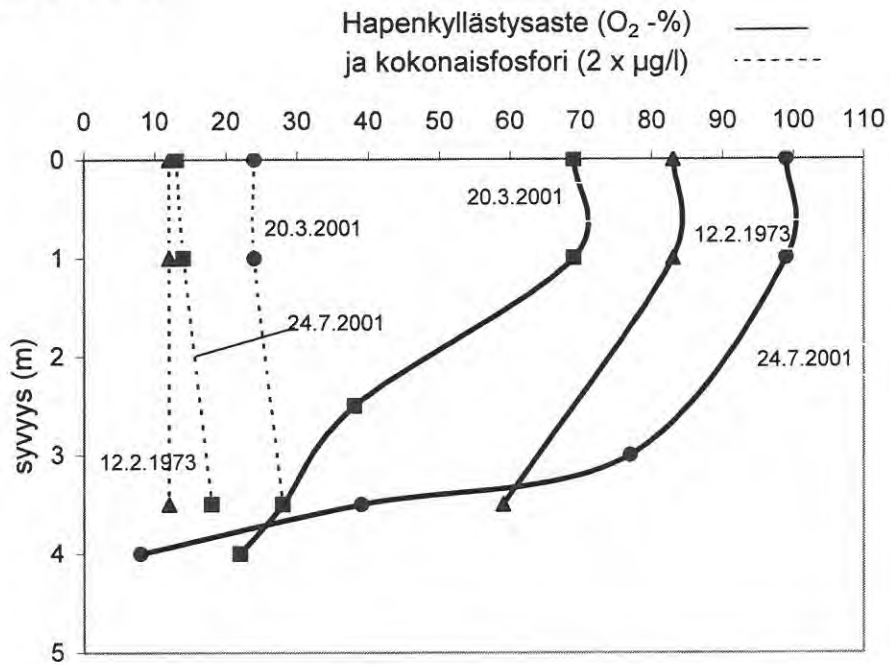
Hapenkylästysaste (O₂ - %) —
ja kokonaisfosfori (2 x µg/l) - - - - -



MUSTAJÄRVI



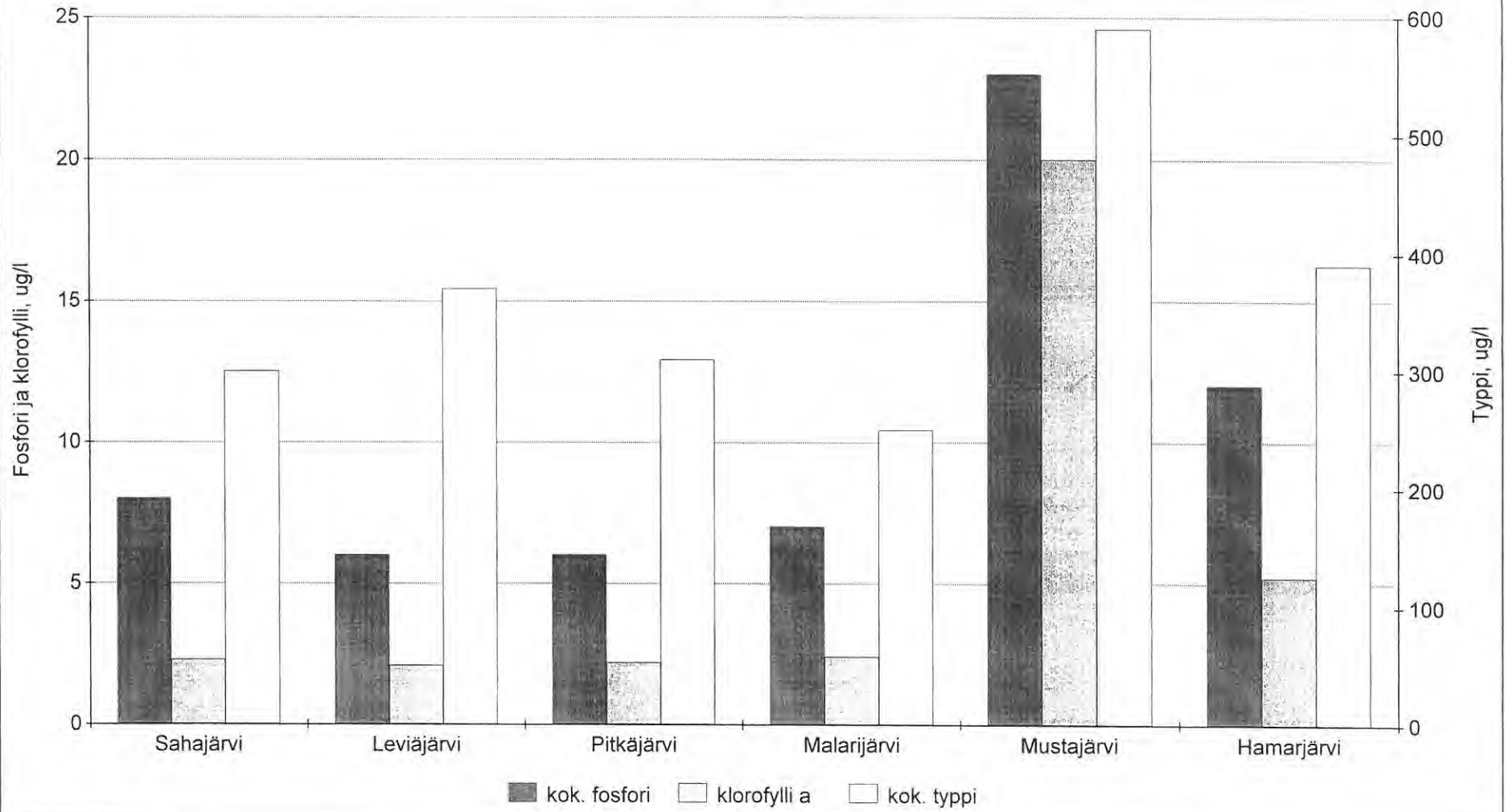
HAMARJÄRVI

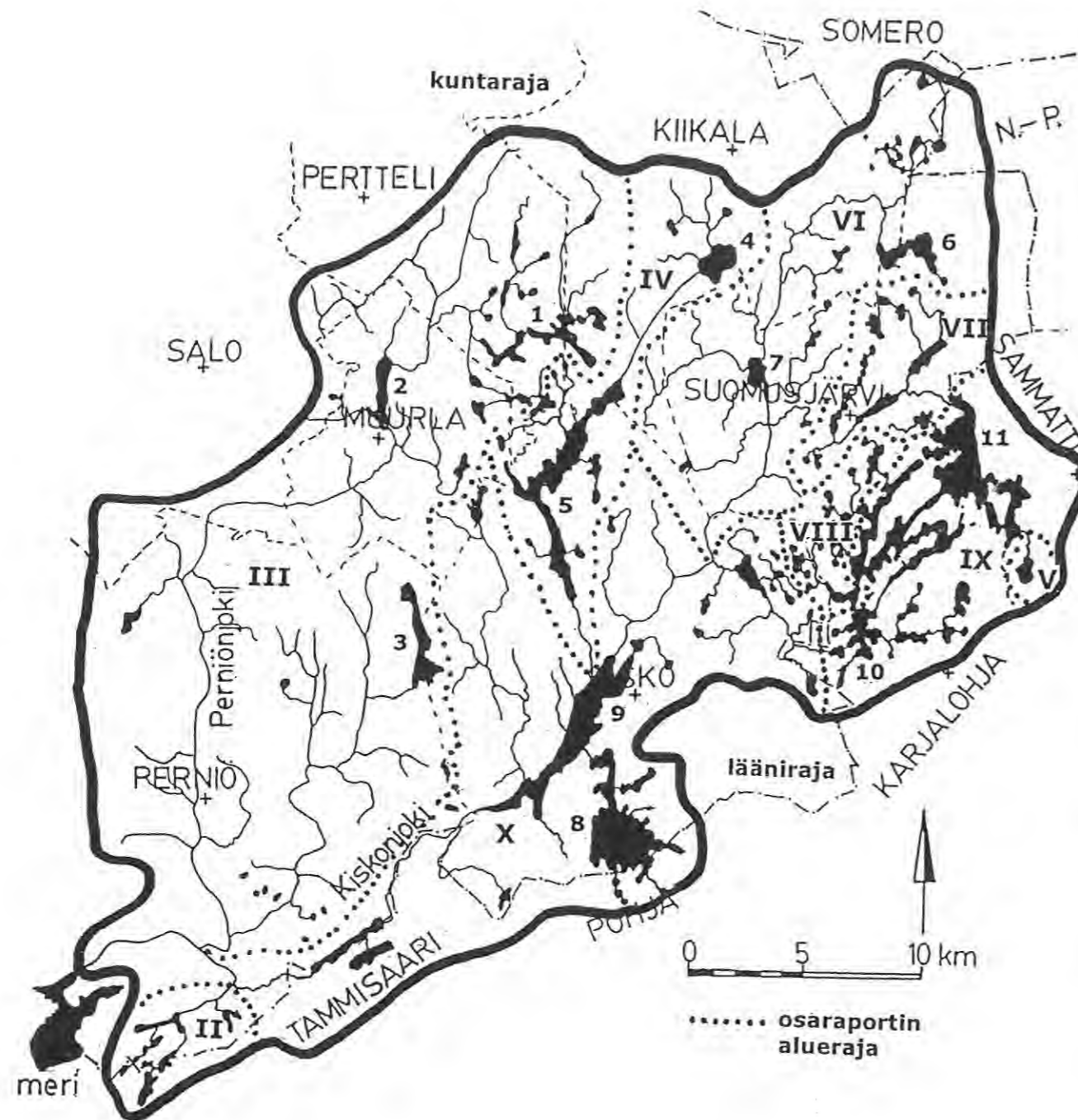


Mustajärven ja Hamarjärven happi- ja fosfori-kerrostuneisuus.

JÄRVIEN REHEVYYS

Pääravinteet ja klorofylli kesällä 2001





Karttaliite 1

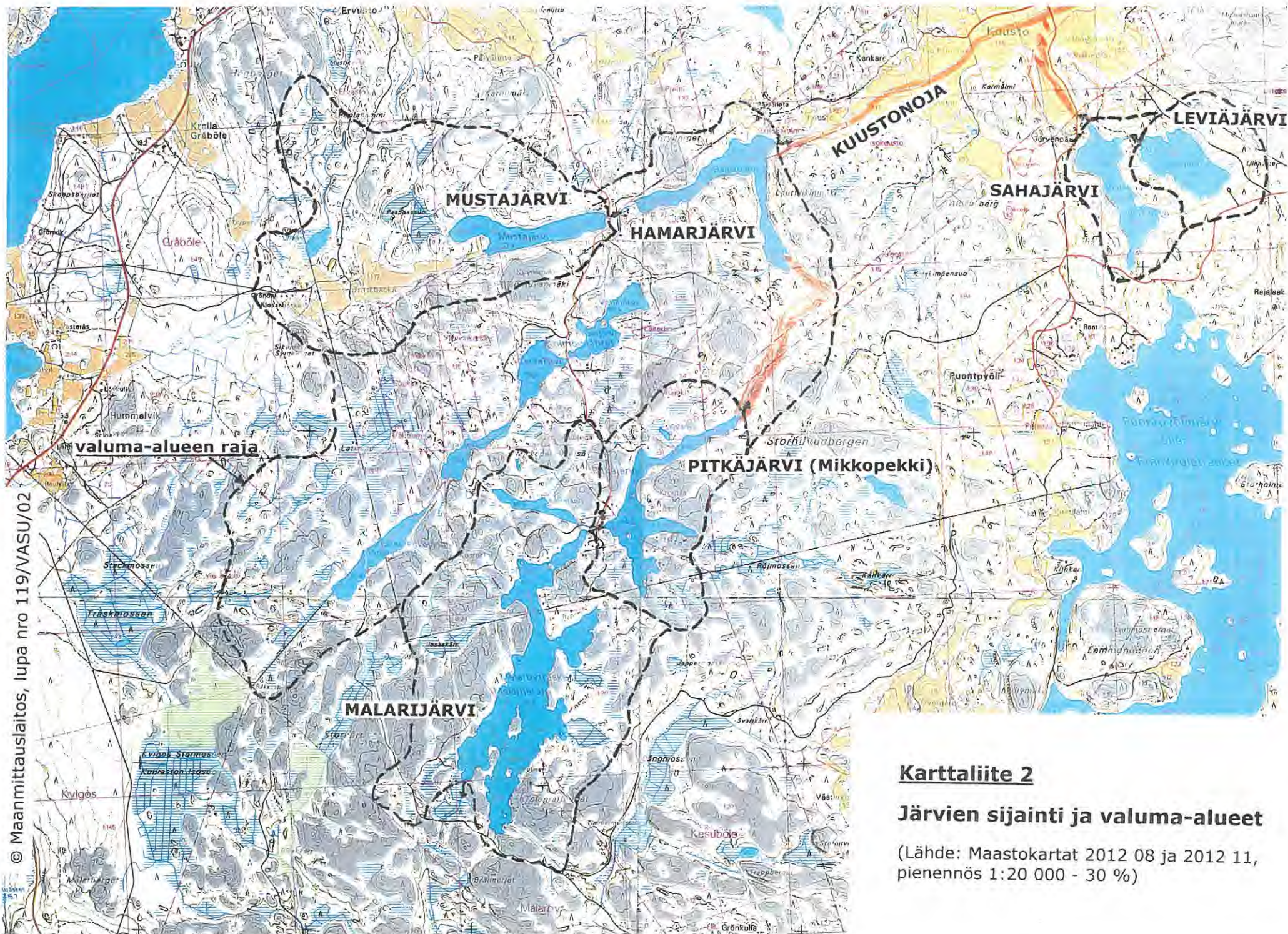
Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue,
isot järvet ja raporttien osa-alueet

1. PERNJÄRVI, 114 ha	5. HIRSIJÄRVI, 525 ha	9. KIRKKOJÄRVI, 710 ha
2. YLISJÄRVI, 181 ha	6. VARESJÄRVI, 156 ha	10. NUMMIJÄRVI, 172 ha
3. NAARJÄRVI, 209 ha	7. ANERIOJÄRVI, 114 ha	
4. OMENOJÄRVI, 166 ha	8. ISO-KISKO, 671 ha	11. ENÄJÄRVI, 1052 ha

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen osaraportit:

Eri osaraporttien käsittämät Kiskonjoen vesistön osa-alueet käyvät ilmi oheisesta karttakaaviosta. Alla olevassa luettelossa on mainittu eri raporteissa tarkastelun kohteina olevat järvet.

- Osa I: Yleistarkastelu: vesistön suurten järvien rehevyyden ja kaikkien järvien muuttuneisuuden arvioinnit sekä järvien tilan vertailut ja hoitotoimenpiteiden tarkastelu**
- Osa II: Perniön Kuustonojan järvien ja Malarijärven tila ja hoito**
Saha-, Leviä-, Mikkopekin Pitkä-, Musta-, Hamar- ja Malarijärvi
- Osa III: Perniönjoen vesistön järvien tila ja hoito**
Hanhi-, Kynnärä-, Pern-, Yliskylän Pitkä-, Naar- ja Kytömäenjärvi
- Osa IV: Hirsijärven vesistön järvien tila ja hoito**
Palmut-, Omeno-, Hirsi- ja Valkjärvi sekä Iso- ja Vähä-Tahko
- Osa V: Sammatin Lohilammen tila ja hoito**
Lohilampi
- Osa VI: Anerio-Varesjoen vesistön järvien tila ja hoito**
Tervakas, Iso-Kolosin, Riidus, Särä-, Ruukin-, Vares-, Nahvon-, Riit- ja Aneriojärvi
- Osa VII: Suomusjärven keskiosan järvien tila ja hoito**
Salmijärvi, Tyystiä, Kaituri, Perikas, Lahna-, Suomus-, Lammen- ja Sikojärvi sekä Iso-Ruona
- Osa VIII: Enäjärven länsipuolen järvien tila ja hoito**
Valk- (Laidike), Kari-, Valk- (Salittu) ja Ruonajärvi sekä Pyhälammi, Tynnärlammi ja Kannikka
- Osa IX: Karjalohjan alueen järvien tila ja hoito**
Haapa-, Pent-, Kurk-, Vähä-, Sika-, Nummi- ja Enäjärvi
- Osa X: Kiskon-Kurkelanjoen vesistön järvien tila ja hoito**
Saaren-, Tuuli-, Iso- ja Kirkkojärvi, Alumainen- ja Keskimmäinen-Tyrsä, Iso-Kisko, Lammi-, Kavaston-, Ahdiston-, Kurkelan-, Luokan-, Valk- (Kurkela) ja Jylynjärvi



© Maanmittauslaitos, lupa nro 119/VASU/02

Karttaliite 2

Järvien sijainti ja valuma-alueet

(Lähde: Maastokartat 2012 08 ja 2012 11, pienennös 1:20 000 - 30 %)