



**KISKONJOEN VESISTÖN  
65 JÄRVEN TUTKIMUS, OSA IV:  
HIRSIJÄRVEN VESISTÖN  
JÄRVIEN TILA JA HOITO**

**Hans Vogt  
Marraskuu 2002  
Järvitutkimus-O<sub>2</sub> Ky**

# JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky

---

## Tutkimuksen kuvailu

Julkaisu: **Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa IV: Hirsijärven vesistön järvien tila ja hoito.**

-moniste, 44 s. + 5 liitettä + 5 kuva- ja karttaliitettä

Tilaaaja: **Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymä**

Tehdaskatu 13, 24100 Salo • puh.02 - 77873

Tutkija: **Hans Vogt, limnologi • Järvitutkimus-O<sub>2</sub> Ky**

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

---

## Tiivistelmä

Hirsijärven vesistön valuma-alueen laajuus on n. 82 km<sup>2</sup>, mikä on 8,0 % Kiskonjoen koko vesistöalueesta. Tässä raportissa on tarkastelun kohteena järvitutkimuksen 65 järvestä kuusi järveä: **Palmut-, Omeno-, Valk- ja Hirsijärvi sekä Iso- ja Vähä-Tahko**. Kahden ensiksi mainitun, vain alle kaksi metriä syvien järvien valuma-alueet käsittävät suurlta osin peltoja ja myös suhteellisen runsaasti soita. Valkjärven varsin suppealla valuma-alueella on pelto- ja metsämaita, mutta ei juuri lainkaan soita. Matala Vähä-Tahko on valuma-alueensa ja muiden ominaisuuksiensa puolesta kuin pienikokoinen Omenojärvi. Ison-Tahkon valuma-alueella on melko paljon peltoja ja myös metsä-, suo- ja kalliomaita. Sama koskee Hirsijärveä, joka on Kiskonjoen vesistön neljänneksi laajin, 12 metriä syvä järvi. Kokonaisuutena Hirsijärven vesistöä luonnehtii savipitoisten peltomaiden runsaus, mistä johtuen maataloudesta aiheutuu järviin suurin ulkoinen vesistökuormitus. Myös soita on varsinkin vesistön latva-alueilla aika paljon. Hirsijärven valuma-alueella on koko lailla runsaasti pysyvää asutusta ja loma-asutusta. Aiempia vesistötutkimusten tuloksia on kohtalaisen paljon muista järvistä paitsi Palmutjärvestä ja Vähästä-Tahkosta.

Raportin kaikkien järvien vesi sisältää runsaasti liuenneita, puskuroivia elektrolyttisuo-voja eikä ilmansaasteista johtuva happamoituminen siten uhkaa järviä. Palmut- ja Hirsijärven sekä etenkin Ison-Tahkon vesi on vahvasti savisameaa lähinnä pelloilta huuhtoutuvan eroosioaineksen takia. Omenojärven ja Vähän-Tahkon vedessä on vähemmän savisameutta ja enemmän soilta uuttuvien humusyhdisteiden vedelle antamaa ruskeaa väriä. Valkjärven vesi on yleensä melko kirkasta, mutta kesällä vedessä voi olla leväkasvun sameutta. Kaikissa kuudessa järvestä on todettu vakavia veden happipitoisuuden ongelmia. Matalissa Palmut- ja Omenojärvestä sekä Vähässä-Tahkossa on jääpeitteen aikana esiintynyt jopa täydellistä happikatoa ja samanlaista tai lähes yhtä vakavaa happivajausta on ollut kesällä lämpötilan perusteella kerrostuvien Valk- ja Hirsijärven sekä Ison-Tahkon alusvedessä. Levätuotannon runsautta ja pitkälle edennyttä rehevöitymistä ilmaisevat kaikkien järvien kesäajan päällysveden hapen ylikyllästysarvot ja korkeat klorofyllipitoisuudet. Lisäksi kaikkien järvien veden korkeat ravinnepitoisuudet osoittavat järvien olevan tuotantotyyppiltään reheviä tai erittäin reheviä järviä. Pitkälle edennyt rehevöityminen, joka näkyy mm. toistuvina sinileväkukintoina, johtuu pääosin ihmistoiminnoista - liian runsaasta järviin kohdistuvasta ulkoisesta vesistökuormituksesta. Vesikasvillisuudella on erittäin suuri merkitys Omenojärvestä ja Vähässä-Tahkossa. Valkjärvestä melko harvinaisen karvalehden massaesiintymät mm. haittaavat järven virkistyskäyttöä.

Koska raportin järvet edustavat Kiskonjoen vesistössä vaikeasti rehevöityneitä ongelmajärviä, on erittäin tärkeää aikaansaada kaikille näille järville tehokas, pitkäjänteinen ja asianosaisten hyvän keskinäisen yhteistyöhengen luonnehtima hoitotyö. Valkjärvellä tämä toiminta on jo alkanut ja viime aikaiset hoitotoimenpiteet näyttävät erillt osin jo parantaneen järven tilaa. Raportissa on ehdotettu järvikohtaisten hoitoryhmien perustamista yhteistyöhön jo toimivien laajempien kuntakohtaisten yhdistysten kanssa. Valkjärvelle ja Isolle-Tahkolle on jo aiemmin rekisteröity omat suojeluyhdistykset. Raportin loppujaksossa tarkastellaan alustavasti näille eri järville parhaiten soveltuvia hoitotoimenpiteitä.

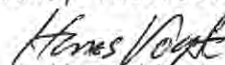
## S A A T T E E K S I

Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymän tilaaman Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen ohjauksesta on vastannut projektipäällikkö Lasse Svahnäck. Tämän osaraportti IV:n kunnista hankkeen ohjausryhmään ovat kuuluneet Kiikalasta kunnaninsinööri Markku Heikkilä, Suomusjärveltä ympäristönsuojelusihteri Jarkko Rantalaiho ja Kiskosta ympäristönsuojelusihteri Timo Mussaari. Raportin järvien kenttätutkimuksiin ovat kanssani osallistuneet kesällä 2000 Lasse Svahnäck, talvella 2001 Henri Vogt sekä kesällä 2001 Päivi Joki-Heiskala ja Sara Vogt. Limnologi Päivi Joki-Heiskala tutki 8.8.2001 lähtien vesikasvillisuuden ja hän on myös koonnut ja arvioinut kasvillisuutta koskevat tulokset sekä laatinut liitteen 2 kuvat. Lisäksi kenttätöiden aikana olen saanut monilta ranta-asukkailta arvokkaita tietoja heidän oman järvensä tilasta ja kehityksestä. Tästä kaikesta lausun lämpimät kiitokset sekä tutkimustyön tilaajalle että kaikille Teille tutkimuksen onnistuneeseen toteuttamiseen myötävaikuttaneille.

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 pahanlaisia 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 luonnon-talouden 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 Angelniemellä, marraskuussa 2002

  
Hans Vogt

**Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa IV:**

**Hirsijärven vesistön järvien tila ja hoito**

Sisällysluettelo:

Tutkimuksen kuvailu ja tiivistelmä  
Saatteeksi  
Sisällysluettelo

<b>1.</b>	<b>Johdanto</b>	1
<b>2.</b>	<b>Tutkimuksen tarkoitus</b>	2
<b>3.</b>	<b>Hirsijärven vesistöalue</b>	3
	3.1 Tutkimuksen järvet	3
	3.2 Valuma-alue	3
	3.3 Hydrologia	4
	3.4 Ulkoinen kuormitus	5
<b>4.</b>	<b>Tutkimuksen suoritus</b>	7
	4.1 Näytteiden otto, analysointi ja tulokset	7
	4.2 Aikaisemmat tutkimukset	8
	4.3 Säätila	8
<b>5.</b>	<b>Tutkimusten tulokset</b>	9
	5.1 <b>Palmut- ja Omenojärvi</b>	9
	5.2 <b>Valkjärvi</b>	13
	5.3 <b>Iso- ja Vähä-Tahko</b>	16
	5.4 <b>Hirsijärvi</b>	20
<b>6.</b>	<b>Pohdinta</b>	25
	6.1 Järvien tilan muutosten syyt	25
	6.2 Raportin järvien tilan muutokset	27
<b>7.</b>	<b>Järvityypit</b>	31
<b>8.</b>	<b>Järvien hoidon perusteet</b>	33
	Lähdeluettelo	39
	Liiteluettelo	40
	-5 liitettä, 3 kuvaliitettä ja 2 karttaliitettä	

## Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa IV:

### Hirsijärven vesistöalueen järvien 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, Suomusjärven, Karjalohjan ja Samatkan 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 tilaustöinä 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 selityssanasto. Tutkimusselostuksissa käytettyjen lähdeviitteiden luettelo on myös esitetty keskitetysti yleistarkastelun osassa I ja muihin osaraportteihin on luetteloitu vain ko. raportin tärkeät lähdeviitteet. Järvitutkimuksen raporttimonisteet toimitetaan mm. alueen kuntiin ja kirjastoihin. Raportit löytyvät lähes kokonaisuudessaan myös Salon Seudun Kehittämiskeskuksen internet-osoitteesta: [www.salonseudunvesistot.net](http://www.salonseudunvesistot.net). Liitteeseen 2 on lisäksi koottu luettelo järvien hoitotyössä tärkeistä osoitteista. Vesistön suurin järvi, Enäjärvi, on rajattu pois tutkimuksesta, koska järveä on mm. Enäjärven suojeluyhdistys ry:n (osoite liitteessä 2) toimesta jo aiemmin tutkittu verrattain runsaasti.

Käsillä olevassa järvitutkimuksen osaraportissa IV ovat tarkastelun kohteina Kiskonjoen vesistössä pääosin Kiikalan ja Kiskon

kuntien alueilla sijaitsevat Hirsijärven vesistöalueen seuraavat järvet: **Palmut-, Omeno-, Valk- ja Hirsijärvi sekä Iso- ja Vähä-Tahko**. Näistä järvistä Valkjärven länsiosa kuuluu Perttelin ja Hirsijärven Pitkälähti Muurlan kuntaan (karttaliite 2).

Palmut- ja Omenojärvi sijaitsevat Kiikalassa lähekkäin, pääosin alavien peltomaiden hallitsemassa ympäristössä. Nämä järvet ovat sangen matalat, alle kaksi metriä syvät. Palmutjärvi laskee noin kolmen kilometrin pituista puroa myöten Omenojärveen, joka purkautuu lounaisosasta lähtevää, kuusi kilometriä pitkää Huitinjokea myöten Hirsijärven pohjoispäähän. Hirsijärvi on ka-pea mutta kymmenisen kilometriä pitkä ja noin 12 metriä syvä järvi, joka pinta-alaltaan on Kiskonjoen vesistön neljänneksi suurin järvi. Hirsijärven luoteisosaan laskee lännestä päin Valkjärvestä tuleva pieni Norsjoki ja idästä järven keskusaltaaseen purkautuvat Isosta-Tahkosta tulevan puron vedet. Vähä-Tahko laskee pohjoispäästä lyhyttä ojaa myöten Isoon-Tahkoon. Hirsijärven eteläkolkassa sijaitsevasta luusuasta vesistöalueen vedet purkautuvat viiden kilometrin pituista Mommolan- eli Toijanjokea myöten Kirkkojärven pohjoisaltaaseen (karttaliite 2).

Huitinjoen laskiessa Hirsijärveen vesistön valuma-alue on 29,6 km<sup>2</sup> laaja ja Hirsijärven luusuassa vesistöalue on 80 km<sup>2</sup>. Toijanjoen purkautuessa Kirkkojärveen tässä raportissa tarkasteltavan vesistön osa-alueen laajuus on yhteensä 86,1 km<sup>2</sup>, mikä on 8,2 % Kiskonjoen vesistön koko valuma-alueesta.

## 2. Tutkimuksen tarkoitus

Raportissa tarkastellaan Kiikalan ja Kiskon kunnissa sijaitsevan Hirsijärven vesistöalueen kuuden järven vedenlaatua ja nykyistä tilaa sekä arvioidaan järvien hoidon tarvetta ja keinoja. 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. Hirsijärven vesistöalue

#### 3.1 Tutkimuksen järvet

Tämän osaraportin järviä ja niiden valuma-alueita kuvaavat liitteessä 3 olevan taulukon tiedot. Taulukkoon järvien ja niiden valuma-alueiden laajuutta koskevat tiedot on saatu ISOTALON (1984) raportista ja Kiskonjoen vesistön luonnontaloudellisesta kehittämissuunnitelmasta (Vesi- ja ympäristöhallitus, 1993). Osaksi taulukon arvot perustuvat niukkoihin kenttämittauksiin tai epätarkkoihin lähteisiin ja luvut osoittavat vain suuruusluokkaa. Siten taulukon useat arvot eivät ole tarkkoja eikä niitä tule käyttää täsmällisinä lukuina.

Hirsi-, Omeno- ja Valkjärvestä on olemassa likimääräiset syvyyskartat. Muiden järvien maksimisyvyydet on saatu Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä (PIVET, 2002) olevista tiedoista. Keskisyvyyksien ja tilavuuksien arvot ovat em. tietoihin ja kenttämittauksiin perustuvia, suuntaa antavia likiarvoja samoin kuin hydrologisilla suureilla (Vesiyhdistys ry, 1986) lasketut teoreettiset viipymäärät. Järvien korkeusaseman tiedot ovat maastokartolta (Maanmittauslaitos, 1999) ja arvot ovat metrejä merenpinnan yläpuolella korkeusjärjestelmässä N<sub>60</sub> + mmpy. Valuma-alueiden järvisyys-, pelto- ja suoprosentit sekä loma-asuntojen määrät on arvioitu likimääräisesti em. kartta-aineiston ja lähderaporttien pohjalta. Etenkin suoalan arviointi perus- ja maastokartoilta on epätarkkaa.

#### 3.2 Valuma-alue

Palmutjärven valuma-alue käsittää pääosin metsä- ja suomaita sekä myös melko runsaasti peltoja. Valuma-alueella sijaitsee noin viisi pysyvän asutuksen kiinteistöä. Omenojärven valuma-alueella hallitsevat järven pohjois- ja länsipuolen laajat peltomaat ja useat isohkot suot mm. Iso-, Vihdas- ja Lahdensuo. Suot on suurelta osin ojitettu. Omenojärven suo-ominaisuudet korostuvat vielä leveiden, osaksi rehevän kasvillisuuden peittämien, hetteisten rantaluhtien vaikutuksesta. Järven valuma-alueella sijaitsee suunnilleen 30 pysyvän asutuksen kiinteistöä ja järven rantojen tuntumassa on muutama loma-asunto.

Omenojärvestä alkunsa saavan Huitinjoen valuma-alueella on enimmäkseen metsämaita, joen alajuoksulla Kruusilassa myös aika paljon peltoviljelyksiä. Huitinjoen lisäksi Hirsijärven valuma-alue käsittää vain verrattain kapeat alueet järven länsi- ja itäpuolelta. Länsirannalla valuma-alueella on peltoja lähinnä Valkjärvestä alkavan lyhyen Norsjoen alueella. Valkjärven erittäin suppealla valuma-alueella on noin 20 ha peltoa ja hieman

enemmän metsämaita. Alueella on myös joitakin pysyvän asutuksen kiinteistöjä, suunnilleen puolensataa loma-asuntoa sekä osa Vehasen Saha Oy:n tuotantotoiminnasta. Hirsijärven itäpuolella on peltoja eniten Vilikkalan ympäristössä, josta peltojen vedet laskevat pääosin Ison-Tahkon kautta Hirsijärveen.

Isoon-Tahkoon tulee vesiä myös järven itäpuolen metsä-, suo- ja kalliomailta sekä etelästä käsin Vähän-Tahkon samantyyppisiltä mailta kertyvät vedet. Ison- ja Vähän-Tahkon valuma-alueilla on yhteensä kymmenisen pysyvän asutuksen kiinteistöä ja hieman useampia loma-asuntoja. Hirsijärven keskiosassa on länsirannalla kapea, lähes kaksi kilometriä pitkä Pitkälahti, jonka rantojen lähellä on myös jonkin verran peltoa ja muutamia asuinkiinteistöjä. Hirsijärven kapeaan eteläosaan tulee vesiä vain suppeilta, pääosin kallioisia metsiä käsittäviltä ranta-alueilta. Hirsijärven rannoilla on paljon loma-asutusta, suunnilleen 270 kesämökkiä. Muutamalla valuma-alueen maatilalla harjoitetaan nauta- ja sikakarjataloutta, mutta muuta vesistöä merkittävästi kuormittavaa yritystoimintaa valuma-alueella ei ole. Yhteensä Hirsijärven koko valuma-alueella sijaitsee likimain 150 pysyvän asutuksen kiinteistöä, joiden merkittävin keskittymä on Kruusilan kylä järven pohjoispään lähellä, sekä yli 300 loma-asuntoa. Lisäksi valtatie 1 sijoittuu noin viiden kilometrin pituudelta Hirsijärven valuma-alueen keskiosaan (karttaliite 2).

### 3.3 Hydrologia

Litteen 3 taulukosta käy ilmi, että raportin järvet ovat 11 - 36 ha:n laajuisia lukuunottamatta yli 100 ha:n kokoisia, Kiskonjoen vesistön suuriin järviin luettavia Omeno- ja Hirsijärveä. Vain Valk- ja Hirsijärven sekä Ison-Tahkon syvyydet riittävät, veden kesäajan lämpötilakerrosteisuuden muodostumiselle, mutta kerrosteisuus on näissäkin järvissä heikonlaista. Hirsijärveä lukuunottamatta järvien tilavuudet ovat suhteellisesti ottaen pienet. Vaikka järvet ovat vesistön latvajärviä, joilla on suppeat valuma-alueet, tapahtuu vesien vaihtuminen niissä pienten tilavuuksien takia silti melko nopeasti eli järvien teoreettiset viipymäärät (=järven tilavuuden ja valuma-alueelta vuotta kohti keskimäärin purkautuvan valuntavesimäärän suhde) ovat lyhyet. Valkjärven vesien viipymäärä on kuitenkin erittäin pitkä ja myös Hirsijärven kohtalaisen pitkä.

Mitä pitempi viipymäärä järvellä 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. Tämän osaraportin järvistä vain Valkjärvi on korostetusti pitkän viipymän järvi. Hirsijärveä



voidaan luonnehtia keskipitkän viipymän järveksi, mutta Palmut- ja Omenojärvi sekä Iso- ja Vähä-Tahko ovat selkeästi lyhyen viipymän lähes ns. läpivirtausjärviä, joiden vedenlaatu ja tila saattavat nopeasti muuttua säätilan vaihtelujen rytmissä.

Järvien luonnontalouteen vaikuttaa usein merkittäväällä tavalla vedenkorkeuden säännöstely. Tämän raportin järvistä Hirsijärveä on säännöstelty voimatalouden tarpeita varten, ja Omenojärven luusuaan tehdyillä keveillä padotusrakenteilla on järven vedenkorkeuteen voitu vaikuttaa. Myös raportin muiden järvi- en vedenkorkeutta lienee joskus laskettu, mutta nykyoloissa niiden vedenkorkeutta ei patojen avulla säädellä.

Järven tilan arviointi ja hoitotoimenpiteiden suunnittelu edellyttää yleensä, että käytettävissä on luotettavat pinta-ala- ja tilavuustiedot järven syvyysvyöhykkeittäin. Tämän raportin järvistä Hirsi-, Omeno- ja Valkjärvestä on olemassa melko hyvät syvyyskartat. Myös matalien Palmutjärven ja Vähän-Tahkon syvyysuhteet ovat likimääräisesti tiedossa, mutta silti on paikallaan ehdottaa, että loma-asukkaiden ja muiden asianosaisten toimesta

**raportin järviltä hankitaan esim. kairakuotaukseen perustuvat tarkat syvyyskartat.**

### 3.4 Ulkoinen kuormitus

Raportin kaikkien järvien valuma-alueilla on peltomaita ja pysyvää, ympärivuotista asutusta, joten järvet ovat aika tyypillisiä Lounais-Suomen maatalousympäristön järviä. Siten järvien ulkoista kuormitusta hallitsevat maatalousmailta tulevat ravinnekuormat. Lisäksi Palmut- ja Omenojärven sekä Ison- ja Vähän-Tahkon valuma-alueiden runsailta suomalaisilta järviin kulkeutuu huomattavia määriä orgaanista kuormitusta, humusta. Kaikkien järvien rannoilla on myös loma-asutusta, eniten Hirsi- ja Valkjärven ranta-alueilla (liite 3). Vesistöä jätevesillä merkittävästi kuormittavaa teollisuutta järvien valuma-alueilla ei ole, mutta lähinnä Hirsijärven lähivaluma-alueella on jonkin verran maatalouden sika- ja nautakarjataloutta.

Maataloudesta tulevan kuormituksen ohella tutkimusjärviin kohdistuva vesistökuormitus koostuu lähinnä luonnonhuhuttomasta, metsätalouden toimenpiteistä, pysyvän haja-asutuksen ja loma-asutuksen vaikutuksista sekä ilmaperäisistä laskeumisista. Viimeksi mainitun kuormituksen osalta ovat happamoittavat rikki- ja typpilaskeumat, "happosateet", yhä merkittävät, vaik-

ka kansainvälisillä ilmastosuojelusopimuksilla on varsinkin rikkipäästöjen määrä oleellisesti pienentynyt viimeksi kuluneiden 10 - 20 vuoden aikana. Ilmansaasteiden ravinnepitoiset laskeumat ovat Etelä-Suomessa kuitenkin edelleen tuntuvat: typpeä 500 - 1000 ja fosforia 5 - 20 kg/km<sup>2</sup>/vuosi. Hirsijärven vesistöalueella lisää valtatie 1:n liikenne ainakin jossain määrin mm. ilmaperäisten typpilaskeumien määriä.

Metsätalouden toimenpiteistä vaikuttaa järvien vedenlaatuun ja tilaan eniten ojitus, erityisesti soiden ojittaminen. Tämän raportin lähes jokaisen järven valuma-alueella on jonkin verran ojitettuja soita ja metsämaita, suhteellisesti eniten Omenojärvellä ja Isolla-Tahkolla. Myös metsänuudistusten hakkuiden, maanmuokkausten ja lannoitusten seurauksina kasvaa vesistöihin uudistusaloilta huuhtoutuva ravinne- ja kiintoainekuormitus. Virkistyskäyttöön liittyen saattaa järviin päästä lomiasunnoilta mm. käymäläjätevesien, pesuvesien ja pihamaille levitettyjen lannoitteiden ravinteita.

Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen osan I yleistarkastelussa todetaan järvien ulkoisen vesistökuormituksen määrän 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>typpeä</u>
-haja-asutus, kg/as	0,4	2,6
-loma-asutus, kg/as (60 d/a)	0,02	0,05
-peltoviljelykset, kg/km <sup>2</sup>	160	1500
-metsätalous, kg/km <sup>2</sup>	1,1	10,4
-ilmalaskema, kg/km <sup>2</sup>	10	800
-luonnonhuuhtouma, kg/km <sup>2</sup>	6	200

Taaja-asutuksen, teollisuuden, karjatalouden yms. pistekuormitus tulee lisäksi ottaa tarpeen mukaan huomioon. Näillä oletusarvoilla saadaan tämän raportin järviin niiden koko valuma-alueelta kertyvän ulkoisen fosfori- ja typpikuormituksen suuruusluokkaa osoittaviksi määräksi liitteen 4 taulukossa olevat arviot.

Tiivistäen voidaan raportin järvien kuormituksesta todeta, että Valkjäreen ja Vähään-Tahkoon kohdistuu pienehkö ulkoinen ravinnekuormitus, mutta muihin järviin suhteellisesti ottaen run-

sas tai melko runsas kuormitus. Avainasemassa kuormituksen muodostumisessa on maatalous, jonka piirissä tehtävillä vesiensuojelun toimenpiteillä siten voidaan merkittävästi vähentää järvien ulkoista kuormitusta. Maatalouden ohella järvien ravinnekuormituksessa on ns. luonnonhuuhtoumalla ja ilmaperäisillä laskeumilla suuri merkitys. Myös alueen haja- ja loma-asutuksen vesistökuormituksen vähentäminen on tärkeitä. Raportin järvien kuormitus on kokonaisuutena viime vuosikymmeninä selvästi kohonnut alkuperäisen luonnontilan aikana vallinneista määristä mm. maatalouden, metsätalouden, asutuksen ja ilmansaasteiden vaikutusten takia.

#### 4. Tutkimuksen suoritus

##### 4.1 Näytteiden otto, analysointi ja tulokset

Tutkimus käsitti loppupalven ja -kesän vesinäytteiden oton kunkin järven keskeiseltä syvänealueelta. Hirsi- ja Omenojärvestä otettiin kuitenkin vain vesistön suurten järvien rehevyyskartoitusten päällysvesinäytteet (Hirsijärvessä kaksi näytepistettä) elokuussa 2000 ja heinäkuussa 2001 sekä sedimenttitutkimusten suppeat vesinäytteet. Kesällä kartoitettiin pääpiirteisesti järvien vesikasvillisuus, mikä toteutettiin veneestä käsin soutamalla rantaviivan lähellä järven ympäri. Omenojärven vesikasvillisuutta ei ollut tarpeellista tutkia, koska Lounais-Suomen ympäristökeskuksen toimesta järven kasvillisuus on äskettäin kartoitettu yksityiskohtaisesti. Hirsijärven kasvillisuutta tarkasteltiin vain suurpiirteisesti tähystäen järveä muutamista kohdista, enimmäkseen rannoilta käsin. Lisäksi jokaisen järven syvännepisteeltä tutkittiin kesällä pohjasedimentin pintakerrosta Limnos-tyyppisellä noutimella otetusta profiilinäytteestä. Tarkemmat tiedot näytteidenotosta ovat Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osareportissa I.

Omien vesianalyyysien ohella analysoitiin mm. pääravinteet ja a-klorofylli Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n akkreditoidussa vesilaboratoriossa Turussa, mikä on merkitty myös vesitutkimusten tuloslomakkeisiin. Elokuun puolivälin jälkeen tehtyjen kasvillisuustutkimusten 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 yleistarkasteluun osassa I. Tämän raportin järvien tutkimustulokset ovat liitteessä 5 (5a = vedenlaatu, 5b = kasvillisuustulokset ja 5c = sedimenttitutkimukset). Tuloslomakkeista selviävät myös eri kenttätutkimusten ajankohdat ja tutkimusaikojen säätila.

## 4.2 Aikaisemmat tutkimukset

Hirsijärven vesistöalueen järviä on aikaisemmin tutkittu vaihtelevissa määrin. Suomen ympäristökeskuksen järvien vedenlaadun pintavesirekisterissä (PIVET, 2002) on järvistä seuraavilta ajankohdilta tutkimustuloksia:

- Palmutjärvi 30.8.1971, 10.2.1972, 1.4.1976 ja 11.3.1996
- Omenojärvi -yhteensä 29 tutkimusta vuosilta 1965 - 2000
- Iso-Tahko 17.7.1972 ja 23.8.1983\* + 18 tutkimuskertaa 1990-luvun alkupuolelta lähtien
- Vähä-Tahko 23.8.1983
- Valkjärvi 17.2.1971, 18.7.1972, 23.8.1983\*, 17.7.1996, 30.8.2000, 15.3.2001 ja 12.7.2001
- Hirsijärvi - kahdelta havaintopisteeltä kummaltakin noin 35 tutkimusta aikavälillä 1964 - 2001

(\* tulokset vain 0 - 2 metrin päällysvesikerroksesta).

Kesällä 1983 tehdyt päällysveden tutkimukset liittyvät Kiskonjoen vesistön järvien laajaan happamoitumiskartoitukseen, jonka tulokset ISOTALO (1984) on raportoinut. Hirsi- ja Omenojärven tutkimukset on tehty vesiviranomaisten toimesta melko säännöllisesti kolmen vuoden välein talvi-, kesä- ja syystutkimuksina suurten järvien tilan seurantatarkkailuina. Näistä tuloksista ei tiettävästi ole toistaiseksi tehty laajoja raportointeja. Omenojärvellä on kuitenkin ollut vireillä Lounais-Suomen ympäristökeskuksen johdolla laaja EU:n Life-rahoitusjärjestelmän kunnostusprojekti, jonka yhteydessä järveä on pyritty tutkimaan ja arvioimaan monipuolisesti. Yllä lueteltujen tutkimusten lisäksi on VOGT (1983) laatinut Salon seudun luonnonsuojeluyhdistys ry:lle laajahkon selvityksen Omenojärvestä sekä on myös tutkinut ja raportoinut Isosta-Tahkosta (Vogt, 1990 ja 1991) järven suojeluyhdistykselle. Lisäksi Perttelin ja Kiskon kuntien toimeksiannosta on äskettäin valmistunut tutkimusraportti Valkjärven tilasta ja hoidosta (VOGT, 2000a).

## 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. Alkaneen kevättulvan vedet eivät tutkimustuloksissa vaikuttaneet mainitta-

vasti järvien vedenlaatuun ja tilaan, vähäisessä määrin kuitenkin Palmutjärven sekä Ison- ja Vähän-Tahkon päällysveteen.

Alkukesä 2001 oli melko viileä, mutta kesäkuun lopulla alkanut poutainen ja erittäin lämmin kesäsää jatkui pitkälle syyskuun puolelle. Tässä tarkasteltavien järvien kesätutkimukset tehtiin järvien veden "kypsän" kesäkerrosteisuuden aikana, jolloin kesällä mahdollisesti ilmenevät järvien ongelmat todennäköisesti olivat havaittavissa. Tarkemmat tiedot säätiloista löytyvät tutkimustulosten lomakkeista (liite 5a) ja koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osaraportista I.

## **5. Tutkimusten tulokset**

### **5.1 Palmut- ja Omenojärvi**

Hirsijärven pohjoispäähän laskevan Huitinjoen latva-alueilla sijaitsevat Palmut- ja Omenojärvi ovat luontaisesti reheviä ja sangen matalia viljelysalueiden järviä. Samantyyppisinä ja lähellä sijaitsevina on näiden järvien vedenlaatua ja tilaa tarkoituksenmukaista tarkastella tässä yhteisesti. Molempien järvien luonnontalouteen vaikuttaa erittäin merkittävästi runsas vesikasvillisuus. Omenojärven maksimisyvyys on tuskin edes puolitoista metriä ja Palmutjärven puolisen metriä enemmän. Omenojärveä kehystää lähes kauttaaltaan leveä, hetteinen luhtaneva, johon osaltaan perustuu järven merkitys erinomaisena lintujärvenä. Suurta osaa Palmutjärveä reunustaa rehevä pensas-, ranta- ja vesikasvillisuus sekä paikoitellen myös leveähköt, soistuneet rantaluhdat.

Omenojärvi on Suomen arvokkaimpia lintuvesiä ja siksi järvi on liitetty EU:n Natura 2000 -luontoalueverkostoon. Järven arvo lintuvetenä on kuitenkin parin viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana vähentynyt lähinnä järven vedenkorkeuden alenemisen ja rantaluhtien kuivumisen seurauksena. Em. Life-projektin avulla pyrittiinkin kohentamaan tilannetta, mutta keskeinen kunnostustoimenpide - järven kesäveden vakauttaminen noin 40 cm nykyistä korkeammalle tasolle - vaatii vesilainsäädännön mukaisen luvan ympäristölupavirastolta ja tämän luvan hakuprosessi on vielä vireillä. Life-rahoituksen käyttömahdollisuudet kunnostukseen ovatkin tietävästi nyt rauenneet luvan saannin viivästymisen myötä (PAASIVIRTA, O., suull.tied.). Omenojärven tilaa, sen kehitystä ja kunnostuskeinoja on aiemmin kuvattu jopa selvästi tässä raportissa esitettyä laajemmin VOGTin (1983) laatimassa selvityksessä, jonka tiedot soveltuvat pääpiirteissään vielä järven nykytilanteeseenkin.

Matalien Omeno- ja Palmutjärvien vesimassaan ei muodostu kesällä minkäänlaista lämpötilakerrosteisuutta, vaan vedet sekoittuvat jo heikkojen tuulten vaikutuksesta tasalaatuisiksi pinnalta pohjaan asti. Talvisen jääpeitteen aikana järvien veteen saattaa kuitenkin kehittyä jonkinlaista kerrosteisuutta.

Näiden järvien vedenlaadun perusominaisuudet poikkeavat josakin määrin toisistaan, sillä Palmutjärven vedessä on selvästi voimakkaampi savisamennus kuin Omenojärvessä. Viimeksi mainitun järven vedessä näkyy selvemmin ruskeata väriä antavien humusyhdisteiden vaikutus ja järven vesi voi keväällä ja syksyllä olla verrattain kirkasta. Järvien näkösyvyyden arvo oli kesätutkimusten aikana vain noin 30 cm, jääpeitteen aikana hieman enemmän (kuvaliite 1). Omenojärven veden sameus kesällä johtuu ennen kaikkea humuksesta ja leväkasvusta, mutta matalassa järvessä valoa kuitenkin tunkeutuu vesikasvien toimeentuloa varten riittävästi pohjalle asti käytännössä koko järven alueella. Omenojärvessä onkin mm. tämän raportin laatija havainnut 1990-luvulla runsaasti *Nostoc*-sinilevien hyytelömäisiä pohjalevähdykskuntia. Jääpeitteen aikana molempien järvien vesi on kirkkaimmillaan, kun tuulet eivät sekoita pohjan hienojakoista savi- ym. ainesta veteen. Omenojärven eri osista talvien 1982 ja 1983 aikana vesiviranomaisten toimesta tehtyjen vesitutkimusten tulokset osoittavat vedenlaadun järven eri kohdissa poikkeavan toisistaan varsin suuresti (VOGT, 1983). Tämä johtuu tulovirtaamien mukana jääpeitteenkin aikana järveen sen valuma-alueen pelloilta huuhtoutuvista savipitoisista vesistä, mutta myös Omenojärven pohjalle purkautuvista lähdevesistä ja hapettomuuteen liittyvästä vedenlaadun huononemisesta.

Molempien järvien vesi sisältää kohtalaisesti liuenneita, happamoitumista puskuroivia elektrolyyttisuoloja eikä näitä järviä siten uhkaa ilmansaasteista johtuva happamoituminen. Järvien veden normaali pH-arvo on lähellä 7,0 neutraalitasoa (liite 5a), mutta kesällä sinileväkukintojen vallitessa - ajoittain kummasakin järvessä - saattaa veden pH kohota jopa yli arvon 9,0. Järvien veden pH:ta keskeisesti säätelevä hiilidioksidi kuluu nimittäin levien fotosynteesissä jopa loppuun vedestä, jolloin pH-arvo lähinnä iltapäivisin saattaa kohota hyvinkin korkeaksi. Tällä ilmiöllä on suuri merkitys järvien sisäiseen fosforikuormitukseen, kuten jäljempänä olevasta käy ilmi.

Vertailussa aiempiin tutkimustuloksiin on luotettavien päätelmien tekemisen ongelmana matalien, lähes läpivirtausjärvien vedenlaadun nopeat vaihtelut. Palmut- ja Omenojärven vedenlaatu näyttää kuitenkin perusominaisuuksien puolesta pysyneen viime vuosikymmenten aikana likimain samanlaisena (PIVET,

2002). Järvien vedenlaatu on, esimerkiksi virkistyskäytön kannalta, sameuden ja levärehevyyden takia melko heikko. Lintuvesinä molemmat järvet ovat kuitenkin erinomaisia. Niissä on myös hyvänlainen kalakanta, vaikka talviajan olosuhteet ovat kalojen kannalta toisinaan sangen vaikeat.

Palmut- ja Omenojärven vedessä ei ole avoveden aikana varsinaisia hapenpuutteen ongelmia, mutta järvien veden sisältämän runsaan orgaanisen aineksen tehokas biologinen hajotus voi silti aiheuttaa merkittävää happivajausta veteen. Tämä näkyi esimerkiksi 10.7.2001 tehdyssä tutkimuksessa, vaikka se tehtiin iltapäivällä (liite 5a). Kesällä järvien vedessä on usein voimakasta hapen ylikyllästeisyyttä, mikä viittaa levätuotannon runsauteen - ongelmallisiin sinileväkukintoihin.

Jääpeitteen aikana talven lopulla järvien happitilanne lienee yleensä vaikea, sillä mm. runsaan kasvimassan hajotukseen kuluu runsaasti happea. Palmutjärven vedessä oli silti huhtikuun 2001 tutkimuksessa pohjalle asti hieman happea ja pohjasedimentin redox-arvotkin olivat melko hyvät. Aiemmin, talvella 1972, järvestä on todettu lähes koko vesimassassa vallinneen täydellisen happikadon. Omenojärvestä talviaikana tehtyjen tutkimusten tulokset osoittavat vedessä usein olleen suurta happivajausta, jopa täydellistä happikatoa (PIVET, 2002). Järven eri osissa veden happipitoisuus voi jääpeitteen aikana vaihdella yllättävän paljon (VOGT, 1983). Molempien järvien kalakannasta voidaan päätellä, että järvien vedessä on viime aikoina talvisin yleensä ollut riittävästi happea - vaikeista tilanteista huolimatta - kalaston toimeentuloa varten.

Veden ravinnepitoisuuksista ja rehevyydestä tehdyt tutkimukset osoittavat, että Palmut- ja Omenojärvi kuuluvat erittäin rehevien 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. Näissä Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen raporteissa käytetään seuraavaa ( $\mu\text{g/l}$ ):

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

Palmutjärvestä ei ole lainkaan aiempia tutkimustuloksia kesäajalta ja elokuun 2001 tutkimuksen tulokset sijoittuvat kaikilta osin taulukon erittäin rehevien järvien luokkaan. Samanlaiset tulokset saatiin Omenojärvestä elokuun 2000 ja heinäkuun 2001 tutkimuksissa. Myös kaikkien aiempien yli kymmenen kesätutkimuksen tulokset osoittavat Omenojärven kuuluvan selkeästi erittäin rehevien järvien tuotantotyyppiin (kuvaliite 3). Vertailuista vanhoihin tutkimustuloksiin ei voida luotettavasti päätellä järvien veden ravinnepitoisuuksissa tapahtuneen viime vuosikymmeninä selviä muutoksia, vaikka 1960-luvun lopun tutkimuksissa Omenojärven veden ravinnetaso ehkä oli jonkin verran nykyistä alhaisempi.

Levätuotannon määrää järvissä säätelevät keskeisesti pääravinteiden, fosforin ja typen, pitoisuudet vedessä. Tuotantoa rajoittava ns. minimiravinne on Suomen järvissä yleensä fosfori, koska päällysvedessä typpi-fosforisuhteen arvo on useimmiten yli 20. Levät kykenevät kuitenkin käyttämään vain ravinteiden epäorgaanisia, liukoisia yhdisteitä ja siksi täsmällisempi kuva minimiravinteesta saadaan näiden yhdisteiden pitoisuussuhteista. Palmut- ja Omenojärvestä näyttää yleensä typpi olevan levätuotantoa rajoittava minimiravinne. Näin on asian laita erityisesti sinileväkukintojen aikana, sillä sinilevät eli cyanobakteerit kykenevät sitomaan vedestä vapaata typpeä ja välttävät täten typenpuutteen ongelmat. Tämän ansiosta sinilevillä on muihin levälajeihin verrattuna huomattava "kilpailuetu", mikä juuri johtaa sinilevien massaesiintymiin.

Runsas levätuotannon tehokas fotosynteesi kuluttaa veden hiilidioksidin jopa loppuun, jolloin veden pH voi kohota jyrkästi, esim. Omenojärvestä 5.9.2001 veden pH-arvo oli 8,9. Kun veden pH ylittää arvon 8,0, alkaa järven päällysveden alueen pohjasedimentistä liueta kiihtyvällä nopeudella fosforia veteen, mikä luo edellytykset levätuotannon lisäkasvulle ja vahvistaa edelleen typen asemaa levätuotannon minimiravinteena. Tällainen sisäisen ravinnekuormituksen "noidankehä" näyttää ylläpitävän Palmut- ja Omenojärven vaikeita sinileväkukintoja. Tätä asiaa käsitellään lisää jäljempänä tulosten pohdinnassa.

Tässä tarkasteltavan kahden järven veden muuta fysikaalis-kemiallisia tutkimustuloksia ei ole Palmutjärvestä juuri lainkaan, mutta Omenojärvestä kohtalaisesti mm. raskasmetallianalyysin osalta (PIVET, 2002). Tuloksissa ei ole tämän tyyppisille järville poikkeuksellisia arvoja, mutta ilmeisesti syyssateista johtunut runsas saviaines on joskus lisännyt veden kiintoaine-, rauta- ja alumiinipitoisuuksia. Järvien veden hygienis-bakteriologinen laatu on ollut tutkimuksissa yleensä hyvä, mutta joita-



kin kertoja Omenojärvestä on saatu lievää saastumista osoittavia arvoja.

Vesi- ja rantakasvillisuudella on kummassakin järviökosysteemissä erittäin suuri merkitys. Molemmissa järvissä on runsaasti ilmaversois- ja kelluslehtikasvillisuutta. Omenojärvestä on Lounais-Suomen ympäristökeskuksen toimesta tehty äskettäin uusi kasvillisuuskarttoitus ja aiempien, JUHA VILKIN vuonna 1978 ja VELI-PEKKA RAUTIAISEN vuonna 1981 tekemien, tulokset ovat esim. VOGTin (1983) raportin liitteinä. Siten tässä yhteydessä ei ole tarpeellista kuvata enemmälti järven kasvillisuutta. Tulosten perusteella Omenojärvi voidaan määritellä osmankäämi-kaisla -tyypin järveksi. Merkillepantavaa on, että vesikasvillisuus on Omenojärvessä siinä määrin runsasta, että mm. kasvien juuristojen ja juurakoiden muodostaman pohja-aineuksen takia järven madaltuminen ja umpeenkasvu etenevät verrattain nopeasti. Järven piisamikanta kykenee ainakin jossain määrin rajoittamaan vahvajuurakkoisten vesikasvien leviämistä, mutta Omenojärven nykyisen piisamikannan vahvuudesta ei ole käytettävissä tietoja.

Palmutjärvellä on runsas ulpukoiden, uistinvidan ja palpakoiden hallitsema kelluslehtisten kasvillisuus sekä rantavyöhykkeessä rehevä ilmaversoisten - valtalajeina järviruoko, osmankäämi ja suursarat - kasvillisuus. Tämä järvi kuuluu lähinnä järviruokotyyppin reheviin järviin. Pohjakasvillisuutta ei sameavetisessä Palmutjärvessä havaittu juuri lainkaan (liite 5b).

Järvistä otetut sedimenttinäytteet poikkeavat laadultaan toisistaan merkittävästi. Palmutjärven sedimentti on savimaisen harmaata ja kiinteää saviliejuja, kun sitä vastoin Omenojärven itäosasta otetun yhden näytteen perusteella järven pohjaliete on löyhää, tummanruskeaa ja melko runsaasti hajoamatonta kasviainesta sisältävää karikeliete- tai mutaliejuja. Omenojärven sedimenttiprofiilissa oli 5 - 10 cm:n syvyydellä tummaa sulfidiraidoitusta ja lietteessä oli myös runsasta kaasukuplintaa, jotka tekijät viittaavat sisäisen ravinnekuormituksen riskeihin järven rehevöitymisessä. Myös Palmutjärven lietteessä näkyi hieman mustaa sulfidiraidoitusta, mutta redox-arvojen perusteella lietteen pintakerroksen hapetus-pelkistystila oli kuitenkin hyvä. Sedimenttitutkimusten tulokset ovat liitteessä 5c.

## 5.2 Valkjärvi

Valkjärven tilasta on äskettäin valmistunut tämän Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen kaltainen perusselvitys osana Pertelin ja Muurlan kuntien järvitutkimusta (VOGT, 2000a). Siten

tässä ei toisteta ko. raportissa jo esitettyjä tietoja, vaan tarkastellaan lähinnä uusia tuloksia ja verrataan nyt saatuja tuloksia aiemman raportin perusteina oleviin tuloksiin. Tämä vertailu on erityisen mielenkiintoista siksi, että Valkjärvi todettiin aiemmassa tutkimuksessa pahoin rehevöityneeksi sinileväkukintoiheen ja vakavine happiongelmineen, ja siksi järven tehokkaan hoitoon ryhdyttiin perustetun suojeluyhdistyksen toimesta nopeasti. Tähän mennessä mm. järvestä on jo poistettu ns. roskakalastoa yli 200 kg/ha. Hoitotoimenpiteiden pysyvien tulosten näkymiselle on kuitenkin aika ollut kovin lyhyt: hoitotyön positiivisten tulosten varmentuminen vaatii vähintään 5 - 10 aktiivista toimintavuotta.

Valkjärvi on hieman yli seitsemän metriä syvä ja järven vesimassaan muodostuu kesällä selkeä lämpötilakerrosteisuus, jossa lämpötilan harppauskerros sijaitsee 4 - 5 metrin syvyydellä. Veden lämpötila on kesällä pohjan tuntumassa yli 10 °C, mikä osoittaa kevättäyskierron vedessä olevan tehokkaan ja myös sen, että veden kesäkerrosteisuus ei kestä kovin pitkään.

Järven vedenlaadun perusominaisuuksissa kiinnittyy huomio veden sisältämien liuenneiden elektrolyyttisuolojen runsauteen. Tämän ansiosta vesi on hyvin puskuroitunutta mm. ilmansaasteiden aiheuttamaa happamoitumista vastaan. Suolojen runsaus vedessä voi johtua valuma-alueen maaperän luontaisista ominaisuuksista, mutta ainakin jossain määrin asiaan ovat vaikuttaneet järveen kulkeutuneet epäpuhtaudet, esimerkiksi valtatie 1:n talvisuolauksen huuhtoumat. Valkjärven valuma-alueella ei ole suomaita ja siksi järven vesi on varsin väritöntä - luonnontilassa se on epäilemättä ollut "valkeata" (kuvaliite 1). Avoveden aikana vedessä on kuitenkin jonkin verran savi- ja leväsamennusta (liite 5a).

Valkjärven happitilanne oli vuoden 1999 tutkimuksissa suorastaan hälyttävän heikko: talvella oli kahden metrin syvyydessä hapen kyllästysarvo vain 15 prosenttia ja 5 - 6 metrin syvyydestä alaspäin vesi oli hapetonta sekä talvella että kesällä. Tähän verrattuna vuoden 2001 tutkimuksissa veden happitilanne oli oleellisesti parempi. Talvella hapetta oli kohtalaisen runsaasti pohjalle asti ja kesällä vain aivan syvänteiden pohjan tuntumassa oli hapetonta, rikkivedylle haisevaa vettä. Kesätilanteen paraneminen korostuu vielä siksi, että tutkimus tehtiin nyt kesän lopulla yli kolme viikkoa myöhemmin kuin vuonna 1999. Silti kesän 2001 happitulokset heijastavat yhä järven heikkoa tilaa: päällysvedessä on runsaasta leväkasvusta aiheutunutta hapen ylikyllästeisyyttä ja syvänteessä pohjasedimentin pinnan redox-arvo on heikko ja vesi hapetonta (kuvaliite 2).

Vuoden 1999 kesätutkimusten tulosten perusteella Valkjärvi voitiin veden ravinnepitoisuuden ja rehevyytilan nojalla luokitella reheväksi tai jopa erittäin reheväksi järveksi. Tulosten mukaan levätuotannon minimiravinne oli typpi, mikä loi edellytykset sinilevien massaesiintymille. Kesän 2001 tulokset osoittavat tilanteen järvessä olevan näiltä osin yhä varsin samankaltaisen kuin pari vuotta aikaisemmin. Rehevyyttä ilmentävien klorofylli- ja päällysveden fosforipitoisuuksien arvot ovat yhä korkeita, rehevien tai erittäin rehevien järvien pitoisuuksien tasolla (kuvaliite 3). Veden fosforipitoisuudet ovat kuitenkin alentuneet erityisesti alusveden osalta, mutta hapettoman syväneveden peittämästä pohjasedimentistä näyttää yhä "vuotavan" kesällä runsaasti fosforia veteen.

Kesän 2001 tuloksissa kiinnittyy myös huomio päällysveden korkeisiin, pitkälti yli 8,0 oleviin pH-arvoihin. Tämä johtuu siitä, että runsaan kasvimassan tehokkaassa fotosynteesissä vähenee tai jopa loppuu veden sisältämä hiilidioksidi, jolla on "hiilihappona" keskeinen asema järvivesien pH:n säätelyssä. Ratkaisevaa on, että veden pH:n kohotessa yli kahdeksan alkaa hapekkaan päällysveden kattamasta pohjasedimentistä liueta kiihtyvällä nopeudella fosfaattifosforia veteen. Tämä sisäisen fosforikuormituksen prosessi on Valkjärvessä ollut ilmeisesti tärkeä osasy vedeen korkeaan fosforipitoisuuteen. Veden pH-arvon kohoaminen on todennäköisesti johtunut ensi sijassa sinilevä- ym. kasviplanktonituotannon runsaudesta, mutta myös korkeampi vesikasvillisuus - Valkjärvessä erityisesti viime vuosina voimakkaasti runsastunut karvalehti (liite 5b) - on vaikuttanut asiaan. Veden fosforipitoisuuden kasvu yhtäältä lisää karvalehden ym. kasvillisuuden tuotantoa järvessä, mutta toisaalta muodostuvaan vesikasvimassaan sitoutuu ehkä merkittäväkin osa veteen pohjasedimentistä liukenevasta fosforista vähentäen leväkasvua. Siten järven sisäisen fosforikuormituksen pysäyttäminen edellyttää sekä sinileväkukintojen että vesikasvillisuuden, lähinnä karvalehden, liikakasvun hallintaan saamista.

Valkjärven veden  muita ominaisuuksia on tutkittu vähän eikä käytettävissä olevissa tuloksissa näy tämänyyppisille järville poikkeuksellisia arvoja. Järviekosysteemin kuormituksen, toiminnan ja tilan laajempaa selvittämistä voidaan suositella.

Vesikasvillisuus lienee Valkjärvessä ollut alun perin melko niukkaa, mutta rehevöitymisen myötä on järven kasvillisuus runsastunut. Erityisen ongelmalliseksi ovat viime vuosina muodostuneet tiheet karvalehden (*Ceratophyllum demersum*) kasvustot. Tämä pohjaan kiinnittymätön, irtokeijujakasvi on Suomen järvissä melko harvinainen, mutta kasvin massaesiintymät ovat joillakin järvillä vaikeuttaneet suuresti mm. virkistyskäyttöä.

Karvalehden ekologiaa ja kasvin runsastumisen torjuntaa on tutkittu erityisesti Turun yliopistossa, jossa kohteena on ollut Turun alueelle tärkeä Littoistenjärvi. Tässä järvestä karvalehti esiintyy syklisesti vuorotellen toisen ongelmakasvin, vesiruton (*Elodea canadensis*), kanssa eivätkä näiden kasvien mekaaniset poisto- tms. torjuntakeinot ole tuottaneet kovinkaan positiivisia tuloksia. Valkjärven kesätutkimuksen tehnyt limnologi Päivi Joki-Heiskala totesi 21.8.2001 likimain kaikkiin karvalehden versoihin kiinnittyneen pieniä keuhkokotiloita (*Lymnea glutinosa*). Teoriassa on mahdollista, että tällaisen nilviäislajin massaesiintymä voisi vähentää merkittävästi karvalehden kasvua tuhoamalla kasvin lisääntymiselle tärkeitä versojen osia. Tällaista karvalehden mahdollista biologista torjuntaa ei liene toistaiseksi järvestä tapahtunut, ja se olisikin ilmeisesti uusi tieteellinen havainto. Valkjärven karvalehtikasvustojen kehittymistä on jatkossa tärkeätä seurata eikä kasvin torjunnalle ole tiedossa muita keinoja kuin työläs mekaaninen poisto järvestä. Muukin vesikasvillisuus, mm. ruskoärviä, on Valkjärven rehevöitymisessä runsastunut. Nykyisen kasvillisuuden perusteella voidaan Valkjärvi luokitella tyypiltään lähinnä osmankäämi-ratamosarpio -järveksi (liite 5b).

Valkjärven aiemmassa tutkimuksessa (VOGT, 2000a) selvitettiin syvänealueen pohjasedimentin redox-tila ja ominaisuudet. Tulosten mukaan lietteen pintakerros on pahoin pelkistynyt ja lietteessä on selvää sulfidiraidoitusta ja kaasukuplintaa. Siten vähähappisissa oloissa syvänealueen sedimentistä liukenee mm. fosforia veteen ja tämä sisäisen ravinnekuormituksen prosessi on merkittävä tekijä järven ongelmallisessa rehevöitymisessä. Valkjärven tilan pysyvä paraneminen edellyttääkin syvänealueen pohjasedimentin pintakerroksen tervehtymistä, mikä voitaneen saavuttaa vain järven veden pitkäaikaisella haittamisella vesimassan talvi- ja kesäkerrosteisuuden aikana.

### 5.3 Iso- ja Vähä-Tahko

Vähä-Tahko laskee lyhyttä puroa myöten etelästä Isoon-Tahkoon. Matalan, vain hieman yli metrin syvyisen Vähän-Tahkon ekologiaan vaikuttaa suuresti runsas vesikasvillisuus samoin kuin järveä suurelta osin reunustavat hetteiset rantaluhdat. Järven valuma-alueella on metsä-, suo- ja kalliomaiden ohella myös jonkin verran peltoja. Mataluuden vuoksi järven vesitilavuus on pieni, mistä johtuen vesi vaihtuu noin kahden neliökilometrin valuma-alueen omaavassa järvestä melko nopeasti eli viipymäarvo on pieni. Vähä-Tahko on ominaisuuksiltaan monelta osin kuin "pienoiskopio" edellä tarkastellusta, luonnon monimuotoisuuden puolesta arvokkaasta Omenojärvestä (liite 3).

Iso-Tahko on noin 5,7 metriä syvä. Järven valuma-alueella on melko runsaasti peltoja, mutta myös metsä- ja suomaita. Vähän-Tahkon valuma-alue käsittää suunnilleen viidesosan Ison-Tahkon koko valuma-alueesta, ja järven veden viipymäarvo on melko lyhyt. Ison-Tahkon muutamassa lahdelmassa on suppea-alaisia rantaluhtia ja vesikasvillisuutta, mutta pääosin järven rannat ovat jyrkähköt ja rannan puolelta rehevän tervaleppä-ym. lehtipuuston peittämät. Järven valuma-alueella on noin 10 pysyvän asutuksen kiinteistöä ja maatiloista on muutamalla tuotantosuuntana maitotalous. Isossa-Tahkossa on ollut rehevöitymisen ongelmia ja tämän vuoksi järveä on 1980-luvulta lähtien tutkittu verrattain paljon Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry:n ja tämän raportin laatijan (VOGT, 1990 ja 1991) sekä vesiviranomaisten toimesta (PIVET, 2002).

Ison-Tahkon vesimassaan muodostuu kesällä selkeä lämpötilakerrosteisuus, jossa harppauskerros alkaa noin neljän metrin syvyydessä. Pohjan lähellä alusveden lämpötila on yleensä yli 12 °C, mikä osoittaa kerrostumisen tapahtuvan aika myöhään keväällä ja murtuvan varhain syksyllä (liite 5a). Matalan Vähän-Tahkon veteen ei muodostu kesäkerrosteisuutta. Jääpeitteen ja pitkän, suojasäätömän talven aikana Vähän-Tahkonkin veteen muodostunee kuitenkin jonkinlaista kerrosteisuutta.

Vedenlaadun perusominaisuuksien osalta kiinnittyy huomio Vähän-Tahkon veden sisältämien, ruskeaa väriä aiheuttavien humusyhdisteiden runsauteen. Humuksen vaikutuksesta vesi on myös melko hapanta. Vedessä on jonkin verran sameutta, mikä johtuu sekä humuksesta että lähinnä valuma-alueen pelloilta huuhtoutuvasta eroosioaineksesta. Vesi sisältää myös melko runsaasti liuenneita elektrolyyttisuoloja ja siten järven vedellä on riittävästi puskurikykyä ilmansaasteista johtuvan happamoitumisen torjuntaan. Veden näkösyvyyden arvo on riittävä, jotta matalassa Vähässä-Tahkossa valoa tunkeutuu kasvien kasvua varten riittävästi pohjalle asti koko järven alueella (kuvaliite 1).

Ison-Tahkon vesi on erittäin sameaa - jopa Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen 65 järvestä sameinta - ja näkösyvyyden arvo on ollut yleensä vain puolen metrin luokkaa. Vesimassan talvi- ja kesäkerrosteisuuden aikana pohjaa kohti sedimentoituva, hienojakoinen savi- ym. aines lisää vielä merkittävästi alusveden sameutta. Vedessä on myös aika runsaasti humusta, mutta veden saviaineksen aiheuttama harmaa väri peittää paljolti ruskean humusvärityksen. Veden vähäisen läpinäkyvyyden takia pohjaan kiinnittyvä vesikasvillisuus kykenee kasvamaan järvessä tuskin edes yhden metrin syvyydessä. Ison-Tahkon vesi sisältää kohtalaisesti liuenneita elektrolyyttisuoloja ja vedellä

on siten riittävästi puskurikykyä mm. happamoitumista vastaan. Veden pH-arvon puolesta vesi on lievästi hapanta.

Vähän-Tahkon happitilanne oli talvitutkimuksen aikana erittäin heikko ja järvessä vallitsi lähes täydellinen happikato. Koska talvi 2000-2001 oli järville "helppo", lienee lähes pohjaan asti jäätyvässä järvessä "kovan" talven aikana täydellinen happikato. Tämä tekee esim. kalaston toimeentulon järvessä lähes mahdottomaksi ja hapettomuudesta seuraa myös järven veden laadun oleellinen huononeminen. Kesällä järven vedessä oli vähäistä hapen ylikyllästeisyyttä, mikä osoittaa levä- ja vesikasvillisuuden rehevyyttä järvessä (liite 5a).

Ison-Tahkon happitilanne oli talvitutkimuksessa kohtalainen, sillä happea oli vedessä jonkin verran aivan pohjasedimentin pintaan saakka. Silti koko vesimassassa oli huomattavaa happivajausta (kuvaliite 2). Myös pohjan tuntumasta tehdyt redoxmittaukset osoittavat sedimenttipinnan hapetus-pelkistystilan heikentymistä, mutta varsinaista pelkistymistä tulokset eivät osoita. Vertailut vuoden 1971 ja 1990-luvun alkupuolen happituloksiin (PIVET, 2002 ja VOGT, 1991) osoittavat tilanteiden olleen tuolloin samanlaisen tai hieman nykyistä heikomman.

Kesätutkimuksissa Ison-Tahkon happitilanne on jatkuvasti ollut oleellisesti huonompi kuin talvisin. Jo vuonna 1972 alusvesi oli 4,5 metristä alaspäin hapetonta ja rikkivetytuloista, ja samansuuntaiset tulokset on saatu myös kaikissa myöhemmissä loppukesän tutkimuksissa (kuvaliite 2). Alusveden ja pohjasedimentin pintakerroksen voimakas pelkistyminen ja heikko tila näkyy erityisen selvästi vahvasti negatiivisissa redox-arvoissa, jotka olivat koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen heikoimpia (liite 5c). Ison-Tahkon tilan paraneminen edellyttääkin ehdottomasti alusveden ja syvänesedimentin redox-tilan paranemista. Järven alusveden kesäajan happikato on sikäli yllättävää, että vesimassan kesäkerrosteisuus on kestoaltaan melko lyhytaikainen. Runsaaseen levätuotantoon viittaavaa hapen ylikyllästeisyyttä ei nyt tehdyssä tutkimuksessa todettu, mutta 1990-luvun alun mittauksissa on joitakin tällaisia tuloksia (VOGT, 1991; PIVET 2002).

Vähä-Tahko ja Iso-Tahko voidaan kesän 2001 ravinnepitoisuuksien ja rehevyysarvojen nojalla luokitella erittäin reheviksi järviksi (kuvaliite 3; vrt. taulukko s. 11). Isosta-Tahkosta aiemmin tehdyt tutkimukset (PIVET, 2002) antavat samanlaisen kuvan järven rehevyydestä, joskin klorofylliarvot ovat 1990-luvun loppupuolen tutkimuksissa olleet usein rehevien järvien luokkaa vastaavat (kuvaliite 3c). Isossa-Tahkossa on useina kesinä ollut

sinileväkukintaa eivätkä tutkimusten tekemisen ajankohdat liene kovinkaan hyvin osuneet näihin aikoihin.

Kokonaistypen ja -fosforin suhteen perusteella ei voida päätellä levätuotannon minimiravinnetta, koska tämän suhteen arvo on yleensä välillä 10 - 20. Sen sijaan pääravinteiden epäorgaanisten, leville käyttökelpoisten yhdisteiden - nitraattitypen ja fosfaattifosforin - pitoisuusuhteet ovat lähes kaikissa tutkimuksissa alle arvon 5, mikä osoittaa Ison-Tahkon levätuotannon minimiravinneeksi kesällä typen. Tämä juuri luo edellytykset sinilevien massaesiintymille, koska sinilevät eli syanobakteerit kykenevät käyttämään hyväkseen veden vapaata typpeä ja saavuttavat näin muihin planktonleviin nähden selvän "kilpailuedun". Myös Vähässä-Tahkossa typpi oli elokuun 2001 tutkimuksen tulosten mukaan levätuotannon minimiravinne.

Ison-Tahkon alusvedessä fosfori- ja typpipitoisuudet kohoavat sangen korkeiksi sekä kesällä että talvella, mikä johtuu alusvedeen sedimentoituvasta savi- ym. aineksesta ja syvänesedimenteistä käsin tapahtuvasta yhdisteiden "vuotamisesta" takaisin veteen. Viimeksi mainittu sisäisen ravinnekuormituksen prosessi vaikuttaa merkittävästi Ison-Tahkon heikkoon tilaan.

Sen sijaan Ison-Tahkon kesäajan päällysvedestä ei ole mitattu ainoatakaan yli 8,0 olevaa pH-arvoa. Tämä on myönteistä siksi, että veden pH:n kohotessa yli kahdeksan alkaa hapekkaan päällysveden kattamasta pohjasedimentistä liueta kiihtyvällä nopeudella fosfaattifosforia veteen. Tämä sisäisen fosforikuormituksen prosessi kiihdyttää usein ongelmallisella tavalla rehevöityneiden järvien leväkasvua. Leväkukintojen yhteydessä veden pH-arvo saattaa kohota pitkälle yli arvon 9,0. Myös Isossa-Tahkossa veden pH-arvo lienee toisinaan runsaan levätuotannon aikana kohonnut kriittisen korkealle tasolle, mutta näihin ajankohtiin ei vain ole osunut vesistötutkimuksia.

Vedenlaadun muuta tutkimustuloksia ei näiltä järviltä ole tehty juuri lainkaan. Ison-Tahkon veden hygienis-bakteriologisessa laadussa näkyy 1990-luvun alkupuolen tutkimuksissa vähäistä epäpuhtautta, mutta vakavaa saastumista tutkimustulokset eivät osoita (PIVET, 2002). Kaiken kaikkiaan Ison-Tahkon tila näyttää 1990-luvun alkupuolella käynnistyneiden hoitotöiden ansiosta hieman parantuneen - tai ei ainakaan huonontuneen.

Vesikasvillisuuden merkitys järvien luonnontaloudelle on Vähä-Tahkon kohdalla erittäin suuri ja Ison-Tahkon osalta pienehkö. Vähän-Tahkon vesikasvillisuus osoittautui jo tehdyssä suppeassa kartoituksessa varsin monipuoliseksi ja kiinnostavaksi ja järvellä olisi suositeltavaa tehdä yksityiskohtainen vesikasvillisuu-

den kartoitustutkimus. Ison-Tahkon veden sameus rajoittaa vesikasvillisuuden kasvun käytännössä alimmasta kesävedenkorkeudesta vain noin yhden metrin syvyyteen ulottuvalle ranta-kaistaleelle. Savipitoinen, ravinteikas pohja heijastuu myös vesikasvillisuuteen rehevyyttä suosivien kasvilajien muodossa. Järven etelä- ja pohjoispään matalissa lahdelmissa vesikasvillisuus on runsaimmillaan. Kasviekologiselta järvityypiltään Vähä-Tahko on runsasravinteinen vitajärvi ja Iso-Tahko runsasravinteinen osmankäämi-sarpio -tyypin järvi. Vesikasvillisuustutkimusten lajistoluettelot ja tulosarviot ovat liitteessä 5b.

Pohjasedimenteistä tehdyt havainnot osoittavat Vähän-Tahkon pohja-aineksen olevan tummaa mutaliejua, joka sisältää melko runsaasti vesikasvikariketta. Matalassa järvessä sedimenttipinta on avoveden aikana aina hapekas ja kesällä lämmin, jolloin orgaanisen aineen hajotus on tehokasta. Talvella alusveden ja sedimentin pintakerroksen redox-arvot olivat heikon happitilanteen seurauksena alentuneet, ja tällöin sedimentistä tapahtui järven sisäistä ravinnekuormitusta. Myös kesällä tätä voi tapahtua, jos veden pH kohoaa vesikasvien ja planktonlevästön fotosynteesien tehokkuuden takia selvästi yli arvon 8,0.

Ison-Tahkon pohjasedimentti on harmaata, kiinteää ja ilmeisen ravinteikasta liejusavea. Talvella järven syvännesedimentin hapetus-pelkistystila oli kohtalainen, mutta kesällä alusveden ja sedimenttipinnan hapettomuus näkyi sangen heikkoina redox-arvoina. Tällöin sedimentin pintakerroksessa oli myös runsasta, mustaa sulfidiraidoitusta ja kaasukuplintaa, joten järvessä tapahtui voimakasta sisäistä ravinnekuormitusta sedimentistä käsin. Ison-Tahkon hoitotyössä onkin erityisen tärkeitä parantaa syvännesedimentin ja alusveden redox-tilaa nimenomaan järven kesäkerrosteisuuden aikana. Sedimenttitutkimusten tulokset arviointineen ovat liitteessä 5c.

#### 5.4 Hirsijärvi

Kiskonjoen vesistön neljänneksi laajin järvi, Hirsijärvi, on noin 12 metriä syvä. Järven tilavuus on suhteessa valuma-alueen kokoon siinä määrin suuri, että vesien teoreettinen viipymä järvessä on kohtalaisen pitkä, suunnilleen yhden vuoden luokkaa (liite 3). Tämän ansiosta järven vedenlaadun vuodenaikainen ja vuotuinen vaihtelu ei yleensä ole kovin suurta. Hirsijärven kaupan ja pitkän muodon seurauksena vedenlaatu voi järven pohjois- ja eteläosissa jossakin määrin poiketa toisistaan, jolloin vedenlaatu näyttää olevan luusuanpuoleisessa eteläpäässä hieman parempi kuin pohjoispäässä.



Hirsijärven yli 80 km<sup>2</sup>:n valuma-alueesta käsittävät Omenojärven ja Ison-Tahkon valuma-alueet yhteensä noin 30 km<sup>2</sup>. Järven "omalla" valuma-alueella on enimmäkseen peltomaita sekä metsä- ja kalliomaita. Omenojärvestä Huitinjokea myöten purkautuvien vesien vaikutukset tuntuvat melko selvästi Hirsijärven matalassa pohjoisosassa, johon kohdistuu myös Kruusilan alueen haja-asutuksen ja maatalouden vesistökuormitus. Etelämpänä Hirsijärven oma valuma-alue rajautuu aika kapeisiin maakaistaleihin järven kummallakin sivustalla. Hirsijärven rannat ovat enimmältään verrattain jyrkät, lahdelmissa kuitenkin loivarantaisemmat. Järven valuma-alueella ei ole merkittävää vesistökuormitusta aiheuttavaa teollista toimintaa (liitteet 3 ja 4, karttaliite 2).

Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä (PIVET, 2002) on melko paljon tutkimustuloksia Hirsijärven vedenlaadusta 1960-luvulta alkaen ja tutkimukset on enimmäkseen tehty joka kolmas vuosi talvi-, kesä- ja syystutkimuksina. Näytteiden otto on lisäksi tapahtunut kahdelta pisteeltä: "Korkeasaari" järven pohjoispuoliskossa ja "Pakosaari" lähellä eteläpäättä. Näiltä pisteiltä samoina päivinä tehtyjen tutkimusten tulosten vertailu osoittaa, että vedenlaatu on pisteillä yleensä aika samanlainen. Jos eroja esiintyy, niin vedenlaatu ei välttämättä kaikilta osin ole eteläisemmällä pisteellä parempaa kuin pohjoisemmalla. Seuraavassa tarkastelussa käytetään pääosin Pakosaaren tuloksia, jotka ilmentävät hyvin koko Hirsijärven vedenlaatua ja tilaa.

Vaikka Hirsijärvi on 12 metriä syvä muodostuu järven vesimassaan useina kesinä vain heikonlainen lämpötilakerrosteisuus, sillä syvänteiden pohjan tuntumassa veden lämpötila voi olla varsin korkea, usein yli 15 °C. Tämä selittyy sillä, että järvi on vallitsevien tuulten mukaisesti pohjois-eteläsuuntainen, jolloin melko suurilla järvenselillä tuulten aikaansaama vedenliike vaikeuttaa lämpötilakerrosteisuuden muodostumista. Toisinaan - ilmeisesti lämpimien ja tyynten alkukesän säiden aikana - Hirsijärveen on muodostunut jyrkempi lämpötilakerrosteisuus, jossa alusveden alimmat lämpötilat ovat olleet lähellä 11 °C. Lämmin päällysvesikerros on melko paksu, ja lämpötilan harppauskerros alkaa yleensä 5 - 7 metrin syvyydellä. Kaiken kaikkiaan vesien kerrostumisaika on Hirsijärvessä kesäisin koko lailla lyhyt, tuskin paljoa enempää kuin kaksi kuukautta. Esimerkiksi 24.8.2001 järven vesi oli Pakosaaren syvänteellä lähes vailla lämpötilakerrosteisuutta, vaikka lämmin kesäsää oli vallinnut kesäkuun lopulta alkaen. Jääpeitteen aikana talvisin järveen muodostuu normaaliin tapaan käänteinen lämpötilakerrosteisuus, jossa päällysvesikerros käsittää vaihtelevasti eri vuosina 3 - 5 ylintä metriä.

Hirsijärven veden perusominaisuudet määräytyvät valuma-alueen ominaisuuksien perusteella, jolloin savipitoisten peltomaiden vaikutukset ovat hallitsevia aikaansaaden mm. veden sameuden. Omenojärvestä Huitinjoen välityksellä Hirsijärven pohjoispäähän purkautuvat vedet sisältävät myös melko paljon humusta antaen Hirsijärven veteen ruskeaakin värisävyä. Kesällä runsas levä- ym. kasvu lisää veden sameutta ja muuttaa veden värin vihertäväksi. Näkösyvyyden arvot ovat Hirsijärvessä kesällä yleensä vain noin puolen metrin luokkaa (liite 5a, kuvaliite 1). Kirkkainta järven vesi on jääpeitteen aikana.

Järven vedessä on melko runsaasti liuenneita elektrolyyttisuo-  
loja, ja siten vedellä on riittävästi puskurikykyä ilmaperäisen laskeuman, "happosateiden", aiheuttamaa happamoitumista vastaan. Veden pH on lähellä neutraaliarvoa 7,0 eikä vedestä ole mitattu kesäajan leväkasvun yhteydessä korkeita pH-arvoja. Lähes kaikki vesiviranomaisten kesätutkimukset on kuitenkin ajoitettu heinäkuun puolivälin paikkeille (PIVET, 2002), jolloin Hirsijärveen ei ehkä vielä ole muodostunut loppukesän runsasta leväkasvua. Tässä tutkimuksessa todettiinkin 21.8.2000 yli 8,0 olevia pH-arvoja (liite 5a), millä on selvä yhteys leväku-  
kintaan. Tällä ilmiöllä on tärkeä merkitys järven sisäisessä ravin-  
nekuormituksessa, jota tarkastellaan lähemmin jäljempänä.

Hirsijärven veden happipitoisuuden mittaustulokset osoittavat, että talven lopulla koko vesimassassa on selvää happivajausta, mutta täydellistä happikatoa ei ole mitattu edes syvänteiden alimmista vesikerroksista (PIVET, 2002; kuvaliite 2). Alusveden happipitoisuus on kuitenkin 7 - 8 metrin syvyydestä alaspäin varsin pieni, tavallisesti alle 10 %:a kyllästysarvosta. Riskit syvänneseimentin pintakerroksen pelkistymiselle ja järven sisäisen ravinnekuormituksen käynnistymiselle ovat siis veden talvikerrosteisuuden lopulla varsin suuret.

Heinäkuussa veden happipitoisuus riippuu päällysveden osalta levätuotannon intensiteetistä ja alusveden osalta vesimassan lämpötilakerrosteisuudesta. Useat hapen yli 100 %:n ylikyllästeisyyden arvot osoittavat Hirsijärven leväkasvun fotosynteesin tehokkuutta - ja samalla järven rehevyyttä. Niinä kesinä, jolloin vesimassaan ei kehity jyrkkää kerrosteisuutta, pysyy alusveden happipitoisuus syvänteiden pohjan tuntumaan asti melko hyvänä. Sitä vastoin, kun veteen muodostuu jyrkkä lämpötilakerrosteisuus, on alusveden happipitoisuus heikko - syvänteiden pohjal-  
la lähes nollassa - jo heinäkuun puolivälissä, ja olisi todennäköisesti erittäin heikko kerrosteisuuden lopulla elo-syyskuun vaihteessa, jos tällaisilta ajankohdilta olisi mittaustuloksia. Si-  
ten Hirsijärven vähähappisen alusveden peittämän sedimentin pintakerrokset pelkistyvät, minkä seurauksena syvännese-  
di-

menteistä käsin tapahtuu jopa merkittävää järven sisäistä ravinnekuormitusta. Tästä saatiin 24.8.2001 tehdyn sedimenttitutkimuksen yhteydessä selkeitä viitteitä, kun järvessä todettiin sedimentistä käsin voimakasta kaasukuplintaa - ongelmallista metaanikäymistä (liite 5a). Hirsijärven hoitotyön tärkeä tavoite on alusveden ja syvänesedimentin pintakerroksen hapekkaina pitäminen niin veden talvi- kuin kesäkerrosteisuudenkin aikana.

Järvien veden ravinnepitoisuutta ja rehevyyttä arvioidaan veden fosfori- ja typpipitoisuuksien sekä a-klorofyllin pitoisuuden perusteella (kts. taulukko s. 11). Kesäajan päällysveden tutkimustulosten mukaan Hirsijärvi sijoittuu ravinne- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella yleensä rehevien järvien luokkaan, tärkeän klorofylliarvon puolesta usein jopa erittäin rehevien järvien luokkaan (kuvaliitteet 3a ja d). Alusveden osalta veden fosfori- ja typpipitoisuudet ovat sekä kesä- että talvikerrosteisuuden aikana selvästi korkeammat, erittäin rehevien järvien arvoja vastaavat. Päällysveden typpipitoisuudet ovat yleensä talvisin selvästi korkeammat - erittäin rehevien järvien luokan mukaiset - kuin kesällä, mutta fosforipitoisuuksissa ei näy samantilaista vuodenaikaisvaihtelua. Sen sijaan fosforipitoisuuksien kohoaminen kerrosteisuuskausina alusvedessä johtuu ainakin osaksi pohjaa kohti sedimentoituvaan, hienojakoiseen saviainekseen sitoutuneesta fosforista, mikä käy ilmi myös veden sameuden voimakkaasta kasvusta alusvedessä. Lisäksi syvänesedimenteistä alkaa "vuotaa" fosforia veteen, kun alusveden happi- ja sedimenttipinnan redox-arvot heikkenevät.

Levätuotantoa säätelevä minimiravinne määräytyy veden typpi- ja fosforipitoisuuksien suhteen perusteella. Hirsijärven kesäajan päällysvedessä tämän suhteen arvo on ollut lähes kaikissa tutkimuksissa välillä 10 - 20, jolloin suhteesta ei voida varmuudella päätellä minimiravinnetta. Muutamissa 1960- ja 1970-luvun tutkimuksissa suhteen arvo on yli 20, jolloin fosfori on minimiravinne. Luotettavampi kuva minimiravinteesta saadaan kuitenkin pääravinteiden epäorgaanisten, liukoisten ja levätuotannolle käyttökelpoisten yhdisteiden - lähinnä nitraattityypen ja fosfaattifosforin - pitoisuussuhteiden perusteella. Näitä ravinneanalyysija on tehty valitettavan vähän ja vasta vuodesta 1994 alkaen. Käytettävissä olevista viidestä analyysisarjasta neljässä typpi on selkeästi levätuotannon minimiravinne ja yhden sarjan perusteella ei minimiravinnetta voida päätellä.

Ilmeistä on, että tyypilliseen eteläsuomalaisen maatalousympäristön järvien tapaan (REKOLAINEN ym., 1992) Hirsijärvessäkin kesän alkupuolella fosfori on levätuotannon minimiravinne ja loppukesästä typpi. Kun tuestä tulee minimiravinne alkavat sinileväkukinnat ja tällöin veden pH-arvo saattaa kohota pitkälle

yli arvon kahdeksan, mikä käynnistää merkittävän sisäisen fosforikuormituksen päällysveden alueen pohjasedimenteistä. Tämä puolestaan kiihdyttää entisestään sinilevien kasvua ja näin hyvinkin voimakkaat sinileväkukinnat ovat mahdollisia. Tilanne helpottuu yleensä vasta ilmojen ja vesien jäähtyessä syksyllä. Hirsijärven kesäajan levädynamiikasta olisi erittäin tarpeellista saada lisätietoja esim. tekemällä 3 - 5 näytteenottosarjaa järven päällysvedestä saman kesäkauden aikana. Olemassa oleva tutkimusaineisto on nyt ajoittunut aivan liiaksi kesän alkuun.

Hirsijärven vedenlaadun muita ominaisuuksia on analysoitu josakin määrin, pääosin 1970- ja 1980-luvuilla (PIVET, 2002). Tuloksista käy ilmi, että mm. useiden metallien pitoisuudet kohoavat suhteessa veden sameus- ja kiintoainearvoihin. Kun vedessä on runsaasti saviainesta, ovat toisinaan myös mm. alumiini-, kadmium- ja rautapitoisuudet korkeita. Metallit lienevät kuitenkin biologisesti inaktiivisessa muodossa sitoutuneina savi- ja humuspartikkeleihin eikä joistakin sinänsä aika korkeista pitoisuuksista liene aiheutunut haittoja veden eliöstölle. Asiasta on paikallaan hankkia lisätietoja uusilla tutkimuksilla. Hirsijärven veden hygienis-bakteriologinen laatu on ollut Korkea- ja Pakosaaren näytepisteillä yleensä lähes moitteeton.

Korkeamman vesikasvillisuuden merkitys Hirsijärven luonnontaloudelle on verrattain pieni, sillä veden sameus ja pääosin aika jyrkät rannat rajaavat kasvillisuusvyöhykkeet järvestä kapeiksi. Laajan järven kasvillisuuden kartoitus tehtiin varsin yleispiirteisesti ja pääosin rannoilta tähystämällä - vain Pakosaaren lähialueella soutuveneestä käsin. Suurempaa merkitystä vesikasvillisuudella on länteen työntyvän, kapean Pitkälahden alueella ja muutamissa loivarantaisissa lahdelmissa. Rantojen kasvillisuusvyöhykkeiden rakenteessa näkyvät myös järven vedenkorkeuden pitkäaikaisen säätelyn vaikutukset. Kasviekologiselta järvityypiltään Hirsijärvi kuuluu lähinnä korte-ruoko -tyypin järviin, rehevimpien lahdelmien osalta osmankäämi-sarpio -tyypin järviin. Kasvitutkimuksen tulokset ovat liitteessä 5b.

Pohjasedimentin ominaisuuksia tutkittiin vain yhdeltä näytepisteeltä, Pakosaaren syvänteeltä, joten tästä ei voida tehdä pitkälle meneviä päätelmiä koko laajan järven sedimenttien tilasta. Järven sedimentti on harmaata, melko kiinteätä saviliehua, jossa näkyy pelkistymisestä johtuvaa mustaa sulfidiraidoitusta ja voimakasta kaasukuplintaa, metaanikäymistä. Redox-arvot olivat alentuneet, mutta eivät osoittaneet sedimentin vaikeaa pelkistymistä. Hirsijärven syvänesedimenteistä tapahtuu silti ilmeisen runsasta sisäistä ravinnekuormitusta, mikä osaltaan lisää järven rehevöitymistä. Sedimenttitutkimusten tulokset arviointeineen ovat liitteessä 5c.

## 6. Pohdinta

### 6.1 Järvien tilan muutosten syyt

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. Kuormitustaakan 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 tyyppillisiä 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 rapuistutusten** myötä. **Rapuruton leviäminen** on hävittänyt kotimaisen ravun useista järvistä, millä saattaa olla merkittäviä vaikutuksia järviekosysteemeissä. Sama koskee myös eläin-

planktonravintoa 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 esim. 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 ylitieäksi 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 ilmaansaasteiden vuotuinen typpikuorma on 500 - 1000 ja fosforikuorma 5 - 20 kg/km<sup>2</sup>. Suoraan järviin vuosittain lankeava ilmaperäinen fosfori voikin vastata suurta osaa järvien 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 löydy mistään.

Todettakoon vielä, että järvien rehevöitymistä usein merkittävästi kiihdyttävä **sisäisen ravinnekuormituksen kasvu** on luonteeltaan muiden tekijöiden seurausilmiö eikä siten varsinaisen 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 ylitieäksi 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.

## 6.2 Raportin järvien tilan muutokset

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen tämän osaraportin kaikissa järvissä näkyy selvää - useimmissa järvissä jopa ongelmallisen pitkälle edennyttä - rehevöitymistä. Vähää-Tahkoa lukuunottamatta kaikista muista järvistä on viime vuosilta havaintoja sinileväkukinnoista, järvien vakavan rehevöitymisen huolestuttavimmasta tunnusmerkistä. Yllättävintä tällainen järven tilan kielteinen kehitys on Valkjärven osalta, joka nimensäkin mukaisesti lienee alun perin ollut karu, kirkasvetinen järvi. Muut tarkasteltavat järvet ovat luontaisestikin reheviä järviä.

Raportin järvistä on Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä (PIVET, 2002) aiempia tutkimustuloksia 1960-luvulta lähtien runsaasti Omeno- ja Hirsijärvestä, joista on viime vuosikymmeninä tehty jokseenkin säännöllisesti joka kolmas vuosi talvi- ja kesätutkimus ja usein syystutkimuskin - Hirsijärvestä jopa kahdelta näytepisteeltä. Myös Isosta-Tahkosta on 1980-luvun loppupuolelta alkaen melko runsas tutkimusaineisto. Omeno- ja Valkjärven sekä Ison-Tahkon tutkimustuloksia on aiemmin raportoitu erilaisissa yhteyksissä (mm. VOGT, 1983, 1990 ja 2000a). Tässä esillä oleva raportointi muodostaa kuitenkin ensimmäisen, yhtenäisen Hirsijärven vesistön järvien vedenlaadun, tilan ja hoitotarpeen arvioinnin.

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen arvoa kohottaakin erityisesti se, että nämä tulokset tarjoavat tulevaisuudessa hyvän vertailuperustan järvien mahdollisten muutostilojen tarkasteluille. Silloin on paikallaan tiedostaa, että talvi 2000-2001 oli järville "helppo". Kesätutkimukset tehtiin raportin järvillä hie- man eri ajankohtina, mutta lämpimän ja poutaisen hellesään ansiosta kaikki tulokset edustavat silti järvien "kypsän" kesä-ajan tilannetta, jossa järvien häiriötilat kävivät selvästi ilmi.

Raportin järvien tilaa ei uhkaa viime vuosikymmenten aikana kasvanut happamoittava ilmaperäinen laskeuma, sillä kaikilla

näillä järvillä on valuma-alueiden ominaisuuksien perusteella riittävästi luontaista puskurikykyä happamoitumista vastaan. Kun kansainvälisten ilmastonsuojelusopimusten toteuttamisen myötä "happosateiden" määrä on Suomessa viime vuosina rikkiyhdisteiden osalta oleellisesti vähentynyt, on tämän myönteisenä seurauksena jo näkyvissä ko. häiriöistä kärsineiden Etelä-Suomen pienten metsäjärvien tilan toipumista pahimmista happamoitumisen ongelmista.

Rehevöitymiskehityksen osalta kohoavat ongelmien keskipisteeseen järvien ulkoiseen ja sisäiseen ravinnekuormitukseen liittyvät tekijät. Järven tilan säilymisessä hyvänä on aina avainasemassa ulkoisen ravinnekuormituksen pysyminen järven ravinnekuormituksen sietokyvyn puitteissa. Edellä arvioitiin likimääräisesti raportin järvien ulkoinen ravinnekuormitus (liite 4). Pääravinteista fosfori on vesiensuojelullisesti usein ensisijaisessa asemassa ja sen tarkastelu on tyypeä selkeämpää, minkä vuoksi tässäkin keskitytään fosforia koskeviin arviointeihin.

Järvien fosforitaloutta säätelevät ylimalkaan hämmästyttävän pienet fosforimäärät, kuten seuraavat kesän 2001 tuloksista lasketut raportin järvien koko vesimassan sisältämät fosforimäärät osoittavat:

	FOSFORIMÄÄRÄ, kg		
	<u>päälysvesi</u>	<u>alusvesi</u>	<u>koko vesimassa</u>
Palmutjärvi	25	-	25
Omenojärvi	110	-	110
Valkjärvi	35	15	50
Iso-Tahko	55	20	75
Vähä-Tahko	3	-	3
Hirsijärvi	800	300	1100

(Huom. Taulukon arviot ilmaisevat vain fosforimäärien suuruusluokan. Etenkin Omeno- ja Hirsijärven arvot ovat epätarkat. Hirsijärven pitoisuuksien lähde on PIVET, 2002.)

Kun liitteen 4 fosforikuormituksen määriä verrataan yllä oleviin järvien vesimassan fosforisisältöihin havaitaan, että kaikkien järvien vuotuinen ulkoinen fosforikuormitus on selvästi isompi kuin vesimassan kesäinen fosforisisältö. Näiden arvojen perusteella ei voida laskea järville fosforitaseita, mutta kuormituksen osalta kiinnittyy huomio nimenomaan maataloudesta tulevan fosforikuormituksen ratkaisevaan merkitykseen. Myös metsätalouden toimenpiteet ja ilmaperäinen laskeuma aiheuttavat huomattavan fosforin kuormituslisän. Luonnonhuuhtoumien määrät muodostavat järvillä silti toiseksi suurimman kuormituslähteen maatalouden jälkeen.



Mikäli vesien kerrostumiskausina alusveteen kehittyy huomattavaa happivajausta, aiheutuu tästä pohjasedimentin pintakerroksen pelkistymistä ja pilaantumista sekä aikaa myöten tämän seurauksena järven sisäisen ravinnekuormituksen kasvua syvännesedimenteistä käsin ja lopulta järven rehevöitymisen voimistumista. Merkittävää alusveden happitilanteen heikentymistä on jo pitkään ollut Hirsijärvässä ja peräti täydellistä happikatoa kesällä Valkjärvässä ja Isossa-Tahkossa. Talvisin myös matilissa Palmut- ja Omenojärvässä sekä Vähässä-Tahkossa voi esiintyä runsaan, hajoavan kasvimassan takia jopa täydellistä happikatoa. Siten raportin kaikkien järvien happitaloudessa on sisäisen ravinnekuormituksen tunnusmerkit, mikä on järvien rehevöitymiskehityksen kannalta sangen huolestuttavaa.

Vesikasvillisuuteen sitoutuu yhtäältä vedestä ravinteita, mutta toisaalta keski- ja loppukesän intensiivisen vesikasvi- ja levä-fotosynteesin yhteydessä veden pH-arvo saattaa kohota paljon yli kahdeksan käynnistäen järvien sisäisen fosforikuormituksen päällysveden sedimenteistä käsin. Ylihuone, särkikalavaltainen ns. roskakalasto lisää osaltaan tätä sisäistä kuormitusta. Tällöin pohjalta takaisin veteen "vuotava" fosfori on liukoisen fosfaattifosforin muodossa ja on näin ollen välittömästi leväkasvun käytettävissä. Korkeista pH-arvoista on tutkimustuloksia Palmut-, Omeno-, Valk- ja Hirsijärven osalta ja tällaisia arvoja lienee joskus myös Isossa-Tahkossa.

Raportin järvien levätuotannon minimiravinne näyttää kesän alussa yleensä olevan fosfori ja loppukesän runsaan leväkasvun yhteydessä typpi. Kun typpi on levätuotantoa rajoittava minimiravinne, luo tämä edellytykset vapaan typen sidontaan kykenevien sinilevien eli syanobakteereiden massaesiintymille, sinileväkukinnoille. Tällaiset olosuhteet hallitsevat ajoittain raportin kaikkien järvien luonnontaloutta - paitsi ehkä Vähän-Tahkon. Kaiken kaikkiaan järvien hoitotyön perusteiksi tarvittaisiin vielä lisää monipuolisempia tietoja ekosysteemien eliöstöstä ja sen toimintaehdoista.

Järvien koko vesimassan sisältämistä suhteellisesti ottaen melko pienistä fosforimääristä on leville käyttökelpoista fosfaattifosforia vain vähäinen osa: talvella koko vesimassassa ja kesällä pimeässä alusvedessä likimain neljäsosa, kesän levätuotannon aikana päällysvedessä usein lähellä nollatasoa olevat määrät. Siten esimerkiksi yhden ainoan 40 kg:n lannoitesäkin fosforisisällön kulkeutuminen järveen saattaa täydellisesti mullistaa pienehkön järven fosforitalouden, jopa moninkertaistaa veden fosfaattifosforin pitoisuuden! Tämä kuvastanee hyvin sitä, miten vähän "pelivaraa" pienten järvien fosforikuormituksen kasvulle on.

Samaan tapaan ovat kasvaneet myös toisen pääravinteen, tyypen, määrät järvien ulkoisessa ravinnekuormituksessa. Edellä on minimiravinne-ajattelun pohjalta tarkasteltu yksinkertaisten järvien rehevöitymisprosessia. Järvien luonnontalouden dynaamiset olosuhteet ovat kuitenkin paljon monimutkaisemmat, ja käytännössä rehevöityminen etenee veden kummankin pääravinteen pitoisuuden kasvun myötä. Yhden kasvukauden eri ajankohtina saattaa järven levätuotantoa rajoittava minimiravinne jopa useaan otteeseen vaihtua, esim. pahat sinileväkinnat syntyvät yleensä kesän lopulla, kun tyypestä tulee levätuotannon minimiravinne fosforin jälkeen sinilevien kyetessä hyödyntämään veden vapaata tyypeä. Järven eliöstön kehitykseen vaikuttavat aina myös monet muut kasvutekijät mm. lämpötila, valo, hivenravinteet sekä kasvi- ja eläinlajien välinen elintila- ja ravintokilpailu. Tällaisten tekijöiden tarkkaan selvittämiseen ei käsillä olevassa Kiskonjoen vesistön 65 järven perustilan kartoitustutkimuksessa ole ollut mahdollisuuksia. Jo pelkästään tyypin esiintyminen ja kierto luonnossa on niin monivaiheista, ettei siihen voida tässä paneutua. Siksi projektin raporteissa pitkälti rajoitutaan vesiensuojelun kannalta keskeisimmän ja paremmin hallittavan fosforin tarkasteluihin.

Metsien hakkuista, maanmuokkauksista, ojituksista ym. toimenpiteistä purkautuva "kuormituspiikki" kestää tyypen osalta vain muutaman vuoden, mutta alkuperäiseltä tasolta huomattavasti kohonneet fosfori- ja kiintoainekuormat voivat jatkua 5 - 10 vuotta. Sen sijaan maatalouden kuormitus on sääsuhteiden ja tuotantotekniikan vaihtelujen puitteissa jokavuotista. Suomen EU-jäsenyyden myötä alkanut maatalouden ympäristöohjelma pienentää aikaa myöten tätä vesistökuormitusta, mutta silti maataloudesta tulevan kuormituksen hallitseva asema tulee säilymään runsaasti peltoja käsittävillä valuma-alueilla. Käytännössä tämän raportin kaikkiin järviin kohdistuu myös tulevaisuudessa varsin suuri ulkoinen maatalouden vesistökuormitus, mikä ylläpitää järvien huolestuttavan voimakasta rehevöitymistä. Tämän ongelman parempaan hallintaan saaminen tulee olla näiden järvien hoitotyön keskeinen päämäärä.

Eri tutkimuksissa arvioidut luonnonhuuhtouman määrät sisältävät myös maa-alueille lankeavaa ilmaperäistä ravinnelaskeumaa, joten luonnonhuuhtoumankin kuorma lienee "puhtaan" luonnontilan aikana vallinnutta suurempi. Siksi ravinnekuormituksen ja järvien tilan kehityksen suhteista tulevaisuudessa voidaan varovasti päätellä, että pitkällä aikatahtäyksellä järvien tilan muuttuminen ravinnepitoisuuden kasvun ja rehevöitymisen voimistumisen suuntaan on huolestuttavan realistinen mahdollisuus. Kaikissa tämän raportin järvissä rehevöitymiskehitys on kuitenkin jo edennyt niin pitkälle, etteivät ilmaperäis-

ten laskeumien ja luonnonhuuhtoumien mahdolliset lisäykset enää oleellisesti pahentane järvien tilan ongelmallisuutta.

Tehokkaat hoitotoimenpiteet kaikkien tarkasteltavien järvien tilan parantamiseksi ovat nyt ensiarvoisen tärkeitä. Päähuomio hoidossa tulee tässä vaiheessa kiinnittää ulkoisen vesistökuormituksen vähentämiseen, syvänteiden happitalouden ja sedimentin pintakerroksen hapekkaina ja terveinä säilymiseen sekä liiallisten levä- ja vesikasviesiintymien torjumiseen.

Etenkin Omenojärvessä ja Vähässä-Tahkossa vedenkorkeuden mahdollisimman korkea, vakaa taso sekä kesällä että talvella on erityisen tärkeitä. Molemmissa järvissä vesikasvillisuuden rehevöityminen voi olla myös yhteydessä vedenkorkeuksien vaihteluihin. Toisaalta runsas vesikasvillisuus sitoo järvissä ravinnemääriä ja kasvillisuus tarjoaa monipuolisen eliöstön toimeentulolle hyviä ravinto- ja suojaympäristöjä, kasvivyöhykkeet ovat ikään kuin järvien eliöstön "lastenkamari". Hajotessaan kasvimassa kuitenkin kuluttaa vedestä happea ja vapauttaa ravinteita. Ylimalkaan matalien järvien hoitotyössä tulee kiinnittää erityistä huomiota vedenkorkeuden vähäisenkin noston ja säätelyn mahdollisuuksiin, veden happitilanteen pitämiseen hyvänä myös talvikausina ja korkeamman vesikasvillisuuden liiallisen runsastumisen torjuntaan. Omenojärven hoitotoimenpiteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa on lisäksi pidettävä mielessä järven erityisarvot EU:n Natura 2000 -luontoalueverkon arvokkaana lintuvesikohteena.

## 7. Järvityypit

Järviä luokitellaan monenlaisilla perusteilla erilaisiksi luontotms. järvityypeiksi. Tässä raportoitavan Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen järvet tyypitellään seuraavalla neljällä tavalla:

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

Tässä tarkastelun kohteena olevista järvistä Palmut- ja Omenojärvi sekä Iso-Tahko ovat tuotantotyyppiltään erittäin reheviä, lähes hypertrofisia, järviä. Reheviä eli eutrofisia järviä ovat Hirsi- ja Valkjärvi sekä Vähä-Tahko. Kaikkien järvien alkuperäinen

tuotantotyyppi on kuitenkin eriasteisesti muuttunut rehevöitymiskehityksen seurauksena. Rehevöitymisen merkittävin aiheuttaja on ollut maatalous, mutta myös muilla järvien ulkoista vesistökuormitusta lisänneillä tekijöillä on ollut osuutta epäedulliseen kehitykseen. Enemmän biologisia havaintoja käsiteltävä tutkimusaineisto antaisi nyt saatua varmemman kuvan järvien tuotantotyypeistä.

Tämän raportin järvistä Palmut-, Omeno- ja Hirsijärven sekä Ison-Tahkon vesi on varsin sameata. Veden läpinäkyvyys, näkösyvyyden arvo, onkin näissä järvissä useimmiten vain noin puolen metrin luokkaa. Vähän-Tahkon vesi on lievästi sameaa ja Valkjärven - silloin, kun järvessä ei ole voimakasta leväkasvua - melko kirkasta. Humuksen aikaansaama veden ruskea väri peittyy paljolti sameuden vaikutuksesta, mutta Palmut-, Omeno- ja Hirsijärvi sekä Iso- ja Vähä-Tahko ovat melko vahvan humusvärityksen luonnehtimia järviä - meso- tai jopa polyhumoosisia järviä. Valkjärvi on oligohumoosinen, niukan humusvärin järvi.

Korkeamman vesikasvillisuuden osalta rehevöityminen on vaikuttanut tarkasteltavien järvien alkuperäisiin kasviekologisiin järvityyppeihin. Lähinnä runsasravinteisia osmankäämi-sarpiojärviä (*Typha-Alisma* -tyyppi) ovat Palmutjärvi, Iso-Tahko ja Hirsijärven rehevimät lahdemat sekä myös Valkjärvi nykyoloissa. Hirsijärven runko-osa voidaan luokitella lähinnä korteruokojärveksi (*Equisetum-Phragmites* -tyyppi), mutta hieman luontaista kasvityyppiä karumpi vaikutelma johtunee järven vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutuksista kasvustoihin ja matalien rantojen pohjarakenteeseen. Valkjärvi puolestaan lieinee alun perin nimenomaan ollut niukkaravinteinen korteruokojärvi. Vähä-Tahko kuuluu Lounais-Suomen alueelle melko tyyppillisiin mutta muualla Suomessa aika harvinaisiin, runsasravinteisiin vita-järviin (*Potamogeton*-tyyppi). Omenojärven kasvikartoitusta ei tässä tutkimuksessa tehty, mutta aiempien kartoitusten (in: VOGT, 1983) tulokset osoittavat järven eri osia luonnehtivan monet eri ekologiset kasvillisuustyypit.

Raportin järvistä kuuluu nykyään EU:n Natura 2000 -luontotyyppi-verkoston Omenojärvi lintudirektiivin kriteereillä. Vita-järvet ovat runsasravinteisten järvien Natura-tyyppinä harvinaisia, mikä korostaa Vähän-Tahkon arvoa. Naturan rehevien järvien luontotyyppiä edustavat raportin järvistä Palmut- ja Hirsijärvi sekä Iso-Tahko, mutta näiden järvien rehevyys ei kuitenkaan ole alkuperältään puhtaasti luontaista, vaan rehevöitymisen seurausta. Valkjärven Natura-tyyppi on aiemmin ollut karu, kirkasvetinen järvi, mutta nykytilassaan järvi ei kuitenkaan täytä tällaisen järvityypin ominaisuuksia.

## 8. Järvien hoidon perusteet

Järvien hoitotyön osalta on aiheellista erityisesti tähdentää sitä, että mitä aikaisemmassa vaiheessa hoitotoimenpiteet aloitetaan sitä parempaan lopputulokseen päästään ja kaiken lisäksi suhteellisesti paljon halvemmin hoitokustannuksin. Valitettavan usein järvien tilasta kuitenkin aletaan huolestua vasta sitten, kun esim. sinileväkukinnat jo vellovat järvessä. Tällöin rehevöityminen on jo edennyt valitettavan pitkälle: järven pohjasedimentti on pilalla, eliöstön rakenne on järkkynyt ja järveä hallitsee sisäisen ravinnekuormituksen itse itseään ylläpitävä, paha "noidankehä". Tämän kehän murtaminen on usein hyvin vaikeaa - joskus liki mahdotonta - ja yleensä aina aikaa viepää ja sangen kallista. Siksi järven hoitotyö tulisi aloittaa jo silloin, kun järven tila on vielä hyvä tai ainakin verrattain hyvä. Näistä lähtökohdista tämän raportin järvien hoidon aloittamisella on jo kova kiire.

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 ja samalla ehdotetaan alustavasti raportin järviin parhaiten soveltuvat hoitokeinot. Tarkat, oikeat järvikohtaiset hoito-ohjeet edellyttävät yleensä lisätietojen hankkimista koko ekosysteemin toiminnasta, mm. kalastosta ja muusta eliöstöstä. Jonkin verran laajemmin järvien hoitotoimenpiteitä tarkastellaan Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osaraportissa I.

### \* Järvien hoitoyhdistysten 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. Kiikalan, Kiskon ja Suomusjärven kuntiin on perustettu kuntakohtaiset vesienhoitoyhdistykset, joiden kanssa yhteistyössä voivat toimia järvi-kohtaiset toimintaryhmät. Jotta tämän tutkimuksen järvien hoitotyölle saadaan jatkuvuutta ja asianosaisten laaja osallistumispohja, on paikallaan ehdottaa, että

**raportin järville perustetaan järvien hoitotyön toimintaryhmät yhteistyöhön em. kuntayhdistysten kanssa.**

Valkjärvellä ja Isolla-Tahkolla on jo aiemmin perustetut ja rekisteröidyt suojeluyhdistykset. Suositeltavaa on, että mahdollisten toimintaryhmien tai yhdistysten perustamisvaiheessa jä-

seniksi liittyville - toivottavasti järvien kaikki loma-asukkaat ja muut asianosaiset valuma-alueilta - ehdotetaan toiminnan "pesämunaksi" suurehkoa liittymismaksua. Viime aikoina useilla yhdistyksillä tämä on ollut 100 - 200 euroa/talous, mikä on taannut riittävän omarahoituksen hoitotyöhön esim. EU-osarahoitteisten kunnostushankkeiden toteuttamiselle.

#### \* **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. Ulkoisen vesistökuormituksen vähentämistoimenpiteiden lähtökohdan muodostaa aina kuormituksen kartoitus selvitys. Loma- ja haja-asutuksen vesistökuormituksen vähentämisen tavoitteeksi voidaan ottaa nollakuormitus. Hirsijärven osalta Kruusilan asutustaajaman jätevesien tehokas puhdistaminen on tärkeitä. Myös maa- ja metsätalouden kuormitukset on pyrittävä saamaan mahdollisimman pieniksi. Erityisen haasteellista on - nimenomaan Omeno- ja Hirsijärven laajahkoilla valuma-alueilla - maatalouden vesistökuormituksen vähentäminen. Erilaisia keinoja kuormitusten vähentämiseksi selostetaan hieman yksityiskohtaisemmin Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen 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.

Mahdollisimman korkea, vakaa vedenkorkeus on myös tämän raportin kaikkien järvien tilan kannalta edullista. Erityisen tärkeitä tämä on matalilla Omenojärvellä ja Vähällä-Tahkolla. Omenojärvellä onkin jo vireillä - Natura-lintuveden arvojen säilyttämiseksi - vesilainsäädännön mukainen lupahakemus mm.

vedenkorkeuden vakauttamiseksi. Hirsi- ja Valkjärven luusuoiden kynnyspatorakenteiden kunnostaminen on tarpeellista.

Myös järvien valuma-alueilla tehtävien metsä- ja suo-ojitusten sekä muiden vesiuomien perkausten vaikutukset alapuolisten järvien luonnontaloudelle tulisi aina erikseen etukäteen arvioida. Parhaiten voidaan ojitusten vesistökuormitusta yleensä vähentää ojakatkoksilla ja valuntakentillä. Suositeltava tavoite on pyrkiä rajaamaan ojitukset ja perkaukset mahdollisimman vähäisiksi - ja järvien kannaltahan edullisin ratkaisu on aina ojituksista kokonaan pidättäytyminen. Suo- ja metsäojitusten haittojen vähentäminen on näistä järvistä tärkeintä Omeno- ja Palmutjärvellä sekä Isolla- ja Vähällä-Tahkolla.

Ison-Tahkon hoidossa on mahdollista johtaa järvestä putkien avulla alusvettä pois joko lappperiaatteella tai pumppaamalla. Tällä voi olla aika suurikin merkitys järven tilan paranemishitykselle ja asia on suositeltavaa selvittää tarkemmin. Lisäksi järven vesien vaihtumista on teoriassa mahdollista tehostaa pumppaamalla Hirsijärvestä "huuhteluvettä" Isoon-Tahkoon. Myös tämän hoitokeinon merkitys kannattaa erikseen arvioida.

#### \* **Happamoitumisen torjunta**

Happamoitumisen haittoja voidaan torjua kalkitseamalla suoraan järviä, niihin laskevia joki- ja purovesiä tai laajemmalti järvien valuma-alueita (IIVONEN, 1998). Ongelman syihin, happamoittavaan 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. Happamoituminen ei uhkaa ainoatakaan tässä käsitellyistä järvistä, joten niitä ei ole missään nimessä tarpeellista kalkita.

#### \* **Happitalouden parantaminen**

Sisäisen ravinnekuormituksen kasvun torjunnassa on järvien tärkeimpiä hoitokeinoja pohjasedimentin tuntumassa olevan veden pitäminen hapekkaana. Markkinoilta löytyy useita, hie- man eri periaatteilla toimivia järviseden hapetus- tai ilmastus- laitteita, joiden hankintakustannukset alkavat 8.000 - 15.000 euron hintaluokasta. Laitteiden vuotuiset käyttökulut muodos-

tuvat pääosin energiamaksuista, ja ne ovat pienehköjen järvien osalta 1.000 - 3.000 euroa/kohde.

Tämän raportin kaikilla järvilla on aiheellista kiinnittää huomiota kesällä alusveden ja talvella koko vesimassan happitilanteeseen. Alusveden hapettamisen toteuttamistarve ja -mahdollisuudet tulisi tarkemmin selvittää Valk- ja Hirsijärvellä sekä Isolla-Tahkolla. Matalissa ja runsaan vesikasvillisuuden hallitsemisissa Palmut- ja Omenojärvessä sekä Vähässä-Tahkossa olisi talviaikaisen happitilanteen parantaminen tärkeätä, mutta tämä saattaa olla tekniseltä toteuttamistavaltaan vaikeata. Ennen mahdollisiin hapetustoimenpiteisiin ryhtymistä on paikallaan hankkia vielä lisätietoja mm. järvien happitilanteen kehittymisestä talvi- ja kesäolosuhteiden aikana.

#### \* **Ravintoketjukuristus eli biomanipulaatio**

Rehevöityviin järviin kehittyy yleensä ylitieheä, särkikalavaltainen ns. roskakalasto, joka ulosteilla ja pohjalietettä pöyhimällä lisää veden ravinnepitoisuutta. Pienet kalat myös siivilöivät vedestä tehokkaasti pois eläinplanktonin suurikokoisia äyriäisvesikirppuja, joiden tehtävä järviökosysteemissä on kasviplanktonin liikakasvun, levämassan, kontrollointi. Rehevöitymisessä järven eri tuotantotasojen väliset terveet suhteet järkkyvät, mikä voi johtaa mm. sinileväkukintoihin. Biomanipulaation keskeinen toimenpide on roskakalaston tehokas poistokalastus joko kiinteillä pyydyksillä (paunetit, katiskat ym.) tai nuottaamalla. Tehokalastuksen tavoitteena on poistaa parissa vuodessa vähintään sata kalakiloa järvihehtaaria kohti, mutta hyvät tulokset näyttävät vaativan yli 200 kalakilon poistamista järvestä. Tehokalastuksen jälkeen biomanipulaation tuloksia täydennetään istuttamalla järveen tarpeen mukaan petokalaa (esim. kuhaa ja haukea) ja kohdentamalla kalastus tasapuolisesti kaikkiin 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 järvien kalaston rakenne ja tiheys. Tältä pohjalta voidaan arvioida hoitokalastuksen ym. biomanipulaation toteuttamisen tarve. Palmut- ja Omenojärvellä sekä Vähällä-Tahkolla saattaa runsas vesikasvillisuus vaikeuttaa mahdollisesti tarpeellisen, tehokkaan hoitokalastuksen toteuttamista. Valkjärvellä on jo viime vuosina tehty hoitokalastuksia ja tämä näyttää parantaneen järven tilaa. Biomanipulaatio olisi ilmeisesti Ison-Tahkon ja Hirsijärven parhaita hoitotoimenpiteitä. Hirsijärven kaltaisella isohkolla järvellä tehokkaan hoitokalastuksen toteuttaminen on jo teknis-taloudelliselta kannalta varsin vaativaa, joten asian huolellinen etukäteissuunnittelu



on paikallaan. Vahvan rapukannan - mielellään kotimaisen ravun - säilyttäminen tai kotiuttaminen raportin järviin on järvien tilankin kannalta arvokas tavoite.

#### \* **Vesikasvillisuuden poisto**

Liiallisen vesikasvillisuuden poisto on järvien virkistyskäyttöominaisuuksien parantamisen yleisimpiä hoitokeinoja. Laajemmilla kasvillisuuden poistoilla vaikutetaan samalla myös järvien luonnontalouteen. Eri kasvilajeihin niitto vaikuttaa sangen eri lailla - eräiden lajien runsastuminen jopa vain yltyy niitosta. Siksi aina on ennen kasvillisuuden poistoon ryhtymistä perusteltua teettää vesikasvikartoitus, jossa arvioidaan ko. lajien suhtautuminen eri niitto- tai muihin poistotapoihin. Niitetty kasvimassa tulee myös huolellisesti poistaa vedestä.

Raportin järvistä Omenojärvi kuuluu Natura 2000 -alueisiin, joten kaikenlaiset vesi- ja rantakasvillisuuteen vaikuttavat toimenpiteet tulee arvioida tämän viitekehyksen pohjalta. Vähän-Tahkon vesikasvillisuuden arvot tulisi ensinnä yksityiskohtaisella kartoitustutkimuksella selvittää ja tältä perustalta arvioida mahdolliset järven vesi- ja rantakasvillisuuteen kohdistuvat hoitotoimenpiteet. Valkjärvellä muodostaa karvalehti erityisen vaikean vesikasviongelman, jonka ratkaisuna lienee vain mekaaninen poisto ja ehkä pysyvämpänä tavoitteena järven pH-arvon rajaaminen selvästi alle arvon 8,0. Hirsijärven Pitkälähdellä on jo toteutettu vesikasvillisuuden niittoa hoitotyönä, mutta muualta järvestä vesikasvillisuuden laajempaa poistoa ei ole tarpeellista tehdä. Isolla-Tahkolla ja Palmutjärvellä vesikasvillisuudesta ei ole siinä määrin haittoja, että kasvustoja pitäisi laajemmalti poistaa.

#### \* **Pohjasedimenttiin kohdistuvat toimenpiteet**

Järvien syvänealueilla sedimentin pintakerroksen laatu usein huononee, joten järvien tilan parantaminen edellyttäisi sedimenttiin kohdistuvien toimenpiteiden toteuttamista. Teoriassa syvänealueiden sedimenttiä voidaankin peittää, poistaa tai pöyhiä. Käytännössä jo pelkästään teknis-taloudellisten ongelmien vuoksi on näiden toimenpiteiden toteuttaminen kokonaisen 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 suuremmat hankkeet edellyttävät vesilainsäädännön mukaiset luvat. Pienistäkin ruoppauksista on aina tehtävä ajoissa ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ruoppausmassoille on myös löydettävä riittävän tilavat kiintoaineksen laskeuttami-

sen allasalueet. Tämän raportin järvillä ei ole aiheellista ryhtyä ilman tarkkoja lisätutkimuksia toteuttamaan laajempia pohja-sedimentteihin kohdistuvia hoitotoimenpiteitä.

#### \* **Kemikaalikäsittely**

Rehevän järven vedessä olevaa fosforia voidaan saostaa kemiallisesti ja siten vähentää oleellisesti veden fosforipitoisuutta. Saostuskemikaalina käytetään mm. talousvedenpuhdistamoilta tuttua polyalumiinikloridia tai alumiini- tai rautasulfaattia. Kemialliseen käsittelyyn soveltuvat pienehköt, voimakkaasti rehevöityneet järvet, joiden ulkoinen kuormitus ei ole runsasta. Kemikaalikäsittelyn onnistuminen edellyttää ulkoisen kuormituksen minimointia, sopivia hydrologisia olosuhteita (järven tilavuus alle 1 milj. m<sup>3</sup> ja vesien viipymäärä yli yhden vuoden) ja lisäksi rehevöitymisen tulisi johtua järven sisäisestä ravinnekuormituksesta. Fosforin saostuksen kertakäsittelyn kustannukset ovat olleet 40 - 170 euroa/ha. Menetelmän ongelma on myös vaikutusten lyhytaikaisuus; käsittely joudutaan uusimaan 3 - 5 vuoden välein. Useimmiten kemikaalikäsittelyn seurauksena järven koko kalakanta tuhoutuu. Tämän raportin järvistä saattaisi Valkjärvellä kemikaalikäsittely onnistua ja asia kannattaisi erikseen selvittää. Käsittely voisi myös alentaa järven veden pH-arvoa, jolloin ongelmallisen runsaat karvalehden kasvustot ehkä vähenisivät. Ison-Tahkon ja Palmutjärven osalta hoitokeinon hyödyllisyys kariutunee pieniin viipymääriin.

#### \* **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 myös vesikasvillisuuden, kasvi- ja eläinplanktonin sekä pohja-eläimistön tutkimiseen. Myöhemmät, vertailevat seurantatutkimukset osoittavat tehtyjen hoitotoimenpiteiden "osumatarkkuuden" - tulokset, mikä puolestaan luo perustan oikeiden jatkotoimenpiteiden suunnittelulle ja toteuttamiselle.

Tutkimuksen järvistä on olemassa vaihtelevissa määrin tutkimustuloksia, mutta etenkin järvien biologiasta on kaiken kaikkiaan varsin niukalti tutkimustietoja. Sen tähden järvien mahdollisten hoitoyhdistysten tai -ryhmien toimesta on suositeltavaa laatia pitkäjänteinen järvien tilan seurantaohjelma, jonka toteuttamiseen voidaan pyrkiä sekä vesiensuojeluviranomaisten tuen että yhdistykselle jäsenistöltä, EU-rahoituksesta tms. lähteistä hankittavilla varoilla.

**Lähdeluettelo:**

- IIVONEN, P., 1998. Happamoituneiden vesien kalkitus. -Ympäristö-opas 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.
- Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry., 1986. Lausunto Ella Hallamalle Iso-Tahkon tarkkailututkimuksesta 9.7.1986, 2 s. + 3 liitettä (liitteenä lausunnossa: VOGT, 1983).
- Maanmittauslaitos, 1999. Maastokartta 2023, Suomensjärvi.
- PIVET, 2002. Kts. Suomen ympäristökeskus, 2001.
- RAUTIAINEN, V.-P., 1981. Omenajärven kasvillisuuskartoitus. -Tutkimusraportti, 6 s. + 4 karttaa (liitteenä lausunnossa: VOGT, 1983).
- REKOLAINEN, S., KAUPPI, L. & E. TURTOLA, 1992. Maatalous ja vesien tila. -Maa- ja metsätalousministeriö, Luonnonvarajulkaisuja 15, 61 s.
- 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.
- VILKKI, J., 1978. Rantakasvillisuusden kartoitus Kiikalan Omenajärvellä. -Tutkimusraportti 4 s. + kartta (liitteenä lausunnossa: VOGT, 1983).
- VOGT, H., 1983. Kiikalan-Suomensjärven Omenajärvi. Selvitys järven tilasta sekä alustava hoito- ja suojelusuunnitelma. -Selvitys Salon seudun luonnonsuojeluyhdistys ry:lle, 23 s. + 8 liitettä.
- VOGT, H., 1990. Iso-Tahko. Järven tilan parantamismahdollisuudet. -Lausunto Iso-Tahkon suojeluyhdistys ry:lle, 7 s. + 2 liitettä.
- VOGT, H., 1991. Ison-Tahkon tutkimustulokset 1.4. ja 2.9.1991. -Tutkimustiedot 17.6. ja 25.10.1991 Ison-Tahkon suojeluyhdistys ry:lle, 5 s.
- VOGT, H., 2000a. Kiskonjoen vesistön Rytköjärvien sekä Piil- ja Valkjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000. -Järvitutkimus-O<sub>2</sub> Ky:n monisteraportti Kiskon, Muurlan ja Perttelin kunnille, 80 s., Pertteli.
- VOGT, H., 2000b. Perttelin kunnan järvien vedenlaadun ja tilan perustutkimus. -Järvitutkimus-O<sub>2</sub> Ky:n monisteraportti Pertteliin, 141 s.
- VOGT, H., 2000c. Muurlan Ylisjärven vedenlaatu vuonna 2000 sekä järven hoitokeinot. -Järvitutkimus-O<sub>2</sub> Ky:n moniste Muurlan kunnalle, 109 s.
- VOGT, H., 2001. Muurlan Lammi- ja Metsä-Valkjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000 sekä järvien hoidon periaatteet. -Järvitutkimus-O<sub>2</sub> Ky:n monisteraportti Muurlan kunnalle, 125 s., Muurla.
- Ympäristöministeriö, 1992. Erityissuojelua vaativat vesistöt. -Vesistöjen erityissuojelun 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 + 13 sivua
- Liite 5b: Vesikasvikartoituksen tulokset, otsikkosivu + 6 sivua
- Liite 5c: Sedimenttitutkimusten tulokset, otsikkosivu + 6 sivua

Kuva- ja karttaliitteet, 1 otsikkosivu

- Kuvaliite 1: Järvien näkösyvyydet vuonna 2001, 1 sivu
- Kuvaliite 2a: Valkjärven ja Ison-Tahkon veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 2b: Hirsijärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 3a: Järvien rehevyys kesä 2001 tutkimuksissa kokonaisfosforin ja -typen sekä klorofylli a:n perusteella, 1 sivu
- Kuvaliite 3b: Omenojärven rehevyys eri kesätutkimuksissa, 1 sivu
- Kuvaliite 3c: Ison-Tahkon rehevyys eri kesätutkimuksissa, 1 sivu
- Kuvaliite 3d: Hirsijärven rehevyys Pakosaaren pisteellä eri kesätutkimuksissa, 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 (A3)

LIMNOLOGISTEN KÄSITTEIDEN SELITYSSANASTO*koostanut: Päivi Joki-Heiskala*

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

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

<b>pohjavesi</b>	maan sisällä olevat makeavesivarat, vrt. pintavesi
<b>pohjaeläimistö</b>	vesistön pohjasedimenteissä elävät selkärangattomat eläimet
<b>polyhumoosinen</b>	järvi, jonka vedessä on runsaasti humusyhdisteitä, ruskeavetinen, vrt. oligo- ja mesohumoosinen
<b>profundaali</b>	syvän veden pohja-alue, jossa suurvesikasveja ei enää kasva, vrt. litoraali
<b>päällysvesi</b>	epilimnion, termisen kerrostuneisuuden vallitessa ylimpänä oleva suhteellisen tasalämpöinen vesikerros, vrt. alusvesi, harppauskerros, välivesi
<b>ravintoketju</b>	energiaa siirtyy eliöryhmästä toiselle ravintoketjuja pitkin, esim. kasvi -> kasvin-syöjäeläin -> petoeläin
<b>rehevöityminen</b>	biologisen tuotannon kasvu vesissä, aiheutuu ravintokuormituksesta ja voi aiheuttaa vesistöissä esim. hapen vähenemistä ja sinileväkukintoja
<b>resuspensio</b>	aallokon matalilta rannoilta veteen irrottamat ja yleensä kiintoainekseen sitoutuneet ravinteet
<b>secchi-levy</b>	valkolevy, jolla mitataan veden näkösyvyys
<b>sedimentti</b>	pohjakerrostuma, pohjaliete
<b>sinilevä</b>	kasviplanktoniin kuuluva eliöryhmä, joka luetaan biologisen systematiikan mukaan bakteereihin (sy-anobakteerit). Eräät lajit kykenevät sitomaan veden liuennutta ilmakehän tyyppiä. Muodostavat vedenkukkaa noustessaan pintaan. Suomessa on kymmeniä eri sinilevälajeja, joista osa muodostaa myrkyllisiä kantoja. Sinilevien myrkyllisyys voidaan todeta vain laboratoriotutkimusten avulla.
<b>sisäinen kuormitus</b>	pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinteet tulevat uudelleen liukoiseen muotoon ja kasvien käyttöön, syntyy esim. bioturbaation, resuspension, hapen vähenemisen tai korkean pH:n seurauksena, vrt. ulkoinen kuormitus
<b>talvikerrostuneisuus</b>	talvisin järvissä vallitseva lämpötilan kerrostuneisuus, kylmä vesi on ylhäällä
<b>terminen kerrosteisuus</b>	järven vesimassan jakaantuminen lämpötilan perusteella pystysuunnassa päälly-, väli- ja alusveden kerroksiksi
<b>termokliini</b>	kts. harppauskerros, välivesi, vrt. epi-, hypo- ja metalimnion
<b>ulkoinen kuormitus</b>	järveen sen vesistöalueelta ja suoraan sadeveden mukana tulevat ravinteet, orgaaniset aineet ja vierasaineet, vrt. sisäinen kuormitus
<b>valuma</b>	vesimäärä, joka virtaa alueelta pinta-alayksikköä kohti määrääjassa
<b>valuma-alue</b>	alue, jolta kaikki vesiuomaan tietyn poikkileikkauksen kautta virtaavat vedet kerääntyvät
<b>vedenkukka</b>	runsaana esiintyvä kasviplankton, joka tyynellä säällä nousee veden pintaan, tavallisesti sinilevää
<b>vesistöalue</b>	koko vesistön kattava valuma-alue
<b>virtaama</b>	uoman kautta aikayksikössä virtaavan veden määrä
<b>välivesi</b>	kts. harppauskerros, termokliini, vrt. epi-, hypo- ja metalimnion
<b>äyriäisplankton</b>	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](http://www.salonseutu.fi)
- [www.salonseudunvesistot.net](http://www.salonseudunvesistot.net)
- projektipäällikkö Lasse Svahnback puh. 778 2147

#### Kiskonjoen vesistöalueen kunnat:

##### -kuntayhtymän kunnat

Kiikalan kunta

Muurlan kunta

Perttelin kunta

Someron kaupunki

Särkisalons kunta

##### -Uudenmaan kunnat

Karjalohjan kunta

Pohjan kunta

Tammisaaren kaupunki

Kiskon kunta

Perniön kunta

Salon kaupunki

Suomusjärven kunta

Nummi-Pusulan kunta

Sammatin kunta

-Kuntien internet-osoitteet ovat mallia: [www.kunta.fi](http://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

-Itsenäisydenaukio 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](http://www.ymparisto.fi)

#### Maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosasto

-Kluuvikatu 4 A, 00023 Valtioneuvosto p. 09-1601 [www.mmm.fi](http://www.mmm.fi)



## **JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky**

**TE-keskukset ja niiden kalatalousyksiköt** [www.te-keskus.fi](http://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 Suomusjärvi p. 02-739 2800

-internet: [www.lounais-suomenmaaseudunkehittamisyhdistys.fi](http://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](http://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-O<sub>2</sub> 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

-uusialue 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)

J Ä R V I	Palmutjärvi	Omenojärvi	Valkjärvi	Iso-Tahko	Vähä Tahko	Hirsijärvi
Valuma-alue, km <sup>2</sup>	2,2	19,1	1,1	10,3	2,0	81,6
-järvisyys, %	10	10	35	5	5	10
-peltoa, % *	20	25	20	20	10	20
-suota, % *	15	20	0	20	15	5
Pinta-ala, ha	18	166	36	35	11	525
Maksimisyvyys, metriä *	1,8	1,3	7,5	5,7	1,2	12
Keskisyvyys, metriä *	1,0	0,6	3,5	2,5	0,5	4,5
Tilavuus, milj. <sup>3</sup> *	0,2	1,0	1,2	0,9	0,05	23,6
Teor. viipymä, kuukausia *	3	2	42	3,5	1	12
Korkeustaso, mmpy	69,0	66,1	51,2	48,8	49,1	48,5
Loma-asuntoja, kpl *	0	10	50	20	2	270

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

J Ä R V I	Palmutjärvi	Omenojärvi	Valkjärvi	Iso-Tahko	Vähä-Tahko	Hirsijärvi
<b><u>Fosfori</u></b>						
-haja-asutus	4	20	10	12	2	-ei arv. <sup>3)</sup>
-loma-asutus	0	1	5	2	0	20
-maatalous <sup>1)</sup>	70	760	35	330	32	2600
-metsätalous	2	17	1	8	2	60
-ilmalaskema <sup>2)</sup>	2	17	4	4	1	50
-luonnonhuuht.	12	105	5	54	10	450
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b>90</b>	<b>920</b>	<b>60</b>	<b>410</b>	<b>47</b>	<b>3180</b>
<b><u>Typpi</u></b>						
-haja-asutus	25	130	75	80	15	-ei arv. <sup>3)</sup>
-loma-asutus	0	5	15	10	0	80
-maatalous <sup>1)</sup>	660	7200	330	3090	300	24500
-metsätalous	15	120	10	70	15	570
-ilmalaskema <sup>2)</sup>	160	1300	280	280	90	4200
-luonnonhuuht.	400	3500	140	1900	380	15000
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b>1260</b>	<b>12255</b>	<b>850</b>	<b>5430</b>	<b>800</b>	<b>44350</b>
Huom. Käytettyjen ominaiskuormitusten arvot on selostettu raportin luvussa 3.4.						
1) vain peltoviljelmät 2) suoraan järveen 3) valuma-alueen laajuuden takia arviointi liian epätarkkaa						

## **L I I T E 5a:**

### **Vesitutkimusten tulokset**

-yhteensä otsikkosivu + 13 sivua

<b>Palmutjärvi,</b>	02.4. ja 02.8.2001, 2 sivua
<b>Omenojärvi,</b>	21.8.2000, 10.7.2001 ja 05.9.2001, 2 sivua
<b>Valkjärvi (Hirsijärvi),</b>	02.4. ja 21.8.2001, 2 sivua
<b>Iso-Tahko,</b>	14.3. ja 5.8.2001, 2 sivua
<b>Vähä-Tahko,</b>	14.3. ja 5.8.2001, 2 sivua
<b>Hirsijärvi (pohj.),</b>	21.8.2000 ja 10.7.2001, 1 s.
<b>Hirsijärvi (etelä),</b>	21.8.2000 ja 09.7.2001, 1 s.
<b>Hirsijärvi (Pakos.)</b>	24.8.2001, 1 sivu

Tutkimuskohde:	PALMUTJÄRVI, Kiikala		Yhtenäiskoordinaatit: p 6707289 i 3307922	
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo			
Päivämäärä ja sää:	02.04.2001		-aurinkoista, +3 °C	
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 50 cm ; -kokonaissyvyys 1,7 m ; -jää 30 cm, ei lunta jäällä			
Analyysitulokset:				
Näytesyvyys, m	0,5	1,0	1,5	1,7
Lämpötila, °C	2,2	3,0	3,8	4,2
Happi, mg O <sub>2</sub> /l	6,2		3,4	1,3 <sub>s</sub>
Happikyll., O <sub>2</sub> -%	46		27	10
pH/ -laborator. -on site	6,4 6,21		6,4 6,25	6,34 <sub>s</sub>
Sähkönjoht., mS/m	6,9		7,4	
Alkalinit., mmol/l	0,35		0,42	
Väriluku, mg Pt/l	≈300		≈300	
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	15	/42	23	
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*		19		
Kok.typpi, µg N/l*		1300		
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*				
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*				
Kok.fosfori, µg P/l*		86		
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*				
Redox, mV	+256		+258	+143 <sub>s</sub>
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.				
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä				

Tutkimuskohde:	PALMUTJÄRVI, Kiikala		Yhtenäiskoordinaatit: p 6707289 i 3307922						
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo								
Päivämäärä ja sää:	02.08.2001		sää: 21 °C, aurinkoista, heikkoa tuulta						
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 35 cm ; -kokonaissyvyys 1,7 m								
Analyytitulokset:									
Näytesyvyys, m	0-1 m		0,5	1,5	1,7				
Lämpötila, °C			20,2	20,2	20,2				
Happi, mg O <sub>2</sub> /l			9,9	9,9					
Happikyll., O <sub>2</sub> -%			112	112					
pH/ -laborator. -on site	7,2		7,76	7,64	6,69s				
Sähkönjoht., mS/m	6,3								
Alkalinit., mmol/l	0,46								
Väriluku, mg Pt/l	≈110								
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	10 8,0								
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*	21								
Kok.typpi, µg N/l*	1400								
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*	<5								
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*	4								
Kok.fosfori, µg P/l*	130								
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*	10								
Klorofylli a, µg/l*	85								
Redox, mV			+168	+173	+186s				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.									
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä									
Vedessä oli voimakas sinileväkukinta. Veden vahvan sameuden vuoksi värin arvo on epätarkka.									

Tutkimuskohde:	<b>OMENOJÄRVI</b> , Kiikala ja Suomensjärvi Yhtenäiskoordinaatit: <b>p</b> 6705400 <b>i</b> 3309100										
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo										
Tutkimus ja pvm:	<b>-suurten järvien rehevyyskartoitukset: a) 21.08.2000 ip. b) 10.07.2001 ip.</b>										
Syvyydet:	-näkösyvyys: a) 30 cm, b) 35 cm ; -kokonaissyvyys: a) 1,1 m, b) 1,1 m										
Analyysitulokset:	<b>a)</b>					<b>b)</b>					
Näytesyvyys, m		0-1 m		0-1 m							
Lämpötila, °C		18,7		23,0							
Happi, mg O <sub>2</sub> /l		7,6		6,0							
Happikyll., O <sub>2</sub> -%		84		72							
pH/ -laborator. -on site		6,95		7,3							
Sähkönjoht., mS/m		7,7		8,1							
Alkalinit., mmol/l		0,46									
Väriluku, mg Pt/l		70		≈220							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		/33		14 /25							
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*		19		20							
Kok.typpi, µg N/l*		1700		1400							
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*		<5		<5							
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*		30		<3							
Kok.fosfori, µg P/l*		130		110							
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*		13		13							
Klorofylli a, µg/l*		63		58							
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.											
Huom. Sää: a) iltapäivä, +18 °C, puolipilvistä, tyyntä ; b) iltapäivä, +24 °C, lämmintä, aurinkoista ja tyyntä Lisätietoja rehevyyskartoituksen tuloksista on Kiskonjoki-projektin järvi-tutkimuksen osaraportissa I. Elokuun 2000 tutkimuksen aikana vedessä oli voimakas sinileväkukinta ja myös heinäkuussa 2001 vedessä näkyi vihreää leväsamennusta.											

## JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky



Tutkimuskohde:	OMENOJÄRVI, Kiikala ja Suomensjärvi Yhtenäiskoordinaatit: p 6705550 i 3309900											
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Tutkimus:	-sedimenttitutkimuksen vesinäytteet: 05.09.2001 ip.											
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 30 cm ; -kok.syv. 1,2 m ; sää: 17 °C, puolipilvistä, tyyntä											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m		0,5	1,2									
Lämpötila, °C		16,2	16,2									
Happi, mg O <sub>2</sub> /l		11,0										
Happikyll., O <sub>2</sub> -%		115										
pH/ -laborator. -on site		8,93	6,57 <sub>s</sub>									
Sähkönjoht., mS/m		7,8										
Alkalinit., mmol/l												
Väriluku, mg Pt/l		≈140										
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		16 13										
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*												
Kok.typpi, µg N/l*												
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*												
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*												
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*												
Redox, mV		+163	+58 <sub>s</sub>									
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Vedessä oli voimakasta sinileväkukintaa, mikä veden muun sameuden ohella teki väriarvon määrittelyn epävarmaksi.												

Tutkimuskohde:	VALKJÄRVI, Hirsijärvi, Kisko		Yhtenäiskoordinaatit: p 6699779 i 3301511							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo									
Päivämäärä ja sää:	02.04.2001		-sää: +5 °C, aurinkoista							
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 190 cm ; -kokonaissyvyys 7,2 m ; -jää 35 cm, ei lunta jäällä									
Analyysitulokset:										
Näytesyvyys, m		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,5	7,2	
Lämpötila, °C		3,5	4,2	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	
Happi, mg O <sub>2</sub> /l		8,8	8,6	8,6	8,5	7,5	4,6	4,2	3,4s	
Happikyll., O <sub>2</sub> -%		68	68	68	68	60	37	35	27	
pH/ -laborator. -on site		6,9 6,86		6,9		6,8		6,7 6,70	6,66s	
Sähkönjoht., mS/m		8,4		9,4		9,7		10,2		
Alkalinit., mmol/l		0,53		0,55				0,63		
Väriluku, mg Pt/l		35		35		35		45		
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		2,3 /4,3		2,5		2,5		3,0 /6,8		
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*		4,0		4,6		4,1		4,0		
Kok.typpi, µg N/l*		610		600		600		610		
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*										
Kok.fosfori, µg P/l*		15		18		22		37		
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*										
Klorofylli a, µg/l*										
Redox, mV		+289						+172	+121s	
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.										
Huom.										

JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky

Tutkimuskohde:	VALKJÄRVI, Hirsijärvi, Kisko		Yhtenäiskoordinaatit: p 6699779 i 3301511									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	21.08.2001		-sää: 20 °C, pilvistä, heikkoa tuulta									
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 120 cm ; -kokonaissyvyys 7,0 m											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,5	7,0		
Lämpötila, °C			20,3	20,3	20,3	20,3	19,9	17,6	14,4	13,4		
Happi, mg O <sub>2</sub> /l			10,2	9,3	9,4		3,7	2,9	0,3	0,2s		
Happikyll., O <sub>2</sub> -%			115	105	106		42	31	3	2		
pH/ -laborator. -on site	8,6		8,99		8,7		7,2		6,7			
Sähkönjoht., mS/m	9,0				9,1		9,1		11,5			
Alkalinit., mmol/l	0,54						0,56		0,84			
Väriluku, mg Pt/l	20				25		30		130			
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	3,0				2,5		2,5		8,5			
	2,2				2,5		1,5		8,0			
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*	5,7						4,2		5,2			
Kok.typpi, µg N/l*	640						470		1300			
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*	<5											
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*	<3											
Kok.fosfori, µg P/l*	52						33		230			
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*	7											
Klorofylli a, µg/l*	48											
Redox, mV			+228		+227		+276	+276	+137	-57s		

\*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.

Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Noin 6,5 m:n syvyydestä alaspäin tuntui vedessä rikkivedyn haju. Alimman syvyyden värin ja sameuden arvoihin on vaikuttanut pelkistyneiden rauta- ym. yhdisteiden hapettuminen ja sakkautuminen ennen analysointia. Vedessä oli sinileväkukintaa.

**JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky**

Tutkimuskohde:	ISO-TAHKO, Kisko		Yhtenäiskoordinaatit: p 6696905 i 3303694							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo									
Päivämäärä ja sää:	14.03.2001					sää: +2 °C, puolipilvistä				
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 50 cm ; -kokonaissyvyys 5,7 m ; -jää 35 cm, ei lunta jäällä									
Analyysitulokset:										
Näytesyvyys, m		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,6	5,7		
Lämpötila, °C		1,7	2,4	3,5	4,2	4,4	4,5			
Happi, mg O <sub>2</sub> /l		8,8	7,4	6,4	4,2	2,2	1,0			
Happikyll., O <sub>2</sub> -%		73	56	50	34	17	8			
pH/ -laborator. -on site		6,2 6,11		6,2		6,3 6,35	6,41	6,46s		
Sähkönjoht., mS/m		6,7		6,7		7,9				
Alkalinit., mmol/l		0,23		0,23		0,36				
Väriluku, mg Pt/l		≈210		≈300		≈400				
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		17 /35		23		25				
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*		24		24		24				
Kok.typpi, µg N/l*		1300				1600				
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*										
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*										
Kok.fosfori, µg P/l*		69		93		130				
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*										
Klorofylli a, µg/l*										
Redox, mV		+304				+305	+199	+169s		
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.										
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Väriin arvot ovat veden voimakkaan sameuden takia epätarkat.										

JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky

Tutkimuskohde:	ISO-TAHKO, Kisko		Yhtenäiskoordinaatit: p 6696905 i 3303694										
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo												
Päivämäärä ja sää:	05.08.2001		-sää: 20 °C, puolipilvistä, heikko tuulta										
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 50 cm ; -kokonaissyvyys 5,6 m												
Analyysitulokset:													
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	5,6				
Lämpötila, °C			19,7	19,4	17,8	15,2	14,2	12,8					
Happi, mg O <sub>2</sub> /l			8,0	7,8	3,0	1,1	0,0	0,0s					
Happikyll., O <sub>2</sub> -%			90	87	33	11	0	0					
pH/ -laborator. -on site	6,9		7,03	6,8	6,6	5,68	6,6	5,76	5,88	5,93s			
Sähkönjoht., mS/m	5,9		5,9	6,3			7,3						
Alkalinit., mmol/l	0,23			0,28			0,45						
Väriluku, mg Pt/l	120		120	180			≈400						
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	7,0 4,0/16		6,5 4,0/20	10 6,5/32			36 24/77						
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*	16		17	17			24						
Kok.typpi, µg N/l*	810		810				1500						
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*	<5												
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*	9												
Kok.fosfori, µg P/l*	69		72	97			270						
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*	9												
Klorofylli a, µg/l*	36												
Redox, mV			+250		-1	-100	-114	-123	-180s				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.													
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Alimpien syvyyksien veden värin ja sameuden arvot ovat epätarkat veden voimakkaan sameuden ja ennen analysointia tapahtuneen pelkistyneiden rauta- ym. yhdisteiden saostumisen takia. Vedessä näkyi kohtalaisesti sinilevähiutaletta.													

JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky

Tutkimuskohde:	VÄHÄ-TAHKO, Kisko		Yhtenäiskoordinaatit: p 6695700 i 3303700	
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo			
Päivämäärä ja sää:	14.03.2001		-aurinkoista, +2 °C	
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 85 cm ; -kokonaissyvyys 1,2 m ; -jää 35 cm, ei lunta jäällä			
Analyytitulokset:				
Näytesyvyys, m	0,7	1,0	1,2	
Lämpötila, °C	1,8	2,0	2,2	
Happi, mg O <sub>2</sub> /l	0,2		0,1s	
Happikyll., O <sub>2</sub> -%	2		1	
pH/ -laborator.	5,8			
-on site	5,81		6,23s	
Sähkönjoht., mS/m	5,5			
Alkalinit., mmol/l	0,22			
Väriluku, mg Pt/l	180			
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	3,0			
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*	24			
Kok.typpi, µg N/l*	760			
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*				
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*				
Kok.fosfori, µg P/l*	36			
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*				
Klorofylli a, µg/l*				
Redox, mV	+228		+155s	
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.				
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä				

JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky

Tutkimuskohde:	VÄHÄ-TAHKO, Kisko		Yhtenäiskoordinaatit: p 6695700 i 3303700						
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo								
Päivämäärä ja sää:	05.08.2001		sää: 20 °C, aurinkoista, heikkoa tuulta						
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 75 cm ; -kokonaissyvyys 1,3 m								
Analyysitulokset:									
Näytesyvyys, m	0-1 m		0,5	1,0	1,3				
Lämpötila, °C			20,7	20,7	20,7				
Happi, mg O <sub>2</sub> /l			8,9		8,8 <sub>s</sub>				
Happikyll., O <sub>2</sub> -%			102		101				
pH/ -laborator. -on site	6,8		6,75	6,78	6,00 <sub>s</sub>				
Sähkönjoht., mS/m	4,8								
Alkalinit., mmol/l									
Väriluku, mg Pt/l	90								
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	4,8 3,0								
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*	17								
Kok.typpi, µg N/l*	890								
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*	<5								
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*	4								
Kok.fosfori, µg P/l*	53								
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*	7								
Klorofylli a, µg/l*	34								
Redox, mV			+181	+186	+206 <sub>s</sub>				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.									
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Vedessä näkyi hieman levähiutaletta.									

Tutkimuskohde:	<b>HIRSIJÄRVI, pohjoispää, Kiikala</b> Yhtenäiskoordinaatit: <b>p</b> 6700400 <b>i</b> 3304900										
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo										
Tutkimus ja pvm:	<b>-suurten järvien rehevyyskartoitukset: a) 21.08.2000 ip. b) 10.07.2001 ip.</b>										
Syvyydet:	-näkösyvyys: a) 50 cm, b) 50 cm ; -kokonaissyvyys a) 4,0 m , b) 3,9 m										
Analyysitulokset:	<b>a)</b>					<b>b)</b>					
Näytesyvyys, m		0-2 m		0-2 m							
Lämpötila, °C		18,3		23,5							
Happi, mg O <sub>2</sub> /l		9,8		7,7							
Happikyll., O <sub>2</sub> -%		107		93							
pH/ -laborator. -on site		8,10		7,8							
Sähkönjoht., mS/m		7,2		6,3							
Alkalinit., mmol/l		0,33									
Väriluku, mg Pt/l		70		150							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		/14		/17							
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*		16		12							
Kok.typpi, µg N/l*		1100		1200							
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*		<5		<5							
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*		6		8							
Kok.fosfori, µg P/l*		100		91							
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*		22		9							
Klorofylli a, µg/l*		57		67							
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.											
Huom. Sää: a) iltapäivä, +19 °C, aurinkoista ja tyyntä ; b) iltapäivä, +23 °C, puolipilvistä ja heikkoa tuulta Lisätietoja rehevyyskartoituksen tuloksista on Kiskonjoki-projektin järvi-tutkimuksen osaraportissa I. Vedessä oli molemmilla kerroilla voimakas savisameus ja runsaasti hienojakoista, vihertävää leväkasvua .											

## JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky



Tutkimuskohde:	<b>HIRSIJÄRVI, eteläpää, Kisko</b>		Yhtenäiskoordinaatit: <b>p</b> 6691500 <b>i</b> 3302400							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo									
Tutkimus ja pvm:	<b>-suurten järvien rehevyyskartoitukset: a) 21.08.2000 ip. b) 09.07.2001 ap.</b>									
Syvyydet:	<b>-näkösyvyys: a) 60 cm, b) 55 cm ; -kokonaissyvyys a) 1,7 m , b) 1,8 m</b>									
Analyysitulokset:	<b>a)</b>		<b>b)</b>							
Näytesyvyys, m	0-1 m		0-1 m							
Lämpötila, °C	18,4		24,8							
Happi, mg O <sub>2</sub> /l	9,4		9,0							
Happikyll., O <sub>2</sub> -%	103		110							
pH/ -laborator. -on site	8,29		7,1							
Sähkönjoht., mS/m	8,2		6,6							
Alkalinit., mmol/l	0,43									
Väriluku, mg Pt/l	65		130							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	/15		8,0 /15							
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*	12		13							
Kok.typpi, µg N/l*	720		760							
Nitr.typpi, µg NO <sub>23</sub> /l*	<5		<5							
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*	3		12							
Kok.fosfori, µg P/l*	60		47							
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*	7		7							
Klorofylli a, µg/l*	23		19							
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.										
Huom. Sää: a) iltapäivä, +19 °C, aurinkoista ja tyyntä ; b) aamupäivä, +23 °C, hellettä, aurinkoista ja tyyntä Lisätietoja rehevyyskartoituksen tuloksista on Kiskonjoki-projektin järvi- tutkimuksen osaraportissa I. Vedessä oli molemmilla kerroilla voimakas savisameus ja runsaasti hienojakoista, vihertävää leväkasvua - kuitenkin vähemmän kuin järven pohjoispäässä.										

**JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky**

Tutkimuskohde:	<b>HIRSIJÄRVI, Pakosaari, Kisko</b> Yhtenäiskoordinaatit: <b>p</b> 6693050 <b>i</b> 3301900											
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Tutkimus:	<b>-sedimenttitutkimuksen vesinäytteet: 24.08.2001 ap.</b>											
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 85 cm ; -kok.syv. 10,5 m ; sää: 18 °C, puolipilvistä, tyyntä											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m		1,0	6,0	9,5	10,5							
Lämpötila, °C		19,8	18,0	18,0	18,0							
Happi, mg O <sub>2</sub> /l		8,6	7,7	7,4	5,7 <sub>s</sub>							
Happikyll., O <sub>2</sub> -%		96	84	80	62							
pH/ -laborator. -on site		6,6 7,32		6,4 7,08	6,79 <sub>s</sub>							
Sähkönjoht., mS/m		7,0		7,3								
Alkalinit., mmol/l		0,31		0,32								
Väriluku, mg Pt/l		75		85								
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		4,5 3,0		6,5 4,5								
KHT (COD), mg O <sub>2</sub> /l*												
Kok.typpi, µg N/l*												
Amm.typpi, µg NH <sub>4</sub> -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*												
Fosfaatti, µg PO <sub>4</sub> -P/l*												
Redox, mV		+213		+219	+182 <sub>s</sub>							
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Tyyneen vesipintaan kohosi syvältä harvinaisen runsasta kuplintaa eli todennäköisesti pohja- sedimentissä tapahtuneen voimakkaan metaanikäymisen kaasukuplintaa. Vedessä näkyi myös viher- tävää leväsamennusta.												

JÄRVITUTKIMUS-O<sub>2</sub> Ky

## Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen vesikasvikartoituksen tulokset

### Osa IV: Hirsijärven vesistön järvien tila ja hoito

## LIITE 5 b

---

<b>Palmutjärvi</b>	2.8.2001, 1 s.
<b>Valkjärvi</b>	21.8.2001, 2 s.
<b>Iso-Tahko</b>	5.8.2001, 1 s.
<b>Vähä-Tahko</b>	5.8. ja 24.8.2001, 1 s.
<b>Hirsijärvi</b>	24.8. ja 17.9.2001, 1 s.

**Omenojärven** vesikasvillisuuden tutkiminen ei sisältynyt projektiin, koska järvestä on aiemmin tehty tarkat kasvikartoitukset (RAUTIAINEN, in VOGT, 1983 ja Lounais-Suomen ympäristökeskus käynnissä olevan järven Life-rahoituksen kunnostusprojektin yhteydessä).

---

#### Tutkimusmenetelmä:

Järvi kierrettiin soutamalla ja vesikasvit havainnoitiin veneestä käsin. Pohjalla kasvaneet pohjaruusukkeet, uposkasvit ja sammaleet 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 järvestä. Omenojärven kasvillisuutta ei kartoitettu. Hirsijärveä ei kierretty kokonaan, vaan kasvillisuutta kartoitettiin rannalta käsin etupäässä lahtien kohdalta sekä veneellä järven keskiosasta. Vesikasvien määrittäminen teki 7.8.2001 asti limnologi Hans Vogt ja sen jälkeen 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

## PALMUTJÄRVI, 2.8.2001

Vesikasvillisuuden merkitys Palmutjärvessä on erittäin suuri. Järveä kehystää lähes kokonaan leveä rantaluhta, jossa kasvaa runsaasti mm. suovehkaa, suursaroja, leveösmankäämiä ja pajukkoa vesirajaan asti. Kelluslehtiset vesikasvit kattavat arviolta 1/4 koko vesialasta. Palmutjärvi on rehevä ja pehmeäpohjainen, joten upos- ja pohjalehtisten vesikasvien puuttumisen selittää savisamea vesi..

### HAVAITUT VESIKASVILAJIT

#### Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y  
leveösmankäämi (*Typha latifolia*), e, y

#### Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y  
palpakko (*Sparganium sp.*)  
uistinviita (*Potamogeton natans*), i, y

#### Irtokellujat

kilpukka (*Hydrocharis morsus-ranae*), e, h  
pikkulimaska (*Lemna minor*), m-e, p

#### Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sara (*Carex sp.*)  
suovehka (*Calla palustris*), i, y

Palmutjärvi kuuluu kasviekologiselta järvityypiltään lähinnä osmankäämi-sarpiojärviin (*Typha-Alisma* -tyyppi). Natura 2000 -luontotyyppien mukaan se on *luontaisesti runsasravinteinen järvi*. Järven kasvillisuudesta olisi suositeltavaa tehdä tarkempi kartoitus

## Salon Järvitutkimus

### VALKJÄRVI (Hirsijärvi), 21.08.2001

Valkjärven kaakkoisrannat ovat melko loivia, yleisimmin kovia, hiekkapohjaisia, kivisiä ja kalliisia. Järven rannoista noin puolet on kalliorantoja. Kasvillisuuden merkitys Valkjärvesä on suuri. Ilmaversoisia ei ole paljoakaan, vain järvikortetta kasvaa harvakseltaan sekä muutamalla rannalla järviruokoa ja saroja. Ilmaversoisten puuttumisen syynä on ilmeisimmin järvellä asustava piisami. Myös kelluslehtisiä on vähän, vain luusuassa on noin 5 - 10 metriä leveä ulpukkasvusto. Valkjärven kasvillisuutta hallitsee karvalehti, joka havaittiin ranta-asukkaiden mukaan järvessä ensimmäisen kerran kesinä 1997-1998. Laji on runsastunut kahden viimeisen kesän aikana (vv. 2000 - 2001) siten, että vuonna 2000 se kasvoi runsaana jo järven länsipäädyssä ja vuonna 2001 runsas kasvusto oli saavuttanut myös järven itäpäädyn. Karvalehden seassa kasvaa paikoin erittäin runsaasti ruskoärviää. Ruskoärviä on runsastunut vuoden 2000 syyskesällä ja sitä kasvaa nykyisin kaikkialla järven rantavyöhykkeillä. Karvalehtikasvien pinnalla näkyi joukoittain keuhkokotiloita (*Lymnea sp.*). Itärannalla kasvoi rihmamaista viherlevää runsaasti ärviöiden seassa. Rantavyöhykkeen lajisto on myös runsas ja monilajinen.

#### HAVAITUT VESIKASVILAJIT

##### Ilmaversoiset

järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y  
järviruoko (*Phragmites australis*), i, y  
ratamosarpio (*Alisma plantago aquatica*), m-e, y  
kurjenmiekkä (*Iris pseudacorus*), e, p  
leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), m-e, p  
haarapalpakko (*Sparganium erectum*), e, h

##### Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*)  
heinävita (*Potamogeton gramineus*), m, p

##### Irtokeijujat

karvalehti (*Ceratophyllum demersum*), e, h

##### Uposlehtiset

ruskoärviä (*Myriophyllum alterniflorum*), m-o, y  
pikkuvita (*Potamogeton brechtoldii*), m-e, p

##### pohjalehtiset

vaalealahnaruoho (*Isoetes echinospora*), o, y  
kolmihedevessirikko (*Elatine triandra*), m-e, p  
mutayrtti (*Limosella aquatica*), m, p  
hapsiluikka (*Eleocharis acicularis*), i, y

# Salon Järvitutkimus

## Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sara (*Carex sp.*)  
rentukka (*Caltha palustris*), m, y  
kurjenjalka (*Potentilla palustris*), i, y  
rantakukka (*Lythrum salicaria*), m, y  
ranta-alpi (*Lysimachia vulgaris*)  
solmuvihvilä (*Juncus articulatus*)  
röyhyvihvilä (*J. effusus*)  
suovehka (*Calla palustris*), i, y  
korpikaisla (*Scirpus silvaticus*), m, y  
rantayrtti (*Lycopus europaeus*), m-e, p

Valkjärvi on ilmeisimmin kuulunut nikkaravinteisiin korte-ruokojärviin (*Equisetum-Phragmites* -tyyppi), mutta järven luonnontila on muuttunut rehevöitymisen ja piisamin laidunnuksen seurauksena. Tämän hetken kasvillisuutta tarkastelemalla järvi luettaisiin lähinnä runsasravinteisiin osmankäämi-sarpiojärviin (*Typha-Alisma* -tyyppi).

## Salon Järvitutkimus

### ISO-TAHKO, 5.8.2001

Vesikasvillisuuden merkitys Isossa-Tahkossa on yleisesti ottaen melko pieni. Vesi on sameaa, rannat ovat pehmeitä ja savisia. Kasvillisuutta on yleensä vain hyvin lähellä rantaviivaa. Lehtimetsää, jossa on etenkin tervaleppää runsaasti, kasvaa vesirajaan asti. Pohjois- ja eteläpäättä kehystävät leveämmät rantaluhdat, joissa kasvaa mm. suovehkaa, runsaasti leveäosmankäämiä sekä keltakurjenmiekkää. Kelluslehtisiä kasvaa niukalti lahdelmissä ja niiden valtalajeina ovat ulpukka ja palpakot. Uposlehtisiä tai pohjalehtisiä vesikasveja ei järvellä havaittu kasvavan.

### HAVAITUT VESIKASVILAJIT

#### Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y  
leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), m-e, p  
keltakurjenmiekkä (*Iris pseudacorus*), e, p  
ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica*), m-e, y

#### Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y  
lumme (*Nymphaea alba*)  
palpakko (*Sparganium sp.*)

#### Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sara (*Carex sp.*)  
ranta-alpi (*Lysimachia vulgaris*)  
suovehka (*Calla palustris*), i, y  
rantakukka (*Lythrum salicaria*), m, y

Iso-Tahko kuuluu kasviekologiselta järvityypiltään runsasravinteisiin osmankäämi-sarpiojärviin (*Typha-Alisma* -tyyppi) ja Natura 2000-luokituksessa se on luontaisesti runsasravinteinen järvi.

## Salon Järvitutkimus

### VÄHÄ-TAHKO, 5.8. ja 24.8.2001

Kasvillisuuden merkitys on Vähässä-Tahkossa erittäin suuri. Järveä ympäröi kauttaaltaan leveä, rehevä rantaluhta. Matalan järven pohjat ovat pehmeitä ja mutamaisia. Rantaluhta-alueilla kasvaa runsaasti ilmaversoisia vesikasveja järviruokoa ja leveösmankkäämiä sekä saroja. Kelluslehtiset, joiden valtalajeina ovat ulpukka, uistinviita ja siimapalpakko, ovat vallanneet lähes koko avovesialueen.

#### HAVAITUT VESIKASVILAJIT

##### Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y  
leveösmankkäämi (*Typha latifolia*), m-e, p  
vesikuusi (*Hippuris vulgaris*), i, y

##### Kelluslehtiset

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

##### Upolehtiset

heinäviita (*Potamogeton gramineus*), m, p  
ahvenviita (*P. perfoliatus*), i, y  
pikkuviita (*P. brechtoldii*), m-e, p

##### Irtokeijujat

isovesiherne (*Utricularia vulgaris*), i, y  
pikkuvesiherne (*U. minor*), i, y

##### Usein vedessä kasvavia rantakasveja

Sara (*Carex sp.*)

Vähän-Tahkon rehevästä kasvillisuudesta olisi suositeltavaa tehdä tarkempi kartoitus. Vähä-Tahko kuuluu kasviekologiselta järviyypiltään runsasravinteisiin vitajärviin (*Potamogeton*-tyyppi) ja Natura 2000-luontotyyppinä se on luontaisesti runsasravinteinen järvi.



## Salon Järvitutkimus

### HIRSIJÄRVI, 24.8. ja 17.9.2001

Kasvillisuuden merkitys Hirsijärvessä on pieni joitakin rehevämpiä lahdelmia lukuunottamatta, joissa kasvaa runsaasti järvikortetta, järvikaislaa ja järviruokoa sekä leveäosmankäämiä. Kasvillisuus on rehevää myös Pitkälahdella, jossa lahden pohjukka on täysin umpeenkasvanut, muutoin vapaita vettä on runsaasti. Järven säännöstelyn vaikutukset ovat yhä nähtävissä rantavyöhykkeen kasvillisuudessa. Matalassa vedessä järven pohjalla kasvaa myös vähän pohja- ja uposlehtisiä vesikasveja: mutayrttiä, rantaleinikkiä, hapsiluikkaa ja ahvenvita.

#### HAVAITUT VESIKASVILAJIT

##### Ilmaversoiset

järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y  
järvikaisla (*Schoenoplectus lacustris*), i, y  
järviruoko (*Phragmites australis*), i, y  
leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), m-e, p  
kurjenmiekkä (*Iris pseudacorus*), e, p  
ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica*), m-e, y  
rantaluikka (*Eleocharis palustris*), o-m, y  
sarjarimpi (*Butomus umbellatus*), e, p  
haarapalpakko (*Sparganium erectum*), e, h

##### Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y

##### Pohjalehtiset

hapsiluikka (*Eleocharis acicularis*), i, y  
mutayrtti (*Limosella aquatica*), m, p  
rantaleinikki (*Ranunculus reptans*), o-m, y

##### Uposlehtiset

ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*), i, y

##### Irtokellujat

pikkulimaska (*Lemna minor*), m-e, p

##### Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sara (*Carex sp.*)

Hirsijärvi kuuluu kasviekologiselta järvityypiltä lähinnä korte-ruokojärviin (*Equisetum-Phragmites*-tyyppi), mutta rehevämät lahdemat vastaavat tyyppiltään runsasravinteista osmankäämi-sarpiojärveä (*Alisma-Typha*-tyyppi).

## **L I I T E 5c:**

### **Sedimenttitutkimusten tulokset**

- Palmutjärvi**, 1 sivu
- Omenojärvi**, 1 sivu
- Valkjärvi (Hirsijärvi)**, 1 sivu
- Iso-Tahko**, 1 sivu
- Vähä-Tahko**, 1 sivu
- Hirsijärvi**, 1 sivu

#### **Tutkimusmenetelmä:**

Jokaisen järven syvänealueen vesitutkimusten näytenpisteeltä (kts. liite 5a) otettiin kesällä samalla myös pohjasedimenttinäyte. Näytteet otettiin Limnos-tyyppisellä profiilinoutimella, jolla lieteprofiili voitiin viipaloida tarkastelua varten yhden senttimetrin paksuisiin kerroksiin. Tuloksissa olevat sedimenttikuvaukset on tehty ensi sijassa tällaisen kentällä tapahtuneen tarkastelun pohjalta. Lisäksi jokaisen järven sedimenttiprofiilista otettiin ilmatiiviisiin muovipusseihin (Minigrip) neljältä syvyydeltä osanäytteet (0- 2 cm, 5 - 6 cm, 10 - 12 cm ja 20 cm) myöhempiä laboratorioanalyysieja varten. Kenttähavaintojen tuloksia onkin täydennetty näiden osanäytteiden visuaalisella tarkastelulla laboratoriossa. Sedimenttien tyypittely on tehty JÄRNEFELTin (1958) esittämien lietekuvausten mukaan. Järvitutkimusprojektin puitteissa osanäytteistä ei kuitenkaan voitu tehdä varsinaisia fysikaalis-kemiallisia analyysieja.

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 osaraportissa I.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, tasalaatuisen harmaata liejusavea. Lieteprofiilin pinnalla on ohut, parin millimetrin paksuinen, vihertävä kerros, joka on pohjalle vajonnutta, hajoavaa levämasaa. Sedimentissä ei kuitenkaan näy selkeää kerrosteisuutta, vaikka pintaosassa noin 10 cm:n syvyyteen asti on hieman mustaa sulfidiraidoitusta. Tästä alaspäin sedimentti on kiinteän savimaista ja väriltään hieman pintakerrosta valeampaa.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 02.04.2001 -järven syvyys 1,7 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 120	2,2	+256	6,21	46
+ 20	3,4	+258	6,25	27
0 - 2	4,2	+143	6,34	10

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

b) Kesätutkimus, 02.08.2001 -järven syvyys 1,7 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 120	20,2	+168	7,76	112
+ 20	20,2	+173	7,64	
0 - 2	20,2	+186	6,69	112

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

Arvio sedimentin tilasta:

Palmutjärven pohjasedimentin pintakerroksen hapetus-pelkistystila oli tulosten perusteella ainakin vuonna 2001 melko hyvä. Siten sedimentistä ei tapahtune järven merkittävää sisäistä ravinnekuormitusta lietteen pintaosan pelkistymisen takia. Sen sijaan Palmutjärven pahanlaatuinen rehevöityminen voi ratkaisevalla tavalla johtua sekä veden ajoittaisen korkean pH-arvon (yli 8,0) että ylitiheän kalaston ja surviassääskien toukkien aikaansaaman ns. bioturbaation sisäisestä ravinnekuormituksesta. Vaikeina talvikausina saattaa järven sedimentin pintakerroksen redox-tila kuitenkin myös heikentyä. Hoitotyötä varten olisivat lisätiedot järven ekologiasta tarpeelliset.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Näyte otettiin Omenojärven itäosasta noin 150 metriä lintutor-  
nin kohdalta länteen. Isohkon järven pohjasedimentin ominai-  
suuksien arviointi vain yhden satunnaisen näytteen perusteella  
on epävarmaa - varsinkin, kun Omenojärven pohjaoloihin vai-  
kuttaa suuresti runsas vesikasvillisuus. Tutkittu sedimentti on  
tummanharmaata, mutamaista karikelieteliejua tai mutaliejua,  
jossa näkyy paljon vesikasvien versojen palasia. Sedimentin  
pintaosassa on parin millimetrin paksuinen, ohut kerros ruskeh-  
tavaa humussakkaa. Koko yli 25 cm:n liete-profiili on rakenteel-  
taan löyhää ja pehmeätä pohja-ainesta. Sedimentin noin 10  
cm:n paksuisessa pintakerroksessa on mustaa sulfidiraidoi-  
tusta ja runsasta kaasukuplintaa.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus Omenojärvestä ei kuulunut projektiin.

b) Kesätutkimus, 05.09.2001 -järven syvyys 1,2 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 70	16,2	+163	8,93	115
0 - 2		+ 58	6,57	

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

Arvio sedimentin tilasta:

Omenojärven pohjasedimentin pintaosa on tulosten perusteella  
melko huonolaatuinen, mihin vaikuttanee merkittävästi pohjalle  
laskeutuva runsas kasvimassa yhdessä pohjalla talvisin suurel-  
ta osin vallitsevien anaerobisten hajotusprosessien takia. Liete-  
pinnan redox-arvo oli kesätutkimuksessakin järven mataluus  
huomioon ottaen varsin alhainen. Kaiken kaikkiaan järvessä on  
vakavat riskit sille, että sedimentistä tapahtuu järven sisäistä  
ravinnekuormitusta. Veden korkeat pH- ja happiarvot osoittavat  
järvessä olleen loppukesästä 2001 voimakkaan leväkukinnan,  
jolloin sedimentistä on tapahtunut merkittävää sisäistä ravinne-  
kuormitusta myös korkean pH:n takia.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, harmaata saviliejuja. Lieteprofiilin pintakerros on pehmeätä ja löyhää ainesta, joka muuttuu asteittain savimaisen kiinteäksi noin 15 cm:n syvyyteen mentäessä. Sedimentin pintaosassa on vahvanpuoleista, mustaa sulfidiraidoitusta, mikä loppuu noin 18 cm:n syvyydellä. Tästä alaspäin sedimentti on väriltään yläosaa harmaampaa.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 02.04.2001 -järven syvyys 7,2 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 70	4,6	+172	6,70	35
0 - 2	4,7	+121	6,66	27

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

b) Kesätutkimus, 21.08.2001 -järven syvyys 5,8 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 200	19,9	+276	7,03	42
+ 100	17,6	+276	6,77	31
+ 50	14,4	+137	6,66	3
0 - 2	13,4	- 57	6,70	2

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

Arvio sedimentin tilasta:

Valkjärven pohjasedimentin pintakerroksessa näkyvät alusveden ajoittaisesta hapettomuudesta johtuvat pelkistymisen ja heikon redox-tilan ongelmat. Siten järven syvänsedimentistä voi tapahtua sisäistä ravinnekuormitusta, mikä osaltaan pahentaa tai ainakin ylläpitää järven vaikeaa rehevöitymistilaa. Valkjärven hoidossa tulee kiinnittää erityistä huomiota alusveden ja sen kattaman syvänsedimentin hapekkaana pitämiseen ympärivuotisesti.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, harmaata liejusavea. Lieteprofiilin pari ylintä senttimetriä käsittävät löyhää ja pehmeätä pohja-ainesta, mutta jo noin 5 cm:n syvyydestä alaspäin sedimentti on savimaisen kiinteää. Sedimentissä näkyy voimakkaan pelkistymisen takia runsasta, mustaa sulfidiraidoitusta ja myös kaasukuplintaa. Raidoitus yltää yli 20 cm:n syvyyteen asti. Lietteessä ei ole selvää kerroksellisuutta, mutta sedimentti muuttuu väriltään asteittain harmaammaksi pinnalta noin 15 cm:n syvyyteen asti.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 14.03.2001 -järven syvyys 5,7 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 170	4,2			34
+ 70	4,4	+305	6,35	17
+ 10	4,5	+199	6,41	8
0 - 2		+169	6,46	

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

b) Kesätutkimus, 05.08.2001 -järven syvyys 5,6 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 260	17,8	- 1	5,57	33
+ 210	15,2	-100	5,68	11
+ 160	14,2	-114	5,76	0
+ 40	12,8	-123	5,88	0
0 - 2		-180	5,93	

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

Arvio sedimentin tilasta:

Ison-Tahkon alusvesi ja pohjasedimentin pintaosa ovat tulosten perusteella kesän lopulla pahoin pelkistyneitä, ja esim. redox-arvot olivat koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen heikoimmat. Siten järven vakavaa rehevöitymistä ylläpitää osaltaan syvännealueen sedimenteistä tapahtuva sisäinen ravinnekuormitus. Ison-Tahkon hoitotyössä on näin ollen välttämätöntä kiinnittää erityistä huomiota syvänteen alusveden ja pohjasedimentin pintakerroksen hapekkaina pitämiseen ympärivuotisesti.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, mutamaisen tummaa mutaliejua, jossa on mukana järven tiheän vesikasvillisuuden takia kasvien versojen kappaleita. Sedimentti on myös hyvin löyhää ja pehmeätä eikä liete-profiilin pintaosassa näy kerroksellisuutta.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 14.03.2001 -järven syvyys 1,2 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 50	1,8	+228	5,81	2
0 - 2	2,2	+155	6,23	1

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

b) Kesätutkimus, 05.08.2001 -järven syvyys 1,3 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 60	20,7	+181	6,75	102
+ 30	20,7	+186	6,78	
0 - 2	20,7	+206	6,00	101

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

Arvio sedimentin tilasta:

Vähä-Tahkon pohjasedimentin pintakerros on tulosten perusteella kohtalaisen hyvälaatuista - etenkin järven mataluus ja vesikasvillisuuden runsaus huomioon ottaen. Järvessä saattaa kuitenkin tapahtua sisäistä ravinnekuormitusta sedimentistä käsin talviaikana alhaisen redox-tilan takia ja kesällä lähinnä rehevän vesikasvi- ja panktonkasvustojen aikaansaaman veden korkean pH-arvon (yli 8,0) takia. Kesätutkimuksen ajan-kohtana viimeksi mainittu tekijä ei realisoitunut.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Hirsijärven sedimenttinäyte otettiin järven eteläosan Pakosaaren yli 10 metrin syvyyteen kohdalta. Ison järven pohjasedimenttien ominaisuuksien kuvaaminen vain yhden näytteen perusteella on kuitenkin varsin sattumanvaraista. Tutkittu sedimentti on hienojakoista, ruskeanharmaata saviliejuja. Sedimentin pinnalla on parin millimetrin kerros löyhää, hajoavaa orgaanista ainesta - ilmeisesti pohjalle vajonnutta levämassaa. Tästä alaspäin pohja-aines muuttuu asteittain kiinteämmäksi, mutta mainittavaa kerroksellisuutta sedimentissä ei näy. Sen sijaan sedimentissä on voimakasta sulfidiraidoitusta ja kaasukuplintaa pintaosasta alkaen aina yli 20 cm:n lieteprofiilin pohjalle asti.

Analyysitulokset:

a) Hirsijärven talvitutkimus ei sisällynyt projektiin.

a) Kesätutkimus, 24.08.2001 -järven syvyys 10,5 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O <sub>2</sub> -%
+ 100	18,0	+219	7,08	80
0 - 2	18,0	+182	6,79	62

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

Arvio sedimentin tilasta:

Hirsijärven pohjasedimentin pintaosassa näkyy pelkistymisestä johtuvia ongelmia, vaikka sedimentin redox-arvot ovat kohdalliset ja lietteen tuntumassa oleva vesi on hapekasta. Tutkimusaikana vallitsi peilityni sää, jolloin järven pintaan pohjalta kohoava poikkeuksellisen voimakas metaanikuplinta näkyi selvästi. Siten Hirsijärven syvänesedimenteistä tapahtunee merkittävää sisäistä ravinnekuormitusta, mikä osaltaan lisää ja ylläpitää järven vakavaa rehevöitymistilaa. Jatkossa on suositeltavaa yhtäältä hankkia lisätietoja Hirsijärven pohjasedimenttien ominaisuuksista ja toisaalta kiinnittää hoitotyössä keskeistä huomiota syvänevesien ja -sedimenttien pintakerrosten hapekkaina pitämiseen ympärivuotisesti.

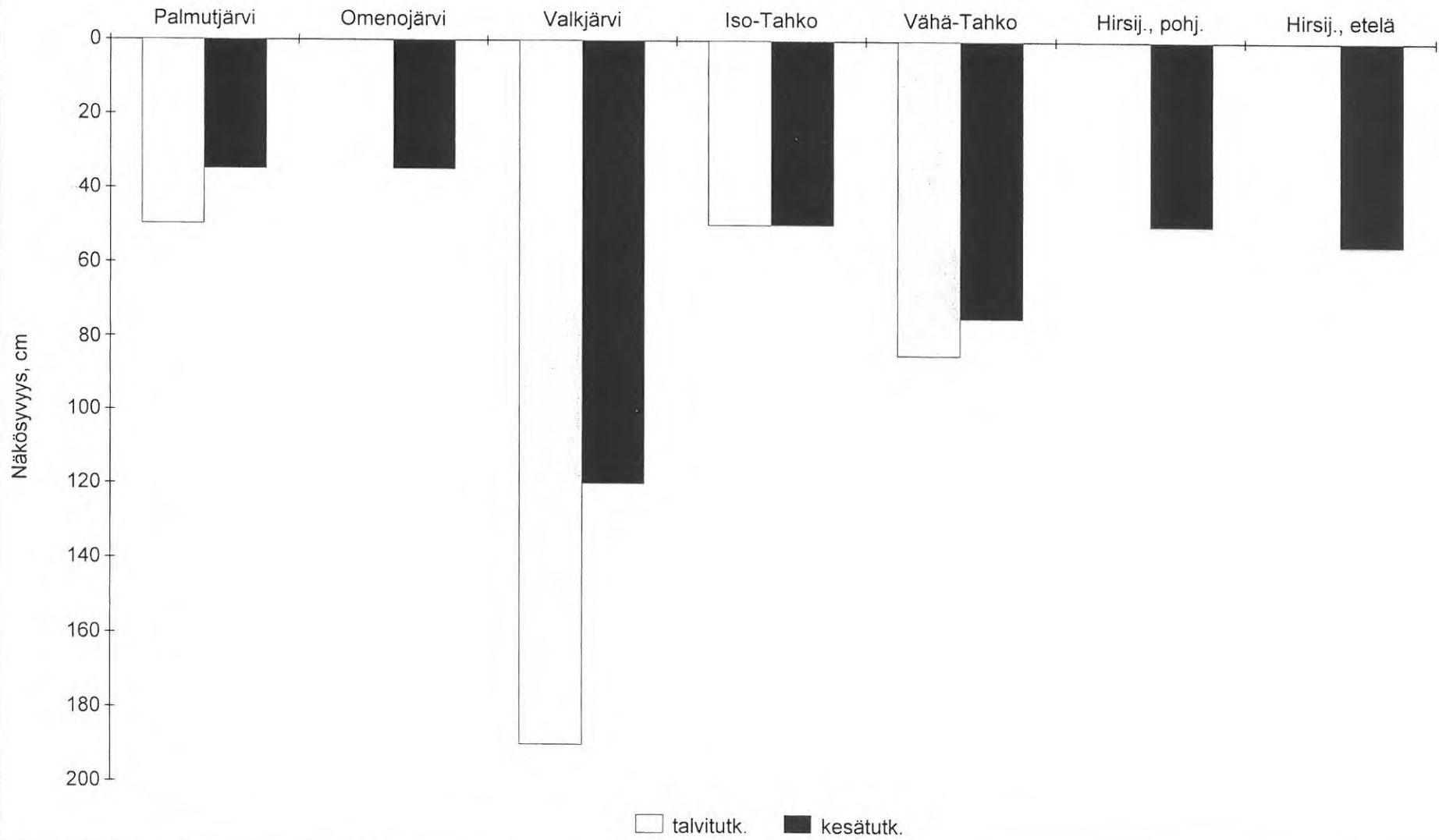


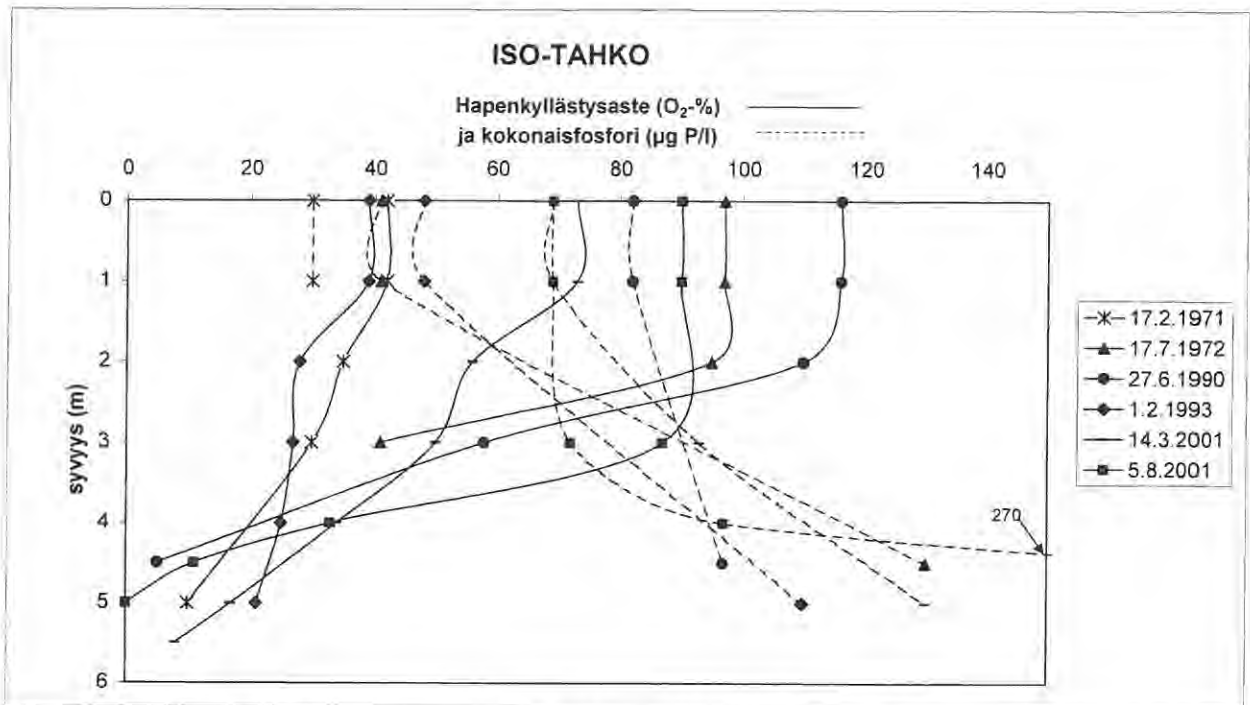
## KUVA- JA KARTTALIITTEET

- Kuvaliite 1:** Järvien näkösyvyydet vuoden 2001 talvi- ja kesätutkimuksissa, 1 sivu
- Kuvaliite 2a:** Valkjärven ja Ison-Tahkon veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 2b:** Hirsijärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 3a:** Järvien rehevyys kesän 2001 tutkimuksissa kokonaisfosforin ja -typen sekä klorofylli a:n pitoisuuksien perusteella, 1 sivu
- Kuvaliite 3b:** Omenojärven rehevyys eri kesätutkimuksissa (lähde: PIVET, 2002)
- Kuvaliite 3c:** Ison-Tahkon rehevyys eri kesätutkimuksissa (lähde: PIVET, 2002)
- Kuvaliite 3d:** Hirsijärven rehevyys Pakosaaren pisteellä eri kesätutkimuksissa (lähde: PIVET, 2002)
- Karttaliite 1:** Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue, isot järvet ja raporttien osa-alueet sekä luetelo eri osaraportteihin sisältyvistä järvistä, 1 karttakaaviosivu (A3)
- Karttaliite 2:** Järvien sijainti ja valuma-alueet (lähde: Maanmittauslaitos, 1999. Maastokartta 2023.), 1 värikarttasivu (A3)

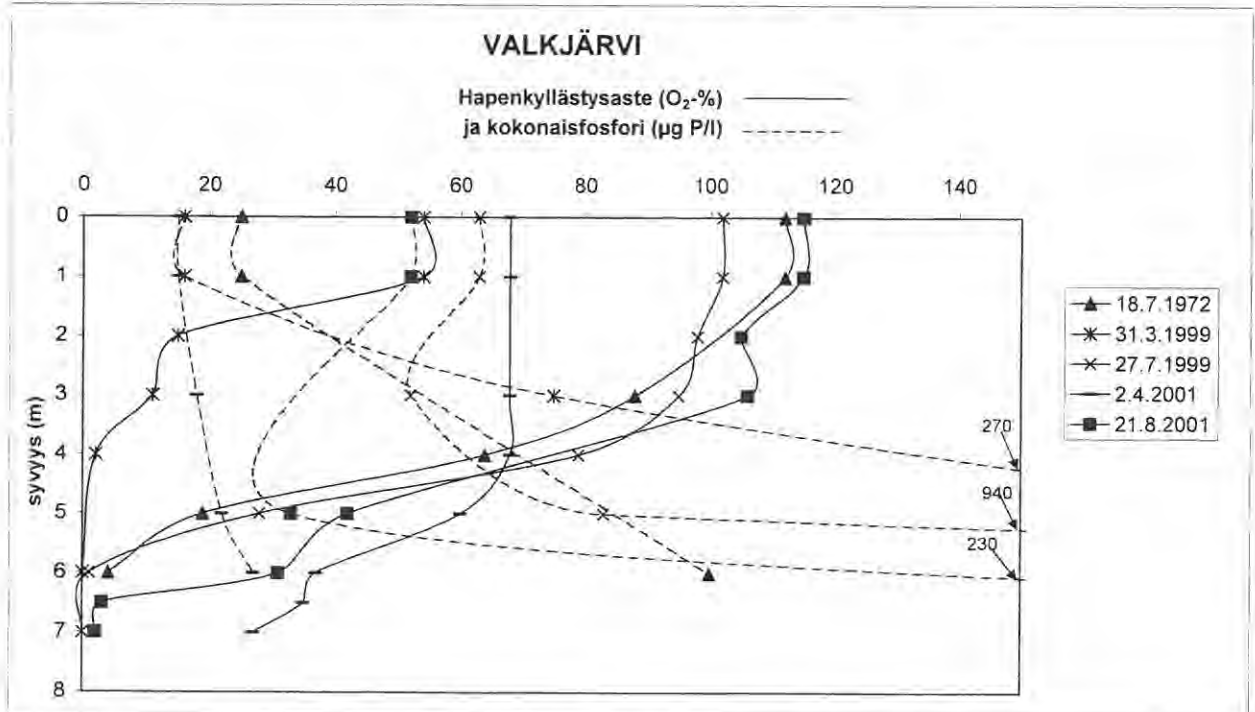
# JÄRVIEN NÄKÖSYVYYDET

-vuoden 2001 talvi- ja kesätutkimukset

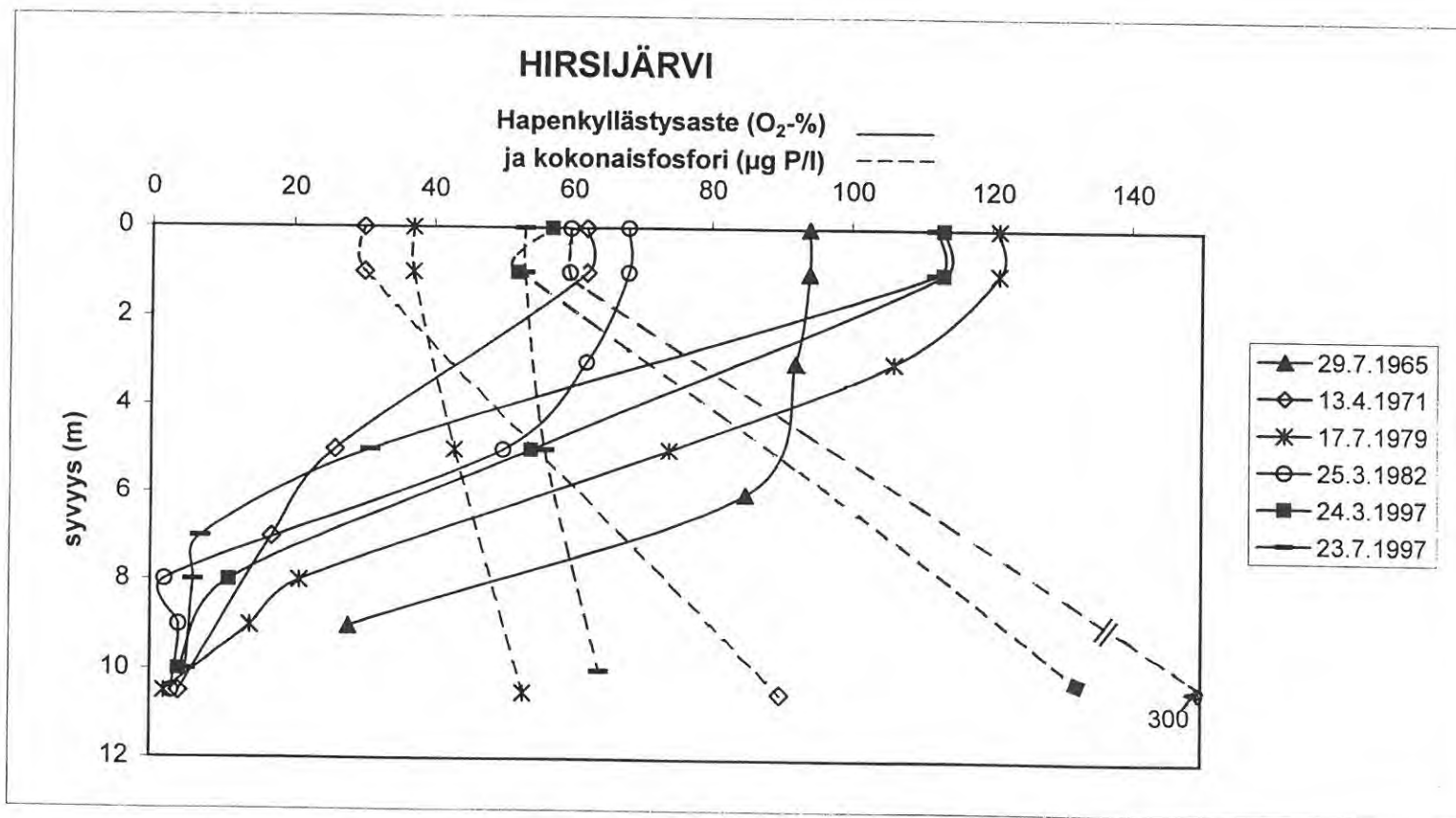




Iso-Tahkon happi- ja fosforikerrosteisuuksia (lähteet: PIVET, 2002 ja tämä tutkimus).



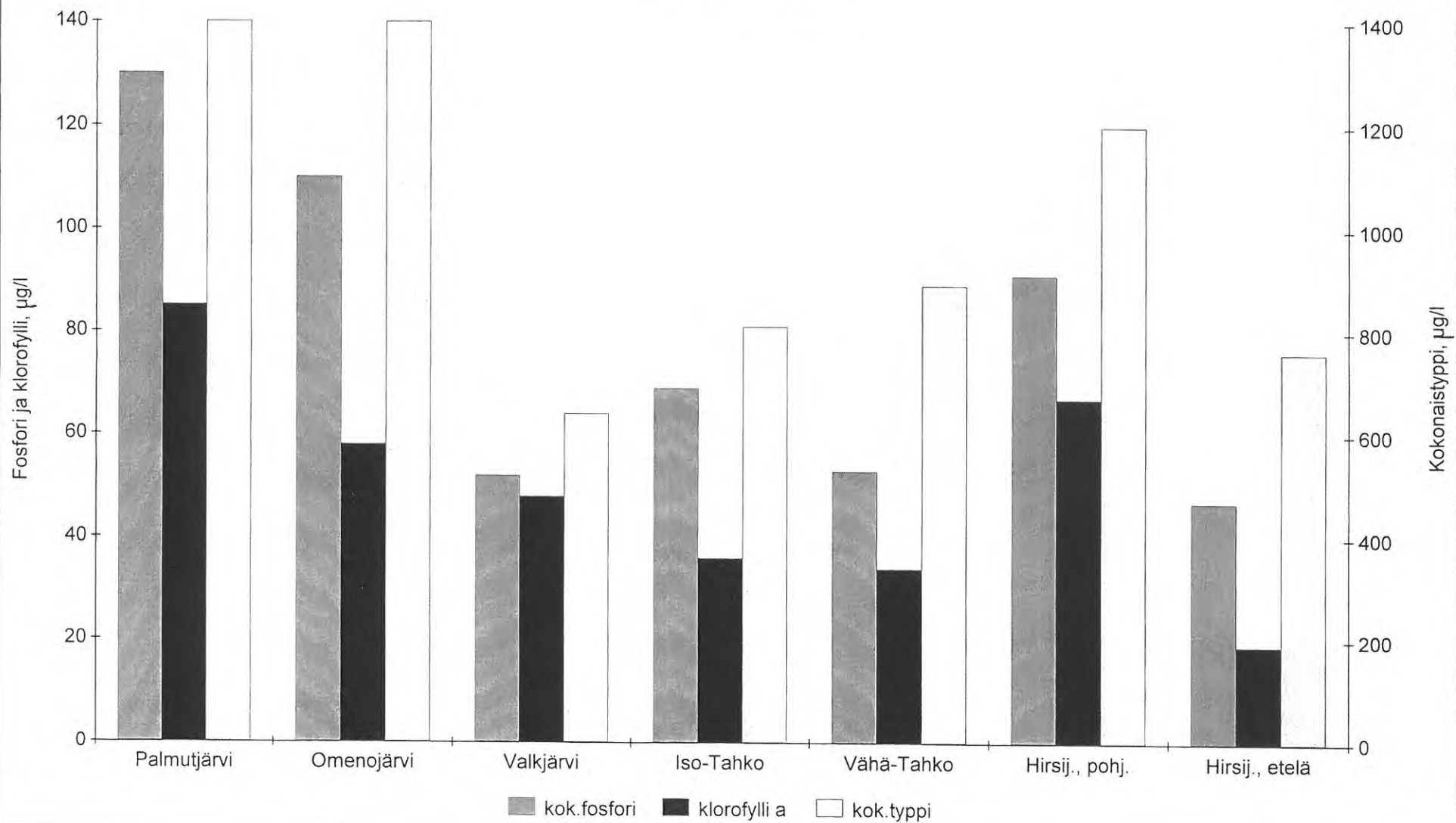
Valkjärven happi- ja fosforikerrosteisuuksia (lähteet: PIVET, 2002, Vogt 2000a ja tämä tutkimus).



Hirsijärven (Pakosaari) happi- ja fosforikerrosteisuuksia (lähde: PIVET, 2002).

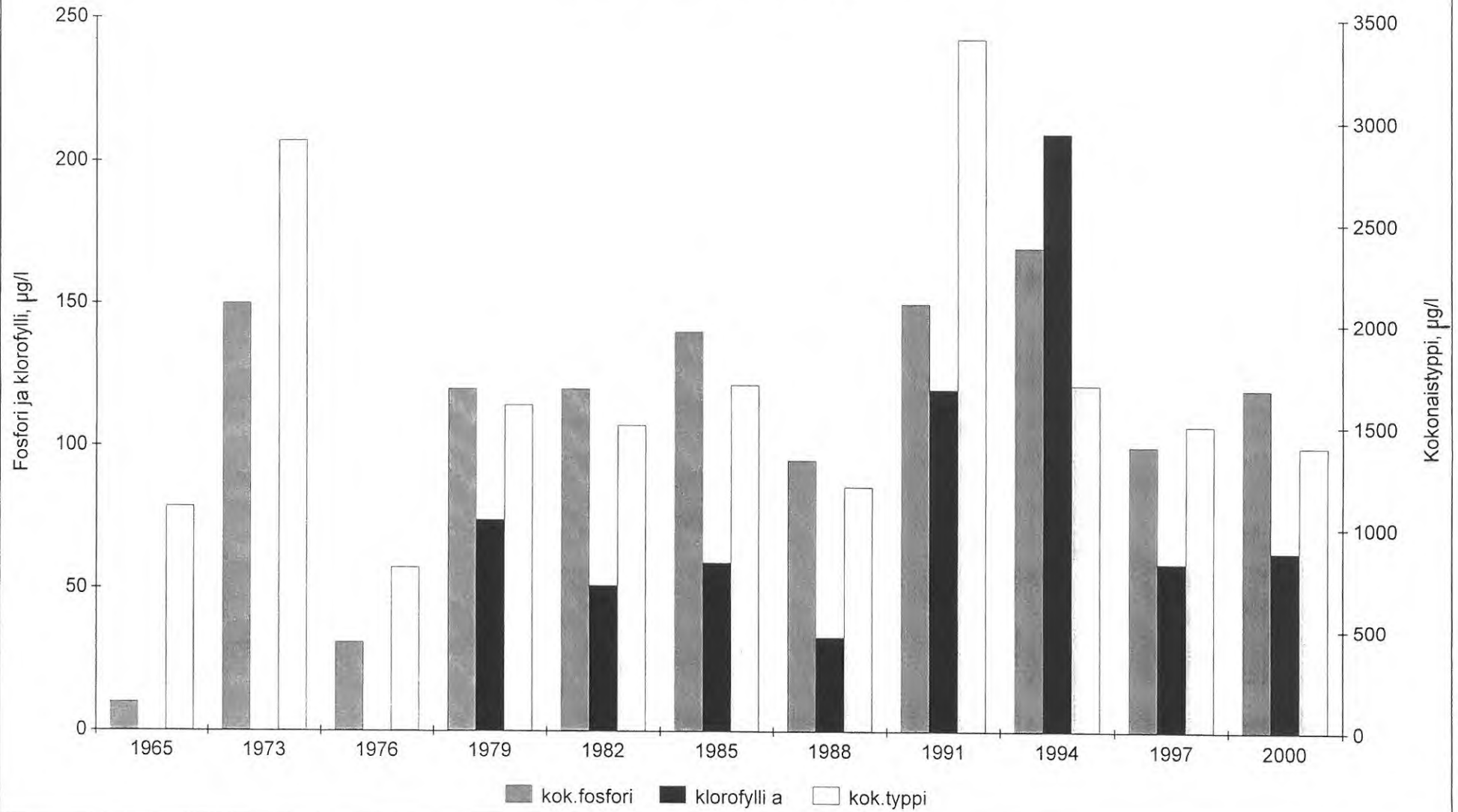
# JÄRVIEN REHEVYYS

-kesän 2001 tulokset



Kuvaliite 3a

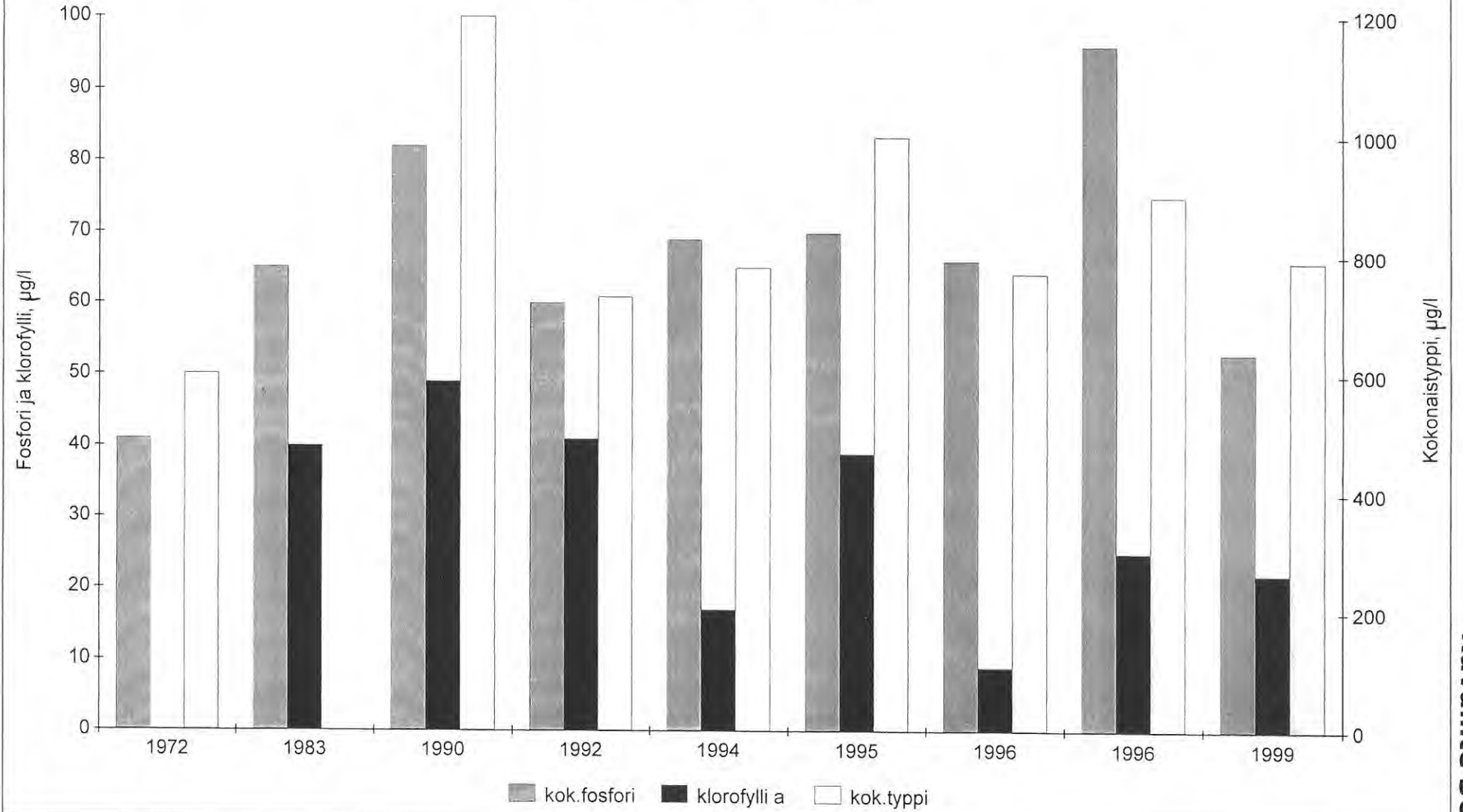
**OMENOJÄRVEN REHEVYYS**  
-kesätutkimusten tulokset (PIVET, 2002)



**Kuvaliite 3b**

# ISON-TAHKON REHEVYYS

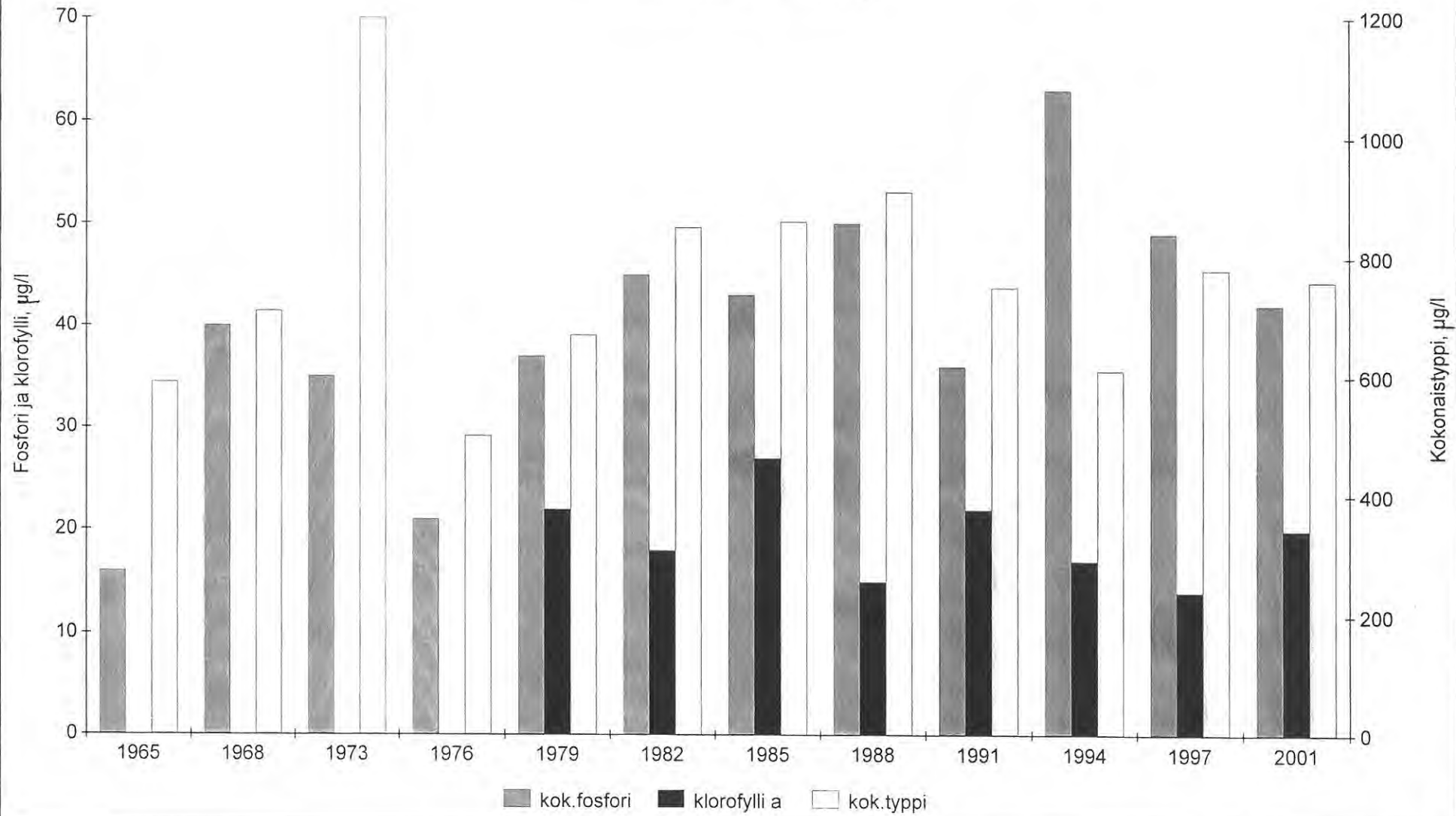
-päällysvesi, kesät (PIVET, 2002)



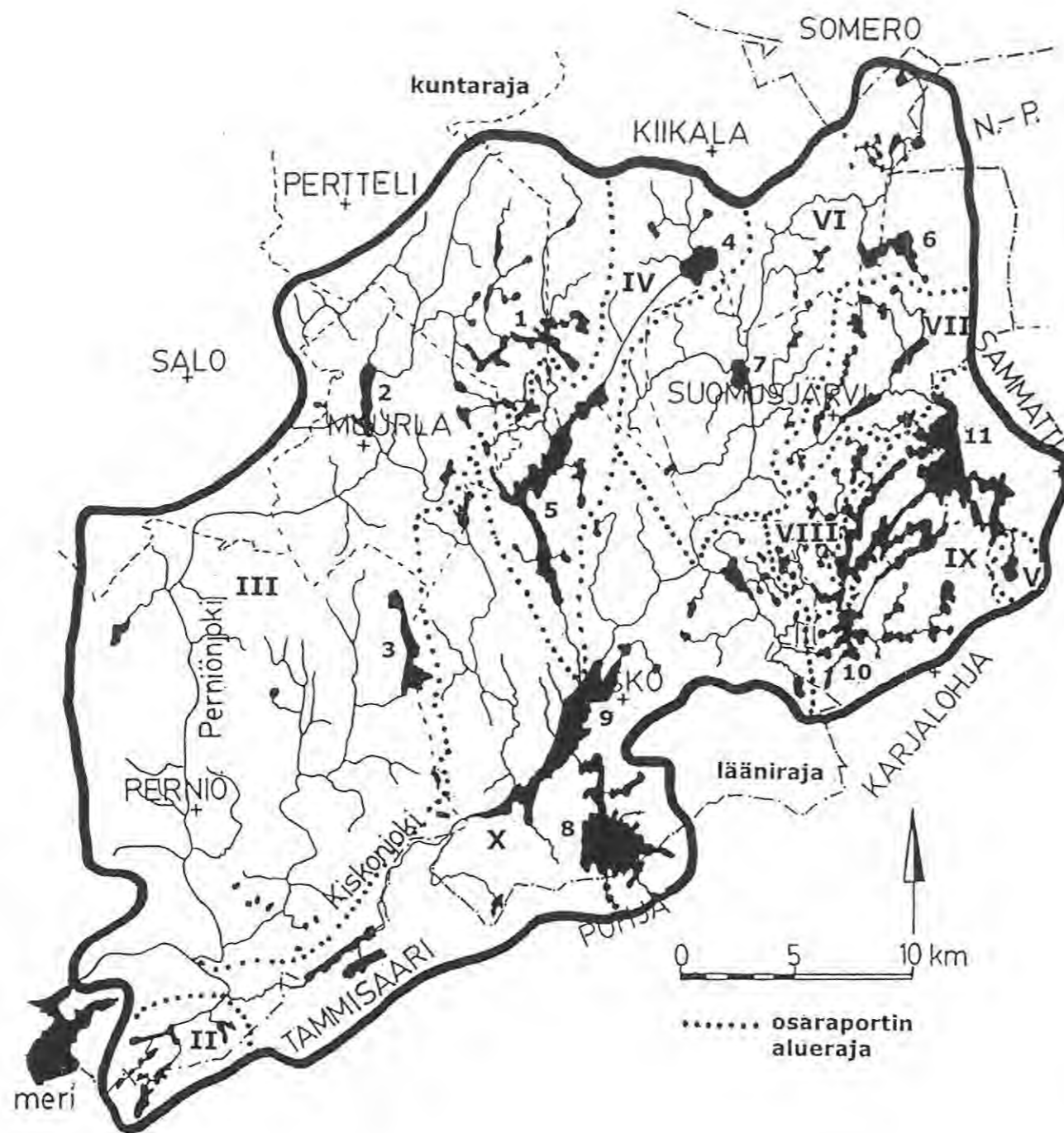
Kuvalite 3c

# HIRSIJÄRVEN REHEVYYS

-Pakosaari; kesät (PIVET, 2002)







### Karttaliite 1

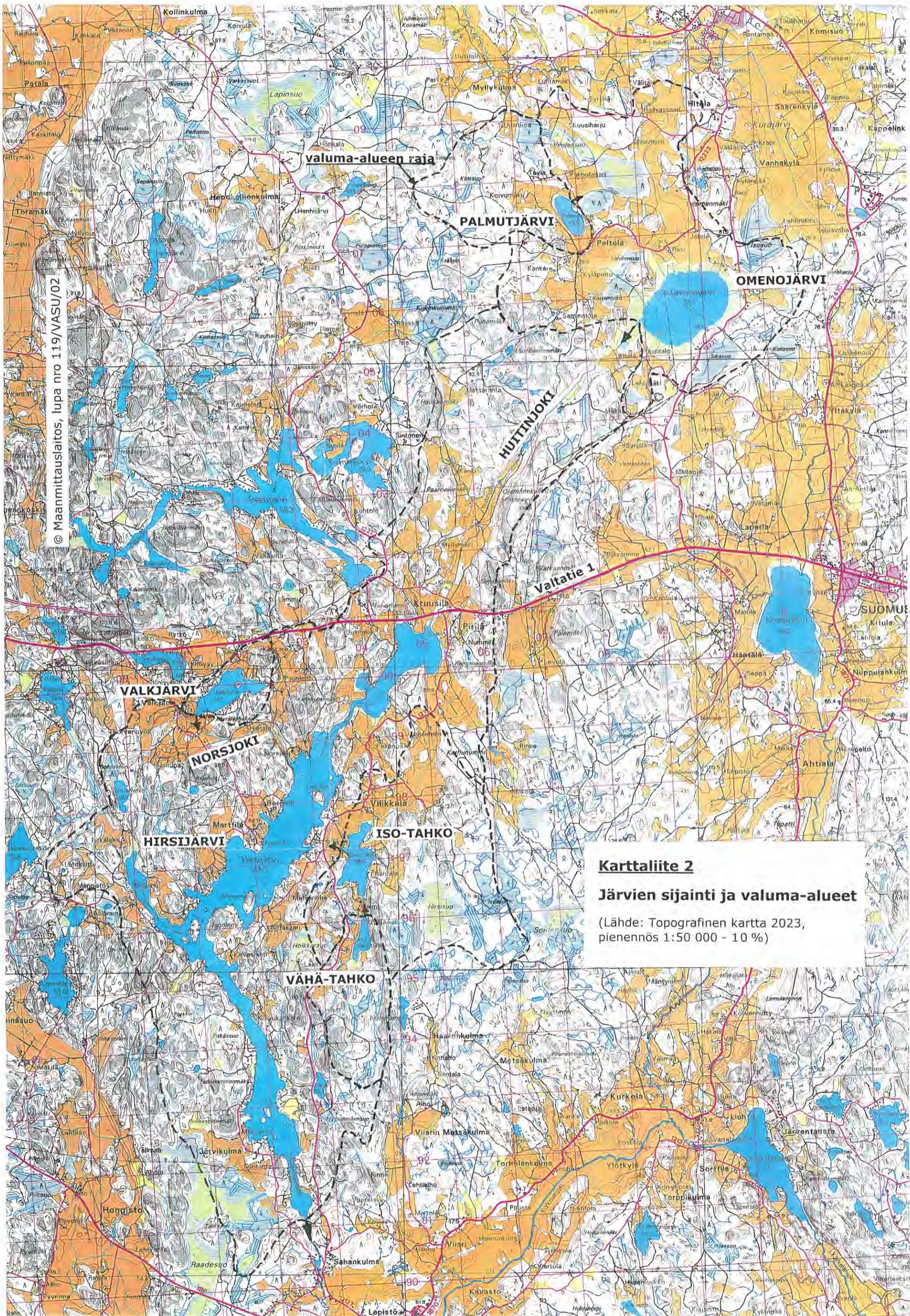
Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue,  
isot järvet ja raporttien osa-alueet

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-, Kyynärä-, 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



**Karttaliite 2**

**Järvien sijainti ja valuma-alueet**

(Lähde: Topografinen kartta 2023, pienennös 1:50 000 - 10 %)