



**KISKONJOEN VESISTÖN
65 JÄRVEN TUTKIMUS, OSA III:
PERNIÖNJOEN VESISTÖN
JÄRVIEN TILA JA HOITO**



**Elinvoimaa
EU-ohjelmista**



Hans Vogt
Järvitutkimus-O₂ Ky
Toukokuu 2003

Tutkimuksen kuvailu

Julkaisu: **Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa III: Perniönjoen vesistön järvien tila ja hoito.**
-moniste, 43 s. + 5 liitettä + 5 kuva- ja karttaliitettä

Tilaaaja: **Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymä**
Tehdaskatu 13, 24100 Salo • puh. 02 - 77873

Tutkija: **Hans Vogt, limnologi • Järvitutkimus-O₂ Ky**
Sapalahdentie 142-6, 25700 Kemiö • puh. 02 - 736 6305

Tiivistelmä

Raportissa tarkastellaan Kiskonjoen vesistön Perniönjoen haaran eri latva-alueilla melko etäällä toisistaan sijaitsevaa kuutta järveä: **Hanhilampi sekä Kyynärä-, Pern-, Ylis-** kylän **Pitkä-, Naar- ja Kytömäenjärvi**. Lisäksi Pern- ja Naarjärven tilaa vertaillaan Muurlan **Ylisjärveen**. Kolme ensiksi mainittua järveä sijaitsevat Kiikalassa, Pernjärven länsiosa Perttelissä, ja Hanhilampi ja Kyynäräjärvi laskevat Pernjärveen. Näiden järvien valuma-alueet käsittävät pääosin metsä- ja suomaita sekä myös kohtalaisesti peltoja. Pernjärvestä vedet purkautuvat jokia myöten Ylisjärveen, josta varsinainen Perniönjoki saa alkunsa. Pernjärven luusuan kohdalla vesistöalueen laajuus on 33 km² ja Ylisjärven luusuassa 131 km². Muut kolme järveä sijaitsevat Perniössä, Naarjärven itäosa Kiskossa. Pitkäjärvi on Perniönjoen keskijuoksulle laskevan pienen purovesistön latvajärvi ja Naar- ja Kytömäenjärvi sijaitsevat Asteljoen haaran eri latvavesillä. Näiden järvien suppeat valuma-alueet käsittävät enimmäkseen metsä- ja suomaita ja vain vähän peltoa. Naarjärven luusuassa vesistöalueen laajuus on 9,2 km². Pern-, Naar- ja Ylisjärvi ovat Kiskonjoen vesistön suuria, yli 100 ha:n laajuisia järviä. Kaikki järvet ovat matalia: Kyynäräjärvi 6 metriä syvä, Hanhilampi ja Kytömäenjärvi alle kaksi metriä ja muut nelisen metriä syviä. Pern-, Naar- ja Ylisjärveä on vesiviranomaisten toimesta aiemmin tutkittu runsaasti sekä Pitkä- ja Kyynäräjärveä rehevöitymiseen liittyvien ongelmien takia jossakin määrin. Viimeksi mainittujen viiden järven vedenlaadusta, tilasta ja hoidosta on myös laadittu aiempien tulosten pohjalta jopa käsillä olevaa selvitystä laajempia tutkimusraportteja. Sen sijaan Hanhilammesta ja Kytömäenjärvestä ei ole lainkaan aiempia tutkimustuloksia, joten näiden järvien tilan arviointi on tulosten niukkuuden takia epävarmaa.

Kyynärä-, Pern-, Ylis- ja Pitkäjärven vesi sisältää runsaasti liuenneita, puskuroivia elektrolyyttisuoloja eikä ilmansaasteista johtuva happamoituminen siten uhkaa järviä. Näiden järvien vedessä on myös savisameutta. Hanhilammen ja Kytömäenjärven vesi sisältää runsaasti suomaita uuttuneita, ruskeita humusyhdisteitä, joiden vaikutuksesta järvien vesi on luontaisesti hapanta. Humusyhdisteillä on kuitenkin myös happamoitumista puskuroivia ominaisuuksia. Naarjärven vesi on melko heikosti puskuroitua, mutta osin humusyhdisteiden ansiosta vesi on riittävästi puskuroitunutta happamoitumista vastaan. Raportin järvistä vain Kyynäräjärven veteen muodostuu kesällä selvä lämpötilakerrosteisuus, mutta jääpeitteen aikana myös muiden järvien vedet kerrostuvat. Rehevöitymisestä kärsivissä Kyynärä-, Pern-, Ylis- ja Pitkäjärvessä on ajoittain vaikeita happitalouden ongelmia: jääpeitteen aikana koko vesimassassa merkittävää happivajausta ja kesällä päälyysvedessä hapen ylikyllästeisyyttä, Kyynäräjärven alusvedessä myös kesällä jopa täydellistä happikatoa. Talviajan happitilanne voi niin ikään olla vaikea runsaan humus- ja kasviaineksen kuormittamissa Hanhilammessa ja Kytömäenjärvessä. Sen sijaan kirkasvetisessä Naarjärvessä ei ole happitalouden ongelmia.

Levätuotannon runsautta usein loppukesästä esiintyvine sinileväkukintoineen ja siten pitkälle edennyttä rehevöitymistä on Kyynärä-, Pern-, Ylis- ja Pitkäjärnessä. Veden ravinne- ja a-klorofyllipitoisuuksien perusteella nämä neljä järveä luokitellaan tuotantotyyppiltään reheviksi eli eutrofisiksi tai erittäin reheviksi järviksi. Myös Hanhilampi näyttää olevan rehevä järvi ja Kytömaenjärvi lienee luokiteltavissa lähinnä lievästi reheväksi järveksi, mutta näiden kahden järven tyyppiluokittelu on tutkimustulosten niukkuuden takia epävarmaa. Sen sijaan Naarjärvi on selkeästi karu eli oligotrofinen järvi, joka on tilaltaan yhä varsin hyväkuntoinen järvi - jopa Varsinais-Suomen parhaita tämän kokoisia järviä. Em. vakavasta rehevöitymisestä kärsivien järvien ongelmat johtuvat ihmistoiminnoista eli järvien liian suuriksi kohonneista ulkoisista vesistökuormituksista, joiden osalta maataloudesta tulevalle kuormituksella on kokonaisuuden kannalta ratkaiseva merkitys.

Vesikasvillisuudella ja rantaluhdilla on varsin tärkeä merkitys Pitkäjärnessä, Hanhilamessa ja Kytömaenjärnessä, joista viimeksi mainitun järven arvoa kohottaa kuuluminen EU:n Natura 2000 -luontoalueverkostoon. Myös Kyynärä- ja Naarjärnessä vesikasvillisuuden merkitys järvien luonnontaloudelle on paikoitellen suuri. Sen sijaan sameavetisissä Pern- ja Ylisjärnessä vesikasvillisuus on niukempaa. Pern- ja Kyynäräjärnessä näkyvät vesikasvillisuudessa vielä 1900-luvulla pitkään jatkuneen säännöstelyn vaikutukset.

Erittäin tärkeätä on, että etenkin raportin pitkälle rehevöityneiden järvien hoitotyötä, joka jo on näillä järvillä käynnistynyt, jatketaan pitkäjänteisesti ja tehokkaasti. Avainasemassa on järviin kohdistuvan ulkoisen vesistökuormituksen vähentäminen ja välttämättömyyden lisäksi saada pysäytetyksi järvien sisäinen ravinnekuormitus. Naar- ja Pitkäjärvelle perustetut suojeluyhdistykset ovat toimineet jo pitkään ja myös raportin muiden järvien - Kytömaenjärkeä lukuunottamatta - hoito-organisaatioiden toiminnat muodostunevat pian vakiintuneiksi. Raportin loppuosassa tarkastellaan alustavasti eri järville parhaiten soveltuvia hoitotoimenpiteitä. Tärkeätä on, että käynnistyneen, pitkäjänteisen hoitotyön tulosten seuranta varten eri järvillä toimivat hoitoyksiköt hankkivat mm. yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa jatkuvasti riittävät seurantatiedot järvien vedenlaadun, eliöstön ja yleisen ekologisen tilan sekä myös käyttöarvojen kehityksestä.


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 III:n kunnista hankkeen ohjausryhmään ovat kuuluneet Kiikalasta kunnaninsinööri Markku Heikkilä sekä Perniöstä ja Kiskosta ympäristönsuojelusihteri Timo Mussaari. Raportin järvien kenttätutkimuksiin ovat kanssani osallistuneet kesällä 2000 Lasse Svahnäck ja vuonna 2001 Erkki Santanen, Jarmo Markkanen Päivi Joki-Heiskala ja Sara Vogt. Limnologi Päivi Joki-Heiskala tutki kesällä Pitkäjärven sekä 8.8.2001 lähtien myös vesikasvillisuuden. Hän on lisäksi koonnut liitteessä 5b olevat vesikasvillisuustiedot ja laatinut liitteen 2 kuvat. Kenttätöiden yhteydessä monet ranta-asukkaat ovat myös antaneet arvokkaita tietoja heidän oman järvensä tilasta ja kehityksestä. Tästä kaikesta lausun lämpimät kiitokset sekä tutkimustyön tilaajalle että kaikille Teille tutkimuksen toteuttamiseen osallistuneille.

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

Toivotan parasta menestystä tälle työlle!

Halikon Angelniemellä, toukokuussa 2003


Hans Vogt

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa III:

Perniönjoen vesistön järvien tila ja hoito

Sisällysluettelo:

Tutkimuksen kuvailu ja tiivistelmä
Saatteeksi
Sisällysluettelo

1.	Johdanto	1
2.	Tutkimuksen tarkoitus	3
3.	Perniönjoen vesistöalueen ominaisuuksista	3
	3.1 Tutkimuksen järvet	3
	3.2 Valuma-alueet	4
	3.3 Hydrologia	5
	3.4 Ulkoinen kuormitus	6
4.	Tutkimuksen suoritus	8
	4.4 Näytteiden otto, analysointi ja tulokset	8
	4.5 Aikaisemmat tutkimukset	9
	4.6 Säätila	10
5.	Tutkimusten tulokset	10
	5.1 Kyynärä- ja Pitkäjärvi	11
	5.2 Hanhilampi ja Kytömäenjärvi	16
	5.3 Pern-, Naar- ja Ylisjärvi	19
6.	Pohdinta	24
	6.1 Yleistä järvien tilan muutoksista	24
	6.2 Raportin järvien tilan muutokset	26
7.	Järvien hoidon perusteet	31
	Lähdeluettelo	38
	Liiteluettelo	39

-5 liitettä, 3 kuvallitettä ja 2 karttaliitettä

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimus, osa III:

Perniönjoen vesistön 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, Suomensjärven, Karjalohjan ja Sammatin kunnat sekä Lounais-Suomen ympäristökeskus. Todettakoon vielä, että vesistöalueelta em. 5b-ohjelman ulkopuolelle jääneiden Muurlan ja Perttelin kuntien kaikista järvistä ja lammista (yht. 25 kpl) on kuntien omina 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. 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 III ovat tarkastelun kohteina Kiskonjoen vesistön länsiosan muodostavan Perniönjoen vesistöalueen eri latvahaaroilla sijaitsevat seuraavat järvet: **Hanhilampi, Kyynäräjärvi, Pernjärvi, Yliskylän Pitkäjärvi, Naarjärvi ja Kytömäenjärvi**. Näistä kolme ensiksi mainittua järveä sijaitsevat pääosin Kiikalan kunnassa ja kolme muuta Perniön kunnassa. Pernjärven länsiosa on Perttelin ja Naarjärven itäosa Kiskon kunnan aluetta, ja nämä kaksi järveä kuuluvat Kiskonjoen vesistön suuriin, yli 100 ha:n laajuisiin järviin. Lisäksi raportissa vertaillaan Pern- ja Naarjärveä Muurlan **Ylisjärveen**, joka on Perniönjoen varsinainen lähdejärvi ja samalla myös yksi vesistön suurista järvistä (karttaliitteet 1 ja 2).

Hanhilammen melko suppealla valuma-alueella on paljon suomaita, joista suuri osa on ojitettu. Lisäksi valuma-alueella on pelto-, metsä- ja kalliomaita. Tämä pieni järvi laskee noin viiden kilometrin pituista Puskanojaa myöten Pernjärven pohjoiskolkkaan. Kyynäräjärven pienellä valuma-alueella on enimmäkseen metsämaita, mutta myös peltoja. Kyynäräjärvi on käytännössä samalla korkeustasolla kuin Pernjärvi ja näiden järvien välisessä lyhyessä yhdyspurossa saattaakin veden virtaussuunta vaihdella. Pernjärven valuma-alueella on metsämaiden ohella runsaasti peltoja ja soita (karttaliite 2, osakartta A). Pern- ja Kyynäräjärveä on lähes koko 1900-luvun ajan säännöstelty sähköntuotantoa varten. Tämän seikan merkitystä on tarkasteltu laajemmin Kyynäräjärvestä muutama vuosi sitten valmistuneen ja EU:n Leader-rahoituksella tehdyn monipuolisen tutkimus- ja kunnostusprojektin raportissa (VOGT, 1999a). Pernjärvi sisältyi em. Perttelin järvien perustilan kartoitustutkimukseen (VOGT, 2000b). Pernjärvi purkautuu Pernjoenjärveä ja Kurkijokea myöten Ylisjärveen, josta vastikään on valmistunut Muurlan kunnalle järven tilan ja hoidon perustutkimus (VOGT, 2000c).

Pitkäjärvi sijaitsee Perniön kunnan luoteisosassa pienen, itsenäisen vesistöalueen latvoilla. Järvestä lähtevä puro yhtyy Perniönjoen keskijuoksuun Yliskylän kohdalla. Pitkäjärven suppea valuma-alue käsittää metsä- ja suomaita sekä hieman peltoja (karttaliite 2, osakartta B). Järvessä on esiintynyt vakavia rehevöitymisen ongelmia, ja siksi Pitkäjärven suojeluyhdistys ry on selvittänyt järven tilaa ja tältä pohjalta on myös jo käynnistynyt järven kunnostusprojekti (VOGT, 2000e ja 2001b).

Naar- ja Kytömäenjärvi sijaitsevat Perniön kunnan itäosassa, Perniönjoen suurimman sivujoen, Asteljoen, eri latvahaaroilla. Naarjärven pienellä valuma-alueella on pääasiassa harjumaista metsämaata ja vähän peltoa. Naarjärveä on vesiviranomaisten toimesta tutkittu melko paljon ja tulosten perusteella Naarjärven kalastusseura ry:n tilaamana on järvestä äskettäin valmis-

tunut laajahko tutkimusraportti (VOGT, 2000d). Myös Kytö-
mäenjävellä on varsin suppea valuma-alue, joka on pääosin
suota ja järveäkin ympäröi kauttaaltaan laaja, hetteinen luhta-
neva. Kytömäenjärvi sisältyy Pyysuon Natura 2000 -luontoalue-
kohteeseen, minkä ansiosta järvellä on Kiskonjoen vesistössä
luonnonsuojelullista erityisarvoa (karttaliite 2, osakartta C).

2. Tutkimuksen tarkoitus

Raportissa tarkastellaan Perniönjoen vesistöalueella pääosin
Kiikalan, Perniön ja Kiskon kunnissa sijaitsevan 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.**

Tässä raportissa järvien tutkimustuloksia tarkastellaan ja ver-
taillaan kolmena ryhmänä: a) Kyynäri- ja Pitkäjärveä, b) Han-
hilaampea ja Kytömäenjärveä sekä c) Pern-, Naar- ja Ylisjärveä.
Tämä ryhmittely perustuu järvien ja niiden valuma-alueiden
rakenteellisiin samankaltaisuuksiin, ja siten tällä tarkastelu-
tavalla voidaan selkeimmin saada esille järvien tilaa säätele-
vien tekijöiden merkitykset.

3. Perniönjoen vesistöalueen ominaisuuksista

3.1 Tutkimuksen järvet

Tämän raportin järviä ja niiden valuma-alueita kuvaavia tietoja
on koottu liitteen 3 taulukkoon. Taulukossa järvien ja niiden va-
luma-alueiden laajuutta koskevat tiedot on kerätty ISOTALON

(1984) raportista, Kiskonjoen vesistön luonnontaloudellisesta kehittämissuunnitelmasta (Vesi- ja ympäristöhallitus, 1993) ja Suomen ympäristökeskuksen järvirekisteristä (PIVET, 2002). Osa taulukon arvoista perustuu niukkoihin kenttämittauksiin tai epätarkkoihin lähteisiin ja luvut osoittavat vain suuruusluokkaa. Siten taulukon useat arvot eivät ole tarkkoja eikä niitä näin ollen tule käyttää täsmällisinä lukuina.

Näistä järvistä on kohtalaisen tarkat syvyyskartat Kynnärä-, Pern-, Ylis- ja Naarjärvestä ja myös Pitkä- ja Kytömäenjärven sekä Hanhilammen syvyysuhteet ovat likimääräisesti tiedossa. Taulukossa 3 järvien maksimisyvyudet ovat silti hieman epätarkat, ja keskisyvyyksien ja tilavuuksien arvot ovat enimmäkseen mainittuihin lähteisiin ja kenttätöiden suppeisiin havaintoihin perustuvia likimääräisiä arvoja samoin kuin hydrologisin perustein (Vesiyhdistys ry, 1986) lasketut teoreettiset viipymäärät. Järvien korkeusaseman tiedot ovat maastokartoilta (Maanmittaushallitus, 1992a ja b sekä Maanmittauslaitos, 1998 ja 1999) ja arvot ovat metrejä merenpinnan yläpuolella korkeusjärjestelmässä N₆₀ + mmpy. Valuma-alueiden järvisyys-, pelto- ja suoprocentit sekä loma-asuntojen määrät on arvioitu em. kartta-aineiston ja lähderaporttien pohjalta. Etenkin suoalan arviointi maastokartoilta on kuitenkin epätarkkaa.

3.2 Valuma-alueet

Pernjärven valuma-alue, johon sisältyvät Hanhilammen ja Kynnäräjärven alueet, käy ilmi karttaliitteen 2 osiosta A. Huomio kiinnittyy erityisesti ojitettujen suomaiden runsauteen Hanhilammen ja Pernjärven valuma-alueilla. Kaikkien kolmen järven valuma-alueilla on myös melko runsaasti peltomaita, millä on järvien luonnontalouden kannalta suuri merkitys. Silti pääosa valuma-alueista on metsä- ja kalliomaita. Järvien rantojen tuntumassa on aika paljon loma-asutusta, eniten Pernjärvellä. Pysyvää asutusta on Hanhilammen ja Kynnäräjärven valuma-alueilla hieman, Pernjärven valuma-alueella selvästi enemmän. Vesistöä kuormittavaa teollista yritystoimintaa ei näiden järvien valuma-alueilla ole, mutta maatalouteen liittyvää karjataloutta on jonkin verran.

Pitkäjärven erittäin suppealla valuma-alueella on ojitettuja suomaita sekä metsä- ja kalliomaita. Viime sotien jälkeen järven länsipuolelle perustettujen maatilojen peltojen ja tuotantotoiminnan vaikutukset järveen lienevät luonnontilaan verrattuna olleet merkittävät. Valuma-alueen peltoala on nykyään kuitenkin pieni. Järven rannoilla on kohtalaisesti loma-asutusta, mutta pysyvää asutusta tai vesistöä kuormittavaa teollista toimintaa Pitkäjärven valuma-alueella ei ole (karttaliite 2, osio B).

Myös Naar- ja Kytömäenjärven valuma-alueet ovat erittäin suppeat (karttaliite 2, osio C). Naarjärven valuma-alue käsittää pääosin harjumaisia metsämaita sekä hieman soita ja kalliomaita. Lähinnä järven pohjoispään ympäristössä on jonkin verran peltomaita, joiden maanlaatu on enimmäkseen hienojakoisia, hiekkamaisia maalajeja. Naarjärven rannoilla on paljon loma-asutusta sekä pohjoisosassa Salo-Uskelan seurakunnan iso Naarilan leirikeskus ja eteläosassa vilkkaassa käytössä oleva Perniön kunnan uimaranta saunoineen. Valuma-alueella on pysyvää asutusta muutamalla kiinteistöllä, mutta järveä kuormittavaa yritystoimintaa alueella ei ole. Kytömäenjärven valuma-alueella luonnehtii suomaiden runsaus ja suojeluohjelmien ansiosta nämä suot ovat suurelta osin ojittamatta. Lisäksi valuma-alueella on metsä- ja kalliomaita sekä jonkin verran peltoa. Pysyvää asutusta on alueella parilla kiinteistöllä, mutta loma-asutukseen järven hetteiset rannat eivät sovellu. Vesistöä kuormittavaa teollista yritystoimintaa alueella ei sijaitse.

3.3 Hydrologia

Liitteen 3 taulukosta käy ilmi, että raportin järvet ovat 7 - 209 ha:n laajuisia. Kynäräjärveä lukuunottamatta muut järvet ovat niin matalat - vain 1½ - 4½ metriä syvät - ettei niiden veteen muodostu kesällä juuri minkäänlaista lämpötilakerrosteisuutta. Kynäräjärven kuuden metrin syvyiseen veteen kehittyy kuitenkin selkeä kesäkerrosteisuus. Mataluuden takia järvien tilavuudet ovat suhteessa pinta-alaan pienet. Tästä huolimatta vesistön latvoilla sijaitsevissa, varsin suppeiden valuma-alueiden luonnehtimissa Kynärä-, Pitkä- ja Naarjärnessä vesien vaihtuminen on hidasta eli järvien teoreettiset viipymäärät (=järven tilavuuden ja valuma-alueelta vuotta kohti purkautuvan valuntavesimäärän suhde) ovat aika pitkät. Pisin viipymä on Naar- ja Kynäräjärnessä, joista viimeksi mainitun viipymäärä saattaa tosin olla jopa paljon arvioitua pienempi Pernjärvestä ajoittain tapahtuvan vesien "vastavirtauksen" takia. Sen sijaan raportin muilla järvillä vesien viipymäärät ovat sangen lyhyet ja nämä järvet voidaan määrittellä ominaisuuksiltaan läpivirtausjärviksi.

Mitä pitempi viipymäärä järvellä on, sitä tasalaatuisempi ja vakaampi järven vedenlaatu ja tila on vuodenaikaisten ja vuotuisten vaihtelurytmien puitteissa. Toisaalta, jos pitkän viipymän järven tilassa tapahtuu epäedullisia muutoksia, myös ne ovat luonteeltaan sangen pysyviä. Naarjärvi on luonnontaloudeltaan korostetusti pitkän viipymän järvi. Kynärä- ja Pitkäjärven 1 - 1½ vuoden viipymät ovat kohtalaista luokkaa, mutta Pern-, Ylis- ja Kytömäenjärven sekä Hanhilammen huomattavan lyhyet 1 - 3 kuukauden viipymät tekevät järvet luonnon-

taloudeltaan läpivirtausjärviksi, joiden vedenlaatu ja tila saattavat nopeasti muuttua säätilan vaihtelujen rytmissä.

Järvien luonnontalouteen vaikuttaa usein merkittäväällä tavalla vedenkorkeuden säännöstely. Tämän raportin järvistä Pern- ja Kyynäräjärveä säännösteltiin lähes koko 1900-luvun Perttelin Juvankoskella sijanseen vesivoimalaitoksen energiantuotantoa varten. Tämä säännöstely on selostettu VOGTin (2000b) raportissa. Myös Naar- ja Ylisjärven luusuoissa on patorakenteet, mutta näillä ei ole varsinaisesti säännöstelty järviä, vaan lähinnä pidetty vedenkorkeudet halutulla tasolla. Raportin muita järviä ei ole säännöstelty, eikä raportin järvien vedenkorkeutta lie-
ne viimeisen sadan vuoden aikana mainittavasti laskettu.

Järven tilan arviointi ja hoitotoimenpiteiden suunnittelu edellyttää yleensä, että käytettävissä on luotettavat pinta-ala- ja tilavuustiedot järven syvyysvyöhykkeittäin. Tämän raportin järvistä on olemassa likimääräiset syvyyskartat ja -tiedot. Silti on paikallaan ehdottaa, että loma-asukkaiden ja muiden asianosaisten toimesta

raportin järviltä tehdään ensi tilassa esim. kaikuluotaukseen perustuvat tarkat syvyyskartoitukset.

3.4 Ulkoinen kuormitus

Tutkimuksen järvistä Naar-, Pitkä- ja Kytömaenjärvi ovat ominaisuuksiltaan lähellä metsäjärviä ja siten niiden ranta- ja valuma-alueilla on vain vähänlaisesti peltoja ja pysyvää, ympäri-
vuotista asutusta. Hanhilammen ja Kyynäräjärven ominaisuudet vastaavat jo koko lailla maatalousympäristön järveä, jollaista Pernjärvi jo selkeämmin edustaa ja Ylisjärvi suorastaan korostetusti. Raportin järvien rannoilla on runsaasti loma-asutusta Kytömaenjärveä lukuunottamatta (liite 3). Vesistöä merkittävästi jätevesillä kuormittavaa teollista yritystoimintaa näiden järvien valuma-alueilla ei ole ja maatalouden karjataloudenkin merkitys on nykyään useimmilla järvillä vähäinen.

Lähes metsäjärviksi määriteltyihin tutkimusjärviin kohdistuva vesistökuormitus koostuu luonnonhuuhtouman lisäksi lähinnä metsätalouden toimenpiteistä, virkistyskäytön vaikutuksista ja ilmaperäisistä laskeumista sekä myös maatalouden kuormituksesta. Enemmän maatalousympäristön järviin kulkeutuvan ulkoisen vesistökuormituksen pääosa koostuu peltomaiden ravinne- ja kiintoaineshuuhtoumista sekä muusta maatalouden kuormituksesta. Ilmaperäisten laskeumien osalta ovat happamoittavat rikki- ja typpilaskeumat, "happosateet", yhä merkittävät, vaik-

ka kansainvälisillä ilmastonsojelu sopimuksilla on etenkin rikki-päästöjen määrä oleellisesti pienentynyt viimeksi kuluneiden parin vuosikymmenen aikana. Ilmansaasteiden ravinnepitoiset laskeumat ovat kuitenkin Etelä-Suomessa yhä tuntuvat: typpeä 500 - 1000 ja fosforia 5 - 20 kg/km²/vuosi. Ylisjärven ja tulevaisuudessa Pernjärvenkin valuma-alueilla lisännee valtatie 1:n liikenne tuntuvasti mm. ilmaperäisen typpilaskeuman määrää.

Metsätalouden toimenpiteistä vaikuttaa järvien vedenlaatuun ja tilaan eniten ojitus, erityisesti soiden ojittaminen. Hanhilaamen sekä Pern-, Ylis- ja Kytömäenjärven valuma-alueilla on suhteellisesti ottaen eniten laajahkoja, ojitettuja suo- ja metsämaita. Myös metsänuudistusten hakkuiden, maanmuokkausten ja lannoitusten seurauksina kasvaa vesistöihin uudistusaloilta huuhtoutuva ravinne- ym. kuormitus. Virkistyskäyttöön liittyen saattaa järviin päästä loma-asunnoilta mm. käymäläjätevesiä sekä pesuvesien ja pihamaille levitettyjen lannoitteiden ravinteita. Pysyvän haja-asutuksen piiristä tällainen kuormitus on kuitenkin selvästi runsaampaa.

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen osan I yleistarkastelussa todetaan järvien ulkoisen vesistökuormituksen vaihtelevan suuresti erilaisissa luonnonoloissa ja myös säätilan mukaan. Yleistarkastelussa on kuitenkin esitetty - suuntaa antavien järvikohtaisten pääravinteiden kuormitusmäärien arvioimiseksi - seuraavien keskimääräisten vuotuisten ominaiskuormitusarvojen käyttämistä koko tutkimusprojektissa:

	fosforia	typpeä
-haja-asutus, kg/as	0,4	2,6
-loma-asutus, kg/as (60 d/a)	0,02	0,05
-peltoviljelykset, kg/km ²	160	1500
-metsätalous, kg/km ²	1,1	10,4
-ilmalasjeuma, kg/km ²	10	800
-luonnonhuuhtouma, kg/km ²	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 määriksi liitteen 4 taulukossa olevat arviot. Ongelmallista on tällä periaatteella arvioida "ketjussa" sijaitsevien järvien alajuoksulle kulkeutuvia kuormituksia, mikä tässä koskee lähinnä Pern- ja Ylisjärveä.

Tiivistäen voidaan järvien kuormituksesta todeta, että raportin metsäjärviin - Naar-, Pitkä- ja Kytömäenjärvi - kohdistuva ulkoinen ravinne- ja muu vesistökuormitus on määrällisesti verrattain vähäistä verrattuna Lounais-Suomen järvien kohdalla yleisesti vallitsevaan tasoon. Fosforikuormituksen merkittävän osan näillä järvillä muodostaa yhä luonnonhuuhtouma. Silti järvien kuormitus on viime vuosikymmeninä selvästi kohonnut luonnontilan aikana vallinneista määristä mm. ilmansaasteiden takia. Maatalouden vesistökuormituksen suuruuden ja ratkaisevan merkityksen takia on Hanhilammen sekä Kyynärä- ja Pernjärven suhteellinen kuormitus tutkimusjärvistä selvästi edellä mainittuja järviä runsampaa. Ylisjärven valuma-alueen laajat viljelysmaat ja melko runsas haja-asutus merkitsevät tähän järveen kohdistuvaa erityisen runsasta ulkoista vesistökuormitusta. Näiden kaikkien järvien maatalouskuormitus tulee lähes kokonaisuudessaan peltoviljelysten ravinne- ja kiintoainepitoisten pintavalunta- ja salaojavesien huuhtoumina. Karjatalouden merkitys on Kiskonjoen vesistön järville nykyään enimmäkseen vähäinen, mutta tämänkin raportin maatalousjärvillä voi ympäristön kannalta huonosti hoidetusta karjataloudesta aiheutua huomattavaa haittaa järvien luonnontaloudelle ja tilaan.

4. Tutkimuksen suoritus

4.1 Näytteiden otto, analysointi ja tulokset

Tutkimus käsitti loppupalven ja -kesän vesinäytteiden oton kunkin järven keskeiseltä syvänealueelta. Kuitenkin, vesistön suuriin järviin kuuluvista Pern-, Naar- ja Ylisjärvestä tehtiin vain elokuussa 2000 ja heinäkuussa 2001 rehevöitymiskartoituksen vesitutkimukset. Kytömäenjärveltä ei saatu veneen puuttumisen takia kesäajan vesinäytteitä. Kenttätyöt tehtiin lähes kokonaan vuoden 2001 aikana. Kesällä kartoitettiin myös pääpiirteisesti järvien vesikasvillisuus, mikä toteutettiin veneestä käsin soutamalla rantaviivan lähellä järven ympäri. Kyynäräjärven vesikasvillisuudesta on jo aiempia tuloksia (VOGT, 1999a), joten järven vesikasvillisuutta ei tässä yhteydessä kartoitettu. Pern- ja Kytömäenjärven vesikasvikartoitukset tehtiin vain suurpiirteisesti rannoilta käsin. Lisäksi järvien vesitutkimuspisteiltä tutkittiin kesällä pohjasedimentin pintakerrosta Limnos-tyyppisellä noutimella otetusta profiilinäytteestä. Tarkemmat selostukset tutkimusmenetelmistä ovat Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osaraportissa I.

Omien vesianalyysien ohella analysoitiin mm. pääravinteet ja a-klorofylli Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n

akkreditoidussa vesilaboratoriossa Turussa, mikä on merkitty myös vesitutkimusten tuloslomakkeisiin. Pern-, Pitkä- ja Naarjärven kasvillisuustutkimusten lajimääritykset teki limnologi Päivi Joki-Heiskala ja hän on myös koostanut projektin kaikki kasvistotulokset. Muut kenttätutkimuksia tehneet henkilöt käyvät ilmi tämän raportin saatesanoista. Selostukset käytetyistä analyysimenetelmistä ja tulosten edustavuuden arvioinneista sisältyvät koko järvitutkimusprojektin yleistarkastelun osaraporttiin I. Tämän raportin järvien tutkimustulokset ovat liitteessä 5 (5a = vedenlaatu, 5b = kasvillisuustulokset ja 5c = sedimenttikuvaukset). Tuloslomakkeista selviävät myös eri kenttätutkimusten ajankohdat ja tutkimusajan säätila.

4.2 Aikaisemmat tutkimukset

Tämän osaraportin järviä on aikaisemmin tutkittu vaihtelevassa määrin. Pern-, Naar- ja Ylisjärvestä on runsaasti tutkimusaineistoa, koska järvet kuuluvat Lounais-Suomen ympäristökeskuksen yli 100 ha:n laajuisten järvien tarkkailuohjelmaan. Siten näistä järvistä on jo 1970-luvulta alkaen tehty suunnitellen joka kolmas vuosi vedenlaadun talvi-, kesä- ja syystutkimus. Myös Kynnärä- ja Pitkäjärvestä on näissä järvissä ilmenneiden rehevöitymisen ongelmien takia jonkin verran tutkimustuloksia. Sen sijaan Hanhilammesta ja Kytömäenjärvestä ei ole aiemmalta ajalta tiettävästi lainkaan tutkimustuloksia. Suomen ympäristökeskuksen järvien vedenlaadun pintavesirekisterissä (PIVET, 2002) on näistä järvistä seuraavasti aiempien vesistö-
tutkimusten tuloksia:

- Hanhilampi -ei lainkaan aiempia tutkimuksia
- Kynnäräjärvi 2.9.1970, 22.2.1971, 24.8.1983* ja 4.3.1992
- Pernjärvi -yht. noin 25 tutkimusta vv. 1970 - 2002
- Pitkäjärvi 9.7.1969, 27.8.1970, 14.4.1971, 7.11.1974, 1.9.1983*, 16.8.1984, 15.8.1990 ja 12.7.2000
- Naarjärvi -yht. noin 75 tutkimusta kahdelta havaintopisteeltä vv. 1969 - 2002
- Kytömäenjärvi -ei lainkaan aiempia tutkimuksia
- Ylisjärvi -yht. noin 75 tutkimusta vv. 1966 - 2002

(* tulokset vain 0 - 2 metrin päällysvesikerroksesta).

Kesällä 1983 tehdyt päällysveden tutkimukset liittyvät Kiskonjoen vesistön järvien laajaan happamoitumiskartoitukseen, jonka tulokset ISOTALO (1984) on raportoinut. Lisäksi Kynnäräjärvestä tehtiin vuonna 1999 - 2000 laajahko EU:n Leader-rahoi-

tuksen tutkimusprojekti, jonka sedimenttitutkimuksen tulokset ovat Golder Associates Oy:n (1999) raportissa sekä vedenlaadun ja hoidon tulokset VOGT:in (1999a) raportissa. Naarjärven Kalastuseura ry:n tilaamana VOGT (2000d) on tutkinut ja laajharkossa raportissa tarkastellut koko aiemman tutkimusaineiston pohjalta Naarjärven tilaa, kehitystä ja hoitoa. Vastaavainen raportti valmistui Ylisjärvestä Muurlan kunnan tilaamana (VOGT, 2000c). Pernjärven tilaa ja hoitoa on tarkasteltu Perttelin kunnan tilaamassa raportissa (VOGT, 2000b). Myös Pitkäjärven tutkimuksista ja hoitokeinoista on aiempia raporttietoja (VOGT, 2000e ja 2001b). Siten käsillä olevassa raportissa pyritään ensisijaisesti täydentämään ja tarkentamaan yllä luetelluissa tutkimusselvityksissä esitettyjä tietoja.

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 suoja-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. Kevättulvan vedet eivät vaikuttaneet mainittavasti tutkimuksen järvien vedenlaatuun ja tilaan, vähäisessä määrin kuitenkin aivan jääpeitteisen kauden lopulla tutkitun Pitkäjärven päällysveteen.

Alkukesä 2001 oli melko viileä, mutta kesäkuun lopulla alkanut poutainen ja erittäin lämmin kesäsää jatkui pitkälle syyskuun puolelle. Tässä tarkasteltavien järvien kesätutkimukset tehtiin heinäkuun lopulla ja elokuussa, jolloin järvien vedessä vallitsi "kypsä" kesäkerrosteisuus. Tarkemmat tiedot säätiloista löytyvät tutkimustulosten lomakkeista (liite 5a) ja koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osasta I.

5. Tutkimusten tulokset

Tutkimusjärviä käsitellään tässä kolmessa ryhmässä: 1) Kyy-närä- ja Pitkäjärvi, 2) Hanhilampi ja Kytömäenjärvi sekä 3) Pern- ja Naarjärvi. Viimeksi mainittujen järvien yhteydessä vertaillaan tuloksia myös Ylisjärveen. Tämä tarkastelutapa perustuu eri ryhmien järvien rakenteellisten ominaisuuksien samankaltaisuuteen, jolloin on mahdollista parhaalla tavalla tarkastella eri järvien vedenlaatua ja tilaa sääteleviä tekijöitä sekä tältä pohjalta myös arvioida järvien konkreettisia hoitotavoitteita.

5.1 Kyynärä- ja Pitkäjärvi

Kyynäräjärvestä aiemmin tehtyjen tutkimusten tulokset on raportoitu järven laajahkon Leader-projektin yhteydessä (VOGT, 1999a). Järven hydrologinen erikoisuus on, että alapuolisesta Pernjärvestä virtaa ajoittain vettä Kyynäräjärveen. Tästä johdetaan järven vesien vaihtuvuutta ja viipymäärvä vaikeata määrittää täsmällisesti, mutta viipymä lienee aika pitkä eli noin 1,5 vuotta. Kyynäräjärveä säännösteltiin pitkään 1900-luvulla Perttelin Juvankosken vesivoimalaitoksen tarpeita varten ja säännöstelykäytäntö on selostettu mm. VOGTin (2000b) raportissa. Koska järven luonnontaloutta on jo tarkasteltu yksityiskohtaisesti em. Leder-raportissa, keskitytään tässä lähinnä vuoden 1999 jälkeen tehtyjen seurantalutkimusten tulosten arviointeihin ja vertailuihin Pitkäjärveen.

Kyynäräjärven pinta-ala on 64 ha, valuma-alue 4,5 km² ja syvyys noin 6,0 metriä. Pitkäjärven vastaavat arvot ovat 36 ha, 1,7 km² ja 4,0 metriä, ja tämän järven vesien viipymäärä on noin 14 kk. Kyynäräjärven valuma-alueella on kohtalaisesti peltoa ja hieman suomaita, Pitkäjärven valuma-alueella on suhteellisesti enemmän soita ja vähemmän peltoa. Pitkäjärven pellot on pääosin raivattu vasta viime sotien jälkeisen asutus toiminnan yhteydessä. Molempien järvien rannoilla on melko runsaasti loma-asutusta, ja Kyynäräjärven valuma-alueella on muutamilla kiinteistöillä myös pysyvää asutusta.

Näiden järvien vedenlaatu on perusominaisuksiltaan samankaltaista: sameahkoa sisältäen kohtalaisesti ruskeita humusyhdisteitä ja melko runsaasti liuenneita elektrolyyttisuojoja. Kyynäräjärven vesi on kuitenkin yleensä sameampaa kuin Pitkäjärven vesi, mikä selittyy valuma-alueen runsaammista savimaista ja pelloista. Tässä tutkimuksessa järvien veden näkösyvyys oli kesällä savi- ja leväsameden sekä humuksen takia vain 70 cm. Talvella Kyynäräjärven näkösyvyys oli hieman enemmän, mutta Pitkäjärven vesi oli selvästi kirkaampaa, näkösyvyys 170 cm (kuvaliite 1). Molemmissa järvissä lopputalven vähähappinen alusvesi on laadultaan huonoa: erittäin sameaa ja tummaa sisältäen runsaasti rauta-, ravinne- ym. yhdisteitä. Kesällä Kyynäräjärven hapeton syvänevesikin on erittäin sameaa ja huonolaatuista. Etenkin loppukesästä näiden järvien päällysvedessä on usein esiintynyt sinileväkukintojen yhteydessä voimakasta leväsamennusta. Kyynärä- ja Pitkäjärven vedet ovat hyvin puskuroituneet eikä ilmaperäinen laskeuma uhkaa happamoittaa järviä (liite 5a).

Veden kesäajan lämpötilakerrosteisuuden osalta järvet poikkeavat toisistaan selvästi, sillä Kyynäräjärven veteen kehittyy mel-

ko jyrkkä kerrosteisuus, kun sen sijaan Pitkäjärven veteen ei muodostu juuri minkäänlaista kerrosteisuutta. Ns. lämpötilan harppauskerros alkaa Kyynäräjärvestä 4,5 metrin syvyydellä ja pohjalla veden lämpötila oli kesällä 2001 noin 13 °C. Siten järven vedessä on kesäkerrosteisuutta yleensä vain kolmisen kuumakautta. Talvisin jääpeitteen aikana näiden järvien vesimassaan kehittyy tavanomainen käänteinen lämpötilakerrosteisuus. Tällöin vesien läpivirtaus järvissä on vähäistä ja aivan jääpeitteen alla oleva vesi poikkeaa laadultaan paljon syvänteiden pohjan lähellä olevasta huonolaatuisemmasta vedestä.

Molempien järvien veden happitilanne oli talvikauden 2001 lopulla kohtalainen. Kyynäräjärven alusvedessä oli silti neljän metrin syvyydestä alaspäin niukalti happea, ja Pitkäjärven vesi oli aivan pohjan tuntumassa lähes hapetonta (kuvaliite 2). Kyynäräjärven aiemmissa talvitutkimuksissa veden happitilanne oli helmikuussa 1971 samankaltainen, mutta maaliskuussa 1992 parempi (PIVET, 2002). Vuoden 1999 huhtikuussa tilanne oli huomattavasti heikompi kuin tässä tutkimuksessa, mihin lie-nee vaikuttanut syksyn 1998 voimakkaan sinilevämassan biologiseen hajotukseen jääpeitteen aikana kulunut happi (VOGT, 1999a). Pitkäjärvestä on aiempia talviajan tuloksia vain huhtikuulta 1971, jolloin veden happitilanne oli hieman nyt mitattua heikompi (PIVET, 2002). Siten kummankaan järven talviaikainen happitilanne ei näytä viime vuosikymmeninä oleellisesti muuttuneen - tai sitä ei näy olemassa olevissa tuloksissa.

Elokuun 2001 tuloksista heijastuu molempien järvien rehevöitymistilanne: Kyynäräjärven alusvesi on tyystin hapeton (kuvaliite 2b) ja Pitkäjärven päällyksivedessä on hapen ylikyllästeisyyttä ja pohjan läheisessä vedessä merkittävää happivajausta. Päällyksivedessä kesällä esiintyvä hapen ylikyllästeisyys osoittaa levä- ym. kasvituotannon fotosynteesin tehokkuutta. Molempien järvien alusvedestä ja syvännesedimentin pinnalta mitatut redox-arvot olivat heikot, Kyynäräjärven osalta jopa koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen kaikkein heikoimpia osoittaen sedimentin pintakerroksen pelkistyneisyyttä ja huonoa tilaa (liitteet 5a ja c). Vertailukelpoisia aiempia tutkimustuloksia on Kyynäräjärvestä vain 1990-luvun lopulta, jolloin veden happikerrosteisuus oli likimain samanlainen kuin nyt (VOGT, 1999a). Pitkäjärven päällyksivedessä on jo 1970-luvun alkupuolella todettu runsaaseen leväkasvuun viittaavaa hapen ylikyllästeisyyttä, mutta tältä ajalta ei ole järven alusvedestä vertailuun soveltuvia tuloksia (PIVET, 2002). Näin pitkälle rehevöityneiden järvien kesäajan happiarvot voivat levätilanteesta riippuen vaihdella lyhyenkin ajan sisällä suuresti, joten käytävissä olevan suppean aineiston pohjalta ei ole mahdollista

tehdä järin luotettavia päätelmiä järvien tilan kehityksestä viime vuosikymmeninä. Niin kauan kuin loppukesän runsaat leväkukinnat jatkuvat, järvien happiolosuhteet säilyvät näiltä osin pääpiirteissään yhtä vaihtelevina kuin nykyään.

Pohjan tuntumassa olevaan syväneveteen kehittyvä happikato aiheuttaa järvissä aikaa myöten - jopa usean vuosikymmenen viiveellä - pohjalietteen pintakerroksen pelkistymisen ja pilaantumisen, mikä puolestaan johtaa järvien sisäisen ravinnekuormituksen kasvuun ja rehevöitymisen etenemiseen. Tämä ilmiö rasittaa nykyoloissa merkittäväällä tavalla ainakin Kyynäräjärveä. Kesällä sinileväkukintojen aikana veden pH-arvo on molemmissa järvissä kohonnut korkeaksi - jopa pitkälle yli arvon kahdeksan, jolloin päälysveden alueen pohjasedimenteistä alkaa liueta fosforia veteen. Olosuhteet Kyynärä- ja Pitkäjärvesä näyttävätkin sellaisilta, että järvien tilaa säätelevät pitkälti alusveden talvi- ja kesäajan ajoittaisesta niukkahappisuudesta ja kesäajan korkeasta pH:sta johtuvat sisäisten ravinnekuormitusten prosessit. Näiden ongelmallisten prosessien hallintaan saaminen tuleekin olla Kyynärä- ja Pitkäjärven hoitotyön keskeinen tavoite. Järvien pohjasedimenttien ominaisuuksia tarkastellaan enemmän jäljempänä.

Veden ravinnepitoisuuksista ja rehevyydestä tehdyt tutkimukset osoittavat, että Kyynärä- ja Pitkäjärvi kuuluvat rehevien eli eutrofisten, ajoittain jopa erittäin rehevien, järvien ekologiseen tuotantotyyppiin (kuvaliite 3). 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 (µg/l):

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

Kyynäräjärvi oli elokuussa 2001 näiden analyysien pitoisuuksilla luokiteltavissa limnologiselta tuotantotyyppiltään klorofyllin osalta erittäin reheväksi ja fosforin osalta reheväksi järveksi. Vuosien 1998 ja 1999 useissa tutkimuksissa järven rehevyydestä saatiin paljolti samanlainen kuva. Etenkin talvikausina veden fosforipitoisuus kuitenkin on usein alentunut lievästi rehevien järvien pitoisuusluokkaan (VOGT, 1999a). Pitkäjärvi puolestaan

oli elokuussa 2001 fosforin suhteen erittäin rehevä ja klorofyllin mukaan rehevä järvi. Aiemmissa tutkimuksissa on Pitkäjärves-
sä jo kesällä 1970 todettu runsasta sinileväesiintymää ja useis-
sa tutkimuksissa veden klorofylliarvot ovat olleet erittäin rehevien järvien luokassa ja fosforiarvot rehevien järvien pitoisuuksien mukaiset (PIVET, 2002). Levätilanteesta riippuen kesäajan eri tutkimuskertojen ravinne- ja klorofylliarvot ovat kuitenkin vaihdelleet suuresti.

Kun näiden järvien alusvesi muuttuu talvisin ja Kyynäräjärves-
sä kesälläkin vähähappiseksi tai peräti hapettomaksi, kohoaa pohjan tuntumassa olevan veden ravinnepitoisuus jyrkästi ja mm. fosforipitoisuus voi olla erittäin suuri. Esimerkiksi talven 2001 lopulla molempien järvien alusveden fosforipitoisuus oli suunnilleen 100 µg/l ja nämä pitoisuudet olivat kaksin-kolminkertaiset päällysveden arvoihin verrattuina. Kesällä 2001 Kyynäräjärven alusveden fosforiarvo kohosi peräti arvoon 420 µg/l eli lähes 10-kertaiseen tasoon päällysveteen verrattuna.

Alusveden fosforista suuri osa on liukoista fosfaattifosforia, joka päällysveteen kulkeutuneena voi aikaansaada välittömästi voimakasta leväkasvua. Tällöin veden pH-arvo saattaa kohota paljon yli arvon kahdeksan, mikä puolestaan käynnistää fosfaattifosforin liukenemisen päällysveden alueen sedimenteistä veteen. Näin levätuotannon käyttöön on tarjolla "rajattomasti" fosfaattia, jolloin tyypestä tulee levätuotannon minimiravinne ja veden vapaata tyypeä sitomaan kykenevät sinilevät eli syanobakteerit pääsevät järven kasviplanktonin valtalajistoksi. Pahimmillaan tämä sisäisen ravinnekuormituksen "noidankehä" puhkeaa voimakkaiksi sinileväkukinnoiksi, jollaisia on viime vuosina ollut Kyynärä- ja Pitkäjärves-
sä useasti. Ja leväkukinnat nostavat yhä vain lisää veden pH-arvoa...

Näiden järvien hoitotyön keskeisen tavoitteen tuleekin olla yllä kuvatun sisäisen ravinnekuormituksen "noidankehän" katkaiseminen. Heinäkuun 2001 tuloksista ei järvien minimiravinnetta voida päätellä kokonaistypen ja -fosforin pitoisuussuhteiden perusteella, mutta pääravinteiden epäorgaanisten yhdisteiden pitoisuussuhteet viittaavat lähinnä nitraattityypen minimiravinteena (liite 5a). Aiemmat tutkimustulokset antavat samansuuntaisen kuvan levätuotannon minimiravinteesta. Aivan vanhimmissa tuloksissa Kyynärä- ja Pitkäjärven ravinnetasot näyttävät olleen usein nykyisten arvojen suuruusluokassa, joten selkeitä päätelmiä olosuhteiden muutoksista 1970-luvulta lähtien ei voida tehdä. Pitkäjärven kohdalla näkyy jo tuolloin samoin kuin nykyään päällysvesikerroksen veden talviajan selvästi parempi laatu kuin kesällä (PIVET, 2002).

Kyynärä- ja Pitkäjärven vedenlaadun muita ominaisuuksia on tutkittu vähän (PIVET, 2002). Kummankin järven veden hygienis-bakteriologinen laatu on muutamissa harvoissa tutkimuksissa ollut yleensä lähes moitteeton. Muilta osin analyyseissa ei näy Kyynärä- ja Pitkäjärven kaltaisten järvien vesille normaaleista arvoista poikkeavia arvoja (PIVET, 2002).

Vesikasvillisuuden luonnontaloudellinen merkitys on Kyynäräjärvessä pienehkö. Kyynäräjärven vesikasvillisuuden runsastumista estää veden sameus, mikä rajaa valaistusolojen takia pohjaan kiinnittyvien kasvien kasvualueet vain ylimmän 1,5 metrin syvyydelle. Järvessä tuntuvat myös vuosikymmeniä jatkuneen säännöstelyn vaikutukset. Kortekasvustojen häviämiseen arvellaan myös vaikuttaneen piisamin yleistymisen järvellä. Kyynäräjärven runsaimmat vesikasvillisuuden kasvustot sijaitsevat loivarantaisissa lahdelmissa, etenkin järven läntisessä lahdessa (VOGT, 1999a). Järven ekologinen kasvityyppi lienee viime vuosikymmeninä muuttunut rehevämpään suuntaan, mutta alun perin järvi lienee ollut lähinnä korte-ruokojärvi (*Equisetum-Phragmites* -tyyppi).

Pitkäjärvessä vesikasvillisuuden merkitys on melko suuri (liite 5b). Järven loivarantaisissa ja pehmeäpohjoisissa lahdelmissa on runsaampia ilmaversoisten ja kelluslehtisten vesikasvien kasvuvyöhykkeitä. Vesikasvillisuustyypiltään Pitkäjärvi lienee aiemmin ollut kirkasvetinen nuottaruohojärvi (*Lobelia*-tyyppi), mutta veden sameuden ja ravinteisuuden kasvun myötä järven vesikasvityyppi on muuttunut rehevämpään suuntaan. Vesikasvillisuuden kartoitustutkimusten tulokset ovat liitteessä 5b.

Kyynäräjärvestä on äskettäin tehty erillinen pohjasedimenttitutkimus (Golder Associates Oy, 1999). Järven sedimentti on laadultaan harmaata, hienojakoista savillejua tai liejusavea. Syvännesedimentin pintakerroksessa näkyy runsaasti mustaa sulfidiraidoitusta ja siten sedimentti on pelkistynyttä ja heikkolaatuista. Tässä tutkimuksessa mitatut lietepinnan redox-arvot olivat alentuneet ja koko Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen heikoimpia arvoja (liite 5c). Tulokset osoittavat, että Kyynäräjärven tilan koheneminen edellyttää syvänealueella - noin neljän metrin syvyydestä alaspäin - sedimentin pintakerroksen tilan paranemista, jotta pelkistyneestä sedimentistä purkautuva ja järven reheyyttä ylläpitävä sisäinen ravinnekuormitus saataisiin pysäytettyä. Mahdollisia hoitokeinoja, joita tarkastellaan lähemmin jäljempänä, ovat alusveden hapettaminen vesimassan kerrosteisuuskausina ja suoraan sedimentin pintakerrokseen kohdistuvat toimenpiteet.

Pitkäjärven pohjasedimentti on laadultaan tummanruskeaa mutaliejua, joten sedimentin osalta Kyynärä- ja Pitkäjärvi poikkeavat oleellisella tavalla toisistaan. Pitkäjärven sedimentin pintakerroksessa on kuitenkin myös hieman harmaata saviainesta (liite 5c), mikä johtuneen järven rantojen tuntumaan yli 50 vuotta sitten raivattujen peltomaiden eroosiovaikutuksista. Sedimentin pintakerroksesta mitatut redox-arvot olivat sekä talvella että etenkin kesällä alentuneet osoittaen lietepinnan pelkistyneisyyttä ja heikkoa tilaa. Siten järven syvänealueelta tapahtuneen ajoittain merkittävää sisäistä ravinnekuormitusta, mikä osaltaan vaikuttaa Pitkäjärven ongelmalliseen rehevöitymiseen. Sinileväkukintojen vallitessa kohooa veden pH-arvo aikaansaaden myös matalampien rantavyöhykkeiden sedimenteistä fosfaattifosforin liukenemista veteen. Näin ollen sisäisen ravinnekuormituksen prosessit, joihin myös kuuluu lähinnä kalaston aiheuttama bioturbaatio, ovat Pitkäjärven rehevöitymistilanteen kannalta avainasemassa. Niinpä järven hoitotyössä on erityisen tärkeitä huolehtia alusveden ja syvänesedimentin pintakerroksen hapekkaina pysymisestä ympärivuotisesti. Järven hoitokeinoina tulevat kysymykseen veden talviajan hapettaminen ja ehkä veden kemikaalikäsittely sekä kalastoon ja suoraan sedimenttiin kohdistuvat toimenpiteet.

Kyynärä- ja Pitkäjärven vedenlaadun ja tilan eroavuudet selittyvät aika suurelta osin pohjasedimenttien erilaisuuksista, mikä puolestaan on yhteydessä valuma-alueiden ominaisuuksiin. Savipitoisen sedimentin luonnehtiman ja tuulien vaikutuksille aika alttiin Kyynäräjärven vesi on perussameampaa kuin Pitkäjärven vesi. Toisaalta pääravinteista erityisesti fosfori sitoutuu vedessä tiukasti saviainekseen ja on näiltä osin pitkälti biologisesti inaktiivista. Pitkäjärven veden kesäajan sameuteen vaikuttaa Kyynäräjärveä enemmän levä- ja mikrobikasvu, jolloin veden sisältämästä fosforista suuri osa on koko ajan mukana veden eliöstön "biologisessa kierrossa". Tämän eron vuoksi Pitkäjärven sinileväkukinnat voivat puhjeta paljon herkemmin kuin Kyynäräjärvestä ja ravinnetalouden sisäisten kuormitusprosessien "itse itseään ruokkivan" luonteen takia leväkukinnat aikaansaavat Pitkäjärven veteen varsin korkeita ravinnepitoisuuksia.

5.2 Hanhilampi ja Kytömäenjärvi

Näistä järvistä ei ole aiempia tutkimustuloksia eikä Kytömäenjärvestä nyt edes saatu tehdyksi kesäajan tutkimusta, joten käytettävissä oleva aineisto on sangen suppea pidemmälle menevien arvioiden tekemiseksi järvien vedenlaadusta, tilasta ja hoitotarpeesta. Nämä järvet ovat rakenteeltaan samantyyppiset: Hanhilammen pinta-ala 7 ha, syvyys 2 metriä ja valuma-

alue 5,1 km²; Kytömäenjärvi vastaavasti 7 ha, 1,7 m(?) ja 1,4 km². Molemmat pienet järvet ovat luonteeltaan läpivirtausjärviä. Vesien teoreettinen viipymä on valuma-alueeltaan isommassa Hanhilammessa hyvin lyhyt, vain alle yhden kuukauden. Molempien järvien valuma-alueita luonnehtii suomaiden runsaus, mutta Hanhilammen valuma-alueella on lisäksi hieman enemmän peltomaita.

Näin matalien järvien veteen ei kesällä muodostu juuri minäkäänlaista lämpötilakerrosteisuutta ja humuspitoiset, tummat vedet lämpenevät alkukesästä nopeasti. Jääpeitteen aikana näidenkin järvien veteen voi kehittyä jopa melko jyrkkä käänteinen lämpötilakerrosteisuus.

Hanhilammen ja Kytömäenjärven vedenlaatu on perusominaisuuksiltaan samanlaista: pehmeätä, lievästi sameaa, humusyhdisteiden runsaudesta johtuen melko hapanta ja väriltään ruskeata. Hanhilammen vedessä näkyvät peltomaiden vaikutukset korkeampina liuenneiden elektrolyyttisuolojen määrinä ja siten parempana puskurikykyä kuin Kytömäenjärvessä, jonka happamassa vedessä on silti humuksen ansiosta riittävästi puskurikykyä ilmansaasteiden aiheuttamaa happamoitumista vastaan (liite 5a). Molempien järvien näkösyvyyden arvo oli tehdyissä tutkimuksissa noin 70 cm (kuvaliite 1). Koska järvet ovat varsin matalat, tunkeutuu niissä vesikasvien toimeentuloa varten riittävästi valoa pohjalle asti järvien koko pohja-alalla.

Matalien ja runsaan vesikasvillisuuden luonnehtimien humusjärvien happitilanne on talven lopulla usein ongelmallinen. Talven 2001 tutkimuksissa Hanhilammen ja Kytömäenjärven vedessä oli - järvien mataluus huomioon ottaen - kuitenkin kohtalaisesti happea (kuvaliite 2a). Tähän lienee jossakin määrin vaikuttanut maaliskuun alun suojasään lumen sulamisvedet. Myös lähes lumettoman jään läpi veteen tunkeutui valoa, jolloin mm. vesisammalten fotosynteesi saattoi parantaa järvien happitilannetta. Silti molemmissa järvissä oli pohjan läheisen veden happipajaus merkittävää. Jääpeitteisten kausien lopulla huhtikuussa hapenpuute järvissä voikin olla ankaraa. Kevään suojasäiden hapekkaat sulamisvedet parantavat onneksi nopeasti näiden läpivirtausjärvien veden happitilannetta. Pitkän, suojasäättömän, "kovan" talven aikana saattaa silti niin Hanhilammen kuin Kytömäenjärvenkin veteen muodostuva hapenpuute olla esimerkiksi kalastolle kohtalokasta. Tilanteen vakavuuden arviointiin tarvittaisiin lisää tutkimustuloksia. Nyt mitatut pohjasedimentin pintakerroksen redox-arvot olivat kuitenkin koko lailla hyvät eivätkä ilmentäneet sedimenttipinnan vakavaa pelkistymistä ja tästä seuraavan sisäisen vesistökuormituksen kasvun riskejä.

Happitilanne on matalissa järvissä avoveden aikana yleensä hyvä, kuten oli Hanhilammessakin heinäkuussa 2001. Tällöin järven päällysvedestä mitattu korkea happipitoisuus antoi viitteitä levätuotannon runsaudesta, mutta varsinaista voimakasta leväkukintaa tulokset eivät kuitenkaan ilmennä. Tilanteen tarkempaan arviointiin tarvittaisiin lisää tutkimustuloksia.

Hanhilampi on veden ravinnepitoisuuksien ja rehevyyden perusteella käytettävissä olevien muutamien tutkimustulosten ja sivun 13 taulukon mukaisesti tuotantotyypiltään rehevä eli eutrofinen tai jopa erittäin rehevä järvi (liite 5a). Kytömäenjärvestä ei edes ole kesäajan tutkimustuloksia, mutta talviajan arvojen perusteella järvi kuulunee lievästi rehevien järvien tuotantotyyppiin (kuvaliite 3). Hanhilammen veden kesän 2001 korkeat klorofylli- ja happipitoisuudet antavat viitteitä siitä, että järvessä oli varsin voimakasta leväkasvua, ehkä ns. limalevien aiheuttamaa leväkukintaa. Siten järvessä näkyy selvää rehevöitymiskehitystä. Kysymyksessä saattoi myös olla runsas sinilevätuotanto, sillä epäorgaanisten ravinteiden pitoisuussuhteen perusteella tyyppi oli levätuotannon ns. minimiravinne. Talvitutkimusten pääravinteiden pitoisuussuhteiden perusteella fosfori olisi kummassakin järvessä levätuotannon minimiravinne. Näitäkin osin olisivat lisätutkimukset tarpeellisia.

Näiden järvien veden muuta fysikaalis-kemiallisia tutkimustuloksia ei aikaisempien tutkimusten puuttuessa ole lainkaan.

Hanhilammen korkeampi vesikasvillisuus on melko runsasta ja monipuolista ja siten kasvillisuudella on suuri merkitys järven luonnontaloudelle. Järveä ympäröi suurelta osin hetteinen ja rehevä rantaluhta. Vapaasta vesialasta noin neljäsosa on kelluslehtisten vesikasvien - ulpukka, uistinviita ja palpakko - peitossa. Järvi on ekologiselta kasvillisuustyypiltään ulpukkajärvi (*Nuphar*-tyyppi). Hanhilammen hoitotyössä on paikallaan arvioida erikseen mahdolliset vesikasvillisuuteen kohdistuvat toimenpiteet. Koska järven vesikasvillisuudessa saattaa olla arvokkaita piirteitä, on järven vesikasvillisuuden tarkempi kartoitus aluksi tarpeellista. Kytömäenjärvelläkin vesikasvillisuudella on tärkeä merkitys - etenkin järveä kauttaaltaan ympäröivällä yli 50 metriä leveällä, hetteisellä luhtanevalla. Tämän järven varsinaista vesikasvillisuutta tutkittiin kuitenkin vain rannalta ja melko etäältä käsin. Ilmaversoiskasveja järvessä on niukalti, mutta kelluslehtisistä matalassa järvessä kasvaa aika laajalti mm. ulpukkaa. Myös tämä järvi on lähinnä ulpukkajärvi (*Nuphar*-tyyppi). Vesikasvikartoitusten tulokset ovat liitteessä 5b.

Hanhilammen ja Kytömäenjärven pohjasedimentti on tummaa, hienojakoista järvimutaa tai mutaliejua. Hanhilammen pohja-

sedimentin pintaosan kerrosteisuudessa näkyvät valuma-alueen viljelysmaiden ja suo-ojitusten vaikutukset, ja järvi onkin toiminut mm. valuma-alueen suo-ojituksista irronneen kiintoaineksen laskeutumisalpaana. Sedimenttipinnan redox-arvot olivat vuoden 2001 talvella ja kesällä kohtalaiset. Erityisesti vaikeiden talvikausien aikana sedimentin pintakerros saattaa kuitenkin pelkistyä, jolloin sedimentistä käsin voi tapahtua järven rehevöitymistä edistävää sisäistä ravinnekuormitusta. Järven hoitotyötä varten tarvittaisiin vielä lisätietoja Hanhilammen pohjasedimentin rakenteesta ja tilasta. Kytömäenjärven pohjasedimentin pintakerroksen tila oli talvella 2001 parempi kuin Hanhilammen eikä Kytömäenjärvestä näytä olevan mainittavaa riskiä sedimentistä käsin tapahtuvalle sisäiselle ravinnekuormitukselle. Tämä johtunee paljolti humusyhdisteiden aikaansaamasta järven veden ja pohjasedimentin pintakerroksen happamuudesta. Pohjasedimenttihakaintojen tulokset ovat liitteessä 5c.

5.3 Pern-, Naar- ja Ylisjärvi

Pern- ja Naarjärvi sekä tässä luvussa myös vertailujärvenä tarkasteltava Ylisjärvi kuuluvat Kiskonjoen vesistön suuriin, yli 100 ha:n laajuisiin järviin, joista vesiviranomaisten toimesta on jo 1960-luvun lopulta alkaen tehty suunnilleen kolmen vuoden välein vedenlaadun talvi-, kesä- ja syystutkimuksia. Näiden tutkimusten tuloksista on äskettäin valmistunut laajahkot raportit (VOGT, 2000b, c ja d), joissa esitettyihin tietoihin järvien vedenlaadusta, tilasta ja hoidosta on tässä paikallaan yleisesti viitattava. Käsillä olevassa paljon suppeammassa tarkastelussa esitetään vain joitakin täydennyksiä em. aiempien raporttien tietoihin ja päähuomio kiinnitetään näiden kolmen rakenteellisilta ominaisuuksiltaan samankaltaisen järven luonnontaloutta ja tilaa säätelevien tekijöiden vertailuihin. Täältä pohjalta arvioidaan jäljempänä myös näiden järvien hoitotarvetta ja -keinoja.

Naar-, Pern- ja Ylisjärven samankaltaisuutta ja erilaisuutta ilmentävät seuraavat liitteen 3 taulukosta poimitut tiedot:

	<u>Naarjärvi</u>	<u>Pernjärvi</u>	<u>Ylisjärvi</u>
Valuma-alue, km ²	9,3	33,1	131,0
-josta peltoalaa, %	4	15	40
Pinta-ala, ha	209	114	181
Keskisyvyys, m	2,5	2,3	1,9
Maksimisyvyys, m	4,0	4,8	4,3
Tilavuus, milj. m ³	5,1	2,6	3,5
Teor. viipymä, kk	20	3	1

Huom. Taulukon tiedot ovat joiltakin osin vain likimääräisiä arvioita.

Järvien välisistä eroavuuksista kiinnittyy ensinnä huomio Naarjärven pieneen valuma-alueeseen ja sen vähäiseen peltoalaan. Naarjärven suppea valuma-alue onkin pääosin melko karua, harjumaista metsä- ja kalliomaastoa. Pernjärven kolmisen kertaa laajemmalla valuma-alueella on enemmän peltoa ja melko runsaasti suomaita, joista suuri osa on ojitettu. Ylisjärven valuma-alue on vielä neljä kertaa laajempi kuin Pernjärven ja lisäksi Ylisjärven valuma-aluetta luonnehtii sangen korkea peltomaiden osuus sekä suurehko pysyvän asutuksen määrä. Peltojen maa-aineksessa savipitoisuus on enimmäkseen suuri.

Näiden järvien keski- ja maksimisyvyydet ovat koko lailla samanlaiset, mutta Pernjärvi on pinta-alaltaan ja tilavuudeltaan jonkin verran pienempi kuin Ylis- ja Naarjärvi. Vesien vaihtumisnopeus, teoreettinen viipymäärä, vaihtelee eri järvissä kuitenkin suuresti: Naarjärvi on selkeästi pitkän viipymän järvi, kun sitä vastoin Pernjärvi on jo lähestulkoon ja Ylisjärvi korostetusti vesien lyhyen viipymän läpivirtausjärvi.

Näistä lähtökohdista hahmottuvat järvien luonnontalouden peruspiirteet. Naarjärvi on luontaisesti karu järvi, Pernjärvi lienee alun perin ollut lähinnä lievästi rehevä järvi ja Ylisjärvi rehevä. Ihmistoimintojen vaikutuksesta olosuhteet järvissä ovat muuttuneet. Kasvanut ulkoinen vesistökuormitus on kuitenkin Naarjärven osalta pysynyt järven sietokyvyn puitteissa, joten järvi on yhä karu ja tilaltaan Kiskonjoen vesistön ja jopa koko Varsinais-Suomen parhaita tämän kokoisista järvistä. Sen sijaan Pernjärvessä on tapahtunut selvää rehevöitymiskehitystä, mikä näkyy kesäkausien lopulla toistuvasti sinileväkukintoina. Ylisjärvessä ongelmallinen rehevöityminen on edennyt vielä pidemmälle ja järvessä on kesällä säännöllisesti voimakasta sinileväkukintaa. Maatalouden vesistökuormitus on Pern- ja Ylisjärven rehevöitymisessä ratkaisevin tekijä (VOGT, 2000b, c ja d).

Naar-, Pern- ja Ylisjärven veteen ei kesällä juurikaan muodostu lämpötilakerrosteisuutta. Tämä on järville sikäli edullista, ettei niihin pääse muodostumaan hapettoman alusveden luonnehtimia syvänealueita, joissa pohjasedimentin pintakerros pelkistyi ja aikaansaisi merkittävää sisäistä ravinnekuormitusta. Kesällä järvien pohjasedimentin pintakerros on nyt samassa lämpötilassa kuin yläpuolinen vesimassa ja näin sedimentin pinnalle laskeutuvan orgaanisen aineksen biologinen hajotustoiminta on lämpötilan puolesta mahdollisimman tehokasta. Talvella näiden järvien veteen kehittyy käänteinen lämpötilakerrosteisuus, joka Pern- ja erityisesti Ylisjärvessä johtaa yleensä suuriin vedenlaadun eroihin päälly- ja alusveden välillä.

Naarjärven vesi on perusominaisuuksiltaan kohtalaisesti liuenneita elektrolyyttejä sisältävää ja lievästi hapanta järvivettä, joka on riittävästi puskuroitua ilmaperäisestä laskeumasta johtuvaa happamoitumista vastaan. Pernjärven ja etenkin Ylisjärven vedessä on selvästi enemmän elektrolyyttisuoloja ja puskuriominaisuutta. Naarjärven vedessä on lähinnä valuma-alueen suomailta uuttuvien humusyhdisteiden aiheuttamaa lievää ruskeaa väriä, mutta vesi on silti kirkasta ja läpinäkyvää. Näkösyvyyden arvo yltääkin järvessä yleensä yli 3,5 metrin eli järven pohjalle tunkeutuu koko järven alueella riittävästi valoa pohjaan kiinnittyvien vesikasvien toimeentuloa varten. Pernjärven vesi on savi- ja humusaineksen takia sameaa ja näkösyvyyden arvo on kesällä yleensä vain 50 - 80 cm, talvella jonkin verran enemmän. Ylisjärven veden sameus on vielä paljon runsaampaa ja näkösyvyyden arvo järvessä on kesällä usein vain 20 - 30 cm (liite 5a, kuvaliite 1). Pern- ja Ylisjärvessä on päällys- ja alusveden välillä veden sameudessa ym. ominaisuuksissa talvisin erittäin suurta erilaisuutta (VOGT, 2000b, c ja d).

Happitilanne on Naarjärvessä sekä talvella että kesällä yleensä hyvä. Aiemmin, lähinnä 1980-luvun kesätutkimuksissa järven päällysvedestä kuitenkin mitattiin useita kertoja hapen ylikyllästeisyyden arvoja (PIVET, 2002), mikä viittaa levätuotannon runsauteen. Sinileivistä johtuvaa tms. varsinaista leväkukintaa ei Naarjärvessä kuitenkaan liene esiintynyt, mutta runsas levätuotanto viittaa silti järven rehevöitymiskehityksen oireisiin. Viime aikojen kesätutkimuksissa hapen ylikyllästeisyyttä ei kuitenkaan enää ole todettu (VOGT, 2000d).

Matalissa, rehevöityneissä järvissä veden talviajan hapenpuute ja kesäajan hapen ylikyllästeisyys on yleistä. Tämä näkyy sekä Pern- että Ylisjärvessä. Talvisin näiden järvien alusvedessä ei kuitenkaan ole esiintynyt täydellistä happikatoa, mutta muutamissa tutkimuksissa veden happipitoisuudet ovat olleet varsin pieniä (kuvaliite 2, PIVET, 2002)). Läpivirtausjärvissä jään alla oleva päällysvesikerros vaihtuu leutojen, vetisten suojasäiden luonnehtimen talvien aikana nopeasti ja tällöin päällysvedessä on koko talven ajan runsaasti happea. Sen sijaan kovien, suojasäättömien pakkastalvien aikana hapekkaiden lisävesien tulo järviin heikkenee ja näin päällysvedenkin happipitoisuus voi huomattavasti alentua. Tällaisia eri talvien välisiä veden happitilanteiden vaihteluja on todettu myös Pern- ja Ylisjärvessä.

Kesäajan erittäin korkeita hapen ylikyllästeisyyden arvoja on mitattu useita kertoja sekä Pern- että Ylisjärven päällysvedestä. Samalla veden pH-arvot ovat voineet kohota poikkeuksellisen korkealle tasolle, jopa yli arvon 9,0 (VOGT, 2000b ja c). Tällaisten olosuhteiden vallitessa järvissä on ollut meneillään

voimakkaita sinileväkukintoja. Hajoava, pohjaa kohti vajoava levämassa kuluttaa myös runsaasti happea, ja siten leväkukintojen yhteydessä myös termisesti kerrostumattomien järvien alusvedessä on usein tilapäisesti merkittävää happivajausta. Järvien syvännosedimenttien pintakerroksen pelkistyessä alkaa vähähappiseen alusveteen "vuotaa" sedimenteistä käsin ravinteita. Kun veden pH-arvo kohoaa yli arvon 8,0 alkaa päällysvedenkin sedimenteistä purkautua fosforia veteen. Pern- ja Ylisjärven happitalouden ongelmat osoittavat näillä sisäisen ravinnekuormituksen tapahtumilla olevan tärkeän merkityksen järvien rehevöitymisprosesseissa. Naar-, Pern- ja Ylisjärven tilan ja luonnontalouden eroihin vaikuttavat paljon myös järvien pohjasedimenttien erilaisuus, mitä käsitellään enemmän jäljempänä.

Veden ravinnepitoisuuksista ja rehevyydestä tehdyt tutkimukset osoittavat, että Naarjärvi on ekologiselta tuotantotyypiltään karu eli oligotrofinen järvi, Pernjärvi rehevä eli eutrofinen tai erittäin rehevä järvi ja Ylisjärvi selkeästi erittäin rehevä järvi (kuvaliite 3; VOGT, 2002b, c ja d)). Järvien ominaisuuksien arviointi tapahtuu näiltä osin veden fosfori- ja typpipitoisuuksien sekä kasviplanktonin määrää ilmaisevan klorofylli a:n pitoisuuden perusteella. Tässä Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksessa käytetään järvien tyyppiluokituksessa sivulla 13 olevan taulukon arvoja. Rehevöityneissä järvissä voivat eri pitoisuusarvot vaihdella lyhyenkin ajan sisällä suuresti levätilanteesta ja mahdollisista leväkukinnoista riippuen. Nimenomaan läpivirtausjärvissä veden hetkelliset pitoisuusarvojen vaihtelut voivat usein olla suuria sade- ja poutakausiin liittyen.

Naarjärvestä on 1980-luvun alkupuolelta lähtien mitattu veden klorofyllipitoisuuksia ja tehdyissä tutkimuksissa tilanne on koko ajan ollut varsin vakaa, sillä vähäisistä vaihteluista huolimatta saadut tulokset vastaavat karujen järvien arvoja. Naarjärven etelä- ja pohjoispään välillä ei liioin näy tuloksissa merkittäviä eroja. Levätuotannon minimiravinne on mittauksissa ollut selkeästi fosfori (VOGT, 2000d).

Pernjärven vedestä on tehty yhteensä noin 10 klorofyllianalyysejä, ja 1990-luvulta alkaen saadut tulokset vastaavat erittäin rehevien järvien luokitustasoa. Jo 1970-luvulta lähtien järvestä on tutkittu mikroskooppisesti levänäytteitä, ja tulosten mukaan järvessä on ollut kesällä toistuvasti runsasta sinileväkasvustoa (PIVET, 2002; VOGT, 2000b). Tulokset viittaavat myös siihen, että Pernjärven rehevöityminen on viime aikoina pahentunut. Ranta-asukkaiden muistikuvien mukaan järvi oli vielä 1950-luvun alussa paljon nykyistä kirkasvetisempi ja tilaltaan parempi. Pääravinteiden epäorgaanisten yhdisteiden pitoisuussuhteiden perusteella tyyppi on Pernjärvessä ainakin loppukesän leväkas-

vun vallitessa levätuotannon minimiravinne. Ylisjärvessä sini-leväkukinnat ovat jo pitkään olleet Pernjärveäkin pahemmat ja tyyppi on leväkasvun minimiravinne (VOGT, 2000c).

Vesikasvillisuuden osalta Naar-, Pern- ja Ylisjärvi poikkeavat aika paljon toisistaan. Naarjärvessä myös pohjois- ja eteläpään väliset erot ovat selvät. Naarjärven pohjoisosan rantavyöhykkeitä kehystävät melko leveät ilmaversoiskasvustot, joissa näkyy lähivaluma-alueen peltomailta huuhtoutuneiden ravinteiden vesikasvillisuutta rehevöittänyttä vaikutusta. Pohjoisosassa on myös aika runsaasti kelluslehtisiä vesikasveja ja pohjalla sammalia ja näkinpartaisia kasveja (liite 5b). Naarjärven eteläosan kasvillisuus on aivan toisenlaista vastaten piirteiltään lähinnä happamoituneiden järvien vesikasviyhteisöjä. Etenkin järven tämän osan vesikasvillisuus on siinä määrin mielenkiintoista, että Naarjärvestä olisi paikallaan tehdä tarkempi vesikasvikartoitus. Ekologiselta vesikasvityypiltään Naarjärvi on karu, kirkasvetinen nuottaruohojärvi (*Lobelia*-tyyppi), mutta järvellä on harvinaisemman vitajärvenkin (*Potamogeton*-tyyppi) piirteitä.

Pernjärvessä vesikasvillisuuden merkitys järven luonnontaloudelle on kokonaisuutena melko vähäinen, mikä johtuu sekä veden sameudesta että aiemman säännöstelyn aiheuttamasta rantavyöhykkeiden eroosiosta. Joissakin matalissa lahdelmissa vesikasvillisuuden merkitys on kuitenkin suurempaa. Pernjärven ekologisen vesikasvityypin määrittely on epävarmaa ennen kaikkea säännöstelyn aiheuttamien muutosten takia. Ylisjärven kasvillisuudesta ei tässä yhteydessä tehty havaintoja. Järveä kehystää suurelta osin rehevä ilmaversoiskasvillisuus, mutta veden sameus rajoittaa kellus- ja uposlehtisten kasvien menestymistä järvessä. Vesikasvihavainnot on koottu liitteeseen 5b.

Edellä on jo viitattu siihen, että pohjasedimenttien laadulla ja tilalla on ratkaisevan tärkeä merkitys näidenkin järvien rehevöitymiskehityksessä. Naar-, Pern- ja Ylisjärven syvännesedimenttien pintakerroksen ominaisuuksia on jo aiemmin tutkittu noin 40 cm:n profiilinäytteistä, joista on arvioitu sedimentin rakenne ja mitattu redox- ja pH-arvot (VOGT, 2000b, c ja d). Naarjärven eteläosassa sedimentti on laadultaan hienojakoista mutaliejua, lähes detritusliejua, joka on laadultaan tervettä. Järven pohjoisosassa näkyy sedimentissä noin 7 cm:n pintakerroksessa ilmeisesti peltojen eroosioaineksesta johtuvaa harmaata väriä. Tästä pintaosasta alaspäin sedimentti muuttuu väriltään ruskeaksi järven tyyppilliseksi mutaliejuksi. Naarjärven pohjasedimentti on kaiken kaikkiaan laadultaan hyvää ja tervettä. Pohjalle vajoava vähäinen orgaaninen ainesmäärä hajoaa biologisesti kesäajan lämpimissä ja hapekkaissa oloissa tehokkaasti eikä järvessä siten tapahdu sedimentin pintakerroksen hape-

tus-pelkistysolojen heikkenemistä. Näissä olosuhteissa pohjalle vajonneet ravinteet poistuvat koko lailla pysyvästi järven levä-tuotannon käytöstä, eikä sedimentistä käsin tapahtuva sisäinen ravinnekuormitus näin ollen rehevöitä Naarjärveä (liite 5c).

Pernjärven pohjasedimentti on laadultaan luontaisesti rehevää saviliejua, ja tehdyissä tutkimuksissa näkyy vielä sedimentin pintakerroksen laadun ja hapetus-pelkistysolojen heikkenemistä (liite 5c ja VOGT, 2000b). Rehevöityneessä järvessä pohjalle vajoaa esim. sinileväkukintojen jälkeen runsaasti orgaanista ainesta, jonka määrää vielä lisää valuma-alueelta tuleva kuormitus. Sedimenttipinnan heikentyneissä redox-oloissa orgaanisen aineksen hajotus ei ole riittävän tehokasta, ja sedimentti muuttuu epäterveeksi - metaanikäymisen kaasukuplinnan ja mustan sulfidiraidoituksen luonnehtimaksi. Tällöin sedimentistä pääsee "vuotamaan" ravinteita takaisin veteen ja näin muodostuva sisäinen ravinnekuormitus lisää Pernjärven rehevöitymiskehitystä. Ylisjärvessä tilanne on vielä korostuneempi: sedimentti on laadultaan jo lähes saviliejua tai savea ja pelkistyminen kaasukuplintoineen ja sulfidiraitoineen on sangen pahanlaatuista. Siten sisäisen ravinnekuormituksen prosessit ylläpitävät runsaan ulkoisen vesistökuormituksen ohella Ylisjärven vakavaa rehevöitymistä. Sedimenttitutkimusten tulokset ovat liitteessä 5c.

6. Pohdinta

6.1 Yleistä järvien tilan muutoksista

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

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

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

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

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

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

Järvien biologisen tuottokyvyn alenemisen, ekosysteemien myrkyttymisen, tavallisin muutosprosessi on **ilmansaasteiden aiheuttama happamoituminen.** Happamoittavan laskeuman aiheuttamat **raskasmetallien maaperästä uuttumiset tai muiden vierasaineiden** mahdollisesti aiheuttamat haitat järvissä ovat usein niukalti tunnettuja, mutta 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. voimakkaiseen sinileväkukintoihin, kalaston muuttumiseen ylitiheäksi 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 sää-

televät pääravinteet, fosfori ja typpi. Näiden kuormituksen kasvun pääsyinä ovat **jätevedet sekä maa- ja metsätalouden toimenpiteet**. Myös **ilmaperäiset saastelaskeumat** vaikuttavat järvien rehevöitymiseen, sillä Lounais-Suomessa ilma-saasteiden vuotuinen typpikuorma on 500 - 1000 ja fosforikuorma 5 - 20 kg/km². 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 varsinainen rehevöitymiskehityksen perimmäinen alkusyy. Sisäisessä kuormituksessa erotetaan yleensä neljä eri prosessia:

- 1) hapeton alusvesi, jolloin pelkistyvästä pohjasedimentistä alkaa kiihtyvällä nopeudella liueta mm. fosforia veteen;
- 2) bioturbaatio eli ylitieheäksi 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 luonnontiloutta. Tähän pyrkiminen on järvien hoitotyön keskeinen tavoite.

6.2 Raportin järvien tilan muutokset

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen tämän osaraportin usean järven - Kynärä-, Pern-, Pitkä- ja Ylisjärvi - tila on varsin ongelmallinen, koska näiden järvien rehevöitymiskehitys on edennyt pitkälle. Matalassa Hanhilammessa näkyy lievempää rehevöitymiskehitystä, mutta sekä tästä järvestä että Kytömäenjärvestä on liian vähän tutkimustuloksia rehevöitymisen etenemisen luotettavaksi arvioimiseksi. Naarjärvi on luontaisesti karu järvi, joka yhä on tilaltaan Lounais-Suomen oloissa sangen hyväkuntoinen järvi. Silti Naarjärvessä näkyy joitakin oireita revöitymiskehityksestä (VOGT, 2000d).

Raportin järvistä on Suomen ympäristökeskuksen järvirekisterissä (PIVET, 2002) aiempia tutkimustuloksia 1960-luvun lopulta alkaen aika runsaasti Naar-, Pern- ja Ylisjärvestä, ja näiden järvien tuloksia on myös tarkasteltu eri yhteenvetoraporteissa (VOGT, 2000b, c ja d). Kyynäri- ja Pitkäjärvestä on jonkin verran aiempia tuloksia ja myös näiden järvien tilaa ja hoitoa on käsitelty tulosraporteissa (VOGT, 1999a, 2000e ja 2001b). Sen sijaan Hanhilammesta ja Kytömäenjärvestä ei ole lainkaan aiempia tutkimustuloksia.

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen arvoa kohottaa erityisesti se, että nämä tulokset tarjoavat tulevaisuudessa yhtenäisen vertailuperustan järvien mahdollisten muutostilojen tarkasteluille. Silloin on paikallaan tiedostaa, että talvi 2000-2001 oli järvien luonnontalouden kannalta "helppo". Kesätutkimukset tehtiin näillä järvillä hieman eri ajankohtina, mutta lämpimän ja poutaisen hellesään ansiosta tulokset edustavat silti järvien "kypsän" kesäajan tilannetta, jossa järvien mahdolliset häiriötilat todennäköisesti voitiin havaita.

Raportin järvien tilaa ei uhkaa viime vuosikymmenten aikana kasvanut happamoittava ilmaperäinen laskeuma, sillä kaikilla näillä järvillä on valuma-alueiden ominaisuuksien perusteella riittävästi puskurikykyä happamoitumista vastaan. Heikoiten puskuroitunutta on Naarjärven vesi, mutta tämänkin järven veden sisältämät elektrolyyttisuolat ja humusyhdisteet antavat riittävän puskurikyvyn happamoitumisen torjuntaan (VOGT, 2000d). Hanhilammen ja Kytömäenjärven kohdalla on happamuutta aiheuttavilla, mutta toisaalta myös ilmansaasteiden happamoittavaa vaikutusta puskuroivilla, humusyhdisteillä tärkeä merkitys. Kun kansainvälisten ilmastonsojelusopimusten 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. Siten tämän raportin järviä ei ole syytä kalkita happamoitumisen torjumiseksi.

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, vaikka tämän raportin rehevöityneillä järvillä tyyppi näyttää monesti olevan levätuotannon minimiravinne. Fosfo-

rin tarkastelu on kuitenkin tyypeä selkeämpää, minkä vuoksi tässä keskitytään järvien fosforitaloutta koskeviin arviointeihin.

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

	FOSFORIMÄÄRÄ, kg		
	päällysvesi	alusvesi	koko vesimassa
Hanhilampi	4	-	4
Kyynäräjärvi	80	80	160
Pernjärvi	150	-	150
Pitkäjärvi	35	-	35
Naarjärvi	35	-	35
Kytömäenjärvi	1	-	1
Ylisjärvi	350	-	350

(Huom. Taulukon arviot ilmaisevat vain fosforimäärien suuruusluokan.)

Kun liitteen 4 fosforikuormituksen määriä verrataan yllä oleviin järvien vesimassan fosforisisältöihin havaitaan, että Kyynäräjärveä lukuunottamatta kaikkien muiden järvien vuotuinen ulkoinen fosforikuormitus on selvästi suurempi kuin koko vesimassan kesäinen fosforisisältö. Pitkäjärven kohdalla veden fosforisisältö ja ulkoinen kuormitus ovat kuitenkin samassa suuruusluokassa. 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. Luonnonhuhoumien määrät muodostavat järvillä silti toiseksi suurimman kuormituslähteen maatalouden jälkeen. Pysyvän haja-asutuksen jätevesillä yms. kuormituksella on lähinnä Pern-, Naar- ja Ylisjärvellä suurempaa merkitystä. Loma-asutuksen kuormitus on suhteellisesti runsainta Naarjärvellä, mutta kaiken kaikkiaan sen merkitys jää yleensä vähäisemmäksi - edellyttäen, että kesämökkien jätevesi- ja muu ympäristöhuolto on hoidettu hyvin.

Metsien hakkuista, maanmuokkauksista, ojituksista ym. toimenpiteistä purkautuva "kuormituspiikki" kestää tyyden 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, mut-

ta silti maataloudesta tulevan kuormituksen hallitseva asema tulee säilymään runsaasti peltoja käsittävillä valuma-alueilla. Tämän raportin järvistä kohdistuu Pern- ja etenkin Ylisjärveen myös tulevaisuudessa varsin suuri ulkoinen maatalouden vesistökuormitus, mikä ylläpitää järvien huolestuttavaa rehevöitymiskehitystä. Myös Hanhilammella ja Kyynäräjärvellä sekä vähäisemmässä määrin myös raportin muilla järvilla on maatalouden vesistökuormitus ratkaisevaa. Tämän ongelman mahdollisimman hyvään hallintaan saaminen tulee olla raportin 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. Tämän raportin järvistä nimenomaan Pitkä-, Naar- ja Kytömäenjärven sekä Hanhilammen rehevöitymiskehityksille ovat tulevaisuudessa varsin ratkaisevia ilmaperäisen kuormituksen ja luonnonhuuhtouman määrät. Siksi on tärkeitä, että erityisesti ilmaperäistä kuormitusta kyetään kansallisin ja kansainvälisin toimenpitein jatkuvasti pienentämään.

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 kesäkerrosteisuutta ja alusveden happitilanteen tähän liittyvää heikentymistä on vain Kyynäräjärvessä, jossa on myös talvikausien lopulla todettu syvänniveden huomattavaa happivajausta. Talvisin matalissa Hanhilammessa ja Kytömäenjärvestä voi ilmetä runsaan humuksen ja hajoavan kasvimassan takia merkittävää happivajausta. Myös Pern-, Ylis- ja Pitkäjärvestä on joitakin tuloksia talviajan alusveden tuntuvista happivajauksista. Siten Naarjärveä lukuunottamatta raportin kaikkien muiden järvien happitaloudessa näkyy vakavia merkkejä sisäisen ravinnekuormituksen kasvun riskeistä, mikä on järvien pitkän aikavälin rehevöitymiskehityksen kannalta varsin huolestuttava tilanne.

Vesikasvillisuuteen sitoutuu yhtäältä vedestä ravinteita, mutta toisaalta keski- ja loppukesän intensiivisen vesikasvi- ja leväfotosynteesin yhteydessä veden pH-arvo saattaa kohota paljon yli kahdeksan käynnistäen järvien sisäisen fosforikuormituksen

päällysveden sedimenteistä käsin. Ylitiheä, särkikalojen hallitsema ns. roskakalasto lisää bioturbaatiolla osaltaan tätä sisäistä kuormitusta. Tällöin pohjalta takaisin veteen "vuotava" fosfori on liukoisen fosfaattifosforin muodossa ja on näin ollen välittömästi leväkasvun käytettävissä. Runsastuva leväkasvu nostaa päällysveden pH-arvon yhä korkeammaksi - joskus jopa yli pH-arvon 9,0 - ja näin sisäisen ravinnekuormituksen "noidankehä" yhä vain pahenee loppukesää ja syksyä kohti. Erittäin korkeista pH-arvoista on tutkimustuloksia Pern-, Ylis- ja Pitkäjärvestä (VOGT, 2000b ja c sekä 2001b) ja Kyynäräjärvestäkin melko korkeista (VOGT, 1999a). Rehevöitymisen levätuotantoon liittyvät veden loppukesän korkeat pH-arvot ja tästä aiheutuva merkittävä sisäinen fosforikuormitus onkin viimeksi lueteltujen neljän järven keskeinen vesiensuojelullinen ongelma, jonka hallintaan saaminen on järvien hoitotyön tärkein tavoite.

Raportin järvien levätuotannon minimiravinne näyttää kesän alussa yleensä olevan fosfori ja rehevöityneissä järvissä loppukesän runsaamman leväkasvun yhteydessä typpi. Kun typpi on levätuotantoa rajoittava minimiravinne, luo tämä edellytykset vapaan typen sidontaan kykenevien sinilevien eli syanobakteereiden massaesiintymille, sinileväkukinnoille. Tällaiset olosuhteet hallitsevat raportin järvistä ajoittain selkeästi Pern-, Kyynärä-, Pitkä- ja Ylisjärven luonnontaloutta. Sisäisen ravinnekuormituksen kasvuun vaikuttaa merkittäväällä tavalla pohjasedimentin ravinteisuus - savipitoisuus - ja redox-tila, ja näiltä osin tilanne näyttää vaikeimmalta Kyynärä-, Pern- ja Ylisjärvessä. Raportin kaikilla järvillä tärkeän hoitotyön perusteiksi tarvitaan vielä lisää monipuolisia ekologisia tutkimustuloksia järvien 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 kesällä biologisissa hajotusprosesseissa vapautuva fosfaattifosfori tulee suurelta osin nopeasti sidotuksi uudelleen biologiseen levä- yms. ainekseen. Niinpä 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" pienehköjen järvien fosforikuormituksen kasvulle on.

Samaan tapaan kuin fosforin ovat myös toisen pääravinteen, typen, määrät kasvaneet järvien ulkoisessa ravinnekuormituksessa. Edellä on minimiravinne-ajattelun pohjalta tarkasteltu

yksinkertaistaen järvien rehevöitymisprosessia. Järvien luonnontalouden dynaamiset olosuhteet ovat kuitenkin paljon monimutkaisemmat, ja käytännössä rehevöityminen etenee veden kummankin pääravinteiden pitoisuuden kasvun myötä. Yhden kasvukauden eri ajankohtina saattaa järven levätuotantoa rajoittava minimiravinne jopa useaan otteeseen vaihtua, esim. pahat sinileväkukinnat syntyvät yleensä kesän lopulla, kun typestä tulee levätuotannon minimiravinne fosforin jälkeen ja sinilevien kyetessä hyödyntämään veden vapaata typpeä.

Järven eliöstön kehitykseen vaikuttavat aina myös monet muut kasvutekijät mm. lämpötila, valo, hivenravinteet sekä kasvi- ja eläinlajien välinen elintila- ja ravintokilpailu. Tällaisten tekijöiden tarkka selvittäminen ei ole ollut käsillä olevassa Kiskonjoen vesistön 65 järven perustilan kartoitustutkimuksessa mahdollista. Jo pelkästään typen esiintyminen ja kierto luonnossa on niin monivaiheista, ettei siihen voida tässä paneutua.

Tehokkaat hoitotoimenpiteet kaikkien tarkasteltavien järvien tilan parantamiseksi ovat nyt ensiarvoisen tärkeitä. Päähuomio hoidossa tulee kiinnittää ulkoisen vesistökuormituksen vähentämiseen, syvänteiden happitalouden ja sedimentin pintakerroksen hapekkaina ja terveinä säilymiseen sekä liiallisten levä- ja vesikasviesiintymien torjumiseen. Matalissa Hanhilammessa ja Kytömaenjärvessä on vedenkorkeuden mahdollisimman korkea, vakaa taso sekä kesällä että talvella erityisen tärkeitä. Vesikasvillisuuden rehevöityminen voi olla yhteydessä vedenkorkeuksien vaihteluihin, ja tällä seikalla voi olla erityistä merkitystä Hanhilammessa ja Pitkäjärvessä. Toisaalta runsas vesikasvillisuus sitoo järvissä ravinteita 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 ja loivarantaisten järvien hoitotyössä tulee kiinnittää erityistä huomiota vedenkorkeuden vähäisenkin noston ja säätelyn mahdollisuuksiin, mikä tässä koskee oikeastaan tämän raportin kaikkia järviä. Lisäksi matalissa järvissä on tärkeitä veden happitilanteen pitäminen hyvänä nimenomaan jääpeitteen aikana ja korkeamman vesikasvillisuuden liiallisen runsastumisen estäminen.

7. 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. Vali-

tettavan 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 rehevöityneiden järvien - Pern-, Kyynärä-, Pitkä- ja Ylisjärvi - hoitotyö on sangen haasteellista ja merkittävien, nopeiden hoitotulosten saavuttaminen vaikeata. Hanhilammen osalta hoitotyön aloittaminen on tärkeätä ja Naarjärvellä jo pitkään jatkuneita hoitotoimenpiteitä tulee pyrkiä yhä tehostamaan. Kytömäenjärven hoidossa päähuomio kohdistuu järven Natura-luonteen takia valuma-alueella tehtäviin toimenpiteisiin.

Järvien hoito- ja kunnostustyössä on tarpeellista toteuttaa monia erilaisia toimenpiteitä (esim. in ILMAVIRTA, 1990; ÄYSTÖ, 1997 ja Vesiyhdistys r.y., 2000). Naarjärven ohella tämän raportin järvistä on Kyynärä-, Pern-, Pitkä- ja Ylisjärvellä jo aloitettu erilaisten hoitotoimenpiteiden toteuttaminen - tai ainakin suunniteltu hoitoprojektien aloittamista. Tätä varten järvillä onkin tehostettu ranta-asukkaiden ym. asianosaisten yhteistyötä. Seuraavassa selostetaan lyhyesti järvien hoidossa käytössä olevia tärkeimpiä yleisperiaatteita ja samalla arvioidaan alustavasti raportin eri 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 ja Kiskon kuntiin on perustettu kuntakohtaiset vesienhoitoyhdistykset, joiden kanssa järvikohtaiset toimintaryhmät voivat toimia yhteistyössä. Naar- ja Pitkäjärven rekisteröidyt hoitoyhdistykset ovat toimineet jo pitkään. Kyynärä- ja Pernjärven hoitotyöt on puolestaan järjestetty virallisen kalastusorganisaation yhteyteen. Jotta tämän tutkimuksen järvien hoitotyölle saadaan jatkuvuutta ja asianosaisten laaja osallistumispohja, on paikallaan ehdottaa, että

raportin järville perustetaan järvien tilan seuranta- ja hoitotyön yhdistykset joko itsenäiseen toimintaan tai yhteistyöhön Kiikalan tai Kiskon kuntayhdistyksen kanssa.

Suosittelavaa on, että mahdollisten toimintaryhmien tai uusien yhdistysten perustamisvaiheessa jäseniksi 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 omahoitoisuuden 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 järvilla ulkoisen kuormituksen vähentäminen on keskeisen tärkeitä. Ulkoisen vesistökuormituksen vähentämistoimenpiteiden lähtökohdan muodostaa aina kuormituksen kartoitus selvitys. Loma- ja haja-asutuksen vesistökuormituksen vähentämisen tavoitteeksi voidaan ottaa nolla kuormitus. Myös maa- ja metsätalouden kuormitukset on pyrittävä saamaan mahdollisimman pieniksi. Erityisen haasteellista on Pern- ja Ylisjärven laajahkoilla valuma-alueilla maatalouden vesistökuormituksen vähentäminen ja myös Kyynärä- ja Pitkäjärven osalta tämän kuormituksen vähentäminen on avainasemassa järvien tilan paranemisen kannalta. Erilaisia keinoja näiden kuormitusten vähentämiseksi selostetaan hieman laajemmin 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 tärkeätä tämä on matalilla Hanhilammella ja Kytömäenjärvellä, mutta myös raportin muut järvet ovat aika matalat ja suurelta osin loivarantaiset. Järvien luusuoiden mahdollisten kynnyspatorakenteiden rakentamistarve on paikallaan arvioida järvi-kohtaisesti erikseen. Kyynäräjärven luusuuan on ehdotettu vesien "vastavirtauksen" pysäyttävää pohja- tms. patoa (VOGT, 1999a) ja myös Pern-, Ylis- ja Naarjärven luusuoiden patorakenteiden kunnostus on paikallaan (VOGT, 2000b, c ja d). Järvien tilan parantaminen toisesta vesistöstä johdetuilla puhtaila vesillä ei ole näillä järvillä teknis-taloudellisesti mahdollista.

Myös järvien valuma-alueilla tehtävien metsä- ja suo-ojitusten sekä muiden vesiuomien perkausten hydrologiset vaikutukset alapuolisten järvien luonnontaloudelle tulisi aina erikseen etukäteen arvioida. Parhaiten voidaan vesistökuormitusten osalta ojitusten vaikutuksia 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 koskee tässä erityisesti Hanhilammea sekä Pitkä- ja Kytömäenjärveä ja jos-sakin määrin myös raportin muita järviä.

* **Happamoitumisen torjunta**

Happamoitumisen haittoja voidaan torjua kalkitsemalla suoraan järviä, niihin laskevia joki- ja purovesiä tai laajemmalti järvien valuma-alueita (IIVONEN, 1998). Ongelman syihin, happamoitettavaan 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 nykyoloissa uhkaa tämän raportin ainoatakaan järveä (ei edes Naarjärveä), minkä vuoksi näiden järvien kalkitsemiselle ei nykyisten tietojen mukaan ole perusteita.

*** Happitalouden parantaminen**

Sisäisen ravinnekuormituksen kasvun torjunnassa on järvien tärkeimpiä hoitokeinoja pohjasedimentin tuntumassa olevan veden pitäminen hapekkaana. Markkinoilta löytyy useita, hie- man eri periaatteilla toimivia järviveden hapetus- tai ilmastus- laitteita, joiden hankintakustannukset alkavat 8.000 - 15.000 euron hintaluokasta. Laitteiden vuotuiset käyttökulut muodostuvat pääosin energiamaksuista, ja ne ovat pienehköjen järvi- en osalta 1.000 - 3.000 euroa/kohde.

Naarjärveä lukuunottamatta raportin muilla järvillä on aiheellis- ta kiinnittää huomiota lähinnä vesimassan talvikausien happi- tilanteeseen. Kesäajan alusveden hapettamisen toteuttamis- tarvetta on vain Kyynäräjärvellä. Matalassa ja aika runsaan vesikasvillisuuden hallitsemassa Hanhilammessa - ehkä Kytö- mäenjävessäkin - on talviaikaisen happitilanteen parantami- nen tärkeätä, mutta tämä saattaa olla tekniseltä toteuttamis- tavaltaan vaikeata. Hapettamislaitteiden käytön ohella saattaa alusveden johtaminen pois pohjan läheltä happitilanteen ko- hentamiskeinona tulla kysymykseen Kyynärä-, Ylis- ja Pitkä- järvellä. Ennen mahdollisiin parannustoimenpiteisiin ryhtymis- tä on paikallaan hankkia vielä lisätietoja mm. järvien happi- tilanteen kehittymisestä erityisesti talviolosuhteiden aikana.

*** Ravintoketjukurkennostus eli biomanipulaatio**

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

Tässä tutkimuksessa ei ole selvitetty eri järvien kalastoa, joten ennen mahdollisiin hoitokalastuksiin ryhtymistä tulisi ensinnä selvittää koekalastuksilla järvien kalaston rakenne ja tiheys.

Tältä pohjalta voidaan arvioida hoitokalastuksen ym. biomanipulaation toteuttamisen tarve. Pern-, Kyynärä- ja Pitkäjärvellä on jo toteutettu hoitokalastusta, joten toimenpiteistä saatujen hyötyjen seuranta on nyt tärkeätä sekä jatkotoimenpiteiden suunnittelun että toteuttamisen kannalta. Hanhilammella hoitokalastuksen mahdollinen tarpeellisuus tulee selvittää lisätutkimuksilla. Järven mataluus ja runsas vesikasvillisuus saattavat vaikeuttaa hoitokalastuksen toteuttamista. Ylisjärven tilaa voitaneen hoitokalastuksella edistää. Naar- ja etenkin Kytömäenjärvellä mahdolliset hoitokalastukset edellyttävät toimenpiteen hyödyllisyyden huolellista etukäteen arvioimista. Vahvan rapukannan - mielellään kotimaisen ravun - säilyttäminen järvissä tai kotiuttaminen niihin on järvien tilan kannalta hyvä 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 on aina ennen kasvillisuuden poistoon ryhtymistä perusteltua teettää vesikasvikartoitus, jossa arvioidaan ko. lajien suhtautuminen eri niitto- tai muihin poistotapoihin. Niitetty kasvimassa tulee myös aina huolellisesti poistaa vedestä.

Raportin järvistä on vain Hanhilammella ja Pitkäjärvellä runsaanlaisesti vesikasvillisuutta, jonka laajemman poistamisen hyötyjen selvittäminen on paikallaan. Myös Kyynärä- ja Naarjärvellä on paikoitellen melko tiheitä vesikasvien kasvustoja, joiden vähentämisestä saatavat hyödyt tulisi ensinnä yksityiskohtaisilla kartoitustutkimuksilla selvittää ja samalla arvioida tältä pohjalta mahdollisten vesi- ja rantakasvillisuuteen kohdistuvien hoitotoimenpiteiden tarpeellisuus. Kytömäenjärven vesikasvillisuuden tarkka kartoitus on perusteltua jo Natura 2000 -suojelun tarpeiden kannalta.

* **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 esimerkiksi 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 laskeuttamisen allasalueet. Tämän raportin järvistä ilmeisesti vain Hanhilammella olisi oikealla tavalla toteutetuilla ruoppauksilla mahdollista merkittävästi edistää järven tilaa ja käyttöarvoja. Myös Kynäräjärven alusveden piiriin kuuluvan melko suppean pohja-alueen sedimenttien laadun mekaaninen parantaminen saattaa menetelmien kehittyessä tulla kysymykseen. Mahdollisten sedimenttihankkeiden toteuttaminen edellyttää aina yksityiskohtaisten hankesuunnitelmien tekemistä ja vesilainsäädännön mukaisten lupien saamista toimenpiteille.

* **Kemikaalikäsittely**

Rehevän järven vedessä olevaa fosforia voidaan saostaa kemiallisesti pois vedestä ja siten vähentää oleellisesti veden fosforipitoisuutta. Saostuskemikaalina käytetään mm. talousvedenpuhdistamoilta tuttua polyalumiinikloridia tai alumiini- tai rautasulfaattia. Kemiallinen käsittely soveltuu pienehköihin, voimakkaasti rehevöityneisiin järviin, joiden ulkoinen kuormitus ei ole runsasta. Kemikaalikäsittelyn onnistuminen edellyttää ulkoisen kuormituksen minimointia, sopivia hydrologisia olosuhteita (järven tilavuus alle 1 milj. m³ ja vesien viipymäärä yli yhden vuoden) ja lisäksi rehevöitymisen tulisi johtua järven sisäisestä ravinnekuormituksesta (ORAVAINEN, 1990). Fosforin saostuksen kertakäsittelyn kustannukset ovat olleet 40 - 170 euroa/ha. Menetelmän ongelma on myös vaikutusten lyhytaikaisuus suhteessa toimenpiteen kustannuksiin, sillä käsittely joudutaan yleensä uusimaan 3 - 5 vuoden välein. Kemikaalikäsittelyn seurauksena järven koko kalakanta on usein tuhoutunut. Tämän raportin järvistä kemikaalikäsittely saattaa soveltua melko hyvin hoitokeinoksi Pitkäjärvelle ja ehkä myös Kynäräjärvelle, jos tähän järveen Pernjärven suunnalta tapahtuva virtaus estetään patorakenteella. Kemikaalikäsittelyä varten on aina tehtävä erikseen hankesuunnitelma ja haettava tämän avulla toimenpiteelle ympäristösäädösten mukainen lupa.

* **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 hoitoyhdistysten tai -ryhmien toimesta on suositeltavaa laatia pitkäjänteinen järvien tilan seurantaohjelma, jonka toteuttamiseen voidaan pyrkiä sekä ympäristöviranomaisten tuen että yhdistyksille jäsenistöltä, EU-rahoituksesta tms. lähteistä hankittavilla taloudellisilla resursseilla - talkootyö mukaan lukien.

* * *

Lähdeluettelo:

- Golder Associates Oy, 1999. Kiikalan Kynäräjärven sedimentin tila ja kunnostus. -Projektin n:o 99-2672, 11 s. + 7 liitettä, Helsinki.
- IIVONEN, P., 1998. Happamoituneiden vesien kalkitus. -Ympäristöopas 3, Suomen ympäristökeskus, 66 s., Helsinki.
- ILMAVIRTA, V. (toim.), 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. -479 s., Yliopistopaino, Helsinki.
- ISOTALO, I., 1984. Kiskonjoen vesistön järvien vedenlaatu ja kyky vastustaa happamoitumista. -Vesihallituksen monistesarja 1984:216, 43 s.
- JÄRNEFELT, H., 1958: Vesiemme luonnontalous. -325 s., Porvoo.
- Maanmittaushallitus, 1992a. Topografinen kartta 2021, Salo.
- Maanmittaushallitus, 1992b. Topografinen kartta 2012, Kemiö.
- Maanmittauslaitos, 1998. Maastokartta 2014, Karjaa.
- Maanmittauslaitos, 1999. Maastokartta 2023, Suomusjärvi.
- ORAVAINEN, R., 1990. Veden ja sedimentin kemikaalikäsitely. -Julkaisussa: ILMAVIRTA, V. (toim.), s. 258-271.
- PIVET, 2002. Kts. Suomen ympäristökeskus, 2002.
- Suomen ympäristökeskus, 2002. Pintavesien laaturekisterin (PIVET aiemmin VETREK) tutkimustiedot raporttialueen järvistä.
- Vesi- ja ympäristöhallitus, 1993. Kiskonjoen vesistön luonnontaloudellinen kehittämissuunnitelma. -Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A 161, 113 s., Helsinki.
- Vesiyhdistys ry, 1986. Sovellettu hydrologia. -503 s., Mänttä.
- Vesiyhdistys ry, 2000. Järvikunnostuksen tulevaisuus. -Vesipäivä 1999, 30 v. juhlaseminaari, 102 s., Tampere.
- VOGT, H., 1999a. Kiikalan Kynäräjärven tila ja sen parantaminen. Leader II -projekti. -Moniste järven hoitoyhteisölle, 29 s. + 14 liitettä.
- VOGT, H., 2000a. Kiskonjoen vesistön Rytköjärvien sekä Piil- ja Valkjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisterraportti Kiskon, Muurlan ja Perttelin kunnille, 80 s., Pertteli.

- VOGT, H., 2000b. Perttelin kunnan järvien vedenlaadun ja tilan perustutkimus. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisteraportti Pertteliin, 141 s.
- VOGT, H., 2000c. Muurlan Ylisjärven vedenlaatu vuonna 2000 sekä järven hoitokeinot. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n moniste Muurlan kunnalle, 109 s.
- VOGT, H., 2000d. Perniön Naarjärven vedenlaatu ja tila 1999 sekä järven hoidon perusteet. -Moniste Naarjärven kalastusseura ry:lle, 19 s. + 12 liit.
- Vogt, H., 2000e. Perniön Yliskylän Pitkäjärvi. -Kirjelmä Pitkäjärven suojeluyhdistys ry:lle 16.10.2000, 3 s.
- VOGT, H., 2001a. Muurlan Lammi- ja Metsä-Valkjärven vedenlaatu ja tila vuonna 2000 sekä järvien hoidon periaatteet. -Järvitutkimus-O₂ Ky:n monisteraportti Muurlan kunnalle, 125 s., Muurla.
- VOGT, H., 2001b. Ohjelma Perniön Yliskylän Pitkäjärven hoitotyöhön. -Kirjelmä Pitkäjärven suojeluyhdistys ry:lle 16.5.2001, 5 s.
- 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 + 12 sivua
- Liite 5b: Vesikasvikartoituksen tulokset, otsikkosivu + 6 sivua
- Liite 5c: Sedimenttitutkimusten tulokset, otsikkosivu + 6 sivua
- Kuva- ja karttaliitteet, 1 otsikkosivu
- Kuvaliite 1: Järvien näkösyvydet vuonna 2001, 1 sivu
- Kuvaliite 2a: Järvien talviajan veden happikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 2b: Kyynärjärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 s.
- Kuvaliite 3: Järvien rehevyys kesän 2001 tutkimuksissa kokonaisfosforin ja -typen sekä klorofylli a:n perusteella, 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

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

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

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

Järvien tutkimuksen ja hoidon yhteistyötahoja

Kuntien, valtionhallinnon yms. organisaatiot

Salon Seudun Kehittämiskeskus kuntayhtymä

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

Kiskonjoen vesistöalueen kunnat:

- kuntayhtymän kunnat

Kiikalan kunta

Kiskon kunta

Muurlan kunta

Perniön kunta

Perttelin kunta

Salon kaupunki

Someron kaupunki

Suomusjärven kunta

Särkisalons kunta

- Uudenmaan kunnat

Karjalohjan kunta

Nummi-Pusulans kunta

Pohjan kunta

Sammattin kunta

Tammisaaren kaupunki

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

Ympäristöministeriö

- Kasarminkatu 25, 00130 Helsinki p. 09-19911

Suomen ympäristökeskus

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

Lounais-Suomen ympäristökeskus

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

Uudenmaan ympäristökeskus

- Asemapäälliköncatu 14, 00520 Helsinki p. 09-148 881
- koko ympäristöhallinnon internet-osoite on: www.ymparisto.fi

Maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosasto

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

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

TE-keskukset ja niiden kalatalousyksiköt www.te-keskus.fi
-Varsinais-Suomen Ratapihankatu 36, 20100 Turku p. 02-2100400
-Uudenmaan Maistraatinportti 2, 00240 Helsinki p.09-2534 2111
Salon seudun kalastusalue
-isänn. Matti Laine, p. 735 1256

Järvien kunnostuksen hankerahoitusta

Lounais-Suomen Maaseudun Kehittämisyhdistys ry
-Urheilutie 5, 25410 Suomensjärvi p. 02-739 2800
-internet: www.lounais-suomenmaaseudunkehittamisyhdistys.fi
-myös ympäristö- ja TE-keskuksilta löytyy rahoitustietoja

Järvitutkimusten palveluja

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy

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

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry

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

Salon Järvitutkimus Isokyläntie 74, 24260 Salo

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

Kiskonjoen vesistöalueen järvien hoito- ja suojeluyhdistyksiä

Enäjärven suojeluyhdistys ry

-siht. Rolf Oinonen p. 019-36728

Kiskon Kirkkojärven suojeluyhdistys ry

-siht. Marja Leppäaho p. 050-320 2015

Naarjärven suojeluyhdistys ry

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

Yliskylän Pitkäjärven suojeluyhdistys ry

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

Kiskon-Perttelin Valkjärven hoito- ja suojeluyhdistys ry

-siht. Pirkko Siironen p. 050-484 4215

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Lammijärven suojeluyhdistys ry

-yhteyshenk. Turkka Saarniniemi p. 02-734 2402

Perttelin järvien hoitoyhdistys ry

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

Rahikkalan-Pipolan Nummijärven suojeluyhdistys ry

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

Pentjärven suojeluyhdistys ry

-yhteyshenk. Satu Auer p. 050-574 9777

-uusia yhdistyksiä:

Kiskon vesistöjen hoitoyhdistys

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

Suomusjärven vesistöjen hoitoyhdistys

-siht. Risto Levo p. 02-738 2880

Perikkaan puolesta

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

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

J Ä R V I	Hanhilampi	Kyynärä- järvi	Pernjärvi	Pitkäjärvi	Naarjärvi	Kytömäen- järvi	Ylisjärvi
<u>Fosfori</u>							
-haja-asutus	1	4	20	0	10	1	-ei arv.
-loma-asutus	1	1	10	1	10	0	-ei arv.
-maatalous ¹⁾	80	70	800	15	60	15	8500
-metsätalous	5	4	30	1	7	1	80
-ilmalaskema ²⁾	1	6	20	4	20	1	50
-luonnonhuuht.	30	20	180	8	40	8	750
<u>Yhteensä</u>	118	105	1060	29	147	26	≈9380
<u>Typpi</u>							
-haja-asutus	5	25	130	0	60	5	-ei arv.
-loma-asutus	5	5	30	5	50	0	-ei arv.
-maatalous ¹⁾	700	600	7000	150	500	150	80000
-metsätalous	50	40	300	10	70	10	800
-ilmalaskema ²⁾	80	500	1400	300	1600	80	4000
-luonnonhuuht.	1000	700	6000	300	1400	300	25000
<u>Yhteensä</u>	1840	1870	14860	765	3680	545	≈109800
Huom. Käytettyjen ominaiskuormitusten arvot on selostettu raportin luvussa 3.4 sivulta 6 alkaen. 1) vain peltoviljelmät 2) suoraan järveen							

Osa III: Perniönjoen vesistön järvet

LIITE 5a:

Vesitutkimusten tulokset

-yhteensä otsikkosivu + 12 sivua

Hanhilampi,	26.3. ja 16.7.2001, 2 sivua
Kyynäräjärvi,	26.3. ja 2.8.2001, 2 sivua
Pernjärvi,	24.8.2000, 10.7.2001 ja 5.9.2001, 2 sivua
Pitkäjärvi (Yliskylä),	9.4. ja 20.8.2001, 2 sivua
Naarjärvi,	23.8.2000, 9.7.2001 ja 17.9.2001, 2 sivua
Kytömäenjärvi,	21.3.2001, 1 sivu
Ylisjärvi,	24.8.2000 ja 10.7.2001, 1 s.

Tutkimuskohde:	HANHILAMPI , Kiikala				Yhtenäiskoordinaatit: p 6708080 i 3304400			
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo							
Päivämäärä ja sää:	26.03.2001				-sää: -3 °C, aurinkoista			
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 70 cm; -kokonaissyvyys 1,6 m; -jää 35 cm, jäällä n. 2 cm lunta							
Analyysitulokset:								
Näytesyvyys, m	0,5	1,0	1,4	1,6				
Lämpötila, °C	1,4	2,8	3,2	3,3				
Happi, mg O ₂ /l	9,0		3,0	2,2s				
Happikyll., O ₂ -%	66		23	17				
pH/ -laborator.	5,9		5,9					
-on site	5,79		6,13	6,01s				
Sähkönjoht., mS/m	4,3		4,9					
Alkalinit., mmol/l	0,16		0,19					
Väriluku, mg Pt/l	120		140					
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	10		11					
KHT (COD), mg O ₂ /l*		27						
Kok.typpi, µg N/l*		950						
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*								
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*								
Kok.fosfori, µg P/l*		27						
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*								
Klorofylli a, µg/l*								
Redox, mV	+290		+226	+203s				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.								
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä								

Tutkimuskohde:	HANHILAMPI , Kiikala		Yhtenäiskoordinaatit: p 6708080 i 3304400							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo									
Päivämäärä ja sää:	16.07.2001		-sää: 20 °C, pilvistä, lähes tyyntä							
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 70 cm ; -kokonaissyvyys 1,7 m									
Analyytitulokset:										
Näytesyvyys, m	0-1 m		0,5	1,0	1,5	1,7				
Lämpötila, °C			21,8	21,8	21,1	20,5				
Happi, mg O ₂ /l			8,4		7,3	6,0 _s				
Happikyll., O ₂ -%			98		84	69				
pH/ -laborator. -on site	6,9		6,80		6,22	5,84 _s				
Sähkönjoht., mS/m	6,8									
Alkalinit., mmol/l	0,20									
Väriluku, mg Pt/l	280									
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	10 4,2									
KHT (COD), mg O ₂ /l*	32									
Kok.typpi, µg N/l*	970									
Nitr.typpi, µg NO ₂ /l*	<5									
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	5									
Kok.fosfori, µg P/l*	48									
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	4									
Klorofylli a, µg/l*	38									
Redox, mV			+280		+280	+190 _s				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.										
Huom. _s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä										

Tutkimuskohde:	KYYNÄRÄJÄRVI , Kiikala		Yhtenäiskoordinaatit: p 6703800 i 3304350									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	26.03.2001		-sää: -2 °C, aurinkoista									
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 80 cm ; -kokonaissyvyys 5,9 m ; -jää 35 cm, jään pinta lumeton											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m		1,0	2,5	3,0	4,0	5,3	5,9					
Lämpötila, °C		3,2	3,8	4,2	4,6	4,9	4,9					
Happi, mg O ₂ /l		8,6	6,7	4,5	2,2	1,0	1,0 _s					
Happikyll., O ₂ -%		66	53	36	18	8	8					
pH/ -laborator.		6,3	6,2		6,2	6,4						
-on site		6,13				6,38	6,27 _s					
Sähkönjoht., mS/m		5,2	5,3		5,3	6,5						
Alkalinit., mmol/l		0,17	0,18		0,19	0,35						
Väriluku, mg Pt/l		80	90		95	210						
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		6,5 / 13	7,0		7,5	16 / 41						
KHT (COD), mg O ₂ /l*		11	9,7		9,2	10						
Kok.typpi, µg N/l*		990				1100						
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*												
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*		53	46		49	100						
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*												
Klorofylli a, µg/l*												
Redox, mV		+347				+190	+190 _s					
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Alimman syvyyden värin ja sameuden arvoihin on vaikuttanut pelkistyneiden rauta- ym. yhdisteiden hapettuminen ja saostuminen ennen analysointia.												

Tutkimuskohde:	KYYNÄRÄJÄRVI, Kiikala		Yhtenäiskoordinaatit: p 6703800 i 3304350								
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 70 cm ; -kokonaissyvyys 5,9 m										
Analyysitulokset:											
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	2,5	4,0	4,3	4,8	5,5	5,9		
Lämpötila, °C			20,6	20,6	20,2	16,8	16,2	13,4	12,8		
Happi, mg O ₂ /l			7,5		7,1	1,3	0,5	0,0	0,0 _s		
Happikyll., O ₂ -%			86		81	11	5	0	0		
pH/ -laborator. -on site	6,9				6,8	6,4	6,4	6,5			
			6,74		6,59	6,30	6,43	6,58	6,67 _s		
Sähkönjoht., mS/m	4,8				4,9	5,7	6,0	6,6			
Alkalinit., mmol/l	0,23					0,33		0,47			
Väriluku, mg Pt/l	80				90	≈400	samea	samea			
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	6,0				7,0	40	49	59			
	4,5				5,5	27	34	40			
KHT (COD), mg O ₂ /l*	8,8				9,3			18			
Kok.typpi, µg N/l*	550				520			1700			
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	<5										
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	5										
Kok.fosfori, µg P/l*	47				43			420			
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	7										
Klorofylli a, µg/l*	29										
Redox, mV	+241					-140	-142	-141	-170 _s		

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

Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä

Alimpien syvyyksien värin ja sameuden arvoihin on vaikuttanut pelkistyneiden rauta- ym. yhdisteiden hapettuminen ja saostuminen ennen analysointia eikä sameimpien näytteiden väriä voitu luotettavasti määrittää. Noin 4,3 m:n syvyydestä alaspäin tuntui vedessä vahva rikkivedyn haju. Päällisvedessä näkyi hieman levähiutaletta.

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	PERNJÄRVI , Kiikala ja Pertteli		Yhtenäiskoordinaatit: p 6702957 i 3302768	
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo			
Päivämäärä ja sää:	a) 24.08.2000	b) 10.07.2001	-sää: kts. osaraportti I	
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys a) 60 cm, b) 50 cm ; -kokonaissyvyys 4,0 m			
Analyysitulokset:	a)		b)	
Näytesyvyys, m	0-2 m		0-2 m	
Lämpötila, °C	17,5		23,0	
Happi, mg O ₂ /l	7,7		7,5	
Happikyll., O ₂ -%	83		89	
pH/ -laborator. -on site			7,2	
	6,87			
Sähkönjoht., mS/m	4,8		4,4	
Alkalinit., mmol/l	0,22			
Väriluku, mg Pt/l	120		180	
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*			9,0	
	/ 24		/ 17	
KHT (COD), mg O ₂ /l*	46		12	
Kok.typpi, µg N/l*	740		690	
Nitr.typpi, µg NO ₃ /l*	<5		<5	
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	8		9	
Kok.fosfori, µg P/l*	58		58	
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	11		8	
Klorofylli a, µg/l*	40		30	
Redox, mV				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.				
Huom. Huom. Lämpötilan ja happipitoisuuden määritykset 1,0 m:n syvyydeltä.				
Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen suurten järvien rehevyystilan kartoitustutkimusten tulokset (kts. projektin osaraportti I)				

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	PERNJÄRVI, eteläosa, Kiikala		Yhtenäiskoordinaatit: p 6701720 i 3304000									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	05.09.2001		-sää: 17 °C, aurinkoista, lähes tyyntä									
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 80 cm ; -kokonaissyvyys 3,5 m											
Analyysitulokset:												
Näytesyvyys, m		1,0	3,5									
Lämpötila, °C		17,2	16,5									
Happi, mg O ₂ /l		9,8	3,4 _s									
Happikyll., O ₂ -%		105	36									
pH/ -laborator. -on site		7,03	6,27 _s									
Sähkönjoht., mS/m		6,0										
Alkalinit., mmol/l												
Väriluku, mg Pt/l		110										
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		7,0 4,0										
KHT (COD), mg O ₂ /l*												
Kok.typpi, µg N/l*												
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*												
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*												
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*												
Klorofylli a, µg/l*												
Redox, mV		+225	+149 _s									
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä												
Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen sedimenttitutkimuksen vesinäytteet												
Vedessä näkyi hienojakoista leväsamennusta.												

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	PITKÄJÄRVI (Yliskylä), Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6691700 i 3283400						
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo								
Päivämäärä ja sää:	09.04.2001		-sää: +2 °C, pilvistä						
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 170 cm ; -kokonaissyvyys 3,8 m ; -jää 20 cm, jään pinta lumeton								
Analyysitulokset:									
Näytesyvyys, m		0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	3,8	
Lämpötila, °C		3,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7		
Happi, mg O ₂ /l		8,2	8,2	6,2		4,1	0,2	0,1 _s	
Happikyll., O ₂ -%		64	66	50		33	2	1	
pH/ -laborator. -on site		6,1 6,15		6,2			6,3 6,54	6,61	
Sähkönjoht., mS/m		3,0		4,9			74		
Alkalinit., mmol/l		0,14		0,23			0,31		
Väriluku, mg Pt/l		55		105			≈300		
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		2,5 / 3,7		5,0 / 9,0			18 / 32		
KHT (COD), mg O ₂ /l*		10		13			21		
Kok.typpi, µg N/l*		1000		1300			2200		
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*									
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*									
Kok.fosfori, µg P/l*		26		29			96		
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*									
Klorofylli a, µg/l*									
Redox, mV		+328					+92	+70 _s	
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.									
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä									
Alimman syvyyden värin ja sameuden arvoihin on vaikuttanut pelkistyneiden rauta- ym. yhdisteiden hapettuminen ja saostuminen ennen analysointia. Vedessä tuntui erittäin paha, pohjaa kohti voimistuva "mädän kalan" haju, mikä johtui syksyn runsaan sinilevämässän hajoamisesta.									

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	PITKÄJÄRVI (Yliskylä) , Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6691700 i 3283400							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo									
Päivämäärä ja sää:	20.08.2001		-sää: 20 °C, aurinkoista, lähes tyyntä							
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 70 cm ; -kokonaissyvyys 3,8 m									
Analyytitulokset:										
Näytesyvyys, m	0-2 m		1,0	2,0	3,0	3,5	3,8			
Lämpötila, °C			20,4	20,4	20,2	20,2	20,2			
Happi, mg O ₂ /l			9,0	8,5	7,3	7,0	1,9s			
Happikyll., O ₂ -%			102	96	82	79	21			
pH/ -laborator. -on site	7,0		7,36	7,13		6,6	6,21s			
Sähkönjoht., mS/m	4,6					4,6				
Alkalinit., mmol/l	0,27					0,27				
Väriluku, mg Pt/l	110					130				
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	7,5 5,0					9,0 6,0				
KHT (COD), mg O ₂ /l*	14				14					
Kok.typpi, µg N/l*	980				1100					
Nitr.typpi, µg NO ₃ /l*	<5									
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	<3									
Kok.fosfori, µg P/l*	58				63					
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	4									
Klorofylli a, µg/l*	21									
Redox, mV			+223	+232		+248	-46s			
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.										
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Vedessä oli myös leväkasvusta johtuvaa sameutta ja sameuden takia veden värin arvojen määrittä- tulokset ovat epätarkat.										

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	Naarjärvi, eteläosa, Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6688700 i 3295618							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo									
Päivämäärä ja sää:	a) 23.08.2000		b) 09.07.2001		-sää: kts. osaraportti I					
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys a) 350 cm , b) >350cm ; -kokonaissyvyys 4,0 m									
Analyysitulokset:	a)		b)							
Näytesyvyys, m	0-2 m		0-2 m							
Lämpötila, °C	18,5		25,2							
Happi, mg O ₂ /l	8,9		8,2							
Happikyll., O ₂ -%	98		101							
pH/ -laborator. -on site	7,24		6,6							
Sähkönjoht., mS/m	4,4		3,9							
Alkalinit., mmol/l	0,18									
Väriluku, mg Pt/l	20		25							
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	/ 0,8		/ 1,1							
KHT (COD), mg O ₂ /l*	6,2		6,6							
Kok.typpi, µg N/l*	310		280							
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	<5		<5							
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	<3		<3							
Kok.fosfori, µg P/l*	10		7							
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	<2		<2							
Klorofylli a, µg/l*	3,3		1,7							
Redox, mV										
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.										
Huom. Lämpötilan ja happipitoisuuden määritykset 1,0 m:n syvyydeltä.										
Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen suurten järvien rehevyystilan kartoitustutkimusten tulokset (kts. projektin osaraportti I)										

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	NAARJÄRVI, pohjoisosa, Perniö			Yhtenäiskoordinaatit: p 6691605 i 3295600							
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask, 13, 24100 Salo										
Päivämäärä ja sää:	17.09.2001			-sää: 18 °C, aurinkoista, lähes tyyntä							
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys 280 cm ; -kokonaissyvyys 4,0 m										
Analyysitulokset:											
Näytesyvyys, m		1,0	3,8	4,0							
Lämpötila, °C		15,0	14,8	14,6							
Happi, mg O ₂ /l		9,4									
Happikyll., O ₂ -%		95									
pH/ -laborator. -on site		6,8	6,7	6,2s							
Sähkönjoht., mS/m		4,3									
Alkalinit., mmol/l		0,17									
Väriluku, mg Pt/l		20									
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*		2,8 2,0									
KHT (COD), mg O ₂ /l*											
Kok.typpi, µg N/l*											
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*											
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*											
Kok.fosfori, µg P/l*											
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*											
Klorofylli a, µg/l*											
Redox, mV											
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.											
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen sedimenttitutkimuksen vesinäytteet.											

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Tutkimuskohde:	KYTÖMÄENJÄRVI , Perniö		Yhtenäiskoordinaatit: p 6683800 i 3296150									
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo											
Päivämäärä ja sää:	21.03.2001		-sää: -4 °C, aurinkoista									
Näkösyyvyys ym.:	-näkösyvyys 75 cm ; -kokonaissyvyys 1,2 m ; -jää 40 cm, jään pinta lumeton											
Analyysitulokset:												
Näytesyyvyys, m		0,7	1,2									
Lämpötila, °C		3,2	3,4									
Happi, mg O ₂ /l		3,8	2,8 _s									
Happikyll., O ₂ -%		29	22									
pH/ -laborator.		5,1										
-on site		5,26	5,41 _s									
Sähkönjoht., mS/m		2,7										
Alkalinit., mmol/l		0,07										
Väriluku, mg Pt/l		200										
Sameus, opt.suod.ND		10										
-609 / FNU*		/ 2,0										
KHT (COD), mg O ₂ /l*		32										
Kok.typpi, µg N/l*		630										
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*												
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*												
Kok.fosfori, µg P/l*		15										
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*												
Klorofylli a, µg/l*												
Redox, mV		+375	+379 _s									
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.												
Huom. s = sedimentin pintakerroksesta / hieman sedimenttiä näytteessä												

Tutkimuskohde:	YLISJÄRVI, Muurla		Yhtenäiskoordinaatit: p 6699500 i 3294800	
Tilaaaja:	Salon Seudun Yrityspalvelukeskus kuntayhtymä os. Tehdask. 13, 24100 Salo			
Päivämäärä ja sää:	a) 24.08.2000		b) 10.07.2001 -sää: kts osaraportti I	
Näkösyvyys ym.:	-näkösyvyys a) 35 cm b) 35 cm ; -kokonaissyvyys 3,3 m			
Analyysitulokset:	a)		b)	
Näytesyvyys, m	0-2 m		0-2 m	
Lämpötila, °C	17,2		24,5	
Happi, mg O ₂ /l	8,3		7,6	
Happikyll., O ₂ -%	88		93	
pH/ -laborator. -on site	7,32		7,3	
Sähkönjoht., mS/m	11,5			
Alkalinit., mmol/l	0,57			
Väriluku, mg Pt/l	140		≈220	
Sameus, opt.suod.ND -609 / FNU*	/ 54		/ 44	
KHT (COD), mg O ₂ /l*	15		10	
Kok.typpi, µg N/l*	1000		590	
Nitr.typpi, µg NO ₂₃ /l*	59		<5	
Amm.typpi, µg NH ₄ -N/l*	190		13	
Kok.fosfori, µg P/l*	120		99	
Fosfaatti, µg PO ₄ -P/l*	55		45	
Klorofylli a, µg/l*	34		18	
Redox, mV				
*Nämä analyysit on tehty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa.				
Huom. Lämpötilan ja happipitoisuuden määritykset 1,0 m:n syvyydeltä.				
Kiskonjoki-projektin järvitutkimuksen suurten järvien rehevyytilan kartoitustutkimusten tulokset (kts. projektin osaraportti I). Järvessä oli 24.8.2000 voimakasta sinileväkukintaa.				

JÄRVITUTKIMUS-O₂ Ky

Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen vesikasvikartoituksen tulokset

Osa III: Perniönjoen vesistön järvien tila ja hoito

LIITE 5 b

Hanhilampi	2.8.2001, 1 s.
Pernjärvi	5.9.2001, 1 s.
Pitkäjärvi (Yliskylä)	20.8.2001, 2 s.
Naarjärvi	20.8.2001 ja 17.9.2001, 2 s.
Kytömäenjärvi	20.8.2001, 1 s.

Tutkimusmenetelmä:

Järvi kierrettiin soutamalla ja vesikasvit havainnoitiin veneestä käsin. Pohjalla kasvaneet pohjaruusukkeet, uposkasvit ja sammalet tutkittiin suurpiirteisesti. Joistakin kohdista otettiin haravalla näytteitä pohjakasvillisuuden määrittämiseksi. Kaikki havaitut vesikasvilajit merkittiin muistiin. Samalla merkittiin muistiin ilmaversoisten, kellus-, pohja- ja uposlehtisten vesikasvien valtalajit sekä tehtiin havaintoja kasvillisuuden runsaudesta, pohjan laadusta, rannan profiilista ja epifyyttilevien esiintymisestä järvessä. Kynärä- ja Kytömäenjärvellä ei tehty kasvillisuuskartoitusta ja Pernjärvellä kartoitus tehtiin suurpiirteisesti ja pääosin rannoilta käsin. Naarjärvestä tutkittiin pohjois- ja eteläpäädyt eikä järveä kierretty kokonaan. Vesikasvien määrittäminen teki 7.8. asti limnologi Hans Vogt ja sen jälkeen limnologi Päivi Joki-Heiskala.

Symbolit:

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

y = yleinen
p = paikoitellen
h = harvinainen

HANHILAMPI, KIIKALA, 2.8.2001

Vesikasvillisuuden merkitys Hanhijärvässä on erittäin suuri. Matalaa, alle kaksi metriä syvää järveä ympäröi suurelta osin hetteinen ja rehevä rantaluhta, jossa on jopa 50 m leveä saranevaikko. Luhdilla on runsas kasvillisuus mm. suovehkaa, saroja, kurjenjalkaa, suoputkea, rantakukkaa, monitähkävillaa, ranta-alpia ja raatetta. Kelluslehtisten valtalajina on ulpukka, joka on vallannut noin 1/4 vapaasta vesialasta ja kasvaa rannoilta katsottuna 10 - 30 m leveänä vyönä. Ulpukan seassa kasvaa uistinvitaa ja palpakkoa. Järven lounaisosassa on isohko kasvusto vesisammalta. Uposlehtisistä vesikasveista havaittiin kasvavan vesihernettä.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

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

Kelluslehtiset

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

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sara (*Carex sp.*)
suovehka (*Calla palustris*), i, y
kurjenjalka (*Potentilla palustris*), i, y
ranta-alpi (*Lysimachia vulgaris*)
rantakukka (*Lythrum salicaria*), m, y
raate (*Menyanthes trifoliata*), o-m, y
myrkkyykeiso (*Cicuta virosa*), m, y

Hanhijärvi kuuluu kasviekologiselta järvityypiltään niukkaravinteisiin ulpukkajärviin (*Nuphar*-tyyppi) ja Natura 2000 - luokituksessa se on *humuspitoinen lampi ja järvi*. Tässä tutkimuksessa ei havaittu harvinaisia kasvilajeja, mutta järven ja sen rantaluhdan kasvillisuuden tarkempi tutkiminen on suositeltavaa.

PERNJÄRVI, 5.9.2001

Kasvillisuuden merkitys Pernjärvessä on vähäinen. Rannoilla on nähtävissä edelleen säännöstelyn vaikutus, vaikka säännöstely on loppunut jo noin 20 vuotta sitten. Sedimentti on kulunut rannoilta ja aiheuttanut sen, että rantakasvillisuutta on vähän. Rannoilla kasvaa järviruokoa ja saroja kapeana vyöhykkeenä. Lahdissa on kapeat ulpukkavyöhykkeet. Pohjaruusukkeita ei havaittu. Kasvillisuus on kartoitettu yleispiirteisesti ja pääosin havainnoimalla rannoilta käsin, joten tässä tuloksena on vain vesikasvien valtalajisto.

PITKÄJÄRVI (YLISKYLÄ), 20.8.2001

Kasvillisuuden merkitys Yliskylän Pitkäjärvessä on melko suuri. Järven länsiranta on matalaa ja siellä kasvaa melko runsaasti ilmaversoisia ja kelluslehtisiä vesikasveja. Itäpuoli järvestä on kalliorantainen ja jyrkkä, joten kasvillisuutta on siten niukasti. Kalliorantoja on kaikkiaan noin puolet järven rannoista. Järven eteläpäädyssä on laajat alueet kelluslehtisiä vesikasveja. Järvellä on kolme rantaluhtaa, jotka kasvavat nuorta koivua.

Ilmaversoisten vesikasvien valtalajeina ovat järviruoko ja järvikorte, jotka muodostavat noin 2 - 10 metriä leveitä kasvillisuusvyöhykkeitä. Näiden ulkopuolella kasvaa laajoja ulpukkakasvustoja, paikoin myös suuria lauttamaisia siimapalpakkokasvustoja sekä uistinvitaa. Rehevämmällä itärannalla kasvaa myös paikoin runsaasti vesitatar. Kaikkialla rannoilla kasvaa pohjalehtistä nuottaruohoa sekä pystykeiholehteä. Uposlehtisten valtalajina on ahvenvita. Koska veden kukinnasta johtuen näkösyvyys oli vain 70 cm, ei järven pohjalta näkynyt muita siellä mahdollisesti kasvavia vesikasvilajeja.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y
leveäosmankäämi (*Typha laifolia*), m-e, p
kurjenmiekka (*Iris pseudacorus*), e, p
ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica*), m-e, y
pystykeiholehti (*Sagittaria sagittifolia*), e, p
terttualpi (*Lysimachia thyrsoiflora*), i, y

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
siimapalpakko (*Sparganium friesii*), m, y
vesitatar (*Polygonum amphibium*), m-e, y
uistinvita (*Potamogeton natans*), i, y

Pohjalehtiset

nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), o, y
hapsiluikka (*Eleocharis acicularis*), i, y

Usein vedessä kasvavia rantakasveja

sara (*Carex sp.*)
rantakukka (*Lythrum salicaria*), m, y
kurjenjalka (*Potentilla palustris*), i, y
suovehka (*Calla palustris*), i, y
myrkkyykeiso (*Cicuta virosa*), m, y
suoputki (*Peucedanum palustre*)
ranta-alpi (*Lysimachia vulgaris*)

Yliskylän Pitkäjärvi on ilmeisesti ollut kirkasvetinen nuottaruohotyyppin järvi (*Lobelia*-tyyppi), mutta veden ravinteisuuden ja sameuden kasvun myötä näkösyvyys on pienentynyt, mikä estää valon vähentyessä uposlehtisten vesikasvien ja pohjaruusukkeiden kasvua. Kasvillisuuden perusteella Pitkäjärvi on tällä hetkellä melko rehevä järvi, jossa on selviä merkkejä kasvillisuuden muutoksista runsasravinteisuutta vaativiin lajeihin. Tässä tutkimuksessa ei havaittu harvinaisia kasvilajeja.

NAARJÄRVI, pohjoisosa, 17.9.2001

Naarjärven pohjoispäässä rannat ovat suurelta osin leveän järviruokoa ja järvikaislaa kasvavan ruovikon peitossa. Järvikaislaa on paikoin jopa 10 m leveinä kasvustoina. Joukossa on myös laaja kapeaosmankäämin kasvusto. Kelluslehtisiä on vähän. Paikoin kasvaa kuitenkin melko runsaasti uistinvitaa sekä lisäksi ulpukkaa, lummetta ja siimapalpakkoa. Naarjärven pohjoispään pohja on ilmeisesti laajalti näkinsammalen ja näkinpartaisen levän (*Chara sp.*) peitossa. Kasvien pinnalla kasvaa vähän epifyyttilevästöä.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

järviruoko (*Phragmites australis*), i, y
järvikorte (*Equisetum fluviatile*), i, y
järvikasila (*Schoenoplectus lacustris*), i, y
kapeaosmankäämi (*Typha angustifolia*), e, h

Kelluslehtiset

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

Pohjalehtiset

tummalahnaruoho (*Isoëtes lacustris*), o, y

Uposlehtiset

kiehkuraarviä (*Myriophyllum verticillatum*), e, h
ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*), i, y

Sammalet

näkinsammal (*Fontinalis sp.*)

Makrolevät

näkinpartainen (*Chara sp.*)

NAARJÄRVI, eteläpää, 20.8.2001

Naarijärven eteläpäässä on mielenkiintoinen kasvillisuus, joka poikkeaa selvästi pohjoispään kasvillisuudesta. Rannoilla kasvaa tiheitä järviruoko-, järvikaisla- ja järvikortekasvustoja sekä kelluslehtisiä vesikasveja ulpukkaa, lummetta ja vesitartta. Pohjalla kasvaa raania, tummalahnaruohoa ja vaalealahnaruohoa ja matalilla ranta-alueilla nuottaruohoa ja rantaleinikkiä. Luusuassa on laaja ulpukka- ja uistinvitakasvusto, paikoin kasvaa myös siimapalpakkoa. Uposlehtisistä kasvaa runsaasti kiehkuraärviää sekä rentovihvilää tiheänä pensasmaisena kasvustona. Rihmamaista epifyyttikasvustoa kasvaa melko runsaasti kasvien varsilla ja sitä on painunut myös pohjaan suurina lauttoina.

HAVAITUT VESIKASVILAJIT

Ilmaversoiset

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

Kelluslehtiset

ulpukka (*Nuphar lutea*), i, y
lumme (*Nymphaea alba*), i, y
uistinvita (*Potamogeton natans*), i, y
vesitatar (*Polygonum amphibium*), m-e, y
siimapalpakko (*Sparganium gramineum*), m, y

Uposlehtiset

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

Pohjalehtiset

raani (*Littorella uniflora*), o-m, h
tummalahnaruoho (*Isoetes lacustris*), o, y
vaalealahnaruoho (*I. echinospora*), o, y
nuottaruoho (*Littorella uniflora*), o, y
rantaleinikki (*Ranunculus reptans*), o-m, y

Naarjärvi kuuluu kasviekologiselta järvityypiltään nuottaruohojärviin (*Lobelia*-tyyppi), mutta järvellä on myös vitajärvien piirteitä (*Potamogeton*-tyyppi). Natura 2000 -luokituksessa Naarjärvi on *karu kirkasvetinen järvi*.

Naarjärven pohjoispään kasvillisuudessa on havaittavissa lähivaluma-alueen peltojen rehevöittävä vaikutus, kun taas eteläpään kasvillisuus on tyyppillistä happamoitumisherkille järville. Naarjärvessä kasvava raani luokitellaan harvinaiseksi kasvilajiksi. Kiehkuraärviää pidetään myös harvinaisena, mutta se on viime aikoina lisääntynyt huomattavasti järvissä, joihin on kohdistunut ihmistoiminnan aiheuttamia rehevöittäviä vaikutuksia.

Naarjärvellä on suositeltavaa tehdä tarkempi kasvillisuuskartoitus.

KYTÖMÄENJÄRVI, 6.8.2001

Vesikasvillisuuden merkitys on Kytömäenjärvässä erittäin suuri. Järveä ympäröi kauttaaltaan 50 - 100 m leveä hetteinen nevaluhta, jolla kasvaa mm. pajukkoa ja leveäosmankäämiä. Kasvillisuuden "kartoitus" on tehty etäältä kiikaroimalla, koska järvellä ei ollut venettä eikä rantaviivan lähelle päässyt nevan hetteisyyden takia. Ilmaversoisista vesikasveista järvässä kasvaa ainakin järvikorte. Kelluslehtisistä kasvaa lummetta ja ulpukkaa. Järvi kuuluu kasviekologiselta järvityypiltään ulpukajärviin (*Nuphar*-tyyppi) ja Natura 2000 -luokituksessa se luetaan *humuspitoisiin lampiin ja järviin*. Kytömäenjärvi sisältyy Pyysuon Natura 2000-alueeseen ja jo tämän takia sekä rantaluhdan mielenkiintoisen kasvillisuuden takia on suositeltavaa tehdä järvestä tarkka kasvillisuuskartoitus.

Perniönjoen vesistön järvet, osaraportti III

L I I T E 5c:

Sedimenttitutkimusten tulokset

Hanhilampi, 1 sivu

Kyynäräjärvi, 1 sivu

Pernjärvi, 1 sivu

Pitkäjärvi, 1 sivu

Naarjärvi, 1 sivu

Kytömäenjärvi, 1 sivu

Tutkimusmenetelmä:

Järvien syvänealueen vesitutkimusten näytepisteeltä tai sedimenttinäytteen pisteeltä (kts. liite 5a) otettiin kesällä samalla pohjasedimenttinäyte. Näytteet otettiin Limnos-tyyppisellä profiilिनoutimella, jolla lieteprofiili voitiin viipaloida tarkastelua varten yhden senttimetrin paksuisiin kerroksiin. Tuloksissa olevat sedimenttikuvaukset on tehty ensi sijassa tällaisen kentällä tapahtuneen tarkastelun pohjalta. Lisäksi jokaisesta sedimentti-profiilista otettiin ilmativiisiin muovipusseihin (Minigrip) neljältä syvyydeltä osanäytteet (0- 2 cm, 5 - 6 cm, 10 - 12 cm ja 20 cm) myöhempiä laboratorioanalyysseja 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 analyysseja.

Sedimentin ja veden välisen tärkeän rajakerroksen hapetus-pelkistystilaa tutkittiin ottamalla talvi- ja kesänäytteet Ruttner-noutimella happinäytteen tapaan aivan liete-pinnan 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 luotettavuusarviointeineen on esitetty Kiskonjoen vesistön 65 järven tutkimuksen yleistarkastelun osaraportissa I.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentti on hienojakoista, ruskeanharmaata ja melko tummanväristä mutaliejua. Lieteprofiilin 0 - 2 cm:n pintakerros on löyhää sedimenttiä, joka noin 5 cm:n syvyydellä muuttuu kiinteämmäksi ja tästä alaspäin asteittain väriltään tummemmaksi liejuksi. Noin 15 cm:n syvyydellä sedimentissä on selvä rajakerros, josta alaspäin sedimentti muuttuu lähes mustaksi ja mutamaiseksi. Sedimentin ylimmän 10 cm:n alueella näkyy jonkin verran mustaa sulfidiraidoitusta.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 26.03.2001 -järven syvyys 1,6 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 110	1,4	+290	5,79	66
+ 20	3,2	+226	6,13	23
0 - 2	3,2	+203	6,01	17

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

b) Kesätutkimus, 16.07.2001 -järven syvyys 1,7 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 120	21,8	+280	6,80	98
+ 20	21,2	+280	6,22	84
0 - 2	20,5	+190	5,84	69

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

Arvio sedimentin tilasta:

Hanhilammin pohjasedimentin 15 cm:n pintakerros heijastaa valuma-alueen peltoviljelysten aikakautta ja myös suo-ojitusten vaikutuksia. Tulosten perusteella sedimenttipinnan redox-tila on sekä talvella että kesällä kohtalainen. Siten järvessä ei tutkimusten ajankohtina ollut suurta riskiä sedimentistä käsin tapahtuvalle järven sisäiselle ravinnekuormitukselle. Olosuhteiltaan vaikean talven aikana sedimentin pintakerros voinee kuitenkin pelkistyä lisäten järven rehevöitymiskehitystä sisäisen kuormituksen kasvun myötä.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Kyynäräjärvestä on tehty EU:n Leader-rahoituksen laaja sedimenttitutkimus (Golder Associates Oy, 1999), joten tämän projektin yhteydessä ei ollut tarpeellista tehdä suppeata sedimentin ominaisuuksien arviointia. Tyypiltään järven pohjaliete on harmaata, hienojakoista saviliejua tai liejusavea. Sedimentin pintakerroksessa näkyy runsasta, mustaa sulfidiraidoitusta ja myös kaasukuplintaa.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 26.03.2001 -järven syvyys 5,9 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 190	4,6			18
+ 60	4,9	+190	6,38	8
0 - 2	4,9	+190	6,27	8

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

b) Kesätutkimus, 02.08.2001 -järven syvyys 5,9 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 190	20,2		6,59	81
+ 160	16,8	-140	6,30	11
+ 110	16,2	-142	6,43	5
+ 50	13,4	-141	6,58	0
0 - 2	12,8	-170	6,67	0

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

Arvio sedimentin tilasta:

Kyynäräjärven syvänesedimentin pintakerros on tulosten perusteella kesän lopulla pahoin pelkistynyttä samoin kuin sedimentin tuntumassa oleva vesikin. Siten järvestä on olemassa vakavat riskit sille, että syvänealueen sedimentistä tapahtuu runsasta järven sisäistä ravinnekuormitusta. Tämä on merkittävä tekijä Kyynäräjärven huolestuttavassa rehevöitymiskehityksessä, ja järven hoidossa on ensiarvoisen tärkeitä huolehtia syvänteen alusveden ja sedimentin pintakerroksen hapekaina pitämisestä.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Pernjärven keskusaltaan pohjoisosan syvänteestä, Kiikalan ja Perttelin kuntien rajalla sijaitsevalta näytepisteeltä on tehty 3.8.1999 sedimenttiprofiilin tutkimus ja redox-mittaus (VOGT, 2000b). Sedimentti oli pisteellä harmaata saviliejuja ja profiilissa liete muuttui n. 12 cm:n syvyydellä väriltään ruskeammaksi. Redox-arvot olivat alentuneet ja jo 2 cm:n syvyydellä sedimentti oli pelkistynyttä ja siinä oli mustaa sulfidiraidoitusta.

Tämän tutkimuksen sedimenttinäyte otettiin järven eteläosan altaan n. 3,5 m:n syvänteestä (liite 5a). Sedimentti on järven tässäkin osassa hienojakoista, tasalaatuista, harmaata saviliejuja. Lieteprofiilin pinnalla on parin millimetrin kerros löyhää, levä- ym. pohjalle vajonnutta detritusta käsittävää sedimenttiä, josta alaspäin liete on melko kiinteää, harmaata saviliejuja. Sedimentti muuttuu savimaisen kiinteäksai noin 10 cm:n syvyydellä ja väriltään hieman ruskeammaksi noin 15 cm:stä alaspäin. Sedimentissä on 1 - 10 cm:n välillä hieman mustaa sulfidiraidoitusta ja runsasta kaasukuplintaa 15 cm:iin saakka.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimusta ei projektiin kuulunut.

b) Kesätutkimus, 05.09.2001 -järven syvyys 3,5 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 250	17,2	+225	7,03	105
+ 149	16,5	+149	6,27	36

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

Arvio sedimentin tilasta:

Pernjärven pitkälle edennyt rehevöityminen näkyy pohjasedimentin ominaisuuksissa: redox-arvot ovat heti pinnan alapuolella alentuneet ja sedimentti on pelkistynyttä. Siten järven syvännealueiden sedimenteistä tapahtunee sisäistä ravinnekuurmitusta. Kun Pernjärven vedestä on leväkukintojen aikana mitattu erittäin korkeita pH-arvoja (VOGT, 2000b), tapahtuu järvestä tästä johtuen myös päällysveden sedimenteistä sisäistä ravinnekuurmitusta. Pernjärven ongelmallisen rehevöitymisen torjunnassa onkin nämä kuurmitusprosessit saatava hallintaan.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Sedimentin pintakerros on sangen löyhää, hienojakoista, tummanruskeaa mutaliejua, jossa näkyy vähäistä harmaan saviaineksen vivahdetta. Lieteprofiilissa ei ole selkeää kerroksellisuutta, ja pintaosassa noin 10 cm:n syvyyteen asti sedimentissä on mustaa sulfidiraidoitusta. Yli 15 cm:n syvyydellä lietteen väri muuttuu asteittain hieman ruskeammaksi.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 09.04.2001 -järven syvyys 3,8 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 80	4,7			33
+ 30	4,7	+ 92	6,54	2
0 - 2	4,7	+ 70	6,61	1

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

b) Kesätutkimus, 20.08.2001 -järven syvyys 5,8 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 280	20,4	+ 223	7,36	102
+ 180	20,4	+ 232	7,13	96
+ 30	20,2	+ 248	6,57	79
0 - 2	20,2	- 46	6,21	21

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

Arvio sedimentin tilasta:

Pitkäjärven pohjasedimentin pintakerros on tulosten perusteella kesän lopulla pahoin pelkistynyt, vaikka pohjan tuntumassa olevassa vedessä on jonkin verran happea. Talvella alusveden samoin kuin sedimentin pintakerroksen hapetus-pelkistystila on heikko. Siten järvessä tapahtuu sekä talvella että kesällä syvänealueen sedimenteistä käsin sisäistä ravinnekuormitusta, mikä ylläpitäne merkittävässä määrin Pitkäjärven ogelmallista rehevöitymistä. Järven vaikeaa tilaa pahentavat vielä loppukesänllä usein esiintyneet sinileväkukinnat, jolloin veden korkean pH-arvon (yli pH 8,0) takia myös päällysveden sedimenteistä vapautuu fosfaattifosforia veteen. Pitkäjärven hoidon keskeisin tavoite on sisäisten ravinnekuormitusprosessien torjuminen.

Naarjärvi, Perniö ja Kisko**17.09.2001**Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Naarjärven eteläosan syvänteestä on 20.7.1999 tehty pohja-sedimenttiprofiilista lietteen ominaisuuksien ja redox-tilan tutkimus (VOGT, 2000a). Sedimentti on hienojakoista, tasalaa-tuista, tummanruskeaa detrituspohjaista mutaliejua - lähes hienodetritusliejua. Lieteprofiilin pintaosassa redox-arvot oli-vat jonkin verran alentuneet, mutta silti alusveden ja liete-pinnan hapetus-pelkistysolot olivat kokonaisuutena hyvät.

Tässä tutkimuksessa sedimenttinäyte otettiin järven pohjois-osan syvänteestä. Sedimentin pintaosa on hienojakoista, tum-manruskeaa mutaliejua, jossa on mukana noin 7 cm:n syvyy-teen asti hieman harmaata vivahdetta. Lieteprofiilissa on täs-tä alaspäin selvä rajakerros ruskeampaan sedimenttiin. Liete-pinnan redox-arvo oli korkea ja sedimentti laadultaan hyvää.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimusta ei sisällynyt projektiin.

b) Kesätutkimus, 17.09.2001 -järven syvyys 4,0 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 20	14,8	+ 300	6,7	95
0 - 2	14,8	+ 302	6,2	

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

Arvio sedimentin tilasta:

Naarjärven pohjasedimentin tila on tulosten perusteella varsin hyvä eikä järvessä näytä olevan mainittavaa riskiä sille, että sedimenteistä käsin tapahtuu järven ongelmallista rehevöity-miskehitystä. Tämä selittyy sillä, että järvi on perusominaisuuksiltaan karu ja matalahkoon veteen ei muodostu juuri min-käänlaista lämpötilakerrosteisuutta. Tällöin järven pohjalle en-sinnäkin sedimentoituu verrattain niukalti orgaanista ainesta ja toiseksi tämän aineksen biologinen tapahtuu mahdollisimman tehokkaasti pohjan pintakerroksen hapekkaissa ja suhteellisesti ottaen lämpimissä olosuhteissa.

Sedimentin ulkonäkö ja rakenne:

Kytömäenjärvestä ei soutuveneeseen puuttumisen takia tehty kesätutkimusta. Talvitutkimuksen yhteydessä todettiin Ruttner-noutimella otetuista näytteistä järven pohjasedimentin pintaosan olevan löyhää, hienojakoista ja lähes mustaa mutaa tai mutaliejua. Pohjalietteen ominaisuuksissa näkyy järven valuma-alueen runsaiden suomaiden ja järveä ympäröivien hetkeisten rantaluhtien voimakas humoosinen vaikutus.

Analyysitulokset:

a) Talvitutkimus, 21.03.2001 -järven syvyys 1,2 m

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%
+ 50	3,2	+375	5,26	29
0 - 2	3,4	+379	5,41	22

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

b) Kesätutkimusta ei projektissa tehty.

Syvyys, cm*	Lämpöt., °C	Redox, mV	pH	Happi, O ₂ -%

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

Arvio sedimentin tilasta:

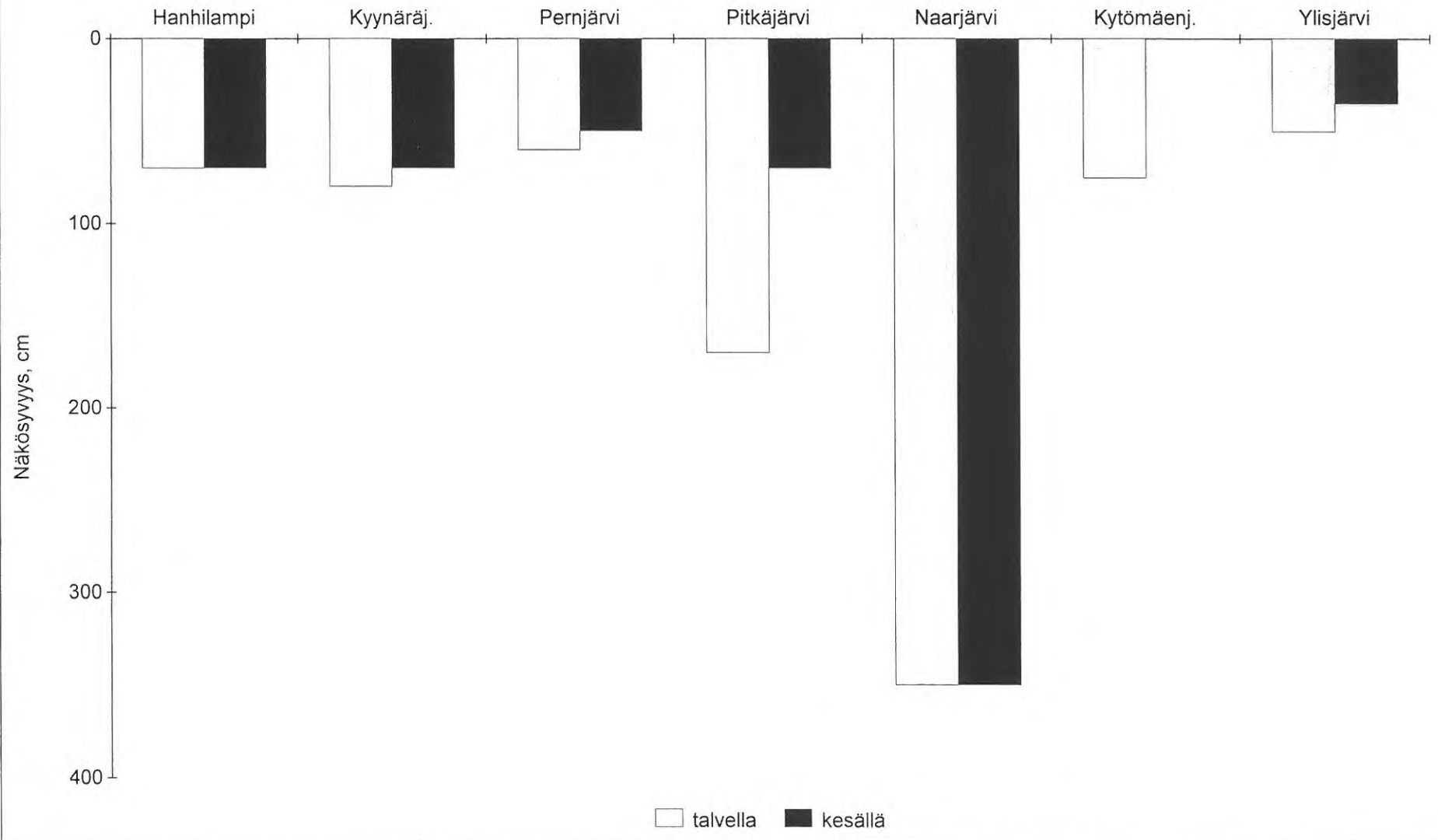
Kytömäenjärven pohjasedimentin pintakerroksen hapetus-pelkistystila on tulosten perusteella talven lopulla yllättävän hyvä. Matalan järven vedessä on kohtalaisesti happea eivätkä redox-arvot ole lainkaan alentuneet. Tämä selittynee varsin humoosin ympäristön happamuudesta, mikä rajoittaa veden ja pohjasedimentin pintakerroksen intensiivisiä, biologisia hajotusprosesseja. Veden ja sedimenttipinnan pH:t ovatkin talvella vain hieman yli arvon viisi. Kesällä veden ja sedimentin pH:t ovat korkeammat ja myös järven runsaan vesikasvillisuuden fotosynteesi nostaa veden pH-arvoja. Silti tulokset viittaavat siihen, ettei Kytömäenjärvessä ole vakavia riskejä pohjasedimenteistä käsin tapahtuvalle sisäisen ravinnekuormituksen aiheuttamalle rehevöitymiskehitykselle.

KUVA- JA KARTTALIITTEET

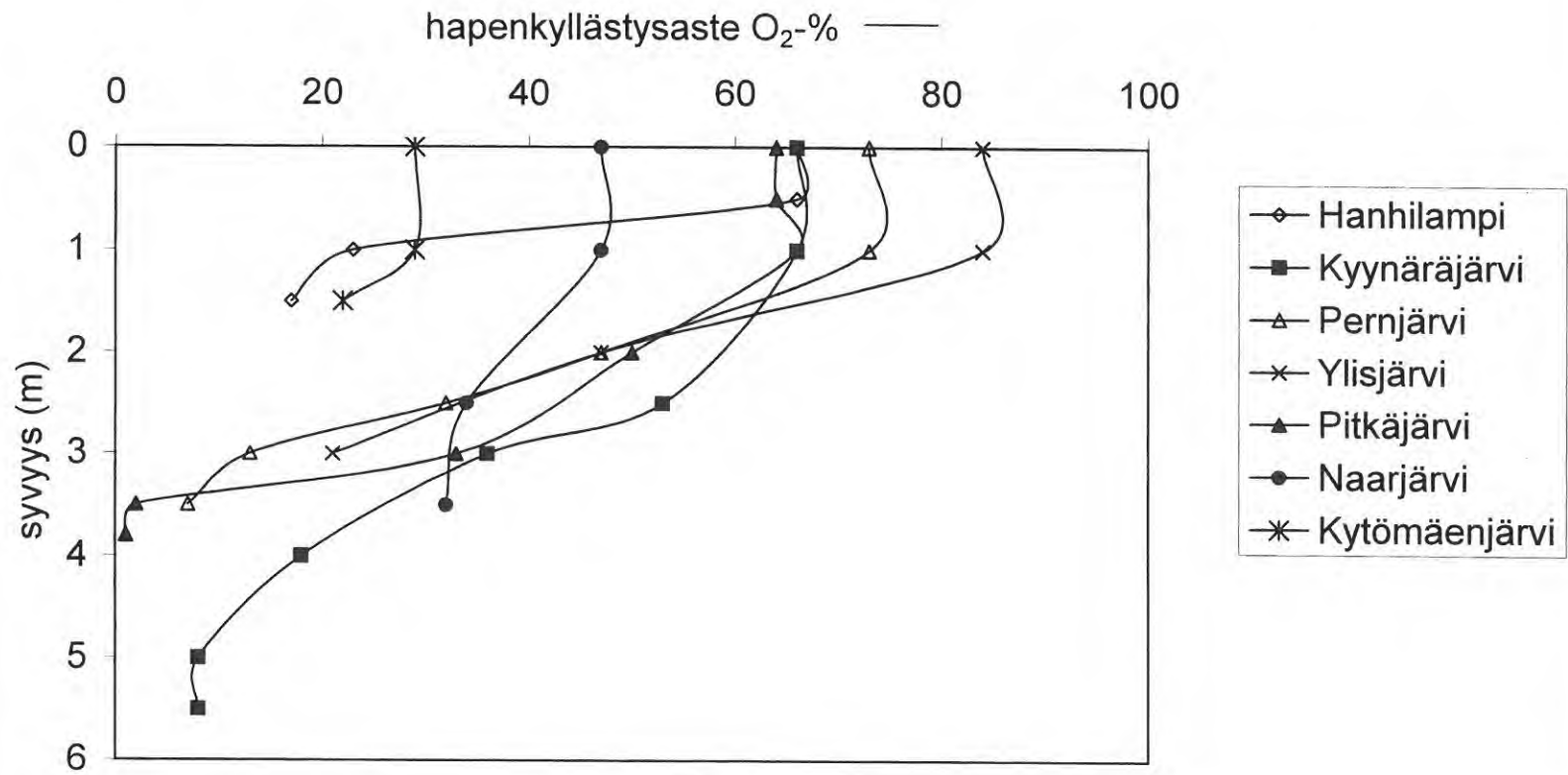
- Kuvaliite 1:** Järvien näkösyvyudet vuoden 2001 talvi- ja kesätutkimuksissa sekä Pern-, Naar- ja Ylisjärven talviarvot aiemmista tutkimuksista (kts. luku 4.2), 1 sivu
- Kuvaliite 2a:** Järvien veden talviajan happikerrosteisudet vuoden 2001 tutkimuksissa sekä Pern-, Naar- ja Ylisjärven arvot aiemmista tutkimuksista (kts. luku 4.2), 1 sivu
- Kuvaliite 2b:** Kyynäräjärven veden happi- ja fosforikerrosteisuuksia, 1 sivu
- Kuvaliite 3:** Järvien rehevyys kesän 2001 tutkimusten tulosten perusteella, 1 sivu
- Karttaliite 1:** Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue, isot järvet ja raporttien osa-alueet sekä luettelo eri osaraportteihin sisältyvistä järvistä, 1 karttakaaviosivu (A3)
- Karttaliite 2:** Järvien sijainti ja valuma-alueet
-lähteet: Maanmittaushallitus, 1992 sekä Maanmittauslaitos, 1998 ja 1999. Maastokartat 1:50000, 1 värikarttasivu (A3)

JÄRVIEN NÄKÖSYVYYDET

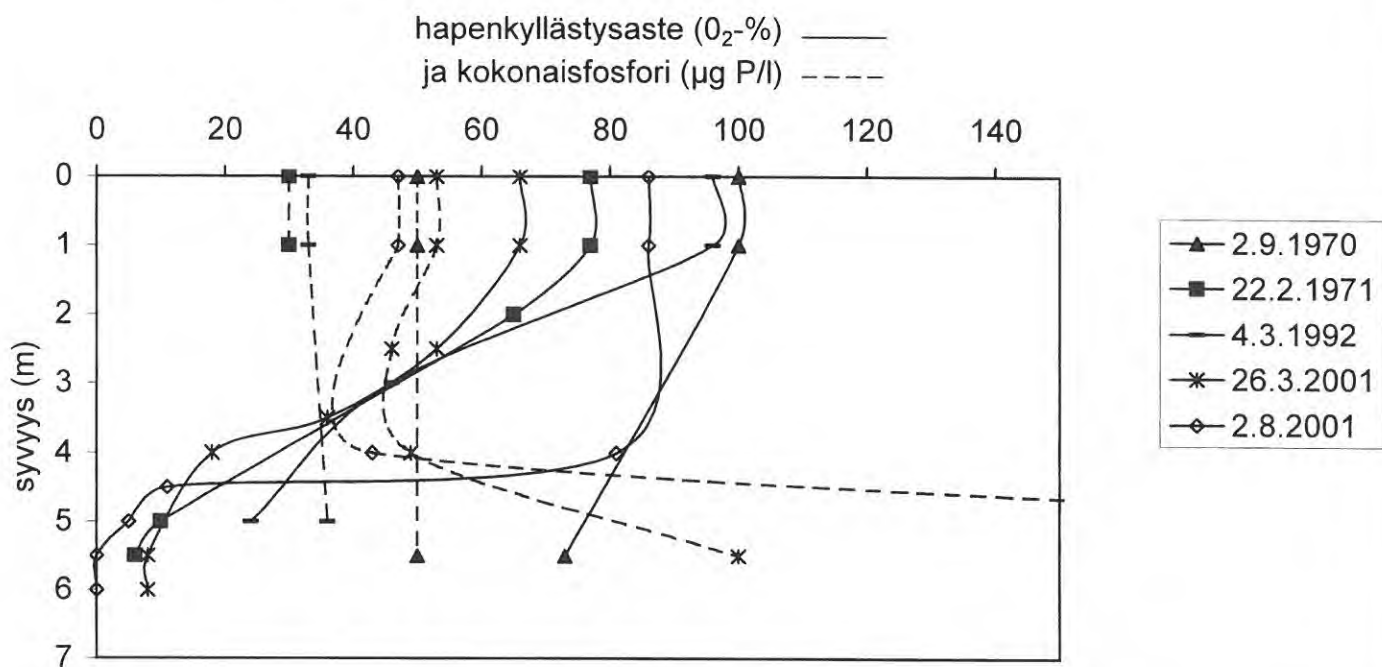
-tämä tutkimus ja aiemmat tutkimukset



Järvien talviajan happikerrosteisuuksia
(lähteet: tämä tutkimus ja Vogt 2000a ja c sekä PIVET, 2002)

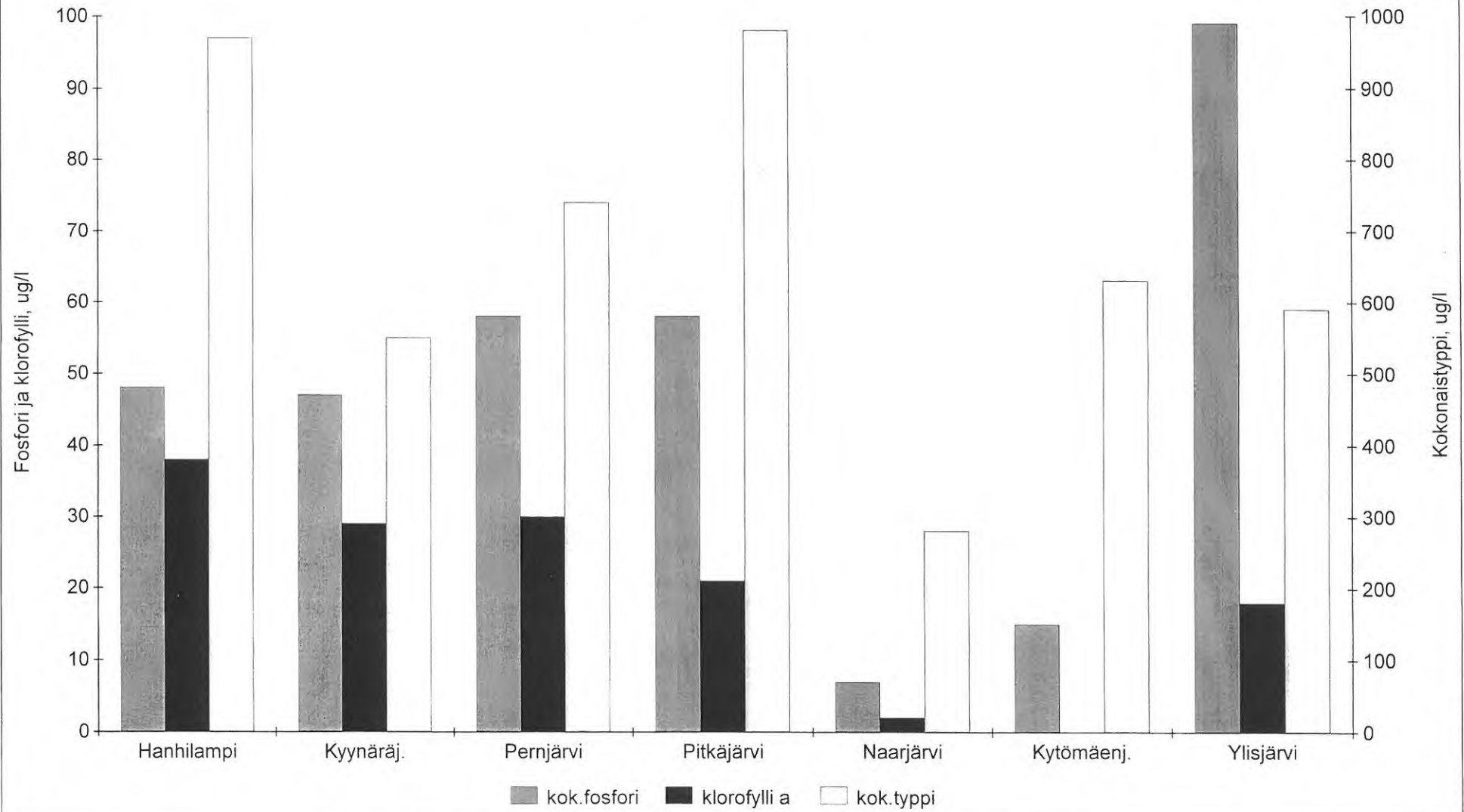


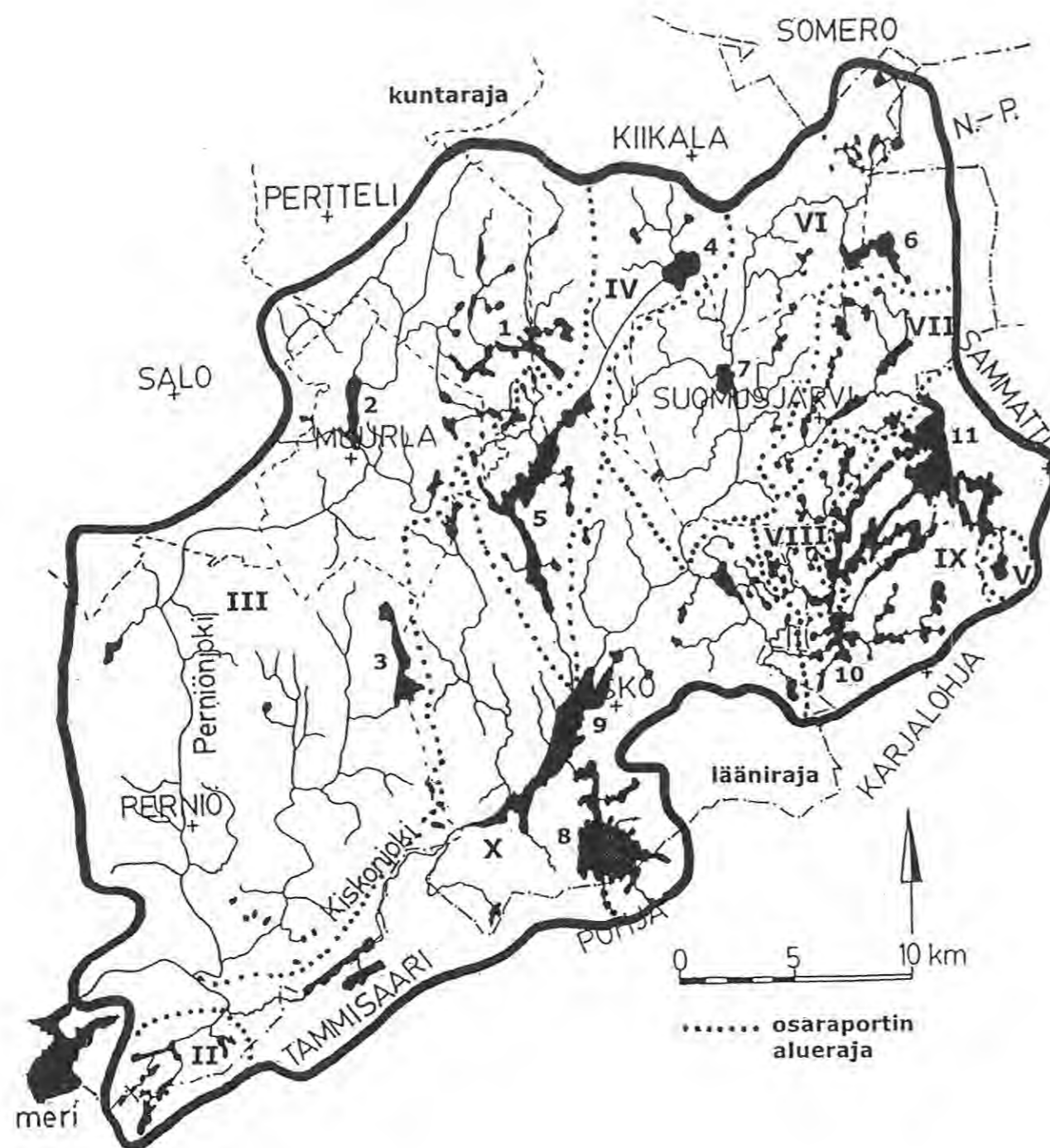
Kyynäräjärven happi- ja fosforikerrosteisuuksia
(lähteet: tämä tutkimus ja PIVET, 2002)



JÄRVIEN REHEVYYS

-vuoden 2001 tuloksia





Karttaliite 1

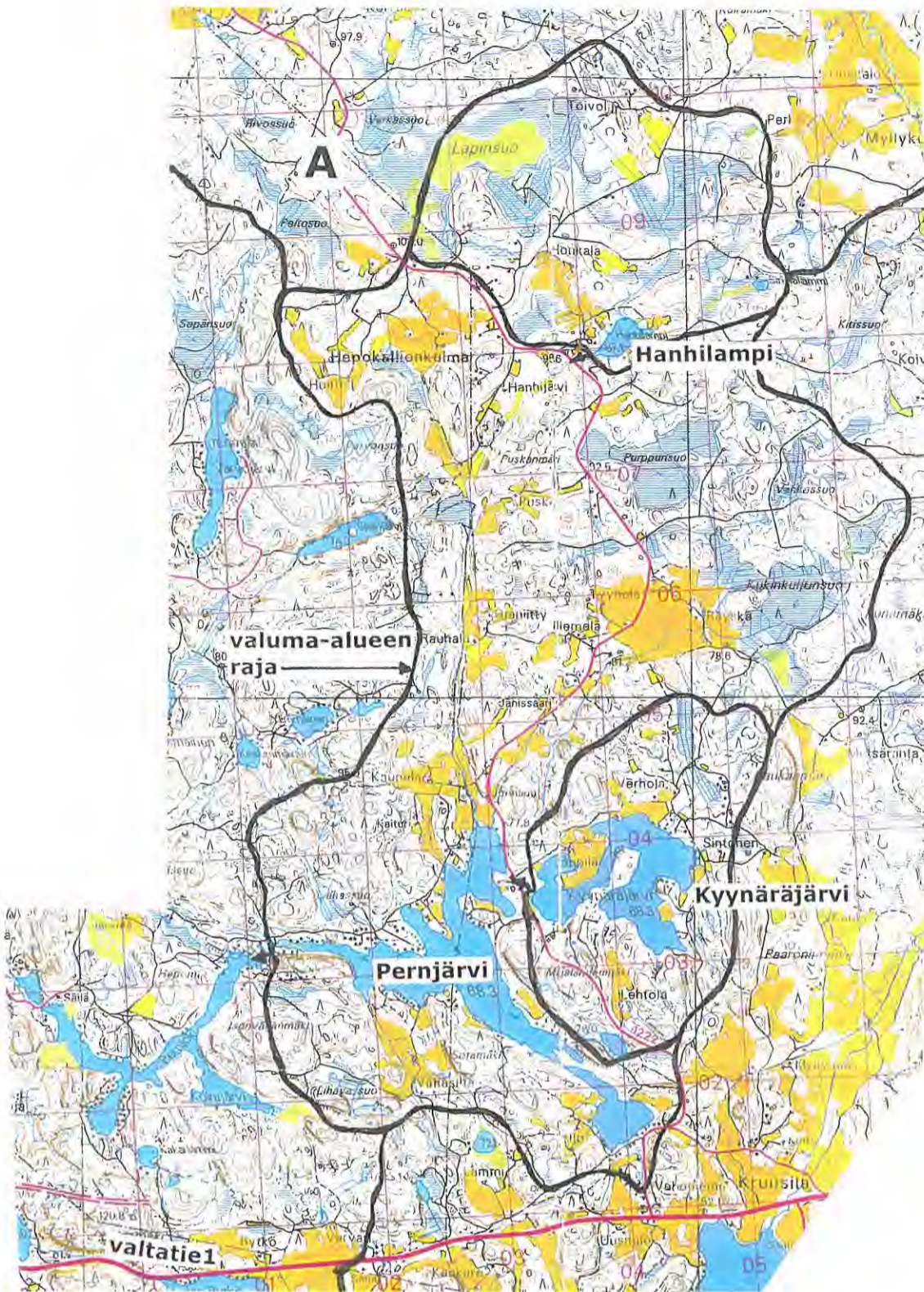
Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue,
isot järvet ja raporttien osa-alueet

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:

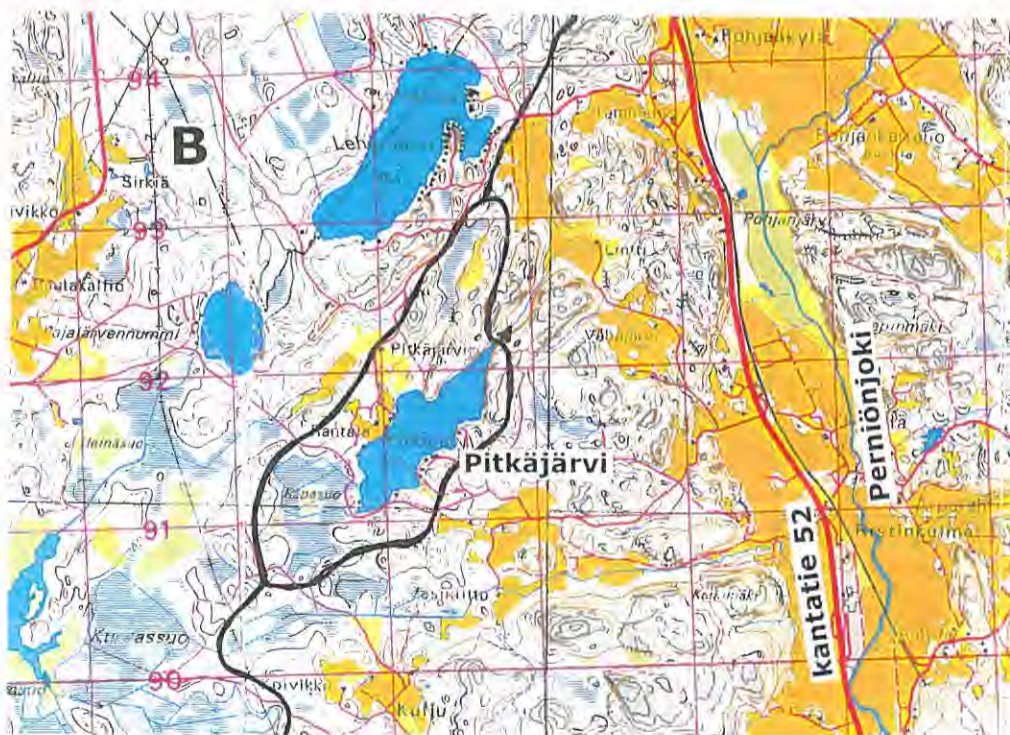
Eri osaraporttien käsittämät Kiskonjoen vesistön osa-alueet käyvät ilmi oheisesta karttakaaviosta. Alla olevassa luettelossa on mainittu eri raporteissa tarkastelun kohteina olevat järvet.

- 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-, Kyynära-, 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



Kiskonjoen-Perniönjoen vesistö-
alue (kts. karttaliite 1)

Maanmittauslaitos, lupa nro 117/VASU/03



Karttaliite 2

Järvien sijainti ja valuma-alueet

1:50 000 (värikartat)
(Lähteet: Maanmittauslaitos, topografiset
kartat 2012, 2014, 2021 ja 2023)

