

14/2003

Minna Uusiniitty-Kivimäki ja Henri Vaarala (toim.)

Laitilan Luku- ja Särkijärven nykytila



TURKU 2003

Julkaisua on saatavana myös Internetistä
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/mo142003.htm>

ISBN 951-614-009-2
ISBN 951-614-010-6 (PDF)
ISSN 1238-3201

Taitto: Päivi Niemelä
Kartat: Leena Korte
Karhukopio Oy
Turku 2003

Sisällys

I Johdanto	5
2 Tutkimusalueen kuvaus	6
<i>Minna Uusiniitty-Kivimäki</i>	
2.1 Valuma-alueen sijainti ja luonnonolot	6
2.2 Vesistöt ja osavaluma-alueet	6
2.3 Valuma-alueen maankäyttö ja virkistysarvot	9
2.4 Lukujärven ja Särkijärven ominaisuudet	10
3 Kuormitus	13
<i>Mika Vartiala</i>	
3.1 Vesistökuormitusta aiheuttavista tekijöistä	13
3.1.1 Asutus	13
3.1.2 Maatalous	14
3.1.3 Metsätalous	14
3.2 Kyselytutkimuksen tulokset	14
3.2.1 Valuma-alue ja kiinteistöt	15
3.2.2 Asutuksen jätevesien synty ja käsittely	16
3.2.3 Maa- ja metsätalous	19
3.2.4 Muita kyselytutkimuksen tuloksia	19
3.3 Laskennallinen fosfori- ja typpikuormitus	21
3.3.1 Lukujärven lähivaluma-alue	21
3.3.2 Särkijärven valuma-alue	22
3.3.3 Kaarnijärven valuma-alue	24
3.4 Tulosten tarkastelu	25
3.4.1 Nykytila	25
3.4.2 Kuormituksen vähentäminen	25
4 Vedenlaatu	27
<i>Minna Uusiniitty-Kivimäki</i>	
4.1 Lukujärvi	27
4.2 Särkijärvi	30
4.3 Muut Lukujärven valuma-alueen järvet	33
5 Sedimentti	34
<i>Mari Sihvonen ja Samu Valpola</i>	
5.1 Tutkimusmenetelmät	34
5.2 Tutkimusten tulokset ja tulosten tarkastelu	34
5.2.1 Sedimenttien kuvaus	34
5.2.2 Hapetus-pelkistyspotentiaali	35
5.2.3 Vesipitoisuus ja hehkutushäviö	38
5.2.4 Fosforianalyysi	42
5.2.5 Pigmenttianalyysi	45
5.3 Sedimenttien nykytila	50
5.3.1 Lukujärvi	50
5.3.2 Särkijärvi	50

6 Kalastus	52
<i>Eeva Nuotio ja Arto Katajamäki</i>	
6.1 Koekalastustulokset	52
6.1.1 Lukujärvi	52
6.1.2 Särkijärvi	54
6.2 Koekalastustulosten tarkastelu	57
6.2.1 Lukujärvi	57
6.2.2 Särkijärvi	57
6.3 Koeravustustulokset	58
7 Kasvillisuus	59
<i>Arto Kalpa</i>	
7.1 Lukujärven kasvillisuuden kuvaus	59
7.1.1 Lajisto	59
7.1.2 Kasvillisuus osa-alueittain	60
7.2 Särkijärven kasvillisuuden kuvaus	63
7.2.1 Lajisto	63
7.2.2 Kasvillisuus osa-alueittain	64
7.3 Kasvillisuus järvien tilan ilmentäjänä	66
7.3.1 Lukujärvi	66
7.3.2 Särkijärvi	66
8 Toimenpide-ehdotukset	71
<i>Minna Uusiniitty-Kivimäki, Eeva Nuotio, Arto Katajamäki, Arto Kalpa</i>	
8.1 Lukujärven ja Särkijärven nykytila	71
8.2 Kuormituksen vähentäminen	71
8.2.1 Vakinainen ja vapaa-ajan asutus	71
8.2.2 Maatalous	72
8.2.3 Metsätalous	73
8.3 Järvien kunnostus ja hoito	73
8.3.1 Kalavesien hoito	73
8.3.2 Liiallisen kasvillisuuden poistaminen	74
8.3.3 Muut toimenpiteet	75
Kirjallisuus	76
Liitteet:	
LIITE 1. Vakka-Suomen kotijärvet kuntoon –hankkeen tutkimuksissa käytetyt menetelmät	77
Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste	81

Johdanto



Suomen vesistöjen merkittävin ongelma on liiallisen ravinnekuormituksen aiheuttama rehevöityminen, joka on viime vuosina alkanut yhä useammilla järvillä mm. rajoittaa virkistyskäyttöä. Rehevöitymiskehitys on yleensä vähittäistä ja hidasta. Vesistön tilan, kehityksen ja kaikkien siihen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen vaatii laajaa, koko vesistön ja sen valuma-alueen kattavaa selvitystyötä.

Suomen vesiensuojelun yleisenä tavoitteena vuoteen 2005 on mm. parantaa likaantuneiden vesien tilaa, estää vielä puhtaiden vesien likaantuminen ja turvata vesi- ja rantaluonnon monimuotoisuus. Varsinais-Suomen kestävän kehityksen hanke, Varsinais-Suomen Agenda 21, edistää näitä päämääriä toteuttamalla vesiensuojeluun liittyviä hankkeita. Tavoitteena on erityisesti hajakuormituksen vähentäminen ja paikallistason vesiensuojelutoiminnan edistäminen.

Malliksi kaikille oman kotijärvensä hoitoa ja kunnostusta suunnitteleville Varsinais-Suomen Agenda 21:n vesistökuunnostusryhmä käynnisti vuonna 2001 Vakka-Suomen kotijärvet kuntoon -hankkeen. Hankkeen kahdeksan kohdejärven kunnostusprojektit toimivat esimerkkinä muille siitä, mitä tekijöitä asukkaiden on selvitettävä ja huomioitava suunnitellessaan ja toteuttaessaan omia kunnostushankkeitaan.

Kotijärvet kuntoon -projektin kohdejärvet ovat Laitilan Lankjärvi, Lukujärvi ja Särkijärvi, Mynämäen -Mietoisten Kivijärvi, Uudenkaupungin Hiunjärvi, Kaukjärvi ja Taipaleenjärvi sekä Vehmaan Vihtjärvi. Projektissa selvitetään kohdejärven nykytila erilaisin tutkimuksin, laaditaan yhteistyössä paikallisten asukkaiden kanssa kunnostussuunnitelmat ja toteutetaan kunnostustoimenpiteitä niin järvilä kuin niiden valuma-alueillakin.

Lukujärvi ja Särkijärvi valittiin hankkeeseen, koska ne muodostavat yhtenäisen, koko Laitilan mittakaavassa virkistyskäytön kannalta erittäin merkittävän kokonaisuuden. Järviä kuormittavat mm. runsas vapaa-ajan asutus sekä maa- ja metsätalous. Paikalliset asukkaat ja mökkiläiset ovat perustaneet järviolueelle Länsi-Laitilan järviseuran ja ryhtyneet suunnittelemaan alueen järvien kunnostusta ja hoitoa. Kotijärvet kuntoon -projektin yhteydessä järvillä on laadittu selvitykset vedenlaadusta, kuormituksesta, sedimentistä, kalastosta ja kasvillisuudesta. Tutkimukset on koottu tähän raporttiin. Tulosten perusteella arvioidaan Luku- ja Särkijärven sekä niiden valuma-alueiden kunnostustarvetta ja käytettävissä olevia kunnostus- ja hoitomenetelmiä.

Vakka-Suomen kotijärvet kuntoon -hanke toteutetaan yhteistyössä kohdealueen kuntien (Laitilan kaupunki, Uudenkaupungin kaupunki, Mynämäen –Mietoisten kuntayhtymä ja Vehmaan kunta) ja muiden paikallisten tahojen sekä Lounais-Suomen ympäristökeskuksen, Varsinais-Suomen Agenda 21:n, Lounais-Suomen ja Laitilan kalastusalueiden, Varsinais-Suomen luonnonsuojelupiirin sekä Turun yliopiston kanssa. Hanke saa rahoitusta Euroopan aluekehitysrahastolta (EAKR), mukana olevilta kunnilta sekä yksityisiltä tahoilta.

2

Tutkimusalueen kuvaus

2.1 Valuma-alueen sijainti ja luonnonolot

Lukujärvi ja Särkijärvi sijaitsevat noin kahdeksan kilometriä Laitilan keskustan länsipuolella Seppälän, Kouman, Laustin ja Salon kylien alueella lähellä Uudenkaupungin ja Pyhärannan rajaa. Järvet ovat keskeinen osa laajempaa yhtenäistä järvioluetta. Lukujärveen laskevat kaiken kaikkiaan kolmentoista järven, mukaan lukien Särkijärven, vedet.

Länsi-Laitilan järviolue on maastonmuodoiltaan vaihtelevaa ja osin kallioista. Järviolueen itä- ja lounaispuolilla Sirppujoen varressa maasto on tasaisempaa ja alavampaa. Seudun asutus ja viljelykset keskittyvätkin jokivarren tasaisille maille. Järvien ympäristössä vakinaista asutusta on vähemmän ja peltojen osuus on pienempi.

Lukujärven valuma-alue (kuva 1) on harvaanasuttua metsävaltaista aluetta, joka muodostuu pääosin melko loivapiirteisistä kangasmetsistä. Soita on vain vähän lähinnä valuma-alueen pohjoisimmassa osassa. Kallioisimmat, korkeimmat ja samalla karuimmat alueet keskittyvät Kärkölänjärven ympäristöön sekä Lukujärven ja Särkijärven rannoille. Kärkölänjärvi sijaitsee noin 30 metriä merenpinnan yläpuolella, mutta muiden Lukujärven valuma-alueen järvien korkeusasema on 15-18 m mpy. Lukujärven ja Särkijärven rannoilla korkeimmat mäet kohoavat noin 40 metriin, mutta muut alueet sijoittuvat pääasiassa 20 - 30 m mpy.

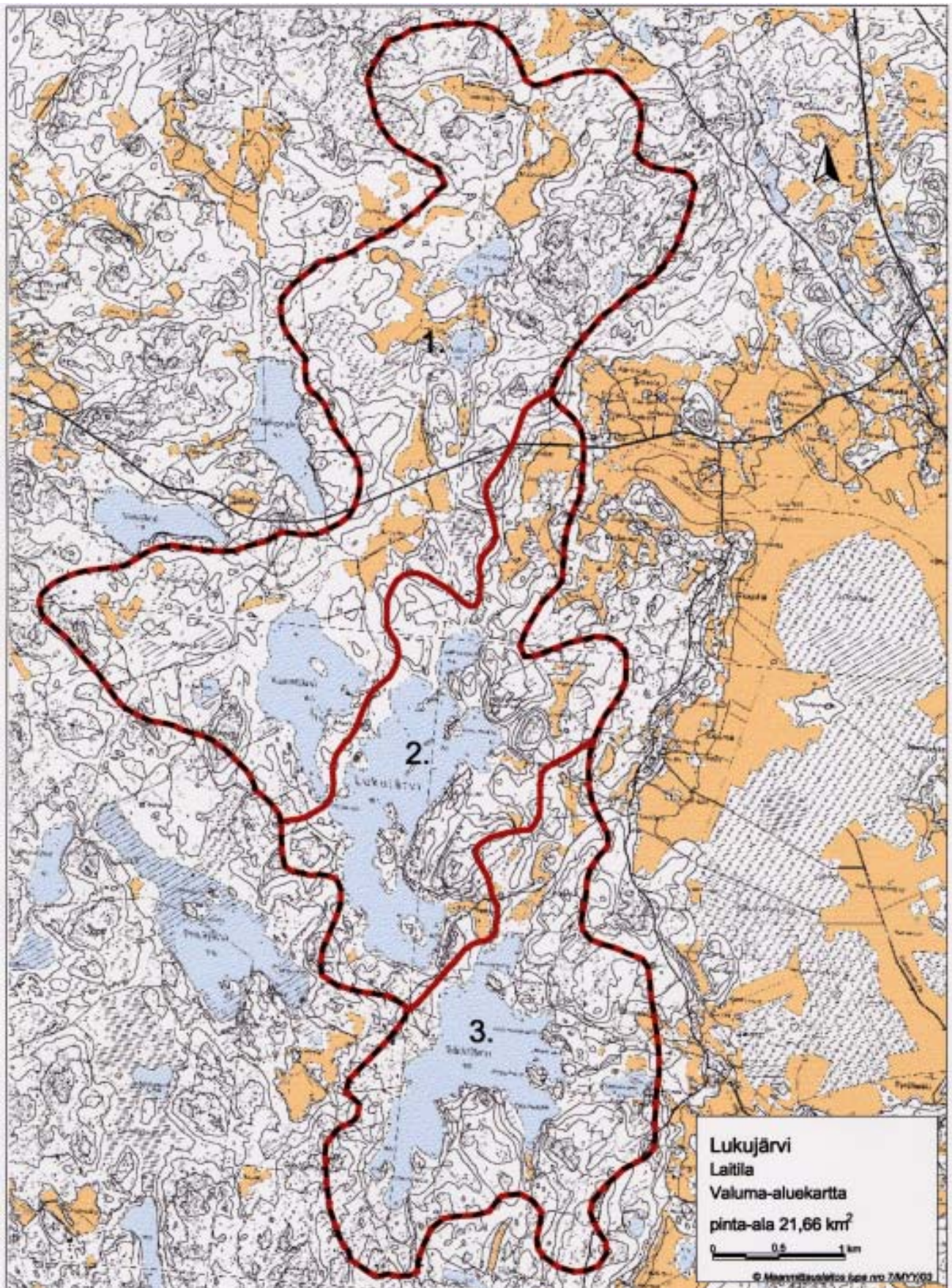
2.2 Vesistöt ja osavaluma-alueet

Lukujärvi on järviolueen keskusjärvi, ja sen valuma-alue (21,12 km²) voidaan jakaa kolmeen osavaluma-alueeseen: Särkijärven valuma-alue 5,43 ha, Kaarnijärven valuma-alue 10,61 ha ja Lukujärven lähivaluma-alue 5,08 ha (kuva 1). Kuvassa 2 on esitetty valuma-alueen vesistöt ja vesien virtaussuunnat.

Osavaluma-alueista laajin on Kaarnijärven valuma-alue, joka muodostaa noin puolet koko Lukujärven valuma-alueesta sen pohjoisosassa (taulukko 1). Alueella on Kaarnijärven lisäksi useita pieniä järviä (kuva 2). Vesistön latvoilla on metsien ympäröimä Kärkölänjärvi sekä Iso-Potkion, Vähä-Potkion ja Valijärven muodostama järviketju, josta vedet virtaavat pelto- ja metsäalueiden halki kohti etelää ja Kaarnijärveä. Pohjoisosan järvien lasku-uomaan yhtyy myös pienestä Särkijärvestä tuleva oja. Näiden järvien vedet laskevat Kaarnijärven pohjoisosaan. Lisäksi Kaarnijärven länsiosaan laskee oja Mustajärvestä ja Kullerjärvestä ja niitä ympäröiviltä metsäalueilta. Kaarnijärven eteläpäästä vedet laskevat edelleen Lukujärveen lyhyen Kokonojan kautta.

Kaarnijärven valuma-alueen järvistä Valijärvi, Särkijärvi, Mustajärvi ja Kullerjärvi ovat täysin umpeenkasvaneita. Kaarnijärveä (55 ha) lukuunottamatta järvet ovat pieniä: suurin on Iso-Potkio, jonka pinta-ala on 10 ha.

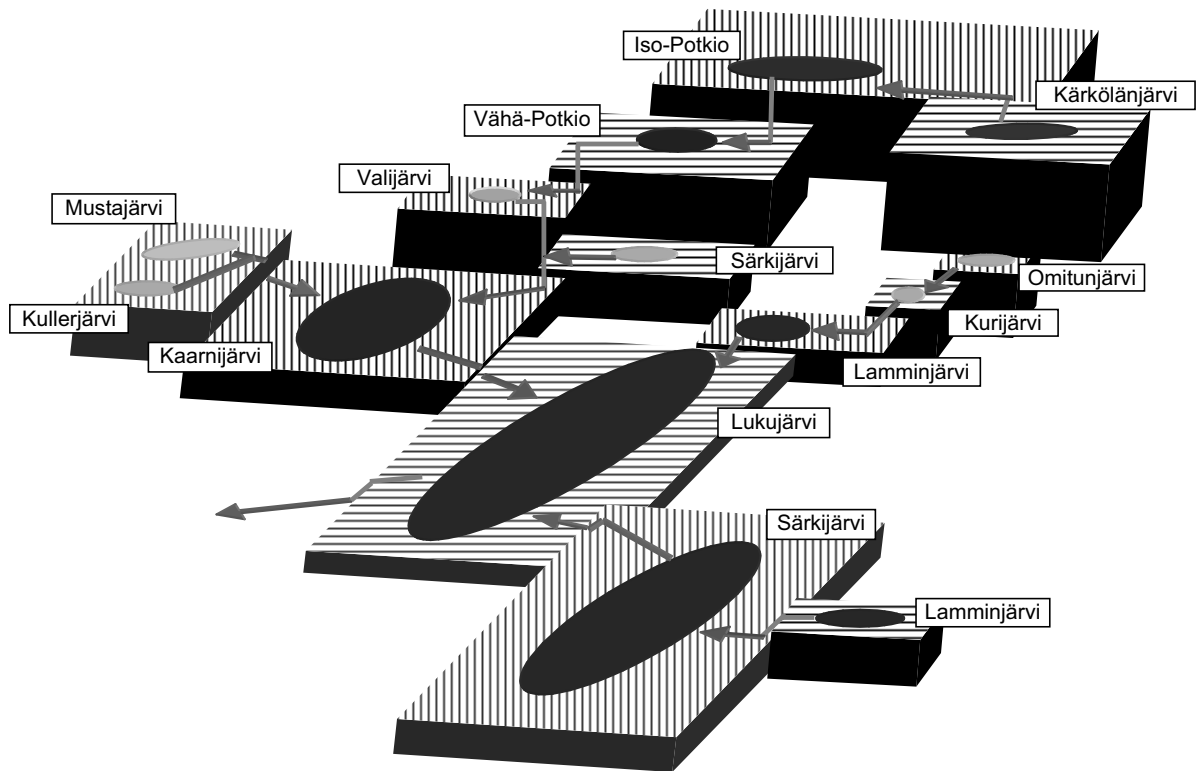
Särkijärven valuma-alueeseen kuuluvat Särkijärvi (110 ha) ja Lamminjärvi (6 ha) (kuva 2). Lamminjärven vedet virtaavat Lamminsuon kautta Särkijärven itäosaan. Särkijärven lyhyt lasku-uoma alkaa Särkijärven pohjoispäästä Koumanpuhdistista ja kulkee viljellyn alueen halki Lukujärven eteläosaan.



Kuva 1. Lukujärven valuma-alue (merkitty mustalla) ja sen osavaluma-alueet (merkitty punaisella):
 1. Kaarnijärven valuma-alue, 2. Lukujärven lähivaluma-alue ja 3. Särkijärven valuma-alue.

Lukujärven (117 ha) lähivaluma-alue jää Särkijärven ja Kaarnijärven väliin. Siihen kuuluvat täysin umpeenkasvaneet Omitunjärvi ja Kurijärvi sekä Lamminjärvi, jonka pohjoispäähän edellä mainitut laskevat vetensä (kuva 2). Pinta-alaltaan suurin tästä kolmikosta on noin 8 hehtaarin laajuinen Lamminjärvi. Lamminjärvestä vedet virtaavat lyhyen ojan kautta Lukujärven pohjoispäähän. Lukujärvestä vedet laskevat vajaan kilometrin mittaista Taminanojaa pitkin lounaaseen Pitkäjärveen ja sieltä edelleen Lamminjärven (Pyhäranta) ja Merilammen (Pyhäranta ja Uusikaupunki) kautta Sirppujokeen.

Tässä julkaisussa Lamminjärvien toisistaan erottamiseksi niitä kutsutaan Särkijärven Lamminjärveksi, Lukujärven Lamminjärveksi ja Pyhärannan Lamminjärveksi. Särkijärvellä tarkoitetaan suurempaa Lukujärven valuma-alueen eteläosassa olevaa Särkijärveä ja pienellä Särkijärvellä Kaarnijärven valuma-alueen Särkijärveä.



Kuva 2. Lukujärven valuma-alueen vesistöt ja niiden virtaussuunnat. Täysin umpeenkasvaneet järvet on merkitty kuvaan muita vaaleammalla värillä.

Taulukko 1. Lukujärven valuma-alueen ja sen osavaluma-alueiden ominaisuudet.

	Lukujärven lähivaluma-alue	Kaarnijärven valuma-alue	Särkijärven valuma-alue	yhteensä
Pinta-ala (km ²)	5,08	10,61	5,43	21,12
Järvisyys (%)	26,2	8,6	21	16
Pellon osuus (%)	6,3	9,7	4	7,4
Vakituisia asuntoja	4	1	3	8

2.3 Valuma-alueen maankäyttö ja virkistysarvot

Peltojen osuus on suurin alueen pohjoisosassa Kaarnijärven valuma-alueella (taulukko 1). Alueen muissa osissa pellot eivät muodosta yhtä laajoja ja yhtenäisiä alueita, vaan ne ovat pienempiä ja sijaitsevat metsäalueiden ympäröiminä toisistaan erillisinä. Vakituksia asuntoja Lukujärven valuma-alueella on ainoastaan kahdeksan (taulukko 1). Vapaa-ajanasuntoja sen sijaan on runsaasti erityisesti Lukujärven ja Särkijärven rannoilla (taulukko 2). Lisäksi Kaarnijärven ja Iso-Potkion rannoilla on paljon vapaa-ajanasuntoja.

Lukujärvi ja Särkijärvi ovat myös yleisen virkistyskäytön kannalta erittäin merkittäviä. Särkijärven itäosassa on suosittu yleinen uimaranta ja sauna. Aiemmin myös Lukujärven pohjoispäässä on ollut yleinen uimaranta. Särkijärven länsirannalla on lisäksi Laitilan seurakunnan leirikeskus Lehtoniemi, joka on vilkkaassa ympärivuotisessa käytössä.

Alueelle on laadittu vuonna 1999 rantakaava, joka koskee osia Kaarnijärvestä, Lukujärven Lamminjärvestä, Lukujärvestä ja Särkijärvestä. Rantakaavaan on loma-asutukselle ja vakinaiselle asutukselle sekä maa- ja metsätaloudelle varattujen alueiden lisäksi merkitty Lukujärvelle kaksi venevalkamaa, Kaarnijärven saariin kaksi suojelualuetta sekä Lukujärven koillisrannalle suojeltu muinaisjäänös. Varsinais-Suomen vahvistettujen seutukaavojen yhdistelmässä (1999) on aluevaraukset Kaarnijärven saaren suojelualueesta, Lukujärven rannan muinaisjäänöksestä ja Särkijärven uimarannasta. Lisäksi Särkijärven itäpuolelle on merkitty ohjeellinen ulkoilureitti ja tien 12488 lähelle kaasulinja.

Luonnonsuojelullisesti ja historiallisesti merkittävimpiä arvoja alueella edustavat kaavoituksessakin huomioitua kohteet. Kaarnijärven saaret ovat luonnontilaisia ja kasvillisuudeltaan ja eläimistöltään omaleimaisia. Lukujärven rantaan rajoittuvalla kalliomaellä oleva muinaisjäänös muodostuu kolmesta pronssikautisesta hautarauniosta.

Taulukko 2. Lukujärven valuma-alueen järvien rantojen rakentamisaste. Rakennuksista on huomioitu ranta-alueilla sijaitsevat vapaa-ajanasunnot ja vakinaiset asunnot. Saunarakennukset on huomioitu ainoastaan kiinteistöiltä, joilla ei ole lainkaan asuinrakennusta. Kärkölänjärvi on rannoiltaan rakentamaton. Muut taulukosta puuttuvat alueen järvet ovat täysin umpeenkasvaneita.

Rakennetut rantakiinteistöt	Kpl	Rantaviivaa (km)	Rak. kiinteistöjä/rantakilometri
Iso-Potkio	11	1,7	6,5
Kaarnijärvi	16	4,9	3,3
Lamminjärvi (Lukujärven)	6	1,35	4,4
Lamminjärvi (Särkijärven)	5	1,1	4,5
Lukujärvi	97	11,4	8,5
Särkijärvi	81	9,5	8,5
Vähä-Potkio	2	1,1	1,8
Yhteensä	218	31,05	7,0

2.4 Lukujärven ja Särkijärven ominaisuudet

Laitilan järvet ovat yleisesti ottaen pieniä ja matalia. Lukujärvi (117 ha) on Laitilan toiseksi ja Särkijärvi (110 ha) kolmanneksi suurin järvi. Lukujärven pituus on pohjois-eteläsuunnassa 2,2 km ja leveys vaihtelee itä-länsisuunnassa noin 200-800 metrin välillä. Särkijärvi on koillis-lounaissuunnassa vähän yli 2 km pitkä ja itä-länsisuunnassa noin 1 km leveä. Molempien järvien suurin syvyys on viiden metrin luokkaa eli järvet ovat melko matalia (kuvat 3 ja 4). Laitilassa useimmat järvet ovat kuitenkin tätäkin matalampia. Myös melko suuri humuspitoisuus ja lievä rehevyys ovat tyypillisiä piirteitä Laitilan järville (Lehtonen 1991). Sekä Lukujärvi että Särkijärvi ovat lievästi reheviä, mutta Lukujärvi on jonkin verran humuspitoisempi kuin Särkijärvi. Lukujärven ja Särkijärven muut tärkeimmät ominaisuudet ja hydrologiset tiedot on esitetty kuvissa 3 ja 4.

Lukujärven ja Särkijärven alueella on tehty vesistöjärjestelyjä jo 1700-luvulla. Mäninäisten ruukin vesivoiman saannin turvaamiseksi päätettiin 1780-luvulla ohjata järviolueen vedet Särkijärven koillispuolella sijainneen Hankerajärven kautta Sirppujokeen. Lukujärven laskuojaan, Taminanojaan, rakennettiin mittava pato estämään veden virtaus Mäninäisten ruukin ohi. Lisäksi kaivettiin kanava Särkijärvestä Hankerajärveen ja Sirppujokeen. Näiden toimenpiteiden vuoksi alueen järvien vesi nousi tiettävästi noin 1,5 metriä. Hankkeen vastustajat purkivat Taminanojan padon vuonna 1817. Oikeuskäsittelyn aikana tilanne muuttui, eikä vesistöjärjestelyjen uudelleen toteuttamiselle enää ollut tarvetta.

Myöhemmin aikoina Lounais-Suomessa toteutettiin maatalouden tarpeiden vuoksi lukuisia järvenlaskuja ja -kuivatuksia. Luku- ja Kaarnijärvenkin laskemisesta laadittiin vuonna 1949 suunnitelma, mutta järvien laskusta luovuttiin, koska hanke todettiin kannattamattomaksi. Vuosina 1965 - 66 laadittiin kuitenkin uusi laskusuunnitelma, johon liitettiin myös Särkijärvi. Tämäkään suunnitelma ei toteutunut.

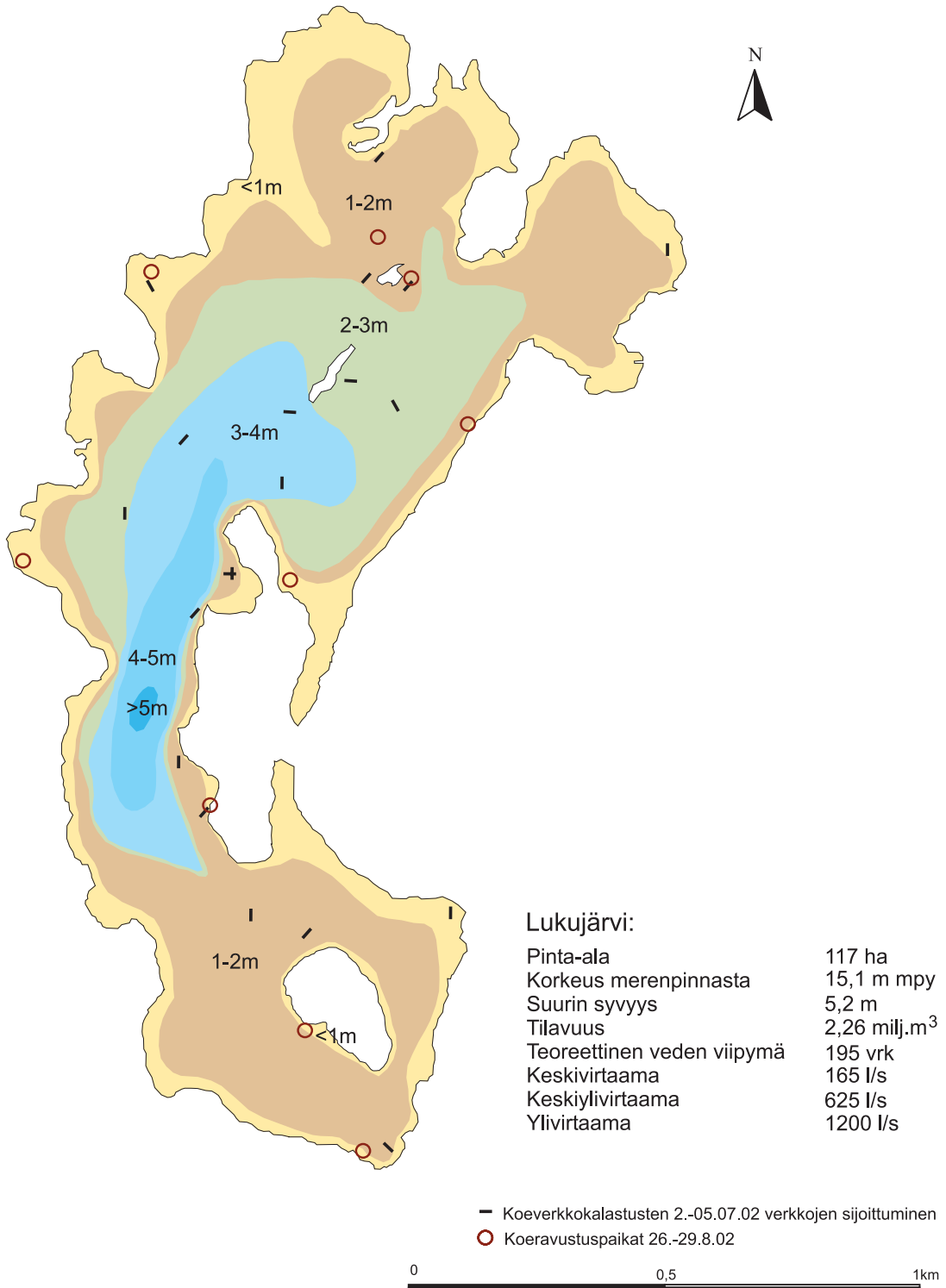
Kun virkistyskäytön merkitys kasvoi, 1990-luvun alussa ryhdyttiin keskustelemaan Särkijärven alimpien vedenkorkeuksien nostosta. Hankkeesta kuitenkin

luovuttiin aikaisessa vaiheessa mm. maanomistajien vastustuksen vuoksi. Tänä päivänä Lukujärven tai Särkijärven vedenkorkeutta ei säännöstellä. Lukujärvellä, Särkijärvellä ja Kaarnijärvellä on aloitettu vedenkorkeuden säännölliset mittaukset vuonna 2002.



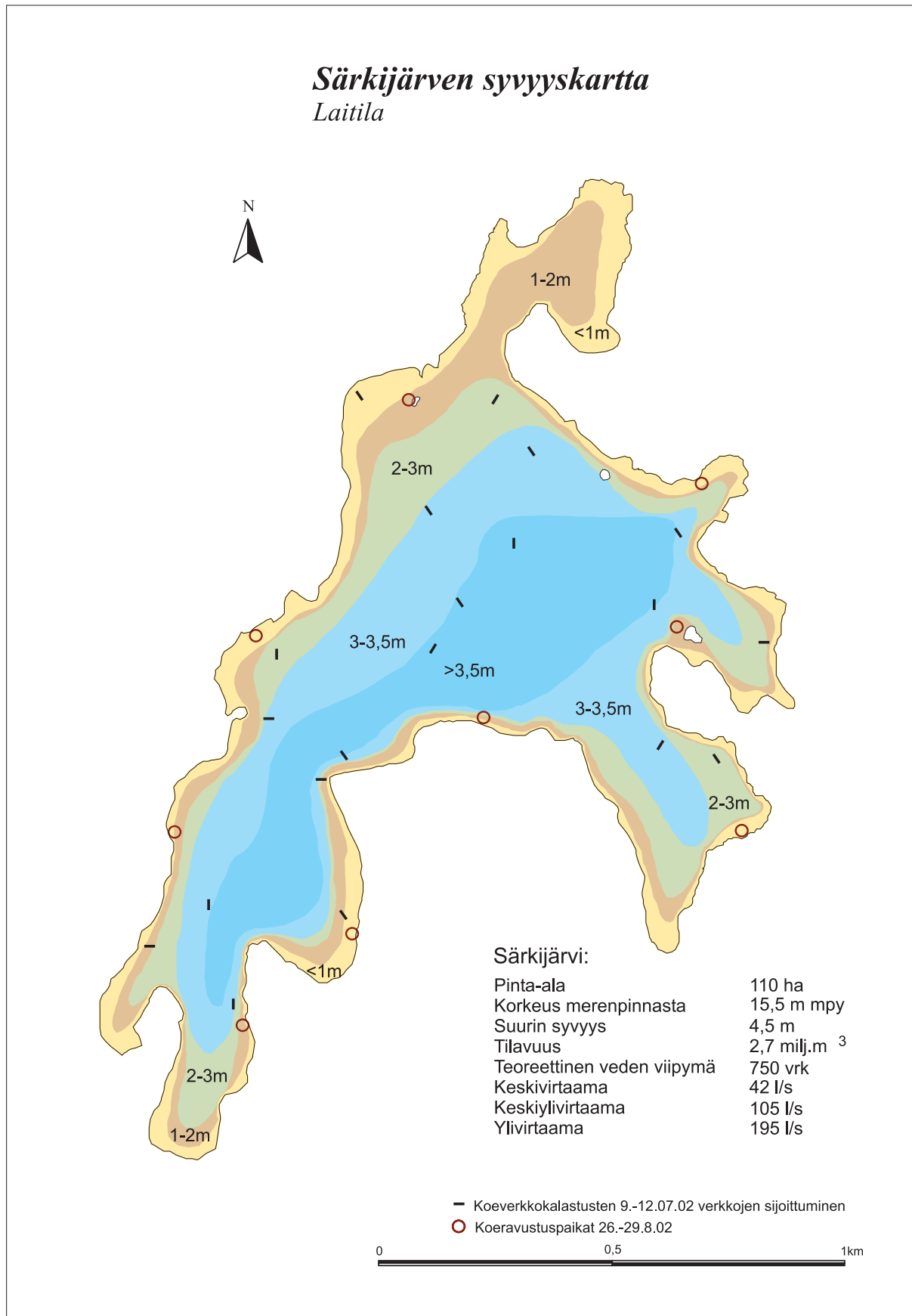
Lukujärven Nilvonnokan itäpuoleinen lahti on matala ja suurin osa siitä on siimapalpan ja ulpukan peittämää. Kuva: Arto Kalpa

Lukujärven syvyyskartta Laitila



Kuva 3. Lukujärven syvyudet, tärkeimmät ominaisuudet ja hydrologiset tiedot sekä koealastuksen verkkojen ja koe-ravustuksen mertojen sijainnit. Virtaama- ja viipymätiedot on arvioitu laskennallisesti.

Särkijärven syvyyskartta Laitila



Kuva 4. Särkijärven syvydet, tärkeimmät ominaisuudet ja hydrologiset tiedot sekä koekalastuksen verkkojen ja koeravustuksen mertojen sijainnit. Virtaama- ja viipymätiedot on arvioitu laskennallisesti. Erityisesti pienillä valuma-alueilla, joilla järvisyys on suuri (kuten Särkijärvi), virtaamien laskennallinen arviointi on kuitenkin epävarmaa, eikä anna kovinkaan tarkkaa tulosta.

Kuormitus

Lukujärveen ja Särkijärveen tulevan ravinnekuormituksen määrän ja alkuperän selvittämiseksi valuma-alueella suoritettiin vuonna 2002 kyselytutkimukseen perustuva kuormitus selvitys. Kuormitus selvityksen perusteella arvioitiin laskennallisesti valuma-alueelta järviin tulevan ravinnekuormituksen kokonaismäärä ja osuudet kuormitus lähteittäin. Kyselytutkimuksella selvitettiin myös jätevedenkäsittelyn tasoa valuma-alueen kiinteistöillä.

3.1 Vesistökuormitusta aiheuttavista tekijöistä

Kaikkiin vesistöihin kertyy luontaisesti valuma-alueelta ns. perushuuhtouman mukana ravinteita. Sen lisäksi ihmistoiminnasta peräisin olevat ravinteet kuormittavat vesistöjä. Lukujärveen ja Särkijärveen tuleva kuormitus on luonteeltaan hajakuormitusta, joka koostuu asutuksen, maatalouden ja metsätalouden kuormituksesta sekä metsä- ja peltoalueiden luonnonhuuhtoumasta. Pistemäistä kuormitusta alueella edustaa Lehtoniemen leirikeskus. Särkijärvellä on myös suosittu yleinen uimaranta. Lisäksi järviä kuormittaa ilmalaskeuma, jonka määrää tässä selvityksessä ei arvioitu.

3.1.1 Asutus

Suomen ympäristökeskuksen (2002) mukaan haja- ja loma-asutuksen jätevedet ovat valtakunnallisesti tarkasteltuina maatalouden jälkeen suurin vesistöjen fosforikuormittaja n. 8% kuormitusosuudellaan. Fosforin lisäksi asutuksen kuormituksessa merkittäviä kuormitustekijöitä ovat orgaaniset aineet ja typpi. Puutteellisesti käsitellyt jätevedet voivat heikentää myös vesistöjen hygieenistä tilaa.

Asutuksen aiheuttama hajakuormitus muodostuu niiden kiinteistöjen kuormituksesta, jotka ovat yleisen viemäriverkoston ulkopuolella. Suomessa noin 1,1 miljoonaa ihmistä on kiinteistökohtaisen jätevesijärjestelmän varassa (Ympäristöministeriö 2001). Pysyvän asutuksen lisäksi viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla ovat lähes kaikki vapaa-ajanasunnot, joita käyttää säännöllisesti arviolta 1,7 miljoonaa ihmistä. Vuosittaisen asutuksen fosforikuorman arvioitiin 1990-luvun puolivälissä olevan 685 tonnia vuodessa, josta viemäriverkoston piiriin kuuluvan neljän miljoonan asukkaan osuus oli noin 270 tonnia ja viemäriverkoston ulkopuolisen asutuksen osuus noin 415 tonnia (Ympäristöministeriö 2001). Näin ollen yhden viemäriverkoston liittämättömällä alueella asuvan ihmisen aiheuttama fosforikuorma vesistöihin on yli viisinkertainen verrattuna viemäroidyllä alueella asuvaan ihmiseen.

Viemäriverkoston ulkopuolisten alueiden talousjätevesien käsittelystä on annettu vuonna 2001 lakiasetusehdotus, jossa edellytetään orgaanisen aineksen osalta vähintään 90%, kokonaisfosforin osalta 85% ja kokonaistypen osalta 40% puhdistustehoa (Ympäristöministeriö 2001). Asetus tulee voimaan vuoden 2003 aikana, ja se tulee koskemaan 10 vuoden siirtymäajalla myös vanhoja kiinteistöjä.

3.1.2 Maatalous

Yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesien käsittelyn tehostumisen myötä maatalous nousi valtakunnallisesti suhteellisesti merkittävimmäksi vesistöjen kuormittajaksi (Rekolainen ym. 1992). Suomen peltoalasta lähes 90%:lla viljelyn vaikutukset ulottuvat vesistöön saakka (Puustinen 1995). Vuonna 2001 noin 60% ihmisen aiheuttamasta fosforikuormituksesta ja lähes 50% typpikuormituksesta oli peräisin maataloudesta (Suomen ympäristökeskus 2002).

Tärkeimmät vesistöjen tilaan vaikuttavat tekijät maataloudessa ovat ravinteet, fosfori ja typpi. Pelloilta vesistöihin huuhtoutuvien ravinteiden määrään vaikuttavat muun muassa peltojen määrä valuma-alueella, maanpinnan kaltevuus, maalaji, viljelytekniikka ja lannoitus sekä vuodenaika ja sää. Karjatalous voi aiheuttaa päästöjä myös suoraan karjasuojista ja lantaloista.

Vuodesta 1995 alkaen maatalouden vesistökuormitusta on pyritty vähentämään EU:n maatalouden ympäristöohjelman avulla. Vuonna 1998 voimaan tullutta nitraattidirektiiviä täydennettiin vuonna 2000. Uusi asetus nitraattidirektiivin vaatimuksista kumosi, 219/1998 ja 907/1999 koskeneet aikaisemmat valtioneuvoston päätökset. Direktiivin suositukset ja määräykset mm. lannoitteiden ja lannan levitysajasta ja -määristä pyrkivät vähentämään ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Maatalouden ympäristötuki on tutkimusten mukaan vuoteen 2000 mennessä muuttanut viljelykäytäntöjä parempaan suuntaan ja huuhtoutumismallit osoittavat nitraattitypen ja eroosiofosforin päästöjen vähentyneen jonkin verran (nitraattityppi 4-15 %, eroosiofosfori 5-13 %) (Anonyymi 2002).

3.1.3 Metsätalous

Metsätaloudessa vesistökuormitusta aiheuttavat hakkuut ja niiden yhteydessä tehdyt maanmuokkaukset, ojitukset ja kunnostusojitukset, lannoitukset sekä metsäteiden rakentaminen ja torjunta-aineiden käyttö (mm. Joensuu & Kokkonen 1992; Ahtela 1994; Saukkonen & Kenttämies 1995). Toimenpiteiden vaikutukset voivat kestää toimenpiteestä ja paikallisista olosuhteista riippuen muutamasta vuodesta yli 10 vuoteen. Alueellisesti metsätalouden kuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta vaihtelee voimakkaasti. Valtakunnallisesti metsätalouden kuormitus oli vuonna 2000 fosforin osalta 8 % ja typen osalta 5 % (Suomen ympäristökeskus 2002).

Merkittävimpiä metsätalouden vesistöhaittoja ovat virtaamien kasvu sekä kiintoaineen, liuenneen orgaanisen aineksen eli humuksen ja ravinteiden huuhtoutumisen lisääntyminen. Metsäojitukset suurentavat valumia ja lisäävät erityisesti kiintoaineen huuhtoutumista. Myös valumavesien ravinnepitoisuudet nousevat ja niiden happamuudessa saattaa tapahtua muutoksia. Uudistushakkuut lisäävät ravinnekuormitusta ja kasvattavat valuntaa ja humuksen huuhtoutumista. Metsän uudistamisen ravinnekuormitusta voimistaa edelleen maanmuokkaus, joka lisää myös kiintoaineen huuhtoutumista. Lannoituksen ravinnekuormitus on erityisesti fosforin osalta pitkäaikainen.

Metsätalouden vesiensuojelua ohjaavat muun muassa metsälaki ja metsäsertifiointi.

3.2 Kyselytutkimuksen tulokset

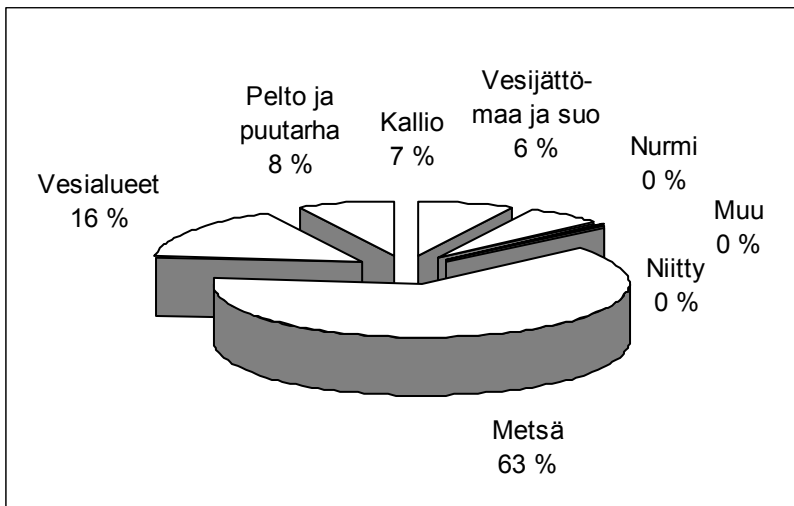
Kyselytutkimus käsitti kaikkiaan 192 kiinteistöä: kaikki Lukujärven ja Särkijärven rantaan rajoittuvat kiinteistöt ja kauempana valuma-alueella sijaitsevat rakennetut kiinteistöt. Kyselyyn annettiin vastaus 134 (70 %) kiinteistön osalta. Niiden

kiinteistöjen tiedot, jotka jäivät kyselytutkimuksen ulkopuolelle tai joista ei saatu vastausta, arvioitiin karttaselvitysten ja maastokäyntien perusteella. Tarkemmin kuormitus selvityksen menetelmiä on kuvattu liitteessä 1.

3.2.1 Valuma-alue ja kiinteistöt

Lukujärven valuma-alueen pinta-ala on kokonaisuudessaan 2112 ha, josta Lukujärven lähivaluma-alueen osuus on 508 ha. Särkijärven valuma-alueen pinta-ala on 543 ha. Noin puolet, 1061 ha, pinta-alasta on valuma-alueen pohjoisosassa, josta vedet eivät suoraan valu tutkimuskohteena oleviin järviin vaan valuma-alueen useisiin pieniin järviin ja Kaarnijärveen (kuva 2). Lukujärven kuormituksen kannalta alueen pohjoisosallakin on kuitenkin merkitystä.

Eri ympäristötyyppien suhteelliset osuudet Lukujärven valuma-alueella on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Eri ympäristötyyppien osuudet Lukujärven valuma-alueella. Sektori "muu" käsittää lähinnä teitä, sorapäällysteisiä pihamaita yms. sekä metsittymässä olevia peltoja.

Koska kysely kiinteistöjen suuren lukumäärän vuoksi suunnattiin ainoastaan Lukujärven ja Särkijärven rantaan rajoittuville kiinteistöille ja muille rakennetuille kiinteistöille, saatiin kyselyn perusteella kiinteistön käyttötarkoitukseksi lähes poikkeuksetta vapaa-ajan asunto. Se ilmoitettiin kiinteistön käyttötarkoitukseksi 106:ssa vastauksessa 134:sta. Kahdella rantaan rajoittuvalla kiinteistöllä ilmoitettiin harjoitettavan ainoastaan metsätaloutta. 20:n kiinteistön osalta käyttötarkoitutus jäi epäselväksi. Kyselyn ja karttatarkastelun perusteella vakituksia asuntoja valuma-alueella on kaikkiaan kahdeksan kappaletta ja vapaa-ajan asuntoja 209. Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty osavaluma-alueittain niiden rakennusten etäisyydet rantaviivaan, joissa syntyy talousjätevesiä tai käymäläjätettä.

Taulukko 3. Lukujärven valuma-alueen vakituiset ja vapaa-ajan asunnot ja niiden etäisyydet lähimmän järven rantaviivasta osavaluma-alueittain. Taulukon tiedot perustuvat kyselyvastauksiin ja karttatarkasteluihin.

	Etäisyys rantaviivasta			Keskiarvo m	Yhteensä kpl
	< 100 m	100-200 m	> 200 m		
Lukujärven lähivaluma-alue					
Vakituinen asunto	1	2	1	540	4
Vapaa-ajan asunto (sis. saunan)	29			15	29
Vapaa-ajan asunto (ei saunaa)	19	1		26	20
Vapaa-ajan asunto (karttatark.)	46				46
Särkijärven valuma-alue					
Vakituinen asunto	1		2	400	3
Vapaa-ajan asunto (sis. saunan)	14		1	49	15
Vapaa-ajan asunto (ei saunaa)	25		1	46	26
Vapaa-ajan asunto (karttatark.)	40	1	3		44
Kaarnijärven valuma-alue					
Vakituinen asunto			1	1000	1
Vapaa-ajan asunto (sis. saunan)	5			33	5
Vapaa-ajan asunto (ei saunaa)	6			38	6
Vapaa-ajan asunto (karttatark.)	18			18	

Taulukko 4. Lukujärven valuma-alueen sauna- ja käymälärakennusten sijoittuminen rantaviivaan nähden eri osavaluma-alueilla. Taulukon tiedot perustuvat yksinomaan kyselyvastauksiin.

	Etäisyys rantaviivasta		Keskiarvo m	Yhteensä kpl
	< 10 m	10-30 m		
Saunarakennukset				
Lukujärven lähivaluma-alue	9	12	9	21
Särkijärven valuma-alue	20	11	9	31
Kaarnijärven valuma-alue		7	19	7
Käymälät				
	< 50 m	> 50 m		
Lukujärven lähivaluma-alue	33	5	37	38
Särkijärven valuma-alue	24	8	37	32
Kaarnijärven valuma-alue	6	1	42	7

3.2.2 Asutuksen jätevesien synty ja käsittely

Lukujärven valuma-alue sijaitsee kunnallisen viemäriverkoston ulkopuolella, joten jätevesien asianmukainen käsittely jää kokonaan kiinteistönomistajien hoidettavaksi. Asutus synnyttää kahdenlaisia jätevesiä. Harmaat vedet ovat peseytymisestä ja talousvetenä käytetystä vedestä syntyneitä jätevetä ja mustat vedet WC:n huuhtelussa syntyneitä jätevetä. Koska Lukujärven valuma-alueella on pääasiallisesti vapaa-ajan asuntoja, merkittävin harmaiden jätevesien synnyttäjä on saunominen.

Syntyvän jäteveden määrään ja sen käsittelytarpeeseen vaikuttavat käytettävissä olevan veden määrä ja saatavuus. Taulukossa 5 on esitetty kyselyyn vastanneiden ilmoittamat talousveden ja muun käyttöveden hankintalähteet. Sähköt ilmoitettiin olevan 85 kiinteistöllä ja lämminvesivaraaja 19 kiinteistöllä. Juokseva vesi, joka useimmilla vapaa-ajan asunnoilla tarkoitti saunaveden pumppaamista sähkötoimisella pumpulla järvestä, oli 35 kiinteistöllä. 11 kiinteistöllä ilmoitettiin olevan käsipumppu.

Harmaiden jätevesien käsittelymenetelmät on kuvattu taulukossa 6. Saostuskaivokäsittelyn jälkeisestä jätevesien käsittelystä saadut tiedot olivat puutteellisia niiden kiinteistöjen osalta, joilla saostuskaivoissa ilmoitettiin käsiteltävän ainoastaan harmaita jätevesiä.

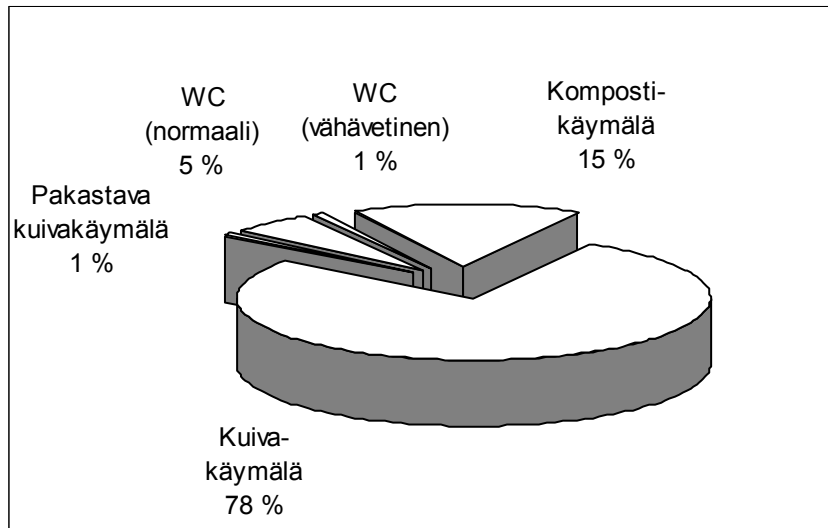
Taulukko 5. Talousveden ja muun käyttöveden hankinta Lukujärven valuma-alueella.

	Talousvesi vastauksia	%	Muu käyttövesi vastauksia	%
Kunnallinen vesijohto	11	10	4	4
Kaivo		21	20	
Kaivo tai järvi			100	89
Kuljetetaan muualta	74	70		
Sadevesi			8	7
Yhteensä	106		112	

Taulukko 6. Harmaiden jätevesien käsittely Lukujärven valuma-alueella. Luvut ovat vastausten kappalemääriä. Useilla kiinteistöillä oli eri kohteissa käytössä erilainen jätevesien käsittelymenetelmä.

Käsittelymenetelmä	Jäteveden syntypaikka				
	Keittiö	Sauna	Suihku	Pyykinpesu	Muu
Saostuskaivokäsittely	19	27	2	4	1
Johdetaan suoraan maaperään	27	38	2	3	0
Johdetaan imeytyskuoppaan	25	22	0	0	2
Johdetaan ojaan tai vesistöön	0	3	0	0	0

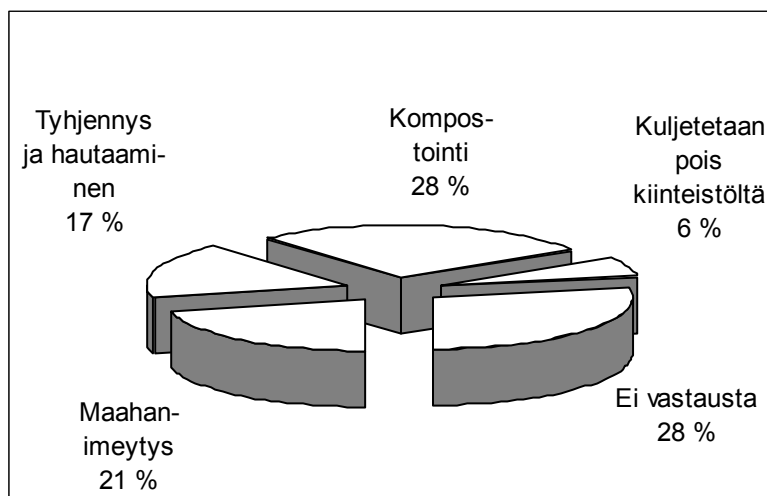
Koska suurin osa Lukujärven valuma-alueen rakennetuista kiinteistöistä on vapaa-ajan käytössä, on suurin osa käymälöistä kuivakäymälöitä, ns. perinteisiä ulkokuusseja (kuva 6). Varsinaisten kompostikäymälöiden osuus on melko pieni samoin kuin vesikäymälöiden osuus. Vesikäymälä ilmoitettiin olevan yhteensä 6 %:lla kiinteistöistä. Vesikäymälöistä 43 %:n jätevedet johdetaan umpisäiliöön erilleen harmaista vesistä. Muilla kiinteistöillä vesikäymälän jätevedet johdetaan yhdessä harmaiden vesien kanssa saostuskaivoon, jonka jälkeen 29 %:lla on maa-hanimeytys ja 29 %:lla jätevedet johdetaan avo-ojaan.



Kuva 6. Käymälätyyppit Lukujärven valuma-alueella. Vastauksia yhteensä 110 kpl.

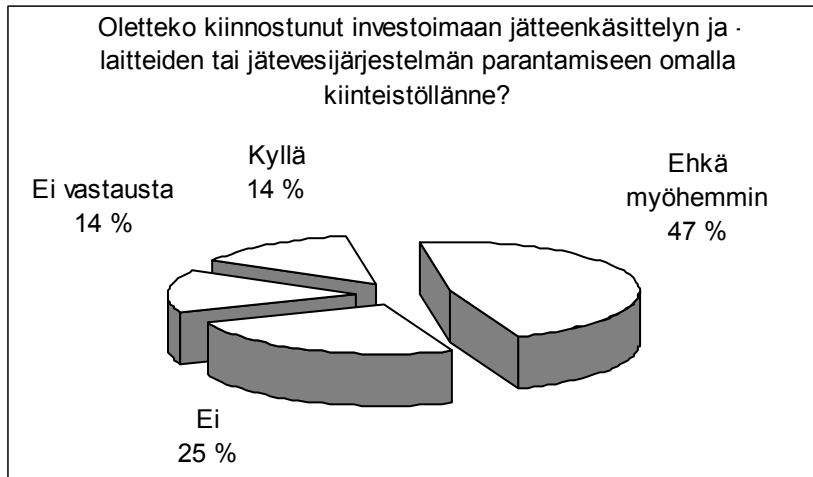
Kuvassa 7 on esitetty kuivakäymälöiden jätteiden käsittelymenetelmät pois-lukien kompostikäymälät. Kuivakäymäläjätteen maahanimeytyksessä käymäläjät-teistä imeytetään nesteet niiden syntypaikalla maahan, ja myös kiinteä jäte jää niille sijoilleen. Maahan haudattaessa kaikki jätteet kerätään astiaan ja haudataan myöhemmin maahan, tai vaihtoehtoisesti neste imeytetään maahan syntypaikal-la ja ainoastaan kiinteä jäte kerätään ja haudataan.

Osassa vastauksista on kuivakäymäläjätteiden käsittelymenetelmäksi ilmoit-tettu kompostointi myös kiinteistöillä, joilla ei ole ilmoitettu olevan varsinaista kompostikäymälää. Kompostoinnin etuna maahan hautaamiseen nähden on se, että käymäläjätteet tulevat hyötykäyttöön, eivätkä maaperän sekä vesistön - ja jopa kaivoveden - hygieenistä tilaa heikentävät suolistomikrobit pääse leviämään ympäristöön. Osalla kiinteistöistä käymäläjätteen nesteet on imeytetty maaperään ennen kompostointia. Mikäli kompostoitaessa käymäläjätteet pääsevät imeytymään maaperään, voitaneen kompostointi ainakin osittain rinnastaa maahan hautaami-seen.



Kuva 7. Kuivakäymälöiden (poislukien varsinaiset kompostikäymälät) jätteiden käsittelyme-netelmät Lukujärven valuma-alueella. Vastauksia yhteensä 86 kpl.

Vastaajien halukkuus investoida jätevesien käsittelyn parantamiseen vaihteli kiinteistön sijainnista riippuen. Eniten kiinnostuneita oli Särkijärven ranta-asukkaissa ja vähiten niiden vastaajien joukossa, joiden kiinteistö ei rajoittunut Lukujärven tai Särkijärveen. Kaikista vastaajista 14 % ilmoitti olevansa valmis investoimaan jätteiden tai jätevesien käsittelyyn (kuva 8). Neljäsosa ei halunnut tehdä investointeja.



Kuva 8. Kyselyyn vastanneiden halukkuus investoida jätteiden ja jäteveden käsittelyn parantamiseen. Vastauksia yhteensä 134 kpl.

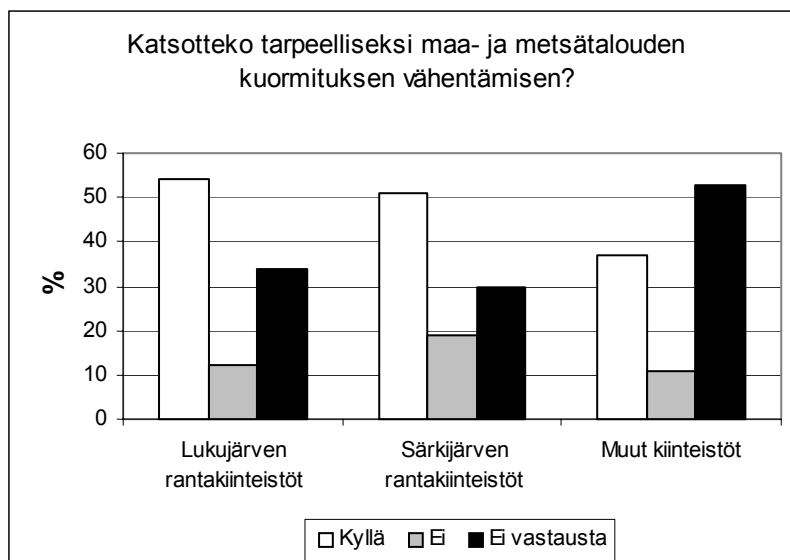
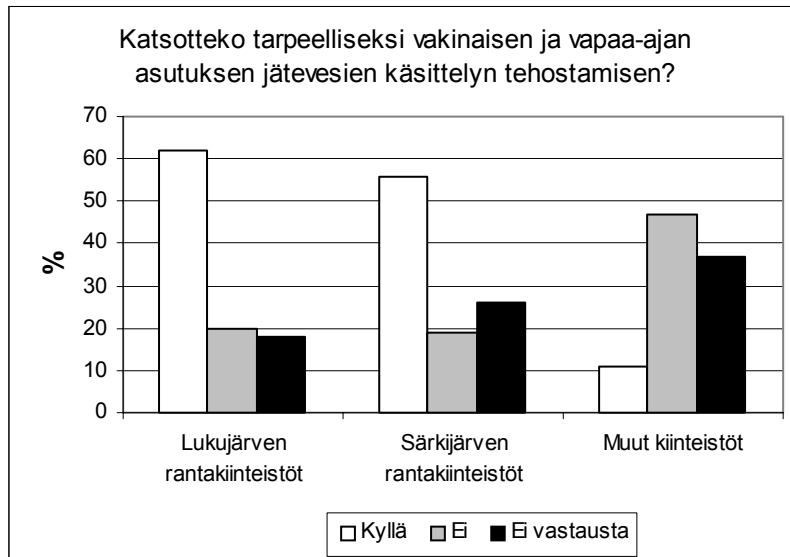
3.2.3 Maa- ja metsätalous

Lukujärven valuma-alueella sijaitsevien peltojen yhteispinta-ala on 157 ha. Tästä Lukujärven lähivaluma-alueella on 32 ha ja Särkijärven valuma-alueella 22 ha. Alueella on myös kaksi sikalaa. Kyselyn vastaukset kattavat noin 50 hehtaarin peltoalan eli noin kolmasosan valuma-alueen kokonaispeltoalasta. Vastaajista kuusi ilmoitti harjoittavansa maataloutta. Näistä kaksi tilaa kuului ympäristötuen piiriin, mutta erityistukisopimuksia tiloilla ei ollut.

Metsätaloutta ilmoitettiin harjoitettavan 20:llä kiinteistöllä, joka pinta-aloissa merkitsee noin 230 ha aluetta. Valuma-alueella on metsämaita kokonaisuudessaan noin 1400 ha. Tämän lisäksi metsäalueeseen voidaan lukea myös kallio- ja suoalueita. Laitilan metsänhoitoyhdistykseltä ja kyselyvastauksista saatujen tietojen mukaan alueella on viimeisen viiden vuoden aikana suoritettu harvennushakkuita 130 ha:n ja uudistushakkuita 70 ha:n alalla. Maanmuokkaustoimenpiteitä on tehty 55 ha ja ojituksia 10 ha. Metsälannoituksia ei ole suoritettu viimeisen kymmenen vuoden aikana.

3.2.4 Muita kyselytutkimuksen tuloksia

Vastaajien mielipiteet kuormituksen vähentämisen tarpeellisuudesta vaihtelivat kiinteistön sijainnista riippuen. Asutuksen kuormituksen vähentäminen katsottiin Lukujärven ja Särkijärven rannoilla maa- ja metsätalouden kuormituksen vähentämistä tarpeellisemmaksi, mutta kauempana näistä kahdesta järvestä asutuksen jätevesien käsittelyn tehostamiseen ei nähty yhtä voimakkaasti tarvetta (kuva 9).



Kuva 9. Vastaajien mielipiteet kuormituksen vähentämisen tarpeesta.

Kyselytutkimuksen yhteydessä tiedusteltiin myös vastaajien näkemyksiä kotijärvensä nykytilasta ja sen hoidosta. Vastausten perusteella keskeisin Lukujärven tilassa tapahtunut muutos on kasvillisuuden muuttuminen, joka mainittiin 34 % vastauksista. Useissa vastauksissa kerrottiin ilmaversoisen kasvillisuuden vähentyneen ja erityisesti palpakoiden lisääntyneen ja kasvillisuuden yksipuolistuneen. Kaiken kaikkiaan kasvillisuuden peittämien alueiden laajuus on vastaajien mukaan kasvanut. Muita useasti mainittuja muutoksia (maininta yli 10 %:ssa vastauksista) olivat levien lisääntyminen (limalevä), veden haju, limoittumisen lisääntyminen ja muutokset kalalajistossa sekä muussa eliöstössä.

Noin joka neljännellä Lukujärven rantakiinteistöllä on tehty ruoppauksia tai niitetty vesikasvillisuutta. Niitetty kasvillisuus on poistettu vedestä 86 %:lla niitoista. Mieliapiteet tulevaisuudessa Lukujärvellä tarpeellisiksi katsotuista hoitotoimista jakautuivat melko tasaisesti usealle eri toimenpiteelle. Eniten kannatusta saivat kesävedenkorkeuden nosto (28 %), tehokalastus ja/tai kalaistutukset (26 %), vesikasvien niitto (24 %) ja valuma-alueen vesiensuojelutoimet (10 %).

Särkijärven tilassa oli tapahtunut vastaajien mukaan useammanlaisia muutoksia. Eniten mainintoja saivat kasvillisuuden muutokset (26 %), levien lisääntyminen (23 %), limoittuminen (21 %), vedenkorkeuden pysyvä lasku (21 %) ja kalastossa tai ravustossa tapahtuneet muutokset (21 %). Särkijärvellä ruoppauksia on tehty 12 %:lla rantakiinteistöistä ja vesikasveja on niitetty 9 %:lla. Niitetyt kasvit on poistettu vedestä. Jatkossa hoitotoimista tarpeellisimpina pidettiin kesävedenkorkeuden nostoa (26 %) ja tehokalastusta (21 %).

Lukujärven valuma-alueen muilla järvillä ongelmat liittyvät lähinnä kasvillisuuden määrään ja umpeenkasvuun. Potkiojärvien osalta järvien tilan katsottiin myös parantuneen. Ruoppauksia on tehty 58 % rantakiinteistöistä ja vesikasveja on niitetty 16 %:lla. Niittojäte on korjattu 33 %:ssa tapauksista. Vähä-Potkiota on myös kalkittu. Tulevaisuudessa tarpeellisimpana toimenpiteenä pidettiin useilla järvillä kesävedenkorkeuden nostoa (47 %). Myös vesikasvien niitto (21 %), valuma-alueen vesiensuojelutoimet (21 %) ja ruoppaukset (11 %) katsottiin tarpeellisiksi.

Kaikista vastaajista puolet oli itse halukkaita osallistumaan kotijärvensä hoitoon, mutta monet kertoivat kaipaavansa ohjeita siitä, kuinka toimia.

3.3 Laskennallinen fosfori- ja typpikuormitus

Seuraavassa on arvioitu laskennallisesti Lukujärven lähivaluma-alueen, Särkijärven ja Kaarnijärven ravinnekuormituksen määrä. Laskelma perustuu asukasmääriin, vapaa-ajan asuntojen käyttöasteeseen ja valuma-alueen pinta-alatietoihin.

3.3.1 Lukujärven lähivaluma-alue

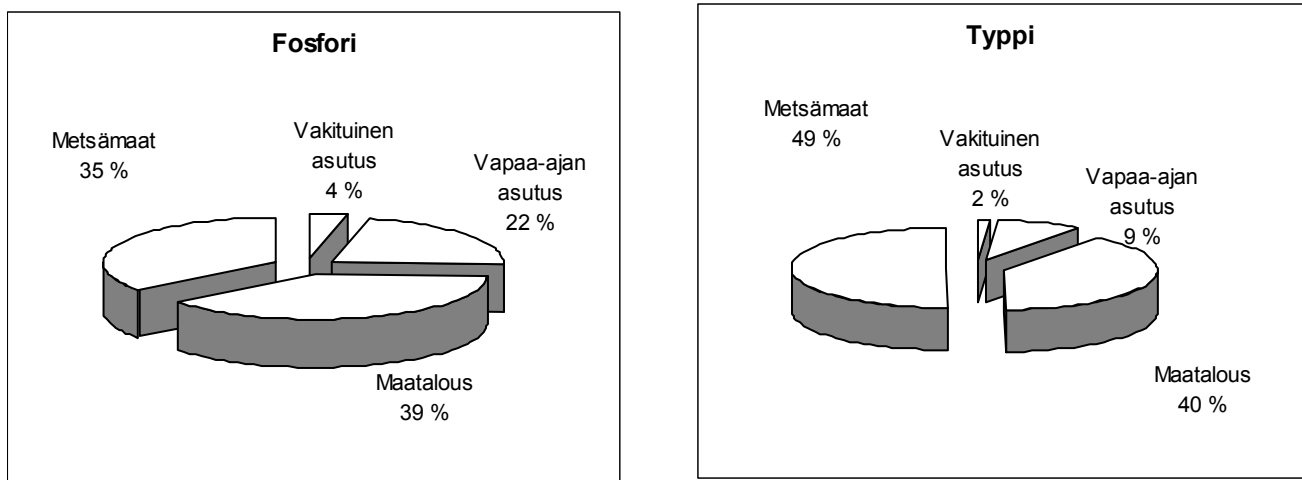
Rakennettuja kiinteistöjä on Lukujärven lähivaluma-alueella 99 kpl, joista vapaa-ajan asuntoja on 95 kpl ja vakinaisia asuntoja neljä. Kuormituskartoituksessa saatiin henkilövuorokausien määräksi vuodessa vakinaisessa asutuksessa yhteensä 2555 ja vapaa-ajan asutuksessa 14839.

Maatalouden kuormituksen selvittämiseksi käytettiin peltopinta-alaa 32 ha, ja metsämaiden kuormituksen laskennassa metsäalaa 277 ha. Metsämaiden kuormituksen laskennassa ei ole otettu huomioon suoritettujen toimenpiteiden kuten hakkuiden, ojitusten ja maanmuokkausten aiheuttamaa lisäystä ravinteiden huuhtoutumiseen, koska tehtyjen toimenpiteiden paikantamista osavaluma-alueittain ei saatujen tietojen perusteella voitu tehdä. Koko valuma-alueen pinta-alaan nähdessä toimenpiteitä oli suoritettu melko pienellä alalla. Paikallisesti toimenpiteiden vaikutus voi kuitenkin olla merkittävä.

Maatalouden, asutuksen ja metsämaiden osuudet Lukujärven lähivaluma-alueen ravinnekuormituksesta on esitetty taulukossa 11 sekä kuvassa 10. Tämän lähivaluma-alueelta tulevan ravinnekuormituksen lisäksi myös osa Särkijärven valuma-alueen ja Kaarnijärven valuma-alueen ravinnehuuhtoumasta kulkeutuu laskuojia pitkin Lukujärveen saakka. Näiden osuudet eivät kuitenkaan sisälly laskennalliseen arvioon.

Taulukko II. Lukujärven lähivaluma-alueen fosfori- (P) ja typpi- (N) kuormitus. Asutuksen osalta yksiköllä tarkoitetaan henkilövuorokausia ja maatalous- ja metsämaiden osalta hehtaareja. * Vakituksessa asutuksessa rakennuksen etäisyys vesistöön vaikuttaa ominaiskuormitusluvun suuruuteen (liite I).

	Yhteensä	Ominaiskuormitus		Yksiköitä	
	kg P/v	kg N/v	kg P/yksikkö/v		kg N/yksikkö/v
Vakituinen asutus	2,89	20,9	*	*	2555
Vapaa-ajan asutus	17,06	119,45	0,00115	0,00805	14839
Maatalous	30,72	544	0,96	17	32
Metsämaat	27,7	692,5	0,1	2,5	277
Yhteensä	78,37	1376,85			



Kuva 10. Lukujärven lähivaluma-alueen ravinnekuormitus kuormituslähteittäin.

3.3.2 Särkijärven valuma-alue

Särkijärven valuma-alueella on rakennettuja kiinteistöjä 88 kpl, joista vakinaisia asuntoja on kolme ja vapaa-ajan asuntoja 85 kpl. Kuormituskartoituksessa saatiin henkilövuorokausien määräksi vuodessa vakinaisessa asutuksessa 2190 ja vapaa-ajan asutuksessa 13282.

Yleinen virkistyskäyttö kuormittaa Särkijärveä uimarannan ja Lehtoniemen leirikeskuksen osalta. Leirikeskuksessa vietetään vuosittain noin 4 000 majoitusvuorokautta ja tämän lisäksi kiinteistöllä vierailee päiväkävijöitä, joiden lukumäärää on vaikea arvioida. Leirikeskuksen vesikäymälöiden ja suurtalouskeittiön jätevedet johdetaan umpisäiliöön, josta jätteet tyhjennetään ja kuljetetaan jätevedenpuhdistamoon tarvittaessa useita kertoja vuodessa. Sekä päärakennuksen että rantasaunan pesutilojen jätevedet johdetaan saostuskaivokäsittelyyn ja sen jälkeen imeytyskenttään.

Vuosittain päärakennuksen ja rantasaunan pesutiloja käyttää arviolta 5 000 henkilöä ja leirikeskuksen uimarannalla on noin 3 000 käyttäjää. Jätevesien hyvän käsittelyn ansiosta yhden pesukerran kuormittavaksi vaikutukseksi on arvioitu 10 % vapaa-ajanasukkaan vuorokauden ominaiskuormituksesta. Myös uimarannan

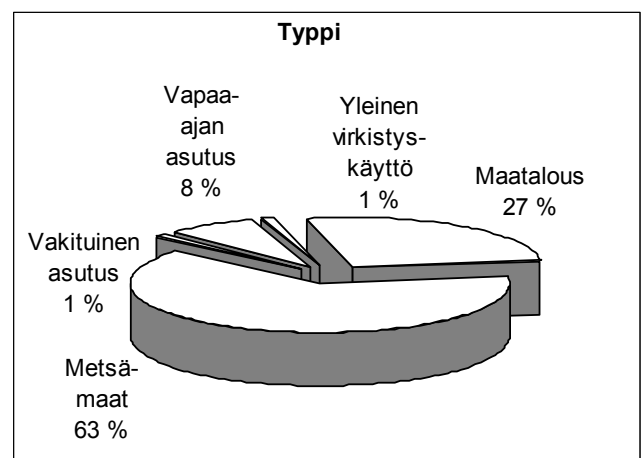
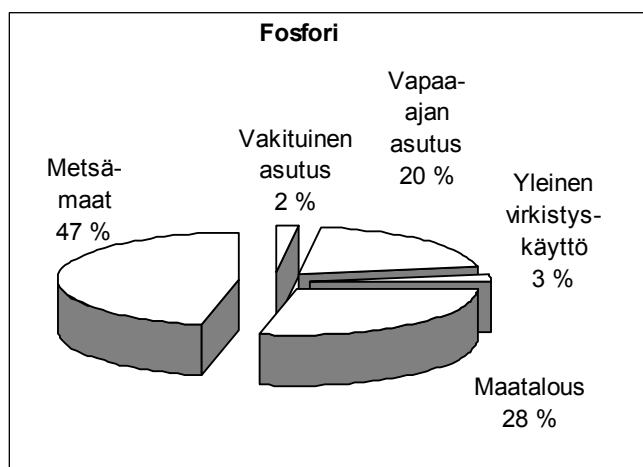
käyttäjien kuormittavaksi vaikutukseksi on arvioitu sama 10 % vapaa-ajanasukkaan vuorokauden ominaiskuormituksesta. Koska Lehtoniemen muut jätevedet johdetaan umpisäiliöön ja kuljetetaan pois kiinteistöltä, ei muuta kuormitusta ole.

Kunnan uimarannan rantasaunassa on kesän 2001 tilastojen mukaan käynyt 1280 maksanutta henkilöä. Tämän kävijämäärän on oletettu toteutuneen myös kesällä 2002 ja se on otettu huomioon kuormituslaskelmissa. Särkijärven ranta-saunan jätevesienkäsittelyjärjestelmästä ei ole tietoa. Yhden saunojan kuormituksen on arvioitu olevan 30 % vapaa-ajanasukkaan aiheuttamasta päivittäisestä kokonaiskuormituksesta. Yksinomaan uimarannalla käyneiden määräksi on arvioitu 5000 henkilöä ja kuormittavuudeksi 10 % vapaa-ajan asukkaan päivittäisestä kokonaiskuormituksesta.

Maatalouden kuormituksen laskennassa käytettiin peltoalaa 22 ha ja metsämaiden kuormituksen laskennassa metsäalaa 350 ha. Metsämaiden kuormituksen laskennassa ei ole otettu huomioon suoritettujen toimenpiteiden kuten hakkuiden, ojitusten ja maanmuokkausten aiheuttamaa lisäystä ravinteiden huuhtoutumisessa. Asutuksen, yleisen virkistyskäytön, maatalouden, ja metsämaiden osuudet ravinnekuormituksesta on esitetty taulukossa 8 ja kuvassa 11.

Taulukko 8. Särkijärven valuma-alueen fosfori- (P) ja typpi- (N) kuormitus. Asutuksen osalta yksiköllä tarkoitetaan henkilövuorokausia ja maatalous- ja metsämaiden osalta hehtaareja. Yleisen uimarannan kuormituksen laskennassa on käytetty eri ominaiskuormituslukuja ja yksiköiden määrää saunan ja uimarannan kuormituksen osalta. * Vakituksessa asutuksessa rakennuksen etäisyys vesistöön vaikuttaa ominaiskuormitusluvun suuruuteen (liite I).

	Yhteensä		Ominaiskuormitus		Yksiköitä
	kg P/v	kg N/v	kgP/yksikkö/v	kg N/yksikkö/v	
Vakituinen asutus	1,52	16,99	*	*	2190
Vapaa-ajan asutus	15,27	106,92	0,00115	0,00805	13282
Lehtoniemi	0,92	6,44	0,000115	0,000805	8000
Yleinen uimaranta ja sauna	1,02	7,12	0,000345; 0,000115	0,002415; 0,000805	1280; 5000
Maatalous	21,12	374	0,96	17	22
Metsämaat	35	875	0,1	2,5	350
Yhteensä	74,85	1386,47			



Kuva 11. Särkijärven valuma-alueen ravinnekuormitus kuormituslähteittäin.

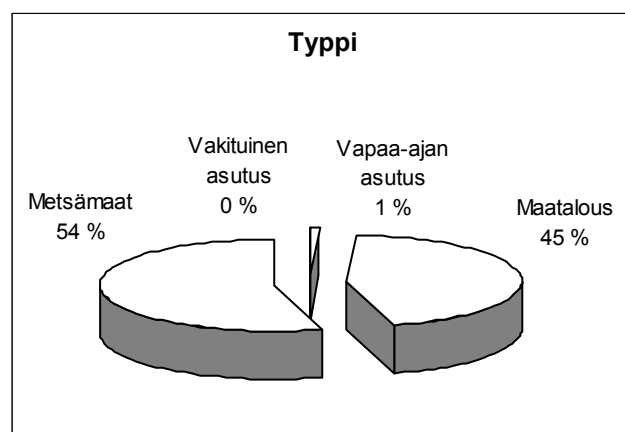
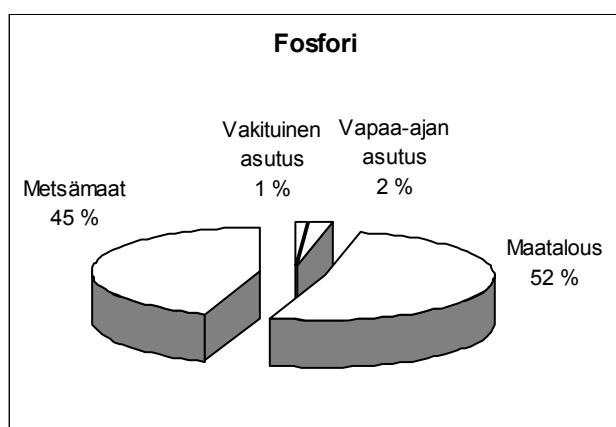
3.3.3 Kaarnijärven valuma-alue

Kaarnijärven valuma-alueella on 30 rakennettua kiinteistöä, joista vakinaisia asuntoja on yksi ja vapaa-ajanasuntoja 29 kpl. Kuormituskartoituksessa saatiin henkilövuorokausien määräksi vuodessa vakinaisessa asutuksessa 730 ja vapaa-ajan-asutuksessa 3935.

Maatalouden kuormituksen laskennassa käytettiin peltoalaa 103 ha ja metsämaiden kuormituksen laskennassa metsäalaa 856 ha. Metsämaiden kuormituksen laskennassa ei ole huomioitu toimenpiteiden kuten hakkuiden, ojitusten ja maanmuokkausten aiheuttamaa lisäystä ravinteiden huuhtoutumisessa. Maatalouden, asutuksen ja metsämaiden osuudet ravinnekuormituksesta on esitetty taulukossa 9 ja kuvassa 12.

Taulukko 9. Kaarnijärven valuma-alueen fosfori- (P) ja typpi- (N) kuormitus. Asutuksen osalta yksiköllä tarkoitetaan henkilövuorokausia ja maatalous- ja metsämaiden osalta hehtaareja. * Vakituksessa asutuksessa rakennuksen etäisyys vesistöön vaikuttaa ominaiskuormitusluvun suuruuteen (liite I).

	Yhteensä kg P/v	kg N/v	Ominaiskuormitus kg P/yksikkö/v kg N/yksikkö/v		Yksiköitä
Vakituinen asutus	1,97	1,2	*	*	730
Vapaa-ajan asutus	4,53	31,68	0,00115	0,00805	3935
Maatalous	98,88	1751	0,96	17	103
Metsämaat	85,6	2140	0,1	2,5	856
Yhteensä	190,98	3923,88			



Kuva 12. Kaarnijärven valuma-alueen ravinnekuormitus kuormituslähteittäin.

3.4 Tulosten tarkastelu

3.4.1 Nykytila

Kuormituslaskelmien mukaan suurin osa Lukujärven ja Särkijärven ravinnekuormituksesta on peräisin maataloudesta ja metsämailta (kuvat 10-12). Asutuksen kuormituksen osuus kohoaa sekin kuitenkin huomattavan suureksi. Valtakunnallisiin kuormitusosuuksiin verrattuna maatalouden osuus kokonaiskuormituksesta on erityisesti Särkijärven, mutta myös Lukujärven valuma-alueella pieni. Kaarnijärven valuma-alueella maatalouden suhteellinen kuormitusosuus taas nousee valtakunnallista keskiarvoa korkeammaksi, kun huomioidaan myös luonnonhuuhtouman sisältyvän tämän selvityksen kuormituslukuihin.

Haja- ja loma-asutuksen osuus taas on Luku- ja Särkijärvellä selvästi valtakunnallista tasoa merkittävämpi. Kummankin järven rannat ovatkin tiheästi rakennettuja ja toisaalta peltoja on lähivaluma-alueilla suhteellisen vähän. Vakituisten asuntojen lukumäärä on pieni, ja ne ovat pääasiassa sijoittuneet etäälle järvien rannoista, joten pääosa asutuksen kuormituksesta on peräisin vapaa-ajan asunnoilta. Kaarnijärven valuma-alueella asutuksen osuus kuormituksesta on jonkin verran valtakunnallista tasoa alhaisempi.

Suurin osa Lukujärven valuma-alueen pelloista sijaitsee Lukujärven pohjoispuolella, jossa ne sijoittuvat pienten järvien laskuojien ja suo- ja metsäalueiden kuivatusojien ympärille. Peltojen ja metsämaiden vedet virtaavat luonnollisina laskeutusaltaina toimivien järvien ja kosteikkojen läpi Lukujärven pohjoispuolelle Kaarnijärven ja Lamminjärven, jotka nekin pidättävät osan läpivirtaavasta ravinnekuormituksesta. Nyt suoritettujen laskelmien ei huomioida järviin näin pidättyvää ravinnekuormitusta, vaan valuma-alueelta tulevan kuormituksen on oletettu kokonaisuudessaan kulkeutuvan tutkimuskohteena oleviin järviin. Osavalmu-alue-tarkastelulla on kuitenkin pyritty pienentämään virhettä kolmen suurimman järven osalta. Jotta voitaisiin paremmin arvioida valuma-alueen pohjoisosan ja Särkijärven valuma-alueen vaikutusta Lukujärven ravinnekuormitukseen, olisi syytä selvittää Lukujärven tulevien uomien virtaamia ja vesien ravinnepitoisuuksia.

Laskennallisissa arvioissa ei voida huomioida myöskään esim. vuotuisia sääolosuhteita. Muun muassa sadanta vaikuttaa oleellisesti ravinteiden huuhtoutumiseen maastosta vesistöön. Vuosi 2002 oli sääolosuhteiden osalta osin poikkeuksellinen. Kevään ylivirtaamat ajoittuivat normaalia aiemmaksi ja loppuvuosi oli poikkeuksellisen kuiva. Järvet myös jäätyivät tavallista aiemmin. Paikallisesti myös maaston muodot ja maalajit vaikuttavat ravinteiden huuhtoutumiseen.

3.4.2 Kuormituksen vähentäminen

Metsämailta tuleva ravinnekuormitus on suurimmaksi osaksi perushuuhtoumaa, johon ei voida kohtuullisella panostuksella vaikuttaa. Sen sijaan metsätaloustoimenpiteistä johtuvaa vesistökuormitusta pystytään vähentämään.

Maatalouden osalta vesistökuormitukseen tulisi jatkossakin kiinnittää erityistä huomiota, vaikka lainsäädännöllisin keinoin ja ympäristötukijärjestelmän myötä kuormitusta onkin jo saatu vähennettyä. Erityisesti lähellä vesistöjä olevien pelto-alueiden ympäristönsuojeluun tulisi kiinnittää huomiota. Ojavesien laadun selvittäminen koko valuma-alueella auttaisi myös kohdistamaan vesiensuojelutoimenpiteet paremmin tärkeimmille alueille.

Vuonna 2003 voimaan astuva asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolella (Ympäristöministeriö 2001) tulee jatkossa säätelemään niin vapaa-ajan asuntojen kuin vakituisten asuntojenkin jätevesien käsittelyä. Asetuksen edellyttämän tason saavuttamiseksi monilla Lukujärven valuma-alueen kiinteistöillä joudutaan parantamaan jätevesien käsittelyä.

Vapaa-ajanasutuksen ja yleisen virkistyskäytön kuormittavaa vaikutusta korostavat lisäksi jätevesien vähäinen käsittely ja rakennusten sijainti lähellä rantaviivaa. Näitä tekijöitä laskennallisessa arviossa ei ole voitu huomioida. Kuormituksen haitat voivat myös tulla esiin korostuneesti, sillä pääosa kuormituksesta ajoittuu lyhyelle ajanjaksolle kaikkein vilkkaimpaan virkistyskäyttökauteen.

Tutkimuksessa ei selvitetty vapaa-ajan asuntojen varustetasoa vesikalusteiden (esim. astian- ja pyykinpesukoneet) osalta, mutta suurella osalla kiinteistöistä on sähköt, mikä periaatteessa mahdollistaa näiden vesikalusteiden käytön. Tulevaisuudessa tapahtunee yleisesti kehitystä, jossa kesäasunnosta kunnostetaan myös talviasuttava ja kiinteistöllä vietetty aika lisääntyy. Tämä luo paineita asuntojen varustetason ja sen myötä myös jätevesien käsittelyn parantamiseen.



Särkijärven länsirantaa etelästä nähtynä. Kuva: Arto Kalpa

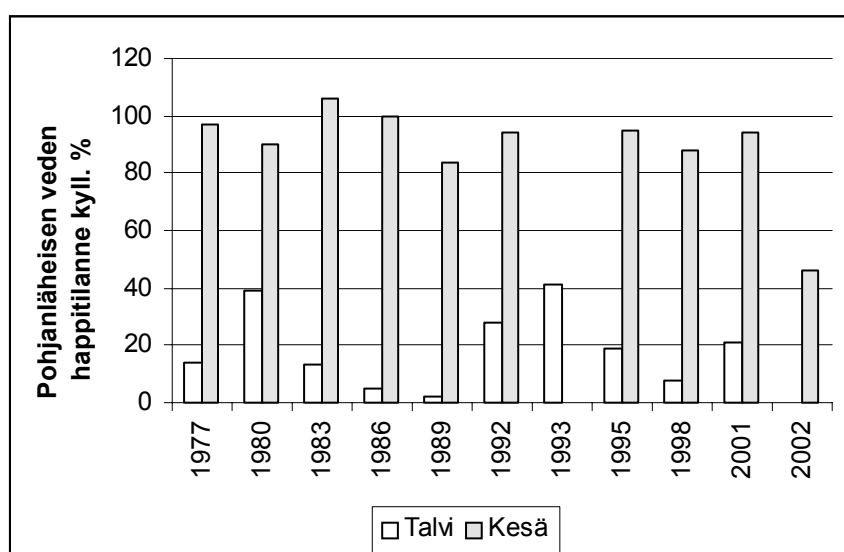
Vedenlaatu

Ympäristöhallinnon vedenlaaturekisterissä ensimmäiset tiedot Luku- ja Särkijärven vedenlaadusta ovat vuodelta 1969. Vuodesta 1977 alkaen Lounais-Suomen ympäristökeskus on seurannut järvien vedenlaatua säännöllisesti kolmen vuoden välein loppupalvisin ja -kesäisin. Vakka-Suomen kotijärvet kuntoon -projektissa tehtiin kesällä 2002 tätä seurantaan täydentävä vedenlaatu tutkimus, jonka toteutti Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Tutkimuksen menetelmät on kuvattu liitteessä 1.

Lukujärven valuma-alueen muiden järvien vedenlaadusta on tietoja yksittäisiltä tutkimuskerroilta. Kotijärvet kuntoon -projektin yhteydessä näitä järviä ei tutkittu.

4.1 Lukujärvi

Lukujärvi on ilmeisesti altis vallitseville tuulille. Avovesikaudella tuulet sekoittavat matalan järven veden helposti pohjaa myöten, joten kesäisin pohjanläheisenkin veden happitilanne säilyy yleensä hyvänä. Kesäaikana tehdyissä vedenlaatu tutkimuksissa vesi on ollut vain vuonna 1983 selvästi kerrostunut lämpötilan suhteen. Kesän 2002 aikanakaan selvää lämpötilakerrostuneisuutta ei syntynyt (taulukko 10). Elokuussa lämpötilaero pinnan ja pohjan välillä oli suurin, ja syvänevessä oli myös havaittavissa selvä hapen vajoaus (taulukko 10). Aiempina kesinä pohjanläheisen veden hapen kyllästysaste on vaihdellut 84 - 106% (kuva 13). Talvisin pohjanläheisen veden happitilanne on ollut säännöllisesti heikompi. Kaikilla tutkimuskerroilla on todettu hapen vajousta ja pienimmillään hapen kyllästysaste on ollut 1980- ja 90-lukujen lopulla 2-8%.

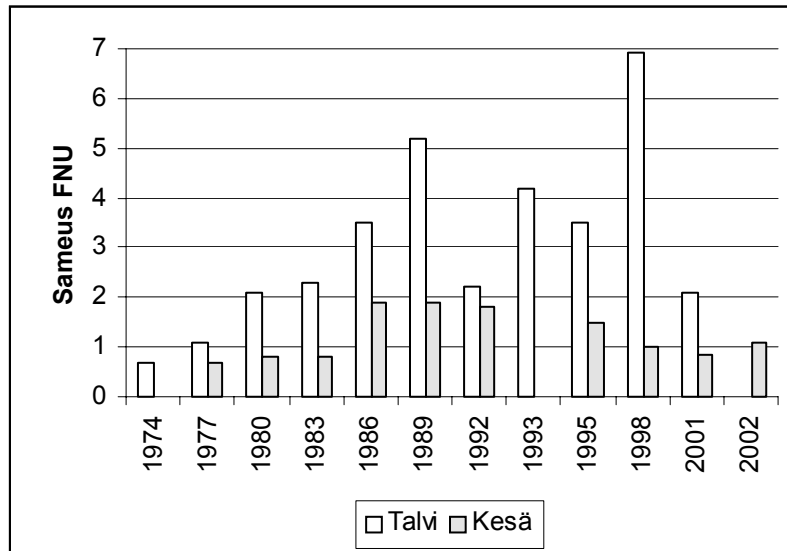


Kuva 13. Hapen kyllästysaste Lukujärven pohjanläheisessä vedessä loppupalvisin ja -kesäisin. Kesältä 2002 on esitetty pienin arvo viideltä tutkimuskerralta.

Lukujärven veden pH-arvo on vaihdellut talvisin 5,3 - 6,3 ja kesäisin 6,3 - 7,2. Kesällä 2002 pH-arvo oli lähellä neutraalia, eikä poikennut vastaaventyyppisissä järvissä yleensä havaituista arvoista (taulukko 10). Alkaliniteetti, joka kuvaa veden puskurikykyä happamoitumista vastaan, on ollut pääsääntöisesti tyydyttävällä tasolla, mutta kolmella tutkimuskerralla puskurikyky on ollut huono tai loppunut.

Muihin Vakka-Suomen kotijärvet kuntoon -projektissa tutkittuihin seitsemään järveen verrattuna Lukujärvi on selvästi kirkasvetisin. Kesäisin näkösyvyys on ollut kahta tutkimuskertaa lukuunottamatta erinomaisella tasolla. Näkösyvyys on vaihdellut kesäisin 2,2 - 3,7 m (ka. 2,9 m) ja ollut alhaisimmillaan 1980- ja -90-lukujen vaihteessa. Vastaavasti veden sameus on ollut 1980- ja 90-luvun vaihteeseen saakka noususuunnassa, mutta näyttää tämän jälkeen kääntyneen laskuun (kuva 14). Lukujärven vesi on talvella sameampaa kuin kesällä. Talvella 1998 pintavesi on ollut voimakkaasti sameaa, mikä on saattanut johtua sääoloista (vrt. Särkijärvi).

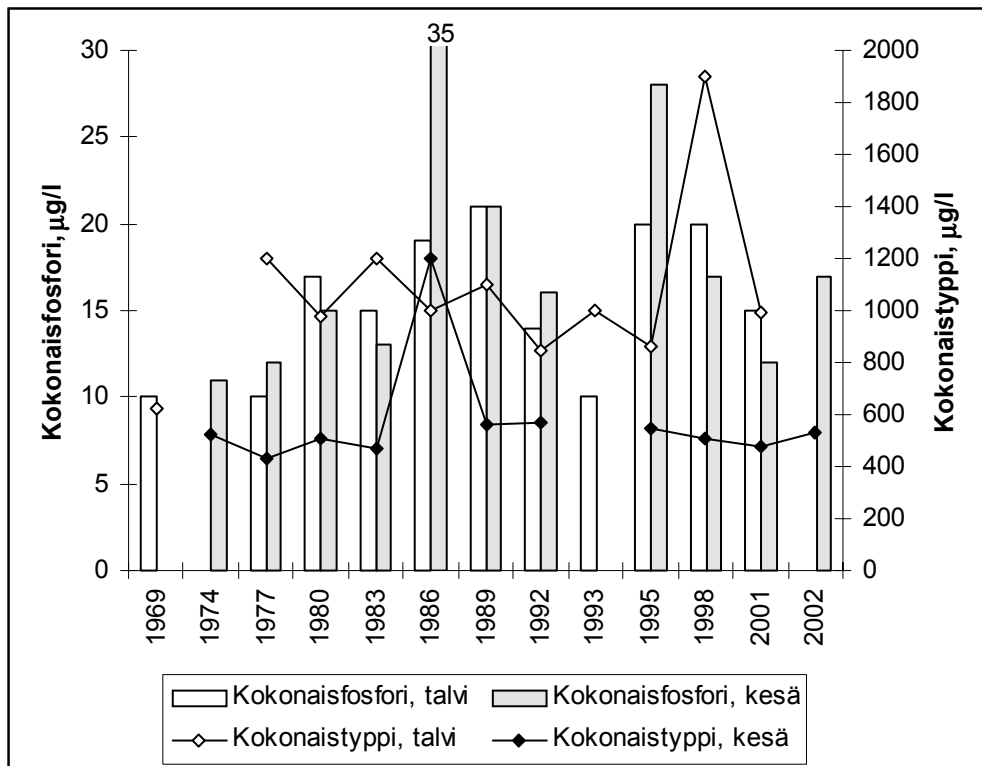
Veden väri on vaihdellut eri tutkimuskertoilla: talven näytteenottokerroilla se on ollut 20-125 mg Pt/l. Keskimäärin väriluku on ollut talvella 67 mg Pt/l, joka on ominainen arvo lievästi humuspitoisille - humuspitoisille vesille.



Kuva 14. Lukujärven veden sameusarvot loppupalvisin ja -kesäisin. Kesän 2002 arvo on viiden tutkimuskerran keskiarvo.

Lukujärven kokonaisfosforin pitoisuus näyttää nousseen vähitellen lukuunottamatta viimeisimpiä tutkimuskertoja, jolloin pitoisuus on pysytellyt samalla tai aiempaa alhaisemmalla tasolla (kuva 15). Kesäisin pitoisuuksien vaihtelu on ollut suurempaa kuin talvisin, mutta pääsääntöisesti kesä- ja talviarvot ovat olleet samaa, lievästi reheville järville ominaista tasoa (ka. 18 ja 16 $\mu\text{g/l}$). Kesällä 2002 veden fosforipitoisuus vaihteli huomattavan paljon eri tutkimuskertoilla (taulukko 10). Pitoisuus vaihteli 12-19 $\mu\text{g/l}$. Kesän keskimääräinen fosforipitoisuus oli lievästi reheville järville ominainen.

Kokonaistypen osalta pitoisuuksiin vaikuttavat voimakkaasti mm. vuodenaika ja sää. Typpipitoisuus on kesäisin ollut pääsääntöisesti 500 $\mu\text{g/l}$ molemmin puolin (kuva 15). Talvisin typpipitoisuus on vaihdellut pääsääntöisesti 800-1200 $\mu\text{g/l}$ välillä ja näyttää olevan lievässä laskusuunnassa.



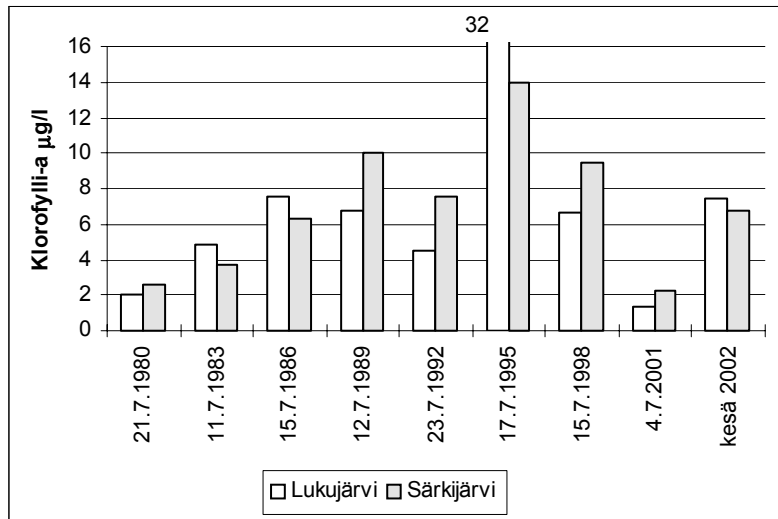
Kuva 15. Kokonaisfosforin ja -tyypin pitoisuudet Lukujärnessä loppupalvisin ja -kesäisin. Kesän 2002 arvot ovat viiden tutkimuskerran keskiarvoja.

Leville käyttökelpoisten liukoisten ravinteiden määrien perusteella voidaan arvioida järven perustuotantoa rajoittava minimiravinne. Lukujärvellä liukoisten ravinteiden määriä on tutkittu vuodesta 1995 alkaen. Tuotantoa rajoittava minimiravinne on ollut kaikilla kesän tutkimuskerroilla typpi. Tilanteissa, joissa liukoinen typpi loppuu, mutta fosforia on riittävästi, saattavat sinilevät runsastua, sillä niillä on muista levistä poiketen kyky hyödyntää myös kaasumaista typpeä.

Levämääriä eli klorofylli-a:n pitoisuutta on tutkittu Lukujärnessä vuodesta 1980 alkaen. Klorofyllipitoisuus näyttää olleen aluksi noususuunnassa, mutta monien muiden muuttujien tavoin myös klorofyllipitoisuus on viimeisimmillä tutkimuskerroilla ollut samalla tai aiempaa alhaisemmalla tasolla (kuva 16). Korkeimmillaan pitoisuus on ollut 1995 32 µg/l, jolloin sitä on saattanut nostaa esim. limaleväesiintymä. Limalevä (*Gonyostomum semen*) sisältää runsaasti klorofylli-a:ta ja se voi näytteeseen osuessaan nostaa klorofyllipitoisuuden poikkeuksellisen korkeaksi. Keskimäärin Lukujärven a-klorofyllipitoisuus on ollut 8,1 mg/l (5,1 µg/l, jos vuoden 1995 arvo jätetään huomioimatta).

Kesän 2002 aikana Lukujärven veden a-klorofyllipitoisuus vaihteli suuresti (taulukko 10). Suurin, heinäkuun lopulla mitattu pitoisuus oli yli nelinkertainen kesäkuussa havaittuun pitoisuuteen verrattuna. Kesän keskimääräinen a-klorofyllipitoisuus (6,8 µg/l) oli samaa suuruusluokkaa kuin lievästi rehevissä järvissä. Lukujärnessä esiintyi ainakin alkukesällä jonkin verran limalevää, joka pääosin selittää suuret klorofyllipitoisuuden vaihtelut.

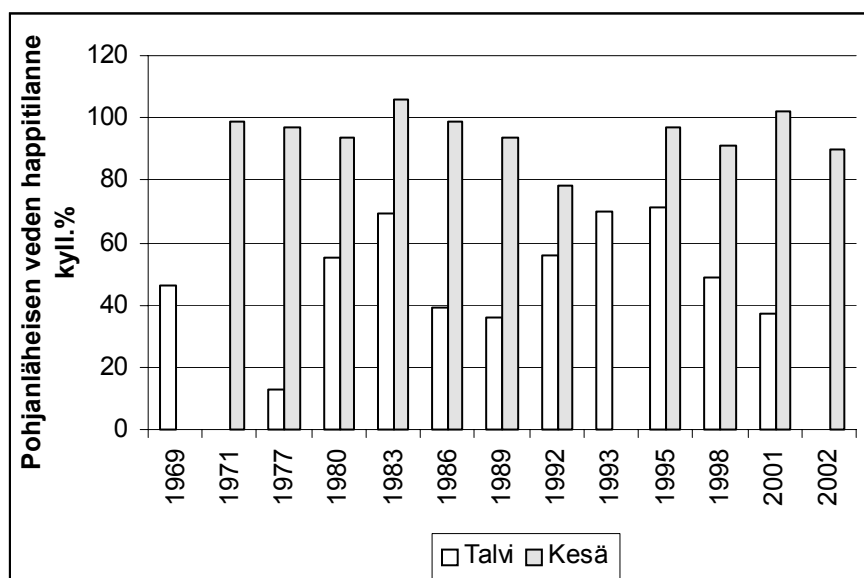
Lukujärven yleiseltä uimarannalta vesinäyte on otettu kerran kuukaudessa. Lukujärven vesi oli vuonna 2002 yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan ja hygieeniseltä laadultaan hyvää.



Kuva 16. Lukujärven ja Särkijärven a-klorofyllin pitoisuudet eri tutkimuskerroilla. Kesän 2002 arvot ovat viiden tutkimuskerran keskiarvoja.

4.2 Särkijärvi

Lukujärven tavoin myös Särkijärvi on matala ja altis tuulille. Kesäisillä näytteenotto-kerroilla ei ole havaittu selvää lämpötilakerrostuneisuutta kertaakaan. Pohjanläheisen veden hapen kyllästysaste on vaihdellut kesäisin 78-106% eli se ollut kaikilla tutkimuskerroilla hyvä (kuva 17, taulukko 10). Talvisin jääkannen alla happitilanne on ollut jonkin verran heikompi (kuva särkihappi). Vuoden 1977 tutkimuskerralla happitilanne on ollut heikoin, silloin kyllästysaste on ollut 13%. Muilla tutkimuskerroilla kyllästysaste on ollut vähintään 30%.

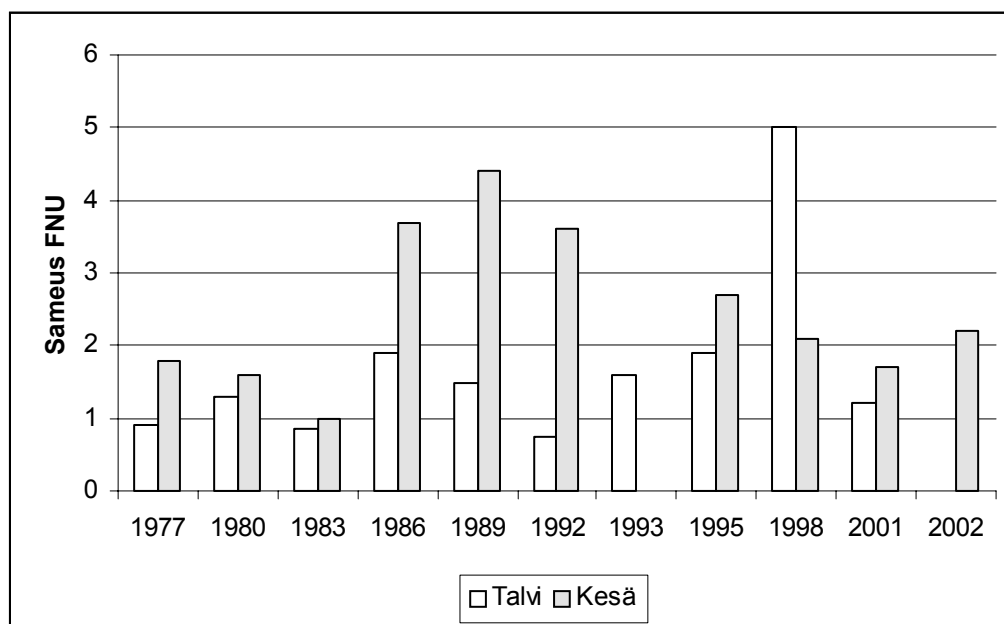


Kuva 17. Hapen kyllästysaste Särkijärven pohjanläheisessä vedessä loppupalvisin ja -kesäisin. Kesältä 2002 on esitetty pienin arvo viideltä tutkimuskerralta.

Särkijärven veden pH-arvo on vaihdellut talvisin välillä 5,9 - 6,6 ja kesäisin 6,3 - 7,3 (taulukko 10). Särkijärven pH-arvo ei poikkea vastaavantyyppisten järvi- en normaaliarvoista. Alkaliniteetti- eli veden puskurikyky happamoitumista vastaan on ollut vaihtelevasti tyydyttävä tai välttävä.

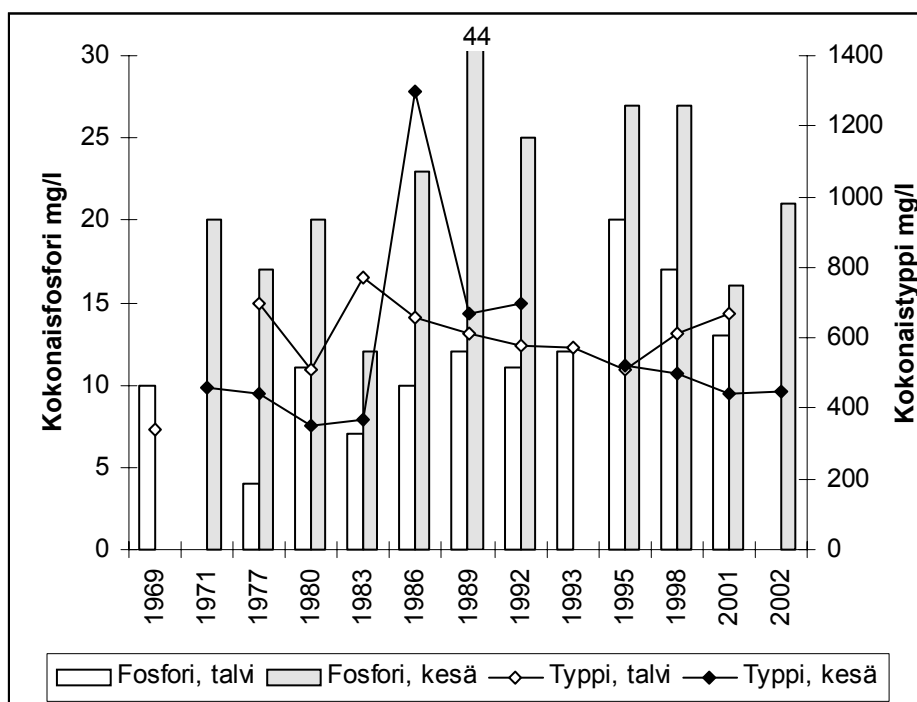
Lukujärven tavoin myös Särkijärvi on varsin kirkasvetinen järvi. Särkijärvel- lä näkösyvyysarvo on vaihdellut kesäisin 1,4 - 3,3 m ja ollut keskimäärin 2,1 m. Päinvastoin kuin Lukujärven vesi, Särkijärven vesi on kesällä sameampaa kuin talvella (kuva 18). Kesäaikaisissa näkösyvyys- ja sameusarvoissa näkyy sama suun- taus kuin Lukujärven veden sameudessa: sameus on ollut suurinta 1980-luvun lopun ja 90-luvun alun tutkimuskerroilla.

Särkijärven vesi ei ole aivan yhtä ruskeaa kuin Lukujärven vesi. Väriluku on vaihdellut talvella 20 - 80 mg Pt/l ja ollut keskimäärin 36 mg Pt/l. Arvot ovat omi- naisia lievästi humuspitoisille vesille.



Kuva 18. Särkijärven veden sameusarvot loppupalvisin ja -kesäisin. Kesän 2002 arvo on viiden tutkimuskerran keskiarvo.

Särkijärven kokonaisfosforipitoisuus on ollut kaikilla tutkimuskerroilla ke- säällä huomattavasti korkeampi kuin talvella (kuva 19). Kesäisin fosforipitoisuus on ollut keskimäärin 23 $\mu\text{g/l}$ ja talvisin 12 $\mu\text{g/l}$. Kesän 2002 aikana fosforipitoisuus vaihteli jonkin verran (taulukko 10). Pitoisuus oli suurimmillaan elokuun lopulla otetussa näytteessä ja pienimmillään kesäkuun tutkimuskerralla. Pitkällä aikavä- lillä Särkijärvenkin fosforipitoisuus näyttää olleen lievässä noususuunnassa, mut- ta viimeisimmillä tutkimuskerroilla pitoisuus on ollut aiempaa alhaisemmalla ta- solla. Lähes kaikilla tutkimuskerroilla pitoisuus on ollut lievästi reheville järville ominaisella tasolla. Kokonaistypen pitoisuus Särkijärvenissä on ollut pääsääntöises- ti talvisin 500 - 700 $\mu\text{g/l}$ ja kesäisin 350 - 700 $\mu\text{g/l}$ (kuva 19). Liukoisten ravinteiden suhteiden perusteella arvioitu minimiravinne on ollut kesäisillä tutkimuskerroilla typpi.



Kuva 19. Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuudet Särkijärven loppupalvisin ja -kesäisin. Kesän 2002 arvot ovat viiden tutkimuskerran keskiarvoja.

Klorofylli-a:n pitoisuus Särkijärven loppupalvisin ja -kesäisin on vaihdellut 2,3 - 14 $\mu\text{g/l}$ (kuva 16). Keskimäärin pitoisuus on ollut 7 $\mu\text{g/l}$, mikä on tyypillinen arvo lievästi reheville järville. Kesällä 2002 pitoisuus oli suurimmillaan heinäkuun loppupuolella otetussa näytteenä, ja pienin pitoisuus mitattiin elokuun puolivälin tutkimuskerralla (taulukko 10). Suurin pitoisuus oli viisinkertainen pienimpään verrattuna. Särkijärven loppupalvisin on voinut esiintyä limalevää, joka voi selittää suuret vaihtelut klorofyllipitoisuudessa.

Yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan ja laadultaan Särkijärven vesi on hyvää. Uimavesitutkimuksissa ei ole havaittu järven loppupalvisin myöskään hygieenisia ongelmia.

Taulukko 10. Luku- ja Särkijärven vedenlaatu kesällä 2002. Sameusarvo, pH, ravinnepitoisuudet ja klorofylli-a:n määrä on mitattu pintavedestä.

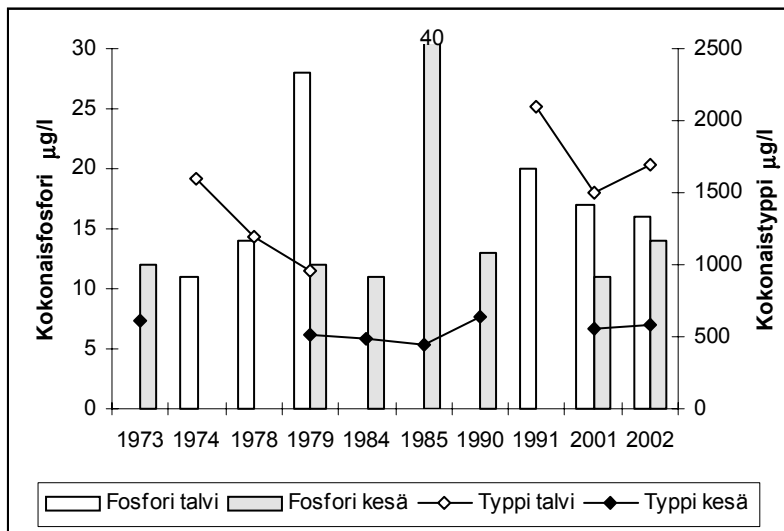
	Aika	Näkösyvyys m	Lämpötilaero pinnan ja pohjan välillä, C°	Pohjanläheisen veden happitilanne, kyll. %	Sameus FNU	pH	Kok. typpi $\mu\text{g/l}$	Kok. fosfori $\mu\text{g/l}$	a-klorofylli $\mu\text{g/l}$
Lukujärvi	26.6.2002	2,8	0,5	93	1,2	6,8	550	12	3,7
	9.7.2002	2,8	0,3	102	1,2	7,1	500	16	13
	23.7.2002	2,7	0	94	1,5	7	520	19	16
	14.8.2002	3,1	1,9	46	1	6,9	580	23	8,6
	27.8.2002	2,5	1	49	0,8	7,3	520	14	8,6
	keskiarvo	2,8	0,7	77	1,1	7,0	534	17	10,0
Särkijärvi	26.6.2002	1,8	0,1	100	3	6,7	480	17	9
	9.7.2002	2,1	0,1	101	2,3	7,3	400	17	3,3
	23.7.2002	1,8	0	96	3,1	6,6	470	23	14
	14.8.2002	2,2	0,4	90	1,8	6,4	430	21	2,8
	27.8.2002	2,5	0,3	99	0,7	7	460	25	4,7
	keskiarvo	2,1	0,2	97	2,2	6,8	448	21	6,8

4.3 Muut Lukujärven valuma-alueen järvet

Kaarnijärven vedenlaatua on tutkittu vuosina 1973 - 2002 kaikkiaan 18 eri tutkimuskerralla. Tutkimusten välillä on ollut pisimmillään 10 vuoden tauko (1991-2001). Happitilanne on matalassa Kaarnijärvessä ollut kesäisin hyvä, mutta talvisin on todettu hapen vajausta. Ainakin 1970-luvulla happi on joinakin talvina loppunut kokonaan.

Veden pH-arvo on ollut talvisin 5,3 - 5,8 ja kesäisin 5,9 - 7,1. Puskurikyky (alkaliniteetti) on vaihdellut hyvästä huonoon. Kaarnijärven vesi on melko runsashumuksista (väriarvo keskimäärin 135 mg Pt/l), mikä osaltaan lisää puskurikykyä. Sameusarvo on ollut kesäisin alhainen (keskimäärin alle 1 FNU), mutta talvella suurempi, keskimäärin 3,6 FNU.

Ravinteisuuden perusteella Kaarnijärvikin voidaan luokitella lievästi reheväksi (kuva 20). Kokonaisfosforin pitoisuus on ollut keskimäärin 17 µg/l. Kesäaikainen typpipitoisuus on ollut keskimäärin 550 µg/l ja talviaikainen pitoisuus 1500 µg/l. Klorofylli-a:n keskimääräinen pitoisuus 3,1 µg/l osoittaa korkeintaan hyvin lievää rehevyyttä.



Kuva 20. Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuudet Kaarnijärvessä loppupalvisin ja -kesäisin.

Iso-Potkion vedenlaatua on tutkittu neljästi, vuosina 1973 ja 1975 sekä kahdesti vuonna 1990. 1970-luvun tutkimuserroilla järvi on ollut fosforipitoisuuden perusteella vain hyvin lievästi rehevä, mutta vuonna 1990 fosforipitoisuus on ollut aiempaan verrattuna yli kaksinkertainen ja reheville järville ominainen. Klorofylli-a:n pitoisuus osoitti vuonna 1990 lievää rehevyyttä. Iso-Potkion pH-arvo on vaihdellut 5,6 - 6,9. Happitilanteesta tietoja on huonosti.

Vähä-Potkion vedenlaatua on tutkittu ainoastaan 4.1.1990. Tuolloin havaittiin hapen vajausta (kyllästysaste 47%), ja tilanne lienee ollut loppupalvesta selvästi tätäkin heikompi. Vähä-Potkio on tutkimustulosten mukaan lievästi rehevä ja melko runsashumuksinen. Tutkimusajankohtana veden pH oli 5,8.

Lukujärven Lamminjärveä on tutkittu Vähä-Potkion tavoin vain talvella 1990. Järvi oli tuolloin fosforipitoisuuden perusteella rehevä. Havaittavaisissa oli lievää hapen vajausta.

Särkijärven Lamminjärvestä näytteet on otettu talvella 1990 ja syksyllä 1995. Tulosten perusteella järvi on lievästi rehevä - rehevä. Talvella 1990 oli havaittavissa lievää hapen vajausta.

5

Sedimentti

Turun yliopiston geologian laitos toteutti Luku- ja Särkijärvellä sedimenttitutkimuksen pohjan nykytilan ja mahdollisen sisäkuormituksen selvittämiseksi. Sisäisen kuormituksen mahdollisuus selvitettiin, koska tietyissä olosuhteissa sillä voi olla huomattava vaikutus järven tilaan. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan järven pohjaan varastoituneiden ravinteiden vapautumista veteen muun muassa syvänteiden hapettomuuden seurauksena. Lisäksi sedimenttitutkimuksella selvitettiin järvien kuormitushistorian ja tuotannon muutoksia.

5.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen näytemateriaali kerättiin Lukujärveltä 25.6.2002 ja Särkijärveltä 26.6.2002. Lukujärven näytteenottopäivänä vallitsi aurinkoinen, lämmin ja tyyni sää, mutta otettaessa näytteitä Särkijärveltä sää oli epävakainen ja vaihtelevan tuulinen. Sadekuurot olivat ajoittain rankkoja, ja lämpötila oli noin 15 °C. Näytteenottoajankohdan voidaan katsoa kuvastavan molemmilla järvillä kesäisen tuotantomaksimin tilannetta.

Lukujärvestä nostettiin keskeisimmältä sedimentin kertymäalueelta sedimenttiprofiili ja lisäksi järven eri osista kymmenen näytettä sedimentin pinnasta. Profiilinäyte koostui useammasta eri osanäytteestä, jotka oli otettu sedimentistä eri syvyyksiltä, ja sen avulla arvioitiin järven kuormitushistoriassa tapahtuneita muutoksia. Särkijärven sedimentin laatu kartoitettiin ottamalla Lukujärven tavoin yksi profiilinäyte keskeisimmältä kertymäpohjalta ja järven eri osista seitsemän näytettä sedimentin pinnasta. Näytepisteiden sijainti on esitetty kuvissa 43 ja 44. Tutkimuksen näytteenottoa ja analyysimenetelmiä on kuvattu tarkemmin liitteessä 1.

5.2 Tutkimusten tulokset ja tulosten tarkastelu

5.2.1 Sedimenttien kuvaus

Lukujärvessä kaikki pintasedimenttinäytteet olivat hyvin tasarakenteisia, löyhiä, kasvinjäänteitä sisältäviä karkeadetritusliejuja. Ainoastaan näytteessä 3 oli havaittavissa lievää sulfidivärjäystä, jota sedimenttiin syntyy hapettomissa olosuhteissa. Kaasukäymisestä ei ollut merkkejä missään näytteessä. Lukujärven sedimenttiprofiili oli syvyydellä 37-25 cm tasarakenteista, runsaasti mineraaliainesta sisältävää karkeadetritusliejuja. Välillä 25-12 cm tapahtui tasaista vaihtumista mineraalipitoisesta karkeadetritusliejusta kohti tasarakenteista karkeadetritusliejuja, joka kattoi sedimentin ylimmät 12 cm.

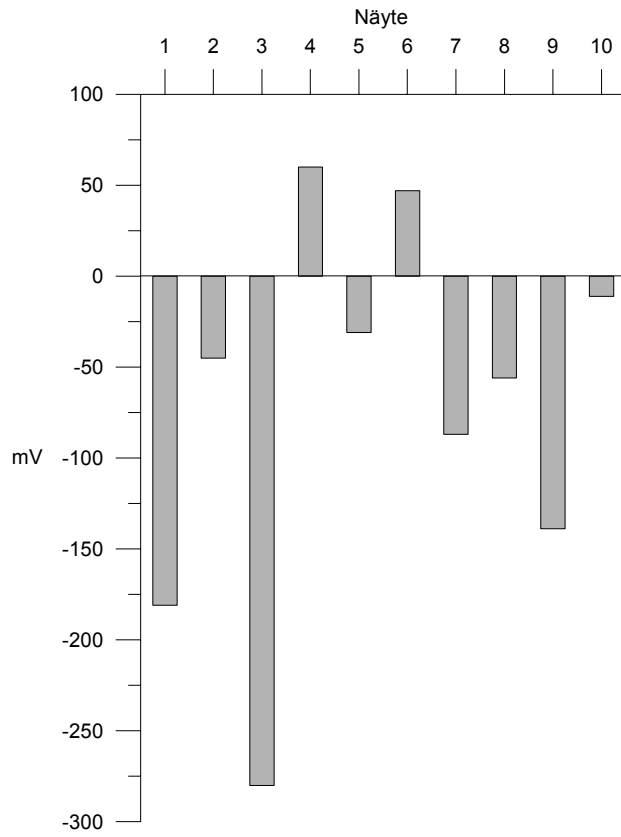
Myös Särkijärven pintasedimenttinäytteet olivat lähes samanlaisia riippumatta näytteenottoaikan sijainnista. Karkeusasteessa ja tiiviydessä oli havaittavissa pientä vaihtelua, mutta pääasiassa kaikki pintanäytteet olivat löyhiä, tasarakenteisia hieno- tai karkeadetritusliejuja. Näyte 7 poikkesi kuitenkin muista ja oli luokiteltavissa lähinnä löyhäksi, silttiseksi hienodetritusliejuksi. Aivan pinnassa ei ollut havaittavissa sulfidivärjäystä, mutta noin 5-10 cm:n syvyydellä oli lievää värjäystä melkein kaikissa näytteissä. Merkkejä kaasukäymisestä ei ollut.

Särkijärven sedimenttiprofiilin alaosa 38-15 cm oli tasarakenteista lievästi tiivistyvää karkeadetritusliejua, joka oli väritykseltään hieman yläosaa vaaleampaa. Tästä ylöspäin sedimentti oli tasarakenteista, lievästi sulfidiväritteistä karkeadetritusliejua kuitenkin siten, että aivan profiilin pinta oli löyhempää eikä sulfidivärjäystä esiintynyt.

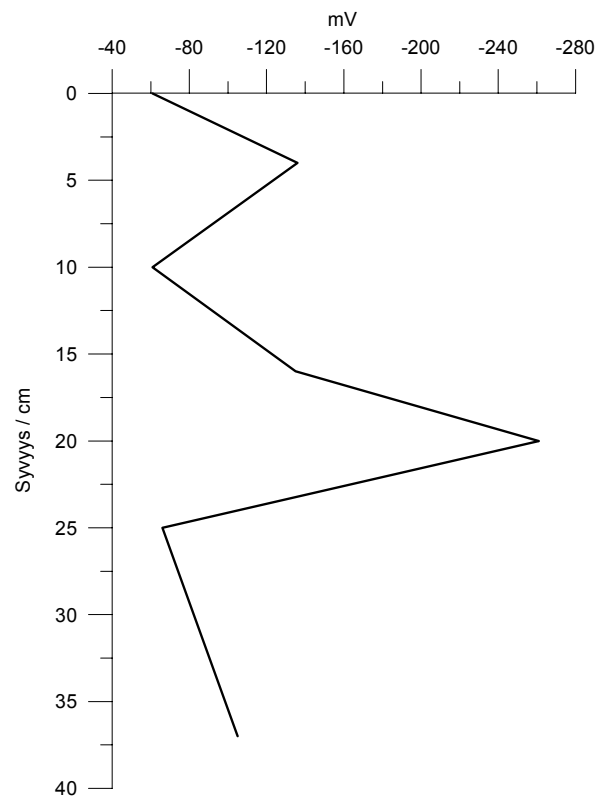
5.2.2 Hapetus-pelkistyspotentiaali

Sekä pintasedimenttinäytteistä että sedimenttiprofiileista mitattiin redox-potentiaali eli sedimentin hapettumis- tai pelkistymistäipumus. Sen avulla voidaan arvioida mm. tiettyjen biologisesti merkittävien aineiden esiintymismuotoa ja liukoisuutta. Alhainen redox-taso liittyy hapettomiin olosuhteisiin ja sedimentin heikkoon laatuun järven tilan kannalta. Tällaisissa olosuhteissa sedimentistä voi vapautua veteen ravinteita (sisäkuormitus) tai haitallisia yhdisteitä. Fosforin vapautumisen kannalta + 200mV:n raja on tärkeä, sillä sen alapuolella rauta pelkistyy kahdenarvoiseksi ja näin rautakomplekseihin sitoutunut fosfori (NaOH-jae; ks. kappale 5.2.4) pääsee liukenemaan sedimentistä veteen levien ja kasvien käyttöön (Häkanson ja Jansson 1983).

Lukujärven pintanäytteet vaihtelivat redox -potentiaaliltaan +60 mV –280 mV. Näytteissä 1, 3 ja 9 redox -arvot olivat selvästi muita alhaisempia, alle –130 mV (kuva 21). Sedimenttiprofiilin osanäytteiden redox -arvot olivat alhaisia ja vaihtelivat –61:stä –261:een siten, että minimiarvo osui 20 cm:n syvyydelle (kuva 22). Lukujärven profiilinäyte oli kaikilta osin pelkistävä, eli redox -arvot olivat alle 200 mV. 20 cm:n syvyydellä alitettiin myös rikkivedyn vapautumista kontrolloiva –150 mV:n raja (Särkkä 1996).

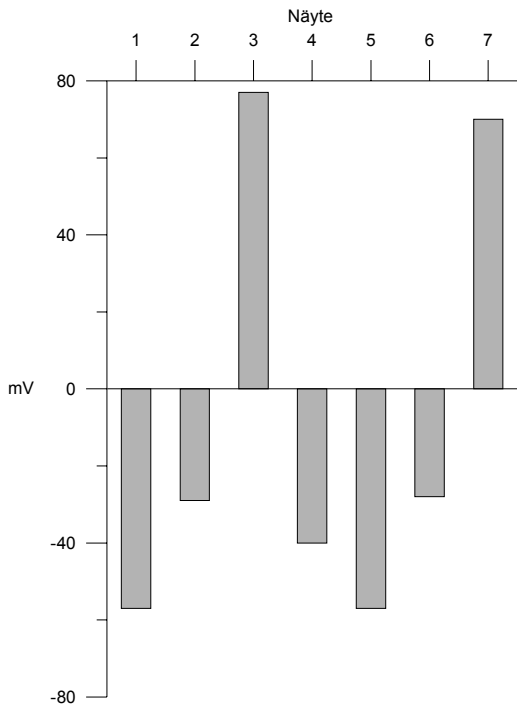


Kuva 21. Lukujärven pintasedimenttinäytteiden redox-ارvot.

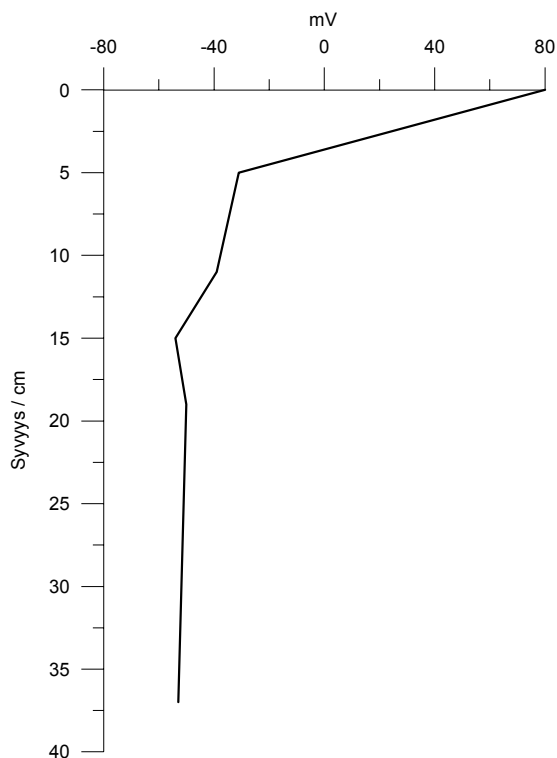


Kuva 22. Lukujärven sedimenttiprofilin redox-ارvot.

Särkijärven pintasedimenttinäytteissä redox -potentiaali vaihteli 77 mV-57 mV (kuva 23). Sedimenttiprofiilin redox -taso nousi suhteellisen tasaisesti profiilin pohjalta 5 cm:n saakka. 37 cm:n syvyydellä redox -potentiaali oli -53 mV ja 5 cm:ssä arvo oli -31 mV. Aivan profiilin pinnassa hapetus-pelkistys -potentiaali oli 80 mV (kuva 24). Särkijärven kaikki pintanäytteet sekä sedimenttiprofiilin osanäytteet olivat pelkistäviä, eli redox -arvot olivat alle 200 mV.



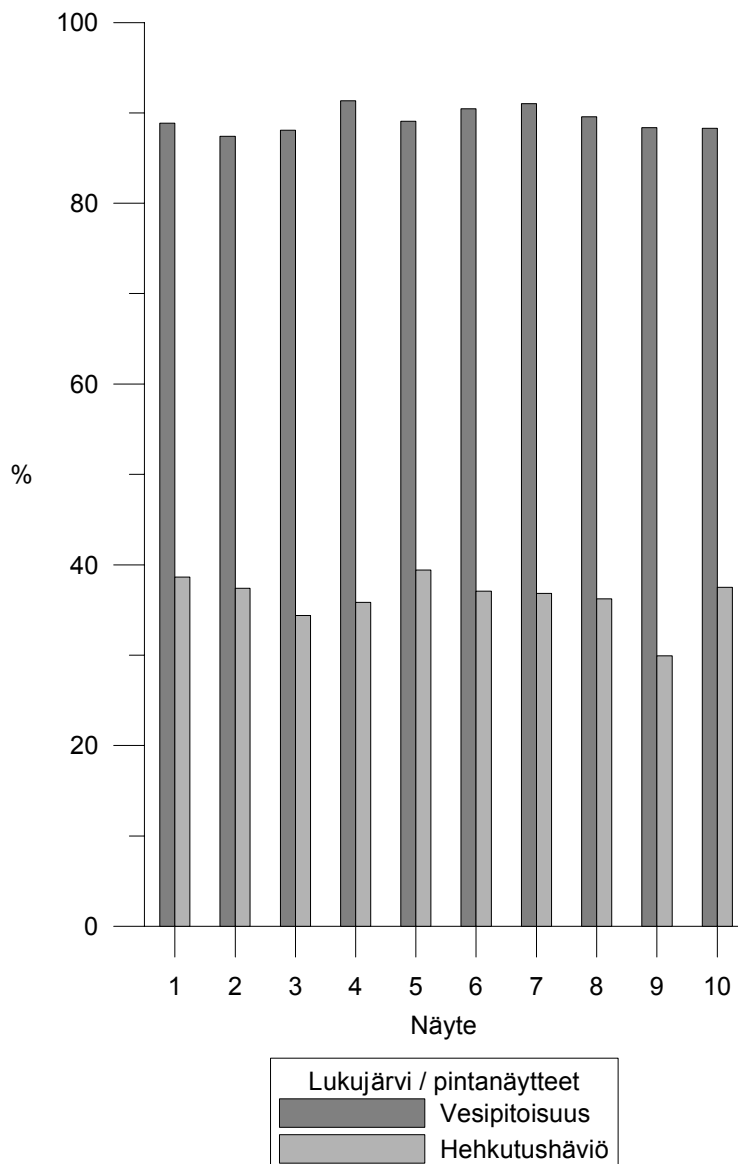
Kuva 23. Särkijärven pintasedimenttinäytteiden redox-arvot.



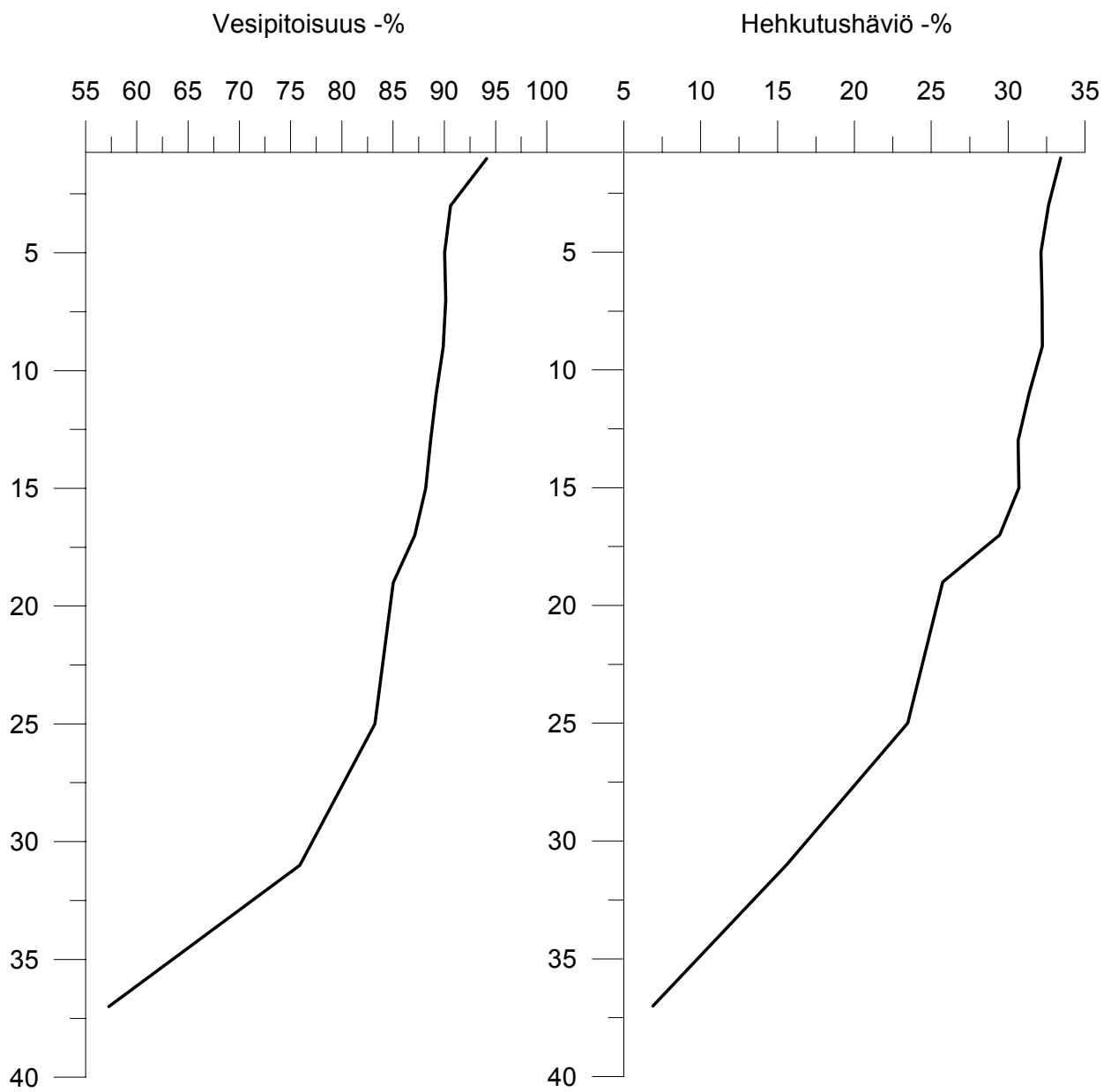
Kuva 24. Särkijärven sedimenttiprofiilin redox-arvot.

5.2.3 Vesipitoisuus ja hehkutushäviö

Kaikista näytteistä mitattiin vesipitoisuus ja hehkutushäviö, joka kuvaa orgaanisen aineksen osuutta sedimentissä. Vesipitoisuus oli kaikissa Lukujärven pintasedimenttinäytteissä samaa suuruusluokkaa, noin 90% (kuva 25). Hehkutushäviö vaihteli välillä 30-39 % siten, että pienin arvo oli näytteessä 9. Sedimenttiprofiilissa sekä vesipitoisuus että hehkutushäviö nousivat tasaisesti pohjalta kohti pintaa siten, että pohjalla vesipitoisuus oli 57 % ja pinnalla 94 %. Hehkutushäviö oli 37 cm:n syvyydellä ainoastaan 7 %, mutta kohosi nopeasti ollen 17 cm:ssä jo 30 % ja sedimentin pinnalla 33 % (kuva 26).

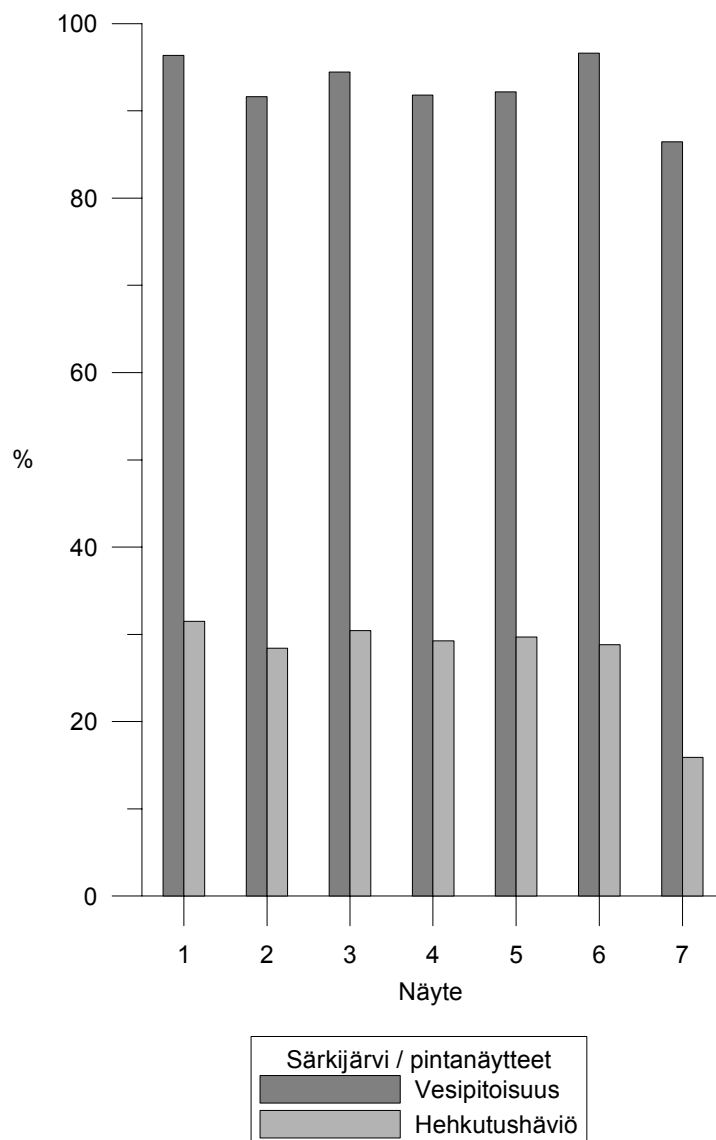


Kuva 25. Lukujärven pintasedimenttinäytteiden vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt.



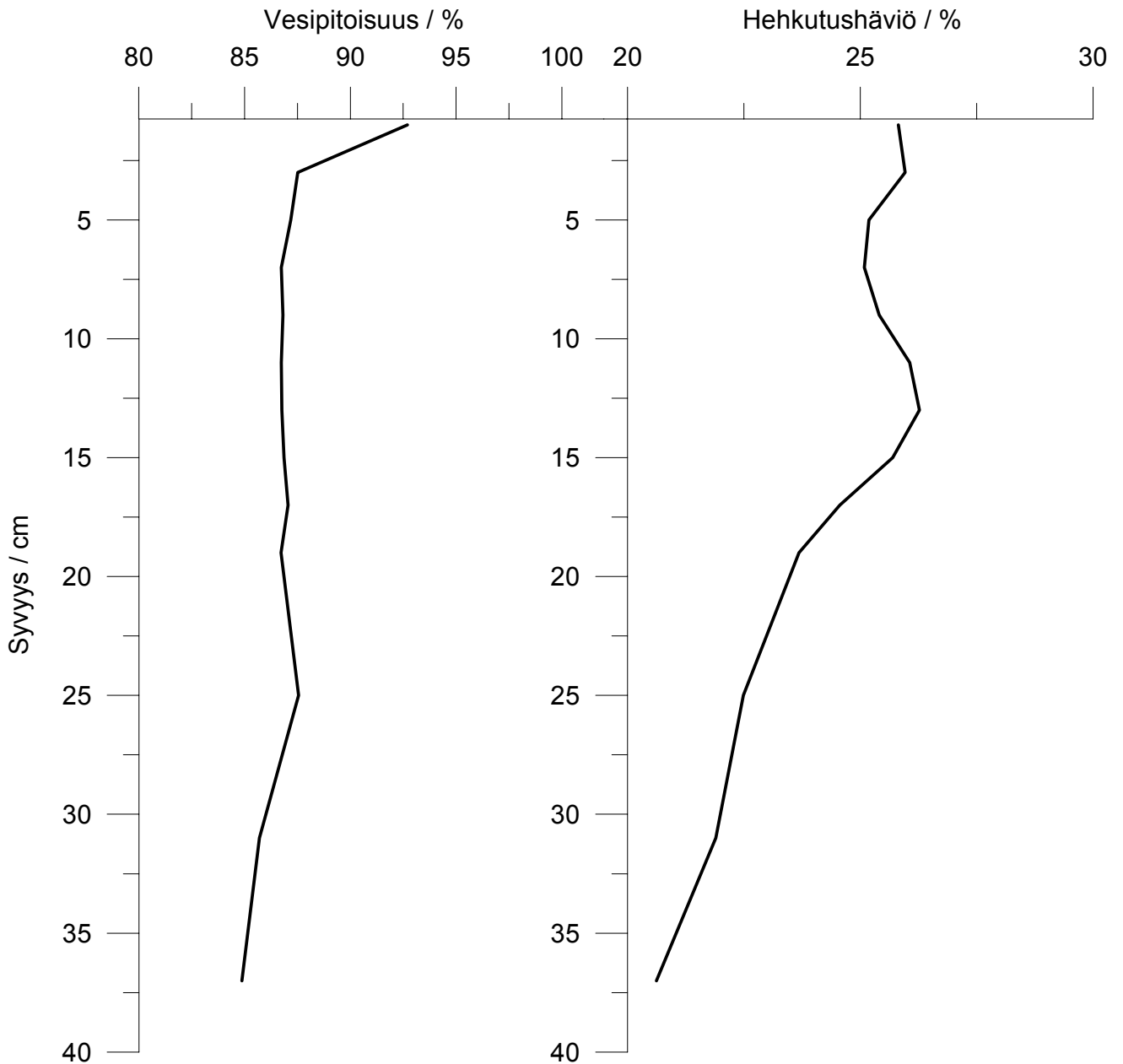
Kuva 26. Lukujärven sedimenttiprofiilin vesipitoisuus ja hehikutushäviö.

Särkijärvellä vesipitoisuudet pysyttelivät yli 90 %:ssa lähes kaikissa pintasedimenttinäytteissä. Muihin verrattuna hieman alhaisempi arvo, 86 %, oli kuitenkin näytteessä 7 (kuva 27). Myös hehkutushäviö oli näytestä 7 (16 %) huomattavasti alhaisempi kuin muualla (29-31 %). Särkijärven pintanäytteistä huomataan, että samankaltaiset sedimentaatio-olot suosivat korkeaa vesipitoisuutta ja orgaanisen aineksen määrää. Näytestä 7 varsinkin hehkutushäviö oli selvästi pienempi kuin muissa näytteissä johtuen mm. sedimenttiaineksen korkeammasta mineraaliainepitoisuudesta.



Kuva 27. Särkijärven pintasedimenttinäytteiden vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt.

Profiilinäytteessä sekä vesipitoisuus että hehkutushäviö olivat koko näytteen pituudelta suhteellisen korkeita (kuva 28). Vesipitoisuus oli koko profiilissa noin 86 % ja kohosi vasta aivan pinnassa 93 %:iin. Hehkutushäviössä oli pientä vaihtelua, mutta arvot pysyttelevät välillä 21-26 %.



Kuva 28. Särkijärven sedimenttiprofiilin vesipitoisuus ja hehkutushäviö.

Sedimentin vesipitoisuus on suurimmillaan akkumulaatiopohjan (kertymäpohjan) alueella ja siihen vaikuttavat myös sedimentaationopeus sekä kerrostuksen laatu ja tiivistymisaste (Håkanson ja Jansson 1983). Syvemmällä sedimentissä tiivistymistä on ehtinyt tapahtua, joten vesipitoisuudet ovat siellä pienempiä kuin pintasedimentissä.

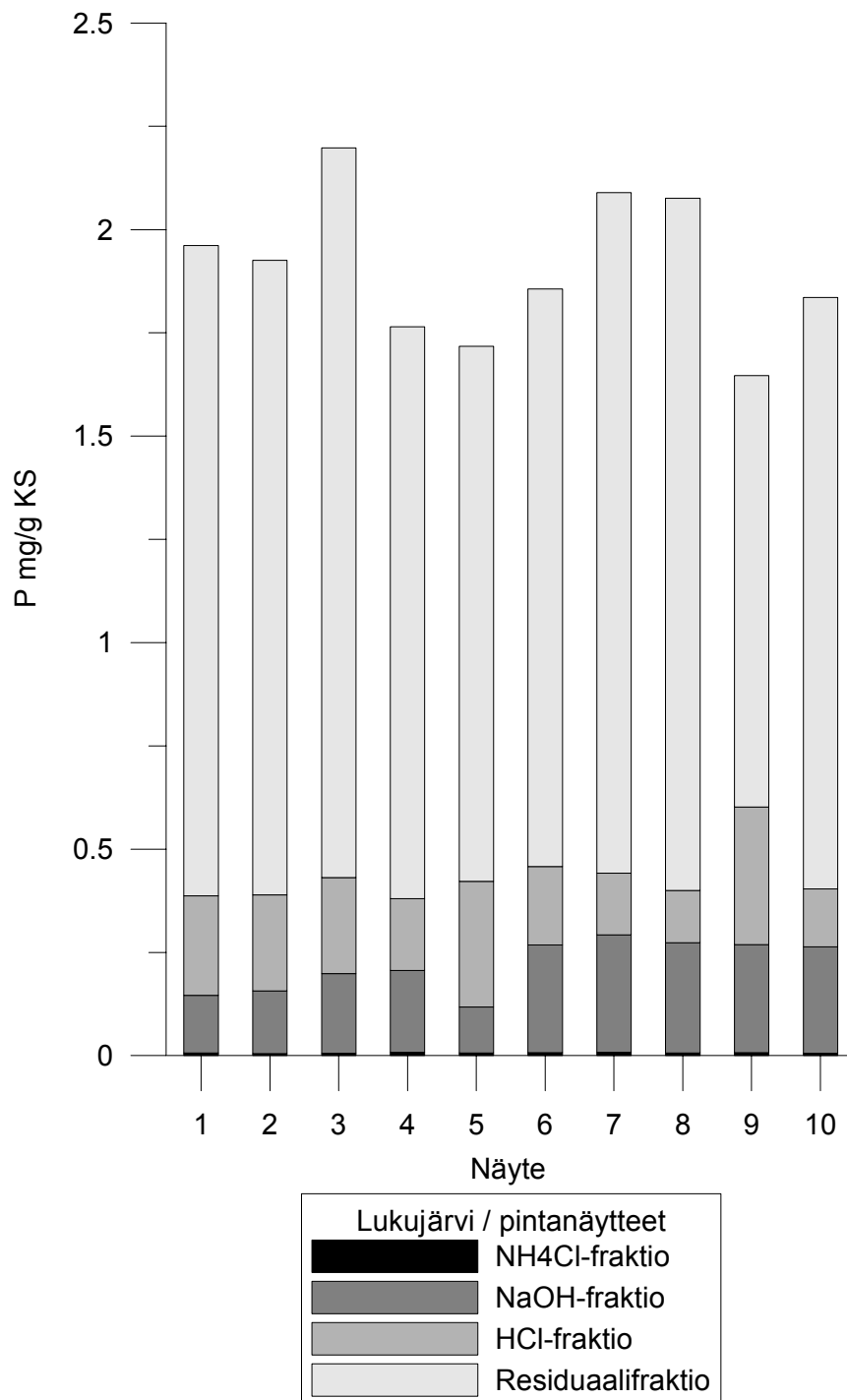
Håkansonin ja Janssonin (1983) mukaan hehkutushäviö korreloi vesipitoisuuden kanssa ja jakautuu näin sedimentissä samalla tavoin. Tämä on nähtävissä myös Luku- ja Särkijärven vesipitoisuuksia ja hehkutushäviöitä vertailtaessa. Molemmista järvissä näiden arvojen muutokset ovat olleet vähittäisiä ja tätä voidaan pitää merkinä siitä, että muutokset valuma-alueella ovat olleet asteittaisia.

5.2.4 Fosforianalyysi

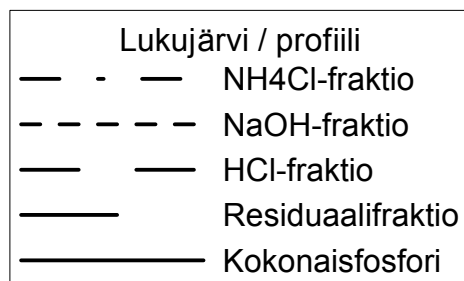
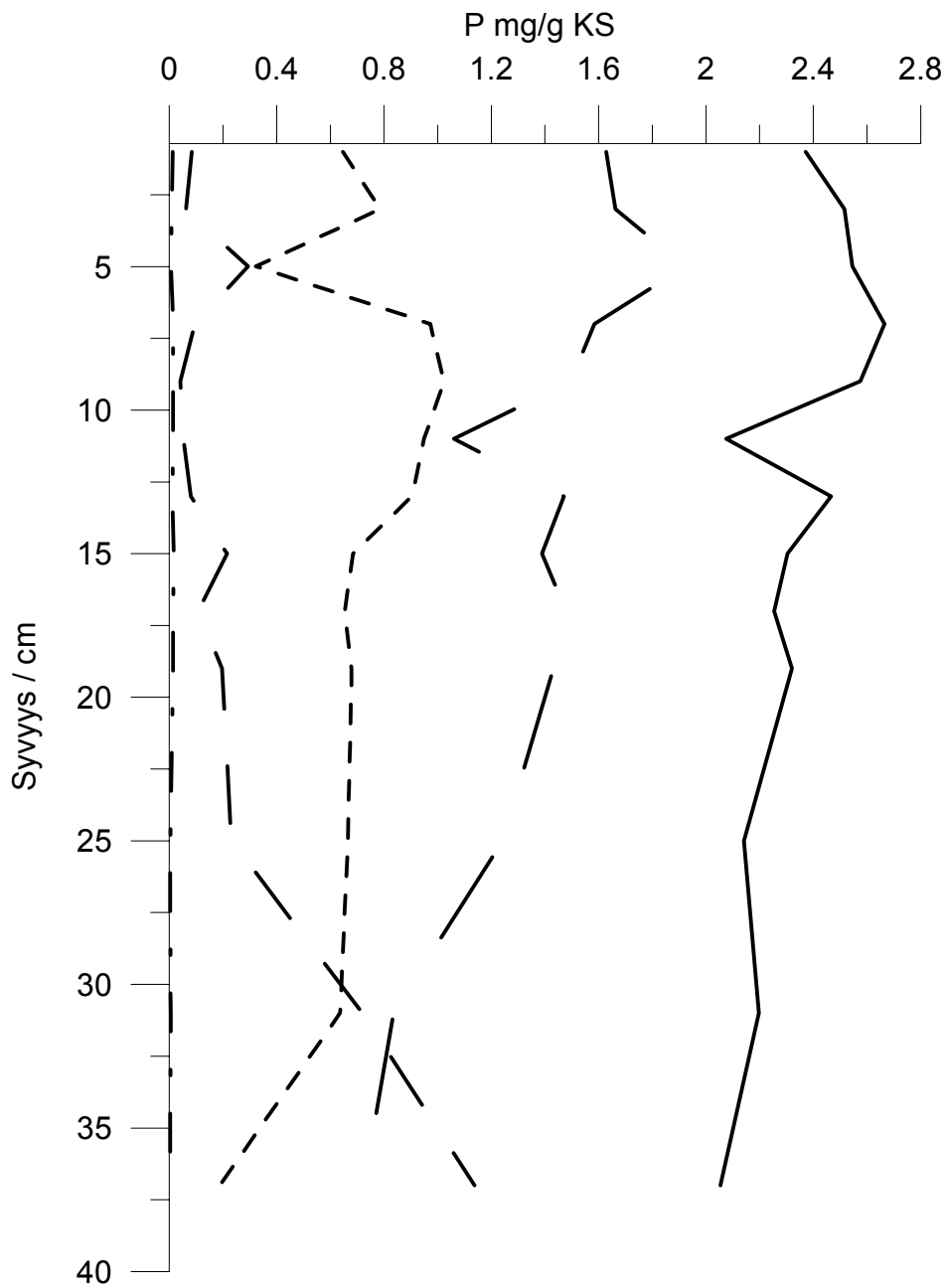
Fosforianalyysin avulla selvitettiin Luku- ja Särkijärven sedimentin kokonaisfosforipitoisuudet sekä fosforin jakaantuminen liukoisuudeltaan ja biologiselta merkitykseltään erilaisiin jakeisiin. NH_4Cl -sitoutunut fosfori on periaatteessa suoraan kasvillisuuden käytössä, ja metallioksideihin sitoutunut fosfori (NaOH-jae) on helppoliukoista, sisäisen kuormituksen tilanteissa veteen vapautuvaa fosforia. Orgaaniseen ainekseen sitoutunut residuaalifosfori edustaa vaikealiukoista fosforia. Myös apatiittinen fosfori eli HCl-jae on pysyvä.

Lukujärven pintasedimenttinäytteiden fosforipitoisuus vaihteli välillä 1,6-2,2 mg/g KS (kuva 29). Fosforin kokonaismäärä oli suurin näytteessä 3 ja alhaisin näytteessä 9. Vaikealiukoinen residuaalifosfori oli kaikissa näytteissä runsaimpana esiintyvä jae. NaOH-jakeen osuus vaihteli 7-16 % kokonaisfosforin määrästä, ja suurin piirtein samaa luokkaa olivat myös HCl-jakeen osuudet. NH_4Cl -sitoutuneen fosforin määrä oli häviävän pieni. Koska residuaalijae oli kaikissa pintasedimenttinäytteissä selvästi vallitseva, oli suurin osa fosforista sitoutuneena orgaaniseen ainekseen.

Profiilinäytteen fosforipitoisuus vaihteli 2-2,7 mg/g KS (kuva 30). Suurimmat fosforin kokonaispitoisuudet sijoittuivat välille 9-3 cm. Sedimenttiprofiilin pohjalla 37 cm:ssä apatiittinen fosfori (HCl-jae) oli vallitseva, ja 34 cm:ssä residuaali-, HCl- ja NaOH-jakeiden osuudet olivat kukin noin 30 %. Tästä ylöspäin vaikealiukoista residuaalifosforia oli runsaimmin, mutta suhteellisen suuri osuus oli myös helppoliukoisella NaOH-jakeella. HCl-jakeen osuus kasvoi 5 cm:ssä samanaikaisesti kun NaOH-jakeen osuus väheni. NH_4Cl -jakeen osuus oli häviävän pieni koko profiilissa.



Kuva 29. Lukujärven pintaseimenttinäytteiden fosforipitoisuus ja fosforin jakautuminen eri jakeisiin.



Kuva 30. Lukujärven sedimenttiprofiilin fosforipitoisuus ja fosforin jakautuminen eri jakeisiin.

Särkijärven pintasedimenttinäytteiden 1-6 fosforipitoisuus oli kaikissa 2,1 mg/g KS (kuva 31). Näytteessä 7 kokonaisfosforipitoisuus oli alhaisempi, noin 1,7 mg/g KS. Fosforista suurin osa oli sitoutunut residuaalijakeeseen eli orgaaniseen ainekseen. Toiseksi merkittävin jae oli helppoliukoinen NaOH-fosfori, paitsi näytteessä 7, jossa noin 18 % fosforista oli HCl-jakeessa ja 14 % NaOH-jakeessa. Suoraan kasvillisuudelle käyttökelpoisen NH_4Cl -jakeen osuus oli kaikissa näytteissä häviävän pieni.

Sedimenttiprofiilin kokonaisfosfori pysytteli noin 2,8 mg:ssa/g KS noin 18 cm syvyydelle, jonka jälkeen pitoisuus nousi yli 3,0 mg:aan/g KS välillä 18-14 cm. 14 cm:stä kohti pintaa fosforipitoisuus laski tasaisesti ja oli sedimentin pinnalla 2,1 mg/g KS (kuva 32). Vaikka residuaalijae oli lähes koko profiilin vallitseva, olivat syvemmillä myös HCl- ja varsinkin NaOH-jakeiden osuudet suhteellisen suuria. NaOH-jae edustaa jopa 50 % kokonaisfosforista 30 cm:n alapuolella. NH_4Cl -jakeeseen sitoutuneen fosforin osuus oli vähäinen koko profiilin matkalla.

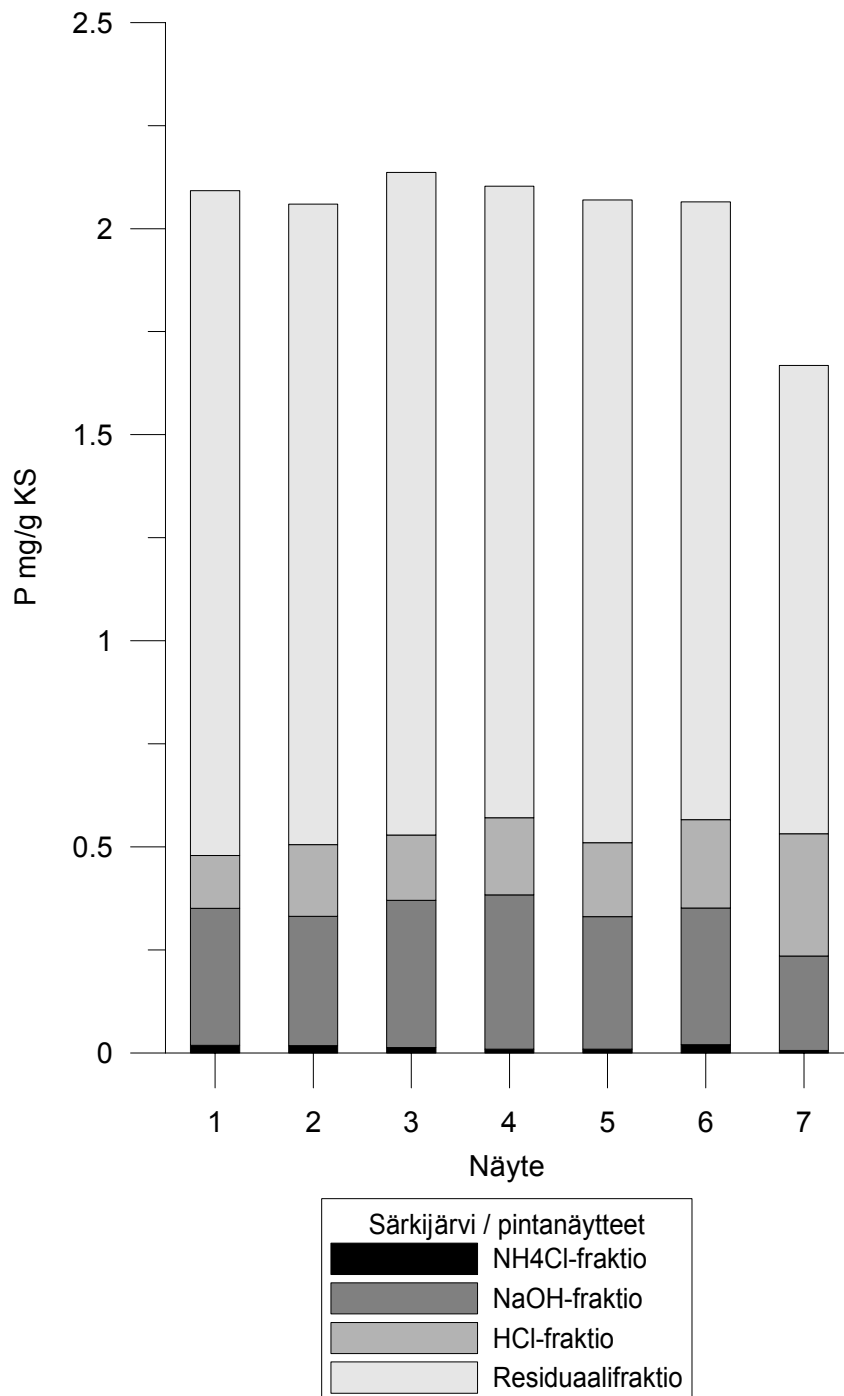
5.2.5 Pigmenttianalyysi

Sedimenttiprofiileista tehtiin pigmenttianalyysit, joiden avulla arvioitiin tutkimusjärvien oman tuotannon suuruutta ja järviin ulkopuolelta tulevan aineksen osuutta sedimentissä. Bengtssonin ja Enellin (1986) mukaan karun järven pohjasedimentille tyypillisenä on pidetty 1-10 pigmenttiyksikön (PY) karotenoidimäärää. Rehevälle järvelle ominaisia ovat 10-16 PY:n klorofyllimäärät ja 25-60 PY karotenoidimäärät. Järven ulkopuolelta tuleva pigmenttimateriaali sisältää enemmän klorofyllejä ja sen johdannaisia kuin karotenoideja. Näin ollen yli 0,6 oleva klorofylli-karotenoidi -suhdeluku osoittaa järven ulkopuolelta tulevan orgaanisen aineksen olevan sedimentaatiossa merkittävässä roolissa tai toisaalta aerobisen hajoamisen olevan merkittävää sedimentin pinnassa (Sanger ja Growl 1979, Sanger ja Hay 1993).

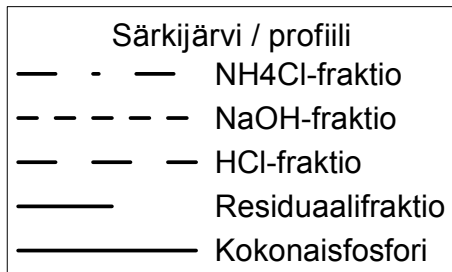
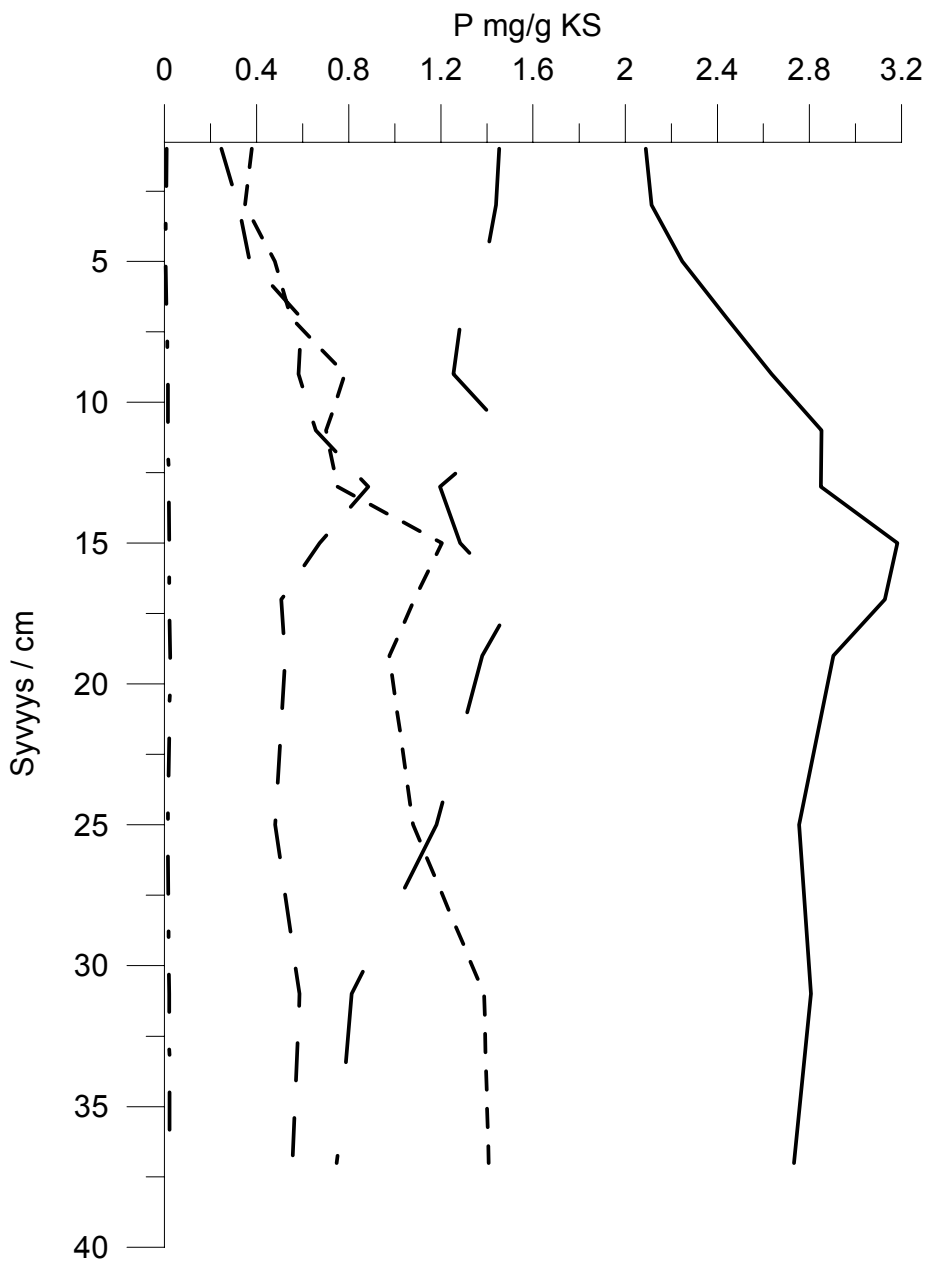
Lukujärven profiilinäytteessä klorofyllimäärä kohosi suhteellisen tasaisesti kohti pintaa lukuun ottamatta 17 ja 3 cm:n syvyydessä tapahtuneita notkahduksia (kuva 33). Karotenoidipitoisuuksissa oli enemmän vaihtelua, mutta jonkinlainen linja oli nähtävissä siten, että 37-11 cm:ssä karotenoidimäärät pysyttelivät alle 10 pigmenttiyksikössä, ja sen jälkeen pitoisuus kohosi suhteellisen tasaisesti 5 cm:n syvyyteen. Karotenoidien maksimipitoisuus 59 PY saavutettiin 3 cm:ssä. Klorofylli/karotenoidi -suhde vaihteli runsaasti välillä 0,4-5,1.

Särkijärvessä pigmenttimäärät olivat pysytelleet lähes samanlaisina pääosan sedimenttiprofiilin kattamasta ajasta. Klorofyllimäärä heilahteli 15-20 PY:n välillä noin 7 cm:n syvyydelle ja kohosi sitten suhteellisen jyrkästi kohti pinnan 35 PY:ä (kuva 34). Karotenoidimäärä vaihteli välillä 11-24 PY ja klorofylli/karotenoidi-suhde 0,8-1,8.

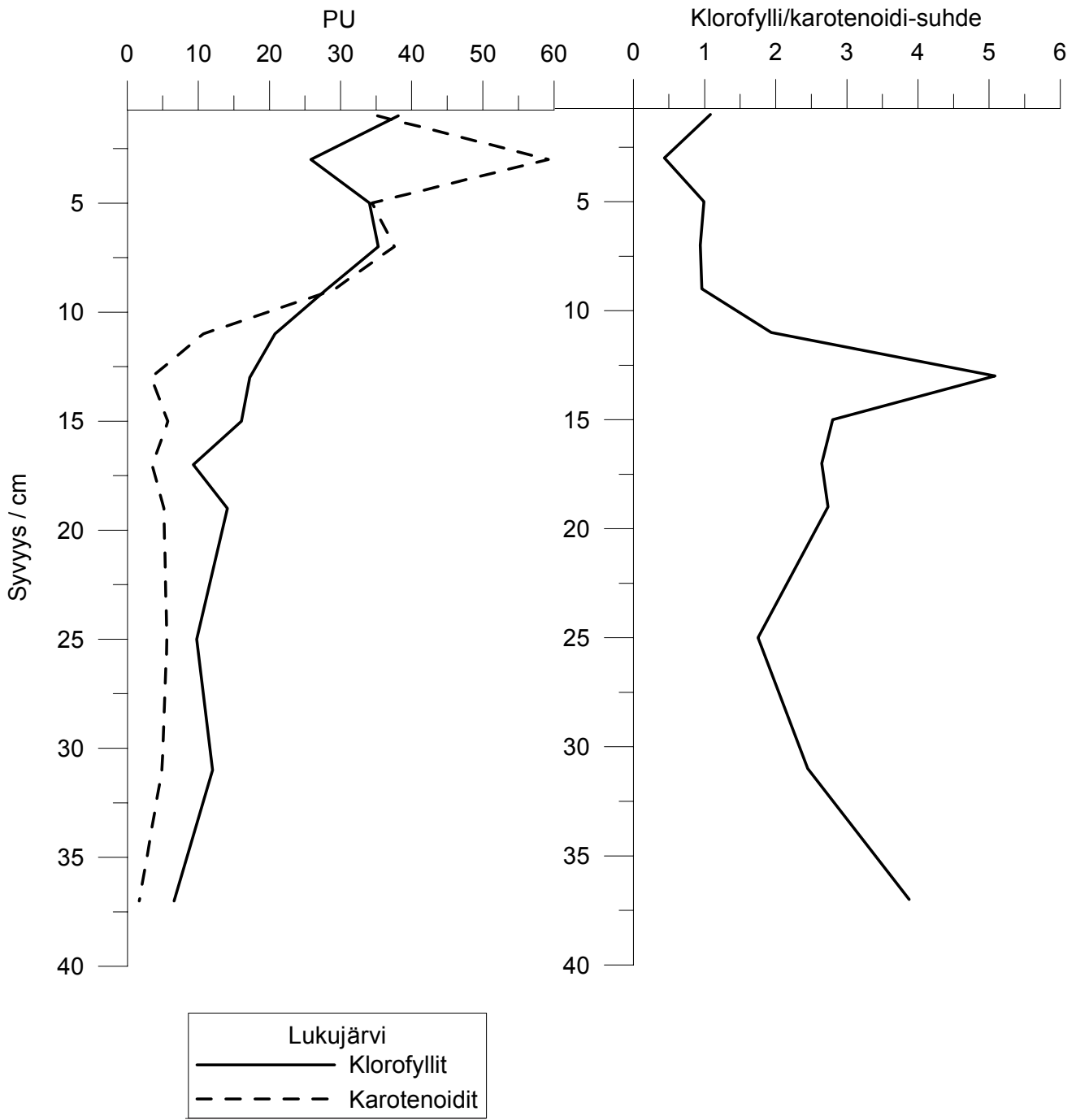
Pigmenttianalyysin perusteella sekä Lukujärven että Särkijärven tuottavuus on suhteellisen korkealla tasolla. On kuitenkin huomioitava, että tulos kuvastaa paitsi järviältäiden omaa tuotantoa, myös järvien ulkopuolelta peräisin olevan aineksen mukana kulkeutuvaa pigmenttimäärää. Klorofyllin ja karotenoidien suhdeluku ylitti yleisesti 0,6 arvon molemmilla järvillä, mutta on huomioitava, että pigmenttimäärät Luku- ja Särkijärvessä ovat niin korkeita, että altaiden sisäistä tuotantoa voidaan joka tapauksessa pitää merkittävänä (Bengtsson ja Enell 1986).



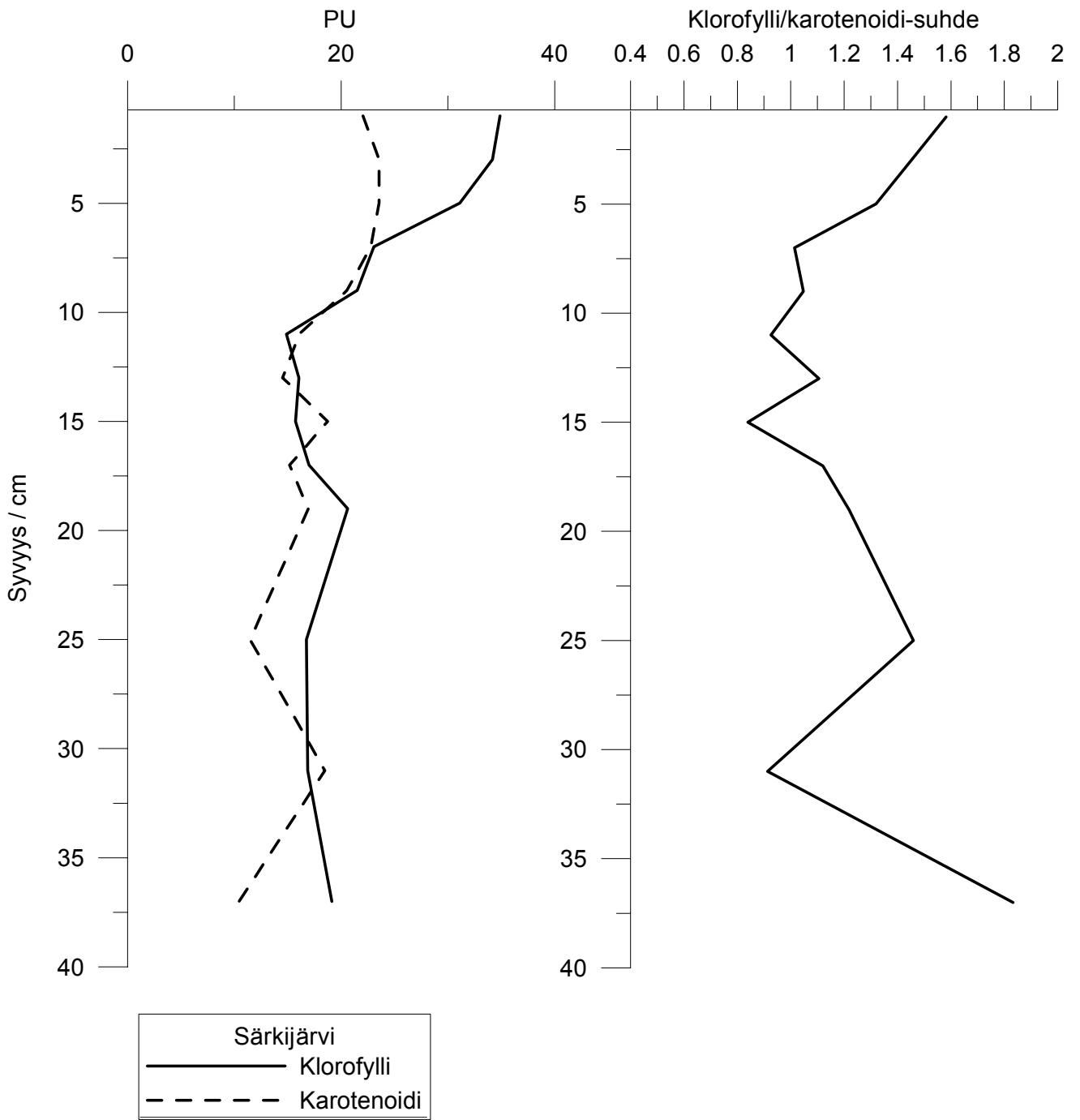
Kuva 31. Särkijärven pintaseimenttinäytteiden fosforipitoisuus ja fosforin jakautuminen eri jakeisiin.



Kuva 32. Särkijärven sedimenttiprofiilin fosforipitoisuus ja fosforin jakautuminen eri jakeisiin.



Kuva 33. Lukujärven pigmenttimäärät ja klorofylli/karotenoidi -suhde.



Kuva 34. Särkijärven pigmenttimäärät ja klorofylli/karotenoidi -suhde.

5.3 Sedimenttien nykytila

5.3.1 Lukujärvi

Muutokset Lukujärven pintasedimentin ominaisuuksissa ovat melko vähäisiä riippumatta siitä, miltä kohdalta järveä näytteet on nostettu. Vesipitoisuus on noin 90 % ja hehkutushäviö vaihtelee välillä 30-39 %. Molemmat arvot ovat suhteellisen korkeita ja kertovat suuresta orgaanisen aineksen määrästä.

Sedimenttiprofiilissa on vähäisiä muutoksia mineraaliaineksen määrässä ja sedimentin karkeusasteessa. Vesipitoisuus ja hehkutushäviö seuraavat paitsi toisiansa myös sedimentin mineraaliainepitoisuutta. Molempien arvot ovat pieniä profiilin pohjalla, mutta kasvavat sieltä sedimentin pintaa kohden. Myöskään fosforin kokonaispitoisuudessa ei ole havaittavissa suuria muutoksia. Metallioksideihin (pääasiassa rauta- ja alumiiniyhdisteisiin) sitoutunut fosfori (NaOH-jae) muodostaa suurimman osan siitä kokonaisfosforin osasta, joka on vapautettavissa levien ja kasvillisuuden käyttöön. Sen pienet pitoisuudet merkitsevät mahdollisen sisäkuormittavan fosforin vähäistä määrää, mutta voivat toisaalta tarkoittaa myös sitä, että fosfori on käytössä ravinnekierrossa eikä sitoutuneena sedimenttiin (Håkanson ja Jansson 1983).

Pigmenttianalyysin perusteella Lukujärven tuottavuus on ollut lievässä kasvussa koko tutkitun sedimenttisarjan ajan. Sedimenttiprofiilin alaosan pigmenttiarvot kuvastavat karua järveä varsinkin karotenoidien osalta. Karulle järvelle tyyppillisten karotenoidimäärien yläpuolelle päästään vasta noin 10 cm:n syvyydellä (Bengtsson & Enell 1986). Suuresta klorofylli/karotenoidi -suhteesta johtuen on todettava, että todennäköisesti suurin osa orgaanisesta aineksestä on peräisin järven ulkopuolelta tai toisaalta sedimentin pinnassa hapellisissa olosuhteissa tapahtuva hajoaminen on huomattavaa.

Sedimenttiin kohdistuvien kunnostustoimenpiteiden toteuttaminen Lukujärvellä on tuskin mielekäästä, sillä sedimentin tila ei kunnostusta välttämättä edellytä, eikä mahdollisesti kunnostettavaa sedimenttialuetta tehtyjen tutkimusten perusteella voida käytännössä tarkasti määritellä.

5.3.2 Särkijärvi

Särkijärven pintasedimentti on ominaisuuksiltaan suhteellisen tasalaatuista lukuun ottamatta näytepisteen 7 sedimenttimateriaalia. Sedimentti on pisteessä 7 mineraaliainepitoisempaa ja tästä syystä ominaisuuksiltaan muiden näytepisteiden materiaalista poikkeava. Järven pohjasedimentin kuntoon ei tällä tuloksella kuitenkaan ole tehdyn tutkimuksen perusteella vaikutusta.

Muutokset sedimenttiprofiilissa eivät ole kovinkaan suuria. Normaalialia, tiivistymisestä johtuvaa vesipitoisuuden pienenemistä on nähtävissä. Sulfidiväryäystä on lähes koko sedimenttiprofiilin matkalla, mutta se ei kuitenkaan ole runsasta. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat suhteellisen korkeita varsinkin syvyydellä 18-14 cm. Noin 14 cm:stä kohti pintaa fosforipitoisuus pienenee ja myös NaOH-liuoksen fosforin määrässä on havaittavissa laskua. Tämä saattaa olla merkki sisäkuormituksesta.

Särkijärven tuottavuus on pigmenttianalyysin perusteella pysynyt koko sedimenttisarjan käsittämän ajan lähes samalla, suhteellisen korkealla tasolla. Bengtssonin ja Enellin (1986) mukaan rehevälle järvelle tyyppillisenä pohjasedimentin klorofyllimääränä on pidetty 10-16 PY ja karotenoidimääränä 25-60 PY. Nämä arvot

saavutetaan yleisesti varsinkin klorofyllien osalta. Tarkasteltaessa klorofylli/karotenoidi -suhdetta havaitaan, että suurin osa järveen kerrostuvasta orgaanisesta materiaalista on todennäköisesti peräisin altaan ulkopuolelta. Toisaalta on lähes varmaa, että sedimentin pinnassa tapahtuu myös aerobista hajoamista, sillä pääsääntöisesti koko järven pohjan alueella on ollut riittävästi happea saatavilla.

Sedimenttiin kohdistuvien kunnostustoimenpiteiden toteuttaminen Särkijärvellä on tuskin mielekäästä, sillä sedimentin tila ei kunnostusta välttämättä edellytä, eikä mahdollisesti kunnostettavaa sedimenttialuetta tehtyjen tutkimusten perusteella voida käytännössä tarkasti määritellä.

6

Kalastus

Rehevöityneiden järvien kalastolle on yleensä tyypillistä särkikalavaltaisuus. Luku- ja Särkijärven kalaston määrän ja rakenteen selvittämiseksi Lounais-Suomen kalastusalue suoritti järvellä koekalastuksen kesällä 2002. Samalla selvitettiin myös järvien rapukanta koeravustuksilla.

6.1 Koekalastustulokset

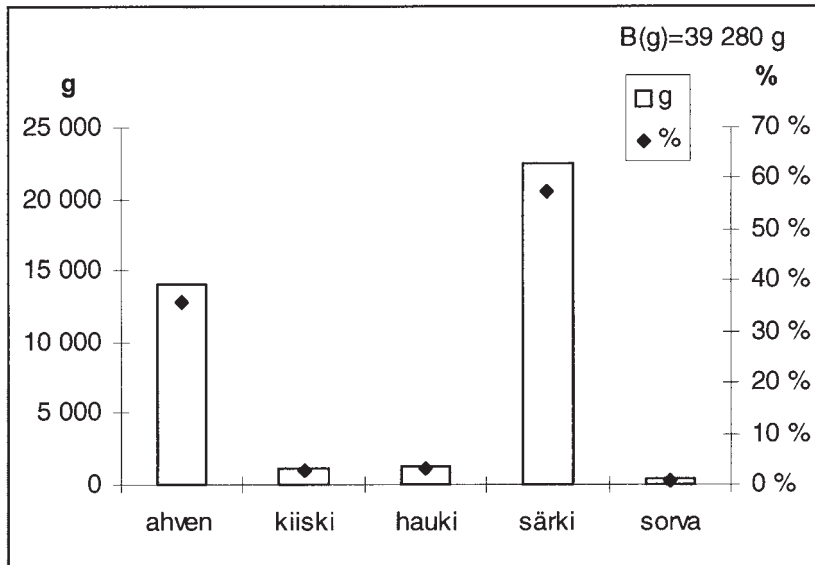
6.1.1 Lukujärvi

Koekalastuksen ja -ravustuksen menetelmät on kuvattu liitteessä 1 ja verkkojen sekä mertojen sijainti kuvissa 3 ja 4.

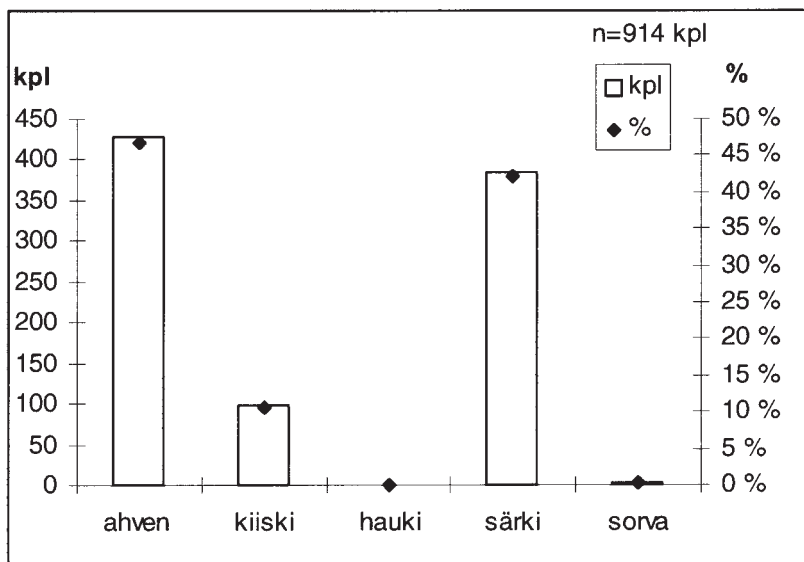
Lukujärvestä saatiin viittä eri kalalajia: ahventa, kiiskeä, haukea, särkeä ja sorvaa. Kaloja saatiin yhteensä 914 kpl, ja niiden kokonaisbiomassa oli noin 39 kg (taulukko 11). Särkikalojen osuus saaliin kokonaispainosta oli 58 %, kun taas saaliin kokonaislukumäärästä suurin osuus (58 %) oli ahvenkaloja (Kuvat 35 ja 36). Yksikkösaaliin kokonaislukumäärä oli 61 kpl / verkkoyö ja kokonaisbiomassa 2,61 kg / verkkoyö. Koekalastuksissa saatiin vain yksi hauki, mutta selityksenä saattaa olla Nordic-koeverkkojen melko huono suurikokoisten petokalojen pyytävyys.

Taulukko 11. Lukujärven koekalastukset 2002. N (kpl) on saaliin yksilömäärä, B (g) kokonaispaino, s.d. keskihajonta, s.e. keskiarvon keskivirhe, min pienin arvo ja maks suurin arvo.

Laji	N(kpl)	B(g) paino	N %	g %	pituus	ka	s.d.	s.e.	min	maks
Ahven	427	14 090	47	36	mm	134,55	37,64	1,82	35	323
					g	33	42,98	2,08	1	421
Kiiski	98	1 088	11	3	mm	96,14	20,50	2,07	62	175
					g	11,01	8,05	0,81	2	47
Hauki	1	1 248	0	3	mm	628				
					g	1 248				
Särki	385	22 495	42	57	mm	160,43	54,71	2,79	56	265
					g	58,43	51,81	2,64	1	275
Sorva	3	359	0	1	mm	200,67	45	25,98	168	252
					g	119,67	82,97	47,90	58	214
Yhteensä	914	39280								



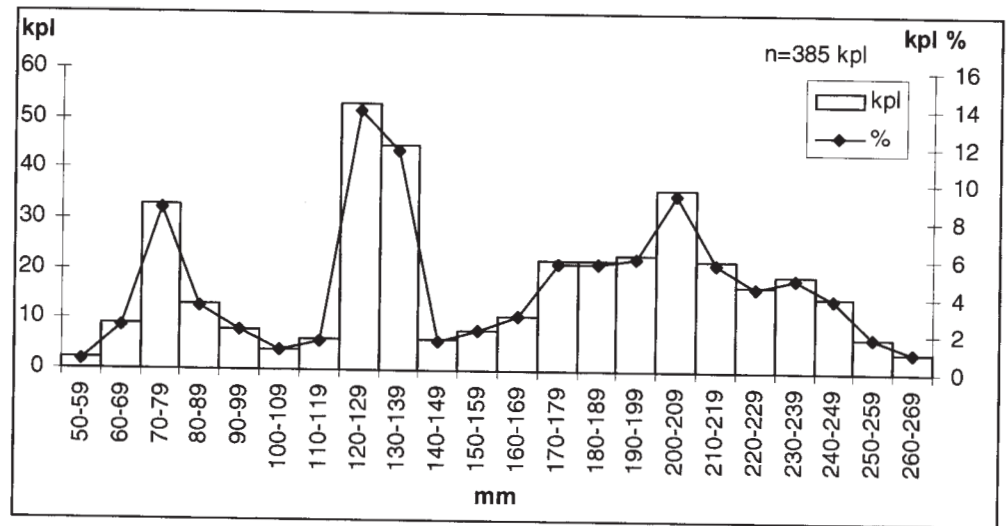
Kuva 35. Lukujärven koekalastussaaliin paino eri kalalajeilla.



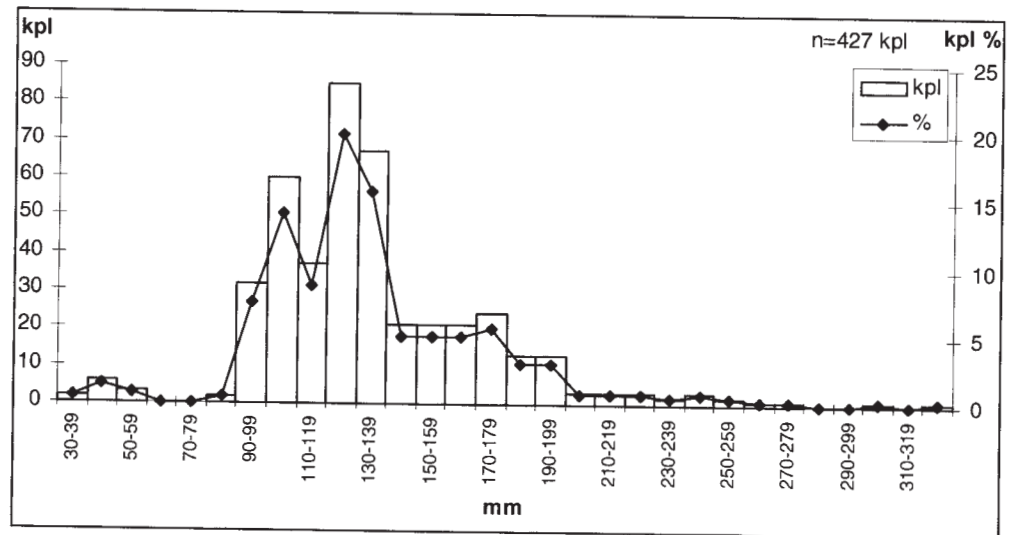
Kuva 36. Lukujärven koekalastussaalien yksilömäärinä eri kalalajeilla.

Särkikalojen (särki ja sorva) kokonaislukumäärä oli yhteensä 26 kpl/verkkoyö ja kokonaisbiomassa 1,5 kg/verkkoyö. Särkien runsaimmat pituusluokat olivat välillä 12-14 cm (Kuva 37). Keskipituus särjillä oli 16 cm ja keskipaino 58 g.

Ahvenkalojen (ahven ja kiiski) kokonaisyksilömäärä oli 35 kpl / verkkoyö ja kokonaisbiomassa 1,01 kg / verkkoyö. Ahvenien runsaimmat pituusluokat olivat 12-13 cm (kuva 38). Ahventen keskipituus on 135 mm ja keskipaino 33 g. Kiiskiä oli eniten (27%) pituusluokassa 9-10 cm.



Kuva 37. Lukujärven särkien pituusjakauma koekalastuksissa.



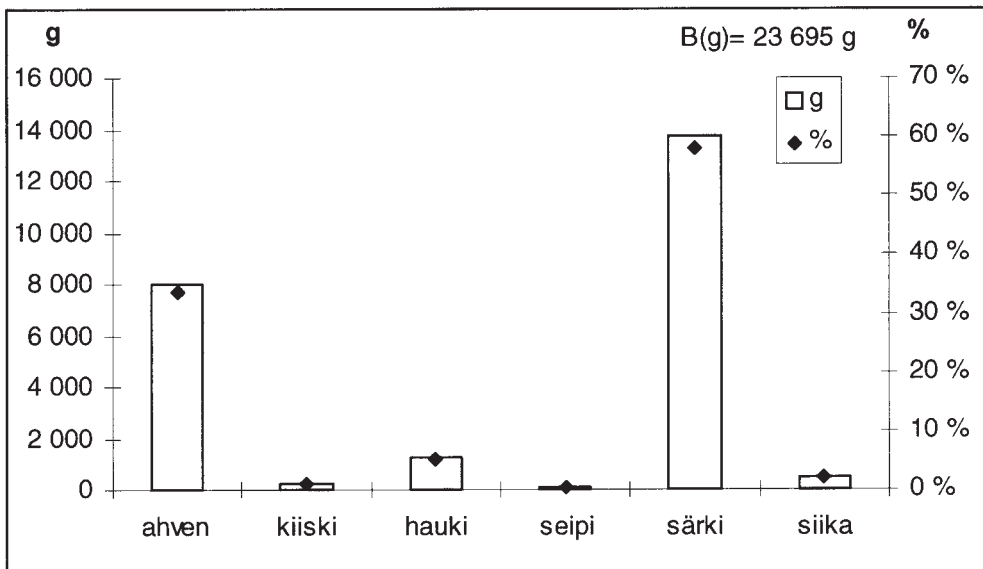
Kuva 38. Lukujärven ahventen pituusjakauma koekalastuksissa.

6.1.2 Särkijärvi

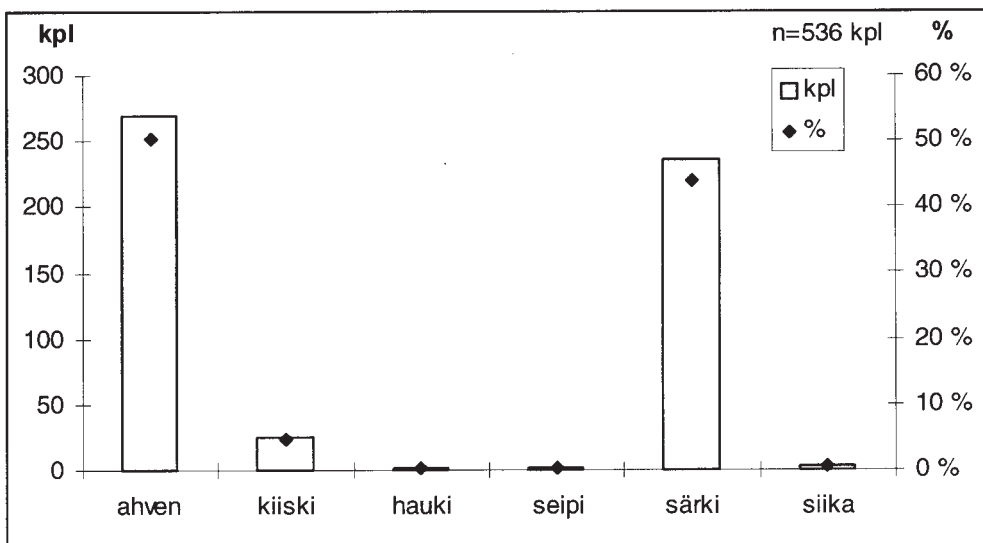
Särkijärvestä saatiin kuutta eri kalalajia: särkeä, siikaa, seipiä, haukea, kiiskeä ja ahventa. Kaloja saatiin yhteensä 536 kpl, ja niiden kokonaisbiomassa oli noin 24 kg (taulukko 12). Särkijärven yksikkösaaliin kokonaisbiomassa oli 1,18 kg/verkkoyö ja kokonaislukumäärä 27 kpl/verkkoyö. Särkikalojen yksikkösaaliin kokonaisbiomassa oli 688 g/verkkoyö ja kokonaislukumäärä 12 kpl/verkkoyö. Lukumäärältään ahvenia oli Särkijärvessä eniten (kuva 39), mutta painossa eniten oli särkiä (kuva 40). Siikoja saatiin kolme yksilöä (taulukko 12). Ne ovat peräisin istutuksista.

Taulukko 12. Särkijärven koekalastukset 2002. N (kpl) on saaliin yksilömäärä, B (g) kokonaispaino, s.d. keskihajonta, s.e. keskiarvon keskivirhe, min pienin arvo ja maks suurin arvo.

Laji	N (kpl)	B (g)	N %	g %	pituus paino	ka ka	s.d. s.d.	s.e. s.e.	min. min.	maks. maks.
Ahven	270	7 984	50	34	mm	138,94	29,71	1,81	48	224
					g	29,57	18,82	1,15	1	133
Kiiski	25	274	5	1	mm	96,76	22,24	4,44	43	144
					g	10,96	6,77	1,35	1	31
Hauki	1	1 218	0	5	mm	620				
					g	1 218				
Särki	235	13 708	44	58	mm	179,72	21,66	1,41	47	243
					g	58,33	19,68	1,28	1	177
Siika	3	463	1	2	mm	276,33	42,19	24,34	241	323
					g	154,33	95,48	55,13	70	258
Seipi	2	48	0	0	mm	123	73,54	52	71	175
					g	24	29,7	21	3	45
Yhteensä	536	23 695								



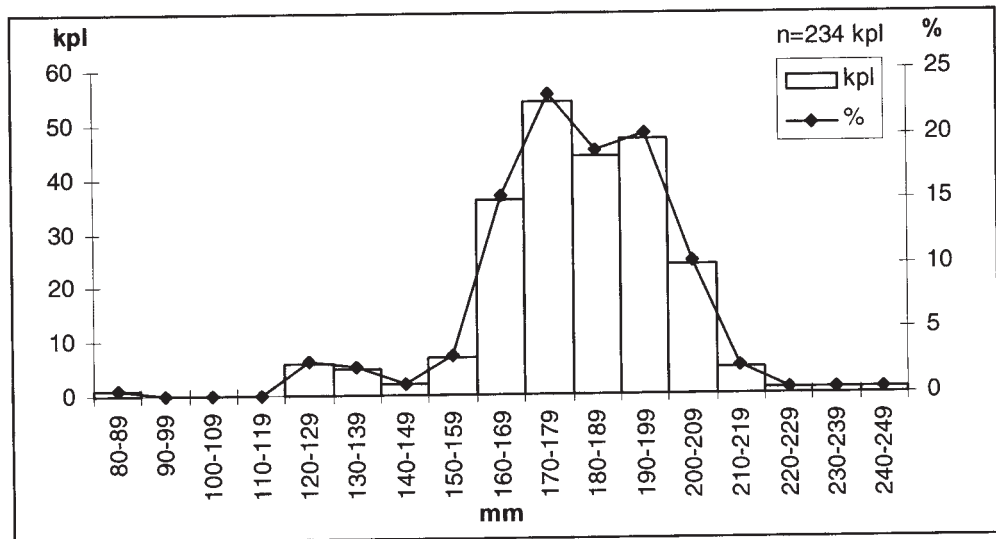
Kuva 39. Särkijärven koekalastussaalien yksilömäärinä eri kalalajeilla.



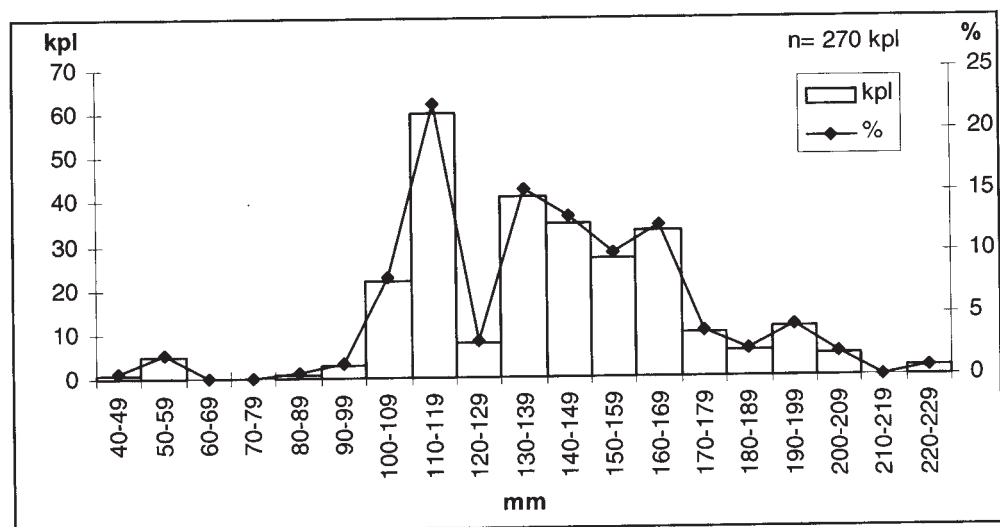
Kuva 40. Särkijärven koekalastussaalien paino eri kalalajeilla.

Särkien eri pituusluokkien runsaudet vaihtelivat Särkijärven Särkijärven (kuva 41). Suurimmat särkimäärät olivat 17-20 cm pituusluokissa. Särkien keskipituus oli 180 mm ja keskipaino 58 g.

Ahvenissa runsaimmat pituusluokat olivat 11-12 cm (kuva 42). Ahventen keskipituus oli 139 mm ja keskipaino 30 g. Pituusluokkien vaihtelu on normaalia ahvenille, ja se voi johtua mm. lämpöoloista ja tätä kautta ravinnon saatavuudesta. Ahventen yksikkösaaliin kokonaisbiomassa oli 413 g/verkkoyö ja yksikkösaaliin kokonaislukumäärä oli 15 kpl/verkkoyö. Kiiskistä 40% kuului pituusluokkaan 9-10 cm.



Kuva 41. Särkijärven särkien pituusjakauma koekalastuksissa.



Kuva 42. Särkijärven ahventen pituusjakauma koekalastuksissa.

6.2 Koekalastustulosten tarkastelu

6.2.1 Lukujärvi

Lukujärven lukumääräisesti runsain kalalaji oli ahven. Tutkimusten mukaan ahventen ravinto on monipuolista ja saaliseläimet muuttuvat ahvenen koon kasvaessa. Lukujärven ahventen keskipituus oli noin 13 cm. Tämänkokoisten ahventen ruokavalioon kuuluvat lähinnä pohjaeläimet ja jossain määrin kalanpoikaset. Ahventen pienpoikaset syövät eläinplanktonia, mieluiten vesikirppuja ja hankajalkaisia, ja ovat näin ollen samankokoisten särkien kanssa ravintokilpailijoita. Kalaravinnolla on merkitystä 15-20 cm:n pituisille ahvenille, mutta vasta 25-30 cm:n pituiset ahvenet ovat petokaloja ja syövät pääasiassa kaloja.

Kokonaisbiomassaltaan Lukujärvessä oli eniten särkiä. Särkien runsaimmat pituusluokat olivat välillä 12-14 cm. Särjet olivat keskimäärin kookkaampia kuin ahvenet. Särkikalat pystyvät muun ravinnon puuttuessa ottamaan ravintonsa syömällä pohja- ja pintaleviä. On arvioitu, että jopa 60-70 % särkien kesäisestä mahan sisällöstä on pohjasedimenttiä. Aikuisen särjen ravinnossa on melkein aina mukana vesikasveja ja kariketta ja vähemmässä määrin myös hyönteistoukkia ja täysikasvuisia hyönteisiä. Pohjaravintoa syövät kalat nostavat ravinteita sedimentistä takaisin veteen ulosteidensa mukana. Lisäksi ne syödessään sekoittavat sedimenttiä ja sen mukana fosforia veteen.

Yksikkösaaliiden mukaan ja muissa tutkimusvesistöissä suoritettuihin koekalastuksiin verrattuna Lukujärven kalatiheydet ovat lievästi rehevän järven tasoa (taulukko 13). Sisäistä kuormitusta aiheuttavien särkien poistamiseksi sekä ahventen ja särkien ravintokilpailun vähentämiseksi Lukujärvessä voidaan kokeilla tehokalastusta.

6.2.2 Särkijärvi

Särkijärvessä oli ahvenia runsaasti ja niiden keskikoko (14 cm ja 30 g) oli melko suuri. Ahven sopeutuu ravinnonotossaan yleensä hyvin ympäristön vaihteleviin tilanteisiin. Särki oli kokonaislukumäärältään toiseksi runsain ja kokonaisbiomassaltaan runsain kalalaji Särkijärvessä. Särjet olivat keskimäärin ahvenia kookkaampia. Yli 10 cm:n pituisten särkien ensisijaisia ravinnonlähteitä ovat pohjaeläimet. Pienet särjet ovat ahventen poikasten tavoin eläinplanktonin syöjiä, ja ne kilpailevat siinä mielessä ravinnosta. Särkijärvessä ei kuitenkaan ollut koekalastuksen mukaan kovin paljon pieniä särkiä. Yksikkösaaliiden mukaan ja verrattuna muihin eri tutkimusvesistöissä suoritettuihin koekalastuksiin Särkijärven kalatiheydet eivät edellytä tehopyyntiä (taulukko 13).

Taulukko 13. Kokonaissaaliin ja särkikalojen yksikkösaaliit painona (g/verkkoyö) ja yksilömäärinä (kpl/verkkoyö) eri tutkimusvesistöissä tehdyissä koeverkkokalastuksissa.

Järvi	vuosi	särkikalat biomassa g/verkkoyö	särkikalat yksikkösaalis kpl/verkkoyö	kokonais- biomassa g/verkkoyö	kokonais- yksikkösaalis kpl/verkkoyö
Luolalanjärvi (25 ha)	1996	3 096	89	3 490	99
Halkjärvi (199 ha)	1998	3 854	243	4 461	270
Kivijärvi (48 ha)	1998	1 300	47	1 800	74
Littoistenjärvi (153 ha)	1999	1 112	13	1 758	16,3
Kaukjärvi (11 ha)	2001	385	8	875	26,4
Vihtjärvi (60 ha)	2001	1 164	31	2 416	102
Lankjärvi (24 ha)	2001	452	12	744	38,1
Lukujärvi (117 ha)	2002	1 524	26	2 619	61
Särkijärvi Laitila (110 ha)	2002	688	12	1 185	27
Taipaleenjärvi (80 ha)	2002	949	22	1 885	94
Särkijärvi Yläne (24 ha)	2002	625	11	1 466	42
Mynäjärvi (26 ha)	2002	-	-	471	22
Lampsijärvi (43 ha)	2002	912	29	1 364	44
Elijärvi (481 ha)	2002	730	53	1 229	83

6.3 Koeravustustulokset

Lukujärven koeravustuksissa saatiin kolme rapua (2 koirasta ja yksi naaras). Koiraiden keskipituus oli 97 mm ja naaras oli 94 mm. Kaikkien rapujen keskipituus oli 97 mm.

Särkijärvestä ei saatu rapuja lainkaan. Paikallisten ranta-asukkaiden mukaan järvessä on ollut aiemmin hyvä rapukanta, mutta ilmeisesti rutto on tuhonnut sen. Lisäksi Särkijärvessä on ankeriaita, jotka syövät myös rapuja.

Kasvillisuus

Kasvillisuuden määrän, lajikoostumuksen ja kasvillisuuden muutosten avulla voidaan arvioida järven tilaa ja vedenlaatua. Toiset kasvilajit ovat sopeutuneet elämään runsasravinteisessa tai sameassa vedessä, toiset taas vain karussa tai kirrkaassa vedessä. Tällaiset lajit ovat niin sanottuja indikaattori- eli ilmentäjälajeja, joiden esiintymiseen Luku- ja Särkijärven kasvillisuuskartoituksissa kiinnitettiin erityistä huomiota.

7.1 Lukujärven kasvillisuuden kuvaus

7.1.1 Lajisto

Lukujärveltä kirjattiin ylös 42 vesi- ja rantakasvilajia (taulukko 14). Uhanalaisia tai muita huomionarvoisia lajeja ei tavattu. Kasvillisuusvyöhykkeet on esitetty kuvassa 43. Kasvillisuus selvityksen menetelmät on kuvattu liitteessä 1.

Ilmaversoiset

Vaikka Lukujärven pohjois- ja eteläpäässä on matalahkoja rantoja, laajoja luhtarantoja järvellä ei silti ole. Ilmaversoisista valtalajeihin on luettavissa ainakin järvi-ruoko, vaikka suurella osaa rantaviivaa sitä ei tapaakaan. Laajimmat kasvustot sijaitsevat järven matalissa pohjoisosan lahdissa. Pystykeiholehteä tavataan melko yleisesti eri puolilla järveä. Järvikaislalla on vain yksi yhtenäinen kasvusto, ja järvikorte sekä leveäosmankäämi muodostavat kumpikin vain pari pienialaista kasvustoa. Ratamosarpiota tavataan yksittäin muutamalla kohdalla. Muista lajeista mainittakoon kurjenjalka, kurjenmieikka, rantaluikka, pullosara ja viiltosara.

Kelluslehtiset

Kelluslehtiset vesikasvit ovat kaikkein hallitsevimmassa asemassa Lukujärvellä. Ulpukka ja siimapalpakko ovat järven kaksi peittäväintä lajia. Kaikki järven matalat pohjoispään lahdet sekä laajat matalahkot alueet järven eteläosassa ovat niiden valtaamia. Lisäksi järveä kiertää lähes yhtenäinen, pääasiassa ulpukan ja siimapalpakon muodostama vyö.

Vesitatar muodostaa järven eri osiin muutamia kasvustoja, ja sitä tavataan myös yksittäin siellä täällä. Uistinvitaa tavataan järven eri puolilla seoslajina, mutta yksinään se ei muodosta näyttäviä kasvustoja. Pohjanlummetta tavataan melko yleisenä järven pohjoisosassa.

Uposlehtiset

Uposlehtisiä vesikasveja Lukujärvellä ovat rentovihvilä, ahvenvita, pikkuvita ja pikkupalpakko. Rentovihvilää esiintyy lähes koko järvellä, erityisesti matalissa pohjoispään lahdissa, joissa se kasvaa paikoin hyvin tiheinä ja pintaan asti ulottuvina punaisina mattoina. Toisin kuin Särkijärvellä, Lukujärvellä ahvenvita kuuluu oleellisena osana järven vesikasvillisuuteen ja sitä esiintyy usein yhdessä siimapalpakon kanssa. Pikkuvitaa ja pikkupalpakkoa tavattiin vain yksittäin järven pohjoispään lahdista.

Pohjalehtiset vesikasvit

Pohjalehtisiä vesikasveja Lukujärvellä ovat nuottaruoho, tummalahnaruoho, vaalealahnaruoho ja rantaleinikki. Nuottaruohoa tavataan kivikkorannoilta ja niemenokista sekä karikkojen ja kovarantaisten saarten ympäriltä. Sen jokseenkin säännöllinen esiintyminen järven eteläosassa Mertsaaressa tasalle asti osoittaa järven tilan olevan melko hyvä. Tummalahnaruohoa tavattiin kovapohjaisilta rannoilta järven keskiosasta ja vaalealahnaruohoa samalta alueelta suojaisemmasta ja pehmeämmästä kohdasta. Kovin laajojen lahnaruohokasvustojen jäljille ei kuitenkaan päästy. Rantaleinikkiä tavattiin vain niukasti vesirajasta ja luhtareunukselta.

Irtokeijut ja irtokeijut

Lukujärven irtokellujia edustavat pikkulimaska ja kilpukka. Niiden levinneisyys rajoittuu kuitenkin vain Särkijärvestä laskevaan ojaan ja tämän suulle. Ojan suun edustalla niitä esiintyy vielä muutaman kymmenen metrin päässä rantaviivassa, mutta muualla näitä lajeja ei enää tapaa. Kilpukan ja pikkulimaskan massat osoittavat ojassa olevan runsaasti ravinteita.

Lukujärvellä tavattiin myös irtokeijujia. Näitä olivat isovesiherne ja rimpivesiherne. Molempia tavattiin melko runsaasti järven pohjoisosassa luoteispuolen lahdessa. Lisäksi tavattiin yksittäinen isovesiherne järven eteläpään kaakkoiskulman luhtareunuksen edustalta.

7.1.2 Kasvillisuus osa-alueittain

Länsiranta Koumasta Kokonojan eteläpuolen niemeen

Länsiranta Kouman pohjoispuolella ja Kokonojan eteläpuolella olevan niemen välillä 700 m matkalla on suhteellisen nopeasti syvenevää. Kelluslehtisvyöhyke on rannan muodon takia jokseenkin kapea, mutta kuitenkin lähes yhtenäinen koko matkalla. Vyöhykkeessä kasvaa ulpukkaa, monin paikoin siimapalpakkoa sekä seoslajina uistinvitaa. Yhdessä poukamassa on laajahko vesitatarkasvusto, ja poukaman rantamilla on saraikkoo. Pystykeiholehteä tavataan yksittäin. Uposlehtisiä tavataan rentovihvilää ja ahvenvitaa yleisinä, joskaan ei runsaina. Nuottaruohoa tavataan yleisenä rannan tuntumassa olevien kivien ja karien ympärillä ja muilla kovapohjaisilla rannoilla.

Kokonojan ja Mertsaaressa välinen osuus

Kokonojan lahti ja kaksi seuraavaa lahtea Mertsaaressa suuntaan ovat edellistä rantaosuutta loivempia, joten vesikasvivyöhykkeetkin muodostuvat leveämmiksi. Kaikkien lahtien perukat ovat järviruokokasvustojen peitossa. Keskimmaisessä lahdessa on erotettavissa Lukujärven lähes ainoa kortteikko, joka sekään ei ole

kovin laaja. Järvikaislaa kasvaa samassa lahdessa hyvin harvana yhdessä kelluslehtisten (ulpukan) kanssa. Kelluslehtisvyöhykkeen muodostavat ulpukka ja siimapalpakko, jota kasvaa uloimpana yhdessä ahvenvidan kanssa.

Uposlehtisiä näissä lahdissa ovat rentovihvilä ja ahvenvita. Rentovihvilää kasvaa rannan tuntumassa mattomaisina ja pintaan ulottuvina kasvustoina aivan Kokonojan suun molemmin puolin järviruokokasvustojen vieressä. Myös keskimmaisessa lahdessa on runsaasti rentovihvilää. Nuottaruohoa kasvaa niemien nokissa ja karien ympärillä.

Pohjoispään lahdet

Lukujärven pohjoispäässä voidaan erottaa kolme matalaa ja laajaa lahtea. Näistä läntisin sijoittuu Mertsaaaren ja Lamminjärven väliselle alueelle.

Läntisin lahti on kasvillisuudeltaan melko rehevää. Lahden edustalla Mertsaaaren kohdalla on Lukujärven laajin järviruokokasvusto (n. 2,5 ha). Ruovikon vieressä runsaskarikkoisella alueella on huomattavan laajalti nuottaruohoa, ja kasvuston ulkopuolella järven selälle päin siimapalpakkoa.

Ulpukka on lahdella runsas, ja lisäksi tavataan runsaanpuoleisesti pohjanlummetta ja jonkin verran uistinvitaa. Keskellä lahtea on järvikaisla-ulpukkayhdyskunta. Rannempana on Lukujärven ainoa selvärajainen, pitkänomainen ja tiheä järvikaislakasvusto. Lahden rantoja reunustaa järviruokovyö. Muutamain paikoin sen katkaisee kapea luhtaranta, jolla on kurjenjalka- tai saravaltaista kasvillisuutta. Luhdalla kasvaa mm. terttualpia, suoputkea ja hanhenpajua.

Rentovihvilää on massoittain varsinkin lahden lounaisrannan edustalla. Pystykeiholehteä tavattiin muutama verso niemen kärjen tuntumassa ja pikkupalpakkoa niukasti lahden koilliskulmassa ruovikon vieressä melko suojaisessa kohdassa.

Lahden itärannalla tavattiin runsaasti irtokeijujiin luettavia vesikasveja: iso-vesihernettä, jota kasvoi suojaisessa kohdassa aivan ruovikon vieressä, ja rimpive-sihernettä, jota kasvoi ruovikon tyvellä matalassa vedessä ja märällä alustalla. Lisäksi ruovikosta löydettiin kilpukkaa pieneltä alalta. Ruovikon luonnontilassa on ilmeisesti tapahtunut joitakin muutoksia, ja ruovikko on nähtävästi kaventunut. Runsaat vesihernemassat saattaisivat viitata äskettäin suoritettuun kaivamiseen.

Pohjoispään keskimmaisessa lahdessa on järviruokoa vain kapeahkona nauhana koillusrannalla. Lahden perukassa ja Lamminjärvestä tulevan ojan suulla on pienialaisesti kurjenjalkaluhtaa ja jonkin verran rentovihvilää. Lahden keskiosan vesialueen täyttävät lähes kokonaan ulpukka ja siimapalpakko. Runsasravinteisuuden osittajia tässä lahdessa on selvästi vähemmän kuin edellisessä lahdessa, mutta pohjanlummetta esiintyy kuitenkin jokunen yksilö. Vaateliasta pystykeiholehteä esiintyy muutamia vähälukuisia versoryhmiä keskellä lahtea.

Itäisin, Nilvonnokan itäpuolella sijaitseva lahti ei ole kasvilajistoltaan aivan yhtä rehevä kuin läntisin lahti, mutta kasvimassaltaan varmasti yhtä runsaskasvuinen. Tästä pitävät huolen runsaat siimapalpakko ja ulpukka, joiden välistä vapaata vesipintaa ei tahdo löytyä. Pohjanlummetta, joka on runsasravinteisuuden suosija, esiintyy lahdella jonkin verran. Lisäksi löytyi niukasti vesitatarta.

Vaatelias pystykeiholehti kasvaa tässä lahdessa runsaslukuisena. Lahden perukassa on kappaleen matkaa järviruoko-, sara- ja pensaikkokasvillisuutta, mutta muualla ruokokasvustoja ei tapaa. Lahden eteläosasta löytyi myös vaateliaanpuoleista pikkuvitaa ja vähän leveäosmankäämiä. Lahdella ja enenevässä määrin lahden edustalla kasvaa ahvenvitaa sekä rentovihvilää.

Järven pohjoispuoliskon saaret

Saarten ympärillä kasvaa ulpukkaa, nuottaruohoa, ahvenvitaa ja nuottaruohoa. Saarten itäsivut vaikuttavat suojaisemmilta ja runsaskasvisimmilta.

Ristinmäen rannat

Ristinmäen edustalla rantaviiva on jokseenkin suora noin 500 m matkalla. Ranta myös jyrkkenee melko nopeasti, ja se on järven selän tuntumassa altis tuulelle ja aallokolle. Vesikasvivyöhyke onkin muodostunut hyvin kapeaksi. Vesikasvistoon kuuluvat ulpukka, siimapalpakko, ahvenvita, pystykeiholehti ja tummalahnaruoho. Etelämpänä on noin 300 m pitkä kapea ja suojainen lahti, jonka perukassa kasvaa vähän isovesihernettä. Rannoilla on saraikkoa sekä järviruoko- ja vehkakasvustoa. Lahdessa kasvaa myös rantapalpakkoa, pystykeiholehteä, ulpukkaa, ahvenvitaa ja vaalealahnaruohoa. Lisäksi lahden edustalla uloimpana kasvaa siimapalpakkoa.

Itäranta järven kapealla osuudella

Järven kapean keskiosan kohdalla ranta jyrkkenee vielä nopeammin kuin Ristinmäen kohdalla. Tämän rantaosuuden edustalla on myös järven syvin kohta. Vesikasvillisuutta onkin jyrkillä kivikkorannoilla melko vähän tai ei lainkaan. Kasvillisuuteen kuuluvat tummalahnaruoho, nuottaruoho ja vähäiset siimapalpakkokasvustot.

Rantaosuudella on myös pari suojaisempaa poukamaa, joissa kasvaa ulpukkaa. Lisäksi esiintyy vähän pystykeiholehteä ja vesitatarta. Rantaosuuden eteläpäässä on myös järviruokokasvustoa ja ahvenvitaa.

Järven eteläosa

Järven eteläosa on laajalti melko matalaa, ja kasvillisuus muistuttaa ainakin saaren pohjois- ja koillispuolella järven pohjoispään itäistä lahtea, jossa siimapalpakko ja ulpukka ovat hyvin peittäviä. Niiden lisäksi tavataan ainakin ahvenvitaa. Särkijärvestä tulevan ojan suulla kasvillisuus muuttuu enemmän rehevyyttä osoittavaan suuntaan. Ojan suun tuntumassa on hyvin tiheää pystykeiholehtikasvustoa, ratamosarpiota ja rentovihvilää. Ojan vedenpinnan peittävät kokonaan tiheät pikkulimaska- ja kilpukkakasvustot. Lisäksi ojassa kasvaa runsaasti vehkaa. Pikkulimaskaa ja kilpukkaa tavataan vähäisessä määrin vielä muutaman kymmenen metrin päästä ojan suusta olevalta luhtamaiselta rannalta. Tällä rannalla kasvaa kurjenjalkaa, viiltosaraa ja vähän järviruokoa.

Saaren kaakkoispuolen luhdassa kasvaa kurjenjalan ja viiltosaran lisäksi terttualpia, luhtavuohennokkaa, suoputkea, tummarusokkia ja rantaleinikkiä. Luhdan edustalta ja läheltä löytyy myös vähän leveäosmankäämiä, järvikaislaa, järvikortetta, pystykeiholehteä, vesitarta, uistinvitaa, rentovihvilää, ahvenvitaa ja isovesihernettä. Valtalajeina saaren ja luhdan välisellä vesialueilla ovat kuitenkin ulpukka ja siimapalpakko. Länsirannalla kasvaa järviruokoa noin 200 metrin matkalla.

Saaren ympäristössä kasvaa melko runsaasti nuottaruohoa. Saaren itärannan matalassa vedestä tavataan rantapalpakkoa ja kovapohjaisella saaren rannalla rantakasvillisuuteen kuuluvat mm. ranta-alpi, rantakukka ja tervaleppä.

7.2 Särkijärven kasvillisuuden kuvaus

7.2.1 Lajisto

Särkijärveltä kirjattiin ylös 55 vesi- ja rantakasvilajia (taulukko 14). Uhanalaisia tai muita huomionarvoisia lajeja ei tavattu. Kasvillisuusvyöhykkeet on esitetty kuvassa 44.

Ilmaversokasvillisuus

Valtalajeina ilmaversoisista ovat järviruoko sekä kapea – ja leveäosmankäämi. Laajimmat järviruokokasvustot sijaitsevat järven matalassa pohjoisosassa, Koumanpuhdissa, sen eteläpuolella ja Himminperän lahdessa. Muualla kasvustot ovat kapeita, hajanaisia ja harvahkoja.

Muut mainittavimmat Särkijärven ilmaversoiset ovat järvikaisla, järvikorte, rantapalpakko, pystykeiholehti, ratamosarpio, kurjenmiekka ja sarat. Järvikaislaa tavataan vain Koumanpuhdin eteläpuolella. Järvikorte ei muodosta lainkaan selviä kasvustoja. Pystykeiholehteä ja ratamosarpiota esiintyy vähän Koumanpuhdissa, ja rantapalpakkoa myös järven muissa osissa. Saroista mainittavimmat ovat viilto- ja pullosara. Kurjenmiekkää esiintyy vain yksittäin.

Kelluslehtiset vesikasvit

Kelluslehtisistä runsaimmat ja peittävimmat ovat ulpukka ja siimapalpakko. Lähes yhtenäinen, enimmäkseen kuitenkin melko kapea ulpukkavyö kiertää järven ympäri. Vain avonaisimmilta, jyrkimmiltä ja syvimmiltä rannoilta se näyttää puuttuvan. Tavallisesti ulpukkavyön ulkopuolella kasvavaa siimapalpakkoa tavataan hajanaisemmin. Uistinvitaa kasvaa jonkin verran eri puolilla järveä ulpukoiden seassa. Lisäksi pohjanlumme kuuluu järven vesikasvistoon.

Uposlehtiset vesikasvit

Särkijärven uposlehtisiä vesikasveja ovat rentovihvilä, tylppälehtivita ja ahvenvita. Rentovihvilää tavattiin runsaimmin Koumanpuhdin eteläpuolelta sekä paikoin etelämpää järven länsirannalta. Reheväkasvuisessa Koumanpuhdissa tavattiin melko runsaasti tylppälehtivitaa ja niukasti ahvenvitaa. Hieman erikoiselta vaikutti, että ahvenvitaa tavattiin vain täältä, eikä lainkaan järven muista osista.

Pohjalehtiset vesikasvit

Särkijärven pohjalehtisiä vesikasveja edustavat nuottaruoho, tummalahnaruoho, vaalealahnaruoho ja rantaleinikki. Nuottaruoho on melko runsas etenkin järven keskiosan rantavesissä. Koumanpuhdist ja muista rehevimmistä lahdenperukoista laji puuttuu. Avonaisimmilta rannoilta nuottaruohon läheltä löytää yleisesti myös tummalahnaruohoa. Nuottaruohon ja tummalahnaruohon suhteellinen runsaus ja yleisyys ovat hyvä merkki järven tilasta.

Rantaleinikkiä tavataan sieltä täältä matalasta rantavedestä ja vesirajasta, missä korkeammat ruohot eivät sitä varjosta. Havainnot vaalealahnaruohosta rajoittuivat pariin vähäkasviseen pehmeäpohjaisempaan lahdenperukkaan. Mahdollisesti Särkijärven vesikasvistoon kuuluu hyvin niukkana myös jokin vesirikkolaji (*Elatine sp.*), mutta epäillyt yksilöt jäivät tarkemmin määrittämättä.

Irto kellujat

Irto kellujista Särkijärvellä tavattiin kilpukkaa. Sitä esiintyy vain Koumanpuhdin pohjoispäässä suojaisalla paikalla.

7.2.2 Kasvillisuus osa-alueittain

Uimarannan alue

Uimarannalla kasvaa siimapalpakkoa, nuottaruohoa sekä hieman ulpukkaa ja rannassa vähän järviruokoa. Muualla uimarannan ja Hepoluodon välisellä lahdella ulpukka on selvästi runsain laji, etenkin pienten lahtien perukoissa, ja alueen seuraavaksi runsaimmat lajit ovat siimapalpakko ja nuottaruoho. Järviruokokasvustot jäävät harvoiksi ja järvikortetta tavattiin vain muutamia korsia. Alueella tavattiin myös viiltosaraa sekä pienillä luhtareunuksilla kurjenjalkaa ja vehkaa.

Hattulanpuhti ja Isovuori

Hattulanpuhdin rannoilla kasvaa melko runsaasti ulpukkaa. Lisäksi näillä alueilla tavataan osmankäämiä ja järviruokoa. Rantavedessä kasvaa myös rantapalpakkoa ja rannoilla kurjenmiekkää. Lahden perukasta ulapalle päin mentäessä ulpukka harvenee, ja rantavedessä kasvaa siimapalpakkoa ja nuottaruohoa sekä vesirajassa rantaleinikkiä.

Isovuoren pohjoiseen suuntautuvilla ja järven ulapan tuntumassa olevilla avonaisilla ja enimmäkseen kivikkoisilla rannoilla kasvillisuus ei ole kovin runsasta. Ulpukkaa tavataan kapeana katkeilevana vyönä. Kivikkorannoilla tummalahnaruoho on melko runsas, samoin nuottaruoho.

Himminperä ja Luoto

Himminperän koillispuoleisessa lahdessa kasvaa ulpukkaa, vähän uistinvitaa, rentovihvilää, järviruokoa, saroja, rantaleinikkiä, vaalealahnaruohoa ja nuottaruohoa. Lahden pohjoispuolella oleva noin 300-400 m rantaosuus on erityisen vähäkasvistä aluetta.

Himminperän lahden kasvillisuus on melko yksipuolista. Lahden perukassa on laaja järviruokokasvusto ja sen edustalla ulpukkaa, joka peittää suuren osan lahdesta. Myös Luodon länsipuolinen lahti on ulpukkakasvuston peittämä. Uistinvitaakin esiintyy hieman ja lahden perukassa kasvaa järviruokoa ja saroja.

Järven länsiranta

Järven länsiranta Luodon länsipuolen lahdesta noin 1,2 kilometriä pohjoiseen on melko suoraa osuutta, ilman mainittavia lahdenpoukamia. Ulpukkaa esiintyy yhtenäisenä vyönä jokseenkin koko osuudella. Nuottaruohoa ja siimapalpakkoa tavataan monin paikoin. Rannoilla näkyy paikoin rytitupsuja ja kurjenmiekkää. Rentovihvilää kasvaa ainakin Lehtoniemen lähellä olevassa pienessä poukamas- sa. Poukaman pohjoispuolella on melko kasviton n. 150 metrin mittainen ranta- osuus.

Koumanpuhdin lounaispuolella on loiva ja matalahko lahti. Sen rannalla on yhtenäinen järviruokokasvusto, joka vaihettuu pohjoispäästään osmankäämikas- vustoksi. Järvikaisla muodostaa tälle alueelle järven ainoan kasvuston. Järvikor- tetta ja ratamosarpiota tavataan hajanaisesti. Kelluslehtisistä ulpukka on laaja-alai-

nen ja seassa esiintyy paitsi uistinvitaa ja siimapalpakkoa myös pohjanlummetta. Rentovihvilää on runsaasti lahden rannasta sen edustalla olevalle pikkusaarelle asti. Nuottaruohoa on runsaasti myös saaren ympäristössä sekä lahden eteläpään vähäkasvisemmalla ja avoimella karilla. Tällä kohdalla kasvaa myös rantaluikkaa.

Koumanpuhti

Koumanpuhti on osa-alueista selvästi rehevin. Kasvilajiston osoittama rehevyys on suurinta lahden pohjoispäässä. Vesialueella tavataan runsaanpuoleisesti ulpukkaa, vähemmän uistinvitaa sekä rannempana rantapalpakkoa. Kokonaan kasvustot eivät lahtea kuitenkaan peitä, vaan avonaisempaakin vesipintaa löytyy, eikä vesikasvimassaa kerry erityisen runsaasti. Runsaskasvisuuden vaikutelmaa lisäävät kuitenkin eri puolilla lahtea tavattavat melko leveät luhta-alueet. Lahden etelärannan luhtareunuksella on ohut kapeaosmankäämivyö sekä kurjenjalkaa, pullosaraa, luhtavillaa, vehkaa, raatetta, rantamataraa, isokarpaloa, riippasaraa ja rahkasammalia (mm. okarahkasammal).

Koumanpuhdin pohjoisrannalla on kurjenjalkaluhtaa, runsaasti vehkaa ja osmankäämejä. Rannan itäpäässä ja keskivaiheilla on 2-3 metrin levyinen kapeaosmankäämivyö ja länsipäässä tätä laajempi (noin 10 m) leveäosmankäämivyöhyke. Alue on mosaiikkimaista, allikkoista ja vaikeakulkuista, eikä ojansuuta voinut hahmottaa selvästi runsaan kasvillisuuden seasta. Rannalla kasvaa pajua ja järviruokoa, ja vesipinnoissa sekä osmankäämivyöhykkeessä tavataan runsaasti kilpukkaa, joka on selvästi runsasravinteisuuden osoittaja. Koska kilpukkaa oli runsaasti etenkin ojan suulla, kyse ei ole pelkästään paikan luontaisesta rehevyydestä vaan ylimääräisiä ravinteita tulee ylempää ojaveden mukana. Lahden pohjoispään tuntumassa kasvaa myös pohjanlummetta, tyllpälehtivitaa, ahvenvitaa, ratamosarpiota ja pystykeiholehteä.

Koumanpuhdin länsirannalla on järviruokokasvustoja, ja niiden takana saraikkoa. Särkijärven laskuojan alkuosa on kasvillisuudesta vapaa. Koumanpuhdin eteläosassa ja lahden suulla on ruokokasvustojen lisäksi myös pitkä osmankäämivyö.

Koumanpuhti – Levonnokankallio

Koumanpuhdin kaakkoispuolella Särkijärven ranta on jokseenkin vähäkasvista. Mainittavaa vesikasvillisuutta on vasta pienen saaren ja mantereen välillä, jossa kasvaa ulpukkaa ja nuottaruohoa. Saaren rannassa kasvaa rantaleinikkiä.

Levonnokankallion pohjoispuolen lahdessa on melko runsaasti ulpukkaa. Lisäksi tavataan siimapalpakkoa, rantapalpakkoa, järvikortetta ja nuottaruohoa. Lahden perukassa on 5-10 metriä leveä järviruokovyö, jonka takana kasvaa vehkaa. Kapealla luhtareunuksella kasvaa puolestaan kurjenjalkaa, suoptkea, suorvokkia, ranta-alpia, rantamataraa, rantayrttiä, rantaminttua, luhtavuohennokkaa, rantakukkaa, kurjenmiekkää sekä pullo- ja tähtisaraa.

Levonnokankallion kohdalla ranta on jyrkkä, eikä kasveja näy ainakaan pinnalle asti. Irallaan kelluvana nähtiin kuitenkin tummalahnaruohoa, joka tosin on voinut ajautua paikalle muualtakin.

7.3 Kasvillisuus järvien tilan ilmentäjänä

7.3.1 Lukujärvi

Lukujärvellä on laajoja matalia lahtia ja vesialueita, joilla kasvillisuus on runsasta. Mataluus korostaa runsasravinteisuutta. Lukujärvi vaikuttaa äkkiseltään kasvillisuuden puolesta Särkijärveä rehevöityneemmältä, mutta ero saattaa johtua järvi-altaiden erilaisesta muodosta. Särkijärvellä laajoja matalia lahtia edustaa vain Koumanpuhti, kun taas Lukujärven pohjoispää ja suuri osa eteläpäästä ovat matalaa vesialuetta, jossa rehevöitymisen merkit näkyvät herkemmin. Rehevöitymiskehityksen selvittäminen edellyttäisi kuitenkin myös selvityksiä kasvillisuudesta aikaisemmilta vuosikymmeniltä.

Puhtaan veden ilmentäjistä Lukujärvellä esiintyy etenkin nuottaruohoa. Lajia esiintyy usein runsainakin kasvustoina järven eri osissa, joten pitkälle rehevöitynyt Lukujärvi ei ole. Lisäksi tavattiin lahnaruohoja, mutta niitä ei esiintynyt yhtä runsaasti kuin Särkijärvellä. Pohjalla mahdollisesti syvemmällä esiintyvät kasvustot ovat saattaneet jäädä kuitenkin havaitsematta.

Järven pohjoispään runsas kasvillisuus ilmentää enimmäkseen järven mataluutta, mutta alueelta löytyy myös rehevöitymisen merkkejä. Rehevöitymisestä kertovia lajeja ovat mm. vesiherneet, kilpukka ja pohjanlumme. Lisäksi vaateliaan pystykeiholehden runsaus kertonee rehevöitymisestä.

Myös Lukujärven eteläpäässä kasvillisuus kertoo ainakin paikallisesti runsasravinteisuudesta. Särkijärvestä laskevan ojan suulla ja ojassa kasvaa runsaasti pikkulimaskaa ja kilpukkaa. Muualta kuin ojan suun läheltä näitä voimakkaan rehevyyden merkkejä ei löydetty.

Kasvillisuuden yleispiirteiden perusteella Lukujärven nykytila on melko hyvä. Rehevien ja rehevöityneiden vesien lajeja esiintyy varsin suppealla alalla, ja toisaalta puhtaan veden ilmentäjien kasvialueet ovat melko laajoja. Mökkiläisten havaintoja pystykeiholehden lisääntymisestä voidaan pitää ainakin lievänä merkinä rehevöitymisestä ja vesistön tietynlaisesta hitaasta nuhraantumisesta.

7.3.2 Särkijärvi

Särkijärvellä vesikasvivyöhyke on useimmilla rannoilla suhteellisen kapea. Rannat syvenevät melko nopeasti ulapalle päin mentäessä, joten veden syvyys rajoittaa monien vesikasvien levittäytymistä järven selän suuntaan. Melko runsaasti kasvillisuutta on kuitenkin matalahkossa Koumanpuhdissa, joka on nähtävästi jokseenkin suljettu ja erillinen allas Särkijärven pääaltaan kyljessä.

Suurella osalla Särkijärven rannoista vallitsevat puhtaan veden ilmentäjät nuottaruoho ja lahnaruohot. Niiden yleisyys ja runsaus osoittavat järven tilan olevan suhteellisen hyvän. Rannat eivät ole laajalti liettyneet, vaikka alkavaa rehevöitymistä olisikin paikoin havaittu. Mm. veden kirkkauden puolesta järven syvemmät keskiosatkin saattaisivat soveltua tummalahnaruohon kasvialustaksi. Valoa riittänee lähes syvimmissäkin kohdissa, mutta pohjan pehmeys ja sedimenttikerros rajoittanevat lajin esiintymistä. Asiaa ei tutkittu kasvillisuuskartoituksen yhteydessä.

Matalissa lahden pohjukoissa vallitsevat pehmeää pohjaa suosivat lajit, kuten ulpukka. Enimmäkseen nämä lahdenperukat ovat melko vähälajisia ja karuhkon oloisia. Lahdista puuttuvat puhtaan veden pohjaruohot, mutta myöskään kaikkein voimakkaimpia rehevyyden osoittajia niistä ei löydy. Ainoastaan Koumanpuhti tekee tässä mielessä poikkeuksen ja eroaa järven muista osista. Kou-

manpuhdin rehevyyttä ilmentävät mm. kilpukka, tylppälehtivita ja pohjanlumme sekä osmankäämik kasvustot. Kasvupaikka on luontaisestikin jokseenkin rehevä ja mataluuden vuoksi kasvillisuudelle sopiva, mutta tiettyjen lajien runsaus kertonee myös ylimääräisestä ravinnelisäyksestä.

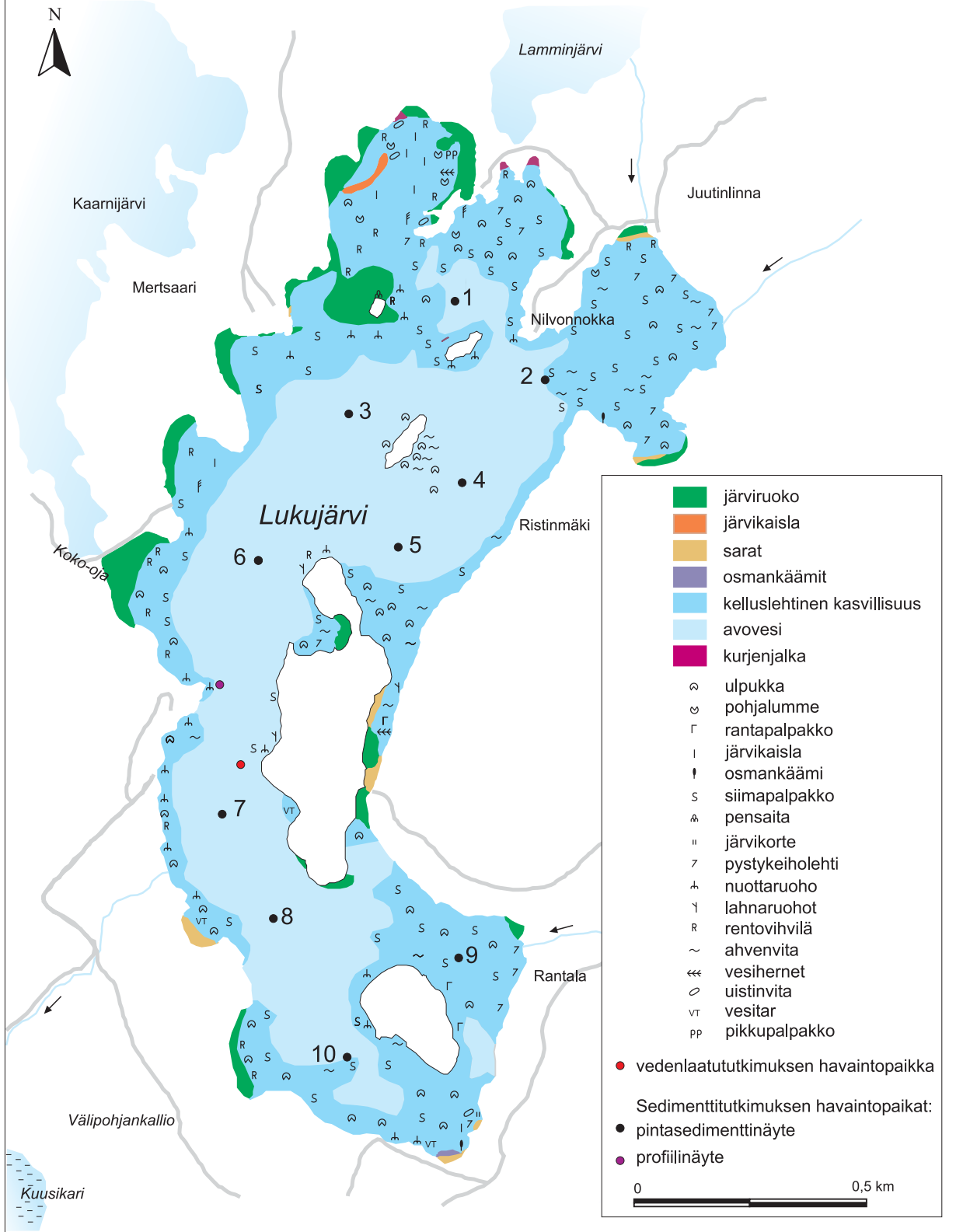
Taulukko 14. Luku- ja Särkijärvellä tavatut kasvilajit.

	Lukujärvi	Särkijärvi
Ahvenvita (<i>Potamogeton perfoliatus</i>)	x	x
Haapa (<i>Populus tremula</i>)	-	x
Halava (<i>Salix pentandra</i>)	-	x
Hanhenpaju (<i>Salix repens</i>)	x	-
Hieskoivu (<i>Betula pubescens</i>)	-	x
Isokarpalo (<i>Vaccinium oxycoccus</i>)	-	x
Isovesiherne (<i>Utricularia vulgaris</i>)	x	-
Jouhivihvilä (<i>Juncus filiformis</i>)	-	x
Juolukka (<i>Vaccinium uliginosum</i>)	-	x
Järvikaisla (<i>Schoenoplectus lacustris</i>)	x	x
Järvikorte (<i>Equisetum fluviatile</i>)	x	x
Järviruoko (<i>Phragmites australis</i>)	x	x
Kapeaosmankäämi (<i>Typha angustifolia</i>)	-	x
Kilpukka (<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>)	x	x
Kurjenjalka (<i>Potentilla palustris</i>)	x	x
Kurjenmiekkä (<i>Iris pseudacorus</i>)	x	x
Leveaosmankäämi (<i>Typha latifolia</i>)	x	x
Luhtarölli (<i>Agrostis canina</i>)	-	x
Luhtavilla (<i>Eriophorum angustifolium</i>)	-	x
Luhtavuohennokka (<i>Scutellaria galericulata</i>)	x	x
Nuottaruoho (<i>Lobelia dortmanna</i>)	x	x
Okarahkasammal (<i>Sphagnum squarrosum</i>)	-	x
Paatsama (<i>Rhamnus frangula</i>)	-	x
Pikkulimaska (<i>Lemna minor</i>)	x	-
Pikkupalpakko (<i>Sparganium natans</i>)	x	-
Pikkuvita (<i>Potamogeton berchtoldii</i>)	x	-
Pohjanlumme (<i>Nymphaea alba ssp. candida</i>)	x	x
Pullosara (<i>Carex rostrata</i>)	x	x
Pystykeiholehti (<i>Sagittaria sagittifolia</i>)	x	x
Raate (<i>Menyanthes trifoliata</i>)	-	x
Rahkasammalet (<i>Sphagnum sp.</i>)	x	x
Ranta-alpi (<i>Lysimachia vulgaris</i>)	x	x
Rantakukka (<i>Lythrum salicaria</i>)	x	x
Rantaleinikki (<i>Ranunculus reptans</i>)	x	x
Rantaluikka (<i>Eleocharis palustris</i>)	x	x
Rantamatar (<i>Galium palustre</i>)	x	x
Rantaminttu (<i>Mentha arvensis</i>)	-	x
Rantapalpakko (<i>Sparganium emersum</i>)	x	x
Rantayrtti (<i>Lycopus europaeus</i>)	-	x
Ratamosarpio (<i>Alisma plantago-aquatica</i>)	x	x
Rentovihvilä (<i>Juncus supinus</i>)	x	x
Riippasara (<i>Carex magellanica</i>)	-	x
Rimpivesiherne (<i>Utricularia intermedia</i>)	x	-
Rönsyrölli (<i>Agrostis stolonifera</i>)	x	x
Röyhvihvilä (<i>Juncus effusus</i>)	x	x

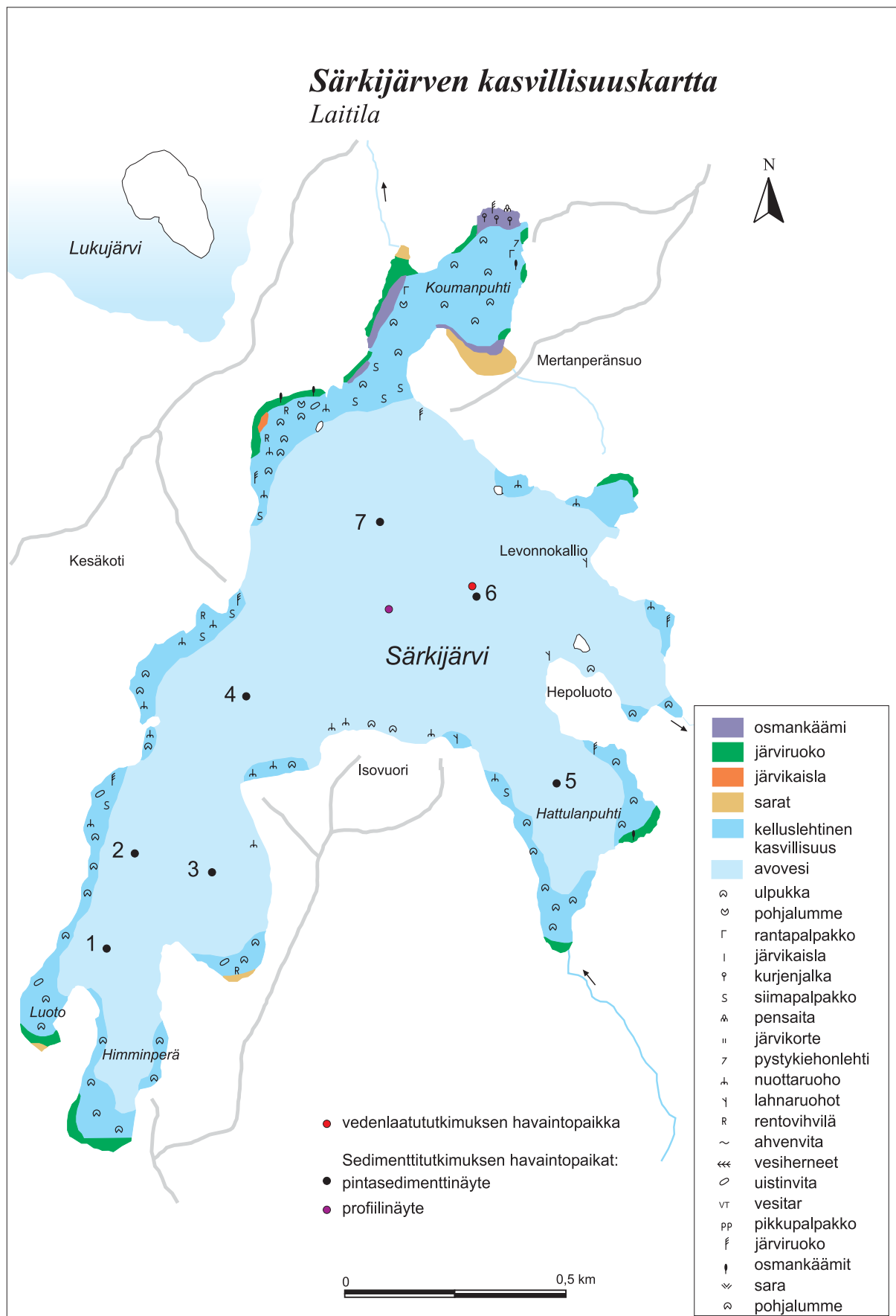
	Lukujärvi	Särkijärvi
Siiimapalpako (<i>Sparganium gramineum</i>)	x	x
Suo-orvokki (<i>Viola palustris</i>)	-	x
Suopursu (<i>Ledum palustre</i>)	-	x
Suoputki (<i>Peucedanum palustre</i>)	x	x
Terttualpi (<i>Lysimachia thysiflora</i>)	x	-
Tervaleppä (<i>Alnus glutinosa</i>)	x	x
Tuhkapaju (<i>Salix cinerea</i>)	-	x
Tummalahnaruoho (<i>Isoëtes lacustris</i>)	x	x
Tummarusokki (<i>Bidens tripartita</i>)	x	x
Tylppälehtivita (<i>Potamogeton obtusifolius</i>)	-	x
Tähtisara (<i>Carex echinata</i>)	-	x
Uistinvita (<i>Potamogeton natans</i>)	x	x
Ulpukka (<i>Nuphar lutea</i>)	x	x
Vaalealahnaruoho (<i>Isoëtes echinospora</i>)	x	x
Vehka (<i>Calla palustris</i>)	x	x
Vesitatar (<i>Persicaria amphibia</i>)	x	-
Viiltosara (<i>Carex acuta</i>)	x	x
Virpapaju (<i>Salix aurita</i>)	-	x
Yhteensä	42	55

Lukujärven kasvillisuuskartta

Laitila



Kuva 43. Lukujärven kasvillisuusvyöhykkeet sekä vedenlaatu- ja sedimenttitutkimusten havaintopaikat.



Kuva 44. Särkijärven kasvillisuusvyöhykkeet sekä vedenlaatu- ja sedimenttitutkimusten havaintopaikat.

Toimenpide-ehdotukset

8.1 Lukujärven ja Särkijärven nykytila

Sekä Lukujärven että Särkijärven tila on kaiken kaikkiaan melko hyvä. Vedenlaatu on hyvä, osin jopa erinomainen, mikä näkyy myös vesikasvilajistossa puhtaan veden ilmentäjien yleisyytenä. Hajakuormitus, erityisesti suuri vapaa-ajan asuntojen määrä ja maatalous, on kuitenkin tuonut järviin lisäravinteita, ja molemmissa järvissä vedenlaatu näyttää 1990-luvun loppupuolelle saakka hitaasti heikentyneen. Aivan viime vuosina suuntaus on pysähtynyt.

Paikallisten asukkaiden mukaan erityisesti Lukujärvessä kasvillisuus on lisääntynyt ja yksipuolistunut. Muun muassa kasvilajiston muutokset ja limoittumisen lisääntyminen ovatkin merkkejä hitaasta rehevöitymiskehityksestä. Lukujärvessä on lisäksi rehevöityneille järville tyypillinen kalastorakenne.

8.2 Kuormituksen vähentäminen

Koska Lukujärven ja Särkijärven tila on vielä melko hyvä, voi järviin tulevan kuormituksen vähentäminen olla riittävä hoitotoimenpide ylläpitämään järvien hyvää tilaa. Rehevöitymiskehityksen katkaiseminen tässä vaiheessa on tärkeää, sillä myöhemmin, jos järvien sietokyky on jo ylittynyt ja niiden tila heikentynyt, vaatii kunnostus huomattavasti enemmän aikaa ja resursseja. Reagoimalla jo rehevöitymisen ensioireisiin voidaan Lukujärven ja Särkijärven tila säilyttää hyvänä jatkossakin.

Toki myös järveen kohdistuvat kunnostustoimet, kuten esim. tehokalastus tai liiallisen kasvillisuuden poistaminen, voivat parantaa järven tilaa ja virkistyskäyttöedellytyksiä, mutta kunnostuksen vaikutus jää helposti paikalliseksi ja lyhytaikaiseksi, ellei kuormitusta samaan aikaan vähennetä. Rehevöitymisen pysäyttämiseksi ja esim. leväkukintojen ehkäisemiseksi kuormituksen vähentäminen on ainoa keino.

Kuormitusselvityksessä erityisesti vapaa-ajan asutuksen ja maatalouden kuormitus arvioitiin merkittäväksi. On kuitenkin tärkeää vähentää kuormitusta myös kaikista muista lähteistä. Jokaisen ihmisen toimet, pienetkin, vaikuttavat järven tilaan ja kuormituksen määrään - erityisesti lähellä, omassa rannassa.

8.2.1 Vakinainen ja vapaa-ajan asutus

Ympäristöministeriön asettama työryhmä julkaisi vuonna 2001 ehdotuksen ympäristönsuojelulain 18§:n nojalla annettavaksi asetukseksi talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (Ympäristöministeriö 2001). Asetusluonnoksessa on määritelty talousjätevesille puhdistusvaatimukset, joiden tasolle myös vanhojen kiinteistöjen jätevesien käsittely on parannettava 10 vuoden siirtymäajan kuluessa. Uusia kiinteistöjä määräykset koskevat heti asetuksen tul-

lessa voimaan vuonna 2003. Jotta asetuksen puhdistusvaatimukset täyttyisivät, jätevesien käsittelyn tehostaminen on tarpeen Lukujärven valuma-alueella osassa vakinaisesti asutuista talouksista ja vapaa-ajan asunnoista.

Käytännössä asetuksen puhdistusvaatimukset merkitsevät sitä, että talousjätevedet on käsiteltävä asianmukaisesti saostuskaivoissa ja sen jälkeen maapuhdistamossa tai pienpuhdistamossa. Järjestelmän tulee toimia niin, että asetetut puhdistusvaatimukset täyttyvät. Kiinteistöillä, joilla ei ole vesikäymälää, ja veden käyttö on vähäistä (vesi kannetaan käyttökohteisiin), eikä ilmeistä pinta- tai pohjaveden pilaantumisvaaraa ole, voidaan jätevedet imeyttää maaperään. Puhdistamattomia jätevesiä ei saa johtaa missään tapauksessa suoraan vesistöön.

Myös jätevesienkäsittelyjärjestelmien hoitoon ja huoltoon kiinnitetään asetuksessa erityistä huomiota. Kiinteistönomistajan tulee huolehtia mm. saostuskaivojen tyhjentämisestä riittävän usein sekä järjestelmän toimivuudesta ja sen valvonnasta. Jätevesien käsittelymenetelmää valittaessa tai parannettaessa on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota myös suunnitteluun ja oikein suoritettuun asentukseen. Apuna kannattaa käyttää asiantuntijoita, sillä riittämätön suunnittelu ja asennusvirheet voivat heikentää merkittävästi järjestelmän toimivuutta (Kujala-Räty & Santala 2001).

Erityisesti vapaa-ajan asutuksessa jätevesien määrää ja käsittelytarvetta voi vähentää oleellisesti kuivakäymäläratkaisulla, jossa syntyvät jätteet kerätään ja hyödynnetään kompostoituna. Käymälän sijoituksessa on muistettava myös huomioida riittävä etäisyys rantaviivasta ja varmistettava, ettei valumia ympäristöön tapahdu.

Lukujärven valuma-alueella kannattaa selvittää myös mahdollisuudet jätevesien keskitettyyn käsittelyyn. Erityisesti järvien rannoilla asunnot sijaitsevat lähellä toisiaan, joten useamman asunnon jätevesien käsittely samassa järjestelmässä voisi olla järkevää.

8.2.2 Maatalous

Vuonna 2000 voimaan tullut täydentävä nitraattidirektiivi kumosi, 219/1998 ja 907/1999 koskeneet aikaisemmat valtioneuvoston päätökset. Direktiivi sisältää muun muassa lannoitteiden ja lannan levitysaikaa ja -määriä koskevia määräyksiä ja suosituksia, joiden huomioimisella voidaan vähentää ravinteiden huuhtoutumista pelloilta vesistöihin. Lisäksi maatalouden ympäristötuen perustuen ja alueelle soveltuvien erityistukimuotojen toimenpiteillä voidaan vähentää vesistökuormitusta. Muun muassa näillä toimenpiteillä on jo todettu olevan positiivista vaikutusta viljelykäytäntöihin ja vesistökuormituksen määrään (Palva ym. 2001; Anonyymi 2002).

Myös jatkossa viljelyn aiheuttaman kuormituksen vähentämiseksi on tärkeää toimia tavanomaisen hyvän viljelykäytännön mukaisesti ja huomioida kaikissa toimenpiteissä vesiensuojelua koskevat ohjeet ja määräykset. Erityisesti ympäristötukijärjestelmän mahdollisuuksia kannattaa hyödyntää tehokkaasti. Esimerkiksi kaltevilla vesistöön rajoittuvilla pelloilla ja tulville alttiina olevilla alueilla suoja-kaistat ja -vyöhykkeet vähentävät tehokkaasti ravinteiden huuhtoutumista. Tasaisilla alueilla taas esim. säätösalaajituksella voidaan tehostaa ravinteiden hyödyntämistä. Lisäksi pelto- ja metsäalueilta vesistöön johtaviin uomiin voidaan rakentaa laskeutusaltaita ja kosteikkoja, jotka pidättävät kiintoainesta ja ravinteita.

Ympäristötukijärjestelmän tehokkaan hyödyntämisen edistämiseksi Kotijärvet kuntoon –projektin kohdejärvien valuma-alueilla on käynnistetty keväällä 2002 neuvontahanke, jossa viljelijöitä opastetaan vesiensuojeluun ja ympäristötukijärjestelmään liittyvissä kysymyksissä. Neuvontakäynneillä kartoitetaan yhdessä vil-

jelijän kanssa maastossa tilan vesiensuojelullisesti ja maisemallisesti tärkeät kohdet sekä toimenpiteiden tarve ja mahdollisuudet. Tarvittaessa opastetaan myös tukihakemusten laadinnassa. Samassa yhteydessä kartoitetaan myös viljelijöiden kiinnostusta laatia lohkokohtaisia ravinnetaselaskelmia. Ravinnetaselaskelmat ovat viljelijän apuvälineitä, joiden avulla voidaan arvioida ravinneylijäämiä ja vesistökuormitusta sekä suunnata toimenpiteitä kriittisimmille alueille.

8.2.3 Metsätalous

Metsämailta tulevan perushuhtouman lisäksi erilaiset metsätaloustoimenpiteet aiheuttavat vesistökuormitusta. Metsätalouden kuormitus on luonteeltaan epä-säännöllistä, koska sen määrä vaihtelee valuma-alueella yhtäaikaisesti tehtyjen toimenpiteiden laadusta ja määrästä riippuen.

Metsälaki ja metsäsertifiointi edellyttävät tiettyjä vesiensuojelutoimia metsätaloustoimenpiteiden yhteydessä. Lukujärven valuma-alueella metsänomistajien, toimenpiteiden suunnittelijoiden ja metsäkoneenkuljettajien tulisi kiinnittää erityistä huomiota vesiensuojeluun ja huomioida kaikissa toimenpiteissä vesiensuojeluohjeet (esim. Joensuu & Kokkonen 1992; Hänninen ym. 1995; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2001).

Vesistökuormitusta pystytään vähentämään merkittävästi mm. töiden huolellisella suunnittelulla, oikealla ajoittamisella ja oikeilla työmenetelmillä. Lisäksi voidaan käyttää erilaisia teknisiä vesiensuojelumenetelmiä. Mikäli mahdollista vesiensuojelua tulisi tarkastella toimenpiteitä suunniteltaessa valuma-aluekohtaisesti, ja ajoittaa esimerkiksi laajat uudistushakkuut ja ojitukset mahdollisuuksien mukaan eri vuosille ja sopivaan vuodenaikaan. Ojituksessa eroosion estämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota ja suunnata ojat oikein. Veden virtausnopeuden pienentämiseksi ojiin voidaan tarvittaessa tehdä pohjapatoja tai pohjapato- ketjuja. Ennen vesien purkamista vesistöön tulisi vesien selkeyttämiseksi käyttää lietekuoppia ja laskeutusaltaita sekä ojittamatta jätettävää suojavyöhykettä, jonka kautta ojitusvedet kulkeutuvat pintavaluntana.

Hakkuuiden ja maanmuokkauksen yhteydessä tulisi kiinnittää huomiota vesistön ja hakkuualueen välisen suojavyöhykkeen riittävyteen. Maaperän rikkoutumista tulee välttää liikuttaessa maastossa raskailla koneilla, sillä ajourien syöpyminen saattaa aiheuttaa liettymishaittoja. Myös kulotuksen ja lannoituksen yhteydessä suojavyöhykkeiden oikea mitoitus ja toimenpiteiden ajoitus on tärkeää.

8.3 Järvien kunnostus ja hoito

8.3.1 Kalavesien hoito

Särkijärvellä suoraan järveen kohdistuvat kunnostustoimet eivät ole tutkimusten mukaan tällä hetkellä tarpeellisia. Lukujärvellä sen sijaan voidaan kokeilla tehoja hoitokalastusta kalastorakenteen tervehdyttämiseksi. Tehokalastuksessa poistuu kalojen mukana järvestä myös huomattava määrä ravinteita, ja samalla särkiin aiheuttama sisäinen kuormitus vähenee.

Toteutetuissa ravintoverkon kunnostuksissa on selvinnyt, että kalaston poiston tulee olla tehokasta ja riittävän pitkäaikaista. Jos kalaston poisto ei ole kyllin tehokasta ja nopeaa, kalasto pystyy vastaamaan voimistuneeseen kalastukseen kiihdyttämällä lisääntymistä ja kasvua. Lukujärvellä voidaan kokeilla sekä keväistä paunettipyyntiä että syksyn nuottapyyntiä. Tehokalastuksissa pyydetyt särki-

kalamassat kannattaa mahdollisuuksien mukaan hyödyntää esimerkiksi rehun raaka-aineena. Toissijaisena vaihtoehtona ovat kompostointi tai kalojen kuljettaminen kaatopaikalle. Tehokalastusten lisäksi ranta-asukkaat voivat itse lisätä kalastusta ja harventaa näin säännöllisesti järven ahven- ja särkikalakantaa.

Samanaikaisesti tehokalastusten kanssa on tärkeää suosia ja lisätä istutuksien Lukujärven petokalakantoja. Monipuolinen ja runsas petokalakanta on suositeltava, jotta vähäarvoisiin kaloihin kohdistuisi jatkossa riittävä saalistuspaine. Istuttamalla esimerkiksi hauen tai kuhan poikasia Lukujärven kalastoa saataisiin myös arvokkaammaksi. Lukujärven rapukanta on erittäin harva, ja järveen voidaankin istuttaa jokirapua kannan vahvistamiseksi. Rapuistutuksilla ei kuitenkaan ole vaikutusta järven tilaan.

Särkijärven kalakanta on lukumääräisesti ahvenkalavaltainen. Järven kalakanta ei ole erityisen tiheä eli ns. vähempiarvoista särkikalaa ei saatu koekalastuksissa huolestuttavissa määrin. Tehopyyntiin ei siten ole tarvetta, mutta särkikalojen säännöllisellä poistolla voitaisiin muuttaa hieman kalakantojen rakennetta ja nostaa saaliiden keskikokoa. Ahvenia ja särkiä on mahdollista poistaa mm. ranta-asukkaiden kotitarvekalastusta lisäämällä. Lisäksi petokalaistutukset ovat sopiva hoitomenetelmä. Särkijärven tyyppiseen järveen sopivat istutuskalaksi esimerkiksi jo siellä esiintyvät hauki ja siika. Särkijärvestä ei saatu koeravutuksissa yhtään rapua. Järvessä on kuitenkin ranta-asukkaiden mukaan ollut aiemmin rapuja. Rapukannan parantamiseksi voidaan Särkijärvellä tehdä sukukypsien jokirapujen istutuksia. Rapuistutuksilla ei kuitenkaan ole merkitystä järven tilan kannalta.

8.3.2 Liiallisen kasvillisuuden poistaminen

Paikallisesti esimerkiksi liiallinen kasvillisuus tai rannan mataluus ja liettyminen saattavat haitata virkistyskäyttöä, vaikka Luku- ja Särkijärven yleinen tila onkin hyvä. Näihin ongelmiin voidaan vaikuttaa kuormitusta vähentämällä, mutta kukin voi omalla rannallaan myös niittää pienialaisesti häiritsevää kasvillisuutta tai ruopata uimarantaa. Pienistäkin ruoppauksista tulee kuitenkin tehdä kuukautta ennen toimenpiteen aloittamista ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Kasvillisuuden niiton yhteydessä kasvijäte tulee aina poistaa vedestä, ja ruoppauksen yhteydessä massojen asianmukaisesta läjityksestä tulee huolehtia. Näin järvestä poistuu ravinteita, eikä muille järvien käyttäjille aiheudu haittaa.

Lukujärvellä kasvillisuus on runsainta matalissa lahdissa järven pohjois- ja eteläpäissä. Näillä alueilla voidaan kasvillisuutta tarvittaessa poistaa laajemmin esimerkiksi niittotalkoin, vaikka ensisijaiseksi kunnostustoimenpiteeksi vesikasvien niitto ei Lukujärvellä soviakaan. Kasvillisuuden niittoon pitää muistaa hankkia myös vesialueen omistajan suostumus. Särkijärvellä kasvillisuutta poistamalla ei voida vaikuttaa koko järven ravinnetaseeseen, eikä laajempaan vesikasvillisuuden poistoon kannata ryhtyä Koumanpuhdissakaan.

Lukujärvellä mahdollinen laajempi kasvillisuuden niitto tulee suunnitella huolellisesti yhteistyössä asiantuntijoiden kanssa, sillä liiallisella kasvillisuuden poistolla saattaa olla myös negatiivisia vaikutuksia (esim. levien runsastuminen ja leväkukinnat). Kaikkea kasvillisuutta ei siis pidä yrittää poistaa, vaan pyrkiä kasvillisuuden ja avoimen vesipinnan vuorotteluun. Erityisesti laajempien niittojen yhteydessä kasvillisuuden poistaminen vedestä on työlästä, mikä kannattaa myös huomioida suunnittelussa.

Parhaiten niitto sopii ilmaversoisille vesikasveille, ja se kannattaa tehdä loppukesällä vedenpinnan tason alapuolelta. Lukujärvellä mahdollisesti niitettävät lajit ovat kuitenkin lähinnä kelluslehtisiin kuuluvia siimapalpakkoa ja ulpukkaa. Kelluslehtinen kasvillisuus ei taannu niiton vaikutuksesta ilmaversoisten lajien tavoin, joten niitto on todennäköisesti toistettava vuosittain. Kannattaa myös

muistaa, ettei niitto sovi kaikille lajeille. Tiettyt lajit saattavat esimerkiksi lisääntyä versonkappaleista. Usein luontainen kehitys johtaa myös niitetyn kasvillisuuden korvaantumiseen muilla lajeilla.

Lukujärven pohjoispäässä on myös ruovikoita, joita voidaan tarvittaessa niittää. Esimerkiksi Mertsaaressa karikkoisella alalla olevaa 2,5 hehtaarin laajuista ruovikkoa voidaan käsitellä, mutta lahtien perukoiden kapeammat ruokovyöt tulisi jättää puskureiksi valuma-alueelta tulevaa kuormitusta vastaan.

8.3.3 Muut toimenpiteet

Kunnostustoimenpiteiden toteuttamisen lisäksi myös järvien tilan säännöllinen seuranta on erityisen tärkeää. Ympäristöviranomaisten Lukujärvellä ja Särkijärvellä kolmen vuoden välein toteuttama seuranta ei aina yksin riitä järvien tilassa tapahtuneiden muutosten havaitsemiseen tai kunnostuksen vaikutusten arviointiin. Sen tueksi tarvitaan myös paikallisten asukkaiden omia havaintoja. Järviseuran toimesta asukkaat ja mökkiläiset voisivat esimerkiksi organisoida tehokkaan seurannan talkoovoimin. Jo aloitetun vedenkorkeuden havainnoinnin lisäksi asukkaat voivat seurata itse mm. näkösyvyyttä, levätilannetta sekä muutoksia kasvillisuudessa ja kalaston rakenteessa. Näin mahdolliset muutokset järven tilassa voidaan havaita jo varhaisessa vaiheessa.

Kirjallisuus

- Ahtela (toim.) 1994: Hämeen maakunnan hajakuormitus selvitys. - Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri, Hämeen liitto, Hämeen maaseutuelinkeinopiiri. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 576.
- Anonyymi 2002: Vesien suojelun tavoiteohjelma 2005 - väliarviointi 2000. - Suomen ympäristökeskuksen ja ympäristöministeriön tiedote. <http://www.vyh.fi/ajankoht/tiedote/ym/tied2002/ym0241.htm>. 8.1.2003.
- Bengtsson, L. & Enell, M. 1986: Chemical analysis. - Teoksessa: Berglund, B., (toim.): Handbook of Holocene Palaeoecology and palaeohydrology. John Wiley & Sons. s. 405-451.
- Gorham, E. & Sanger, J. 1976: Fossilized pigments as indicators of cultural eutrophication in Shagawa Lake, northeastern Minnesota. - Geological Society of America Bulletin 87: 1638 - 1642.
- Häkanson, L. & Jansson, M. 1983: Principles of Lake Sedimentology. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio. 316 s.
- Hieltjes, A. ja Lijklema, L. 1980. Fractionation of inorganic phosphates in calcareous sediments. - Journal of Environmental Quality 9(3): 405-407.
- Hänninen, E., Kärhä, S. & Salpakivi - Salomaa, P. 1995: Metsätalous ja vesien suojelu. Vesien ja vesiluonnon suojelu metsätalouden töissä. - Metsätehon opas. Metsälautakunnat. 23 s.
- Joensuu, S. & Kokkonen, J. 1992: Metsätalouden vesien suojelu. - Metsäkeskus Tapio. Opas, 32s.
- Krogerus, K., Bilaletdin, Ä., Kiukas, R., Saxen, R. & Karling, M. 1996: Vesijärven kuormitus selvitys. - Alueelliset ympäristöjulkaisut 10. Hämeen ympäristökeskus.
- Kujala-Räty, K. & Santala, E. (toim.) 2001: Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen. Hajasampo-projektin loppuraportti. - Suomen ympäristö 491. 299 s.
- Lehtonen, K. 1991: Laitilan vesistöjen yleisselvitys. - Lounais-Suomen vesien suojeluyhdistys r.y., Turku. Moniste, 25 s. + liitteet.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2001: Hyvän metsänhoidon suosituksat. - Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisu 13/2001. 95 s.
- Murphy, J. ja Riley, J. 1962: A modified single solution method for the determination of phosphorus in natural waters. - Analytica Chimica Acta 27: 31-36.
- Palva, R., Rankinen, K., Granlund, K., Grönroos, J., Nikander, A. & Rekolainen, S. 2001: Maatalouden ympäristöjen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995-1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. - Suomen ympäristö 478. 92 s.
- Puustinen, M. 1995: Peltojen ominaisuudet ja vesien suojelutavoitteet. - Vesitalous 5/1995.
- Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. 1992: Maatalous ja vesien tila. - Maveron loppuraportti Maatalous ja vesien kuormitus -projekti, Luonnonvaraneuvosto, Maa- ja metsätalousministeriö. Luonnonvarajulkaisut 15.
- Sanger, J. ja Crowl, G. H. 1979: Fossil Pigments as a Guide to the Paleolimnology of Browns lake, Ohio. - Quaternary research, vol. 11 (3): 342-352.
- Sanger, J. ja Hay, R. 1993: Fossil pigments in Holocene varved sediments in Elk Lake, Minnesota. - Teoksessa: Bradbury, J. ja Dean, W. (toim.): Elk Lake, Minnesota: Evidence for rapid climate change in the North - Central United States. Geological Society of America Special Paper 276: 181 - 188.
- Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995: Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. Metve-projektin loppuraportti. - Suomen ympäristökeskus. 420 s.
- Suomen ympäristökeskus 2002: Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. <http://www.vyh.fi/tila/vesi/kuormit/kuorm.htm>. 12.12.2002.
- Särkkä, J. 1996: Järvet ja ympäristö. - Gaudeamus. 157 s.
- Troels-Smith, J. 1955: Karakterisering af lose jordarter (Characterization of unconsolidated sediments). - Danmarks Geologiske Undersogelse IV. Vol 3. No 10.
- Vallentyne, J. R. 1955: Sedimentary chlorophyll determination as a paleobotanical method. - Canadian Journal of Botany, vol.33 (4): 304-313.
- Ympäristöministeriö 2001: Talousjätevesien käsittely vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. - Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriön moniste 84. 27 s.

Vakka-Suomen kotijärvet kuntoon –hankkeen tutkimuksissa käytetyt menetelmät

KUORMITUSSELVITYS

A. Kyselytutkimus

Osalle Lukujärven valuma-alueen kiinteistönomistajista toimitettiin postitse heinäkuussa 2002 tämän projektityön tarpeisiin laadittu kyselykaavake. Kaavake postitettiin kaikille Lukujärven ja Särkijärven rantaan rajoitetuille kiinteistöille sekä lisäksi muualla valuma-alueella sijaitseville rakennetuille kiinteistöille.

Kuormituksen ja järven tilan kartoituslomake koostui kymmenestä eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa pyydettiin perustietoja kiinteistöstä, sen sijainnista, luonnonoloista ja käyttötarkoituksesta. Toisen osion pääasiallinen tarkoitus oli selvittää sellaisten rakennusten ja muiden kohteiden määrä, joissa käytetään vettä tai joissa syntyy jätevesiä, kompostoitavaa tai muulla tavoin käsiteltävää tai poiskuljetettavaa jätettä. Seuraavissa osioissa kysyttiin kiinteistöjen jätevesien käsittelystä ja varustetasosta sekä kiinteistönomistajien halukkuudesta investoida jätevesijärjestelmään ja sen huoltoon. Myös kiinteistöillä harjoitettavasta maa- ja metsätaloudesta koottiin tietoja. Lisäksi vastaajilta tiedusteltiin rantojen ja rantavyöhykkeen käsittelystä sekä kotijärvessä havaituista muutoksista ja mielipiteistä järven kunnostuksesta.

Mikäli kahdella tai useammalla kiinteistöllä oli sama omistaja, postitettiin omistajalle tällöin ainoastaan yksi kyselykaavake, jolla oli tarkoitus antaa vastaus kaikkien kiinteistöjen osalta. Niiden kiinteistöjen tiedot, joilta ei saatu vastausta, arvioitiin karttaselvitysten perusteella tai käymällä maastossa paikan päällä.

B. Ravinnekuormituksen laskennallinen arviointi

Lukujärveen, Särkijärveen ja Kaarnijärveen päätyvä ravinnekuormitus (fosfori- ja typpikuormitus) arvioitiin laskennallisesti hyödyntäen kyselytutkimuksen, karttaselvitysten ja maastokäyntien avulla koottuja tietoja pinta-aloista, asukasmäärästä ja vapaa-ajanasuntojen käyttöasteesta.

Vakinaisen ja vapaa-ajan asutuksen kuormitusarviot laadittiin siten, että kyselytutkimuksessa koottujen tietojen perusteella laskettiin kiinteistöjen käyttöhenkilövuorokausina vuodessa. Niiden kiinteistöjen osalta, joiden käyttöasteesta ei saatu tietoja, käytettiin keskiarvoja. Lukujärven valuma-alueella vapaa-ajan asuntojen keskimääräinen käyttöaste oli 147 henkilövuorokautta vuodessa.

Ravinnekuormituksen arvioinnissa käytettiin esim. Krogeruksen ym. (1996) käyttämiä ominaiskuormitusarvoja, joissa vakituisen asutuksen osalta huomioidaan myös etäisyys vesistöä. Krogeruksen ym. (1996) mukaan vakinaisen asutuksen fosfori- ja typpikuormitus on seuraava:

g/asukas/päivä		kiinteistön etäisyys vesistöä (m)
fosfori	typpi	
1,92	13,42	< 100
1,37	10,14	100 – 200
0,82	4,93	200 – 500
0,27	1,64	> 500

Vapaa-ajan asutuksen osalta yhden henkilön aiheuttama fosforikuormitus on 1,15 g/päivä ja typpikuormitus 8,05 g/päivä. Peltoviljelyn fosforikuormitus on 0,96 kg/ha/v ja typpikuormitus 17 kg/ha/v. Metsämaiden fosforikuormitus on 0,1 kg/ha/v ja typpikuormitus 2,5 kg/ha/v. Tämän lisäksi metsätaloustoimenpiteet, erityisesti ojitukset, lannoitus ja uudistushakkuut, aiheuttavat ravinnekuormituksen lisäystä toimenpiteitä seuraavina vuosina. Lukujärven ja Särkijärven kuormitus selvityksen yhteydessä metsänkäsitteilyä ei huomioitu erikseen. Toimenpiteiden kokonaismäärä arvioitiin melko vähäiseksi valuma-alueen kokonaispinta-alaan nähden. Toimenpiteiden vaikutusten arviointia osavaluma-alueittain ei tehty, koska toimenpiteitä ei voitu paikantaa riittävän tarkasti puutteellisten tietojen vuoksi. Myös tiedot toimenpiteiden toteutuksen ajankohdasta olivat puutteellisia.

VEDENLAATUTUTKIMUS

Luku- ja Särkijärvestä otettiin kesällä 2002 vesinäytteitä yhteensä viidesti. Näytteiden otosta ja analysoinnista vastasi Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Kaikki näytteet otettiin molemmilla järvillä yhdestä pisteestä järven keskeisimmältä syvänealueelta (kuvat 43 ja 44). Havaintopaikan paikantamisessa käytettiin karttojen lisäksi GPS-navigaattoria.

Näytteet otettiin 26.6, 9.7, 23.7, 14.8 ja 27.8 eli 2-3 viikon välein. Näytteet otettiin yhden metrin syvyydestä, 1 m pohjan yläpuolelta (Lukujärvellä n. 4 m syvyys, Särkijärvellä n. 2,5 m) sekä koontanäytteenä pääsääntöisesti 0-2 metrin syvyydestä. Koontanäyte koostuu useista tasavälein otetuista osanäytteistä. Näytteenotossa käytettiin ns. Limnos-vedennoudinta tai vastaavaa.

Näytteet analysoitiin Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa, joka on FINAS-akkreditoitu testauslaboratorio (T101) pätevyysalueenaan vesianalytiikka. Pinnan ja pohjan läheltä otetuista näytteistä määritettiin happipitoisuus ja hapen kyllästysaste, pH sekä sameus. Koontanäytteestä määritettiin a-klorofyllin pitoisuus, fosforin ja typen kokonaispitoisuudet sekä niiden liukoisten muotojen pitoisuudet (PO₄-P, NO₂-N, NH₄-N).

SEDIMENTTITUTKIMUS

A. Näytteenotto

Tutkimuksen näytemateriaali kerättiin Lukujärveltä 25.6.2002 ja Särkijärveltä 26.6.2002. Lukujärvestä nostettiin kymmenen ja Särkijärvestä seitsemän näytettä sedimentin pinnasta ja lisäksi molemmista järvistä otettiin keskeisimmältä syvänealueelta näyteprofiili. Näytteenottopisteet valittiin syvyystietoja hyödyntäen järven pohjan erilaisilta alueilta. Näytteenottopisteet on esitetty kuvissa 43 ja 44.

Näytteet nostettiin vajerikäyttöisellä Limnos- sedimenttinoutimella. Jokaisen näytesarjan pinnasta otettiin talteen kahden cm:n paksuinen osanäyte, joka säilöttiin Minigrip™ - pussiin ilmatiiviisti. Näytteenoton yhteydessä jokaisen näytesarjan pinnasta mitattiin redox- taso Mettler- Toledo pHmeter 1100- kenttämittarilla käyttäen Mettler Toledo Inlab 501- kiinteän aineen redox- elektrodiä. Näyteprofiilista otettiin osanäytteet siten, että sarjan ylimmät 20 cm jaettiin kahden senttimetrin osiin. Tätä syvemältä erotettiin kahden senttimetrin paksuinen näyte viiden senttimetrin välein. Myös profiilarjan osanäytteistä tehtiin redox-mittaukset näytteenoton yhteydessä, ja näytteet pakattiin vastaavasti kuin pintasedimenttinäytteet. Pakatut näytteet säilytettiin analysointiin asti Turun yliopiston maaperägeologian osaston kylmäsäilytystiloissa.

B. Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa pintanäytteistä määritettiin vesipitoisuus, hehkutushäviö ja fosforin kokonaismäärä sekä sen jakautuminen erilaisiin jakeisiin. Lisäksi näytteistä mitattiin näytteenoton yhteydessä redox- potentiaali ja ne kuvattiin käyttäen Troels - Smithin litofasieskoodia ja Munsell™ - värikoodia. Profiilinäytteestä tehtiin edellä mainittujen analyysien lisäksi myös pigmenttianalyysi.

Vesipitoisuus ja hehkutushäviö

Näytteiden vesipitoisuus ja hehkutushäviö määritettiin Håkansonin & Janssonin (1983) menetelmien mukaan. Vesipitoisuus määritettiin kuivaamalla näytteitä kiertoilmauunissa +60°C:ssa 12 tuntia. Hehkutushäviö määritettiin hehkuttamalla kuivattuja näytteitä +550°C:ssa kaksi tuntia.

Fosforianalyysi

Fosforianalyyseissä käytettiin kahta eri menetelmää. Sedimentin kokonaisfosforipitoisuus määritettiin käyttämällä Bengtssonin ja Enellin (1986) menetelmää, jossa väkevillä HCl - ja HNO₃- uutoilla pyritään pääsemään kuningasvesiuuttoa vastaavaan totaaliuuttoon. Fosforin jakautuminen puolestaan määritettiin Hieltesin ja Lijkleman (1980) menetelmällä, jossa eri uutoilla pyritään saamaan selville eri tyyppisten jakeiden osuus kokonaisfosforista. Varsinaisena osoitusreaktiona kummassakin menetelmässä käytettiin Murphyn ja Rileyn (1962) molybdeeninsininenmenetelmää, jolla liuoksesta pystytään spektrofotometrisesti osoittamaan reaktiivisen fosforin määrä mg/l. Laimennussuhteet huomioiden näistä tuloksista voidaan laskea alkuperäisen näytteen fosforipitoisuudet mg/g kuivaa sedimenttiä (mg/g KS).

Osittaisliuotusmenetelmässä käytetyt liuottimet olivat 1 M ammoniumkloridia (NH₄Cl); 0,1 M natriumhydroksidia (NaOH) ja 0,5 M vetykloridia (HCl). Näistä ammoniumkloridiliuotuksella saadaan esiin labiili eli löyhästi sitoutunut, useimmiten huokosveden fosfori, joka on periaatteessa suoraan eliöstön käytettävissä. Ammoniumkloridiliuotuksella näytteistä saadaan lisäksi poistettua karbonaatteja ja löyhästi sitoutunutta kalsiumia, jotka muuten häiritsevät NaOH - liuotusta.

NaOH - liuotuksella saadaan reaktiiviseksi pääasiassa metallioksidiin (Al, Fe, Mn) sitoutunut fosfori. Myös muille pinnoille adsorboitunut fosfori, joka on vaihdettavissa OH⁻ -ioneihin, saadaan esiin tällä liuotuksella, samoin kuin mahdolliset emäksiin liukenevat jakeet.

HCl - liuotuksella reaktiiviseksi saadaan apatiittifosfori, karbonaatteihin sitoutunut fosfori sekä mahdollisesti oksideista liuennut fosfori. Kokonaisfosforin ja eri jakeiden erotuksesta saadaan lisäksi nk. residuaalifosfori, joka edustaa vaikealiukoista, lähinnä orgaaniseen ainekseen sitoutunutta fosforia.

Pigmenttianalyysi

Sedimentin pigmenttianalyyseissä käytettiin Bengtssonin ja Enellin (1986) menetelmää, jossa klorofyllit uutetaan näytteestä asetonilla ja karotenoidit saadusta asetoniuutteesta petroolieetterillä seuraavasti:

Tilavuustarkkaa 1 ml:n sedimenttinäytettä uutettiin kolmasti 5 ml:lla 90 % asetonilla, jonka jälkeen uutokset laimennettiin 50 ml:ksi 90 % asetonilla. Tästä uutoksesta määritettiin klorofyllit spektrofotometrisesti aallonpituudella 665 nm.

Edellä talteen otetusta asetoniuutteesta otettiin 25 ml, johon lisättiin 25 ml 20 % metyylialkoholikaliumhydroksidia. Liuosta sekoitettiin kahden tunnin ajan sekoituslaitteessa, jonka jälkeen siihen lisättiin 25 ml petroolieetteriä ja 25 ml vettä.

Liuksesta poistettiin vesifaasi ja osa petroolieetterifaasista, jonka jälkeen jäljelle jäänyttä petroolieetterifaasia pestiin vielä 25 ml:lla vettä ja erotettiin vesifaasi. Jäljelle jääneestä petroolieetterifaasista määritettiin karotenoidit spektrofotometrisesti aallonpituudella 447 nm.

Pigmenttianalyysin tulokset on ilmoitettu spektrofotometrisina pigmenttiyksikköinä (PY) grammassa orgaanista ainesta. Yksikkö on Vallentyneen (1955) kehittämä parametri. Yksi pigmenttiyksikkö vastaa 10 cm:n pituisesta näytteestä mitattua absorbanssia 1,0, kun näytettä on uutettu 100 ml:lla liuotinta. Tulokset on laskettu Bengtssonin ja Enellin (1986) johtaman kaavan mukaan.

KOEKALASTUS JA -RAVUSTUS

Lounais-Suomen Kalastusalue koekalasti Lukujärvellä 2.-5.7.2002 ja Särkijärvellä 9.-12.7.2002. Kerralla eli yhden vuorokauden aikana pyynnissä oli viisi koeverkkoa. Verkkooita kertyi Lukujärvellä yhteensä 20 ja Särkijärvellä 15. Verkkojen pyyntiaika oli vakioitu noin kahdeksaksi tunniksi (klo 23.00- 07.00 välinen aika).

Koeverkkoina käytettiin yleisesti tutkimuksissa käytettäviä Nordic-yleiskat-sausverkkoja. Verkko on 1,5 m korkea ja 30 m pitkä, ja sen paneelit koostuvat 12 eri solmuvälistä (5; 6,25; 8; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 ja 55 mm). Koeverkkopaikkojen arvontaa varten järvet jaettiin pyyntiruutuihin. Verkkojen sijoittuminen on kuvattu kuvissa 3 ja 4. Koekalastussaaliista määritettiin kalalajit, ja jokaisesta yksilöstä mitattiin pituus (mm) ja paino (g).

Koeravustukset tehtiin sekä Lukujärvessä että Särkijärvessä 26.-29.8.2002. Ravustuksia tehtiin useassa eri kohdassa (kuvat 3 ja 4) ja eri syvyyksissä (Lukujärvi 0,5-3 m; Särkijärvi 0,5-2,5 m). Mertoja oli käytössä molemmissa järvissä 90 (30+30+30 kpl) kpl/yö. Käytössä oli yhdeksän eri jataa/järvi. Ravustuksissa käytettiin sekä Evo- että August -mertoja. Ravuista määritettiin sukupuoli, tarkastettiin raajavammat ja kuorien kovuudet. Samalla ravut mitattiin otsapiikin kärjestä pyrstön takareunaan.

KASVILLISUUSKARTOITUS

Särkijärven kasvillisuus kartoitettiin 16. ja 17.8.2002. Lukujärvellä kartoitus tehtiin 19., 20. ja 21.8.2002. Kasvillisuus inventoitiin soutamalla järven ympäri. Särkijärven luhtarannoilla liikuttii lisäksi jalan, mutta Lukujärvellä veneestä noustiin vain muutamilla kohdilla. Kaikki havaitut kasvilajit merkittiin ylös ja valtalajeista laadittiin maastossa alustava vyöhykkeittäinen kasvillisuuskartta, joka digitoitiin myöhemmin Lounais-Suomen ympäristökeskuksessa. Järvien rannoilta ja kasvillisuudesta otettiin kartoituksen yhteydessä valokuvia. Lisäksi monet matkan varrella tavatut mökkiläiset kertoivat tietojaan kasvillisuuden muutoksista

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste.Sarjassa on julkaistu raportteja vuodesta 1995 alkaen.

2002

- 1/2002 **Iiro Ikonen, Antti Lammi ja Eija Hagelberg (toim.)**
Varsinais-Suomen Interreg -projektin pienet perinnemaisemasuunnitelmat. ISBN 952-5288-63-3.
- 2/2002 **Mirja Koskinen**
Lounais-Suomen rannikon tiepengerinventointi. ISBN 952-5288-64-1.
- 3/2002 **Antti Ollula, Anni Karhunen, Kaija Salmela**
Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma. Saaristomereen laskevat pienet joet. ISBN 952-5288-65-X.
- 4/2002 **Maija Silander**
Halikon Raiviston lehdon kasviston muutokset 70 vuoden aikana. ISBN 952-288-66-8.
- 5/2002 **Antti Haarto, Veli-Matti Mukkala, Seppo Koponen**
Tutkimus Rekijokilaakson hyönteisistä ja hämähäkkieläimistä. ISBN 952-5288-67-6.
- 6/2002 **Rami Lindroos**
Omenajärven linnustoselvitys 2001. ISBN 952-528-68-4.
- 7/2002 **Leena Lehtomaa, Anni Karhunen**
Luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma. Halikonjokilaakso. ISBN 952-5288-70-6.
- 8/2002 **Juuso Kalliokoski ja Raija Laaksonen**
Pieni yritys suuressa ympäristössä. Teollisten mikroyritysten valmiudet kohdata kestäväen kehityksen haasteita Varsinais-Suomen alueella. ISBN 952-5288-71-4.
- 9/2002 **Kari Karhu**
Saaristomeren pikkuapolloesiintymien kartoitus. Utredning över mnemosynefjärilens förekomst i Skärgårdshavet. ISBN 952-5288-72-2.
- 10/2002 **Arto Kalpa**
Otajärven kasvillisuus kesällä 2001. ISBN 952-5288-73-0.
- 11/2002 **Minna Uusiniitty (toim.)**
Uudenkaupungin Kalannin Kaukjärven nykytila. ISBN 952-5288-74-9.
- 12/2002 **Minna Uusiniitty (toim.)**
Mynämäen - Mietoisten Kivijärven nykytila. ISBN 952-5288-75-7.
- 13/2002 **Minna Uusiniitty (toim.)**
Vehmaan Vihtjärven nykytila. ISBN 952-5288-76-5.

- 14/2002 **Minna Uusiniitty (toim.)**
Uudenkaupungin Hiunjärven nykytila. ISBN 952-5288-77-3.
- 15/2002 **Minna Uusiniitty (toim.)**
Laitilan Lankjärven nykytila. ISBN 952-5288-78-1.
- 16/2002 **Lassi Liippo ja Kirsi Anttila**
Lounais-Suomen alueellinen jätesuunnitelma. Seuranta ja tarkistaminen 2001 - 2001. ISBN 952-5288-79-X.
- 17/2002 **Jukka Reko**
Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma. Köyliönjärven ja Köyliönjoen valuma-alue. ISBN 952-5288-85-4.
- 2003**
- 1/2003 **Tapio Suominen**
Pengertien vaikutukset veden vaihtuvuuteen - Särkisalon siltahankkeen taustaselvitys. ISBN 952-5288-86-2 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 2/2003 **Rami Lindroos, Jyrki Matikainen**
Otajärven linnustoselvitys 2002. ISBN 952-5288-87-0.
ISBN 952-5288-88-9 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 3/2003 **Janne Suomela**
Saaristomeren veden laatu vuonna 2001. ISBN 952-5288-89-7 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 4/2003 **Airi Kulmala**
Maatalouden ja Saaristomeren yhteiselo. Kehittämisen ja kokeiluhankkeen loppuraportti. ISBN 952-5288-90-0. ISBN 952-5288-91-9 PDF.
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 5/2003 **Arto Kalpa**
Laukanlahden ja Saarenjärven kasvillisuus ja luontotyypit. ISBN 952-5288-92-7. ISBN 952-5288-93-5 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 6/2003 **Jyrki Matikainen, Sami Luoma**
Koskeljärven linnustoselvitys 2002. ISBN 952-5288-94-3. ISBN 952-5288-95-1 (PDF).
- 7/2003 **Leena Salonen, Osmo Seppälä, Tapio Katko**
Pohjois-Satakunnan vesihuollon alueellinen kehittäminen. Organisaatioselvitys. ISBN 952-5288-96-X. ISBN 951-5288-97-8 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 8/2003 **Aija Bäckström (toim.)**
Veneiden käymäläjätteiden imutyhjennyksen edistäminen. ISBN 952-5288-98-6. ISBN 952-5288-99-4 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>

- 9/2003 **Heli Roström ja Petri Uggeldahl**
Kotitalouksien ja vähittäiskaupan jätteiden koostumuksen muutos
Turussa 1997 - 2002. ISBN 951-614-000-9. ISBN 951-614-001-7 PDF.
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 10/2003 **Pekka Alho, Jukka Sillanpää**
Mietoistenlahden linnustoseelvitys 2002. ISBN 951-614-002-5. ISBN 951-
614-0003-3 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/sjulkai.htm>
- 11/2003 **Antti Ryynänen**
Selvitys vesiyhtymien toiminnasta Lounais-Suomen alueella.
ISBN 951-614-004-1. ISBN 951-614-005-X (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/mo112003.htm>
- 12/2003 **Sari Leppänen**
Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma.
Kiikoisjärvi. ISBN 951-614-006-8.
- 13/2003 **Mirja Koskinen, Markku Maunula**
Vedenkäytön taloudellinen analyysi. Testialueena Paimionjoen
valuma-alue. ISBN 951-614-007-6. ISBN 951-614-008-4 (PDF).
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/los/mo132003.htm>