

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 123

*Mikko Olin
Jukka Ruuhijärvi
Martti Rask
Leena Villa
Petri Savola
Ilkka Sammalkorpi
Kirsti Poikonen*

Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset
— vuosiraportti 1997

Helsinki 1998



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset — vuosiraportti 1997

Rehevöityminen on yksi vesistöjemme merkittävimmistä ongelmista, ja sen ratkaisemiseksi vaaditaan ulkoisen kuormituksen vähentämisen lisäksi myös muita toimia. Ravintoketjukurkennostus on nopeasti yleistynyt menetelmä, jolla pyritään parantamaan veden laatua vähentämällä järven sisäistä kuormitusta edistävien särkikalajien määrää tehokkaalla kalastuksella. Vaikka menetelmällä on saavutettu hyviä tuloksia, sen biologisista perusteista ja käytännön sovellutuksista on vielä liian vähän tietoa.

Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset (1997 - 2001) on yhteistutkimus, jonka osapuolina ovat Hämeen ja Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskukset ja ympäristökeskukset, sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL), Suomen ympäristökeskus, Helsingin yliopisto (HY) ja Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. RKTL ja HY tekevät kala- ja planktonitutkimukset. Veden laatu- ja ainetasetarkkailu on Uudenmaan ja Hämeen ympäristökeskusten vastuulla. Uudellamaalla hoitokalastusten suunnittelusta ja ohjauksesta vastaa Uudenmaan ympäristökeskus ja Hämeessä RKTL. Hoitokalastusten toteuttamisessa kunnilla, kalastuskunnilla ja suojeluyhdistyksillä on merkittävä osuus.

Tutkimuksen tavoitteena on saada lisätietoa hoitokalastuksen vaikutuksista vesiekosysteemiin, sekä selvittää hoitokalastuksen soveltuvuutta eri tyyppisten järvien kunnostuskeinoksi. Tutkimuksen kymmenen kohdejärveä sijaitsevat Uudellamaalla ja Hämeessä. Järvet ovat kooltaan ja muodoltaan hyvin erilaisia. Kohdejärvillä on aloitettu tehostettu veden laadun, planktonin sekä sisäisen ja ulkoisen kuormituksen seuranta. Kalastotutkimuksissa keskeisenä menetelmänä on pohjoismaisilla yleiskatsausverkoilla tehtävä verkkokoekalastus, jossa käytetään ositettua satunnaisotantaa. Hankkeen ensimmäisen vuoden tutkimusten tavoitteena oli kartoittaa kohdejärvien tämän hetkinen tilanne. Järvien välillä oli selviä eroja veden laadussa ja kalastossa: kasvukauden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus pintavedessä vaihteli välillä 23 - 111 µg / l ja särkikalajien osuus koekalastussaaliissa välillä 36 - 78 %.

Rehevöityminen, ravintoketjukurkennostus, hoitokalastus, veden laatu, verkkokoekalastus

Kala- ja riistaraportteja 123

951-776-169-4

1238-3325

99 s.

Suomi

Julkinen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Evon kalantutkimus ja vesiviljely
Rahtijärventie 291, 16970 Evo
Puh. 0205751420 Fax 0205751429

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 6
00721 Helsinki
Puh. 02057511 Fax 0205751201

Sisällys

1. JOHDANTO	1
1.1. Rehevöityminen ja ravintoketjukurkunnostus	1
1.2. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset -tutkimus	2
1.2.1. Hankkeen osapuolet	2
1.2.2. Hankkeen tavoitteet	3
2. KOHDEJÄRVET	4
2.1. Sijainti ja rakenne	4
2.1. Veden laatu	5
2.1.1. Taustatiedot	5
2.2. Kalasto	6
2.2.1. Taustatiedot	6
2.3. Kunnostustoimenpiteet	7
2.3.1. Ravinnekuormitus	7
2.3.2. Hoitokalastukset	8
3. TUTKIMUSMENETELMÄT	9
3.1. Vesistötutkimukset	9
3.2. Verkkokoekalastukset	10
3.2.1. Pohjoismainen yleiskatsausverkko	10
3.2.2. Otannan suunnittelu	10
3.2.3. Käytännön pyyntijärjestelyt ja saaliin käsittely	11
3.2.4. Tuusulanjärvi	12
3.3. Hoitokalastukset	12
4. YHTEENVETO VUODEN 1997 TULOISTA	13
4.1. Vesistötutkimukset	13
4.2. Verkkokoekalastukset	13
4.3. Hoitokalastukset	16
4.4. Hankkeen eteneminen	17
5. JÄRVIKOHTAISET RAPORTIT	18
5.1. Etu- ja Takajärvi	18
5.1.1. Järvien kuvailu	18
5.1.2. Rehevöitymishistoria	19
5.1.3. Kunnostustoimenpiteet	19
5.1.4. Vuoden 1997 veden laatu	19
5.1.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset	23
5.1.6. Hoitokalastukset vuonna 1997	27

5.1.7. Yhteenveto.....	28
5.2. Otalampi.....	28
5.2.1. Järven kuvailu.....	28
5.2.2. Rehevöitymishistoria ja kunnostustoimenpiteet.....	29
5.2.3. Vuoden 1997 veden laatu	29
5.2.4. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	31
5.2.5. Yhteenveto.....	34
5.3. Rusutjärvi.....	34
5.3.1. Järven kuvailu.....	34
5.3.2. Rehevöitymishistoria	34
5.3.3. Kunnostustoimenpiteet	35
5.3.4. Vuoden 1997 veden laatu	35
5.3.4. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	38
5.3.5. Yhteenveto.....	41
5.4. Pusulanjärvi	41
5.4.1. Järven kuvailu.....	41
5.4.2. Rehevöitymishistoria	42
5.4.3. Kunnostustoimenpiteet	42
5.4.4. Vuoden 1997 veden laatu	43
5.4.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	45
5.4.6. Hoitokalastukset vuonna 1997.....	48
5.4.7. Yhteenveto.....	49
5.5. Enäjärvi	49
5.5.1. Järven kuvailu.....	49
5.5.2. Rehevöitymishistoria	50
5.5.3. Kunnostustoimenpiteet.....	50
5.5.4. Vuoden 1997 veden laatu	51
5.5.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	54
5.5.6. Hoitokalastukset vuonna 1997.....	57
5.5.7. Yhteenveto.....	57
5.6. Tuusulanjärvi.....	58
5.6.1. Järven kuvailu.....	58
5.6.2. Rehevöitymishistoria	59
5.6.3. Kunnostustoimenpiteet	60
5.6.4. Vuoden 1997 veden laatu	60
5.6.5. Vuoden 1996 verkkokoekalastukset	63
5.6.6. Hoitokalastukset vuonna 1997.....	66

5.6.7. Yhteenveto.....	67
5.7. Lehijärvi	67
5.7.1. Järven kuvailu.....	67
5.7.2. Rehevöitymishistoria.....	68
5.7.3. Kunnostustoimenpiteet.....	69
5.7.4. Vuoden 1997 veden laatu	69
5.7.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	72
5.7.6. Yhteenveto.....	75
5.8. Äimäjärvi.....	75
5.8.1. Järven kuvailu.....	75
5.8.2. Rehevöitymishistoria.....	76
5.8.3. Kunnostustoimenpiteet.....	76
5.8.4. Vuoden 1997 veden laatu	76
5.8.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	80
5.8.6. Hoitokalastukset vuonna 1997.....	84
5.8.7. Yhteenveto.....	85
5.9. Hiidenvesi	85
5.9.1. Järven kuvailu.....	85
5.9.2. Rehevöitymishistoria.....	86
5.9.3. Kunnostustoimenpiteet.....	87
5.9.4. Vuoden 1997 veden laatu	88
5.9.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset.....	91
5.9.6. Hoitokalastukset vuonna 1997.....	95
5.9.7. Yhteenveto.....	96
KIRJALLISUUS	97

1. Johdanto

1.1. Rehevöityminen ja ravintoketjukurinostus

Rehevöityminen on vesistöjemme suurimpia ongelmia, ja sen merkitys on viime vuosina jatkuvasti kasvanut. Varsinkin kesän 1997 ennätyselliset sinileväkukinnat toivat rehevöitymisongelman entistä enemmän julkisuuteen. Rehevöitymisongelman ratkaisu on periaatteessa helppo: vähennetään vesistöön tulevaa ylimääräistä, ihmisen aiheuttamaa ravinnekuormitusta tasolle, jolla rehevöitymishaitat poistuvat. Monissa järvissä sisäinen kuormitus eli pohjasedimentistä vapautuvat ravinteet ovat kuitenkin ulkoista merkittävämpi kuormituslähde. Tällaisten järvien toipuminen saattaa kestää useita vuosia, vaikka ulkoinen kuormitus saataisiin poistettua kokonaan.

Ravintoketjukurinostuksella voidaan nopeuttaa rehevöityneen, särkikalavaltaisen järven paranemiskehitystä. Ravintoketjukurinostuksen periaate on yksikertainen: järven sisäistä kuormitusta vähennetään poistamalla huomattavia määriä särkikalaa (Sarvala ym. 1995). Veden laadun paraneminen perustuu siihen, että särkikalojen vähetessä vähenee myös niiden voimistama ravinteiden mobilisoituminen. Tiheät särkikalakannat voimistavat rehevöitymishaittoja usealla eri tavalla: (1) särkikalat siirtävät pohjasedimentin sisältämiä ravinteita veteen, kun ne pöyhivät sedimenttiä etsiessään ravintoa; (2) kalojen eritteiden mukana vapautuu ravinteita muodossa, jota kasviplankton kykenee hyödyntämään tehokkaasti; (3) suureen särkikalabiomassaan on sitoutunut paljon ravinteita, erityisesti fosforia, joka vapautuu veteen kalojen kuollessa; (4) useat särkikalalajit ovat myös tehokkaita planktonsyöjiä ja tiheät parvet laiduntavat voimakkaasti eläinplanktonia, joka ei enää pysty vähentämään leväbiomassaa entisellä tehokkuudella.

Menetelmää käytetään järvien hoitokeinona yhä enemmän, ja Suomessakin on jo kymmeniä järviä, joilla ravintoketjukurinostus on aloitettu. Ravintoketjukurinostus on ollut myös järvitutkimuksen painopistealue jo vuosia (esim. Lammens ym. 1990). Erittäin paljon aihetta on tutkittu Hollannissa ja Yhdysvalloissa, mutta myös Pohjoismaissa on tehty paljon ravintoketjukurinostustutkimuksia. Suomessa ensimmäinen laaja ravintoketjukurinostushanke oli vuonna 1987 alkanut Vesijärvioprojektii, jossa tutkimuksesta pääasiassa vastasi Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Tällä vuosikymmenellä ravintoketjukurinostustutkimus on ollut merkittävä osa myös Turun ja Joensuun yliopistojen kala- ja vesibiologisesta tutkimuksesta.

Ravintoketjukurinostus on kuitenkin vielä riittämättömästi tunnettu menetelmä sekä biologisilta perusteiltaan että käytännön sovellutuksiltaan. Järviekosysteemin biologiset vuorovaikutukset ovat niin monimutkaisia, ettei ravintoketjukurinostuksella varmuudella saavuteta toivottuja tuloksia, eikä sitä miksi hoitokalastus epäonnistui tai onnistui osata aina selittää. Joka tapauksessa kunnostushankkeiden yhteydessä tehdyt tutkimukset ovat tuottaneet paljon uutta tietoa etenkin ravintoketjun eri tasojen vuorovaikutuksista ja niiden merkityksestä vesien tuotannon säätelylle.

Suomessa ravintoketjukurinostuksen vaikutuksia on tutkittu etenkin Vesijärvessä (Horppila ja Kairesalo 1995), Köyliönjärvessä (Hirvonen ja Salonen 1995) ja Liperin Pohjalammessa (Leppä ym. 1995). Tämän hetkisen tiedon valossa näyttää siltä, että runsaan särkikalavaltaisen kalaston rehevyyttä voimistava vaikutus on kiistaton, mutta

sen mekanismit vielä osittain epäselvät. Kun särkikalojen määrää on saatu vähennetyksi riittävästi, noin kolmasosaan alkuperäisestä biomassasta, on sisäinen kuormitus alentunut merkittävästi. Samalla myös rehevyyden haitat, esimerkiksi sinileväkukinnat, ovat vähentyneet, ellei ulkoinen kuormitus ole niin suuri, että se yksin riittää pitämään haitallista rehevyyttä yllä.

Ravintoketjukurkennostuksen keskeiseksi menetelmäksi on vakiintunut särkikaloihin kohdistettu hoitokalastus, johon on kehitetty tehokkaita troolaus-, nuottaus- ja rysäpyyntimenetelmiä (Somppi 1995). Näiden vaikutuksia kalakantoihin on tutkittu mm. populaatioanalyysillä (Horppila ja Kairesalo 1995), yksikkösaaliin aleneman perusteella (Hirvonen ja Salonen 1995), kaikuluotauksella (Malinen ja Peltonen 1996) ja verkkokoekalastuksella (Kurkilahti ja Ruuhijärvi 1996).

Petokalojen, pääasiassa kuhan, istuttaminen on toinen yleinen, yleensä hoitokalastusta tukeva ravintoketjukurkennostusmenetelmä. Petokalat saalistavat tavallisesti ensimmäisen tai toisen vuoden kalanpoikasia, joita on pienen koon vuoksi vaikea saada hoitokalastuksessa poistetuksi. Petokalaistutuksilla ei kuitenkaan ole saavutettu riittäviä tuloksia särkikalojen vähentämisessä. Petokalakannat pysyvät harvoina kalastuksen takia, tai petokalat valikoivat saaliikseen muita kuin kunnostuksen kannalta tärkeitä lajeja (Peltonen ja Ruuhijärvi 1996, Salonen ym. 1995). Näyttää siltä, että runsaskaan petokalakanta ei pysty estämään särkikalojen massaa kasvavasta haitallisen suureksi. On kuitenkin mahdollista, että istuttamalla ja kalastusta säätelemällä petokalojen määrä voidaan saada niin suureksi, että se ainakin vakiinnuttaa särkikalojen määrän, kunhan pääosa särkikalabiomassasta on ensin kalastettu.

Vaikka ravintoketjukurkennostusten tuloksia onkin jo käytettävissä, on menetelmän soveltuvuutta arvioitaessa jäljellä vielä monia vaikeuksia. Keskeinen ongelma on hoitokalastustarpeen arviointi, eli kuinka paljon ja millaista kalaa järvestä on. Ilman tätä tietoa on hoitokalastusta aloitettaessa vaikea arvioida tarvittavaa pyyntiponnistusta, poistettavia kalamääriä sekä työn kustannuksia. Tällä hetkellä arviointiin voidaan käyttää muilta järviltä kertynyttä kokemusta siitä, paljonko kalaa on saatu tai veden fosforipitoisuuden ja kalabiomassan välille laskettua karkeaa riippuvuutta. Useissa tapauksissa, joissa hoitokalastusta harkitaan, ei voida ennen pyynnin aloittamista päätellä, oliko siihen syytä ryhtyä. Tämän vuoksi hoitokalastustarpeen eli järven kalaston biomassan ja lajikoostumuksen arviointiin tarvitaan yksinkertaista ja riittävän luotettavaa menetelmää, jota voidaan käyttää jo ennen hoitokalastukseen ryhtymistä. Tämä tutkimus pyrkii selvittämään, onko verkkokoekalastus tällainen menetelmä, jos kalastuksessa käytetään uusia, pohjoismaisia yleiskatsausverkkoja ja syvyysvyöhykkeittäin ositettua satunnaisotantaa.

1.2. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset -tutkimus

1.2.1. Hankkeen osapuolet

Alkuvuodesta 1997 käynnistetty rehevöityneiden järvien kunnostus- ja tutkimushanke on vuoteen 2001 jatkuva yhteistyöprojekti, jossa osapuolina ovat Hämeen ja Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskukset (T&E-keskukset) ja ympäristökeskukset, sekä Pirkanmaan ympäristökeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Helsingin yliopisto (HY) ja Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. Kaikki osapuolet osallistuvat toimenpiteiden suunnitteluun ja käytännön toteutukseen. Ympäristökeskukset tarkkailevat veden laatua ja toteuttavat järvien ainetasaselvitykset, RKTL tekee verkkokoekalastukset, HY määrittää planktonnäytteet, sekä suorittaa kaikuluotauksia ja muita kalastotutkimuksia. Hoitokalas-

tusten suunnitteluun, rahoitukseen ja toteutukseen osallistuvat järvien suojeluyhdistykset, Uudenmaan ympäristökeskus, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, T&E-keskukset ja RKTL. Hiidenvedellä veden laatututkimukset ja Enäjärvellä planktonitutkimukset on tehnyt Länsi-Uudenmaan vesi- ja ympäristö ry. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä teettää Tuusulanjärvellä ja SYKE Hiidenvedellä kasvillisuuskartoituksia. Tärkeitä yhteistyökumppaneita ovat kohdejärvien paikalliset suojeluyhdistykset, kunnat ja kalastuskunnat.

Kalasto-, vedenlaatu- ja kuormitustutkimukset tehdään osittain virkatyönä ja tutkimuksiin saadaan lisärahoitusta lähinnä ympäristö- ja maa- ja metsätalousministeriöltä. Kunnostustoimenpiteet eli hoitokalastuksen ja kuormituksen alentamisen rahoittavat ympäristöviranomaiset valtion vesien kunnostusvaroista, T&E -keskukset vesistöjen kalataloudellisista kunnostusvaroista, kunnat, kalastuskunnat ja -alueet sekä suojeluyhdistykset. Hankkeen kohdejärviksi on valittu kymmenen järveä Hämeestä ja Uudeltamaalta. Valintaperusteena oli, että järvellä on todellisia rehevöitymisongelmia, mutta ulkoinen kuormitus on kohtuullinen tai on saatavissa tyydyttävälle tasolle, jolloin hoitokalastuksella voi olla pitempiaikaista parantavaa vaikutusta veden laatuun. Lisäksi järvestä oli oltava aikaisempaa tutkimustietoa ja hoitokalastusmahdollisuuksien oli oltava mahdollisimman hyvät: paikalliset asukkaat ovat hoitotoimenpiteille myötämielisiä, toimenpiteisiin on mahdollista saada rahoitusta ja hoitokalastuksen organisaatio (välineistö, kalastajat, saaliin käsittely) on mahdollista järjestää.

Uudenmaan ympäristökeskus on ohjannut ja tukenut alueensa järvillä hoitokalastustoimintaa jo useita vuosia ja siksi sen toimialueelta oli helppo löytää sopivia kohdejärviä. Lisäksi monet Uudenmaan kohdejärvistä ovat toisiaan lähellä, jolloin aineiston keruu on helpompaa. Uudenmaan kohdejärvet ovat Askolan Etu- ja Takajärvi, Otalampi, Rusutjärvi, Pusulanjärvi, Enäjärvi, Tuusulanjärvi ja Hiidenvesi. Enä-, Etu- ja Takajärvellä hoitokalastusta on tehty jo useita vuosia. Pusulanjärvellä, Tuusulanjärvellä ja Hiidenvedellä hoitokalastus käynnistyi keväällä 1997 ja Otalammella ja Rusutjärvellä vuoden 1998 aikana. Hämeen kohdejärvet ovat Äimäjärvi ja Lehijärvi. Äimäjärvellä suojeluyhdistys on vuonna 1997 lähtenyt toteuttamaan hoitokalastusta RKTL:n laatiman suunnitelman mukaan. Lehijärvellä hoitokalastus aloitetaan keväällä 1998 suojeluyhdistyksen ja RKTL:n yhteistyönä. Vaikka hoitokalastuksen nopea alkuunsaanti on hankkeen kannalta hyvä asia, tutkimukselle on toisaalta eduksi, että joillain järvillä perustietoa ehditään kerätä mahdollisimman paljon ennen kalastuksen aloittamista.

1.2.2. Hankkeen tavoitteet

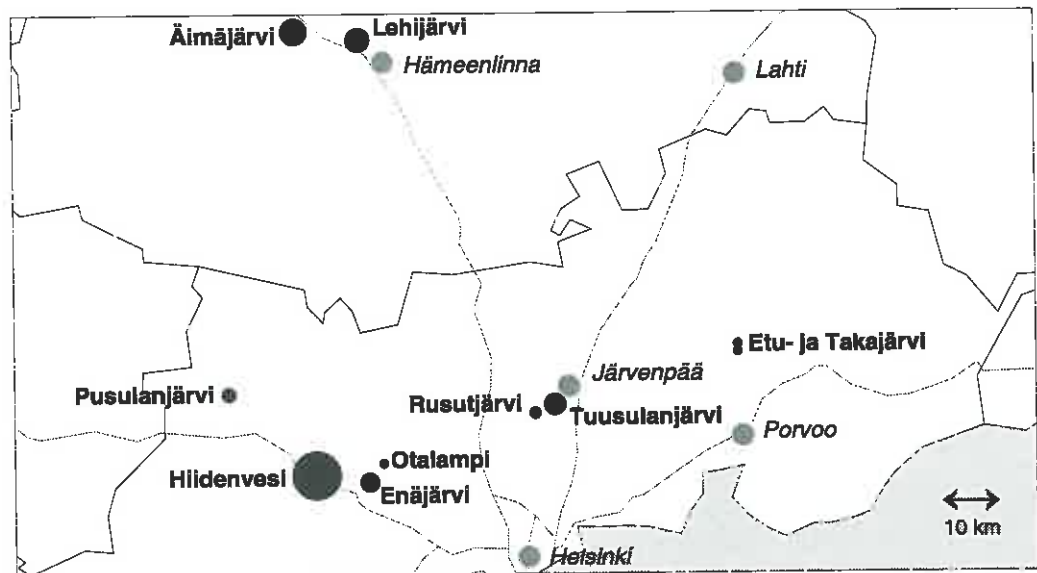
Hankkeen tavoitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) Ydintavoitteena on ottaa selville hoitokalastuksella saavutettavat vaikutukset kalastoon ja vedenlaatuun ja laatia näiden perusteella järven hoitokalastusohjeet. Keskeisenä menetelmänä hoitokalastuksen kalastovaikutusten tutkimisessa on nykykaistettu verkkokoekalastus, jossa käytetään pohjoismaisia yleiskatsausverkkoja ja ositettua, syvyysvyöhykkeittäin satunnaistettua otantaa.
- 2) Tieteellisenä tavoitteena on tutkia tiettyjä järviekosysteemin muuttujia: kasvi- ja eläinplanktonia, uposkasveja ja kalastoa, ja selvittää miten ja minkä mekanismien kautta hoitokalastuksen vaikutukset heijastuvat veden laatuun sekä miten hoitokalastus vaikuttaa järven ainetaseisiin.
- 3) Käytännön tavoitteita ovat kunnostuksen konkreettinen onnistuminen eli veden laadun paraneminen, hoitokalastusmenetelmien hiominen (rysä vai nuotta, pyydysten ominaisuudet, jne), saaliin saaminen hyötykäyttöön sekä yhteiskunnallisena tavoitteena saada paikalliset asukkaat myötämielisiksi ja mukaan kunnostustoimintaan.

2. Kohdejärvet

2.1. Sijainti ja ominaisuudet

Kohdejärvet sijaitsevat Uudellamaalla ja Hämeessä (kuva 1). Suurin osa järvistä on latvajärviä, mutta osa (Tuusulanjärvi, Äimäjärvi ja Hiidenvesi) kuuluu reittivesistöön. Järvet ovat kooltaan ja muodoltaan hyvin erilaisia (taulukko 1): pinta-alaltaan pienimmän ja suurimman järven välinen ero on noin 190-kertainen ja suurin syvyys vaihtelee 3 m:stä 28 m:iin. Osa järvistä on muodoltaan yhtenäisiä, Äimäjärvi ja Hiidenvesi muodostuvat erillisistä altaista. Äimäjärvi jaettiin tutkimuksissa kahteen ja Hiidenvesi kolmeen osa-alueeseen.



Kuva 1. Hankkeen kohdejärvien sijoittuminen (mustat pisteet). Pisteiden koko ei ole suorassa suhteessa järven pinta-alaan, mutta antaa kuvan suuruusjärjestyksestä.

Taulukko 1. Kohdejärvien morfologisia ja hydrologisia ominaisuuksia. Äimäjärvi on jaettu kahteen (1 ja 2) ja Hiidenvesi kolmeen (1, 2, ja 3) osaluueeseen. Hiidenvesi ei ole koko vesialueeltaan tämän tutkimuksen kohteena, joten osa-alueiden pinta-alojen summa ei ole sama kuin Hiidenveden kokonaispinta-ala.

Kohdejärvi	Pinta-ala (ha)	Valuma-alue (km ²)	Keskisyvyys (m)	Suurin syvyys (m)	Tilavuus (10 ⁶ m ³)	Keskivirtaama (m ³ /s)	Viipymä (d)
Takajärvi	16	2,46	2,1	3,8	0,33	0,01	380
Etujärvi	17	3,52	3,2	5,1	0,56	0,01	540
Otalampi	30	1,44	3,3	6,8	0,99	0,01	998
Rusutjärvi	139	9,6	2	3,5	2,7	0,09	350
Pusulanjärvi	210	226	4,5	9,5	9,5	2,14	51
Enäjärvi	508	34	3,4	10	18	0,33	580
Tuusulanjärvi	600	92	3,2	10	19	0,88	250
Lehijärvi	705	83	6	18	42	0,42	1152
Äimäjärvi	850	93	2,6	10	21,8	0,74	330
Äimäjärvi 1	370	53	2	4	7,4	0,71	120
Äimäjärvi 2	480	40	3	10	14,4	0,37	450
Hiidenvesi	3030	934	6,6	28	197	8,44	270
Hiidenvesi 1	440	-	-	5	-	-	-
Hiidenvesi 2	396	-	-	8	-	-	-
Hiidenvesi 3	983	-	-	28	-	-	-

2.1. Veden laatu

2.1.1. Taustatiedot

Kohdejärvet poikkeavat toisistaan veden laatuominaisuuksiltaan (taulukko 2). Kirkasvetisin järvistä on Lehijärvi, jossa kasvukauden keskimääräinen näkösyvyys 1990 luvulla on yli 2 metriä. Pienin keskimääräinen näkösyvyys, alle puoli metriä, on Enäjärvessä ja Tuusulanjärvessä. Väriluku (Pt mg / l) vaihtelee 20:stä (Lehijärvi) 105:een (Tuusulanjärvi). Kasvukauden keskimääräinen sähkönjohtavuus (mS / m) pintavedessä on suurin Lehijärvellä (18) ja pienin Takajärvellä (5), pH on korkein Enäjärvellä (8,73) ja matalin Takajärvellä (7,01). Huonoin alusveden happitilanne on kesäkaudella ollut Lehijärvellä, keskimäärin 0,1mg / l. Kaikki kohdejärvet on luokiteltu rehevöityneiksi (kokonaisfosforin vuotuinen ka. yli 30 µg / l), mutta rehevyystilanteissa on selviä järvien välisiä eroja. Keskimääräiset kasvukauden kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 39 - 127 µg / l, kokonaistyyppipitoisuudet välillä 587 - 1257 µg / l ja klorofyllipitoisuudet välillä 24 - 53 µg / l (Otalampea ei ole otettu huomioon, koska sieltä on vain yksi mittauskerta). Kokonaisfosforipitoisuuden perusteella rehevin järvi ennen vuotta 1997 on ollut Enäjärvi ja vähiten rehevä Etujärvi.

**Taulukko 2. Kohdejärvien veden laatuominaisuuksia. Luvut ovat kasvu-
kauden (touko - syyskuu) keskiarvoja aikaväliltä 1990 - 96. pH, sähkön-
johtavuus, ravinteet ja klorofylli on mitattu pintavedestä (1 m); happi-
pitoisuus pohjan läheisestä vedestä. Luvut eivät ole täysin vertailukelpoi-
sia, sillä joitain järviä on tutkittu kauan (esim. Tuusulanjärvi) ja toisia
järviä (esim. Otalampi) vain parin vuoden ajan. Havaintovuosien luku-
määrä aikavälillä 1990 - 96, on kohdejärven nimen perässä.**

Kohdejärvi	Näkö- syvyys (m)	Väri (Pt mg/l)	Sähkön- johtavuus (mS/m)	pH	Happi (mg/l)	Kokonais- typpi (µg/l)	Kokonais- fosfori (µg/l)	Kloro- fylli-a (µg/l)
Havaintovuodet								
Takajärvi, 6	1,2	48	5,5	7,0	8,3	811,2	44,2	30,2
Etujärvi, 7	1,1	51	6,6	7,1	5,1	764,1	38,6	26,2
Otalampi, 1	1,5	30	8,2	7,3	9,4	650,0	33,0	83,0
Rusutjärvi, 7	0,8	49	9,7	7,8	8,7	1071,0	59,0	33,3
Pusulanjärvi, 4	1,1	53	8,4	7,3	3,4	683,3	47,7	-
Enäjärvi, 4	0,5	80	12,2	8,7	5,9	1256,6	127,2	36,4
Tuusulanjärvi, 7	0,5	105	13,9	7,9	6,0	1200,4	107,8	48,4
Lehijärvi, 7	2,3	20	17,9	8,2	0,1	587,1	39,7	28,2
Äimäjärvi, 2	0,9	46	10,8	8,5	8,3	1147,5	80,8	52,8
Alue 1	0,6	55	11,0	9,2	9,2	1600,0	105,5	82,0
Alue 2	1,2	38	10,7	7,7	7,5	695,0	56,0	23,7
Hiidenvesi, 7	0,8	71	12,1	7,6	6,8	909,6	57,1	23,6
Alue 1	0,5	86	14,1	7,7	8,6	1005,2	90,9	35,8
Alue 2	0,9	65	11,2	7,6	8,6	827,6	47,9	21,4
Alue 3	1,1	63	11,1	7,6	3,4	896,0	32,4	13,6

2.2. Kalasto

2.2.1. Taustatiedot

Kohdejärvistä tavattava kalalajisto ja lajien määrä vaihtelee (taulukko 3). Pienemmissä järvissä) kalalajeja on luonnollisesti vähemmän ja isoissa järvissä enemmän. Etu- ja Takajärvessä sekä Otalammessa kalalajeja on seitsemän. Tuusulanjärvessä, Äimäjärvessä ja Hiidenvedessä on yli kaksikymmentä kalalajia. Yleisimmät lajit ahven, kiiski, hauki, särki ja lahna esiintyvät kaikissa kohdejärvissä. Siikaa on alkuperäisenä tai istutettuna kahdeksassa ja kuhaa seitsemässä järvessä. Sorvaa, salakkaa, pasuria, ruutanaa ja madetta tavataan seitsemästä kohdejärvestä.

Taulukko 3. Kohdejärvistä tavatut kalalajit. Istutusten varassa olevat kannat on merkitty suluin. Rusutjärvestä on lisäksi tavattu melko paljon särkikalajien risteymiä, mm. särkilahnaa.

Kohdejärvi	Taka-järvi	Etu-järvi	Ota-lampi	Rusut-järvi	Pusu-lanjärvi	Enä-järvi	Tuusulanjärvi	Lehi-järvi	Älmä-järvi	Hiiden- vesi	Yht.
Ahven	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Kuha				X	(X)	X	X	(X)	X	X	7
Kilski	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Hauki	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Kuore					X		X		X	X	4
Mulku						(X)		X		(X)	3
Silka	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	10
Taimen								(X)	(X)	(X)	3
Harjus										(X)	1
Puronierä									(X)		1
Kirjolohi	(X)	(X)					(X)		(X)	(X)	5
Särki	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Sorva			X	X	X	X	X	X	X	X	7
Salakka				X	X	X	X	X	X	X	7
Pasuri				X	X	X	X	X	X	X	7
Lahna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Sulkava				X	X	X	X	X	X	X	6
Toutain				(X)	(X)	(X)	(X)		(X)	(X)	6
Säyne							X		X	X	3
Ruutana	X	X		X		X	X		X	X	7
Suutarl				X	X	X	X			X	5
Karppi				(X)		(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	6
Made				X	X	X	X	X	X	X	7
Kivisimppu							X	X		X	3
Ankerias				(X)		(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	6
Yhteensä	8	8	7	17	15	18	21	15	21	24	25

2.3. Kunnostustoimenpiteet

2.3.1. Ravinnekuormitus

Kaikilla kohdejärvillä pistekuormitus on poistettu kokonaan tai saatu vähennetyksi tyydyttävälle tasolle. Sen sijaan hajakuormitus on vielä ongelma ja sen pienentämiseksi on kullakin järvelle laadittu suunnitelmia. Keskeisiä toimenpiteitä ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi ovat suojakaistojen ja -vyöhykkeiden perustaminen sekä laskeutusaltaiden rakentaminen tulo-uomiin ja niiden varsille, haja-asutuksen viemäröinti ja tiedon jakaminen valuma-alueen asukkaille mahdollisista ravinnepäästöjä vähentävistä toimista.

Sisäinen kuormitus on useilla kohdejärvillä ulkoista merkittävämpi kasviplanktonin ravinnelähde. Sisäistä kuormitusta pyritään vähentämään pääasiassa hoitokalastuksella. Ilmastuksella parannetaan Enäjärven, Tuusulanjärven ja Rusutjärven alusveden happipitoisuutta ja samalla vähennetään sedimentistä vapautuvaa ravinnemäärää. Lisäksi Tuusulanjärvellä on suunnitelmissa vähentää sisäistä kuormitusta peittämällä syvännealueen huonokuntoinen pohjasedimentti savella.

2.3.2. Hoitokalastukset

Kohdejärvistä Enäjärvellä, sekä Etu- ja Takajärvellä hoitokalastusta on harjoitettu jo vuodesta 1993 alkaen. Enäjärvellä pyyntivälineenä on ollut valtaosin nuotta ja kalastustehokkuus on ollut suuri, vuoteen 1997 mennessä yhteensä yli 300 kg / ha, ja positiivisia vaikutuksia veden laatuun ja kalastoon on jo ilmennyt. Sinileväkukinnat ovat vähentyneet ja ahvenkalojen osuus kalastosta on kasvanut. Pienikokoisilla Etu- ja Takajärvillä kalastustehokkuus ei ole ollut kovin suuri: Etujärvellä n. 160 kg / ha ja Takajärvellä n. 110 kg / ha, eikä veden ladun paranemista ole ilmennyt. Paikallisten asukkaiden mukaan hoitokalastuksella on kuitenkin ollut positiivisia vaikutuksia virkistyskalastussaaaliiseen, koska isokokoisten ahvenien määrä on kasvanut.

Hiidenvedellä, Äimäjärvellä, Pusulanjärvellä ja Tuusulanjärvellä vuosi 1997 oli ensimmäinen varsinainen hoitokalastusvuosi. Otalammella, Lehijärvellä ja Rusutjärvellä hoitokalastukset alkavat vuonna 1998. Rusutjärvellä oli 1980-luvun lopulla hoitokalastushanke, mutta sen tehokkuus jäi pieneksi, eikä se tuottanut toivottua tulosta. Nykyään Rusutjärven kalakanta on hyvin särkikalavaltainen.

3. Tutkimusmenetelmät

3.1. Vesistötutkimukset

Vuoden 1997 vesistötutkimuksissa seurattiin veden laatua, kasvi- ja eläinplanktonia, ulkoista kuormitusta ja sedimentaatiota. Vedenlaatu- ja planktonitutkimusten havaintopaikkana oli yleensä järven syvin kohta; Enäjärvellä oli mittauspiste myös matalammalla alueella. Osa-alueisiin jaetuilla järvillä, jokaisella osa-alueella oli oma havaintopisteensä. Näytteitä (taulukko 4) otettiin kohdejärviltä erilaisten ohjelmien mukaisesti ja näytteenotokertojen määrä vaihteli 8:sta 17:ään kertaan vuodessa. Kasvukaudella, touko - syyskuussa näytteet otettiin yleensä kahden viikon välein. Talvella näytteitä otettiin yleensä tammi- ja maaliskuussa.

Taulukko 4. Kohdejärviltä otettavat vesitutkimusnäytteet. Joillakin järvillä mittauksia saatettiin tehdä useammasta kuin kolmesta syvyydestä. Etu- ja Takajärvellä ei tehty bruttosedimentaatiomittauksia. Enäjärveltä, Pusulanjärveltä ja Otalammelta otettiin lisäksi liukoinen PO₄-P (NCP) ja kiintoaine, sekä eläinplanktonnäytteet myös 2 - 4 m:stä. Otalammelta tehtiin vesipatsaan puollivälistä vain lämpötila- ja happimittauksia. Hii-denvedellä mitattiin lisäksi suolistoperäisiä bakteereita ja biologista hapenkulutusta, muttei alkaliniteettiä, eikä rautaa. Rusutjärvellä nitraatti- ja nitriittityppi mitattiin yhdessä. Älmä- ja Lehijärveltä mitattiin lisäksi klooria, mangaania, natriumia, kalsiumia, kalsiumia, magnesiumia ja alumiinia; bruttosedimentaatiota ei mitattu talvikaudella.

Määritykset	Mittausvyvyys	Ajankohta
Näkösyvyys, lämpötila, happi (mg/l, kyl.%), sameus, väriuku, pH, alkaliniteetti, kok. N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, NH ₄ -N, kok. P, PO ₄ -P, Fe	1 m pinnasta, vesipatsaan puoliväli ja 1 m pohjasta	Talvi- ja kasvukausi
Bruttosedimentaatio (kok. P, kok. N, kuiva-aine, hehikutushäviö ja -jäännös)	3 tai 4 m pinnasta, 1 m pohjasta	Talvi- ja kasvukausi
a-klorofylli, kasviplankton	0 - 2 m	Touko - lokakuu
Eläinplankton	0 - 2, 2 - 4 m	Heinä - elokuu

Kasviplankton- ja a-klorofyllinäytteet otettiin 0 - 2 m:n kokoomanäytteinä. Eläinplanktoninäytteet otettiin Sormunen -putkinoutimella kokoomanäytteinä, suodatettiin 50 µm haavin läpi ja säilöttiin 4 % formaldehydiliuokseen.

Bruttosedimentaatiota mitattiin järven syvimmälle kohdalle asennetuilla keräimillä. Ylempi keräin oli kolmen tai neljän metrin syvyydellä ja alempi metrin pohjan yläpuolella.

Kuormituksen arvioinnissa käytettiin hyväksi aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia. Mikäli tarvittavia tutkimuksia ei ollut, kuormitusmittaukset tehtiin itse. Suurimmista järveen

laskevista ojista tai joista otettiin näytteet kevään tulva-aikoina viikottain ja syksyllä joka toinen viikko, muina aikoina näytteet otettiin kerran kuussa. Myös järvestä purkautuvan veden määrä arvioitiin. Lähtevän veden ainetaseiden mittauksissa käytettiin pintavettä (1 m).

Pusulanjärvellä ja Otalammella aloitettiin virtaaman ja vedenkorkeuden havainnointi: suurimmille ojille tai joille määritetään purkautumiskäyrä ja virtaama arvioidaan vedenkorkeushavaintojen avulla.

3.2. Verkkokoekalastukset

3.2.1. Pohjoismainen yleiskatsausverkko

Verkkokoekalastusten pyyntivälineenä käytettiin pohjoismaista yleiskatsausverkkoa. Käytettyjen yleiskatsausverkkojen pituus oli 30 m ja korkeus 1,5 m. Samassa pauloituksessa 2,5 m:n kaistaleina on 12 eri solmuväliä: 5; 6,25; 8; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 ja 55 mm. Solmuvälit kasvavat kertoimen 1,25 mukaan; tällä pyritään siihen, että yleiskatsausverkon pyyntitehokkuus olisi mahdollisimman saman suuruinen kaiken kokoisille kaloille. Eri solmuvälit sijaitsevat verkossa satunnaisessa järjestyksessä. Järjestys (43; 19,5; 6,25; 10; 55; 8; 12,5; 24; 15,5; 5; 35 ja 29 mm) arvottiin suunnitteluvaiheessa ja vakioitiin.

3.2.2. Otannan suunnittelu

Kohdejärvet jaettiin syvyysvyöhykkeisiin: 0-3 m, 3-6 m, 6 - 12 m ja 12 - 20 m (taulukko 5). Hiidenvesi on laajin ja syvin kohdejärvistä ja siksi sen syvyysvyöhykejako oli hieman erilainen: 0-5 m, 5-10 m, 10-20 m ja yli 20 m. Eri järvissä syvyysvyöhykeitä oli 1 - 4 kappaletta. Matalimmassa vyöhykkeessä käytettiin vain pohjaverkkoja, seuraavassa vyöhykkeessä pohja- ja pintaverkkoja, toiseksi syvimässä vyöhykkeessä käytettiin pinta-, välivesi- ja pohjaverkkoja ja syvimässä vyöhykkeessä pinta- ja pohjaverkkojen lisäksi kahta (ylempää ja alemmaa) välivesiverkkoa.

Syvyysvyöhykejaolla saavutetaan kaksi etua. Ensinnäkin otanta on kattava, koska lähes koko vesimassa on pyynnin kohteena. Toiseksi satunnaisvaihtelu, joka koeverkko-saaliissa on yleensä suurta, pienenee. Osa satunnaisvaihtelusta siirtyy tunnetuksi, syvyysvyöhykkeiden väliseksi vaihteluksi, jos syvyysvyöhykkeiden välillä on todellisia eroja lajikoostumuksessa ja eri lajien yksilömäärissä.

Epäyhtenäiset järvet jaettiin osa-alueisiin, koska oli odotettavissa, että eri altaiden välillä olisi eroja kalalajistossa ja -tiheydessä. Äimäjärvi jaettiin luoteisosaan (alue 1) ja eteläosaan (alue 2), Hiidenvesi jaettiin koillis- (alue1), väli- (alue 2) ja syväneosaan (alue 3).

Taulukko 5. Vuoden 1997 verkkokoekalastusten verkkomäärät kullakin kohdejärvellä, eri syvyysvyöhykkeissä. A 1 = osa-alue 1 jne. Y = kaikki osa-alueet yhteensä. Vv = välivesi (4 - 8 m), Vv 1 = ylempi välivesi (5 - 10 m) ja Vv 2 alempi välivesi (10 - 15 m). Yhteensä -rivillä on järven tai sen osa-alueen kokonaispyyntiponnistus (verkkojen kokonaislukumäärä) ja Pp / ha -rivillä pyyntiponnistus pinta-alaa kohti (verkkolukumäärä / ha). *Hiidenveden syvyysvyöhykejako poikkeaa muista järvistä: alle 3 m:n vyöhykettä vastaa alle 5 m:n vyöhyke, 3 - 6 m:ä vastaa 5 - 10 m, 6 - 12 m:ä vastaa 10 - 20 m ja 12 - 20 m:ä vastaa yli 20 m; lisäksi Vv ja Vv 1 ovat 7 - 14 m:ssä ja Vv 2 on 14 - 20 m:ssä.

Syvyys- vyöhyke	Taka- järvi	Etu- järvi	Ota- lampi	Rusut- järvi	Pusu- lanjärvi	Enä- järvi	Lehi- järvi	Äimäjärvi			Hiidenvesi*			
								A 1	A 2	Yht.	A 1	A 2	A 3	Yht.
Alle 3 m	6	4	6	20	12	18	16	24	10	34	16	10	14	40
3-6 m	4	6	6	-	10	32	14	-	12	12	-	8	10	18
Pinta	2	3	3	-	5	16	7	-	6	6	-	4	5	9
Pohja	2	3	3	-	5	16	7	-	6	6	-	4	5	9
6-12 m	-	-	-	-	18	-	22	-	14	14	-	-	12	12
Pinta	-	-	-	-	6	-	8	-	5	5	-	-	4	4
Vv	-	-	-	-	6	-	7	-	5	5	-	-	4	4
Pohja	-	-	-	-	6	-	7	-	4	4	-	-	4	4
12-20 m	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	10	10
Pinta	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	3	3
Vv 1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	3	3
Vv 2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	2
Pohja	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	2
Yht.	10	10	12	20	40	50	60	24	36	60	16	18	46	80
Pp / ha	0,63	0,59	0,40	0,14	0,19	0,10	0,09	0,07	0,08	0,07	0,04	0,05	0,05	0,04

Otanta satunnaistettiin, jotta kalastosta saataisiin mahdollisimman valikoimaton otos. Kukin syvyysvyöhyke jaettiin pyyntiruutuihin, jotka numeroitiin ja joista pyyntipaikat arvottiin kullekin pyyntikerralle. Pyyntiruutujen koko vaihteli 0,25 ha:sta 4 ha:iin järven koon mukaan. Pyyntiruutujen koolla ei ollut muuta merkitystä kuin se, että niitä muodostui riittävän monta, jotta otannan satunnaistaminen toimisi.

Pyyntiponnistus suhteutettiin järven pinta-alaan ja syvyyteen (taulukko 5), jotta kohdejärvien tulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia. Pinta-alaltaan isojen järvien suhteellinen pyyntiponnistus oli pienempi kuin pienikokoisilla järvillä. Päivässä voitiin kalastaa enintään 12 verkolla. Kullakin järvellä pyyntiponnistus suhteutettiin syvyysvyöhykkeiden pinta-alan mukaan.

3.2.3. Käytännön pyyntijärjestelyt ja saaliin käsittely

Sään, vedenlämmön, päivänpituuden ja muiden ympäristötekijöiden aiheuttamaa saalisvaihtelua pyrittiin tasoittamaan jakamalla koeverkotukset pitemmälle ajanjaksolle. Kullakin järvellä oli korkeintaan yksi pyyntikerta viikossa, lukuunottamatta laajaa Hiidenvedettä, jolla käytännön syistä kalastettiin eri pyyntialueilla kahtena peräkkäisenä päivänä. Kalastus tapahtui yöpyyntinä (lasku noin kello 20, nosto noin kello 8). Verkot laskettiin syvyyskäyrän tai rannan suuntaisesti mahdollisimman lähelle pyyntiruudun keskustaa. Verkkojen laskemista hapettomaan alusveteen pyrittiin välttämään.

Kunkin verkon jokaisen solmuvälin saalis käsiteltiin erikseen, jolloin aineiston käsittelyssä pystyttiin ottamaan huomioon mahdollisimman monta saaliiseen vaikuttavaa tekijää. Saaliista kirjattiin lajeittain lukumäärä ja yhteispaino. Runsainpien lajien pituusjakaumat mitattiin solmuväleittäin.

3.2.4. Tuusulanjärvi

Vuoden 1996 verkkokoekalastukset Tuusulanjärvellä poikkesivat jonkin verran muilla kohdejärvillä vuonna 1997 tehdyistä. Koko järvi ei ollut pyynnin kohteena, sillä kaikille alueille ei saatu koekalastuslupaa. Kokonaispyyntiponnistus oli yhteensä 46 verkkoyötä (0,08 verkkoa / ha), siis hieman pienempi kuin vuoden 1997 koekalastuksissa vastaavan kokoisilla järvillä. Pyynti painottui muita järviä enemmän rantavyöhykkeeseen: pyyntiponnistus alle 3 m:n vyöhykkeessä oli yhteensä 20, 3 - 6 m:n vyöhykkeessä 10 ja yli 6 m:n vyöhykkeessä 16 verkkoyötä. Yli kuuden metrin vyöhykkeessä kalastettiin yhteensä kahdeksalla pohja- ja kahdeksalla pintaverkolla, välivesiverkkoja ei käytetty. Pyynti tapahtui viitenä peräkkäisenä yönä ajanjaksolla 11. 8. - 15. 8. Pituusjakaumat mitattiin satunnaisotoksesta, ei verkoittain ja solmuväleittäin kuten vuoden 1997 koekalastuksissa.

3.3. Hoitokalastukset

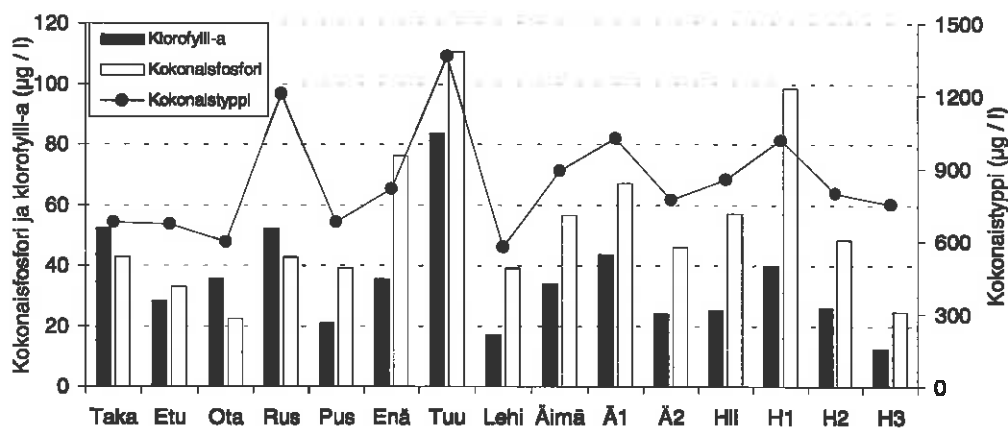
Aikaisemmista ravintoketjukurannostuksista (esim. Vesijärvi) saatujen kokemusten perusteella hoitokalastuksen on oltava riittävän tehokasta, usein noin 200 kg hehtaarilta, jotta särkikalat todella vähenisivät ja ravintoketjukurannostus vaikuttaisi veden laatuun. Äimäjärven (850 ha) kokoisessa järvessä tämä merkitsisi noin 200 000 kilon kokonaissaalista. Tehokas hoitokalastus pyritään viemään läpi korkeintaan kolmessa vuodessa, jolloin vuosisaalis Äimäjärven tapauksessa olisi vähintään 60 tonnia. Tämän jälkeen hoitokalastus jatkuisi tarvittaessa esim. rysäpyynnillä. Saaliista on pidettävä tarkkaa pöytäkirjaa, johon kirjataan mm. saaliin kokonaispaino, lajisuhteet ja pituusjakaumaotoksia, jotta hoitokalastuksen etenemistä voidaan seurata. Hoitokalastusta on muutamalla kohdejärvellä tehty jo useita vuosia. Näillä järvillä hoitokalastusta jatketaan ja pyyntitehoa kasvatetaan tarvittaessa.

Vuonna 1997 hoitokalastuksia tehtiin Etu- ja Takajärvellä, Pusulanjärvellä, Enäjärvellä, Tuusulanjärvellä, Äimäjärvellä ja Hiidenvedellä. Pyynti tapahtui sekä rysillä, että nuotalla. Rysäpyynnissä käytettiin lähinnä 1,5 - 8,5 m korkeita tiheitä isorysiä; jonkin verran saalista saatiin myös pauneteilla. Käytettyjen nuottien korkeus oli 3 - 10 m, pituus noin 300 m ja peräharvuus 5 - 6 mm. Rysäpyynnin ajankohta oli keväällä, heti jäiden lähdöstä alkaen, mutta Pusulanjärvellä rysäkalastusta kokeiltiin myös syksyllä. Hiidenvedellä rysät olivat pyynnissä koko avovesikauden ajan. Nuottausajankohdat olivat Etu- ja Takajärvellä, Pusulanjärvellä ja Äimäjärvellä syys-lokakuussa. Enäjärvellä nuotattiin helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa, sekä syyskuussa. Hiidenvedellä nuotattiin tammikuusta maaliskuuhun ja heinäkuusta joulukuuhun.

4. Yhteenveto vuoden 1997 tuloksista

4.1. Vesistötutkimukset

Kasvukaudella 1997 veden rehevyyttä kuvaavat ominaisuudet, kokonaisfosfori ja -typpi sekä klorofylli-a vaihtelivat melko paljon kohdejärvien välillä, mutta pitoisuudet olivat kuitenkin jokaisella järvellä rehevää luokkaa (kuva 2). Tuusulanjärvi oli kohdejärvistä rehevin, kasvukauden keskimääräiset pitoisuudet pintavedessä olivat sekä kokonaisfosforin, -typen, että klorofylli-a:n osalta korkeimpia (111, 1364 ja 83 $\mu\text{g} / \text{l}$, tässä järjestyksessä). Kokonaisfosforipitoisuus oli pienin Otalammella (23 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja kokonaistyyppipitoisuus sekä klorofyllipitoisuus Lehijärvellä (576 ja 17 $\mu\text{g} / \text{l}$). Osa-alueisiin jaetuilla järvillä, Äimäjärvellä ja Hiidenvedellä veden laatu poikkesi selvästi eri alueilla, joten aluejako oli perusteltua. Hiidenveden alue 1 (Kirkkojärvi) oli kokonaisfosforipitoisuuden (98 $\mu\text{g} / \text{l}$) perusteella toiseksi rehevin vesialue, mutta saman järven alueella 3 (syväne), kokonaisfosforipitoisuus oli toiseksi alhaisin (25 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja klorofylli-a -pitoisuus alhaisin (13 $\mu\text{g} / \text{l}$). Myös Äimäjärven eri osa-alueet olivat veden laadultaan selvästi erilaisia.



Kuva 2. Kasvukauden 1997 keskimääräiset klorofylli-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuudet pintavedessä (1 m) kohdejärvillä. Taka = Takajärvi, Etu = Etujärvi, Ota = Otalampi, Rus = Rusutjärvi, Pus = Pusulanjärvi, Enä = Enäjärvi, Lehi = Lehijärvi, Äimä = Äimäjärvi ja Hii = Hiidenvesi. Ä1 = Äimäjärven osa-alue 1 jne.

4.2. Verkkokoekalastukset

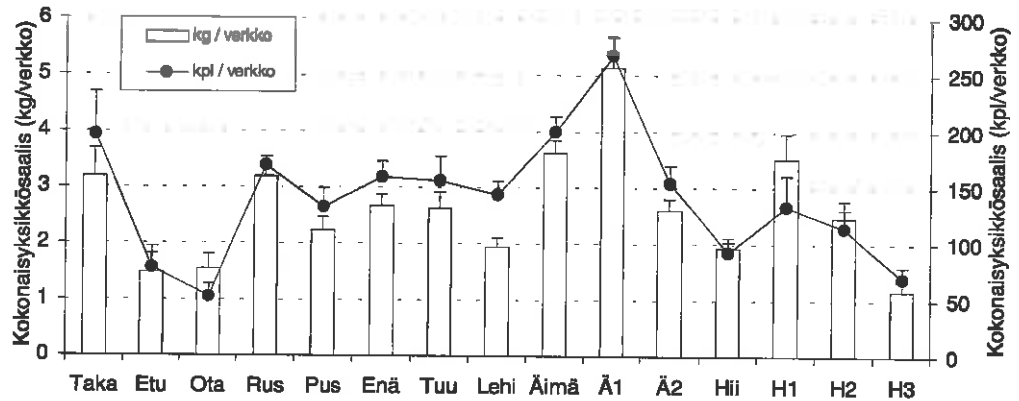
Tutkimushankkeen ensimmäisten verkkokoekalastusten perusteella kalaston määrä vaihtelee kohdejärvissä paljon. Kokonaisuksittain (taulukko 6) suurimman ja pienimmän järven välinen ero on painoyksikkösaaliissa yli kolminkertainen

(Äimäjärvi 3613 vs. Etujärvi 1480 g / verkko) ja lukumääräyksikkösaaliissa nelinker-
tainen (Äimäjärvi 199 vs. Otalampi 53 kpl / verkko).

Taulukko 6. Verkkokoekalastusten tärkeimpien saalislajien saalisosuudet ja yksikkösaaliit kohdejärvillä. Pai % = prosenttiosuus saaliin kokonaispainosta, Lkm % = prosenttiosuus saaliin kokonaislukumäärästä, Pai ka. = painoyksikkösaalis (g / verkko) ja Lkm ka. = lukumääräyksikkösaalis (Lkm / verkko). Tuusulanjärven tulokset ovat vuodelta 1996 ja muiden järvien vuodelta 1997. Kokonaisyksikkösaaliit eli kaikkien saalislajien yhteenlasketut yksikkösaaliit ovat yht. -sarakeessa.

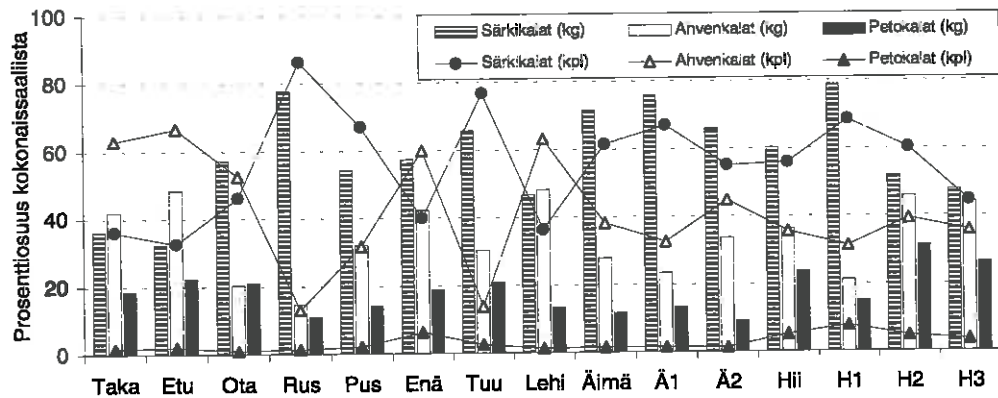
Suure	Järvi	Ahven	Kuha	Kiiski	Hauki	Kuore	Särki	Salakka	Lahna	Pasuri	Sulkava	Muut	Yht.
Pai %	Takajärvi	41,8	-	0,1	2,9	-	27,7	-	8,6	-	-	18,9	100,0
Pai %	Etujärvi	48,3	-	0,2	7,9	-	20,5	-	11,9	-	-	11,3	100,0
Pai %	Otalampi	20,1	-	0,3	19,5	-	43,5	-	12,5	-	-	4,1	100,0
Pai %	Rusutjärvi	6,4	7,0	1,3	-	-	51,2	10,6	5,3	10,5	-	7,8	100,0
Pai %	Pusulanj.	25,7	5,7	0,8	-	0,0	30,0	8,6	2,9	12,4	0,1	14,0	100,0
Pai %	Enäjärvi	22,4	13,8	6,2	0,3	-	43,1	3,3	2,2	8,8	-	0,1	100,0
Pai %	Tuusulanj.	6,7	15,8	7,8	0,7	1,4	22,2	4,0	20,1	18,9	-	2,3	100,0
Pai %	Lehijärvi	43,6	0,2	4,4	4,4	-	35,4	8,3	0,9	2,1	-	0,6	100,0
Pai %	Äimäjärvi	23,9	2,1	1,8	0,3	0,0	43,0	5,7	12,0	7,5	1,0	2,7	100,0
Pai %	Hiidenvesi	18,5	15,0	2,7	2,1	1,0	15,9	9,8	5,4	14,0	14,6	0,9	100,0
Lkm %	Takajärvi	62,1	-	1,0	0,2	-	33,1	-	3,1	-	-	0,6	100,0
Lkm %	Etujärvi	65,9	-	0,8	0,4	-	25,6	-	7,0	-	-	0,4	100,0
Lkm %	Otalampi	52,0	-	0,6	0,6	-	43,3	-	2,4	-	-	1,1	100,0
Lkm %	Rusutjärvi	5,7	0,8	6,5	-	-	49,3	19,1	2,6	15,3	-	0,8	100,0
Lkm %	Pusulanj.	28,7	0,5	2,6	-	0,1	33,3	15,2	3,3	15,1	0,0	1,1	100,0
Lkm %	Enäjärvi	35,7	5,5	18,7	0,0	-	29,6	5,6	0,5	4,3	-	0,0	100,0
Lkm %	Tuusulanj.	3,3	2,0	8,7	0,0	9,2	32,4	14,0	8,9	21,5	-	0,1	100,0
Lkm %	Lehijärvi	52,1	0,1	10,9	0,1	-	23,0	10,3	0,2	2,9	-	0,5	100,0
Lkm %	Äimäjärvi	27,7	0,4	10,2	0,0	0,2	40,1	11,6	3,1	6,5	0,1	0,2	100,0
Lkm %	Hiidenvesi	21,8	4,0	9,7	0,1	8,6	15,8	20,1	2,9	15,7	1,3	0,0	100,0
Pai ka.	Takajärvi	1383	-	5	96	-	915	-	284	-	-	626	3308
Pai ka.	Etujärvi	806	-	3	131	-	342	-	198	-	-	188	1668
Pai ka.	Otalampi	309	-	5	301	-	669	-	193	-	-	63	1539
Pai ka.	Rusutjärvi	205	222	42	-	-	1634	338	169	335	-	248	3193
Pai ka.	Pusulanj.	571	126	17	-	1	666	192	64	275	1	314	2227
Pai ka.	Enäjärvi	600	368	165	7	-	1154	87	58	234	-	3	2677
Pai ka.	Tuusulanj.	175	415	205	17	37	582	105	526	495	-	61	2618
Pai ka.	Lehijärvi	845	4	86	86	-	686	162	17	42	-	12	1939
Pai ka.	Äimäjärvi	863	77	66	11	1	1555	206	433	270	36	97	3613
Pai ka.	Hiidenvesi	357	41	52	289	20	104	271	4	282	307	201	1927
Lkm ka.	Takajärvi	122,4	-	1,9	0,4	-	65,2	-	6,1	-	-	1,1	197,1
Lkm ka.	Etujärvi	51,9	-	0,6	0,3	-	20,2	-	5,5	-	-	0,3	78,8
Lkm ka.	Otalampi	27,4	-	0,3	0,3	-	22,8	-	1,3	-	-	0,6	52,8
Lkm ka.	Rusutjärvi	9,6	1,3	11,1	-	-	83,6	32,4	4,4	26,0	-	1,4	169,7
Lkm ka.	Pusulanj.	38,0	0,6	3,5	-	0,1	44,1	20,1	4,4	20,0	0,1	1,5	132,2
Lkm ka.	Enäjärvi	56,8	8,8	29,8	0,1	-	47,1	8,9	0,8	6,9	-	0,0	159,2
Lkm ka.	Tuusulanj.	5,2	3,1	13,5	0,0	14,3	50,4	21,8	13,9	33,5	-	0,2	155,8
Lkm ka.	Lehijärvi	74,7	0,2	15,7	0,1	-	33,0	14,8	0,3	4,1	-	0,7	143,5
Lkm ka.	Äimäjärvi	55,2	0,8	20,4	0,0	0,3	80,0	23,2	6,1	12,9	0,1	0,4	199,3
Lkm ka.	Hiidenvesi	20,2	3,7	9,0	0,1	7,9	14,6	18,6	2,7	14,5	1,2	0,0	92,5

Osa-alueisiin jaetuilla järvilla kokonaisyksikkösaaliit olivat eri alueilla selvästi erisuuruisia (kuva 3). Äimäjärven alueella 1 kokonaisyksikkösaalis oli kaksinkertainen verrattuna alueeseen 2. Hiidenvedellä yksikkösaalis pieneni tasaisesti alueelta 1 alueelle 3.



Kuva 3. Kohdejärvien kokonaisyksikkösaaliit verkkokoekalastusten perusteella. Koekalastukset tehtiin vuonna 1997 lukuunottamatta Tuusulanjärveä, jossa kalastettiin vuonna 1996. Painoyksikkösaalis (kg / verkko) pylväinä ja kappaleyksikkösaalis (kpl / verkko) pisteiviivana. Hajontajanat pylväiden yläpuolella kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se). Järvien lyhenteiden selitykset kts. kuva 2.

Kokonaisyksikkösaaliiden ohella myös kalalajikoostumus vaihteli paljon kohdejärvien välillä. Särkikalat olivat paino-osuuden perusteella runsain lajiryhmä kuudella järvellä yhdeksästä (kuva 4). Särkikalojen osuus oli suurin Rusutjärvellä 78 %. Ahvenkalat olivat painoaineiston perusteella särkikalaja runsaampia vain Etu- ja Takajärvellä, joilla on hoitokalastettu jo muutaman vuoden ajan, sekä Lehijärvellä, jonka ahvenkanta on poikkeuksellisen vahva. Lukumääräosuuksia tarkasteltaessa ahvenkalat olivat särkikalaja lukuisampia viidellä kohdejärvellä. Näilläkin järvilla on hoitokalastettu lukuunottamatta Lehijärveä sekä Otalampea, joka oli yksikkösaaliiltaan vähäkalaisin kohdejärvistä. Petokalojen paino-osuus oli suurin Hiidenvedellä ja lukumääräosuus Enäjärvellä. Petokalojen osuus oli, Tuusulanjärveä lukuunottamatta, suurin järvilla, joilla on tehty hoitokalastusta tai järvilla, joiden kokonaisyksikkösaalis on pieni. Osa-alueisiin jaetuilla järvilla oli veden laadultaan paremmilla alueilla (Äimäjärven alue 2 sekä Hiidenveden alueet 2 ja 3) särkikalojen saalisosuus pienempi ja ahvenkalojen suurempi.



Kuva 4. Eri kalaryhmien saalisosuudet kohdejärvillä vuonna 1997. Peto- kaloihin on laskettu kaikki kuhat, hauet, mateet ja toutaimet, mutta ah- venista vain yli 15 cm:n pituiset yksilöt. Pylväät ovat prosenttiosuuksia saaliin kokonaisuudesta ja pisteet sekä kolmiot kokonaislukumäärästä. Osa kaloista on otettu mukaan kahteen ryhmään ja tarkastelusta puuttu- vat lohi- ja siikakalat, joten osuuksien summa poikkeaa sadasta. Järvien lyhenteiden selitykset kts. kuva 2.

4.3. Hoitokalastukset

Hoitokalastuksia tehtiin vuonna 1997 seitsemällä kohdejärvellä (taulukko 7). Enäjär- vellä hoitokalastukset jatkuivat jo viidettä vuotta. Särkikaloja on silti edelleen paljon ja vuonna 1997 Enäjärven saalis oli suurempi kuin koskaan aiemmin yhteensä n. 60 000 kg (118 kg / ha). Enäjärven hoitokalastussaaalis on nyt yhteensä 190 tonnia (370 kg / ha). Etu- ja Takajärvellä hoitokalastusta on tehty vuoden kauemmin kuin Enäjärvellä. Vuonna 1997 hoitokalastusta tehostettiin myös Etu- ja Takajärvellä ja nuottapyyntiä kokeiltiin ensimmäistä kertaa. Kokeilu onnistui kohtuullisesti ja nuotta- saalis oli kummallakin järvellä suurempi kuin rysäsaalis. Kokonaissaalis oli Etujär- vestä yhteensä 1 170 kg (69 kg / ha) ja Takajärvestä 640 kg (40 kg / ha). Kaikenkaik- kiaan Takajärvestä on poistettu kalaa 2,4 tonnia (150 kg / ha) ja Etujärvestä 3,9 tonnia (230 kg / ha).

Vuosi 1997 oli ensimmäinen hoitokalastusvuosi viidellä kohdejärvellä. Hiidenvedellä koeluontoista pyyntiä on harjoitettu jo vuodesta 1994 lähtien, mutta vuosi 1997 oli ensimmäinen vuosi, jolloin varsinaista hoitokalastusta tehtiin. Hoitokalastuksen tehokkuus Hiidenvedellä jäi kuitenkin vielä melko pieneksi (alle 50 kg / ha). Myös Äi- mäjärvellä ja Pusulanjärvellä pyyntiponnistusta on jatkossa kasvatettava. Sen sijaan Tuusulanjärvellä hoitokalastus onnistui heti ensimmäisenä vuonna poikkeuksellisen hyvin: kokonaissaalis oli yli 70 000 kg (n. 120 kg / ha).

Taulukko 7. Kohdejärvien hoitokalastukset vuosittain. Kg = kokonais-saalis, saalis/ha = saalis kiloina hehtaaria kohti. Yht. -rivillä on tähänastinen kokonaissaalis.

	Vuosi	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Yht.
Takajärvi	Kg	570	300	300	300	300	640	2 410
	saalis/ha	36	19	19	19	19	40	151
Etujärvi	Kg	1 200	600	300	300	300	1 170	3 870
	saalis/ha	71	35	18	18	18	69	228
Pusulanjärvi	Kg	-	-	-	-	-	8 700	8 700
	saalis/ha	-	-	-	-	-	41	41
Enäjärvi	Kg	-	21 123	13 752	51 432	39 695	63 350	189 352
	saalis/ha	-	42	27	101	78	125	373
Tuusulanjärvi	Kg	-	-	-	-	-	72 500	72 500
	saalis/ha	-	-	-	-	-	121	121
Äimäjärvi	Kg	-	-	-	-	-	27 000	27 000
	saalis/ha	-	-	-	-	-	32	32
Hiidenvesi	Kg	-	-	7 578	16 620	73 650	144 940	242 788
	saalis/ha	-	-	3	5	24	48	80

4. 4. Hankkeen eteneminen

Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset -hanke on lähtenyt hyvin käyntiin ja ensimmäisen vuoden tutkimukset on saatu tehtyä suunnitelmien mukaan. Kohdejärvien tämän hetkinen tilanne on nyt selvillä: kaikilla kohdejärvillä on tarvetta kunnostustoimenpiteisiin, mutta kohdejärvien välillä on selviä eroavaisuuksia veden laadussa sekä kalaston tiheydessä ja koostumuksessa. Kun tutkimusjärvet ovat erilaisia ja kunnostustoimenpiteet toteutetaan kullekin järvelle sopivimmalla tavalla, on mahdollista saada monipuolista tietoa siitä, miten kunnostus on parasta toteuttaa erityyppisissä järvissä.

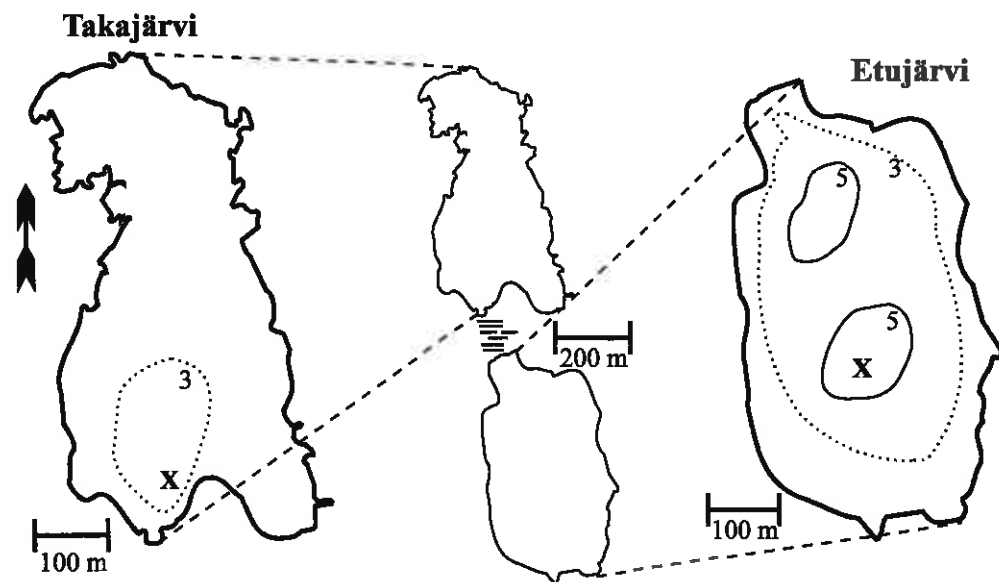
Tutkimus jatkuu samalla tavalla myös vuonna 1998. Lisäksi ainetasetarkkailu aloitetaan kaikilla kohdejärvillä ja vesistötutkimusten näytteenotto pyritään saamaan entistä yhtenäisemmäksi. Hoitokalastukset jatkuvat tai ne saadaan aloitetuksi kaikilla järvillä. Kohdejärvien lähtötilanteen selvittyä voidaan jatkossa keskittyä hoitokalastuksen vaikutuksiin kalastoon, eläin- ja kasviplanktoniin sekä veden laatuun.

5. Järvikohtaiset raportit

5.1. Etu- ja Takajärvi

5.1.1. Järvien kuvailu

Etujärvi ja Takajärvi (kuva 5) sijaitsevat Askolan kunnassa, kirkonkylän vieressä ja kuuluvat Porvoonjoen vesistöalueeseen (Vääriskoski 1992). Etu- ja Takajärven paikalla on ollut aluksi vain yksi järvi, mutta vuosisadan alussa veden pintaa laskettiin noin metrillä, jolloin muodostui kaksi erillistä allasta. Pohjoispuolella sijaitseva Takajärvi laskee Etujärveen, joka laskee edelleen Porvoonjokeen. Takajärvi on matalampi, keskisyvyys 2,1 m ja suurin syvyys 3,8 m, eikä yleensä kerrostu kesäisin. Syvämpi Etujärvi, keskisyvyys 3,2 m ja suurin syvyys 5,1 m, on usein kesäisin kerrostunut. Varsinaista suurta lasku-uomaa järviin ei tule, mutta Etujärveen laskee yksi ja Takajärveen neljä pientä ojaa. Valuma-alueesta (62 ha) metsää on 69 % ja peltoa 18 %. Järvien rantaviivasta yli puolet on, paikoin kaltevaa, viljelysmaata. Takajärven rannalla sijaitsee Askolan kunnan uimala ja Etujärven rannalla seurakuntakeskus.



Kuva 5. Etujärven (17 ha) ja Takajärven (16 ha) syvyyskartta. Kolmen (••••) ja viiden (—) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistötutkimusten mittauspisteet (X).

5.1.2. Rehevöitymishistoria

Vuosisadan alussa tapahtunut veden pinnan lasku lienee antanut alkusysäyksen Etu- ja Takajärven rehevöitymiselle. Tämän jälkeen järviä on rehevöittänyt pääasiassa hajakuormitus. Peltoiselta valuma-alueelta virtaavat ojat (5 kpl) tuovat järviin runsaasti ravinteita ja kiintoainetta. Ojat kuormittavat pääasiassa Takajärveä, sillä Etujärveen laskee, Takajärven lisäksi, vain yksi oja. Ojien lisäksi hajakuormitusta tulee asutuksesta (22 taloutta), sekä metsä- (240 ha) ja karjataloudesta (1 talous). Kuormitusselvityksen (Myllyvirta 1992, julkaisussa Vääriskoski 1992) perusteella järviin tuleva kokonaiskuormitus on noin 175 kg fosforia ja 1990 kg typpeä.

Toisin kuin Takajärvi, Etujärvi usein kerrostuu kesäisin ja alusvesi muuttuu hapettomaksi, jolloin pohjasedimenttiin varastoitunutta fosforia vapautuu aiheuttaen sisäistä kuormitusta. Vuonna 1990 tehdyissä sedimenttitutkimuksissa (Vääriskoski 1992) kummankin järven sedimentin on havaittu sisältävän melko runsaasti fosforia ja typpeä. Talvisin happikatoja ja niistä johtuvia kalakuolemia on havaittu kummallakin järvellä.

Ravinnepitoisuudet ovat Etu- ja Takajärvellä rehevälle järvelle ominaisia: aikavälillä 1990 - 1996 kasvukauden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus Etujärvellä vaihteli välillä 35 - 49 $\mu\text{g} / \text{l}$, kokonaistyyppipitoisuus välillä 639 - 868 $\mu\text{g} / \text{l}$ ja klorofyllipitoisuus välillä 16 - 33 $\mu\text{g} / \text{l}$. Takajärvellä vastaavat pitoisuuksien vaihteluvälit olivat fosforin osalta 38 - 51, typen osalta 692 - 983 ja klorofyllin osalta 23 - 52 $\mu\text{g} / \text{l}$. Järviä yhdistävä oja on umpeenkasvanut ja rannat ovat paikoin soistumassa. Vuoden 1990 tutkimuksissa (Ahtela 1991, julkaisussa Vääriskoski 1992) levien biomassat ja koostumus kuvasivat selvästi reheviä olosuhteita kummassakin järvessä, mutta Takajärvi havaittiin jonkinverran rehevämmäksi. Kummallakin järvellä on ajoittain sinileväkukintoja, joiden valtalajina on yleensä ollut *Aphanizomenon flos-aquae*. Kasvillisuusselvityksen (Nybom 1991, julkaisussa Vääriskoski 1992) mukaan kummallakin järvellä on melko runsas rantakasvillisuus, joka on lajistoltaan tavallista ranta- ja suokasvillisuutta. Kelluslehtiset eivät muodosta laajoja kasvustoja; uposkasveja on Takajärvellä paikoitellen, Etujärvellä ei lainkaan.

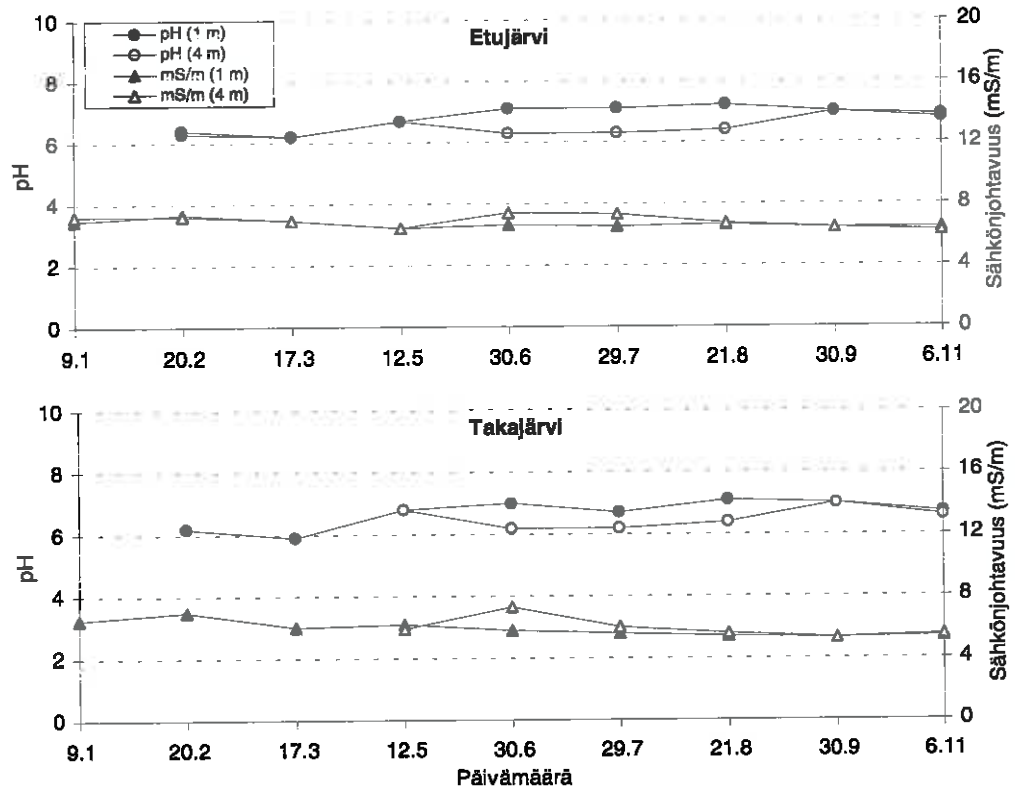
5.1.3. Kunnostustoimenpiteet

Vuonna 1989 Etu- ja Takajärven kunnostushanke liitettiin Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin suunnittelu- ja tutkimusohjelmaan ja veden laadun seuranta aloitettiin. Kunnostushankkeen toimenpiteitä ovat ulkoisen kuormituksen vähentäminen, särkikalojen tehopyynti ja kummankin järven ilmastus. Tulevaisuudessa järvet mahdollisesti yhdistetään uudelleen laajentamalla järviä yhdistävää ojaa ja nostamalla veden pintaa. Hoitokalastukset aloitettiin vuonna 1992 ja ennen vuotta 1997 Etujärveltä oli poistettu rysäpyynnillä yhteensä n. 2700 kg (160 kg / ha) ja Takajärveltä n. 1770 kg (110 kg / ha) vähäarvoista kalaa.

5.1.4. Vuoden 1997 veden laatu

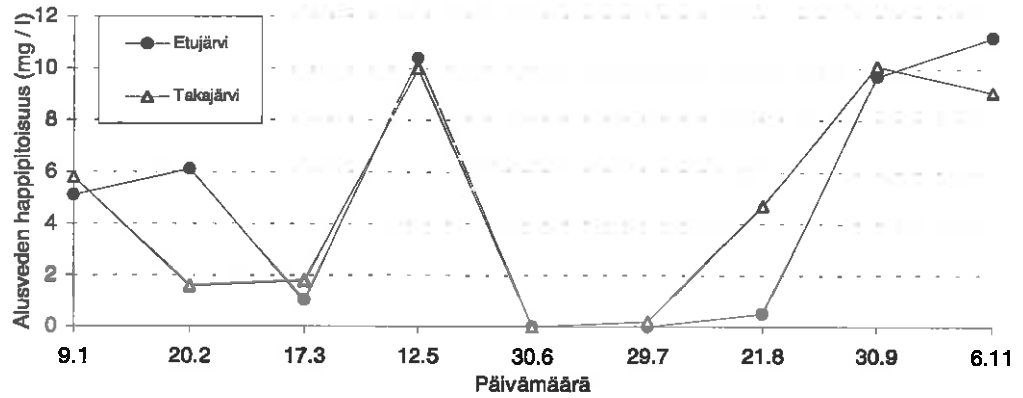
Pintaveden pH (kuva 6) oli kummallakin järvellä läpi vuoden hyvin tasainen (vaihteluväli Etujärvellä 6,2 - 7,2 ja Takajärvellä 5,9 - 7,1). Elokuussa havaitut suuret klorofyllipitoisuudet eivät näkyneet pH:n nousuna, vaikka voimakas levätuotanto voi kasvattaa veden emäksisyyttä. Myös aikaisempina vuosina pH on kummallakin järvellä vaihdellut 6 - 7 välillä.

Pintaveden sähkönjohtavuus (kuva 6) oli mittausjaksolla kummallakin järvellä tasainen, vaihteluväli Etujärvellä 6,4 - 7,3 mS / m ja Takajärvellä 5,3 - 6,2 mS / m. Hapettomina kausina pohjasedimentistä vapautuu suoloja ja sähkönjohtavuus alusvedessä kasvaa. Näin tapahtui jossain määrin kummallakin järvellä, vaikkakaan sähkönjohtavuus ei kasvanut kovin korkeaksi.



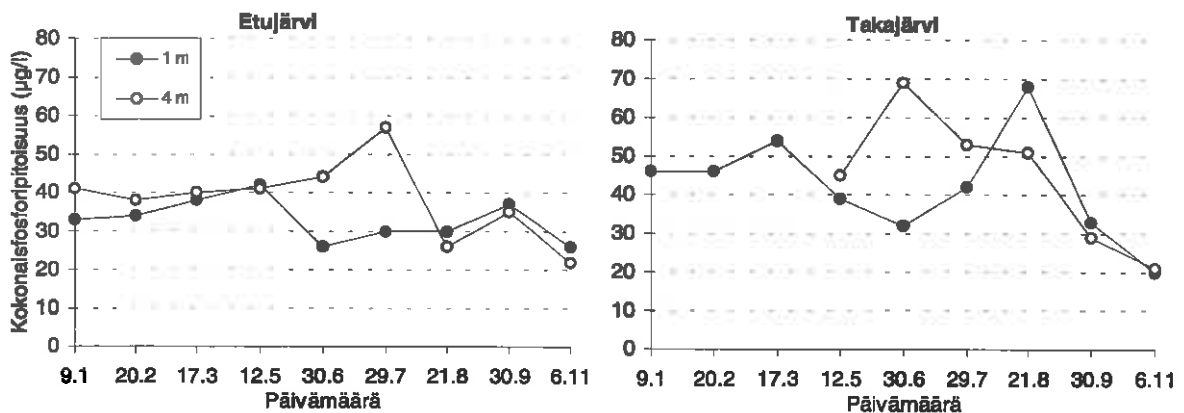
Kuva 6. Etujärven ja Takajärven pH ja sähkönjohtavuus vuonna 1997 pinta- (1 m) ja alusvedessä (4 m).

Kummallakin järvellä esiintyi mittausjakson aikana hapettomuutta alusvedessä (kuva 7). Etujärvellä hapettomuutta havaittiin kesä - elokuun mittauskerroilla, Takajärvellä kesä - heinäkuussa. Loppukesän lisäksi happi oli vähissä Etujärvellä myös maaliskuussa, jolloin Takajärvellä ei happea mitattu. Aikaisempina vuosina hapettomuutta on havaittu Etujärvellä sekä kesäisin, että talvisin. Takajärvellä vain talvisin, koska järvi kerrostuu mataluutensa vuoksi kesäisin vain heikosti, eikä hapettomuutta yleensä esiinny. Kesä 1997 oli kuitenkin poikkeuksellisen tyyne ja lämmin, ja Takajärvi kerrostui tavallista vahvemmin.



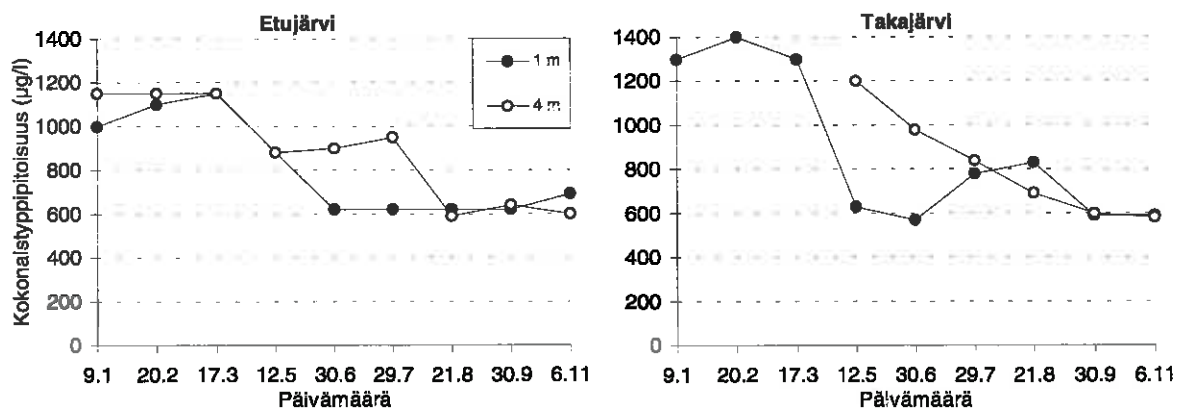
Kuva 7. Alusveden (4 m) happipitoisuudet Etu- ja Takajärvellä vuonna 1997.

Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus (kuva 8) vaihteli Etujärvellä välillä 26 - 42 $\mu\text{g/l}$ ja Takajärvellä välillä 20 - 68 $\mu\text{g/l}$. Takajärven pitoisuus oli yleensä korkeampi kuin Etujärven. Suurimmillaan pintaveden kokonaisfosforipitoisuus oli Etujärvellä toukuussa ja Takajärvellä elokuussa. Alusveden kokonaisfosforipitoisuus nousi hapettomalla jaksolla jonkin verran kummallakin järvellä. Takajärvellä sekä pinta- että alusveden fosforipitoisuudet olivat jonkin verran suurempia kuin Etujärvellä. Aikaisempiin vuosiin verrattuna Etujärvellä pintaveden kokonaisfosforipitoisuudessa ei näkynyt selvää muutosta. Takajärvellä pitoisuus nousi enimmillään hieman korkeammaksi kuin vuosina 1993 - 1995.



Kuva 8. Etujärven ja Takajärven kokonaisfosforipitoisuudet pinta- (1 m) ja alusvedessä (4 m) vuonna 1997.

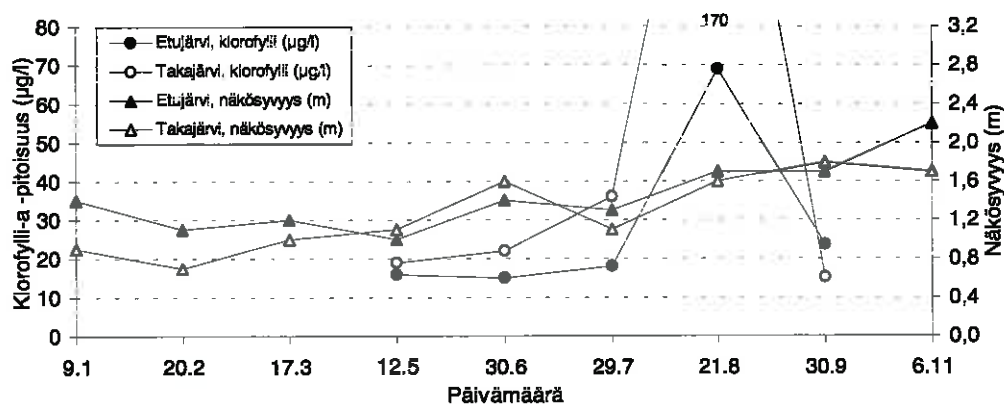
Pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet (kuva 9) vaihtelivat Etujärvellä välillä 620 - 1150 $\mu\text{g/l}$ ja Takajärvellä välillä 570 - 1300 $\mu\text{g/l}$. Pitoisuudet olivat kummallakin järvellä suurimmillaan maaliskuussa. Takajärvellä pintaveden tyyppipitoisuus oli yleensä Etujärveä korkeampi. Alusveden tyyppipitoisuus nousi Etujärvellä hapettomana kautena hetkellisesti, mutta ei kovin korkeaksi. Takajärvellä alusveden kokonaistyyppipitoisuus laski tasaisesti mittausjakson loppua kohti. Tyyppipitoisuuksissa ei ole havaittavissa muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna.



Kuva 9. Etujärven ja Takajärven kokonaistyyppi-pitoisuudet pinta- (1 m) ja alusvedessä (4 m) vuonna 1997.

Etujärvellä fosfaattifosforin pitoisuudet pintavedessä laskivat talven arvoista (yli 10 µg / l) nopeasti hyvin alhaisiksi (n. 2 µg / l). Epäorgaanisen typen pitoisuudet vaihtelivat Etujärvellä välillä 8 - 286 µg / l. Myös Takajärvellä pintaveden fosfaattifosfori-pitoisuudet olivat alhaisia (n. 2 µg / l) koko kasvukauden ajan. Epäorgaanisen typen pitoisuudet (vaihteluväli: 6 - 67 µg / l) olivat Takajärvellä pienempiä kuin Etujärvellä.

Klorofyllipitoisuus (kuva 10) vaihteli Etujärvellä välillä 15 - 69 µg / l ja Takajärvellä välillä 15 - 170 µg / l. Kummallakin järvellä suurin pitoisuus havaittiin elokuussa. Takajärvellä klorofyllipitoisuudet olivat selvästi suuremmat kuin Etujärvellä. Etujärven pitoisuudet ovat samaa luokkaa ja Takajärvellä hieman korkeammat kuin aikaisempina vuosina. Vuoden 1997 näkösyvyys vaihteli kasvukaudella Etujärvellä välillä 1,0 - 1,7 m ja Takajärvellä välillä 1,1 - 1,8 m. Näkösyvyys oli pienin Etujärvellä touku-kuussa ja Takajärvellä maaliskuussa, kirkkaimmillaan vesi oli Etujärvellä marras-kuussa ja Takajärvellä syyskuussa. Vuonna 1997 Etujärvellä oli elokuun lopulla pie-nehkö sinileväkukinta (*Anabaena* sp.) ja Takajärvessä oli samoihin aikoihin runsaasti limalevää (*Gonyostomum semen*).



Kuva 10. Etu- ja Takajärven klorofylli-a -pitoisuudet ja näkösyvyudet vuonna 1997. Takajärvellä elokuun pitoisuus oli asteikon ulkopuolella (170 µg / l).

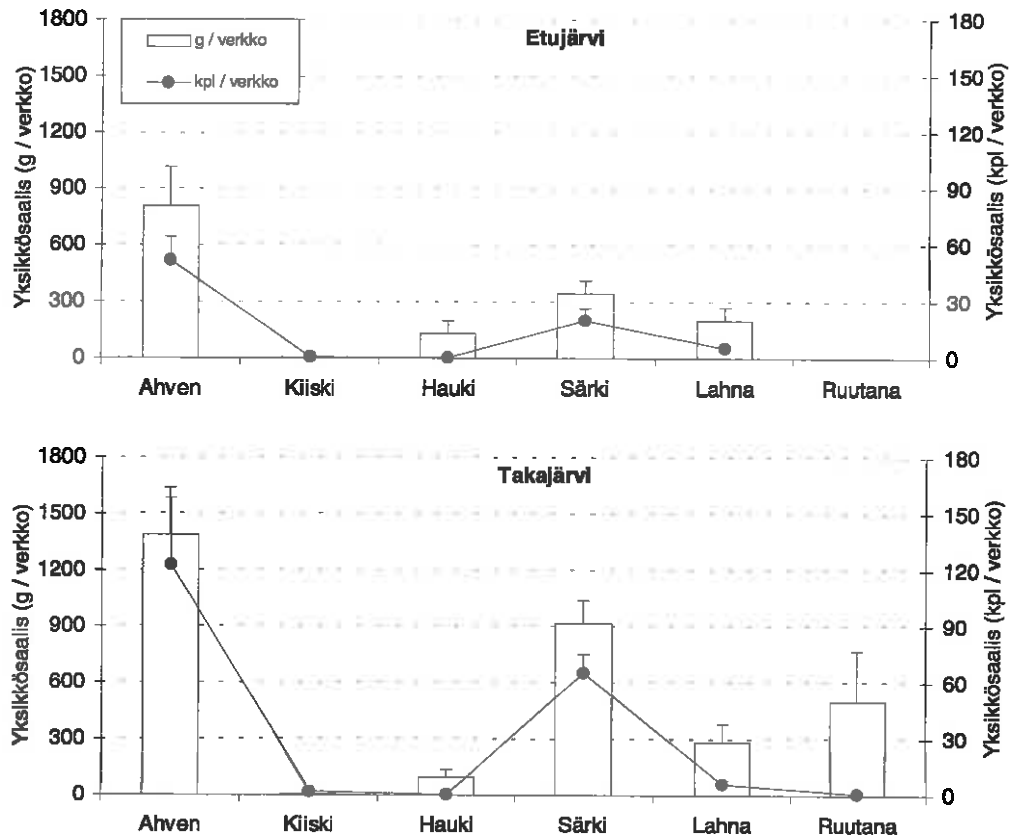
5.1.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

Kokonaisyksikkösaalis Etujärvellä oli 1668 g ja 79 kpl yleiskatsausverkkoa kohti eli puolet pienempi kuin Takajärvellä (3308 g ja 197 kpl; taulukko 8). Takajärven yksikkösaalis oli Äimäjärven (3613 g / verkko) jälkeen toiseksi suurin. Verrattaessa Etu- ja Takajärveä samaa kokoluokkaa olevaan Otalampeen, jolla hoitokalastusta ei ole harjoitettu, Otalammen yksikkösaalis (1539 g ja 53 kpl / verkko) on suunnilleen sama kuin Etujärven eli puolet pienempi kuin Takajärven. Enäjärvi, jolla hoitokalastusta on tehty useita vuosia, sijoittuu yksikkösaaliiltaan (2618 g ja 159 kpl / verkko) Etu- ja Takajärven väliin.

Ahven on runsain ja särki toiseksi runsain saalislaji kummallakin järvellä (kuva 11). Verkko pyytää ahventa särkeä tehokkaammin, joten todellisuudessa ahven ei ainakaan näin selvästi ole särkeä runsaampi laji. Saalispainoltaan seuraavaksi suurimmat lajit Etujärvellä ovat lahna, hauki ja kiiski; Takajärvellä ruutana, lahna hauki ja kiiski. Lukumäärältään seuraavat lajit Etujärven saaliissa ovat lahna, kiiski ja hauki; Takajärvellä lahna, kiiski, ruutana ja hauki. Etujärveltä saatiin Takajärveä vähemmän kiiskeä ja ruutanaa ei lainkaan. Haukisaalis oli kummallakin järvellä suunnilleen saman suuruisen. Kumpaankin järveen istutettiin keväällä 1997 kirjolohia ja niistä muutamia, Etujärveltä 3 kpl ja Takajärveltä 2 kpl, saatiin verkkokoekalastuksissa, mutta kirjo-lohta ei ole otettu huomioon tuloksissa. Järviin on aikaisemmin istutettu myös siikaa, mutta niitä ei saatu näissä koekalastuksissa.

Taulukko 8. Etu- ja Takajärven koeverkkosaaliit vuonna 1997. Pyyntiponnistus kummallakin järvellä oli 10 pohjoismaista yleiskatsausverkkoötä (5 verkkoa kummallekin järvelle 31.7 ja 31.8.). Paino = saalislajin paino kiloina, Kpl = lukumäärä, Pai % = saalislajin osuus saaliin kokonaispainosta, Kpl % = saalislajin osuus saaliin kokonaislukumäärästä, Pai ka = saalislajin painoyksikkösaalis (g / verkko) ja Kpl ka = lukumääräyksikkösaalis (kpl / verkko). Kokonaisyksikkösaalis on yhteensä -rivillä Pai ka tai Kpl ka -sarakkeessa. Lajikohtaisten tietojen alla tiedot särkikaloista (särki ja lahna), ahvenkaloista (ahven ja kiiski), sekä petokaloista (yli 15 cm pituiset ahvenet ja kaikki hauet). Osa kaloista on otettu mukaan kahteen ryhmään ja tarkastelusta puuttuvat lohi- ja siikakalat, joten osuuksien summa poikkeaa sadasta.

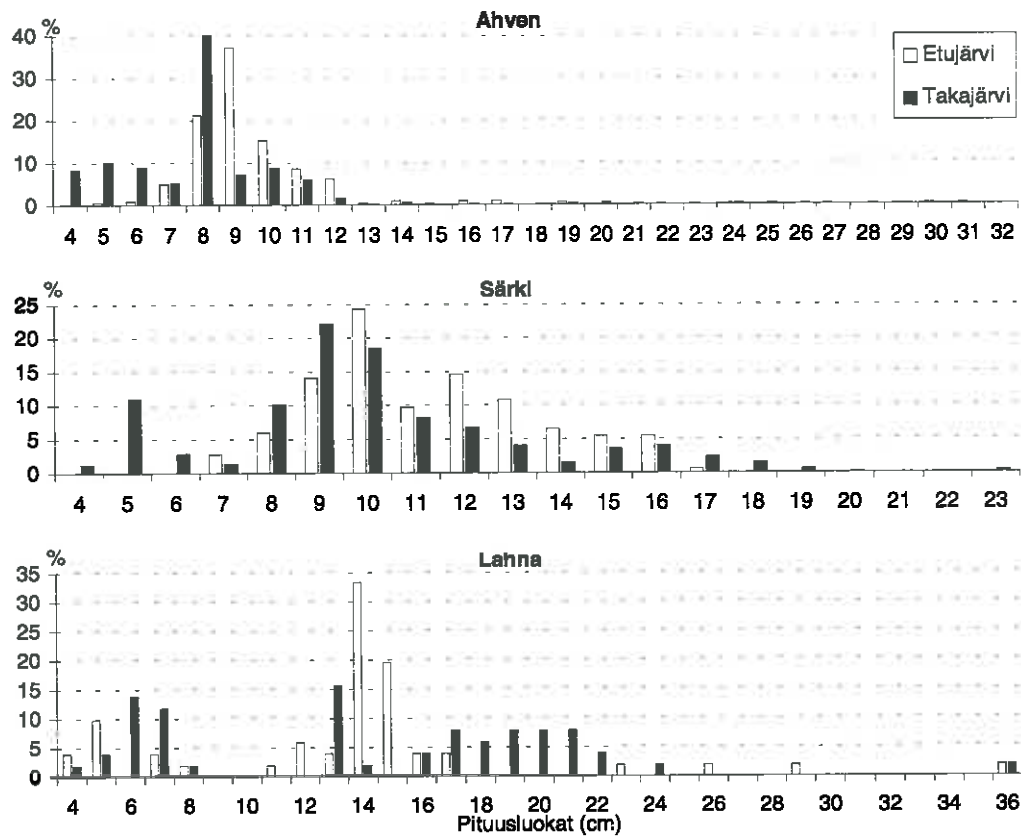
Laji	Etujärvi						Takajärvi					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	8,1	519	48,3	65,9	806,3	51,9	13,8	1224	41,8	62,1	1383,0	122,4
Kiiski	0,0	6	0,2	0,8	2,7	0,6	0,1	19	0,2	1,0	4,9	1,9
Hauki	1,3	3	7,9	0,4	131,1	0,3	1,0	4	2,9	0,2	96,1	0,4
Särki	3,4	202	20,5	25,6	342,2	20,2	9,2	652	27,7	33,1	914,9	65,2
Lahna	2,0	55	11,9	7,0	197,8	5,5	2,8	61	8,6	3,1	283,5	6,1
Ruutana	-	-	-	-	-	-	5,0	9	15,0	0,5	497,2	0,9
Yhteensä	14,8	785	100,0	100,0	1480,1	78,5	31,8	1969	100,0	100,0	3179,6	196,9
Särkikalat	5,4	257	32,4	32,6	540,0	25,7	12,0	713	36,2	36,2	1198,4	71,3
Ahvenkalat	8,1	525	48,5	66,6	809,0	52,5	13,9	1243	42,0	63,1	1387,9	124,3
Petokalats	3,7	17	22,4	2,2	373,0	1,7	6,2	34	18,6	1,7	614,7	3,4



Kuva 11. Etu- (ylempi) ja Takajärven (alempi) vuoden 1997 verkkokoe-kalastuksen yksikkösaaliit. Pylväät = g / verkko ja pisteviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

Särkikalojen (särki, lahna) osuus saaliin painosta on sekä Etu- että Takajärvellä alle 40 % ja ahvenkalojen (ahven, kiiski) yli 40 % (taulukko 8). Särkikalojen osuus on pieni verrattuna muihin kohdejärviin, esim. samaa kokoluokkaa olevaan Otalampeen, jossa särkikalojen osuus saaliin painosta on lähes 60 %. Ahvenkalojen ja petokalojen (ahven, hauki) saalisosuus on Etujärvellä suurempi kuin Takajärvellä, tämä havainto sopii hyvin järvien välillä todettuun rehevyyseroon.

Ahvenen lisääntyminen on pituusjakaumien (kuva 12) perusteella onnistunut Etu- ja Takajärvellä tänä vuonna hyvin. Saaliissa oli myös isokokoisia ahvenia. Sen sijaan särki ja lahna jäivät pituusjakaumien perusteella melko pieniksi.



Kuva 12. Tärkeimpien lajien pituusjakaumat Etu- ja Takajärvellä vuonna 1997 (pyyntipäivät 31. 7. ja 31. 8.). Valkoiset pylväät = Etujärvi (E), mustat pylväät = Takajärvi (T). Pylväät kuvaavat kunkin pituusluokan prosenttiosuutta järven koko aineistosta (kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen kalojen lukumäärät: ahven (n = 489 E, 1149 T), särki (n = 185 E, 597 T) ja lahna (n = 51 E, 51 T).

Uudenmaan ympäristökeskus teki vuonna 1990 verkkokoekalastuksen, jossa myös Etujärven koekalastussaalet jäivät Takajärveä pienemmiksi (taulukko 9). Vuodesta 1993 vuoteen 1997 Etu- ja Takajärven koeverkkosaaliissa särjen saalisosuus on vähentynyt ja ahven, kiiskin ja lahnan osuus lisääntynyt. Koeverkkosaaliiden erot kuvaavat kalastossa hoitokalastuksen myötä tapahtuneita muutoksia, vaikka vuoden 1990 ja 1997 tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia, koska verkkokoekalastukset on tehty eri tavoin: vuonna 1990 pyyntiponnistus oli pienempi ja pyyntiväline oli erilainen (kts. taulukko 9).

Taulukko 9. Etu- ja Takajärven koeverkkoosaalit vuonna 1990 (ennen hoitokalastuksen aloittamista) ja vuonna 1997. Vuonna 1990 kalastettiin 19. - 20.10. välisenä yönä yhdellä vekary -verkkosarjalla (solmuvälit 12, 15, 20, 25, 35, 45, 60 ja 70 mm). Vuonna 1997 laskettiin 5 pohjoismaista yleiskatsausverkkoa yöpyyntiin 31.7 ja 31.8. Kokonaisyksikkösaalis (kg tai kpl / verkko) on ka -rivillä. Muut selitykset ks. taulukko 8.

Laji	Paino	Etujärvi 1990			Etujärvi 1997			
		Kpl	Pai %	Kpl %	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %
Ahven	1,0	47	10,2	11,1	8,1	519	54,5	66,1
Kiiski	-	2	0,1	0,5	-	6	0,2	0,8
Hauki	2,6	3	26,5	0,7	1,3	3	8,9	0,4
Särki	5,7	366	57,4	86,7	3,4	202	23,1	25,7
Lahna	0,6	4	5,8	1,0	2,0	55	13,4	7,0
Ruutana	-	-	-	-	-	-	-	-
Yhteensä	9,9	422	100,0	100,0	14,8	785	100,0	100,0
ka	1,2	52,8			1,5	78,5		
Särkikalat	6,3	370	63,2	87,7	5,4	257	36,5	32,7
Ahvenkalat	1,0	49	10,3	11,6	8,1	525	54,7	66,9

Laji	Paino	Takajärvi 1990			Takajärvi 1997			
		Kpl	Pai %	Kpl %	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %
Ahven	1,7	92	6,3	11,2	13,8	1224	43,5	62,2
Kiiski	0,0	4	0,1	0,5	0,1	19	0,2	1,0
Hauki	4,3	8	16,3	1,0	1,0	4	3,0	0,2
Särki	17,7	705	67,6	85,8	9,2	652	28,8	33,1
Lahna	1,8	12	6,8	1,5	2,8	61	8,9	3,1
Ruutana	0,8	1	2,9	0,1	5,0	9	15,6	0,5
Yhteensä	26,2	822	100,0	100,0	31,8	1969	100,0	100,0
ka	3,3	102,8			3,2	196,9		
Särkikalat	19,5	717	74,5	87,2	12,0	713	37,7	36,2
Ahvenkalat	1,7	96	6,4	11,7	13,9	1243	43,7	63,1

5.1.6. Hoitokalastukset vuonna 1997

Vuoden 1997 hoitokalastuksissa (taulukko 10) Etujärveltä poistettiin kalaa yhteensä 1170 kg (69 kg / ha) ja Takajärveltä 640 kg (40 kg / ha). Hoitokalastuksissa kokeiltiin ensimmäistä kertaa rysäkalastuksen lisäksi myös nuottausta. Nuottaamalla kalaa poistettiin Etujärveltä 650 kg ja Takajärveltä 390 kg. Etujärvellä saatiin lukumääräisesti eniten särkeä, mutta saalispainoltaan suurin laji oli lahna. Takajärvellä selvästi tärkein saalislaji sekä lukumäärän että painon perusteella oli särki, sitten ahven. Rysäpyynnin saaliit olivat Etujärvellä 520 kg ja Takajärvellä 250 kg. Rysäpyynnissä saatiin saaliin painon perusteella kummallakin järvellä eniten särkeä, sitten lahnaa.

Taulukko 10. Vuoden 1997 hoitokalastussaalit nuotalla ja rysillä Etu- ja Takajärvellä. Lajikohtaiset saaliit ja osuudet on arvioitu otoksen perusteella. Rysäsaaliista ei arvioitu kappalemääriä. Paino = saalispaino (kg), keskip. = keskipaino (g).

Etujärvi	Kpl	Nuotta				Rysä		Yhteensä	
		Paino	Keskip.	Kpl %	Pai %	Paino	Pai %	Paino	Pai %
Särki	13 540	230	17,0	31,2	35,3	350	67,3	580	49,5
Lahna	13 343	291	21,8	30,8	44,8	110	21,2	401	34,3
Ahven	14 852	121	8,2	34,2	18,6	60	11,5	181	15,5
Kiiski	1 643	8	4,9	3,8	1,2	-	-	8	0,7
Yhteensä	43 378	650	15,0	100,0	100,0	520	100,0	1 170	100,0
Takajärvi	Kpl	Paino	Keskip.	Kpl %	Pai %	Paino	Pai %	Paino	Pai %
Särki	71 660	191	2,7	54,2	49,1	120	48,0	311	48,7
Lahna	28 135	89	3,2	21,3	22,9	70	28,0	159	24,9
Ahven	30 664	103	3,4	23,2	26,4	30	12,0	133	20,8
Kiiski	1 776	6	3,6	1,3	1,6	-	-	6	1,0
Ruutana	-	-	-	-	-	30	12,0	30	4,7
Yhteensä	132 236	390	3,0	100,0	100,0	250	100,0	640	100,0

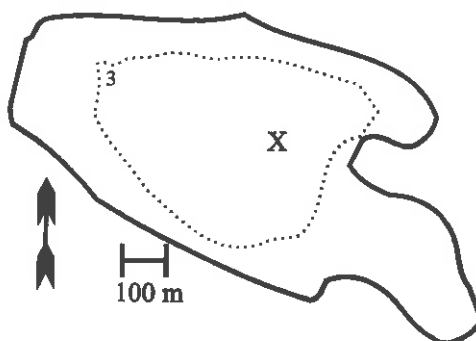
5.1.7. Yhteenveto

Veden laatu Etujärvellä oli samankaltainen kuin muutamana aikaisempina vuonna. Takajärvellä happitilanne oli poikkeuksellisesti huono myös kesällä, pintaveden kokonaisfosfori- ja klorofyllipitoisuudet olivat korkeampia kuin edellisinä vuosina. Verkkokoekalastusten perusteella Takajärvellä on Etujärveä tiheämpi kalakanta. Kummallakin järvellä koekalastusten runsain saalislaji oli ahven ja seuraavaksi runsain särki. Hoitokalastusten kokonaissaalis oli vuonna 1997 Etujärvellä 1170 kg (69 kg / ha) ja Takajärvellä 640 kg (40 kg / ha). Eniten poistettiin Etujärvellä särkeä ja lahnaa, sekä Takajärvellä särkeä ja ahventa.

5.2. Otalampi

5.2.1. Järven kuvailu

Otalampi (kuva 14) on Vihdin kunnassa sijaitseva pieni järvi (30 ha), joka kuuluu Vantaanjoen vesistöalueeseen. Otalammen keskisyvyys on 3,3 m ja suurin syvyys 6,8 m. Järven rannalla on vilkkaassa käytössä oleva uimaranta ja runsas kesämökkiasutus. Valuma-alue (144 ha) on pääasiassa metsää. Otalammissa on yksi tuleva ja yksi lähtevä oja, joka tosin on kesällä usein kuiva. Järveen tulee vettä myös järven pohjalla olevista lähteistä. Otalammen veden laatua on alettu seurata vasta vuonna 1996, ja tästä johtuen perustutkimukset ovat vielä osittain kesken.



Kuva 14. Otalammen syvyyskartta. Kolmen metrin syvyyskäyrä (••••), sekä vesistötutkimusten mittauspiste (X).

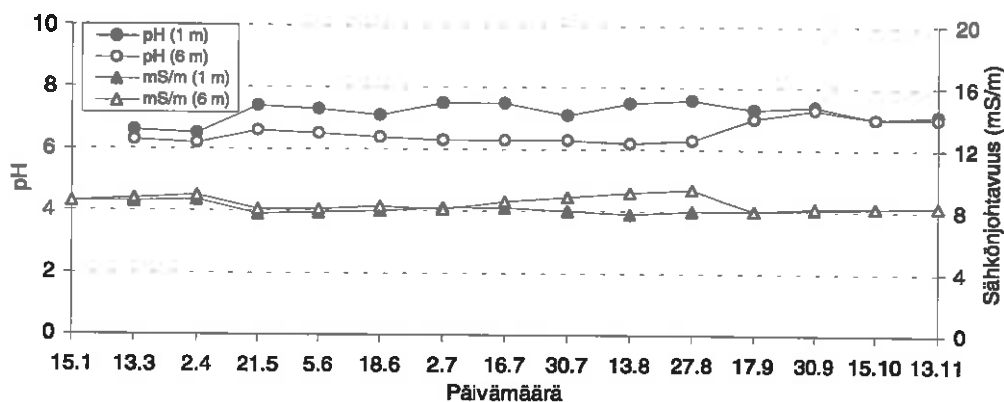
5.2.2. Rehevöitymishistoria ja kunnostustoimenpiteet

Otalammessa ei ole pistekuormitusta. Kuormitusselvitys on vielä kesken, mutta haja-kuormituksen päälähteiksi on arveltu kesämökkiasutusta, metsämailta valuvia pintavesiä ja uimarantaa. Järvessä on parina viime vuonna havaittu loppukesällä leväkuukintaa, jonka vuoksi vuonna 1996 aloitettiin veden laatu- ja kalastotutkimukset. Näiden ensimmäisten tutkimusten perusteella Otalampi havaittiin rehevöityneeksi ja kalastoltaan särkikalavaltaiseksi: syyskuun kokonaisfosforipitoisuus pintavedessä oli 33 $\mu\text{g} / \text{l}$ ja klorofyllipitoisuus 83 $\mu\text{g} / \text{l}$, ja särkikalojen osuus oli 64,3 % saaliin kokonaispainosta.

Kunnostustoimenpiteitä ei ole vielä aloitettu, mutta suunnitelmissa on tehostaa ranta-asutuksen ja uimarannan jätehuoltoa. Hoitokalastus on tarkoitus aloittaa vasta syksyllä 1998, sillä Otalammen perustutkimus on vielä kesken

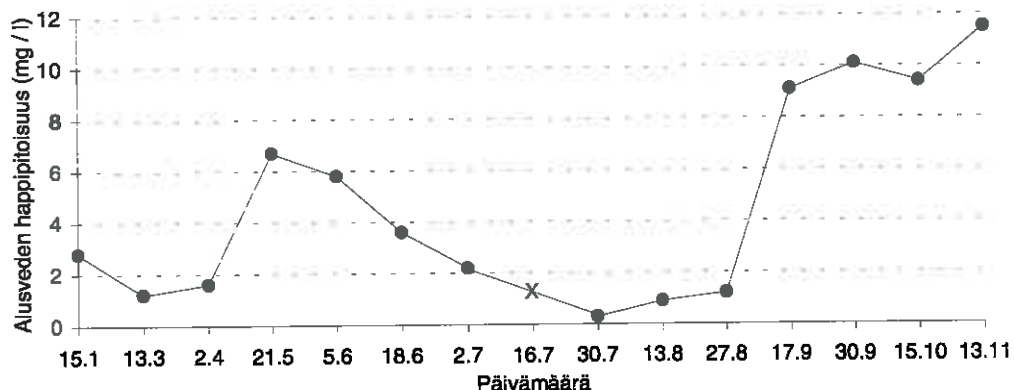
5.2.3. Vuoden 1997 veden laatu

Pintaveden pH (kuva 15) oli mittausjaksolla hyvin tasainen, vaihdellen välillä 6,5 - 7,6. pH ei noussut loppukesästä, vaikka klorofyllipitoisuudet olivatkin suuria. Myös pintaveden sähkönjohtavuus oli läpi vuoden hyvin tasainen, vaihteluväli: 7,8 - 8,7 mS / s. Alusvedessä sähkönjohtavuus hieman nousi vähähappisen kauden aikana.



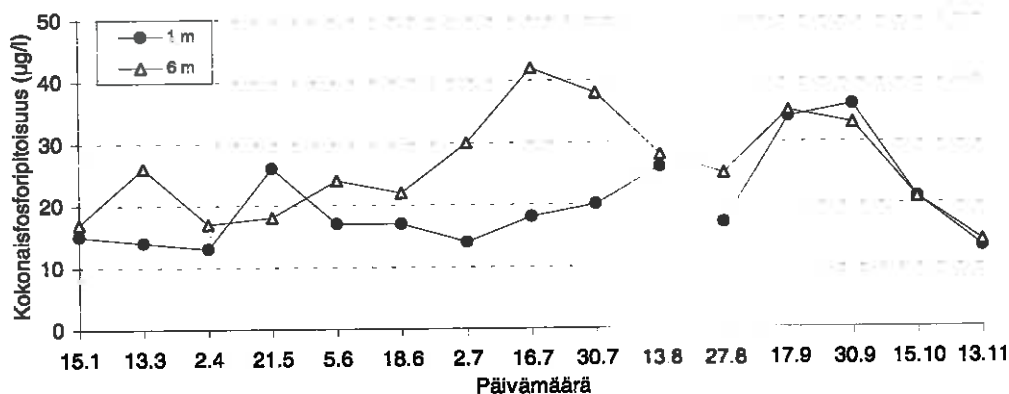
Kuva 15. Pinta- ja alusveden pH ja sähkönjohtavuus Otalammella vuonna 1997.

Vähähappisuutta (kuva 16) esiintyi mittausjakson aikana maaliskuu - huhtikuussa, sekä uudelleen heinä - elokuussa. Heinäkuun lopulla Otalammen alusvesi oli lähes hapeton. Otalampi kerrostui kuluneena kesänä voimakkaasti ja kerrostumiskausi kesti toukokuun lopulta elokuun loppuun.



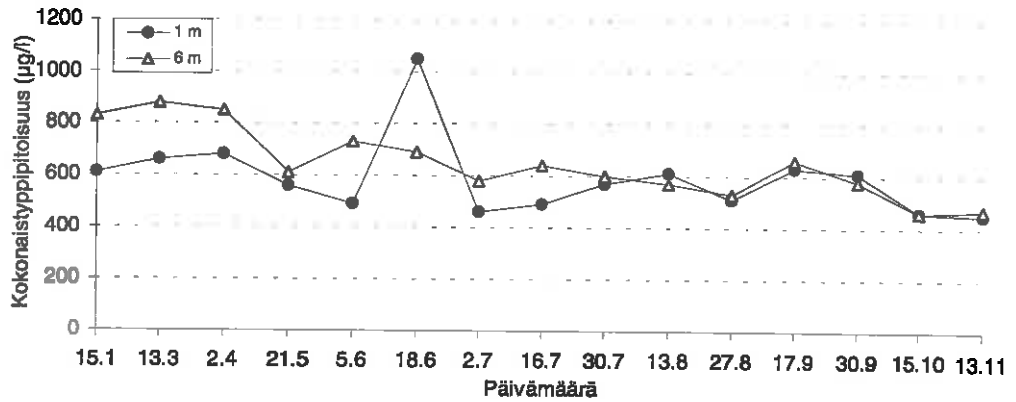
Kuva 16. Alusveden (6 m) happipitoisuus Otalammella vuonna 1997. X = puuttuva havainto.

Pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet (kuva 17) vaihtelivat kasvukaudella välillä 14 - 36 $\mu\text{g/l}$ ja alusveden pitoisuudet välillä 18 - 42 $\mu\text{g/l}$. Pintaveden huippupitoisuus oli aivan syyskuun lopulla. Alusveden fosforipitoisuus kasvoi kerrostumiskauden aikana heinäkuun puoleen väliin saakka, jonka jälkeen pitoisuus aleni, mutta nousi uudelleen syyskuussa.



Kuva 17. Pinta- (1 m) ja alusveden (6 m) kokonaisfosforipitoisuudet Otalammella vuonna 1997.

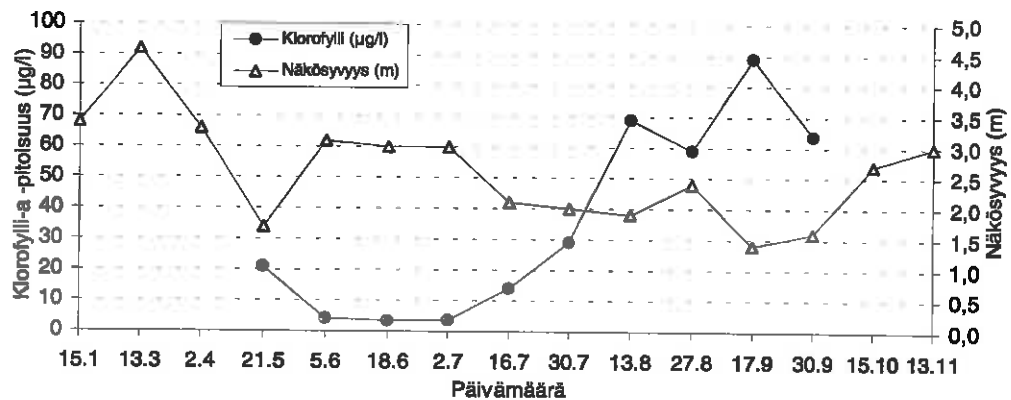
Pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet (kuva 18) vaihtelivat kasvukaudella välillä 460 - 1050 $\mu\text{g/l}$ ja alusveden pitoisuudet välillä 530 - 730 $\mu\text{g/l}$. Pintavedessä kokonaistyyppipitoisuuden selvä huippu oli kesäkuun puolella välissä, muuten pitoisuus vaihteli melko tasaisesti. Alusveden tyyppipitoisuus oli alkuvuodesta selvästi korkeampi kuin päällysveden, mutta laski melko tasaisesti niin, että heinäkuun jälkeen alus- ja pintaveden pitoisuudet olivat lähes samat.



Kuva 18. Pinta- (1 m) ja alusveden (6 m) kokonaistyyppipitoisuudet Otalammella vuonna 1997.

Epäorgaanisen typen ja fosforin pitoisuudet olivat kasvukaudella hyvin pieniä, fosforin 2 - 4 ja typen 5 - 16 µg / l. Fosfaattifosforin pitoisuudet pysyivät alhaisina myös kasvukauden ulkopuolella, mutta epäorgaanisen typen pitoisuudet kohosivat selvästi (enimmillään 307 µg / l).

Klorofyllipitoisuus (kuva 19) vaihteli Otalammella välillä 3,4 - 89,0 µg / l. Pitoisuus laski hyvin alhaiseksi toukokuun jälkeen, mutta kasvoi kesän kuluessa moninkertaiseksi, saavuttaen huippunsa syyskuun puolessa välissä. Vuonna 1996 klorofyllipitoisuus oli syyskuun alussa samaa luokkaa (83 µg / l) kuin vuonna 1997. Näkösyvyys vaihteli kasvukaudella 1997 välillä 1,4 - 3,1 m (kuva 19). Alimmillaan näkösyvyys oli syyskuun puolessa välissä ja korkeimmillaan maaliskuussa (4,6 m). Otalammella ei havaittu voimakkaita sinileväkukintoja vuonna 1997. Sinilevien osuus kuitenkin kasvoi kesän kuluessa ja aivan loppukesästä, poikkeuksellisen myöhään, sinilevät, pääasiassa *Anabaena flos-aquae* -laji, olivat valtaryhmänä.



Kuva 19. Klorofylli-a -pitoisuus ja näkösyvyys Otalammella vuonna 1997.

5.2.4. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

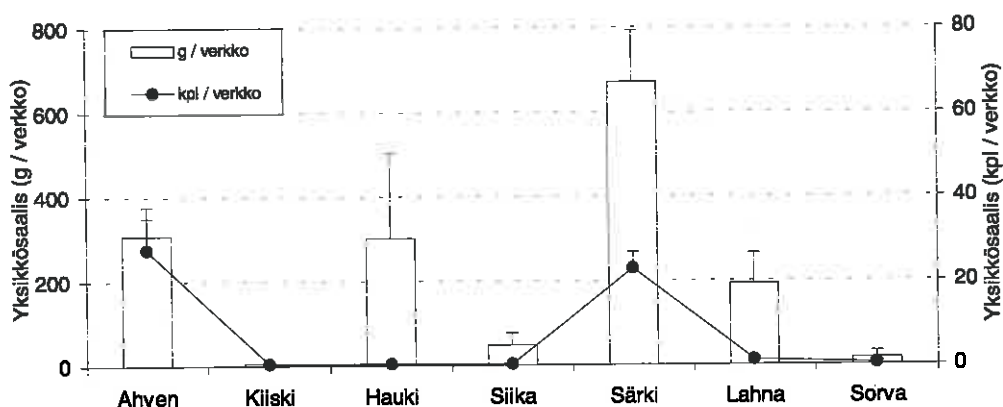
Kokonaisyksikkösaalis (taulukko 11) oli melko pieni (1539 g / verkko) verrattuna muihin kohdejärviin, esim. usean vuoden hoitokalastuksen kohteena olleeseen Enäjärveen (2618 g / verkko). Verrattaessa Otalampea pinta-alaltaan suunnilleen samankokoisiin Etu- ja Takajärveen, joilla myös on hoitokalastettu, yksikkösaalis on suun-

nilleen sama kuin Etujärven (1668 g / verkko) ja puolet pienempi kuin Takajärven (3308 g / verkko).

Taulukko 11. Otalammen koeverkkosaaliit vuonna 1996 ja 1997. Vuonna 1996 pyyntiponnistus oli 5 Nordic -yleiskatsausverkkoyötä, pyyntiajankohta 2. 9. ja kaikki verkot laskettiin alle 3 m syvyyteen pohjaan. Vuonna 1997 pyyntiponnistus oli 12 ykv -yötä, pyyntiajankohta 13. 7. ja 10. 8.; yli 3 m syvyysvyöhykkeeseen laskettiin yhteensä 3 pinta- ja 3 pohjaverkkoa ja alle 3 m vyöhykkeeseen 6 pohjaverkkoa. Muut selitykset ks. taulukko 8.

Laji	Otalampi 1997						Otalampi 1996					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	3,7	329	20,1	52,0	308,8	27,4	2,2	142	23,3	41,9	443,4	28,4
Kiiski	0,1	4	0,3	0,6	4,9	0,3	0,1	9	1,2	2,7	23,4	1,8
Hauki	3,6	4	19,5	0,6	300,8	0,3	1,1	2	11,2	0,6	213,6	0,4
Siika	0,6	3	3,0	0,5	46,7	0,3	-	-	-	-	-	-
Särki	8,0	274	43,5	43,3	669,4	22,8	5,9	179	61,5	52,8	1173,2	35,8
Sorva	0,2	4	1,0	0,6	15,9	0,3	0,1	5	1,2	1,5	23,6	1,0
Lahna	2,3	15	12,5	2,4	192,5	1,3	0,2	2	1,6	0,6	30,2	0,4
Yhteensä	18,5	633	100,0	100,0	1538,9	52,8	9,5	339	100,0	100,0	1907,4	67,8
Särkikalat	10,5	293	57,0	46,3	877,8	24,4	6,1	186	64,3	54,9	1227,0	37,2
Ahvenkalat	3,8	333	20,4	52,6	313,7	27,8	2,3	151	24,5	44,5	466,8	30,2
Petokalat	3,9	6	21,1	1,0	324,4	0,5	1,4	6	15,0	1,8	119,1	0,5

Saalispainoltaan runsain ja lukumäärältään toiseksi runsain laji oli särki (kuva 20). Ahven oli lukumäärältään runsain, mutta saalispainoltaan toiseksi runsain laji. Ahvenet olivat keskimäärin pienempikokoisia kuin särjet. Saalispainoltaan seuraavat lajit olivat hauki, lahna ja siika. Lukumäärältään seuraava laji oli lahna; kiiskeä, haukea ja sorvaa saatiin kutakin neljä kappaletta.

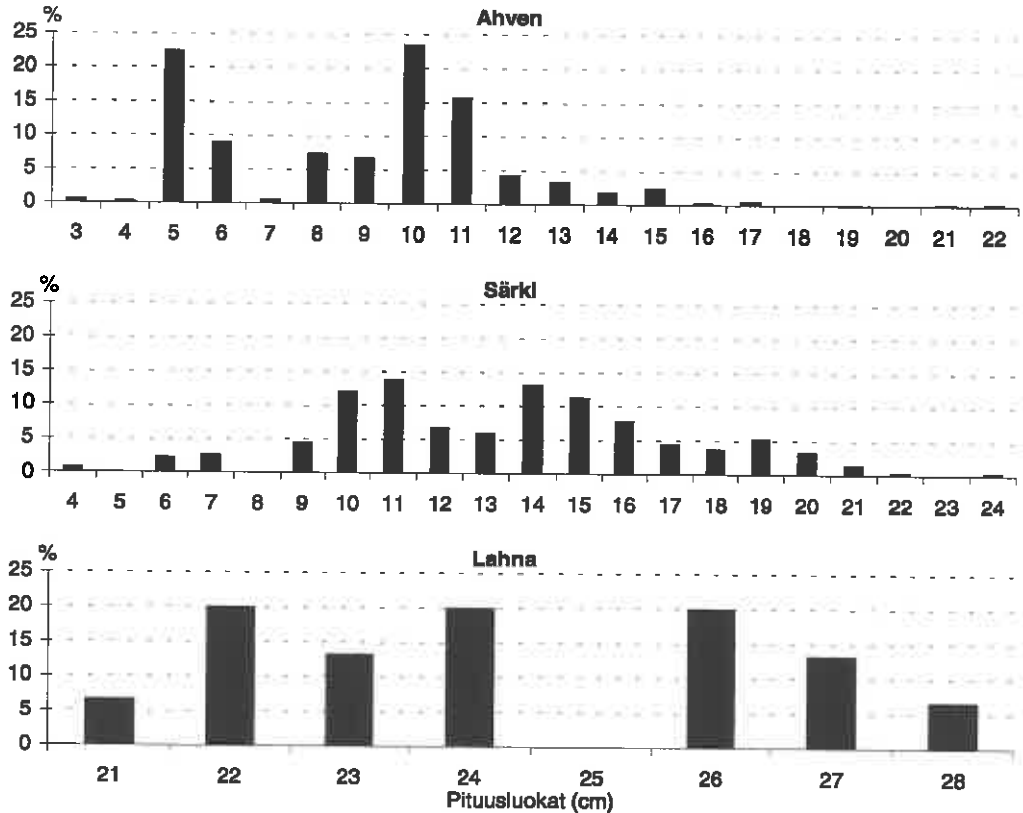


Kuva 20. Otalammen verkkokoekalastuksen yksikkösaaliit vuonna 1997. Pylväät = g / verkkko ja pisteiviiva = kpl / verkkko. Hajontajanat kuvaavat kesklarvon keskivirhettä (se).

Ahvenkalojen (ahven ja kiiski) saalisosuus on selvästi särkikalojen osuutta pienempi (särki, lahna, sorva) (taulukko 11). Särkikalojen osuus Otalammella on lähes kaksinkertainen verrattuna hoitokalastettuihin Etu- ja Takajärveen. Petokalojen (yli 15 cm

ahven ja hauki) osuus saaliin painosta oli melko suuri hyvän haukisaaliin vuoksi; petokaloiksi laskettavia ahvenia saatiin vain kaksi kappaletta.

Ahvenen lisääntyminen on pituusjakaumien (kuva 21) perusteella onnistunut hyvin. Isoja ahvenia on saaliissa vähän. Särjen pituusjakaumassa on eniten keskikokoisia (9 - 20 cm) yksilöitä.



Kuva 21. Ahvenen ja särjen pituusjakaumat Otalammella vuonna 1997. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan prosenttiosuutta vuoden koko aineistosta (kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen kalojen lukumäärät: ahven — n = 324, särki — n = 267 ja lahna — n = 15.

Otalammen vuoden 1996 yksikkösaalis on hieman suurempi kuin vuoden 1997 (taulukko 11), mutta ero johtunee erilaisista pyyntijärjestelyistä: vuonna 1996 kaikki verkot olivat rantaverkkoja. Vuoteen 1996 verrattuna ovat ahvenen, kiiskan, särjen sekä sorvan painoyksikkösaaliit vähentyneet ja hauen, siian ja lahnan painoyksikkösaaliit lisääntyneet. Ahvenen, särjen ja sorvan osalta erot selittyvät suurelta osin erilaisilla pyyntijärjestelyillä. Ahvenkalojen (ahven ja kiiski) saalisosuus on Otalammella pysynyt vuodesta 1996 vuoteen 1997 suunnilleen samana. Petokalojen (yli 15 cm:n ahven ja hauki) osuus saaliin painosta on vuonna 1997 suurempi, mutta lukumääräosuus pienempi. Tämä johtuu siitä, että jälkimmäisenä vuotena saatiin saaliiksi hieman enemmän suurikokoisia haukia, mutta petokaloiksi laskettavien ahventen yksikkösaaliit laskivat. Särkikaloiden (särki, lahna, sorva) osuus on kumpanakin vuonna ollut selvästi ahvenkaloja suurempi. Ahvenen lisääntyminen on pituusjakaumien (kuva 21) perusteella onnistunut hyvin kumpanakin koekalastusvuotena. Pienimpien ahventen osuus on vuonna 1997 ollut hieman suurempi, mutta syynä saattaa olla se, että pituusjakaumatiedot on jälkimmäisenä vuonna kerätty aikaisemmin kesällä. Isoja ahvenia on kumpanakin vuonna ollut saaliissa vähän. Särjen pituusjakaumassa on kumpanakin vuonna ollut eniten keskikokoisia (9 - 20 cm) yksilöitä.

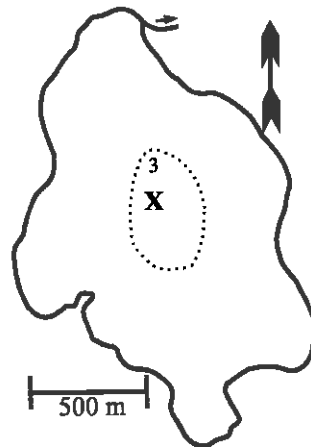
5.2.5. Yhteenveto

Vuoden 1997 veden laatututkimusten perusteella Otalampi on rehevöitynyt: pintaveden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus kasvukaudella oli 22,5 µg / l; vastaavat typpi- ja klorofyllipitoisuudet olivat 598 ja 34,8 µg / l. Klorofyllipitoisuus on korkea suhteessa fosforipitoisuuteen. Vuoden 1997 verkkokoekalastusten perusteella Otalammen kalasto ei ole erityisen tiheä, mutta se on melko särkikalavaltainen.

5.3. Rusutjärvi

5.3.1. Järven kuvailu

Tuusulan kunnassa sijaitseva Rusutjärvi (139 ha, kuva 22) kuuluu Vantaanjoen vesistöön ja laskee Vuohikkaan - Haukkalanojaa Tuusulanjärveen (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984). Rusutjärveen laskee kolme pientä ojaa. Rusutjärvi on hyvin matala (keskisyvyys 2,0 m ja suurin syvyys 3,5 m), eikä juuri kerrostu kesäisin. Valuma-alueesta (9,6 km²) on savikoita puolet ja sora- tai hiekkamaata neljännes, peltoprosentti on 27. Rusutjärvi on luonnostaan rehevä ja sen vesi savisameaa, runsas kasviplanktonkasvusto pienentää näkösyvyyttä entisestään. Tuusulan vesilautakunta aloitti Rusutjärven tutkimukset 1970-luvun puolivälissä. Myöhemmin järveä ovat tutkineet mm. Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä ja RKTL.



Kuva 22. Rusutjärven syvyyskartta. Kolmen metrin (••••) syvyyskäyrä, sekä vesistötutkimusten mittauspiste (X).

5.3.2. Rehevöitymishistoria

Rusutjärven rehevöityminen alkoi kiihtyä voimakkaasti 1980-luvun puolivälissä (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984). Talvikauden fosforipitoisuus alusvedessä oli 1970-luvun alkupuolella 25 µg / l ja 1980-luvun puolivälissä jo 60 µg / l. Vuoden 1987 kuormitusselvityksen mukaan Rusutjärven kokonaiskuormitus on 310 kg fosforia ja 6700 kg typpeä vuodessa. Maanviljelys ja haja-asutus ovat suurimmat kuormittajat: maanviljelyksen osuus sekä fosfori- että typpikuormasta on runsas 40 %, haja-asutuksen osuus kuormituksesta on fosforin osalta yli 30 % ja typen koh-

dalla alle 10 %. Happitilanne säilyy hyvänä kesäisin, koska silloin Rusutjärvi ei kerrostu. Talvisin Rusutjärvessä on havaittu happikatoja ja kalakuolemia (Seuna 1984). Talvikaudella Rusutjärven pH on välillä 6,7 - 7,0, kesäisin taas huomattavasti korkeampi, varsinkin loppukesällä selvästi yli yhdeksän. Veden pH-arvojen ollessa korkeita fosfori liukenee helposti sedimentistä veteen ja kaloille aiheutuu haittavaikutuksia (mm. myrkyllisen ammoniumtyypen osuus kasvaa).

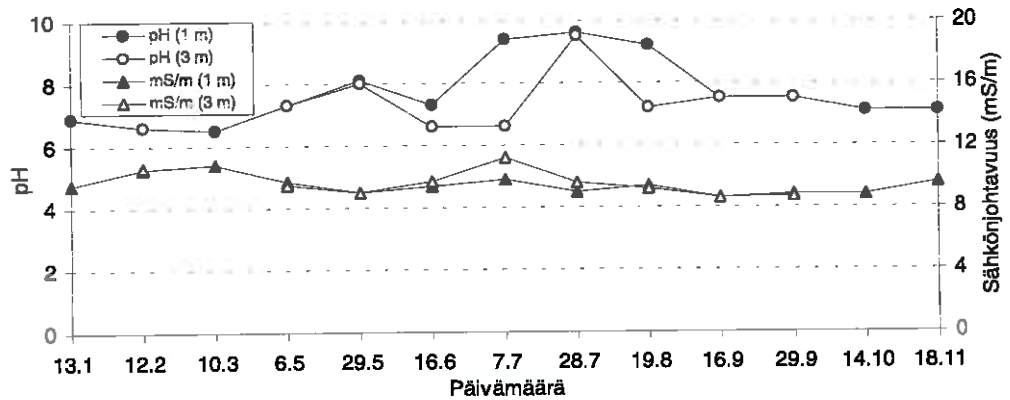
Aikavälillä 1992 - 1996 kasvukauden keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet pintavedessä ovat vaihdelleet välillä 46,2 - 59,8 µg / l ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 840 - 1120 µg / l. Typen ja fosforin suhde lähes aina yli 10 (välillä yli 20) eli fosfori on selvästi minimiravinne. Aikavälillä 1992 - 1996 kasvukauden keskimääräiset klorofyllipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 31,0 - 38,3 µg / l. Perustuotanto on korkeaa (320 mg C / m² / d, Limnologian laitos 1980), koska matalassa järvessä valo ulottuu lähes koko vesimassaan ja vesi kiertää kesäisin, jolloin ravinnepitoisuus pysyy tuottavassa kerroksessa korkeana. Rusutjärvessä on tehty pohjaeläintutkimukset vuosina 1922 (Järnefelt 1925) ja 1980 (Limnologian laitos 1980) ja myös niiden perusteella järven voidaan todeta olevan rehevä. Järven keskiosassa yksilömäärät ovat suuret, mutta lajeja, pääasiassa harvasukasmatoja ja hyönteistoukkia, on vähän. Matalampaan siirryttäessä lajisto on monipuolisempi. Simpukoita ei kummassakaan tutkimuksessa tavattu lainkaan, mikä viittaa siihen, että järvessä on esiintynyt vähähappisia kausia jo 1920-luvulla.

5.3.3. Kunnostustoimenpiteet

Rusutjärven kunnostustoimenpiteet aloitettiin vuonna 1986 hoitokalastuksella, jota jatkettiin vuoteen 1990 saakka (Sammalkorpi 1991). Särkikaloihin kohdistuneella nuotta- ja paunettipyynnillä poistettiin järvestä kalaa yhteensä yli 20 tonnia (n. 140 kg / ha). Saaliista valtaosa oli pienikokoista lahnaa (46 %) ja särkeä (39 %). Vuodesta 1987 Rusutjärveen on istutettu osana ravintoketjukurkunnostusta toutaimia ja mateita; toutain menestyy järvessä hyvin, made ei. Hoitokalastuskokeilu oli ensimmäisiä Suomessa. Sopivan pyyntivälineistön ja kokemuksen puute aiheutti sen, että hoitokalastuksen teho jäi pieneksi, eikä mainittavia veden laatuvaikutuksia havaittu. Vuonna 1998 hoitokalastus pyritään käynnistämään uudelleen, kun kurenuottauksissa ja verkkoekalastuksissa on havaittu, että järven kalakanta on nykyisin tiheä ja erittäin särkikalavaltainen. Rusutjärven syvänteen ilmastus aloitettiin vuoden 1987 talvella, josta lähtien järveä on ilmastettu lähes joka talvi. Päijänne-tunnelin vettä on johdettu Rusutjärveen vuodesta 1992 noin kolme miljoonaa kuutiota vuodessa lähinnä kesäkaudella (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1996b). Lisäveden johtamisen myötä Rusutjärven veden laatu on hieman parantunut, mm. pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on pienentynyt, mutta klorofyllipitoisuus ei. Hajakuormituksen pienentämiseksi Tuusulan kunta aikoo rakentaa viemäriverkon järven ympäri.

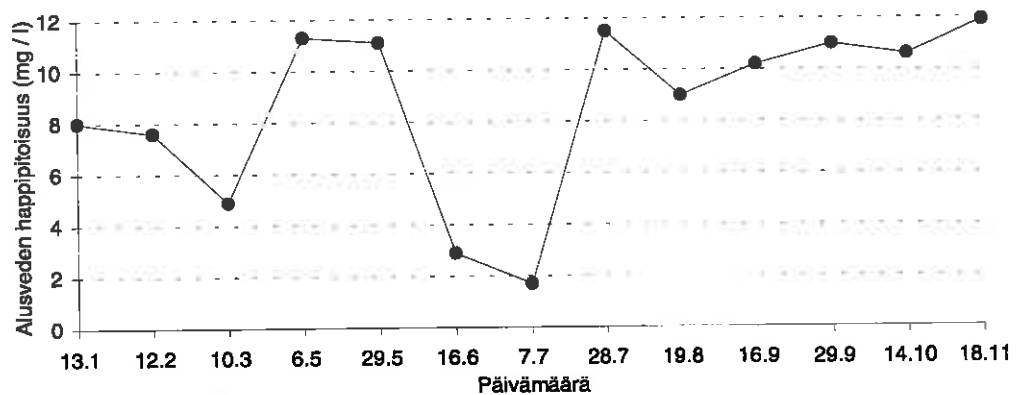
5.3.4. Vuoden 1997 veden laatu

Pintaveden pH (kuva 23) vaihteli mittausjaksolla hyvin paljon, vaihteluväli: 6,5 - 9,6. Korkeimmillaan pH oli loppukesällä samaan aikaan, kun klorofyllipitoisuudet olivat suurimmillaan. Pintaveden sähkönjohtavuus oli läpi vuoden melko tasainen, vaihteluväli: 8,8 - 10,8 mS / m. Alusvedessä sähkönjohtavuus oli korkeimmillaan happipitoisuuden ollessa pienimmillään. pH:ssa ja sähkönjohtavuudessa ei ollut havaittavissa muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna.



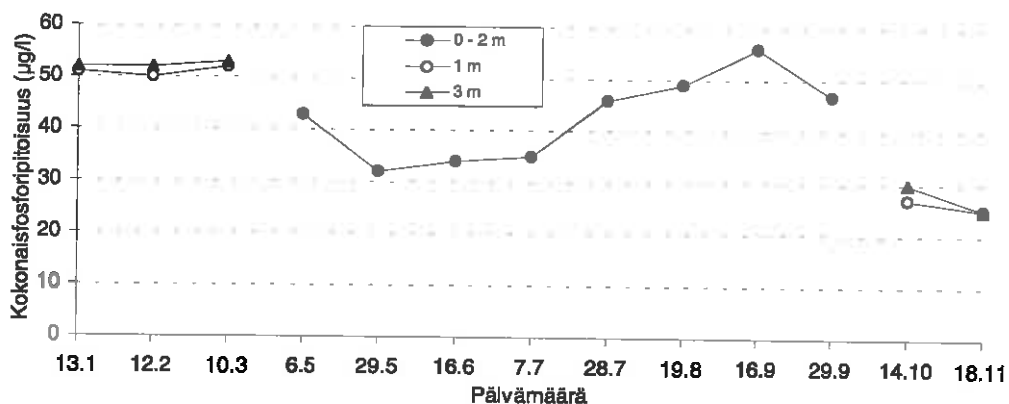
Kuva 23. Vuoden 1997 pH ja sähkönjohtavuus pinta- (1 m) ja pohjan läheisessä vedessä (3 m) Rusutjärvellä.

Hapettomuutta (kuva 24) ei talvikaudella esiintynyt Rusutjärvellä vuonna 1997, todennäköisesti hapetuksen vuoksi. Alimmillaan happipitoisuus oli kesäkuun puolesta välistä heinäkuun alkuun, jolloin Rusutjärvi oli kerrostunut. Kerrostuneisuuden purkaututtua happipitoisuus kuitenkin nopeasti nousi entiselle tasolle. Rusutjärven happipitoisuus noudatteli pääpiirteissään samaa linjaa kuin edellisinä vuosina.



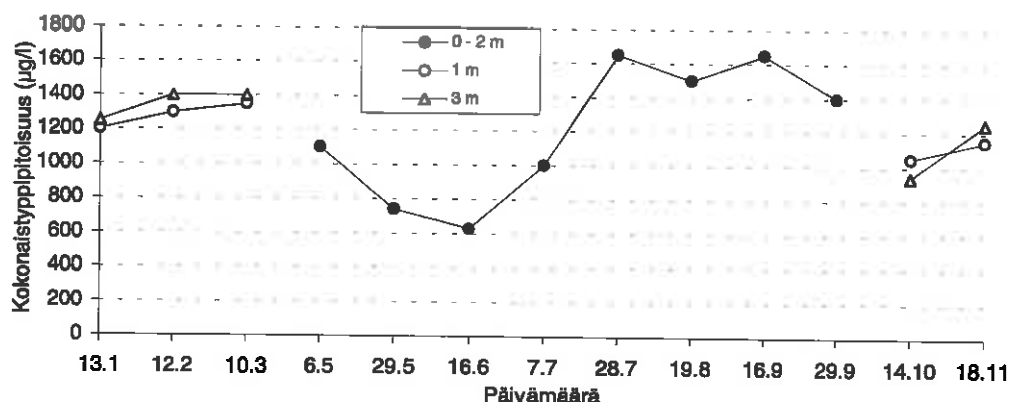
Kuva 24. Happipitoisuus pohjan läheisessä vedessä (3 m) Rusutjärvellä vuonna 1997.

Kasvukauden kokonaisfosforipitoisuudet (kuva 25) pintavedessä vaihtelivat välillä 32 - 56 $\mu\text{g/l}$. Pitoisuus kasvoi toukokuun lopulta aina syyskuun puoliväliin saakka. Pintaveden fosforipitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin vuosien 1992 - 1996 kasvukausina. Pohjan läheisen veden pitoisuuksia ei kasvukaudella mitattu, talvikaudella eri syvyyksien pitoisuudet eivät juuri poikenneet toisistaan.



Kuva 25. Pinta- (0 - 2 m tai 1 m) ja pohjan läheisen veden (3 m) kokonaistypipitoisuudet Rusutjärvellä vuonna 1997.

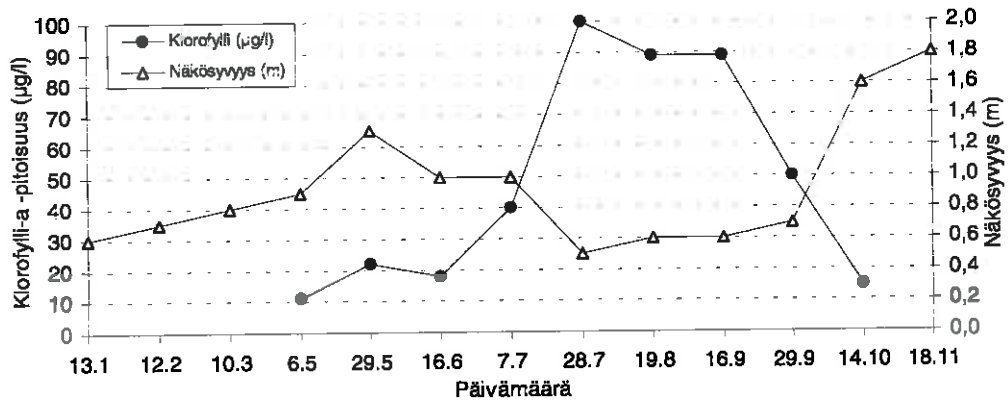
Pintaveden kokonaistypipitoisuudet (kuva 26) vaihtelivat mittausjaksolla paljon: 630 - 1650 µg / l. Kokonaistypipitoisuuksien tapaan myös typipitoisuudet nousivat loppukesää kohden, korkeimmillaan pitoisuudet olivat heinäkuun lopulla ja syyskuun puolessa välissä. Kaikenkaikkiaan kokonaistypipitoisuus oli korkeampi kuin parina aikaisempana vuonna.



Kuva 26. Pinta- (0 - 2 m tai 1 m) ja pohjan läheisen veden (3 m) kokonaistypipitoisuudet Rusutjärvellä vuonna 1997.

Pintaveden fosfaattitypitypitoisuudet putosivat heti kasvukauden alusta tasolle 2 µg / l ja pysyttelivät tällä tasolla vuoden loppuun asti. Tammi - maaliskuussa fosfaattitypitypitoisuudet olivat välillä 18 - 21 µg / l. Epäorgaanisen typen pitoisuudet pintavedessä kasvukautena vaihtelivat toukokuussa välillä 163 - 482 µg / l ja kesä - syyskuussa välillä 5 - 32 µg / l. Tammi - maaliskuussa epäorgaanisen typen pitoisuudet olivat välillä 754 - 857 µg / l.

Klorofyllipitoisuus (kuva 27) vaihteli Rusutjärvellä välillä 11 - 100 µg / l. Korkeimmillaan pitoisuus oli heinäkuun lopulla. Klorofyllipitoisuudet jatkoivat edellisten vuosien nousevaa suuntausta. Näkösyvyys vaihteli kasvukaudella 1997 välillä 0,5 - 1,3 m. Alimmillaan näkösyvyys oli heinäkuun lopulla ja korkeimmillaan marraskuussa. Siinilevät olivat valtaryhmänä Rusutjärven kasviplanktonlajistossa heinäkuusta syyskuun alkupuolelle saakka. Pinnalle nousevia kukintoja havaittiin kuitenkin vain vähän ja ainoastaan heinäkuun lopulla tehtiin ilmoitus varsinaisesta voimakkaasta leväkukinnasta.



Kuva 27. Klorofylli-a -pitoisuus ja näkösyvyys Rusutjärvellä vuonna 1997.

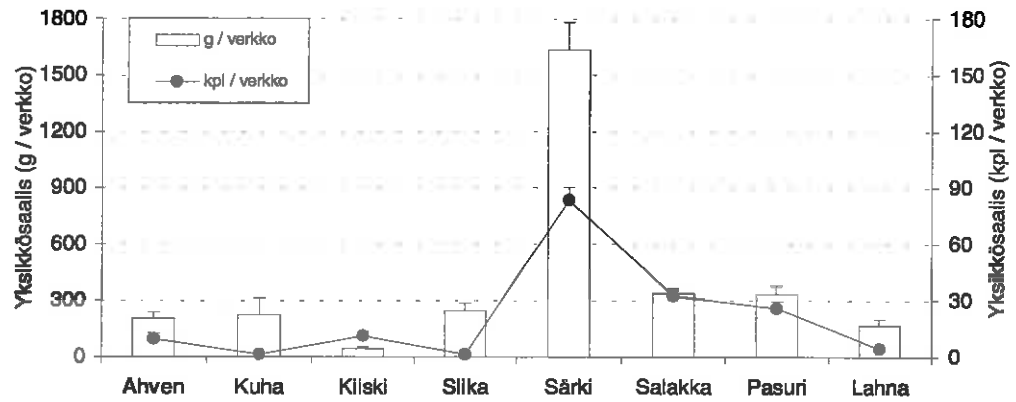
5.3.4. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

Kokonaisyksikkösaalis (3193 g / verkko, taulukko 12) oli hankkeen muihin kohdejärviin verrattuna kolmanneksi suurin, mikä viittaa tiheään kalakantaan. Vain Äimäjärvellä (3613 g / verkko) ja Takajärvellä (3308 g / verkko) kokonaisyksikkösaalis oli suurempi. Kokonaisyksikkösaaliiden perusteella kalabiomassa ja -tiheys on suurempi kuin Tuusulanjärvellä.

Taulukko 12. Rusutjärven verkkokoekalastussaalit vuonna 1997. Pohjoismaiset yleiskatsausverkot laskettiin yöpyyntiin 23.7. ja 6.8. -97 (yht. 20 verkkoyötä). Muut selitykset ks. taulukko 8.

Laji	Paino (kg)	Kpl	Rusutjärvi 1997			
			Paino %	Kpl %	g /verkko	kpl /verkko
Ahven	4,1	192	6,4	5,7	205,1	9,6
Kuha	4,4	26	7,0	0,8	222,1	1,3
Kiiski	8,5	221	1,3	6,5	42,3	11,1
Siika	4,9	25	7,7	0,7	244,4	1,3
Särki	32,7	1672	51,2	49,3	1633,8	83,6
Salakka	6,8	648	10,6	19,1	337,9	32,4
Pasuri	6,7	519	10,5	15,3	334,9	26,0
Lahna	3,4	88	5,3	2,6	168,6	4,4
Särkikalat- risteymät	0,0	3	0,1	0,1	4,1	0,2
Yhteensä	63,9	3394	100,0	100,0	3192,9	169,7
Särkikalat	49,6	2930	77,6	86,3	2479,1	146,5
Ahvenkalat	9,4	439	14,7	12,9	469,5	22,0
Petokalat	6,9	47	10,9	1,4	346,6	2,4

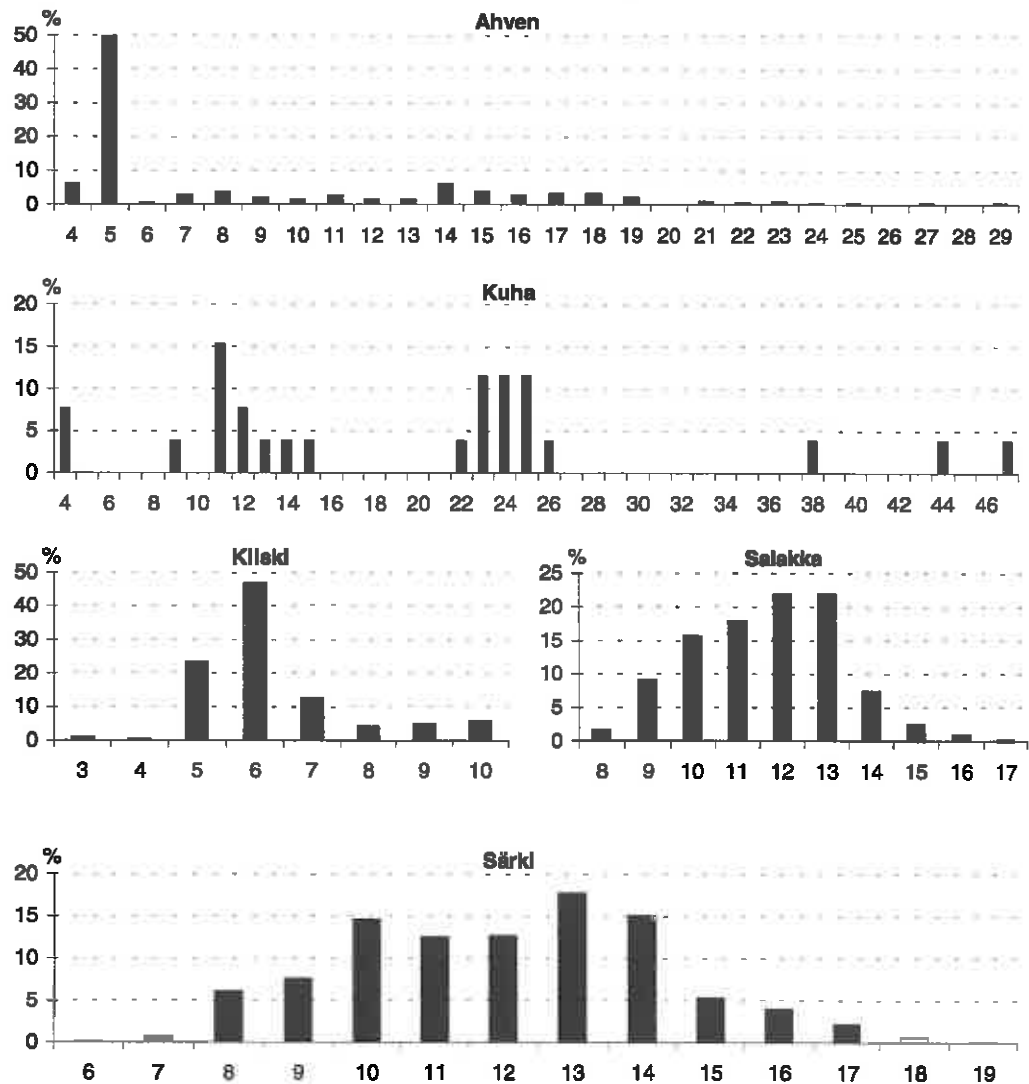
Särki, salakka ja pasuri olivat runsaimmat kalalajit (kuva 28). Ahventa ja lahnaa saatiin vähän. Kuha on saalispainon perusteella Rusutjärven tärkein petokala, mutta senkään saaliit eivät olleet suuret.

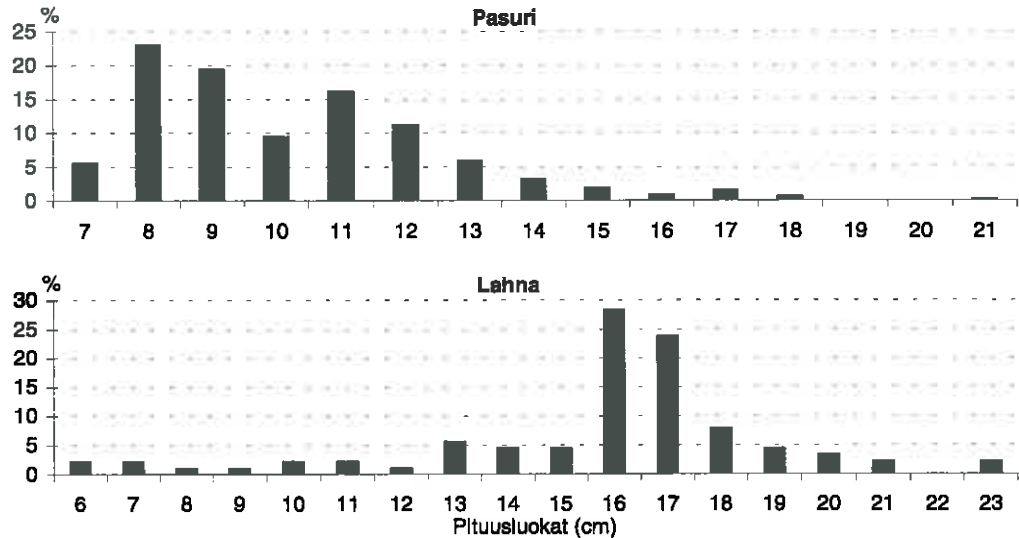


**Kuva 28. Rusutjärven yksikkösaaliit 1997. Pylväät = g / verkkko ja piste-
viiva = kpl / verkkko. Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).**

Särkikalojen osuus saaliin painosta (taulukko 12) oli erittäin suuri, lähes 80 % ja ahvenkalojen ja petokalojen osuus puolestaan pieni.

Rusutjärven ahvenen pituusjakauma (kuva 29) painottuu kesänvanhoihin yksilöihin. Sen sijaan kuhanpoikasia saatiin vähän verrattuna muihin kohdejärviin. Särkikalojen pituusjakaumissa on lahnaa lukuunottamatta eniten pieniä kokoluokkia.





Kuva 29. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Rusutjärvellä 1997, pyyntikerrat 23. 7. ja 6. 8. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan prosenttiosuutta koko aineistosta (kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen kalojen lukumäärät: ahven, n = 179; kuha, n = 26; kiiski, n = 204; salakka, n = 305; särki, n = 668; pasuri, n = 303 ja lahna, n = 88.

Verkkokoekalastusten perusteella Rusutjärven särkikalakannat ovat lisääntyneet 1990-luvulla (taulukko 13): vuonna 1993 särkikalojen osuus saaliin kokonaispainosta oli alle 70 % ja vuonna 1997 lähes 80 %. Kuhan saalisosuus on pienentynyt, ahvenen saaliskehityksessä ei ole selkeää linjaa, mutta sen osuus on aina ollut hyvin pieni. Kiisken osuus on lisääntynyt. Särjen osuus on lisääntynyt selvästi, salakan ja sorvan osuudet pienentyneet. Pasurin ja lahnan osuudet ovat pysyneet suurinpiirtein samalla tasolla. Toutaimen ja hauen saaliit ovat pienentyneet. Tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, sillä koekalastusten pyyntiväline ja -menetelmät poikkeavat toisistaan, mutta antavat varmaankin oikean suuntaisen kuvan kalaston kehityksestä Rusutjärvesä.

Taulukko 13. Rusutjärven verkkokoekalastusten saaliit loppukesällä 1993, -94, -95 ja -97. Vuonna 1993 - 1995 käytettiin kahta verkkosarjaa (solmuvälit 10, 12, 15, 20, 25, 35 45, 60 mm, sekä 75 mm riimuverkko), joista toinen jata oli rannan tuntumassa ja toinen keskellä järveä, pintaan virtlettynä. Vuonna 1997 pyydettiin yhteensä 20:llä pohjoismaisella yleiskatsausverkolla, jotka laskettiin pohjaan. Muut selitykset ks. taulukko 8.

	1993 16.-17. 9.		1994 31. 8.-1. 9		1995 27.-28. 9.		1997 23. - 24. 7; 6.-7. 8.	
	Paino	Paino %	Paino	Paino %	Paino	Paino %	Paino	Paino %
Ahven	0,8	5,1	1,9	6,9	1,2	2,9	4,1	6,4
Kuha	1,2	8,0	3,8	14,2	1,9	4,8	4,4	7,0
Kiiski	0,0	0,2	-	-	0,0	0,0	0,9	1,3
Hauki	1,2	7,8	0,9	3,2	-	-	-	-
Siika	-	-	-	-	1,4	3,5	4,9	7,7
Särki	3,6	23,1	6,3	23,5	22,4	56,7	32,7	51,2
Sorva	0,2	1,0	1,4	5,2	0,1	0,4	-	-
Salakka	3,6	23,3	0,1	0,4	4,8	12,1	6,8	10,6
Pasuri	2,1	13,8	2,7	10,0	1,4	3,5	6,7	10,5
Lahna	0,6	4,1	3,7	13,6	1,6	3,9	3,4	5,3
Toutain	0,1	0,8	0,5	1,9	1,8	4,5	-	-
Ruutana	-	-	0,8	3,0	1,0	2,6	-	-
Karppi	-	-	2,9	10,8	-	-	-	-
Yhteensä	15,4	100,0	26,9	100,0	39,5	100,0	63,8	100,0
Särkikalat	10,2	66,0	14,6	54,5	32,0	81,2	49,5	77,6
Ahvenkalat	2,0	13,2	5,7	21,1	3,0	7,7	9,4	14,7

5.3.5. Yhteenveto

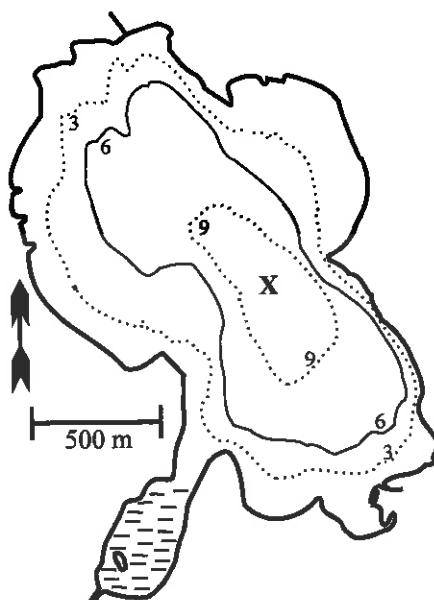
Vuoden 1997 veden laatututkimusten perusteella Rusutjärvi on edelleen hyvin rehevä: kesäkaudella 1997 pH oli pintavedessä usein yli yhdeksän, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppiipitoisuudet keskimäärin 43 ja 1209 µg / l, sekä keskimääräinen klorofyllipitoisuus 52 µg / l. Voimakkaista sinileväkukinnoista ilmoitettiin kuitenkin vain kerran. Happikatoja ei esiintynyt. Vuoden 1997 verkkokoekalastusten perusteella kalasto on tiheä ja erittäin särkikalavaltainen. Verrattaessa aikaisempiin verkkokoekalastuksiin särkikalojen osuus Rusutjärven kalastosta on kasvanut vuoden 1993 jälkeen.

5.4. Pusulanjärvi

5.4.1. Järven kuvailu

Pusulanjärvi (210 ha) (kuva 30) kuuluu Karjaanjoen vesistöalueeseen. Järvi sijaitsee Nummi-Pusulan kunnan keskellä Pusulan taajaman vieressä, ja on siksi virkistysarvoiltaan merkittävä (Ranta 1992). Koillisrannalla on kunnan uimaranta. Pusulanjärvesä on yksi isompi tulouoma, Hirvijoki ja yksi lähtöuoma, Pusulanjoki. Pusulanjärvi on suhteellisen syvä (keskisyvyys 4,5 m ja suurin syvyys 9,5 m) ja kerrostuu voimak-

kaasti kesäisin ja talvisin, joten järvi on altis alusveden happikadoille. Valuma-alueen (226 km²) peltoisuus on noin 15 %, lähivaluma-alueen yli 40 %.



Kuva 30. Pusulanjärven syvyyskartta. Kolmen (· · · ·) ja kuuden (—) ja yhdeksän (· · · ·) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistö tutkimusten mitauspiste (X).

Pusulan jätevedenpuhdistamon vuoksi Pusulanjärvellä on tehty veden laadun velvoitetarkkailua 1970 ja -80 luvuilla, sekä jälkitarkkailua vuoden 1988 jälkeen. Nummi - Pusulan kunta on seurannut veden laatua vuodesta 1992 (Ranta 1997).

5.4.2. Rehevöitymishistoria

Pusulanjärven rehevöitymiskehitys alkoi 1970-luvun alussa; todennäköisenä syynä ravinnepitoisuuksien nousuun olivat järveen johdettavat jätevedet. Huonoimmillaan Pusulanjärven tilanne oli 1980-luvulla, jolloin alusveden happipitoisuudet olivat hyvin alhaisia (Ranta 1997). Elokuussa 1983 järvellä havaittiin runsaasti kuolleita siikoja ja mateita. Pistekuormitusta ei ole ollut 1988 vuoden jälkeen, jolloin uusi jätevedenpuhdistamo valmistui Saukkolaan ja jätevesien laskeminen Pusulanjärveen lopetettiin. Veden laatu ei kuitenkaan ole merkittävästi parantunut jätevesikuormituksen loputtua: järvessä on vieläkin usein happikatoja. Nykyisin suuri osa ravinteista tulee järveen hajakuormituksena valuma-alueen pelloilta, metsistä ja haja-asutuksesta. Sisäisen kuormituksen suuruutta ei vielä ole arvioitu, mutta Uudenmaan ympäristökeskus on aloittanut sedimentoitumistutkimukset. Kokonaisfosforipitoisuus on hieman noussut 1990-luvulla, typen osalta ei ole selvää kasvua tai vähenemistä. Vuonna 1994 havaittiin, että loppukesällä minimiravinteena oli poikkeuksellisesti fosforin sijasta typpi, mikä suosii typensidontaan kykeneviä sinileviä. Sinileväkukintoja (*Anabaena* sp. ja *Aphanizomenon flos-aquae*) on todettu ainakin loppukesällä 1992 ja 1995 (Villa 1996).

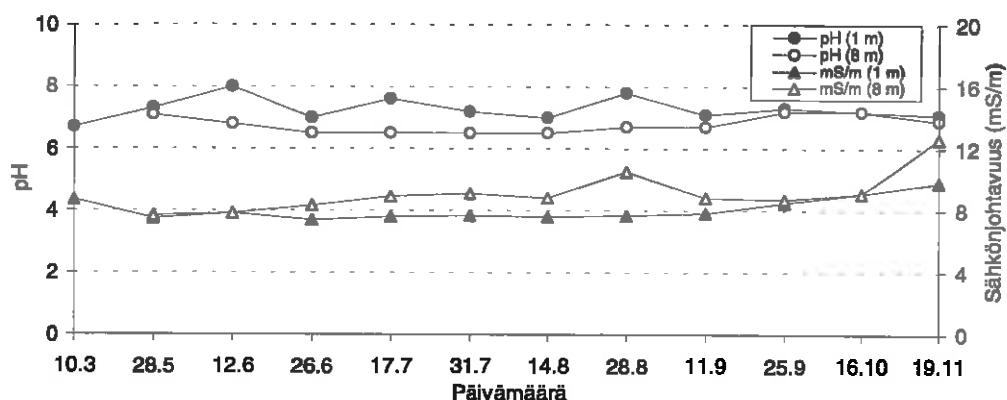
5.4.3. Kunnostustoimenpiteet

Toimenpiteet Pusulanjärven tilan parantamiseksi on aloitettu. Ulkoista kuormitusta pyritään vähentämään: Uudenmaan ympäristökeskus kartoittaa suojavaohtyöhykkeiden

tarpeen Pusulanjärveen laskevissa joissa ja ojissa, ja tuloksia käytetään niin, että muut ravinnekuormitusta vähentävät toimenpiteet saadaan kohdistettua mahdollisimman tehokkaasti. Hoitokalastukset aloitettiin keväällä 1997, tarkoitus on pyytää särkikalaa vuoden 2000 loppuun mennessä yhteensä 60 000 kg (286 kg / ha) (Savola 1997). Väliaikaisesti Pusulanjärven tilaa pyritään parantamaan hapettamalla. Alustavan hapetussuunnitelman (Lappalainen 1998a) mukaan hapetus aloitettaneen vuonna 1998 ja siinä käytetään Mixox -menetelmää.

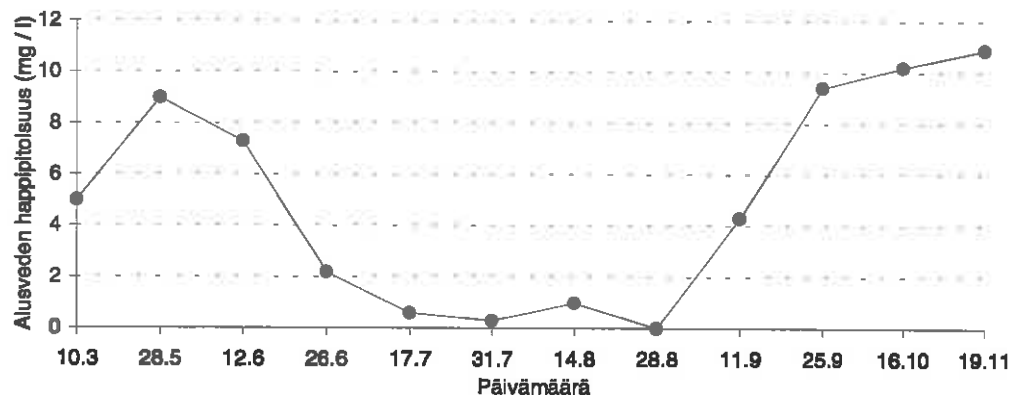
5.4.4. Vuoden 1997 veden laatu

Pintaveden pH (kuva 31) vaihteli kasvukaudella vain vähän, välillä 7,0 - 8,0. Vuonna 1994 pintaveden pH oli elokuussa 7,1. Pintaveden sähkönjohtavuus (kuva 31) oli kasvukaudella melko tasainen, vaihdellen välillä 7,4 - 8,5 mS / m. Kasvukauden ulkopuolella pintaveden sähkönjohtavuus oli korkeampi, välillä 8,7 - 9,8 mS / m. Vuonna 1994 pintaveden sähkönjohtavuus oli elokuussa 7,7 mS / m. Alusveden sähkönjohtavuus vaihteli toukokuusta syyskuuhun välillä 7,7 - 10,5 mS / m. Sähkönjohtavuus nousi toukokuusta elokuuhun vähitellen alusveden muuttuessa hapettomaksi ja laski happitilanteen parannuttua syyskuussa. Korkeimmillaan alusveden sähkönjohtavuus oli kuitenkin marraskuussa (12,6 mS / m), vaikka happitilanne tuolloin oli hyvä.



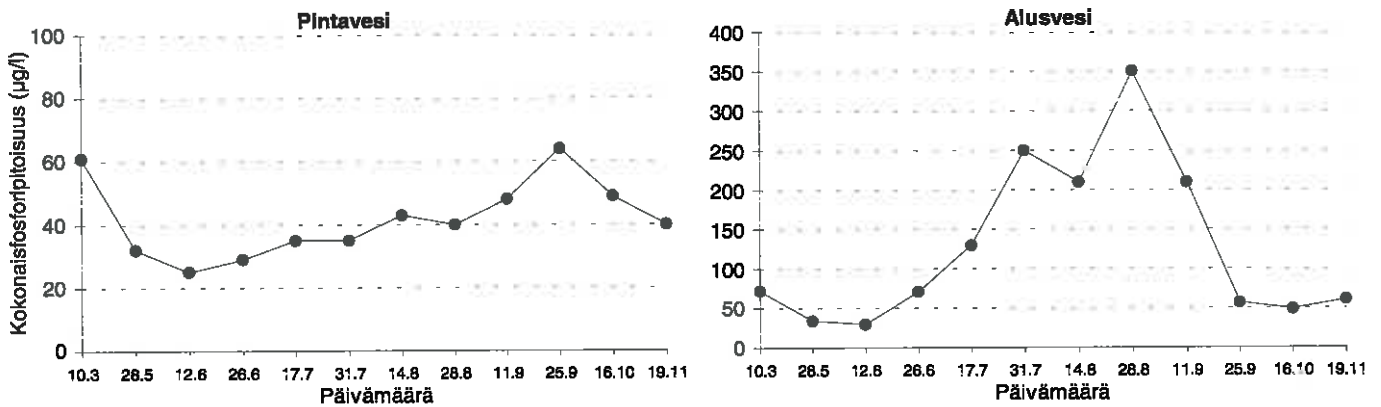
Kuva 31. Pinta- (1 m) ja alusveden (8 m) pH ja sähkönjohtavuus Pusulanjärvellä vuonna 1997.

Pusulanjärvellä ei esiintynyt talvella 1997 happikatoa (kuva 32). Alusveden happipitoisuus alkoi vähetä toukokuun lopusta ja elokuuhun mennessä syväne oli täysin hapeton. Syyskuusta lähtien happitilanne parani nopeasti. Aikaisempiin vuosiin verrattuna happitilanteessa ei ole tapahtunut muutosta.



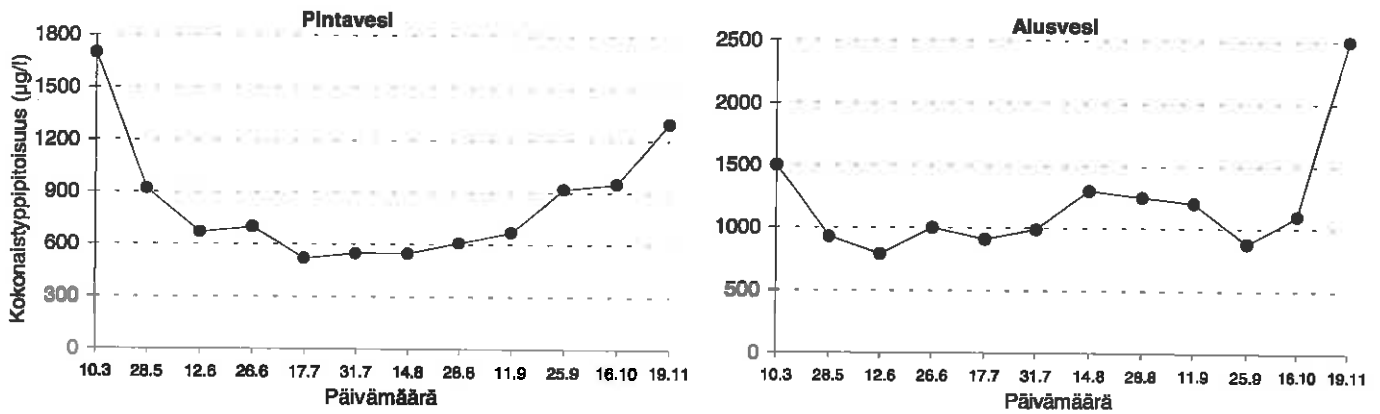
Kuva 32. Alusveden (8 m) happipitoisuus Pusulanjärvellä vuonna 1997.

Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus (kuva 33) kasvukaudella vaihteli välillä 25 - 64 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pitoisuus oli alimmillaan kesäkuun puolivälissä ja kasvoi tasaisesti syyskuun loppuun asti. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin muutamana aikaisempana vuonna. Alusvedessä kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 30 - 350 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pitoisuudet nousivat korkeiksi vähähappisella kaudella ja laskivat nopeasti täyskierron alkaessa syyskuussa.



Kuva 33. Pinta- (1 m) ja alusveden (8 m) kokonaisfosforipitoisuudet Pusulanjärvellä vuonna 1997. Huomaa pinta- ja alusveden pitoisuuksien erilaiset asteikot.

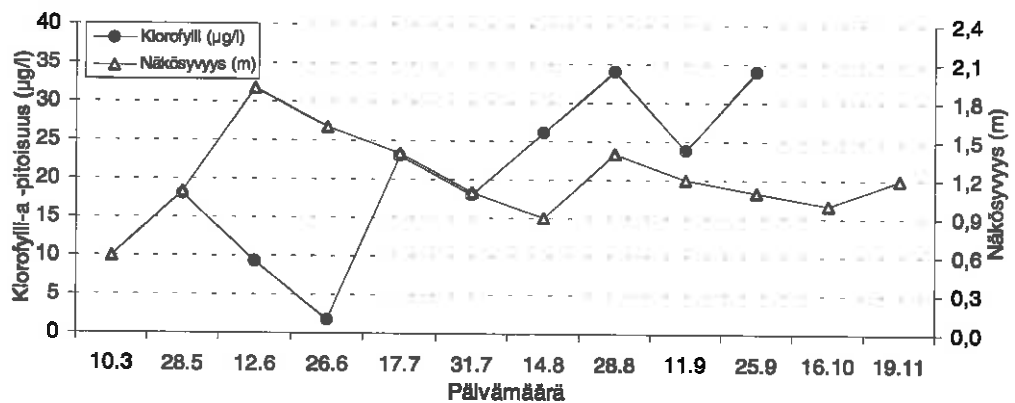
Pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet (kuva 34) vaihtelivat kasvukaudella välillä 520 - 920 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pitoisuudet laskivat toukokuusta kesäkuun puoleen väliin ja kääntyivät sitten hienoiseen nousuun. Kasvukauden ulkopuolella pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet olivat korkeampia, välillä 950 - 1700 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet olivat samalla tasolla kuin elokuun arvot aikaisemmin tällä vuosikymmenellä. Alusveden kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat kasvukaudella välillä 880 - 1300 $\mu\text{g} / \text{l}$ ja kasvukauden ulkopuolella välillä 1100 - 2500 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pitoisuudet laskivat kevätkierron aikaan, mutta kohosivat kesäkuusta lähtien alusveden happipitoisuuden vähetessä. Syyskierto vähensi alusveden tyyppipitoisuuksia uudelleen, mutta marraskuussa mitattiin taas korkeita pitoisuuksia



Kuva 34. Pinta- (1 m) ja alusveden (8 m) kokonaistyyppipitoisuudet Pusulanjärvellä vuonna 1997. Huomaa pinta- ja alusveden pitoisuuksien erilaiset astelkot.

Fosfaattifosforin pitoisuudet olivat kasvukaudella 1997, varsinkin touko - elokuussa, melko pieniä: 2 - 28 µg / l. Loka- ja marraskuussa pitoisuudet olivat 18 ja 19 µg / l. Myös pitoisuudet olivat kasvukaudella melko alhaisia (vaihteluväli: 8 - 458 µg / l). Loka- ja marraskuussa epäorgaanisen typen pitoisuudet olivat 475 ja 850 µg / l.

Klorofyllipitoisuus (kuva 35) pysytteli Pusulanjärvellä koko kesän melko alhaisena, vaihdellen välillä 1,7 - 34,0 µg / l. Alimmillaan pitoisuus oli kesäkuun loppupuolella ja korkeimmillaan elo-syyskuussa. Aikaisemmilta vuosilta klorofyllimittauksia ei ole. Kasvukaudella 1997 näkösyvyys vaihteli välillä 0,9 - 1,9 m. Alimmillaan näkösyvyys oli maaliskuussa ja korkeimmillaan kesäkuun puolessa välissä. Elo - syyskuun vaihteessa Pusulanjärvellä oli lyhytaikainen sinileväkukinta, joka muodostui *Microcystis* ja *Anabaena* -sukujen lajeista. Ainakin vuosina 1992 ja 1995 kukinnat olivat selvästi runsaampia, tällöin valtalajeina olivat *Aphanizomenon flos-aquae* ja *Anabaena* -lajit.



Kuva 35. Klorofylli-a -pitoisuus ja näkösyvyys Pusulanjärvellä vuonna 1997.

5.4.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

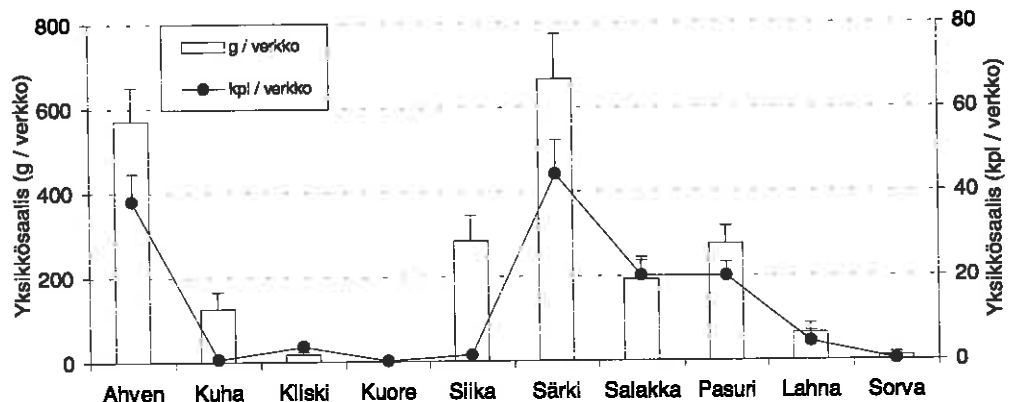
Kokonaisyksikkösaalis (taulukko 14) jäi hieman pienemmäksi kuin esim. Enäjärvellä (2677 g / verkko). Pusulanjärvessä on kuitenkin suhteessa enemmän syviä alueita ja

verrattaessa vain alle 3 m:n syvyysvyöhykkeen kokonaisyksikkösaaliita, Pusulanjärven saaliit ovat suuremmat kuin Enäjärven (3609 vs. 2963 g / verkko).

Taulukko 14. Pusulanjärven verkkokoekalastussaaliit vuonna 1997 ja vuonna 1996. Vuonna 1997 pohjoismaiset yleiskatsausverkot laskettiin yöpöydyntiin 14. 7., 27. 7., 11. 8. ja 27. 8. (yht. 40 verkkoyötä). Vuonna 1996 kalastettiin 10. 9. vastaisena yönä neljällä verkkosarjalla (solmuvälit 10, 12, 15, 20, 25, 35, 45, 60 mm ja lisäksi yksi 75 mm:n riimuverkko). Muut selitykset ks. taulukko 8.

Laji	Pusulanjärvi 1997						Pusulanjärvi 1996					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	22,8	1518	25,7	28,7	570,8	38,0	3,5	137	16,4	15,9	0,9	34,3
Kuha	5,0	24	5,7	0,5	126,1	0,6	1,9	6	9,0	0,7	0,5	1,5
Kiiski	0,7	138	0,8	2,6	16,7	3,5	0,1	10	0,2	1,2	0,0	2,5
Hauki	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kuore	0,0	4	0,0	0,1	0,7	0,1	-	-	-	-	-	-
Siika	11,3	56	12,7	1,1	283,4	1,4	-	-	-	-	-	-
Särki	26,7	1762	30,0	33,3	666,3	44,1	9,9	438	46,6	50,9	2,5	109,5
Sorva	0,4	3	0,4	0,1	9,5	0,1	0,0	1	7,2	0,1	0,0	0,3
Salakka	7,7	804	8,6	15,2	192,3	20,1	1,5	146	14,1	17,0	0,4	36,5
Pasuri	11,0	800	12,4	15,1	275,4	20,0	3,0	115	5,6	13,4	0,7	28,8
Lahna	2,6	174	2,9	3,3	64,2	4,4	1,2	7	0,2	0,8	0,3	1,8
Sulkava	0,1	2	0,1	0,0	1,2	0,1	-	-	-	-	-	-
Toutain	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1	0,8	0,1	0,0	0,3
Suutari	0,7	1	0,8	0,0	18,1	0,0	-	-	-	-	-	-
Yhteensä	89,0	5286	100,0	100,0	2227,0	132,2	21,2	861	100,0	100,0	5,3	215,3
Särkikalat	48,4	3545	54,0	67,1	1208,8	88,6	15,8	708	74,4	82,2	3,9	177,0
Ahvenkalat	28,5	1680	32,1	31,8	713,6	42,0	5,4	153	25,6	17,8	1,4	38,3
Petokalat	12,6	109	14,2	2,1	315,3	2,7	3,6	24	16,8	2,8	0,9	6,0

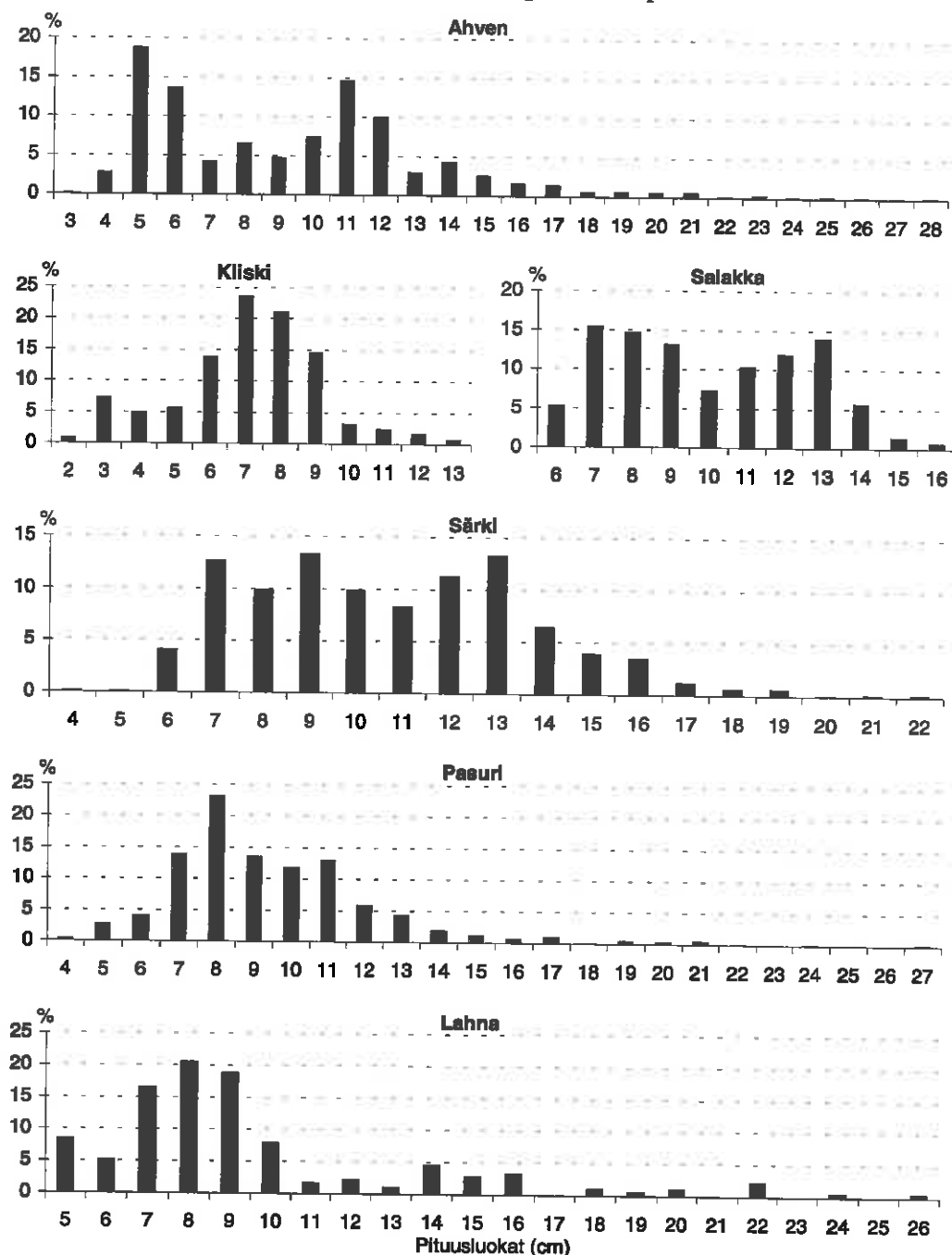
Särki oli runsain saalislaji, ahven toiseksi runsain (kuva 38). Seuraavaksi runsaimmat saalislajit ovat siika, pasuri ja salakka saalispainoltaan sekä salakka, pasuri ja lahna lukumäärältään. Haukea ei saatu saaliiksi lainkaan. Kesäinen verkkopyynti kuitenkin aliarvioi haukikannan, koska hauki liikkuu kesäisin vähän.



Kuva 38. Pusulanjärven vuoden 1997 verkkokoekalastuksen yksikkösaaliit. Pylväät = g / verkko ja pisteviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

Särkikalat muodostivat suurimman osan saaliista: osuus saalispainosta oli hieman yli 50 % ja lukumäärästä lähes 70 % (taulukko 14). Pusulanjärvellä särkikalojen painosuus on Enäjärveen verrattuna pienempi, mutta lukumääräosuus suurempi, sillä Pusulanjärvellä on enemmän pienikokoista särkikalaa. Verkkokoekalastussaaliin ahvenkalojen ja petokalojen paino- ja lukumääräosuudet ovat Pusulanjärvellä pienempiä kuin Enäjärven tämän vuoden aineistossa, pääasiassa Enäjärven runsaamman kuha-saaliin vuoksi.

Pituusjakaumien perusteella ahvenen lisääntyminen on onnistunut hyvin tänä vuonna (kuva 37). Ahvenkanta on rakenteeltaan hyvä, sillä saaliissa on kohtalaisesti myös isokokoisia ahvenia. Sen sijaan särkikalat ovat pääasiassa pieniä.



Kuva 37. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Pusulanjärvellä 1997, ajanjaksolla 14. 7. - 27. 8. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan prosenttiosuutta koko aineistosta (kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen

kalojen lukumäärät — ahven: n = 1029, kiiski: n = 123, salakka: n = 545, särki: n = 1143, pasuri: n = 574 ja lahna: n = 175.

Vuoden 1996 koekalastuksen (Uudenmaan ympäristökeskus) ja vuoden 1997 koekalastusten tulokset poikkeavat toisistaan selvästi (taulukko 14): Särkikalojen ja petokalojen saalisosuus oli vuonna 1996 suurempi ja ahvenkalojen osuus pienempi kuin vuonna 1997. Erot selittyvät pääasiassa sillä, että vuoden 1996 ja 1997 koekalastusten toteutukset erosivat toisistaan mm. pyyntiponnistuksen, -ajankohdan, -välineen ja verkkojen sijoittelun osalta.

5.4.6. Hoitokalastukset vuonna 1997

Pusulanjärven ensimmäiset hoitokalastukset tehtiin keväällä 1997 kolmella isorysällä, ja syksyllä kalastuksia jatkettiin nuotalla. Hoitokalastussaalessa ensimmäiseltä vuodelta oli yhteensä noin 9200 kg (44 kg / ha) (taulukko 15, mukaanlukien syksyn rysäsaalis). Tästä määrästä särkikalaja oli 91,1 %. Eniten poistettiin särkeä (54,4 %), lahnaa (21,1 %), ahventa (8,4 %) ja salakkaa (7,8 %). Kevään rysäpyynnillä saalista saatiin moninkertaisesti syysnuottaukseen nähden. Rysäpyynnissä särkikalojen osuus oli 91,8 % ja nuottauksessa 86,7 %. Rysillä tapahtuva kalastus kohdistui siis Pusulanjärvellä hie-man paremmin särkikaloihin. Rysäpyynnissä selvästi tärkein laji oli särki ja nuotta-pyynnissä yhtä selvästi lahna. Syksyllä kokeiltiin myös rysäpyyntiä, mutta saalis (515 kg) jäi pieneksi, valtaosa saaliista oli pienikokoista särkeä ja lahnaa. Saaliiksi saadut särkikalat olivat pääasiassa pienikokoisia (taulukko 15); myös verkkokoekalastuksessa havaittiin, että Pusulanjärven särkikalat ovat pieniä. Jatkossa pyyntitehokkuutta on tarkoitus kasvattaa, sillä saalistavoite on yhteensä 60 000 kg (286 kg / ha) seuraavan kolmen vuoden aikana.

Taulukko 15. Pusulanjärven hoitokalastussaalessa rysillä ja nuotalla, sekä yhteensä vuonna 1997. Keskip. = keskipaino (g). Lajikohtaiset saaliit ja osuudet on arvioitu otosten perusteella. Rysäkalastuksen otos yhteensä 22 kg ja nuottauksen otos 6 kg. Kevään rysäpyynnissä saatiin lisäksi n. 3000 kuhan polkasta, jotka vapautettiin. Syksyllä kokeiltiin myös rysäpyyntiä, mutta saalis oli vähäinen, 515 kg, eikä siitä laskettu lajiosuuksia.

Pyydys	Laji	Särki	Salakka	Pasuri	Lahna	Sorva	Ahven	Kiiski	Yhteensä
Rysä	Paino (kg)	4685	610	0	1055	565	577	39	7530
	Kpl	324089	63605	0	98157	7216	54086	4940	552093
	Keskip. (g)	14,5	9,6	-	10,7	78,2	10,7	7,8	131,5
	Paino %	62,2	8,1	0,0	14,0	7,5	7,7	0,5	100,0
	Kpl %	58,7	11,5	0,0	17,8	1,3	9,8	0,9	100,0
Nuotta	Paino (kg)	49	69	114	781	0	152	4	1170
	Kpl	4786	5169	8233	11679	0	14359	766	44993
	Keskip. (g)	10,3	13,4	13,9	66,9	-	10,6	5,3	120,3
	Paino %	4,2	5,9	9,8	66,8	0,0	13,0	0,3	100,0
	Kpl %	10,6	11,5	18,3	26,0	0,0	31,9	1,7	100,0
Yhteensä	Paino (kg)	4735	679	114	1836	565	729	43	8700
	Kpl	328875	68774	8233	109836	7216	68446	5706	597086
	Keskip. (g)	14,4	9,9	13,9	16,7	78,2	10,6	7,5	151,2
	Paino %	54,4	7,8	1,3	21,1	6,5	8,4	0,5	100,0
	Kpl %	54,8	11,5	1,4	18,3	1,2	11,4	1,0	99,5

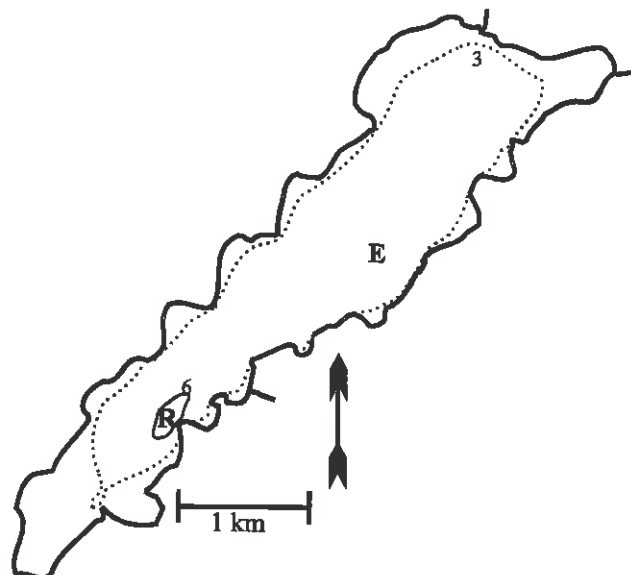
5.4.7. Yhteenveto

Pusulanjärven veden laatu oli parempi kuin aikaisempina vuosina. Happikatoa esiintyi vain kesäkerrostuneisuuden aikaan, eikä sinileväkukintoja ollut. Kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksissa ei havaittu muutosta. Klorofyllipitoisuuksia ei Pusulanjärvellä aikaisemmin ole mitattu, mutta vuonna 1997 ne olivat hankkeen kohdejärvistä toiseksi pienimmät. Toisaalta edellisvuosien tutkimuksissa Pusulanjärven veden laadun on havaittu vaihtelevan huomattavasti eri vuosina (Ranta 1992). Verkkokoekalastusten perusteella Pusulanjärven kalasto on pääasiassa pienikokoista särkikalaa. Ensimmäisissä hoitokalastuksissa vuonna 1997 saatiin saalista yhteensä 8700 kg (41 kg / ha). Saaliista yli 90 % oli särkikalaa, pääasiassa särkeä ja lahnaa.

5.5. Enäjärvi

5.5.1. Järven kuvailu

Enäjärvi (508 ha) (kuva 39) on Siuntionjoen vesistöalueeseen kuuluva latvajärvi, joka sijaitsee läntisellä Uudellamaalla Vihdin kunnassa (Lempinen 1998). Ihmisen vaikutus Enäjärven ravinnekuormaan on suuri: 34 km²:n valuma-alueella, jolla ei ole muita järviä, asuu n. 15 000 ihmistä. Valuma-alueesta 30 % on peltoa ja 55 % hienojakoisia sedimenttejä. Enäjärvi on mataluutensa (keskisyvyys 3,4 m, suurin syvyys 10 m) ja vallitsevien tuulten (lounas-koillinen) suuntaisen sekä pitkänomaisen muotonsa vuoksi altis tuulen sekoittavalle vaikutukselle. Tämän vuoksi pitkäaikaisia kerrostuneisuuden kausia esiintyy yleensä vain talviaikana (Kettunen 1980). Enäjärveä on tutkittu paljon, tutkimuksia ovat tehneet mm. Länsi-Uudenmaan vesi- ja ympäristö Ry, Uudenmaan ympäristökeskus (ent. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri), Teknillinen korkeakoulu, Helsingin ja Turun yliopisto, sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.



Kuva 39. Enäjärven syvyyskartta. Kolmen (••••) ja kuuden (—) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistötutkimusten mittauspisteet R (Rompslnmäen syväne) ja E (Enäjärvi 11).

5.5.2. Rehevöitymishistoria

Enäjärvi on mataluutensa ja valuma-alueensa ominaisuuksien vuoksi luonnostaan melko rehevä, savisamea järvi (Kettunen 1980). Varsinainen rehevöitymiskehitys alkoi jo vuonna 1928, kun veden korkeutta laskettiin noin metrillä, ja tuuli alkoi tehokkaammin kierrättää ravinteita pohjasedimentistä (Salonen ym 1993). 1950-luvulla rehevöitymiskehitys kiihtyi, kun järven eteläpäässä sijaitsevan Nummelan taajaman jätevesiä alettiin johtaa järveen. Jätevesien lasku lopetettiin vuonna 1976. Jätevesikuormituksen aikana ulkoinen fosforikuormitus oli yli $0,8 \text{ g} / \text{m}^2$ ja kuormituksen loputtua $0,2 - 0,3 \text{ g} / \text{m}^2$. Silti Enäjärveen on tähän saakka tullut ravinteita hajakuormituksen pelloilta, metsistä ja haja-asutusalueelta kaksin - kolminkertaisesti järven sietokykyyn nähden (Horppila ym. 1994). Vaikka ulkoinen kuormitus on suurta, sisäisen kuormituksen on todettu olevan Enäjärven hallitseva fosforilähde (Taponen 1997). Voimakkaan ja pitkäaikaisen ulkoisen kuormituksen aikana Enäjärven pohjasedimenttiin ehti varastoitua hyvin paljon ravinteita, jotka hapettomina kausina tai tuulten sekoittaessa vapautuvat veteen ja pitävät yllä voimakasta levätuotantoa. Eräiden laskelmien mukaan sisäisen kuormituksen kautta Enäjärven pohjasedimentistä voisi vapautua yhteensä noin 55 tonnia fosforia vuodessa veteen (Salomaa ja Savola 1996). Järven tilanne oli huonoimmillaan 1980 - 1990-luvun taitteessa, jolloin happikatoja talvisin ja kesäisin, sinileväkukintoja, kalakuolemia ja huonokuntoisia tai -makuisia kaloja havaittiin usein (Salomaa & Savola 1996). Vuosina 1991 - 1996 kasvukauden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus pintavedessä on vaihdellut välillä $77,8 - 210,0 \mu\text{g} / \text{l}$, typpipitoisuus välillä $823 - 2100 \mu\text{g} / \text{l}$ ja klorofylli-a -pitoisuus välillä $14,0 - 59,7 \mu\text{g} / \text{l}$.

Enäjärven kunnostus -raporttiin (Lempinen 1998) kootuissa kasviplanktonitutkimuksissa leväyhteisön on havaittu olevan reheville järville tyypillisen. Voimakkaita ja pitkäaikaisia sinileväkukintoja on havaittu ainakin vuosina 1991, 1994 ja 1995, jolloin valtalajeina ovat olleet koloniaaliset *Microcystis* -lajit, mutta myös *Anabaena* ja *Aphanizomenon* -lajeja on ollut joukossa. Eläinplanktonin osalta on havaittu, että vesikirput ovat pienikokoisia ja yksilökoko pienenee loppukesää kohden, mikä viittaa voimakkaaseen kalapredaatioon (Horppila ym. 1994). Pienikokoisia, herbivorisia eläinplanktereita saalistavat myös ajoittain runsaana esiintyvä petovesikirppu *Leptodora kindtii* ja sulkasääsken toukat (*Chaoborus* sp.). Eläinplanktoniyhteisön valtalajeina ovat rehevien järvien *Chydorus* -vesikirput, sekä *Daphnia cristata*, *D. cucullata* ja *Bosmina* -lajit. Kunnostusraportissa mainituissa (Lempinen 1998) pohjaeläintutkimuksissa Enäjärven litoraalivevyöhyke on surviaissääski-indeksillä määritetty reheväksi ja profundaali hyvin reheväksi pohjaksi. Pohjaeläinten lajimäärä on hyvin vähäinen, mikä voi aiheuttaa nopeita yhteisömuutoksia.

Kaikenkaikkiaan Enäjärven tilanne on aivan viime vuosina, useiden kunnostustoimenpiteiden ansiosta, parantunut: hapettomat kaudet ovat lyhentyneet, sedimentti on tervehtynyt, kasvukauden ravinne- ja klorofylli-a -pitoisuudet ovat laskeneet ja sinileväkukinnat vähentyneet.

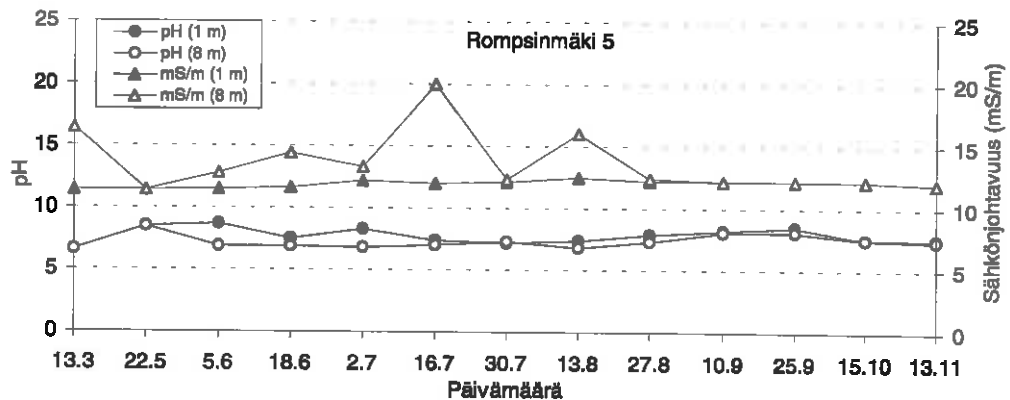
5.5.3. Kunnostustoimenpiteet

Toimenpiteet Enäjärven tilan parantamiseksi aloitettiin vuonna 1993. Enäjärven kunnostusraporttiin (Lempinen 1998) on koottu järven kunnostustoimenpiteet vuosilta 1993 - 1997. Järveä hapetettiin vuosina 1986 - 1989 Hydixor -ilmastinlaitteella, mutta tulokset eivät olleet mainittavia. Hapetusta jatkettiin Enäjärvi-projektin alettua 1993 aluksi yhdellä Mixox 1000 -hapettimella, sittemmin kahdella Mixox 600 -hapettimella. Hapetuksen ansiosta kerrostuneisuuden aikaiset syvänteiden pohjasedimentin typpi- ja fosforipitoisuudet ovat alentuneet ja happipitoisuus hieman kasva-

nut. Ulkoista kuormitusta on Enäjärven Enäjärven pyrittä vähentämään rakentamalla laskeutusaltaita ja kosteikkoja tulo-ojiin. Neljässä ojassa em. toimenpiteitä on jo tehty; kaikenkaikkiaan laskeutusaltaita ja kosteikkoja on tarkoitus rakentaa kymmeneen tulo-ojaan. Enäjärven ylitiheää särkikalakantaa on vähennetty tehokkaalla rysä- ja nuotta-pyyntillä: vuosina 1993 - 1996 hoitokalastussaalista on ollut yhteensä noin 126 tonnia (noin 250 kg / ha). Saalis on ollut pääasiassa särkeä (paino-osuus 52,3 %), lahnaa (25,3 %) ja salakkaa (11,0 %). Nuottaus, erityisesti talvunuottaus, on osoittautunut tehokkaaksi hoitokalastusmenetelmäksi: nuottaamalla on saatu 89,1 % hoitokalastus-saaliista. Alustavien tulosten mukaan särkikalajien osuus kalastuksesta on pienentynyt ja ahven- ja petokalajien osuus kasvanut.

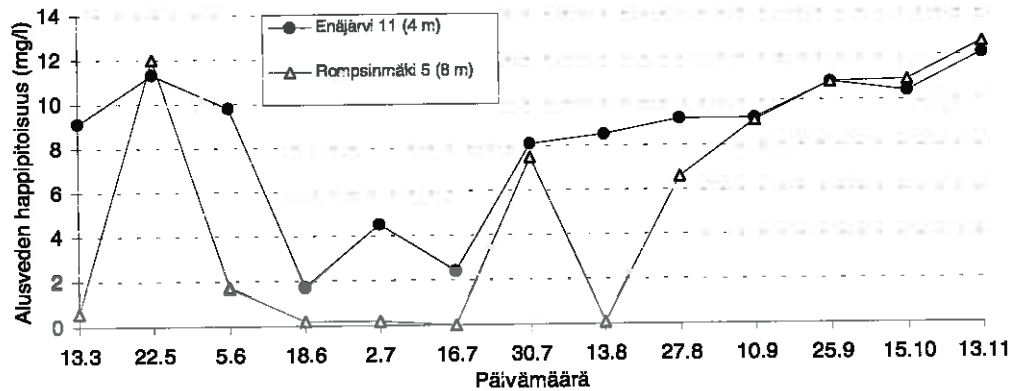
5.5.4. Vuoden 1997 veden laatu

Pintaveden pH (kuva 40) syvänteen mittauspisteessä (Rompsinmäki 5) oli vuonna 1997 hieman tasaisempi kuin aikaisempina vuosina (kasvukauden vaihteluväli: 7,2 - 8,7), mikä kuvaa levätuotantohiippujen tasoittumista. Myös pintaveden sähkönjohtavuus (kuva 40) oli kasvukaudella hyvin tasainen vaihdellen välillä 11,4 - 12,5 mS / m. Aikaisempiin vuosiin verrattuna sähkönjohtavuuden arvot olivat pienempiä ja vaihtelivat vähemmän, mikä ilmentää veden laadun paranemista. Alusveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 11,4 - 20,0 mS / m. Sähkönjohtavuuden huiput sopivat hyvin yhteen alusveden hapettomien (kuva 41) kausien kanssa.



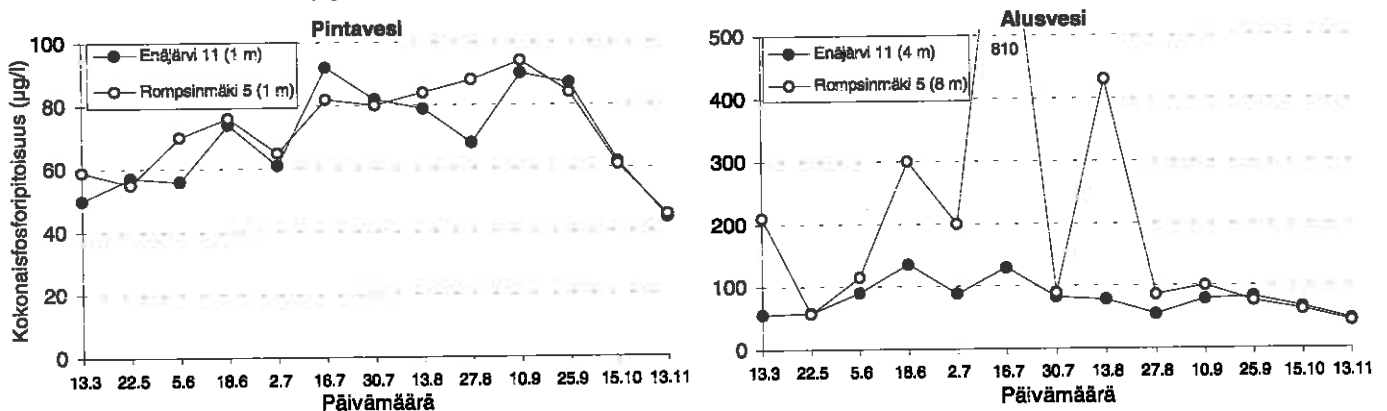
Kuva 40. Vuoden 1997 pH ja sähkönjohtavuus pinta- (1 m) ja alusvedessä (8 m) Enäjärven syvänteen mittauspisteellä (Rompsinmäki 5).

Enäjärven pinta-alaltaan pieni syvänteen (Rompsinmäki 5) oli mittauskauden aikana useaan otteeseen hapeton (kuva 41). Täydellistä happikatoa esiintyi vain syvänteessä, mutta vähähappisuutta laajemminkin alueilla, sillä neljän metrin syvyydessä (mittauspiste Enäjärvi 11) happipitoisuudet olivat kesä - heinäkuussa alhaiset. Happi-tilanne ei juuri poikennut aikaisemmista vuosista.



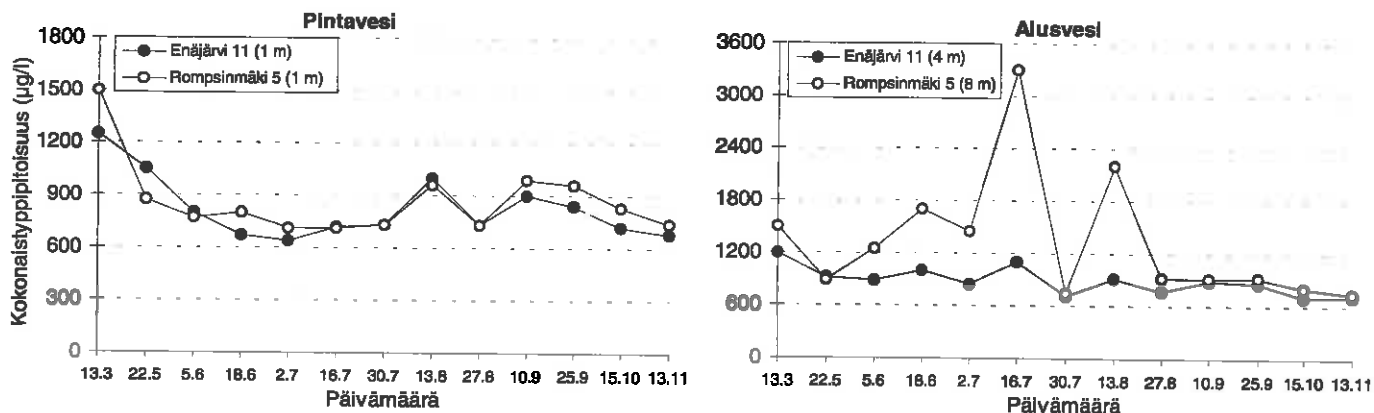
Kuva 41. Alusveden happipitoisuudet Enäjärven syvänteessä (8 m) (Rompsinmäki 5) ja neljän metrin syvyydessä (Enäjärvi 11) vuonna 1997.

Kasvukauden kokonaisfosforipitoisuus (kuva 42) pintavedessä nousi alkukesän arvoista loppukesää kohden (vaihteluväli 55 - 94 $\mu\text{g} / \text{l}$). Pintaveden pitoisuudet eivät kuitenkaan kasvaneet yhtä suuriksi kuin aikaisempina vuosina, ja 1990-luvun puolivälin tienoilla alkanut paranemiskehitys jatkui. Kasvukauden ulkopuolella pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat alhaisempia, välillä 44 - 62 $\mu\text{g} / \text{l}$. Alusveden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli Rompsinmäen syvänteessä välillä 57 - 810 $\mu\text{g} / \text{l}$, korkeimmillaan pitoisuus oli vähähappisina jaksoina. Matalampien alueiden (Enäjärvi 11) alusvedessä kokonaisfosforipitoisuus ei noussut kovin korkeaksi (vaihteluväli 55 - 135 $\mu\text{g} / \text{l}$).



Kuva 42. Pinta- ja alusveden kokonaisfosforipitoisuudet Enäjärven syvänteen mittauspisteellä (Rompsinmäki 5) ja matalamman alueen mittauspisteellä (Enäjärvi 11) vuonna 1997. Pintaveden pitoisuus on mitattu 1 m:stä, alusveden pitoisuus 4 m:stä (Enäjärvi 11) tai 8 m:stä (Rompsinmäki 5). Huomaa pinta- ja alusveden pitoisuuksien erilaiset asteikot. Rompsinmäen 16.7. mitattu arvo (810 $\mu\text{g} / \text{l}$) on asteikon ulkopuolella.

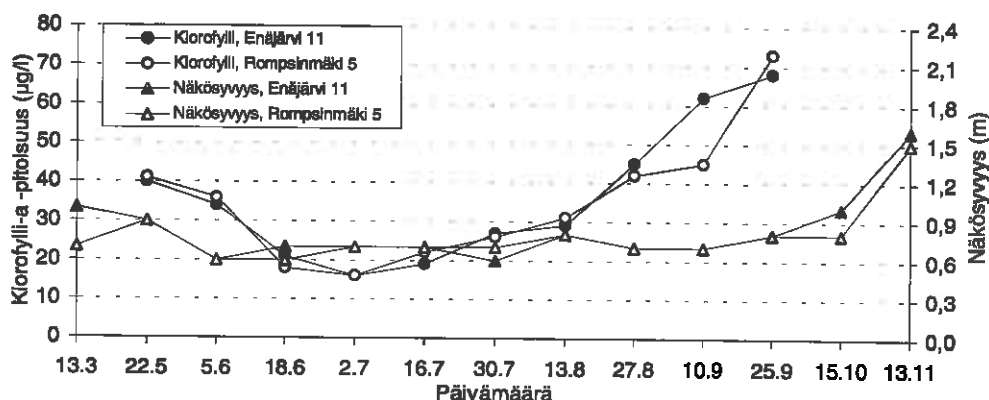
Kasvukauden kokonaistyyppipitoisuus (kuva 43) pintavedessä (vaihteluväli 640 - 1050 $\mu\text{g} / \text{l}$) jäi alhaisemmaksi kuin esim. kesinä 1987 ja 1994 (2000 - 3000 $\mu\text{g} / \text{l}$). Alusveden kokonaistyyppipitoisuudet Rompsinmäen syvänteessä (vaihteluväli 740 - 3300 $\mu\text{g} / \text{l}$) kasvoivat hapettomina kausina. Matalammilla alueilla alusveden pitoisuudet (Enäjärvi 11, vaihteluväli 710 - 1100 $\mu\text{g} / \text{l}$) eivät juuri eronneet pintaveden pitoisuuksista.



Kuva 43. Pinta- ja alusveden kokonaistypipitoisuudet Enäjärven syvänteiden mittauspisteellä (Rompsinmäki 5) ja matalamman alueen mittauspisteellä (Enäjärvi 11) vuonna 1997. Pintaveden pitoisuus on mitattu 1 m:stä, alusveden pitoisuus 4 m:stä (Enäjärvi 11) tai 8 m:stä (Rompsinmäki 5). Huomaa pinta- ja alusveden pitoisuuksien erilaiset asteikot.

Vuonna 1997 pintaveden fosfaattifosforipitoisuus kasvukaudella vaihteli välillä 4 - 34 µg / l. Talvikauden fosfaattifosforipitoisuudet olivat välillä 6 - 20 µg / l. Epäorgaanisen tyypin pitoisuus oli toukokuussa välillä 147 - 211 µg / l ja myöhemmin kasvukautena välillä 4 - 84 µg / l. Kasvukauden ulkopuolella epäorgaaninen tyyppi vaihteli välillä 73 - 915 µg / l.

Kasvukaudella 1997 klorofyllipitoisuudet (kuva 44) laskivat toukokuun tasolta (n. 40 µg / l) heinäkuun alkuun mennessä tasolle n. 20 µg / l, nousten kesän kuluessa tasaisesti aina tasolle 70 µg / l saakka. Pitoisuudet olivat rehevälle järvelle ominaisia, vaikkakin pienempiä kuin vuosina 1994 ja 1995 (yli 120 µg / l), mutta, varsinkin loppukesästä, suurempia kuin vuonna 1996. Näkösyvyys vaihteli kasvukaudella 1997 välillä 0,6 - 0,9 m. Alimmillaan näkösyvyys oli kesäkuussa ja korkeimmillaan marraskuussa. Voimakkaita sinileväkukintoja ei havaittu Enäjärvellä vuonna 1997. Elokuussa oli lyhytaikainen esiintymä, joka koostui lähinnä *Microcystis* -lajeista. Toinen lyhytaikainen kukinta havaittiin loka - syyskuun vaihteessa, ja tällöin valtalajina oli *Aphanizomenon flos-aquae*. Sinileväkukintoja oli selvästi vähemmän verrattuna vuosiin 1994 ja 1995.



Kuva 44. Klorofylli-a -pitoisuus ja näkösyvyys Enäjärven syvänteiden mittauspisteellä (Rompsinmäki 5) ja matalamman alueen mittauspisteellä (Enäjärvi 11) vuonna 1997.

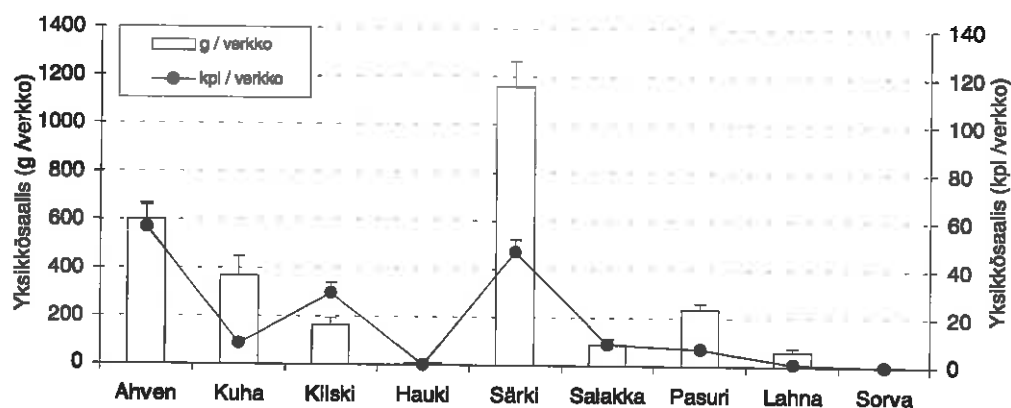
5.5.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

Kokonaisyksikkösaalis (taulukko 16) oli usean vuoden hoitokalastuksesta huolimatta Enäjärvellä melko korkea (2677 g / verkko), neljänneksi korkein kohdejärvistä. Enäjärveä suurempi yksikkösaalis oli Äimäjärvellä (3613 g / verkko), Takajärvellä (3308 g / verkko) ja Rusutjärvellä (3193 g / verkko).

Taulukko 16. Enäjärven koeverkkoosaaliit vuonna 1997 ja 1993. Vuonna 1997 pohjoismaiset yleiskatsausverkot laskettiin yöpyyntiin 15.7., 24.7., 28.7., 7.8., ja 12.8. (yht. 50-yleiskatsausverkkoyötä). Vuonna 1993 kalastus tapahtui 23. - 24.8. välisenä yönä 4:illä yleiskatsausverkkosarjalla (42 m, solmuvälit 12, 15, 20, 25, 35, 45 ja 60 mm; 6 m kutakin) ja 1:illä riimuverkolla (30 m, 70 mm). Vuoden 1993 petokalasaaliita ei ole merkitty, koska ahvenesta ei ollut pituustietoja. Muut selitykset ks. taulukko 8.

Laji	Enäjärvi 1997						Enäjärvi 1993					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	30,0	2842	22,4	35,7	600,0	56,8	7,3	468	16,3	26,4	1825,0	117,0
Kuha	18,4	438	13,8	5,5	368,2	8,8	1,8	77	4,0	4,3	450,0	19,3
Kiiski	8,2	1491	6,2	18,7	164,9	29,8	1,1	125	2,5	7,0	275,0	31,3
Hauki	0,4	3	0,3	0,0	7,2	0,1	-	-	-	-	-	-
Särki	57,7	2354	43,1	29,6	1153,9	47,1	26,6	828	59,2	46,6	6650,0	207,0
Sorva	0,1	1	0,1	0,0	2,5	0,0	-	-	-	-	-	-
Salakka	4,4	444	3,3	5,6	87,3	8,9	4,2	227	9,4	12,8	1050,0	56,8
Pasuri	11,7	346	8,8	4,4	234,3	6,9	1,5	39	3,3	2,2	375,0	9,8
Lahna	2,9	39	2,2	0,5	58,4	0,8	2,4	12	5,4	0,7	600,0	3,0
Yhteensä	133,8	7958	100,0	100,0	2676,8	159,2	44,9	1776	100,0	100,0	11225,0	444,0
Särkikalat	76,8	3184	57,4	40,0	1536,4	63,7	34,7	1106	77,3	62,3	8675,0	276,5
Ahvenkalat	56,7	4771	42,3	60,0	1133,1	95,4	10,2	670	22,7	37,7	2550,0	167,5
Petokalat	25,2	505	18,9	6,4	504,7	10,1	-	-	-	-	-	-

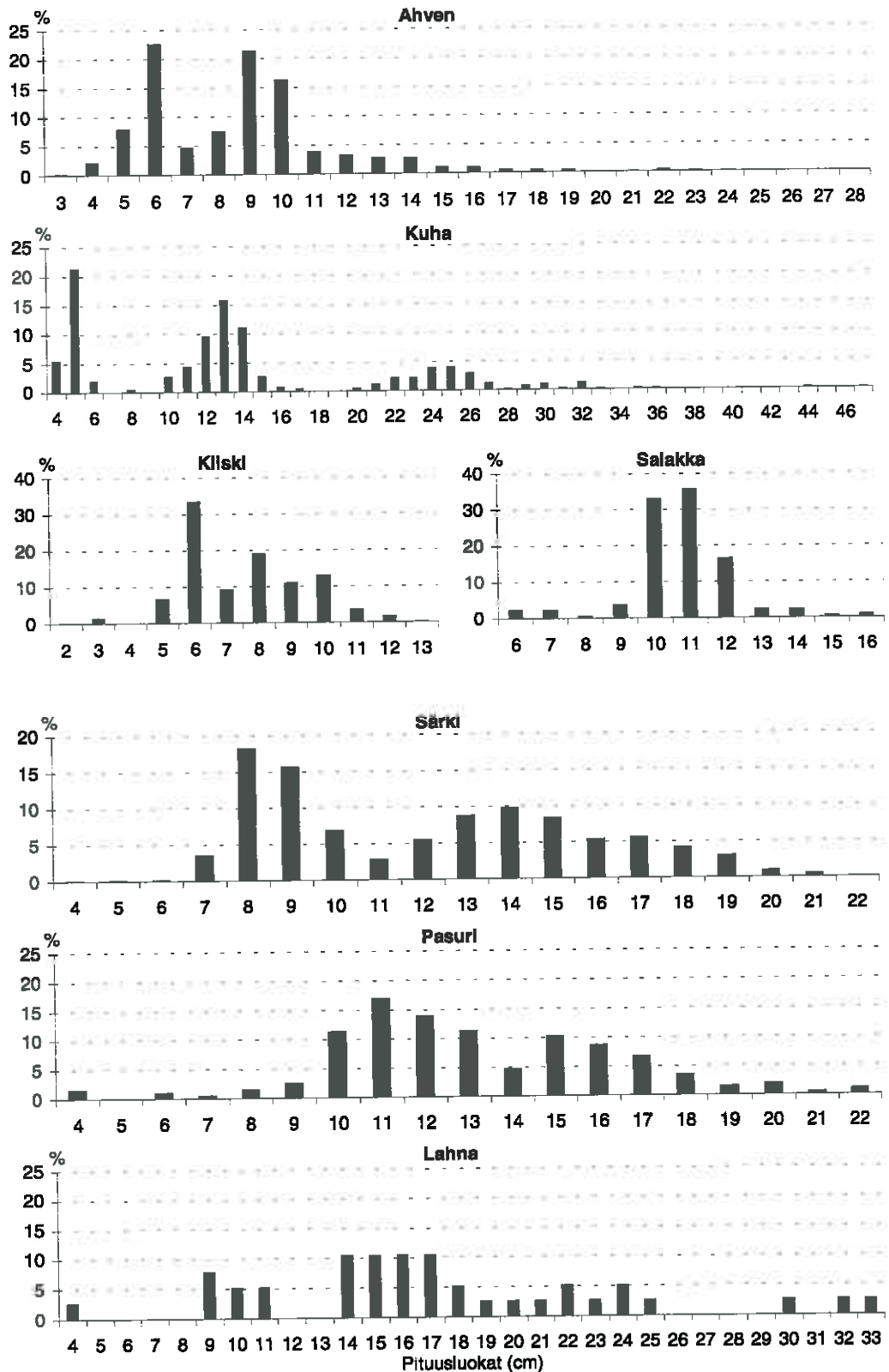
Särki oli saalispainoltaan runsain ja lukumäärältään toiseksi runsain laji (kuva 45). Ahven oli runsaslukuisin, mutta painoltaan toiseksi runsain saalislaji. Seuraavat lajit olivat saalispainolla mitattuna kuha, pasuri ja kiiski ja lukumäärällä mitattuna kiiski, salakka ja kuha. Lahnaa saatiin saaliiksi hyvin vähän.



Kuva 45. Yksikkösaaliit Enäjärvellä 1997. Pylväät = g / verkko, pisteviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat kesklarvon keskivirhettä (se). Huomaa paino- ja lukumääräyksikkösaaliin erilaiset asteikot.

Ahvenkalojen lukumääräosuus (taulukko 16) oli selvästi suurempi, mutta paino-osuus pienempi kuin särkikalojen: Enäjärven särkikalat ovat siis keskimäärin suurempia kuin ahvenkalat. Petokalojen lukumääräosuus oli Enäjärvellä suurin kaikista kohdejärivistä sen vuoksi, että Enäjärven kuhakanta on vahva.

Ahvenen ja kuhan lisääntyminen on onnistunut pituusjakaumien (kuva 46) perusteella hyvin vuonna 1997. Kumpaakin lajia saatiin myös isokokoisia yksilöitä. Särjen pituusjakauma on painottunut keskikokoisiin yksilöihin, sekä aivan pieniä, että suurikokoisia yksilöitä on vähän. Lahna ja pasuri jäävät melko pieniksi.



Kuva 46. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Enäjärven koekalastuksissa 1997. Aineisto on koottu 15.7.- 12. 8. 1997 välisenä aikana. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan prosenttiosuutta koko aineistosta

(kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen kalojen lukumäärät: ahven, n = 1117; kuha, n = 404; kiiski, n = 687; salakka, n = 218; särki, n = 1038; pasuri, n = 194 ja lahna, n = 38.

Verrattaessa vuoden 1997 verkkokoekalastussaaliita vuoden 1993 saaliisiin, särkikaloiden paino-osuus on vähentynyt ja ahven- sekä petokaloiden osuus on lisääntynyt (taulukko 16). Erityisesti kuha näyttää lisääntyneen; saalispaino-osuudet ovat yli kolminkertaistuneet vuodesta 1993 vuoteen 1997. Em. koeverkkosaaliiden erot eivät kuitenkaan kuvaa kalastossa hoitokalastuksen myötä tapahtuneita muutoksia kovin luotettavasti, sillä vuoden 1993 ja 1997 tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia: vuonna 1993 pyyntiponnistus oli pienempi, pyynti painottui matalampaan veteen ja pyyntiväline oli erilainen.

5.5.6. Hoitokalastukset vuonna 1997

Enäjärven hoitokalastussaalessa vuonna 1997 (taulukko 17) oli yhteensä noin 63 000 kg (noin 125 kg / ha). Pyyntitehokkuus oli selvästi suurempi kuin aikaisempina vuosina. Särkikaloiden paino-osuus hoitokalastussaalessa oli yhteensä 88 %, kun vapautetut kuhat ja hauet otetaan huomioon. Eniten saatiin saaliiksi särkeä, sitten salakkaa ja lahnaa. Talvinuottaus oli tehokkain pyyntimuoto, sen osuus koko hoitokalastussaalessa oli 43 % ja saalis apajaa kohti 1811 kg. Kevätnuottauksen osuus koko hoitokalastussaalessa oli 10 % ja tehokkuus 887 kg / apaja. Kevätnuottaus kohdistui erityisen hyvin pienikokoiseen särkikalalaan. Syysnuottauksella saatiin eniten saalista, osuus koko hoitokalastussaalessa 45 %, mutta sen tehokkuus (987 kg / apaja) jäi selvästi pienemmäksi kuin talvinuottauksessa. Kevään isorysäpyynnillä saatiin hoitokalastussaalessa vain 2 %, mutta pyynnissä oli vain yksi isorysä.

5.5.7. Yhteenveto

Enäjärven veden laadussa jatkui 1990-luvun puolivälissä alkanut paranemiskehitys: pH:n ja sähkönjohtavuuden vaihtelut ovat tasoittuneet; kokonaisfosfori-, kokonaistypipi- ja klorofyllipitoisuudet olivat kahden edellisen vuoden tasolla; sinileväkukintoja oli vähän. Verkkokoekalastuksissa havaittiin Enäjärvellä olevan runsaasti ahvenkaloja, erityisesti kuhaa. Särkikaloiden, erityisesti särjen osuus on silti vielä suuri. Enäjärven hoitokalastukset jatkuivat tehokkaina: kalaa poistettiin, pääasiassa talvi- ja syysnuottauksilla, yhteensä noin 63 tonnia (noin 125 kg / ha). Suurin osa saaliista oli särkeä, salakkaa ja lahnaa.

Taulukko 17. Enäjärven hoitokalastussaalis eri pyyntitavoilla vuonna 1997. Keskip. = keskipaino. Lajikohtaiset saaliit ja osuudet on arvioitu otosten perusteella. Hoitokalastussaaliista vapautettiin kuhia yhteensä noin 8000 kpl (4000 kg) ja haukia yhteensä noin 600 kpl (500 kg). Talvinuottausajankohdat olivat 17. - 23. 2. ja 4. - 17. 3., yhteensä 15 apajaa. Kevätnuottaus (7 apajaa) tehtiin heti jäiden lähdön jälkeen, syysnuottaus (29 apajaa) 12. 10 - 23. 10. välisenä aikana ja kevään isorysäpyynti (1 rysä, korkeus 1,5 m) 8. 5. - 16. 7. välisenä aikana.

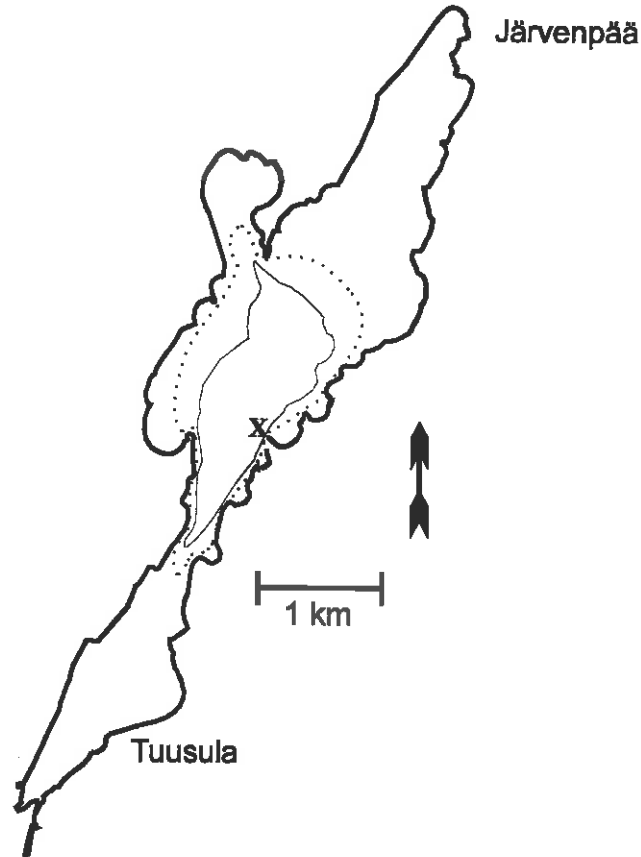
Pyydys		Särki	Salakka	Lahna	Pasuri	Sorva	Ahven	Kiiski	Yhteensä
Talvi- nuottaus	Paino (kg)	9856	7705	4867	353	-	532	586	23899
	Kpl	224097	846473	46277	14981	-	21039	66070	1218937
	Keskip. (g)	44,0	9,1	105,2	23,6	-	25,3	8,9	19,6
	Paino %	41,2	32,2	20,4	1,5	-	2,2	2,5	100,0
	Kpl %	18,4	69,4	3,8	1,2	-	1,7	5,4	100,0
Kevät- nuottaus	Paino (kg)	1561	3116	681	42	10	579	121	6110
	Kpl	91836	805493	27818	2446	410	79999	20084	1028086
	Keskip. (g)	17,0	3,9	24,5	17,2	24,4	7,2	6,0	5,9
	Paino %	25,5	51,0	11,1	0,7	0,2	9,5	2,0	100,0
	Kpl %	8,9	78,3	2,7	0,2	0,0	7,8	2,0	100,0
Syys- nuottaus	Paino (kg)	14480	4940	6760	260	-	520	1040	28000
	Kpl	427871	560711	73136	12189	-	48757	146272	1268936
	Keskip. (g)	33,8	8,8	92,4	21,3	-	10,7	7,1	22,1
	Paino %	51,7	17,6	24,1	0,9	-	1,9	3,7	100,0
	Kpl %	33,7	44,2	5,8	1,0	-	3,8	11,5	100,0
Kevät- rysä pyynti	Paino (kg)	56	559	724	-	-	17	9	1365
	Kpl	1750	71000	8050	-	-	1610	1450	83860
	Keskip. (g)	31,7	7,9	89,9	-	-	10,6	6,2	16,3
	Paino %	4,1	41,0	53,1	-	-	1,2	0,7	100,0
	Kpl %	2,1	84,7	9,6	-	-	1,9	1,7	100,0
Yhteensä	Paino (kg)	25953	16320	13032	655	10	1648	1756	59374
	Kpl	745554	2283677	155281	29616	410	151405	233876	3599819
	Keskip. (g)	34,8	7,1	83,9	22,1	24,4	10,9	7,5	16,5
	Paino %	43,7	27,5	21,9	1,1	0,0	2,8	3,0	100,0
	Kpl %	20,7	63,4	4,3	0,8	0,0	4,2	6,5	100,0

5.6. Tuusulanjärvi

5.6.1. Järven kuvailu

Tuusulanjärvi (600 ha) kuuluu Vantaanjoen valuma-alueeseen ja sijaitsee tiheään asutulla seudulla Tuusulan ja Järvenpään kuntien alueella (Keski-Uudenmaan vesien-suojelun kuntainliitto 1984). Tuusulanjärvi on melko matala (keskisyvyys 3,2 m; suurin syvyys 10 m) ja pitkänomainen (lounas-koillinen -suunnassa), joten tuulten se-koittava vaikutus on voimakas. Valuma-alue (92,2 km²) on suurimmaksi osaksi savik-koa (64 %), peltomaiden osuus on 28 %. Rusutjärvi sijaitsee Tuusulanjärven valuma-alueella. Tuusulanjärveen laskee kymmenen puroa tai suurempaa ojaa. Järven etelä-päästä lähtee Tuusulanjoki. Tuusulanjärveä on säännöstelty vuodesta 1959 lähtien, veden korkeuden vaihtelut ovat olleet noin 1,3 m. Tuusulanjärveä on tutkittu paljon. Ensimmäisiä havaintoja tehtiin jo vuosisadan alussa (Järnefelt 1937, 1958). Myö-

hemmin Tuusulanjärveä ovat tutkineet mm. Helsingin kaupungin vesilaitos, Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri, nykyisin Uudenmaan ympäristökeskus, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Helsingin yliopisto ja RKTL.



Kuva 48. Tuusulanjärven syvyyskartta. Kolmen (· · · ·) ja kuuden (—) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistötutkimusten mittauspiste (X).

5.6.2. Rehevöitymishistoria

Tuusulanjärvi on jo alunperin ollut lievästi ruskeavetinen ja humuspitoinen. Jo 1930-luvulla järvessä oli havaittavissa lievää rehevöitymistä (Järnefelt 1937). Rehevöityminen kiihtyi 1950-luvun puolivälissä jätevesikuormituksen takia (Anttila 1967), jättevesikuorma oli suurimmillaan 10 000 kg fosforia vuodessa. Järven tila oli huonoimmillaan 1970-luvun alussa. Ellei ilmastusta olisi aloitettu vuonna 1972, koko järven vesimassa olisi talvella muuttunut hapettomaksi. Tuusulanjärveen ei enää johdettu jätevesiä vuoden 1979 jälkeen, jolloin ravinnekuormitus pieneni selvästi: fosforin osalta 50 % ja typen osalta 30 % (Kansanen ja Pekkarinen 1996). Jättevesikuormituksen loppua järven tila parani huomattavasti: kasvukauden fosforipitoisuus aleni 20 %, a-klorofyllin pitoisuus 25 %, kasviplanktonin kokonaisbiomassa 50 % ja sinilevien biomassa 50 %. Paranemiskehitys kuitenkin pysähtyi 1980-luvulla, sillä pelkästään jäljelle jäänyt hajakuormitus (4 500 kg fosforia ja 50 000 kg typpeä vuodessa) riitti pitämään Tuusulanjärven erittäin rehevänä. Peltoviljely on tärkein hajakuormituksen lähde Tuusulanjärven valuma-alueella, sen osuus kokonaishajakuormituksesta on 72 % fosforin ja 88 % typen osalta (Särkelä 1996).

Hajakuormitusta merkittävämpi fosforilähde on nykyisin kuitenkin sisäinen kuormitus, sillä ainetasetutkimuksissa (Kansanen 1992) havaittiin Tuusulanjärven sisäinen

kuormitus todella suureksi: 24 000 kg P /a. Sedimentistä voi vapautua veteen huomattavia määriä ravinteita, sillä kokonaisfosforin määrä ylimmässä kolmessa senttimetrissä on 49 000 kg, kun se yläpuolisessa vesimassassa on 1 400 kg. Keski- ja lopukesällä, jolloin kerrostuneisuus usein purkautuu, sisäinen kuormitus on maksimissaan. Alusveden hapettomuus ja sen aiheuttama metaanikäyminen, sekä korkea pH ja runsaat särkikalakannat on arvioitu tekijöiksi, joiden vuoksi suuria määriä ravinteita kulkeutuu pohjalta tuottavaan kerrokseen (Kansanen 1992). Vuosina 1990 - 1996, pintaveden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus kasvukaudella on vaihdellut välillä 99 - 122 µg / l, kokonaistyyppipitoisuus välillä 1084 - 1483 µg / l ja klorofylli-a-pitoisuus välillä 36 - 61 µg / l.

5.6.3. Kunnostustoimenpiteet

Ensimmäisiä Tuusulanjärven kunnostustoimenpiteitä oli vuonna 1972 alkanut syvänteen ilmastus talvikaudella. Talvi-ilmastusta on tehty säännöllisesti joka vuosi, ja vuodesta 1980 alkaen ilmastusta on tehty myös kesäisin. Ilmastus on pitänyt hapettimen läheisen alusveden hapekkaana kerrostuneisuuskausina.

Vuoden 1984 kunnostussuunnitelmassa (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984) Tuusulanjärven kunnostustoimenpiteiksi mainitaan, ilmastuksen lisäksi, hajakuormituksen alentaminen, säännöstelyn tarkistaminen, lisäveden johtaminen ja hoitokalastus. Hajakuormituksen vähentäminen koetaan tärkeäksi, sillä muilla kunnostustoimenpiteillä ei voida olettaa saavuttavan pitkäaikaisia tuloksia, jos hajakuormitus pysyy nykyisellä tasolla. Vuonna 1996 valmistui EU:n ympäristötukiin perustuva suunnitelma (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1996a), jossa tarkastellaan yksityiskohtaisesti, mitä hajakuormitusta vähentäviä toimenpiteitä Tuusulanjärven valuma-alueella on mahdollista tukijärjestelmän turvin toteuttaa.

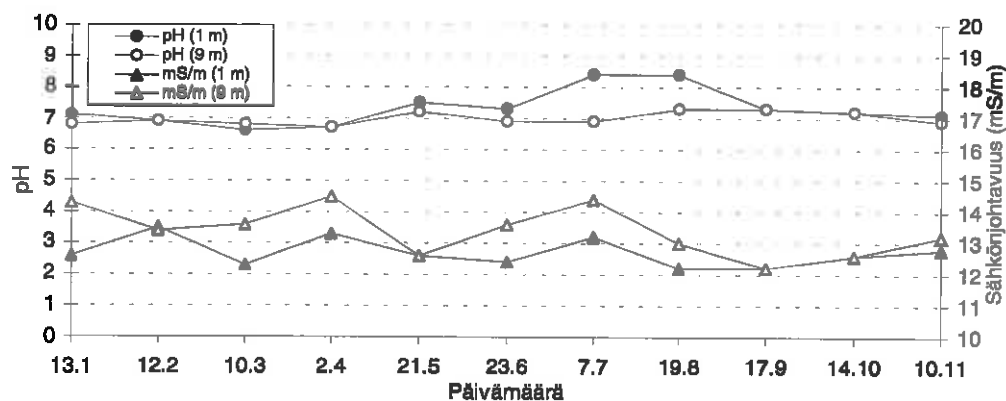
Tuusulanjärveä on säännöstelty vuodesta 1959 alkaen. Säännöstely on vähentänyt tulvahaittoja, mutta aiheuttanut haittoja kalastolle: talvella runsashappisen pintaveden juoksaus vähentää vesimassan happivarjoja ja keväällä alhainen veden korkeus vähentää sopivien kutupaikkojen määrää. Tavoitteena on korvata säännöstelypato kiinteällä pohjapadolla, jolloin veden pintaa ei tarvitsisi talvella alentaa, mutta tulvahaittoja ei silti esiintyisi nykyistä enempää. Veden korkeutta kuivimpina kesinä on pyritty nostamaan johtamalla Päijänne-tunnelista vuosittain noin 3 miljoonaa kuutiota lisävettä Tuusulanjärveen Rusutjärven kautta. Rusutjärven veden laatu on lisäveden johtamisen ansiosta parantunut, mutta koska virtaama Tuusulanjärveen on kasvanut, Rusutjärvestä tuleva ravinnekuorma on jonkin verran lisääntynyt. Rusutjärvestä tuleva vesi on kuitenkin laadultaan Tuusulanjärven vettä parempaa.

Viime vuosina on kiinnitetty huomiota myös sisäisen kuormituksen vähentämiseen (Kansanen 1992). Erityisesti on tutkittu syvänteen huonokuntoisen pohjasedimentin eristämistä vedestä. Allaskokeiden ja kustannusarvioiden perusteella hapettoman sedimentin peitto matalampien alueiden hyväkuntoisella savella olisi tehokas ja suhteellisen edullinen keino vähentää ravinteiden vapautumista sedimentistä veteen (Kansanen ja Pekkarinen 1996). Sedimentin peittoon ei kuitenkaan ole ryhdytty, koska EU:lta anottua rahoitusta ei ole vielä saatu.

5.6.4. Vuoden 1997 veden laatu

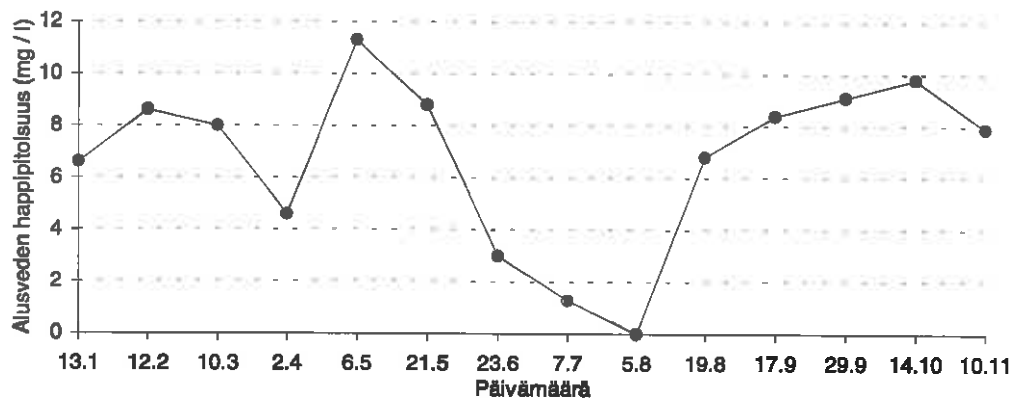
Pintaveden pH (kuva 49) vaihteli mittausjaksolla välillä 6,6 - 8,4. Korkeimmillaan pH oli heinä - elokuussa, jolloin myös klorofyllipitoisuudet olivat suurimmillaan. Pintaveden sähkönjohtavuus (kuva 46) oli melko korkea, mutta tasainen, vaihteluväli: 12,4

- 13,5 mS / m. Alusveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 12,2 - 14,5 mS / m. Alusveden sähkönjohtavuus oli korkeimmillaan silloin, kun happipitoisuus oli alimmillaan. pH:ssa tai sähkönjohtavuudessa ei ollut havaittavissa muutoksia kahteen edelliseen vuoteen verrattuna.



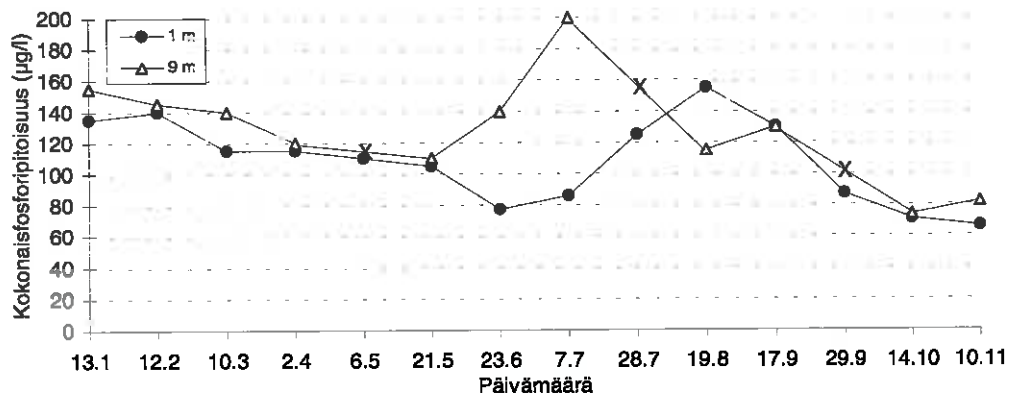
Kuva 49. Tuusulanjärven pH ja sähkönjohtavuus pinta- (1 m) ja alusvedessä (9 m) vuonna 1997. Huomaa sähkönjohtavuuden asteikko.

Talvikaudella Tuusulanjärven syvänteessä ei esiintynyt happikatoa (kuva 50). Alimmillaan happipitoisuus oli kerrostuneisuuskaudella heinä - elokuussa, ja elokuun alun tienoilla syvänteen alusvesi oli jonkin aikaa täysin hapeton. Pian tämän jälkeen kerrostuneisuus kuitenkin purkautui ja happipitoisuus kohosi nopeasti. Happipitoisuus noudatteli samaa linjaa kuin kahtena edellisellä vuonna.



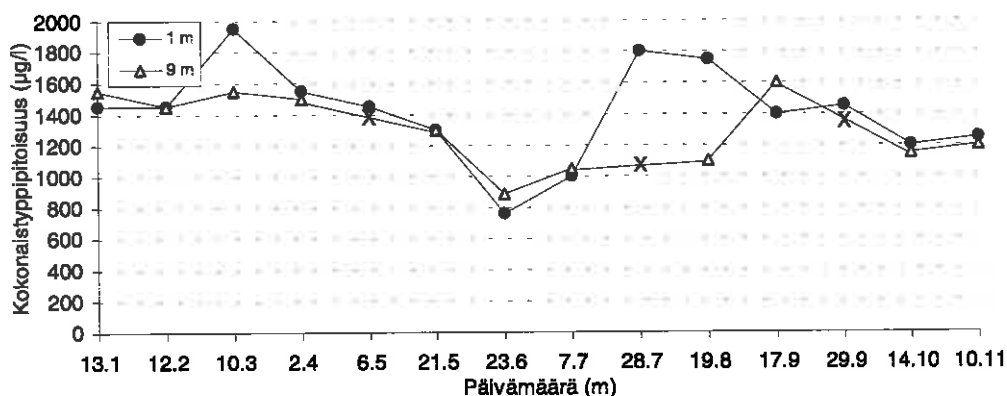
Kuva 50. Tuusulanjärven syvänteen happipitoisuus alusvedessä (9 m) vuonna 1997.

Kasvukauden kokonaisfosforipitoisuus (kuva 50) pintavedessä oli korkea (vaihteluväli: 77 - 155 $\mu\text{g} / \text{l}$). Korkeimmillaan pintaveden pitoisuus oli elokuun puolen välin tienoilla ja alimmillaan loppuvuodesta. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus oli korkeampi kuin edellisellä vuonna, mutta matalampi kuin vuonna 1995. Alusveden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli kasvukaudella välillä 110 - 200 $\mu\text{g} / \text{l}$. Korkeimmillaan alusveden pitoisuus oli heinäkuun alussa ja matalimmillaan loppuvuodesta.



Kuva 51. Tuusulanjärven pinta- (1 m) ja alusveden (9 m) kokonaistypipitoisuudet vuonna 1997. Päivämäärinä 6. 5., 28. 7. ja 29. 9. pintaveden pitoisuudet on mitattu 0 - 2 m:stä. Alusvedestä ei tällöin mitattu kokonaistypipitoisuutta (= X).

Kasvukauden kokonaistypipitoisuudet (kuva 52) pintavedessä vaihtelivat paljon (vaihteluväli 760 - 1800 µg / l). Korkeimmillaan pintaveden pitoisuudet olivat heinäkuun lopulla ja maaliskuun alussa ja alimmillaan kesäkuun lopulla. Pintaveden kokonaistypipitoisuus oli korkeampi kuin kahtena edellisellä vuonna. Alusveden kokonaistypipitoisuudet olivat samaa luokkaa tai alhaisempia kuin pintaveden ja vaihtelivat kasvukaudella välillä 890 - 1600 µg / l. Korkeimmillaan alusveden pitoisuudet olivat syyskuun puolivälissä ja alimmillaan kesäkuun lopulla.

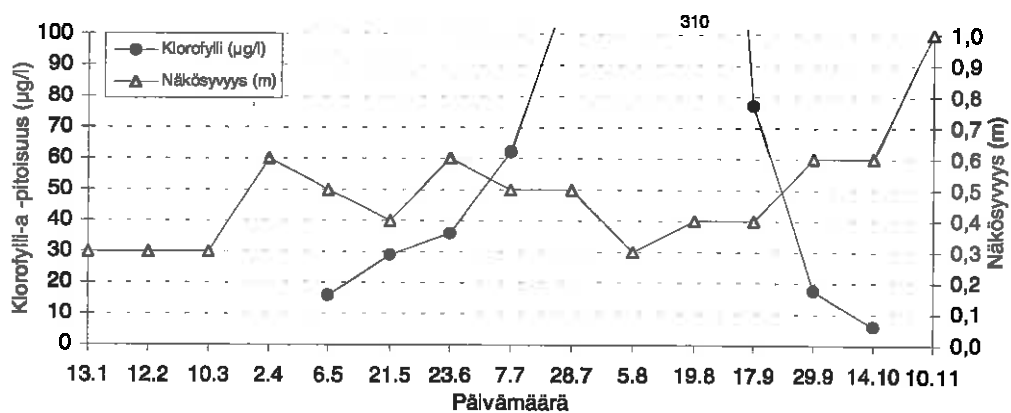


Kuva 52. Tuusulanjärven pinta- (1 m) ja alusveden (9 m) kokonaistypipitoisuudet vuonna 1997. Päivämäärinä 6. 5., 28. 7. ja 29. 9. pintaveden pitoisuudet on mitattu 0 - 2 m:stä. Alusvedestä ei tällöin mitattu kokonaistypipitoisuutta (= X).

Pintaveden fosfaattifosforipitoisuus kasvukaudella vaihteli välillä 9 - 47 µg / l. Talvikauden fosfaattifosforipitoisuudet olivat selvästi korkeampia (vaihteluväli 32 - 70 µg / l). Epäorgaanisen typen pitoisuudet vaihtelivat kasvukaudella välillä 15 - 717 µg / l ja kasvukauden ulkopuolella välillä 637 - 1241 µg / l.

Klorofyllipitoisuus (kuva 53) vaihteli kasvukaudella 1997 erittäin paljon, välillä 16 - 310 µg / l. Huippupitoisuus oli 19.8.. Klorofyllipitoisuus oli korkeampi kuin koskaan aiemmin 1990-luvulla. Näkösyvyys vaihteli kasvukaudella välillä 0,3 - 0,6 m. Alimmillaan näkösyvyys oli tammi - maaliskuussa ja elokuun alussa, korkeimmillaan marraskuussa. Keskimääräinen näkösyvyys oli pienempi kuin kahtena edellisellä kasvukautena. Tuusulanjärven leväkukinnat olivat vuonna 1997, kuten edellisinäkin kesinä, hyvin runsaita. Voimakkaat kukinnat alkoivat heinäkuun alussa ja jatkuivat, hetkel-

listä hajoamista lukuunottamatta, pitkälle elokuuhun. Heinäkuussa valtalajit olivat *Aphanizomenon flos-aquae* ja *Anabaena* -suvun lajit; elokuussa koloniaalinen *Microcystis* -laji syrjäytti *Anabaena* -lajit.



Kuva 53. Tuusulanjärven klorofylli-a -pitoisuus ja näkösyvyys vuonna 1997. Elokuun viidentenä ei mitattu klorofyllipitoisuutta, elokuun 19:n klorofylliarvo (310 µg / l) on asteikon ulkopuolella.

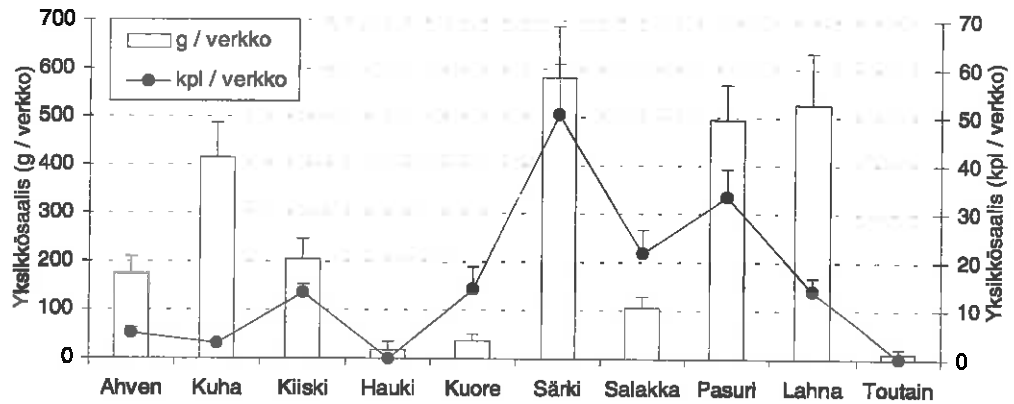
5.6.5. Vuoden 1996 verkkokoekalastukset

Kokonaisyksikkösaalis (taulukko 18) oli melko suuri, mikä viittaa tiheään kalakantaan. Erityisesti alle kolmen metrin syvyisillä alueilla kalaa oli paljon: yksikkösaalis 4585 g / verkko. Kokonaisyksikkösaalis oli suurinpiirtein samaa luokkaa kuin Enäjärnessä.

Taulukko 18. Tuusulanjärven verkkokoekalastussaaimit vuonna 1996 ja vuonna 1978. Vuonna 1996 Tuusulanjärvellä kalastettiin pohjoismaisilla yleiskatsausverkoilla viitenä yönä 12. - 15.8. -96 välisenä aikana (yht. 46 verkkoyötä). Vuonna 1978 kalastettiin yöpyyntinä 15. 8. - 18. 8. välisenä aikana yhteensä kuudella pohjaan lasketulla vekary -sarjalla. Muut selitykset ks. taulukko 8.

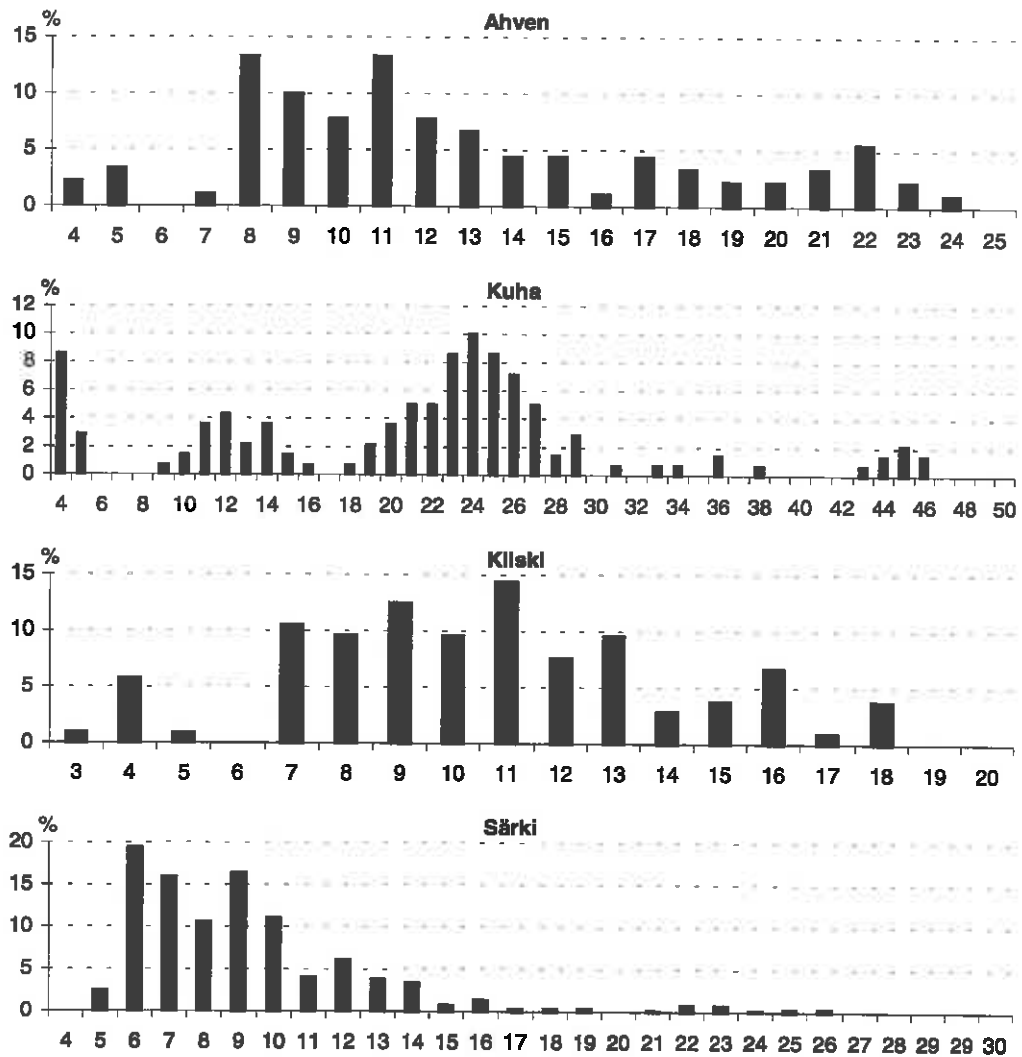
Laji	Tuusulanjärvi 1996						Tuusulanjärvi 1978					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	8,0	237	6,8	3,3	174,6	5,2	5,3	133	2,7	1,8	110,4	2,8
Kuha	19,1	142	16,1	2,0	414,7	3,1	20,1	40	10,1	0,5	418,2	0,8
Kiiski	9,5	622	8,0	8,7	205,4	13,5	4,9	152	2,5	2,1	102,6	3,2
Hauki	0,8	1	0,7	0,0	17,5	0,0	1,1	2	0,6	0,0	23,1	0,0
Kuore	1,7	658	1,4	9,2	37,0	14,3	0,2	38	0,1	0,5	3,7	0,8
Siika	-	-	-	-	-	-	1,5	21	0,7	0,3	30,3	0,4
Särki	26,8	2319	22,5	32,4	582,1	50,4	45,8	3110	23,0	42,0	953,3	64,8
Sorva	0,1	1	0,1	0,0	1,7	0,0	2,3	17	1,1	0,2	47,2	0,4
Salakka	4,8	1001	4,1	14,0	105,3	21,8	5,3	480	2,7	6,5	111,1	10,0
Pasuri	22,8	1540	19,2	21,5	494,8	33,5	44,8	1488	22,5	20,1	933,9	31,0
Lahna	24,2	640	20,4	8,9	525,7	13,9	67,8	1930	34,1	26,0	1411,9	40,2
Toutain	0,5	4	0,4	0,1	11,1	0,1	-	-	-	-	-	-
Ruutana	0,6	1	0,5	0,0	12,3	0,0	-	-	-	-	-	-
Yhteensä	118,8	7166	100,0	100,0	2582,1	155,8	199,0	7411	100,0	100,0	4145,7	154,4
Särkikalat	79,2	5505	66,6	76,8	1720,6	119,7	166,0	7025	83,4	94,8	3457,5	146,4
Ahvenkalat	36,6	1001	30,8	14,0	794,7	21,8	30,3	325	15,2	4,4	631,2	6,8
Petokalat	25,2	184	21,2	2,6	546,7	4,0	22,1	50	11,1	0,7	460,3	1,0

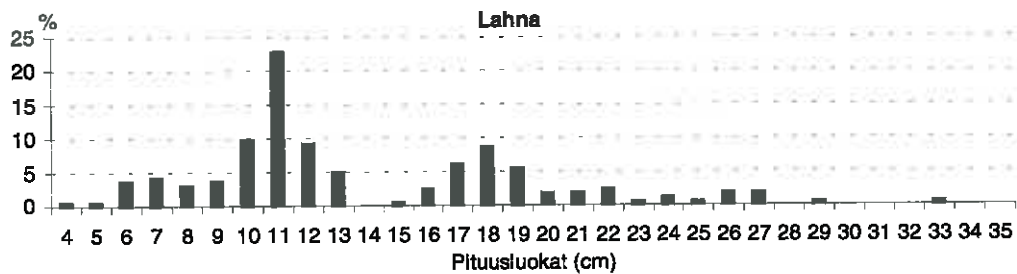
Yleisin kalalaji oli särki, sitten pasuri, salakka ja lahna (kuva 54). Kuhaa saatiin melko runsaasti, sensijaan ahvenen ja hauen saaliit olivat pieniä. Kuoretta on Tuusulanjärvessä runsaasti: kuoreen osuus oli 9 % saaliin kokonaislukumäärästä, vaikka verkot pyytävät sitä huonosti.



Kuva 54. Tärkeimpien saalislajien yksikkösaaliit Tuusulanjärven verkko-koekalastuksissa vuonna 1996. Pylväät = g / verkko ja pisteiviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat kesklarvon keskilvirhettä (se).

Koeverkkokalastusten saaliin perusteella Tuusulanjärvi on hyvin särkikalavaltainen (taulukko 18). Särkikalojen paino-osuus oli kolmanneksi ja lukumääräosuus toiseksi suurin verrattaessa muihin kohdejärviin. Petokalojen osuus lukumäärästä oli pieni, mutta paino-osuus suuri, johtuen lähinnä melko hyvistä kuhasaaliista.





Kuva 55. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Tuusulanjärvellä 1996 ajanjaksolla 11. 8. - 15. 8. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan prosenttiosuutta koko aineistosta (kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen kalojen lukumäärät: ahven — n = 90, kuha — n = 139, kiiski — n = 104, särki — n = 488, ja lahna — n = 162.

Ahvenen pituusjakauma (kuva 55) Tuusulanjärvessä oli laaja, suurempiakin ahvenia saatiin kohtuullisen monta, mutta pienimpiä vähän. Kujan pituusjakaumassa eri vuosiluokat erottuvat selvästi. Eniten oli keskikokoista (23 - 26 cm) ja aivan pientä (4 cm) kuaa. Tuusulanjärven kiisket kasvavat suuriksi ja keskimäiset kokoluokat olivat saaliissa runsaimpia. Särjen pituusjakaumasta pienet kokoluokat muodostavat selvästi suurimman osan, mikä voi viitata voimakkaaseen lajinsisäiseen ravintokilpailuun ja siitä aiheutuvaan hitaaseen kasvuun. Myös lahnan pituusjakaumassa pienikokoisten yksilöiden osuus on suuri, eikä suurikokoisia yksilöitä juuri esiinny.

Vuoden 1996 ja 1978 verkkokoekalastuksissa pyyntijärjestelyt ja verkkotyyppi ovat selvästi erilaiset (taulukko 18), eikä havaituista kalastomuutoksista voi tehdä varmoja johtopäätöksiä. Eri koekalastuskertojen aineistoissa on havaittavissa kuitenkin joitain muutoksia, jotka eivät selity pelkästään erilaisilla pyyntitavoilla. Kiiskan osuus saaliista on kasvanut selvästi, vaikka vuonna 1978 käytettiin vain pohjaverkkoja. Myös ahvenen ja kujan saalisosuuksien kasvut saattavat olla jossain määrin todenmukaisia. Vuoden 1978 verkkosaaliissa esiintynyttä siikaa ei nyt saatu lainkaan. Siika on todennäköisesti selvästi vähentynyt istutusten lopettamisen myötä. Vuoden 1978 jälkeen Tuusulanjärveen on istutusten myötä levinnyt toutain. Särkikalajien paino-osuus on vähentynyt 83,4 %:sta 63,4 %:iin.

5.6.6. Hoitokalastukset vuonna 1997

Tuusulanjärven hoitokalastukset aloitettiin vuonna 1997. Pyynti onnistui heti ensimmäisenä vuonna hyvin: kokonaissaalis (Taulukko 19) oli yhteensä yli 70 000 kg (121 kg / ha). Hoitokalastus alkoi keväällä koeluontoisella rysäpyynnillä 9. 5. 1997. Pyyntiä jatkettiin kahdella isorysällä ja kahdella paunetilla 18. 6. asti. Saalis oli yhteensä 4188 kg, 3005 kg isorysillä ja 1183 kg pauneteilla. Tärkeimmät saalislajit painon perusteella olivat lahna, särki ja salakka. Kuhia vapautettiin 290 kpl (3 % saaliin painosta).

Syksyllä hoitokalastusta jatkettiin nuottaamalla. Nuottauksia tehtiin kahdessa jaksossa syyskuun lopulla (26. - 29. 9.) ja lokakuun lopulla (21. - 31. 10.). Nuottausten kokonaissaalis oli 68 500 kg ja suurin osa saaliista (88 %) saatiin jälkimmäisellä nuottausjaksolla. Saaliin painosta suurin osa oli särkeä, salakkaa ja lahnaa, lukumääräisesti eniten saatiin salakkaa, särkeä ja kuoretta. Kuhia vapautettiin saaliista 3400 kpl. Niiden osuus oli 2 % saaliin painosta.

Taulukko 19. Vuoden 1997 hoitokalastussaaalis nuotalla ja rysillä Tuusulanjärvellä. Lajikohtaiset saaliit ja osuudet on arvioitu otosten perusteella. Rysäsaaliista ei arvioitu kappalemääriä. Keskip. = keskipaino (g), LAPA+ = lahnan ja pasurin poikaset..

Tuusulan järvi	Kpl	Nuotta				Rysä		Yhteensä	
		Paino	Keskip.	Kpl %	Pai %	Paino	Pai %	Paino	Pai %
Ahven	66 000	637	9,7	0,5	0,9	126	3,0	763	1,0
Kuha 0+	79 200	75	0,9	0,6	0,1	-	-	75	0,1
Kiiski	462 000	1 596	3,5	3,5	2,3	419	10,0	2 015	2,8
Kuore	2 270 400	3 603	1,6	17,2	5,3	42	1,0	3 645	5,0
Särki	2 838 000	24 303	8,6	21,5	35,5	1 089	26,0	25 392	34,9
Sorva	13 200	294	22,3	0,1	0,4	168	4,0	462	0,6
Salakka	5 200 800	22 536	4,3	39,4	32,9	838	20,0	23 374	32,2
Pasuri	646 800	5 843	9,0	4,9	8,5	335	8,0	6 178	8,5
Lahna	303 600	8 052	26,5	2,3	11,8	1 173	28,0	9 225	12,7
LAPA 0+	1 320 000	1 561	1,2	10,0	2,3	-	-	1 561	2,1
Yhteensä	13 200 000	68 500	5,2	100,0	100,0	4 188	100,0	72 688	100,0

Vaikka vuoden 1997 nuottasaaliit olivatkin suuria, Tuusulanjärven kalabiomassasta kalastettiin toden näköisesti vasta pieni osa. Vuonna 1998 pyritään entistä tehokkaampaan hoitokalastukseen ja kokeillaan myös muiden pyyntimuotojen, talvi- ja kevätnuottauksen soveltuvuutta särkikalajien pyyntiin Tuusulanjärvellä.

5.6.7. Yhteenvedo

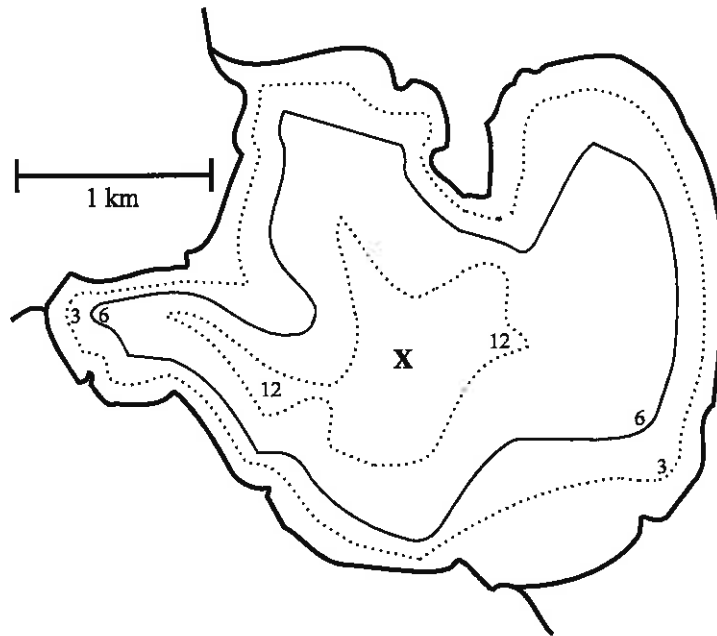
Tuusulanjärven veden laatu oli huonompi kuin kahtena edellisenä vuonna: kokonaisytyppi- ja klorofyllipitoisuudet olivat suurempia ja sinileväkukinnat voimakkaampia. Vuonna 1997 ei verkkokoekalastuksia tehty, mutta vuoden 1996 kalastusten perusteella Tuusulanjärven kalasto on valtaosin pienikokoista särkikalaa. Tuusulanjärven hoitokalastukset käynnistyivät vuonna 1997, ensimmäisen vuoden saalis oli hyvä: yli 70 000 kg (n. 120 kg / ha).

5.7. Lehijärvi

5.7.1. Järven kuvailu

Lehijärvi (705 ha) (kuva 56) sijaitsee Hattulan kunnan alueella Parolan harjun kuppeessa ja on virkistysarvoltaan merkittävä järvi (Monto 1992). Lehijärvessä on poikkeuksellinen, neutraalia vettä vaativa vesikasvillisuus (Uotila ym. 1977) ja sen rannoilla vanhoja kulttuuriarvoja, esim. muinaisjäännöksiä. Järven luusua kuuluu valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan. Lehijärvi on muodoltaan lähes pyöreä, syvin kohta (18 m) on järven keskellä, eikä järvessä ole saaria tai erillisiä lahtia. Keski-syvyys on 6 m. Lehijärvi laskee Leteenojan kautta Vanajaveden eteläosaan ja kuuluu Kokemäenjoen vesistön Vanajaveden - Pyhäjärven reittiin, sekä edelleen Vanajanselän ja Lehijärven vesistöalueeseen. Lehijärveen tulee neljä suurempaa ja useita pieniä oja. Valuma-alueella on tiheä haja- ja loma-asutus, sekä paljon maataloutta. Lehijär-

veä ovat tutkineet vuosisadan alkupuolella professori Heikki Järnefelt ja vuodesta 1967 Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys.



Kuva 56. Lehijärven syvyyskartta. Kolmen (· · · ·), kuuden (—) ja kahdentoista (· · · ·) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistötutkimusten mittauspiste (X).

5.7.2. Rehevöitymishistoria

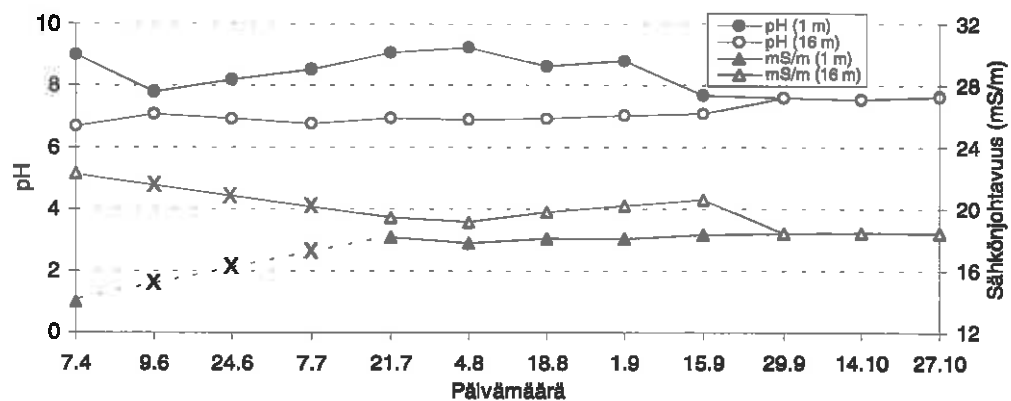
Lehijärvi on luonnostaan eutrofinen ja kirkasvetinen, ajoittain kasvillisuusväriltään. Jo vuosisadan alkupuolella alusvedessä oli aika ajoin loppukesästä happivajasta ja päällyksivedessä lievää hapen ylikyllästystä, mikä on merkki voimakkaasta levätuotannosta (Järnefelt 1956). Lehijärven pahin ulkoinen kuormittaja on hajakuormitus. Pääosa hajakuormituksesta tulee maataloudesta, sekä loma- ja haja-asutuksesta (Monto 1992). Monin paikoin järven rantaviiva on peltoa ja järven ranta-asutuksesta suuri osa ei ole vielä liittynyt viemäriverkköön. Lehijärveen laskevien ojien merkitys vaihtelee virtaaman suuruuden mukaan, mutta yleensä virtaama on niin pientä, että merkitys Lehijärven kuormittajana on pieni. Ojista pahimmat kuormittajat ovat Myllyoja ja Hakinsuonoja. Veden kirkkauden vuoksi tuottava kerros on Lehijärvessä paksu ja kerrostuneisuuskaudella happi kuluu alusvedestä helposti loppuun (Westerling ja Oravainen 1975). Järven pohjaan purkautuvat vähähappiset pohjavedet pahentavat tilannetta edelleen. Kalakuolemia on ollut ainakin vuonna 1979. Veden rautapitoisuus on pieni ja pH kasvukauden aikaan korkea (8,0 - 8,4, 1992), mitkä tekijät, yhdessä vähähappisuuden kanssa, lisäävät fosforin liukoisuutta ja vapautumista pohjalietteestä. Kovat tuulet, sekä säännöstelyn aiheuttamat veden korkeuden vaihtelut tehostavat fosforin kulkeutumista pintaveteen ja järven sisäinen kuormitus onkin arvioitu suureksi (Westerling ja Oravainen 1995). Lehijärvellä on havaittu useana vuonna sinileväkukintaa; esim. loppukesällä 1995 kasviplanktonia oli runsaasti (53 µg / l) ja valtalajina oli sinilevä *Gloeotrichia echinulata* (Westerling ja Oravainen 1995). Vuosina 1990 - 1996 pintaveden kokonaisfosforipitoisuus loppukesällä on vaihdellut välillä 22 - 56 µg / l, typpipitoisuus välillä 460 - 770 µg / l ja klorofylli-a -pitoisuus välillä 5 - 56 µg / l.

5.7.3. Kunnostustoimenpiteet

Lehijärveä on yritetty kunnostaa hapettamalla (Mixox -menetelmä) vuosina 1983 - 1988, mutta hapetus ei juuri parantanut veden laatua ja se lopetettiin (Monto 1992). Talvella 1993 kokeiltiin hoitokalastusta nuotalla, mutta pyynti ei tuottanut toivottua tulosta, vaan syvänealueella saaliin valtalajina oli muikku ja matalilla alueilla saalis jäi pieneksi, vaikka olikin pääasiassa vähäärvoista kalaa (Kinnunen ja Kallio 1993). Hoitokalastus on kuitenkin yksi Lehijärven suojeluyhdistyksen toimintasuunnitelmassa 1998 - 2002 mainituista toimenpiteistä; ainakin alkuvaiheessa pyynti tapahtuisi vain rysillä. Muita toimintasuunnitelmassa mainittuja toimenpiteitä ovat Lehijärveen laskevien ojien kunnostus, esim. suojakaistat, sekä kosteikkojen ja laskeutusaltaiden rakentaminen, ja Leteenojan juoksutuksen tasaaminen niin, että veden korkeuden vaihteluita pystyttäisiin pienentämään. Lisäksi valuma-alueen jätevesihuoltoon kiinnitetään enemmän huomiota: mm. tarkistetaan ja kunnostetaan nykyiset käsittelyjärjestelmät, sekä pyritään saamaan yhä useammat kiinteistöt liitetyksi kunnan viemäriin. Järven runsaasta vesikasvillisuudesta teetetään Helsingin yliopistolla uusi tutkimus.

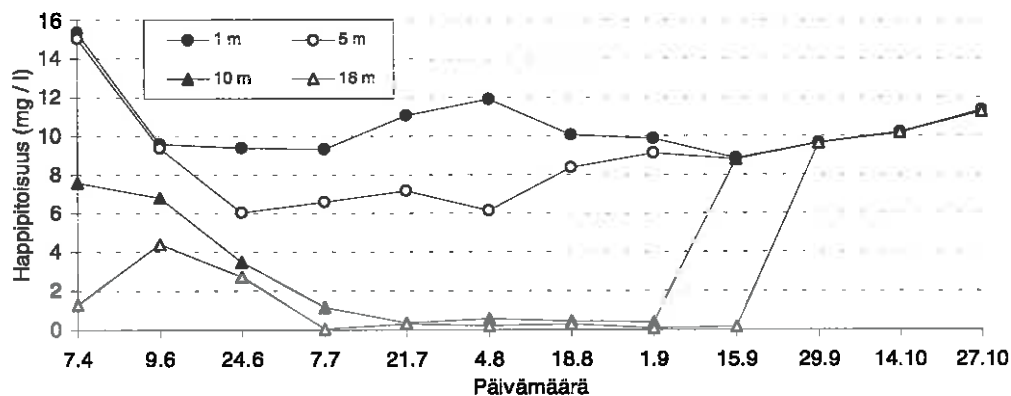
5.7.4. Vuoden 1997 veden laatu

Pintaveden pH (kuva 57) vaihteli kasvukaudella paljon, välillä 7,6 - 9,2. Kasviplanktonituotanto lienee nostanut pintaveden pH:ta, sillä pH ja klorofyllipitoisuudet olivat korkeimmillaan suurinpiirtein samaan aikaan. Loppukesän pH oli hieman korkeampi kuin vuosina 1990 - 1995. Pintaveden sähkönjohtavuus (kuva 52) oli kesäkaudella korkea, mutta tasainen, vaihteluväli 17,8 - 18,5 mS / m. Taso oli selvästi korkeammalla kuin pintaveden huhtikuussa mitattu arvo: 14,0 mS / m. Alusveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 18,4 - 22,3 mS / m. Arvo oli korkein huhtikuussa, eikä noussut kesällä tälle tasolle pitkäaikaisesta hapettomuudesta huolimatta. Alusveden sähkönjohtavuus oli pienimmillään syys-lokakuussa kerrostuneisuuden purkautumisen jälkeen. Sähkönjohtavuudessa ei ollut eroa aikaisempiin vuosiin.



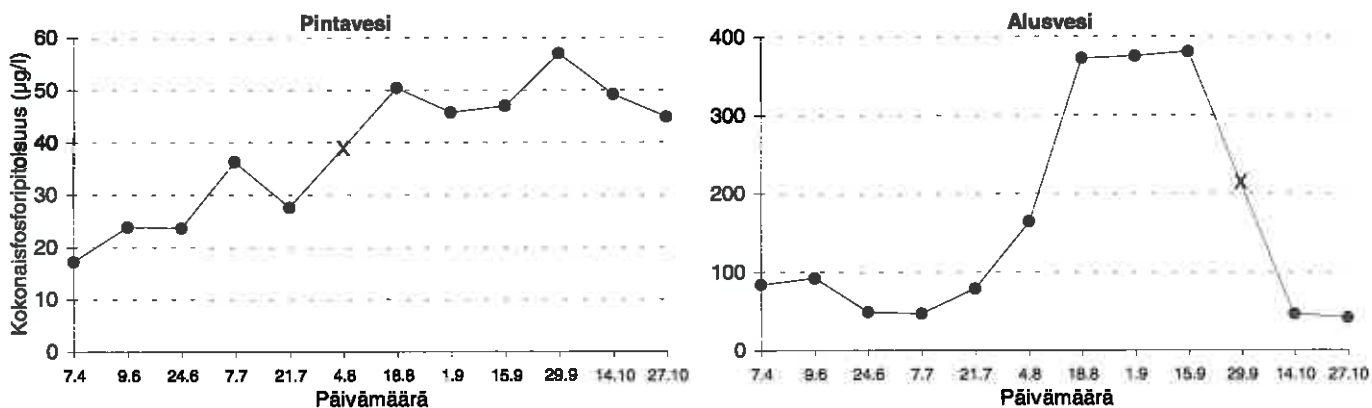
Kuva 57. pH ja sähkönjohtavuus pinta- (1 m) ja alusvedessä (16 m) Lehijärvellä vuonna 1997. X = puuttuva havainto. Huomaa sähkönjohtavuuden asteikko.

Alusveden happipitoisuus — Lehijärven syvänteessä esiintyi vähähappisuutta jo talvella, happipitoisuus oli huhtikuussa noin 1 mg / l (kuva 58). Kesäkuussa happipitoisuus laski nopeasti sekä syvänteessä, että matalammalla 10 m:n syvyydessä, ja alusvesi oli käytännöllisesti katsoen hapetonta laajoilla alueilla kesä-syyskuussa. Happipitoisuus syvänteessä nousi vasta syyskuun loppupuolella. Lehijärvellä happikatoja on esiintynyt aikaisemminkin, sekä talvisin että kesäisin, eikä tilanne juuri poikennut aikaisemmista vuosista.



Kuva 58. Hapittitoisuudet eri syvyyksillä (1, 5, 10 ja 16 m) Lehijärvellä vuonna 1997.

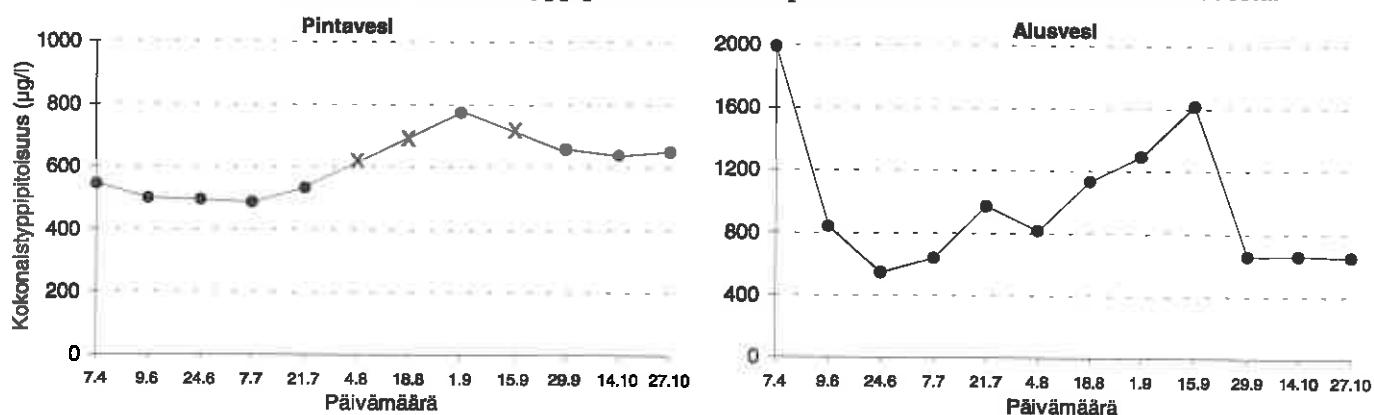
Kokonaisfosfori — Pintavedessä kokonaisfosforipitoisuudet (kuva 59) kohosivat toukokuusta (24 $\mu\text{g} / \text{l}$) aina syystäyskiertoon asti (57 $\mu\text{g} / \text{l}$). Kasvukauden ulkopuolella pitoisuudet vaihtelivat välillä 17 - 49 $\mu\text{g} / \text{l}$. Syvänteen alusvedessä kokonaisfosforipitoisuus kasvoi hapettomuuden myötä suureksi (kasvukauden vaihteluväli 47 - 381 $\mu\text{g} / \text{l}$). Kun myös kymmenen metrin syvyydellä kokonaisfosforipitoisuus oli hapettomana kautena korkea (maksimi: 143 $\mu\text{g} / \text{l}$), on mahdollista, että fosforia on siirtynyt pohjasedimentistä tuottavaan kerrokseen. Lehijärvellä on useina aikaisempina vuosina havaittu (Westerling ja Oravainen 1995), että hapettomina kausina alusvedestä voi päästä merkittäviä määriä ravinteita tuottavaan kerrokseen. On arveltu, että Lehijärvessä ei ole riittävästi rautaa, joka sitoisi fosforia tehokkaasti pohjasedimenttiin. Vuoden 1997 keskimääräinen rautapitoisuus koko vesipatsaassa olikin Lehijärvellä selvästi pienempi (165 $\mu\text{g} / \text{l}$), kuin esim. Enäjärvellä (1517 $\mu\text{g} / \text{l}$) tai Äimäjärvellä (478 $\mu\text{g} / \text{l}$, Rastinselkä). Myös kasvukauden korkeat pH-arvot, aiheuttavat sen, että fosfori on suurelta osin liukoisessa muodossa. Elokuun kokonaisfosforipitoisuus pintavedessä oli samaa luokkaa kuin aikaisemmin 1990-luvulla, mutta alusveden pitoisuudet olivat selvästi suurempia. Vuoden 1997 lämmin ja tyyni kesä, ja sen aiheuttama pitkä hapeton jakso, nosti alusveden kokonaisfosforipitoisuudet tavallista korkeammiksi.



Kuva 59. Pinta- (1 m) ja alusveden (16 m) kokonaisfosforipitoisuudet Lehijärvellä vuonna 1997. X = puuttuva havainto. Huomaa pinta- ja alusveden erilaiset asteikot.

Kokonaistyyppi — Pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet (kuva 60) vaihtelivat kasvukaudella välillä 488 - 775 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pintaveden kokonaistyyppipitoisuus oli korkeimmillaan syyskuun alussa. Alusveden kokonaistyyppipitoisuus oli korkeimmillaan huhtikuussa (1989 $\mu\text{g} / \text{l}$), jolloin syvänteen hapittitoisuus oli alhainen. Kasvukaudella

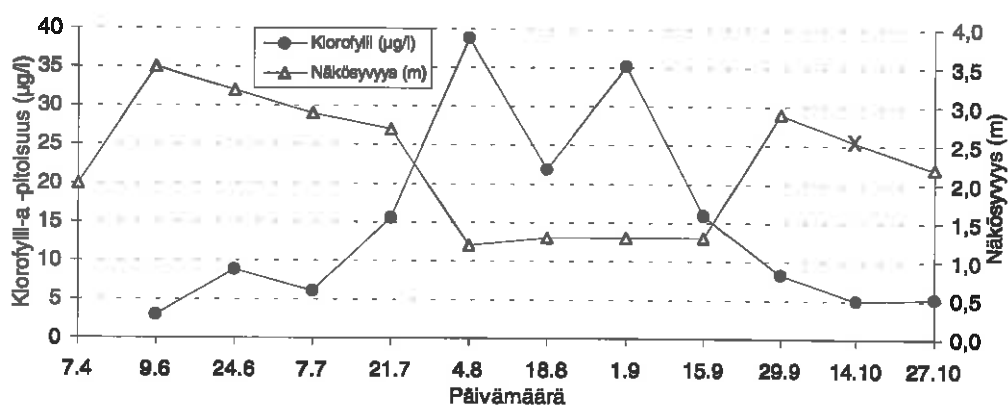
alusveden kokonaistyyppipitoisuus oli pienimmillään kesäkuun lopulla (545 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja nousi tasaisesti, hapettomuuskauden edetessä, syyskuun puoliväliin asti (1616 $\mu\text{g} / \text{l}$). Syyskierto pudotti alusveden kokonaistyyppipitoisuudet nopeasti alemmalle tasolle. Loppukesän kokonaistyyppipitoisuudet eivät poikenneet kahdesta edellisestä vuodesta.



Kuva 60. Pinta- (1 m) ja alusveden (16 m) kokonaistyyppipitoisuudet Lehijärvellä vuonna 1997. X = puuttuva havainto. Huomaa pinta- ja alusveden erilaiset asteikot.

Liukenematonta fosfaattifosforia oli pintavedessä kasvukaudella 3 - 40 $\mu\text{g} / \text{l}$. Epäorgaanisen typhen pitoisuus vaihteli kasvukaudella välillä 4 - 208 $\mu\text{g} / \text{l}$. Pitoisuudet olivat kesäkuun alussa melko korkealla, mutta myöhemmin kesä - heinäkuussa matalia, nousten taas syyskuun puolivälissä selvästi. Epäorgaanisten ravinteiden määrät eivät juuri poikenneet aikaisemmista vuosista.

Vaikka olosuhteet (ravinteet ja lämpötila) olivat leväkasvulle suotuisat, klorofyllipitoisuudet (kuva 61) jäivät jostain syystä silti melko alhaisiksi, vaihteluväli 3 - 39 $\mu\text{g} / \text{l}$. Varsinkin alkukesästä pitoisuudet olivat hyvin pieniä; korkeimmillaan klorofylliarvot olivat elo-syyskuussa. Elokuun klorofylli-a -pitoisuus oli pienempi kuin vuosina 1994 ja 1995 (50 ja 56 $\mu\text{g} / \text{l}$). Kasvukaudella 1997 näkösyvyys vaihteli välillä 1,2 - 3,5 m. Suurin näkösyvyys mitattiin kesäkuun alussa ja pienin heinäkuun alussa. Sini-leväsiintymät alkoivat Lehijärvellä heinäkuun puolessa välissä ja jatkuivat elokuun lopulle. Sinilevätilanne oli samanlainen kuin muutamana edellisenä vuotena.



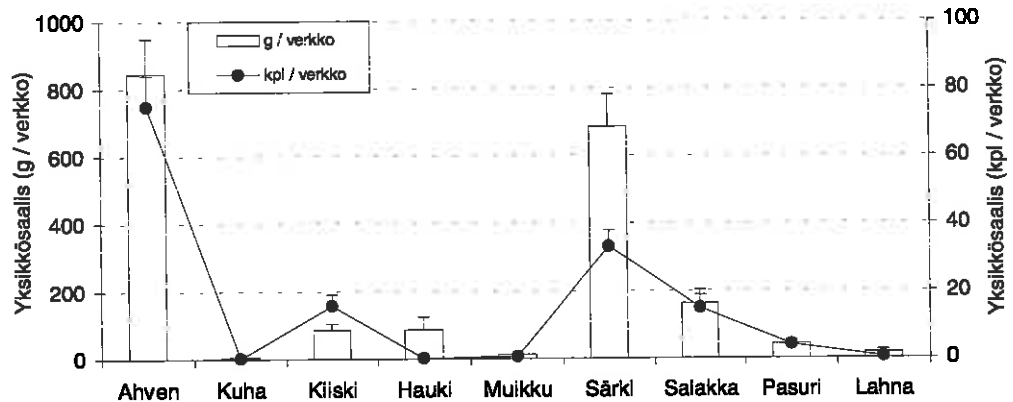
Kuva 61. Lehijärven klorofylli-a -pitoisuus ja näkösyvyys vuonna 1997. X = puuttuva havainto.

5.7.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

Kokonaisyksikkösaalis (Taulukko 20) on Lehijärvellä pienempi kuin esim. Äimäjärvellä (3612 g / verkko) tai Enäjärvellä (2677 g / verkko). Matalien alueiden osuus on Äimäjärvellä Lehijärveä suurempi, ja verrattaessa vain alle 3 m:n syvyysvyöhykkeen verkkojen saaliita ero on vielä selvempi: 2524 vs. 4551 g / verkko. Sen sijaan verrattaessa Lehijärven ja Enäjärven rantaverkkojen saaliita ero tasoittuu: 2524 vs. 2963 g / verkko.

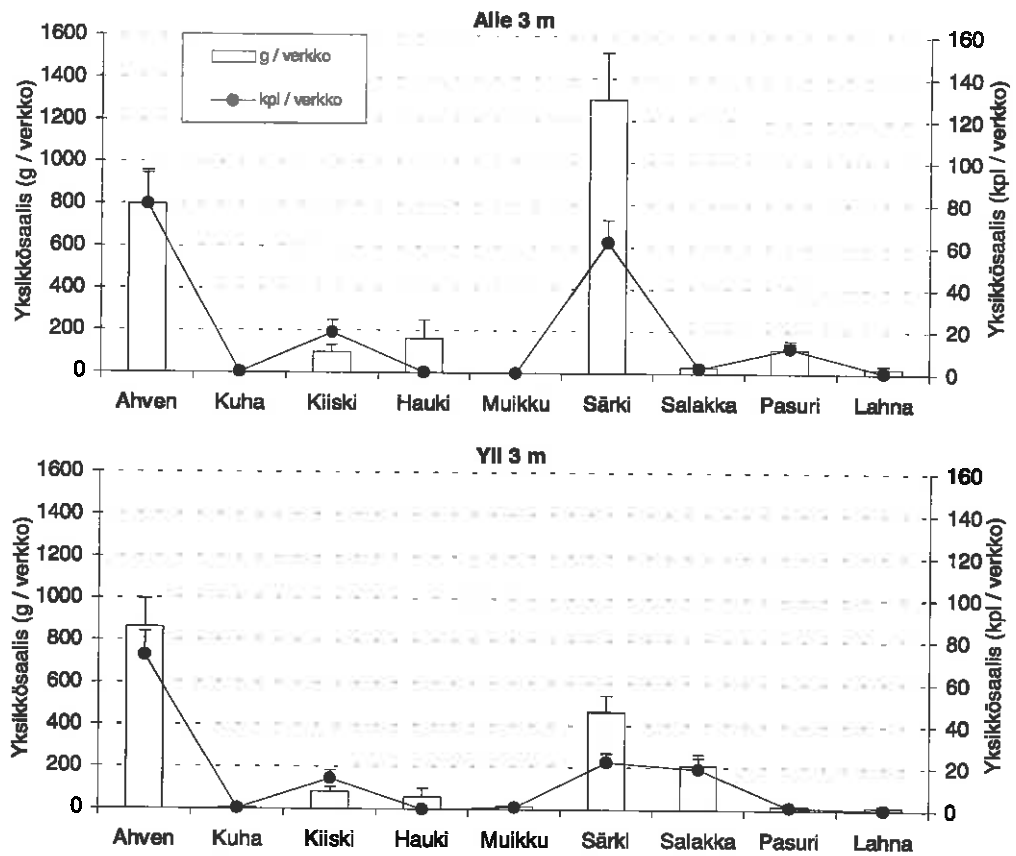
Taulukko 20. Lehijärven koeverkkosaaliit vuosina 1997 ja 1993. Vuonna 1993 kalastettiin kahtena yönä, 7. - 9. 9. välisenä aikana, 8:lla yleiskatsausverkolla (42 m, solmuvälit 12, 15, 20, 25, 35, 45 ja 60 mm; 6 m kutakin). Vuonna 1997 laskettiin 12 pohjoismaista ykv:a yöpöyntiin 22. 7., 5. 8., 19. 8., 26. 8. ja 2. 9 eli pyyntiponnistus oli yhteensä 60 ykv-yötä. Muut selitykset ks. taulukko 8.

Laji	Lehijärvi 1997						Lehijärvi 1993					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	50,7	4483	43,6	52,1	844,9	74,7	3,8	79	14,2	17,1	474,4	9,9
Kuha	0,2	9	0,2	0,1	3,8	0,2	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kiiski	5,2	940	4,5	10,9	86,2	15,7	0,2	19	0,7	4,1	24,5	2,4
Hauki	5,2	6	4,4	0,1	85,9	0,1	1,9	5	7,2	1,1	240,0	0,6
Muikku	0,7	39	0,6	0,5	11,6	0,7	0,3	12	1,3	2,6	42,6	1,5
Särki	4,1	1982	35,4	23,0	686,3	33,0	19,7	292	73,4	63,2	2456,4	36,5
Salakka	9,7	885	8,4	10,3	161,9	14,8	0,5	33	1,9	7,1	63,9	4,1
Pasuri	2,5	246	2,2	2,9	41,7	4,1	0,3	21	1,3	4,6	42,3	2,6
Lahna	1,0	20	0,9	0,2	16,6	0,3	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kivisimppu	0,0	1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1	0,0	0,2	0,8	0,1
Yhteensä	116,3	8611	100,0	100,0	1939,0	143,5	26,8	462	100,0	100,0	3344,8	57,8
Särkikalat	54,4	3133	46,8	36,4	906,4	52,2	20,5	346	76,6	74,9	2562,5	43,3
Ahvenkalat	56,1	5432	48,2	63,1	935,0	90,5	4,0	98	14,9	21,2	498,9	12,3
Petokalat	15,5	116	13,4	1,4	259,0	1,9	4,8	29	18,1	6,3	605,4	3,6



Kuva 62. Lehijärven yksikkösaaliit 1997. Pylväät = g / verkko ja pisteiviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

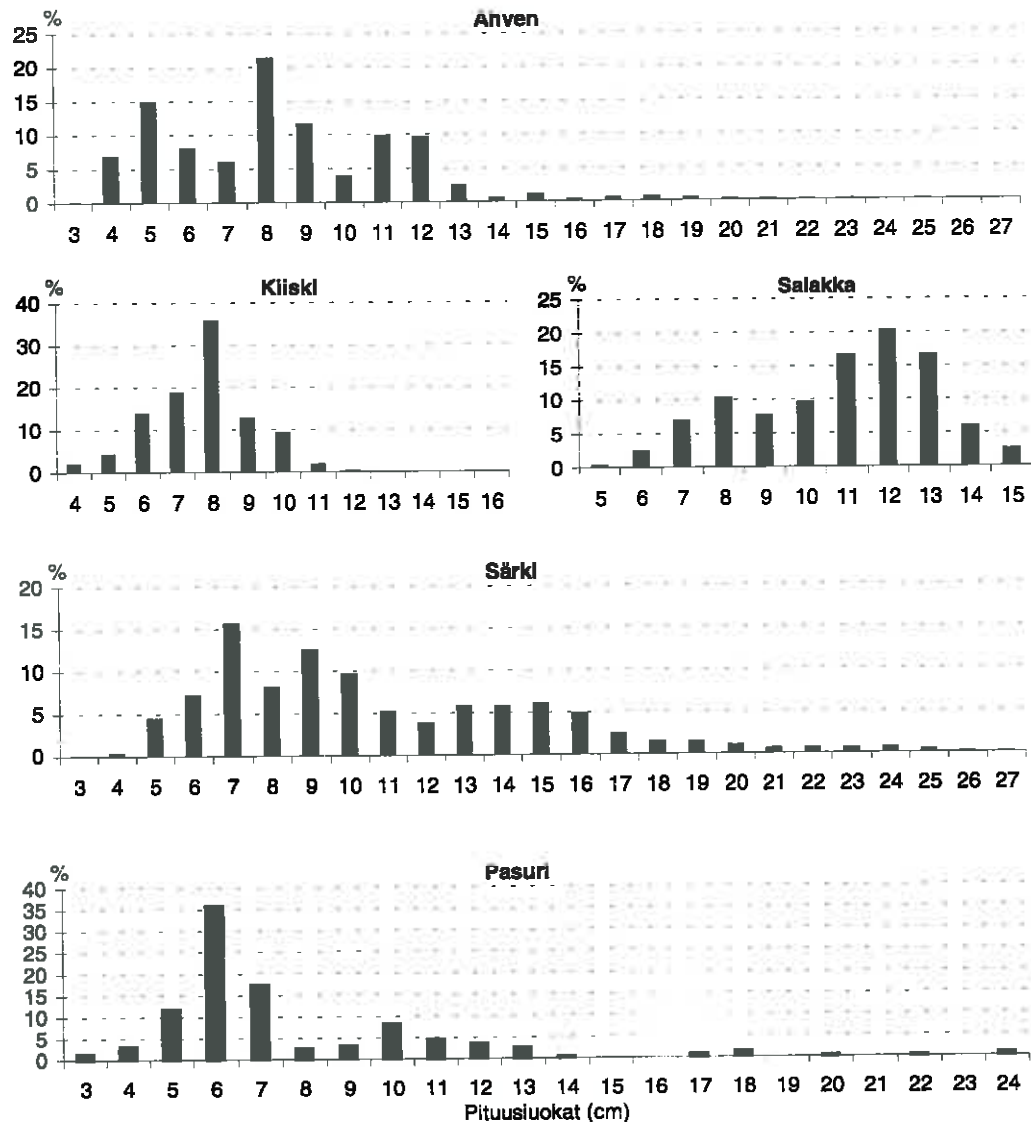
Vuoden 1997 verkkokoekalastuksissa Lehijärvellä ahven oli selvästi runsain saalislaji (kuva 62). Särkeä saatiin myös paljon, erityisesti rannoilta (kuva 63). Kiiski ja salakka olivat seuraavaksi runsaimmat lajit; pasurin ja erityisesti lahnan saaliit jäivät vähäisiksi. Hauki oli saaliin perusteella kuhaa merkittävämpi petokala. Muikkua saatiin saaliiksi hyvin vähän: 39 kpl, vaikka kalastus ulottui järven joka osaan ja vaikka pohjoismaisessa ykv:ssa on paljon pieniä solmuvälejä. Muikkusaalis painottui selvästi kolme metriä syvemmille alueille.



Kuva 63. Lehijärven yksikkösaaliit 1997 alle 3 m:n syvyysvyöhykkeessä (ylempi kuva) ja kaikissa yli 3 m:n syvyysvyöhykkeissä (alempi kuva). Pylväät = g / verkko ja pisteiviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat kesklarvon keskilrhettä (se).

Ahvenkalojen osuus saaliin lukumäärästä (Taulukko 20) oli Lehijärvellä selvästi isompi kuin särkikaloiden. Sitä vastoin ahvenkalojen paino-osuus oli melkein sama kuin särkikaloidella, sillä saaliiksi saadut ahvenet olivat valtaosin pienikokoisia (kuva 64). Petokalojen saalisosuudet jäivät pieniksi.

Valtaosa Lehijärven ahvenkannasta on pituusjakaumien perusteella pieniä, 4 - 12 cm:n pituisia yksilöitä (kuva 64). Ahvensaaliista tehtiin ikä- ja kasvumäärytykset, mutta ahvenkanta ei kuitenkaan osoittautunut kitukasvuiseksi. Kiiskan pituusjakoumassa runsaimmat kokoluokat olivat 7 ja 8 cm. Särkikaloidella, salakkaa lukuunottamatta, pienten kokoluokkien osuus oli suuri. Saaliiksi saadut muikut olivat 12 - 17 cm:n pituisia, runsaimmat kokoluokat olivat 13 ja 14 cm.



Kuva 64. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Lehijärvellä 1997 ajanjaksolla 22. 7. - 2. 9. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan prosenttiosuutta koko aineistosta (kaikista mitatuista kaloista = n). Mitattujen kalojen lukumäärät: ahven — 2986 kpl, kiiski — 842 kpl, salakka — 414 kpl, särki — 1082 kpl ja pasuri — 217 kpl.

Lehijärven koekalastusten tulokset vuosina 1993 (Savola 1993) ja 1997 poikkeavat toisistaan paljon (Taulukko 20). Ahven on runsastunut ja särki vähentynyt. Vuoden 1994 ja 1995 kesät olivat lämpimiä ja tällöin on mahdollisesti syntynyt suuria ahvenvuosiluokkia, jotka nyt muodostavat suuren osan Lehijärven ahvenkannasta. Toisaalta aivan näin suuret äkilliset muutokset kalakannassa ovat epätodennäköisiä, todennäköisemmin erot tuloksissa johtuvat eroista koekalastusten toteutuksessa. Vuonna 1993 kalastukset painottuivat hieman enemmän matalaan veteen, jossa särkiä on enemmän. Vuonna 1993 kalastusajankohta oli myöhäisempi, mikä selittää särjen suurta osuutta, sillä vuonna 1997 särkien osuus kasvoi koekalastusten edetessä syksyä kohti. Koekalastuksissa oli käytössä eri verkkotyypit: pienikokoisen kalan osuus kasvaa pohjoismaisilla yleiskatsausverkoilla kalastettaessa ja Lehijärven ahven on pienikokoista. Kaikenkaikkiaan vuoden 1997 koekalastus oli vuoteen 1993 verrattuna huomattavasti kattavampi ja antaa luotettavamman kuvan Lehijärven kalastosta.

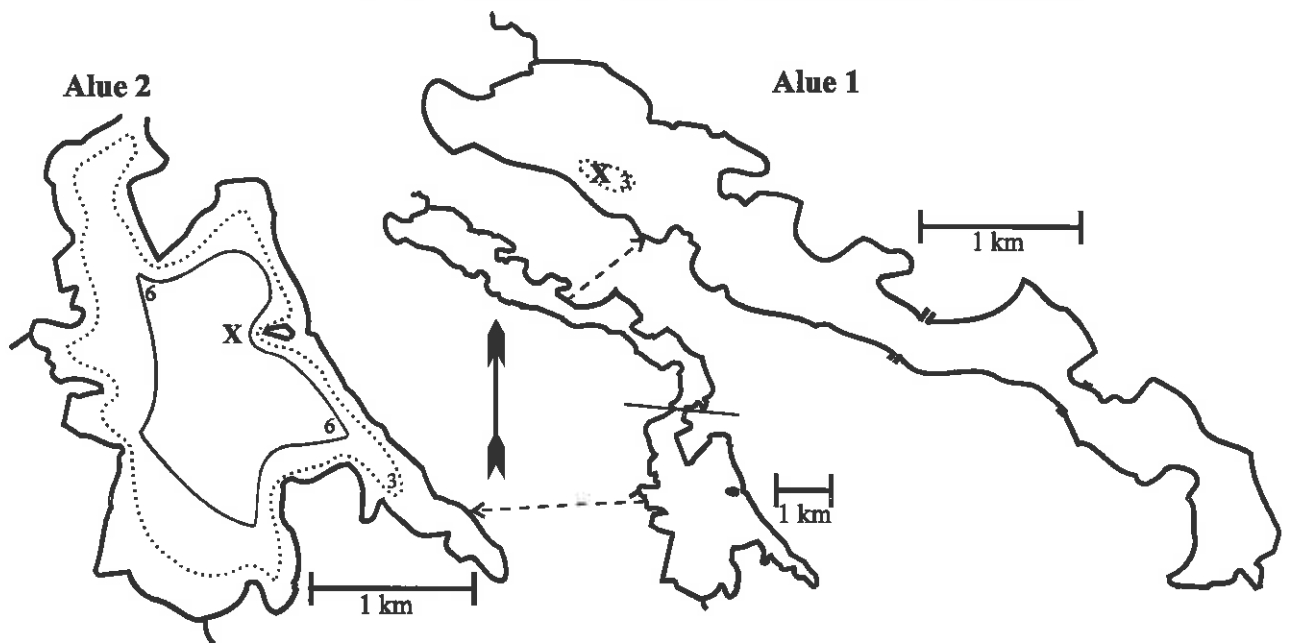
5.7.6. Yhteenveto

Veden laatu oli vuonna 1997 pääosin samankaltainen kuin aikaisemmin 1990-luvulla. Kokonaisfosforin, kokonaistypen ja klorofylli-a:n keskimääräiset pitoisuudet ($\mu\text{g} / \text{l}$) kasvukaudella pintavedessä olivat 39, 576 ja 17 (tässä järjestyksessä). Ainoastaan pintaveden pH-arvot olivat edeltäviä vuosia korkeampia. Lehijärvi ei vuoden 1997 verkkokoelastuksen perusteella osoittautunut erityisen särkikalavaltaiseksi ja ahven oli ylivoimaisesti runsain saalislaji. Järven matalilla alueilla särkikalaja oli kuitenkin melko paljon. Muikkua saatiin saaliiksi hyvin vähän.

5.8. Äimäjärvi

5.8.1. Järven kuvailu

Äimäjärvi (850 ha) (kuva 65) sijaitsee Kalvolan kunnassa, noin viisi kilometriä Lehijärvestä länteen ja kuuluu Oikolanjoen vesistöalueeseen. Järvi muodostuu selkeästi kahdesta eri altaasta: järven luoteisosassa on matala (keskisyvyys 2 m, suurin syvyys 4 m) ja pitkänomainen, eteläosa syvempi (keskisyvyys 3 m, suurin syvyys 10 m) ja pyöreämpi. Äimäjärven valuma-alueesta (93 km²) on 20 % peltoja, jotka sijaitsevat suureksi osaksi lähivaluma-alueella (Nikander 1995). Järven luoteis-altaaseen laskee seitsemän ja etelä-altaaseen viisi isompaa ojaa. Äimäjärvi on perinteinen kuhavesi ja se oli 1960 - 1970 -lukujen taitteessa tunnettu myös suurikokoisista ahvenistaan.



Kuva 65. Äimäjärven syvyyskartta. Osa-alueet 1 ja 2. Kolmen (••••) ja kuuden (—) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistö tutkimusten mittauspiste (X).

5.8.2. Rehevöitymishistoria

Äimäjärvestä on olemassa tutkimustuloksia 1960-luvun lopulta lähtien ja ravinnepitoisuudet olivat jo tuolloin korkeita (Oravainen 1996). Äimäjärven vesi on sameaa johtuen sekä luonnollisesta, humuseräisestä sameudesta, että rehevöitymisestä. Järven eri altaat ovat veden laadultaan selvästi erilaisia: luoteisosassa on eteläosaa selvästi rehevämpi. Syvämpi eteläosa eli Rastinselkä kerrostuu kesäisin, matalampi luoteisosassa ei, jolloin ravinteet kiertävät koko vesipatsaassa. Äimäjärven luoteisosaan johdettiin jätevesiä vuoteen 1973 saakka. Ravinnepitoisuudet ovat jatkaneet kasvuaan jätevesien laskun lopettamisen jälkeenkin ja kasvavat edelleen myös järven eteläosassa. Piste-kuormituksen loppumisen jälkeen järveen kohdistuva kuormitus on ollut pääasiassa hajakuormitusta: fosforin osalta 66 % ja typen osalta 48 % ulkoisesta kokonaiskuormituksesta. Hajakuormitusta aiheuttavat sekä maanviljely, että ranta-asutus, vuodessa yhteensä 1523 kg fosforia ja 18623 kg typpeä (Oravainen 1996). Hajakuormitus kohdistuu pääasiassa matalaan pohjoispäähän, joka on hyvin rehevä: loppukesällä kokonaisfosforipitoisuudet saattavat nousta erittäin korkeiksi (yli 100 µg / l); myös kokonaistyyppipitoisuudet nousevat, mikä on merkki sinilevien esiintymisestä. Rastinselkä on vähemmän rehevä paitsi syvyytensä vuoksi, myös siksi, että sinne laskevat Savijärvet, joiden veden laatu on erinomainen. Toisaalta Äimäjärven ylirehevä luoteisosassa kuormittaa voimakkaasti parempilaatuista eteläosaa.

Sisäisen kuormituksen osuus on arvioitu ulkoista kuormitusta merkittävämmäksi tekijäksi Äimäjärven ravinnetaloudessa. Loppukesällä, varsinkin järven luoteisosissa, vesi muuttuu voimakkaasti levätuotannon vaikutuksesta neutraalista hyvin emäksiseksi, mikä edistää fosforin liukenemista sedimentistä veteen. Tuulen aiheuttaman sekoituksen matalilla alueilla ja runsaat särkikalakannat tehostavat ravinteiden liukenemista veteen. Sedimentti sisältää runsaasti ravinteita (n. 1000 kertaisesti veteen nähden) ja sen hapenkulutus on suuri (Nikander 1995). Sedimentin sisältämät ravinteet riittäisivät ylläpitämään voimakasta kasviplanktonituotantoa, vaikka ulkoinen kuormitus saataisiin hyvin alhaiselle tasolle. Pintaveden (1 m) kokonaisfosforipitoisuus loppukesällä on vuosina 1987, -89, -92 ja -95 ollut keskimäärin 94 µg / l luoteisosassa ja 56 µg / l Rastinselällä; vastaavat tyyppipitoisuudet ovat olleet 1408 ja 660 µg / l. Vuoden 1985 pohjaeläintutkimusten perusteella Äimäjärven pohja on likaantunut: lajidiiversiteetti on alhainen, yksilölukumäärät ja kokonaisbiomassat ovat korkeita. Runsaimmat lajit olivat vähähappisuutta hyvin sietäviä, esim. surviaissääsken toukka *Chironomus plumosus* ja harvasukasmato *Eulhydrilus hammoniensis*. Pohjoispäässä pohjaeläimistön monimuotoisuus oli laskenut vuodesta 1982 ja esim. simpukat ja kotilot olivat hävinneet.

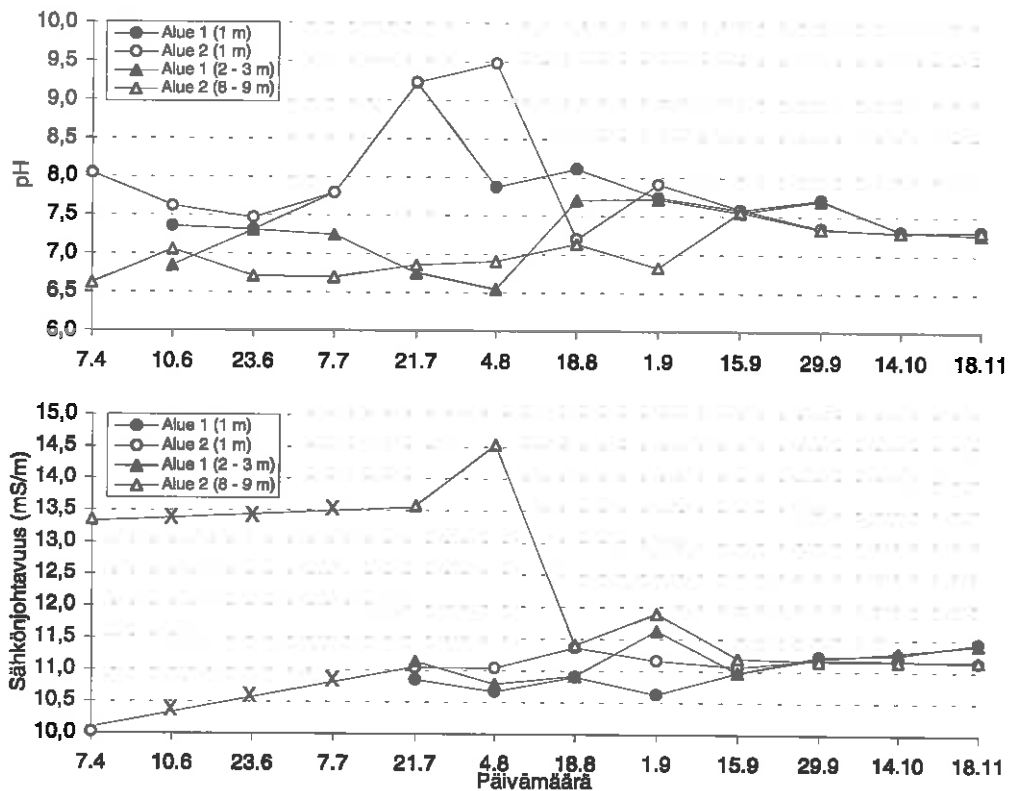
5.8.3. Kunnostustoimenpiteet

Vuonna 1996 perustettu Äimäjärven suojeluyhdistys on aloittanut kunnostustoimenpiteet järven tilan kohentamiseksi. Vuoden 1997 toimintasuunnitelmassa (Mäenluoma 1997) mainittuja aloitettavia hoitotoimenpiteitä ovat mm. tiedottaminen valuma-alueen asukkaille keinoista, joilla hajakuormitusta voidaan vähentää, sekä hoitokalastus. Tavoitteena on vuoteen 2001 mennessä poistaa särkikalaa yhteensä noin 200 tonnia (yli 200 kg / ha).

5.8.4. Vuoden 1997 veden laatu

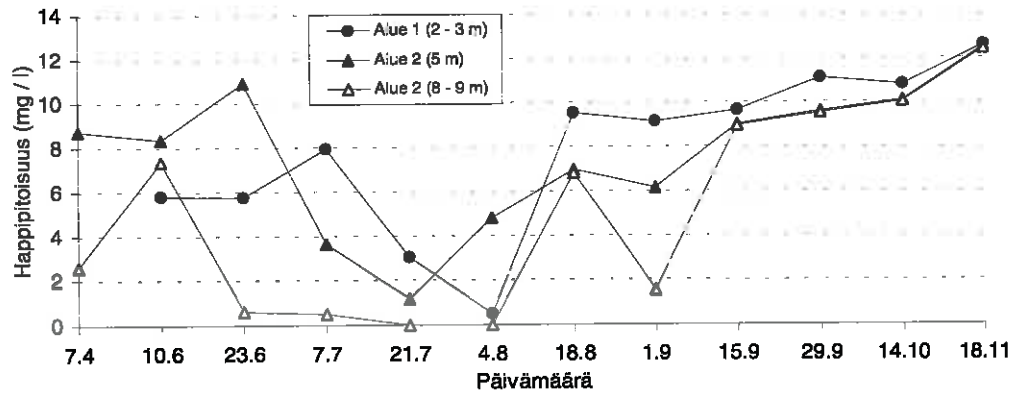
Pintaveden pH (kuva 66) kasvukaudella vaihteli kummallakin alueella melko paljon, luoteisosassa (alue 1) välillä 7,3 - 9,2 ja eteläosassa (alue 2) välillä 7,2 - 9,5. pH oli

korkeimmillaan klorofyllipitoisuuksien ollessa suurimpia. Pintaveden pH oli kummallakin alueella samaa luokkaa kuin vuosina 1992 ja 1995. Pintaveden sähkönjohtavuus vaihteli kummallakin alueella melko vähän, kasvukauden vaihteluväli luoteisosassa oli 10,6 - 11,2 mS / m ja eteläosassa 11,0 - 11,4 mS / m. Kasvukaudella arvot olivat eteläosassa korkeammalla, mutta syksyllä luoteisosan arvot nousivat korkeammiksi. Alusveden sähkönjohtavuuden vaihteluväli kasvukaudella oli luoteisosassa 10,8 - 11,6 ja eteläosassa 11,2 - 14,5 mS / m. Alusveden sähkönjohtavuus oli kummallakin alueella korkeimmillaan hapettomana kautena, mutta alueella 2 alusveden sähkönjohtavuus oli yleensä korkeammalla tasolla kuin alueella 1. Verrattaessa vuosiin 1992 ja 1995 loppukesän sähkönjohtavuusarvot pintavedessä olivat alueella 1 samaa luokkaa, mutta alueella 2 hieman korkeammat.



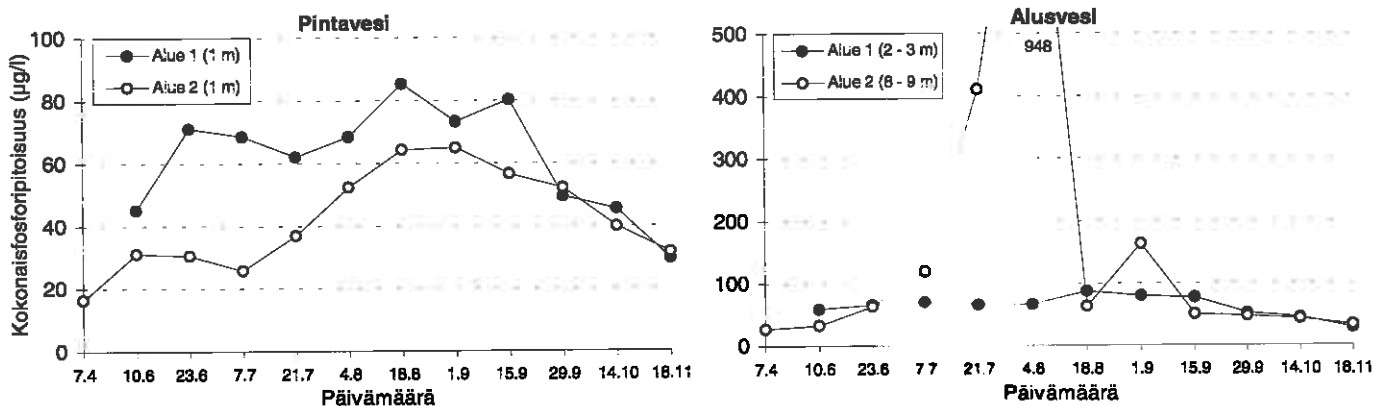
Kuva 65. Äimäjärven pH (ylempi kuva) ja sähkönjohtavuus (alempi kuva) luoteisosassa (alue 1) ja eteläosassa (alue 2) vuonna 1997. Pinta- (1 m) ja alusveden (2 - 3 tal 8 - 9 m) arvot on esitetty erikseen. X = puuttuva havainto.

Alueen 1 alusvedessä happi (kuva 66) oli vähissä vain elokuun alussa ja pitoisuudet olivat jo seuraavalla näytteenotokerralla selvästi korkeammalla tasolla. Alueen 2 syvänteessä (8 - 9 m) happi oli vähissä jo huhtikuussa. Kerrostumisen alettua syvänteen happipitoisuus aleni nopeasti ja heinäkuun lopulla - elokuun alussa alusvesi oli täysin hapeton. Elokuun puolessa välissä kerrostuneisuus murtui ja syvänteen happipitoisuus parani hetkellisesti, mutta pysyvämmän vasta syyskuun puolessa välissä. Myös viiden metrin syvyydellä happi oli heinäkuun lopulla vähissä. Haptilanteessa ei kummallakaan alueella ole tapahtunut muutosta edellisvuosiin verrattuna.



Kuva 66. Äimäjärven luoteisosan (alue 1) ja eteläosan (alue 2) happipitoisuus pohjan läheisessä vedessä (2 - 3, 5 tai 8 - 9 m) vuonna 1997.

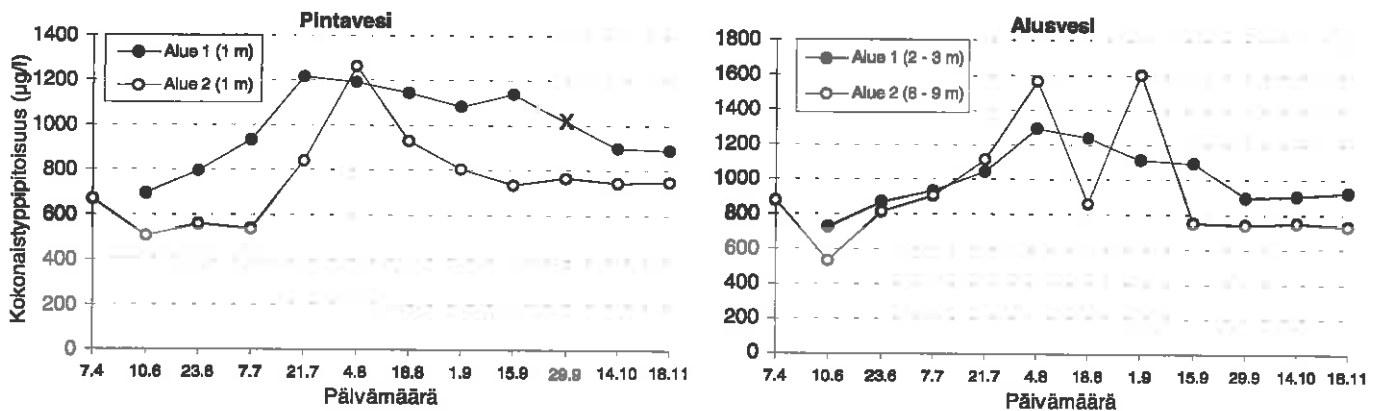
Pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet (kuva 67) olivat alueella 1 kasvukaudella korkeampia (vaihteluväli 45 - 85 $\mu\text{g/l}$) kuin alueella 2 (vaihteluväli 26 - 65 $\mu\text{g/l}$); kasvukauden ulkopuolella alueiden välillä ei ollut juuri eroa. Pitoisuudet olivat kummallakin alueella korkeimmillaan loppukesällä. Matalampi luoteisosassa ei kerrostunut ja pinnan ja pohjan kokonaisfosforipitoisuudet olivat koko kesän jokseenkin samat. Sen sijaan eteläosan syvänteessä alusveden fosforipitoisuudet kohosivat hapettomuuden myötä korkeiksi (kasvukauden vaihteluväli 33 - 948 $\mu\text{g/l}$). Verrattuna vuosiin 1992 ja 1995, loppukesän kokonaisfosforipitoisuus pintavedessä ei ollut luoteisosassa aivan niin korkea, mutta eteläosassa pitoisuus oli jokseenkin sama. Alueen 2 alusvedessä kokonaisfosforipitoisuudet olivat korkeampia kuin koskaan aiemmin 1990 -luvulla.



Kuva 67. Pinta- ja alusveden kokonaisfosforipitoisuudet Äimäjärven alueella 1 ja alueella 2 vuonna 1997. Pintaveden pitoisuus on mitattu 1 m:stä, alusveden pitoisuus 2 - 3 m:stä (alue 1) tai 8 - 9 m:stä (alue 2). Huomaa pinta- ja alusveden erilaiset asteikot.

Myös pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet (kuva 68) olivat luoteisosassa yleensä suurempia (kasvukauden vaihteluväli 692 - 1217 $\mu\text{g/l}$) kuin eteläosassa (kasvukauden vaihteluväli 505 - 1263 $\mu\text{g/l}$). Pitoisuudet olivat pienimmillään alkukesästä ja maksimiarvo oli alueella 1 heinäkuun lopulla ja alueella 2 elokuun alussa. Loppuvuotta kohden pitoisuudet laskivat kummallakin alueella. Luoteisosassa alusveden ja pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa. Eteläosassa alusveden tyyppipitoisuus (vaihteluväli 536 - 1601 $\mu\text{g/l}$) kohosi hapettomina kausina selvästi korkeammaksi kuin pintaveden. Luoteisosassa loppukesän kokonaistyyppipitoisuudet pintavedessä olivat hieman pienempiä kuin vuosina 1992 ja 1995. Rastinselällä puo-

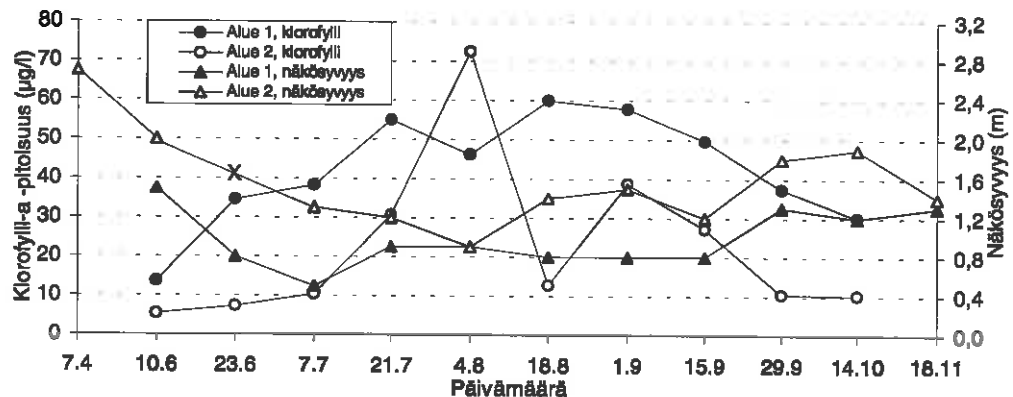
lestaan sekä pinta- että alusveden pitoisuudet olivat jonkin verran suurempia kuin aikaisemmin 1990-luvulla.



Kuva 68. Pinta- ja alusveden kokonaistyyppipitoisuudet Äimäjärven alueella 1 ja alueella 2 vuonna 1997. Pintaveden pitoisuus on mitattu 1 m:stä, alusveden pitoisuus 2 - 3 m:stä (alue 1) tai 8 - 9 m:stä (alue 2). X = puuttuva havainto. Huomaa pinta- ja alusveden erilaiset asteikot.

Alueella 1 fosfaattifosforin pitoisuudet kasvukaudella vaihtelivat pintavedessä välillä 6 - 12 µg / l ja epäorgaanisen tyypin pitoisuudet vaihtelivat välillä 4 - 29 µg / l. Alueella 2 fosfaattifosforin pitoisuudet vaihtelivat välillä 5 - 30 µg / l ja epäorgaanisen tyypin välillä 1 - 195 µg / l. Kummankin epäorgaanisen ravinteiden pitoisuudet kasvoivat loppukesää kohti, mutta tyypin pitoisuuden kasvu oli suhteessa voimakkaampaa.

Kasvukaudella 1997 klorofyllipitoisuudet (kuva 69) vaihtelivat luoteisosassa välillä 14 - 60 µg / l ja eteläosassa välillä 5 - 72 µg / l. Alueella 1 klorofyllimaksimi oli elokuun lopulla - syyskuun alussa ja alueella 2 elokuun alussa. Elokuun puolella välissä tapahtunut kerrostuneisuuden osittainen purkautuminen ja vesien sekoittuminen lieene alentanut klorofyllipitoisuuksia Rastinselällä. Elokuun alkua lukuunottamatta alueen 1 pitoisuudet olivat selvästi alueen 2 pitoisuuksia korkeampia. Vuoteen 1995 verrattuna loppukesän klorofyllipitoisuudet olivat hieman pienempiä alueella 1 ja selvästi suurempia alueella 2. Kasvukauden näkösyvyys oli vuonna 1997 alueella 1 pienempi kuin alueella 2 (vaihteluväli 0,5 - 1,5 m vs. 0,9 - 2,0 m). Alueella 1 näkösyvyys oli korkeimmillaan kesäkuun alussa (huhtikuussa näkösyvyyttä ei mitattu) ja alimmillaan heinäkuun alussa; alueella 2 näkösyvyys oli korkeimmillaan huhtikuussa ja alimmillaan elokuun alussa. Kesällä 1997 koko järven alueella havaittiin voimakas ja pitkäkestoinen sinileväkukinta. Sinilevätilanne ei poikennut edellisistä vuosista.



Kuva 69. Äimäjärven luoteisosan (alue 1) ja eteläosan (alue 2) klorofylli-a-pitoisuus ja näkösyvyys vuonna 1997.

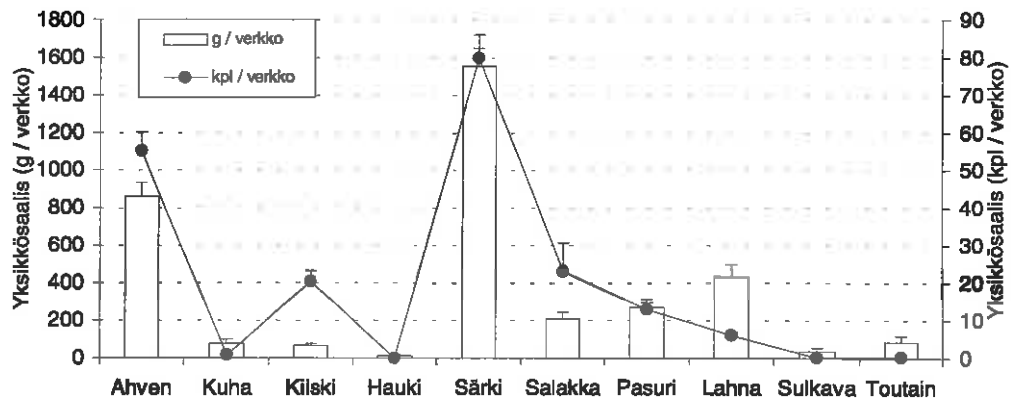
5.8.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

Vuoden 1997 verkkokoekalastuksissa kokonaisyksikkösaalis (Taulukko 21) oli suurin hankkeen kohdejärvistä (3613 g / verkko). Luoteisosan yksikkösaalis (5126 g / verkko) oli lähes kaksinkertainen eteläosan (2604 g / verkko) yksikkösaaliiseen verrattuna. Suuri kokonaisyksikkösaalis on merkki tiheästä kalakannasta.

Taulukko 21. Äimäjärven koeverkkosaaliit vuonna 1997 ja vuonna 1996. Vuonna 1997 laskettiin yöpyyntiin yhteensä 60 pohjoismaista ykv:a 22.7., 5.8., 19.8., 26.8. ja 2.9. Vuonna 1996 laskettiin yöpyyntiin yhteensä 20 pohjoismaista yleiskatsausverkkoa 9.9, 10.9 ja 11.9. Muut selitykset ks. taulukko 8.

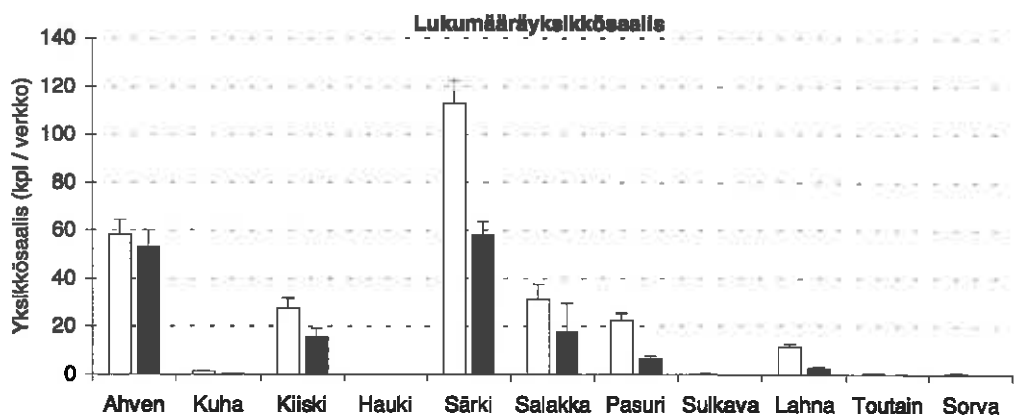
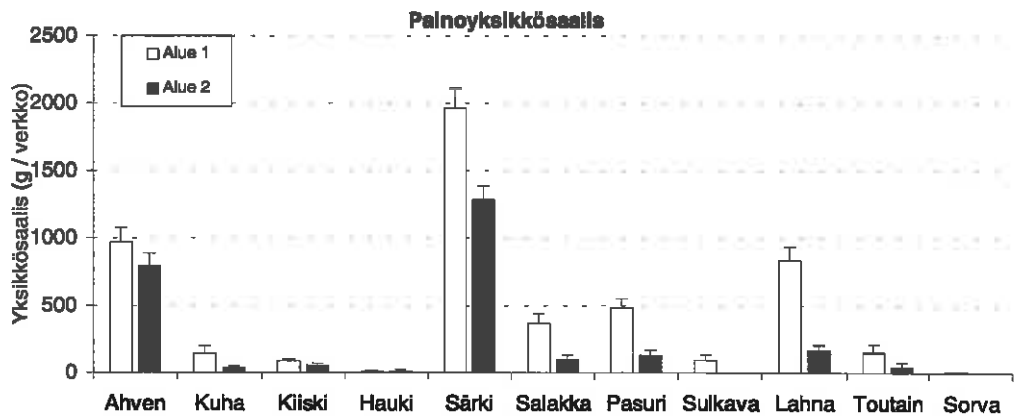
Laji	Äimjärvi 1997						Äimjärvi 1996					
	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka	Paino	Kpl	Pai %	Kpl %	Pai ka	Kpl ka
Ahven	51,8	3311	23,9	27,7	862,6	55,2	11,8	564	17,2	14,8	589,6	28,2
Kuha	4,6	45	2,1	0,4	76,7	0,8	5,8	36	8,4	1,0	288,2	1,8
Kiiski	4,0	1221	1,8	10,2	66,1	20,4	1,4	361	2,1	9,5	70,9	18,1
Hauki	0,7	2	0,3	0,0	11,1	0,0	2,5	2	3,6	0,1	125,2	0,1
Kuore	0,1	19	0,0	0,2	0,9	0,3	0,4	208	0,6	5,5	20,5	10,4
Särki	93,3	4800	43,0	40,1	1554,9	80,0	27,5	1396	40,0	36,7	1374,8	69,8
Sorva	0,2	10	0,1	0,1	2,5	0,2	0,1	2	0,1	0,1	3,2	0,1
Salakka	12,3	1390	5,7	11,6	205,7	23,2	5,3	570	7,7	15,0	264,0	28,5
Pasuri	16,2	775	7,5	6,5	269,7	12,9	6,6	547	9,7	14,4	331,7	27,4
Lahna	26,0	367	12,0	3,1	432,7	6,1	7,1	119	10,3	3,1	352,4	6,0
Sulkava	2,1	6	1,0	0,1	35,5	0,1	-	-	-	-	-	-
Toutain	5,0	13	2,3	0,1	83,6	0,2	0,3	2	0,4	0,1	14,7	0,1
Ruutana	0,6	1	0,3	0,0	10,7	0,0	-	-	-	-	-	-
Yhteensä	216,8	11960	100,0	100,0	3612,6	199,3	68,7	3807	100,0	100,0	3434,8	190,4
Särkikalat	155,1	7361	71,5	61,6	2584,6	122,7	46,8	2636	68,1	69,2	2340,6	131,8
Ahvenkalat	60,3	4577	27,8	38,3	1005,4	76,3	19,0	961	27,6	25,2	948,6	48,1
Petokalat	25,1	174	11,6	1,5	417,8	2,9	14,5	89	21,0	2,3	722,4	4,5

Särki oli selvästi runsain laji vuoden 1997 verkkokoekalastuksissa (kuva 70). Toiseksi runsain laji oli ahven. Seuraavaksi runsaimmat saalisajat olivat lahna, pasuri ja salakka painoltaan ja salakka, kiiski ja pasuri lukumäärältään.



Kuva 70. Tärkeimpien saalislajien yksikkösaallit. Pylväät = g / verkko ja pisteiviiva = kpl / verkko. Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

Särkikalojen yksikkösaaliit olivat selvästi suurempia luoteisosassa (kuva 71). Myös ahvenkalojen yksikkösaaliit olivat suurempia luoteisosassa, mutta ero ei ollut niin suuri kuin särkikaloidella. Hauen vähäinen yksikkösaalis oli suunnilleen sama kummallakin pyyntialueella.

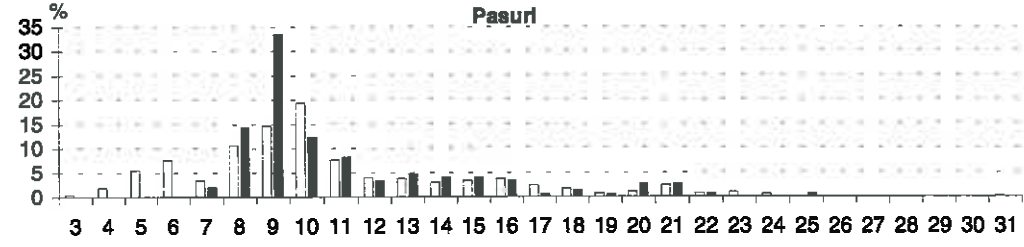
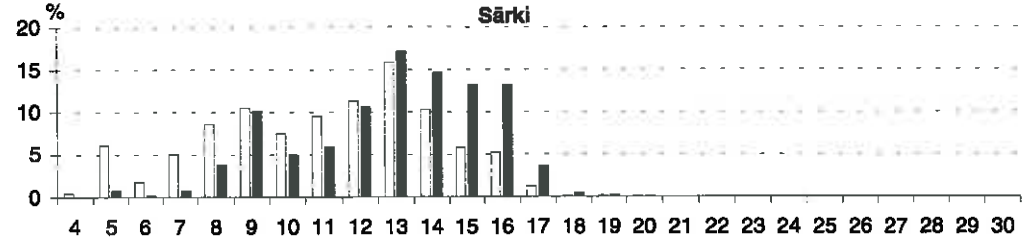
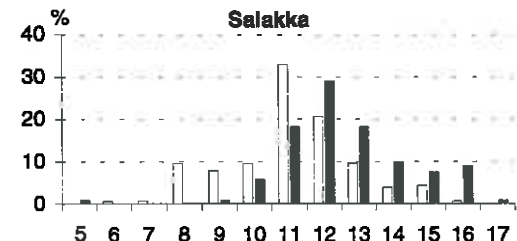
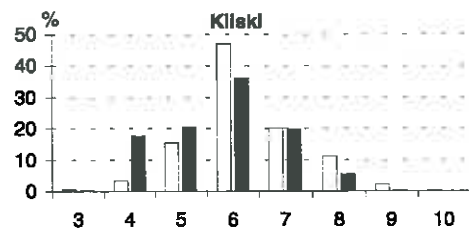
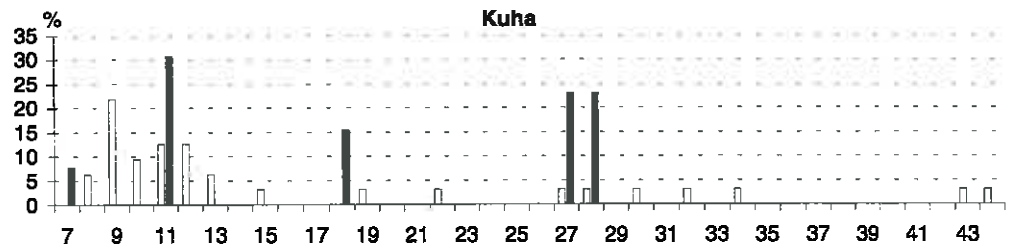
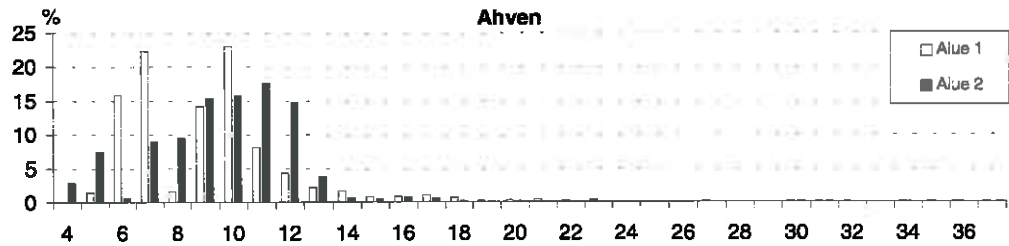


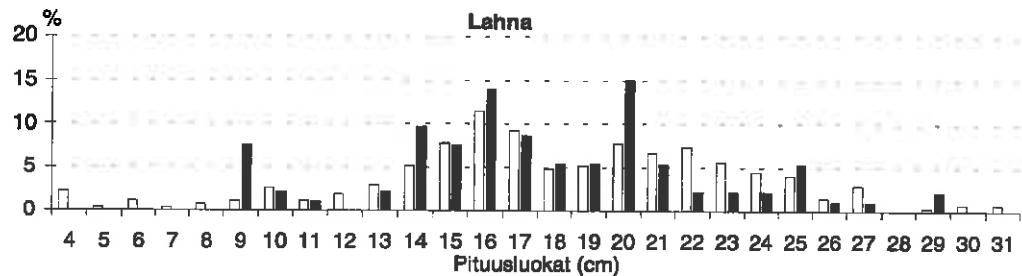
Kuva 71. Äimjärven verkkokoekalastusten tärkeimpien saalislajien yksikkösaallit luoteis- (alue 1) ja eteläosassa (alue 2) vuonna 1997. Ylemmässä kuvassa lukumääräyksikkösaaliit (kpl / verkko) ja alemmassa kuvassa painoyksikkösaallit (g / verkko). Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

Särkikalojen osuus saaliin kokonaispainosta oli yli kaksinkertainen ahvenkaloihin verrattuna (Taulukko 21). Ahven- ja petokalojen paino-osuus oli pieni verrattuna esim.

Enäjärveen, jolla on hoitokalastettu jo useita vuosia (ahvenkalat: 27,8 vs. 42,3 %, pe- tokalat: 11,6 vs. 18,9 %).

Ahvenen lisääntyminen on pituusjakaumien perusteella onnistunut hyvin vuonna 1997 (kuva 72). Tämän vuoden poikasten koko näyttäisi olevan pienempi järven eteläosassa, luoteisosasta isokokoisia ahvenia saatiin saaliiksi enemmän. Kuhan lisääntyminen näyttäisi pituusjakaumien perusteella onnistuneet kohtuullisesti vuonna 1997. Luoteisosasta saatiin sekä tämän kesän poikasia, että isokokoisia kuhia eteläistä pyynti- aluetta paremmin. Särkikalojen pituusjakaumissa on eniten pieniä kokoluokkia, lukuunottamatta salakkaa ja lahnaa, joissa keskimmäiset kokoluokat ovat runsaimpia. Särkikaloilta pituusjakaumien huippu näyttäisi olevan luoteisalueella pienemmissä kokoluokissa, lukuunottamatta pasuria.





Kuva 72. Äimäjärven verkkokoekalastusten tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat luoteis- (alue 1) ja eteläosassa (alue 2) ajanjaksolla 22. 7. - 2. 9. 1997. Pylväät ilmaisevat kunkin 1 cm:n kokoluokan prosenttiosuutta alueen kaikista mitatuista kaloista. Mitattujen kalojen lukumäärät luoteis- (E) ja eteläosassa (L): ahven (E = 1173, L = 1358), kuha (E = 13, L = 32), kiiski (E = 370, L = 605), salakka (E = 121, L = 701), särki (E = 1305, L = 2528), pasuri (E = 146, L = 527) ja lahna (E = 93, L = 271).

Äimäjärvellä tehtiin verkkokoekalastus pohjoismaisilla yleiskatsausverkoilla myös vuonna 1996 (Olin ja Rask 1996). Pyyntijärjestelyt poikkesivat jonkin verran vuoden 1997 järjestelyistä (taulukko 21) ja suurin osa saaliseroavaisuuksista selittyy eroista esim. pyyntiajankohdassa. Näiden kahden perättäisen vuoden saaliit eivät juuri poikkea toisistaan. Kokonaisyksikkösaalis on lähes tulkoon sama, samoin särki- ja ahvenkalojen saalisosuudet. Petokalojen saalisosuus sitä vastoin oli vuonna 1997 lähes puolta pienempi. Lajitasolla ahvenen, särjen, lahnan ja toutaimen yksikkösaaliit olivat jälkimmäisenä vuonna suuremmat ja kuoreen, hauen, salakan ja pasurin saaliit pienemmät. Kuhan lisääntyminen on pituusjakaumien perusteella onnistunut vuonna 1997 selvästi paremmin kuin vuonna 1996: vuoden 1996 koekalastuksissa ei saatu yhtään alle 14 cm pituista kuhaa.

Äimäjärvellä on tehty verkkokoekalastuksia myös vuosina 1982, 1983 ja 1985 (Taulukko 22). Näissä koekalastuksissa Äimäjärven kalakanta havaittiin myös särki-kalavaltaiseksi. Pyyntijärjestelyt ja -väline poikkeavat selvästi vuosien 1996 ja 1997 verkkokoekalastuksista, eikä varmoja johtopäätöksiä voida tehdä.

Taulukko 22. Äimäjärven verkkokoekalastukset vuosina 1982 , 1983 ja 1985. Vuonna 1982 pyyntiajankohta oli syys-lokakuussa ja pyyntiponnistus yhteensä 2 vekary-sarjaa; vuonna 1983 pyyntiajankohdat olivat toukokuussa ja syys-lokakuussa ja pyyntiponnistus yhteensä 3 vekary-sarjaa; vuonna 1985 pyyntiajankohta oli toukokuussa ja pyyntiponnistus yhteensä 2 vekary-sarjaa. Muut selitykset ks. taulukko 8.

Yhteensä	1982			1983			1985		
	Paino	Pai %	Pai ka	Paino	Pai %	Pai ka	Paino	Pai %	Pai ka
Ahven	3,0	7,4	184,7	14,4	7,3	600,0	6,9	9,6	433,1
Kuha	2,1	5,3	131,9	23,7	12,0	986,9	8,8	12,2	547,8
Kiiski	2,4	6,1	153,0	4,9	2,5	202,7	1,3	1,7	78,1
Hauki	1,5	3,8	95,6	1,3	0,7	54,4	4,0	5,6	252,5
Siika	0,1	0,3	7,8	-	-	-	-	-	-
Made	-	-	-	-	-	-	4,1	5,7	255,0
Särki	18,9	47,4	1179,7	124,9	63,4	5204,6	37,5	52,1	2344,1
Salakka	1,2	2,9	72,8	3,7	1,9	152,9	3,1	4,3	192,2
Pasuri	5,0	12,5	312,2	10,6	5,4	440,8	1,1	1,5	68,4
Lahna	4,6	11,5	285,3	5,7	2,9	239,2	3,8	5,3	239,1
Sulkava	1,1	2,7	66,9	7,5	3,8	310,4	1,4	1,9	85,0
Säyne	-	-	-	0,4	0,2	18,3	-	-	-
Yhteensä	39,8	100,0	2489,9	197,0	100,0	8210,2	71,9	100,0	4495,3
Särkikalat	30,7	77,0	1916,9	152,8	77,5	6366,3	46,9	65,2	2928,8
Ahvenkalat	7,5	18,9	469,6	43,0	21,8	1789,6	16,9	23,6	1059,1

5.8.6. Hoitokalastukset vuonna 1997

Vuosi 1997 oli Äimäjärvellä ensimmäinen varsinainen hoitokalastusvuosi. Saalista saatiin rysä- ja nuottakalastuksella yhteensä n. 27 000 kg (31,8 kg / ha). Särkikalojen osuus kokonaissaaliista oli 93,7 %. Tärkeimmät saalisajit olivat särki (79,4 %) ja lahna (6,0 %). Syksyn nuottauksissa saatiin kalaa lähes kaksi kertaa enemmän kuin kevään rysäpyynnissä (Taulukko 23). Rysäpyynnissä särkikalojen paino-osuus oli 91,6 % ja nuottauksessa 94,7 %. Molemmissa pyyntitavoissa tärkein laji oli särki, nuottapyynnissä kuitenkin selvemmin.

Taulukko 23. Äimäjärven hoitokalastussaalit vuonna 1997. Rysä- ja nuottasaalis on esitetty erikseen. Keskip. = keskipaino (g), Kpl % = prosenttiosuus saaliin kokonaislukumäärästä ja Paino % = prosenttiosuus saaliin kokonaispainosta. Kappalemäärät ja saallispainot on arvioitu otosten perusteella. Rysäkalastuksen otos oli yhteensä 67,5 kg ja nuottauksen otos 73,7 kg. Otoksissa oli taulukossa mainittujen lajien lisäksi yksi toutain, ruutana, sulkava, sekä kaksi kuhaa, mutta näitä ei ole huomioitu tuloksissa.

Pyydys	Laji	Särki	Sorva	Salakka	Pasuri	Lahna	Kuore	Kiiski	Ahven	Yht.
Rysä	Kpl	269373	6639	79147	57120	25820	31300	43947	19813	533160
	Paino (kg)	4052	143	531	784	906	78	266	242	7000
	Keskip. (g)	15,0	21,6	6,7	13,7	35,1	2,5	6,0	12,2	13,1
	Kpl %	50,5	1,3	14,8	10,7	4,8	5,9	8,2	3,7	100,0
	Paino %	57,9	2,0	7,6	11,2	12,9	1,1	3,8	3,5	100,0
Nuotta	Kpl	583789	0	12756	271	5157	1900	96620	38811	739303
	Paino (kg)	18196	0	280	8	461	3	343	708	20000
	Keskip. (g)	31,2	-	22,0	31,0	89,4	1,7	3,6	18,2	27,1
	Kpl %	79,0	0,0	1,7	0,0	0,7	0,3	13,1	5,3	100,0
	Paino %	91,0	0,0	1,4	0,0	2,3	0,0	1,7	3,5	100,0
Yht.	Kpl	853162	6639	91903	57392	30977	33200	140567	58624	1272463
	Paino	22248	143	811	792	1367	81	608	950	27000
	Keskip. (g)	26,1	21,6	8,8	13,8	44,1	2,4	4,3	16,2	21,2
	Kpl %	67,1	0,5	7,2	4,5	2,4	2,6	11,1	4,6	100,0
	Paino %	82,4	0,5	3,0	2,9	5,1	0,3	2,3	3,5	100,0

5.8.7. Yhteenveto

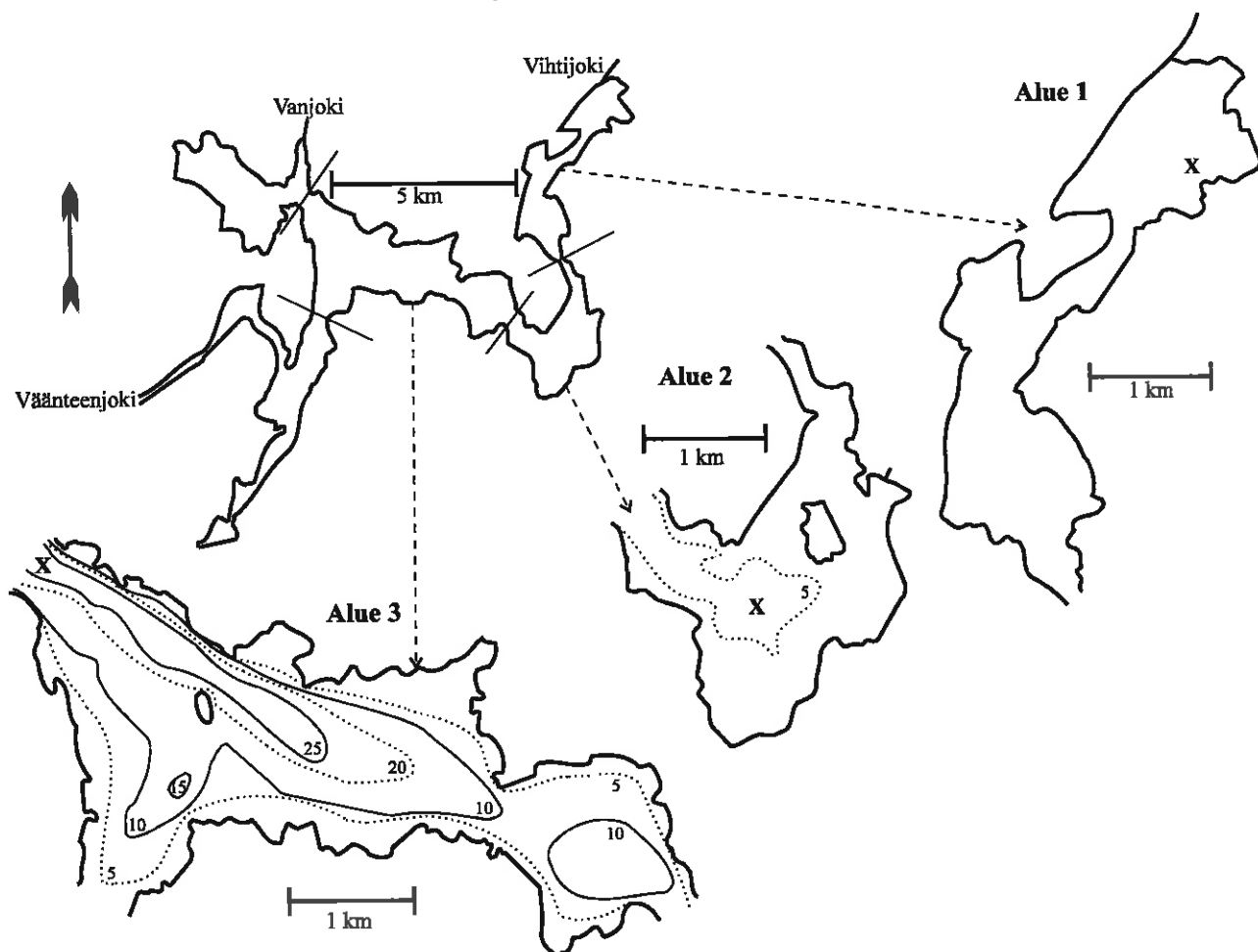
Vuoden 1997 veden laatutuloksissa on edelleen selvä ero järven luoteisosan ja eteläosan välillä, siten, että eteläosa on parempikuntoinen. Ero on kuitenkin tasoittumassa, sillä eteläosan veden laatu on huonontunut aikaisempiin vuosiin verrattuna: pintaveden sähkönjohtavuus on kasvanut, kokonaistypen ja klorofylli-a:n pitoisuudet ovat nousseet. Vuoden 1997 verkkokoekalastusten perusteella Äimäjärven kalasto on hyvin särkikalavaltainen. Luoteisosassa särkikalojen osuus saaliista oli suurempi kuin eteläosassa. Äimäjärven ensimmäisten hoitokalastusten saalis oli yhteensä 27 tonnia (31,8 kg / ha). Saaliista yli 90 % oli särkikalaa.

5.9. Hiidenvesi

5.9.1. Järven kuvailu

Karjaanjoen vesistöalueeseen kuuluva Hiidenvesi (kuva 74) on Uudenmaan toiseksi suurin järvi (3030 ha), ja se laskee Väänteenojoen kautta Uudenmaan suurimpaan, Lohjanjärveen. Hiidenvesi sijaitsee Vihdin, Lohjan ja Nummi-Pusulän kuntien alueella. Vesistö on muodoltaan rikkonainen ja koostuu useasta eri altaasta. Suurin allas on syvä ja jyrkkärantainen (suurin syvyys 28 m), järven koillisosissa sijaitsevat muut altaat ovat melko matalia. Koko järven keskisyvyys on 6,6 m. Hiidenveteen tulee kak-

si suurempaa jokea: Vanjoki Kuninkaanlahteen ja Vihtijoki Kirkkojärveen, sekä useita pienempiä puroja ja oja. Järvi on kokonsa ja keskeisen sijaintinsa vuoksi virkistysarvoltaan hyvin merkittävä (Ranta ym. 1996). Valuma-alue (934 km²) on laaja ja peltoinen (peltoprosentti yli 30), ja sen maaperä koostuu pääasiassa savi-, hiesu- ja moreenikerrostumista. Hiidenvettä on säännöstelty pitkään: veden pintaa laskettiin jo vuonna 1886 1,5 m:llä. Vuodesta 1970 säännöstely on hoidettu Väanteenjoessa sijaitsevan padon avulla ja vedenkorkeustaso on kesäaikana noussut 20 - 40 cm patoa edeltävästä tilanteesta. Järvi on hyvin suosittu virkistyskalastuskohde, vuosittaiseksi kokonaissaaliiksi on arvioitu yli 64 000 kg (Marttinen 1995).



Kuva 74. Hiidenveden syvyyskartta. Osa-alueet 1, 2 ja 3. Syvyyskäyrät 5 m (.....), 10 m (—), 15 m (— — —), 20 m (· · · ·) ja 25 m (— · —).

5.9.2. Rehevöitymishistoria

Hiidenvesi on, valuma-alueensa ominaisuuksien vuoksi, luonnostaan melko rehevä, savisamea järvi (Ranta ym. 1996). Järven matalat koillisosat ovat rehevimpiä, syvänealue on aina ollut melko karu. Varsinainen rehevöitymiskehitys lienee alkanut 1950 - 1960 -luvulla teollisuuden ja asutuksen jätevesistä. Osa järveen tulevasta kuormituksesta tulee edelleen pistekuormituksena. Jätevesien osuus Hiidenveden yhteenlasketusta fosforikuormasta on noin 4 %; pääosa jätevesistä tulee puhdistamoilta Karkkilan kaupungista ja Vihdin Kirkonkylästä: näiden kahden taajaman osuus jätevesikuormasta on 99 %, josta edelleen Karkkilan osuus on 83 %. Vihdin kirkonkylä kuormittaa Hiidenveden matalia koillisaltaita ja Karkkilan kaupunki Vanjoen välityk-

sellä järven syviä länsiosia. Vanjoen tuoman bakteerikuorman vuoksi, syvänealueen veden hygieeninen laatu heikkenee ajoittain voimakkaasti.

Vaikka pistekuormitusta on vielä jonkin verran jäljellä, valtaosa järveen joutuvista ravinteista tulee kuitenkin tällä hetkellä hajakuormituksena, pääasiassa Vanjoen ja Vihtijoen kautta (Ranta ym. 1996). Vanjoen osuus koko Hiidenveden yhteenlasketusta fosforikuormasta on 60 % ja Vihtijoen 40 %. Silti Vihtijoen vaikutus näkyy selvemmin, sillä se laskee Kirkkojärveen, Hiidenveden matalaan koillisosaan; Vanjoki sen sijaan laskee Hiidenveden syviin altaisiin, joissa jokivesi pääsee sekoittumaan paljon suurempaan vesimassaan. Yksi tärkeä, Hiidenveden koillisosien rehevöitymistä nopeuttava tekijä, oli yläpuolisen, Vihtijoen varrella sijaitsevan, Kirjava-järven kuivamine pelloksi, jolloin järven ravinnekuormaa suodattava vaikutus poistui.

Hiidenveden rehevöityminen on edennyt pisimmälle järven koillisosissa (Kirkkojärvi, Mustionselkä), joista on selvä laskeva rehevyysgradientti pääaltaaseen (Ranta ym. 1996). 1990-luvulla kokonaisfosforin keskimääräiset pitoisuudet ($\mu\text{g} / \text{l}$) kasvukaudella pintavedessä ovat Kirkkojärvellä vaihdelleet välillä 80 - 121, Raatosaarenselällä välillä 33 - 61 ja syvänealueella välillä 28 - 38. Myös syvänealue on viime aikoina alkanut rehevöityä, oireita ovat alusveden happikadot, jotka edelleen kasvattavat ravinnepitoisuuksia, sekä sinileväkukinnat (*Aphanizomenon flos-aquae*). Mineraaliravintesuhteen perusteella suurimmassa osassa Hiidenvedettä tilanne on "normaali" eli fosfori rajoittaa levätuotantoa, mutta Kirkkojärvessä myös typpi saattaa ajoittain rajoittaa tuotantoa, mikä viittaa voimakkaaseen sisäiseen ja / tai jätevesikuormitukseen (Ranta ym. 1996). Tosiasiallinen tuotantoa rajoittava tekijä Kirkkojärvellä on kuitenkin valo, sillä vesi on sameaa ja ravinnepitoisuudet hyvin korkeita. Happipitoisuuksia on mitattu Hiidenvedellä vuodesta 1963 lähtien. Syvänteen lopputalven happitilanne on ollut heikoin 1980-luvun alussa ja viime vuosina happipitoisuudet ovat kääntyneet uudelleen laskuun. Ongelmallisin ajankohta on ollut loppukesän kerrostuneisuuskausi, jolloin happitilanne erityisesti 1990-luvulla on ollut heikko. Vuoden 1995 kasviplanktonnäytteiden biomassojen ja lajiston perusteella kaikki tutkitut Hiidenveden alueet ovat reheviä.

Vuoden 1995 pohjaeläintutkimuksissa (Mettinen 1996) havaittiin tilanteen huonontuneen kaikilla tutkimusalueilla verrattuna vuoteen 1992. Kirkkojärven pohja oli pohjaeläintulosten perusteella häiriintynyt ja ravinteikas, mutta Mustionselällä tilanne oli hieman parempi. Kummallakin alueella syvimmän pohjan pohjaeläinlajisto oli vähälukuinen, yleisimpiä olivat kestävätkä lajit tai lajiryhmät, esim. harvasukasmatosuvut *Potamothrix*, *Tubifex*, sekä surviaissääski *Chironomus plumosus*. Hapettomuudesta kärsivällä syvänealueella hallitseva laji oli sulkahyttynen (*Chaoborus flavicans*). Kaikilla tutkituilla alueilla pohjaeläinryhmien lukumäärät kasvoivat matalampaan tultaessa, mutta aivan matalimmilla alueilla Hiidenveden säätelyn aiheuttama rantaeerosio on aiheuttanut pohjaeläimistön köyhtymistä ja vaikutukset pohjaeläimistössä heijastunevat edelleen kalastoon.

5.9.3. Kunnostustoimenpiteet

Vuonna 1994 Hiidenvedellä käynnistettiin kunnostusprojekti (Hiidenvesi 2000), johon liittyy mm. hoitokalastuksia (Savola 1995 ja 1996). Koeluontoiset hoitokalastukset aloitettiin vuoden 1994 syksyllä nuottaamalla (8 apajaa). Saalis oli yhteensä 7578 kg pääasiassa kuoretta (paino-osuus 57 %) ja särkeä (paino-osuus 29 %). Vuonna 1995 saalista saatiin yhteensä 16 620 kg, josta nuottaamalla 6 273 kg ja rysäpyynnillä 10 347 kg. Rysäpyynnin tärkeimmät saalislajit olivat kuore 65,8 %, särki 19,9 % ja sulkava 10,9 %; ja nuottauksen lahna 31,3 %, kuore 21,7 % ja särki 17,0 %. Vuonna 1996 pyyntiponnistusta lisättiin ja saalis oli yhteensä 73 650 kg. Nuottasaaliissa (34 085 kg) oli eniten särkeä 38,7 %, salakkaa 16,0 % ja lahnaa 15,3 %; ja rysäsaaliis-

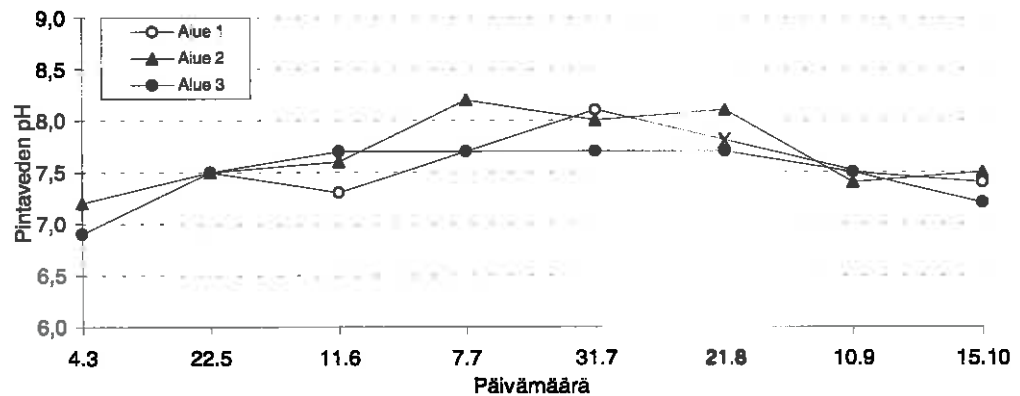
sa (39 565 kg) särkeä 32,0 %, salakkaa 25,6 % ja sulkavaa 13,3 %. Kaikenkaikkiaan vuosina 1994 - 1996 kalaa poistettiin noin 98 tonnia (n. 30 kg / ha). Särjen osuus kokonaissaaliista oli 31,8 %, kuoreen 22,0 % ja salakan 16,5 %.

Vesihuollon alueellisessa yleissuunnitelmassa pyritään tehostamaan jätevedenpuhdistamoita ja pitkällä aikavälillä poistamaan pistekuormitus kokonaan. Rannan ym. (1996) mukaan perusedellytys Hiidenveden toipumiselle olisi kuitenkin suuren hajakuormituksen tuntuva vähentäminen.

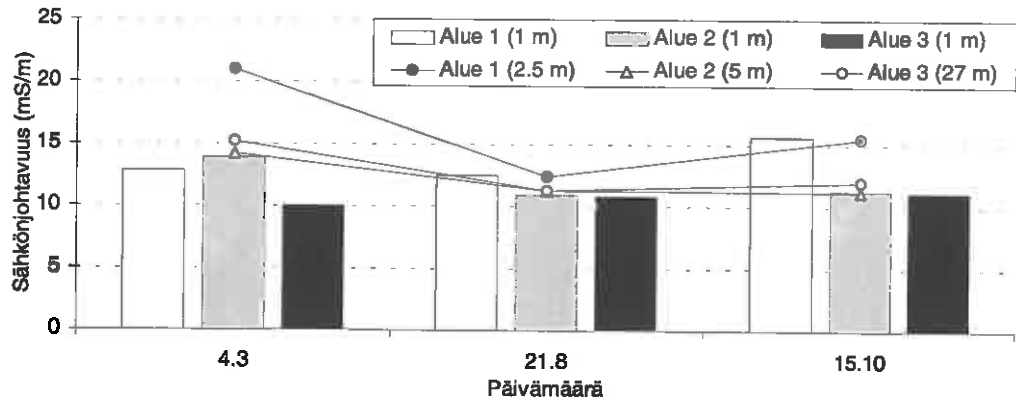
5.9.4. Vuoden 1997 veden laatu

Pintaveden pH (kuva 75) nousi kaikilla alueilla kasvukaudella. Eniten pH vaihteli alueella 1 (kasvukauden vaihteluväli 7,3 - 8,1) ja alueella 2 (7,5 - 8,2), alueella 3 pH oli hyvin tasainen: 7,5 - 7,7. Alueella 1 pH oli korkein heinäkuun lopussa ja alueella 2 heinäkuun alussa. Alueella 3 pH ei noussut yhtä korkeaksi kuin muilla alueilla, vaan pysytteli samana (7,7) kesäkuusta elokuun loppuun. Vuoteen 1995 verrattuna pH oli alueilla 1 ja 2 jonkin verran korkeampi, mutta alueella 3 samaa luokkaa.

Pintaveden sähkönjohtavuus (kuva 76) oli pienin alueella 3 (koko vuoden vaihteluväli 10,0 - 11,1 mS / m). Alueella 1 pintaveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä (12,5 - 15,6 mS / m) ja alueella 2 välillä (10,9 - 13,9 mS / m). Alusveden sähkönjohtavuus oli selvästi suurin alueella 1 (vaihteluväli 12,4 - 21,0 mS / m) ja pienin alueella 2 (vaihteluväli 11,2 - 14,2 mS / m). Alueella 3 alusveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 11,3 - 15,2 mS / m. Vuoteen 1995 verrattuna sähkönjohtavuus oli suurempi alueen 2 ja 3 alusvedessä.

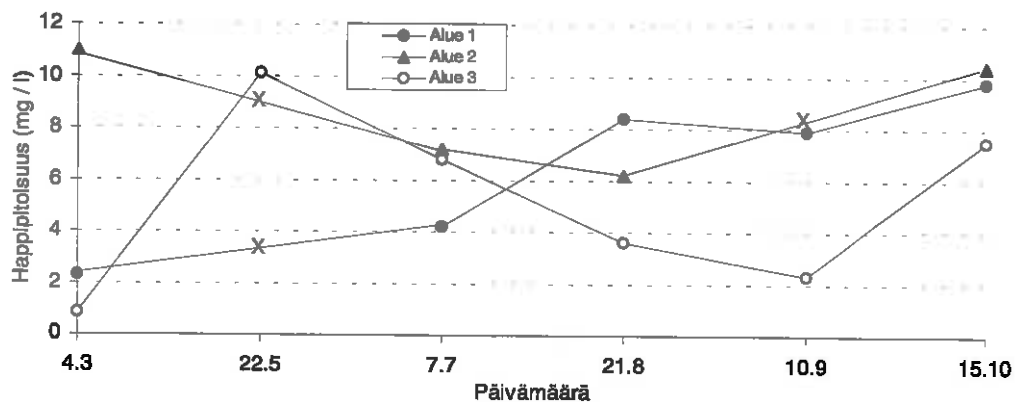


Kuva 75. Pintaveden pH alueilla 1, 2 ja 3 Hiidenvedellä vuonna 1997. Touko - syyskuun arvot ovat 0 - 2 m:stä ja maaliskuu- ja lokakuun arvot 1 m:stä. X = puuttuva havainto.



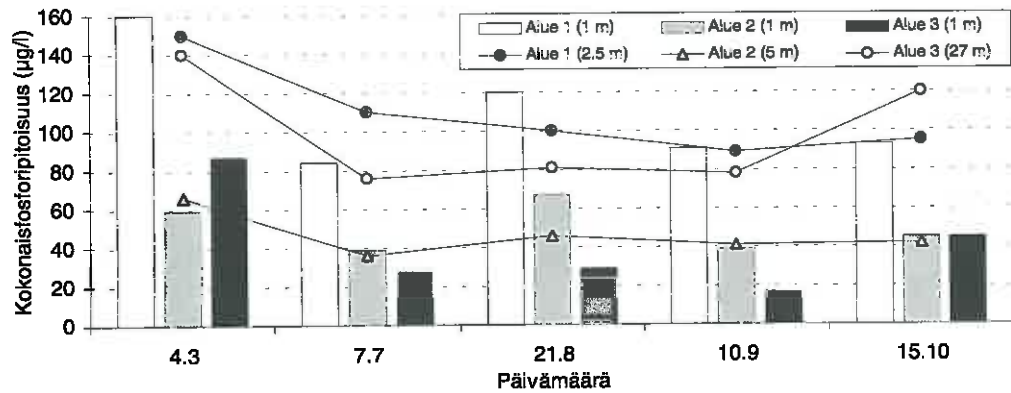
Kuva 76. Sähkönjohtavuus pinta- (pylväät) ja alusvedessä (pisteellvat) alueilla 1, 2 ja 3 Hiidenvedellä vuonna 1997.

Hapettomuutta ei havaittu millään alueella (kuva 77). Alueella 2 ei esiintynyt edes vähähappisuutta. Alueella 1 happi oli vähissä maaliskuun havaintokertana ja alueella 3 sekä maaliskuusta syyskuussa. Vuonna 1995 alusvesi oli vähähappinen alueella 1 helmikuussa ja alueella 3 syyskuussa, alueella 2 happea oli yli 7 mg / l läpi vuoden.



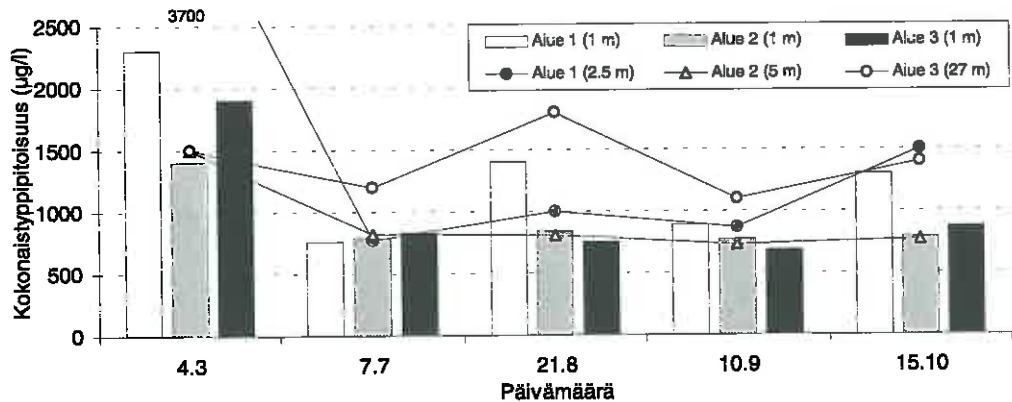
Kuva 77. Alusveden happipitoisuus (mg / l) alueilla 1, 2 ja 3 Hiidenvedellä vuonna 1997. X = puuttuva havainto

Pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet (kuva 78) olivat läpi vuoden korkeimmat alueella 1 (koko vuoden vaihteluväli 84 - 160 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja, maaliskuuta lukuunottamatta, pienimmät alueella 3 (17 - 87 $\mu\text{g} / \text{l}$); alueen 2 pitoisuudet vaihtelivat välillä 39 - 67 $\mu\text{g} / \text{l}$. Vuoteen 1995 verrattuna keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet pintavedessä olivat jonkin verran suurempia kaikilla alueilla, selvimmin alueella 1. Alusveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat, lokakuuta lukuunottamatta, suurimmat alueella 1 (koko vuoden vaihteluväli 89 - 150 $\mu\text{g} / \text{l}$), ja ne olivat samaa luokkaa pintaveden pitoisuuksien kanssa. Alueella 2 pinta- ja alusveden (vaihteluväli 36 - 66 $\mu\text{g} / \text{l}$) pitoisuudet olivat suurinpiirtein samansuuruisia. Alueella 3 alusveden pitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin pintavedessä (vaihteluväli 76 - 140 $\mu\text{g} / \text{l}$), johtuen vähäisestä happipitoisuudesta ja / tai ylhäältä vajoavasta kasvimateriaalista. Vuonna 1995 alusveden keskimääräiset pitoisuudet olivat alueella 1 pienempiä, mutta muilla alueilla samaa luokkaa kuin vuonna 1997.



Kuva 78. Hiidenveden kokonaistfosforipitoisuus ($\mu\text{g} / \text{l}$) vuonna 1997 alueilla 1, 2 ja 3. Pintavesi (pylväät) ja alusvesi (pisteviivat).

Kuten kokonaistfosforipitoisuudet, myös pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet (kuva 79) olivat yleensä suurimpia alueella 1 (koko vuoden vaihteluväli 760 - 2300 $\mu\text{g} / \text{l}$). Alueilla 2 (vaihteluväli 770 - 1400 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja 3 (vaihteluväli 750 - 1900 $\mu\text{g} / \text{l}$) pitoisuudet olivat selvästi alempia. Alusveden pitoisuudet olivat kasvukaudella suurimmat alueella 3 (koko vuoden vaihteluväli 1100 - 1800 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja maaliskuu- ja lokakuussa alueella 1 (vaihteluväli 770 - 3700 $\mu\text{g} / \text{l}$). Alueella 2 alusveden kokonaistfosforipitoisuudet olivat alhaisimmat (vaihteluväli 730 - 1500 $\mu\text{g} / \text{l}$). Kokonaistyyppi oli sekä pintatettä alusvedessä kaikilla alueilla hieman korkeammalla tasolla kuin vuonna 1995.



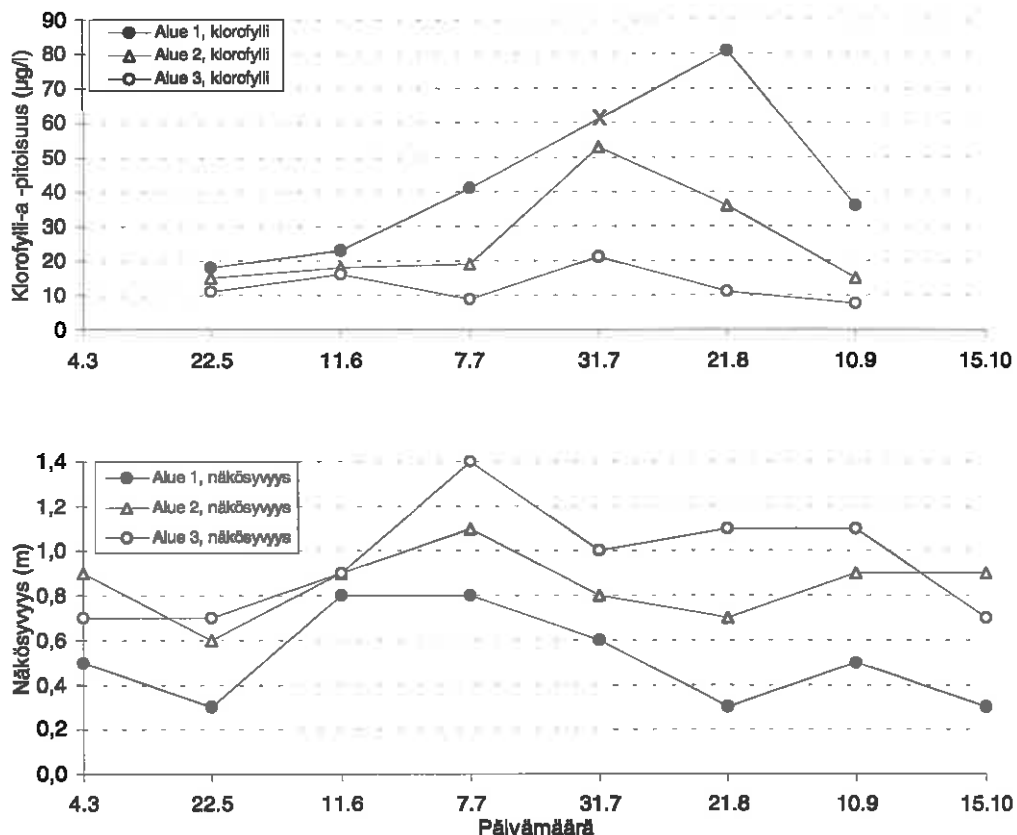
Kuva 79. Hiidenveden kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g} / \text{l}$) vuonna 1997 alueilla 1, 2 ja 3. Pintavesi (pylväät) ja alusvesi (pisteviivat).

Kasvukauden fosfaattifosforipitoisuudet pintavedessä olivat suurimmat alueella 1 (välillä 5 - 15 $\mu\text{g} / \text{l}$). Alueella 2 fosfaattifosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 5 - 11 ja alueella 3 välillä 3 - 4 $\mu\text{g} / \text{l}$. Epäorgaanisen tyypin pitoisuudet olivat korkeimmat alueella 3 (välillä 270 - 352 $\mu\text{g} / \text{l}$). Alueella 1 pitoisuus vaihteli välillä 12 - 106 ja alueella 2 välillä 213 - 280 $\mu\text{g} / \text{l}$.

Laskeva rehevyystilanne alueelta 1 alueelle 3 näkyi myös vuoden 1997 klorofylli-havainnoissa (kuva 80): pitoisuudet olivat selvästi korkeimmat alueella 1 (vaihteluväli 18 - 81 $\mu\text{g} / \text{l}$) ja matalimmat alueella 3 (vaihteluväli 8 - 21 $\mu\text{g} / \text{l}$). Alueella 2 klorofylli vaihteli välillä 15 - 53 $\mu\text{g} / \text{l}$. Vuoteen 1995 verrattuna klorofylli-a-pitoisuudet olivat alueilla 1 ja 2 suurempia ja alueella 3 samalla tasolla.

Kasvukaudella 1997 näkösyvyys oli suurin alueella 3 (vaihteluväli 0,7 - 1,4 m), ja pienin alueella 1 (vaihteluväli 0,3 - 0,8 m) alueella 2 näkösyvyys vaihteli välillä 0,6 - 1,1 m. Alueella 1 näkösyvyys oli suurin kesä - heinäkuussa ja pienin touko- ja elo-

kuussa, alueella 2 näkösyvyys oli suurin heinäkuun alussa ja pienin toukokuussa, alueella 3 näkösyvyys oli suurin heinäkuun alussa ja pienin maalisi- ja toukokuussa. Vuonna 1997 ensimmäiset sinileväkukinnat havaittiin heti juhannuksen jälkeen ja viimeiset havainnot olivat lokakuulta. Valtalajeina olivat yleensä *Anabaena*-suvun lajit. Sinileväkukinnat olivat vielä voimakkaampia kuin kahtena edellisessä vuonna.



Kuva 80. Hiidenveden klorofylli-a -pitoisuus (ylempi kuva) ja näkösyvyys (alempi kuva) vuonna 1997 alueilla 1, 2 ja 3. X = puuttuva havainto.

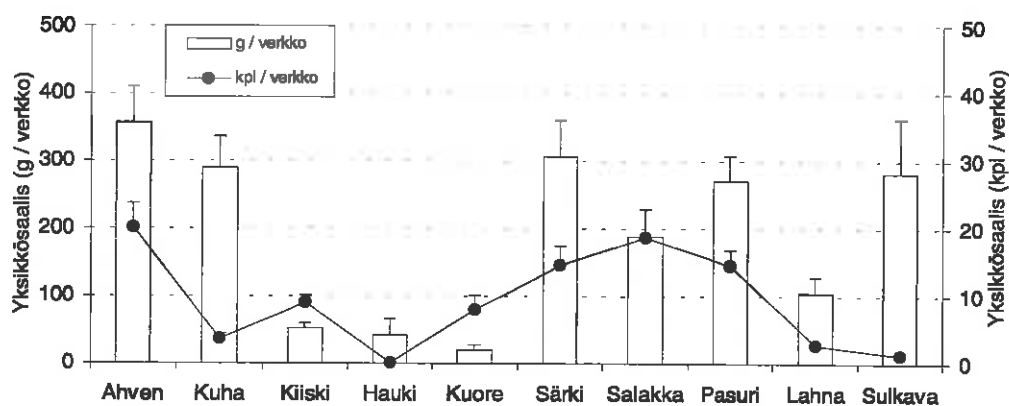
5.9.5. Vuoden 1997 verkkokoekalastukset

Kokonaisyksikkösaalis (Taulukko 24) koko Hiidenveden osalta oli melko pieni verrattuna tänä kesänä tehtyyn vastaavanlaiseseen verkkokoekalastukseen Enäjärvellä (1927 g / verkko vs. 2677 g / verkko). Alueittain tarkasteltuna yksikkösaalis kuitenkin kasvoi Hiidenveden koillisosiin mentäessä: alueeseen 3 (1165 g / verkko) verrattuna, alueella 2 (2465 g / verkko) yksikkösaalis oli kaksinkertainen ja alueella 1 (3513 g / verkko) kolminkertainen ja selvästi suurempi kuin Enäjärvellä (2677 g / verkko).

Taulukko 24. Hiidenveden koeverkkoosaaliit vuonna 1997 alueittain ja koko järven osalta (Yht.). Hiidenvedellä kalastettiin 16.7., 17.7., 29.7., 30.7., 13.8., 14.8., 20. 8. ja 21.8. (yhteensä 80 -yleiskatsausverkkoystä). Taulukon ylemmässä osassa paino- ja alemmassa lukumäärätiedot. Painoprosentti = saalislajin osuus saaliin kokonaispainosta, painoyksikkösaalis = g / verkko, Lukumääräprosentti = saalislajin osuus saaliin kokonaislukumäärästä, lukumääräyksikkösaalis = lkm / verkko. A 1 = alue 1 jne. Kokonaisyksikkösaalis (g tai lkm / verkko) löytyy Yhteensä -riviltä g tai lkm / verkko -sarakeesta. Lajikohtaisten tietojen alla tiedot särkikalasta (särki, sorva, salakka, pasuri, lahna, sulkava ja toutain), ahvenkaloista (ahven, kuha, kiiski), sekä petokaloista (yli 15 cm pituiset ahvenet, kaikki kuhat, hauet, mateet ja toutaimet).

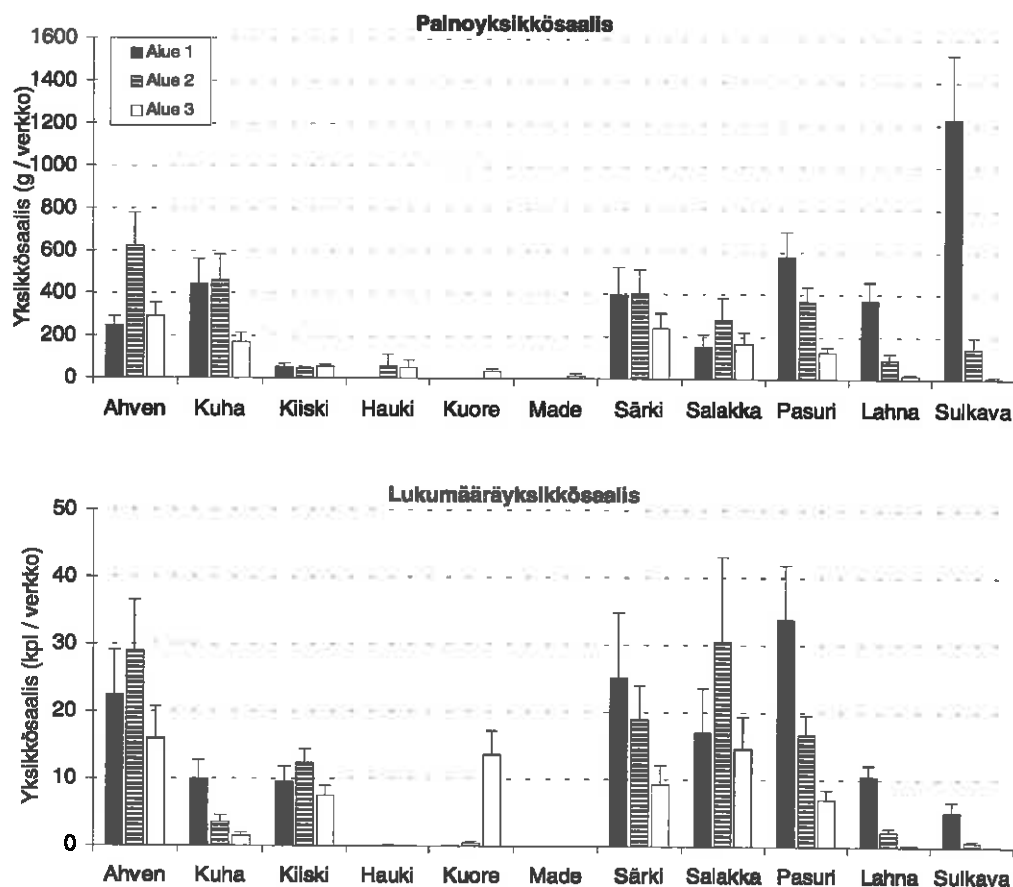
Laji	Paino (kg)				Painoprosentti				Painoyksikkösaalis			
	A 1	A 2	A 3	Yht.	A 1	A 2	A 3	Yht.	A 1	A 2	A 3	Yht.
Ahven	4,0	11,2	13,4	28,5	7,0	25,3	25,0	18,5	246,8	622,4	290,7	356,5
Kuha	7,1	8,3	7,8	23,2	12,6	18,7	14,5	15,0	442,4	461,2	168,9	289,4
Kiiski	0,8	0,8	2,5	4,2	1,5	1,8	4,7	2,7	52,4	44,9	54,6	52,0
Hauki	0,0	1,0	2,3	3,3	0,0	2,3	4,2	2,1	0,0	56,9	49,4	41,2
Kuore	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0	0,0	2,9	1,0	0,1	0,8	34,3	19,9
Made	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	1,0	0,4	0,0	0,0	11,8	6,8
Särki	6,3	7,3	10,9	24,5	11,3	16,4	20,4	15,9	396,4	402,9	237,9	306,7
Sorva	0,3	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0	0,0	0,2	21,2	0,0	0,0	4,2
Salakka	2,4	5,0	7,7	15,1	4,3	11,3	14,3	9,8	150,5	277,4	166,6	188,3
Pasuri	9,3	6,6	5,8	21,7	16,5	14,8	10,9	14,1	578,3	365,3	126,6	270,7
Lahna	6,0	1,6	0,8	8,3	10,6	3,6	1,4	5,4	371,9	89,0	16,5	103,9
Sulkava	19,6	2,6	0,4	22,6	34,9	5,8	0,7	14,6	1225,8	143,8	7,9	282,0
Toutain	0,4	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0	0,3	27,1	0,0	0,0	5,4
Yhteensä	56,2	44,4	53,6	154,2	100,0	100,0	100,0	100,0	3512,9	2464,6	1165,1	1927,1
Särkikalat	44,3	23,0	25,6	92,9	78,9	51,9	47,7	60,3	2771,3	1278,4	555,5	1161,3
Ahvenkalat	11,9	20,3	23,7	55,8	21,1	45,8	44,1	36,2	741,6	1128,5	514,2	697,9
Petokalat	8,4	13,9	14,7	37,0	14,9	31,3	27,4	24,0	524,6	771,2	319,6	462,2
Laji	Lukumäärä				Lukumääräprosentti				Lukumääräyksikkösaalis			
	A 1	A 2	A 3	Yht.	A 1	A 2	A 3	Yht.	A 1	A 2	A 3	Yht.
Ahven	359	522	733	1614	16,8	25,4	22,9	21,8	22,4	29,0	15,9	20,2
Kuha	158	64	71	293	7,4	3,1	2,2	4,0	9,9	3,6	1,5	3,7
Kiiski	152	222	343	717	7,1	10,8	10,7	9,7	9,5	12,3	7,5	9,0
Hauki	0	2	2	4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Kuore	1	8	625	634	0,1	0,4	19,5	8,6	0,1	0,4	13,6	7,9
Made	0	0	1	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Särki	403	341	423	1167	18,9	16,6	13,2	15,8	25,2	18,9	9,2	14,6
Sorva	1	0	0	1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Salakka	271	548	671	1490	12,7	26,6	20,9	20,1	16,9	30,4	14,6	18,6
Pasuri	540	299	323	1162	25,3	14,5	10,1	15,7	33,8	16,6	7,0	14,5
Lahna	167	39	10	216	7,8	1,9	0,3	2,9	10,4	2,2	0,2	2,7
Sulkava	82	12	3	97	3,8	0,6	0,1	1,3	5,1	0,7	0,1	1,2
Toutain	1	0	0	1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Yhteensä	2135	2057	3205	7397	100,0	100,0	100,0	100,0	133,4	114,3	69,7	92,5
Särkikalat	1465	1239	1430	4134	68,6	60,2	44,6	55,9	91,6	68,8	31,1	51,7
Ahvenkalat	669	808	1147	2624	31,3	39,3	35,8	35,5	41,8	44,9	24,9	32,8
Petokalat	166	96	115	377	7,8	4,7	3,6	5,1	10,4	5,3	2,5	4,7

Kaikki pyyntialueet huomioon ottaen ahven oli runsain saalislaji sekä painonsa, että lukumääränsä puolesta (kuva 81). Biomassaltaan seuraavaksi runsaimmat lajit olivat särki, kuha, sulkava ja pasuri, sekä lukumäärältään salakka, särki, pasuri ja kiiski.



Kuva 81. Hiidenveden vuoden 1997 verkkokoekalastuksen tärkeimpien lajien yksikkösaaliit. Pylväät = g / verkko ja pisteviiva = kpl / verkko. Hajoitajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

Verrattaessa eri alueiden yksikkösaaliita (kuva 82), särkikalojen (salakkaa lukuunottamatta) saaliit ovat suurimmat alueella 1 ja pienimmät alueella 3. Ahvenkaloista ahvenen ja kiiskan yksikkösaaliit olivat suurimmat alueella 2. Kuhan lukumääräyksikkösaalis oli suurin alueella 1 ja painoyksikkösaalis alueella 2. Kuoretta saatiin eniten alueelta 3.

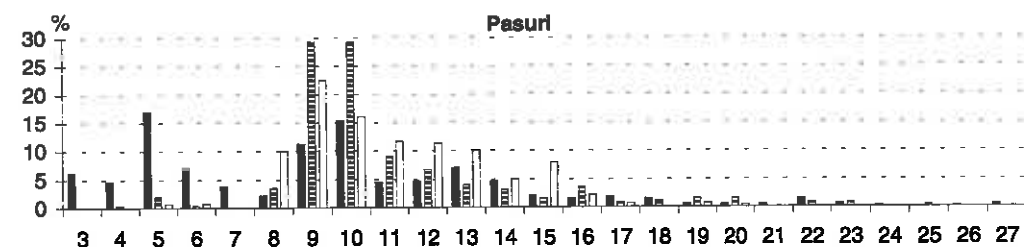
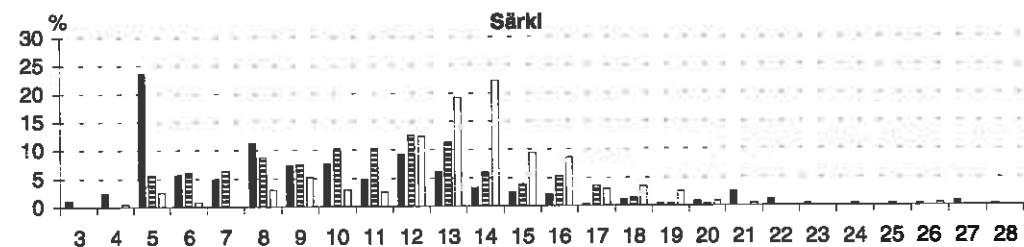
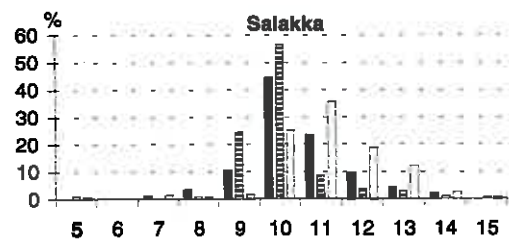
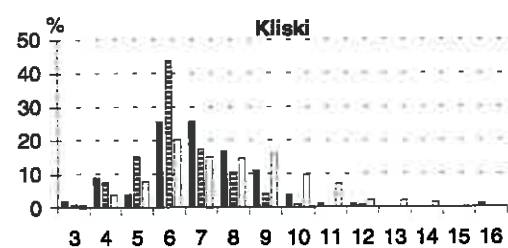
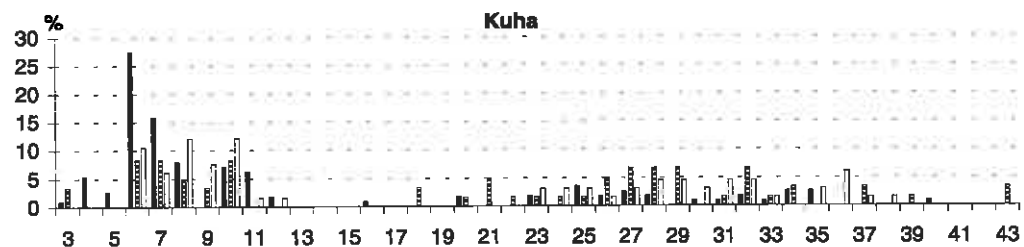
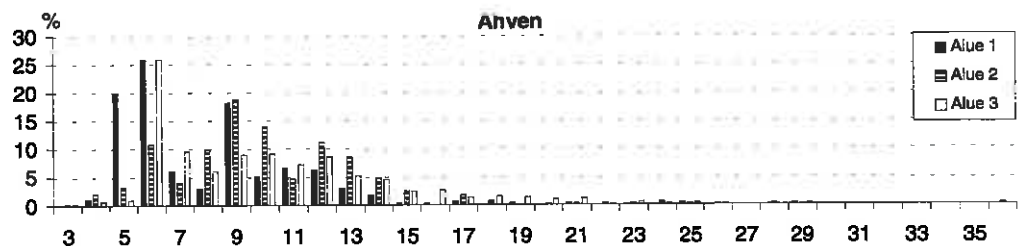


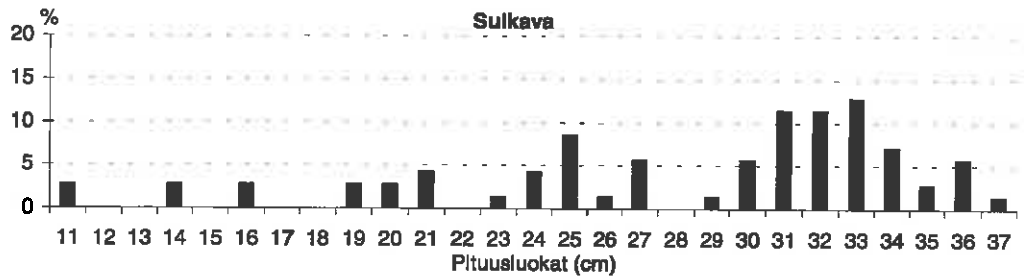
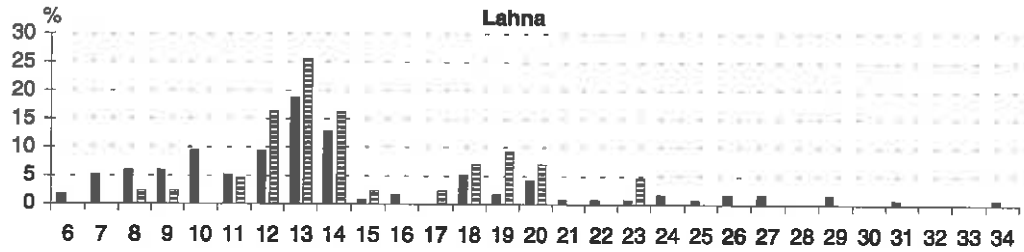
Kuva 82. Hiidenveden vuoden 1997 verkkokoekalastusten yksikkösaaliit alueltain. Mustat pylväät = alue 1, raidalliset pylväät = alue 2 ja valkoiset pylväät = alue 3. Ylempässä kuvassa lukumääräyksikkösaaliit (kpl /

verkko) ja alemmassa kuvassa painoyksikkösaaliit (g / verkko). Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).

Särkikalojen osuus saalispainosta oli Hiidenvedellä koko saaliista tarkasteltuna neljänneksi suurin kaikista kohdejärvistä ja ahvenkalojen paino-osuus viidenneksi suurin. Hiidenveden osien välillä oli kuitenkin suuria eroja (Taulukko 24): särkikalojen paino-osuus kasvaa Hiidenveden syvännealueelta koillisosiin mentäessä. Petokalojen paino-osuus Hiidenvedellä oli suurin kaikista kohdejärvistä. Ahven- ja petokalojen osuus oli Hiidenvedellä pienin alueella 1, ja alueilla 2 ja 3 lähes samansuuruinen.

Pituusjakaumien perusteella ahvenen ja kuhan lisääntyminen on onnistunut tänä vuonna hyvin (kuva 83). Molempien lajien pituusjakaumassa on melko paljon myös suurikokoisia yksilöitä. Särkikalat ovat pääasiassa pienikokoisia sulkavaa lukuunottamatta. Siirryttäessä alueelta 1 alueelle 3 painopiste useimpien särkikalojen pituusjakaumissa siirtyy suurempiin kokoluokkiin.





Kuva 83. Hiidenveden vuoden 1997 verkkokoekalastusten tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat. Pylväät ilmaisevat kunkin 1 cm:n kokoluokan prosenttiosuutta lajin kaikista mitatuista yksilöistä pyyntialueella. Mustat pylväät = alue 1, raidalliset pylväät = alue 2 ja valkoiset pylväät = alue 3. Mitattujen kalojen lukumäärät aluella 1, 2 ja 3: ahven (1: 270, 2: 396, 3: 580), kuha (1: 113, 2: 60, 3: 66), kiiski (1: 102, 2: 146, 3: 302), salakka (1: 237, 2: 362, 3: 282), särki (1: 249, 2: 284, 3: 234), pasuri (1: 486, 2: 253, 3: 280), lahna (1: 117, 2: 43) ja sulkava (1: 70). Lahnalta ja sulka-valta ei kalkilta alueilta saatu tarpeeksi yksilöitä pituusjakaumaa varten.

5.9.6. Hoitokalastukset vuonna 1997

Vuonna 1997 Hiidenveden hoitokalastusta tehostettiin ja saalis (Taulukko 25) oli edelliseen vuoteen verrattuna kaksikertainen, lähes 145 tonnia (noin 48 kg / ha). Suurimman osuuden kokonaissaaliin painosta muodostivat salakka, lahna ja särki. Kuoretta oli yli puolet saaliin lukumäärästä. Rysäpyynnin osuus oli 48 % hoitokalastuksen kokonaissaaliista, rysillä saatiin eniten salakkaa, särkeä ja lahnaa. Talvinuottauksen saalis oli 18 % ja avoveden nuottauksen 35 % hoitokalastuksen kokonaissaaliista. Talvinuottauksen tärkeimmät saalislajit olivat kuore, särki ja salakka, ja avoveden nuottauksen sulkava, lahna ja kuore.

Taulukko 25. Hiidenveden hoitokalastussaaalis vuonna 1997 pyyntimuodittain eriteltynä. Talvinuottaus tehtiin aikavälillä 29.1.-25.3. ja pyyntiponnistus oli yhteensä 34 apajaa; avoveden aikaan nuotattiin 14.7. - 2.12. yhteensä 91 apajaa; rysäpyyntiä harjoitettiin 24.4. - 29.10. välisenä aikana 19:llä rysällä. Kg = saaliin paino kiloina, Kpl₁₀₀₀ = saaliin lukumäärän tuhansina yksilöinä, Keskip. = keskipaino (g), Kg % = prosenttiosuus saaliin kokonaispainosta ja Kpl % = prosenttiosuus saaliin kokonaislukumäärästä. Kappalemäärät ja saalispainot on arvioitu otosten perusteella, nuottasaaliin otos oli yhteensä noin 400 kg ja rysäsaaliin n. 3000 kg. Saaliista vapautettiin kuhia n. 8000 kpl, myös saaliiksi saadut hauet vapautettiin. Taulukossa mainittujen lajien lisäksi saaliiksi saatiin siikaa, muikkua, madetta, toutainta ja ankeriasta.

Pyydys Laji		Särki	Sorva	Salakka	Lahna	Pasuri	Sulkava	Ahven	Kiiski	Kuore	Yht.
Talvi- nuot- taus	Kg	6150	-	3420	3100	310	1290	580	515	10330	25695
	Kpl ₁₀₀₀	198,4	-	658,5	51,2	9,0	3,3	32,6	66,1	4895,7	5914,7
	Keskip.	31,0	-	5,2	60,6	34,6	390,9	17,8	7,8	2,1	4,3
	Kg %	23,9	-	13,3	12,1	1,2	5,0	2,3	2,0	40,2	100,0
	Kpl %	3,4	-	11,1	0,9	0,2	0,1	0,6	1,1	82,8	100,0
Avo- veden nuot- taus	Kg	3555	-	7995	10955	725	15740	600	165	10260	49995
	Kpl ₁₀₀₀	191,5	-	1502,8	98,1	44,7	74,4	19,2	50,2	5576,1	7557,0
	Keskip.	18,6	-	5,3	111,7	16,2	211,4	31,2	3,3	1,8	6,6
	Kg %	7,1	-	16,0	21,9	1,5	31,5	1,2	0,3	20,5	100,0
	Kpl %	2,5	-	19,9	1,3	0,6	1,0	0,3	0,7	73,8	100,0
Rysä- pyynti	Kg	14863	1999	16427	11277	10386	6714	5519	369	1521	69076
	Kpl ₁₀₀₀	484,9	14,6	2818,7	98,4	539,8	36,8	285,3	100,1	1457,8	5836,4
	Keskip.	31	137	6	115	19	183	19	4	1	12
	Kg %	21,5	2,9	23,8	16,3	15,0	9,7	8,0	0,5	2,2	100,0
	Kpl %	8,3	0,3	48,3	1,7	9,2	0,6	4,9	1,7	25,0	100,0
Yht.	Kg	24567	1999	27842	25332	11421	23744	6699	1049	22111	144766
	Kpl ₁₀₀₀	874,8	14,6	4980,0	247,6	593,4	114,5	337,1	216,4	11929,7	19308,2
	Keskip.	28	137	6	102	19	207	20	5	2	7
	Kg %	17	1	19	17	8	16	5	1	15	100
	Kpl %	4,5	0,1	25,8	1,3	3,1	0,6	1,7	1,1	61,8	100,0

5.9.7. Yhteenveto

Aikaisemmissa tutkimuksissa todetut veden laatuerot Hiidenveden eri altaiden välillä havaittiin myös vuoden 1997 tutkimuksissa: veden laatu oli selvästi parhain syvänealueella ja heikkeni järven koillisosiin päin. Vuoteen 1995 verrattuna ravinnepitoisuudet olivat jonkin verran korkeampia kaikilla alueilla. Vuoden 1997 verkkokoekalastuksissa havaittiin kalaston koostumuksen poikkeavan eri alueilla: järven koillisosat olivat erittäin särkikalavaltaisia, syvänealueella ahvenkalojen osuus saaliista oli lähes sama kuin särkikalojen. Hoitokalastussaaalis oli yhteensä 145 tonnia (48 kg / ha). Eniten saatiin salakkaa (19,2 %), lahnaa (17,5 %) ja särkeä (17,0 %).

Kirjallisuus

- ANTTILA, R. 1967. Tuusulanjärven hydrografian, kasviplanktonin ja kalaston kehitys 1893-1967 sekä niihin vaikuttaneet tekijät. — Pro-gradu työ. Helsingin yliopiston limnologian laitos. 155 s.
- HIRVONEN, A. JA SALONEN, S. 1995. Ravintoketjukurinon alkutaival Köyliönjärvellä. — *Vesitalous* 3/1995. s. 8-10.
- HORPPILA, J. JA KAIREVALO, T. 1995. Tehokalastuksen suorat ja epäsuorat vaikutukset Vesijärven ekosysteemissä. — *Vesitalous* 3/1995. s. 8-10.
- HORPPILA, J., LUOKKANEN, E. JA KAIREVALO, T. 1994. Enäjärven kunnostusselvitys. — Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus. Moniste. 12 s.
- JÄRNEFELT, H. 1925. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. — *Ann.Zool.Soc. Vanamo* 2. 5:217-223.
- JÄRNEFELT, H. 1937. Ein kleiner Beitrag zur Limnologie des Tuusulanjärvi. — *Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn.* 60:502-515.
- JÄRNEFELT, H. 1956. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. — *Ann.Zool.Soc. Vanamo*, osa 17. 201 s.
- JÄRNEFELT, H. 1958. Weiterer Beitrag zur limnologie des Tuusulanjärvi. — *Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn.* 74:1-17.
- KANSANEN, P. JA PEKKARINEN, M. 1996. Tuusulanjärven sisäinen kuormitus ja mahdollisuudet pilaantuneen sedimentin kunnostamiseen. — *Vesitalous* 3/1996. s. 8-13.
- KESKI-UUDENMAAN VESIENSUOJELUN KUNTAINLIITTO 1984. Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto. Vantaa. 214 s.
- KESKI-UUDENMAAN VESIENSUOJELUN KUNTAYHTYMÄ 1996a. Maatalouden vesiensuojelu ja EU:n ympäristötuet Tuusulanjärven valuma-alueella. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. s. 64.
- KESKI-UUDENMAAN VESIENSUOJELUN KUNTAYHTYMÄ 1996b. Rusutjärven lisävesitarkkailun vuosiyhteenveto — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. s. 6.
- KETTUNEN, J. 1980. Ravinteiden kierto matalassa eutrofisessa järvessä - sovelluskohteena Vihdin Enäjärvi. — Teknillinen korkeakoulu. Vesitekniikan laitos. Julkaisu 20. 155 s.
- KINNUNEN, K. JA KALLIO, T. 1993. Raportti Hattulan Lehijärven tehokalastuskokeilusta. — Lehijärven suojeluyhdistys. Moniste. 7 s.
- KURKILAHTI, M. JA RUUHIJÄRVI, J. 1996. Ryhtiä koeverkkokalastukseen oikealla suunnittelulla. — *Vesitalous* 2/1996. s. 22-25.
- LAMMENS, E.H.R.R., GULATI, R.D., MEIJER, M-L. & VAN DONK, E. (eds.) 1990. The first biomanipulation conference: a synthesis. — *Hydrobiologia* 200/201. s. 619-627.
- LAPPALAINEN, M. 1998a. Pusulanjärven happitilanteen parantamismahdollisuuksia. — *Vesi-Eko Oy. Kuopio.* 8 s.

- LEMPINEN, P. (toim.) 1998. Vihdin Enäjärven kunnostus: Raportti vuosien 1993-1997 toimenpiteistä ja tutkimuksista. Alueelliset ympäristöjulkaisut 78. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki, 99s.
- LEPPÄ, M., RAHKOLA, M. JA KARJALAINEN, J. 1995. Pohjalammen eliöyhteisön muutokset tehokalastuksen seurauksena. — *Vesitalous* 6/1995. s. 42-45.
- LIMNOLOGIAN LAITOS 1980. Rusutjärven tutkimus 2. — Helsingin yliopiston limnologian laitoksen ohjattu järvitutkimus. Moniste. Helsinki.
- MALINEN, T. JA PELTONEN, H. 1996. Optimal sampling and traditional versus moidel based data analysis in acoustic fish stock assesment in Lake Vesijärvi. — *Fisheries research* 26. s. 295-308.
- MARTTINEN, M. 1995. Hiidenveden kalatalous. — Esitelmä Hiidenvesi-seminaarissa 27.9.1995.
- METTINEN, A. 1996. Hiidenveden ja eräiden siihen laskevien vesistönsien yhteistarkkailun pohja-eläintutkimukset vuodelta 1995. — Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 52. 38 s.
- MONTO, M. 1992. Lehijärven ympäristökartoitus. — Hattulan kunta, maatalouslautakunta. 45 s.
- MÄENLUOMA, S. 1997. Äimäjärven suojeluyhdistyksen vuoden 1997 toimintasuunnitelma. — Äimäjärven suojeluyhdistys. Moniste. 2 s.
- NIKANDER, S. 1995. Äimäjärven tila kesällä 1995. — *Opinnäytetyö*. 50 s.
- OLIN, M. JA RASK, M. 1996. Äimäjärven koeverkko- ja nuottakalastukset syksyllä 1996. — *Evon kalantutkimus ja vesiviljely*. Moniste. 11 s.
- ORAVAINEN, R. 1996. Äimäjärven nykytila, kuormituslaskelmat ja kunnostusmahdollisuuksien tarkastelua sekä alustava toimenpideohjelma. — Kokemäenjoen vesistön vesistönsuojeluyhdistys ry. Moniste. 11 s.
- PELTONEN, H. JA RUUHJÄRVI, J. 1996. Kuhasta ei ole yksin ravintoketjun kunnostajaksi. — *Suomen Kalastuslehti* 7-8/1996. s. 18-21.
- RANTA, E. 1992. Nummi-Pusulän pintavesien tila. — Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Lohja. Julkaisu 21.
- RANTA, E. 1997. Yhteenveto Nummi-Pusulän pintavesien seurannasta vuosilta 1994-1996. — Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Lohja. Julkaisu 63.
- RANTA, E., JOKINEN, O. JA KUOSA, H. 1996. Hiidenveden ja eräiden siihen laskevien vesistönsien yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 1995. — Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 53. 27 s.
- SAMMALKORPI, I. 1991. Rusutjärven tehokalastuskokeilu 1986-1990. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto. Moniste. 11 s.
- SALOMAA JA SAVOLA 1996. Enäjärvi-projekti. — *Kunnalliselämä* 1/1996. s. 25-27.
- SALONEN, S., HELMINEN, H. JA SARVALA, J. 1995. Kuhat mukana Köyliönjärven kunnostuksessa. — *Suomen Kalastuslehti* 4/1995. s. 8-11.
- SALONEN, V.-P., ALHONEN, P., ITKONEN, A. & OLANDER, H. 1993. The trophic history of Enäjärvi, SW Finland, with special reference to its restoration problems. — *Hydrobiologia* 268. s. 147-162.
- SARVALA, J., HELMINEN, H. JA HIRVONEN, A. 1995. Ravintoketjukkunnostuksen ekologiset perusteet. — *Vesitalous* 3/1995. s. 1-4.
- SAVOLA, P. 1993. Lehijärven verkkokoekalastus. — Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri. Moniste. 18 s.

- SAVOLA, P. 1995. Raportti Hiidenveden koekalastuksesta ja syysnuottauksesta. — Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri. Moniste. 3 s.
- SAVOLA, P. 1996. Hiidenvesi 2000 projektin hoitokalastusten raportti 1996. — Uudenmaan ympäristökeskus. Moniste 9 s.
- SAVOLA, P. 1997. Pusulanjärven hoitokalastussuunnitelma. — Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki. 17 s.
- SEUNA, P. 1984. Rusutjärvi - paremmaksi vai huonommaksi. Kunnallisliiton tiedotuslehti 4/1984. s. 19-21.
- SOMPPI, K. 1995. Hoitokalastusopas. — Kala- ja riistahallinnon julkaisuja Nro 12. 63 s.
- TAPONEN, T. 1997. Vihdin Enäjärven ulkoinen ja sisäinen fosfori- ja typpikuormitus 1994-1995. — Helsingin yliopisto, Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Pro-gradu-tutkielma. 47 s.
- UOTILA, P., HAAPANEN A. JA UOTILA M. 1977. Hattulan luonnonsuojelu-inventointi ja suositukset toimenpiteiksi. — Hattulan luonnonsuojelutoimikunta. 109 s.
- VILLA, L. 1996. Haitalliset leväkukinnat Uudellamaalla vuonna 1996. — Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki. 17 s.
- VÄÄRISKOSKI, J. 1992. Etu- ja Takajärvien kunnostus. — Helsingin vesi ja ympäristöpiiri. Tn:o 302, Hevy 1.1. 14 s.
- WESTERLING, H. JA ORAVAINEN, R. 1975. Lehijärven tarkkailuohjelma — Kokemäenjoen vesistön vesistönsuojeluyhdistys ry. Moniste. 3 s.
- WESTERLING, H. JA ORAVAINEN, R. 1995. Lehijärven tarkkailutulokset vuodelta 1995 — Tampere, Kokemäenjoen vesistön vesistönsuojeluyhdistys ry. Moniste. 6 s.