



# Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006

Marjo Tarvainen  
Anne-Mari Ventelä



PYHÄJÄRVI  INSTITUUTTI

# Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006

2007

Marjo Tarvainen  
Anne-Mari Ventelä



Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja  
Sarja B nro 14  
Eura 2007

Painos 1300 kpl

*Julkaisija*

Pyhäjärvi-instituutti, Ruukinpuisto, Sepäntie 7, 27500 Kauttua (EURA)

Puh. (02) 838 0600, fax (02) 838 0660

sähköposti: [p-i@pyhajarvi-instituutti.fi](mailto:p-i@pyhajarvi-instituutti.fi)

[www.pyhajarvi-instituutti.fi](http://www.pyhajarvi-instituutti.fi)

Julkaisu on saatavana sähköisessä muodossa osoitteissa:

[www.pyhajarvi-instituutti.fi](http://www.pyhajarvi-instituutti.fi)

[www.pyhajarvensuojelu.net](http://www.pyhajarvensuojelu.net)

ISBN 978-952-9682-46-1 (nid.)

ISBN 978-952-9682-48-5 (PDF)

ISSN 1459-5788

Kuvat: Pyhäjärven suojelurahasto

Kartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 912/MML/07,

© Maanmittauslaitos, lupa nro 7/MYY/07

Eura Print Oy 2007

## Saatteeksi

Säkylän Pyhäjärvi on Lounais-Suomen suurin järvi, jolla on alueen asukkaille, kunnille ja teollisuudelle suuri merkitys. Pyhäjärven vedenlaatu on 1980-luvulta asti ollut uhattuna ulkoisen ravinnekuormituksen aiheuttaman rehevöitymisen vuoksi. Turvatakseen tarvittavat Pyhäjärven suojelutoimet ja niiden tarvitseman rahoituksen perustivat alueen toimijat vuonna 1995 Pyhäjärven suojelurahaston Pyhäjärvi-instituutin yhteyteen. Rahaston jäseniä ovat alueen kunnat, suurimmat teollisuuslaitokset ja yhdistykset. Pyhäjärven suojelutoimien tarkoituksena on ollut turvata Pyhäjärven hyvä vedenlaatu, joka mahdollistaa järven virkistys-, kalastus- ja raakavesikäytön myös tulevaisuudessa.

Rahaston ensimmäinen toimikausi alkoi vuonna 1995 ja päättyi 1999. Toimikauden tavoitteena oli Pyhäjärven rehevöitymiskehityksen pysäyttäminen. Koska rehevöityminen oli seurausta pitkään jatkuneesta liiallisesta ravinnekuormituksesta, painottuivat vesiensuojelutoimet erityisesti valuma-alueelta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen. Toimikauden lopulla arvioitiin, että Pyhäjärven fosforikuormitus oli laskenut noin 20 %, mutta suojelutyön jatkaminen nähtiin tarpeelliseksi. Pyhäjärven suojelurahaston jäsenet allekirjoittivat 18.8.1999 sopimuksen toisesta toimikaudesta, jonka kesto oli seitsemän vuoden mittainen (1.1.2000–31.12.2006). Suojelutyön painopistettä siirrettiin nyt valuma-alueesta järveen. Toimikauden aikana toteutettiin muun työn lisäksi useita suuria ja pienempiä hankkeita, jotka mahdollistivat mm. vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttamisen, tehokkaan hoitokalastuksen sekä tutkimustyön järven historiasta ja sen erilaisista prosesseista.

Tähän yleistajuiseen raporttiin on koottu tietoa suojelu- ja kunnostustyöstä, toteutetuista hankkeista, tehdyistä toimenpiteistä ja niiden vaikutuksista Pyhäjärven vedenlaatuun rahaston toisen toimikauden aikana. Raportti sisältää myös arvion muutamien vesistökuormitukseen vaikuttavien maatalouden toimenpiteiden vaikutuksesta Yläneenjoen kuormitukseen. Raportin kohderyhmiä ovat Pyhäjärven suojelutyön rahoittajat, järven vaikutusalueella asuvat ihmiset, järvien kunnostustyötä tekevät, viranomaiset, hanketoimijat ja tutkijat. Tämä raportti toteutettiin Pyhäjärven suojelurahaston 'Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006 raportointi' hankkeessa, joka sai Satakuntaliitolta Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoituksen. Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat ympäristösuunnittelija Anne Savola Satakuntaliitosta, vesistötoimialan päällikkö Anne-Mari Ventelä Pyhäjärvi-instituutista, toiminnanjohtaja Teija Kirkkala Pyhäjärvi-instituutista, professori Jouko Sarvala Turun yliopistosta ja erikoissuunnittelija Harri Helminen Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta.

Pyhäjärven suojelutyö on tuottanut tulosta ja vedenlaadussa on havaittu selvää paranemista, mutta ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset sadannassa ja kuormituksessa uhkaavat saavutettua hyvää tilaa. Vesiensuojelu vaatiikin pitkäjänteistä työtä ja Pyhäjärven suojelurahaston kolmas toimikausi jatkuu Pyhäjärven suojeluohjelmana vuosina 2007–2013 osana Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialaa. Kolmannen toimikauden päätavoite on ylläpitää ja turvata Pyhäjärven hyvä tila vuosina 2007–2013.

Eurassa joulukuussa 2007

Teija Kirkkala  
Toiminnanjohtaja  
Pyhäjärvi-instituutti

# PYHÄJÄRVEN SUOJELUTYÖ 2000–2006

## SISÄLTÖ

Tiivistelmä

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Toimintaympäristö .....</b>	<b>2</b>
2.1 Pyhäjärven suojelutyö .....	2
2.2 Laajempi vesienhoitotyö .....	3
<b>3 Hankkeet.....</b>	<b>5</b>
3.1 Rahaston hallinnoimat hankkeet .....	5
3.2 Yhteistyöhankkeet.....	8
<b>4 Valuma-alueen toimet.....</b>	<b>11</b>
4.1 Jätevedet.....	11
4.2 Maatalouden vesiensuojelukohteet ja -toimenpiteet .....	12
4.3 SWAT-mallin soveltaminen Yläneenjoen valuma-alueelle .....	15
4.4 Vesiensuojelukohteiden toimivuus .....	21
4.5 Tilakohtainen neuvontatyö.....	27
4.6 Rantojen kehittäminen .....	27
4.7 Kyläsuunnitelmat .....	28
4.8 Muut toimet.....	29
<b>5 Hoitokalastus .....</b>	<b>30</b>
5.1 Hoitokalastuksen valmistelu .....	31
5.2 Hoitokalastus.....	31
5.3 Hoitokalastuksen vaikutukset.....	34
5.3.1 Vedenlaatu ja ravintoverkko .....	34
5.3.2 Kalasto .....	36
5.4 Muu toiminta.....	38
5.5 Hoitokalastuksen tulevaisuus .....	39
<b>6 Tiedotus ja koulutus .....</b>	<b>40</b>
<b>7 Tutkimus.....</b>	<b>42</b>
7.1 Rahaston hallinnoimat hankkeet .....	42
7.2 Yhteistyöhankkeet.....	44
7.3 Tutkimuksen yhteistyötahot.....	46
<b>8 Pyhäjärven tila ja tulevaisuus.....</b>	<b>48</b>
8.1 Ulkoinen ravinnekuormitus ja vedenlaatu.....	48
8.1.1 Yleinen kehitys .....	48
8.1.2 Vuosikohtainen tarkastelu.....	54
8.2 Tulevaisuus .....	58
8.2.1 Ilmastonmuutoksen aiheuttamat haasteet .....	58
8.2.2 Pyhäjärven suojelutyö jatkuu.....	58
<b>Liitteet .....</b>	<b>58</b>
Liite 1: Vesiensuojelukohteet .....	59
Liite 2: Kartta Pyhäjärven valuma-alueen vesiensuojelutoimista.....	70
Liite 3: Pyhäjärven julkaisuluettelo .....	71

## Tiivistelmä

Pyhäjärven suojelutyön tarkoituksena on ollut turvata hyvä vedenlaatu, jotta järven virkistys-, kalastus- ja raakavesikäyttö on mahdollista myös tulevaisuudessa. Pyhäjärvi on Lounais-Suomen suurin järvi, jolla on alueen asukkaille, kunnille ja teollisuudelle suuri merkitys. Pyhäjärven suojelurahasto on toteuttanut suojelutoimia vuodesta 1995 alkaen yhteistyössä rahaston jäsenten, ympäristöviranomaisten, maa-, metsä- ja kalatalouden harjoittajien, yritysten, elinkeinoja kehittävien viranomaisten ja tutkimus- ja koulutuslaitosten kanssa. Tähän raporttiin on koottu tietoa toisen toimikauden aikana (2000–2006) tehdystä suojelu- ja kunnostustyöstä, toteutetuista hankkeista, toimenpiteistä ja niiden vaikutuksista Pyhäjärven ulkoiseen ja sisäiseen kuormitukseen sekä vedenlaatuun.

Ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi Pyhäjärven suojelurahasto osallistui jätevesien suunnittelu- ja kehitystoimintaan sekä painotti tiedotuksen ja neuvonnan tärkeyttä. Valuma-alueelle rakennettiin muutamia uusia vesiensuojelukohteita, mutta vanhojen kohteiden kunnostamiseen ryhdyttiin panostamaan entistä enemmän. Kuormituksen vähentämiseksi olemassa olevia vesiensuojelukeinoja, mm. suojavyöhykkeitä, on kuitenkin hyödynnettävä entistä paremmin. Ilmastonmuutos tuo vesiensuojelutyöhön uusia haasteita, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan uusia innovaatioita kuormituksen hallintaan. Tarjoamalla tilakohtaista neuvontaa kannustettiin hakemaan vesiensuojelua tukevia maatalouden erityisympäristötukia. Ranta-alueita kehitettiin ja kunnostettiin virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseksi. Yhteistyössä asukkaiden kanssa jatkettiin kyläsuunnitelmien laadintaa. Vesiensuojelutyössä panostettiin myös avoimeen ja laajaan tiedotustoimintaan.

Pyhäjärven nuottakunnat toteuttavat ammattimaisen muikun kalastuksen ohessa Pyhäjärven hoitokalastusta, johon panostettiin varsinkin vuosina 2002–2004, jolloin hoitokalastussaalista saatiin yhteensä 1 061 159 kg. Tärkeimmät saalislajit olivat kiiski, ahven ja särki. Hoitokalastusjakson tärkeimmät saavutetut tulokset olivat vedenlaadun suhteellinen paraneminen ja muikkukannan elpyminen. Hoitokalastuksen vedenlaatuvaikutusten arviointia vaikeutti tehokkaan kalastuksen kanssa samaan aikaan alkanut poikkeuksellisen kuiva jakso, joka alensi merkittävästi maalta tullutta fosforikuormitusta ja johti myös Pyhäjärven veden kokonaisfosforitason laskuun vuosina 2002–2004. Samanaikaisesti muikkukanta elpyi, osittain hoitokalastuksen seurauksena, osittain suotuisten luonnonolojen ansiosta.

Läheinen yhteistyö tutkimuksen toteuttajien ja paikallisten vesiensuojelun parissa toimivien tahojen välillä on mahdollistanut uuden tiedon tehokkaan hyödyntämisen suojelutyössä. Ravinnekuormituksessa on ollut paljon vuosien välistä vaihtelua, koska kuormituksen määrä on kytkeytynyt voimakkaasti sadantaan ja jokien virtaamiin. Jokien tuoma fosforikuormitus on viime vuosina ollut enimmäkseen alhainen ja poikkeuksellisen alhainen se oli hyvin kuivina vuosina 2002 ja 2003. Sen sijaan hyvin leudot ja runsassateiset talvet aiheuttivat ennätysmäiset kuormitukset vuosina 2000 ja 2006, jolloin vuosikuormitukset olivat korkeampia kuin kertaakaan 1990-luvulla. Pyhäjärven vedenlaadussa on ollut havaittavissa selkeää parantumista 2000-luvulla. Avovesikauden kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja klorofylli-a-pitoisuudet laskivat varsinkin vuosina 2000–2004, mutta nousivat jälleen korkeammiksi vuosina 2005 ja 2006.

Pyhäjärven suojelutyö on tuottanut tulosta ja vedenlaadussa on havaittu selvää paranemista, mutta ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset sadannassa ja kuormituksessa uhkaavat saavutettua hyvää tilaa. Vesiensuojelu vaatiikin pitkäjänteistä työtä ja Pyhäjärven suojelurahaston kolmas toimikausi jatkuu Pyhäjärven suojeluohjelmana vuosina 2007–2013 osana Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialaa.

Raportti on tehty osana Pyhäjärvi-instituutin hallinnoimaa Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006-hanketta, joka sai Satakuntaliitolta Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoituksen.

# 1 Johdanto

Pyhäjärven hyvä tila on elinehto koko alueen kilpailukyvn ja elinvoimaisuuden kannalta. Monien elinkeinojen harjoittaminen vaatii puhdasta vettä. Pyhäjärvisuudulla erityisesti keskeisessä asemassa olevien maatalouden, elintarvike- ja paperiteollisuuden vedenlaatuvaatimukset ovat korkeat. Myös kalastus- ja matkailuelinkeino tuovat alueelle toimeentuloa, joiden elinehtona on Pyhäjärven vedenlaadun säilyminen vähintään nykyisellä tasolla. Puhtaan talousveden turvaaminen asukkaille tuo myös vaatimuksia vedenlaadun suhteen, sillä Pyhäjärven pintavedestä valmistetaan tekopohjavettä Eurassa. Pyhäjärven suojelutyöllä pyritään vesiluonnon säilyttämisen ja turvaamisen lisäksi takaamaan myös vedestä riippuvien elinkeinojen tulevaisuus ja alueen hyvä kilpailukyky kiristyvillä markkinoilla.

Lounaisen Suomen vähävetisillä alueilla yksittäisten vesistöjen merkitys korostuu, mikä painottaa vesiensuojelun hyväksi tehtävän työn tärkeyttä. Valuma-alueella tehdyin työn merkitys heijastuu myös merialueen tilaan. Pyhäjärvi laskee Eurajokea pitkin Selkämereen, joten Pyhäjärven ravinnekuormituksen vähentämisellä vaikutetaan myös merialueen tilaan.

Pyhäjärven rehevöitymisen syynä on vuosikymmeniä jatkunut liiallinen ravinnekuormitus. Suuri osa ravinteista on peräisin järven valuma-alueelta, mutta myös ilman kautta pölyn ja sateiden mukana tuleva kuormitus on merkittävää. Ihmistoiminnan aiheuttama ravinnekuormitus kasvoi jo 1950-luvulla, mutta järvi pystyi vuosikymmeniä puskuroimaan kuormituksen vaikutukset. Järven rehevöityminen eteni 1990-luvulla voimakkaasti ja etenkin viime vuosikymmenen aikana yleistyneet lauhat talvet ovat vaikuttaneet kielteisesti järven tilaan. Kahdessa edellisessä ympäristöhallinnon käyttökelpoisuusluokituksessa Pyhäjärven vedenlaatu on kuitenkin luokiteltu edelleen hyväksi. Pitkäjänteisen vesiensuojelutyön jatkaminen on välttämätöntä, jotta tilanne pysyisi hyvänä ja tarvittaessa voitaisiin nopeasti reagoida muuttuneisiin olosuhteisiin. Vesiensuojelutoimenpiteiden päätösten tueksi tarvitaan vankkaa tutkimustietoa sekä yleisesti että erityisesti Pyhäjärvestä, jotta ymmärrettäisiin muutosten syyt ja voitaisiin valita oikeanlaiset toimenpiteet.

## Pyhäjärvi ja sen valuma-alue

Pyhäjärven pinta-ala	154 km <sup>2</sup>
Keskisyvyys	5,4 m
Suurin syvyys	26 m
Veden viipymä	> 4 vuotta
Valuma-alueen pinta-ala	461 km <sup>2</sup>

Yläneenjoen ja Pyhäjoen valuma-alueet (234 ja 78 km<sup>2</sup>) muodostavat lähes 70 % Pyhäjärven valuma-alueesta. Valuma-alueesta noin puolet on metsää ja runsas viidennes peltoa. Yläneenjoen valuma-alueella peltojen osuus on 27 % ja Pyhäjoen alueella 23 %. Järven lähivaluma-alue on metsäisempi, peltoa on vain 14 %.

## 2 Toimintaympäristö

### 2.1 Pyhäjärven suojelutyö

Pyhäjärven suojelutyö on alusta asti ollut monien eri tahojen yhteistyötä, johon on osallistunut toimijoita sekä Varsinais-Suomesta että Satakunnasta. Pyhäjärven suojelurahaston jäseniä ovat alueen kunnat, suurimmat teollisuuslaitokset ja yhdistykset. Sopimuksen toisesta toimikaudesta allekirjoittivat seuraavat tahot:

Euran kunta  
Säkylän kunta  
Yläneen kunta  
Oripään kunta  
Alastaron kunta  
Kiukaisten kunta  
Rauman kaupunki  
Turun kaupunki  
Ahlström Kauttua Oy  
Jujo Thermal Oy  
Lännen Tehtaat Oyj  
Sucros Oy  
UPM-Kymmene Oyj  
HK Ruokatalo Oy  
Puolustusministeriö (- 2005)  
Pyhäjärven kalastusalue  
Pyhäjärven suojeluyhdistys ry  
Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry

Rahaston ylimpänä päättävänä elimenä on valtuuskunta, johon rahaston jäsenistä Euran ja Säkylän kunnat nimeävät kaksi jäsentä ja muut kukin yhden. Valtuuskunta kokoontuu vuosittain kaksi kertaa. Rahaston toimintaa, hallintoa ja taloutta johtaa puolestaan yhdeksänjäseninen valtuuskunnan nimeämä johtoryhmä, joka kokoontuu noin viisi kertaa vuodessa. Rahaston toiminnan suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaa rahaston projektipäällikkö (kolmannella toimikaudella Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialan päällikkö). Pyhäjärven suojelurahaston talous- ja yleishallinnosta vastaa rahaston projektipäällikkö yhteistyössä Pyhäjärvi-instituutin toiminnanjohtajan kanssa. Toiminnan toteuttamiseen on osallistunut myös Pyhäjärvi-instituutin eri alojen asiantuntijoita sekä harjoittelijoita ja kesätyöntekijöitä.

Pyhäjärven suojelutyötä tehdään yhteistyössä rahaston jäsenten, ympäristöviranomaisten, maa-, metsä- ja kalatalouden harjoittajien, yritysten, elinkeinoja kehittävien viranomaisten ja tutkimus- ja koulutuslaitosten kanssa. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Satakunnan ja Varsinais-Suomen työvoima- ja elinkeinokeskukset ja Pyhäjärven suojelurahasto ovat allekirjoittaneet keskinäisen sopimuksen siitä, että kukin taho yhteistyössä ja kukin omalta osaltaan edistää Pyhäjärven suojelurahaston perustamissopimuksessa mainittujen tavoitteiden toteuttamista. Lisäksi suojelutyössä on pidetty tärkeänä toimien asukaslähtöisyyttä ja asukkaiden panostus onkin ollut merkittävää.

Valtion osallistuminen Pyhäjärven suojeluprojektiin näkyy erityisesti maatalouden ympäristönsuojelussa, vedenlaadun ja vesistön tilan kuormituksen seurannassa ja tutkimuksessa. Ministeriöiden, EU-ohjelmien ja Suomen Akatemian kautta on ohjautunut myös merkittävä määrä hankerahoitusta suojelutoimiin ja tutkimukseen. Kunnat osallistuvat vesiensuojelutoimiin esimerkiksi tehostamalla haja-asutuksen jätevesien käsittelyä. Kunnat, Pyhäjärven kalastusalue ja ammattikalastajat ovat mukana vajaasti hyödynnetyn kalan kalastuksen ja



elinkeinokalatalouden kehittämisessä ja Pyhäjärven suojeluyhdistys osallistuu tiedotus- ja valistustoimintaan. Turun yliopistolla ja muilla korkeakouluilla on merkittävä rooli Pyhäjärvellä suoritettavassa tutkimustyössä.

## 2.2 Laajempi vesienhoitotyö

Pyhäjärven suojelutyöllä on yhteyksiä myös laajempaan vesienhoitotyöhön sekä alueellisella että kansallisella tasolla. Paikallisen Pyhäjärven kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma on vaikuttanut Pyhäjärven suojeluun. Myös Turun vesi- ja ympäristöpiirin (nykyisin Lounais-Suomen ympäristökeskus) 1990-luvun alussa käynnistämät Pyhäjoen ja Yläneenjoen vesiensojelutyöryhmät olivat merkittävä viranomaisten ja valuma-alueen toimijoiden ja asukkaiden välinen yhteistyömuoto, joka loi pohjaa valuma-alueen vesiensuojelutyölle.

Maakunnallisella tasolla vesienhoitoyhteistyötä on edistänyt Satakunnan vesistöohjelma SATAVESI. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Satakuntaliitto ja Satakunnan työvoima- ja elinkeinokeskus allekirjoittivat keväällä 2002 aiesopimuksen Satakunnan vesistöjen tilan parantamiseksi. Sopimuksen tavoitteita toteuttamaan käynnistettiin Satakunnan vesistöohjelma SATAVESI vuosiksi 2002–2006. Ohjelma sai myöhemmin jatkoa vuosille 2007–2013. Toiminnan tavoitteena on saattaa vesistöjen parissa toimivat tahot yhteen pohtimaan vesistöjen tilan parantamiseen liittyviä ongelmia ja ratkaisuja niihin. Toiminnassa on ollut mukana kymmenien eri tahojen edustajia yhteiskunnan eri sektoreilta. Ohjelma on edistänyt konkreettisten vesistöhankkeiden toteutusta ideoimalla, osallistumalla suunnitteluun ja tarjoamalla tukea hankkeiden toteuttajille mm. yhteistyökumppaneiden ja rahoituksen etsimisessä.

SATAVESI-ohjelma on edistänyt Pyhäjärven suojelutyötä ja Pyhäjärven suojelurahasto on osallistunut aktiivisesti ohjelman työryhmien toimintaan. Työryhmissä on pohdittu Pyhäjärven suojelun kannalta tärkeitä kysymyksiä liittyen mm. ilmastonmuutokseen ja ympäristötietoisuuden lisäämiseen Satakunnassa. Vuonna 2007 käynnistyivät uuden SATAVESI-ohjelman (2007–2013) työryhmät. Pyhäjärven suojelurahasto osallistuu lähinnä Eurajoen-Lapinjoen kehittämisohjelmatyöryhmään sekä teemaryhmien toimintaan (tutkimus, menetelmät ja tekniikka, ympäristötietoisuus ja -kasvatus).

Pyhäjärven suojelutyöllä on yhteyksiä moniin ohjelmiin. Suojelutyö on edistänyt Lounais-Suomen ympäristöohjelmaa 2005 tavoitteiden saavuttamista ja edistää edelleen Lounais-Suomen ympäristöohjelmaa 2007–2012. Valtakunnallisesti merkittäviä työn ohjaajia ovat olleet valtioneuvoston periaatepäätökset Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005 ja Vesiensojeluun suuntaviivat vuoteen 2015.

Monet EU:n rakennerahastot ovat olleet merkittäviä vesiensuojelutyön rahoittajia, joista Pyhäjärven suojelutyölle tärkeimmät olivat Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR) ja Kalatalouden ohjausrahasto (KOR). Tavoiteohjelmista toteutettiin tavoite 2 -ohjelmaa ja alueellista maaseudun kehittämisohjelmaa (ALMA). Lisäksi työhön vaikuttivat Pyhäjärvisuodun kehittämisyhdistyksen toimintaohjelma vuosille 2001–2006 ja Satakunnan maakuntaohjelma 2003–2006.

Vesien tilan parantamiseksi säädettiin vuoden 2004 lopussa laki vesienhoidon järjestämisestä. Laki ja sitä täydentävät asetukset luovat pohjan joulukuussa 2000 annetun EY:n vesipolitiikan puitedirektiivin kansalliselle toimeenpanolle. Niiden mukaan vesissä on tehtävä toimia, jotta pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila olisi vähintään hyvä vuoteen 2015 mennessä. Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisessa luokittelussa keskitytään vesistöjen ekologiseen tilaan, jota verrataan muihin vastaaviin vesistöalueisiin. Luokitus poikkeaa aiemmin käytetystä käyttökelpoisuusluokituksesta, joka perustui ihmisenäkemykseen vesistöjen tilasta. Käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesistöjen keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta

vedenhankintaan, kalavedeksi ja virkistyskäyttöön. Luokka määräytyy vesistön luontaisen veden laadun ja ihmisen toiminnan vaikutusten perusteella.

Suomi jaetaan vesienhoitoalueisiin, joille laaditaan alueellisten ympäristökeskusten johdolla vesienhoitosuunnitelmat vuoteen 2009 mennessä. Pyhäjärvi kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Suunnitelmat sisältävät tietoja alueen vesistöistä, niihin kohdistuvista muuttavista ja kuormittavista toimista, vesistön ekologisesta tilasta, vesienhoidon tavoitteista sekä tarvittavista vesiensuojelu- ja hoitotoimista. Tavoitteena on avoin ja vuorovaikutteinen suunnittelu, johon tähdätään laatimalla suunnitelmat laajassa yhteistyössä alueen viranomaisten ja vesien eri käyttäjäryhmien kanssa. Vesienhoitosuunnitelmien osana laaditaan toimenpideohjelmat, joissa esitetään keinot ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi. Pyhäjärven alueen toimijoilla on mahdollisuus olla vesienhoitotyössä mukana ja vaikuttaa Pyhäjärven osalta suunnitelmien ja ohjelmien sisältöön, joita viranomaisten tulee ottaa toiminnassaan huomioon.

Pyhäjärven suojelutyö oli esillä Lounais-Suomen ympäristökeskuksen hankkeessa, jossa kokeiltiin vuosien 2005–2006 aikana EY:n vesipolitiikan puitedirektiivin vesistöaluekohtaisen vesienhoidon suunnittelun ja yhteistyön toimintatapoja käytännössä. Tavoitteena oli laatia vesienhoito- ja toimenpideohjelmat yhteistyössä alueen eri toimijoiden kanssa. Hankkeen yhtenä pilottialueena oli Eurajoen-Lapinjoen vesistöalue.

Vesiensuojelu vaatii pitkäjänteistä työtä, jotta saavutettaisiin tavoite pysyvästä vedenlaadun paranemisesta. Pyhäjärven suojelutoimien jatkuvuus ja pysyvyys onkin koettu tärkeäksi ja sen sekä muiden alueen vesistöjen suojelu- ja kunnostustyön turvaamiseksi Rauman seutukunta teki syksyllä 2000 aloitteen Satakuntaliiton edunvalvonnan kärkihankkeisiin kuuluvasta Satakunnan Järvikeskuksesta. Euran kunta toteutti Satakuntaliiton rahoituksella esiselvityksen keskuksen perustamisesta ja sen toteutumismahdollisuuksista. Sen toivottiin olevan palveluita tarjoava osaamiskeskittymä, joka toiminnassaan hyödyntää Pyhäjärven suojeluprojektin kokemusta ja osaamista vesistöjen kunnostustyöstä. Esiselvityksen johtopäätöksenä todettiin, että Satakunnan Järvikeskuksen perustaminen on tarpeellista. Osaamiskeskus voi tuottaa vesistöihin liittyviä neuvonta- ja opastuspalveluita sekä tarjota vesistöhankeiden kokonaisvaltaisia osaamista. Organisaatioksi oli tarkoituksenmukaista perustaa Pyhäjärvi-instituutin elintarvikealan kehittämissyksikön yhteyteen uusi vesistöyksikkö. Tässä vaiheessa Järvikeskuksen toteutumisen edellytykseksi nähtiin pysyvän rahoituksen varmistuminen. Satakunnan Järvikeskus ei ole kuitenkaan saanut tavoiteltua pysyvää rahoitusta, jota on esitetty sisällytettäväksi valtion tulo- ja menoarvioon, mutta hankkeessa kehitetty toimintamalli monipuolisesta vesistöpalvelujen tuottajasta johti kuitenkin Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialan perustamiseen. Pyhäjärvi-instituutti oli jo aiemminkin sekä toimintavisiossaan että käytännön toiminnassaan kehittänyt vesistötoimialaa laajentamalla osaamistaan uusilla monipuolisilla asiantuntijoilla ja toimimalla yhteistyökumppanina vesialan hankkeissa.

Pyhäjärven kokemuksia voidaan hyödyntää myös Satakunnan muissa vesistöjen kunnostushankkeissa, joissa on suuri neuvonnan ja ohjauksen tarve. Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialan toiminnan painopistealueet ovat rehevöityneiden vesistöjen kokonaisvaltainen kunnostus, asukaslähtöinen vesiensuojelutyö, neuvonta, tutkimustoiminnan edistäminen, eri toimijatahojen välisen yhteistyön lisääminen sekä koulutuksen tarjoaminen. Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialan kehitystyöstä on ollut hyötyä myös Pyhäjärven suojelurahaston toiminnalle, sillä asiantuntijoiden ammattitaitoa on voitu hyödyntää myös rahaston töissä ja rahaston henkilöresurssit ja osaamispääoma ovat siten olennaisesti lisääntyneet.

## 3 Hankkeet

Pyhjärven suojelurahasto toteutti vuosina 2000–2006 muun suojelutyön lisäksi lukuisia hankkeita, joiden avulla vähennettiin sekä ulkoista että sisäistä kuormitusta ja tuotettiin suojelutoimien päätöksenteon taustaksi tärkeää tutkimus- ja seurantatietoa. Hankkeiden avulla myös tehostettiin vesiensuojeluun liittyvää tiedotusta ja koulutusta. Hankkeiden toteutumisen mahdollisti Pyhjärven suojelurahaston perusrahoituksen turvin tehokkaasti hyödynnetty hankerahoitus mm. Euroopan unionin ohjelmista ja rahastoista. Pyhjärven suojelurahasto osallistui aktiivisesti myös moniin yhteistyötahojen toteuttamiin hankkeisiin. Seuraavassa esitellään lyhyesti toisen toimikauden hankkeet, joista useimpien toimia ja tuloksia esitellään laajemmin raportin myöhemmissä kappaleissa.

### 3.1 Rahaston hallinnoimat hankkeet

#### *Valuma-alueen toimet*

##### **Rannalla-rantojen kehittämishanke 2002–2004**

- Rahoittaja:** Varsinais-Suomen ja Satakunnan TE-keskukset, alueellinen maaseutuohjelma (ALMA), Varsin Hyvä ry., Pyhjärvisedun kehittämissyhistys ry.
- Tavoitteet:** Lisätä Pyhjärven ranta-alueiden viihtyisyyttä, monikäyttö- ja virkistyskäyttöarvoa. Luoda uusia edellytyksiä luonto- ja matkailuyrittäjille. Selvittää järven ja ojien vedenlaatua ja etsiä keinoja sen parantamiseen. Lisätä alueen asukkaiden ympäristötietoisuutta ja vaikutusmahdollisuuksia.
- Tulokset:** Yhteistyössä asukkaiden kanssa laadittiin kyläsuunnitelmia (8 kpl), joissa kartoitettiin keskeiset vahvuudet ja heikkoudet sekä kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet. Hankkeessa laadittiin Kauttuan, Säskylän Kurvasten rannan ja Honkalan rannan kunnostussuunnitelmat sekä suunniteltiin uimarantasuihkut. Kauttualla Eurajoen varren eri puolien ulkoilupolkujen yhdistämiseksi suunniteltiin kaarisilta. Lisäksi tehtiin Yläneenjoelle moninaiskäyttösuunnitelma, vesiensuojelullinen yleissuunnitelma ja laadittiin Yläneenjoki-raportti. Konkreettisine toimenpiteinä tehtiin rantojen kunnostusta (mm. Ylisen myllyn joki-varsiuimapaikan tekeminen), parannettiin rantojen virkistyskäyttöarvoa mm. suunnittelemalla ja toteuttamalla Uudenkartanon taukopaikka. Lisäksi järjestettiin rantojen kunnostustalkoita sekä kasvimassan- ja romunkeräystä. Järven yleisille uimarannoille ja vesiensuojelukohteisiin mm. Yläneenjoen varteen sijoitettiin tiedotustaulut, jotka kertovat Pyhjärvestä ja sen suojelusta. Ojavesikartoituksessa selvitettiin Pyhjärveen laskevien ojien vedenlaatua. Hanke mahdollisti asukkaiden osallistumisen oman elinympäristönsä suunnitteluun ja innosti kehittämään sitä. Pyhjärven suojelutoimien osalta saatiin uusia ideoita ja löydettiin tarpeellisia vesiensuojelukohteita. Hankkeessa yhdistyivät rantojen virkistyskäyttö, kylätoiminta ja vesiensuojelu.

#### *Sisäinen kuormitus*

##### **Hoitokalastus kestävä kalatalouden turvaajana 2002–2006**

- Rahoittaja:** Varsinais-Suomen TE-keskus, Kalatalouden ohjausrahasto (KOR)
- Tavoitteet:** Turvata tehokkaalla hoitokalastuksella Pyhjärven ammattikalastuksen perusedellytys eli Pyhjärven parempi vedenlaatu ja kalatalouden jatkuminen kestäväällä pohjalla. Vähempiarvoisen kalan kalastuksen vuositavoitteeksi asetettiin 350 000 kg. Arvioida petokalojen ravinnonkäyttöä, suorittaa katiskapyynti särkien kutuaikana ja tarjota hoitokalastuskoulutusta.

Tulokset: Kalastuksen saalistavoitteet saavutettiin ja kokonaissaalis vuosina 2002–2004 oli yli 1 milj. kg. Hankkeen tärkeimmät tulokset olivat vedenlaadun suhteellinen paraneminen ja muikkukannan elpyminen.

#### **Kohdennettu hoitokalastus järven hyvän ekologisen tilan turvaajana (KOHTI) 2005–2006**

Rahoittaja: Lounais-Suomen ympäristökeskus, Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR)  
Tavoitteet: Kehittää ja toteuttaa uusi kohdennetun hoitokalastuksen konsepti, jossa kalastusta keskitetään vedenlaatuvaikutusten kannalta olennaisimpiin lajeihin. Kehittää mahdollisimman tehokas korvausjärjestelmä kalastukselle. Hoitokalastuksen tuloksen pysyvyyden turvaamiseksi hoitokalastus linkitetään entistä selvemmin kalatalouden kehittämiseen ja vedenlaadun kannalta olennaisimmille lajeille pyritään luomaan kaupallista kysyntää. Lisäksi selvitetään mahdollisuudet vaikuttaa petokalakantoihin.

Tulokset: Kalastusta pyrittiin kohdentamaan kuoreeseen ja pieneen ahveneen, jotka ovat tutkimusaineistojen perusteella vedenlaadun kannalta tärkeimmät lajit Pyhäjärvässä. Niiden saaliista maksettiin aluksi bonusta, joka oli kuoreelle kiinteä ja ahvenelle saaliin myötä kasvava bonus. Korvausjärjestelmä sai kuitenkin osakseen kritiikkiä eikä sitä pidetty kannustavana ja saalistietojen varmentaminen osoittautui lähes mahdottomaksi ilman merkittävää resurssilisäystä, joten korvaus muutettiin myöhemmin kiinteäksi kilohinnaksi. Hankkeen aikana kehitettiin yhteistyötä Pyhäjärven kalastusalueen kanssa sen selvittämiseksi voidaanko petokalaistutuksia tehostaa tai niiden pyyntiä rajoittaa, jotta järvelle kehittyisi mahdollisimman vahva petokalakanta.

#### ***Tiedotus ja koulutus***

#### **Asukaslähtöisen vesiensuojelutyön toimintamallin valtakunnallinen levittäminen (Omajärvi projekti) 2001**

Rahoittaja: Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmä (YTR)  
Tavoitteet: Asukaslähtöisen vesiensuojelutyön edistäminen levittämällä Pyhäjärven valuma-alueella toteutetun asukaslähtöisen vesiensuojelun toimintamallia Suomessa. Maaseudun ja kaupungin välisen vuorovaikutuksen lisääminen aktiivimalla mm. kesäasukkaita vesien- ja muun ympäristönsuojelun edistämiseksi.

Tulokset: Hankkeessa kehitettiin asukaslähtöisen vesiensuojelun malli, jota esiteltiin laajalti sekä kansallisesti että kansainvälisesti erilaisissa tapahtumissa. Projektin puitteissa käynnistettiin myös valtakunnallinen vesiensuojelukummitoiminta ja tuotettiin internetsivut ([www.omajarvi.net](http://www.omajarvi.net)). Asukaslähtöistä vesiensuojelutyötä tehtiin yhdessä Lappajärven alueen asukkaiden ja Lappajärvi Life-hankkeen kanssa.

#### **pyhajarvensuojelu.net 2002–2005**

Rahoittaja: Lounais-Suomen ympäristökeskus, Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR)  
Tavoitteet: Pyhäjärven suojeluprojektin osaamis pääoman tuominen entistä tehokkaammin, näkyvämmiin ja helppokäyttöisempiin yritysten ja yksittäisten ihmisten käyttöön tuottamalla ajankohtaiset ja helposti päivitettävät www-sivut sekä muuta helppokäyttöistä tiedotemateriaalia. Samalla ylläpitää Pyhäjärven suojelutoimien motivaatiota ja lisätä alueen houkuttelevuutta asuinpaikkana.

Tulokset: Hankkeessa kehitettiin ja ylläpidettiin Pyhäjärven vesiensuojelu ja -kunnostusaiheinen www-tietopaketti, tuotettiin uusia esitteitä suojelutyöstä ja Pyhäjärven suojelurahaston hankkeista sekä rakennettiin esittelytauluja vesiensuojelukohteisiin. Järjestettiin sidosryhmille koulutusta sekä kaikille avoimia esittelykierroksia valuma-alueella ja järvellä. Lisäksi suunniteltiin valuma-alueen kaikkiin talouksiin kerran vuodessa jaettava uutislehti ”Laituri”.

## *Tutkimus*

### **Rehevöityneiden järvien toipumisen kokonaisvaltainen analyysi (CARE, Comprehensive analysis of recovery of eutrophicated lakes) 2004–2006**

Rahoittaja: Suomen Akatemia

Tavoitteet: Kansainvälisen järvikunnostustiedon ja muilta järviltä saadun tiedon mahdollisimman tehokas hyödyntäminen Pyhäjärven suojelussa. Luoda monitieteinen analyysi Pyhäjärven tilasta, vuosikymmenten aikana tapahtuneista muutoksista, toipumisesta ja tulevaisuudesta. Jatkaa vuosina 2001–2002 toteutetun 'Järven taju' -hankkeen aiemmin aloittamaa järven sosiologista ja kulttuurimaantieteellistä tutkimusta, jossa selvitetään ihmisten ja Pyhäjärven välistä suhdetta.

Tulokset: Hankkeessa saatiin sedimenttinäytteiden avulla uusia tuloksia Pyhäjärven tilan muutoksista 1800-luvulta lähtien. Lisäksi selvitettiin ilmastonmuutoksen vaikutusta Pyhäjärveen. Sisäisen kuormituksen mallintamisen lisäksi kartoitettiin sedimentin ravinnepitoisuuksia ja pohjaeläimiä. Hankkeessa selvitettiin myös ihmisten ja Pyhäjärven välistä suhdetta ja erityisesti suhtautumista järven rehevöitymiseen. Hankkeen aikana tuotettiin monia tieteellisiä julkaisuja mm. Pyhäjärven tilasta ja suojelutoimista.

### **Kohdennettu poistokalastus sisäisen kuormituksen katkaisijana? 2002–2004**

Rahoittaja: Maj ja Tor Nesslingin säätiö

Tavoitteet: Selvittää tiettyihin kalalajeihin kohdistetun poistokalastuksen merkitys järvien sisäisen kuormituksen katkaisemisessa. Arvioida Pyhäjärvellä runsaana esiintyvän kiiskan vedenlaatuvaikutukset ja sen kohdennetun poistokalastuksen seuraukset järven sisäiseen kuormitukseen. Pyrkiä arvioimaan kiiskellä saatujen tulosten avulla myös muiden pohjaeläimiä syövien kalalajien vedenlaatuvaikutuksia, ja siten lisätä tulosten sovellettavuutta muihin rehevöitymisestä kärsiviin järviin.

Tulokset: Kiiskien ja pohjaeläinten havaittiin lisäävän veden ravinnepitoisuutta kokeellisten tutkimusten mukaan, mutta Pyhäjärven veden ravinnepitoisuuksien merkittävään nostamiseen koko kiiskikannan ravinteiden erityis ei näyttäisi riittävän. Kiiski voi vaikuttaa vedenlaatuun myös muilla mekanismeilla, kuten sekoittamalla pohjasedimenttiä ravinnon haun yhteydessä, mutta sen merkitystä Pyhäjärven vedenlaadulle ei tiedetä. Kiiskelle rakennettiin bioenergeettinen malli, jonka avulla laskettiin vahvan kiiskikannan kykenevän kuluttamaan lähes koko vuosittaisen pohjaeläintuotannon Pyhäjärvessä.

### **Pyhäjärvellä toteutettujen vesiensuojelutoimenpiteiden toimivuus 2002–2004**

Rahoittaja: Satakunnan kulttuurirahasto ('maakunnallisesti merkittävälle tiedehankkeille' varatut rahat).

Tavoitteet: Pyrkiä selvittämään Pyhäjärven valuma-alueelle rakennettujen vesiensuojelutoimenpiteiden tehoa ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä tilastoanalyysien että sedimenttinäytteiden avulla. Pyhäjärven valuma-alueelle on rakennettu satoja vesiensuojelutoimenpiteitä, mm. ojanpohjasuodattimia, kosteikkoja, laskeutusaltaita ja pohjakynnysten ketjuja.

Tulokset: Hankkeessa pystyttiin ensimmäisen kerran laaja-alaisesti selvittämään eri tekijöiden vaikutusta Pyhäjärven vesiensuojelutoimien tehokkuuteen. Yleisesti voidaan todeta, että toimenpiteiden teho vaihteli voimakkaasti eri tekijöiden vaikutuksesta. Yksittäiset toimenpiteet saattoivat toimia optimiolosuhteissa erittäin tehokkaasti ja sedimenttianalyysien perusteella nähtiin esim. pohjakynnysten ketjun keränneen tehokkaasti kiintoaineita, mutta etenkin liukoisten ravinteiden osalta tehokkuudessa ja menetelmissä on selvästi parantamista. Olenaisena tekijänä nousi esiin säätekijöiden vaikutus. Ulkoisen kuormituksen määrä liittyi selvästi jokien virtaamaan, johon vaikuttavat mm. sadanta ja lämpötila. Hank-

keessa tuotettiin tieteellisiä artikkeleita ja tuloksia esiteltiin sekä kansainvälisissä että kansallisissa kokouksissa.

#### **SATAMUTA – satakuntalaisten järvien sedimenttitutkimus 2005–2008**

- Rahoittaja: Satakunnan kulttuurirahasto
- Tavoitteet: Lisätä kaivattua tutkimustietoa satakuntalaisten järvien kunnostustoimien suunnittelun tueksi. Tiedolle on tarvetta sovellettaessa erityisesti EY:n vesipolitiikan puitedirektiiviä alueen järviin.
- Tulokset: Hankkeessa selvitettiin kolmen satakuntalaisen järven (Joutsijärvi, Karhijärvi, Valkjärvi) luontainen tila ja järven kehitys geologisin menetelmin. Hankkeella oli kytkentä SATAVESI tutkimus- ja seurantatyöryhmän toimintaan. Hankkeen toteutti kokonaisuudessaan Turun yliopiston geologian laitos.

#### **Suorakylvön soveltuvuus käytännön vesiensuojelutyöhön 2002–2003**

- Rahoittaja: Ympäristöministeriö, Lounais-Suomen ympäristökeskus
- Tavoitteet: Tuottaa Suomen oloihin soveltuvaa tutkimustietoa suorakylvön vaikutuksista pellon ominaisuuksiin sekä selvittää alustavasti, mitkä ovat suorakylvön vaikutukset, mitä sosioekonomisia seurauksia siitä on ja miten tiettyjen valuma-alueen osien siirtyminen suorakylvöön voisi käytännössä onnistua. Suorakylvöön siirtymisellä tavoitellaan yleisesti mm. peltoviljelyn aiheuttaman vesistökuormituksen vähentämistä.
- Tulokset: Tutkimustulosten mukaan suorakylvö vähentää maan pinnan eroosioalttiutta. Suorakylvetyin maan huokosrakenteen muodostumisessa biologisilla tekijöillä havaittiin olevan keskeinen asema näkyen mm. lierokantojen kasvuna. Pitkäaikainen suorakylvö kerrytti helppoliukoista fosforia maan pintakerrokseen, mutta huolehtimalla maan hyvästä vedenläpäisyvyydestä ja ojituksen toimivuudesta fosforin huuhtoutumista voidaan vähentää. Suorakylvö yleistyy voimakkaasti Pyhäjärven valuma-alueella ja viljelijöiden arvioiden mukaan suorakylvö vaikuttaa positiivisesti sekä tilan talouteen että ympäristöön parantamalla mm. maaperän rakennetta.

## **3.2 Yhteistyöhankkeet**

### *Valuma-alueen toimet*

#### **Elintarvikeketjun vedet (ELVE) 2004–2006**

- Toteuttaja: Pyhäjärvi-instituutti, yhteistyökumppanina Pro Agria Satakunnan maaseutukeskus
- Rahoittaja: Satakunnan TE-keskus, alueellinen maaseutuohjelma (ALMA), kunnan kehityskeskustensa kautta (mm. Rauman Seudun Kehitys Oy), toimintaan osallistuvat yritykset ja Pyhäjärven suojelurahasto.
- Kuvaus: Toiminta keskittyi elintarvikeketjun vesistötietouden koontiin, tiedonsiirtoon ja osaamisen lisäämiseen. Samalla keskityttiin kuormitusta vähentävien menetelmien arviointiin ja toteutukseen liittyvään neuvontaan sekä kohteiden suunnitteluun.

#### **Hajasampo 1998–2001**

- Toteuttaja: Suomen ympäristökeskus
- Rahoittaja: Teknologian kehittämiskeskus, ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö
- Kuvaus: Haja-asutuksen jätevesiongelman ratkaisuja etsivä tutkimus- ja kehittämishanke. Projektin käytännön rakentamis- ja koetoiminnasta suurin osa kohdistui Pyhäjärven valuma-alueelle, jonne rakennettiin kiinteistökohtaisia jätevesien

käsittelyjärjestelmiä ja kompostoivia kuivakäymälöitä. Pyhäjärven suojelutyön kannalta oleellisia tuloksia saatiin pienpuhdistamojen toimivuustutkimuksesta ja huolto- ja kunnossapitotoiminnan arvioinnista.

#### **Hajavesi-hanke 2003–2006**

Toteuttaja: Varsinais-Suomen Vesihuolto-osuuskunta  
Rahoittaja: Pyhäjärvisuojelun kehittämissäätiö ry., Pyhäjärven suojelurahasto  
Kuvaus: Hankkeessa laadittiin Euran, Kiukaisten, Köyliön ja Säskylän viemärlaitosten ulkopuolisille kiinteistöille suunnitelmia kiinteistökohtaiseksi jätevesien käsittelyksi.

#### **Ylläpitosampo 2002–2004**

Toteuttaja: Suomen ympäristökeskus yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen kanssa.  
Rahoittaja: Teknologian tutkimuskeskus, maa- ja metsätalousministeriö, Suomen ympäristökeskus ja yrityksiä.  
Kuvaus: Tutkimus- ja kehitysprojekti, jossa tutkittiin haja-asutusalueiden jäteveden käsittelyjärjestelmien ja vedenottamoiden käyttöä ja kunnossapitoa. Pyhäjärven kylä oli hankkeen koekohteena. Projektissa laadittiin ylläpidon alueellinen toimintamalli, suunnitteluohje, ohje erityyppisten vesihuoltolaitteiden ylläpidosta sekä malli vesihuoltolaitteiden käyttö- ja huolto-ohjeista.

#### ***Tutkimus***

#### **Aineiden liikkuminen suorakylvetyssä maassa (AiSu) – liukoisen fosforin lähteet ja kasvihuonekaasujen vapautuminen 2005–2008**

Toteuttaja: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja Helsingin yliopiston maaperätieteen laitos  
Rahoittaja: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja maa- ja metsätalousministeriö  
Kuvaus: Hankkeessa tutkitaan aineiden liikkumista ja kiertoa suorakylvetyssä maassa ja sen merkitystä vesistö- ja kasvihuonekaasukuormituksen vähentämisessä. Hankkeessa keskitytään liukoisen fosforin huuhtoutumista vähentäviin keinoihin suorakylvetyssä. Tutkimuksessa selvitetään myös kasvihuonekaasujen vapautumista suorakylvetyssä maasta. Pyhäjärven valuma-alue on yksi hankkeen tutkimusalueista.

#### **Akvaattisten ravintoverkkojen isotooppianalyysi 1999–2001**

#### **Ravintoverkon rakenne järvissä vakaitten isotooppien perusteella - globaalinen vertailu ja erityistutkimuksia 2003–2006**

Toteuttaja: Turun yliopisto  
Rahoittaja: Suomen Akatemia  
Kuvaus: Projektit tuottivat uutta tärkeää tietoa Pyhäjärven ravintoverkon rakenteesta luonnon vakaiden typpi- ja hiili-isotooppien avulla. Pyhäjärvi oli yksi hankkeiden keskeisistä tutkimusjärivistä.

#### **Benchmark Models for the Water framework directive (BMW) -tutkimushanke 2002–2004**

Toteuttaja: Suomen ympäristökeskus (koordinoi tutkimushanketta)  
Rahoittaja: Osarahoitus EU:n 5. puiteohjelmasta  
Kuvaus: Euroopan laajuisen hankkeen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää erilaisien matemaattisten mallien soveltuvuus EY:n vesipuitelidirektiivin toimeenpanon eri vaiheissa sekä luoda malleille kriteerit (benchmark-kriteerit) sekä kriteerien soveltamiselle prosessi, jonka avulla erilaisten mallien soveltuvuus voidaan testata. Eurajoen vesistöalue oli tutkimushankkeen koelähteenä.

**Kaukokartoitus- ja mittausteknologia prosessipohjaisten valuma-alue- ja järvimallien kytkennässä (Catch\_Lake) 2006–2007**

- Toteuttaja: Suomen ympäristökeskuksen ja Teknillisen korkeakoulun Avaruustekniikan laboratorion yhteishanke.
- Rahoittaja: Teknologian kehittämiskeskus (Tekes), Suomen ympäristökeskus
- Kuvaus: Hankkeessa kehitetään Yläneenjoen vesistöalueen mallinnusta hyödyntäen kaukokartoitusta ja mittaustekniikkaa hajakuormituksen ja Pyhäjärven vedenlaadun seurannassa.

**Järven taju (osa "Sense-of-Place Attitudes in the World's Temperate Lake Districts" – tutkimushanketta) 2001–2003**

- Toteuttaja: Wisconsinin yliopisto (koordinoi tutkimushanketta)
- Rahoittaja: U.S. Long-Term Ecological Research Project Network Office
- Kuvaus: Kansainvälinen tutkimushanke, jossa selvitettiin ihmisten suhdetta veteen ja järviluontoon Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa.

**Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS) (1995– )**

- Toteuttaja: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja Suomen ympäristökeskus
- Rahoittaja: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja Suomen ympäristökeskus
- Kuvaus: Hankkeen tavoitteena oli selvittää, kuinka erilaiset ympäristötukeen kuuluvat toimenpiteet vaikuttavat maataloudesta johtuvaan ympäristökuormitukseen ja ympäristön tilaan. Yläneenjoen valuma-alue oli yksi hankkeen tutkimusalueista.



## 4 Valuma-alueen toimet

Ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäminen on pitkä, mutta ainoa kestävä tie rehevöitymiskehityksen pysäyttämiseen ja pysyvään vedenlaadun paranemiseen. Nykyään valuma-alueelta vesistöön tuleva ravinnekuormitus on enimmäkseen pelloilta ja metsistä tulevaa hajakuormitusta. Lisäksi järveä kuormittavat haja- ja loma-asutuksen jätevedet. Pyhäjärven suojelurahasto onkin pyrkinyt laaja-alaisesti vähentämään kuormitusta eri lähteistä. Pyhäjärven tule myös ilmalaskeumana paljon ravinteita, mutta niihin ei paikallisella tasolla voida juurikaan vaikuttaa.

Pyhäjärven suojelurahasto panosti ensimmäisellä toimikaudellaan ulkoisen kuormituksen vähentämiseen, mutta myös toisella toimikaudella kuormitusta on vähennetty mm. monien eri hankkeiden kautta yhteistyössä muiden alueen toimijoiden kanssa. Pyhäjärven valuma-alueella on toteutettu 1990-luvulta lähtien lukuisia vesiensuojelutoimenpiteitä, kuten kosteikkoja, laskeutusaltaita ja erilaisia ravinteita poistavia suodattimia. Toisella toimikaudella rakennettiin muutamia uusia kohteita, mutta myös vanhojen kohteiden kunnostamiseen panostettiin. Tarjoamalla tilakohtaista neuvontaa pyrittiin helpottamaan ja kannustamaan vesiensuojelua edistävien maatalouden erityisympäristötukien hakemista. Ranta-alueita kehitettiin ja kunnostettiin virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseksi. Ensimmäisellä toimikaudella aloitettujen kyläsuunnitelmien laadintaa jatkettiin yhteistyössä asukkaiden kanssa.

### 4.1 Jätevedet

Pyhäjärven suojelurahasto teki jo ensimmäisellä toimikaudellaan lakialoitteen viemäriverkoston ulkopuolisen asutuksen jätevesien käsittelyä koskevan vesilainsäädännön muuttamiseksi. Vesilakia ei tuolloin kuitenkaan muutettu, mutta vuoden 2003 aikana hyväksyttiin valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetus astui voimaan 1.1.2004. Asetuksella säädetään vähimmäisvaatimukset kiinteistökohtaisten talousjätevesien käsittelylle. Uudet määräykset koskevat uudisrakentamista heti asetuksen astuttua voimaan ja vanhojen kiinteistöjen omistajilla on mahdollisuus kymmenen vuoden siirtymäaikaan. Erityisistä syistä voi jo käytössä oleville kiinteistöille tehtäville muutoksille saada lisäaikaa siirtymäajan lisäksi neljä vuotta.

Pyhäjärven valuma-alueella kunnat ovat edistäneet jätevesien käsittelyä laajentamalla viemärintiverkostoa uusille alueille. Kiinteistönomistajien voi kuitenkin joskus olla taloudellisempaa järjestää kyläkohtainen yhteiskäsittely kuin liittyä laajaan keskitettyyn puhdistukseen. Kiinteistökohtaiseen jätevesien käsittelyyn on myös olemassa tehokkaita menetelmiä, joiden valintaan, toteutukseen ja huoltamiseen kannatta panostaa, jotta saataisiin hyvä puhdistustulos.

Pyhäjärven suojelurahasto ja kunnat myönsivät tukea kiinteistönomistajille Pyhäjärven valuma-alueella jätevesien käsittelyn tehostamiseen tähtääviin investointeihin vuoden 2003 loppuun asti. Jätevesien käsittelyä koskevan lainsäädännön tiukentumisen jälkeen Pyhäjärven suojelurahasto on kohdentanut rahoitusta pääasiassa muihin vesiensuojelua edistäviin tarkoituksiin. Pyhäjärven valuma-alueelle myönnettiin kuitenkin koko toisen toimikauden ajan kompostikäymälä- ja suunnitteluavustuksia. Kompostikäymälöiden hankintaa varten myönnetty avustukset olivat suuruudeltaan korkeintaan 200 €, mutta enintään 50 % rakentamiskustannuksista. Avustusta sai vuosina 2000–2006 yhteensä noin 60 kohdetta.

Pyhäjärven suojelurahasto osallistui ja myönsi avustuksia laajempaan jätevesien suunnittelu- ja kehitystoimintaan. Rahasto osallistui Varsinais-Suomen Vesihuolto-osuuskunnan toteutta-

maan Hajavesi-hankeeseen, jossa avustettiin Euran, Kiukaisten, Köyliön ja Säskylän viemärlaitosten ulkopuolisia kiinteistöjä suunnitelmien laadinnassa kiinteistökohtaiseksi jätevesien käsittelyksi. Kohteisiin kuului kotitalouksia, maatiloja ja yrityksiä. Suunnitelmat laadittiin maastomittausten ja muiden olosuhteiden perusteella sisältäen asemapiirroksen, leikkauspiirroksat, tarvikeluettelon, kustannusarvion ja käyttö- sekä huolto-ohjeet. Pyhjärven valuma-alueelle laadittiin yhteensä 17 jätevesisuunnitelmaa. Mikäli rakentamiseen oli mahdollista saada avustusta, autettiin myös avustushakemusten teossa rakentamista rahoittaville tahoille.

Pyhjärven suojelurahasto oli mukana myös Pyhäjärvi-instituutin toteuttamassa maakunnallisessa Elintarvikeketjun vedet (ELVE) -hankkeessa, joka toimi aktiivisesti Pyhjärven valuma-alueella. Hankkeessa koottiin tietoa maatalouden ja elintarvikejalostuksen vesistöjen tilaan vaikuttavista tekijöistä. Maatila- ja elintarvikeyrityksiä kannustettiin ja koulutettiin sekä vietiin yhteistyössä eteenpäin käytännön toteutusta käyttäen parasta mahdollista kustannustehokasta tekniikkaa olevia vesienkäsittelymenetelmiä. Lisäksi luotiin verkostoja ja toimintamalleja jatkuvalla jätevesienpuhdistus-, vesistöjen hoito- ja kunnostustyölle. Hanke oli tarkoitettu kaikille elintarvikeketjun toimijoille alkutuotannosta lopputuotteen jalostajiin, sekä niille, jotka osallistuvat välillisesti vesienkäsittelyyn. Kohteina olivat muun muassa elintarvikeyritysten jätevesiratkaisut ja osallistuminen maatalouden erityisympäristötukikohteiden suunnitteluun ja toteutukseen. Paikallisten ihmisten jätevesitietämystä lisättiin Hajavesi-hankkeen kanssa yhteistyössä toteutetussa kaikille avoimessa jätevesi-illassa Säskylässä keväällä 2005.

Rahasto pyrki yhteistyössä laitevalmistajien kanssa parantamaan valuma-alueelle rakennettujen maito huonejätevesipuhdistamojen toimivuutta ja rahoitti maito huonejätevesien käsittelyä tehostavia kokeellisia järjestelmiä. Oripään toteutettiin kemiallinen puhdistamo ja Yläneelle suodatuksen ja mikrobitoimintaan perustuva puhdistamo maito huonejätevesien käsittelemiseksi.

Pyhjärven suojelurahasto pyrki sekä tiedotuksen että neuvonnan avulla lisäämään ihmisten tietoisuutta jätevesiasioissa. Rahasto järjesti kyläläisten aloitteesta Mannilassa keväällä 2001 kaksi jätevesien käsittelyä ideoivaa kyläiltaa. Illoissa ideoitiin mahdollisuuksia kyläläisten yhteisten pienpuhdistamojen rakentamiseen ja yhteiseen ylläpitoon. Pyhjärven valuma-alueella toteutetulla jätevesikiertueella 12.–27.6.2006 tarjottiin asukkaille monipuolista ja henkilökohtaista neuvontaa jätevesiasioissa. Neuvonta tavoitti yli 400 asukasta yhteensä 20 eri kohteessa. Kiertueella oli esillä laitevalmistajien erilaisia jätevedenkäsittelyvaihtoehtoja ja kompostoreja. Lisäksi muutamissa kohteissa oli mukana myös laitevalmistajien edustajia.

## **4.2 Maatalouden vesiensuojelukohteet ja -toimenpiteet**

Pelloilta ja metsistä huuhtoutuvien aineiden kiinniottamiseksi Pyhjärven valuma-alueelle on rakennettu monenlaisia vesiensuojelutoimenpiteitä, mm. ojanpohjasuodattimia, kosteikkoja, laskeutusaltaita ja pohjakynnysten ketju. Toisella toimikaudella sekä suunniteltiin että rakennettiin uusia kohteita, mutta painotusta pyrittiin siirtämään vanhojen kohteiden kunnostamiseen. Kohteiden suunnitteluun, rakentamiseen ja rahoitukseen on useimmissa kohteissa osallistunut Pyhjärven suojelurahaston lisäksi Lounais-Suomen ympäristökeskus. Lisäksi lukuisia yksittäisiä vesiensuojelutoimenpiteitä on toteutettu ympäristötuen erityistuella ja useiden eri projektien rahoittamina. Useat maanomistajat ovat osallistuneet vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttamiseen myös omalla työllään.

Taulukossa (liite 1) ja kartassa (liite 2) esitellään Pyhjärven valuma-alueella olevia vesiensuojelukohteita. Taulukossa esitellään niiden kohteiden ominaisuuksia, joiden toteutuksessa Pyhjärven suojelurahasto on ollut mukana. Karttaan on pyritty sisällyttämään myös muita kohteita. Valuma-alueen geomorfologian ja maanomistusolojen kannalta sekä kustannusten

säästämiseksi ja hoidon helpottamiseksi on usein ollut asianmukaisempaa rakentaa useita pieniä altaita tai kosteikkoja jokien ja ojien latvoille kuin yksi iso kohde alajuoksulle. Muutamiin vesiensuojelukohteisiin on asennettu esittelytaulu, jossa kerrotaan kohteesta ja yleisesti vesiensuojelusta Pyhäjärven valuma-alueella. Taulut on sijoitettu seuraaviin kohteisiin: Imponoja, Kiimassuonoja, Kivikosken kalaporras, Löytäneenlampi, Myllyumpaidanojan lampi, Susiniemen kosteikko ja Kivirannan kosteikko.

### ***Uudet kohteet***

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen ja Pyhäjärven suojelurahaston yhteisessä EU:n Life-ympäristörahan osarahoittamassa ”Pyhäjärven suojeluprojekti – uusien työmenetelmien kehittäminen” -hankkeessa (1996–2000) kehitettiin uusia maatalouden valumavesien käsittelymenetelmiä. Pyhäjärven valuma-alueelle suunniteltiin ja rakennettiin projektin aikana lukuisia altaita, kosteikkoja ja erilaisia hiekkasuodattimia tehostettuna kalkilla, Fosfilitmassalla ja/tai rautapitoisella kipsillä. Tässä esitellään vain ne kohteet, jotka toteutettiin tai joissa tehtiin uudistus- tai korjaustoimenpiteitä toisen toimikauden aikana. Aiemmin toteutettuja toimenpiteitä ja niiden toimivuutta käsitellään kappaleessa 4.4.

Vuonna 2000 valmistuivat Lusikkaojan suodatin sekä Pertunojan suodatinallaspari, jonka toisessa altaassa on suodatinmateriaalina rautapitoista kipsiä. Sekä Pyhäjoen että Yläneenjoen valuma-alueille rakennettiin kosteikkoja ja laskeutusaltaita. Vuonna 2000 valmistuivat myös Markanojan ja Myllyumpaidanojan kosteikot sekä Sydänmaalla sijaitsevat kaksi pientä laskeutusallasta. Imponojan kosteikon ja suodattimen yläpuolelle rakennettiin pato ja laskeutusallas.

Yläneenjokivarteen Tourulaan valmistui vuonna 2003 Susiniemen kosteikko. Hankerahoituksella aiemmin suunniteltu yli puolen hehtaarin kokoinen laskeutusallas/kosteikkoketju toteutui Tourulassa sijaitsevalle tilalle kesällä 2005 maanomistajan omin varoin. Ojaveden hygieenisen laadun paraneminen oli selvästi nähtävissä jo kesän aikana. Peräsuontien altaat, johon kuuluu kaksi kosteikkoa, valmistuivat keväällä 2006 Yläneenjoen latvaosiin Makkarkosken kylään (kuva 1).

Pyhäjärven valuma-alueelle suunniteltiin useita uusia kohteita, jotka pyritään toteuttamaan lähitulevaisuudessa. Yläneenjoen latvoilla sijaitsevaan Oripään Myllyjoaan suunniteltiin kosteikko/laskeutusallas sekä vesiensuojelun tehostamistoimenpiteitä. Meanderien ennallistaminen suunniteltiin myös Yläneenjoen valuma-alueelle Tourulaan. Lounais-Suomen ympäristökeskus selvitti vuonna 2003 Yläneenjoen pääuomaan tehtävien vesiensuojelutoimenpiteiden toteutettavuutta ja laati koko joen kattavan kokonaissuunnitelman.

Pyhäjärven suojelurahasto oli mukana Pyhäjoen ja Sydänmaan kyläyhdistysten EU-rahoitteisessa vuonna 2001 päättyneessä Joki- ja kyläprojektissa, jossa toteutettiin useita vesiensuojelutoimia Pyhäjoen valuma-alueella. Hankkeen aikana toteutettiin muun muassa Museo-myllyn kävelysillan rakentaminen ja vanhan padon korotus, Ylisen myllyn patoaltaan lietteen poisto, Löytäneenlammen ja Koskenalustaojan lammen suunnittelu ja rakentaminen, Kivikosken ja Ylisen myllyn padon kunnostukset, Löytäneenlammen tervahauta, laavu, lintutorni ja tervanpolttopahtuma.



**Kuva 1.** Oripäässä sijaitsevat Peräsuontien altaat valmistuivat keväällä 2006.

### ***Vanhat kohteet***

Pyhjärven suojelurahasto vastaa yhteistyössä maanomistajien ja viranomaisten kanssa valuma-alueelle aiemmin rakennettujen vesiensuojelukohteiden kunnossapidosta. Kunnostustöitä tehtiinkin useilla eri kohteilla koko toisen toimikauden ajan. Kohteiden kuntoa, toimivuutta ja vaikutuksia seurattiin myös aktiivisesti.

Liinojan patoja sekä Kiimassuonojan, Vehmasojan ja Kärrilänojan suodattimia kunnostettiin kesällä 2000 ajamalla kohteisiin lisää maa-ainesta ja kiviä. Tourulassa sijaitsevan karjapihan kunnostaminen alkoi jo ensimmäisellä toimikaudella, ja sitä jatkettiin parantamalla karjan jaloittelualueen kuntoa vuonna 2000. Säskylän kunnan alueelle vuonna 1999 rakennetun Lusikkaojan maasuodattimen suodatinmateriaalit uusittiin vuonna 2005 (kuva 2). Pyhäjoen vanhan myllypadon kivetykset uusittiin mm. kalojen nousun parantamiseksi. Pyhäjoella sijaitsevan Ylisen myllyn patoallas kunnostettiin. Yläneellä sijaitsevien Pertunojan kipsikoealtaiden patojen kivetystä parannettiin ja vesivanerilevyt poistettiin. Imponojan kosteikkoa Yläneellä oli jo aiemmin siistitty, korjattu ja maisemoitu, mutta vuonna 2005 kohteelle tehtiin perusteellinen kunnostus. Kosteikon alueelta poistettiin pintamaata noin 30 cm ja koko altaan alueelta noin 350 m<sup>3</sup> ja kohteen pato rakennettiin kokonaan uusiksi.

Rantaniityillä ja vesiensuojelukohteilla suoritettiin useina vuosina niittoa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen maaseuturyhmän Grillo-niittokoneella. Kohteet olivat Vahoniemen allas, Salon sienitilan rantaniityt, Pyhäjoen museomyllyn edustan jokivarsi, Myllyumpaidanojan ja Löytäneen lammet sekä Kivirannan, Prusilan ja Nummiojan kosteikot.



**Kuva 2.** Lusikkaojan suodatin kunnostettiin vuonna 2005.

### **4.3 SWAT-mallin soveltaminen Yläneenjoen valuma-alueelle**

Jari Koskiaho, Sirkka Tattari & Monireh Abedi  
Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 HELSINKI  
jari.koskiaho@ymparisto.fi

#### **Taustaa**

Mallien avulla voidaan tehdä laskennallisia arvioita paitsi luonnossa tapahtuvista ilmiöistä ja ihmisen toiminnan vaikutuksista niihin, myös niiden toimenpiteiden vaikutuksista, joilla ihmistoiminnan haitallisia vaikutuksia pyritään vähentämään. Tässä työssä käytetyn SWAT-mallin (Arnold ym. 1998; Neitsch ym. 2001; <http://www.brc.tamus.edu/swat/index.html>) nimi on lyhennys sanoista Soil and Water Assessment Tool, eli suoraan käännettynä maan ja veden arviointityökalu. SWAT-malli on alun perin kehitetty veden, maa-aineksen ja kemikaalien (ravinteet, torjunta-aineet ja raskasmetallit) kulkeutumisen arviointiin pitkällä aikavälillä suurilta, monimuotoisilta valuma-alueilta joissa maalajit, maankäyttömuodot ja käytännöt vaihtelevat hyvin paljon. Mallilla voidaan arvioida erilaisten käytäntöjen, kuten esim. viljelykäytäntöjen vaikutuksia aineiden huuhtoutumiseen. SWAT on ns. deterministinen, prosessipohjainen matemaattinen malli, jonka tulokset eivät perustu eri ilmiöiden välillä todettujen riippuvuuksien välisiin regressioyhtälöihin vaan pääosin todellisiin luonnonprosesseihin. Tästä syystä SWAT tarvitsee runsaasti lähtötietoa kohdevaluma-alueen säästä, maaperästä, topografiasta, kasvillisuudesta ja maankäytöstä. Tätä lähtötietoa hyväksikäyttäen SWAT kuvaa matemaattisilla kaavoilla eli mallintaa valuma-alueella tapahtuvia veden ja maa-aineksen liikkeitä, kasvien kasvua, ravinteiden kiertoa ym. prosesseja. Tämän lähestymistavan etuna on se, että valuma-alueita voidaan mallintaa ilman säännöllistä vedenlaadun tai vesimäärien seurantatietoa sekä mahdollisuus tehdä skenaarioita vaihtoehtoisten syöttötietojen avulla (esim. muutokset maankäytössä, ilmastossa, kasvillisuudessa ja viljelykäytännöissä). Tärkeimmät SWATin syöttötiedoista (topografia, maankäyttö ja maaperä) ovat helposti saatavilla esim. valtion viranomaisilta. Erityisesti silloin, kun maankäyttö, maalaji ja topografia vaihtelevat valuma-alueen sisällä niin voimakkaasti, että sillä on vaikutusta hydrologiaan, on mallinnuksen kannalta edullista, jos valuma-alue jaetaan osavaluma-

alueisiin. SWAT jakaa kohdealueen osavaluma-alueisiin digitaalisen korkeusmallin määräämien rajojen perusteella. Jokaiselle osavaluma-alueelle annetaan erikseen seuraavien kategorioiden mukaiset syöttötiedot:

- Sää
- HRU:t (Hydrological Response Units, maankäytön ja maaperän uniikkeja yhdistelmiä kullakin osavaluma-alueella)
- Altaat/kosteikot
- Pohjavesi
- Pääuoma

### **Veden virtauksen ja aineiden kulkeutumisen mallinnuksen perusteet SWATissa**

Veden kiertokulku on liikkeellepaneva voima kaiken sen takana, mitä valuma-alueella tapahtuu. Jotta maa-aineksen ja ravinteiden kulkeutumista voitaisiin riittävällä tarkkuudella ennustaa, on mallin simuloiman hydrologisen kierron vastattava todellisuutta. Valuma-alueen hydrologian simuloiminen voidaan jakaa kahteen osaan: ”maavaiheeseen” ja ”vesivaiheeseen”. Maavaiheessa kuvataan veden ja sen mukana kulkeutuvan aineksen liikettä kunkin osavaluma-alueen pääuomaan ja vesivaiheessa veden virtausta ja aineiden kulkeutumista uomaverkostossa koko valuma-alueen purkupisteeseen.

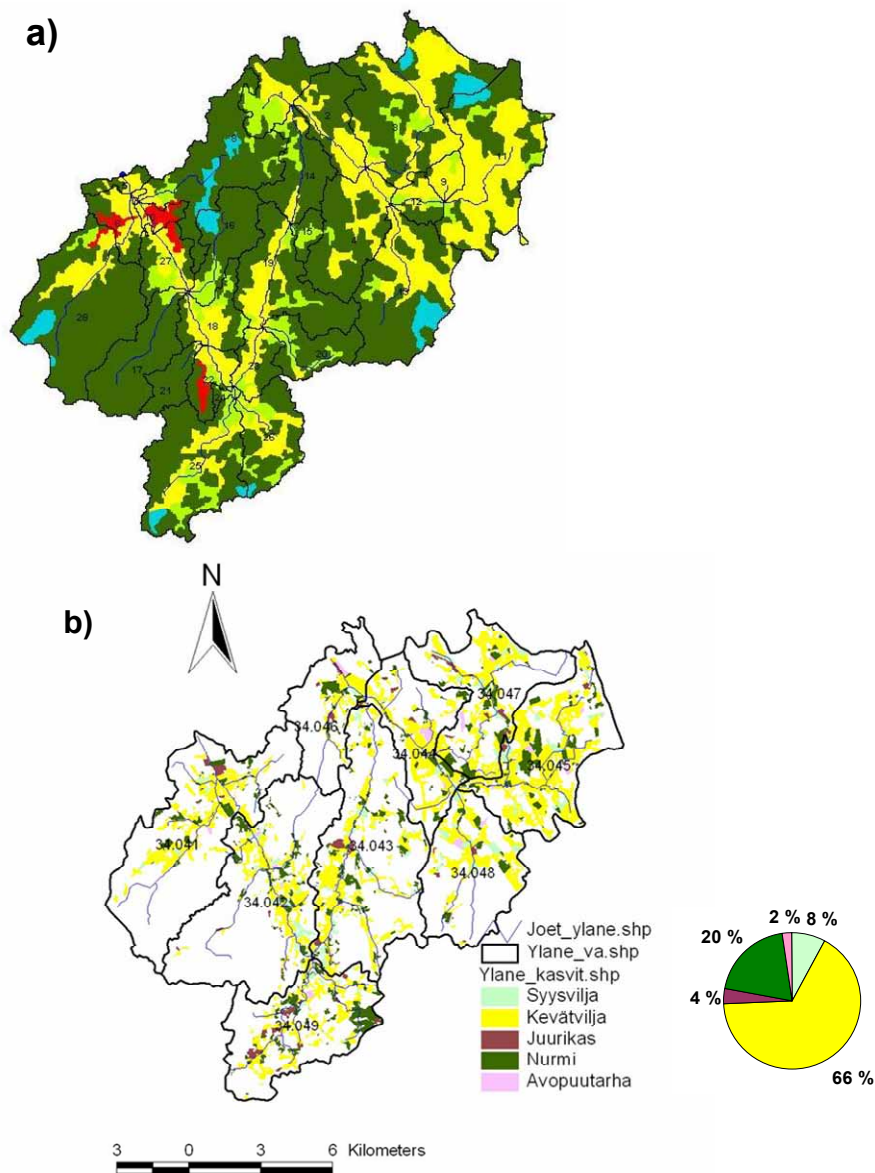
Ravinteiden kulkeutuminen maa-alueilta uomiin tapahtuu joko pintavaluntana tai pintavalunnan suuntaisena valuntana maakerroksessa. Uomissa tapahtuva virtaus vaihtelee haihdunnan, uomanpohjaan suotautumisen, suoran sadannan sekä ihmisperäisen vedenoton ja pistekuormituksen mukaan. Eroosiota ja maa-aineksen kulkeutumista määräävät prosessit ovat kiintoaineen laskeutuminen ja laskeutuneen kiintoaineen lähteminen uudelleen liikkeelle (resuspensio). SWATissa uoman pohjalta irtautuvan maa-aineksen määrä riippuu uoman vedennopeudesta ja virtausvoimasta. Virtausvoiman kasvaessa riittävän suureksi tapahtuu resuspensiota eli uoman syöpymistä. Ravinteiden prosesseja laskettaessa käytetään mallia, joka erottelee liuenneessa muodossa olevat ja kiintoaineshiukkasiin sitoutuneet ravinteet. Liuenneet ravinteet kulkeutuvat virtaavan veden mukana, kun taas kiintoainekseen sitoutuneet ravinteet saattavat sedimentoitua uoman pohjaan.

Suojavyöhykkeen tehokkuus lasketaan vyöhykkeen leveyteen perustuvalla kaavalla. SWATin laskema suojavyöhykkeen tehokkuus on todettu varsin optimistiseksi, kun tuloksia on verrattu suomalaisiin tutkimuksiin (Puustinen 1994, Uusi-Kämpä ym. 2000). Malli yliarvioi suojavyöhykkeiden tehokkuutta. Erityisesti tämä koskee fosforin pidättymistä, koska liukoisten ravinteiden oletetaan pidättävän samalla tavoin kuin hiukkasmaistenkin, mikä ei kenttämittausten perusteella pidä paikkaansa. Tästä syystä simulaatioissa annettiin suojavyöhykkeiden leveydeksi puolet todellisista arvoista, mikä johti kaavan ja em. tutkimusten antamien tulosten kohtuulliseen yhtäpitävyyteen.

### **Yläneenjoen valuma-alueen SWAT-sovelluksessa käytetyt lähtötiedot**

Maaston korkeustieto tätä tutkimusta varten saatiin Maanmittauslaitoksen aineistosta, jossa korkeusmalli on laskettu peruskartan korkeuskäyristä ja rantaviivaelementeistä.

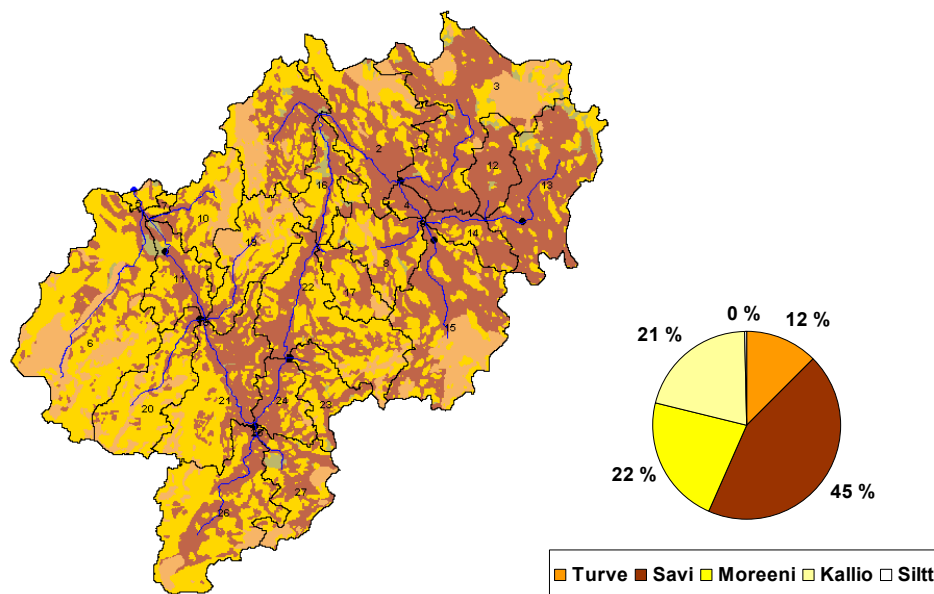
Yleisesti maankäyttötieto otetaan Corine Land Cover 2000 eli CLC2000 aineistosta, joka kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2000. Aineisto koostuu satelliittikuvamosaiikista (IMAGE2000) ja rasterimuotoisesta paikkatietokannasta, jonka erotuskyky on 25 x 25 metriä (kuva 3a). Tässä työssä viljelyalueille sovellettiin Maa- ja metsätalousministeriön ylläpitämästä TIKE-tietokannasta saatua yksityiskohtaisempaa tietoa alueen viljelykäytännöistä, jotka luokiteltiin 5 pääluokkaan (v. 2002 tilanne, kuva 3b).



**Kuva 3.** SWAT-sovelluksessa käytetyt Yläneenjoen valuma-alueen maankäyttötiedot (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/07). Kuvassa (a) viljelyalueet merkitty keltaisella ja vaaleanvihreällä, metsät tummanvihreällä, suot turkoosilla ja taajamat punaisella. Kuvassa (b) TIKE-tietokannasta (© Maa- ja metsätalousministeriö) saatu viljelyalueiden yksityiskohtaisempi jaottelu ja niiden jakauma koko valuma-alueella (piirakkakuva).

Maaperätiedot (kuva 4) saatiin Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarta-aineistosta, jossa ruudun koko oli Yläneenjoen alueella 25m x 25m.

Säätiiedot (1994–2007) olivat peräisin lähimmiltä säähavaintoasemilta. Sadantatiedot saatiin valuma-alueella sijaitsevalta Yläneen kirkonkylän havaintopisteestä. Sen sijaan muiden säätiöiden aikasarjat saatiin muutamien kymmenien kilometrien päässä sijaitsevilta mittausasemilta; ilman lämpötila Kokemäeltä ja auringon säteily, kosteus sekä tuulen suunta ja voimakkuus Jokioisilta.



**Kuva 4.** SWAT-sovelluksessa käytetyt Yläneenjoen valuma-alueen maaperätiedot (©Geologian tutkimuskeskus). Savialueet merkitty ruskealla, moreeni- ja kallioalueet keltaisella ja turvemaa vaaleanruskealla. Maalajien jakaumat piirakkakuviossa.

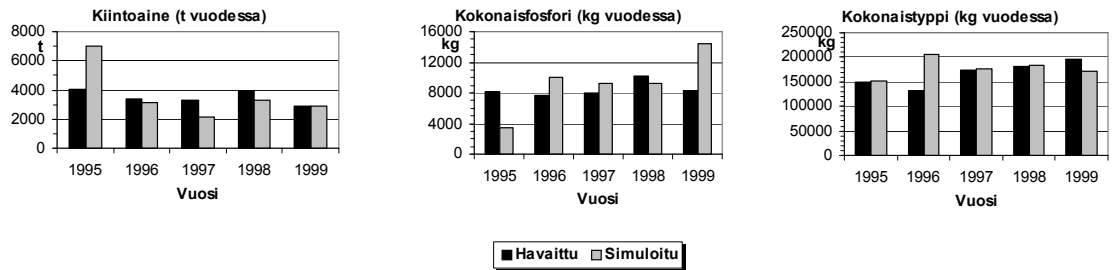
### Mallin parametrisoinnin ja kalibroinnin perusteet

Vaikka SWAT onkin kehitetty yleistyökaluksi monentyyppisille valuma-alueille, sen lähtökohdat liittyvät vahvasti peltoviljelyvaltaisiin valuma-alueisiin USA:n olosuhteissa. Tästä syystä sen sovittaminen suomalaisille, useimmiten pääosin metsäisille valuma-alueille vaatii oletusarvojen muuttamista useiden tekijöiden osalta. Lähtöarvoista osa perustui mittauksiin, osa kirjallisuudesta saatuun tietoon ja osa asiantuntija-arvioihin. Mallin kalibroinnissa käytettiin paitsi havaittujen ja simuloitujen arvojen visuaalista vertailua, myös SWAT-mallin sisältämää autokalibrointityökalua. Koska tekijöitä ja muuttujia on SWATissa varsin runsaasti (n. 130), myös oletusarvoja käytettiin runsaasti. Kalibrointijaksona käytettiin vuosia 1995–1999, jolloin havaintotietoa kerättiin suhteellisen tiheästi niin Vanhakartanosta kuin Yläneenjoen sivu-uomistakin.

### SWAT-mallin soveltaminen Yläneenjoen valuma-alueen kuormitusten sekä erilaisten viljelykäytäntöjen ja maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutusten arviointiin

Kalibroinnin osalta havaittiin, että pinta- ja pohjavaluntaa säätelevien tekijöiden kalibrointi paransi valunnan vaihtelun kuvausta. Kiintoaineen ja ravinteiden kalibroinnissa haettiin vuositason oikeaa suuruusluokkaa. Vuosivaihtelussa esiintyi epätarkkuutta (kuva 5), mikä on jo lähtökohtaisesti ymmärrettävää johtuen mm. näytteenoton vaihtelevasta osumisesta virtaamahuippuihin. Etenkin kiintoaineella ja fosforilla lyhytaikaiset vaihtelut ovat erittäin suuria, mistä johtuen havaitun kuormituksen tarkka simulointi on vuositason hankalaa. Tyypellä vaihtelu on vähäisempää ja simuloitujen kuormitukset ovat selvästi lähempänä havaittuja. Joka tapauksessa simuloitujen arvojen suuruusluokka (5 vuoden keskiarvo) on hyvin lähellä havaittua, vaikka vuositason vaihtelua havaittiinkin.





**Kuva 5.** Mitatut (mustat pylväät) ja SWAT-mallilla simuloitut (harmaat pylväät) kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyppiuhutumat Yläneenjoen Vanhakartanossa.

Kun valunnan dynamiikka ja kuormituslukujen suuruus saatiin oikealle tasolle, laadittiin k.o. parametrisoinnin pohjalta skenaariot kolmelle ravinnekuormitukseen vaikuttavalle maatalouden toimenpiteelle (ks. taulukko 1). Kaikkien skenaarioiden "nollavaihtoehdot" tuottivat samanaikaisesti sovellettuina Vanhakartanon havaintopisteessä kuvan 5 mukaiset kuormitukset, joihin eri toimenpiteiden aiheuttamia kuormituksia verrattiin.

**Taulukko 1.** Yläneenjoen SWAT-mallisovelluksessa käytetyt toimenpideskenaariot.

Toimenpide		Syysmuokkaus	Lannoitus
	Suojavyöhykkeet		
0-skenaario	Ei suojavyöhykkeitä	Kyntö 1. syyskuuta (kevätiljat) ja 20. lokakuuta (juurikkaat)	Keskimääräiset Yläneenjoen alueella käytetyt lannoitemäärät <sup>(1)</sup>
Skenaario 1	21 m suojavyöhykkeet pääuoman varren osavalmu-alueiden kevätilja- ja juurikaspelloilla	Kyntö molemmille 10. joulukuuta	Suurimmat Yläneenjoen alueella käytetyt lannoitemäärät <sup>(1)</sup>
Skenaario 2	Skenaariion 1 mukaisten suojavyöhykkeiden lisäksi 15 m suojavyöhykkeet muiden osavalmu-alueiden kevätilja- ja juurikaspelloilla	Ajankohdat kuten 0-skenaariossa mutta kyntö korvattu äestyksellä	Nurmille kananlantaa 5000 kg/ha. Muille 0-skenaariion mukainen lannoitus. Nurmille sian lietelantaa 10 000 kg/ha. Muille 0-skenaariion mukainen lannoitus.

<sup>(1)</sup> Grönroos et al. (1998)

#### *Suojavyöhykkeet ja kosteikot*

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen tekemässä suunnitelmassa suojavyöhykkeitä on ehdotettu Yläneenjoen rannoille 53 kilometrin pituudelta. Jos suojavyöhykkeen keskileveys olisi 25 m, olisi suojavyöhykkeille varattava pinta-ala 133 ha. Alueella on TIKE tietokannan (v. 2006 tilanne) mukaan jo olemassa olevia suojavyöhykkeitä n. 70 ha, joista 53 ha on tarpeelliseksi määritellyllä kohteella. Siten lisätarvetta olisi vielä 80 ha:lle suojavyöhykkeitä. SWAT-tarkastelussa otettiin 0-skenaarioksi tilanne, jossa suojavyöhykkeitä ei olisi ollenkaan. Skenaariossa 1 (ks. taulukko 1) simuloitiin nykytilaa 21 m levyisillä suojavyöhykkeillä. Pääuoman pituuteen suhteutettuna tämä keskileveys vastaa nykyistä suojavyöhykepinta-alaa ja toisaalta osaltaan hieman kompensoi SWAT:in taipumusta yliarvioida suojavyöhykkeen tehokkuutta. Skenaariossa 2 suojavyöhykkeitä sijoitettiin lisäksi sivu-uomien varsille

(taulukko 1), jolloin niiden leveyden oletettiin olevan keskimäärin vähäisempi kuin pääuoman varrella.

Skenaarion 1 mukaisilla suojavyöhykkeillä saavutettiin SWAT-simulaatioiden mukaan 9 %:n typpi- ja 19 %:n fosforikuormituksen väheneminen. Skenaariossa 2 vähenemät olivat vastaavasti jo 17 % ja 36 %. Siten laajamittaisesti toteutettavat suojavyöhykkeet näyttäisivät olevan tehokas ravinnekuormituksen vähentämismenetelmä Yläneenjoen alueella.

Kosteikoille ei tehty skenaariota puutteellisten lähtötietojen vuoksi. Muutaman koeluonteisen simuloinnin perusteella näyttäisi kuitenkin siltä, että merkittävän (yli 20 %) ravinnekuormituksen vähentymisen saavuttamiseksi tarvittava kosteikkopinta-ala on samaa luokkaa kuin esim. suunnitelmissa suojavyöhykkeille esitetyt pinta-alat eli 150 ha:sta ylöspäin. On selvää, että näinkin suuren valuma-alueen kokonaismittakaavassa esim. alle 10 ha:n yhteenlaskettu kosteikkopinta-ala ei voi tuottaa kovin näkyviä tuloksia vaikka yksittäinen kosteikko poistaisikin tehokkaasti siihen tulevaa kuormitusta.

#### *Syysmuokkaus*

Kevätvilja- ja juurikasmaidien syyskynnön päivämäärä oli 0-skenaariossa kevätiljoilla 1. syyskuuta ja juurikasmailla 20. lokakuuta. Skenaariossa 1 päivämääräksi asetettiin molemmille joulukuun 10. Tällä toimenpiteellä ei ollut tulosten mukaan vuositasolla kovin suurta vaikutusta Yläneenjoen kuljettamiin typpikuormiin (2 % vähenemä), mutta fosforikuormitusta syyskynnön myöhentäminen vähensi 8 %. Ajoituksen siirtämistä tehokkaammaksi toimenpiteeksi osoittautui syysmuokkauksen keventäminen vaihtamalla kyntö äestykseen (Skenaario 2), mikä vähensi typpikuormitusta lähes 4 % ja fosforikuormitusta jopa 22 %.

#### *Lannoitusvaihtoehdot*

Lannoituksen 0-skenaarion (keskimääräinen lannoitus) ja Skenaarion 1 (maksimilannoitus) mukaiset lannoitusmäärät viljelyalueittain on esitetty taulukossa 2).

**Taulukko 2.** Keskimääräiset ja suurimmat Yläneenjoen alueella käytetyt lannoitemäärät vuoden 1998 MYTVAS-raportin (Grönroos et al. 1998) mukaan.

	Keskimääräinen lannoitus N / P	Maksimilannoitus N / P
	kg/ha/vuosi	
Syysviljat	105 / 24	130 / 30
Kevätviljat	105 / 24	130 / 30
Juurikas	66 / 41	110 / 67
Nurmi	168 / 27	238 / 38
Avopuutarha	154 / 44	240 / 108

Skenaarion 1 mukaisella maksimilannoituksella kuormituksen lisäys oli typelle 12 % ja fosforille 17 %. Nurmelle levitettävä eläinperäinen lannoitus lisäsi erityisesti fosforikuormitusta (kanalanta 25 % ja sianlanta 27 %), kun taas lisäys typpikuormitukseen oli vähäisempi (molemmilla vajaat 5 %).

#### **Johtopäätökset**

Muutamien vesistökuormitukseen vaikuttavien maatalouden toimenpiteiden simulointia testattiin Yläneenjoen alueella SWAT-mallin avulla. Vaikka tuloksiin sisältyy runsaasti epävarmuutta, voidaan tuloksia pitää vähintään suuntaa-antavina. Helpoiten fosforikuormitusta voitaneen rajoittaa keventämällä muokkausta ja vähentämällä lannoitusta. Erityisesti karjanlannan merkitystä pitäisi jatkossa tutkia tarkemmin, koska skenaarioajojen perusteella sillä näyttäisi olevan merkitystä myös valuma-alueella. Tässä työssä ei tosin ollut käytettävissä karjanlannan levityksen osalta paikallista tietoa, joten skenaarioajojen tuloksia pitää tarkastella lähinnä teoreettisella tasolla. Myös mittavalla (=satojen hehtaarien laajuudella)

suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen perustamisella voitaisiin merkittävästi vähentää Yläneenjoen Pyhäjärveen kohdistamaa ravinnekuormitusta. Typpikuormitukseen tässä testatuilla toimenpiteillä näyttäisi olevan heikompi vaikutus kuin fosforikuormitukseen.

### **Kirjallisuus**

- Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S. & Williams, J.R. 1998. Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development. *Journal of American Water Resources Association* 34: 73–89.
- Grönroos, J., Rekolainen, S., Palva, R., Granlund, K., Bärlund, I., Nikander, A. & Laine, Y. 1998. Maatalouden ympäristötuki. Toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vuosina 1995–1997. *Suomen Ympäristö* 239. Suomen ympäristökeskus, 77 s.
- Neitsch, S.L., Arnold J.G., Kiniry, J.R. & Williams J.R. 2001. Soil and Water Assessment Tool - Theoretical Documentation, Version 2000. Blackland Research Center. Agricultural Research Service, Texas, USA.
- Puustinen, M. 1994. Effect of soil tillage on erosion and nutrient transport in plough layer runoff. *Publ. of the Water and Environment Research Institute* 17. pp 71–90.
- Puustinen, M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. *Suomen ympäristö* 21/2007. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Helsinki. 77 s.
- Uusi-Kämpä, J., Braskerud, B., Jansson, H., Syversen, N. & Uusitalo, R. 2000. Buffer zones and constructed wetlands as filters for agricultural phosphorus. *J. Environ. Qual.* 29(1): 151–158.

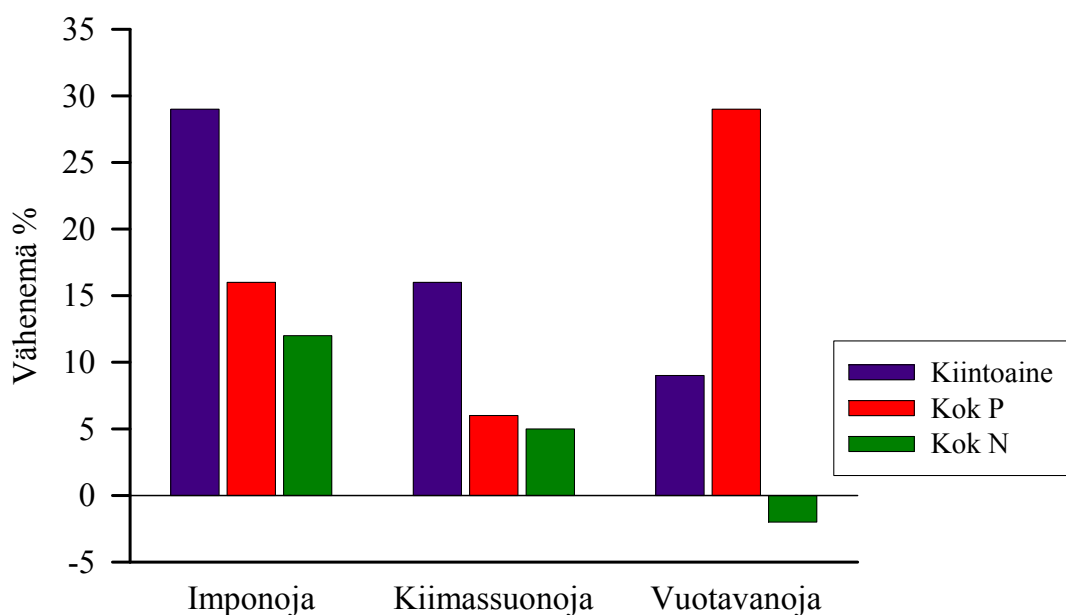
## **4.4 Vesiensuojelukohteiden toimivuus**

Osassa Pyhäjärven valuma-alueella olevia vesiensuojelukohteita on seurattu säännöllisesti niiden toimivuutta ja ravinteiden pidätystehoa ottamalla vesinäytteitä toimenpiteen yläpuolelta ja alapuolelta sekä mittaamalla niiden läpi virtaavan veden määrä. Seurattuihin kohteisiin kuuluu laskeutusaltaita, kosteikkoja ja suodattimia. Seurannasta on pääasiassa vastannut Lounais-Suomen ympäristökeskus.

### ***Laskeutusaltat ja kosteikot***

Pyhäjärven valuma-alueelle on rakennettu kaikkiaan noin 60 laskeutusallasta tai kosteikkoa. Pyhäjärven suojeluprojekti on pyrkinyt löytämään sekä kustannuksiltaan että mitoitukseltaan edullisimman tavan toteuttaa laskeutusaltaita ja kosteikkoja ottaen huomioon ravinteiden pidätystehon sekä hoidon ja kunnossapidon. Yksittäisten altaiden lisäksi on rakennettu laskeutusaltaan ja kosteikon yhdistelmiä sekä pienten patoaltaiden ketju.

Pyhäjärven valuma-alueelle rakennetut laskeutusaltat ja kosteikot ovat yleensä olleet varsin pieniä yläpuoliseen valuma-alueeseen nähden (alle 1 %). Kosteikoista pisimpään on seurattu Imponojaan ja Kiimassuonojaan vuonna 1995 rakennettuja kosteikkoja. Molempiin kosteikkoihin tuleva vesi on laadultaan varsin samanlaista, mutta Imponojan kosteikko on toiminut selvästi paremmin kiintoaineen ja ravinteiden pidättäjänä (kuva 6). Se selittyy sillä, että kyseinen kosteikko on pinta-alaltaan suhteessa valuma-alueen pinta-alaan selvästi suurempi ja toisaalta vesikasvillisuus on siinä selvästi runsaampaa. Imponojan kosteikon yläpuolelle rakennettiin laskeutusallas vuonna 2000 ja kosteikko kunnostettiin 2005. Vuotavanojan vuonna 1997 rakennettuun laskeutusaltaaseen tulevan veden ravinne- ja kiintoainepitoisuudet ovat olleet varsin korkeita. Mittausjaksolla kiintoainesta ja fosforia oli pidättynyt altaaseen, mutta typpeä ei.



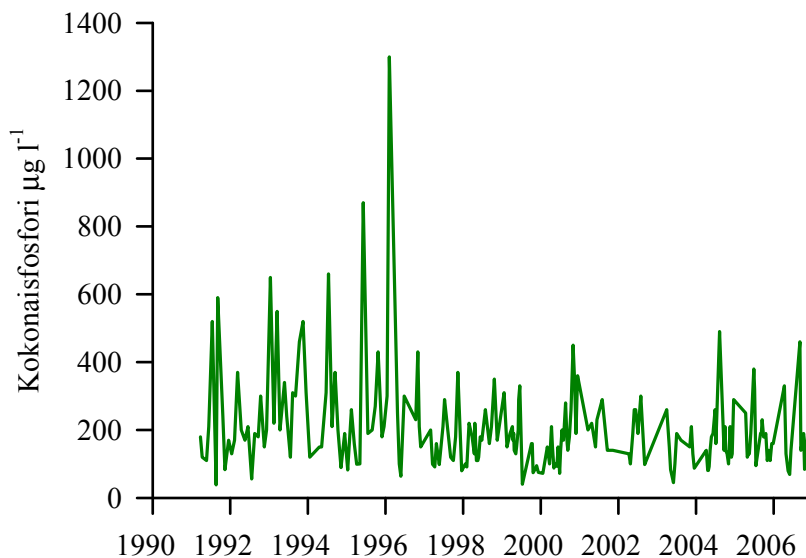
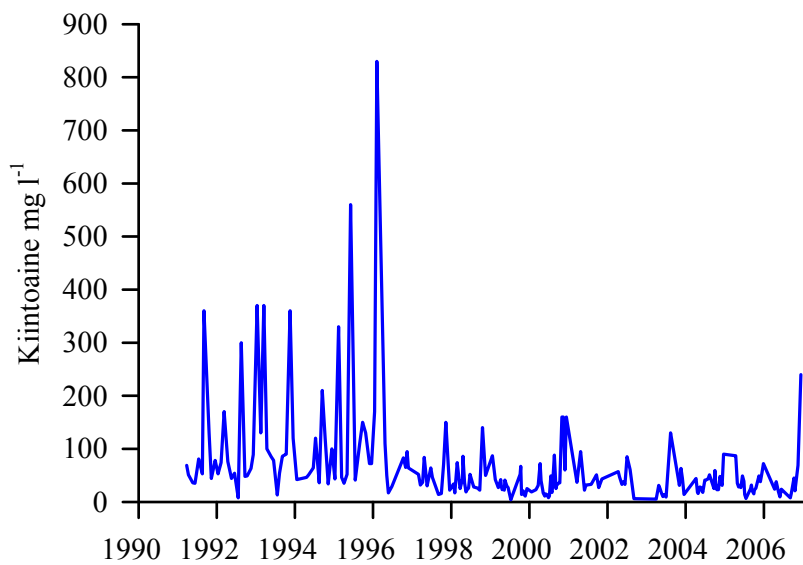
**Kuva 6.** Imponojan ja Kiimassuonojan kosteikon sekä Vuotavanojan laskeutusaltaan ravinteiden ja kiintoaineen pidätystehot 1997–99 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

Yläneenjokeen laskevaan Liinojaan rakennettiin vuonna 1997 yhdeksän pientä pohjakynnystä tarkoituksena loiventaa virtaamavaihteluita, vähentää uomaeroosiota ja laskeuttaa vedessä olevaa kiintoainesta. Runsaan vuoden kuluttua rakentamisesta patoaltaisiin oli pidättynyt kiintoainesta noin 55 tonnia (noin 40 % kuormituksesta) ja fosforia 50 kg (noin 12 %) kuormituksesta (Nukki & Savola 2000). Liinojan veden kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet ovat olleet rakentamisen jälkeen pysyvästi alhaisemmalla tasolla (kuva 7). Pienten pohjakynnysten ketju näyttää tietyissä olosuhteissa olevan suhteellisen edullinen ja tehokas menetelmä kiintoaine- ja ravinnekuormituksen vähentämiseen.

Tutkimusten mukaan altaiden ja kosteikkojen pitäisi olla vähintään 1–2 % mutta mieluiten 3–5 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta, jotta ne toimisivat tehokkaasti kiintoaineen ja ravinteiden pidättäjänä. Käytännössä toimenpiteet joudutaan maaston muotojen, pelto-kuvioiden ja maanomistusolojen takia toteuttamaan selvästi pienempinä. Isojen kosteikkojen toteuttamista rajoittaa myös se, että viljelijän on taloudellisesti kannattavampaa viljellä peltoa kuin muuttaa se kosteikoksi.

Siten on usein tarkoituksenmukaisempaa rakentaa esimerkiksi ojan tai puron latvoille useita pieniä altaita tai kosteikkoja kuin uoman alaosaan suuri allas. Pienten patojen ja altaiden rakentaminen ja hoito on myös helppoa ja selvästi edullisempaa kuin isojen kosteikkojen. Pyhäjärven valuma-alueella saatujen kokemusten perusteella tiedetään, että pienenikin altaisiin pidättyy kiintoainesta ja fosforia.

Useimmiten maaston luonnolliset painaumat ovat sopivia alueita altaaksi tai kosteikoksi. Toisaalta kyseiset alueet voivat luonnontilaisina olla varsin arvokkaita elinympäristöjä (esim. lehtoja, korpia). Ennen rakentamispäätöksen tekemistä tulee arvioida ehdotetun alueen luonnonarvot. Toisaalta taas joillain alueilla altaan perustaminen voi merkittävästi lisätä maisemallista ja biologista monimuotoisuutta.



**Kuva 7.** Liinojan kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuuksia ajalla 1991–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

### ***Tehostettu hiekkasuodatus***

Pyhäjärven suojeluprojektissa on pyritty kehittämään perinteisiä vesiensuojelumenetelmiä tehokkaampia keinoja. Valumavesien ravinteiden poistossa on kokeiltu erilaisia hiekkasuodattimia. Suodattimien toiminta perustuu osaksi mekaaniseen ja osaksi kemialliseen suodattumiseen. Fosforipitoisuuden ollessa pieni fosfori sitoutuu maa-ainekseen lähinnä adsorboitumalla rauta-, alumiini- ja kalsiumpitoisten mineraalien pinnalle. Ajan kuluessa suodattimissa alkaa tapahtua myös biologista hajoamista. Pyhäjärven valuma-alueella on kokeiltu suodattimia, joissa hiekan joukkoon on lisätty esimerkiksi kalkkia tai Fosfilt\* - materiaalia tehostamaan fosforin sitomista.

**Kalkkisuodinojat.** Yläneenjoen ja Pyhäjoen jyrkimmille rantapelloille rakennettiin 1990-luvun lopulla yhteensä lähes kuusi kilometriä kalkkisuodinoja. Kalkkisuodinojien tehon mittaaminen on hankalaa, sillä pintavaluntavedestä on vaikea saada edustavia vesinäytteitä. Yhdellä tilalla kolmen peltohehtaarin salaojavedet ja kotitalouden jätevedet kerätään kaivoon ja pumpataan edelleen kalkkisuodinojaan. Tässä tapauksessa suodinojaan johdettavan veden laatua pystyttiin mittaamaan näytteenottokaivosta ja lähtevän veden laatua suodinojan poistoputkesta. Sekä suodattimeen tulevan veden laatu että suodattimen teho on vaihdellut merkittävästi, mutta kalkkisuodinojaan on pidättynyt keskimäärin 40 % tulevasta fosforista. Vedenlaatu tulosten mukaan suodattimessa näyttäisi edelleen olevan tehoa jäljellä.

Uomansuuntaisten, pellon ja suojakaistan rajaan rakennettujen, kalkkisuodinojien perustamiskustannukset ovat suhteellisen korkeat. Niitä kannattaakin perustaa lähinnä sellaisiin kohtiin, joista pintavalunta virtaa suojakaistan läpi.

**Hiekkasuodatuskentät.** Valumavesiä on käsitelty Pyhäjärven valuma-alueella myös muutamassa hiekkasuodatuskentässä. Kalkkihiekkasuodattimet ovat osoittautuneet tehokkaiksi sekä kokonaisfosforin että liuenneen fosforin poistajiksi. Niiden poistoteho oli keskimäärin 75 % vuosijaksolla 1997–2001. Vehmasojan kalkkihiekkasuodatin on pienentänyt sekä kiintoainetta ravinnepitoisuuksia (kuva 8). Suodattimet ovat yleisesti olleet tehokkaita fosforinpidättäjiä, mutta tyypeä ne eivät ole juurikaan pystyneet vähentämään.

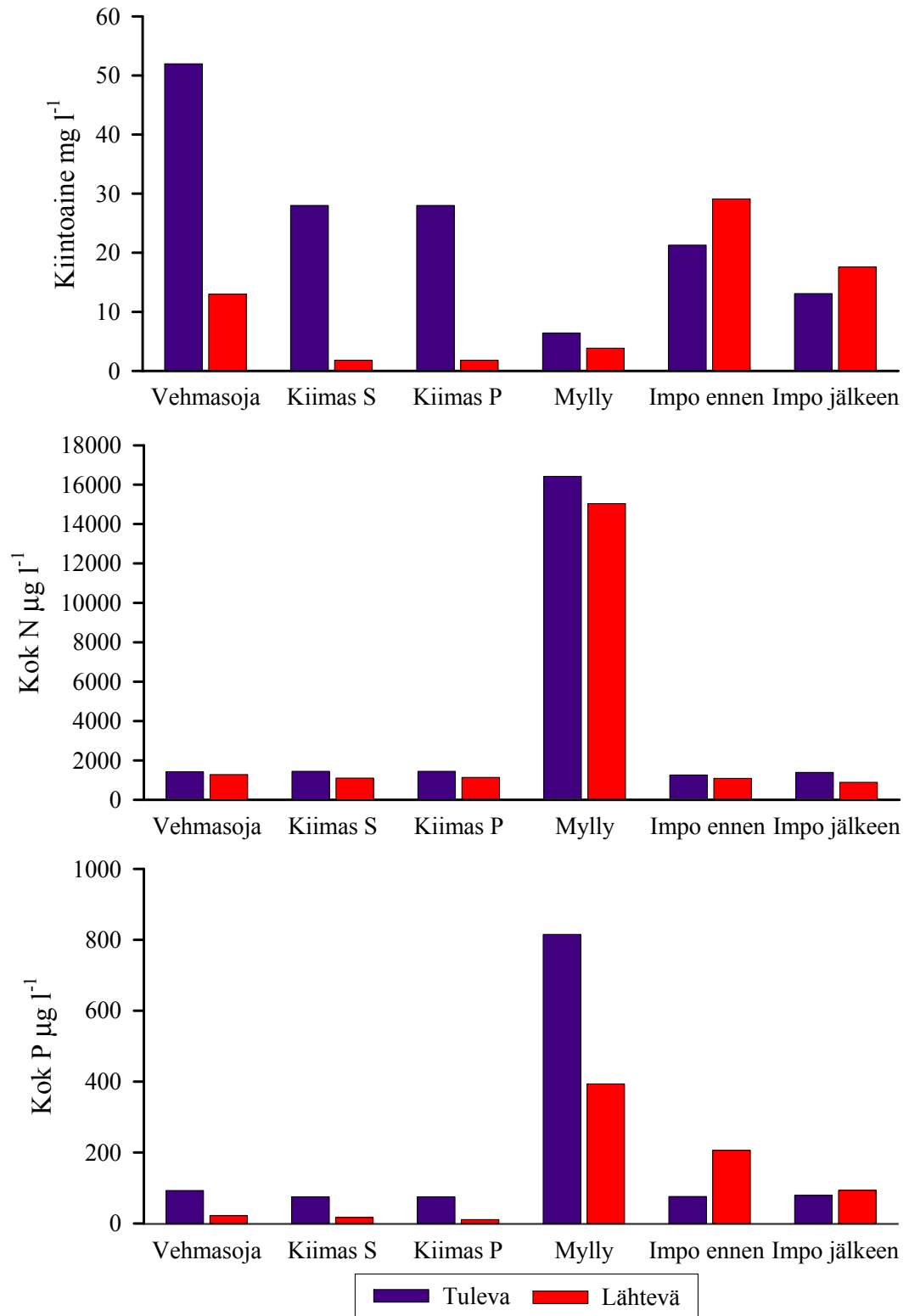
Fosfilit-suodattimissa fosforin poistoteho on ollut noin 30 %. Toisaalta ne taas ovat pidättäneet tyypeä, erityisesti ammoniumtyyppiä hyvin. Imponojan suodatin ei kuitenkaan kunnostamisesta huolimatta ole toiminut odotetulla tavalla, suodatin on kyennyt pidättämään ainoastaan tyypeä (kuva 8). Huhkon suodatin, jossa suodatinkerros on Fosfilit -massan, kalkin, kipsin ja hiekan seosta, on kyennyt merkittävästi pienentämään veden kokonaisfosforipitoisuutta.

**Ojanpohjasuodatus.** Ravinteita on pyritty poistamaan Pyhäjärven alueen ojavesistä myös ns. ojanpohjasuodattimilla kahdeksassa eri kohteessa. Ojanpohjasuodatuskokeilussa olevien ojien fosforipitoisuutta saatiin ensimmäisinä vuosina vähennettyä keskimäärin 30 % ja suodattimissa on edelleen tehoa jäljellä. Ojanpohjasuodatus (salaojaputkella) on suhteellisen edullinen ja tehokas keino yksittäisten pelto-ojien veden fosforipitoisuuden vähentämiseksi.

### ***Suojavyöhykkeet***

Suojavyöhykkeet ovat monivuotisen heinäurmen peittämiä peltoalueita vesistöjen tai valtaojien varressa. Alueiden keskimääräinen leveys on vähintään 15 metriä. Suojavyöhykkeet estävät pelloilta pintavalunnan mukana kulkeutuvien ravinteiden ja maa-aineksen pääsyn vesistöihin. Suojavyöhykkeet ovat tehokkaampia vesiensuojelukeinoja kuin pientareet ja suojakaistat. Niitä kannattaa perustaa jyrkille, kalteville ja notkelmaisille rantapelloille sekä tulvaherkille rannoille. Suojavyöhykettä ei lannoiteta eikä käsitellä torjunta-aineilla. Alueita hoidetaan niittämällä ja niittojätteen poiskorjuulla tai laiduntamalla, jos siitä ei aiheudu haittaa vesiensuojelulle.

Lounais-Suomen ympäristökeskus on pyrkinyt edistämään kohteiden perustamista laatimalla suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmia. Yläneen- ja Pyhäjoen varsille laaditut suunnitelmat ovat nähtävänä mm. kuntien maaseututoimistoissa. Yleissuunnitelmissa esitetyt suojavyöhykkeiden tarvemerkinnät tarkoittavat käytännössä ympäristökeskuksen puoltavaa kannanottoa rahoitusta haettaessa. Yläneenjoen suunnitelmassa ehdotetuista alueista (noin 134 hehtaaria) reilu kolmannes on toteutunut vuoteen 2006 mennessä (kts. tarkemmin kohta 4.3).



**Kuva 8.** Kohteeseen tulevan ja lähtevän veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia kohteen perustamisvuoden ja vuoden 2002 välillä. Vehmasojassa on kalkkiahiekkasuodatin, Kiimasuonojan toisessa suodattimessa on käytetty Sucroksen (S) ja toisessa Partek Nordkalkin (P) kalkkia. Myllyn suodatin on Fosfilitin ja hiekan seosta. Imponojan tulokset ovat ennen ja jälkeen suodattimen kunnostuksen (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

Life-projektin aikana perustettiin Oripäähän 2,2 hehtaarin nurmialueet, joilla on seurattu kasvillisuuden muutoksia ja maan ravinnetilaa. Kehitystä on tapahtunut eli nurmen kasvu on heikentynyt ja sato on varsin pieni. Ainoastaan kohdat, joissa on säilynyt apilaa erottuvat selvästi rehevämpinä

### ***Johtopäätökset***

Sää- ja virtaamavaihteluiden takia valumavesien käsittelyyn on vaikea löytää kustannustehokkaita menetelmiä. Pienten pohjakynnysten ketju näyttää tietyissä olosuhteissa olevan suhteellisen edullinen ja tehokas menetelmä kiintoaine- ja ravinnekuormituksen vähentämiseen. Niiden käytöstä ja toimivuudesta tulee kuitenkin hankkia vielä lisää kokemuksia sekä tutkimus- ja seurantatietoa. Kosteikoista ja laskeutusaltaista tarvitaan sedimentti- ja kasvillisuustutkimuksia, jotta niiden toimivuutta voidaan arvioida tarkemmin.

Oikein mitoitetuilla ja rakennetuilla hiekkasuodattimilla voidaan vähentää valumavesien ravinnekuormitusta erityisesti kohteissa, joissa pitoisuudet ovat korkeita. Pyhäjärvi-LIFE-hankkeessa kehitetyillä suodattimilla saadaan vähennettyä maatalouden aiheuttamaa kiintoaine- ja fosforikuormitusta, mutta ei typpikuormitusta. Suodattimien fosforin sitomiskykyä voidaan tehostaa esimerkiksi kalkilla, Fosfiltilla tai muilla fosforia sitovilla yhdisteillä. Fosfilt-käsittelyssä veden viipymän tulee olla selvästi pidempi kuin kalkkikäsittelyssä, jotta fosfori ehtii sitoutua. Kiintoaine tulee laskeuttaa mahdollisimman hyvin vedestä ennen suodatimeen johtamista. Suodattimien teho ja niiden elinikä riippuvat merkittävästi tulevan veden laadusta. Suodattimien toimintaa on seurattava, sillä kun teho loppuu, suodatinmassa on joko vaihdettava tai siihen on sekoitettava uutta materiaalia. Suodatinmassa ei ole haitallista ympäristölle, joten se voidaan levittää esimerkiksi pellolle. Suurin hyöty suodattimista saataaneen, jos yläpuolella on laskeutusallas (kiintoaineen kiinniottamiseksi) ja alapuolella kosteikko (typen poistamiseksi).

Tulokset kalkin, Fosfilitin ja rautapitoisen kipsin seoksen käytöstä suodatuksessa ovat hyviä ja näiden yhteiskäytön tuotekehitystä kannattaakin jatkaa. Hyviä käytännön kokemuksia on saatu avo-uomaan rakennetusta suodattimesta, jossa ravinteiden kiinniottamiseen käytettiin kalkin, Fosfilitin ja rautapitoisen kipsin seosta. Suodatin rakennettiin vuonna 1999 ja fosforinpidätyskyky on edelleen hyvä. Myös suodattimien mitoituksen ja rakenteiden kehittämistyötä kannattaa jatkaa. Isojen suodatinkenttien investointikulut ovat korkeat. Kenttien toimintaikää ei vielä tiedetä, joten kustannus-hyöty-suhdetta ei pystytä tässä vaiheessa laskemaan.

Vanhojen olemassaolevien kohteiden ylläpito ja kunnostus on tärkeää, jotta kohteet toimisivat suunnitellulla tavalla. Kunnostukseen on Pyhäjärven valuma-alueella jo panostettu, mutta sitä pyritään tekemään lähitulevaisuudessa entistä enemmän. Samalla saadaan lisää käytännön kokemusta kunnostustyöstä, mikä auttaa arvioimaan erilaisten toimenpiteiden käyttökelpoisuutta pitkällä tähtäimellä.

Kuormituksen vähentämiseksi olemassaolevia vesiensuojelukeinoja, mm. suojavyöhykkeitä, on kuitenkin hyödynnettävä entistä paremmin ja kannustettava niiden perustamiseen. Ilmas- tonmuutos tuo vesiensuojelutyöhön uusia haasteita, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan uusia innovaatioita vesiensuojeluun. Näiden edistämiseksi vaaditaan yhteistyötä eri toimijoiden kesken.



## 4.5 Tilakohtainen neuvontatyö

Pyhjärveen laskevien Pyhäjoen ja Yläneenjoen valuma-alueiden maatalousyrittäjät ovat tehneet vesiensuojelutoimia jo ennen Suomen EU-jäsenyyttä ja maatalouden ympäristötukia. Yli 90 % alueen viljelijöistä on sitoutunut maatalouden ympäristötuen ehtoihin, joita ovat mm. lannoitteiden ja torjunta-aineiden vähentäminen, riittävät lannan varastotilat ja lannan levitys vain sulaan maahan. Fosforilannoitus onkin vähentynyt kasvilajista riippuen keskimäärin 25–40 % (Mattila ym. 2001). Typpilannoituksen vähentäminen on ollut vaatimattomampaa.

Pyhjärven suojeluprojektin keskeinen piirre on alusta alkaen ollut läheinen kanssakäyminen alueen viljelijöiden ja maanomistajien kanssa. Rahasto on tarjonnut valuma-alueen maanviljelijöille ilmaista neuvonta- ja suunnittelupalvelua ympäristötukien haun yhteydessä. Viljelijöitä on kannustettu toteuttamaan erityisesti Lounais-Suomen ympäristökeskuksen vuonna 2000 laatimia Yläneenjoen ja Pyhäjoen suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmia. Valuma-alueella tehtiinkin yhteensä kymmeniä erityistukihakemuksia ja vesistöjen varsille on perustettu paljon suojavyöhykkeitä (kts. liite 2). Pyhjärven suojelurahasto osallistui Lounais-Suomen ympäristökeskuksen Yläneenjoen ja Pyhäjoen vesiensuojeluprojekteihin, jotka paneutuivat nimenomaan maatalouden ympäristötukien hyväksikäytön edistämiseen.

## 4.6 Rantojen kehittäminen

Pyhjärven suojelurahaston monipuolisessa rantojen kehittämistyössä yhdistyivät vesiensuojelu, virkistyskäyttö ja kylätoiminta. Rantojen kehittämiseen kuului monia konkreettisia toimia, joilla lisättiin merkittävästi ranta-alueiden viihtyisyyttä ja monikäyttöarvoa ja luotiin uusia edellytyksiä luonto- ja matkailuyrittäjille. Tiedotuksella ja talkoilla lisättiin alueen asukkaiden ympäristötietoisuutta ja vaikutusmahdollisuuksia omaan elinympäristöönsä. Keskeisiä yhteistyökumppaneita olivat kunnat, ympäristöviranomaiset, alueen yrittäjät ja asukkaat.

Yleisten ranta-alueiden kunnostaminen paransi merkittävästi niiden virkistyskäyttöarvoa. Kohteita olivat mm. Laituriosuuskunnan ja Honkalan ranta Säskylässä ja Pehkurannan yhteisranta Yläneellä. Myös siivoustalkoilla Areenan, Torotien, Kalikan ja Kurvastentien rannoissa parannettiin niiden virkistyskäyttöarvoa (kuva 9). Ranta-asukkaille järjestettiin jokaisessa järvenrantakunnassa orgaanisen kasvimassan keräyspaikka, jonne asukkaat voivat viedä oman rantansa siistimisestä tulevat jätteet ilmaiseksi. Myös romukeräystä järjestettiin useissa kohteissa Pyhjärven ranta-alueilla. Ahlstrom Kauttua Oy poisti alueeltaan romuautoja ja tehtaan omia vanhoja laitteita. Tehtaan varasto- ja palokunnan harjoittelupaikkana toimineelle alueelle menevä tie eristettiin lukitulla puomilla ulkopuolisten romuntuojien pääsyn estämiseksi. Yhteistyössä tehtaan kanssa selvitettiin kyseiseltä alueelta järveen laskevan ojan vedenlaatua ja siihen liittyviä ongelmia.

Pyhäjoen rannalle rakennettiin kokeilukohteena Ylisen myllyn jokivarsiuimapaikka. Yläneenjoen varteen Lystmettään suunniteltiin ja rakennettiin laavu ja kompostikäymälä melojien taukopaikaksi. Yläneenjokeen laskevien tärkeimpien ojien suille teetettiin paikallisten asukkaiden aloitteesta nimikyltit, jotka kertovat joella meloville kunkin ojan nimen. Näin joella liikkuvat ihmiset voivat tarvittaessa raportoida poikkeuksellisista havainnoista ympäristöviranomaisille tai Pyhjärven suojelurahastolle. Toteutetuissa vesiensuojelukohdeissa ennestään olevien esittelytaulujen tekstejä uudistettiin ja visuaalista ilmettä muutettiin sekä laadittiin uusiin kohteisiin tauluja.



**Kuva 9.** Pyhäjärven rannoilla järjestettiin talkoita.

Rantojen jatkokehittämistä varten laadittiin suunnitelmia ja selvityksiä, joista useiden toteutuksessa kuunneltiin asukkaiden näkemyksiä. Säkylän leirintäalueen ja Kurvasten rannan kunnostustoimia ja ruoppausta varten laadittiin pohjasedimenttiselvitys. Kauttua ranta-alueille laadittiin yleissuunnitelma ja erityisesti Möljän rannan kehittämistä varten koottiin Möljä-toimikunta, joka ideoi alueen virkistyskäyttöarvon lisäämistä. Pyhäjärven uimarannoille on pitkään toivottu käyttökelpoisuutta parantavia rantasuihkuja, joiden toteuttamiseksi tehtiin suihkusuunnitelma. Sen perusteella kuntien tai esim. kyläyhdistysten toivotaan jatkossa toteuttavan suihkut tärkeimmille uimarannoille. Eurajoen luusuaan suunniteltiin kaarisilta, joka parantaisi kulkuyhteyttä järven rantaan ja yhdistäisi Eurajoen molemmin puolin kulkevat kävelyreitit. Suunnitelman toivotaan toteutuvan tulevaisuudessa Ruukin alueen kehittämishankkeissa.

Yläneenjoelle laadittiin moninaiskäyttösuunnitelma, jossa selvitettiin etenkin joen virkistyskäyttöarvon lisäämismahdollisuuksia. Asukkaiden toiveet huomioiden selvitettiin uusien ja nykyisten joen pääuomaa koskevien vesiensuojelutoimien kehittämistarve ja -mahdollisuudet. Lounais-Suomen ympäristökeskus selvitti suunnitelmassa mainittujen toimien teknisen toteutettavuuden ja laatii koko jokiuoman kattavan teknisen yleissuunnitelman.

## 4.7 Kyläsuunnitelmat

Kyläsuunnittelun tiiviissä yhteistyössä paikallisten asukkaiden kanssa on todettu olevan hyvä keino edistää Pyhäjärven suojeluprojektin tavoitteiden saavuttamista. Pyhäjärven valuma-alueella toteutettua menestyksekkästä asukaslähtöisen vesiensuojelun toimintamallia on myös levitetty ja hyödynnetty sekä kansallisesti että kansainvälisesti.

Pyhäjärven suojelurahasto on laatinut 1990-luvulta lähtien kaikkiaan kymmenen vesiensuojelupainotteista kyläsuunnitelmaa, jotka kattavat noin 80 % Pyhäjärven valuma-alueesta. Suuri osa aiemmin laadituista kyläsuunnitelmista kirjoitettiin kokonaan uusiksi toisella toimikaudella (Lännen kylä, Pyhäjoki, Sydänmaa, Tourula/Keihäskoski, Uusikartano). Lisäksi syntyi kolme uutta kyläsuunnitelmaa (Uusikylä, Pehkuranta/Kalikka, Vähäsäkylä). Yläneen

osalta kyläsuunnitelmien tuomaa tietämystä täydentää kattava ”Yläneenjoki – vesiensuojelu ja virkistyskäyttö” -julkaisu, jossa esitellään Yläneenjoen valuma-alueella tehtyjä vesiensuojelutoimia, alueen virkistyskäyttömahdollisuuksia ja asukkaiden ehdotuksia virkistyskäytön kehittämiseksi. Kyläsuunnitelmien yhteydessä pyrittiin kannustamaan asukkaita osallistumaan oman elinympäristönsä kehittämiseen ja suunnitteluun.

## **4.8 Muut toimet**

Maatalouden vesiensuojelun edistämiseksi selvitettiin Pyhäjärven valuma-alueella suorakylvön käyttömahdollisuuksia perinteisen maanmuokkauksen sijaan yhteistyössä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen ja Helsingin yliopiston kanssa. Suorakylvön todettiin monin tavoin parantavan maan rakennetta ja ehkäisevän eroosiota, mutta sen vesiensuojeluvaikutusten selvittäminen vaatii vielä lisätutkimuksia. Viljelijöillä oli pääasiassa myönteisiä kokemuksia suorakylvöön siirtymisestä. Suorakylvöön liittyvien tutkimushankkeiden tuloksia esitellään tarkemmin kappaleissa 7.1 ja 7.2.

Pyhäjärven suojelurahasto on seurannut Pyhäjärven valuma-alueella ja sen vaikutuspiiriin kuuluvalla alueella Pyhäjärven tilaan vaikuttavia hankkeita ja suunnitelmia. Näistä erityisesti Turun seudun tekopohjavesihankkeen ja Köyliön Hallavaaran pilaantuneiden maiden käsittelykeskuksen ympäristövaikutusten arviointiprosessia ja hankkeisiin liittyviä tutkimuksia on seurattu aktiivisesti ja tarvittaessa on otettu kantaa asiakirjoihin.

## 5 Hoitokalastus

Pyhäjärven rehevöitymistä ylläpitää ulkoisen ravinnekuormituksen lisäksi sisäinen ravinnekuormitus eli pohjaan kerääntyneiden ravinteiden vapautuminen takaisin eliöiden käyttöön. Tämä havaitaan veden fosforipitoisuuden nousuna erityisesti loppukesällä, jolloin ulkoinen kuormitus on yleensä hyvin vähäistä. Pyhäjärven sedimenttitutkimusten mukaan fosforia vapautuu lähes koko pohjan alueelta eikä pelkästään syvänealueilta. Vaikka syvänteeseen onkin kertynyt vuosikymmenien aikana kiintoainetta ja ravinteita, on syvänealueen osuus koko järven tilavuuteen suhteutettuna alhainen. Sisäinen kuormitus reagoi hitaasti ulkoisen kuormituksen laskuun, mutta suoraan järveen kohdistuvilla toimenpiteillä, kuten poisto- ja hoitokalastuksella, voidaan tukea ja nopeuttaa vesistön tilan paranemista. Pyhäjärven kokoisessa järvässä ainoa käyttökelpoinen tapa puuttua sisäiseen kuormitukseen on kalojen poiston kautta tapahtuva ravintoketjukuristus.

Kalat vaikuttavat vedenlaatuun monella tavalla sekä suoraan että välillisesti. Kalojen biomassaan voi olla sitoutuneena jopa yli puolet järvedessä olevasta fosforista. Kalasaaliin mukana poistuu siksi myös merkittäviä määriä ravinteita, Pyhäjärvässä noin viidennes järveen tulevasta fosforista. Ravinnon sisältämää fosforia ja typpeä palautuu veteen kalojen eritteissä, valtaosa ulosteiden mukana. Jos kalasto koostuu pienistä yksilöistä, sama kalabiomassa vapauttaa enemmän ravinteita kuin jos vallitsevia ovat suuret kalat. Kalat myös kuljettavat ravinteita paikasta toiseen syödessään yhdessä osassa vesistöä ja erittäessään ja ulostaessaan toisaalla. Etenkin pohjaeläimiä ja uposkasveja syövät kalat, kuten särki ja lahna, siirtävät ulosteissaan paljon ravinteita pohjasta veteen. Kalojen vaikutukset välittyvät myös ravintoverkossa eläinplanktonin kautta. Eläinplanktonin suuret vesikirput ovat tehokkaita kasviplanktonin laiduntajia ja pystyvät runsaina esiintyessään pitämään kasviplanktonin määrän kurissa ja veden kirkkaana. Kookkaat äyriäiset ovat kuitenkin kalojen suosikkiravintoa. Niinpä jos eläinplanktonia syöviä kaloja on paljon, suurikokoinen eläinplankton käy vähiin. Vallitseviksi tulevat pienikokoiset äyriäiset ja rataseläimet, joiden suodatusteho on huono ja levien määrä kasvaa.

Kalastuselinkeino ja Pyhäjärven vedenlaatu kytkeytyvät olennaisesti toisiinsa. Tehokas kalastus ylläpiti pitkään tasapainoa muikkukannan, eläinplanktonin ja kasviplanktonin välillä, ja vain harvoin ilmaantuvat ylisuuret muikkuvuosiluokat heikensivät tilapäisesti vedenlaatua. Pyhäjärvi onkin 1970- ja 1980-luvulla ollut hyvä esimerkki järvestä, jossa on harjoitettu jatkuvaa ja vieläpä taloudellisesti kannattavaa hoitokalastusta. Järven ravinnetaso nousi ja muikun vähennyttyä 1990-luvulla tilanne muuttui. Ahven, särki, kiiski ja kuore saivat lisää elintilaa, mutta niitä ei kalastettu läheskään samalla teholla kuin muikkua. Tämä osaltaan heikensi vedenlaatua. Pyhäjärven suojelurahasto ja Pyhäjärven kalastusalue alkoivat maksaa talvesta 1995 alkaen tukea vajaasti hyödynnetystä kalasta. Hoitokalastus vaikutti ilmeisesti osaltaan niin, että vedenlaatu kohentui suhteessa ravinteiden määrään, siian ja muikun kasvu parani ja muikkukanta alkoi vahvistua. Vuosina 1994–96 saatiin vahva kuoreen vuosiluokka pyydettyä lähes kokonaan pois. Vuosina 1996–2000 hintatukeen oikeuttavaa kalaa pyydettiin yhteensä noin 900 000 kg, vuosittain 120 000–195 000 kg.

Toisen toimikauden ensimmäisinä vuosina 2000 ja 2001 hoitokalastusta rahoitettiin sekä rahaston omin varoin että rantakiinteistöjen omistajien lahjoittamien varojen avulla. Vedenlaadun parantamisen kannalta oli kuitenkin välttämätöntä tehostaa kalastusta, minkä rahoittamiseen tarvittiin ulkopuolista hankerahoitusta.

## 5.1 Hoitokalastuksen valmistelu

Pyhäjärven suojelurahasto ryhtyi valmistelemaan hoitokalastushanketta yhteistyössä alueen nuottakuntien ja Pyhäjärven kalastusalueen kanssa. Tehostetun hoitokalastuksen järjestämistä selvittämään nimettiin myös asiantuntijaryhmä, johon kuuluivat projektipäällikkö FT Anne-Mari Ventelän lisäksi professori Jouko Sarvala, dosentti Jukka Horppila, FM Jukka Ruuhijärvi ja dosentti Harri Helminen.

Valmistelujen pohjalta laadittiin hoitokalastushanke vuosille 2002–2006 ”Hoitokalastus kestävän kalatalouden turvaajana”. Hankkeen tavoitteiden asettelu perustui kahteen lähtökohtaan: 1) paikallisten kalastajien arvioihin siitä, kuinka paljon Pyhäjärvestä on mahdollista saada hoitokalastussaalista, mikäli kalastusta tehostetaan mahdollisimman paljon ja 2) eri tahojen arvioihin Pyhäjärven kalamäärästä. Näiden arvioiden perusteella vuosittaiseksi (2002–2004) saalistavoitteeksi asetettiin 350 000 kg vajaasti hyödynnettyä kalaa.

Tehostetun vähempiarvoisen kalan pyynnin tavoitteena oli tervehdyttää Pyhäjärven kalastorakennetta. Hankkeen tavoitteena oli myös turvata hoitokalastuksella Pyhäjärven ammattikalastuksen perusedellytys eli Pyhäjärven parempi vedenlaatu sekä Pyhäjärven kalatalouden jatkuminen kestäväällä pohjalla. Tavoitteena oli, että hankkeen jälkeen järvi pysyisi kunnossa ammatti- ja virkistyskalastuksella petokalojen avustuksella. Varsinais-Suomen TE-keskus myönsi hankkeelle rahoituksen Euroopan unionin Kalatalouden ohjausrahastosta (KOR). Hankkeessa toteutettiin tehokasta kalastusta vuosina 2002–2004, jonka jälkeen hanke jatkui kalastuksen vaikutusten seurannalla vuoteen 2006 asti. Hankkeessa ei voitu toteuttaa petokalaistutuksia, koska sille ei myönnetty rahoitusta. Pyhäjärven kalastusalue toteutti kuitenkin omaa istutustoimintaansa.

Vaikka KOR-rahoitteen hoitokalastushankkeen tavoitteena oli tuottaa tilanne, jossa järvi pysyy ammattikalastuksella kunnossa, näytti seuranta- ja tutkimustulosten valossa siltä, että hoitokalastusta oli syytä jatkaa myös hankkeen jälkeen. Niinpä vuonna 2005 käynnistyi toinen hoitokalastushanke ”Kohdennettu hoitokalastus järven hyvän ekologisen tilan turvaajana (KOHTI)”, jonka päätavoitteena oli parantaa hoitokalastuksen kustannustehokkuutta ja kehittää kannustava hinnoittelujärjestelmä. Tavoitteena oli myös jatkaa Pyhäjärvellä toteutettua hoitokalastusta, jotta järven vedenlaadussa havaittu paraneminen edelleen jatkuisi. Hankkeessa kokeiltiin uutta kohdennetun hoitokalastuksen konseptia, jossa kalastusta pyrittiin keskittämään vedenlaatuvaikutusten kannalta olennaisimpiin lajeihin. Vuonna 2005 kalastuksen kohdelajeina olivat kuore ja pieni ahven. Kuoreen osalta saalistavoite oli 20 000 kg ja pienen ahvenen osalta 200 000 kg. Hankkeen ensimmäisenä vuonna korvausjärjestelmä kannusti kalastamaan kohdelajeja siten, että suuremmilla saalismäärillä sai paremman tuoton. Lounais-Suomen ympäristökeskus myönsi hankkeelle osarahoituksen vuosille 2005–2006 Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR).

## 5.2 Hoitokalastus

Kalastuksen kohteena olivat ns. vähempiarvoiset kalat, joita ovat kiiski, kuore, särki, salakka ja pieni ahven Pyhäjärvestä. Hoitokalastustyön toteuttivat Pyhäjärven nuottakunnat, joita toimi järvellä 3–4 kpl vuosina 2000–2006 (kuva 10). Suurin osa hoitokalastussaaliista saatiin talvunuottauksella jäätilanteesta riippuen marras-huhtikuun välisenä aikana. Kevään rysäkalastus aloitettiin 1–2 viikkoa nuottakauden loputtua, heti jäiden lähdettyä ja sitä jatkettiin keskimäärin 1,5 kuukautta. Kalat käytettiin ihmis- ja eläinravinnoksi, mutta avovesikautena osa saaliista vietiin kompostoitavaksi Satakierron Hallavaaran jätekeskukseen Köyliöön. Hoitokalastuksen kokonaissaalista seurattiin sekä punnitus- ja myyntitodistusten avulla että nuottakuntien antaman saalisseurannan avulla.

Vajaasti hyödynnettyä tukeen oikeutettua kalaa nostettiin Pyhäjärvestä kevättalven ja kevään 2000 aikana noin 109 311 kg. Lisäksi syksyllä Pyhäjärven kalastusalueen rahoituksella toteutettiin jokisuupyynti, joka tuotti noin 10 000 kg pääasiassa pienikokoista särkeä ja salakkaa. Saaliin yksilömäärä kohosi jopa 15–20 miljoonaan. Vuoden 2001 hoitokalastus-saalis oli noin 82 500 kg.

Hoitokalastuksen kokonaissaalis vuosina 2002–2004 oli yhteensä 1 061 159 kg. Vuoden 2002 kokonaissaalis oli 342 142 kg, josta talvinuottasaalis oli 260 904 kg. Vuonna 2003 hoitokalastuksen kokonaissaalis oli 351 447 kg, josta talvinuottasaaliin osuus oli jopa 90 % (314 880 kg). Hoitokalastuksen kokonaissaalis vuonna 2004 oli 367 570 kg, josta talvinuottasaalista oli 288 100 kg. Keväällä 2005 kalastusta oli tarkoitus kohdentaa tiettyihin lajeihin, mutta kevään jälkeen kävi kuitenkin selväksi, ettei kohdentaminen ollut onnistunut halutulla tavalla ja maksun kannalta olennainen tieto saalisajikoostumuksesta oli hankalasti saatavissa. Vuonna 2005 hoitokalastussaalista saatiin yhteensä 207 690 kg, josta nuottasaalista oli 131 215 kg. Hoitokalastussaalis oli siten aiempiin vuosiin nähden noin 140 000 kg alhaisempi, mikä johtui osaltaan hyvästä muikkusaaliista, mutta arvioiden mukaan myös järven alentuneesta tuottavuudesta. Vuonna 2006 hoitokalastusta pystyttiin jatkamaan toukokuuhun saakka, johon mennessä nuotalla saatua hoitokalastussaalista oli kertynyt 183 325 kg.



**Kuva 10.** Pyhäjärven nuottakunnat hoitokalastavat Pyhäjärveä.

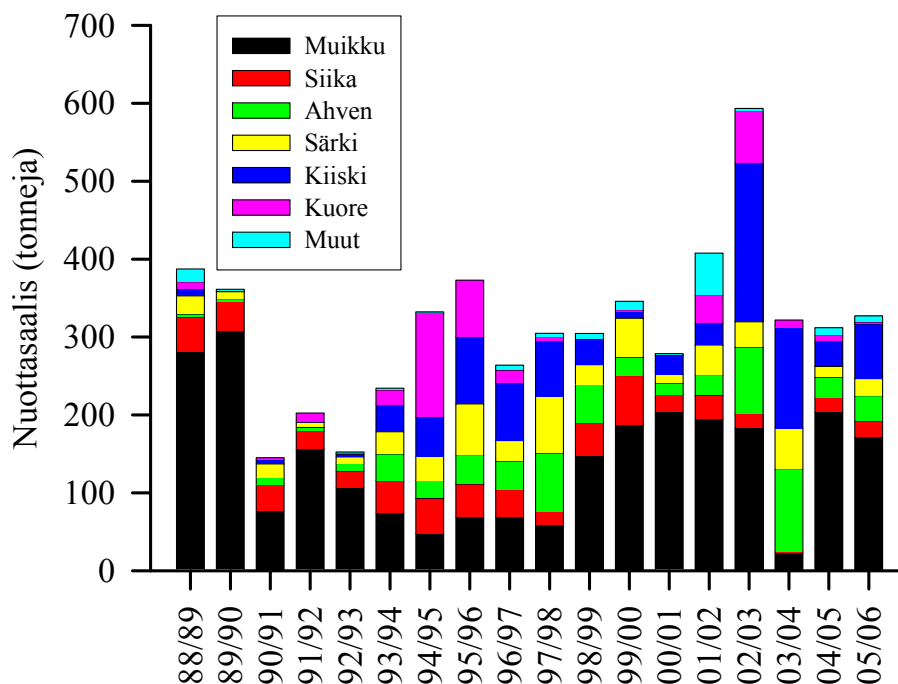
Kalastajien arvioiden mukaisessa hoitokalastussaaliissa kiiski oli tärkein saaliskala, jonka saalis vuosina 2002–2004 oli 369 849 kg. Kiisken osuus saaliissa nousi vuosittain ja se oli tärkein saaliskala vuonna 2004. Ahventa saatiin yhteensä saaliiksi 292 778 kg. Vuonna 2002 ja 2003 ahvensaalis oli n. 80 tonnia, mutta vuonna 2004 saalis nousi lähes 130 tonniin. Särjen osuus saaliissa pysyi tasaisimpana. Vuosina 2002 ja 2003 särkeäsaalis oli 62 tonnia, jolloin särjen osuus hoitokalastussaaliissa olikin alhaisin. Vuonna 2004 särkeäsaalis nousi lähes 78 tonniin. Yhteensä särkeä hoitokalastuksessa saatiin 204 221 kg. Kuore oli tärkein saaliskala vuoden 2002 hoitokalastuksessa 121 816 kg:n saaliilla. Kuoreen saalismäärä laski vuonna 2003 73 tonniin ja vuonna 2004 kuoresaalis romahti hieman yli 9 000 kiloon. Kuoretta saatiin hoitokalastuslajeista vuosina 2002–2004 vähiten, 204 159 kg. Ahven oli edellisistä vuosista poiketen runsain saaliskala vuonna 2005, aiemmin kiiski oli ollut runsain laji. Ahvensaalis oli

94 420 kg, toiseksi runsainta kiiskeä oli 44 435 kg. Särjen osuus oli 40 140 kg, kuoreen 21 675 kg ja salakan 7 622 kg. Salakoiden puuttuminen aiempien vuosien saalistiedoista johtuu siitä, että aiemmin salakat laskettiin yhteen särkien kanssa.

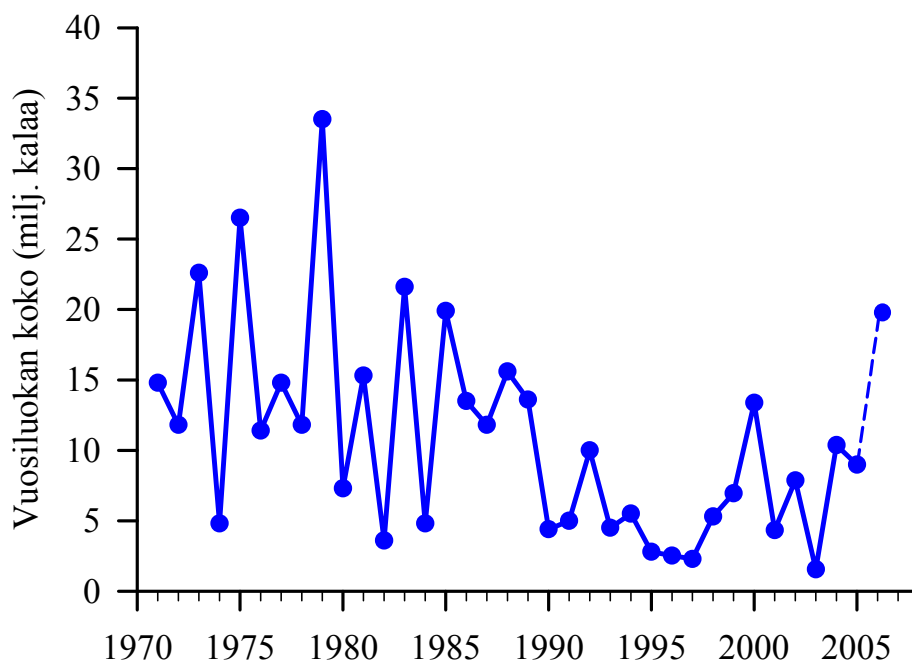
Kalalajikohtaisia saaliita seurattiin myös keskimäärin kahden viikon välein kaikkien nuottakuntien talvinuottasaaliista otettujen lajisto- ja kasvunäytteiden avulla. Lisäksi käytettiin nuottakuntien arvokalasaalistietoja muikkusaaliin ja -kannan arviointiin. Muiden lajien talvinuottasaalis arvioitiin muikkusaaliin (0+) ja lajistonäytteisiin perustuvien lajisuhteiden avulla. Kahtena viimeisenä vuotena (04/05 ja 05/06) muikku oli selvästi tärkein saalislaji, kiiski oli toiseksi runsain ja ahven kolmanneksi runsain (kuva 11).

Nuottakuntien arvokalasaalistietojen perusteella on voitu vuosittain laskea myös Pyhäjärven kaupallisesti tärkeimmän lajin eli muikun kannan koko. Lähes kaikkina vuosina on 0+ muikkusaaliin määrässä havaittu merkitsevä saaliinolenema nuottakauden kuluessa. Siten muikkukannan koon arviointiin on voitu käyttää DeLuryn menetelmää. Muikkukannan koossa on viime vuosina ollut havaittavissa merkkejä kaksivuotissyklin palaamisesta (kuva 12).

Talvinuotan lisäksi hoitokalastussaalista saatiin rysillä, joiden saaliit on laskettu kalastajien antamien saalisarvioiden pohjalta. Keväällä 2002 rysäkalastuksen saalis oli yhteensä 33 795 kg ja vuonna 2003 saalis oli 62 298 kg. Vuoden 2004 lämmin ja nopea kevät heikensi rysäsaalista, joka oli vain noin 38 000 kg. Vuonna 2005 rysäsaalista saatiin 36 800 kg. Kalastajien arvioiden mukaan tärkeimmät rysäsaalislajit olivat ahven, kiiski ja särki.



**Kuva 11.** Nuottanäytteisiin perustuvat nuottasaaliit ja lajijakaumat nuottauskausina 1988–2006 (Pyhäjärven suojelurahasto, Turun yliopisto).



**Kuva 12.** Muikun vuosisuokan koko Pyhäjärven järven vuosina 1970–2006. Vuoden 2006 luku on arvioitu ensimmäisen kesän kasvun perusteella (Pyhäjärven suojelurahasto, Turun yliopisto).

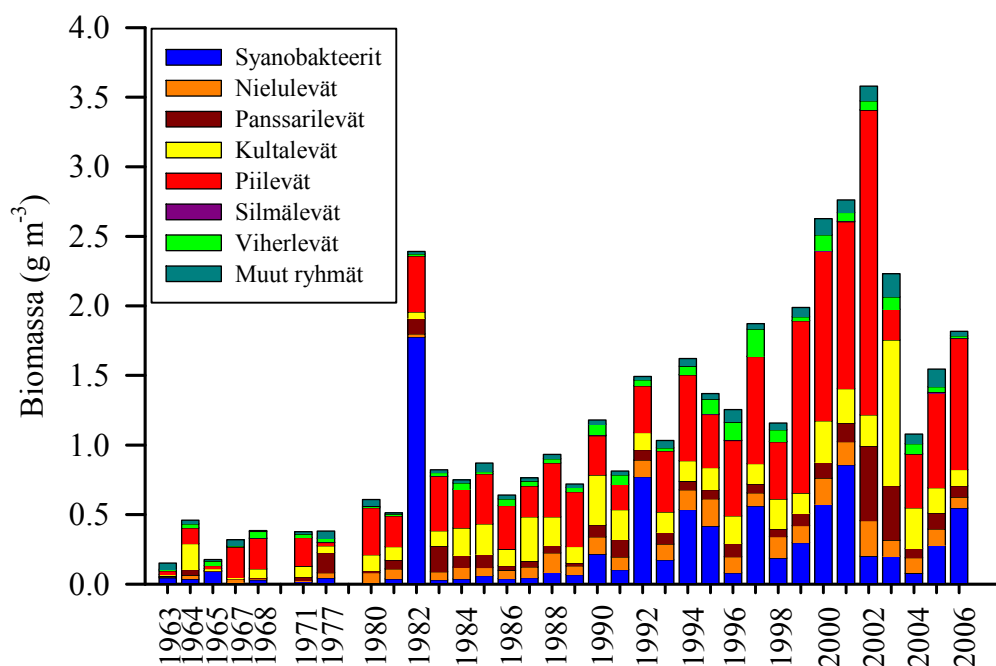
## 5.3 Hoitokalastuksen vaikutukset

### 5.3.1 Vedenlaatu ja ravintoverkko

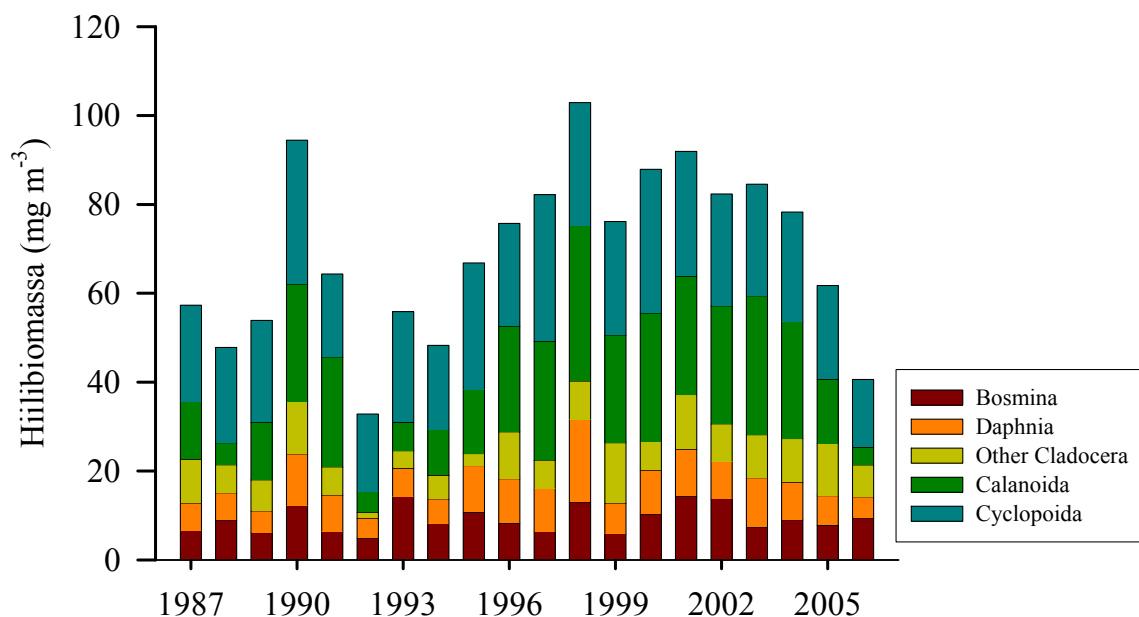
Vedenlaadun seurannan lisäksi ravintoverkon kautta välittyviä hoitokalastuksen vaikutuksia seurattiin avovesikaudella planktonnäytteiden ja koekalastusten avulla. Hoitokalastuksen vedenlaatuvaikutuksia tarkasteltaessa on keskeistä huomioida samaan aikaan tapahtuneet muutokset Pyhäjärven ulkoisessa ravinnekuormituksessa. Lisäksi hoito- ja vapaa-ajankalastussaaliin mukana järvestä poistui vuosina 2000–2006 keskimäärin 3400 kg fosforia vuosittain, mikä oli noin 13 % enemmän kuin vuosina 1995–1999 (taulukko 3).

Hoitokalastusjakson 2002–2004 tärkeimmät saavutetut tulokset olivat vedenlaadun suhteellinen paraneminen ja muikkukannan elpyminen. Hoitokalastuksen vedenlaatuvaikutusten arviointia vaikeutti kuitenkin tehokkaan kalastuksen kanssa samaan aikaan alkanut poikkeuksellisen kuiva jakso, joka alensi merkittävästi maalta tullutta fosforikuormitusta ja johti myös Pyhäjärven veden kokonaisfosforitason laskuun vuosina 2002–2004. Kasviplanktonin runsaus vedessä riippuu käytettävissä olevan fosforin määrästä ja pääasiassa kuivuudesta johtunut fosforitason lasku johti klorofyllitason ja etenkin kasviplanktonbiomassan jyrkkään pudotukseen hoitokalastusvuosina (kuva 13). Klorofyllin määrä voi kuitenkin samallakin fosforitasolla vaihdella kokonaisen suuruusluokan verran ravintoverkon rakenteen mukaan. Tämä antaa mahdollisuuden arvioida kalastuksen osuutta vedenlaadun paranemiseen klorofylli/fosfori-suhteen avulla, joka reagoi herkästi planktonia syövien kalojen määrään. Kun eläinplanktonia syöviä kaloja on vähän, kookkaita vesikirppuja on paljon, ja eläinplankton pystyy laiduntamalla pitämään kasviplanktonin tehokkaasti kurissa (kuva 14). Tämä näkyy alhaisena klorofyllitasona suhteessa fosforiin. Jos taas kaloja on paljon, vesikirput ovat pieniä ja kasviplankton pääsee runsastumaan, jolloin klorofylliä on paljon suhteessa fosforiin.





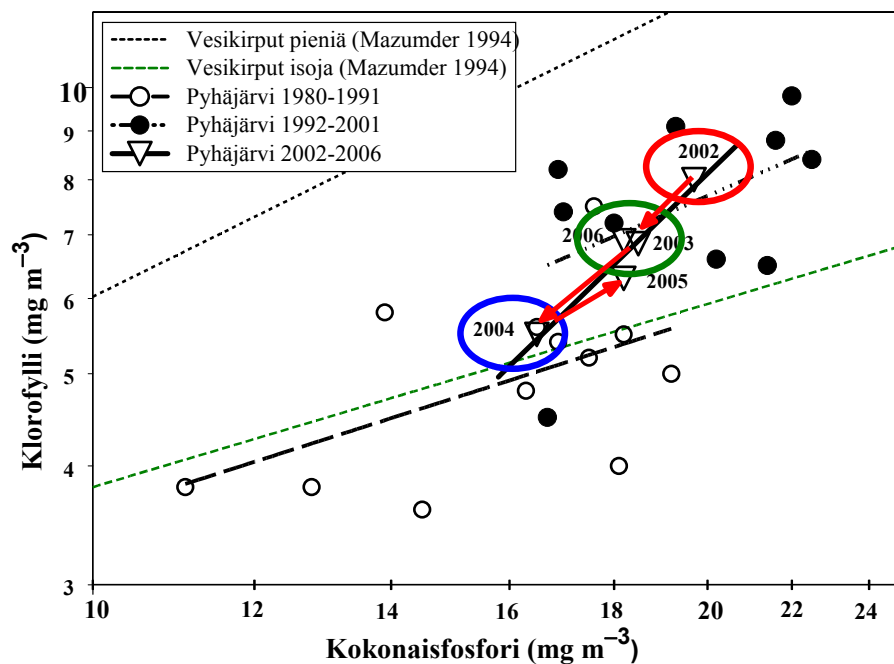
**Kuva 13.** Pyhäjärven kasviplanktonbiomassa 1963–2006 (Pyhäjärven suojelurahasto, Turun yliopisto).



**Kuva 14.** Eläinplanktonin biomassa vuosina 1987–2005 (Pyhäjärven suojelurahasto, Turun yliopisto).

Jaksolla 1980–1991 Pyhäjärven kalasto oli muikun vallitsema ja klorofylliä oli vähän suhteessa fosforiin. Klorofyllin riippuvuus fosforista oli tuolloin samanlainen kuin niissä kansainvälisen aineiston järvissä, joissa oli vähän planktonia syöviä kaloja ja joiden eläinplanktonissa vallitsivat kookkaat kasviplanktonia syövät vesikirput. Vahvasta muikkukannasta huolimatta kalojen vedenlaatuvaikutukset olivat verraten vähäisiä, koska jokainen uusi muikkuvuosiluokka kalastettiin vähiin jo ensimmäisenä talvena ja koska vahva muikkukanta rajoitti muiden kalojen esiintymistä ulapalla. 1990-luvun heikentyneen muikku-

kannan jaksolla (1992–2001) vähäarvoinen kalasto pääsi valtaamaan alaa, vedenlaatu heikkeni ja klorofylliä oli paljon suhteessa fosforiin. Tämä oli myös hoitokalastusjakson lähtötilanne vuonna 2002 (kuva 15 : punainen ellipsi). Jo vuonna 2003 klorofylli/fosfori-suhde kuitenkin parani (vihreä ellipsi) ja vuonna 2004 saavutettiin optimitaso (sininen ellipsi). Tämä selkeä muutos oli ilmeisesti tehostetun kalastuksen ansiota. Kuvan perusteella voidaan likimääräisesti arvioida, että klorofyllitason laskusta vuodesta 2002 vuoteen 2004 noin  $1 \text{ mg m}^{-3}$  oli seurausta fosforitason laskusta ja noin  $2 \text{ mg m}^{-3}$  johtui kalastuksen ravintoverkkovaikutuksista. Samanaikaisesti muikkukanta elpyi, osittain hoitokalastuksen seurauksena, osittain suotuisten luonnonolojen ansiosta (erityisesti 2006) (kuva 12). Vuosien 2004 ja 2005 muikkuvuosiluokat olivat jo kohtuullisen vahvoja, mutta vuoden 2006 vuosiluokka näytti olevan erityisen vahva. Tämä näkyi kesänvanhojen muikkujen erityisen pienenä yksilökokona ( $12,5 \text{ g}$ ). Vahvojen muikkuvuosiluokkien aikana eläinplanktoniin kohdistuu kova saalistuspaine. Tämä on nähtävissä myös klorofylli/fosfori-suhteessa, joka vuosina 2005 ja 2006 palautui taas korkeammalle tasolle (vihreä ellipsi). Vedenlaatu pysyi kuitenkin vielä parempana kuin vuoden 2006 muikkuvuosiluokan vahvuuden perusteella olisi voinut odottaa. Tehokalastusjakson positiivinen vaikutus oli siten vielä näkyvissä. Kaiken kaikkiaan tilanne oli olennaisesti parempi kuin vuosituhannen vaihteessa, jolloin kasviplanktonbiomassa oli huipussaan ja muikkukanta taantunut.



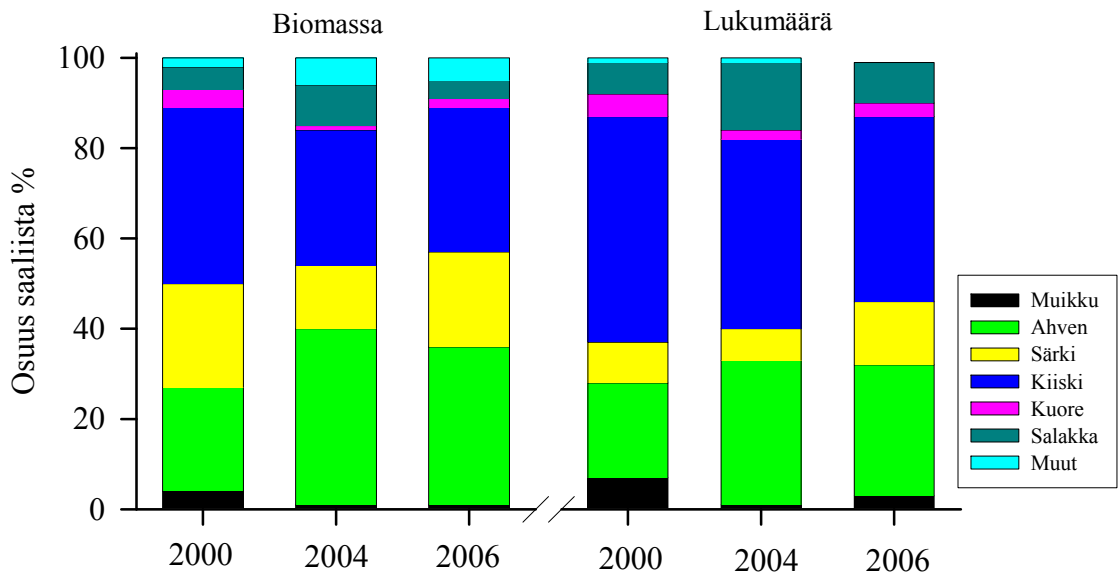
**Kuva 15.** Suhteellista vedenlaatua kuvaava klorofylli-fosfori suhde Pyhäjärvässä jaksoina 1980–1991, 1992–2001 ja 2002–2006. Punainen ellipsi = hoitokalastusjakson lähtötilanne (2002), vihreä ellipsi = siirtymätila (2003 ja 2005, 2006), sininen ellipsi = optimitila (2004). Kuva: Turun yliopisto/Lounais-Suomen ympäristökeskus, Sarvala & Helminen 2007.

### 5.3.2 Kalasto

Hoitokalastuksen vaikutuksia kalaston rakenteeseen selvitetiin koekalastusten avulla. Koekalastukset tehtiin ennen tehostetun kalastuksen aloitusta kesällä 2000, kalastuksen aikana kesällä 2004 ja sen jälkeen kesällä 2006. Koekalastukset tehtiin NORDIC-yleiskatsausverkoilla syvyysvyöhykkeittäin (ranta-, ulappa- ja syvännevyöhyke) käyttäen pinta-, pohja- ja välivesiverkkoja. Kunakin koekalastusvuonna kalastukset tehtiin kolmena eri ajankohtana.

Vuoden 2000 koekalastuksessa biomassan yksikkösaalis oli 964 g/verkko/yö ja lukumäärän yksikkösaalis 42 kpl/verkko/yö. Vuonna 2004 yksikkösaalis oli biomassan osalta hiukan suurempi (1059 g/verkko/yö), mutta lukumääräisesti pienempi (35 kpl/verkko/yö). Vuonna 2006 yksikkösaalis oli sekä biomassan että lukumäärän osalta lähes sama kuin aiemmalla kerralla (1052 g/verkko/yö ja 36 kpl/verkko/yö). Kalojen keskipainot olivat eri koekalastusvuosina 23 g, 30,1 g ja 29,1 g.

Runsain laji vuoden 2000 koekalastuksissa oli kiiski (39 % kokonaisbiomassasta ja 50 % kokonaislukumäärästä) (kuva 16). Kiiski oli lukumääräisesti runsain laji myös myöhempinä vuosina (42 % ja 41 %), mutta biomassan osalta runsaimmaksi lajiksi nousi ahven (39 % ja 35 %). Kiisken osuus biomassasta väheni, mutta säilyi kuitenkin selkeästi toiseksi runsaimpana lajina myöhempinä vuosina (30 % ja 32 %). Ahven oli lukumääräisesti toiseksi runsain laji kaikkina vuosina (21 %, 32 % ja 29 %). Särki oli yleensä kolmanneksi yleisin laji sekä biomassaltaan että lukumäärältään, mutta vuonna 2000 särjen osuus biomassasta oli kuitenkin yhtä runsas kuin ahvenen (23 %) ja vuonna 2004 salakan osuus lukumäärästä (15 %) nousi särjen (7 %) ohi kolmanneksi. Salakan määrä oli kuitenkin selkeästi vähäisempi jo taas vuonna 2006 (9 %). Muiden lajien osuudet biomassasta ja lukumäärästä olivat alle 10 % kaikkina vuosina.



**Kuva 16.** Koekalastuksissa saatujen eri kalalajien osuudet biomassasta ja lukumäärästä (aineisto Pyhäjärven suojelurahasto).

Koeverkkokalastusten tuloksia arvioitaessa on huomattava, että ne eivät anna tutkimusten mukaan oikeaa kuvaa ulapan kalojen kuten kuoreen ja muikun määrästä, jotka ovat merkittäviä vedenlaatuun vaikuttavia kalalajeja. Myös hauen määrästä koeverkkokalastus ei pysty antamaan tarkkaa kuvaa.

Kaiken kaikkiaan mitään kovin suuria muutoksia kalalajien keskinäisissä runsaussuhteissa ei ollut havaittavissa eri koekalastuskertojen välillä. Ahventen osuus nousi, mutta suuret kannanvaihtelut ovat ahvenpopulaatioissa tyypillisiä ja lämpiminä kesinä 2001 ja 2002 syntyneiden vahvojen vuosiluokkien osuus ahvenkannasta oli merkittävä. Talvinuotta-aineistojen perusteella myös särjellä ja kiiskellä oli vahvat vuosiluokat vuonna 2001. Koekalastusten yhteydessä tehtyjen ikämääritysten perusteella kiisken, ahvenen, särjen ja kuoreen kasvussa ei havaittu muutoksia. Kalojen kokojakaumissa sen sijaan havaittiin muutoksia, erityisesti vuonna 2000 yli 15 cm:n pituisten ahventen ja haukien biomassaosuus kalastosta oli 18 %

mutta vuonna 2004 osuus oli noussut 38 %:iin, josta se hieman oli kuitenkin laskenut vuonna 2006 (33 %). Petokalojen osuus oli siis merkittävästi kasvanut hoitokalastuksen aloittamisen jälkeen.

## 5.4 Muu toiminta

Ihmisen toteuttaman kalastuksen lisäksi Pyhäjärvellä on luontaisesti ja istutettuna voimakas petokalakanta, joka hoitaa oman osansa hoitokalastuksesta. Koska petokalojen ravinnonkäytöstä Pyhäjärvestä ei ole paljon tutkittua tietoa, toteutettiin osana hoitokalastushanketta petokalojen kasvu- ja ravinnonkäyttötutkimus.

Pyhäjärven ahvenen kasvun todettiin olevan kohtalaisen nopeaa, mutta ei kuitenkaan merkittävästi nopeampaa kuin muissa vastaavissa järvissä. Sen sijaan hauen kasvu oli Pyhäjärvestä nopeampaa kuin mitä tavallisesti Suomen sisävesissä havaitaan. Nopean kasvun arvellaan perustuvan järven runsaaseen ja melko suurikokoiseen kiiskikantaan. Tulosten mukaan vuosina 2002 ja 2004 ahvenen ravinto oli hyvin monipuolista koostuen eläinplanktonista, pohjaeläimistä, täpläruvuista ja kaloista. Ahvenet olivat jonkin verran syöneet muikkua, mutta enimmäkseen saalis koostui vajaasti hyödynnetyistä lajeista. Ravinnonkäytössä havaittiin vuosien välillä selkeitä eroja, mutta myös ahvenen koko, pyyntiajankohta ja -alue vaikuttivat tuloksiin. Ahvenen ravinto koostuu yleensä niistä lajeista ja eläinryhmistä joita kulloinkin on parhaiten saatavilla. Hauen ravinto koostui lähes yksinomaan kaloista (ahven, hauki, kiiski, kuore, made, muikku, salakka, siika ja särki). Hauki yleensä suosii ravinnossaan pehmeäväisiä kaloja, mutta Pyhäjärvellä hauet söivät myös piikkisiä kiiskiä. Muikun osuus haukien ravinnosta oli vähäinen. Ahvenen ja hauen ravinnonkulutuksesta esitettiin vain arvioita, koska kantojen koko ei ollut tiedossa. Arvioiden mukaan ahvenen ja hauen yhteenlaskettu vuotuinen kalaravinnonkulutus saattaisi olla lähes kaksinkertainen verrattuna hoitokalastukseen.

Pyhäjärven suojelurahasto on kannustanut myös vapaa-ajankalastajia osallistumaan hoitokalastukseen. Ranta- ja loma-asukkaille jaettiin 500 kpl hoitokalastuskatiskoita vuonna 2002. Pyyntin tarkoituksena oli verottaa etenkin Pyhäjärven kutevia särkikantoja. Kutupyynnin tavoitteena oli 10 000 kg kutusärkeä vuodessa (20 kg/katiska ensimmäisenä vuonna). Ihmisiä innostettiin katiskojen myötä hyödyntämään Pyhäjärven kaloja, mutta heillä oli myös mahdollisuus tuoda kaloja paikallisen jäteyhtiön järjestämiin ja huoltamiin kalojen keräyspisteisiin, joita oli eri puolilla Pyhäjärveä.

Katiskakalastajat palauttivat saalispäiväkirjojaan laiskasti ja kokonaisuudessaan näytti siltä, että katiskapyynti ei Pyhäjärvellä tuota suurtakaan saalista. Ilmaiseksi jaetut katiskat jäivät kalastuksenvalvojien antaman palautteen perusteella liian usein heitteille luontoon. Toisaalta tempauksen mukanaan tuomaa julkisuutta ja suojelutyön saamaa huomiota ei voi väheksyä.

Huhtikuussa 2003 järjestettiin kaksipäiväinen hoitokalastuskoulutus, johon osallistui yhteensä 66 henkilöä. Toisen päivän ohjelma muodostui tieteellisestä tutkija-workshopista, jossa englanninkielisen keskustelevan työpajan avulla välitettiin osallistujille toimien vedenlaatuvaikutusten arviointiin painottuen viimeisin tieteellinen tutkimustieto ravintoketjukuriosituksen ja hoitokalastuksen teoriasta ja toteutuksesta. Toisena päivänä järjestettiin kaikille avoin hoitokalastusseminaari ”Rehevoitynyt järvi kalastamalla kuntoon”. Tämän seminaaripäivän sisältönä oli hoitokalastuksen teorian ja käytännön esittely sekä hoitokalastusten vedenlaatuvaikutusten arvioinnin ja toimenpiteiden seurannan merkityksen esille tuominen.

Pyhäjärven suojelurahasto palkitsi vuoden 2003 Pyhäjärven suojelija tittelillä hoitokalastusta toteuttavien neljän nuottakunnan kalastajat (Arvolan nuotta, Isonkylän nuotta, KPA-nuotta ja Uusinuotta).

## **5.5 Hoitokalastuksen tulevaisuus**

Vaikka hoitokalastushankkeiden tavoitteena oli tuottaa tilanne, jossa järvi pysyy ammattikalastuksella kunnossa, näytti uusien tutkimustulosten perusteella siltä, että hoitokalastusta olisi syytä jatkaa päättyneiden hankkeiden jälkeenkin. Toisaalta jatkuva hankerahoitus ei jatkossa ole mahdollinen ja siksi onkin tarpeen pohtia, voidaanko hoitokalastusta ja kalataloutta kehittää siihen suuntaan, että hoitokalastuksen ylläpito on mahdollista paikallisella rahoituksella. Suomessa ei tällä hetkellä ole hoitokalastuksella saavutetun hyvän tilan pysyvyyden turvaavaa rahoitusmuotoa, vaikka sille mm. Pyhäjärven kaltaisilla kohteilla olisi selvä peruste.

## 6 Tiedotus ja koulutus

Pyhjärven suojelutyö toimii mallikohteena onnistuneesta yhteistyöstä asukkaiden, viranomaisten ja muiden suojelutyön parissa työskentelevien tahojen välillä. Yhtenä tärkeänä tekijänä tähän on ollut vaikuttamassa avoin ja laaja tiedotustoiminta. Tiedotukseen ja koulutukseen panostettiin monin eri tavoin erityisesti toisella toimikaudella järven kunnostamisen lisäksi. Pyhjärven liittyvät asiat olivatkin näytävästi esillä lehdistössä ja radiossa.

Pyhjärven suojeluprojektin tiedottamista ja koulutusta tehostettiin erityisesti Pyhjärven suojelu.net-hankkeen avulla. Hankkeen pääasiallinen tarkoitus oli mahdollisimman laaja ja kohdennettu tiedonvälitys Pyhjärven parissa toimiville sekä muille vastaavanlaisista vesistöjen rehevöitymisestä kärsivien alueiden toimijoille.

Mökkiläisten ja muiden paikallisten tiedotuskanavien ulkopuolella olevien tahojen tiedonsaannin parantamiseksi kehitettiin Pyhjärven suojeluprojektin kotisivuja ([www.pyhajarven-suojelu.net](http://www.pyhajarven-suojelu.net)). Sivuilla kerrotaan mm. Pyhjärven suojelutyöstä, eri hankkeiden toimista ja ajankohtaisista asioista. Suurin osa tiedotemateriaalista on myös luettavissa sivuilta. Sivut on osittain julkaistu myös englanniksi, mistä on hyötyä Pyhjärven alueen matkailutoiminnalle. Sivuilla on myös linkkejä kansainvälisiin tutkijoihin ja vesiensuojeluorganisaatioihin.

Toisella toimikaudella ideoitiin ja suunniteltiin Pyhjärven suojeluprojektin uutislehti ”Laituri”, joka jaetaan valuma-alueen kaikkiin talouksiin sekä valuma-alueen ulkopuolelle jääviin, mutta järven vaikutuspiirissä hyvin läheisesti oleviin Säskylän, Euran ja Virttaan keskustaajamiin. Lehti on ilmestynyt vuodesta 2003 lähtien kerran vuodessa sekä painettuna että sähköisenä versiona suojeluprojektin kotisivuilla.

Tiedotuksen tehostamiseksi laadittiin suojeluprojektin yleisesite, kohdennettua tiedotusmateriaalia eri aiheista mm. mökkiläisille ja koululaisille sekä erillisiä hanke-esitteitä. Esitteitä jaettiin alueen keskeisiin kohteisiin. Niitä on jaettu myös valuma-alueella järjestetyissä tapahtumissa sekä alan valtakunnallisissa seminaareissa ja tilaisuuksissa. Esitteet ovat katsottavissa ja tulostettavissa projektin kotisivuilla. Myös sähköisen uutiskirjeen avulla on välitetty ajankohtaista tietoa Pyhjärven suojelutoimista ja tulevista tapahtumista kaikille niille, jotka ovat ilmoittautuneet postituslistalle.

Ajankohtaisista vesiensuojeluun liittyvistä aiheista kertova Pyhjärven puolesta -artikkelisarja ilmestyi kuukausittain kahdessa paikallislehdessä (Alasatakunta ja Auranmaan Viikkolehti). Pyhjärven suojeluyhdistys valmisti Pyhjärvi-aiheisen teemaliitteen, joka ilmestyi Pyhjärvi-seudun Suvipostissa vuonna 2001.

Pyhjärven suojelutyötä esiteltiin maastossa lukuisille eri ryhmille, kuten eri vesiensuojeluprojekteille, opiskelijaryhmille ja maanviljelijöille. Kaikilla suojelutyöstä kiinnostuneilla ihmisillä oli mahdollisuus osallistua Pyhjärven suojelutyön esittelyyn kaikille avoimilla valuma-alueretkillä. Maastokäyntien lisäksi suojelutyötä esiteltiin monipuoliselle kohderyhmälle luennoilla, seminaareissa ja erilaisissa yleisötapahtumissa. Muutaman kerran järjestetyt Pyhjärven suojelutempaukset keräsivät paljon ihmisiä. Ensimmäinen tempaus järjestettiin vuonna 2002 Pyhjärvi-instituutissa, toinen yhteistyössä Pyhjärven suojeluyhdistyksen kanssa vuonna 2003 Säskylän kunnanvirastolla. Seuraava tempaus järjestettiin vuonna 2004 Yläneen luontokakapinetissa. Näiden lisäksi Pyhjärven suojelutyötä esiteltiin huhtikuussa 2005 Pyhjärven ympäristötoimiston avoimet ovet -päivillä sekä syksyllä vesiensuojelusta kertovalla näyttelyllä Euran pääkirjastossa.

Pyhjärven suojelurahasto teki tuloksellista yhteistyötä Turun Sanomien kanssa, joka on yksi maakunnan merkittävimmistä pääuutislehdistä. Lehti tarjosi mm. ilmoitustilaa suojelutyön

tapahtumien tiedottamiseen, markkinoi tapahtumia, avusti esitteiden ja muun materiaalin tuottamisessa sekä kirjoitti juttuja Pyhäjärven suojelutyöstä. Turun Sanomat järjesti vuonna 2004 Pyhäjärvi-aiheisen julistekilpailun, jonka voittajakuvista lehti painoi näyttäviä Pyhäjärvi-julisteita, joita myytiin suojelutyön hyväksi. Turun Sanomat kustansi myös vuonna 2005 Pyhäjärven kalalajeja esittelevän Pyhäjärven antimet -julisteen.

Erityisesti lapsille ja nuorille tuotettiin vesiensuojeluaiheinen lautapeli, joka jaettiin Pyhäjärven valuma-alueen kaikkiin peruskouluihin käytettäväksi erityisesti vesibiologian opetuksessa. Lasten ja nuorten ympäristökasvatusta edistettiin myös osallistumalla toukokuussa 2005 Euran 4H -kerhon järjestämään vesitapahtumaan Mannilassa. Tapahtumaan osallistui kolmen päivän aikana n. 550 koululaista, joille kerrottiin vesiluonnosta ja Pyhäjärven suojelusta.

Seminaarien avulla on tiedotettu ja koulutettu eri kohderyhmiä vesiensuojelusta. Life-projektin loppuseminaarissa Turussa syksyllä 2000 esiteltiin projektin tuloksia. Seminaariin osallistui n. 150 henkilöä ja projekti sai osakseen runsaasti positiivista huomiota. Seminaarin osallistujat tutustuivat myös Pyhäjärven valuma-alueelle rakennettuihin vesiensuojelukohteisiin. Lisäksi järjestettiin erillinen seminaari projektin paikallisille toimijoille Pyhäjärvi-instituutissa. Maatalouden ympäristötukien käytön tehostamiseen vesiensuojelussa tähtäsi Pyhäjärvi-instituutissa maaliskuussa 2005 järjestetty ”Ympäristötukien käyttö vesiensuojelun välineenä” -seminaari. Kohderyhmänä olivat vesiensuojeluprojektit, järvien suojeluyhdistykset sekä maatalouden ympäristötukiasioita käsittelevät ympäristöviranomaiset.

## 7 Tutkimus

Pyhäjärven suojelutyö nojautuu vahvasti tutkimuksen tuottamaan tietoon, minkä on nähty olevan oikein kohdennettujen vesiensuojelutoimien edellytys. Pyhäjärvestä ja sen valuma-alueesta on runsaasti monipuolista tutkimustietoa pitkältä ajalta, mikä on osaltaan ollut syynä siihen, että alue on ollut suosittu tutkimuskohde monissa eri hankkeissa niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Läheinen yhteistyö tutkimuksen toteuttajien ja paikallisten vesiensuojelun parissa toimivien tahojen välillä on mahdollistanut uuden tiedon tehokkaan hyödyntämisen suojelutyössä. Tutkimuksen avulla on pyritty selvittämään Pyhäjärven toimintaa sekä vedenlaatuun vaikuttavia monimutkaisia prosesseja. Lisäksi vesiensuojelutoimien tehokkuutta ja käyttökelpoisuutta sekä itse järvessä että valuma-alueella on tutkittu monissa eri hankkeissa. Rahasto toteutti omia tutkimushankkeita, mutta sen lisäksi rahasto oli yhteistyökumppanina monissa muiden organisaatioiden toteuttamissa hankkeissa.

### 7.1 Rahaston hallinnoimat hankkeet

#### **Rehevöityneiden järvien toipumisen kokonaisvaltainen analyysi (CARE, Comprehensive analysis of recovery of eutrophicated lakes) (2004–2006)**

Tutkimushankkeen keskeinen ajatus oli kansainvälisen järvikunnostustiedon ja muilta järviltä saadun tiedon mahdollisimman tehokas hyödyntäminen Pyhäjärven suojelussa. Hankkeen aikana Pyhäjärven tilaa ja tulevaisuutta selvitti tutkijaryhmä, jonka jäsenet ovat oman alansa johtavia asiantuntijoita. Hankkeen toteutti Pyhäjärvi-instituutti, muita osallistuja- ja yhteistyötahoja olivat Geologian tutkimuskeskus, Turun yliopisto, Pennsylvanian yliopisto (USA), Tanskan ympäristötutkimus-instituutti, Wisconsinin yliopisto (USA), Freshwater Research (Kanada) ja Lounais-Suomen ympäristökeskus.

Hankkeen tavoitteena oli selvittää Pyhäjärven ekosysteemissä vuosikymmenten aikana tapahtuneet muutokset ja niiden syyt sekä luoda monitieteinen analyysi Pyhäjärven tilasta, toipumisesta ja tulevaisuudesta. Tämä tehtiin analysoimalla järveltä ja valuma-alueelta vuosikymmenien aikana kerättyä ekologista ja kemiallista aineistoa. Pyhäjärven pohjasta otettiin myös paleolimnologisia näytteitä, jotka antavat uutta tietoa rehevöitymisen historiasta ja syistä. Pyhäjärven sisäisen kuormituksen mekanismeihin pyrittiin saamaan selvyyttä tanskalaisten ja kanadalaisten kehittämällä matemaattisilla malleilla. Hanke jatkoi myös kansainvälisen, vuosina 2001–2002 toteutetun ”Järven taju” -hankkeen aiemmin aloittamaa järven sosiologista ja kulttuurimaantieteellistä tutkimusta, jossa selvitettiin ihmisten ja Pyhäjärven välistä suhdetta. Tämä osa tutkimuksista sisälsi eri ihmisryhmien haastatteluja ja paneutui nimenomaan siihen, miltä Pyhäjärven tilan muutokset ovat ihmisistä tuntuneet.

Hankkeen aikana tehdyt toimet:

- Pyhäjärven syvänteestä maaliskuussa 2004 otetuista sedimenttinäytteistä analysoitiin Geologian tutkimuskeskuksessa piileviä ja sedimentin kemiallista koostumusta. Samoista näytteistä tutkittiin NERIssä (Tanska) eläinplanktonin jäämiä. Tulokset ovat tieteellisesti erittäin merkittäviä ja aiheesta on valmisteilla kaksi artikkelia.
- Pyhäjärven sisäistä kuormitusta mallinnettiin kanadalaisella ja tanskalaisella mallilla.
- Pyhäjärven sedimentin ravinnepitoisuuksien ja pohjaeläinten alueellinen kartoitus toteutettiin syyskuussa 2005.
- Pyhäjärven fosforitase päivitettiin vuosille 2000–2006.
- Ilmastonmuutoksen vaikutuksia Pyhäjärveen tutkittiin linkittämällä ekologista aika-sarjoja ilmastoaineistoihin. Aiheesta valmisteltiin tieteellinen artikkeli ja tuloksia esitettiin Englannissa kansainvälisessä ilmastonmuutoksenkonferenssissa heinäkuussa 2004.
- Pyhäjärven ja Mendota-järven (USA) kunnostustoimien vertailusta kirjoitettiin tieteellinen artikkeli (Ventelä & Lathrop 2005). Tutkimuksen tuloksia esitettiin kansainväli-



sessä limnologikonferenssissa Lahdessa elokuussa 2004.

- Pyhäjärven tilasta ja suojelutoimista kirjoitettiin tieteellinen artikkeli (Ventelä ym. 2007) Lake and Reservoir Management –julkaisusarjan erikoisnumeroon. Samassa numerossa ilmestyi myös toinen artikkeli, jossa käsitellään Pyhäjärveä (Jeppesen ym. 2007).
- Ihmisten ja Pyhäjärven välistä suhdetta ja erityisesti suhtautumista järven rehevöitymiseen selvitettiin kesällä 2005 haastattelututkimuksen avulla. Tutkimuksen tuloksista valmistui vuonna 2006 Jenni Kuopan ympäristöpolitiikan pro gradu -tutkielma: ”Se mokoma - Rehevöityminen osana arjen käytäntöjä ja historiaa Pyhäjärvellä – Tapaustutkimus ja kertomus” Tampereen yliopistoon.
- Kalastajien kokemuksia järven rehevöitymisestä selvitettiin kirjekyselyn avulla. Kyselyn tuloksista valmistui vuonna 2006 Tero Forsmanin lopputyö ”Säkylän Pyhäjärven rehevöitymiskehitys ammatti- ja vapaa-ajankalastajien näkökulmasta” Turun ammatti- korkeakouluun.
- Suomalaisesta Järven taju –aineistosta kirjoitettiin artikkeli Vesitalous-lehteen (Ventelä ym. 2005). Maailmanlaajuiseen Järven taju -aineistoon pohjautuva yhteen- vetoartikkeli puolestaan ilmestyi englanniksi (Stedman ym. 2007).
- Paneelikeskustelu CARE –teemoista kansainvälisessä limnologikonferenssissa elokuussa 2004 Lahdessa, 150 osallistujaa.
- CARE workshop hankkeen tutkijoille Kauttualla elokuussa 2004 ja joulukuussa 2006. Paikallisille tiedotusvälineille järjestettiin tiedotustilaisuus kummankin tapaamisen yhteydessä.
- Useat CAREn tutkijat osallistuivat marraskuussa 2005 Pohjois-Amerikan järvi- kunnostusyhdistyksen (NALMS) symposiumiin Madisonissa, Wisconsinissa. Tutkijat kertoivat omista esitelmissään Pyhäjärvellä saaduista tutkimustuloksista.

#### **Kohdennettu poistokalastus sisäisen kuormituksen katkaisijana? (2002–2004)**

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tiettyihin kalalajeihin kohdistetun poistokalastuksen merkitys järvien sisäisen kuormituksen katkaisemisessa. Erityisesti arvioitiin Pyhäjärvellä erittäin runsaana esiintyvän kiiskan vedenlaatuvaikutukset ja sen kohdennetun poistokalastuksen seuraukset järven sisäiseen kuormitukseen. Kiiskellä saatujen tulosten avulla pyritään arvioimaan myös muiden pohjaeläimiä syövien kalalajien vedenlaatuvaikutuksia, ja siten lisäämään tulosten sovellettavuutta muihin rehevöitymisestä kärsiviin järviin. Tutkimus tehtiin yhteistyössä Turun yliopiston biologian laitoksen ekologian osaston kanssa.

Hankkeessa tutkittiin kiiskan ja pohjaeläinten ravinteiden erityistä akvaariokokein. Tulosten mukaan eläimet kykenevät nostamaan veden fosforipitoisuutta ja lisäämään veden sameutta. Pyhäjärven veden ravinnepitoisuuksien merkittävään nostamiseen koko kiiskikannan ravinteiden erityis ei kuitenkaan näyttäisi riittävän. Kiiski voi vaikuttaa vedenlaatuun myös muilla mekanismeilla, kuten sekoittamalla pohjasedimenttiä ravinnon haun yhteydessä, mutta sen merkitystä Pyhäjärven vedenlaadulle ei tiedetä. Pyhäjärven kiiskien iäkiä määritettiin erittäin luotettavasti uudella otoliittisahatekniikalla yhteistyössä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kanssa. Kiiskien havaittiin olevan vanhempia kuin mitä aiempien ikämäärittysten perusteella on uskottu. Yhteistyössä Jyväskylän yliopiston kanssa kiiskelle rakennettiin bioenergeettinen malli, jota varten tehtiin kokeellisia laboratoriotöitä. Mallin todettiin olevan erittäin toimiva ja sen avulla laskettiin kiiskikannan kykenevän kuluttamaan lähes koko vuosittaisen pohjaeläintuotannon Pyhäjärvestä. Luonnon vakaisiin isotooppeihin perustuvaa tutkimusmenetelmää sovellettiin Pyhäjärven kiiskiin analysoimalla niistä ja niiden mahdollisista ravintokohteista hiilen ja typen isotooppisuhteita. Isotooppitulosten avulla voidaan parhaimmillaan selvittää eliöiden ravinnonkäyttöä, mutta Pyhäjärvellä isotooppitulokset eivät kuitenkaan antaneet olennaista lisätietoa ravinnonkäytöstä verrattuna perinteisiin mahanäyte- analyysiin.

Tutkimuksen tuloksista kirjoitettiin tieteellisiä artikkeleita (mm. Tarvainen ym. 2005), joiden lisäksi tuloksia hyödynnettiin yhdessä väitöskirjassa (Tarvainen 2007).

### **Pyhäjärvellä toteutettujen vesiensuojelutoimenpiteiden toimivuus (2002–2004)**

Kts. kohta 3.1.

### **SATAMUTA – satakuntalaisten järvien sedimenttitutkimus (2005–2008)**

Kts. kohta 3.1.

### **Suorakylvön soveltuvuus käytännön vesiensuojelutyöhön (2002–2003)**

Suurin osa Pyhäjärven valuma-alueella tehdystä työstä on keskittynyt valumavesien käsittelyyn. Ilmastonmuutosennusteiden mukaan lauhat talvet ja runsaat sateet saattavat lisätä tulevaisuudessa valumavesien määrää. Pyhäjärven valuma-alueella nähtiin käytännössä vuosina 2000 ja 2001, kuinka lisääntynyt sadanta nosti kuormituksen huippulukemiin. Mikäli valumavesien määrä jatkossa entisestään lisääntyy, on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota maan rakennetta ja vesitaloutta parantavien viljelytapojen edistämiseen. Suorakylvön soveltuvuutta käytännön vesiensuojelutyöhön selvitettiin yhteistyössä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) kanssa.

Tutkimus toteutettiin Pyhäjärven valuma-alueella, josta valittiin sopivat tutkimuslohkot näytteenottoa ja peltomittauksia varten. Pitkään suorakylvetyillä pelloilla selvitettiin, miten suorakylvö on muuttanut maan rakennetta, eroosioherkkyyttä, pintavirtauksien todennäköisyyttä ja fosforin huuhtoutumisriskiä ja lierojen määrää verrattuna kynnettyyn maahan. Nämä seikat vaikuttavat keskeisimmin suorakylvön merkitykseen vesistöjen fosforikuormituksen kannalta. Tässä esiselvityksessä yhdistettiin maaperän fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista muuttujista saatu mittaustieto tuottamaan arvio tekijöiden yhteisvaikutuksesta fosforikuormitukseen. Pellot olivat yksityisten viljelijöiden lohkoja, joten niiden perusteella voitiin tarkastella käytännön mittakaavassa tehdyn suorakylvön vaikutusta edellä mainittuihin tekijöihin.

Hankkeessa selvitettiin myös alustavasti, miten koko valuma-alueen suorakylvöön siirtyminen käytännössä voisi onnistua ja mitä sosioekonomisia seurauksia siitä olisi. Alueen viljelijöitä haastateltiin ja heille järjestettiin suorakylvöön liittyvää koulutusta. Haastattelujen perusteella siirtyminen suorakylvöön on Pyhäjärven valuma-alueella käynnissä viljelijälähtöisesti ja etenee vauhdilla. Yhdessä esiselvityksestä saadun ja muun tiedon kanssa tuloksia käytetään jatkotoimien määrittämiseen. Hankkeen loppuraportti julkaistiin Pyhäjärvi-instituutin julkaisusarjassa (Alakukku ym. 2004).

Suorakylvöhankkeessa järjestettiin joulukuussa 2003 seminaari ”Suorakylvön soveltuvuus käytännön vesiensuojelutyöhön - Alustavia tietoja hankkeeseen osallistuville”. Tilaisuuden pääkohderyhmänä olivat hankkeessa haastatellut viljelijät. Lisäksi mukana oli muita kohdealueen viljelijöitä. Tilaisuuteen osallistui 22 henkilöä. Pyhäjärven suojelurahasto oli myös mukana järjestämässä suorakylvön vesistövaikutuksia selvittävää koulutuspäivää yhteistyössä Satakunnan MTK:n, MTT:n ja Lounais-Suomen ympäristökeskuksen kanssa keväällä 2001.

## **7.2 Yhteistyöhankkeet**

### **Aineiden liikkuminen suorakylvetyssä maassa (AiSu) – liukoisen fosforin lähteet ja kasvihuonekaasujen vapautuminen (2005–2008)**

Hankkeessa tutkitaan aineiden liikkumista ja kiertoa suorakylvetyssä maassa ja sen merkitystä vesistö- ja kasvihuonekaasukuormituksen vähentämisessä. Suorakylvö vähentää tehokkaasti maan eroosiota ja vesistöihin tulevaa kiintoainekuormitusta, mutta joissain tapauksissa liukoisen fosforin huuhtoutuminen voi lisääntyä. Hankkeessa keskitytään liukoisen fosforin huuht-

toutumista vähentäviin keinoihin suorakylvössä. Hankkeessa tutkitaan myös kasvihuonekaasujen vapautumista suorakylvetystä maasta. Pyhäjärven valuma-alue on yksi hankkeen tutkimusalueista. Vuonna 2005 tutkittiin automaattisten vedenlaatumittareiden käyttökelpoisuutta ojavesien laadun seurannassa. Tutkimukseen valittiin Pyhäjoen alueelta kaksi pientä valuma-aluetta, joista toisella harjoitettiin suorakylvöä ja toisella perinteistä viljelyä. Alueella tutkittiin myös kasvihuonekaasujen vapautumista suorakylvetystä maasta. Hankkeessa toteutettiin myös laboratoriokokeita Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen Jokioisten tutkimusasemalla. Hankkeen päävastuulliset vetäjät ovat Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja Helsingin yliopiston maaperätieteen laitos.

### **Akvaattisten ravintoverkkojen isotooppianalyysi (1999–2001)**

#### **Ravintoverkon rakenne järvissä vakaitten isotooppien perusteella - globaalinen vertailu ja erityistutkimuksia (2003–2006)**

Pyhäjärvi oli keskeinen tutkimuskohde kahdessa Turun yliopiston biologian laitoksen ekologian osaston toteuttamassa tutkimushankkeessa, jotka selvittivät isotooppien käyttökelpoisuutta järvien ravintoverkon rakenteen tutkimisessa. Tuloksena saatiin uutta tärkeää tietoa Pyhäjärven ravintoverkon rakenteesta ja useita kansainvälisissä tiedesarjoissa julkaistavia artikkeleita.

Ravintoverkkojen rakenteen ja vuorovaikutussuhteiden ymmärtäminen on ekologian keskeisiä kysymyksiä ja esimerkiksi rehevöityneiden vesistöjen kunnostuksen perusedellytys. Ravintoverkon rakenne määräytyy mm. eliöiden ravinnonkäytön mukaan. Luonnon vakaat typpi- ja hiili-isotoopit ( $^{15}\text{N}$  ja  $^{13}\text{C}$ ) tarjoavat mahdollisuuden selvittää ravintoverkon vuorovaikutussuhteita, mutta menetelmän käytettävyyteen liittyy vielä paljon epäselviä asioita. Tässä tutkimuksessa paljastui isotooppisuhteiden laaja ajallinen ja alueellinen hajonta, mikä selvästi vaikeutti tulosten tulkintaa. Menetelmän avulla voidaan kuitenkin parhaimmillaan paljastaa uusia asioita mm. ravintoverkon hiilen lähteestä. Yhdessä perinteisin menetelmin kerätyn aineiston kanssa isotoopit voivat tarjota lisätietoa ravintoverkon rakenteesta. Tässä tutkimushankkeessa selviteltiin isotooppien avulla kysymyksiä globaalilla tasolla, ekosysteemitasolla ja laboratoriokokeiden tasolla.

### **Benchmark Models for the Water framework directive (BMW) -tutkimushanke (2002–2004)**

Eurajoen vesistöalue oli koealueena Euroopan laajuisessa tutkimushankkeessa, joka kehitti ravinnekuormitukseen liittyviä matemaattisia malleja. Hanketta koordinoi Suomen ympäristökeskus. Hankkeen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää erilaisten matemaattisten mallien soveltuvuus EY:n vesipuitedirektiivin toimeenpanon eri vaiheissa sekä luoda malleille kriteerit (benchmark-kriteerit) sekä kriteerien soveltamiselle prosessi, jonka avulla erilaisten mallien soveltuvuus voidaan testata. Valittujen esimerkkimallien osalta soveltuvuus ja linkitys toisiinsa nähden testattiin koealueilla, joista yksi oli Eurajoen vesistöalue. Pyhäjärvi oli toinen hankkeen kahdesta mallijärvestä. Pyhäjärven osalta järveä koskevaa matemaattista mallia jatkokehitettiin Suomen ympäristökeskuksessa tutkija Olli Malveen johdolla. Työhön osallistui lisäksi tutkijoita Helsingin yliopiston matematiikan laitokselta, Turun yliopiston biologian laitoksen ekologian osastolta sekä Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta.

BMW:n kansainvälinen tutkijaryhmä kokoontui vuoden 2002 aikana kaksi kertaa, helmikuussa Barcelonassa ja syyskuussa Kauttualla Pyhäjärvi-instituutissa. Vuoden 2004 marraskuussa Kauttualla järjestettiin BMW-työpaja Pyhäjärven suojelun sidosryhmille. Työpajassa pohdittiin Pyhäjärven tavoitetilaa ja kunnostustoimia EY:n vesipuitedirektiivin kannalta.

### **Kaukokartoitus- ja mittausteknologia prosessipohjaisten valuma-alue- ja järvimallien kytkennässä (Catch\_Lake) (2006–2007)**

Pyhäjärvi on keskeinen pilottialue hankkeessa, jossa kehitetään prosessipohjaisten vesistöalue- ja järvimallien yhteiskäyttöä hyödyntäen sekä kaukokartoitusteknologiaa että intensiivimittauksia ja niihin liittyvää langatonta tiedonsiirtoteknologiaa. Projektissa hyödynnetään

satelliittitietoa ja muuta havaintoaineistoa ympäristömallinnuksessa. Pistehavainnoinnilla pyritään toisaalta varmentamaan ja arvioimaan kaukokartoituksella saatua aineistoa. Yläneenjoessa ja Peräsuonojassa oli hankkeen puitteissa jatkuvasti vedenlaatua ja virtaamaa mittaavat anturit. Jatkuvan mittauksen avulla voidaan arvioida hydrologisten olojen vaikutusta kuormitukseen. Catch\_Lake on Suomen ympäristökeskuksen ja Teknillisen korkeakoulun Avaruustekniikan laboratorion yhteishanke.

#### **Hajasampo (1998–2001)**

Haja-asutuksen aiheuttaman jätevesikuorman pienentäminen on pitkälti kiinni kiinteistönomistajien omasta valistuneisuudesta ja vesiensuojelutahdosta. Hajasampo-projekti oli kansalliseen Vesihuolto 2001 -tutkimusohjelmaan kuuluva haja-asutuksen jätevesiongelman ratkaisuja etsivä tutkimus- ja kehittämishanke. Projektin käytännön rakentamis- ja koetoiminnasta suurin osa kohdistui Pyhäjärven valuma-alueelle. Vuoden 2000 loppuun mennessä projektissa oli rakennettu Pyhäjärvisuodun kuntien alueelle yhteensä noin 100 kiinteistökohtaista jätevesien käsittelyjärjestelmää ja saman verran kompostoivia kuivakäymälöitä. Pyhäjärven rantakunnissa Eurassa, Säskylässä ja Yläneellä ja Hajasampo-projektin käynnistettyä myös Oripäässä ja Köyliössä kiinteistönomistajilla oli mahdollisuus saada tukea jätevesien käsittelyn tehostamiseen tähtääviin investointeihin. Euran seudulla haja-asutuksen jätevesiin liittyviä palveluita pyrittiin kehittämään LVI-Helinillä. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn ohjeisto Pyhäjärvisuodun kunnille julkaistiin Lounais-Suomen ympäristökeskuksen monistesarjassa lokakuussa 2000.

Hajasampo-projektin koealueena Pyhäjärven valuma-alue on ollut edelläkävijä haja-asutuksen jätevesien osalta. Pyhäjärven suojelutyön kannalta oleellisimpia tuloksia saatiin pienpuhdistamojen toimivuustutkimuksesta ja huolto- ja kunnossapitotoiminnan arvioinnista. Tutkimuksessa toimintavarmimmiksi osoittautuivat maasuodattimet, mutta kaikkien pienpuhdistamojen toimintaan liittyi ongelmia. Oman haasteensa muodostivat puhdistamojen asentaminen ja kunnossapito, johon hankkeen tulosten mukaan tarvitaan myös jatkossa ammattiapua.

#### **Järven taju -tutkimushanke (2001–2003)**

Pyhäjärven suojeluprojekti oli mukana Järven taju -tutkimushankkeessa, joka oli osa laajaa Wisconsinin yliopiston koordinoimaa kansainvälistä "Sense-of-Place Attitudes in the World's Temperate Lake Districts" -tutkimushanketta, jossa selvitettiin ihmisten suhdetta veteen ja järviluontoon. Hanke toteutettiin vuosina 2001–2003 yhtäaikaisten haastattelututkimuksien eri maissa Euroopassa (Englanti, Irlanti, Puola, Saksa, Suomi, Valko-Venäjä) ja Pohjois-Amerikassa (Yhdysvallat, Kanada). Hankkeen aineistoa käsiteltiin Wisconsinissa (USA) järjestetyssä tutkijaryhmän työpajassa.

#### **Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS) (1995– )**

Kts. kohta 3.2.

#### **Ylläpitosampo (2002–2004)**

Kts. kohta 3.2.

## **7.3 Tutkimuksen yhteistyötahot**

Tutkimusta tehtiin yhteistyössä monien kansallisten ja kansainvälisten yliopistojen, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa. Laaja yhteistyöverkosto mahdollisti monipuolisen ja -tieteisen Pyhäjärven suojelutyötä hyödyttävän tutkimustoiminnan.

#### Kotimaiset

- Ympäristöhallinto
- Lounais-Suomen ympäristökeskus
- Suomen ympäristökeskus
- Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
- Geologian tutkimuskeskus
- Turun yliopisto
  - Biologian laitos
  - Maantieteen laitos
  - Geologian laitos
  - Biokemian laitos
- Turun kauppakorkeakoulu
  - Tulevaisuuden tutkimuskeskus
- Jyväskylän yliopisto
  - Bio- ja ympäristötieteiden laitos
- Tampereen yliopisto
  - Yhdyskuntatieteiden laitos
- Tampereen teknillinen korkeakoulu
  - Bio- ja ympäristötieteiden laitos
- Helsingin yliopisto
  - Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos
  - Lammin biologinen asema
  - Ympäristötaloustieteen laitos
  - Sovelletun kemian ja mikrobiologian laitos
- Teknillinen korkeakoulu
  - Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laboratorio
  - Kartografian ja geoinformatiikan laboratorio
- Turun ammattikorkeakoulu
- Hämeen ammattikorkeakoulu

#### Kansainväliset

- National Environmental Research Institute, Tanska
- Århusin yliopisto, Tanska
- Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Department of Limnology of Stratified Lakes, Neuglobsow, Saksa
- Laboratory of Hydroecology, Minsk, Valko-Venäjä
- Centre of Limnology, University of Wisconsin, USA
- University of Maine, USA
- Dept. Agricultural Economics and Rural Sociology, The Pennsylvania State University, USA
- Dorset Environmental Science Center, Ontario Ministry of the Environment, Ontario, Kanada
- Hydrobiological Station IE PAS, Mikolajki, Puola
- Norwegian Institute for Water Research, Norja
- Dep. de Ingenieria del Terreno, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, Espanja
- The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK
- WL|Delft Hydraulics, Delft, Alankomaat
- Centre National du Machinisme agricole, Antony, Ranska
- Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Espanja
- Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, UK
- Freshwater Research, Kanada
- Lake Biwa Research Institute, Japani

## 8 Pyhäjärven tila ja tulevaisuus

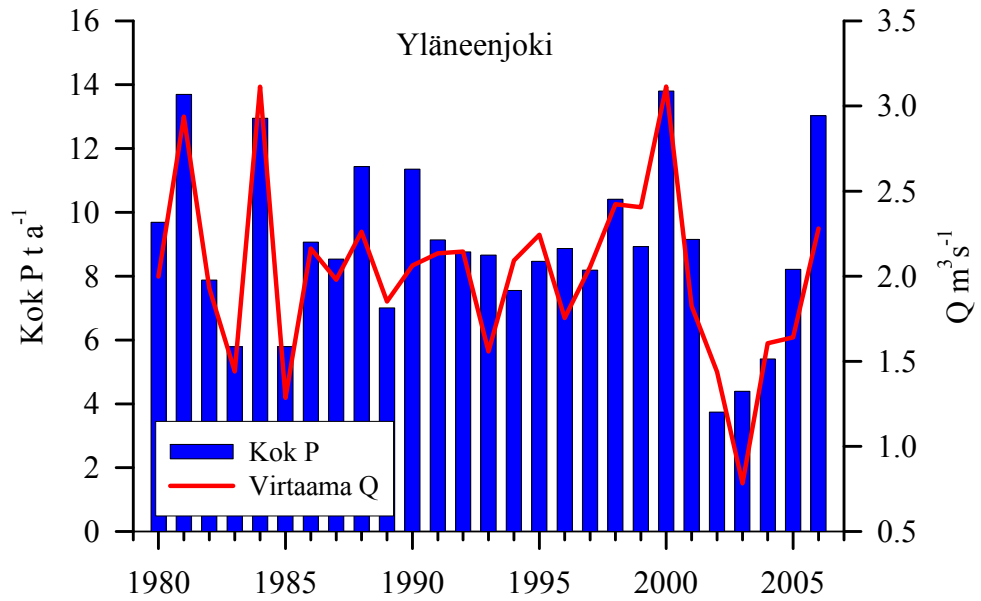
### 8.1 Ulkoinen ravinnekuormitus ja vedenlaatu

Ulkoisen ravinnekuormituksen selvittämiseksi Yläneenjoesta ja Pyhäjoesta sekä joistakin suoraan järveen laskevista ojista on mitattu mm. ravinnepitoisuuksia useita kertoja vuodessa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Näytteenotot on pyritty ajoittamaan virtaamien mukaisesti, joita seurataan Yläneenjoessa ja Pyhäjoessa jatkuvatoimisilla limnigrafeilla. Lisäksi jatkuvatoimista vedenlaadun mittausta kokeiltiin parissa hankkeessa Yläneenjoessa ja Peräsuonojassa. Ilmalaskeuman seurannassa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen keräämää aineistoa Jokioisten ja Peipohjan asemilta. Pyhäjärven vedenlaatua on seurattu avovesikaudella kaksi kertaa kuukaudessa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen toimesta.

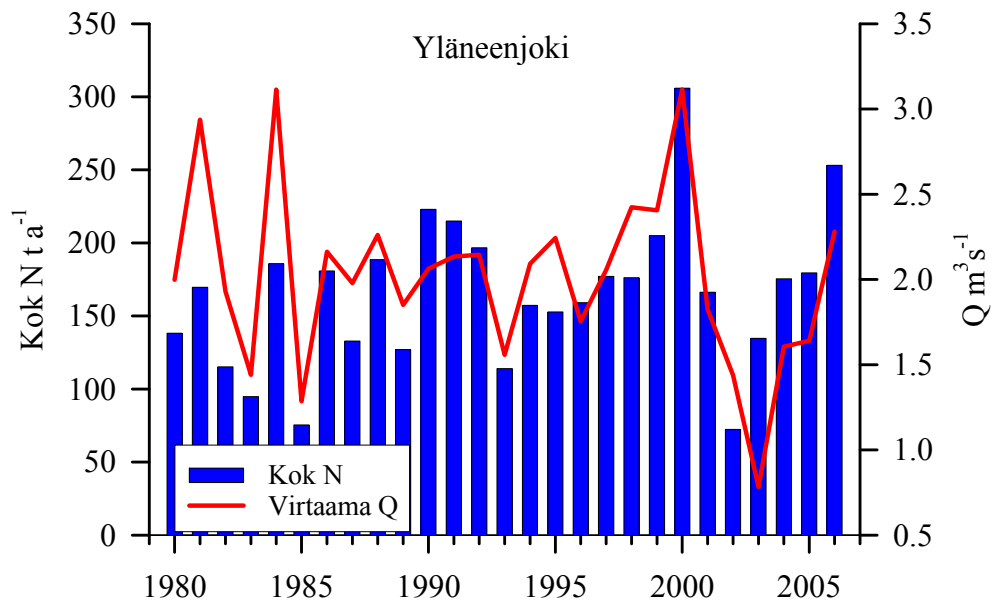
#### 8.1.1 Yleinen kehitys

Pyhäjärven ulkoisen kuormituksen vähentämisen tavoitteena oli rahaston toisella toimikaudella, että Yläneenjoen ja Pyhäjoen kautta tuleva kokonaisfosforikuormitus on pienempi kuin keskimääräinen vuosikuormitus 1990-luvulla. Tämä tarkoitti Yläneenjoen kuormituksen osalta alle 9,0 tonnia/vuosi ja Pyhäjoen osalta alle 1,6 tonnia/vuosi. Kokonaistyyppikuormitusta tuli 1990-luvulla Yläneenjoen kautta keskimäärin 178 tonnia/vuosi ja Pyhäjoen kautta 40 tonnia/vuosi.

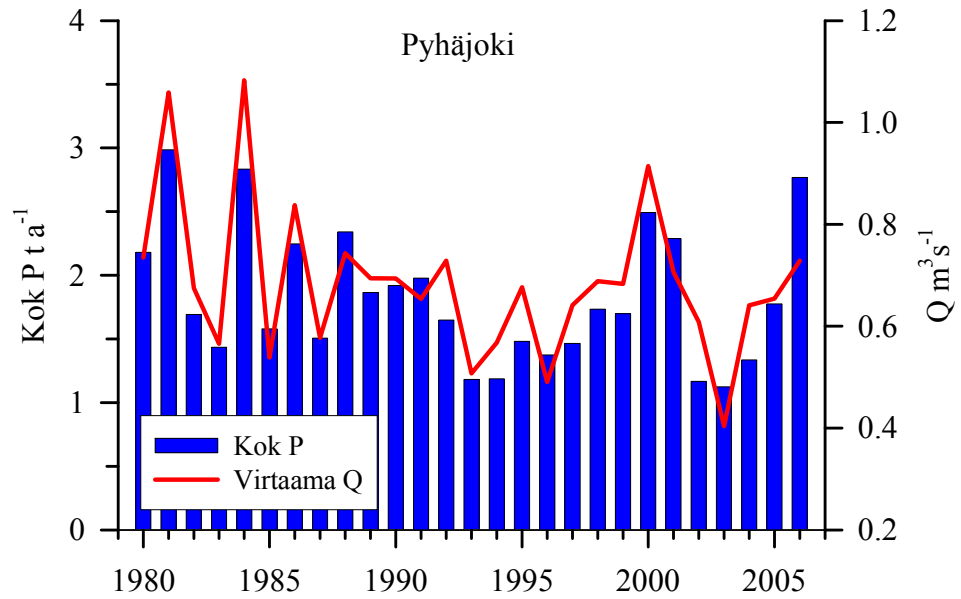
Ravinnekuormituksessa on ollut paljon vuosien välistä vaihtelua, koska kuormituksen määrä on kytkeytynyt voimakkaasti sadantaan ja jokien virtaamiin. Jokien tuoma fosforikuormitus on viime vuosina ollut enimmäkseen alhainen ja poikkeuksellisen alhainen se oli hyvin kuivina vuosina 2002 ja 2003. Sen sijaan hyvin leudot ja runsassateiset talvet aiheuttivat ennätysmäiset kuormitukset vuosina 2000 ja 2006, jolloin vuosikuormitukset olivat korkeampia kuin kertaakaan 1990-luvulla. Yläneenjoen kokonaisfosforikuormitus oli vuosina 2000–2006 keskimäärin 8,3 tonnia/vuosi (kuva 17) ja kokonaistyyppikuormitus 184 tonnia/vuosi (kuva 18). Pyhäjoen vastaavat kuormitukset olivat 1,9 ja 50,0 tonnia/vuosi (kuvat 19 ja 20). Hyvistä vuosista huolimatta ainoastaan Yläneenjoen kokonaisfosforikuormitus aleni alle tavoitetason toisella toimikaudella ollen vuosina 2000–2006 keskimäärin 8 % alhaisempi kuin vuosina 1995–1999 (taulukko 3). Ilman vuoden 2006 runsaita kuormituksia vähennys oli jopa 17 %. Lähivaluma-alueelta tuleva kuormitus noudattelee Pyhäjoen kuormitusta, koska lähivaluma-alueen kuormitus on arvioitu pinta-alaperusteisesti Pyhäjoen kuormituksesta.



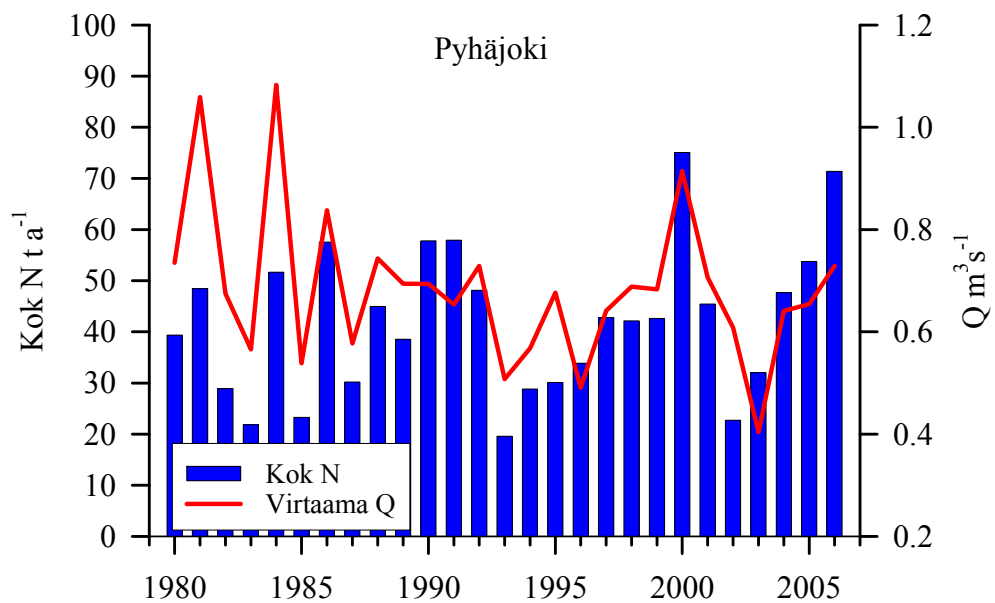
**Kuva 17.** Yläneenjoen vuotuinen fosforikuormitus ja -virtaama 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



**Kuva 18.** Yläneenjoen vuotuinen typikuormitus ja -virtaama 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



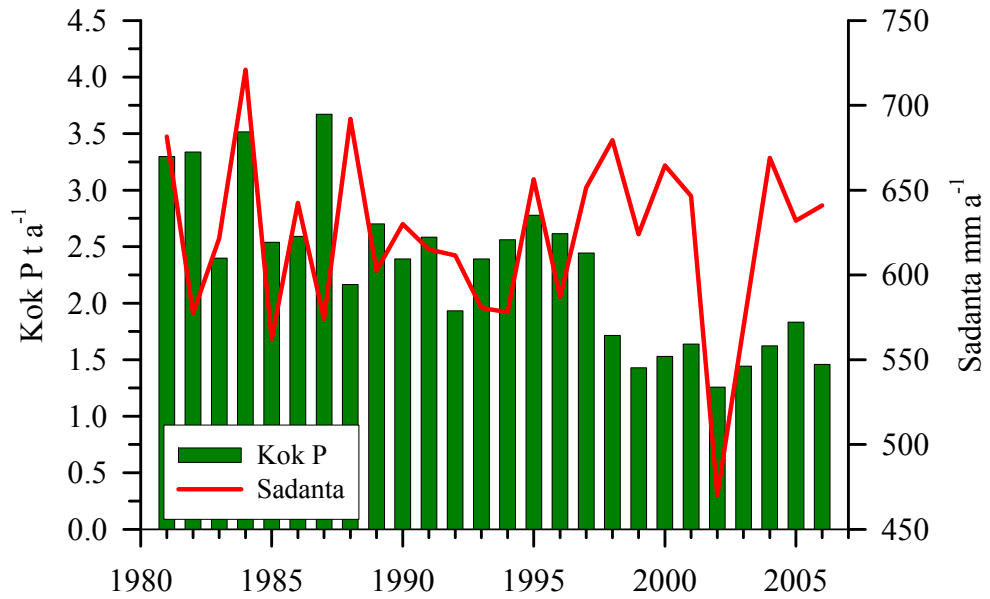
**Kuva 19.** Pyhäjoen vuotuinen fosforikuormitus ja -virtaama 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



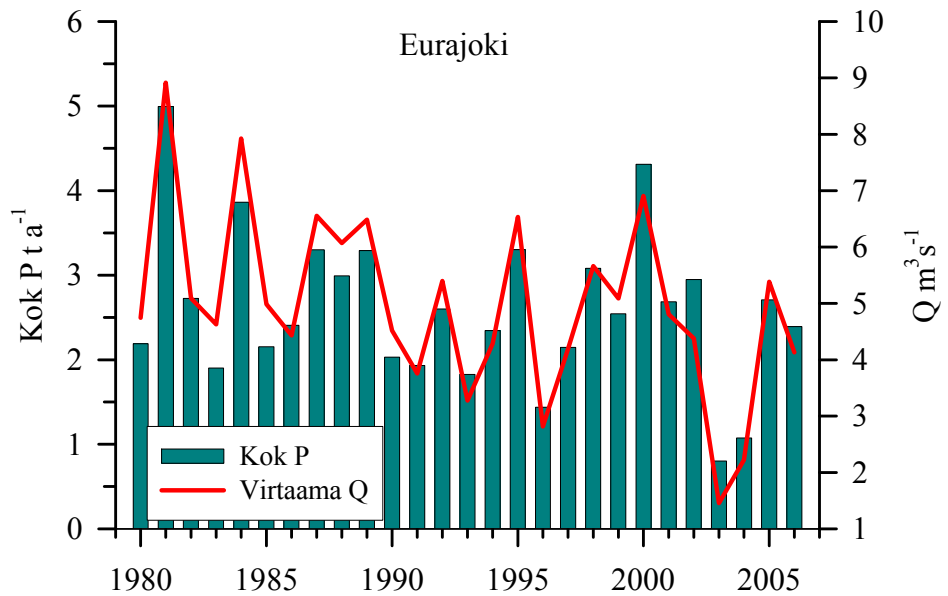
**Kuva 20.** Pyhäjoen vuotuinen typpekuormitus ja -virtaama 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

Pyhäjärveen ilman kautta tuleva fosforikuormitus on vähentynyt selvästi vuoden 1999 jälkeen pienentäen Pyhäjärven kokonaiskuormitusta (kuva 21). Pyhäjärvestä Eurajoen kautta poistuvan fosforin määrä oli erityisen alhainen vuosina 2003 ja 2004 (kuva 22). Kalansaaliin mukana järvestä poistuvan fosforin määrä nousi vuosina 2000–2006 noin 13 % verrattuna vuosiin 1995–1999 (kuva 23, taulukko 3).

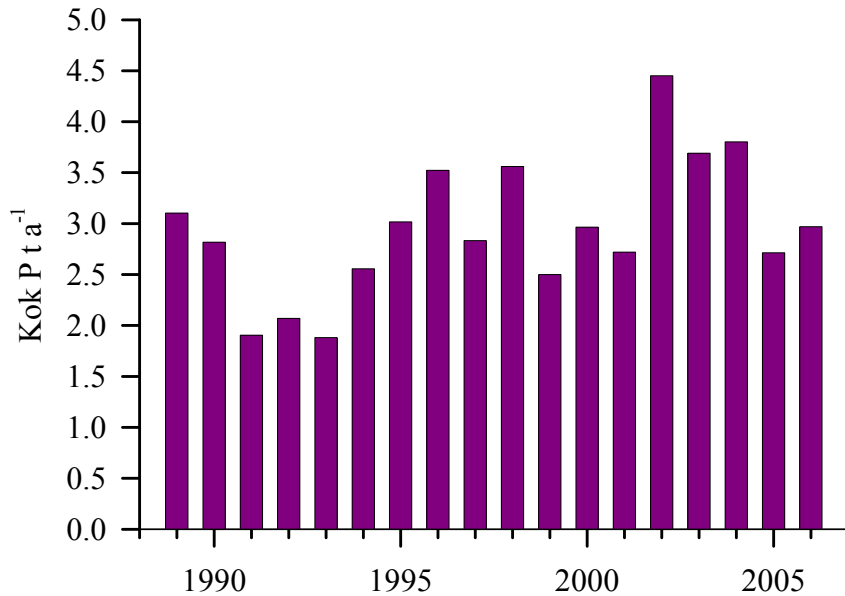




**Kuva 21.** Ilman kautta Pyhäjärveen tuleva fosforikuormitus 1980–2006 (Suomen ympäristökeskus, Turun yliopisto).



**Kuva 22.** Eurajoen kautta poistuva fosfori ja virtaama 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

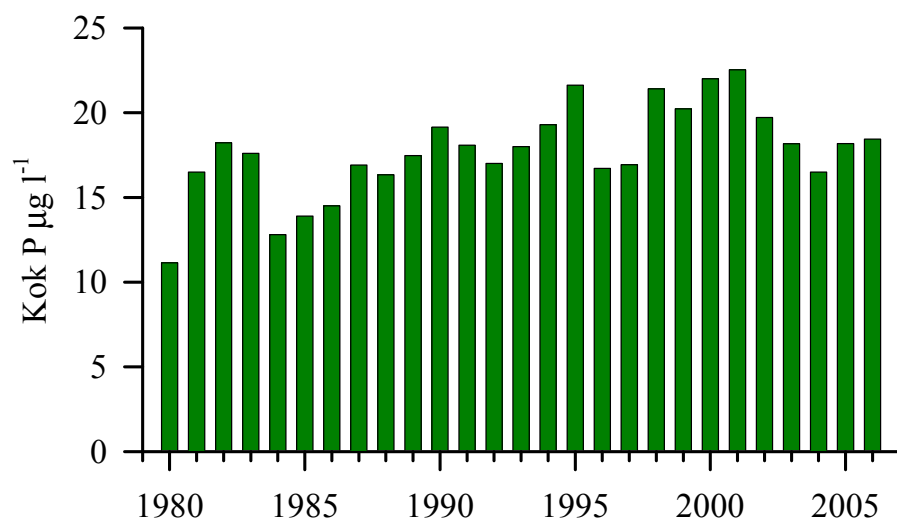


**Kuva 23.** Pyhäjärvestä sekä ammatti- että vapaa-ajan kalansaaliin mukana poistunut fosfori vuosina 1989–2006 (Pyhäjärven suojelurahasto, Turun yliopisto).

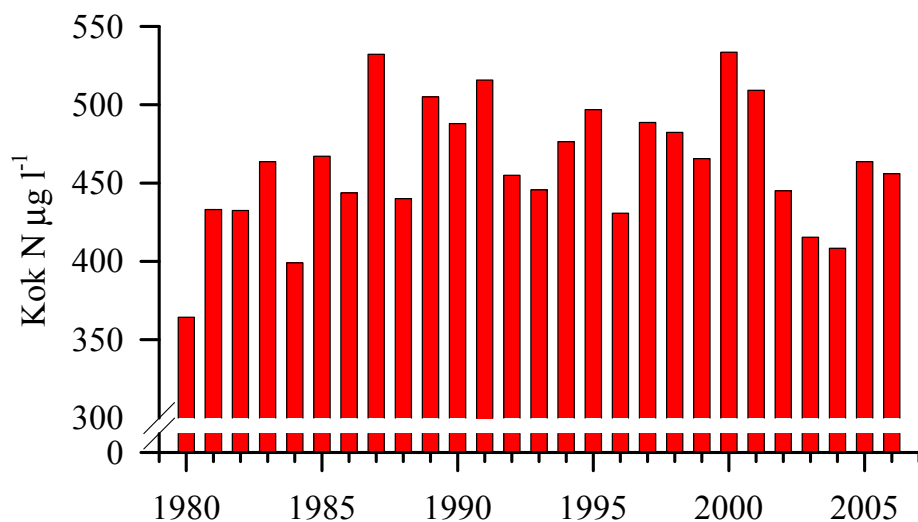
**Taulukko 3.** Pyhäjärven keskimääräinen vuosittainen fosforitase Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisellä ja toisella toimikaudella.

		Jakso I (1995–1999)		Jakso II (2000–2006)		Muutos	
		tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%
<b>Järveen tuleva fosfori</b>	Yläneenjoki	9,0	57	8,2	54	-0,7	-8
	Pyhäjoki	1,6	10	1,9	12	0,3	19
	Lähivaluma-alue	3,0	19	3,6	23	0,6	19
	Ilmakuormitus	2,2	14	1,5	10	-0,7	-30
	<b>Yhteensä</b>	<b>15,7</b>		<b>15,2</b>			
<b>Järvestä poistuva fosfori</b>	Kalasaalis	3,0	19	3,4	22	0,4	13
	Eurajoki	2,5	16	2,4	16	-0,1	-3
	<b>Yhteensä</b>	<b>5,5</b>		<b>5,8</b>			
<b>Järveen jäävä fosfori</b>	<b>tonnia</b>	<b>10,2</b>		<b>9,4</b>		<b>-0,8</b>	
	<b>%</b>	<b>65</b>		<b>62</b>			

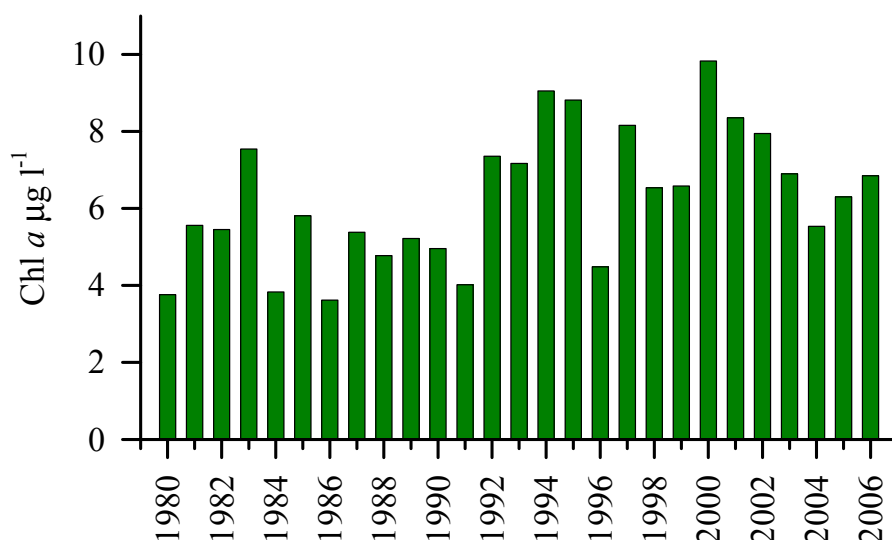
Pyhäjärven vedenlaadussa on ollut havaittavissa selkeää parantumista 2000-luvulla. Avovesikauden kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja klorofylli-*a*-pitoisuudet laskivat varsinkin vuosina 2000–2004, mutta nousivat jälleen korkeammiksi vuosina 2005 ja 2006 (kuvat 24, 25 ja 26). Hyvästä kehityksestä huolimatta keskeisimpien vedenlaatua kuvaavien muuttujien keskiarvot jäivät vuosina 2000–2006 hiukan 1990-lukua heikommiksi. Kokonaisfosforipitoisuuden osalta 1990-luvun keskiarvo oli 18,8 µg/l, mutta 2000-luvun keskiarvo oli 19,4 µg/l. Klorofylli-*a*-pitoisuus oli keskimäärin 6,7 µg/l 1990-luvulla ja 7,4 µg/l 2000-luvulla. Näkösyvyyttä oli myös 1990-luvulla keskimäärin hiukan enemmän (2,9 m) kuin 2000-luvulla (2,7 m) (kuva 27). Sen sijaan kokonaistyyppipitoisuus oli hiukan laskenut 2000-luvulla (462 µg/l) verrattuna 1990-lukuun (475 µg/l).



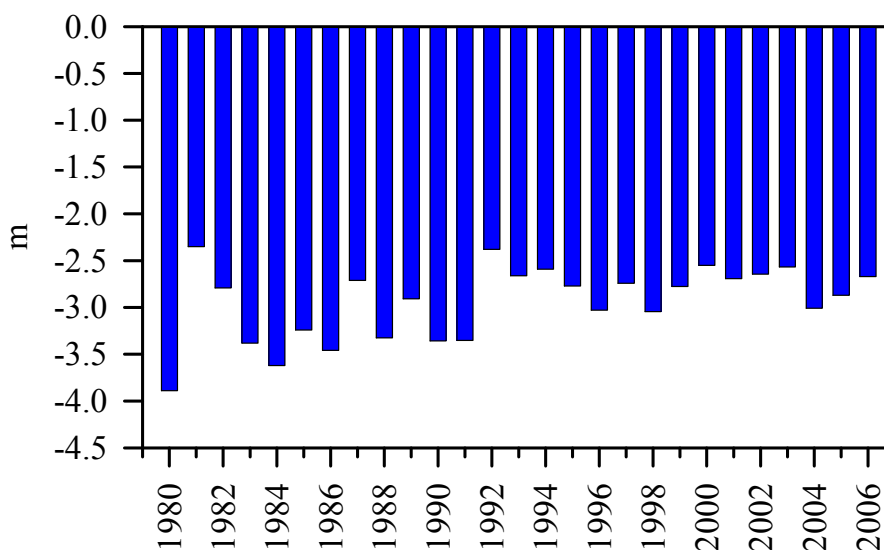
**Kuva 24.** Pyhäjärven veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo avovesikaudella (touko-lokakuu) vuosina 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



**Kuva 25.** Pyhäjärven veden kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo avovesikaudella (touko-lokakuu) vuosina 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



**Kuva 26.** Pyhäjärven klorofylli-*a*-pitoisuuden keskiarvo avovesikaudella (touko-lokakuu) vuosina 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



**Kuva 27.** Pyhäjärven veden näkösyvyyden keskiarvo avovesikaudella (touko-lokakuu) vuosina 1980–2006 (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

### 8.1.2 Vuosikohtainen tarkastelu

Vuosikohtaisessa tarkastelussa havaitaan, että 2000-luvulla on ollut sääoloiltaan useita poikkeuksellisia vuosia, millä on ollut vaikutusta ulkoiseen kuormitukseen ja edelleen vedenlaatuun.

Yläneen- ja Pyhäjoen kautta tuleva kuormitus oli **vuonna 2000** selvästi edellisiä vuosia korkeampi. Yläneenjoen kautta Pyhäjärveen kulkeutui 13,8 tonnia ja Pyhäjoen kautta 2,5 tonnia fosforia. Kuormitusten todettiin liittyneen sateiseen vuoteen ja pitkään jatkuneeseen sulan maan aikaan. Yläneen- ja Pyhäjoen keskivirtaamat olivat hyvin korkeita (3,1 m<sup>3</sup>/s ja 0,9 m<sup>3</sup>/s). Korkeiden kuormitusten johdosta Pyhäjärven vedenlaatu oli erityisen heikko avovesi-

kaudella 2000 (touko-lokakuu), jolloin mitattiin vuonna 1980 alkaneen seurantajakson korkeimmat klorofylli *a* (9,8 µg/l) - ja kokonaistyyppipitoisuudet (534 µg/l). Myös kokonaisfosforipitoisuus oli yksi korkeimpia ja näkösyvyys yksi huonoimpia.

**Vuonna 2001** jokien koko vuoden keskivirtaama oli laskenut lähelle pitkäaikaista keskiarvoa. Yläneenjoen keskivirtaama oli 1,8 m<sup>3</sup>/s ja Pyhäjoen 0,7 m<sup>3</sup>/s. Alentuneiden virtaamien myötä molempien jokien ravinnekuormitus oli selvästi alhaisempi kuin edellisenä vuonna. Yläneenjoen mukana Pyhäjärveen kulkeutui 9,2 tonnia fosforia ja 166 tonnia typpeä ja Pyhäjoen mukana 2,3 tonnia fosforia ja 45 tonnia typpeä. Pyhäjärven näkösyvyys oli vuonna 2001 parempi ja pitoisuudet kokonaisfosforia lukuunottamatta alempia kuin edellisenä vuonna, mutta vesiensuojelun kannalta vuosi oli kuitenkin haasteellinen johtuen runsaista sinileväesiintymistä. Syynä tavallista runsampiin leväkukintoihin olivat sekä poikkeuksellisen sateisen ja leudon vuoden 2000 korkeat ravinnekuormitukset että erittäin lämmin ja aurinkoinen kesä. Avovesikauden 2001 kokonaisfosforipitoisuus olikin kaikkien aikojen korkein (22,5 µg/l).

Pyhäjärven kasviplanktonbiomassat olivat vuosina 2000 ja 2001 aiempiin vuosiin verrattuna ennätyksellisen korkeat (kuva 13). Pyhäjärvestä esiintyi vuonna 2001 aiempaa selvästi enemmän pallomaista *Gloeotrichia echinulata* -sinilevää. *G. echinulata* -sinilevä esiintyy pallomaisina yhdyskuntina, joiden halkaisija on yleensä 1–2 mm. Suuren koon vuoksi niitä voi nähdä myös paljaalla silmällä. Suomessa *G. echinulata* on ollut melko harvinainen. Vain noin 1 % Suomen ympäristökeskukseen ilmoitetuista levähavainnoista on ollut *Gloeotrichia*-havaintoja. Säskylän Pyhäjärvestä *G. echinulata* havaittiin ensimmäisen kerran heinäkuussa 1963. Asumajätevesikuormituksen vähentyessä ja sedimentin tilan parantuessa myös *G. echinulata* hävisi, mutta ilmestyi jälleen 1994 runsastuen vuosi vuodelta. Erittäin runsas se oli kesällä 2001, jolloin tavattiin noin sata koloniaa litraa kohti.

**Vuonna 2002** jokien koko vuoden keskivirtaama oli erittäin alhainen ja siten myös ravinnekuormitus oli hyvin alhainen. Yläneenjoen keskivirtaama oli 1,4 m<sup>3</sup>/s ja fosforikuormitus 3,7 tonnia. Pyhäjoen keskivirtaama oli 0,6 m<sup>3</sup>/s fosforikuormitus 1,2 tonnia. Pyhäjärven ravinne- ja klorofylli-*a*-pitoisuudet olivat alhaisemmat kuin aiempina vuosina. Myös sinilevien määrä oli vähentynyt. Heti jäiden lähdön jälkeen Pyhäjärvestä havaittiin erittäin voimakas piileväkukinta ja sen jälkeen vielä panssarileväkukinta, joten kaiken kaikkiaan koko avovesikauden keskimääräinen kasviplanktonbiomassa oli korkein mitä 1960-luvulla alkaneella tutkimusjaksolla oli havaittu.

**Vuonna 2003** jokien koko vuoden keskivirtaama oli jo toisena perättäisenä vuonna erittäin alhainen. Yläneenjoen keskivirtaama oli vain 0,8 m<sup>3</sup>/s ja Pyhäjoen 0,4 m<sup>3</sup>/s. Alhaisten virtaamien johdosta Pyhäjärveen tuli myös harvinaisen vähän eli noin puolet keskimääräisestä ravinteita ja kiintoainetta. Yläneenjoen tuoma fosforikuormitus oli vain 4,4 tonnia ja Pyhäjoen 1,1 tonnia. Kiintoainekuormitus oli Yläneenjoessa vuonna 2003 vain 320 tonnia ja Pyhäjoessa 109 tonnia (kuvat 28 ja 29). Kiintoainekuormituksen keskiarvo 1990-luvulla oli Yläneenjoessa 1 746 tonnia ja Pyhäjoessa 339 tonnia. Alhaisten kuormitusten johdosta vedenlaadun hyvä kehitys jatkui vuonna 2003 ja järven kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 18,2 µg/l eli 1990-luvun keskiarvoa alhaisempi ja kokonaistyyppipitoisuus 415 µg/l. Koko avovesikauden näkösyvyys oli 2,6 m ja *a*-klorofyllipitoisuus 6,9 µg/l. Myös avovesikaudella 2003 sinilevien määrä pysyi alhaisena. Muuten kasviplanktonlajisto poikkesi aiemmista vuosista niin, että avovesikauden aikana piilevien määrä väheni ja muut, karuille vesille ominaiset lajit ilmestyivät takaisin oltuaan poissa koko 1990-luvun ajan.

**Vuonna 2004** Pyhäjärveen tuli jo kolmantena perättäisenä vuonna keskimääräistä vähemmän ravinteita ja kiintoainetta. Yläneenjoen tuoma fosforikuormitus oli 5,4 tonnia (keskivirtaama 1,6 m<sup>3</sup>/s) ja Pyhäjoen 1,3 tonnia (0,6 m<sup>3</sup>/s). Yläneenjoen tuoma typpikuormitus oli 175 tonnia ja Pyhäjoen 48 tonnia. Yläneenjoen karkea kiintoainekuormitus Vanhakartanon havaintopaikalla oli 354 tonnia (hienon kiintoaineen kuormitus 1341 tonnia). Pyhäjoen havainto-

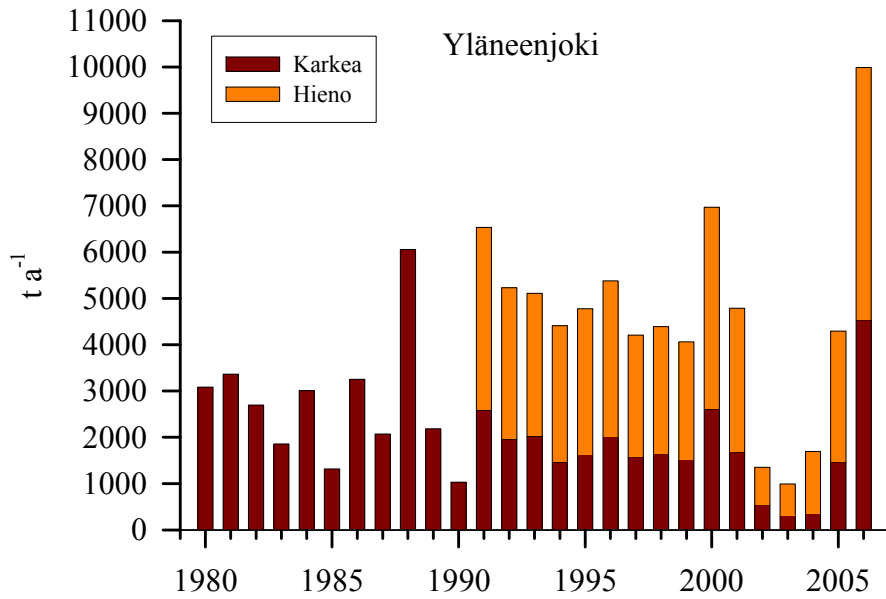
paikalla karkea kiintoainekuormitus oli 94 tonnia ja hieno 165 tonnia. Avovesikaudella mitattiin Pyhäjärvässä kaikkein alhaisimmat ravinne- ja klorofyllipitoisuudet ja paras näkösyvyys 2000-luvun tarkastelukaudella. Järven kokonaisfosforipitoisuus oli 16,5 µg/l, kokonaistyyppipitoisuus 408 µg/l, klorofylli-*a*-pitoisuus 5,5 µg/l ja näkösyvyys 3,0 m. Kaikki pitoisuudet olivat 1990-luvun keskiarvoja alhaisemmat ja näkösyvyys keskiarvoa parempi. Myös kasviplanktonbiomassa oli hyvin alhainen verrattuna muutamien edellisten vuosien hyvin korkeisiin määriin.

Poikkeuksellisen sateinen ja leuto tammikuu **2005** näkyi jokien runsaina kokonaisfosforikuormituksina. Yläneenjoen kuormituksesta peräti 36 % tuli yksistään tammikuussa ja vastaavasti Pyhäjoen kuormituksesta 28 %. Myös kiintoainekuormituksesta merkittävä osa tuli tammikuussa, Yläneenjoen hienosta kiintoainekuormituksesta peräti 40 % ja Pyhäjoen 30 %. Karkeasta kiintoainekuormituksesta sen sijaan vain 28 % (Yläneenjoki) ja 23 % (Pyhäjoki) tuli tammikuussa. Suurin osa karkeasta kiintoainekuormituksesta tuli marraskuussa, Yläneenjoen kuormituksesta 45 % ja Pyhäjoen 35 %. Yläneenjoen koko vuoden keskivirtaama oli 1,6 m<sup>3</sup>/s, fosforikuormitus 8,2 tonnia ja typpikuormitus 179 tonnia. Pyhäjoen keskivirtaama oli 0,7 m<sup>3</sup>/s, fosforikuormitus 1,8 tonnia ja typpikuormitus 54 tonnia. Yläneenjoen karkea kiintoainekuormitus Vanhakartanon havaintopaikalla oli 1466 tonnia (hienon kiintoaineen kuormitus 2828 tonnia) ja Pyhäjoen havaintopaikalla vastaavasti 233 tonnia ja 431 tonnia.

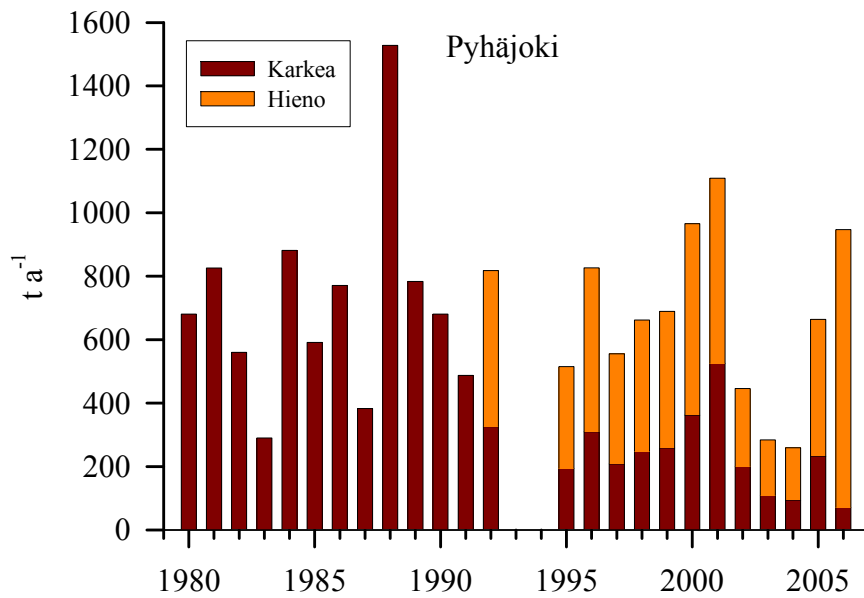
Vuonna 2005 Pyhäjärven vedenlaatu oli edelleen hyvä, vaikka ulkoinen kuormitus oli kohonnut muutama vuoteen verrattuna. Ravinne- ja klorofylli-*a*-pitoisuudet kuitenkin hiukan kohosivat ja näkösyvyys heikkeni, mutta pitoisuudet olivat edelleen 1990-luvun keskiarvoa alhaisemmat. Kasviplanktonin määrässä oli noin 40 % nousu edelliseen vuoteen verrattuna. Eniten olivat lisääntyneet piilevät ja sinilevät.

**Vuonna 2006** jokien tuoma fosforikuormitus oli melko korkea, Yläneenjoesta tuli 13,0 tonnia ja Pyhäjoesta 2,8 tonnia. Yläneenjoen tuoma typpikuormitus oli 258 tonnia ja Pyhäjoen 73 tonnia. Myös kiintoainekuormitus oli melko korkea, osin jopa koko seurantajakson korkein. Yläneenjoen karkea kiintoainekuormitus Vanhakartanon havaintopaikalla oli 4537 tonnia ja hienon kiintoaineen kuormitus 5449 tonnia. Pyhäjoen havaintopaikalla karkea kiintoainekuormitus oli 71 tonnia ja hieno 875 tonnia. Korkeaan kuormitukseen oli suurimpana syynä leuto ja runsassateinen alkutalvi. Kaikesta kuormituksesta noin puolet ja karkean kiintoaineen kuormituksesta jopa 84 % tuli marras-joulukuun leudon ja runsassateisen jakson aikana. Joulukuussa 2006 jokien virtaamat olivat ennätyskorkeita ja Pyhäjärven pinta oli pitkään säännöstelyn ylärajalla. Jokien vuosivirtaamat olivat kuitenkin pitkän ajan keskiarvoon verrattuna normaaleja. Yläneenjoen keskivirtaama 2,2 m<sup>3</sup>/s ja Pyhäjoen 0,7 m<sup>3</sup>/s. 1990-luvun keskivirtaama oli Yläneenjoessa 2,1 m<sup>3</sup>/s ja Pyhäjoessa 0,6 m<sup>3</sup>/s.

Pyhäjärven vedenlaatu oli avovesikaudella 2006 erittäin hyvä, vaikka näkösyvyys olikin hiukan heikompi ja klorofylli-*a*-pitoisuus korkeampi kuin parina aiempina vuotena. Näitä kahta lukuunottamatta pitoisuudet olivat kuitenkin edelleen 1990-luvun keskiarvoa alhaisemmat. Samaan aikaan ulkoinen kuormitus oli kohonnut muutama vuoteen verrattuna. Kasviplanktonin määrässä oli noin 20 % nousu edelliseen vuoteen verrattuna. Suurimmat leväryhmät biomassan perusteella olivat edelleen piilevät ja sinilevät.



**Kuva 28.** Yläneenjoen vuotuinen kiintoainekuormitus vuosina 1980–2006. Hienoa kiintoainetta on mitattu vuodesta 1991 alkaen (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).



**Kuva 29.** Pyhäjoen vuotuinen kiintoainekuormitus vuosina 1980–2006. Hienoa kiintoainetta on mitattu vuodesta 1992 alkaen (aineisto Lounais-Suomen ympäristökeskus).

## **8.2 Tulevaisuus**

### **8.2.1 Ilmastonmuutoksen aiheuttamat haasteet**

Pyhäjärven tulevaisuuden kannalta on tärkeää saada valuma-alueelta järveen tuleva kuormitus laskettua pysyvästi vuosien 2002–2003 alhaiselle tasolle. Kuivat vuodet osoittivat järven palautuvan erinomaiseen tilaan hyvin nopeasti. Kuormituksen vähentämistavoitteet ovat myös vedenlaadun parantamisen kannalta oikeat. Ulkoisen kuormituksen lasku vähentää aikaa myöten myös sisäistä kuormitusta ja rehevöitymiskehitys saadaan pysäytettyä ja järven tila vakiinnutettua paremmalle tasolle. Ulkoisen kuormituksen vähentämistavoitteeseen pääseminen on kuitenkin erittäin haasteellista ja edellyttää monipuolisia toimia aina ravinnekuormituksen synnyn ennaltaehkäisystä syntyneen kuormituksen vähentämiseen. Lisäksi tulevien vuosikymmenien ilmasto-olojen on ennustettu olevan kuormitusten kannalta ongelmallisia. Leudot ja runsassateiset talvet huuhtovat paljaasta maasta kiintoainetta ja ravinteita, joita perinteiset kosteikot ja suojavyöhykkeet eivät pysäytä tuohon aikaan, koska niissä ei ole kasvillisuutta. Talviaikaisen kuormituksen hallintaan on kehitettävä uusia menetelmiä, sillä ilmastonmuutoksen myötä leutojen ja vähälumisten talvien ennustetaan yleistyvän. Toisaalta kuivuusongelman ennustetaan pahenevan. Ilmastonmuutos voi aiheuttaa muutoksia myös pohjavesivaroihin ja pohjavesien kuormitukseen sekä järven sisäisiin prosesseihin, kuten ravintoverkon rakenteeseen ja järven fysikaalis-kemiallisiin oloihin.

### **8.2.2 Pyhäjärven suojelutyö jatkuu**

Pyhäjärven suojelurahaston toisen toimikauden toiminta oli sovittu vuosiksi 2000–2006. Sekä seudun toimijat ja rahoittajat että yhteistyösopimuksessa maakunnallisesti mukana olevat tahot ilmaisivat toisen toimikauden lopulla yhteisen näkemyksensä ja tahtonsa Pyhäjärven suojelutyön jatkamisesta vuoden 2006 jälkeen.

Vuonna 2006 valmisteltiin Pyhäjärven suojeluohjelma vuosiksi 2007–2013, ja se hyväksyttiin Pyhäjärven suojelurahaston valtuuskunnan kokouksessa lokakuussa 2006. Pyhäjärven suojelutyö jatkuu osana Pyhäjärvi-instituutin vesistötoimialan työtä ja sitä rahoittaa jatkossakin Pyhäjärven suojelurahasto täydennettynä hankerahoituksella. Pyhäjärven suojelurahaston kolmannen toimikauden keskeisin tavoite on ylläpitää ja turvata Pyhäjärven hyvä tila vuosina 2007–2013. Järveen tulevan ulkoisen kuormituksen tavoitteena on, että kuormitus on pysyvästi alhaisempi kuin keskimäärin vuosina 2000–2006.

## **Liitteet**

Liite 1: Vesiensuojelukohteet, 12 sivua.

Liite 2: Kartta Pyhäjärven valuma-alueen vesiensuojelutoimista (Lounais-Suomen ympäristökeskus), 1 sivu.

Liite 3: Pyhäjärven julkaisuluettelo, 14 sivua.



**Liite 1: Vesiensuojelukohteet  
Kosteikot ja laskeutusaltaat**

Karttalehdet sekä yleislehtiinon että UTM-lehtiinon mukaan.

HQ<sub>1/20</sub> ylivirtaama, MHQ keskiylivirtaama, MQ keskivirtaama, NQ alivirtaama, T viipymä, A pinta-ala, v virtausnopeus, q pintakuorma

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
1	<i>Myllyumpaidan- ojan lampi</i>	Säkylä, Pyhä- joki, Vanhan Virtaantien varrella. Karttalehdet 1133 12, M3313H.	Patoamalla raken- nettu kosteikko. Myllyumpaidanoja ja sen sivuhaara, Koskenalustanoja, muodostavat yhden suurimmista Pyhä- joen sivuhaaroista.	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 12,5 km<sup>2</sup>, josta peltoa 20 %.</li> <li>Kosteikon A = 0,5 ha, T = 2 h.</li> </ul>	Pohjakkynns mahdollistaa kalojen nousun. Esittelytaulu. Ranta- alueiden niittoa vuosina 2002– 2005.
2	<i>Markanojan kosteikko</i>	Säkylä, Pyhä- joen kylä. Karttalehdet 1133 12, M3313H.	Kosteikko sijaitsee ojassa noin 900 metrin päässä Pyhäjoesta.	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 11,37 km<sup>2</sup>, josta peltoa 14,6 % (1,66 km<sup>2</sup>) ja metsää 85,7 % (9,74 km<sup>2</sup>).</li> <li>Kosteikon A = 0,6 ha (kosteikon A valuma-alueesta 0,05 %), HQ<sub>1/20</sub> = 1,6 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 0,8 m<sup>3</sup>/s, v = 10 cm/s, q = 0,33 m/h, T = 3 h.</li> </ul>	
3	<i>Kivirannan kosteikko (Pyhäjoen kosteikko)</i>	Säkylä, Sydänmaa. Karttalehdet 2111 03, M3331A.	Kosteikko sijaitsee Pyhäjoen notkelmas- sa (n. 10 km järveltä). Kosteikon lähelle ra- kennettu 2 uutta pienempää allasta v. 2000 (2 Pyhäjokeen laskevaa ojaa).	1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 37,50 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus 29,3 %.</li> <li>Kosteikon A = 0,62 ha (valuma- alueesta 0,02 %), HQ<sub>1/20</sub> = 6,4 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 3,4 m<sup>3</sup>/s, MQ = 0,3 m<sup>3</sup>/s, v = 3,8 cm/s, q = 1,86 m/h, T = 0,39 h.</li> </ul>	Kyläyhdistys rakentanut laavun ja sillan kosteikon yhteyteen. Esitte- lytaulu. Ranta-alueiden niittoa vuosina 2002–2005. Kosteikolla nähty saukkoja.
4	<i>Nummion kosteikko (Hakanperän allas)</i>	Säkylä, Nummioja. Karttalehdet 1133 12, M3313E.	Kosteikko sijaitsee Pyhäjärveen laske- vassa Nummijassa. Kosteikon alkuosaan on suunniteltu kaivettavaksi 20 m	1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 5,86 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus 14 %.</li> <li>Kosteikon A = 1320 m<sup>2</sup> (kosteikon A valuma-alueesta 0,02 %), HQ<sub>1/20</sub> = 0,9 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 0,4 m<sup>3</sup>/s,</li> </ul>	Kohteessa on suoritettu ranta- alueiden niittoa vuosina 2002– 2005.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
5	<i>Imponojan laskeutusallas (kohteen yläosa)</i>	Yläne, Uusikartano. Karttalehdet 1133 10, L3424E.	pitkä syvämpi laskeutusallasosa.  Laskeutusallas.	2000	<p>MQ = 0,05 m<sup>3</sup>/s.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 3,1 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus 10 %.</li> <li>Altaan A = 0,29 ha (A valuma-alueesta 0,1 %), HQ<sub>1/20</sub> = 0,6 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 0,3 m<sup>3</sup>/s, MQ = 0,03 m<sup>3</sup>/s, NQ = 0,00 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>	
6	<i>Imponojan kosteikko (kohteen alaosa)</i>	Yläne, Uusikartano. Karttalehdet 1133 10, L3424E.	Kosteikko.	1995. Kunnos- tettu 2005.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 2,12 km<sup>2</sup>, josta peltoa 11 %, metsää 73 %.</li> <li>Kosteikon/altaan A = 1700 m<sup>2</sup> (0,08 % valuma-alueesta), HQ<sub>1/20</sub> = 0,4 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 0,21 m<sup>3</sup>/s, MQ = 0,02 m<sup>3</sup>/s, NQ = 0,00 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>	Oja merkitty jokivarteen kyltillä.
7	<i>Imponojan suodatin (kosteikon alapuolella)</i>	Yläne, Uusikartano. Karttalehdet 1133 10, L3424E.	Hiekkasuodatin-kenttä, johon on sekoitettu Fosfilt-materiaalia. Virtausta muutettiin 1999.			Kohteessa esittelytaulu. Arvioitu suodatuskyky suuruusluokkaa 20 % Imponojan keskivirtaamasta (0,02 m <sup>3</sup> /s). Veden suodautuminen oli kuitenkin heikkoa ja suodatin tukkeutui nopeasti. Tulisi kunnostaa ja vaihtaa suodatinmateriaali.
8	<i>Kiimassuonojan kosteikko ja suodatin</i>	Yläne, Rannankylä. Karttalehdet 2111 02, L3424H.	Kosteikko ja suodatin. Kiimassuonojan notko on keskimäärin 20 m leveä ja 200 m pitkä. Suodattimen toisessa puolessa kaupallista kalkkia (Partek Nordkalk), toisessa Sucroksen	Kosteikko rakennettu syksyllä 1995 ja suodatin 1999. Kosteikon pato uusittu 10/2000.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 6,1 km<sup>2</sup>, josta peltoa 18 % ja metsää 71 %. Valuma-alueen kaltevuus on varsin suuri.</li> <li>Kohteen A = 0,18 ha, (0,03 % valuma-alueen pinta-alasta), MQ = 0,06 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>	Kiimassuonojan kiintoaine-, fosfori- ja typpivirtaamat keskimerkittaisia. Syvässä notkelmassa sijaitsevaan altaaseen ei ole kehittynyt runsasta kosteikkokasvillisuutta. Esittelytaulu.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
9	<i>Luhujan kosteikko ja veden kierrätysysteemi</i>	Eura, Mannilan kylä. Karttalehdet 1133 09, M3314A-M3314B.	Ylijäämäkalkkia. Tarkoituksena selvittää suodatuskapasiteetin eroja. Vettä pumpataan rakennetusta laskeutusaltaasta Luhtojan yläosiin. Ojan varrelle rakennettu pienempiä kastelualtaina toimivia varastoaltaita.	1993 laskeutusalta, 1998 laskeutusaltaan laajentaminen, 1999 vedenkierrätysjärjestelmä.		
10	<i>Prusilan kosteikko</i>	Oripää, Latvan kylä. Karttalehdet 2111 02, L3442B.	Kosteikko sijaitsee Yläneenjoen pääuomassa.	1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 15,7 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus 52 %.</li> <li>Kosteikon A = 0,42 ha (0,03 % valuma-alueesta), HQ<sub>1/20</sub> = 3,1 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 1,9 m<sup>3</sup>/s, MQ = 0,15 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul> Keski veden (MW) aikainen V = 3150 m <sup>3</sup> , v = 1,2 cm/s, T = 5,1 h, q = 0,12 m/h.	Kohteessa suoritettu ranta-alueiden niitto vuosina 2002–2005.
11	<i>Liinojan pohjakynnyksen ketju</i>	Oripää, Latvan kylä. Karttalehdet 2111 02, L3442B.	Pohjakynnyksen (9 kpl) ketju.	1997. Pato- ja korjattu 2006 peltojen kuivatusongelmien vuoksi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 6,6 km<sup>2</sup>, josta peltoa 53 % ja metsää 31 %.</li> <li>Kunkin kynnyksen virtaamaa hidastava (=sedimentoitumista lisäävä) vaikutus ulottuu seuraavalle yläpuoliselle kynnykselle asti.</li> </ul>	Kohteesta esittelytaulu Oripään tien varressa. Edullinen rakentaa ja helppo huoltaa.
12	<i>Kuovilan tilan kosteikko</i>	Yläne, Uusikartanon	Kosteikko sijaitsee Kuovilanjoessa, josta	1997/1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 0,27 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus 44,4 % (0,12 km<sup>2</sup>) ja</li> </ul>	

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
13	<i>Vuotavanojan laskeutusallas (Jaakkola)</i>	kylä. Karttalehdet 1133 10, L3424E.	on noin 200 metriä Yläneenjokeen. Nykyisen patoaltaan yläpuolella on sijainnut 1960-luvulla rakennettu lammikko, joka on kasvanut umpeen runsaasti pajupensaikkoa ja muuta puustoa käsitteväksi kosteikoksi.	1998	<p>● metsän osuus 55,6 % (0,15 km<sup>2</sup>).</p> <p>● Kosteikon A = 0,09 ha (valuma-alueesta 0,33 %), HQ<sub>1/20</sub> = 0,065 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 0,034 m<sup>3</sup>/s. v = 0,6 cm/s, q = 0,14 m/h, T = 3,7 h.</p> <p>● Valuma-alueen A = 2,5 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus 38 %.</p> <p>● Kosteikon A = 690 m<sup>2</sup> (valuma-alueesta 0,03 %), HQ<sub>1/20</sub> = 0,5 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 0,3 m<sup>3</sup>/s, MQ = 0,03 m<sup>3</sup>/s. Keskiveden (MW) aikainen V = 440 m<sup>3</sup>, v = 0,17 cm/s, T = 5,7 h, q = 0,15 m/h.</p>	Luiskat liian jyrkät kasvillisuuden kofiutumiseen.
14	<i>Tourulan patoaltaan ruoppaus</i>	Yläne, Tourulan kylä. Karttalehdet 2111 02, L3442B.	Patoaltaan ruoppaus. Alue sijaitsee noin 200 metriä Tourulan padosta.	1999	<p>● Valuma-alueen A = 97 km<sup>2</sup>.</p> <p>● HQ<sub>1/20</sub> = 18,9 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 12,4 m<sup>3</sup>/s, MQ = 1,1 m<sup>3</sup>/s.</p>	
15	<i>Kärrilänojan laskeutusallas ja kosteikko</i>	Yläne, Kärrilän kylä. Karttalehdet 1133 11, L3424E.	Kosteikko-allas-yhdistelmä sijaitsee Yläneenojen valuma-alueella Kärrilänojan alaosassa noin 150 metriä ennen kuin oja laskee Yläneenjokeen. Kosteikko on	1999	<p>● Valuma-alueen A = 8,51 km<sup>2</sup>, josta peltoa 0,80 km<sup>2</sup> (9,4 % valuma-alueesta). Pääosa lopusta valuma-alueesta on metsää ja suota.</p> <p>● Alueen leveys on n. 30 metriä ja pituus n. 500 metriä. Padon 1 muostaman lammen A = n. 1900 m<sup>2</sup> (keskisyvyys n. 1 m) ja padon 2</p>	Vedenkierrätys/kastelujärjestelmä rakennettu ylemmästä altaasta vuonna 2000. Kohteessa esitelytaulu.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
16	<b>Vahoniemen- allas</b>	Säkylä, Pyhäpirtin edustan lähi- valuma-alue. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	Vahoniemen laskeutusallas/kos- teikko sijaitsee Pyhä- järveen laskevassa Vahoniemenojassa. Altaalta on Pyhä- järveen matkaa noin 30 metriä.	2000	<p>muodostaman lammen A = n. 5100 m<sup>2</sup> (keskisyvyys n. 1 m). Kosteikon A = (MW) 0,7 ha (0,8 % valuma-alueesta).  <math>HQ_{1/20} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}</math>,  <math>MHQ = 0,51 \text{ m}^3/\text{s}</math>,  <math>v = 3,5 \text{ cm/s}</math>, <math>q = 0,23 \text{ m/h}</math>,  <math>T = 2,15 \text{ h}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 0,45 km<sup>2</sup>, josta peltoa n. 0,11 km<sup>2</sup> (25 % valuma-alueesta), ojitettua metsää n. 0,34 km<sup>2</sup>.</li> <li>Koko laskeutusaltaan/kosteikon A = 810 m<sup>2</sup> (valuma-alueesta 0,2 %).</li> </ul> <p>Laskeutusaltaan osuus tästä on 325 m<sup>2</sup> ja kosteikon 485 m<sup>2</sup>.  <math>HQ_{1/20} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}</math>,  <math>MHQ = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}</math>,  <math>MQ = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}</math>,  <math>NQ = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}</math>.  Keskiveden (MW) aikainen V = 450 m<sup>3</sup>, v = 0,0005 m/s, T = 28,8 h,  q = 0,017 m/h.</p>	Luisukat olisivat saaneet olla selvästi loivemmat. Kohteessa suoritettu ranta-alueiden niittoa vuosina 2002–2005.
17	<b>Rekolan luonnonkos- teikko</b>	Yläne, Keihäkoski. Karttalehdet 2111 02, L3442B.	Luonnonkosteikko sijaitsee Yläneenjoen pääuomassa.			Ravinteita ei juurikaan pidäty kosteikkoon. Syyinä ilmeisesti veden lyhyt viipymä. Runsaasti kasvillisuutta. Voisi harkita matalan padon rakentamista.
18	<b>Susiniemen kosteikko</b>	Yläne, Tourulan kylä. Karttalehdet 2111 02, L3424H.	Kosteikko sijaitsee Susiniemenojassa 50 metrin päässä Yläneenjoesta. Ra- kennettu patoamalla ojan alaosa maarakenteisella	2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 0,68 km<sup>2</sup>, josta peltoa 0,32 km<sup>2</sup> (47,1 %) ja metsää 0,36 km<sup>2</sup>.</li> <li>Kosteikon A = 0,08 ha (0,12 % valuma-alueesta),  <math>HQ_{1/20} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}</math>,  <math>MHQ = 0,09 \text{ m}^3/\text{s}</math>.</li> </ul>	Kosteikon yhteydessä taukopaikka. Kohteessa esittelytaulu.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Rakentamivuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
19	<i>Löytäneenlampi</i>	Säkylä, Sydänmaa. Karttalehdet 1133 12, M3313H.	Pyhäjoen pääuomaan patoamalla rakennettu kaksiosainen kosteikko.	2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pyhäjoen valuma-alue altaiden yläpuolella A = 40 km<sup>2</sup>, josta peltoa 38 %.</li> <li>T = 7 h.</li> </ul>	Suurin Pyhäjärven valuma-alueelle vesiensuojeluyksistä rakennetuista kosteikoista. Kohteessa laavu, lintutorni ja tervahauta. Kohteessa ranta-alueiden niittoa vuosina 2002–2005. Esittelytaulu.
20	<i>Pertusuontien altaat</i>	Oripää, Makkarkosken kylä. Karttalehdet 2111 02, L3442B	Kaksi laskeutusallasta Yläneenjoen notkeudessa 33 km Pyhäjärvestä.	Talvella 2005/ 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altaiden valuma-alueen A = 25 km<sup>2</sup>, josta peltoa 50 %.</li> <li>Altaiden A = 0,60 ha (NW ja MW, 0,024 % valuma-alueesta) A = 0,64 ha (MHW, 0,026 %).</li> </ul> Altaiden pituudet ovat noin 180 m ja 200 m. HQ = 4,94 m <sup>3</sup> /s, MHQ = 3,05 m <sup>3</sup> /s, MQ = 0,24 m <sup>3</sup> /s, NQ = 0,0 m <sup>3</sup> /s. Alempi allas: v = 1,9 cm/s, q = 0,27 m/h. T = 2,6 h. Ylempi allas: v = 1,6 cm/s, q = 0,31 m/h, T = 3,5 h.	Laskennallisesti altaisiin jäävät yli 0,02 mm hiukkaset.
21	<i>Pertunojan allaspari (kipsikoealtaat)</i>	Yläne, Yläneen-Haveri. Karttalehdet 1133 11, M3313C.	Kaksi samankokoista laskeutusallasta Pertunojan sivuhaaran molemmin puolin. Toisen altaan pohjalla on rautapitoista kipsiä. Pertunoja laskee Pyhäjärveen Huvituksen tyttökodin kohdalla.	2000. Rakenteita kunnostettiin 2005.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molempien altaiden valuma-alueen A = 0,35 km<sup>2</sup>, yhteensä A = 0,70 km<sup>2</sup>. Peltoala 0,12 km<sup>2</sup> (osuus valuma-alueesta 17 %).</li> <li>Molemmat altaat A = 480 m<sup>2</sup> (altaan A valuma-alueesta 0,14 %).</li> </ul> HQ <sub>1/20</sub> = 0,12 m <sup>3</sup> /s, MHQ = 0,06 m <sup>3</sup> /s, MQ = 0,006 m <sup>3</sup> /s. V = 290 m <sup>3</sup> (MW), v = 0,03 cm/s (MQ), T = 26 h, q = 0,022 m/h (MQ).	Alue pitää maisemoita.

Suodattimet, padot ja muut toimenpiteet.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
1	<i>Lusikkaojan suodatin</i>	Säkylä, Uusikylä. Karttalehdet 1134 10, M3314C.	Avo-ojaan sijoitettu maasuodatintyyppinen suodatuskenttä, jossa suodatin- materiaalina aluksi Fosfilt-massa. Kunnostuksen yhteydessä vaihdettiin hiekan, kalkin ja kipsin yhdistelmään.	1999. Suodatin uusittu 2005.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ojan valuma-alue on pääosin suota, alueella sijaitsee myös vanha kaato- paikka. Ojan valuma-alueen A = 0,45 km<sup>2</sup>. MQ = 4 l/s, MHQ = 45 l/s HQ = 85 l/s</li> <li>Suodatin on mitoitettu keskivirtaamalle</li> </ul>	Muutama 100 m suodattimen yläpuolella on Säkylän kunnan rakentama allas.
2	<i>Aaltosen suodatin (Huhkon suodatin)</i>	Yläne, Uusikartano. Karttalehdet 1133 10, L3424E.	Suodatinkenttä, jonka paksuus 0,1 m. Suodatinkerros Fosfilt-massan, kipsin, kalkin ja hiekan seosta.	1999		Viljelijä on hyötynyt peltoalan lisäntymisestä. Kohteen alapuolella on laskeutusallas /kosteikko. Suodatin on toiminut hyvin, veden johtavuus ja ravinteiden pidätyskyky ovat hyvät.
3	<i>Mäki-Laurilan Fosfilt-suodinoja</i>	Yläne. Karttalehdet 2111 01, L3423H.	Kalkkisuodinoja, johon johdetaan 2 ha peltoalueen salaajavedet sekä yhden kiinteistön jätevedet.	1997. uudistettu 2000.		Kalkki-hiekkaseoksen kemiallisia ominaisuuksia tutkittu kaksi kertaa.
4	<i>Myllyn suodatin (Reko-Fosfilt)</i>	Säkylä, Korven kylä. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	Fosfilt-suodatin. Suodatinkerros Fosfilt-massan ja hiekan seosta.	1999		
5	<i>Muurassuonoja pintavalutus- kenttä</i>	Säkylä, Pyhäjoki. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	Muurassuonojaan rakennettu pinta- valutuskenttä.	2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = n. 80 ha, josta n. 35–40 % on suota ja loput kangas- metsää.</li> <li>Pintavalutuskentän A = 30 m x 100 m, metsätyypiltään puolukkatyyppin</li> </ul>	Kentän kasvillisuus on muuttunut huomattavasti kosteikkolajien suuntaan ja hieskoivua on runsasta. Keväällä 2003 pahimman kuormituksen aikaan

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
6	<b>Kulmapelto</b>	Oripää. Karttalehdet 2111 02, L3442B.	Peräsuonojassa oleva ojanpohjasuodatus, kalkin ja hiekan seosta.	1997	kangasmetsää. Turvetta ei ole, joten kyseessä on ns. kovan maan kenttä.	kiintoainepitoisuus laskee kentän ansiosta puoleen (140 mg/l => 77 mg/l). Myöhemmän aineiston mukaan kenttä ei näytä toimivan kovin hyvin.
7	<b>Mäntyharjun ojanpohjasuodatus, Fosfilt-oja salaajaputkella</b>	Oripää. Karttalehdet 2111 02, L3442A.	Ojanpohjasuodatussa ojan pohjalle on laitettu kerros salaajaputkea sekä salaajaputken ja näiden välille Fosfilt-hiekka-kerrososa. Vesi pakoetaan patoamalla suodattamaan kerroksen läpi.	1998		Ojanpohjasuodatuskokeilussa olevien ojien fosforipitoisuutta on saatu vähennettyä noin 30 %.
8	<b>Myllyojan ojanpohjasuodatus</b>	Yläne. Karttalehdet 1133 11, L3424F.	Ojanpohjasuodatus (kalkki) lyhyellä matkalla ilman salaajaputkea.	1997		Ei ole vaikuttanut vedenlaatuun.
9	<b>Heinosen ojanpohjasuodatus</b>	Oripää. Karttalehdet 2111 02, L3442B.	Ojanpohjasuodatus sijaitsee Peräsuonojan valuma-alueella.	1997. Suodatin korjattu 2000.		Fosforin puhdistusteho 20–30 %, ei poista tyyppiä. Pato edelleen hyvässä kunnossa.
10	<b>Eelan salaajasuodatus</b>	Säkylä. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	Kalkkisuodinkoekenttä, jonka tavoitteena on tutkia PR-myyrä-nimisellä suodinojituslaitteella tehtävien kalkkisuodinojien tehoa pelloilta tulevien	1997	• Valumavedet tulevat pelloilta.	Toinen näytteenottokaivo on ollut usein tyhjä, mikä on herättänyt epäilyn siitä, että kulkeutuuko vesi salaojien kautta. Seurantatulokset ristiriitaisia.



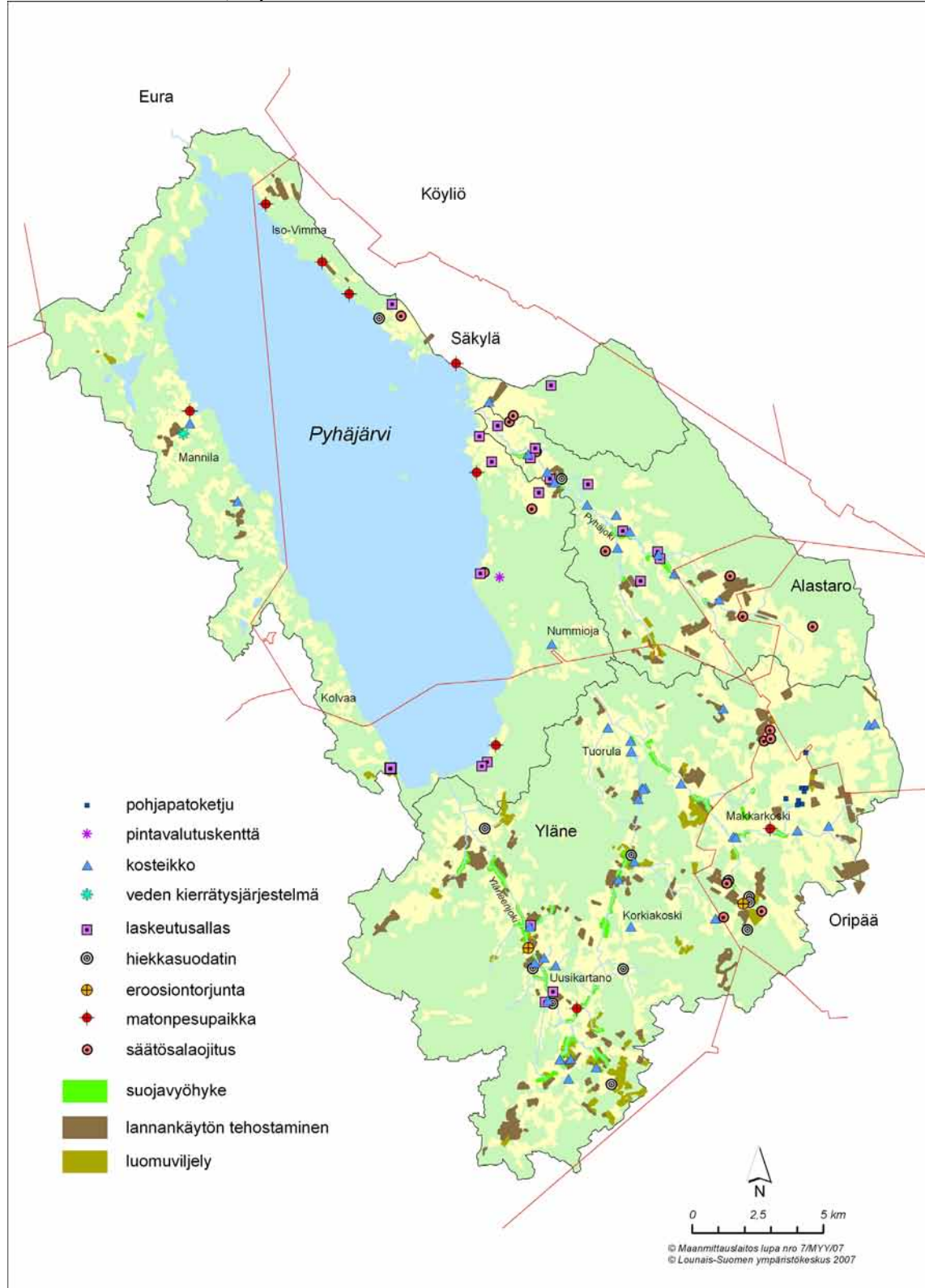
Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
11	<b>LIFE-nurmet</b>	Oripää, Latvan kylä. Karttalehdet 2111 02, L3442B	valumavesien fosforin ja happa- muuden pidättäjänä. 2 erillistä ojustoa, joista ojustossa 1 (n. 1,0 ha) suodinojien materiaalina kalkin ja salaojasoran sekoi- tusta ja ojustossa 2 (n. 0,5 ha) pelkkää soraa.	1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nurmialueiden A = 2,2 ha. Timotei tai koiranheinä, osassa lohkoista voi olla myös apilaa. Hoitosopimus aluksi 3 vuodeksi, jonka jälkeen erityis- ympäristötukisopimuksen piirissä. Lannoitteita ja torjunta-aineita ei käytetä.</li> </ul>	LIFE-nurmilla on seurattu kasvillisuuden muutoksia ja maan ravinnetta. Kehitystä on tapahtunut eli nurmen kasvu on heikentynyt ja sato on varsin pieni. Ainoastaan kohdat, joissa on säilynyt apilaa erottuvat selvästi rehevämpinä.
12	<b>Hakasen maito- huoneen jätevesien käsittely Instop 4</b>	Oripää. Karttalehdet 2111 02, L3424H.	Karjatilian maito- huone- ja kiinteistö- jätevesien käsitte- lyjärjestelmä. Raita Environnementin rat- kaisu, kemiallinen puhdistus.	1999, 2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maito- huoneesta käsitte- lyyn tulevan veden määrän on arvioitu olevan n. 400 l/vrk, karjasuojan WC:n jätevedet n. 20 l/vrk, asuinrakennuksen neljän hengen perheen jätevedet.</li> </ul>	
13	<b>Siltalan karjapihan valumavesien käsittely</b>	Yläne. Karttalehdet 1133 11, M3313G.	Maasuodatin, jonka avulla käsitellään pihaston ja jaloittelu- alueen valumavedet. Suodatinmateriaalina hiekan ja kalkkikiven seos. Karjalle kulkureitti ojan yli. Karjan juomapaikka.	1998		Tilalle rakennettu kosteikko 2005.
14	<b>Vehmasojan kalkkisuodatin</b>	Yläne, Uusikartano.	Kalkkikiekasuoda- tin, jonka tarkoi-	1997. Kunnos-		Suodattimeen pidätetty yli 90 % siihen tulevasta fosforista.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
15	<i><b>Ylisen myllyn patoaltaan ruoppaus</b></i>	Karttalehdet 2111 01, L3424G.  Säkylä, Pyhäjoki, Korpi. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	tuksena on pidättää Vehmasojaan jätevesien ja valuma-vesien mukana joutuneita ravinteita.  Ylisen myllyn patoaltaan ruoppaus. Patoallas sijaitsee Pyhäjoessa. Ruoppausjätteet läjitettiin läheiselle pellolle. Pyhäjoen Ylisen mylly lopetti toimintansa 1967. Myllyn toimissa on patoaltaaseen kertynyttä kiintoainesta huuhdottunut alajuoksulle luukkujen avaamisen yhteydessä. Myllyn toiminnan loppumisen jälkeen altaaseen arvioitiin kertyneen lietettä n. 4000 m <sup>3</sup> ja sedimenttiin sitoutuneen kokonaisfosforin määräksi arvioitiin n. 6800 kg. Aines oli melko tasaisesti kerrostunut noin 30 – 80 cm:n vahvaiseksi kerrokseksi.	1999. Patoa kunnostettiin 2007.		Ruoppauksen yhteydessä havaittiin hetkellistä veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien nousua ja ruoppauksen loputtua pitoisuudet laskivat melko nopeasti. Myös ruoppausaukkojen aikana pitoisuudet laskivat suhteellisen nopeasti lähelle tavanomaista tasoa. Retkeenajan kiintoainepitoisuudet moninkertaistuivat tarkkailujakson aikana ja vaikutukset näkyivät noin kilometrin päässä olevassa Museomyllyn näyteenottopisteessä.  Kohteen yhteyteen rakennettu uimapaikka sekä pukuhuoneet ja kuivakäymälän käsittävä uimapaikka.

Nro	Kohteen nimi	Sijainti	Kuvaus ja toimenpidetyyppi	Raken- tamisvuosi	Valuma-alueen ja kohteen ominaisuudet	Muuta huomioitavaa
16	<i>Pyhäjoen vanhan myllypadon kunnostus</i>	Säkylä, Pyhäjoki Vanha Myllypato sijaitsee noin 2,8 km Pyhäjoen luusuasta ylävirtaan. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	Myllypadon kunnos- taminen maarakentei- seksi pohjapadoksi.	1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 76,5 km<sup>2</sup></li> <li>HQ = 14,07 m<sup>3</sup>/s,</li> <li>MHQ = 7,62 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>	Patoallas elävöittää maisemaa huomattavasti ja parantaa kalojen elinolosuhteita talvella ja vähäve-tisinä aikoina kesällä. Mahdollis-taa edelleen vaelluskalojen nou-sun.
17	<i>Kivikosken padon kunnostus</i>	Säkylä. Karttalehdet 1133 12, M3313F.	Padon kunnostus, alapuolisen koski- alueen muotoilu sekä padon yläpuolen osittainen tiivistä- minen. Muotoillaan kalannousuväylä.	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valuma-alueen A = 73,01 km<sup>2</sup></li> <li>HQ = 14,0 m<sup>3</sup>/s,</li> <li>MHQ = 0,72 m<sup>3</sup>/s,</li> <li>NQ = 0,02 m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>	Kohteessa esittelytaulu.

## Liite 2: Kartta Pyhäjärven valuma-alueen vesiensuojelutoimista

© Maanmittauslaitos, lupa nro 912/MML/07



### Liite 3: Pyhäjärven julkaisuluettelo

#### A. Suomenkieliset julkaisut

- Alakukku, L., Turtola, E., Ventelä, A.-M., Nuutila, V., Aura, E. & Uusitalo, R. 2004. Suorakylvön soveltuvuus käytännön vesiensuojelutyöhön. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 95 s.
- Anon. 1994. Harri Helminen väitteli Säskylän muikusta. – Suomen Kalastuslehti 101(2): 29.
- Aulio, K. & Rajasilta, M. 1986. Kalastuksen vaiheita Säskylän Pyhäjärvellä. – Suomen Kalastuslehti 93: 338–341.
- Aulio, K. 1981. Pyhäjärven suurkasvillisuuden perustuotanto ja ravinnetalous. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 47: 56–88.
- Aulio, K. 1983. Kamppailu hiilidioksidista. – Tiede 2000 6/83: 24.
- Aulio, K. 1987. Pyhäjärvi-kamppailua kolmella vuosikymmenellä. – Ympäristöviesti 1987: 9–17.
- Aulio, K. 1987. Säskylän Pyhäjärven kiistellyt vesivarat. – Ympäristöviesti 1987: 6–8.
- Aulio, K. 1987. Säskylän Pyhäjärvi politiikan pelinappulana. – Luonnonsuojeluväki 13(10): 12.
- Eela, E. 1994. Luulot ja tiedot sekaisin Pyhäjärven taimenkirjoituksissa. – Suomen Kalastuslehti 101(7): 37–38.
- Elomaa, H. 1998. Pyhäjärven valuma-alueen maasuodattimien toimivuus. – Vesitalous 39 (3): 5–7.
- Hagman, N. 1915. Kalastuksesta Pyhäjärvessä T.I. – Suomen Kalastuslehti 22(4): 53–56.
- Hagman, N. 1916. Kalastus Pyhäjärvessä (T.I.). – Suomen Kalastuslehti 23(3): 35–41.
- Heikinheimo, O. 1994. Taimenen julistaminen syntipukiksi liian varhaista. – Suomen Kalastuslehti 101(7): 37.
- Helminen, H. & Marjomäki, T. 1995. Onnistuisiko kuhan kotiuttaminen hoitokalaksi Säskylän Pyhäjärveen? – Suomen kalastuslehti 102(8): 24–26.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1994. Tutkijat peräävät varovaisuutta taimenistutuksiin – runsas taimenkanta voi tyhjentää järven pikkumuikuista. – Suomen Kalastuslehti 101(5): 12–14.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1998. Ravintoketjukurinon käyttökelpoisuus rehevöityneiden järvien kunnostuksessa. – Ympäristö ja Terveys 29(2–3): 46–48.
- Helminen, H., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1994. Taantuuko myös Pyhäjärven muikkukanta? Muikun osuus Säskylän Pyhäjärven talvinuottasaaliissa on pienentynyt. – Suomen Kalastuslehti 101(6): 8–11.
- Helminen, H., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1995. Muikkusaaliit romahtaneet – valtaako kuore Säskylän Pyhäjärven? – Suomen Kalastuslehti 102(6): 4–7.
- Helminen, H., Marjomäki, T.J., Koivurinta, M. & Valkeajärvi, P. 1997. Taimenistutusten väheneminen elvytti osaltaan muikkukantoja. – Kalastaja 21(5): 8–9.
- Helminen, H., Marjomäki, T.J., Koivurinta, M. & Valkeajärvi, P. 1997. Taimenistutusten vähentäminen elvytti osaltaan muikkukantoja. – Suomen Kalastuslehti 104(8): 38–43.
- Hirvonen, A. 1994. Vajaasti hyödynnetyn järvikalan jalostus ja käyttö: Kalaherkut Pyhäjärvestä -projekti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 12. 23 s.
- Hirvonen, A., Helminen, H. & Sarvala, J. 1992. Säskylän Pyhäjärven ekologinen tila ja kalastus 1980-luvulla. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 6: 1–65.
- Hurme, T. 1984. Pyhäjärvi ja Koskeljärvi: Satakunnan helmet. 132 s.
- Hurme, T. 1992. Pyhäjärvisuuden luonnonaarteet. 114 s.
- Huttunen, L. 2000. Harri Mattila: Neuvojen pitää mennä kentälle. – Ympäristö 14 (4): 7.
- Isotalo, I. 1986. Veden laatu 44 Turun vesipiirin järvessä. – Vesihallituksen monistesarja 403. 39 s. + liitteitä.
- Järnefelt, H. 1923. Pyhäjärven (T.I.) siikojen viimetalvinen sairaloisuusilmiö. – Suomen Kalastuslehti 30(4): 125–126.
- Jarva, V.-P. 1988. Täplärapukokeilu Säskylän Pyhäjärvellä. – Metsästys ja Kalastus 10: 84–85.
- Järvi, T.H. 1940. Pyhäjärven siikakanta. – Suomen Kalatalous 14: 1–94.
- Jumppanen, K. (toim.) 1983. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1982 ja kolmivuotiskautena 1980–1982. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 55: 1–67.
- Jumppanen, K. (toim.) 1984. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1983. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 16: 1–26.
- Jumppanen, K. (toim.) 1985. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1984. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 22: 1–25.
- Jumppanen, K. 1968. Selvitys Lounais-Suomen vesistöjen tilasta ja veden laadusta. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 7.

- Jumppanen, K. 1986. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1985. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 29: 1–25.
- Jumppanen, K. 1987. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1986. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 34: 1–27.
- Jumppanen, K. 1988. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1987. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 40: 1–30.
- Jumppanen, K. 1989. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1988. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 51: 1–31.
- Jumppanen, K. 1990. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1989. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 61: 1–33.
- Jumppanen, K. 1991. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1990. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 70: 1–32.
- Jumppanen, K. 1992. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1991. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 78: 1–33.
- Jumppanen, K. 1993. Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1992 ja yhteenveto vuosilta 1980–1992. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. tutkimuslauseita 88: 1–26 (+16 liitesivua).
- Jussila, I. & Ojanen, I. 1993. Pyhäjärvi-seudun ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuosina 1992–1993. – Sykesarja. Turun yliopisto. Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. B 8. 55 s.
- Jussila, I. & Ojanen, I. 1998. Pyhäjärvi-seudun ilman laadun seuranta bioindikaattorien avulla vuosina 1997–1998. – Sykesarja. Turun yliopisto. Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. B 13. 68 s.
- Kajosaari, E. 1964. Lounais-Suomen vedenhankinnasta. – *Vesitalous* 5(3): 15–17.
- Kajosaari, E. 1965. Etelä-Suomen vedenhankinta. – *Rakennustekniikka* 7–8: 514–519.
- Kalastushoitoyhdistys Pyhäjärveä (T.I.) varten [1916]. – *Suomen Kalastuslehti* 23(3): 47.
- Kaljonen, M. 2000. Ympäristöhyötyjen tuottajat: viljelijöiden sitoutuminen ympäristöohjelmaan. – *Vesitalous* 41(3): 36–42.
- Kalpa, A. 1998. Säskylän Pyhäjärven kasvillisuus kesällä 1997. – *Vesitalous* 39(3): 2–4.
- Kalpa, A. 1999. Säskylän Pyhäjärven rantakasvillisuus kesällä 1997. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 121. 58 s.
- Karjalainen, J., Viljanen, M., Auvinen, H. & Sarvala, J. 1998. Muikun ja siian vuosiluokkavahvuuden arvioiminen poikasseurantojen avulla. – Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 122: 26–30.
- Kauppila, T. 1993. Säskylän Pyhäjärven eri sedimenttityyppien fosforifraktioista. – *Geocenter raportti* 4. Turun yliopisto, maaperägeologian osasto, Turku. 18 s.
- Kervinen, L. 1990. Satakunnan raputalousselvitys. Rapukantojen nykytila ja raputalouden kehittäminen Satakunnassa. – Turun kalastuspiiri. Tiedotus 1. 66 s.
- Kirkkala, T. 1998. Pyhäjärvellä hoidetaan koko valuma-alueita. – *Aquarius* 1/98:29–32.
- Kirkkala, T. & Sarvala, J. 2001. Kasvi- ja eläinplankton. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 25-27. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Kirkkala, T. & Sarvala, J. 2001. Tutkimustuloksia pitkältä ajalta. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 17-18. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Kirkkala, T., Mattila, H. & Sarvala, J. 2001. Maa- ja metsätalouden vesiensuojelu. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 54-61. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Kirkkala, T. & Ventelä, A.-M. 2002. Pyhäjärven suojeluprojekti. – *Vesitalous* 6:26-31.
- Koivunen, S. (toim.) 2004. Yläneenjoki – vesiensuojelu ja virkistyskäyttö. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 58 s.
- Koivunen, S., Nukki, H. & Salokangas, S. 2006. Satakunnan vesistöt – Käyttö ja kunnostustarpeet. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 130 s.
- Koivurinta, M., Sydänoja, A., Marjomäki, T., Helminen, H. & Valkeajärvi, P. 2000. Taimenen ja järvilohen ravinto ja kasvu Puulassa, Päijänteessä, Konnevedessä ja Säskylän Pyhäjärvessä vuosina 1995–1996. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 164: 1–32.

- Kujala-Räty, K. & Santala, E. (toim.). 2001. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen: Hajasampo-projektin loppuraportti. – Suomen ympäristö 491. 299 s. ISBN 952-11-0918-1, ISSN 1238-7312.
- Kuusela, R. & Savola, A. (toim.) 2000. Yläneenjoen ja sen sivupurojen kiintoaine- ja ravinnekuormitus 1991–1996. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 21/2000. 55 s.
- Kuusisto, E. 1975. Säskylän Pyhäjärven vesitase ja säännöstely. – Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 11: 1–86.
- Laasanen, O. 1982. Vesistöjen jäätymis-, jäänlähtö-, jäänpaksuus- ja pintaveden lämpötilatilastoja. – Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 47.
- Laitakari, A. 1925. Onko Säskylän Pyhäjärven kuivaus mahdollinen? – Teknillinen Aikakauslehti 7: 1–6.
- Lampolahti, J. 1999. Pyhäjärven linnustoselvitys 1998. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste. 40 s.
- Lampolahti, J. 1999. Säskylän Pyhäjärven linnuston muutokset 1983–1998. – Vesitalous 40(3): 12–14.
- Lepistö, L. & Kerminen, S. 1970. Kuukausittainen planktonitutkimus 38 Suomen järvestä vv. 1967–1969. – Vesiensuojelutoimiston tiedonantoja 31. Useita sivunumeroita.
- Louhi, V. 1931. Pyhäjärven kalastushoitoyhdistys. – Suomen Kalastuslehti 38: 174–175.
- Madekivi, O. 1998. Eurajoki: elävä joki Pyhäjärvestä Selkämereen. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. 40 s.
- Malve, O., Ekholm, P., Kirkkala, T., Huttula, T. & Krogerus, K. 1994. Säskylän Pyhäjärven ravinnekuormitus ja rehevyystaso: tarkastelu vuosien 1980–1992 vedenlaatuaineiston sekä virtaus- ja vedenlaatumallien avulla. – Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja A 181. 108 s.
- Männistö, V. 1916. "Vähäkylän nuottakunta" Säskylässä. – Suomen Kalastuslehti 23(6–7): 107–108.
- Männistö, V. 1916. Säskylän kunta ja kalastus Pyhäjärvellä (T.I.). – Suomen Kalastuslehti 23(3): 47.
- Männistö, V. 1917. "Säskylän kalastusosuuskunta r.l." päätetty perustaa. – Suomen Kalastuslehti 24(1): 16.
- Männistö, V. 1917. Nuotanveto Pyhäjärvellä (T.I.). – Suomen Kalastuslehti 24(1): 16.
- Männistö, V. 1920. Kuvauksia kalastusoloistamme. IV. Pyhäjärven siikkalastuksesta. – Suomen Kalastuslehti 27(7): 112–117.
- Marttunen, M., Hellsten, S., Rotko, P., Faehnle, M. & Visuri, M. 2000. Selvitys Säskylän Pyhäjärven säännöstelyn vaikutuksista ja kehittämismahdollisuuksista. – Suomen ympäristökeskus, alueelliset ympäristöjulkaisut 166. 43 s.
- Mattila, H. 1997. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyä on tehostettava. – Vesitalous 38 (3): 6–8.
- Mattila, H. 1997. Pyhäjärven suojeluprojekti on laaja yhteishanke. – Vesitalous 38 (3): 3–5.
- Mattila, H. 1998. Valuma-alueiden kunnostus. – Ympäristö ja Terveys 29(2–3): 34–39.
- Mattila, H., Kirkkala, T., Salomaa, E., Sarvala, J., Sarvala, M. & Haliseva-Soila, M. (toim.) 2001. Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26. 108 s. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Mölsä, H. 1981. Pohjaeläimistön koostumus, biomassa ja tuotanto Säskylän Pyhäjärven litoraalissa 1980. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 47: 118–143.
- Mölsä, H. 1983. Ravinteiden kiertokulusta järvisämme. – Suomen Kalankasvattaja N:o 3 syyskuu 1983: 6–8.
- Mölsä, H. 1984. Säskylän Pyhäjärven pohjaeläimistöstä ja sen merkityksestä kalatuotannolle. – Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 38: 36–38.
- Muukkonen, M. P. 1999. Säskylän Pyhäjärven paikkatietoa. – Vesitalous 40(3): 4–8.
- Nukki, H. & Savola, A. 2000. Patoaltaat kiintoaines- ja ravinnekuorman kerääjinä; Säskylän Pyhäjärven valuma-alue. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 22/2000. 62 s.
- Nukki, H. (toim.) 2003. Uudenkylän kyläsuunnitelma. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 30 s.
- Nukki, H. (toim.) 2004. Pyhäjoen koulupiirin kyläyhdistyksen toiminta-alueen kyläsuunnitelma. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 33 s.
- Nukki, H. (toim.) 2004. Narvintienon kyläsuunnitelma. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 39 s.
- Nukki, H. & Thessler, J. (toim.) 2004. Uudenkartanon kyläsuunnitelma III. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 42 s.
- Nukki, H. (toim.) 2004. Tourulan ja Keihäskosken kyläsuunnitelma II. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 34 s.
- Olander, I. (I.O.) 1922. Siian istutus Pyhäjärveen T.I. – Suomen Kalastuslehti 29(5): 174–175.
- Olander, I. 1922. Kalatuotanto Pyhäjärvessä (T.I.). – Suomen Kalastuslehti 29(4): 121–122.

- Paalijärvi, V. 1993. Valtion vastuulla olevat säännöstelyt. – Vähäsöyrinki, Esko (toim.). Säännöstelylupien haltijan tehtäviä käsittelevät neuvottelupäivät 24.–25.2.1993 Oulussa. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 480. 57 s.
- Pahtamaa, T. 1983. Säskylän Pyhäjärven pesimälinnusto v. 1983. – Turun yliopiston biologian laitoksen julkaisuja 6: 1–36.
- Partanen, K. & Salomaa, E. 1998. Vajaasti hyödynnetty kala käyttöön Säskylän Pyhäjärvellä. – Suomen Kalastuslehti 105(3): 32–34.
- Partanen, K. 1997. Vajaasti hyödynnetyn kalan jalostus ja markkinointi: Kalaverkko-projekti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 20. 21 s.
- Pyhäjärven (T.I.) kalastushoitoyhdistys perustettu [1917]. – Suomen Kalastuslehti 24(1): 16.
- Pyhäjärven (T.I.) tutkiminen [1916]. – Suomen Kalastuslehti 23(6–7): 110.
- Pyy, V. 1996. Säskylän Pyhäjärven valuma-alueen haja- ja loma-asutuksen jätevesikartoitus. – Suomen ympäristökeskuksen moniste 15. 54 s.
- Rajasilta, M. & Salo, J. 1985. Säskylän Pyhäjärven ankeriaat kutuvaelluksella? – Suomen Kalastuslehti 92: 256.
- Rajasilta, M. 1981. Säskylän Pyhäjärven litoraalikalasto vuonna 1980. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 47: 144–168.
- Rajasilta, M., Salo, J. & Vuorinen, I. 1984. Saalistusteorian sovellutuksista vesiekosysteemissä. – Luonnon Tutkija 88: 9–11.
- Räsänen, M. & Salonen, V.-P. 1984. Pyhäjärven paleolimnologinen kehitys. – Lounais Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 60: 37–57.
- Rekiö, P. 1997. Uistelut kortilla. – Erä 20(6): 95–102.
- Reko, J. 1998. Jätevesien käsittely haja-asutusalueella, kunnan rooli ja lupamenettely. – Ympäristö ja Terveys 29(2–3): 82–84.
- Säskylän Pyhäjärven ainetaseet, veden laatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1981 [1982]. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 51: 1–44.
- Säskylän Pyhäjärven luonnontaloudesta ja siihen vaikuttavista ympäristötekijöistä [1984]. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 60: 1–84. (Useita kirjoittajia.)
- Säskylän Pyhäjärven tila ja biologinen tuotanto v. 1980. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 47: 1–180.
- Salmela, K. & Kirkkala, T. 1997. Pyhäjärveen laskevien jokien ja ojien veden laatu ja kuormitus. – Vesitalous 38(3): 9–14.
- Salmi, T. 1991. Pyhäjärven talvikalastus. Ammatti- ja virkistyskalastuksen alueellinen jäsentyminen. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 3. 58 s.
- Salo, J. 1984. Indikaattorilajit vai indikaattoristrategiat? – Luonnon Tutkija 88: 126–129.
- Salonen, V.-P., Ketola, J., Laine, S.-L. 1996. Säskylän Pyhäjärven sedimenttikartoitus. – Geocenter tiedottaa 1–2: 18–19.
- Salonen, V.-P., Ketola, J., Laine, S.-L. 1997. Pyhäjärven pohjasedimenttitutkimukset. – Vesitalous 38(3): 21–23.
- Sarvala, J. & Helminen, H. 1998. Ravintoketjukunnostuksista meillä ja muualla. – Suomen Kalastuslehti 105(7): 48–51.
- Sarvala, J. & Helminen, H. 2001. Kalastus ja kalaston rakenne. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 41–46. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Sarvala, J. & Helminen, H. 2001. Kalastus vedenlaadun kohentajana. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 70–76. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Sarvala, J. & Saarikari, V. 2001. Pohjaeläimet ja kalasto. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 27–29. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Sarvala, J. 1983. Järvityypit. – Tiede 2000 6/83: 25.
- Sarvala, J. 1984. Mihin perustuu Pyhäjärven kalaisuus? – Teoksessa: Hurme, T. (toim.): Pyhäjärvi ja Koskeljärvi Satakunnan helmet, s. 75–77. Rauma.
- Sarvala, J. 1984. Numeerinen yhteisöanalyysi vesistötutkimuksissa. – Luonnon Tutkija 88: 108–115.



- Sarvala, J. 1984. Pohjaeläintutkimusmenetelmien pohjoismaisen standardoinnin nykyvaihe. – Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 38: 23–25.
- Sarvala, J. 1984. Pyhäjärven biologinen tuotanto ja siihen vaikuttavat tekijät. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 60: 15–36.
- Sarvala, J. 1986. Vesistö ekosysteeminä. – AQUA 86 Vedestä vesistötutkimukseen, s. 20–23. AQUA 86-Näyttelytoimikunta, Helsinki.
- Sarvala, J. 1990. Kalantutkimus puntarissa: Suomalainen kalantutkimus 1980-luvulla. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 1: 1–19.
- Sarvala, J. 1990. Säskylän Pyhäjärven ekologinen tila ja tulevaisuudennäkymät. – Turun Klubi–H2O tietopaketti. Turun kaupungin terveydenhuollon julkaisuja N:o 6:1990, s. 98–102.
- Sarvala, J. 1992. Ravintoverkot ja energiavirrat: kalat vesiekosysteemin osana. – Suomen Kalatalous 60: 91–109.
- Sarvala, J. 1995. Pitkät aikasarjat kalakantojen muutosten ilmentäjinä. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 100: 13–23.
- Sarvala, J. 1997. Limalevä, valkokatka, raakku ja rapu – miten sisävesien eliöstö on muuttunut. – Luonnon Tutkija 100(5): 29–48, 14 (Suomen luonnon 100 vuotta – Suomen Biologian Seuran Vanamon juhla-kirja).
- Sarvala, J. 1999. Rehevöityneiden järvien ravintoketjukurkennostus toimii – mutta miten? – 30-vuotisjuhlaseminaari, järvikunnostuksen tulevaisuus. Vesiyhdistys r.y. – Water Association Finland, Helsinki: 13–21.
- Sarvala, J. 2001. Miten järvi-ekosysteemi toimii? Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 18. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Sarvala, J. 2006. Kalojen vaikutus eläinplanktoniin suuressa, matalassa järvessä. - Suurjärviseminaari 2006. Miksi vene keikkuu ja kuka sitä keikuttaa? Järvien hoito ja tutkimus uusien haasteiden edessä. 20.-22.03.2006, Joensuu, Finland. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja / University of Joensuu, Publications of the Karelian Institute 145: 188-192.
- Sarvala, J. 2007. Kalastuksen vaikutus kalakantoihin. - "Kalavesillä" teos, osa 2: 66-69. WSOY Suurteokset.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Kirkkala, T. 1997. Pyhäjärven veden laatu ja sitä säätelevät tekijät. – Vesitalous 38(3/1997): 15–20.
- Sarvala, J., Hirvonen, A., Helminen, H. & Sydänoja, A. 1998. Pyhäjärven talvinuottasaalis ja muikkukannan tila vuosina 1996–1997. – Turun yliopiston biologian laitoksen julkaisuja 19: 1–30.
- Sarvala, J., Kirkkala, T., Ventelä, A.-M., Helminen, H. & Mattila, H. 2001. Pitkäaikainen ekosysteemiseuranta kertoo parhaiten järven ekologisesta tilasta – esimerkkinä Säskylän Pyhäjärvi (Long-term ecological monitoring provides the best basis for evaluating the ecological state of lakes: the case of Pyhäjärvi, southwest Finland). – Univ. Joensuu, Publ. Karelian Inst. 133: 95-101.
- Sarvala, J., Lehtoranta, J. & Gran, V. 2001. Ravinteiden liukeneminen pohjasta. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 39-41. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Sarvala, J., Turkki, H., Juntura, E. & Hyry, I. 2001. Muut sisäisen kuormituksen vähentämismenetelmät. Teoksessa Mattila, H. ym. (toim.), Pyhäjärvi - yhteistyöllä vauhtia vesiensuojeluun Lounais-Suomessa. Pyhäjärven suojelurahaston ensimmäisen toimikauden loppuraportti. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 26: 82-84. ISSN 0789-922X. ISBN 952-9682-25-5.
- Sarvala, J., Ventelä, A.-M., Moilanen, M. & Helminen, H. 1999. Mikro-organismit järvien ravintoverkossa: esimerkkinä Satakunnan Pyhäjärvi ja Köyliönjärvi. – Vesitalous 40(3): 9–11.
- Savola, A. (toim.) 2000. Kyläsuunnittelu Pyhäjärven valuma-alueella. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 25/2000. 36 s.
- Savola, R. 1982. Pyhäjärven seudun matkailu 1981. Säskylän kunta. 20 s.
- Siiat Pyhäjärvessä [1923]. – Suomen Kalastuslehti 30(1): 24–25.
- Soikkeli, M., Aulio, K., Mölsä, H., Rajasilta, M., Salo, J. & Vuorinen, I. 1983. Selviääkö Pyhäjärven salaisuus? – Tiede 2000 6/83: 20–25.
- Thessler, J. & Nukki, H. (toim.) 2003. Lännen kyläsuunnitelma II. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 32 s.
- Thessler, J. & Nukki, H. (toim.) 2004. Vähäsäskylän kyläsuunnitelma. – Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 43 s.

- Thessler, J. & Nukki, H. (toim.) 2004. Sydänmaan kyläsuunnitelma II. –Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. 40 s.
- Thessler, J. (toim.) 1999. Sydänmaan kyläsuunnitelma. Säköylän kunta. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 2/99. 59 s.
- Thessler, J. (toim.) 1999. Tourula-Keihäskosken kyläsuunnitelma. Yläneen kunta. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 1/99. 48 s.
- Thessler, J. & Erkkilä, A. (toim.) 2000. Latvan ja Makkarkosken kyläsuunnitelma. Oripään kunta. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 5/98. 48 s.
- Thessler, J. & Erkkilä, A. (toim.) 2000. Uudenkartanon kyläsuunnitelma. Yläneen kunta. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 19/2000. 39 s.
- Thessler, J. & Kirkkala, T. (toim.) 1998. Mannilan kyläsuunnitelma. Euran kunta. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 5/98. 49 s.
- Tiainen, V.-M. 1997. Säköylän Pyhäjärven suojele. – Vesitalous 38(3): 1–2.
- Tikkanen, U. 1998. Pyhäjärven valuma-alueen kalkkisuodattimet. – Vesitalous 39(3): 8–10.
- Turkki, H. & Erkkilä, A. (toim.) 1999. Lännen kyläsuunnitelma. Säköylän kunta. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 4/99. 49 s.
- Turkki, H. 1999. Vesiensuojelua kyläsuunnitelmien avulla. – Vesitalous 40(3): 1–3.
- Vainio, M. 2000. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyohje Pyhäjärven alueen kunnille. – Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 26. 60 s.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H., Riikonen, R. & Salmi, P. 1999. Runsaita muikkusaaliita odotettavissa tänä kesänä. – Suomen Kalastuslehti 106(5): 4–7.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H., Riikonen, R. & Salmi, P. 2000. Muikkusaaliit jäävät viimekesäistä pienemmiksi. – Suomen Kalastuslehti 107(4): 4–7.
- Valkeajärvi, P., Marjomäki, T., Helminen, H. & Koivurinta, M. 1997. Istutettu taimen muikkukannan säätelijänä. – Kala- ja riistaraportteja 100. 18 s.
- Vehviläinen, B. & Lohvansuu, J. 1991. Ilmastonmuutoksen vaikutus virtaamiin ja lumioloihin Suomessa vesistömallilla tehty arvio. – Vesitalous 32(1): 17–23.
- Vehviläinen, B. 1992. Vesistömallinnukset keväällä 1991 ja lumen vesiarvon laskenta. – Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 347. 83 s.
- Ventelä, A.-M., Arvola, L., Helminen, H. & Sarvala, J. 2005. Järven taju - järven merkitys suomalaisen mielenmaisemassa. - Vesitalous 46(4): 27-31.
- Vesihallitus 1977. Lounais-Suomen vesien käytön kokonaissuunnitelma. Osat I–III. – Vesihallituksen tiedotus 126: 199 + 236 + 268 s.
- Vuorinen, I. & Nevalainen, J. 1981. Säköylän Pyhäjärven eläinplanktonitutkimus 1980. – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. julkaisu 47: 89–117.
- Vuorinen, I., Salo, J. & Rajasilta, M. 1984. Vesiekologiasta, saalistuksesta ja evoluutiosta. – Luonnon Tutkija 88: 12–16.
- Vuorinen, J. 1980. Muikkupopulaatioiden geneettinen erilaistuminen Suomessa. – Joensuun korkeakoulu, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 42. 31 s.
- Wikgren, B.-J. 1958. Pyhäjärven siiasta. – Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto monistettuja julkaisuja 3: 1–35.
- Wright, J., Helminen, H. & Kurkilahti, M. 1994. Säköylän Pyhäjärven ahvenia jauhettuna pannulla. – Suomen Kalastuslehti 101(5): 45.

## **B. Esitteet, monistheet, julkaisemattomat raportit**

- Ahlfors, P. 1978. Koekalastukset Pyhäjärvellä (Tl.) v. 1977. – 10 s. + liitteitä. Moniste. Helsinki.
- Ahlfors, P. 1978. Ahvenen, kiiskan ja särjen ikämääritykset vuoden 1977 aineistossa. – 5 s. + liitteitä. Moniste. Helsinki.
- Air-Ix suunnittelu 1997. Pyhäjoki, kyläsuunnitelma. Säköylän kunta. – Moniste + karttaliite.
- Air-Ix suunnittelu 1997. Uusikartano. Kyläsuunnitelma. Yläneen kunta. – Moniste + karttaliite.
- Eklund, K. 1978. Pyhäjärven kasviplanktonin koostumus ja tuotanto. – 16 s. + liitteitä. Moniste. Turku.
- Hagman, N. 1916. Ehdotus Pyhäjärven (T.l.) kalastuksen järjestämiseksi. 52 s. Kalastusyhdistys. [Lyhyt esittely myös Suomen Kalastuslehdessä 24(1): 15 (1917)]
- Helminen, H. & Hirvonen, A. 1994. Pyhäjärven talvinuottasaaliin sisältö ja muikkukannan tila vuosina 1988–94. – Tutkimuslause. 7 s.

- Helminen, H., Sarvala, J. & Sydänoja, A. 1991. Säännöstelyn vaikutukset Säkylän Pyhäjärven muikun ja siian poikastuotantoon. Tutkimusraportti kevään 1991 kalataloudellisesta velvoiteseurannasta. – Tutkimusraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 21 s. Moniste.
- Helminen, H., Sarvala, J., Sydänoja, A. & Wright, J. 1993. Muikun ja siian poikasten runsaus sekä kasvu Säkylän Pyhäjärvessä keväällä 1992. – Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 12 s. Moniste.
- Hirvonen, A., Helminen, H. & Pyhäjärven kalastusalueen hallitus 1992. Pyhäjärven kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma. – Pyhäjärven kalastusalue. Säkylä. 41 s. Moniste.
- Hirvonen, A., Helminen, H. & Sarvala, J. 1990. Muikun ja siian poikasten runsaus, kasvu ja kuntoisuus Säkylän Pyhäjärvessä keväällä 1989. – Tutkimusraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 22 s. Moniste.
- Hirvonen, A., Helminen, H. & Sarvala, J. 1991. Muikun ja siian poikasten runsaus sekä kasvu Säkylän Pyhäjärvessä keväällä 1990. – Tutkimusraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 20 s. Moniste.
- Huovari, P. 1967. Satakunnan Pyhäjärven vesikasvillisuuden pääpiirteet. – Tie- ja vesirakennuslaitos. 10 s. + liitteitä. Moniste.
- Isotalo, I. 1973. Lausunto Säkylän Pyhäjärven limnologisesta tilasta. – 7 s. Moniste. Turku.
- Isotalo, I. 1975. Lounais-Suomen jokivesien laatu ja jokien kuljettamat ainemäärät. – Turun vesipiirin vesitoimisto. 42 s. + liitteet. Moniste. Turku.
- Jalava, T. 1970. Pyhäjärven merkitys kalavetenä. – Satakunnan maanviljelyskeskus. Moniste.
- Jalava, T. 1987. Pyhäjärven kalanpoikas- ja rapuistutuksista. – Säkylän seudun kansalaisopistossa 25.11.1987 pidetyn esitelmän referaatti. 3 s.
- Jokamiehen vesiensuojeluohje Pyhäjärvelle [1988]. 16 s. Euran, Säkylän ja Yläneen kuntien ympäristönsuojelulautakunnat, Turun vesi- ja ympäristöpiiri.
- Kirkkala, T. ja Mattila, H. 1998. Nutrient load management in the Lake Pyhäjärvi basin area, SW Finland. – Esitelmä seminaarissa 'Co-ordination of project work and preparation of operational guidelines' Lund 29.–31.3. 1998. Moniste.
- Kirkkala, T. ja Mattila, H. 1998. Vattenskyddsprojektet i Pyhäjärvi-området, Sydvästra Finland. – Esitelmä seminaarissa 'Vattenspegel i landskapet', Eskilstuna 3.–4.6.1998. Moniste.
- Kummu, P. & Naarminen, M. 1978. Säkylän Pyhäjärven kalansaalis vuonna 1976. – 17 s. + liitteitä. Moniste. Helsinki.
- Lahtinen, T. 1993. Säkylän Pyhäjärven tilannekatsaus. – 69 s. 6 liites. Ahlstrom, Eura.
- Louhesto, P. 2004. Säkylän Pyhäjärven vuoden 2004 koekalastuksen vertailu vuoden 2000 koekalastukseen. – Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 14 s. Moniste.
- Louhesto, P., Rannikko, P. 2006. Säkylän Pyhäjärven vuoden 2006 koekalastus. – Varsinais-Suomen Kalavesien Hoito Oy. 16 s. Moniste.
- Mäntyranta, E. & Jalava, T. 1973. Arvio Säkylän Pyhäjärven kalansaaliista vuodelta 1972. – 4 s. Moniste. Säkylä.
- Mäntyranta, E. & Jalava, T. 1976. Säkylän Pyhäjärven kalataloudesta. – 5 s. + liitteitä. Moniste. Säkylä.
- Mölsä, H. 1978. Säkylän Pyhäjärven pohjaeläimistön koostumus, biomassa ja tuotanto. – 28 s. Moniste. Turun vesipiirin vesitoimisto.
- Niemi, A. 1978. Säkylän Pyhäjärven muikun, kuoreen ja siian ikämääritykset ja mahanäytteiden analyysitulokset kesä- ja syyskaudelta 1977 sekä talvikaudelta 1978. – 13 s. + liitteitä. Moniste. Helsinki.
- Niemi, A. 1978. Säkylän Pyhäjärven eläinplankton vuonna 1977. 93 s. + liitteitä. Moniste. Helsinki.
- Niemi, A. 1978. Säkylän Pyhäjärven kalataloutta ja tuotantoa koskeva tutkimus vuonna 1977. – 90 s. + liitteitä. Moniste. Helsinki.
- Pyhäjärven suojeluprojekti. Uusien työmenetelmien kehittäminen 1996–2000. – Esite. Lounais-Suomen ympäristökeskus & Pyhäjärven suojelurahasto. 12 s.
- Pyhäjärven yhteistyötoimikunta. Turun seudun vedenhankintavaihtoehdot. 1988. 21 s.
- Pyhäjärven yhteistyötoimikunta 1990. Tiedotus- ja keskustelutilaisuus, Lomasäkylä 14.6.1990. – Moniste. Useita sivunumerojaksoja.
- Rantala, J. & Seppälä, M. 1996. Täydentävät maaperä- ja pohjavesitutkimukset Köyliönjärven ja Virtaankankaan välisellä alueella. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Raunta, P. & Shemeikka, P. 1968. Lausunto Säkylän Pyhäjärven säännöstelyn muuttamisen vaikutuksista kalatalouteen. – Tie- ja vesirakennuslaitos. Moniste.

- Ruohonen, T. 2006. Ahvenen ja hauen kasvu, ravinto ja ravinnonkulutuksen arviointi Säkylän Pyhäjärvässä vuosina 2002 ja 2004. – Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos, kalataloustiede. 38 s. Moniste.
- Saarikari, V. 2006. Lounais-Suomen Pyhäjärven pohjaeläimistö 2005. – Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 12 s. Moniste.
- Sarkkula, J. & Forsius, J. 1977. Selvitys virtausmittauksista Säkylän Pyhäjärvellä 8.–10.3.1977. – Hydrologian toimisto. 4 s. + liite. Moniste. Helsinki.
- Sarvala, J. 1984. Suomalainen järvitutkimus ennen ja nyt. – Järvien ekologinen tutkimus. Järviseminaari 1982. Maj ja Tor Nesslingin Säätiö & Suomen Akatemia, luonnontieteellinen toimikunta. Moniste. Kuopion korkeakoulu 1983 (1984), s. 9–28.
- Sarvala, J. 1986. Järven kalatuotantoa säätelevät tekijät. Factors regulating fish production in lakes. – Suomen Akatemia, valtion luonnontieteellinen toimikunta, tutkimussopimus 09/109, loppuraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 53 s. Moniste.
- Sarvala, J. 1989. Muikun ikäryhmien välinen ravintokilpailu. (Food competition between age groups in vendace, *Coregonus albula* (L.)) – Suomen Akatemian tutkimushanke 09/074, loppuraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 50 s. Moniste.
- Sarvala, J. 1989. Lausunto Turun kalastuspiirille Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen anomuksesta istuttaa Inarin pohjasiikaa Säkylän Pyhäjärveen. – Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 15 s. Moniste.
- Sarvala, J. & Ennola, K. 1990. Eläinplanktonin populaatiodynamiikan analyysi mallien avulla. – Loppuraportti Turun yliopistosäätiölle 28.4.1990. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 4 s. + 2 liitettä (7 + 13 s.). Moniste.
- Sarvala, J., Helminen, H., Hirvonen, A., Miinalainen, M. & Saarikari, V. 1992. Litoraalin eläinplanktonitutkimus. Rantavesivyöhykkeen lämpötilojen, eläinplanktonin kehityksen ja siikakalojen poikasten menestymisen välisten riippuvuussuhteitten selvittäminen Säkylän Pyhäjärvellä. – Tutkimusraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 21 s. Moniste.
- Sarvala, J., Hirvonen, A. & Helminen, H. 1988. Muikun ja siian poikasten runsaus sekä kasvu Säkylän Pyhäjärvässä keväällä 1988. – Tutkimusraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 23 s. Moniste.
- Sarvala, J. & työryhmä 1990. Kalojen ja eläinplanktonin vuorovaikutussuhteet. (Interactions between fish and zooplankton.) – Suomen Akatemian tutkimushanke n:o 1071004, loppuraportti. Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 40 s. Moniste.
- Savola, A. 2000. Tourula-Keihäskoski (Yläne). Kyläsuunnitelman toteutumisen seuranta. – Julkaisematon moniste. 11 s. + liitteet.
- Seppälä, M. 1999. Pohjaveden virtausmalli, Virttaankangas-Oripäänkangas. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Seppälä, M. & Rantala, J. 1997. Kantatie 41:n pohjaveden suojaustarpeen selvitys pohjavesimallin avulla, Virttaan ja Oripään välinen tieosuus. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Seppälä, M. & Lähteenmäki, P., Artimo, A. & Kivi, M. 1998. Koepumppaus Säkylässä Klopimontun alueella. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Seppälä, M., Lähteenmäki, P. & Siiro, P. 1997. Koepumppaus Virttaan kylässä sijaitsevalla Tielaitoksen sora-alueella. – Lounais-Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Sydänoja, A., Helminen, H. & Sarvala, J. 1996. Muikun ja siian poikasten runsaus ja kasvu Säkylän Pyhäjärvässä: väliraportti vuosilta 1993–1995. – Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 19 s. Moniste.
- Sydänoja, A. 2001. Säkylän Pyhäjärven koekalastukset vuonna 2000. – Turun yliopiston biologian laitos, Turku. 20 s. Moniste.
- Takatalo, S. 1973. Säkylän Pyhäjärven kalataloudellinen lisälausunto. – Vesihallitus / Suunnittelukeskus Oy. Työ n:o 1045/8086. 58 s. + liitteitä. Helsinki.
- Tamminen, K. 1978. Pyhäjärven vesikasvillisuuden ilmakuvien tulkinta. – 2 s. Moniste. Turku.
- Thessler, J. 1998. Pyhäjoen kyläsuunnitelman seurantaraportti. – Julkaisematon moniste. 5 s.
- Thessler, J. 2000. Kyläsuunnitelmien toteuttamisen seuranta. Esimerkkitapauksina Mannilan, Lännen ja Sydänmaan kylät. – Julkaisematon moniste. 20 s.
- Tiainen, V.-M. 1990. Puheenvuoro. – Pyhäjärven yhteistyötoimikunta. – Tiedotus- ja keskustelutilaisuus, Lomasäkylä 14.6.1990. 3 s.
- Tie- ja vesirakennushallitus 1969. Lounais-Suomen vedenhankinnan yleissuunnitelma.

- Turun vesi- ja ympäristöpiiri 1991. Yläneenjoki vuonna 1990 – vesistökuormitus ja sen vähentämismahdollisuudet. – Turun vesi- ja ympäristöpiiri. Raportti 3/1991. 40 s.
- Turun vesi- ja ympäristöpiiri 1991. Toimenpideohjelma Yläneenjoen vesistökuormituksen vähentämiseksi. – Turun vesi- ja ympäristöpiiri. Raportti 6/1991. 11 s.
- Turun vesi- ja ympäristöpiiri & Turun seudun vesi. 1991. Veden siirto Pyhäjärvestä Virttaalle: esisuunnitelma. 32 s.
- Vesihallitus 1970. Säkylän Pyhäjärven säännöstelysuunnitelma. – 29 s. + liitteet. Moniste. Helsinki.
- Vuorinen, I., Salo, J., Rajasilta, M. & Mölsä, H. 1984. Saalistusteoria järvitutkimuksessa. – Järvien ekologinen tutkimus. Järviseminaari 1982. Maj ja Tor Nesslingin Säätiö & Suomen Akatemia, luonnontieteellinen toimikunta. Moniste. Kuopion korkeakoulu 1983 (1984), p. 79–87.
- Weppling, K. ja Kirkkala, T. 2000. Fostop - a lime-based method to reduce diffuse pollution. – Esitelmä European Lime Associationin kokouksessa lokakuussa 2000.

### C. Opinnäytetyöt

- Artimo, A. 2003. Three-dimensional geologic modeling and numerical groundwater modeling of Finnish aquifers: A new approach for characterization and visualization. – Väitöskirja. Ann. Univ. Turkuensis AII 168. 65 p.
- Ekholm, P. 1998. Algal-available phosphorus originating from agriculture and municipalities. – Väitöskirja. Monographs of the Boreal Environment Research 11. 60 s. + 7 liitejulkaisua.
- Ennola, K. 1992. Laajennetun Kalman-suodattimen käyttökelpoisuus eläinplanktonin populaatiodynamiikan mallintamisessa. – Syventävien opintojen tutkielma. Turun yliopiston biologian laitos. 71 s.
- Forsman, T. 2006. Säkylän Pyhäjärven rehevöitymiskehitys ammatti- ja vapaa-ajankalastajien näkökulmasta. – Opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, kestävän kehityksen koulutusohjelma. 68 s. + 4 liitettä.
- Haapaniemi, K. 1984. Hernesimpukoiden (*Pisidium* spp., Sphaeriidae) lajisto, tiheys ja biomassa Säkylän Pyhäjärvässä. – LuK-tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 23 s.
- Haapaniemi, K. 1985. *Pisidium henslowanum* -hernesimpukan lisääntymiskierto Säkylän Pyhäjärvässä. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 58 s. + 2 liitettä.
- Haapaniemi, S. 1984. Makean veden litoraalin eläinplanktonista. – LuK-tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 43 s.
- Haapaniemi, S. 1985. Ruoikon äyriäisplankton Säkylän Pyhäjärvässä. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 63 s. + 1 liite.
- Helminen, H. 1989. Säkylän Pyhäjärven muikun (*Coregonus albula*) ravinnonkulutuksen arviointi bioenergeettisen mallin avulla. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 63 s. + 2 liitettä.
- Helminen, H. 1994. Year-class fluctuations of vendace (*Coregonus albula*) and their consequences in a freshwater ecosystem. – Väitöskirja. Reports from the Department of Biology, University of Turku 37. 15 s. + 7 liitejulkaisua.
- Huttunen, T. 2007. Muikun (*Coregonus albula*) ja kuoreen (*Osmerus eperlanus*) vaikutus eläinplanktonin biomassaan ja kokojakaumiin Säkylän Pyhäjärvässä vuosina 1987-2002. – Pro gradu -tutkielma ekologiassa. Turun yliopisto, biologian laitos. 75 s. +114 liitettä.
- Hänninen, S. 1993. Säkylän Pyhäjärven ja Köyliönjärven valuma-alueet: maisema-analyysi ja ympäristön tilan selvitys. – Helsingin yliopisto, maantieteen laitos. 105 s.
- Kause, E. 2006. Jätevesien käsittelyn vaihtoehdot haja-asutusalueilla; case Euran Mannila. – Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu, kestävän kehityksen koulutusohjelma. 63 s. + 1 liite.
- Kulonen, M. 1997. Säkylän Pyhäjärven suojeluyhdistys: vesisodasta taisteluun rehevöitymistä vastaan. – Joensuun yliopisto, yhteiskuntatieteiden tiedekunta. Yhteiskuntapolitiikan ja filosofian laitos. 1 filmikortti. 85 s.
- Kuoppa, J. 2006. ”Se mokoma” Rehevöityminen osana arjen käytäntöjä ja historiaa Pyhäjärvellä – Tapaustutkimus ja kertomus. – Pro gradu –tutkielma. Tampereen yliopisto, yhdyskuntatieteiden laitos. 149 s.
- Kupiainen, N. 1999. Säkylän Pyhäjärven fosforilaskeuma ja ilmaperäisen fosforin vaikutus leväkasvuun. – Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja. 70 s. Pyhäjärven suojelurahasto ja Harjavalta Metals Oy.
- Kuusisto, E. 1975. Säkylän Pyhäjärven vesitase ja säännöstely. – Väitöskirja. Helsingin yliopisto. 93 s.

- Malve, O. 2007. Water quality prediction for river basin management. – Väitöskirja. TKK Dissertations 67. Teknillinen korkeakoulu, Vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio, Espoo. 126 s. + 73 liites. Luettavissa osoitteessa <http://lib.tkk.fi/Diss/2007/isbn9789512287505/>
- Mölsä, H. 1980. Säskylän Pyhäjärven makroskooppisen pohjaeläimistön koostumus, biomassa ja tuotanto. – Lisensiaattitutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 79 s.
- Nieminen, M. 1985. Ahvenen ravinto Säskylän Pyhäjärvestä vuonna 1984. – Erikoistumistyö, Valtion kalatalousoppilaitos. 29 s.
- Nukki, H. 2000. Patoaltaat kiintoaines- ja ravinnekuorman kerääjinä eräissä Säskylän Pyhäjärven valuma-alueen joissa ja ojissa. – Pro gradu – tutkielma. Turun yliopisto, maantieteen laitos. 122 s. + 17 s.
- Neuström, R. 1983. Förekomsten av dermatitis-framkallande cercarier i Pyhäjärvi (SW Finland), samt bekämpningsmöjligheterna. – Åbo Akademi, biologian laitos. 78 s.
- Patrikainen, M. 1986. Säskylän Pyhäjärven vesisiirtojen pituuskasvu koeolosuhteissa eri ravinnoilla. – LuK-tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 32 s.
- Patrikainen, M. 1991. Tuntosarvienväisten siimajaokkeiden lukumäärän käyttökelpoisuus vesisiirtojen (*Asellus aquaticus* L.) iänmäärityksessä. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 50 s. + 7 liitettä.
- Rajasilta, M. 1984. Selective predation of fish in littoral environments. – Lisensiaattitutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos.
- Saarikari, V. 1984. Kiiskien ravinnosta ja ravinnonvalikoinnista Säskylän Pyhäjärvestä. – LuK-tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 30 s.
- Saarikari, V. 1986. Kiiskien ravinnonvalikoinnista Säskylän Pyhäjärvestä. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 60 s. + 3 liitettä.
- Suojasto, S.-L. 1998. Säskylän Pyhäjärven rantojen eroosio ja järven pohjasedimentit. – Pro gradu -tutkielma, Turun yliopisto, geologian laitos, maaperägeologian osasto. 61 s. + 9 liitettä.
- Sydänoja, A. 1993. Muikun [*Coregonus albula* (L.)] syvyysjakauman vuorokausivaihtelu Säskylän Pyhäjärvestä. – Syventävien opintojen tutkielma. Turun yliopiston biologian laitos.
- Tarvainen, M. 2007. Water quality effects of fish in shallow lakes. – Väitöskirja. Ann. Univ. Turkuensis AII 211. 101 s. (30 s. + 5 liitejulkaisua).
- Varvas, E.-L. 2001. Kalastus ja muikun (*Coregonus albula*) kannanvaihtelu Säskylän Pyhäjärvellä – kirjallisuuskatsaus. – Pro gradu -tutkielma ekologiassa. Turun yliopisto, biologian laitos. 44 s.
- Veira, M. 1974. Pyhäjärven rannat Yläneellä. – Pro gradu -tutkielma, Turun yliopisto, maantieteen laitos. 89 s.
- Ventelä, A.-M. 1999. Lake restoration and trophic interactions: is the classical food chain theory sufficient? – Väitöskirja. Ann. Univ. Turkuensis AII 121. 148 s. (27 s. + 6 liitejulkaisua).
- Vuorio, K. 2007. Variability of stable carbon and nitrogen isotopes in freshwater pelagic food webs. – Väitöskirja. Ann. Univ. Turkuensis AII 205. 103 s. (38 s. + 6 liitejulkaisua)
- Walls, M. 1985. Pyhäjärven *Bosmina coregonin* (Cladocera) kokomuutos: paleoekologinen tutkimus. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 48 s. + 2 liitettä.
- Wiik, T. 1990. Pyhäjärven muikku eläinplanktonin saalistajana. – Pro gradu -tutkielma eläintieteessä. Turun yliopisto, biologian laitos. 41 s. + 2 liitettä.

#### **D. Kansainväliset tieteelliset julkaisut**

- Aulio, K. 1986. CAM-like photosynthesis in *Littorella uniflora* (L.) Aschers.: The role of humidity. – *Annals of Botany* 58: 273–275.
- Aulio, K. 1985. Biomass and chlorophyll contents of *Isoetes lacustris* as related to water depth in the lake Pyhäjärvi, SW Finland. – *Aqua Fennica* 15: 127–131.
- Aulio, K. 1985. Differential expression of diel acid metabolism in two life forms of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. – *The New Phytologist* 100: 533–536.
- Aulio, K. 1986. CAM-like carbon pathway in submerged aquatic plants. – *Biologia Plantarum* (Praha) 28(3): 234–236.
- Ekhölm, P., Malve, O. & Kirkkala, T. 1997. Internal and external loading as regulators of nutrient concentrations in the agriculturally loaded lake Pyhäjärvi (southwest Finland). – *Hydrobiologia* 345: 3–14.
- Eronen, M., Heikkinen, O. & Tikkanen, M. 1982. Holocene development and present hydrology of Lake Pyhäjärvi in Satakunta, southwestern Finland. – *Fennia* 160(2): 195–223.

- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. – Publ. Water Res. Inst., Natl Board Waters, Finland 37: 91 s.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1994. Changes in zooplanktivory by vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi (SW Finland) due to variable recruitment. – Verh. Int. Ver. Limnol. 25: 2128–2131.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1994. Population regulation of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland. – J. Fish Biol. 45: 387–400.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1995. Shifts in myomere counts during the larval phase of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi (SW Finland). – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 46: 129–136.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1997. Responses of Lake Pyhäjärvi (SW Finland) to variable recruitment of the major planktivorous fish, vendace (*Coregonus albula*). – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 32–40.
- Helminen, H., Auvinen, H., Hirvonen, A., Sarvala, J. & Toivonen, J. 1993. Year-class fluctuations of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland, in 1971–1990. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 925–931.
- Helminen, H., Ennola, K., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1993. Fish stock assessment in lakes based on mass removal. – J. Fish Biol. 42: 255–263.
- Helminen, H., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1992. Impact of fishing on vendace (*Coregonus albula*) population in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. – Teoksessa: Todd, T. N. & Luczynski, M. (toim.), Biology and Management of Coregonid Fishes. Pol. Arch. Hydrobiol. 39(3,4): 779–787.
- Helminen, H., Karjalainen, J., Keränen, M., Sarvala, J. & Viljanen, M. 1997. Quantification of the variance in food consumption of age-0 vendace (*Coregonus albula*) with the aid of a stochastic bioenergetics model. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 49: 79–86.
- Helminen, H., Sarvala, J. & Ennola, K. 2002. Individual-based model for population dynamics of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 647–656.
- Helminen, H., Sarvala, J. & Hirvonen, A. 1990. Growth and food consumption of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Lake Pyhäjärvi, SW Finland: a bioenergetics modeling analysis. – Hydrobiologia 200/201: 511–522.
- Helminen, H., Sarvala, J. & Karjalainen, J. 1997. Patterns in vendace recruitment in Lake Pyhäjärvi, south-west Finland. – J. Fish Biol. 51 (Suppl. A): 303–316.
- Huttula, T. 1994. Suspended sediment transport in Lake Säkylän Pyhäjärvi. – Aqua Fennica 24: 171–185.
- Huuskonen, H., Karjalainen, J., Viljanen, M., Sarvala, J. & Taalas, P. 2002(2003). Horizontal distribution of vendace larvae in Lake Pyhäjärvi (SW Finland): effect of wind-induced currents. – Verh. Int. Ver. Limnol. 28: 726–730.
- Hyvärinen, V., Järvinen, J. & Tuominen, T. 1973. Water balance of Lakes Pyhäjärvi and Pääjärvi. – Proceedings of the Helsinki Symposium, July 1973. IAHS Publication no 109.
- Ilmast, N.V. & Khrennikov, V.V. 2002. Whitefish species of Lake Pyhäjärvi and changes in its ichthyofauna after introduction of new species. – Journal of Ichthyology/Voprosy Ikhtiologii 42(9): 733–738.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Kronvang, B., Beklioglu, M., Lammens, E., Jensen, H. S., Köhler, J., Ventelä, A.-M., Tarvainen, M. & Tátrai, I. 2007. Danish and other European experiences in managing shallow lakes. – Lake and Reservoir Management 23: 439–451.
- Järnefelt, H. 1921. Untersuchungen über die Fische und ihre Nahrung im Tuusulasee. – Acta Soc. Fauna Flora Fennica 52(1): 1–160. (Sisältää tietoja mm. Pyhäjärven ahventen, kiiskien ja särkien kasvusta.)
- Järnefelt, H. 1927. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. III. Pyhäjärvi. – Ann. Zool. Soc. 'Vanamo' 6(6): 101–153.
- Järvi, T.H. 1940. Über den Maränenbestand im Pyhäjärvi (SW-Finnland). – Acta Zool. Fennica 28: 1–86; Beilagen.
- Järvi, T.H. 1953. Über den Maränenbestand im Pyhäjärvi (SW-Finnland). Zweiter Beitrag: Die Jahren 1940–1945. – Acta Zool. Fennica 74: 1–47.
- Karjalainen, J., Auvinen, H., Helminen, H., Marjomäki, T., Niva, T., Sarvala, J. & Viljanen, M. 2000. Unpredictability of fish recruitment: interannual variation in young-of-the-year abundance. – J. Fish Biol. 56: 837–857.
- Karjalainen, J., Helminen, H., Hirvonen, A., Sarvala, J. & Viljanen, M. 1992. Identification of vendace (*Coregonus albula* (L.)) and whitefish (*C. lavaretus* (L.)) larvae by the counts of myomeres. – Arch. Hydrobiol. 125: 167–173.

- Karjalainen, J., Helminen, H., Huusko, A., Huuskonen, H., Marjomäki, T.J., Pääkkönen, J.-P., Sarvala, J. & Viljanen, M. 2002. Littoral-pelagic distribution of newly hatched vendace and whitefish larvae in Finnish lakes. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 367-382.
- Karjalainen, J., Turunen, T., Helminen, H., Sarvala, J. & Huuskonen, H. 1997. Food selection and food consumption of 0+ smelt (*Osmerus eperlanus* (L.)) and vendace (*Coregonus albula* (L.)) in pelagial zone of Finnish lakes. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 49: 37-49.
- Lepistö, A., Granlund, K., Kortelainen, P. & Räike, A. 2006. Nitrogen in river basins: Sources, retention in the surface waters and peatlands, and fluxes to estuaries in Finland. – Sci. Tot. Environm. 365: 238-259.
- Malve, O., Laine, M., Haario, H., Kirkkala, T. & Sarvala, J. 2007. Bayesian modelling of algal mass occurrences - using adaptive MCMC methods with a lake water quality model. – Env. Mod. Software. 22: 966-977 (available online 24 August 2006: doi:10.1016/j.envsoft.2006.06.016).
- Marjomäki, T.J., Auvinen, H., Helminen, H., Huusko, A., Sarvala, J., Valkeajärvi, P., Viljanen, M. & Karjalainen, J. 2004. Spatial synchrony in the inter-annual population variation of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Finnish lakes. – Annales Zoologici Fennici 41: 225-240.
- Mölsä, H. 1984. Selective predation of benthos feeding fish in a shallow bright coloured lake. – In: Bosheim, S. & Nicholls, M. (eds.), Interaksjoner mellom trofiske nivåer i ferskvann. Nordisk limnologsymposium 3. 4. april 1984, Fagerfjell, Norge. Oslo, 8. september 1984: 77-85.
- Rajasilta, M. & Salo, J. 1987. The utility of the morphoedaphic index in the prediction of fish yield in Finnish lakes. – Aqua Fennica 17: 157-163.
- Räsänen, J., Kauppila, T. & Vuorio, K. 2006. Sediment and phytoplankton records of the cyanobacterial genus *Anabaena* in boreal Lake Pyhäjärvi. – Hydrobiologia 568: 455-465.
- Räsänen, M., Salonen, V.-P., Salo, J., Walls, M. & Sarvala, J. 1992. Recent history of sedimentation and biotic communities in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. – J. Paleolimnol. 7: 107-126.
- Salo, J., Walls, M., Rajasilta, M., Sarvala, J., Räsänen, M. & Salonen, V.-P. 1989. Fish predation and reduction in body size in a Cladoceran population: paleoecological evidence. – Freshwat. Biol. 21: 217-221.
- Sarkkula, J., Jozsa, J. & Bakonyi, P. 1991. Measuring and modelling wind induced flow in shallow lakes. – Teoksessa: Schiller, G., Lemmelä, R. & Spreafico, M. (toim.), Hydrology of natural and manmade lakes. IAHS Publications 206: 219-226.
- Sarvala, J. & Helminen, H. 1995. Significance of egg size variation in the year-class fluctuations of vendace (*Coregonus albula*). – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 46: 187-194.
- Sarvala, J. & Helminen, H. 1996. Year-class fluctuations of perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland. – Ann. Zool. Fennici 33: 389-396.
- Sarvala, J. & Jumppanen, K. 1988. Nutrients and planktivorous fish as regulators of productivity in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. – Aqua Fennica 18: 137-155.
- Sarvala, J. 1991. Regulation of lake fish production – a case study from Finland. – Teoksessa: Mölsä, H. (toim.), Proceedings of the International Symposium on Limnology and Fisheries of Lake Tanganyika, May 6-11, Kuopio, Finland. University of Kuopio, Publications of the Center for Training and Development 12/1991: 19-22.
- Sarvala, J. 1993 (1994). Utilization of eutrophication for fish production. – Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 52: 171-190.
- Sarvala, J. 1999. Biological monitoring – significance of monitoring and time series. – Univ. Joensuu Publ. Karelian Inst. 126: 117-128.
- Sarvala, J. 2003. Long-term ecological monitoring in assessing the ecological state of lakes and guiding the management. In: Ruoppa, M., Heinonen, P., Pilke, A., Rekolainen, S., Toivonen, H. & Vuoristo, H. (eds.) How to assess and monitor ecological quality in freshwaters. – TemaNord 2003:547, 91-94.
- Sarvala, J., Aulio, K., Mölsä, H., Rajasilta, M., Salo, J. & Vuorinen, I. 1984. Factors behind the exceptionally high fish yield in the lake Pyhäjärvi, southwestern Finland – hypotheses on the biological regulation of fish production. – Aqua Fennica 14: 49-57.
- Sarvala, J., Halsinaho, S., Helminen, H., Hirvonen, A., Kiiskilä, M., Miinalainen, M. & Saarikari, V. 1991. Intraspecific food competition between age groups in vendace, *Coregonus albula* (L.). – Verh. Int. Ver. Limnol. 24: 2424.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Auvinen, H. 1998. Portrait of a flourishing freshwater fishery: Pyhäjärvi, a lake in SW-Finland. – Boreal Env. Res. 3: 329-345.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Hirvonen, A. 1992. Fecundity of vendace (*Coregonus albula*) in relation to year-class variations in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. – Teoksessa: Todd, T. N. & Luczynski, M. (toim.), Biology and Management of Coregonid Fishes. Pol. Arch. Hydrobiol. 39(3,4): 341-349.



- Sarvala, J., Helminen, H. & Hirvonen, A. 1994. The effect of intensive fishing on fish populations in Lake Pyhäjärvi, south-west Finland. – Teoksessa: Cowx, I.G. (toim.), Rehabilitation of freshwater fisheries: 77–89. Fishing News Books, Oxford.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Karjalainen, J. 2000 (2001): Restoration of Finnish lakes using fish removal: changes in the chlorophyll-phosphorus relationship indicate multiple controlling mechanisms. – Verh. Int. Ver. Limnol. 27: 1473-1479.
- Sarvala, J., Helminen, H., Hirvonen, A., Miinalainen, M. & Saarikari, V. 1994. Spring development of zooplankton and spatial pattern of planktivorous fish larvae in a mesotrophic lake. – Verh. Int. Ver. Limnol. 25: 2132–2138.
- Sarvala, J., Helminen, H., Saarikari, V., Salonen, S. & Vuorio, K. 1998. Relations between planktivorous fish abundance, zooplankton and phytoplankton in three lakes of differing productivity. – Hydrobiologia 363: 81–95.
- Sarvala, J., Rajasilta, M., Hangelin, C., Hirvonen, A., Kiiskilä, M. & Saarikari, V. 1988. Spring abundance, growth and food of 0+ vendace (*Coregonus albula* (L.)) and whitefish (*C. lavaretus* L. s.l.) in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. – Finnish Fish. Res. 9: 221–233.
- Sarvala, J., Rask, M. & Karjalainen, J. 2003. Fish community ecology. – In O'Sullivan, P.E. & Reynolds, C.S. (eds), The Lakes Handbook, Volume 1, Limnology and limnetic ecology. Blackwell Science: 538-582.
- Sarvala, J., Sainio, J., Nevalainen, J. & Vuorinen, I. 1988: Population dynamics and production of *Bosmina coregoni* in a mesotrophic lake having high production of planktivorous fish. – Verh. Int. Ver. Limnol. 23: 2067.
- Stedman, R.C., Ventelä, A.-M., Arvola, L., Helminen, H. & Sarvala, J. 2003. Lake quality and sense of place: a comparison of Finland and the United States, with implications for tourism development. In: Härkönen, T. (ed.) International Lake Tourism Conference 2-5 July 2003 Savonlinna, Finland. Publications of the Savonlinna Institute for Regional Development and Research 5: 159-170.
- Stedman, R.C., Lathrop, R.C., Clark, B., Ejsmont-Karabin, J., Kasprzak, P., Nielsen, K., Osgood, D., Powell, M., Ventelä, A.-M., Webster, K.E. & Zhukova, A. 2007. Perceived environmental quality and place attachment in North American and European temperate lake districts. – Lake and Reservoir Management 23: 330-344.
- Sydänoja, A., Helminen, H. & Sarvala, J. 1995. Vertical migrations of vendace (*Coregonus albula*) in a thermally unstratified lake (Pyhäjärvi, SW Finland). – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 46: 277–286.
- Tarvainen, M., Ventelä, A.-M., Helminen, H. & Sarvala, J. 2005. Nutrient release and resuspension generated by ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) and chironomids. – Freshwater Biology 50: 447-458.
- Vehviläinen, B. 1998. The possibilities to use snowcover model for estimation of areal snow cover water equivalent in Finland. – Teoksessa: Rantajärvi, Leena (toim.), Nordisk hydrologisk konferens 1998, Rovaniemi, Finland 1–3 augusti 1998. Helsinki, Koordineringskommiteen för Hydrologi i Norden. NHP-rapport 22(1): 135–149.
- Ventelä, A.-M., Kirkkala, T., Sarvala, J. & Mattila, H. 2001. Stopping the eutrophication process of Lake Pyhäjärvi. – 9th International Conference on the Conservation and Management of Lakes, 11-16 November 2001, Otsu, Japan, Conference Proceedings, Session 3-1: 485-488.
- Ventelä, A.-M., Kirkkala, T., Sarvala, J., Nukki, H., Helminen, H. & Mattila, H. 2002. Co-operation and participation as the basis for lake restoration: the case of Pyhäjärvi, Southwest Finland. – Proceedings of Science for Water Policy (SWAP), The implications of the Water Framework Directive, Euroconference 1-4 September 2002, Norwich, UK: 361-370.
- Ventelä, A.-M. & Lathrop, R. 2005. Comprehensive approaches for managing and restoring two large lakes and their catchments: Pyhäjärvi (Finland) and Lake Mendota (USA). – Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: 830-836.
- Ventelä, A.-M., Tarvainen, M., Helminen, H. & Sarvala, J. 2007. Long-term management of Pyhäjärvi (southwest Finland): eutrophication, restoration - recovery? – Lake and Reservoir Management 23: 428-438.
- Viljanen, M. 1986. Biology, propagation, exploitation and management of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Finland. – Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 22: 73–97.
- Viljanen, M., Karjalainen, J., Helminen, H., Sarvala, J. & Sydänoja, A. 1995. Night-day catch ratios of coregonid larvae in three large lakes in Finland. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 46: 195–201.
- Vuorinen, J. 1988. Enzyme genes as interspecific hybridization probes in Coregoninae fishes. – Finnish Fish. Res. 9: 31–37. [Sisältää tietoja Pyhäjärven siian ja muikun risteymistä]

- Vuorinen, J., Himberg, M.K.J. & Lankinen, P. 1981. Genetic differentiation in *Coregonus albula* (L.) (Salmonidae) populations in Finland. – *Hereditas* 94: 113–121.
- Vuorio, K., Meili, M. & Sarvala, J. 2006. Taxon-specific variation in the isotopic composition ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) of lake phytoplankton. – *Freshwater Biology* 51: 807-822.
- Vuorio, K., Tarvainen, M. & Sarvala, J. 2007. Unionid mussels as stable isotope baseline indicators for long-lived secondary consumers in pelagic food web comparisons. – *Fundamental and Applied Limnology* 169: 237-245.
- Vuorio, K., Ventelä, A.-M., Sipura, J., Tarvainen, M., Meili, M. & Sarvala, J. 2002 (2003). Stable carbon and nitrogen isotopes in lake plankton and seston: variability among 10 fractions, two seasons, and two lakes. – *Verh. Int. Ver. Limnol.* 28: 1396-1399.
- Walls, M., Kortelainen, I. & Sarvala, J. 1990. Prey responses to fish predation in freshwater. – *Ann. Zool. Fennici* 27: 183–199.
- Walls, M., Rajasilta, M., Sarvala, J. & Salo, J. 1990. Diel changes in horizontal microdistribution of littoral Cladocera. – *Limnologica (Berlin)* 20: 253–258.

## **E. Muut**

Kuusinen, J. (toim.) 1997. Rehevöityykö Pyhäjärvi? Video.

Kuvakasvot Oy. 2000. Pyhäjärven suojeluprojekti. Uusien työmenetelmien kehittäminen. Video.

# Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006

Pyhäjärvi on Lounais-Suomen suurin järvi, jolla on alueen asukkaille, kunnille ja teollisuudelle suuri merkitys. Pyhäjärven vedenlaatu on 1980-luvulta asti ollut uhattuna ulkoisen ravinnekuormituksen aiheuttaman rehevöitymisen vuoksi. Pyhäjärven suojelurahasto on toiminut vuodesta 1995 alkaen tarkoituksenaan turvata järven hyvä vedenlaatu yhteistyössä rahaston jäsenten, ympäristöviranomaisten, maa-, metsä- ja kalatalouden harjoittajien, yritysten, elinkeinoja kehittävien viranomaisten ja tutkimus- ja koulutuslaitosten kanssa. Tähän raporttiin on koottu tietoa rahaston toisen toimikauden aikana (2000–2006) tehdystä suojelu- ja kunnostustyöstä, toteutetuista hankkeista, toimenpiteistä ja niiden vaikutuksista Pyhäjärven ulkoiseen ja sisäiseen kuormitukseen sekä vedenlaatuun.

*Raportti on tehty osana Pyhäjärvi-instituutin hallinnoimaa Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006 -hanketta, joka sai Satakuntaliitolta Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoituksen.*

---

*Pyhäjärvi-instituutti on täydennyskoulutus-, tutkimus- ja kehittämissyksikkö, jonka toimialana ovat elintarviketalous ja ympäristöön liittyen erityisesti vesiensuojelu. Instituuttia ylläpitää säätiö, jonka perustajina on eteläisen Satakunnan kuntia, yrityksiä ja Turun yliopisto. Instituutin yhteydessä toimivan Pyhäjärven suojelurahaston tavoitteena on lounaisen Suomen suurimman järven rehevöitymiskehityksen pysäyttäminen ja veden laadun parantaminen. Toiminnassa on mukana kuntia, yrityksiä, viranomaisia, yhteisöjä ja elinkeinon harjoittajia.*

---

Ruukinpuisto, Sepäntie 7  
27500 Kauttua (Eura)  
Puh. (02) 838 0600, Fax (02) 838 0660  
Sähköposti: p-i@pyhajarvi-instituutti.fi

[www.pyhajarvi-instituutti.fi](http://www.pyhajarvi-instituutti.fi)  
[www.pyhajarvensuojelu.net](http://www.pyhajarvensuojelu.net)



ISBN 978-952-9682-46-1 (nid.)  
ISBN 978-952-9682-48-5 (PDF)

ISSN 1459-5788