

**Anna-Maria Koivisto, Anna Bonde & Jukka Aroviita**

# Kyrönjoen tekojärvien tila ja kehitys



ISBN 952-11-2091-6  
ISBN 952-11-2092-4 (PDF)  
ISSN 1238-8610

Kansikuva: Anna-Maria Koivisto  
Valokuvat: Anna-Maria Koivisto  
Taitto: Tiina Lähdemäki  
Paino: Ykkös-Offset, Vaasa 2005

# Sisällys

## OSA I:

<b>KYRÖNJOEN TEKOJÄRVIEN TILA JA KEHITYS VEDENLAADUN, KALOJEN ELOHOPEAPITOISUUDEN JA POHJAELÄIMISTÖN PERUSTEELLA .....</b>	<b>5</b>
Anna Bonde, Anna-Maria Koivisto & Jukka Aroviita	

<b>JOHDANTO .....</b>	<b>5</b>
-----------------------	----------

<b>TUTKIMUSALUEEN KUVAUS .....</b>	<b>6</b>
<i>Yleiskuvaus .....</i>	<i>6</i>
<i>Tekojärvien säännöstely .....</i>	<i>8</i>
<i>Maankäyttö ja vesistötyöt tekojärvien valuma-alueilla.....</i>	<i>10</i>

<b>KYRÖNJOEN TEKOJÄRVIEN VEDENLAATU JA SEN KEHITYS .....</b>	<b>11</b>
Anna Bonde	

<b>KALOJEN ELOHOPEAPITOISUUDET NELJÄSSÄ KYRÖNJOEN VESISTÖALUEEN TEKOJÄRVESSÄ VUOSINA 1979-2003.....</b>	<b>31</b>
Anna-Maria Koivisto	

<b>KYRÖNJOEN TEKOJÄRVIEN TILA JA KEHITYS SYVÄNTEIDEN POHJAELÄIMISTÖN PERUSTEELLA .....</b>	<b>53</b>
Jukka Aroviita	

<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>67</b>
-------------------------	-----------

<b>KIRJALLISUUS .....</b>	<b>68</b>
---------------------------	-----------

## OSA II:

<b>KALAJÄRVEN, KYRKÖSJÄRVEN, LIIKAPURON JA PITKÄMÖN TEKOJÄRVIEN SEKÄ SEINÄJÄRVEN KASVILLISUUS- JA HABITAATTIKARTOITUS VUONNA 2002 .....</b>	<b>69</b>
Anna-Maria Koivisto	

<b>KUVAILULEHDET .....</b>	<b>106</b>
----------------------------	------------



# OSA I: KYRÖNJOEN TEKOJÄRVIEN TILA JA KEHITYS VEDENLAADUN, KALOJEN ELOHOPEAPITOISUUDEN JA POHJAEÄIMISTÖN PERUSTEELLA

**Anna Bonde, Anna-Maria Koivisto & Jukka Aroviita**

## JOHDANTO

Tekojärvien suunnittelu tulvasuojelua ja vesivoimaa varten aloitettiin Pohjanmaalla 1960-luvulla (Vesihallitus 1983). Kyrönjoen vesistössä on viisi tekojärveä: Kalajärven allas, Kyrkösjärven allas, Pitkämön allas, Liikapuron allas ja Orisbergin Kotilampi. Näistä nuorin on Kyrkösjärven tekojärvi, joka otettiin käyttöön vuonna 1981. Länsi-Suomen ympäristökeskus on näiden altaiden lupien haltija, lukuun ottamatta Orisbergin Kotilammia, jota säännöstelee yksityinen tila. Kotilampi perustettiin jo 1700-luvulla rautaruukin tarpeisiin. Kyrönjoen muiden tekojärvien tarkoituksena on pääasiallisesti ollut toimia tulvavesivarastoina. Tämän lisäksi tekojärvien tarkoitus on suurentaa alivirtaamaa, säännöstellä ja tasata vesistöalueen jyrkkiä virtaamavaihteluja, mistä on hyötyä sekä vesivoimataloudelle että vesihuollolle (Savea-Nukala ym. 1999). Kalajärven, Kyrkösjärven ja Pitkämön altaiden yhteydessä on voimalaitoksia. Kyrkösjärven altaan rakentamisen tarkoituksena on myös ollut, että Seinäjoen raakavedenottoa siirrettiin tasaiseen altaaseen, mutta vedenotto Seinäjoesta on nyt loppunut (Savea-Nukala et al. 1999). Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen turvevoimalaitoksella käytetään Kyrkösjärven tekojärven vettä jäähdytysvedeksi. Jäähdytysvettä ja jätevettä johdetaan takaisin altaaseen (Vaskiluodon voiman lupa: LSVO nro 43/1996/2).

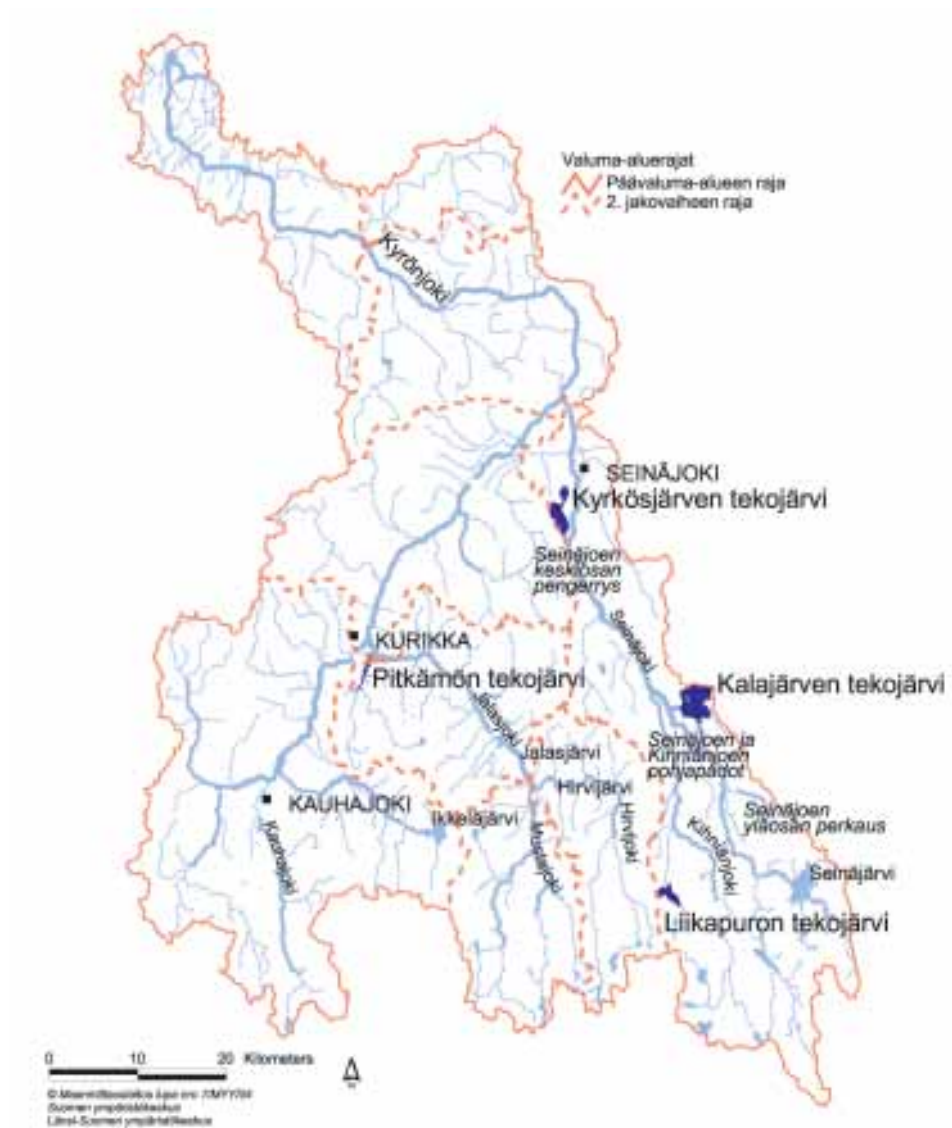
Länsi-Suomen ympäristökeskuksen nykyinen Kyrönjoen tarkkailuohjelma on voimassa 2000-2007 (Koskeniemi ym. 2000). Sitä ennen oli käytössä Rannan (1986) yhteistarkkailuohjelma, jota oli täydennetty useasti. Rannan tarkkailuohjelma korvasi aiemmin käytössä olleet erilliset tarkkailuohjelmat. Tekojärvien tarkkailutulokset raportoidaan Kyrönjoen vesistöiden tarkkailutuloksien kanssa (esimerkiksi Lax ym. 1998, Tolonen & Sivil 2003 ja Tolonen 2003). Etelä-Pohjanmaan vesitutkijat Oy hoitaa Vaskiluodon voiman velvoitetarkkailut Kyrkösjärvessä. EPVT Oy, Pohjanmaan tutkimuspalvelu Oy ja Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistys ry. ovat hoitaneet Kyrönjoen jätevesipuhdistamoiden yhteistarkkailua.

Tekojärvien vedenlaadun tarkkailu, kasvillisuus- ja habitaattikartoitus, pohjaeläinselvitys ja kalojen elohopeatutkimus ovat osa Kyrönjoen velvoitetarkkailua. Tämä raportti koostuu neljästä aiheesta. Tekojärvien vedenlaadun, kalojen elohopeapitoisuuksien ja pohjaeläimistön raportointi on yhdistetty ensimmäiseen osaan ja toisessa osassa raportoidaan Kyrönjoen tekojärvien ja Seinäjärven habitaatti- ja kasvillisuuskartoituksen tulokset. Tarkkailun tavoitteena on selvittää Kyrönjoen tekoaltaiden ekologinen tila ja sen kehitys sekä siihen vaikuttavat tekijät.

# TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

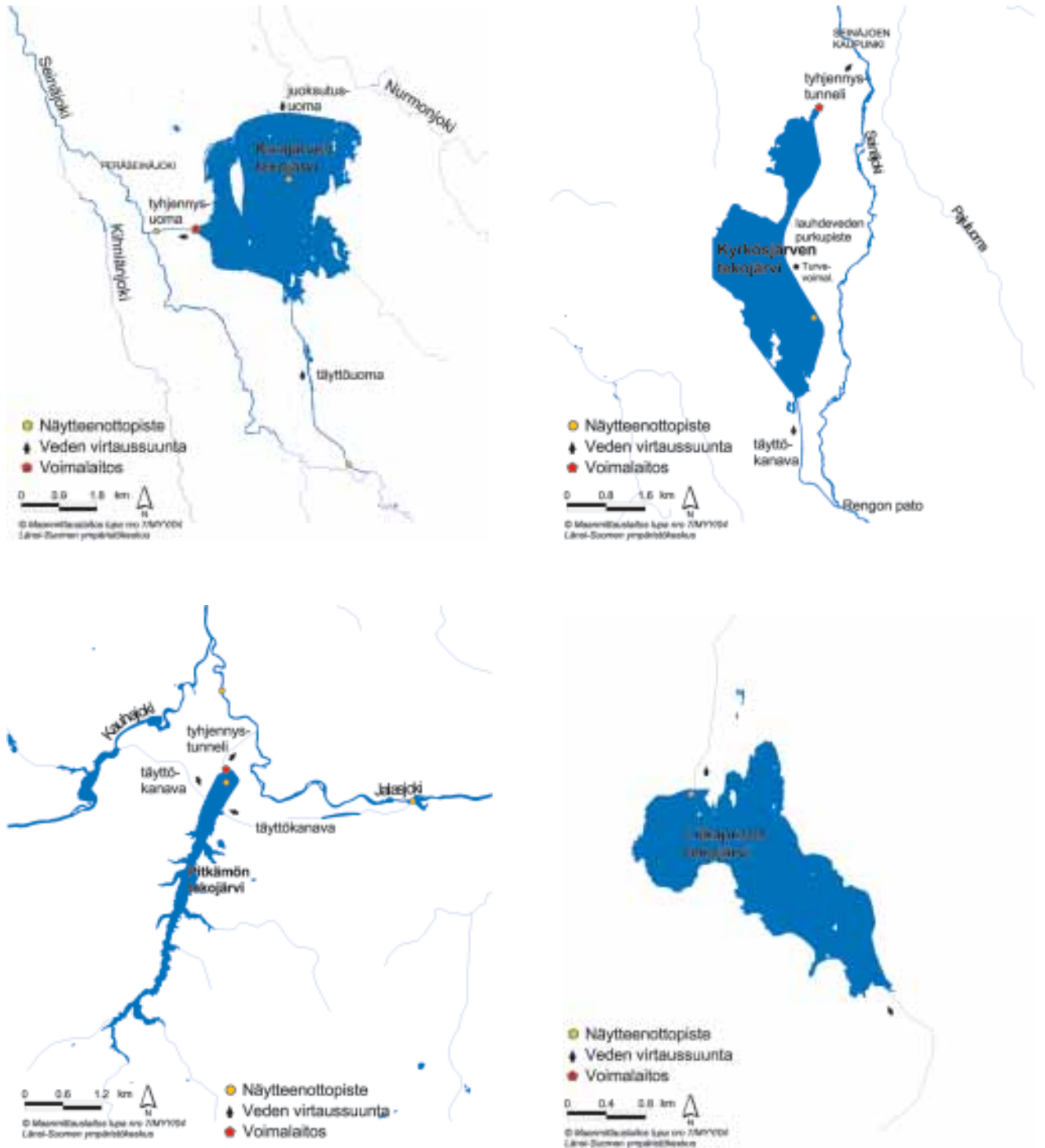
## ***Yleiskuvaus***

Kalajärven, Kyrkösjärven ja Liikapuron tekojärvet sijaitsevat Seinäjoen valuma-alueella ja Pitkämön tekojärvi lähellä Jalasjoen ja Kauhajoen yhtymäkohtaa (kuvat 1 ja 2). Pitkämön tekojärven valuma-alue on suuri, koska tekojärveen johdetaan sekä Kauhajoen että Jalasjoen vesiä. Myös Kalajärven tekojärveä varten johdetaan vettä Seinäjoen sivujoen (Kihniänjoki) yläosasta Seinäjoen pääuomaan (Savva-Nukala ym. 1999). Tätä varten on tehty täyttökanaavia ja tyhjennyskanavia, ja samalla on syntynyt niin sanottuja kuivia uomia.



Kuva 1. Tekojärvien sijainti Kyrönjoen valuma-alueella.

Kalajärven, Kyrkösjärven ja Liikapuron tekojärvet on padottu lähinnä metsä- ja suomaiden päälle ja Pitkämön tekojärvi on padottu rotkoon (Savea-Nukala ym. 1999, Kyrönjoki - elävä joki). Aiempien vesialueiden osuus altaiden pinta-alasta on niin pieni, esimerkiksi 255 ha Kalajärven (Leino 1998), että kyseisiä tekojärviä voidaan pitää täysin keinotekoisina. Kalajärven pohjasta noin 20 % ja Kyrkösjärven pohjasta noin 50 % on suota (Koskenniemi 1983 ja 1995). Myös Liikapuron pohjasta 75 % on suota, mutta Pitkämön pohjassa ei ole suota (Kenttämies 1980).



Kuva 2. Kyrönjoen tekojärvet ja niiden pohjaeläin- ja vesinäytteenottoaikat.

## Tekojärvien säännöstely

Tekojärvien vedenpinta lasketaan maalishuhtikuussa (kuva 3), mutta pidetään muuna aikana tasaisesti lähellä ylärajaa. Säännöstelyrajat tekojärvissä vaihtelevat paljon. Pitkämön tekojärvi on näistä tekojärvistä syvin ja sillä on myös suurin säännöstelyväli, 5-6 m. Käytännössä vedenkorkeuden vaihtelut voivat olla pienemmät kuin sallitut rajat (taulukko 1). Vuonna 2002 suurimmat vaihtelut olivat Kalajärven tekojärvellä (kuva 3). Säännöstely on lieventynyt ja vuoden minimivedenkorkeus on pysynyt samalla tasolla 1990-luvun alusta lähtien (kuva 4). Tekoaltaista juoksetetaan pääosin pohjanläheistä vettä, mutta juoksutuksen ollessa suurempaa juoksetetaan vettä myös lähempää pintaa (Syvänen, suullinen tiedonanto 29.1.2004). Juoksutukset voivat joskus näkyä pyörteenä Pitkämön tekojärven pinnassa (Syvänen, suullinen tiedonanto 29.1.2004). Veden teoreettinen viipymä vaihtelee huomattavasti säännöstelyn takia. Viipymä on pitkä esimerkiksi kesällä, kun järven vedenkorkeus on suuri ja lähtevä virtaama pieni (Koskenniemi 1983). Kevään sulamissäännöstely tarkoittaa yleensä, että altaiden vesimassasta yli puolet vaihtuu kuukauden sisällä.

Kyrönjoen tekojärvien voimalaitoksia lyhytaikaissäännöstellään. Säännöstely näkyy alivirtaamakausina vedenkorkeuden ja virtaaman rytmillisenä vaihteluna joen alajuoksulla ainakin Ylistaroon saakka (Ranta 1985, Lax ym. 1998). Talvella ennen kevättulvaa tapahtuva tyhjennysjuoksutus Kalajärven ja Kyrkösjärven altaista aiheuttaa suuren virtaaman Seinäjoessa, vaikka osavaluma-alueen koko on suhteellisen pieni (Lax ym. 1998). Seinäjoessa ja Kyrönjoen päähaarassa Pitkämön altaan alapuolella lyhytaikaissäännöstelyn vedenkorkeuden vuorokausivaihtelu on noin 0,3-0,5 m (Ranta 1985, Lax ym. 1998). Tekojärvien alapuolisen jokiosuuden virtaaman maksimin ajankohta ei seuraa vuodenaikoja (kuva 5). Virtaama on usein suuri keväällä, mutta huippuja esiintyy myös muina vuodenaikoina.

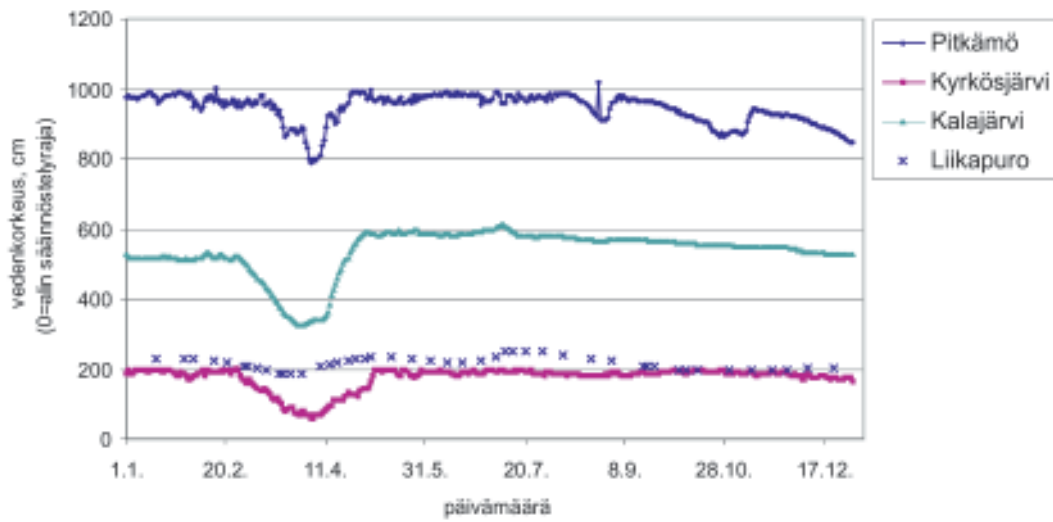
Taulukko 1: Tekojärvien ominaispiirteet.

	Kalajärven tekojärvi	Kyrkösjärven tekojärvi	Liikapuron tekojärvi	Pitkämön tekojärvi
juoksutusten alkamisvuosi <sup>(1)</sup>	1977	1981	1967	1970
ikä vuonna 2003	26	22	36	33
pinta-ala, HW km <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	11,3	6,4	3,1	1,0
keskisyvyys, m <sup>(2)</sup>	3,8	2,4	1,5	7,0
maks. syvyys, m <sup>(1)</sup>	9,0	6,0	5,7	26,5
varastotilavuus milj. m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	42	11	4,5	6,5
valuma-alue, km <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	512	820	27	2116
teor. viipymä, vrk <sup>(2)</sup>	110	23	296	4
säännöstelyrajat, N <sub>43</sub> <sup>(1)</sup>	105,50-99,5	81,25-79,25	133,0-130,5	68,50-58,50
(säännöstelyväli vuodesta 1990)	(2-4 m)	(0,5-2 m)	(0,5-2 m)	(1-3 m)

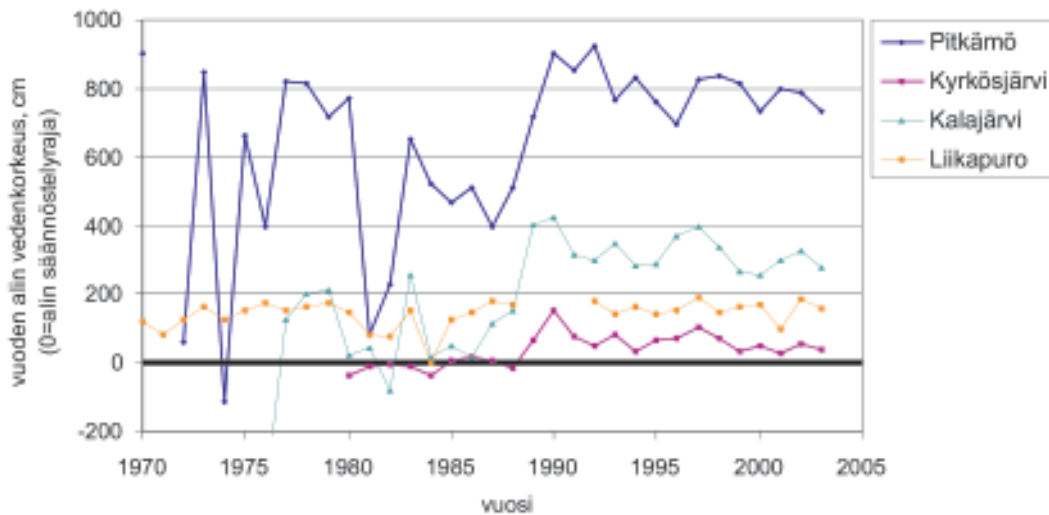
1) Ranta 1985

2) Koskenniemi 1995

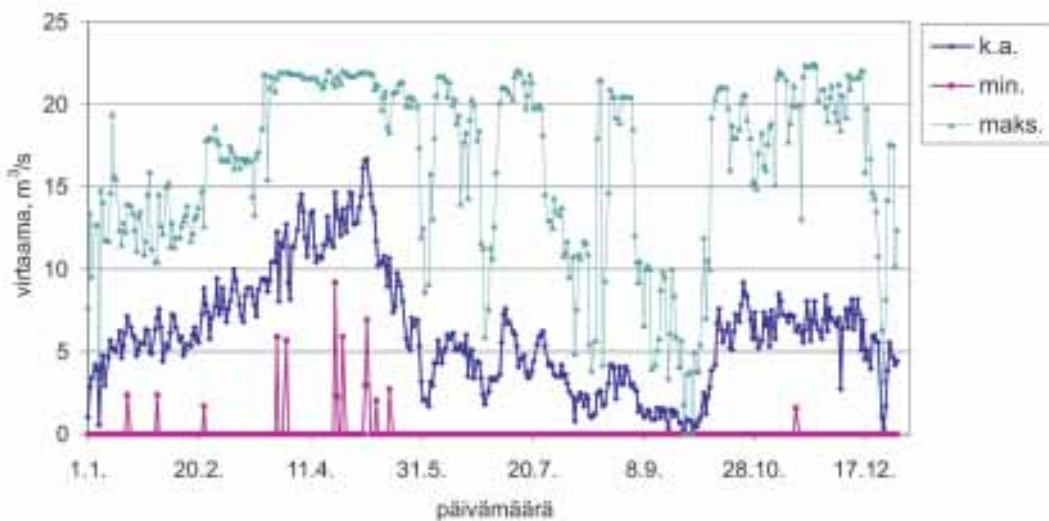




Kuva 3. Vedenkorkeuden (vuorokausikeskiarvo) vaihtelu Kyrönjoen tekojärvissä vuonna 2002. 0 = alin säännöstelyraja.



Kuva 4. Vuoden alhaisin vedenkorkeus (vuorokausikeskiarvo) Kyrönjoen tekojärvillä. 0 = alin säännöstely raja.



Kuva 5. Virtaama Kyrkösjärven alapuolella vuosina 1993-2002. Havaintojen lukumäärä 365-366 kpl/vuosi, 351 vuonna 2001 ja 277 vuonna 2002.

## **Maankäyttö ja vesistötyöt tekojärvien valuma-alueilla**

Kyrönjoen valuma-alueella maankäyttö on intensiivistä. Noin kolmasosa valuma-alueesta on peltoa, kaksi viidesosaa metsää ja yksi viidesosa suota (Savea-Nukala ym. 1997). Suurin osa soista ja soistuvista metsistä on ojitettu (Savea-Nukala ym. 1997). Tämän vuoksi Kyrönjoen vesi on tummaa, runsasravinteista ja hapanta. Pitkämön yläpuolella on kaksi jätevedenpuhdistamo ja Kyrkösjärven ja Kalajärven välissä on Peräseinäjoen puhdistamo (Katajisto 2001). Peräseinäjoen ja Seinäjoen välille on tehty siirtoviemäri, jonka ansiosta Peräseinäjoen puhdistamo on lopetettu. Myös haja-asutuksen jätevedet kuormittavat Kyrönjokea (Savea-Nukala ym. 1997). Karjalouden kuormitus on laskenut huomattavasti lannan paremman käsittelyn ansiosta.

Kalajärven valuma-alueesta suurin osa on metsätalouskäytössä olevia metsiä ja soita, joista suurin osa on ojitettu (Lax ym. 1998). Latvoilla on turvetuotantoalueita ja etenkin alempana jokivarsilla runsaasti peltoja (Lax ym. 1998). Myös Pitkämön tekojärven valuma-alueen latvoilla on metsää ja turvetuotantoalueita, ja jokivarsilla peltoja (Katajisto 2001). Happamia alunamaita esiintyy pääasiassa Ilmajoen ja Seinäjoen alapuolella (Lax ym. 1998), eli niillä ei ole yhtä suurta merkitystä tekojärvien valuma-alueilla kuin Kyrönjoen alajuoksulla. Jalasjärvellä on Pitkämön yläpuolella kuitenkin Luopajärven järvikuivio, jonka vedet alunamaiden johdosta ovat ajoittain hyvin happamia.

Vesistöarakentaminen Kyrönjoella on ollut laajamittaista, jokea on perattu, pengerrytetty, on rakennettu patoja ja pumppaamoita. Erilaisilla vesistöillä, kuten perkauksilla ja pengerryksillä, on tilapäisiä ja pitkäaikaisia vaikutuksia vedenlaatuun (Vesihallitus 1983). Sameus, kiintoaine- ja rautapitoisuudet muuttuvat tilapäisesti. Sen sijaan eroosio, happiongelmat ja happamuusongelmat ovat pitkäaikaisia. Pumppaamoilla on merkitystä happamien vesien määrään (Vesihallitus 1983). Liikapuron yläpuolella ei ole tehty vesistötyöitä. Pitkämön yläpuolelle on rakennettu kaksi täyttökanaavaa Pitkämön altaan yhteydessä ja säännöstelypato Jalasjokeen (Savea-Nukala ym. 1999). Kalajärven yläpuolella on tehty ojituksia (Rintavainion alue) 1986-1987 ja Seinäjoen yläosan perkaus 1988-1989 (Lax ym. 1998)(kuva 1). Kalajärven yläpuolella sijaitsee myös Seinäjärvi, jota säännöstellään. Seinäjärvi ja Kurjenjärvi on yhdistetty kaivetulla ojalla. Kyrkösjärven vaikuttavat Kalajärvi ja sen yläpuolella tehdyt työt. Kyrkösjärven yläpuolella on myös suoritettu Seinäjoen keskiosan pengerryks kevään 1994 ja kevään 1995 välisenä aikana (Teppo et al. 2002). Seinä- ja Kihniänjokeen Peräseinäjoen kunnan alueella, rakennettiin 12 kpl pohjapatoa vuosina 1996-1997 (Teppo 1997). Seinäjoen keskiosassa on Ojaluoma ja sen ojaverkoston ojitettu ja perattu vuosina 1986-1987 (Lax ym. 1998).

# KYRÖNJOEN TEKOJÄRVIEN VEDENLAATU JA SEN KEHITYS

*Anna Bonde*

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>13</b>
2.1 Tekojärvien tila ja kehitys .....	13
2.2 Tekojärvien vesistövaikutus .....	14
<b>3 TEKOJÄRVIEN TILA JA KEHITYS</b> .....	<b>15</b>
3.1 Vedenlaatu .....	15
3.1.1 Kalajärvi .....	15
3.1.2 Kyrkösjärvi.....	15
3.1.3 Pitkämäo ja Liikapuro.....	15
3.2 Tekojärvien sisäinen dynamiikka .....	17
3.2.1 Talvinen happipitoisuus .....	17
3.2.2 Kesän klorofyllipitoisuus .....	19
3.2.3 Pitoisuustasojen ja vaihtelun muutos .....	21
<b>4 TEKOJÄRVIEN VESISTÖVAIKUTUS</b> .....	<b>23</b>
4.1 Yleistä tekojärvien vaikutuksista alapuoliseen vesistöön .....	23
4.2 Kyrönjoen tekojärvien vesistövaikutus.....	23
4.3 Tekojärvien vesistövaikutuksen kehitys.....	25
<b>5 TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	<b>26</b>
<b>Kiitokset</b> .....	<b>27</b>
<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>28</b>
<b>Liite</b> .....	<b>30</b>

# 1

## JOHDANTO

Suomessa tekojärvien vesi on yleensä hapanta ja siinä on paljon humusaineita. Vedenlaatuun vaikuttavat maankäyttö valuma-alueella, säännöstely ja sisäiset tekijät kuten suon osuus pohjasta, järven ikä ja veden teoreettinen viipymä (Vogt 1978). Vogt (1978) on jakanut tekojärvien kehityksen kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisinä käyttövuosina hajotustoiminta on erittäin voimakasta. Kun helposti hajoava aines on käytetty, jatkuu eroosiovaihe, jonka aikana hajotustoiminta on hitaampaa. Kolmas ja viimeinen vaihe merkitsee luonnollisen säännöstellyn järven kaltaista tasapainovaihetta. Tekojärvissä talvisen happipitoisuuden on todettu parantuvan iän myötä, kuten myös väriarvojen ja pH:n (Kinnunen 1986).

Kyrönjoen tekojärvien tarkkailutulokset raportoidaan Kyrönjoen vesistötöiden tarkkailutuloksien kanssa (esimerkiksi Lax ym. 1998, Tolonen & Sivil 2003 ja Tolonen 2003). Vedenlaatutuloksia on myös raportoinut muun muassa Gustafsson (1979), Ranta (1987), Koskenniemi (1995) ja Leino (1998). Koskenniemi (1995) käsittelee mm. näiden neljän tekojärvien vedenlaatua ja kuvaili niiden erityispiirteet vedenlaadun kannalta.

Tämän raportin tarkoituksena on tarkastella Kyrönjoen tekojärvien vedenlaatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Myös tekojärvien vaikutusta alapuoliseen vesistön vedenlaatuun tarkastellaan.

## AINEISTO JA MENETELMÄT

Tiedot vedenlaadusta, veden fysikaalisista ominaisuuksista, vedenkorkeuksista ja virtaamista haettiin ympäristöhallinnon Hertta-järjestelmästä. Näytteet ovat Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ottamia ja analysoimia lukuun ottamatta muutamia Kyrkösjärven näytteitä, jotka Etelä-Pohjanmaan vesitutkijat ry on ottanut ja analysoinut.

Liitteessä 1 ovat tiedot Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion vuonna 2003 käyttämistä määrittämenetelmistä, määrittämenetelmien mittauserävarmuuksista ja määrittärajajoista sekä tieto, onko määrittämenetelmä akkreditoitu. Kaikki käytetyt arvot ovat määrittärajojen sisällä.

### 2.1 Tekojärvien tila ja kehitys

Vedenlaatututkimusta varten valittiin järven syvännepaikka, josta oli otettu enien näytteitä (taulukko 1). Samoja näytteenottoaikoja, kuin vedenlaadun tarkastelussa, käytettiin myös tekoaltaiden sisäisen dynamiikan tarkastelussa. Tarkastelussa on käytetty yksi näyte per kuukausi ja paikka.

Taulukko 1. Näytteenottoaikat tekojärvien syvänteillä.

Paikka	maks. syvyys, m	YK-Pohj	YK-ltä
Kalajärvi syväne	5,2	6945747	3301440
Kyrkösjärvi syväne	6,3	6965615	3286650
Liikapuron allas	4,1	6924159	3297441
Pitkämön allas syv. P6	21,9	6950439	3264437

Happitutkimusta varten käytettiin tuloksia näytteistä 3 m syvyydeltä (1-4 m pohjasta) ja Kalajärvellä myös pohjanläheisestä vesikerroksesta (1 m pohjasta). Jääpeiteajan pituus on laskettu Lappajärven jäänpaksuuden tietoista, koska tekojärvien jääpeiteaika ei seurata säännöllisesti. Laskemiseen käytettiin PÄIVÄT360-funktiota, missä *aloituspäivä* (jäätymispäivä) oli syksyn ensimmäinen havaintopäivä ja *lopetuspäivä* (jäänlähtöpäivä) kevään viimeinen havaintopäivä (jäänpaksuus yli 0). Jäänpaksuus tarkistetaan talvikaudella kaksi kertaa kuukaudessa ja käytännössä jääpeiteajan pituus on pitempi kuin laskettu arvo.

Klorofyllitutkimusta varten käytettiin tuloksia 0-2 m (0-3 m vuonna 1982) syvyydestä otetuista kokoomanäytteistä. Veden lämpötilan mittaustulokset ovat 1 m syvyydeltä.

Altaiden vedenlaadun syy-seuraussuhteita tarkasteltiin lineaarisella regressio-analyysillä. Regressioanalyysillä saadaan selityssaste ( $R^2$ ), joka kertoo kuinka suuri vaikutus esim. jääpeiteajan pituudella on happipitoisuuteen. Regressioanalyysiin valittiin muuttujat, joiden keskinäinen korrelaatio (Spearman) oli pieni.

Pitoisuusvaihtelun muutosta varten etsittiin vedenlaatumuuttujien maksimi- ja minimiarvojen ajankohdat. Vedenlaatu on usein huonoin maaliskuu- ja huhtikuussa ja paras elokuussa. Valittiin maaliskuu ja elokuu, koska näytteet on useimmiten otettu tällöin. Kalajärvestä ja Kyrkösjärvestä on eniten tietoa tähän tutkimukseen. Pitkämöstä ja Liikapurosta löytyy hajanaista tietoa vuodesta 1972 vuoteen 1985 saakka ja siksi ne on jätetty pois tästä tarkastelusta.

## 2.2 Tekojärvien vesistövaikutus

Tekoaltaiden vaikutusta alapuoliseen vesistöön tutkittiin vertaamalla vedenlaatua altaan ylä- ja alapuolella. Tutkimusta varten valittiin kaikki näytteet, jotka oli otettu sekä altaan yläpuolelta että alapuolelta samana päivänä. Näytteenottopaikat ovat taulukossa 2. Kalajärvestä, Kyrkösjärvestä ja Pitkämöstä on eniten vedenlaatutietoa tähän vertailuun. Liikapuron tekojärveltä puuttuvat tähän tutkimukseen sopivat näytteet.

*Taulukko 2. Näytteenottopaikat tekojärvien ylä- ja alapuolella.*

Paikka	YK-Pohj	YK-ltä	Järvi		Etäisyys järvestä
Kalajärvi täyttökanava	6938971	3302864	Kalajärvi	yläpuolella	4,5 km
Kalajärvi tyhj.kanava	6944511	3298287		alapuolella	1,0 km
Täyttökanava (Kyrkösj.)	6963405	3286400	Kyrkösjärvi	yläpuolella	0,9 km
Upan silta	6971361	3287198		alapuolella	2,5 km
Jalasjoen säänn. pato	6950147	3267354	Pitkämö	yläpuolella	3,1 km
Jalasjoki Saukkoranta	6951871	3264370		alapuolella	2,2 km

## TEKOJÄRVIEN TILA JA KEHITYS

### 3.1 Vedenlaatu

#### 3.1.1 Kalajärvi

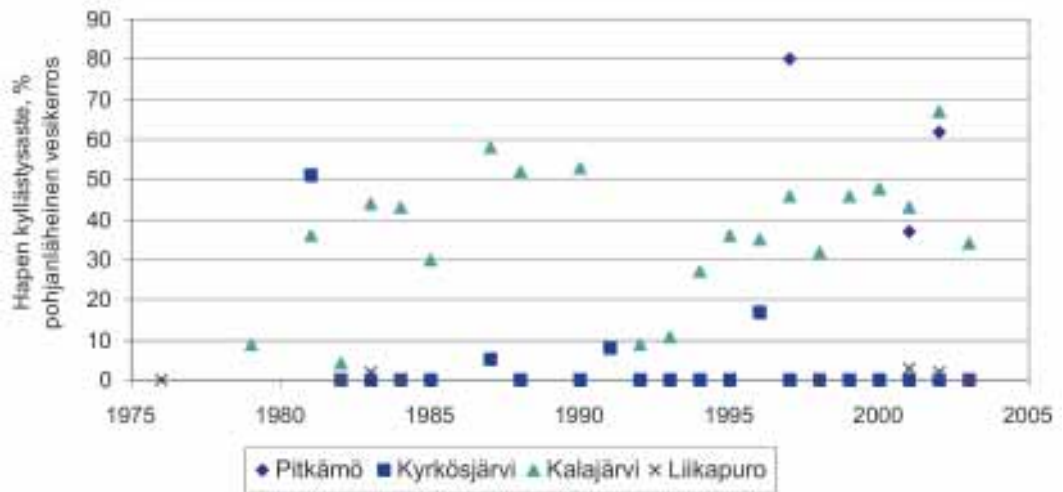
Kalajärven tekojärvi on rehevä ja hyvin tummavetinen. Ravinnepitoisuudet, klorofyllipitoisuus ja väriarvo ovat korkeita. Happipitoisuus vaihtelee paljon, mutta talvella pitoisuudet (kuva 1) ovat yleensä pienemmät kuin kesällä. Talvisin happipitoisuus voi ajoittain laskea myös pintavedessä. Veden värissä ja kokonaistyyppi-pitoisuudessa ei juurikaan ole muutosta ajanjaksolla 1976-2003 (taulukko 3). Kokonaisfosforipitoisuudet ovat sen sijaan laskeneet, ja klorofyllipitoisuudet ovat nousseet (kuva 2). Veden pH-arvo näyttää nousevan vähän 1990-luvulla (kuva 3). Kalajärven valmistumisen jälkeen 1970-luvulla ravinnepitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti, kunnes 1980-luvun aikana tasoittuivat (Leino 1998). Myöskään aikaisemmassa tutkimuksessa (Leino 1998) ei ole todettu muutosta värissä tai kemiallisessa hapenkulutuksessa.

#### 3.1.2 Kyrkösjärvi

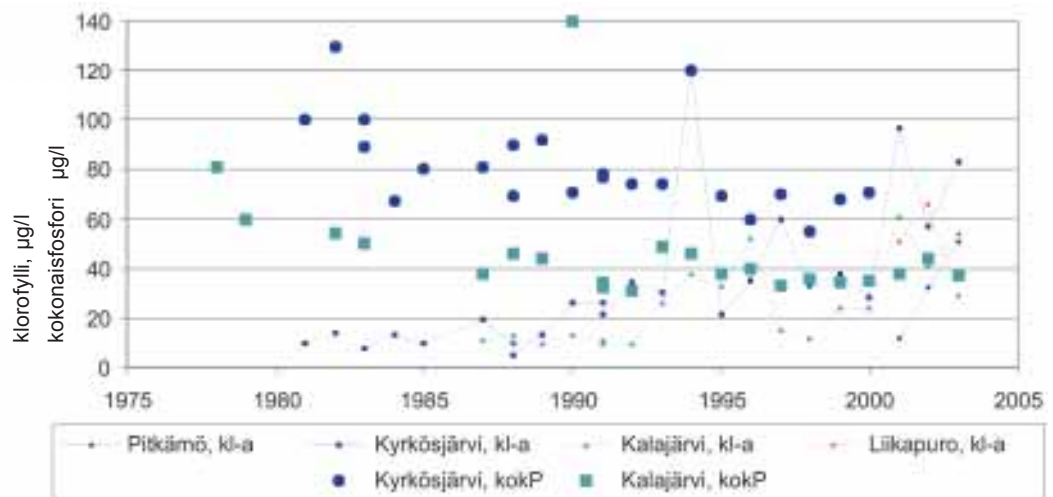
Kyrkösjärven tekojärveä luonnehtivat korkeat ravinnepitoisuudet, klorofyllipitoisuus ja väriarvo, joten järvi on sekä rehevä että polyhumoosinen. Järven pohjanläheisessä vesikerroksessa on happikatoa talvisin (kuva 1). Myös kesäisin happipitoisuudet voivat olla heikentyneet. Näytteenottopiste sijaitsee pienialaisessa syvänteessä, eikä ole edustava koko järvelle. Pintaveden happitilanne on hyvä ympäri vuoden. Veden värissä ja kokonaistyyppi-pitoisuudessa ei ole suuria muutoksia ajanjaksolla 1982-2000 (taulukko 3). Kokonaisfosforipitoisuudet ovat sen sijaan laskeneet, ja klorofyllipitoisuudet ovat nousseet (kuva 2). Koskenniemi (1995) totesi, että Kyrkösjärven vedenlaatu oli parantunut vähän 1981-1994.

#### 3.1.3 Pitkämä ja Liikapuro

Pitkämön ja Liikapuron tekojärvet ovat reheviä ja hyvin tummavetisiä. Näistä tekojärvistä on otettu vain vähän vesinäytteitä ja siksi on vaikeaa tehdä pitempiaikaisia johtopäätöksiä vedenlaadun muutoksesta. Syvässä Pitkämössä pohjanläheisen vesikerroksen happitilanne on kesäisin usein huono, ja toisin kuin muissa järvissä tilanne on parempi talvella kuin kesällä (kuva 1). Talvisin Liikapurossa pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuus on pieni (kuva 1) ja myös pintaveden happitilanne saattaa olla heikentynyt. Kesäisin happipitoisuudet ovat paremmat. Ravinnepitoisuudet ja klorofyllipitoisuudet ovat korkeita sekä Liikapurossa että Pitkämössä (kuva 2). Vuonna 1991 Pitkämön allas oli mukana Kyrönjoen yläosan yhteistarkkailussa. Raportissa todettiin, että altaan vedenlaatu on jokien tavoin hyvin vaihteleva (EPVT 1992).



Kuva 1. Happipitoisuus Kyrönjoen tekojärvien pohjanläheisessä vesikerroksessa maaliskuussa.

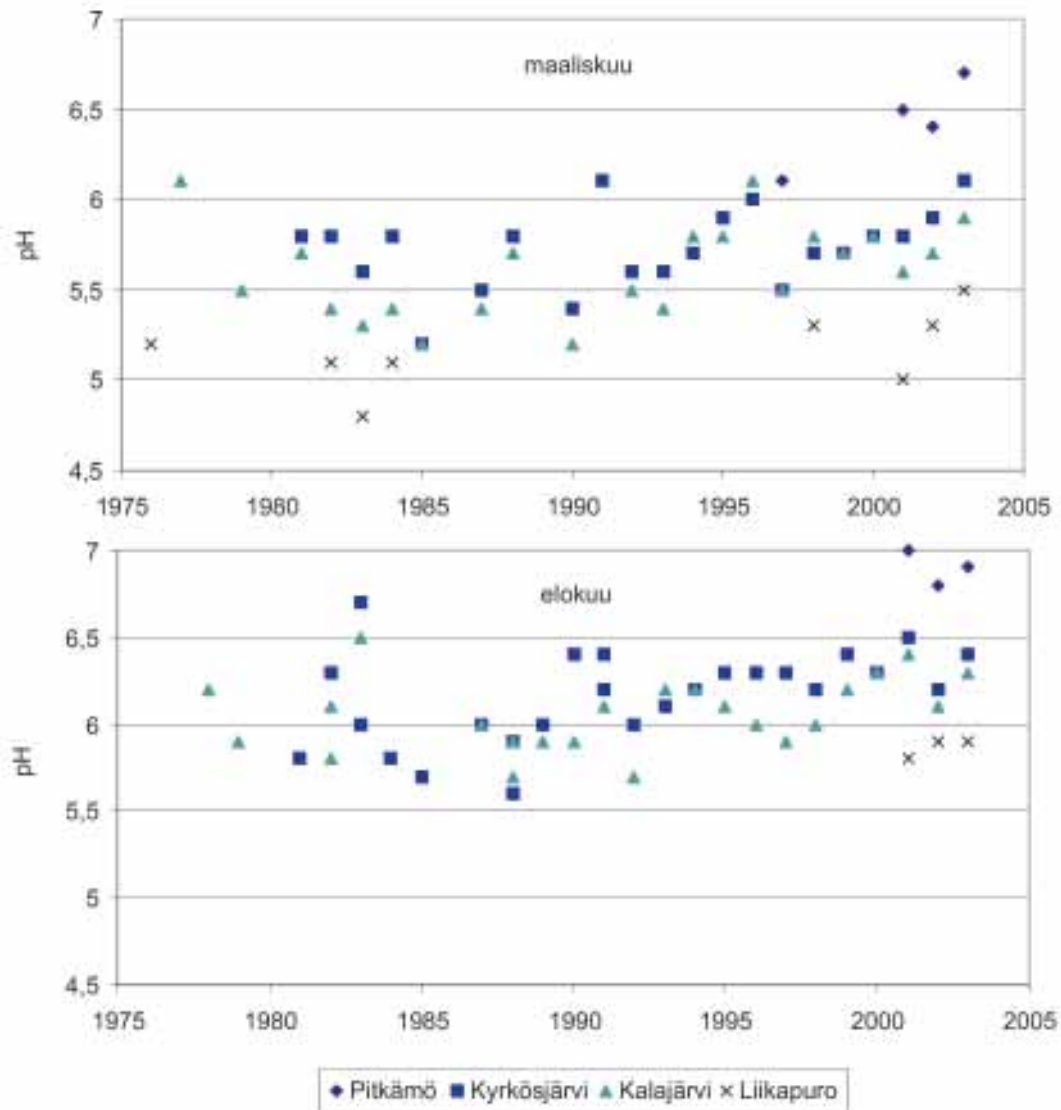


Kuva 2. Klorofyllin ja kokonaisfosforin pitoisuudet elokuussa Kyrönjoen tekojärvien pintavedessä.

Taulukko 3: Kyrönjoen tekojärvien pintaveden väriarvot ja kokonaistyyppipitoisuudet maaliskuussa v. 1976-2003. Taulukossa esitetään keskiarvot ja vaihteluvälit.

	Kalajärvi	Kyrkösjärvi	Pitkämä	Liikapuro
Väri (mg Pt/l)	210 (120-320)	230 (160-320)	200	250 (180-300)
Kokonaistyyppi (µg/l)	990 (700-1700)	1140 (820-2000)	2600	980 (760-1300)





Kuva 3. Pintaveden pH Kyrönjoen tekojärvissä maaliskuussa ja elokuussa.

## 3.2 Tekojärvien sisäinen dynamiikka

### 3.2.1 Talvinen happipitoisuus

Kalajärvestä ja Kyrkösjärvestä löytyy eniten tietoa talvisesta happipitoisuudesta. Kalajärvestä pohjanläheisessä vesikerroksessa (3-6 m) talviset happipitoisuudet vaihtelevat eniten. Regressioanalyysillä testattiin myös hapen kyllästysaste 3 m syvyydessä. Kyrkösjärven talviset happipitoisuudet ovat useimmiten lähellä 0 mg/l, siksi käytettiin tulokset 3 m syvyyden pitoisuuksia. Lineaarilla regressioanalyysillä testatut muuttujat ovat taulukoissa 4 ja 5.

Taulukko 4: Regressioanalyysin muuttujat. Kalajärven tekojärven vedenlaatutiedot ovat maaliskuussa v. 1979, 1981, 1983, 1984, 1988, 1990, 1992-2003.

Kalajärven tekojärvi	N	Min	Max	Keskiarvo	Keskihajonta
Hapen kyllästysaste, %, pohjanläheisessä vesikerroksessa	18	9	67	37	16
Hapen kyllästysaste, %, 3 m syvyydessä	15	31	69	56	13
Altaan ikä, vuotta	18	2	26	16	7
Keskivedenkorkeus, N <sub>43</sub> cm, maaliskuussa	18	10120,5	10483,6	10316,5	92,6
Jääpeiteajan pituus, päivää, Lappajärvellä	18	80	169	130	26

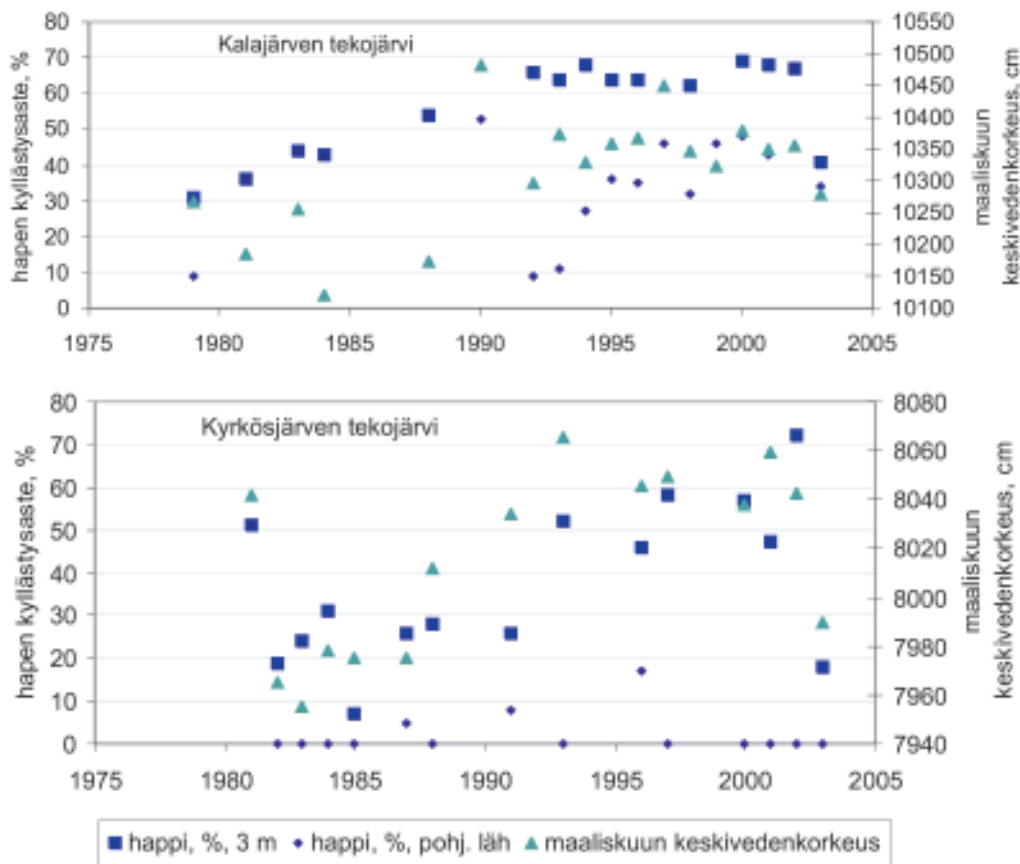
Taulukko 5: Regressioanalyysin muuttujat. Kyrkösjärven tekojärven vedenlaatutiedot ovat maaliskuussa v. 1981-1985, 1987, 1988, 1991, 1993, 1996, 1997, 2000-2003.

Kyrkösjärven tekojärvi	N	Min	Max	Keskiarvo	Keskihajonta
Hapen kyllästysaste, %, pohjanläheisessä vesikerroksessa	15	0	51	5	13
Hapen kyllästysaste, %, 3 m syvyydessä	15	7	72	37	18
Altaan ikä, vuotta	15	0	22	11	8
Keskivedenkorkeus, N <sub>43</sub> cm, maaliskuussa	15	7955,2	8065,8	8015,1	38,0
Jääpeiteajan pituus, päivää, Lappajärvellä	15	80	169	135	26

Altaan ikä, keskivedenkorkeus ja jääpeiteajanpituus selittävät yhteensä noin 26 % pohjanläheisen vesikerroksen hapen kyllästysasteen vaihtelusta Kalajärven tekojärven. Altaan ikä selittää yksin noin 9 % ja jääpeiteajan pituus yksin noin 17 % vaihtelusta. Vedenkorkeudella on hyvin pieni merkitys (1 %).

Kun testattiin happitilanteeseen 3 m syvyydessä vaikuttavia tekijöitä, altaan ikä selitti noin 50 % happivaihtelusta Kalajärvellä ja noin 27 % Kyrkösjärven happivariaatiosta. Kalajärvellä kaikki muuttujat selittivät noin 70 % happikyllästysasteen vaihtelusta, vedenkorkeus yksin selitti 53 % ja jääpeiteajan pituus yksin 30 %. Kyrkösjärvellä nämä kolme muuttujaa selittivät noin 67 % vaihtelusta, vedenkorkeus yksin selittää 63 % ja jääpeiteajan pituus yksin selittää 19 %. Näiden tulosten perusteella vedenkorkeudella on suurempi merkitys kuin jääpeiteajan pituudella.

Kuvassa 4 näkyy, että happitilanne 3 m syvyydellä on parantanut altaan iän myötä. Myös keskivedenkorkeus on noussut, mutta korrelaatio ei ole tilastollisesti merkittävä. Vuonna 2003 vedenkorkeus oli 50-77 cm matalampi kuin vuonna 2002, mikä myös näkyy hapen kyllästysasteessa (kuva 4).



Kuva 4. Hapen kyllästysaste (%) ja keskivedenkorkeus (cm) maaliskuussa Kalajärven ja Kyrkösjärven tekojärvissä.

### 3.2.2 Kesän klorofyllipitoisuus

Elokuun klorofyllipitoisuudet ovat nousseet Kalajärvessä ja Kyrkösjärvessä 1990-luvun alusta lähtien (kuva 5). Myös Pitkämössä ja Liikapurossa klorofylliarvot ovat korkeat. Tekojärvissä klorofyllipitoisuudet nousevat alkukevällä ja ovat korkeimmillaan elokuussa ja syyskuussa.

Kasviplanktonin määrää kuvaava klorofyllipitoisuus riippuu lämpötilasta, ravinteista ja valosta (Särkkä 1996). Myös viipymällä saattaa olla merkitystä. Kalajärvessä ja Kyrkösjärvessä kokonaisfosforipitoisuus ja fosfaattifosforipitoisuus ovat laskeneet, joten niillä ei voi olla merkitystä klorofyllipitoisuuksien nousuun. Myös elokuun nitraatti-nitriittityypen pitoisuudet ovat laskeneet. Veden happamuus näyttää vähenevän (kuva 3) ja siksi testissä käytettiin myös alkaliniteettiä. Linearisella regressioanalyysillä testatut muuttujat ovat taulukoissa 6 ja 7.

Taulukko 6: Regressioanalyysin muuttujat. Kalajärven tekojärven vedenlaatutiedot ovat pintavedestä elokuussa v. 1982, 1987-2003.

Kalajärven tekojärvi	N	Min	Max	Keskiarvo	Keskiahajonta
Klorofylli-a, $\mu\text{g/l}$	18	9	61	25	17
Altaan ikä, vuotta	18	5	26	17	6
Kokonaistyyppi, $\mu\text{g/l}$	18	540	880	680	90
Lämpötila, $^{\circ}\text{C}$	18	15	21	18	2
Väri-luku, mg Pt/l	18	140	250	180	30
Alkaliniteetti, mmol/m	18	0,040	0,080	0,059	0,013

Taulukko 7: Regressioanalyysin muuttujat. Kyrkösjärven tekojärven vedenlaatutiedot ovat pintavedestä elokuussa v. 1981-1985, 1987-2003.

Kyrkösjärven tekojärvi	N	Min	Max	Keskiarvo	Keskihajonta
Klorofylli-a, $\mu\text{g/l}$	22	8	120	35	30
Altaan ikä, vuotta	22	0	22	11	7
Kokonaistyyppi, $\mu\text{g/l}$	19	100	1200	910	260
Lämpötila, $^{\circ}\text{C}$	22	14	21	18	2
Väriluku, mg Pt/l	19	200	350	250	40
Alkaliniteetti, mmol/m	19	0,070	0,160	0,098	0,024

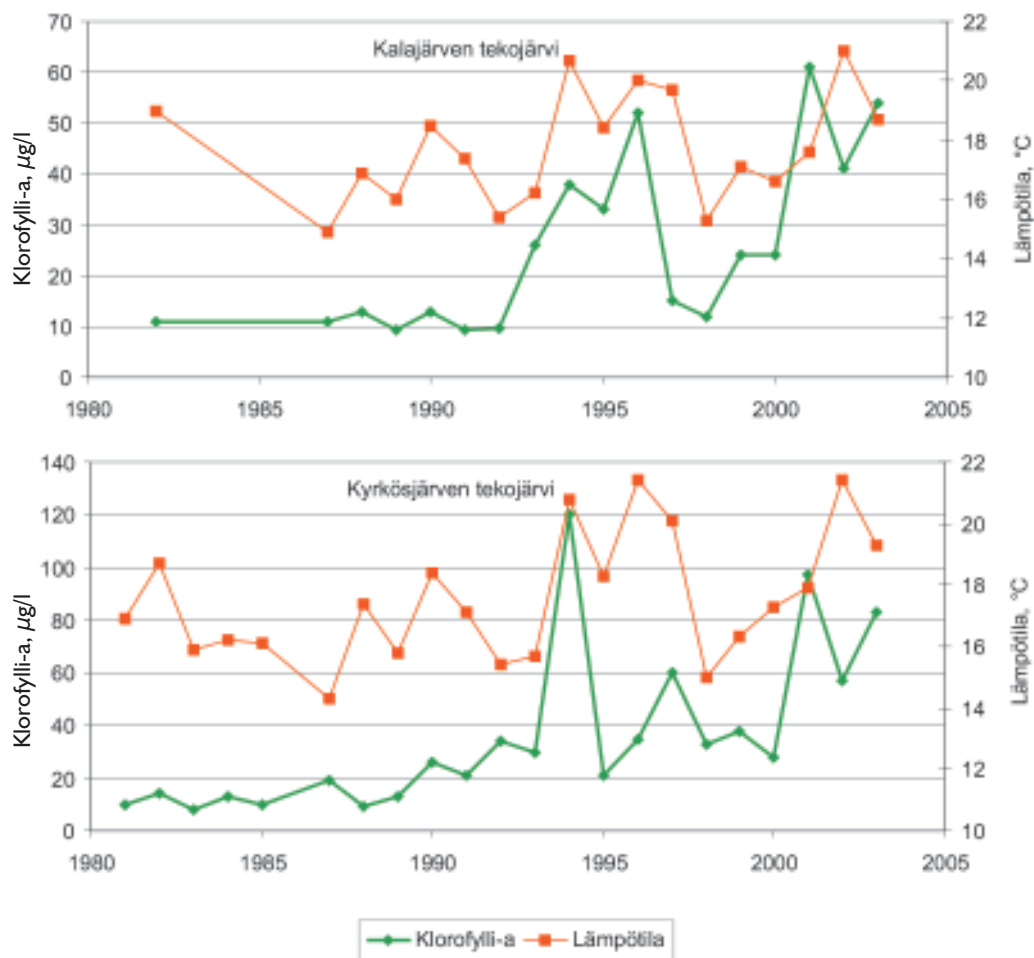
Altaan ikä ja lämpötila selittävät yhdessä noin puolet klorofyllivariaatiosta, mutta jos lisätään alkaliniteetti ja kokonaistyyppi selitysaste nousee 74 %:iin. Altaan iän selitysaste on noin 45 %. Veden lämpötila selittää yksin vähän alle kolmasosan klorofyllipitoisuuksien variaatiosta.

Alkaliniteetillä ja lämpötilalla on keskinäinen korrelaatio, vaikka se ei ole tilastollisesti merkittävä. Korrelaatio johtunee siitä, että nämä muuttujat liittyvät kasviplanktonien perustuotantoon. Lämpötila vaikuttaa perustuotantoon, mikä vaikuttaa alkaliniteettiin näytteenottohetkellä. Alkaliniteetin ja klorofyllin välinen selitysaste on 50-66 %. Heinäkuun keskilämpötila on noussut tai pysynyt samana 1990-luvulla monella Suomen vesistöillä (Korhonen 2002). On myös todettu, että 1990-luku oli aiempia vuosikymmeniä lämpimämpi (Hyvärinen & Korhonen 2003).

Kokonaistyyppi selittää 7,5 % Kyrkösjärven ja 40 % Kalajärven klorofyllivariaatiosta. Kalajärvellä kokonaistyyppi ja alkaliniteetti ovat kasvaneet ja siksi niillä on positiivinen korrelaatio altaan iän kanssa. Kalajärven alkaliniteetti ja kokonaistyyppipitoisuus ovat nyt melkein samalla tasolla kuin Kyrkösjärvessä, jossa ne ovat useimmiten olleet korkeammat. Molemmissa järvissä typen ja fosforin välinen suhde on useimmiten yli 23, joten fosfori on rajoittava tekijä (Wetzel 2001). Fotosynteesi riippuu myös valonsaannista, mutta värillä on pieni merkitys näiden tekojärvien klorofyllivaihteluun.

Klorofyllin määrittämismenetelmään tuli oleellinen muutos vuonna 1993 (siirryttiin asetoni uutosta etanoli uuttoon). Koska eri leväryhmien pigmentit uuttuvat eri liuottimiin eri tavalla ja lisäksi asetoni on huonompi uuttamaan levissä olevia pigmenttejä (SFS 5772, 1993), saattaa menetelmämuutos selittää ainakin osittain klorofyllipitoisuuksien nousua.

Korkeista klorofyllipitoisuuksista vastaa todennäköisesti limalevä *Gonyostomum semen* (Lepistö 9.2.2004). Levänäytteessä, joka on otettu Kalajärven tekojärvestä 13.7.2000, valtalaji oli *Gonyostomum semen*. Korkeista klorofyllipitoisuuksista huolimatta hapen ylikyllästystä, joka osoittaisi voimakasta fotosynteesiä, ei ole havaittu (vuotta 2001 lukuun ottamatta). Limalevä sisältää paljon klorofylliä (Manninen & Kivinen 1985) ja myös pieni määrä levää saattaa kohottaa veden klorofyllipitoisuutta. Leväkukinnot ovat harvinaisia näissä järvissä, mutta Kyrkösjärvellä ja Pitkämöllä niitä on jonkun verran havaittu (Järvenpää 2003). *Gonyostomum*-levän massaesiintymiä on havaittu Suomessa jo 1970-luvulla ja sitä on pyritty selittämään monin tavoin, mm. kuormituksella turvetuotantoalueilta ja kalankasvatuslaitoksista, rehevöitymisellä ja happamoitumisella (Lepistö ym. 1994).

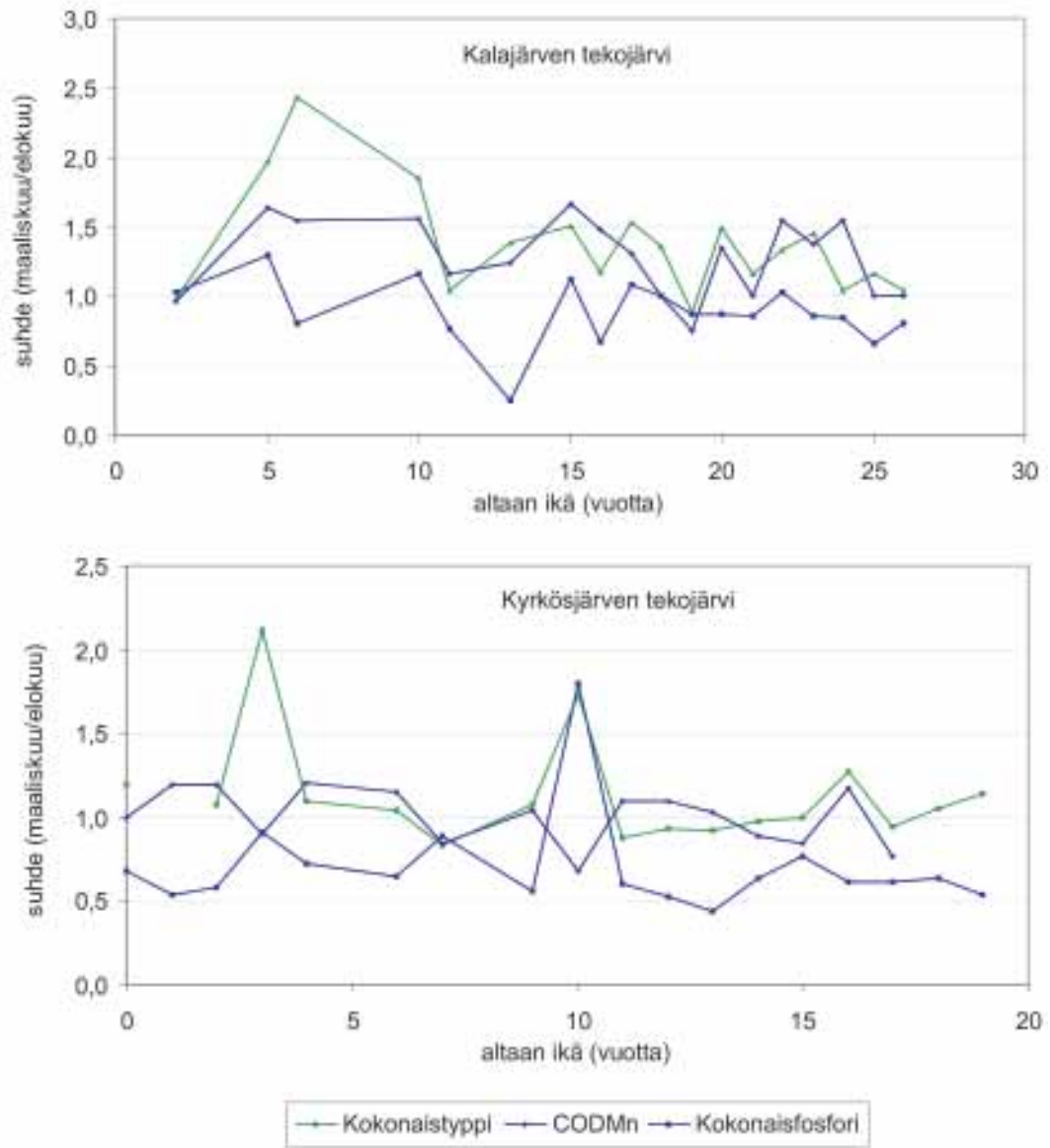


Kuva 5. Klorofyllipitoisuus (µg/l) ja lämpötila (°C) elokuussa Kalajärven ja Kyrkösjärven tekojärvissä.

### 3.2.3 Pitoisuustasojen ja vaihtelun muutos

Maaliskuun ja elokuun pitoisuuksien suhteet laskettiin seuraaville muuttujille: kemiallinen hapenkulutus ( $COD_{Mn}$ ), kokonaisfosfori, kokonaistyyppi (kuva 6). Kokonaistyyppi ja kemiallinen hapenkulutus ovat yleensä korkeammat maaliskuussa kuin elokuussa ja suhde on enimmäkseen yli 1:n. Kokonaisfosforin kannalta tilanne on usein vastakkainen, eli pitoisuudet ovat korkeammat elokuussa kuin maaliskuussa, siksi suhdeluku on usein alle 1:n. Vaihtelut ovat vasta viime vuosina tasaantuneet ja lähestyvät 1:ä.

Koskenniemi (1995) totesi, että vuodenaikaisvaihtelut tekojärvissä ovat suurempia kuin pitkäaikaisvaihtelut. Vogtin (1978) mukaan altaat saavuttavat tasapainotilan vanhetessaan, ja silloin vedenlaatu tasaantuu (Kinnunen 1986). Tasapainotilan ennustettuun saavuttamiseen voi kuluja kymmenestä sataan vuotta (Vogt 1978).



Kuva 6. Vuosittaisen pitoisuusvaihtelun muutos (pintavesi) Kalajärven tekojärvässä vuosina 1979-2003 ja Kyrkösjärven tekojärvässä vuosina 1981-2000.

## TEKOJÄRVIEN VESISTÖVAIKUTUS

### 4.1 Yleistä tekojärvien vaikutuksista alapuoliseen vesistöön

Tekojärvien vaikutus alapuoliseen vesistöön vaihtelee vuoden aikana. Alasaarelan (1986) mukaan tekoaltaat vaikuttavat alapuolisen vesistöosan happipitoisuuksiin lähinnä talvella, ja vaikutus näkyy 80-100 km:n etäisyydellä joissakin vesistöissä. Tekojärvien vedenlaatuun vaikuttavat esimerkiksi säännöstely ja järven ikä, mikä myös vaikuttaa altaasta lähtevän veden laatuun. Säännöstellyn järven koko ja sijainti joen suhteen määrää myös sen vesistövaikutuksen.

Tekojärvet vähentävät suurimpia virtaamia tulva-aikoina ja lisäävät alivirtaamia erityisesti syksyllä ja talvella, mikä vähentää koko vuoden ainevirtaamia (Vesihallitus 1983). Säännöstely siirtää kevättulvan ainemäärää ajallisesti, ja voi aiheuttaa eroosiota tekoaltaan alapuolisessa jokiuomassa, mikä lisää veden kiintoainemäärää (Alasaarela 1986). Toisaalta tulvahuippujen leikkaaminen vähentää kiintoaineen kulkeutumista (Vesihallitus 1983). Alasaarelan (1986) mukaan tekoaltaila on suurin vaikutus alapuoliseen vesistöön ensimmäisinä käyttövuosina. Tällöin tekojärvien vedenlaatu on usein huonoimmillaan (Vogt 1978).

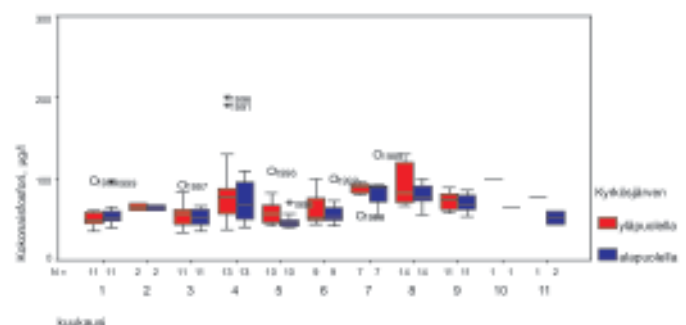
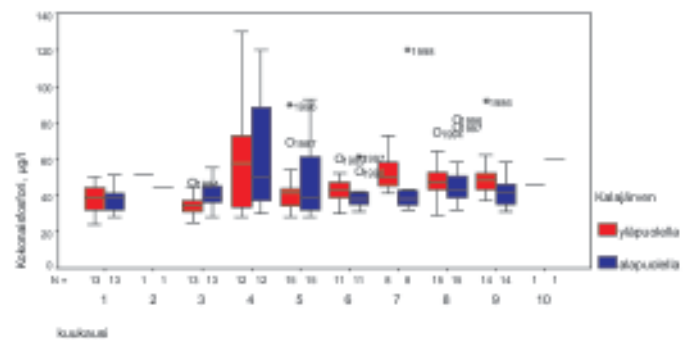
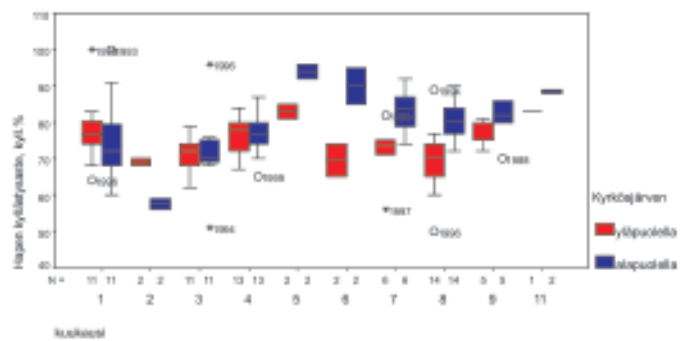
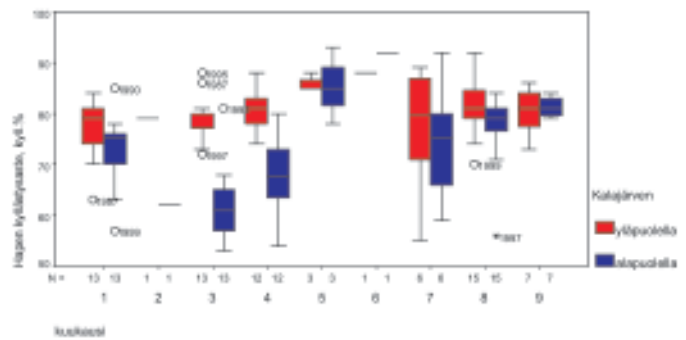
### 4.2 Kyrönjoen tekojärvien vesistövaikutus

Happipitoisuudet ovat usein pienempiä altaan alapuolella kuin yläpuolella, kuten Kalajärven alueella (kuva 7). Kevättalvella altaista yleensä juoksetetaan vettä alapuoliseen vesistöön, jotta saadaan tila kevään tulvavesille (kuva 3 "Tutkimusalueen kuvaus"-luvussa). Suurin osa kevättalvella juoksetettavasta vedestä on ollut altaassa syystulvista lähtien. Talven aikana hapenkulutus on usein suuri ja happipitoisuudet ovat matalat lähtevässä vedessä. Kalajärvellä happipitoisuudet ovat heikoimmat altaan alapuolella myös muina vuodenaikoina, mutta silloin ero ei ole yhtä suuri. Myös Jämsen (1994) havaitsi happitilanteen heikkenemisen Hautapejärven tekojärven alapuolella. Kyrkösjärven alapuolella happitilanne on talvella huonompi kuin altaan yläpuolella, mutta kesällä parempi (kuva 7). Pitkämön alapuolella happitilanne on samalla tasolla tai parempi kuin altaan yläpuolella.

Koskialueilla tapahtuu veden hapettumista, mutta Pitkämön ja Kyrkösjärven tapauksissa voimalaitoksien vaikutus nostaa happipitoisuuksia. Voimalaitoksilla ei ole varsinaisia ilmastuslaitteita ja Bilaletdin (1986) mukaan happipitoisuus kasvaa korkeintaan 0,4 mg/l Kyrkösjärven voimalaitoksen turbiinilla. Voimalaitosten putouskorkeus on yli kymmenen metriä (Kalajärven voimalaitos 13,5 m (Gustafsson 1979), Kyrkösjärven voimalaitos 44 m (TKK) ja Pitkämön voimalaitos 28 m (Syvänen suullinen tiedonanto 24.2.2004)). Liikapurolla on vain säännöstelypato ja korkeus on muutama metri vedenkorkeudesta riippuen (Syvänen suullinen tiedonanto 24.2.2004). Jo parin metrin putouskorkeus nostaa happipitoisuutta noin 6 mg/l säännöstelypadoilla (Lakso 1984).



Kesällä juoksetetaan kevättulvan aikana kerätyt vedet, mikä voi aiheuttaa ravinnepitoisuuksien kasvua alapuolisessa vesistössä (Alasaarela 1986). Tulva-aikoina altaisiin tulee enemmän ravinteita kuin niistä lähtee, mutta kesällä ja talvella niistä lähtee enemmän kuin sinne tulee (Alasaarela 1986). Uljuan altaan alapuolella kokonaistyyppipitoisuus nousee selvästi kesällä (Vesihallitus 1983). Kyrönjoella ravinnepitoisuudet ja kiintoainemäärät ovat samalla tasolla sekä altaiden alapuolella että yläpuolella. Kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet laskevat tekojärvesä ja ovat useimmiten matalammat alapuolella (kuva 7). Pitkämön tekojärvellä myös kokonaistyyppipitoisuudet laskevat ja ovat matalammat altaan alapuolella. Kalajärven ja Kyrkösjärven kokonaistyyppipitoisuudet ovat samalla tasolla sekä ylä- että alapuolella. Ravinnepitoisuudet ja kiintoainemäärät vaihtelevat eniten keväällä.



Kuva 7: Vedenlaatu Kalajärven (1986-2000) ja Kyrkösjärven (1985-2000) alapuolella ja yläpuolella eri kuukausina. Boxplot-kuva kertoo arvojen mediaanit, 25. ja 75. prosenttipisteet, maksimi/minimiarvot ja poikkeavat havainnot.



Kyrkösjärvellä ja Pitkämöllä teoreettiset viipymät ovat lyhyet, koska niiden tilavuus on suhteellisen pieni ja niistä juoksetetaan suhteellisen paljon vettä. Alasaarelan (1981) mukaan Pitkämön altaan viipymä on juoksetusaikana pieni, eikä allas vaikuta voimakkaasti joen vedenlaatuun. Kalajärvellä on pitempi viipymä ja se on myös altaista suurin, mikä selittää sen suuremman vaikutuksen alapuoliseen jokiosuuteen.

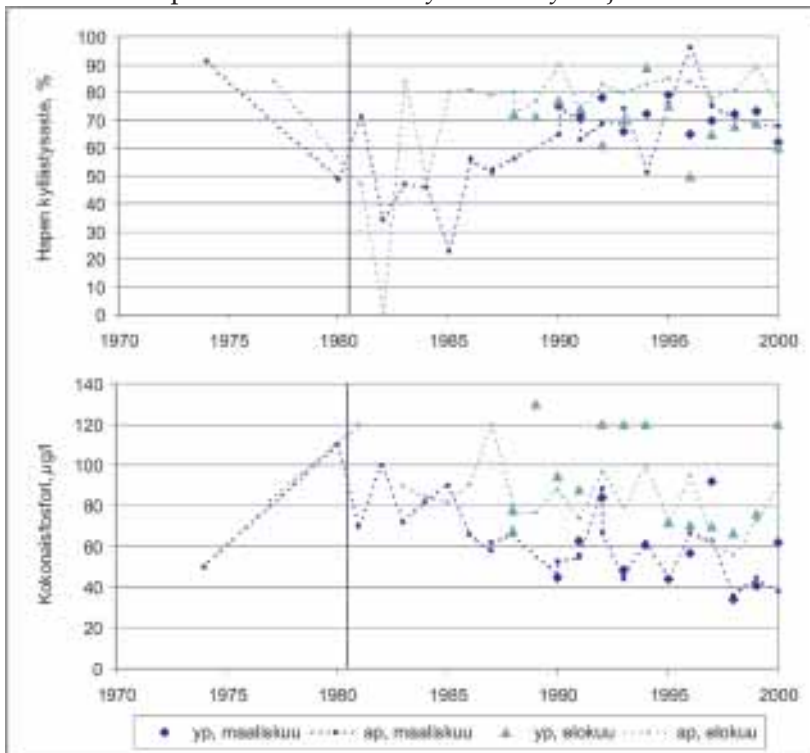
Myös Teppo ym. (2002) totesi, että Kalajärven tekoallas laski sekä happipitoisuuksia että kiintoainepitoisuuksia, ja nosti typpipitoisuuksia tarkkailujaksolla. Fosforipitoisuuksiin altaalla oli vaikutus vain kevättalvella, mikä näkyi pitoisuuksien nousuna hapenpuutteen seurauksena. Vaikutukset vedenlaatuun esiintyvät välittömästi altaan alapuolella, kauempana alajuoksulla maankäytöllä on suurempi vaikutus vedenlaatuun (Teppo ym. 2002).

Bilaletdin (1986) mukaan Kyrkösjärven vaikutus alapuolisen vesistön happi-tilanteeseen näkyy talvisin Kyrönjoen yhtymäkohtaan asti, mutta altaan vaikutus Kyrönjoessa on melko pieni, johtuen Kiikun padon suuresta ilmastuvaikutuksesta. Tilanne voi nyt olla eri koska Kiikun padon pudotuskorkeus on laskenut Malkakosken rakennuksen jälkeen.

### 4.3 Tekojärvien vesistövaikutuksen kehitys

Happipitoisuudet laskivat huomattavasti Kyrkösjärven alapuolella altaan täyttöä seuraavana keväänä ja parantuivat noin viisi vuotta täytön jälkeen (kuva 8). Myös Pitkämön ja Kalajärven alapuolella happipitoisuudet olivat matalat täytön jälkeen ja nousivat seuraavina vuosina.

Hapettomuus lisää fosforipitoisuutta altaan vedessä, mikä myös saattaa näkyä alapuolisella jokiosuudella kesällä (Alasaarela 1986). Kalajärven ja Kyrkösjärven tekojärvien alapuolella kokonaisfosforipitoisuudet olivat ajoittain hyvin korkeat tekojärvien ensimmäisinä käyttövuosina (kuva 8). Pitkämön alapuolella tämä ei ollut yhtä selvää. On mahdollista, että kokonaisfosforipitoisuudet ovat laskeutuneet myös Kalajärven ja Kyrkösjärven tekojärvien yläpuolella (kuva 8). Näytteenotto niiden yläpuolella alkoi vasta vuonna 1985, mutta Kalliolinnan (2002) mukaan talven fosforipitoisuudet laskivat yleisesti Kyrönjoessa 1980-luvulla.



Kuva 8. Hapen kyllästysaste (%) ja kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) Kyrkösjärven tekojärven ala- ja yläpuolella maaliskuussa (sininen) ja elokuussa (vihreä). Kyrkösjärven käyttöönottovuosi 1981 merkitty mustalla viivalla.

# 5

## TULOSTEN TARKASTELU

Kyrönjoen tekojärvissä happitilanne on yleensä parempi kesällä kuin talvella, mutta ajoittain se saattaa olla heikentynyt pohjanläheisessä vesikerroksessa myös kesällä. Talvisin happipitoisuudet vaihtelevat paljon, paitsi Kyrkösjärven syvänteessä, missä on happikato melkein joka talvi. Ranta-alueilla vesi saattaa olla lähes hapetonta, vaikka läpivirtausalueiden happitilanne on hyvä, koska Kyrkösjärveen virtaava jokivesi ei kierrä tasaisesti altaan läpi (Koskenniemi 1983). Tässä esitetyt tulokset koskevat vain tutkittuja alueita altaan syvänteen yhteydessä (kuva 2 "Tutkimusalueen kuvaus"-luvussa).

Ravinne- ja klorofyllipitoisuudet ovat korkeita kaikissa Kyrönjoen altaissa. Pitkämön tekojärvessä ovat korkeimmat ravinnetasot ja pH-arvo. Jalasjoessa ravinnepitoisuudet olivat korkeat 1980-luvulla ja happitilanne on edelleen heikko (Kalliolinna 2002), mikä heikentää vedenlaatua myös Pitkämön tekoaltaassa. Myös Kauhajoen korkeat ravinnepitoisuudet vaikuttavat Pitkämön tekojärven vedenlaatuun. Matalimmat ravinnetasot ovat Liikapuron ja Kalajärven tekojärvillä. Matalin pH on Liikapurola, mutta myös Kalajärven pH on matala.

Syitä tekojärvien alhaisiin happipitoisuuksiin ja korkeisiin klorofyllipitoisuuksiin on erilaisia. Happipitoisuuteen vaikuttavat säännöstely ja varsinkin pohjanläheisen veden happipitoisuuteen vaikuttaa jääpeiteajan pituus. Säännöstelyn ja suhteellisen pitkän viipymän on todettu heikentävän happitilannetta myös muissa tekojärvissä (Heinonen & Airaksinen 1974, Sutela & Mutenia 2001). Suomaiden osuus altaan pohjasta vaikuttaa myös vedenlaatuun, varsinkin ensimmäisinä käyttövuosina (Kinnunen 1986). Suuren orgaanisen aineksen määrän johdosta hajotustoiminta on suuri kevättalvella. Tällöin happipitoisuudet voivat laskea huomattavasti pohjanläheisessä vedessä ja pahimmissa tapauksissa johtaa hapenpuutteen, mikä johtaa ravinteiden liukenemiseen pohjasta. Tekojärvissä talvisen happipitoisuuden on todettu paranevan iän myötä, kuten myös väriarvojen ja pH:n (Kinnunen 1986). Korkeista klorofyllipitoisuuksista vastaa todennäköisesti limalevä *Gonyostomum semen*. Limalevä viihtyy vedessä, jossa on korkeahko humuspitoisuus ja korkea fosforipitoisuus (Manninen & Kivinen 1985). Epäorgaanisten ravinteiden laskun ja samanaikainen klorofyllipitoisuuksien nousun perusteella vaikuttaisi siltä, että ravinteet ovat tehokkaammassa käytössä kuin ennen.

Tekojärvien vedenkorkeuden vaihtelut tasaantuivat 1990-luvun alussa, samaan aikaan kun klorofyllipitoisuudet alkoivat nousta. Myös happitilanne alkoi parantua samanaikaisesti. Alkaliniteetti laski 1980-luvulla, mutta on taas noussut 1990-luvun alusta lähtien. Happitilanne on parantunut 3 m syvyydessä Kalajärvellä ja Kyrkösjärvellä, sekä altaiden alapuolella. Vaikka muutosta ei näy pohjanläheisessä vesikerroksessa, altaiden vedenlaatu vaikuttaa parantuvan. Vedenlaatu on parantunut myös fosforipitoisuuksien osalta, vaikka ne ovat edelleen korkeat. Tekojärvet muistuttavat nyt enemmän luonnollisia, mutta eutrofisia säännösteltyjä järviä.

Fosforipitoisuuden lasku Kalajärvessä ja Kyrkösjärvessä voi olla osa järvien kehitystä, mutta se voi myös johtua muutoksista valuma-alueella. Ainakin pH:n nousu voi johtua siitä, että metsien uusojitus loppui 1990-luvun puolivälissä. Myös happamoittava laskeuma on yleisesti vähentynyt. Kalajärven alkaliteetti on myös

hieman noussut (Leino 1998). Kesän pH-arvot voivat olla korkeita suuren perustuotannon ja korkeiden klorofyllipitoisuuksien ansiosta. Kalliolinna (2002) totesi, että happitilanne parantui 1990-luvulla Jalasjoessa ja Seinäjoessa, ja että talven fosforipitoisuudet olivat laskeneet yleisesti 1980-luvulla.

Kyrönjoen tekojärvistä Kalajärvi vaikuttaa eniten alapuolisen vesistön happipitoisuuteen. Ravinnepitoisuudet ja kiintoainemäärät ovat samalla tasolla sekä altaiden alapuolella että yläpuolella. Kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet laskevat tekojärvessä ja ovat useimmiten vähän matalammat alapuolella. Kalajärvelä on pitempi viipymä ja sen on myös altaista suurin, mikä selittää sen suuremman vaikutuksen alapuoliseen jokiosuuteen.

## **Kiitokset**

Kiitokset Anssi Tepolle työn ohjaamisesta ja kommentoinnista sekä Esa Koskeniemelle, Anna-Maria Koivistolle, Karl-Erik Storbergille ja Helena Kyröläiselle käsikirjoituksen tarkistamisesta ja kommentoinnista.

# Kirjallisuus

- Alasaarela, E. 1981. Kyrönjoen yhteistarkkailun tulokset v. 1980. Osa II: Vesistö tarkkailun tulokset. Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto. Oulu.
- Alasaarela, E. 1986. Tekoaltaiden ja jokiporrastusten vaikutus alapuolisen vesistöosan veden laatuun Pohjanmaalla. Teoksessa: XVIII Suomalais-neuvostoliittolainen maanparannus- ja vesitaloussymposio. Tbilisi 19.11.1986. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 52. 141 s.
- Bilaletdin, Ä. 1986. Kyrkösjärven vaikutus alapuolisen vesistön happitilanteeseen. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennusosasto, vesitekniikka. 25 s.
- Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy: Kyrönjoen yhteistarkkailutulokset. Vesistö tarkkailun tulokset 1985-1993.
- Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy: Vaskiluodon voima Oy. Seinäjoen voimalaitoksen vesistö- ja kalataloustarkkailu vuonna 1990-2002. Ilmajoki.
- Gustafsson, E. 1979. Ahvenen (*Perca fluviatilis* L.) ekologiasta Kalajärven tekoaltaalla. Pro gradu -tutkielma. Turun yliopisto. 91 s. + liit.
- Heinonen, P. & Airaksinen, E. 1974. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien tilan kehittymisestä vuosina 1971-1974. Vesihallituksen tiedotus, nro 77. 51 s.
- Hyvärinen, V. & Korhonen, J. 2003. Hydrologinen vuosikirja 1996-2000. Suomen ympäristö 599, luonto ja luonnonvarat, Suomen ympäristökeskus. 219 s.
- Jämsen, M. 1994. Tekojärvien ja padottujen jokisuvantojen vaikutus Kalajoen veden laatuun. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A, nro 186. Helsinki. 104 s.
- Järvenpää, E. 2003. Suomen tekojärvet vesipolitiikan puitteiden mukaisessa tarkastelussa. Suomen ympäristö, nro 647. Helsinki. 84 s.
- Kallioliina, M. 2002. Kyrönjoen vesistö tarkkailu 2001. Loppuyhteenveto vuosien 1998-2001 vesistö tarkkailutuloksista. Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistys ry. 29 s. + liit.
- Kinnunen, K. 1986. Lapin tekoaltaiden veden laadun kehittyminen ja vaikutus alapuolisten vesien ainevirtaamiin ja veden laatuun. Teoksessa: XVIII Suomalais-neuvostoliittolainen maanparannus- ja vesitaloussymposio. Tbilisi 19.11.1986. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 52. 141 s.
- Korhonen, J. 2002. Suomen vesistöjen lämpötilaolot 1900-luvulla. Suomen ympäristö 566, luonto ja luonnonvarat, Suomen ympäristökeskus. 116 s.
- Koskenniemi, E. 1983. Kyrkösjärven tekojärven veden laatu ja makrokasvillisuus vuosina 1981-1983. Vaasan vesipiirin vesitoimisto. Moniste. 16 s. + liit.
- Koskenniemi, E. 1995. The ecological succession and characteristics in small Finnish polyhumic reservoirs. Biological research reports from the university of Jyväskylä 47. 36 s.
- Lakso, E. 1984. Jokivesistöjen ilmastutkimukset. Teoksessa: Pohjanmaan vesistö rakentamisen tutkimus- ja kehitysprojektiin loppuraportti. Vesihallituksen monistesarja nro 220. 208 s.
- Lax, H.-G., Julkunen, M., Koivusaari, J., Koskenniemi, E., Latvala, J., Rautio, L. M. & Teppo A. 1998. Kyrönjoen tila ja vesistöalueiden tarkkailu vuosina 1986-1995. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö n:o 252. 141 s.
- Leino, O. 1998. Peräseinäjoen vesiensuojelusuunnitelma. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 33. 105 s. + liit.
- Lepistö, L., Antikainen, S. & Kivinen, J. 1994. The occurrence of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing in Finnish lakes. Hydrobiologia 273: 1-8.
- Manninen, P. & Kivinen, J. 1985. *Gonyostomum semen* (Ehr.) Dies. (Chloromonadophyceae) – levän esiintymistä ja veden laadusta erällä vesistöalueilla. Vesihallituksen tiedotus 266. Helsinki. 33 s.
- Ranta, E. 1987. Kyrönjoen vesistöiden tarkkailu vuosina 1984-1985. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri. 53 s. + liit.
- Rautio, L. & Ilvessalo, H. (toim.) 1998. Ympäristön tila Länsi-Suomessa. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Pohjanmaan liitto, Etelä-Pohjanmaan liitto. 296 s.
- Suomen standardisoimisliitto SFS 1993: Standardi SFS 5772. Veden a-klorofyllipitoisuuden määrittäminen. Etanoluutto. Spektrofotometrinen menetelmä. 3 s.
- Sutela, T. & Mutenia, A. 2001. Kirjallisuuskatsaus pohjoisten tekojärvien kalataloudesta. Kalaja riistaraportteja, nro 214. 21 s.

- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö. Limnologian perusteet. Gaudeamus. Tampere. 157 s.  
Teknillinen korkeakoulu, vesitalouden laboratorio. Alustava selvitys vesirakennushankkeiden vaikutuksista veden laatuun Lapuan- ja Kyrönjoella vuosina 1960-1984. Osa I: Raportti ja virtaamakuvat.
- Teppo, A., Sivil, M. & Latvala, J. 2002. Kalajärven altaan säännöstelyn ja Seinäjoen keskiosan pengerrysten vaikutukset Seinäjoessa vuosina 1986-1997. 55 s. +liit.
- Tolonen, M. 2003. Kyrönjoen vesistötyöt. Velvoitetarkkailu vuonna 2002. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 94. 35 s. + liit.
- Tolonen, M & Sivil, M. 2003. Kyrönjoen vesistötyöt - Velvoitetarkkailu vuonna 2001. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 92. 82 s.
- Vesihallitus, 1983. Vesistö rakentamisen haittavaikutukset. Vesiensuojelun tavoiteohjelmaprojektin osaraportti n:o 12. Vesihallituksen monistesarja, nro 199. 89 s.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3. edition. Academic Press. San Diego, USA. 1006 s.
- Vogt, H. 1978. An ecological and environmental survey of the humic man-made lakes in Finland. Aqua Fenn. vol. 8: 12-24.

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion käyttämät menetelmät 2003  
Vesistövesi

Määrittäminen	Yksikkö	Lab.men.nro	Menetelmän periaate; viite	Mittaus- epä- v. % (***)	Määrittä- misen raja
*COD-M <sub>n</sub>	mg/l	220	SFS 3036, 1981	9-20	0,5
*Fosfori, kokonais-	μg/l	160	SFS 3026, 1986 (kumottu standardi)	5-11	2
*Happipitoisuus ja kyllästys%	mg/l, %	210	SFS-EN 25813, 1993	10	0,3 ja 3
*Klorofylli-a	μg/l	280	SFS 5772, 1993	20	1
*pH		20	SFS 3021, 1979	(± 0,15-yks.)	
*Sähkönjohtavuus	mS/m	10	SFS-EN 27888, 1994	5	0,5
*Typpi, kokonais-	μg/l	140	QCM 31-107-04-I-B, 1993	10	50
*Väri	mg Pt/l	70	SFS-EN ISO 7887, osa 4; 1995	20	5
*Väri, suodatettu	mg Pt/l	70	SFS-EN ISO 7887, osa 4; 1995	20	5

\*) Menetelmä on akkreditoitu (taulukossa on vuoden lopun akkreditointitilanne)

31.5.04HK

# KALOJEN ELOHOPEAPITOISU- DET NELJÄSSÄ KYRÖNJOEN VE- SISTÖALUEEN TEKOJÄRVESSÄ VUOSINA 1979-2003

*Anna-Maria Koivisto*

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>32</b>
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>33</b>
<b>3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>35</b>
3.1 Kalajärvi .....	35
3.2 Kyrkösjärvi .....	37
3.3 Liikapuro .....	39
3.4 Pitkämä .....	40
3.5 Vertailu luonnonjärviin .....	41
3.6 Pohdintaa tekojärvien eroista .....	42
<b>4 TUTKIMUKSEN KEHITYSEHDOTUKSIA.....</b>	<b>43</b>
<b>5 YHTEENVETO .....</b>	<b>44</b>
<b>Kiitokset .....</b>	<b>44</b>
<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>45</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>46</b>

# 1

## JOHDANTO

Elohopeaa esiintyy luonnossa monissa eri muodoissa. Nisäkkäille niistä myrkyllisin muoto on metyylielohopea ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ). (Penttinen ym. 2002, Porvari 2003, Venäläinen ym. 2004.) Elohopean merkittävimpiä päästölähteitä ovat metalli- ja kemianteollisuus, energiantuotanto ja elohopeaa sisältävät tuotteet (Penttinen ym. 2002). Tekojärvien rakentaminen vapauttaa maaperästä epäorgaanista elohopeaa, toisin sanoen tekojärvien rakentamisen seurauksena sekä orgaaniset yhdisteet että epäorgaaninen elohopea lähtevät liikkeelle ja tästä seuraa lisääntyvää metyylielohopean muodostumista (Porvari 2003). Erityisesti vähähappisissa oloissa elohopean muuttuminen metyylielohopeaksi on vilkasta (Porvari & Verta 1995). Metyylielohopeaa tulee järviin lisäksi kaukolaskeumana ilmakehästä ja huuhtoutuu maalta veden mukana. Edellä mainittujen tapojen suhteellinen osuus vaihtelee eri olosuhteissa (Porvari 2003).

Kalan sisältämästä elohopeasta keskimäärin 90% on metyylielohopeaa (Elintarvikevirasto 2002). Haukea on käytetty standardilajina, kun on tutkittu eri tekojärvien kalojen elohopeapitoisuuksia (Porvari 2003). Uusissa tekojärvisä elohopeapitoisuudet ovat korkeimmat. Hauen ja muiden kalojen kokonaiselohopeapitoisuus laskee tekojärven vanhetessa, orgaanisen aineen vähentyessä ja säännötelyn intensiteetin laskiessa (Porvari 1998; 2003). Kalojen elohopeapitoisuudet voivat pysyä korkeina 15-30 vuotta tekojärven rakentamisen jälkeen (Porvari 2003). Kaloihin elohopeaa on mahdollista kertyä vedestä kiduksien kautta, mutta suurin osa tulee ravinnon mukana (Cope ym. 1990). Yleensä elohopeapitoisuus nousee kalan iän ja massan myötä (Svobodová ym. 1999, Porvari 2003), mikä johtuu elohopean vähäisestä poistumisesta kalan elimistöstä ja siitä, että yleensä kala vanhemmiten syö korkeamman trofiatason eliöitä kuin nuorena (Porvari 2003). Metyylielohopea siis kertyy voimakkaasti ravintoketjussa.

Ihmiset saavat pääosan metyylielohopeasta kaloista (Porvari 2003). Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukaan enimmäispitoisuusrajat kalan elohopealle ovat:

- 1mg/kg tuorepainoa kohti elintarvikkeena käytettävässä osassa mm. hauki ja ankerias
- 0,5mg/kg tuorepainoa kohti elintarvikkeena käytettävässä osassa muille kaloille ja kalavalmisteille (Elintarvikevirasto 2002).

WHO/FAO:n alaisen asiantuntijaelimen Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additivesin (JECFA) (2003) antama uusi metyylielohopean enimmäispitoisuussuositus Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) on 1,6  $\mu\text{g}$ /ruumiinpaino(kg)/viikko. Tästä syystä Elintarvikevirasto (2004) on antanut lapsille, nuorille ja hedelmällisessä iässä oleville seuraavat erityissuositukset: merestä tai sisävedestä pyydettyä haukea voi syödä 1-2 kertaa kuussa, kun annoskoko on 100g. Lisäksi sisävesialueiden kalaa lähes päivittäin syöville suositellaan myös seuraavien usein elohopealle altistuvien petokalojen käytön vähentämistä ravinnossa: isokokoiset ahvenet, kuhat ja mateet. Raskaana oleville tai imettäville äideille ei suositella hauen syömistä elohopean takia. (Elintarvikevirasto 2004.)



## AINEISTO JA MENETELMÄT

Kaloja pyydettiin elohopeapitoisuuden tutkimista varten Kyrönjoen tekojärivistä: Kalajärvestä, Kyrkösjärvestä, Liikapurosta ja Pitkämöstä. Haukien (taulukko 1), ahventen (taulukko 2), särkien (taulukko 3) ja mateiden (taulukko 4) elohopeapitoisuudet on määritetty useina vuosina. Lahnojen elohopeapitoisuudet on määritetty Kyrkösjärveltä vuonna 1991 ja ruutanoiden Kalajärveltä vuonna 1982. Vuonna 1999 Kalajärveltä määritettiin yhden kuhan elohopeapitoisuus. Kalojen elohopeapitoisuudet on määritetty yksittäisistä kaloista, paitsi vuonna 2001, jolloin Kyrkösjärven ahvenet ja Kala- ja Kyrkösjärvien särjet yhdistettiin kokoluokittain masaksi näytteenottoa varten. Tekojärvien sijainti on kuvassa 6.

*Taulukko 1. Elohopea-analyysiin pyydettyjen haukien määrä Kyrönjoen tekojärvillä vuosina 1979-2003.*

	Kalajärvi	Kyrkösjärvi	Liikapuro	Pitkämö
1979	6	-	1	-
1981	5	13	-	2
1982	18	2	-	-
1983	17	-	-	-
1984	10	6	-	-
1987	7	11	2	-
1988	3	-	-	-
1989	2	16	-	-
1990	9	-	-	-
1991	10	1	-	-
1993	8	-	10	10
1997	-	10	-	-
1999	4	-	-	-
2000	-	-	-	-
2001	-	10	-	8
2002	9	-	10	-
2003	2	10	7	2

Pyydetty kalat punnittiin ja mitattiin, jonka jälkeen ne käärittiin alumiinifolioon ja varustettiin näytekohtaisilla tiedoilla. Tämän jälkeen kalat pakastettiin. Vuosina 1979-1993 suurimmista kaloista leikattiin, mittaamisen ja punnituksen jälkeen, keskeltä kalaa pala, joka käärittiin alumiinifolioon, varustettiin näytekohtaisilla tiedoilla ja pakastettiin (Kallioniemi 1993, Saari 2004a). Vuoden 1993 jälkeen kaikki kalat pakastettiin kokonaisina (Saari 2004a). Vuosina 1979-1993 näytekalat analysoitiin Helsingissä Vesi- ja ympäristöhallituksen tutkimuslaboratoriossa COLEMAN BASIC HEARCH MAS-50 laitteella. Määrittäminen tehtiin kylmähöyrymenetelmällä. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1991, Saari 2004b.) Vuonna 1997 Kyrkösjärvestä pyydettyjen näytehaukien elohopeapitoisuus analysoitiin Länsi-Suomen ympä-

Taulukko 2. Elohopea-analyysiin pyydettyjen ahventen määrä Kyrönjoen tekojärvillä vuosina 1981-2003.

	Kalajärvi	Kyrkösjärvi	Liikapuro	Pitkämä
1981	9	3	1	3
1982	7	-	-	-
1984	4	1	-	-
1987	-	14	-	1
1988	3	-	-	-
1989	-	10	-	-
1990	5	-	-	-
1991	7	9	-	-
1993	10	-	-	-
1998	9	20	-	-
1999	31	-	-	-
2001	10	10kpl <sup>1)</sup>	-	10
2002	-	-	10	-
2003	10	10	-	8

<sup>1)</sup> 3 massaa

Taulukko 3. Elohopea-analyysiin pyydettyjen särkien määrä Kyrönjoen tekojärvillä vuosina 1981-2001.

	Kalajärvi	Kyrkösjärvi
1981	21	1
1984	6	3
1987	12	13
1988	7	-
1989	5	10
1990	5	-
1991	-	10
2001	10kpl <sup>1)</sup>	10kpl <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 2 massaa

<sup>2)</sup> 3 massaa

Taulukko 4. Elohopea-analyysiin pyydettyjen mateiden määrä Kyrönjoen tekojärvillä vuosina 1980-2001.

	Kalajärvi	Kyrkösjärvi	Pitkämä
1980	2	-	9
1981	4	3	3
1987	-	10	-
1988	-	13	-
1989	1	1	-
1990	5	-	-
1993	8	-	-
2001	5	-	-

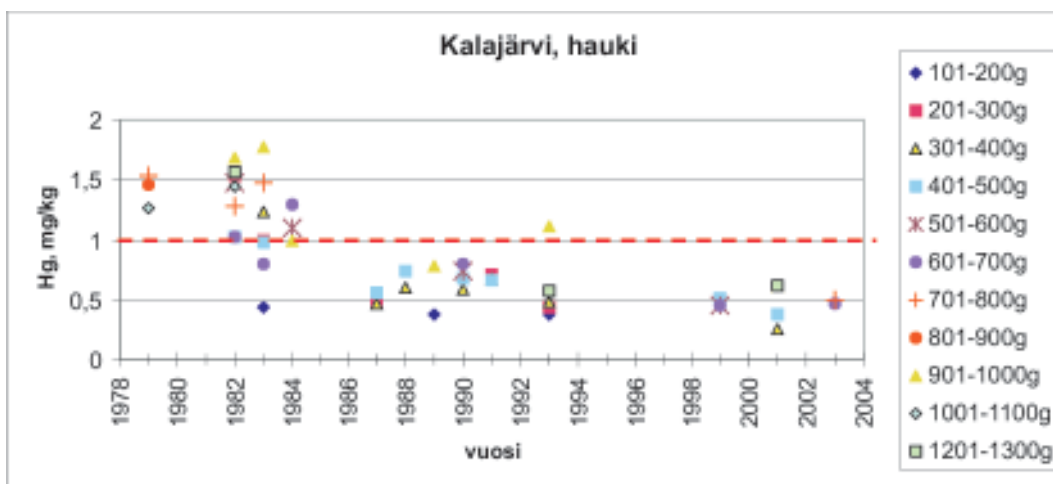
ristökeskuksen Kokkolan aluelaboratoriossa kylmähöyrymenetelmällä. Vuosien 1998-2003 näytekalat analysoitiin Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion Kokkolan toimipisteessä vuodesta 2000 lähtien akkreditoidulla menetelmällä (liite 1). Vuosien 1998 ja 1999 näytekalat säilytettiin pakastettuna siihen asti, kunnes ne voitiin analysoida akkreditoidulla menetelmällä. Akkreditoidussa menetelmässä tunnettu näytemäärä syötetään automaattisesti analysaattoriin, jossa se kuivataan ja poltetaan hapen kanssa 650<sup>o</sup> C:ssa. Poltossa vapautunut elohopea kulkee katalysaattorin läpi kulta-amalgaamitrappiin, josta se kuumennuksella vapautetaan mitattavaksi atomiabsorptiomenetelmällä (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2003). Länsi-Suomen ympäristökeskuksen Kokkolan aluelaboratoriossa, nykyisessä Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion Kokkolan toimipisteessä käytössä olleiden elohopean analysointimenetelmien tuloksien on todettu olevan vertailukelpoisia keskenään. Myös Helsingin Vesi- ja ympäristöhallituksen tutkimuslaboratoriossa tehtyjen määritysten pitäisi olla vertailukelpoisia, koska kaikissa menetelmissä peruseriaate on sama: kylmähöyrymenetelmä (Jälkö 2003).

## TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

Kaikkien vuosina 1997-2003 tutkittujen kalojen elohopeapitoisuudet ovat liitteessä 2.

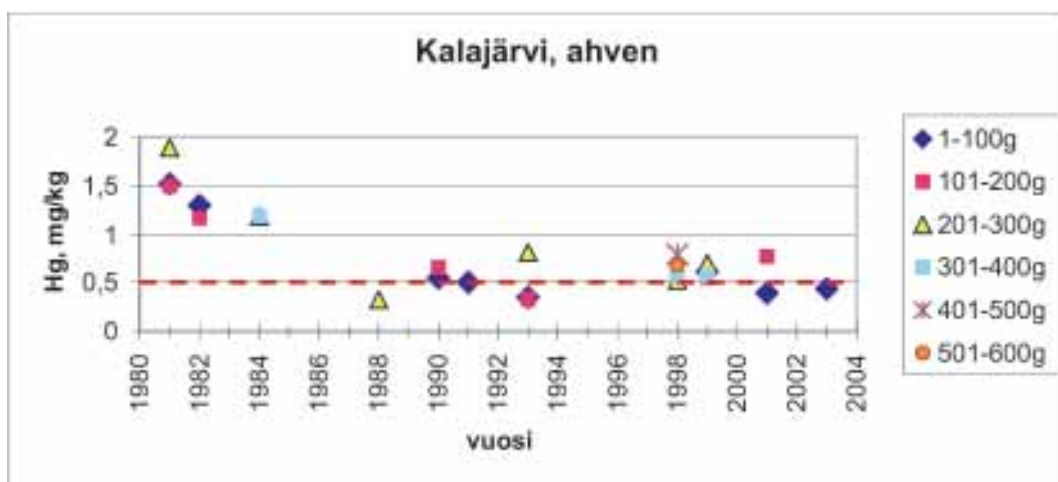
### 3.1 Kalajärvi

Kalajärven haukien elohopeapitoisuudet ovat laskeneet kaikissa kokoluokissa 1970-luvun ja 1980-luvun alkupuolen huippuarvoista (kuva 1). Tosin 1990- ja 2000-luvuilla näytekaloiksi ei ole saatu juuri kilo painavampia haukia, joten suurten haukien elohopeapitoisuuksista ei ole tietoa. Vuonna 2002 ja 2003 pyydettyjen haukien elohopeapitoisuudet jäivät alle 1mg/kg, mutta suurin tutkittu hauki painoi vain 1259g. Edellisen kerran painavampia kuin 1300g:n haukia oli saatu 1984, jolloin niiden elohopeapitoisuus ylitti raja-arvon.



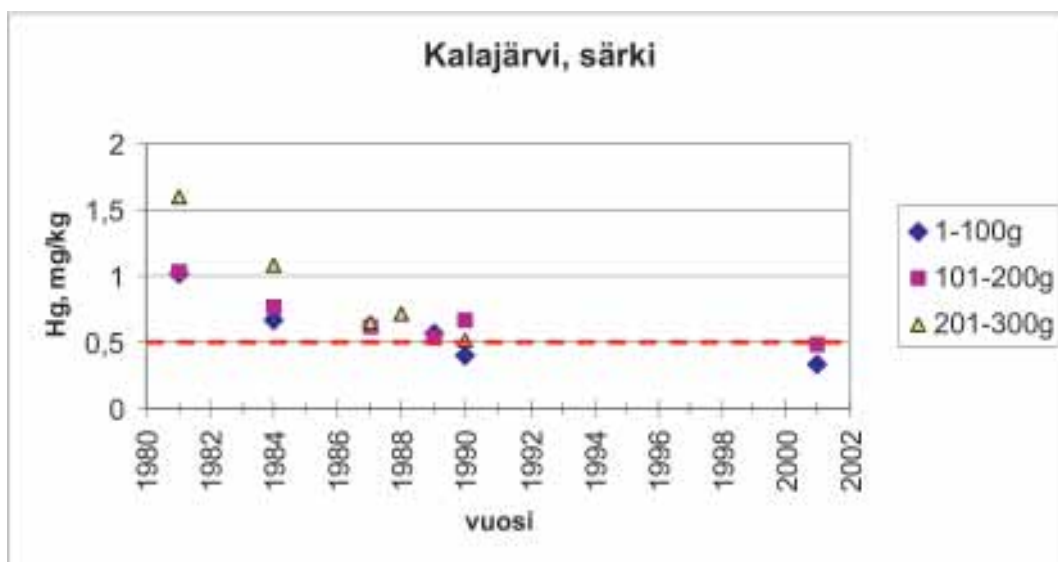
Kuva 1. Kalajärven haukien elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Kuvasta puuttuvat sellaiset kokoluokat, joita oli vain muutamana vuonna. Punainen katkoviiva 1mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa haukea.

Myös ahventen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1980-luvun alkupuoliskon huippulukemista (kuva 2). Ahvenen elohopeapitoisuudet näyttävät tasaantuneen 1990-luvun tasolle. Vaikka ahventen elohopeapitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa, silti osassa alle 100 g painavista kaloista elohopeaa oli yli 0,5 mg/kg vuonna 2003. Suurista ahvenista ei ole elohopeatietoja viime vuosilta, sillä niitä ei ole saatu näytekaloiksi. Vuosilta 1984, 1998 ja 1999 on kuitenkin 301-400 g painavia näytekaloja ja niiden elohopeapitoisuudet näyttäisivät olevan laskussa.



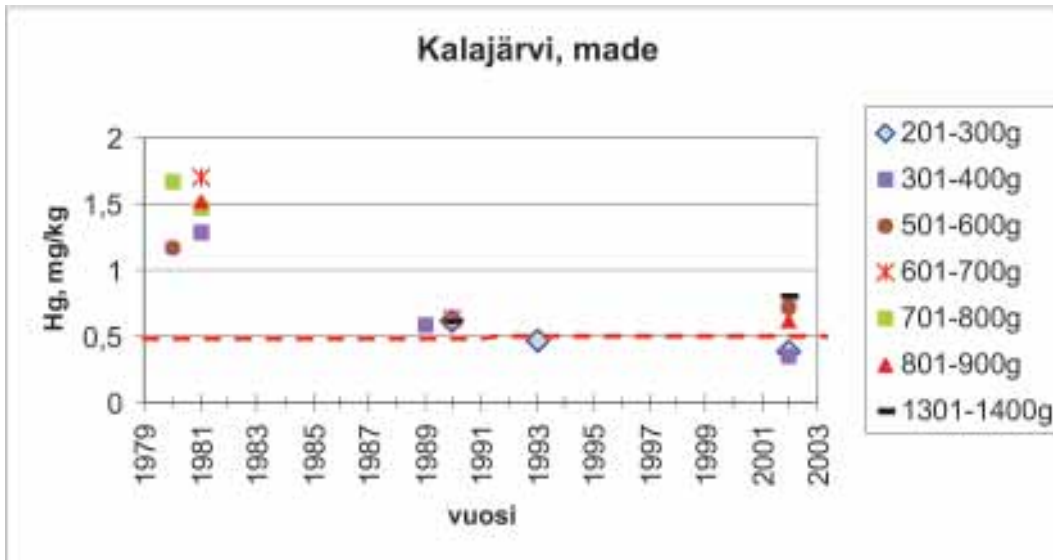
Kuva 2. Kalajärven ahventen elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Punainen katkoviiva 0,5 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa ahventa.

Myös särkien elohopeapitoisuudet olivat huipussaan 1980-luvun alkupuolella ja ovat laskeneet sen jälkeen (kuva 3). Vuonna 2002 pyydetyistä särjistä tehtiin vain kaksi määrittystä siten, että kalat jaettiin kahteen kokoluokkaan <100 g ja >100 g ja näissä kalat murskattiin ja yhdistettiin kokoluokittain, jonka jälkeen molemmista massoista (homogenaateista) otettiin yksi näyte. Molempien näytteiden elohopeapitoisuudet jäivät alle 0,5 mg/kg. Tosin näytteen >100 g elohopeapitoisuus oli hyvin lähellä 0,5 mg/kg:n rajaa, joten joidenkin yksittäisten kalojen elohopeapitoisuus saattaa ylittää ko. rajan.



Kuva 3. Kalajärven särkien elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Punainen katkoviiva 0,5 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa särkeä.

Mateen elohopeapitoisuudet ovat laskusuunnassa, tosin tämä näkyy epäselvemmin yli kilon painoisissa kaloissa (kuva 4). Vuoden 2002 näytteissä alle 500 g:n painoisten mateiden elohopeapitoisuus jäi alle 0,5 mg/kg. Sen sijaan suurempien kuin 500 g painavien kalojen elohopeapitoisuus ylitti 0,5 mg/kg rajan.



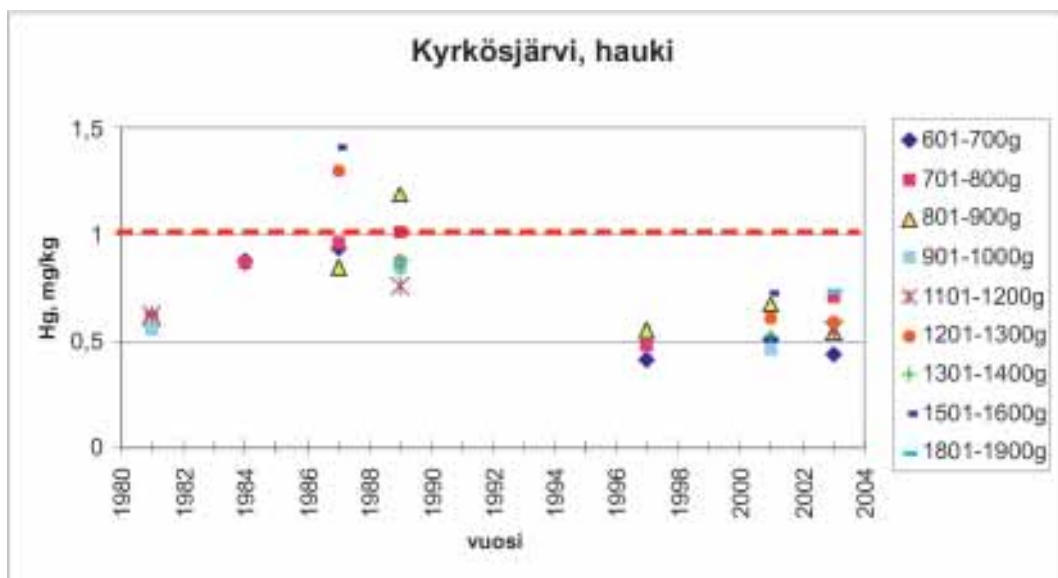
Kuva 4. Kalajärven mateiden elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvoina. Punainen katkoviiva 0,5 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa madetta.

Ruutanoista elohopeapitoisuustietoja oli vain vuodelta 1982, tällöin pienimmät tutkitut kalat olivat 800 gramman painoisia. Kaikkien tutkittujen kalojen elohopeapitoisuudet ylittivät 0,5 mg/kg rajan.

Vuonna 1999 määritettiin yhden kuhan (778 g) elohopeapitoisuus. Pitoisuus jäi alle 0,5 mg/kg rajan.

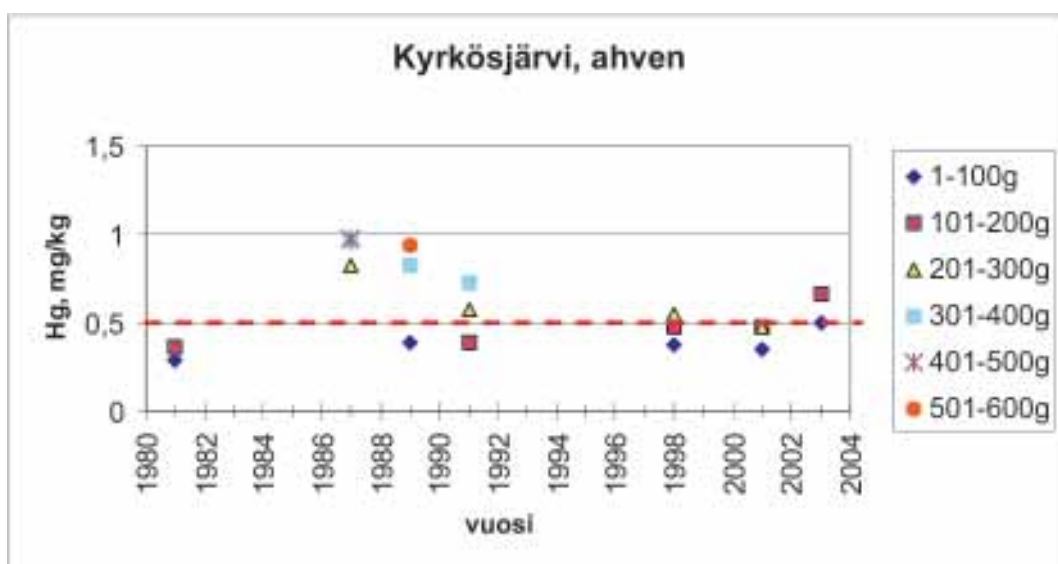
### 3.2 Kyrkösjärvi

Kyrkösjärvellä haukien elohopeapitoisuudet nousivat tekojärven perustamisesta aina 1980-luvun lopulle, jolloin pitoisuudet olivat korkeimmillaan. Tämän jälkeen pitoisuudet ovat kääntyneet laskuun (kuva 5). Kyrkösjärven haukien elohopeapitoisuusmittauksista puuttuivat kuitenkin suurimmat kalat, sillä niitä ei ole saatu pyydettyä näytekaloiksi. Vuonna 2003 pyydettyjen haukien elohopeapitoisuudet jäivät alle 1 mg/kg, kun suurin tutkittu kala painoi noin 1800 g. On mahdollista, että tätä suuremmissa kaloissa on suurempi elohopeapitoisuus, sillä pitoisuus nousee yleensä kalan massan noustessa, koska kalaan on tällöin ehtinyt kertyä enemmän elohopeaa.



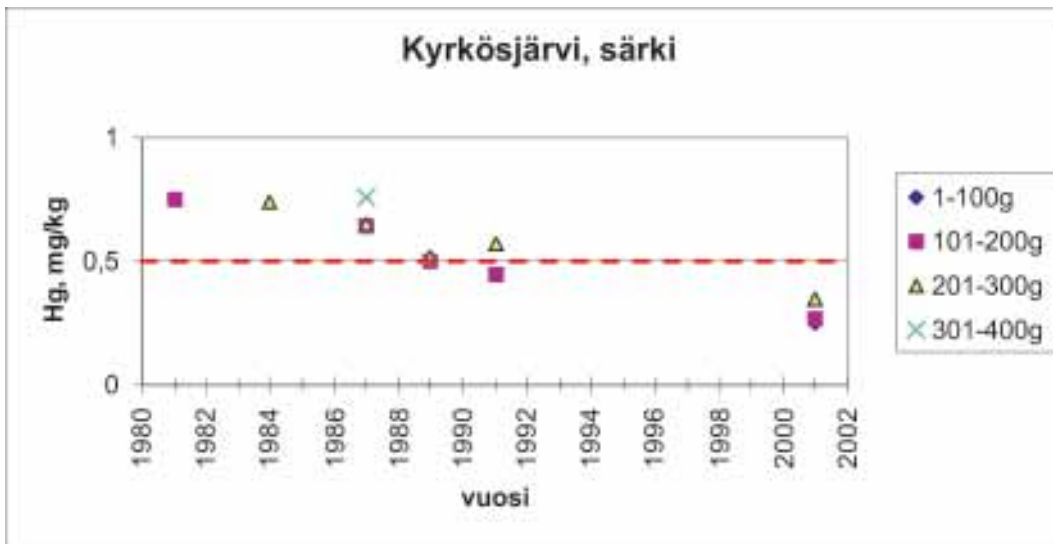
Kuva 5. Kyrkösjärven haukien elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Kuvasta puuttuvat ne kokoluokat, joita ei ollut kuin muutamana vuonna. Punainen katkoviiva 1 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa haukea.

Myös ahventen elohopeapitoisuudet nousivat tekojärven perustamisesta aina 1980-luvun lopulle, jolloin ne olivat korkeimmillaan. Pitoisuudet ovat madaltuneet 1980-luvun lopun huippulukemista. Edelleen on näkyvissä trendi, että mitä suurempi kala on sitä enemmän siinä on elohopeaa (kuva 6). Vuoden 2003 näytekalloissa oli elohopeaa keskimäärin 0,5 mg/kg tai enemmän. Tutkituista kolmesta alle 100 g:n ahvenesta vain yhden elohopeapitoisuus jää alle 0,5 mg/kg raja-arvon ja lähes kaikkien yli 100 g painavien ahventen elohopeapitoisuudet ylittivät raja-arvon.



Kuva 6. Kyrkösjärven ahventen elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Kuvasta puuttuvat ne kokoluokat, joita ei ollut kuin muutamana vuonna. Punainen katkoviiva 0,5 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa ahventa.

Särkienkin kohdalla on havaittavissa selvä laskeva suuntaus elohopeapitoisuuksissa ajan suhteen (kuva 7). Elohopeapitoisuudet olivat suurimmillaan 1980-luvulla. Kaikki vuoden 2001 särkinäytteiden elohopeapitoisuudet jäivät alle 0,5 mg/kg. Yli 200 g painavia kaloja oli kuitenkin vain yksi, joten luotettavia yleistyksiä ei voi yksittäisen kalan pitoisuuden perusteella tehdä varsinkin, kun tulosten perusteella kookkaiden särkien elohopeapitoisuuksissa on aiempina vuosina ollut suuria eroja yksilöiden välillä.



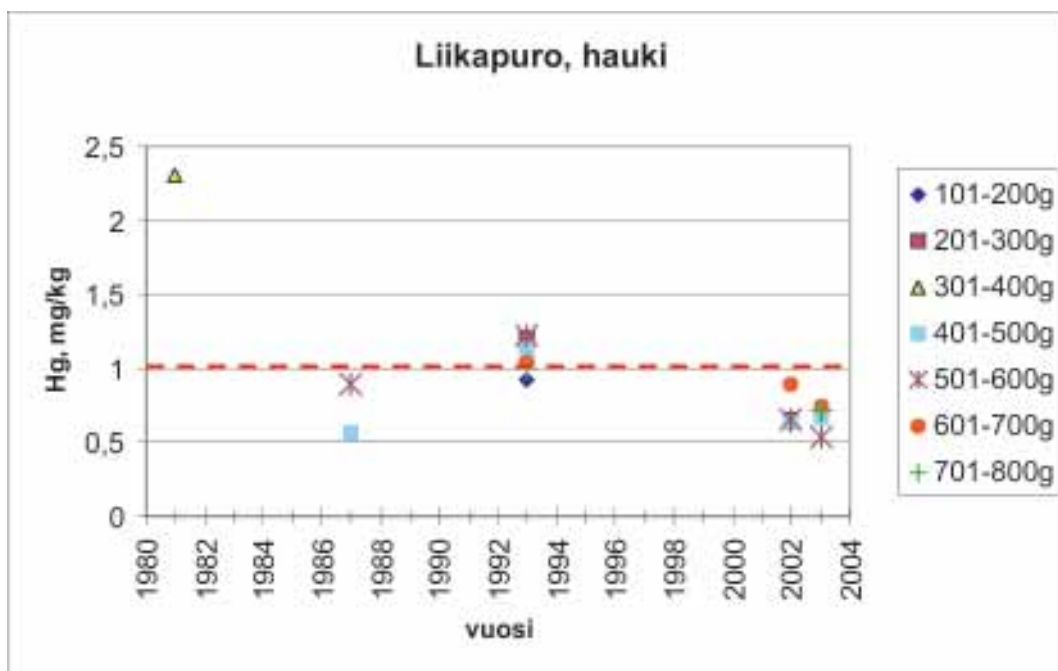
Kuva 7. Kyrkösjärven särkien elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Punainen katkoviiva 0,5 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa särkeä.

Lahnoista on tutkittu elohopeapitoisuus ainoastaan vuonna 1991. Tällöin tutkitut kalat olivat kooltaan 318-834 grammaa. Kaikkien tutkittujen lahnojen elohopeapitoisuudet jäivät huomattavasti alle 0,5 mg/kg. Suurin elohopeapitoisuus oli 0,16 mg/kg.

### 3.3 Liikapuro

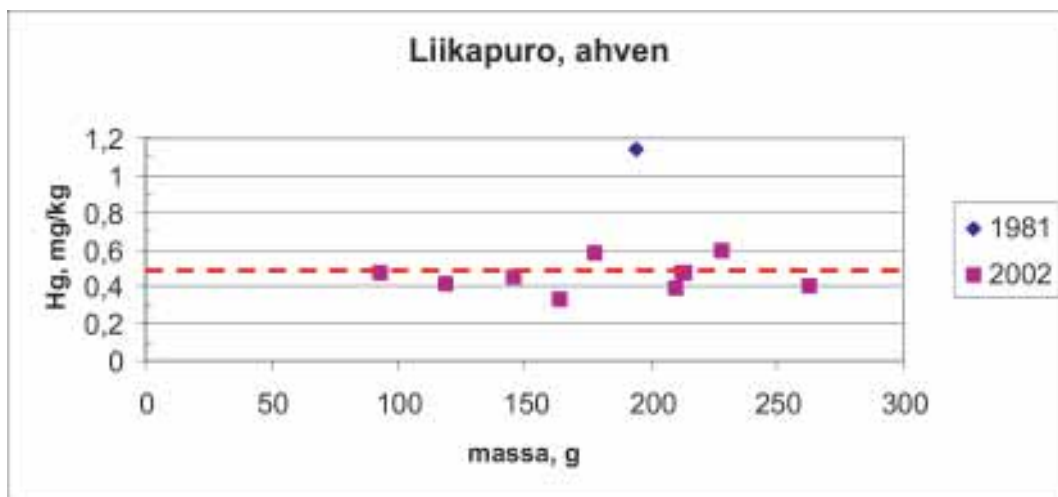
Liikapuron haukien elohopeapitoisuudet ovat laskeneet vuodesta 1993, jolloin edellisen kerran on määritetty useista erikokoisista hauista elohopeapitoisuudet (kuva 8). Aikaisemmin elohopeapitoisuudet on määritetty vain yhdestä tai kahdesta hauesta, jolloin ei saada luotettavaa kuvaa elohopeapitoisuuksien yleisyydestä. Vuosina 2002 ja 2003 alle 600 g:a painavien haukien elohopeapitoisuudet jäivät alle 1 mg/kg. Sen sijaan yhdessä tätä isommassa hauessa elohopeapitoisuus oli raja-arvoa suurempi, vaikka muiden saman painoisten haukien pitoisuudet jäivät raja-arvoa pienemmiksi. Yksilöiden välillä on siis eroa.





Kuva 8. Liikapuron haukien elohopeapitoisuudet 100 g:n kokoluokittain pyyntivuoden keskiarvona. Punainen katkoviiva 1 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa haukea.

Ahventen elohopeapitoisuudet on määritetty useista kaloista ainoastaan vuonna 2002 (kuva 9). Vuonna 1981 elohopeapitoisuus on määritetty vain yhdestä kalasta, minkä vuoksi ei tiedetä, kuinka tyypillisiä korkeat pitoisuudet tuolloin olivat. Vuonna 2002 alle 170 g painavien ahventen elohopeapitoisuus jäi alle 0,5 mg/kg. Tätä painavampien kalojen elohopeapitoisuus vaihteli molemmin puolin lähellä raja-arvoa.



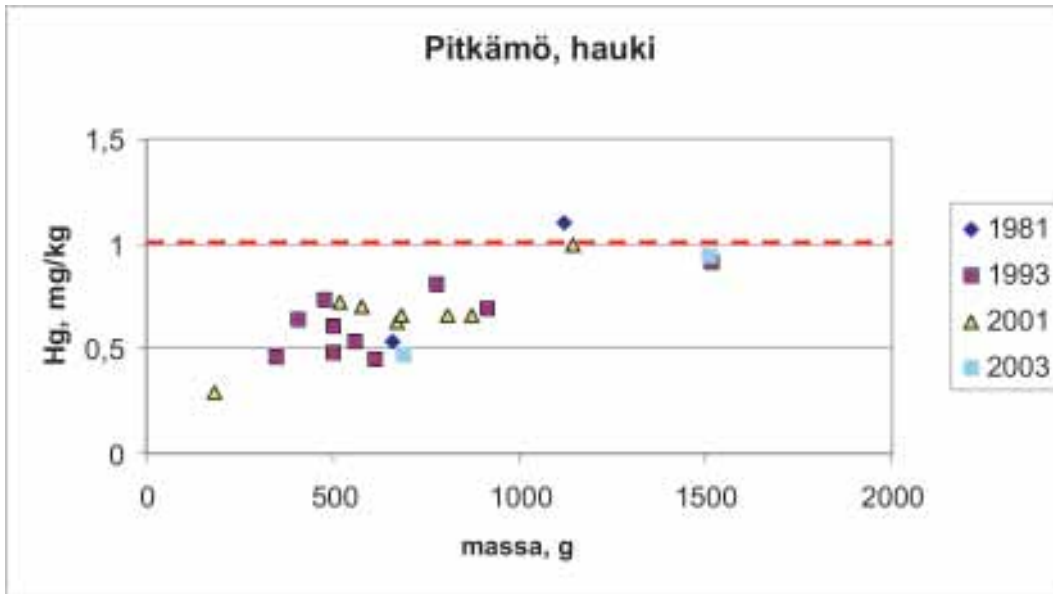
Kuva 9. Liikapuron ahventen elohopeapitoisuudet. Punainen katkoviiva 0,5 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa ahventa.

### 3.4 Pitkämä

Pitkämön hauista on otettu elohopeapitoisuusnäytteitä 1981, 1993, 2001 ja 2003. Vuosina 1981 ja 2003 otettiin näyte vain kahdesta hauesta kummallakin kerralla. Tämän takia kyseisten vuosien tuloksia voidaan pitää vain suuntaa antavina. Hau-



kien elohopeapitoisuus on pysynyt suunnilleen samalla tasolla vuodesta 1993 vuoteen 2001 (kuva 10). Alle kilon painoisten haukien elohopeapitoisuus oli alle 1 mg/kg. Tätä painavampia haukia oli vuonna 2001 tutkittu vain yksi ja sen pitoisuus oli tasan 1 mg/kg. Samoin vuonna 2003 tutkittiin yksi yli 1kg painava hauki. Sen elohopeapitoisuus jäi vain hieman alle 1 mg/kg.



Kuva 10. Pitkämön haukien elohopeapitoisuudet näytteenottovuosina. Punainen katkoviiva 1 mg/kg kohdalla on maa- ja metsätalousministeriön asetuksen mukainen enimmäispitoisuusraja elintarvikkeena käytettävässä osassa haukea.

Ahvenen osalta ei voi tehdä vertailua eri vuosien välillä, sillä eri vuosina pyydyt ahvenet olivat hyvin erikokoisia. Kaikissa vuonna 2001 pyydytyissä ahvenissa oli elohopeaa yli 0,5 mg/kg. Ahventen koko vaihteli 88-251 grammaan. Vuonna 2003 pyydytetyt ahvenet painoivat kaikki alle 100 g. Osassa näistäkin ahvenista oli elohopeaa yli 0,5 mg/kg.

Lahnoista on tehty elohopeamääryksiä vuosina 1981 ja 1987, mutta kalat eri vuosina ovat olleet aivan eri kokoluokkaa (1981: 195-440 g ja 1987: 481-615 g), joten niitä ei voi verrata keskenään. Molempina vuosina kaikkien tutkittujen kalojen elohopeapitoisuudet olivat kuitenkin alle 0,5 mg/kg.

Mateesta on tehty elohopeamittauksia ainoastaan 1980-luvulla. Tuolloin alle 300 g painavien kalojen elohopeapitoisuudet olivat alle 0,5 mg/kg, kun taas sitä painavampien kalojen elohopeapitoisuudet vaihtelivat raja-arvon molemmin puolin.

### 3.5 Vertailu luonnonjärviin

Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla sijaitsevien Ullavan- Kuoras- ja Vetämäjärvet ovat veden laadultaan melko samanlaisia Kyrönjoen vesistöalueen tekojärvien kanssa. Kun verrataan kalojen elohopeapitoisuuksia tekojärvien ja edellä mainittujen järvien kesken, nähdään, että tekojärvissä kalojen pitoisuudet ovat keskimäärin suuremmat. Tämä kertoo siitä, että tekojärvien elohopeapitoisuudet eivät ole vielä palautuneet luonnonjärvien tasolle.

### **3.6 Pohdintaa tekojärvien eroista**

Kalojen elohopeapitoisuudet olivat suurimmat Pitkämöllä ja Liikapurolla eli tutkituista tekojärvistä vanhimmissa. Tekojärvissä elohopeapitoisuudet pysyvät usein korkeina 15-30 vuotta (Porvari 2003). Vaikka Liikapuron ja Pitkämön tekojärvet ovatkin yli 30 vuotta vanhoja voidaan raja-arvot ylittäviä elohopeapitoisuuksia pitää tekojärven luonnolliseen kehitykseen kuuluvina. Se, miksi toiset tekojärvet toipuvat nopeammin kuin toiset, on selvittämätön asia (Verta 2004). On mahdollista, että erot valuma-alueiden maaperässä tai maankäytössä selittävät osaltaan tekojärvien eroja. Esimerkiksi Liikapurolla lähivaluma-alueen soisuus voi vaikuttaa tekojärven kalojen elohopeapitoisuuksiin, sillä ojitetuilta soilta kulkeutuu runsaasti metyylielohopeaa humuksen mukana. On myös mahdollista, että kalat kasvavat hitaasti joissain tekojärvissä ja tällöin pienehkökin kala voi olla vanha ja siihen on ehtinyt kertyä elohopeaa enemmän kuin saman kokoiseen nopeasti kasvaneeseen nuorempaan kalaan jossain muualla.

# 4

## TUTKIMUKSEN KEHITYSEHDOTUKSIA

Jatkossa tutkituista kaloista olisi hyvä olla yksilölliset näytteet, jolloin saadaan parempi kuva esimerkiksi siitä kuinka moni yksilö ylittää raja-arvon ja näin voidaan arvioida kuinka yleistä se on. Lisäksi yksilöllisestä näytteenotosta on se hyöty, että tulosten vertailu järvien ja vuosien välillä on helpompaa kuin jos käytetään kokoomanäytteitä. Yksilöistä olisi tarpeen ottaa myös ikänäytteet, koska saman painoiset kalat eivät välttämättä ole saman ikäisiä. Tällöin voitaisiin arvioida, aiheutuuko kalan suuri elohopeapitoisuus siitä, että kala on vanha, jolloin siihen on ehtinyt kertyä enemmän elohopeaa kuin nuorempiin, vai jostain muusta syystä. Näytekalaja olisi hyvä olla myös kaiken kokoisia ja yksilömäärän tarpeeksi suuri jokaisessa kokoluokassa, jotta ilmiöstä saataisiin kattavampi kuva. Nämä asiat olisi hyvä ottaa huomioon seuraavassa kartoituksessa vuonna 2006.

# 5

## YHTEENVETO

Kaikissa tämän raportin tekojärvisä kalojen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1970- ja 1980-luvun huippulukemista. Tekojärvien ja kalalajien välillä on kuitenkin eroa. Kalajärvellä hauen, ahvenen, särjen ja mateen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1980-luvun huippuarvoista. Kyrkösjärvellä hauen, ahvenen ja särjen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1980-luvun lopun huippulukemista. Kyrkösjärven lahnojen elohopeapitoisuuksia on tutkittu ainoastaan 1991 ja tällöin kaikkien tutkittujen lahnojen pitoisuudet olivat alle maa- ja metsätalousministeriön asettaman 0,5 mg/kg raja-arvon. Myös Liikapurolla hauen elohopeapitoisuus on laskenut. Pitkämöllä hauissa ei ole havaittavissa elohopeapitoisuuden laskua.

Kalajärvellä yksikään vuonna 2001 tai 2003 tutkittu hauki ei ylittänyt raja-arvoa, kun suurimman tutkitun hauen massa oli 1259 g. Myöskään Kyrkösjärvellä vuosina 2001 tai 2003 tutkituista hauista ei yksikään ylittänyt raja-arvoa, kun suurimman hauen massa oli 1637 g. Liikapurolla vuonna 2002 tai 2003 tutkituista hauista yksi 699 g:n painoinen ylitti raja-arvon. Pitkämöllä 2001 tai 2003 tutkituista hauista yksikään ei ylittänyt raja-arvoa, mutta 2001 yhdessä 1144 g:n painoisessa hauessa oli elohopeaa juuri raja-arvon verran (1 mg/kg). Liikapurolla ja Pitkämöllä haukien elohopeapitoisuudet olivat siis suurempia kuin muissa tekojärvisä.

Kalajärven ja Kyrkösjärven ahventen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1980-luvun huippulukemista 1990-luvulle asti, minkä jälkeen pitoisuudet olivat vakiintuneet. Molemmissa tekojärvisä lähes kaikki ahvenet olivat hyvin lähellä 0,5 mg/kg raja-arvoa tai ylittivät sen, myöskin Pitkämöllä jo alle 100 g painavien ahventen pitoisuudet ylittivät raja-arvon. Liikapurolla kahden yli 170 g painavan ahvenen elohopeapitoisuus ylitti 0,5 mg/kg raja-arvon.

Kalajärvellä särkien elohopeapitoisuudet olivat lähellä 0,5 mg/kg raja-arvoa. Kyrkösjärvellä vuonna 2001 tutkittujen särkien elohopeapitoisuus jäi alle raja-arvon. Liikapurolta ja Pitkämöltä ei ole tutkittu särkien elohopeapitoisuuksia.

### **Kiitokset**

Kiitos kommentteista A. Tepolle, M. Toloselle, T. Savea-Nukalalle ja H. Viitamäelle.

# Kirjallisuus

- Cope, W., Wiener, J. & Rada, R. 1990: Mercury accumulation in yellow perch in Wisconsin seepage lakes: relation to lake characteristics. *Environmental Toxicology and Chemistry* 9:931-940. (Viit. Porvari, P. 2003).
- Elintarvikevirasto 2002: Riskiraportti –elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. Valvontaopas –sarja 2/2002. s.10-12.
- Elintarvikevirasto 2004: Uudistetut kalan syöntisuositukset EU-kalat tutkimushankkeen seurauksena. Tiedote. 28.4.2004. <http://www.elintarvikevirasto.fi> [WWW, viitattu 29.4.2004]
- Joint FAO/WHO Committee on Food Additives 2003: Joint FAO/WHO Committee on Food Additives sixty-first meeting Rome, 10-19 June 2003, Summary and conclusions. <http://www.who.int/mediacentre/notes/2003/np/en/print.html>, josta linkki PDF-tiedostoon [WWW, viitattu 29.4.2004]
- Jälkö, L. 2004: Länsi-Suomen ympäristökeskus. Kokkola. [sähköposti 3.11.2004. Leila Jälköltä saatu kommentti elohopeapitoisuuksien analyysimenetelmien tulosten vertailukelpoisuudesta.]
- Kallioniemi, H. 1993: Kalojen elohopeapitoisuus Etelä-Pohjanmaan vesistöissä 1978-1991. Vesi- ja Ympäristöhallituksen monistesarja nro 484. Vesi- ja ympäristöhallitus, Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri, Helsinki. 80 s.
- Länsi-Suomen ympäristökeskus 2003: Menetelmäohje n:o 490. Elohopean määrittäminen kiinteistä ja nestemäisistä näytteistä automaattisella analysaattorilla. 3. versio, 8 s.
- Penttinen, R., Kallio-Mannila, K. & Nikander, A. 2002: Ravinnontuotanto-olosuhteet ja turvallisuus –ympäristöongelmien vaikutukset Suomessa. Suomen ympäristö 568 –ympäristönsuojelu. Liite 3.
- Porvari, P. 1998: Development of fish mercury concentrations in Finnish reservoirs from 1979 to 1994. *The Science of the Total Environment* 213:279-290.
- Porvari, P. 2003: Sources and fate of mercury in aquatic ecosystems. *Monographs of the Boreal Environment Research* 23. Finnish environment institute, Finland. 52 s.
- Porvari, P. & Verta, M. 1995: Methylmercury production in flooded soils: a laboratory study. *Water, Air and Soil Pollution* 80:765-773. (Viit. Porvari & Verta 1998).
- Porvari, P. & Verta, M. 1998: Elohopea ja metyylielohopea tekoaltaissa ja Kemijoen vesistöissä. Suomen ympäristö 175. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 51 s.
- Saari, K. 2004a: Länsi-Suomen Ympäristökeskus, Vaasa [suullinen tiedonanto 20.4.2004. Kari Saaren antama tieto elohopeanäytekalojen käsittelystä.]
- Saari, K. 2004b: Länsi-Suomen Ympäristökeskus, Vaasa [suullinen tiedonanto 10.5.2004. Kari Saaren antama tieto elohopeanäytekalojen analysointipaikasta vuonna 1993.]
- Svobodova, Z., Dušek, L., Hejtmánek, M., Vykusová, B. & Šmíd, R. 1999: Bioaccumulation of mercury in various fish species from Orlický and Kamýk water reservoirs in Czech Republic. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 43:231-240.
- Venäläinen, E.-R., Hallikainen, A., Parmanne, R. & Vuorinen, P.J. 2004: Kotimaisten järvi- ja merikalan raskasmetallipitoisuudet. Elintarvikeviraston julkaisu 3/2004. 25 s. +liit.
- Verta, M. 2004. Suomen ympäristökeskus. Helsinki [sähköposti 5.11.2004. Matti Vertan kommentti Kyrönjoen tekojärvien elohopeapitoisuuksista.]
- Vesi- ja ympäristöhallitus 1991: Laatuksikirja VYL/lab, menetelmäohje nro 204, 7 s. (Viit. Kallioniemi, H. 1993, s. 12)

*Länsi-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion Kokkolan aluelaboratorion käyttämä elohopeapitoisuuden analyysimenetelmä.*

määritys	yksikkö	lab. men. numero	menetelmän periaate	mittaus-epävarmuus % **	määritysraja
Elohopea*	mg/kg	490	poltto hapen kanssa, atomiabsorptio-mittaus	15-20	0,01***

\* menetelmä akkreditoitu

\*\* lähellä määritysrajaa mittausepävarmuudeksi on esitetty suurempi luku ja suurissa pitoisuuksissa pienempi luku

\*\*\* tarvittaessa päästään myös pienempään määritysrajaan

**Kalajärvi**

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Ahven	2.7.2003	86	205	0,33
Ahven	2.7.2003	57	177	0,35
Ahven	2.7.2003	54	178	0,30
Ahven	2.7.2003	48	172	0,46
Ahven	2.7.2003	42	164	0,43
Ahven	2.7.2003	50	178	0,49
Ahven	2.7.2003	80	197	0,54
Ahven	17.8.2003	63	188	0,36
Ahven	17.8.2003	96	212	0,79
Ahven	17.8.2003	95	211	0,46
Ahven	10.4.2001	31	142	0,26
Ahven	10.4.2001	39	155	0,50
Ahven	10.4.2001	38	148	0,18
Ahven	10.4.2001	36	146	0,18
Ahven	10.4.2001	39	152	0,32
Ahven	10.4.2001	68	180	0,52
Ahven	10.4.2001	71	184	0,63
Ahven	10.4.2001	72	176	0,51
Ahven	10.4.2001	110	206	0,37
Ahven	10.4.2001	157	232	1,19
Ahven	8.9.1999	153	240	0,4
Ahven	8.9.1999	166	237	0,3
Ahven	8.9.1999	149	230	0,57
Ahven	8.9.1999	149	231	0,46
Ahven	8.9.1999	167	233	0,6
Ahven	8.9.1999	271	276	0,83
Ahven	6.10.1999	382	310	0,69
Ahven	6.10.1999	357	303	0,61
Ahven	6.10.1999	331	302	0,83
Ahven	6.10.1999	160	226	0,68
Ahven	6.10.1999	271	263	0,58
Ahven	18.-22.2.1999	71	180	0,69
Ahven	18.-22.2.1999	66	175	0,68
Ahven	18.-22.2.1999	68	170	0,47
Ahven	18.-22.2.1999	39	155	0,77
Ahven	18.-22.2.1999	68	180	0,49
Ahven	18.-22.2.1999	104	217	0,61
Ahven	18.-22.2.1999	146	230	0,7
Ahven	18.-22.2.1999	28	140	0,65
Ahven	18.-22.2.1999	442	300	0,58
Ahven	18.-22.2.1999	24	140	0,6
Ahven	18.-22.2.1999	24	139	0,42
Ahven	18.-22.2.1999	71	200	0,84
Ahven	18.-22.2.1999	40	160	0,41
Ahven	18.-22.2.1999	37	155	0,64
Ahven	18.-22.2.1999	34	155	0,61
Ahven	18.-22.2.1999	27	144	0,83
Ahven	18.-22.2.1999	89	170	0,66
Ahven	18.-22.2.1999	41	155	0,48
Ahven	18.-22.2.1999	33	150	0,46
Ahven	18.-22.2.1999	34	155	0,72
Ahven	4.9.1998	178	237	0,45
Ahven	4.9.1998	204	254	0,51
Ahven	4.9.1998	323	280	0,58
Ahven	4.9.1998	517	330	0,68
Ahven	4.9.1998	454	375	0,79
Ahven	4.9.1998	177	231	0,38
Ahven	4.9.1998	195	251	0,99
Ahven	4.9.1998	207	264	0,54
Ahven	4.9.1998	168	243	0,48

### *Kalajärvi*

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Hauki	2.7.2003	704	478	0,49
Hauki	2.7.2003	630	465	0,46
Hauki	kevät/2002	357	375	0,27
Hauki	kevät/2002	447	424	0,42
Hauki	kevät/2002	477	425	0,34
Hauki	kevät/2002	1259	575	0,61
Hauki	kevät/2002	849	510	0,61
Hauki	kevät/2002	1067	562	0,64
Hauki	kevät/2002	1030	540	0,53
Hauki	kevät/2002	991	557	0,61
Hauki	kevät/2002	1033	558	0,70
Hauki	8.9.1999	426	425	0,62
Hauki	6.10.1999	473	442	0,4
Hauki	6.10.1999	538	440	0,45
Hauki	6.10.1999	620	476	0,45

### *Kalajärvi*

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Homoge- naatti	Elohopea mg/kg
Särki	28.5.2001	56	186	A	A 0,34
Särki	28.5.2001	63	186	A	B 0,48
Särki	28.5.2001	70	198	A	
Särki	28.5.2001	64	192	A	
Särki	28.5.2001	65	188	A	
Särki	28.5.2001	61	188	A	
Särki	28.5.2001	56	178	A	
Särki	28.5.2001	67	197	A	
Särki	28.5.2001	97	208	A	
Särki	28.5.2001	104	218	B	

### *Kalajärvi*

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Made	16.1.2002	291	345	0,38
Made	16.1.2002	313	345	0,35
Made	19.1.2002	875	485	0,62
Made	19.1.2002	1305	530	0,80
Made	22.1.2002	600	396	0,71

### *Kalajärvi*

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Kuha	6.10.1999	774	459	0,42



## Kyrkösjärvi

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg	Homoge- naatti
Ahven	6/2003	52	172	0,58	
Ahven	6/2003	82	192	0,36	
Ahven	6/2003	110	213	0,62	
Ahven	6/2003	76	192	0,56	
Ahven	6/2003	135	228	0,54	
Ahven	6/2003	150	235	0,66	
Ahven	6/2003	143	230	0,49	
Ahven	6/2003	185	247	0,56	
Ahven	6/2003	170	240	0,76	
Ahven	6/2003	162	247	0,98	
Ahven	29.5.2001	74	188	A 0,35	A
Ahven	29.5.2001	96	210	B 0,48	A
Ahven	29.5.2001	80	200	C 0,47	A
Ahven	29.5.2001	51	173		A
Ahven	29.5.2001	83	195		A
Ahven	29.5.2001	140	224		B
Ahven	29.5.2001	81	202		A
Ahven	29.5.2001	94	198		A
Ahven	29.5.2001	147	220		B
Ahven	29.5.2001	246	261		C
ahven	21.-22.11.1998	59	170	0,37	
ahven	21.-22.11.1998	111	200	0,46	
ahven	21.-22.11.1998	54	170	0,3	
ahven	21.-22.11.1998	73	171	0,33	
ahven	21.-22.11.1998	57	185	0,54	
ahven	21.-22.11.1998	62	180	0,51	
ahven	21.-22.11.1998	62	175	0,39	
ahven	21.-22.11.1998	60	175	0,27	
ahven	21.-22.11.1998	94	185	0,36	
ahven	21.-22.11.1998	62	165	0,36	
ahven	21.-22.11.1998	256	265	0,55	
ahven	21.-22.11.1998	118	210	0,76	
ahven	21.-22.11.1998	107	200	0,44	
ahven	21.-22.11.1998	86	175	0,27	
ahven	21.-22.11.1998	24	135	0,31	
ahven	21.-22.11.1998	105	195	0,32	
ahven	21.-22.11.1998	49	165	0,25	
ahven	21.-22.11.1998	116	200	0,34	
ahven	21.-22.11.1998	83	180	0,41	
ahven	21.-22.11.1998	60	180	0,55	

**Kyrkösjärvi**

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Homoge- naatti	Elohoepa mg/kg
Särki	22.5.2001	58	185	A	A 0,25
Särki	22.5.2001	83	201	A	B 0,27
Särki	22.5.2001	83	199	A	C 0,35
Särki	22.5.2001	89	200	A	
Särki	22.5.2001	65	188	A	
Särki	22.5.2001	93	205	A	
Särki	22.5.2001	135	233	B	
Särki	22.5.2001	135	230	B	
Särki	22.5.2001	139	228	B	
Särki	22.5.2001	250	265	C	

**Kyrkösjärvi**

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohoepa mg/kg
Hauki	6.6.2003	888	522	0,39
Hauki	6.6.2003	782	518	0,69
Hauki	6.6.2003	1130	572	0,59
Hauki	6.6.2003	886	527	0,69
Hauki	6.6.2003	609	450	0,44
Hauki	6.6.2003	1125	572	0,50
Hauki	6.6.2003	744	508	0,72
Hauki	6.6.2003	1772	647	0,87
Hauki	6.6.2003	1290	606	0,58
Hauki	6.6.2003	1811	668	0,73
Hauki	29.5.2001	625	455	0,51
Hauki	29.5.2001	878	526	0,52
Hauki	29.5.2001	825	513	0,60
Hauki	29.5.2001	927	524	0,46
Hauki	29.4.2001	1240	572	0,60
Hauki	29.5.2001	1008	537	0,41
Hauki	29.4.2001	1321	576	0,52
Hauki	29.5.2001	1517	626	0,72
Hauki	29.5.2001	1621	610	0,45
Hauki	29.5.2001	1637	668	0,66
hauki	1997	596	465	0,43
hauki	1997	526	450	0,46
hauki	1997	834	520	0,47
hauki	1997	1020	570	0,48
hauki	1997	854	510	0,5
hauki	1997	752	520	0,48
hauki	1997	660	470	0,42
hauki	1997	836	540	0,69
hauki	1997	504	440	0,54
hauki	1997	618	470	0,39

## Liikapuro

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Hauki	27.9.2003	496	435	0,92
Hauki	27.9.2003	500	450	0,42
Hauki	27.9.2003	622	492	0,53
Hauki	27.9.2003	562	457	0,54
Hauki	27.9.2003	619	472	0,61
Hauki	27.9.2003	726	484	0,71
Hauki	27.9.2003	699	493	1,1
Hauki	5/2002	280	362	0,61
Hauki	5/2002	194	297	0,62
Hauki	5/2002	219	346	0,90
Hauki	5/2002	245	352	0,48
Hauki	5/2002	508	432	0,65
Hauki	5/2002	428	406	0,63
Hauki	5/2002	466	425	0,65
Hauki	5/2002	569	445	0,64
Hauki	5/2002	635	482	0,80
Hauki	5/2002	609	457	0,99

## Liikapuro

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Ahven	2.5.2002	93	197	0,48
Ahven	2.5.2002	119	213	0,41
Ahven	2.5.2002	146	220	0,45
Ahven	2.5.2002	164	233	0,33
Ahven	2.5.2002	178	238	0,58
Ahven	2.5.2002	228	256	0,59
Ahven	2.5.2002	212	252	0,47
Ahven	2.5.2002	210	252	0,39
Ahven	2.5.2002	213	255	0,47
Ahven	2.5.2002	263	272	0,40

### **Pitkämö**

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Ahven	11.10.2003	15	110	0,22
Ahven	11.10.2003	19	120	0,47
Ahven	11.10.2003	22	127	0,29
Ahven	11.10.2003	23	134	0,60
Ahven	11.10.2003	26	132	0,56
Ahven	11.10.2003	25	140	0,61
Ahven	11.10.2003	25	140	0,50
Ahven	11.10.2003	65	186	0,28
Ahven	2001	88	188	1,08
Ahven	2001	173	234	0,97
Ahven	2001	174	232	1,00
Ahven	2001	123	223	0,99
Ahven	2001	171	248	0,63
Ahven	2001	142	232	1,16
Ahven	2001	163	248	0,88
Ahven	2001	194	235	0,91
Ahven	2001	213	253	0,75
Ahven	2001	251	257	1,06

### **Pitkämö**

Laji	Pyynti pvm	Kokonais- massa (g)	Pituus (mm)	Elohopea mg/kg
Hauki	11.10.2003	742	508	0,47
Hauki	11.10.2003	1613	642	0,94
Hauki	kevät 2001	808	505	0,66
Hauki	kevät 2001	185	310	0,29
Hauki	kevät 2001	576	460	0,70
Hauki	kevät 2001	670	465	0,63
Hauki	kevät 2001	518	450	0,72
Hauki	kevät 2001	683	476	0,66
Hauki	kevät 2001	874	490	0,66
Hauki	kevät 2001	1144	551	1,00

# KYRÖNJOEN TEKOJÄRVIEŒ TILA JA KEHITYS SYVÄNTEIDEN POHJAEIÄIMISTÖN PERUSTEEL- LA

*Jukka Aroviita*

<b>I JOHDANTO .....</b>	<b>54</b>
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>55</b>
2.1 Vuoden 2002 näytteet .....	55
2.2 Vertailuaineisto .....	55
2.3 Vedenlaatuaineisto .....	55
2.4 Aineiston analysointi .....	56
<b>3 TULOKSET .....</b>	<b>57</b>
3.1 Yksilötiheys .....	57
3.2 Taksonimäärä .....	57
3.3 Taksonien esiintyminen .....	58
3.4 Yhteisökoostumus .....	59
3.5 Ympäristötekijöiden vaikutus .....	60
<b>4 TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>62</b>
<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>64</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>65</b>

# 1

## JOHDANTO

Suomen tekojärvet ovat yleensä matalia ja polyhumoosisia suo- ja metsämaalle perustettuja altaita (Vogt 1978). Vanhimpien tekojärvien ikä on lähes 40 vuotta. Länsi-Suomessa useimmat tekojärvet on rakennettu voimatalouden ja tulvasuojelun tarpeisiin. Tekojärvien eliöstöä on tutkittu niin koko Suomen kuin myös Länsi-Suomen osalta 1980-luvulta lähtien (Koskenniemi 1992, 1994, 1995). Syvännepohjaeläimistöä on seurattu Länsi-Suomessa Kyrönjoen tekojärvillä jo 1980-luvulla (esim. Lax ym. 1998).

Leviäville vesieliöille tekojärvet tarjoavat uuden elinympäristön. Uusissa tekojärvissä kasvillisuus ja pohjaeläimistö kehittyvät yleensä nopeasti ja alkuvaiheen kolonisaatiolajit ovat nopealevintäisiä ja -kasvuisia (Koskenniemi 1995). Pohjaeläinten leviämiskyvyn ja luontaisten habitaattien läheisyyden on havaittu määrävän kolonisoivan eläimistön koostumuksen Kyrönjoen Kyrkösjärven tekojärvellä (Koskenniemi 1995).

Tämä tutkimus on osa Kyrönjoen velvoitetarkkailua, johon liittyen Kyrönjoen neljän tekojärven syvänteiden pohjaeläimistöä kerättiin näytteet syksyllä 2002. Selvityksen tarkoituksena on tutkia Kyrönjoen tekojärvien syvänteiden pohjaeläinten nykyistä lajikoostumusta ja arvioida tekojärvissä mahdollisesti tapahtuneita muutoksia verrattuna 1980-luvulla kerättyyn aineistoon (Koskenniemi 1995). Lisäksi tarkoituksena on pyrkiä arvioimaan muutoksia selittäviä tekijöitä.

## AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Vuoden 2002 näytteet

Kyrönjoen tekojärvien Kalajärven, Kyrkösjärven, Liikapuron ja Pitkämön syvänteistä kerättiin pohjaeläinnäytteet 30.9.-16.10.2002. Kultakin tekojärveltä kerättiin viisi rinnakkaista Ekman-näytettä (noutimen pinta-ala 225 cm<sup>2</sup>) ja tehtiin yksi 5 m pitkä veto pohjakolmioharalla. Näytteenottosyvyydet olivat Kalajärvellä 7,2 m, Kyrkösjärvellä 3,8-5,0 m, Pitkämöllä 13,0-18,0 m ja Liikapurolla 3,6-4,1 m. Näytteet seulottiin maastossa 0,5 mm havaskoon seulalla. Eläimet poimittiin alkoholiin säilytyistä näytteistä laboratoriossa valkoiselta alustalta käyttäen suurentavaa luuppia ja niistä tehtiin kestopreparaatit tarkempaa lajinmäärittämistä varten. Määritykset tehtiin mahdollisuuksien mukaan lajitasolle. Vuoden 2002 pohjaeläinnäytteenoton näytekohdaiset lajilistat ovat liitteessä I.

### 2.2 Vertailuaineisto

Vertailuaineistona käytettiin vuosina 1984 ja 1986 Kyrönjoen tekojärveltä sekä myös muilta Suomen tekojärveltä kerättyä pohjaeläinaineistoa (Koskenniemi 1995). Menetelmät olivat yhtenevät yllä kuvattujen kanssa. Koskenniemen (1995) aineisto koostui kolmesta rinnakkaisesta Ekman-näytteestä järveä kohti, joten näyteponnistuksen yhdenmukaistamiseksi myös Kyrönjoen tekojärvien vuoden 2002 aineisto supistettiin kolmeen nostoon (valitsemalla kolme ensimmäistä nostoa kustakin järvestä) ja tätä aineistoa käytettiin kaikissa vertailuissa.

### 2.3 Vedenlaatuaineisto

Tiedot Kyrönjoen tekojärvien vedenlaadusta kerättiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmästä. Tekojärvien vedenlaatua edustivat vedenlaadun syväntetarkkailupaikat (Taulukko 1). Vesinäytteiden määrä vaihteli aineistossa ja sen kontrollomiseksi arvoista laskettiin kuukausikohtaiset keskiarvot. Muiden kuin Kyrönjoen tekojärvien vedenlaatu tiedot poimittiin julkaisun Koskenniemi ym. (1990) taulukosta 2. Vedenlaatumuuttujista laskettiin kesäkauden (kesä-syyskuu) keskiarvo ja valittiin tarkasteluun pH, hapen kyllästysaste (%), myös erikseen kevätkaudelle; maaliskuuhuhtikuu), kokonaisfosfori ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ), kokonaistyyppi ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) ja väriluku ( $\text{mg Pt l}^{-1}$ ). Liikapuron ja Pitkämön vuoden 2002 fosforin, typen ja väriluvun tiedot ovat lokakuulta.

Taulukko 1. Kyrönjoen tekojärvien vedenlaadun seuranta paikat ja niiden syvyydet. Taulukossa on ilmoitettu vuodet, joilta tietoa löytyi suhteellisen kattavasti.

Vedenlaadun seuranta paikan nimi	Syvyys	Vuodet
Kalajärvi syväne	5,2	1975-2004
Kyrkösjärvi syväne	6,3	1981-2004
Liikapuron allas	4,1	1970-1985, 1998-2004
Pitkämön allas syv. P6	21,9	1971-1985, 1997-2004

## 2.4 Aineiston analysointi

Kyrönjoen tekojärvien vuosien 1984, 1986 ja 2002 syvänteiden pohjaeläimistöjen yhteisökoostumusta tarkasteltiin käyttäen ei-parametrista moniulotteista skaalausta (NMDS). NMDS on ekologisiin aineistoihin hyvin sopiva ordinaatiomenetelmä, joka perustuu järjestettyihin etäisyyksiin (McCune & Mefford 1999). NMDS-analyysit tehtiin PC-Ord 4.0-ohjelman (McCune & Mefford 1999) AutoPilot-optimilla (medium). Analyysissä ordinoitiin samanaikaisesti kaikkien (sekä koko Suomen että Kyrönjoen) tekojärvien syvännepohjaeläinaineisto, jotta voitiin tarkastella Kyrönjoen tekojärvien eri tutkimusvuosien pohjaeläinyhteisöjen sijoittumista suhteessa muiden tekojärvien yhteisöihin. NMDS-ordinaatiot tehtiin  $\log(x+1)$ -muunnetulla yksilörunsausaineistolla.

Tekojärvien pohjaeläimistön ja ympäristömuuttujien välisiä suhteita tarkasteltiin oikaistun korrespondenssianalyysin (DCA) (Hill & Gauch 1980) akseliarvojen ja ympäristömuuttujien välisen korrelaation avulla. Analyysiä varten taksoniaineistosta poistettiin taksonit, jotka esiintyivät vain yhdessä tekojärvässä. Lisäksi DCA-ordinaatiossa käytettiin harvinaisten lajien alipainotusta. Aineiston yhdenmukaistamiseksi muut *Chironomus*-taksonit kuin *C. anthracinus* ja *C. plumosus* summattiin yhdeksi taksoniksi. DCA-ordinaatio tehtiin erikseen sekä kaikkien tekojärvien aineistolle että vain Kyrönjoen tekojärvien aineistolle. Myös DCA-ordinaatio tehtiin PC-Ord-ohjelmalla  $\log(x+1)$ -muunnetulla yksilörunsausaineistolla.



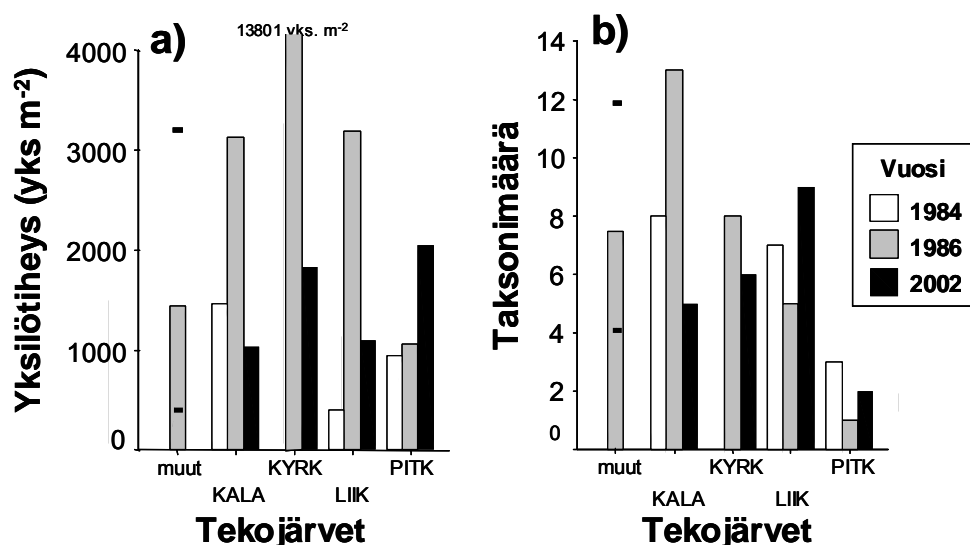
## TULOKSET

### 3.1 Yksilötiheys

Tekojärvien syvänteiden pohjaeläinten yksilötiheyksissä oli melko suurta vuosienvälistä vaihtelua (Kuva 1a). Vuonna 2002 pohjaeläinten arvioitu yksilötiheys oli suurin Pitkämön altaassa ja pienin Kalajärvessä. Yksilötiheydet olivat Pitkämön allasta lukuunottamatta kaikissa Kyrönjoen tekojärvissä alhaisemmat vuonna 2002 kuin vuonna 1986. Vuonna 1986 yksilötiheydet taas olivat huomattavan korkeita vuoteen 1984 verrattuna.

### 3.2 Taksonimäärä

Vuonna 2002 taksonia oli eniten Liikapurossa (9 taksonia) ja vähiten Pitkämössä (2 taksonia) (Kuva 1b). Kalajärvessä tavattiin 5 taksonia ja Kyrkösjärvessä 6. Liikapuron ja Pitkämön taksonimäärät olivat hieman korkeammat vuonna 2002 kuin vuonna 1986, kun taas Kyrkösjärven ja etenkin Kalajärven taksonimäärät olivat alhaisempia vuonna 2002 vuoteen 1986 verrattuna. Taksonimäärät eivät poikenneet, Pitkämöä lukuunottamatta, muiden 1980-luvulla tutkittujen Suomen tekojärvien keskiarvosta.

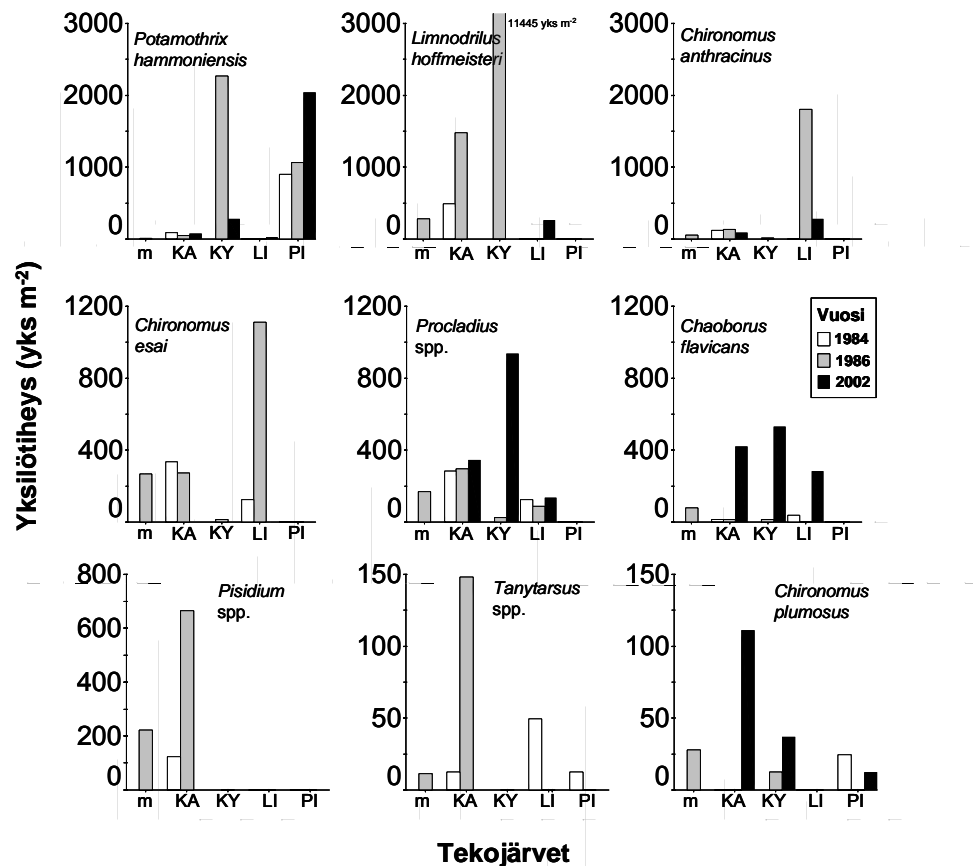


Kuva 1. Tekojärvien syvänteiden a) yksilötiheydet ja b) taksonimäärät vuosina 1984, 1986 ja 2002. "muut" (Koskeniemi 1995) on joukko ( $n = 12$ ) tekojärviä Suomesta, joista on ilmoitettu keskimääräinen tiheys ja taksonimäärä sekä suurin ja pienin arvo (paksut viivat). Kyrönjoen tekojärvien lyhenteet on selitetty liitteessä II.

### 3.3 Taksonien esiintyminen

Harvasukasmadot (Oligochaeta) ja surviaissäskien (Chironomidae) sekä sulkasääskien (Chaoboridae) toukat olivat vallitsevia pohjaeläimiä Kyrönjoen tekojärvien syvänteissä. Vuonna 2002 Kalajärvellä ja Kyrkösjärvellä kaksi yksilötiheydeltään runsaslukuisinta taksonia olivat sulkasääski *Chaoborus flavicans* ja surviaissäski *Procladius* spp. (Kuva 2). 1980-luvulla hyvin runsaana näissä altaissa esiintynyt harvasukasmato *Limnodrilus hoffmeisteri* puuttui kokonaan vuonna 2002 ja myös harvasukasmato *Potamothrix hammoniensis* tiheys oli Kyrkösjärvellä vuotta 1986 alhaisempi. *Limnodrilus hoffmeisteri* taas esiintyi uutena lajina Liikapuron altaalla. Liikapuron muut runsaimmat taksonit olivat vuonna 2002 *C. flavicans* ja surviaissäski *Chironomus anthracinus*. Pitkämöllä esiintyi vain 2 taksonia joista hyvin runsaana vain harvasukasmato *Potamothrix hammoniensis*.

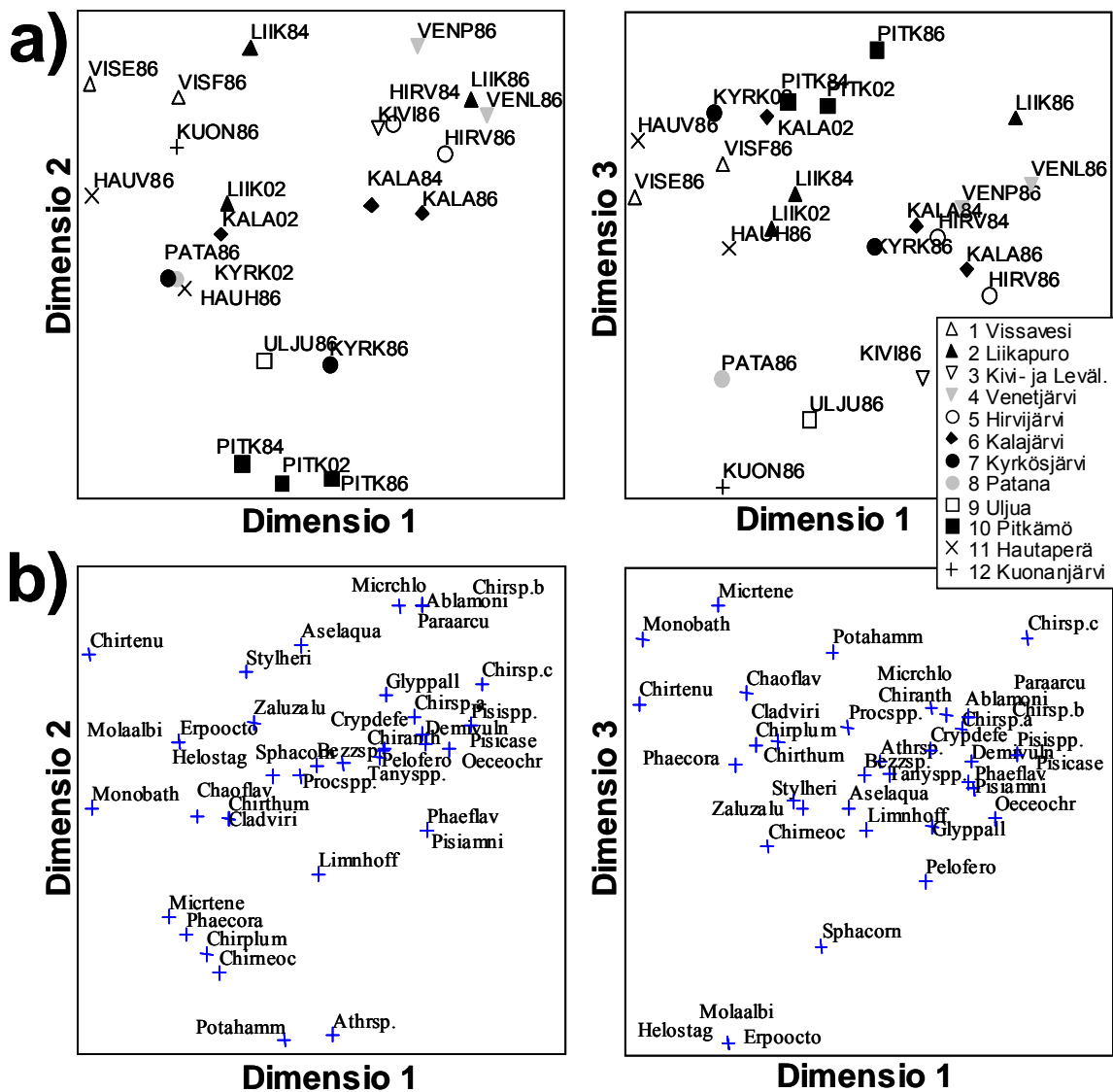
Usean taksonin yksilötiheydessä oli runsaasti vaihtelua tutkimusvuosien välillä (Kuva 2). Harvasukasmatoja vaikutti esiintyvän enemmän 1980-luvulla kuin vuonna 2002, lukuunottamatta Pitkämöä, jossa *Potamothrix hammoniensis* tiheys oli korkeampi vuonna 2002. Sulkasääski *C. flavicans* ja *Procladius* spp.-toukkien tiheysarviot olivat kaikissa Kyrönjoen tekojärvissä korkeampia vuonna 2002 kuin 1980-luvulla. *Procladius* tiheysarviot olivat Kalajärvellä ja Liikapurolla tosin samaa tasoa kuin 1980-luvulla, mutta Kyrkösjärvellä tiheydet olivat lähes 40-kertaiset vuoteen 1986 verrattuna. Myös *Chironomus plumosus* näytti esiintyvän runsaammin Kala- ja Kyrkösjärvillä vuonna 2002 1980-lukuun verrattuna. Herne-simpukat *Pisidium* spp. ja surviaissäsket *Chironomus esai*, *Tanytarsus* spp. puuttuivat kaikki vuoden 2002 näytteistä (*Tanytarsus* tosin esiintyi Liikapurolla, mutta ei tarkasteluun valituissa 3 ensimmäisessä Ekman-näytteessä).



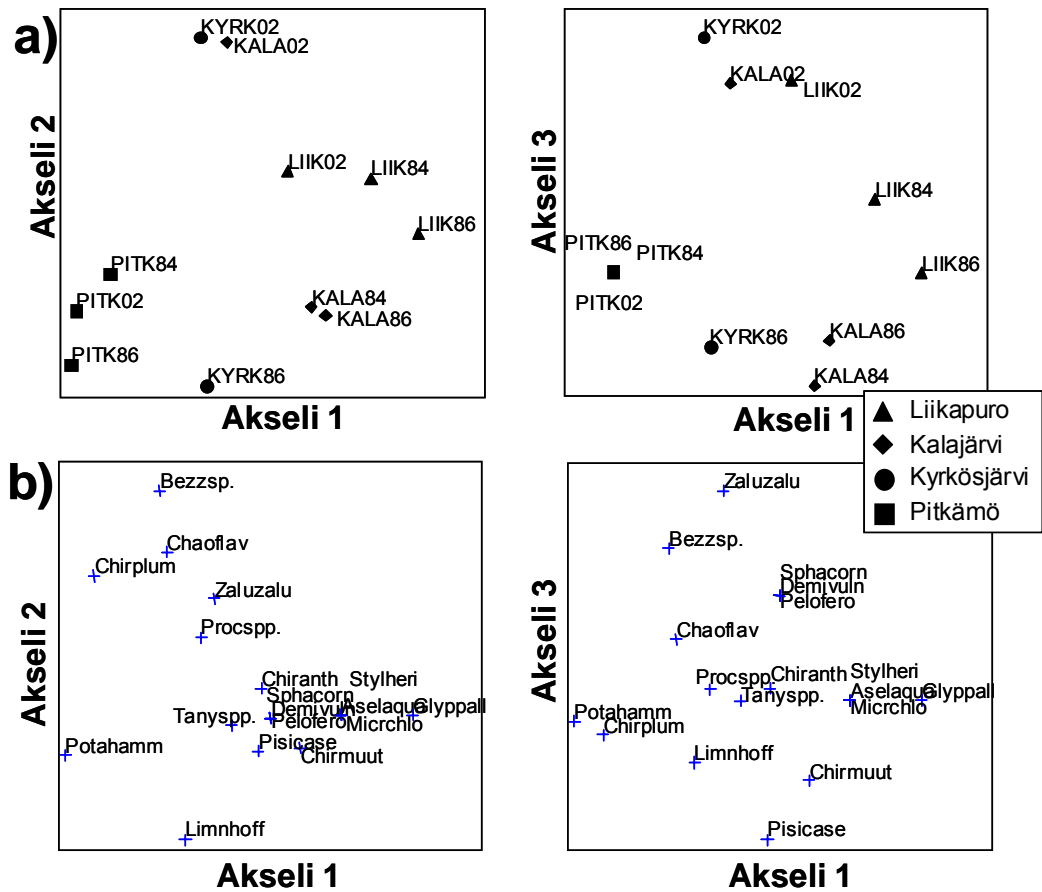
Kuva 2. Kyrönjoen tekojärvien yhdeksän runsaslukuisimman taksonin tiheysarviot kolmena tutkimusvuotena. "m" on joukko (n = 12) tekojärviä muualta Suomesta (Koskenniemi 1995). Huomaa, että akselien skaalaus vaihtelee. Kyrönjoen tekojärvien lyhenteet on selitetty liitteessä II.

### 3.4 Yhteisökoostumus

Yhteisökoostumusta tarkasteltiin ordinaatiomenetelmin (Kuvat 3 ja 4). Pitkämön tekoaltaan syvänteen pohjaeläimistö erottui yhteisörakenteensa perusteella muista tekojärivistä kaikkina tutkimusvuosina (1984, 1986, 2002) (Kuva 3a). Muut tekojärvet sijoittuivat ordinaatioavaruudessa lähemmäksi toisiaan. Lisäksi Kalajärven, Kyrkösjärven ja Liikapuron vuoden 2002 näytepaikat olivat ordinaatioissa suhteellisen lähekkäin toisiaan. Kaikkien "ordinaatiosiertymä" oli vuodesta 1986 vuoteen 2002 dimension 1 suuntainen. Myös ympäristömuuttujien korrelaatiotestiä varten (ks seuraava kappale) tehdyssä vain Kyrönjoen tekojärvien DCA-ordinaatiossa Kalajärven, Kyrkösjärven ja Liikapuron vuoden 2002 näytenäytteet sijoittuivat lähelle toisiaan (Kuva 4).



Kuva 3. Tekojärvien NMDS-ordinaation 1-dimensio (ulottuvuus) suhteessa 2-dimensioon ja 3-dimensioon. Analyysin lopullinen stressiarvo oli 9.69578. Erillisissä kuvissa on esitetty a) tekojärvien ja b) niiden taksonien sijoittuminen ordinaatioavaruuteen. Tekojärvien numerointi on selitteessä Koskenniemi ym. (1990) mukaan. Kyrönjoen tekojärvien symbolit ovat kuvassa 2a mustia symboleita. Kuvassa käytetyt lyhenteet on selitetty liitteessä II.



Kuva 4. Kyrönjoen tekojärvien syvänteiden pohjaeläinyhteisöjen DCA-ordinaatio kolmena tutkimusvuotena. Ks tarkemmin teksti ja Taulukko 2.

### 3.5 Ympäristötekijöiden vaikutus

Ympäristömuuttujien vaikutusta arvioitiin DCA-ordinaation akselien ja ympäristömuuttujien välisen korrelaation tarkastelulla. DCA-ordinaatio tehtiin erikseen sekä kaikkien tekojärvien aineistolle että vain Kyrönjoen tekojärvien aineistolle. Tekojärvet ryhmittivät odotetusti DCA-ordinaatioavaruuteen hyvin samankaltaisesti kuin NMDS-ordinaatioonkin (vain Kyrönjoen tekojärvien DCA-ordinaatio on esitetty kuvassa 4). DCA-ordinaation ensimmäinen akseli selitti suurimman osan pohjaeläinten vaihtelusta sekä kaikkien tekojärvien että vain Kyrönjoen tekojärvien aineistossa. Molemmissa DCA-ajoissa ensimmäisen DCA-akselin kanssa korreloivat tilastollisesti merkitsevästi järven teoreettinen viipymä ja valuma-alueen koko ja kaikkien tekojärvien aineistossa lisäksi myös keskisyvyys (Taulukko 2). Kun erikseen vain Kyrönjoen tekojärvien aineistolle tehtiin DCA-ordinaatio, niin myös vedenlaatumuuttujat (happi, kok-P, kok-N, pH) korreloivat tilastollisesti merkitsevästi ensimmäisen DCA-akselin pistearvojen kanssa. Toisella ja kolmannella akselilla merkitsevä tekijä oli tekojärven ikä.

Taulukko 2. Tekojärvien syvänpohjaeläimistön DCA-ordinaation akseleiden (DCA1-DCA3) ja ympäristömuuttujien väliset Pearsonin korrelaatiokertoimet. DCA-ordinaatio tehtiin erikseen sekä kaikkien tekojärvien aineistolle (kokonaisinerfia = 1,987) että vain Kyrönjoen tekojärvien (1,544) aineistolle. Lihavoitujen korrelaatiokertoimien tilastollinen merkitsevystaso  $p \leq 0,05$  ja tähdellä \* merkittyjen  $p \leq 0,001$ . Analyseissä käytetyt tiedot tekojärvien luonteenpiirteistä saatiin Koskenniemi ym. (1990):n taulukosta 1.

	Kaikki tekoj. (n=23)			Kyrönjoen tekoj. (n=11)		
	DCA1	DCA2	DCA3	DCA1	DCA2	DCA3
Akselin ominaisarvo	0,520	0,232	0,140	0,502	0,162	0,020
Ikä	0,032	<b>0,425</b>	-0,238	-0,100	<b>0,655</b>	<b>0,709</b>
Pinta-ala	-0,389	<b>-0,473</b>	-0,226	0,501	0,169	-0,183
Keskisyvyys	<b>0,738*</b>	-0,190	0,269	<b>-0,736</b>	-0,450	-0,286
Teor. viipymä	<b>-0,659*</b>	0,029	-0,318	<b>0,914*</b>	0,450	0,164
Valuma-alue	<b>0,721*</b>	-0,263	0,237	<b>-0,914*</b>	-0,450	-0,164
Turvem. osuus pohjasta	<b>-0,571</b>	-0,025	-0,304	<b>0,736</b>	0,450	0,286
Säännöstelyintensiteetti	-0,291	-0,080	-0,384	0,014	-0,169	-0,333
Minerogeeninen <sup>(1)</sup>	<b>0,517</b>	-0,052	0,333	-0,464	-0,337	-0,220
Kasviranta <sup>(1)</sup>	0,409	-0,052	0,279	<b>-0,773</b>	-0,337	-0,117
Vesisammal <sup>(1)</sup>	-0,396	0,149	-0,380	<b>0,736</b>	0,450	0,286
Kasviton <sup>(1)</sup>	-0,205	-0,251	-0,379	0,206	0,000	-0,286
O <sub>2</sub> (kesä)	-0,231	-0,161	0,282	<b>0,781</b>	-0,155	-0,292
O <sub>2</sub> (kevät)	<b>0,662*</b>	-0,113	-0,003	-0,545	-0,145	-0,064
Kok-P (kesä)	0,228	-0,122	0,118	<b>-0,773</b>	-0,445	-0,282
Kok-N (kesä)	0,404	-0,116	-0,056	<b>-0,782</b>	-0,336	-0,236
pH (kesä)	0,403	-0,363	0,273	<b>-0,731</b>	-0,279	-0,162
Väriarvo (kesä)	0,278	0,344	-0,095	<b>-0,758</b>	0,164	0,370

<sup>1)</sup> Eri rantatyyppien osuus luonnoll. rantaviivan pituudesta

# 4

## TULOSTEN TARKASTELU

Kyrönjoen tekojärvet erosivat syvänteiden pohjaeläimistön perusteella hyvin paljon toisistaan. Erot näkyivät niin yksilötiheyksissä, taksonimäärissä kuin lajiston koostumuksessakin. Näiden tekojärvien pohjaeläinten koostumuksessa havaittiin selviä eroja jo 1980-luvulla (Koskeniemi 1992, 1995; Lax ym. 1998). Vaikka pohjaeläinten kokonaisuusyksilötiheydet ja taksonimäärät olivat vuonna 2002 samaa suuruusluokkaa kuin 1980-luvulla, on syvänteiden lajiston koostumuksessa kuitenkin tapahtunut useita muutoksia viimeisen kahden vuosikymmenien aikana.

Syvännepohjaeläimistön koostumuksen perusteella muista Kyrönjoen tekojärivistä erottui selvimmin Pitkämön tekoallas. Pitkämö on syvä ja voimakkaasti talvisin ja kesäisin kerrostuva allas. Syynä Pitkämön erottumiseen on sen pohjaeläimistön vähälajisuus. Altaan syvännenäytteissä esiintyi vain kahta taksoniryhmää, harvasukasmadoista *Potamothrix hammoniensis* ja surviaissääskistä *Chironomus plumosus*. Näin ollen Pitkämön pohjaeläimistön koostumus ei näytä kovin muuttuneen 1980-luvun tilanteesta, vaan lajisto on säilynyt hyvin yksipuolisena. Ainoa muutos oli, että *P. hammoniensis*in tiheys vaikutti kasvaneen 1980-luvun tarkastelujaksosta ja oli näin ollen samaa tasoa kuin Kyrkösjärvellä vuonna 1986.

1980-luvulla kerätyn aineiston ordinaatioissa Pitkämöstä erosi eniten Liikapuron allas (Lax. ym. 1998) ja näiden kahden altaan "väliin" sijoittuivat Kalajärvi ja Kyrkösjärvi. Sama trendi oli havaittavissa myös vuonna 2002, kun Kalajärven, Kyrkösjärven ja Liikapuron näytenäytteet sijoittuivat ordinaatioavaruudessa lähelle toisiaan (sekä kaikkien tekojärvien että vain Kyrönjoen tekojärvien aineistoilla tehdyt NMDS ja DCA; kuvat 3 ja 4). Kalajärven ja Kyrkösjärven syvännepohjaeläimistöjen koostumus oli melko samankaltainen ja Liikapuro erottui edellisistä lähinnä hieman rikkaamman lajistonsa perusteella. Liikapuro erottuminen saattaa johtua sen mosaiikkimaisesta ja monimuotoisesta pohjasta, joka koostuu karkeasta terrestrisestä aineksesta ja hienommasta kerrostuneesta sedimentistä (Esa Koskeniemi, suull. tied. 8.12.2004).

Tekojärvien syvänteiden pohjaeläinyhteisöjen koostumusta selittivät eniten tekojärvien luonteenpiirteet (keskisyvyys ja valuma-alueen koko ja vastakkaiseen suuntaan teoreettinen viipymä). Myös turvemaan osuus pohjasta oli merkittävä ja pohjan laatu onkin tärkeä pohjaeläimistön koostumukseen vaikuttava tekijä. Tulos luonteenpiirteiden tärkeydestä pohjaeläin koostumukselle on odotettu, koska Kyrönjoen tekojärvet ovat jo luonteenpiirteiltään hyvin erilaisia. Pitkämön tekoallas on syvä (keskisyvyys 7 m), sillä on hyvin lyhyt teoreettinen viipymä (4 vrk) ja suuri valuma-alue (2116 km<sup>2</sup>) (Ranta 1985, Koskeniemi 1995). Liikapuron allas taas on pieni, matala (keskisyv. 1,5 m) ja se sijaitsee valuma-alueen latvalla (valuma alue 27 km<sup>2</sup>). Kyrönjoen tekoaltaista nuorimmat Kyrkö- ja Kalajärvi ovat myös alueen suurimmat altaat (pinta-ala 6-11 km<sup>2</sup>). Niiden ja Liikapuron pohjasta on paljon suota, kun taas Pitkämöllä ei ole suopohjaa. Myös koko Suomen tekojärvien aineistolla tehdyissä analyyseissä altaiden luonteenpiirteet olivat tärkeitä pohjaeläinyhteisöjen koostumukseen vaikuttavia tekijöitä.

Vedenlaatumuuttujista kesäkauden happitilanne ja rehevyyttä ja ravinteisuutta kuvaavat muuttujat selittivät myös Kyrönjoen tekojärvien yhteisöjen koostumusta. Koko Suomen tekojärvien aineistossa vedenlaatumuuttujien vaikutus näytti olevan vähäisempi, kevättalvista happipitoisuutta lukuunottamatta. Happipitoisuus näyttääkin olevan hyvin tärkeä tekijä Kyrönjoen tekojärvien syvänteiden pohjaeläimistön koostumukselle.

Kyrönjoen tekojärvien pohjaeläimistössä näyttää tapahtuneen suhteellisen paljon muutoksia 1980-luvun tilanteeseen verrattuna. Näiden muutosten tarkastelussa on otettava huomioon, että tekojärvien olosuhteet voivat äkillisesti vaihdella vuodenaikojen ja vuosienkin välillä. Mielenkiintoista oli Kalajärvellä, Kyrkösjärvellä ja Liikapuron altaalla *Chaoborus*-sulkasääskien toukkien runsas esiintyminen vuonna 2002 verrattuna 1980-lukuun, jolloin *Chaoborus*-havainnot olivat lähinnä satunnaisia. *Chaoborus* saalistaa eläinplanktonia ja tiedot eläinplanktonin määrän mahdollisesta kasvusta saattaisivat selittää *Chaoboruksen* esiintymisen lisääntymisen. *Chaoborus* saattaa myös kertoa jotain heikosta happitilanteesta, kuten myös *Chironomus plumosuksen* runsaampi esiintyminen Kalajärvellä ja Kyrkösjärvellä vuonna 2002 (ks myös Koskenniemi 1985). Kaikissa kolmessa tekojärvestä ovat happipitoisuudet olleet ainakin ajoittain alentuneet vielä viime vuosinakin. *C. plumosus* on rehevöityneiden järvien tyyppilajistoa (Saether 1979, Wiederholm 1980) ja sen runsastuminen viitanee altaiden rehevöitymiseen.

Muita lajistomuutoksia olivat *Limnodrilus hoffmeisteri* häviäminen Kala- ja Kyrkösjärveltä ja saman harvaasukasmaton ilmaantuminen uutena lajina Liikapurolle. Edelleen, aiemmin monilla tekojärvilla runsaana esiintynyt *Chironomus esai* oli hävinnyt kokonaan. *Procladius*-toukkia esiintyi hyvin runsaasti Kyrkösjärvellä vuonna 2002 ja niiden tiheysarvio oli yli kaksinkertainen kuin millään Suomen tekojärvestä 1980-luvun aineistossa. Lisäksi simpukoita ei havaittu millään Kyrönjoen tekojärvistä vuonna 2002. 1980-luvulla simpukoita esiintyi viidessä 12:sta muista Suomen tekojärvistä ja Kyrönjoen tekojärvistä Kalajärvellä havaittiin sekä *Pisidium*- että *Sphaerium* -simpukoita (Koskenniemi 1992). Tällöin *Pisidiumia* tavattiin molempina tutkimusvuosina 1984 ja 1986. Lisäksi simpukoita on tavattu Seinäjoelta Kalajärven alapuolelta. Vaikka happamuus saattaa rajoittaa simpukoiden esiintymistä (Koskenniemi 1985), se ei voi olla syytä simpukoiden häviämiseen.

Tämän tarkkailun tulosten mukaan Kyrönjoen tekojärvien syvänteiden pohjaeläimistö on muuttunut melko paljon 1980-luvulta nykypäivään siirryttäessä. Mm. *Chironomus plumosus*-surviaissääsken runsastuminen Kala- ja Kyrkösjärvillä indikoi altailla tapahtunutta kasviplanktonituotannon merkityksen kasvua ja rehevöitymistä. Pohjaeläinlajisto muistutti aikaisempaa enemmän rehevöityneitä runsashumuksisia järviä. Kyrönjoen tekojärvet lienevätkin ainakin jossain määrin "järvistyneen" viimeisten 20 vuoden aikana.



# Kirjallisuus

- Hill, M.O. & Gauch, H.G. (1980) Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. - *Vegetatio* 42: 47-58.
- Koskenniemi, E. (1985) Eräiden Pohjanmaan tekojärvien pohjaeläimistö. Pro gradu-tutkielma. Biologian laitos, Jyväskylän yliopisto. 53 s.
- Koskenniemi, E., Ranta, E.K., Palomäki, R. & Sevola, P. (1990) On the natural and introduced fish fauna in Finnish reservoirs. s. 74-81. - Teoksessa W. L. T. van Densen, B. Steinmetz, & R. H. Hughes (toim.), Management of freshwater fisheries. Proceedings of a Symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May - 3 June 1988, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Pudoc, Wageningen, Netherlands.
- Koskenniemi, E. (1992) The role of chironomids (Diptera) in the profundal macrozoobenthos in Finnish reservoirs. - *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 26: 503-508.
- Koskenniemi, E. (1994) Colonization, succession and environmental conditions of the macrozoobenthos in a regulated, polyhumic reservoir, Western Finland. - *International Review der gesamten Hydrobiologie* 79: 521-555.
- Koskenniemi, E. (1995) The ecological succession and characteristics in small Finnish polyhumic reservoirs. *Biological research reports from the University of Jyväskylä* 47. 36 s.
- Lax, H-G., Julkunen, M., Koivusaari, J., Koskenniemi, E., Latvala, J., Rautio, L.M. & Teppo, A. (1998) Kyrönjoen tila ja vesistöiden tarkkailu vuosina 1986-1995. - *Suomen ympäristö, luonto ja luonnonvarat* 252. 141 s.
- McCune, B. & Mefford, M.J. (1999) Multivariate analysis of ecological data. Gleneden Beach, Oregon, USA, MjM Software Design.
- Ranta, E. (1985) Kyrönjoen kalastosta ja kalaston tilaan vaikuttavista tekijöistä. - *Vesihallituksen tiedotus* 259: 1-97.
- Saether, O.A. (1979) Chironomid communities as water quality indicators. - *Holarctic Ecology* 2: 65-74.
- Vogt, H. (1978) An ecological and environmental survey of the humic man-made lakes in Finland. - *Aqua Fennica* 8: 12-24.
- Wiederholm, T. (1980) Use of benthos in lake monitoring. - *J. Water Pollut. Control Fed.* 52: 537-547.



Kyönönjoen tekojärven syvänteiden pohjaeläimistön näytekohtaiset yksilömäärät syksyllä 2002. Ekman-noutimen (Ekm) ala 225 cm<sup>2</sup>, pohjakolmioharan (PKH) vedon pituus 5 m ja seulakoko 0,5 mm.

Järvi ja pvm	Kalajärvi 7.10.2002						Kyrtkösjärvi 2.10.2002						Pitkämäki 30.9.2002						Liikapuro 16.10.2002							
	Ekm	Ekm	Ekm	Ekm	Ekm	PKH	Ekm	Ekm	Ekm	Ekm	Ekm	PKH	Ekm	Ekm	Ekm	Ekm	PKH	Ekm	Ekm	Ekm	Ekm	PKH				
Näyteenotin																										
Syvyyks	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	4,5	3,8	5,3	5,0	4,1	5,0	18,0	13,5	17,0	17,5	13,0	13-15	3,9	4	3,8	4,1	3,6	7,2		
Taksioni																										
<i>Chaoborus flavicans</i>	12	9	13	10	29	12	9	4	30	7	4	21													6	
<i>Procladius</i> spp.	5	11	12	9	9	10	13	27	36	17	7	32													44	
<i>Potamothenx hammoniensis</i>	2	3	1	1	9	2	10	9	4	3	2		40	50	75	65	55	80							2	
<i>Chironomus plumosus</i> L.	2	5	2	1	13	3			1		5														2	
<i>Chironomus anthracinus</i>																										18
<i>Cladocelma viridula</i> -t	1	3	3	2																					3	
<i>Microchironomus tener</i>				1																						20
<i>Bezzia</i> sp. c							1	2		1															2	
<i>Chironomus plumosus</i> -t																										1
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>																										2
<i>Zalutschia zalutschicola</i>																										2
<i>Bezzia</i> sp. a																										1
<i>Chironomus thummi</i> -t. (SK 37)																										3
<i>Aseillus aquaticus</i>																										1
<i>Pagastrella orophila</i>																										3
<i>Tanytarsus</i> sp.																										1
<i>Cymus flavidus</i>																										1
<i>Glyptotendipes pallens</i>																										2
<i>Dicoretendipes pulsus</i> (modesta?)																										2
<i>Chironomus thummi</i> -t.																										4

Kuivissa 1-4 käytetyt lyhenteet

Lyhenne	Taksoni	Lyhenne	Taksoni	Lyhenne	Tekojärvi
Ablamoni	<i>Abiabetesmyia moniliis</i>	Limnhoff	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	KYRK	Kyrkösjärvi
Aselaqua	<i>Asellus aquaticus</i>	Micrthlo	<i>Microtendipes chloris</i> -type	ULJU	Uljua
Athrsp.	<i>Athripsodes</i> sp.	Micrtene	<i>Microchironomus tener</i>	KIVI	Kivi- ja Levälampi
Bezzsp.	<i>Bezzia</i> sp.	Molaalbi	<i>Molanna albicans</i> -type	PITK	Pitkämä
Chaoflav	<i>Chaoborus flavicans</i>	Monobath	<i>Monodiamesa bathyphila</i>	LIIK	Liikapuro
Chiranth	<i>Chironomus anthracinus</i>	Oeecoahr	<i>Oeetis ochracea</i>	VENP	Venejärvi P
Chirmeoc	<i>Chironomus neocorax</i> -type	Paraarcu	<i>Parachironomus arcuatus</i> -type	WISE	Vissavesi
Chirplum	<i>Chironomus plumosus</i>	Pelofero	<i>Pelosclex ferox</i>	KALA	Kalajärvi
Chirthum	<i>Chironomus thummi</i> -t. (SK 37)	Phaecora	<i>Phaenopsectra (Sergentia) coracina</i> -type	HAUH	Hautaperä H
Chirsp.a	<i>Chironomus</i> sp. a = C. esai	Phaeiflav	<i>Phaenopsectra flavipes</i>	VENL	Venejärvi L
Chirsp.b	<i>Chironomus</i> sp. b	Pisiamni	<i>Pisidium annicum</i>	VISF	Vissavesi F
Chirsp.c	<i>Chironomus</i> sp. c	Pisicase	<i>Pisidium casertanum</i>	PATA	Patana
Chirtenu	<i>Chironomus tenuistylus</i> -type	Pisisp.	<i>Pisidium</i> spp.	KUON	Kuonanjärvi
Cladviri	<i>Cladopelma viridula</i> -t.	Potahamm	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	HAUV	Hautaperä V
Crypdefe	<i>Cryptochironomus defectus</i>	Procsp.	<i>Procladius</i> spp.	HIRV	Hirvijärvi
Demivuln	<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	Sphaacom	<i>Sphaerium comeum</i>	Lyhenne	Vuosi
Erpoodio	<i>Erpobdella octoculata</i>	Siytheri	<i>Stylodrilus heringianus</i>	84	v. 1984
Glyppall	<i>Glyptotendipes pallens</i> -type	Tanyspp.	<i>Tanytarsus</i> spp.	86	v. 1986
Helostag	<i>Helobdella stagnalis</i>	Zaluzalu	<i>Zalutschia zalutschicola</i>	02	v. 2002

## YHTEENVETO

Tässä raportissa on käsitelty Kalajärven, Kyrkösjärven, Liikapuron ja Pitkämön tekojärvien ekologista tilaa ja kehitystä. Tekojärvet sijaitsevat Kyrönjoen vesistössä ja niiden lupien haltija on Länsi-Suomen ympäristökeskus. Altaiden tarkoituksena on pääasiallisesti ollut toimia tulvavesivarastoina, sekä säännöstellä virtaamavaihteluja. Tekojärvien keski-ikä on nyt noin 30 vuotta. Kalajärvi on isoin sekä pinta-alaltaan että tilavuudeltaan. Pitkämön tekojärvellä on pienin pinta-ala, mutta suurin syvyys. Kalajärven, Kyrkösjärven ja Liikapuron tekojärvet on padottu lähinnä metsä- ja suomaiden päälle kun taas Pitkämön tekojärvi on padottu rotkoon.

Tekojärvien erilaiset ominaispiirteet vaikuttavat niiden biologiaan ja vedenlaatuun. Syväne-pohjaeläimistön koostumuksen perusteella muista Kyrönjoen tekojärivistä erottui selvimmin Pitkämön tekoallas, missä on vähiten pohjaeläinlajeja. Pitkämöllä on myös vähiten vesikasvillisuutta. Pitkämö on syvä, kapea ja voimakkaasti talvisin ja kesäisin kerrostuva allas. Rikkain pohjaeläinlajisto ja eniten vesikasvillisuutta on Liikapurolla. Pohjaeläimistön koostumukseen vaikuttaa mm. matala happipitoisuus, mikä usein johtuu säännöstelystä ja pitkästä viipymästä. Veden tumman värin ja säännöstelyn yhteisvaikutus rajoittaa tekojärvien kasvillisuuden esiintymistä.

Tekojärvien tila on muuttunut 1990-luvun alusta lähtien. Vedenlaatu on parantunut happipitoisuuden ja fosforipitoisuuksien osalta. Tekojärvien ravinnepitoisuudet ovat edelleen korkeita ja klorofyllipitoisuudet ovat jopa nousseet. Myös pohjaeläimistössä havaittu *Chironomus plumosus*-surviaissääsken runsastuminen Kalajärvellä ja Kyrkösjärvellä indikoi altailla tapahtunutta kasviplanktonituotannon merkityksen kasvua. Kalajärvessä ja Kyrkösjärvessä made oli aluksi valtatalalajina noin 10 vuotta, jonka jälkeen madekanta on selvästi taantunut ja valtalaajeiksi ovat nousseet Kalajärvessä hauki ja Kyrkösjärvessä särki (Kyrönjoki - elävä joki). Tekojärvien kalojen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1970- ja 1980-luvun huippulukemista, mutta joiltain osin maa- ja metsätalousministeriön raja-arvot ylittyvät. Tekojärvien kalojen elohopeapitoisuudet eivät ole vielä palautuneet luonnonjärvien tasolle.

Kyrönjoen tekojärvet lienevät ainakin jossain määrin "järvistyneen" viimeisten 20 vuoden aikana ja muistuttanevat nykyään enemmän eutrofisia luonnonjärviä. Vedenlaadun vaihtelut ovat vähentyneet ja myös pohjaeläinlajisto oli osalla altaista aikaisempaa enemmän rehevöityneiden runsashumuksisten järvien kaltainen. Tekojärvillä oli suurin vaikutus alapuoliseen vesistöön ensimmäisinä käyttövuosina, mutta tilanne on parantunut esimerkiksi happipitoisuuden osalta. Vuonna 2003 otettiin käyttöön Malkakosken pato, joka on rakennettu Kyrönjoelle Ylistaron kohdalle. Sen avulla pystytään pitämään Malkakosken yläpuolisella jokiosuudella vedenpinta korkeammalla aina Ilmajoelle saakka. Malkakosken pato tasaa myös vedenpinnan vaihteluja. Tämä vaikuttaa Kyrönjoen vedenlaatuun ja muuttaa myös tekojärvien vaikutusta alapuoliseen vesistöön.

# KIRJALLISUUS

- Katajisto, J. 2001. Kyrönjoen hoitosuunnitelma ja sen laadinta. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 29 s.
- Kenttämies, K. 1980. Characteristics of the water of Finnish man-made lakes. Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters, Finland, No. 39.
- Koskenniemi, E. 1983. Kyrkösjärven tekojärven veden laatu ja makrokasvillisuus vuosina 1981-1983. Vaasan vesipiirin vesitoimisto. Moniste. 16 s. + liit.
- Koskenniemi, E. 1995. The ecological succession and characteristics in small finnish polyhumic reservoirs. Biological research reports from the university of Jyväskylä 47. 36 s.
- Koskenniemi, E., Latvala, J. & Rautio, L. M. 2000. Kyrönjoen vesistötöiden velvoitetarkkailuohjelma vuosina 2000-2007. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 28 s.
- Kyrönjoki – elävä joki. Esite. Kyrönjoen neuvottelukunta, Länsi-Suomen ympäristökeskus, Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistys ry.
- Lax, H-G., Julkunen, M., Koivusaari, J., Koskenniemi, E., Latvala, J., Rautio, L. M. & Teppo A. 1998. Kyrönjoen tila ja vesistöalueiden tarkkailu vuosina 1986-1995. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö n:o 252. 141 s.
- Leino, O. 1998. Peräseinäjoen vesiensuojelusuunnitelma. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 33. 105 s. + liit.
- Ranta, E. 1985. Kyrönjoen kalastosta ja kalaston tilaan vaikuttavista tekijöistä. Vesihallituksen tiedotus 259. Helsinki. 97 s.
- Ranta, E. 1986. Kyrönjoen vesistötöiden tarkkailuohjelma. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri. 16 s. + liit.
- Savea-Nukala, T., Koskenniemi, E., Laitinen, J. & Marttunen, M. 1999. Vesistöhankeiden velvoitetarkkailun kehittäminen Kyrönjoella – oikeudellis-hallinnollisen, habitaatti- ja malliryhmän yhteenvedot. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 47.
- Savea-Nukala, T., Rautio, L-M. & Seppälä, M. 1997. Kyrönjoen tila ja vesiensuojelun taso. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 16. 167 s.
- Teppo, A. 1997. Seinä- ja Kihniänjoen pohjapatojen rakentaminen, Peräseinäjoki : vedenlaadun tarkkailutulokset vuosina 1996-1997. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste, nro 5. 6 s.
- Teppo, A., Sivil, M. & Latvala, J. 2002. Kalajärven altaan säännöstelyn ja Seinäjoen keskiosan pengerrysten vaikutukset Seinäjoessa vuosina 1986-1997. 55 s. +liit.
- Tolonen, M. 2003. Kyrönjoen vesistötyöt. Velvoitetarkkailu vuonna 2002. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 94. 35 s. + liit.
- Tolonen, M & Sivil, M. 2003. Kyrönjoen vesistötyöt - Velvoitetarkkailu vuonna 2001. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 92. 82 s.
- Vesihallitus, 1983. Vesistöarakentamisen haittavaikutukset. Vesiensuojelun tavoiteohjelmaprojektin osaraportti n:o 12. Vesihallituksen monistesarja, nro 199. 89 s.

# OSA II: KALAJÄRVEN, KYRKÖS- JÄRVEN, LIIKAPURON JA PITKÄ- MÖN TEKOJÄRVIEN SEKÄ SEINÄ- JÄRVEN KASVILLISUUS- JA HABI- TAATTIKARTOITUS VUONNA 2002

*Anna-Maria Koivisto*

<b>I JOHDANTO .....</b>	<b>70</b>
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>72</b>
2.1 Tutkimusalueet .....	72
2.2 Menetelmät .....	73
<b>3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>74</b>
3.1 Kalajärvi .....	74
3.2 Kyrkösjärvi .....	78
3.3 Liikapuro .....	81
3.4 Pitkämö .....	84
3.5 Seinäjärvi .....	86
<b>4 VERTAILUA.....</b>	<b>90</b>
<b>Kiitokset .....</b>	<b>91</b>
<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>92</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>94</b>

# 1

## JOHDANTO

Kasvillisuus vaikuttaa maisemaan ja tarjoaa habitaatteja eliöstölle. Esimerkiksi kalat ja erityisesti kalojen poikasvaiheet hyötyvät kasvillisuudesta. Vesihyönteisillekin on hyötyä vesikasvillisuudesta. Kasvit myös sitovat ravinteita, joita tulee valuma-alueelta.

Vesikasvillisuuden kehittymiseen vaikuttavat monet seikat. Näitä ovat mm. valuma-alueen kallio- ja maaperä, kasvillisuus ja maankäyttö, jotka vaikuttavat veden ravinteisuuteen, humuspitoisuuteen ja pohjan laatuun. Myös rannan kaltevuus vaikuttaa siihen mitä kasveja ja kuinka runsaasti alueella esiintyy. Veden virtaukset ja säännöstely vaikuttavat osaltaan kasvillisuuden kehittymiseen. Suurilmastollakin on oma vaikutuksensa kasvillisuuteen. Myös kasvien välinen kilpailu sekä eläimet vaikuttavat kasvillisuuden kehittymiseen (Toivonen 1981a). Altaan koko ja veden kemia vaikuttavat myös osaltaan kasvillisuuden kehittymiseen. Ennen kaikkea kuitenkin eri tekijöiden yhteisvaikutus muokkaa kasvillisuutta (Toivonen 1984).

Eri lajit reagoivat eri tavoin ympäristön muutoksiin, joten makrofyytilajien runsaussuhteiden muutokset kertovat järven tilan ja sen valuma-alueen muutoksesta jo ennen kuin lajit korvautuvat toisilla (Virola 2000). Myös lajiston vyöhykkeisyyden ja elomuotorakenteen muutokset kertovat järven tilan muutoksesta (Toivonen 1984, Virola 2000). Saravyöhyke puolestaan kertoo järven pitkäaikaisen keskivedenkorkeuden tason (Hellsten ym. 2000). Suurkasvillisuuden seuranta ja kasvillisuuden selvitys on pitkäaikaisten seurantatutkimusten olennainen osa. Se puoltaa paikkaansa esimerkiksi vesistöjen rakentamisen ja säännöstelyn vaikutuksia seurattaessa ja arvioitaessa (Toivonen 1984), sillä kasvillisuuden muutokset kertovat muutoksista kasvuolosuhteissa ja tätä kautta ihmistoiminnan vaikutuksista.

Kyrönjoen vesistön tekojärvet on rakennettu alun perin tulvasuojelullisista syistä, mutta niillä on myös virkistyskäyttöä. Pitkämön tekojärvellä virkistyskäyttö on ohittanut tekojärven alkuperäisen tulvasuojelullisen käytön (Rautio & Ilvessalo 1998). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa Kyrönjoen vesistöalueella sijaitsevien Kalajärven, Kyrkösjärven, Liikapuron ja Pitkämön tekojärvien sekä Seinäjärven kasvillisuus ja habitaatit Kyrönjoen vesistöiden velvoitetarkkailuohjelman 2000-2007 mukaisesti. Luvat, joihin velvoitetarkkailuohjelma perustuu ovat taulukossa 1.

*Taulukko 1. Luvat, joihin Kyrönjoen vesistöiden veloitetarkkailuohjelma vuosina 2000-2007 perustuu.*

<b>luvat</b>	
<b>Kalajärvi</b>	LSVEO 31.5.1969 NRO 46/1969 KHO 29.1.1970L SVEO 10.12.1976 nro 108/1976 AKHO 1.9.1977 LSVEO 28.9.1987 KHO 12.4.1989 LSVEO 22.1.1990 VYO 12.9.1990
<b>Kyrkösjärvi</b>	LSVEO 3.3.1977 nro 21/1977 AKHO 29.8.1978 LSVEO 12.12.1985
<b>Liikapuro</b>	LSVEO 9.2. 1965 nro 15/1965
<b>Pitkämä</b>	LSVEO 11.3.1971 nro 23/1971 YKHO 8.6.1972
<b>Seinäjärvi</b>	II VTK 19.7.1952 nro 11/1952 LSVEO 20.11.1997 nro 66/1997/2 VEO 22.4. 1998 nro 38/1998

# 2

## AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Tutkimusalueet

Aineisto kerättiin Kalajärvestä 24.-27.6.2002, Kyrkösjärvestä 1.-2.7., 5.7. ja 11.7.2002, Liikapurosta 15.-17.7.2002, Pitkämöstä 17.-19.6.2002 ja Seinäjärvestä 3.-4.7. ja 8.-10.7.2002 (kuva 1). Kalajärvi, Kyrkösjärvi, Liikapuro ja Pitkämö ovat tekojärviä, joiden vedenlaatu eroaa toisistaan (taulukko 2). Seinäjärveä on säännöstelty vuodesta 1957 ja sen vedenlaatu eroaa tekojärvien vedenlaadusta (taulukko 2).



Kuva 1. Kalajärven, Kyrkösjärven, Liikapuron, Pitkämön ja Seinäjärven sijainti Kyrönjoen valuma-alueella.



	Kalajärvi	Kyrkösjärvi	Liikapuro	Pitkämä	Seinäjärvi	
rakentamisvuosi	1976	1980	1967	1970	-	<i>Taulukko 2. Kyrönjoen vesistön tekojärvien ja Seinäjärven ominaisuuksia (Ranta 1985, Storberg 1988, Rautio &amp; Ilvessalo 1998), tekojärvien pH arvot (Rautio ym. 2000).</i>
pinta-ala km <sup>2</sup>	11,3	6,4	3,1	1	8,8	
suurin syvyys (m)	9	6	5,7	26,5	3,8	
keskisyvyys (m)	3,8	2,4	1,5	7	-	
säännöstelyväli (m)	6,5	2	2,5	10	1,5	
(vuodesta 1990)	(2-4m)*	(0,5-2m)*	(0,5-2m)*	(1-3m)*	(n. 1m)**	
kok. P (mg/l)	20-50	45-140	25-60	85-140	40	
väri (mgPt/l)	130-280	120-560	150-350	130-240	180	
pH	5,5-6,5	5,5-6,8	5,0-5,5	6,0-6,8	5,5-6,0	
	* A. Bonde tämän raportin I osa	** vuodesta 2000				

## 2.2 Menetelmät

Kunkin järven rantaviiva jaettiin osiin peruskartalta havaittavien kasvillisuus- ja maankäyttötyyppien (metsä, suo, kallio, pelto ja asutus) mukaan siten, että jokaiselle tyyppille tuli ainakin yksi kasvillisuuslinja. Kasvillisuuslinjat sijoitettiin alueille niin, että ne olivat tyyppillisissä paikoissa kasvillisuus- ja/tai maankäyttötyypin sisällä kartalta katsoen. Mikäli maastossa ilmeni, että linja oli mökin pihan kohdalla tai sellaisessa paikassa johon kartoittajien oli mahdotonta rantautua, jatkettiin rantaviivaa eteenpäin ja tehtiin kyseinen linja heti kun se maaston puolesta oli mahdollista. Linjojen alkukoordinaatit katsottiin Hertta 3.0 järjestelmästä ja ne ovat liitteessä 1.

Kasvillisuuslinjat alkoivat havaintopäivän vesirajasta ja jatkuivat niin syväälle kuin vesikasvillisuutta riitti. Linjat olivat kohtisuorassa rantaan nähden. Linja oli viisi metriä leveä ja siltä kerättiin kasvillisuustiedot siten, että kasvien runsaus linjalla ilmoitettiin asteikolla 1-5:

- 1 = lajista havainto (lajia 1-2 yksilöä),
- 2 = lajia on vähän linjalla,
- 3 = lajia sirotellusti koko linjalla (lajia tasaisesti koko linjalla, mutta se ei ole valtalaji),
- 4 = laji on runsas linjalla (lajia on runsaasti, mutta se ei ole valtalaji),
- 5 = laji erittäin runsas linjalla (laji on valtalaji).

Kasvilajien runsaustiedot linjoilla ovat liitteessä 2. Linjalta kerättiin myös kasvillisuusvyöhykkeiden alku- ja loppusyvyyssiedot sekä vyöhykkeiden leveydet ja koko kasvillisuusvyöhykkeen leveys. Myös pohjan laatu ja mahdollinen eroosio kirjattiin ylös. Linjan keskiviivaa pitkin tehtiin 1m<sup>2</sup> kasvillisuusruutuja siten, että ensimmäinen ruutu alkoi vesirajasta ja seuraavat 0,5, 1,0, 1,5 metrin syvyydeltä ja niin edelleen. Tätä jatkettiin niin syväälle kuin kasvillisuutta esiintyi. Kasvillisuusruuduista kirjattiin ylös kaikki lajit ja niiden peittävyysprosentit. Järvien tumman veden vuoksi ei voitu käyttää vesikiikaria, joten ruudut joiden kohdalla ei näkyvyyttä ollut pohjaan asti harattiin haravalla ja/tai kasvit irrotettiin pohjasta potkimalla ja pintaan nousseet kasvit määritettiin. Kasvillisuusruudut kuvattiin ja kasvillisuuslinjoista otettiin yleiskuvat, lukuun ottamatta tapauksia, joissa ruutujen kohdalla kasvillisuus oli veden alla eikä sitä olisi näkynyt kuvassa tai mikäli rankkasade esti kameran käytön. Järvet viistokuvattiin digivideokameralla lentokoneesta 350 metrin (1000 jalan) korkeudesta. Tätä aineistoa käytettiin täydentämään maastoaineistoa, erityisesti kauas rannasta ylettyvien kasvillisuusvyöhykkeiden tarkistamiseen.

Rannalta määritettiin rannan kaltevuus neljässä luokassa: pystysuora, loiva, jyrkkä(>45°) ja muokattu(=pato). Lisäksi määritettiin rantakasvillisuustyyppi: mänty-, kuusi-, lehti- tai sekametsä, lehto, pensaikko, suo, niitty, kallio, pelto, suurruojoja, muu: mikä tai ei kasvillisuutta. Maastolomake on liitteessä 3.

# 3

## TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Kaikkien järvien kasvillisuuslinjojen kasvilajien runsaustiedot ovat liitteessä 2. Liitteessä 4 on kartoitettujen järvien vedenkorkeustiedot kartoituspäiviltä sekä kasvillisuusruutujen kasvilajit sekä niiden peittävyysprosentit linjoittain.

### 3.1 Kalajärvi

Kalajärven rannan morfologia oli suurelta osin loivaa lukuun ottamatta patorantoja. Pohjan materiaali tutkimuslinjoilla oli pääosin kiviä, mutta lohkareita, hiekkaa, turvetta, soraa, kalliota ja liejua esiintyi paikoin. Näkyvää voimakasta eroosiota ei esiintynyt tutkimuslinjoilla. Rannalla kasvillisuustyyppejä oli suurimmaksi osaksi sekametsää, mutta myös pensaikkoa ja suorantaa esiintyi paikoin. Veden tumma väri rajoitti kasvien esiintymistä. Järven vesikasvillisuus oli pääosin viiltosaran (*Carex acuta*) ja pullosaran (*Carex rostrata*) vallitsemaa saraikkoa ja kelluslehtisiä kasveja (kuvat 2a ja b). Kelluslehtisistä puolestaan yleisimpiä olivat ulpukka (*Nuphar lutea*) ja lumme (*Nymphaea alba*). Patorannoilta vesikasvillisuus puuttui lähes kokonaan. Niillä esiintyi kuitenkin kasvillisuutta mikäli rannan tuntumaan oli noussut tai ajelehtinut turvelautta. Kasvillisuusvyöhykkeen leveys tutkimuslinjoilla vaihteli 0:sta 67,5 metriin. Leveimmät kasvillisuusvyöhykkeet olivat soistuvilla rannoilla ja niillä rannoilla, missä turvelautat olivat nousseet pintaan ja kasvittuneet. Siellä missä vesikasvillisuutta oli, kasvillisuuden loppumissyvyys vaihteli 0,25 metrin ja 1,1 metrin välillä. Rannanmyötäisesti oli yleensä ensin saravyöhyke (*Carex* spp.), joka syvimmillään ylsi 0,75 metrin syvyyteen saakka, mutta tavallisemmin loppui 0,25-0,5 metrin syvyydessä. Saravyöhykkeen kanssa samassa syvyydessä ja vähän syvemmälläkin kasvoi paikoin järvikortetta (*Equisetum fluviatile*). Syvimmällä kasvoivat kelluslehtiset kasvit: ulpukka, lumme ja uistinviita (*Potamogeton natans*) (katso tarkemmin taulukko 3). Myös joitain rantakasveja ja suosammalia kasvoi Kalajärvellä vedessä. Tällaisia olivat esimerkiksi terttualpi (*Lysimachia thyriflora*), kurjenjalka (*Potentilla palustris*) ja rahkasammalet (*Sphagnum* spp.) sekä karhunsammalet (*Polytrichum* spp.). Umpeenkasvua pohjanmyötäisesti soistumalla esiintyi varsin monissa matalissa lahdissa. Pullosara, joka on umpeenkasvun indikaattorilaji (Hinneri 1965, Nykänen 1998), oli näissä lahdissa valtalajina. Sen sijaan suo/metsäpohjaisille tekojärville tyypillisiä turvelauttoja ei ollut kuin muutamia soistuvien lahtien läheisyydessä.

a)



b)

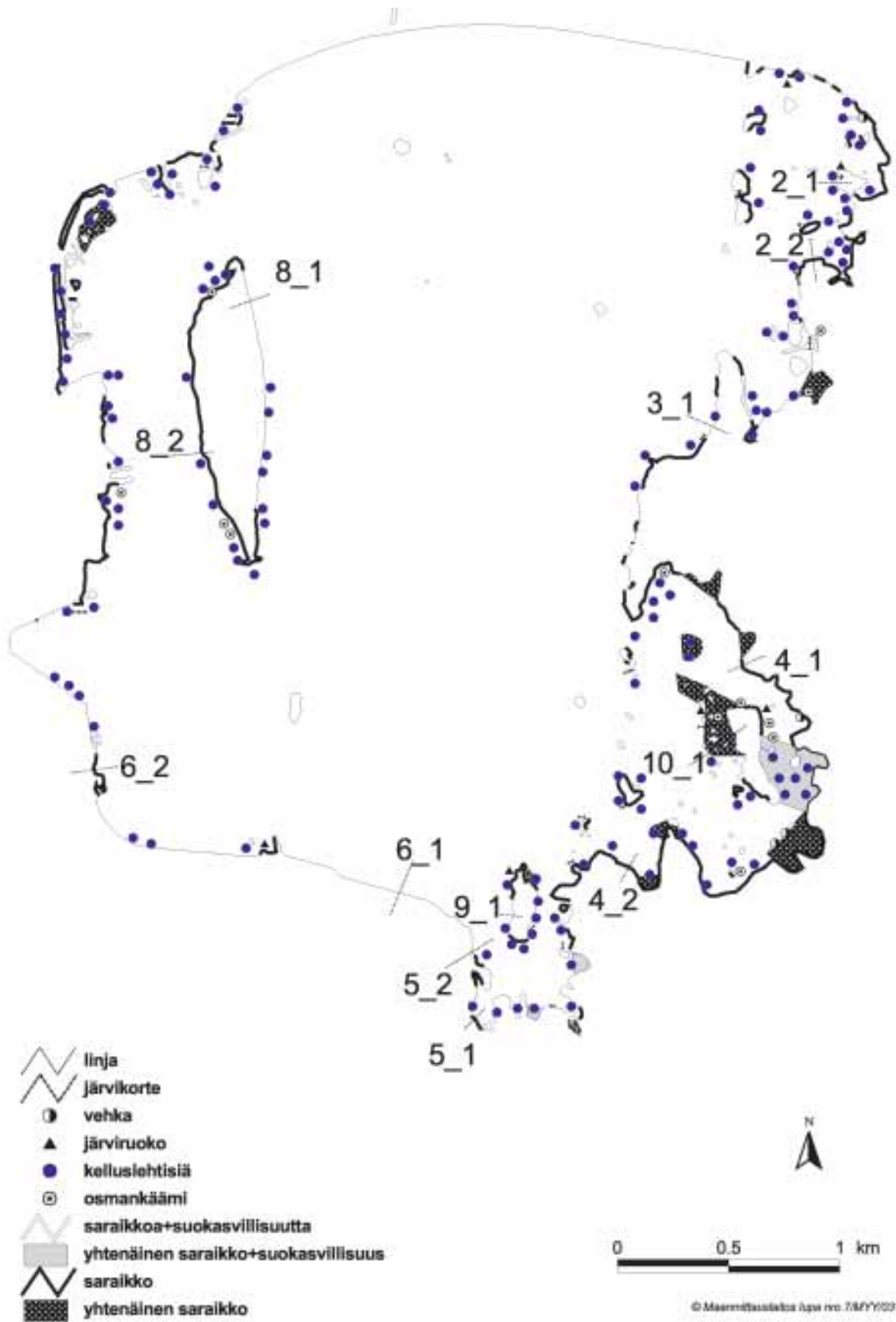


Kuva 2. a) Saraikkorantaa sekä b) ranta jossa kasvaa saroja ja kelluslehtisiä.

Kalajärven pääkasvillisuusvyöhykkeet on esitetty kuvassa 3. Länsirannan kasvillisuusvyöhykkeiden sijainnissa esiintyy epätarkkuutta, johtuen kartan painamisen jälkeen rannalla tehdyistä muutostöistä, jotka ovat muuttaneet rantaviivan muotoa. Rantaviiva on muuttunut karttaan verrattuna niin paljon, ettei alueelle 7 voitu tehdä tutkimuslinjoja, koska niitä ei olisi enää myöhemmin löydetty. Alueelle 1 eli pohjoiselle patorannalle ei tehty tutkimuslinjoja, koska siellä ei ollut kasvillisuutta. Linja 3\_2 jätettiin tekemättä, koska vastaavaa kasvillisuutta edustavia tutkimuslinjoja oli jo tehty useita.

Taulukko 3. Tietoja Kalajärven kasvillisuusvyöhykkeistä. Kysymysmerkillä merkityistä kohdista puuttuvat tiedot maastolomakkeista.

linja	ranta kaltevuus	kasvillisuus	eroosio	vesikasvillisuus laji	leveys (m)	vesikasvillisuusvyöhyke syvyys (m)	kokonaisleveys (m)	loppusyvyys (m)	pohjan laatu
2_1	loiva	lehtimetsä	ei	Carex acuta	5	0-0,5	?	0,5	kiviä
				Eleocharis palustris	3	0,5-0,5			
2_2	loiva	sekametsä	ei	Carex acuta	2,25	0-0,5	2,25+1	0,75	kiviä
				Carex rostrata	1	0,75-0,75			lohkareita
3_1	loiva	sekametsä	ei	-	-	-	-	-	hiekkakiviä
4_1	loiva	mäntymetsä	ei	Carex acuta + C. rostrata	5	0-0,5	5	0,5	turve
4_2	loiva	sekametsä	ei	Carex acuta + C. Rostrata	20	0-0,75	20+0,5	0,9	turve
				Potamogeton natans	0,5	0,9-0,9			
5_1	loiva	sekametsä	ei	Nuphar lutea	3,5	0,75-1,1	6,75	1,1	sora
				Carex acuta + C.rostrata	2,25	0-0,5			kiviä
				Nymphaea alba	0,50	1,1-1,1			
5_2	loiva	sekametsä	ei	Carex acuta	0,75	0-0,25	3	0,5	kiviä
									kallio
6_1	muokattu (=pato)	pensaikko ei kasvillisuutta	ei	-	-	-	-	-	kiviä
6_2	loiva muokattu (=pato)	sekametsä pato	ei	Nuphar lutea	1,5	0,5-0,75	23,25	1,1	lieju
				Carex acuta + C.rostrata + C.nigra	13	0-0,25			sora
				Nymphaea alba	11,5	0,25-1			
				Alisma plantago-aquatica	0,25	0,75-0,75			
				Equisetum fluviatile	3	0,75-1			
8_1	loiva	sekametsä	ei	Juncus filiformis	0,5	0-0	?	0,25	sora
				Lysimachia thyrsoflora	0,5	0,25-0,25			kiviä
				Glyceria sp.	2	0-0,25			
8_2	loiva	sekametsä	ei	Carex nigra + C. Rostrata	18	0-0,75	18	0,75	kiviä
				Nymphaea alba	1kpl	0,5-0,5			
				Lysimachia thyrsoflora	8+2	0-0,25 + 0,5-0,75			
9_1	loiva	sekametsä	ei	?	-	-	0,5	0-0,1	kiviä
									lohkareita
10_1	loiva	sekametsä suo	ei	Carex rostrata	67,5	0-0,75	67,5	0,75	turve



Kuva 3. Kalajärven pääkasvillisuusvyöhykkeet valtalajin mukaan nimettyinä.



### 3.2 Kyrkösjärvi

Kyrkösjärven rannat olivat pääasiassa loivia lukuun ottamatta jyrkkiä patorantoja. Rannoilla hallitseva kasvillisuustyyppi oli metsä, joko seka-, lehti-, kuusi- tai mäntymetsä. Kasvillisuus levittäytyi monin paikoin rannoilta veteen soistuvana reunuksena. Kasvillisuudessa esiintyikin paljon suokasveja ja sellaisia vesikasveja, jotka indikoivat umpeenkasvua. Kasvillisuus muistutti kaiken kaikkiaan tummavetisen metsäjärven kasvillisuutta luonnonrantojen kohdalla, lukuun ottamatta sitä, että kelluslehtisiä kasveja oli vähän verrattuna luonnonjärveen (Ilmavirta & Toivonen 1986)(kuvat 4a ja b). Osaltaan tähän voi vaikuttaa järven pohjan jäätyminen (Koskeniemi 1987), sillä esim. ulpukka karttaa jäätyvää vyöhykettä (Hellsten ym. 2000). Lajit, jotka hyötyvät routivasta pohjasta ja jäänpainumavyöhykkeen muodostumisesta, menestyvät varsin hyvin Kyrkösjärvellä. Tällaisia ovat esimerkiksi ratamosarpio, pullosara ja isovesiherne (Hellsten ym. 2000). Pohjan materiaalina turve ja kivet olivat yleisimpiä. Myös lohkareita, savea, soraa ja hiekkaa oli paikoin. Näkyvää eroosiota ei esiintynyt tutkimuslinjoilla.

a)



b)



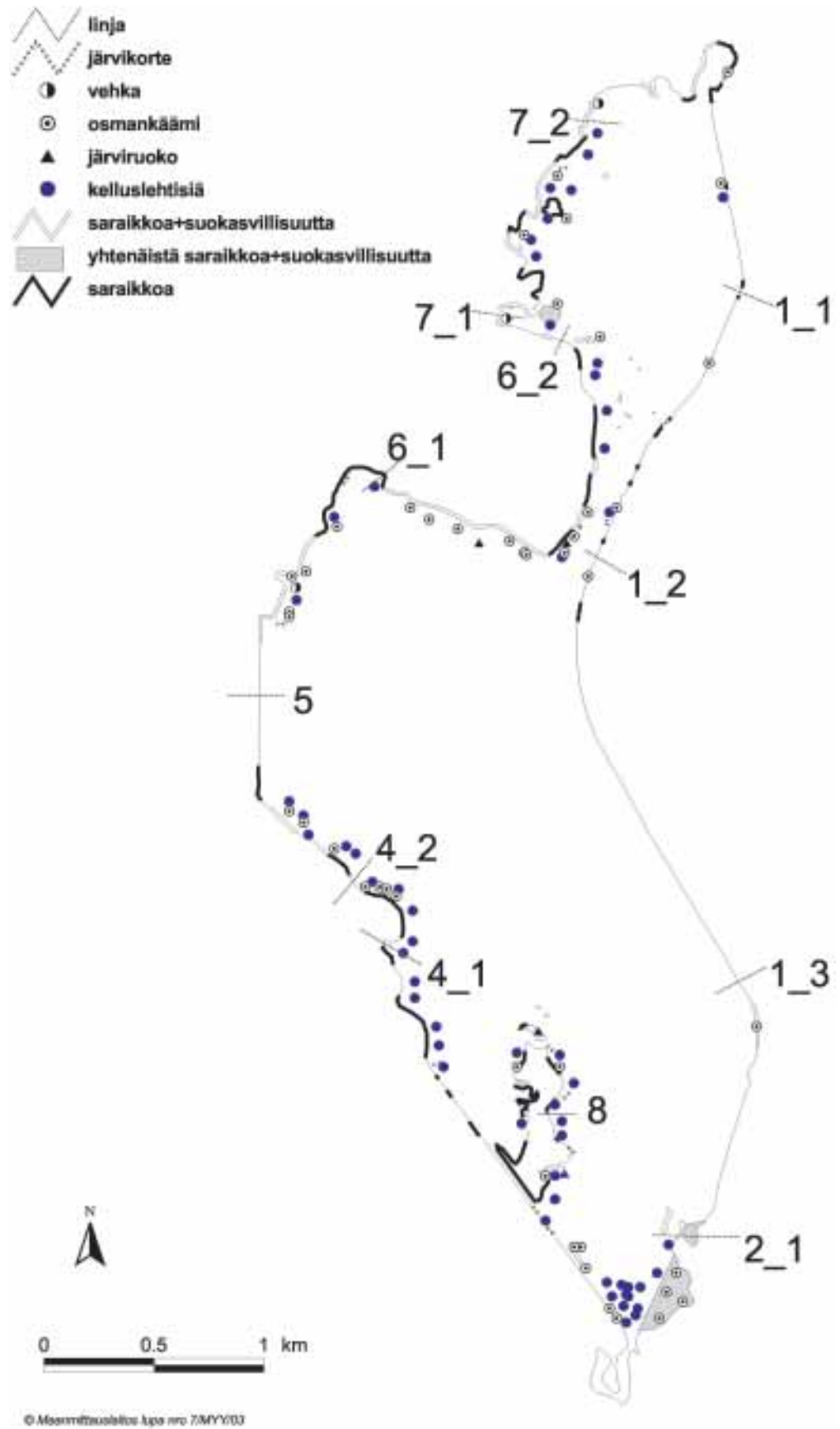
Kuva 4. Tyypillinen näkymä a) patorannalta ja b) luonnonrannalta.

Rannan myötäisesti oli yleensä ensin saravyöhyke, joka yltyään 0,25 – 0,5 metrin syvyyteen. Kyrkösjärvellä saravyöhykkeen seassa kasvoi usein mm. vehkaa (*Calla palustris*), suoputkea (*Peucedanum palustre*), ratamosarpiota (*Alisma plantago-aquatica*), myrkkyykeisoa (*Cicuta virosa*) ja kurjenjalkaa, jotka ovat luhtaisten soiden kasveja (Eurola ym. 1992). Paikoin saravyöhykettä seurasi kelluslehtisten vyöhyke, joka ylsi 0,75 – 1 metrin syvyyteen asti. Levein mitattu kasvillisuusvyöhyke tutkimuslinjalla oli 47 metriä. Veden tumma väri rajoittaa kasvillisuusvyöhykkeen leveyttä. Kyrkösjärven kasvillisuusvyöhykkeiden tietoja on esitetty taulukossa 4 ja pääkasvillisuusvyöhykkeet kuvassa 5. Linjaa 2\_2 ei voitu tehdä rantaviivan muuttumisen vuoksi toisin sanoen kartta ja ranta eivät enää vastanneet toisiaan. Linjaa 3 ei tehty, koska linjalla ei ollut vesikasvillisuutta ja muista osista järveä oli jo tehty useampi linja patorannalta, jollainen ranta on myös linjalla 3.

Kyrkösjärnessä oli useita pohjasta nousseita turvelauttoja. Kasvillisuuspeitteen saaneet turvelautat olivat huomattavasti yleisempiä kuin kasvipeitteettömät lautat. Tämä on selvä muutos tekojärven alkuaikoihin verrattuna, jolloin näitä kahta tyyppiä oli suunnilleen yhtä paljon (Koskenniemi 1987). Myös Lokan tekoaltaassa on havaittu kuolleiden kasvittomien turvelauttojen suhteellinen osuuden pienentymistä (Ruuhijärvi ym. 1976). Kasvittuneilla turvelautoilla valtalajeina olivat jouhi- ja pullosara (*Carex lasiocarpa* ja *C. rostrata*). Sarojen seassa kasvoi mm. kurjenjalkaa, myrkkyykeisoa, vehkaa, rantamataraa (*Galium palustre*), terttualpia, rantakukkaa (*Lythrum salicaria*), suoputkea ja isovesihernettä (*Urticularia vulgaris*). Vanhimmillä lautoilla kasvoi myös pajuja (*Salix* spp.) ja koivuja (*Betula* spp.). Paikoin lauttojen reunoissa kasvoi myös leveäosmankäämiä (*Typha latifolia*). Suuretkin lautat liikkuvat tuulten mukana paikasta toiseen ja rannassa kiinni olevat lautat voivat lähteä uudelleen ajelehtimaan tuulen ja aallokon vaikutuksesta. Myös Lokan tekoaltaalla on havaittu turvelauttojen liikkuvan tuulen mukana, jopa altaalla tapahtuvaa virtausta vastaan (Ruuhijärvi ym. 1976).

Taulukko 4. Tietoja Kyrkösjärven kasvillisuusvyöhykkeistä. Kysymysmerkillä merkityt kohdat puuttuvat maastolomakkeista.

linja	ranta kaltevuus	vesikasvillisuus			vesikasvillisuusvyöhyke			loppu-syvyys (m)	pohjan-laatu
		kasvillisuus	eroo-sio	laji	leveys (m)	syvyys (m)	kokonais-leveys (m)		
1_1	muokattu (=pato)	pato	ei	-	-	-	-	-	kiviä lohkareita
1_2	muokattu (=pato)	pensaikko, pato ei kasvillisuutta	ei	-	-	-	-	-	kiviä lohkareita
1_3	muokattu (=pato)	pato	ei	-	-	-	-	-	kiviä lohkareita
2_1	loiva	mäntymetsä piha	ei	Nuphar lutea Carex rostrata Nymphaea alba Sparganium sp.	9,25 0,25 2 15	0,5-0,8 0-0,1 0,5-0,5 0,5-0,75	22,5	0,8	turve savi
4_1	loiva	sekametsä	ei	Carex nigra + C. Acuta	1	0-0,25	1	0,25	sora kiviä
4_2	loiva	sekametsä	ei	Nuphar lutea Carex sp. Calla palustris Typha latifolia Equisetum fluviatile Potamogeton natans	15 3 1,25 yksittäin 2 13,5	0,25-1 0-0,5 0-0,25 0,25-0,25 0,25-0,25 0,5-?	17	1	turve sora kiviä
5_1	muokattu (=pato)	pensaikko pato	ei	-	-	-	-	-	kiviä lohkareita
6_1	loiva	?	ei	Carex rostrata	47	0-0,25	47	0,25	turve
6_2	jyrkkä	kallio	ei	Alisma plantago-aquatica	1 kpl	0,5	-	0,5	turve kallio
7_1	loiva	lehtimetsä tie	ei	Carex nigra Calla palustris	0,25 1	0,25-0,25 0-0,25	?	0,25	turve kiviä
7_2	loiva	mäntymetsä kuusimetsä	ei	Carex rostrata Calla palustris Sparganium sp.	9,5 7 4	0-0,5 0-0,5 0,5-0,5	19	0,5	?
8_1	loiva	sekametsä	ei	Nuphar lutea Carex acuta + C. Rostrata	1 kpl 2,5	0,5-0,5 0-0,5	2,5	0,5	hiekk sora kiviä



Kuva 5. Kyrköjärven pääkasvillisuusvyöhykkeet valtalajin mukaan nimettyinä.



### 3.3 Liikapuro

Liikapuron rannat olivat loivia lukuun ottamatta patorantoja ja kasvillisuus oli pääosin metsää. Metsärantojen lisäksi oli joitain suo- ja kalliorantoja sekä patorantoja. Monet lahdet olivat kasvamassa tai olivat kasvaneet umpeen. Näissä lahdissa umpeenkasvu tapahtuu saraikon tai saraikon ja suokasvien kasvaessa vähitellen syvemmälle joko pohjanmyötäisesti tai pinnanmyötäisinä lauttoina, joista pinnanmyötäiset lautat olivat yleisempiä Liikapurolla. Veden tummuus rajoittaa kasvillisuuden esiintymistä. Saraikkovyöhyke kasvoi rannasta korkeintaan metrin syvyyteen, mikäli kasvusto oli pohjan myötäinen. Saraikkovyöhykkeessä valtalajeina olivat pullosara ja jouhisara tai jompikumpi näistä lajeista riippuen alueesta. Myös suorannoilta alkanut soistuminen oli yleistä muuallakin kuin lahdissa. Kelluslehtisiä kasveja, ulpukkaa ja konnanulpukkaa (*Nuphar pumila*), esiintyi 0,75 – 1,25 metrin syvyyteen. Levein tutkimuslinjalta mitattu kasvillisuusvyöhyke oli 60 metriä, joka oli soistuvassa lahdelmassa. Leveämpiäkin kasvillisuusvyöhykkeitä Liikapurolla oli, mutta niiden mittaamisessa hankaluutena oli suorannan vähittäinen muuttuminen veden päällä kelluvaksi lautaksi toisin sanoen ranta- ja vesikasvillisuuden erottaminen oli hyvin vaikeaa. Kasvillisuudessa oli paljon suokasvillisuuden piirteitä (kuva 6). Tämä selittyy sillä, että Liikapuron altaan alle jäi suota ja osa sen rannoistakin on suota. Lisäksi järvi on pienehkö (3,1 km<sup>2</sup>) ja matala (keski-syvyys 1,5 m ja suurin syvyys 5,7 m), mikä osaltaan edistää soistumista ja umpeenkasvua. Toisaalta patorannoilla oli täysin vesikasvittomia alueitakin. Itäisimmässä lahdessa kasvoi kesällä 2002 suurina lauttoina lampisirppisammalta (*Warnstorfia trichophylla*). Alkukesästä sammal kasvaa pohjanmyötäisesti Oulunjärvellä, mutta nousee loppukesästä hajoamiskaasujen vaikutuksesta pintaan lautoiksi (Anttoddollista koko kesän ajan (E. Koskenniemi, suullinen tiedonanto). Pääasiallisena pohjan materiaalina oli turve, mutta paikoin on savilieju-, savi-, kivi-, lohkare- ja kalliopohjia (katso tarkemmin taulukko 5). Näkyvää eroosiota ei esiintynyt tutkimuslinjoilla. Kuvassa 7 on esitetty Liikapuron pääkasvillisuusvyöhykkeet. Linjoja 3,8 ja 11 ei voitu tehdä, koska kartta ja ranta eivät enää näillä alueilla vastanneet toisiaan.

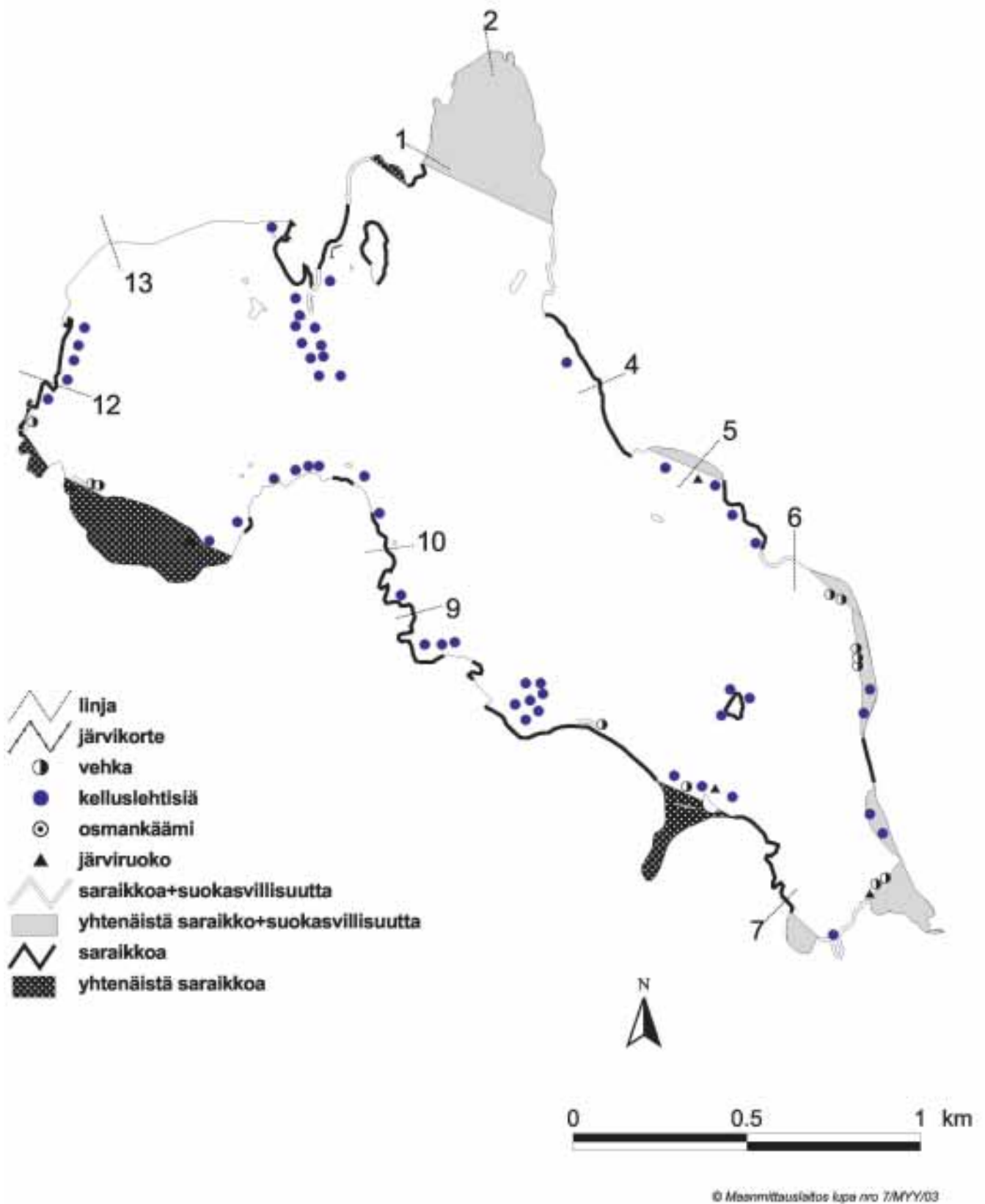


Kuva 6. Tyypillisiä näkymiä Liikapuroilta.

Suuria turvelauttoja oli Liikapurossa pääasiassa pohjoisimmassa ja eteläisimmässä lahdessa, joissa ne kuitenkin olivat paikoin kiinnittyneet paikalleen, kasvaen yhteen rannalta veteen päin kasvaneeseen pinnalla kelluvaan kasvustoon. Pohjoisimmassa lahdessa turvelautan valtalajeina olivat pullosara, jouhisara, kurjenjalka, tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*), vesikuusi (*Hippuris vulgaris*), vesihernetä (*Urticularia* spp.) ja suoputki. Eteläisimmässä lahdessa valtalajeina olivat pullosara, jouhisara, viiltosara, kurjenjalka, vehka, järviruoko (*Phragmites australis*) ja terttualpi. Pieniä pohjasta nousseita kasvittomia turvelauttoja ajelehti siellä täällä ympäri järveä.

Taulukko 5. Tietoja Liikapuron kasvillisuusvyöhykkeistä.

linja	ranta kaltevuus	kasvillisuus	eroosio	vesikasvillisuus		vesikasvillisuusvyöhyke			pohjan laatu
				laji	leveys (m)	syvyys (m)	kokonaisleveys (m)	loppu-syvyys (m)	
1	loiva	mäntymetsä	ei	Carex rostrata	13,5	0-0,75	13,5	0,75	turve
2	muokattu (=pato)	pensaikko paljas pato	ei	Carex rostrata	2	0-1	6	1	hiekkakiviä lohkareita
				Urticularia intermedia	6	0-1			
4	loiva	sekametsä	ei	Nuphar lutea	1 kpl	0,75-0,75	19	0,75	turve savilieju savi
				Carex rostrata	19	0-0,75			
5	loiva	mäntymetsä suo	ei	Nuphar lutea	1,5	0,75-1	52	1,25	turve savilieju lohkareita
				Carex rostrata+		0-0,5			
				C.lasiocarpa	39,5	1-1,25			
				Sparganium sp.	2				
6	loiva	mäntymetsä suo	ei	Carex rostrata+		0-0,75	44,5	0,75	turve
				C.lasiocarpa	44,5				
7	loiva	mäntymetsä	ei	Carex lasiocarpa	13,5	0-0,75	19	1	turve
				Carex rostrata	11,5	0,75-1			
9	loiva	sekametsä kallio	ei	Nuphar lutea	1kpl	1-1	5	1	turve hiekkakiviä kallio
				Carex rostrata	5	0-0,75			
10	loiva	sekametsä	ei	Carex lasiocarpa	60	1-0,5	60	0,5	turve
12	loiva	lehtimetsä	ei	Nuphar pumila	1kpl	0,75-0,75	6,25	0,75	turve sora kiviä lohkareita
				Carex rostrata	5	0-0,75			
13	muokattu (=pato)	pensaikko paljas pato	ei	-	-	-	-	-	kiviä lohkareita



Kuva 7. Liikapuron pääkasvillisuusvyöhykkeet valtalajin mukaan nimettyinä.

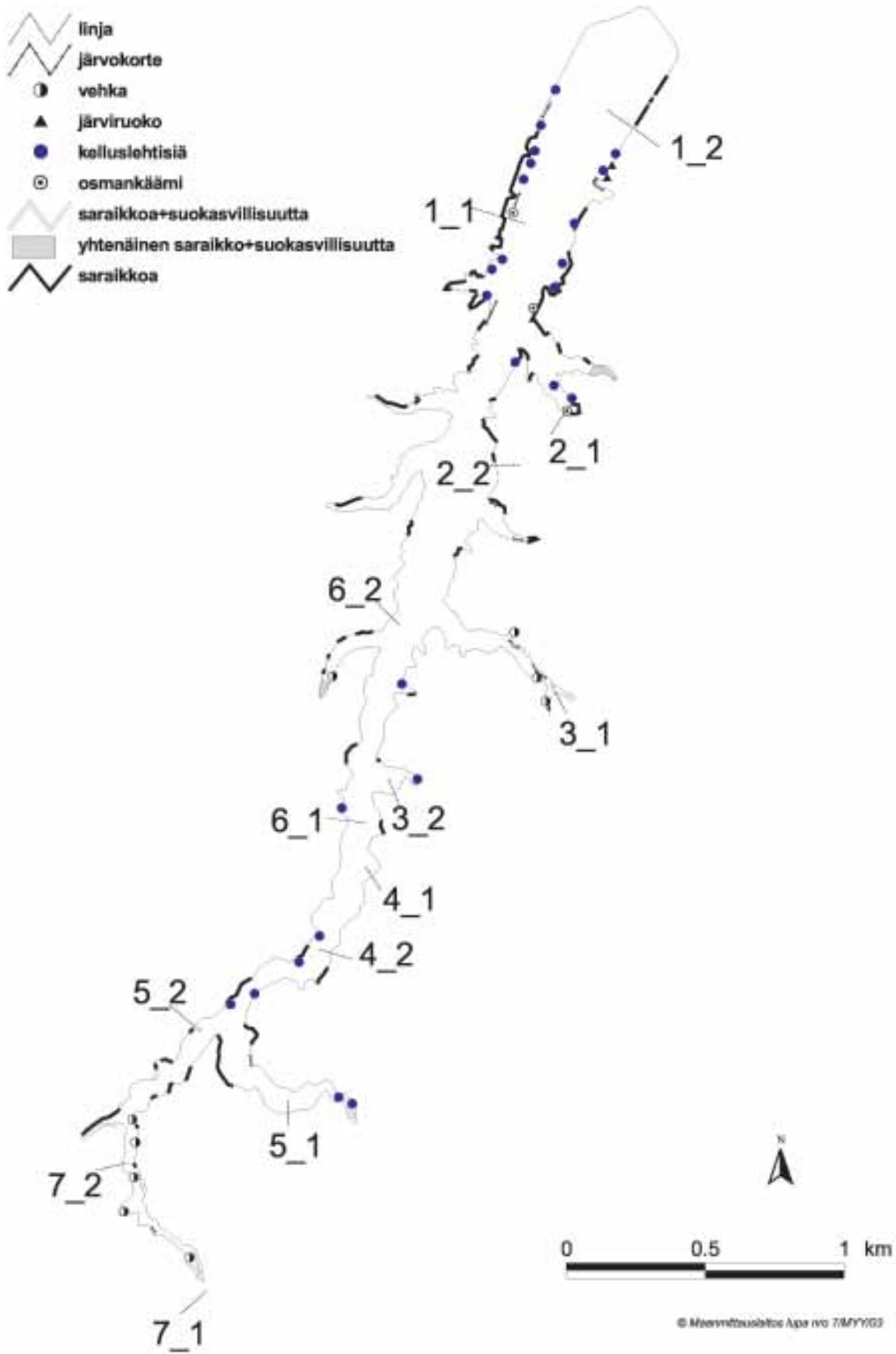
### 3.4 Pitkämö

Pitkämöllä rannan kaltevuus vaihteli loivasta pystysuoraan, jyrkkä ja loiva olivat kuitenkin vallitsevia kaltevuuksia. Rannan kasvillisuustyypit vaihteli pellon, pensaikon ja metsän välillä. Patorannat olivat kasvittomia tai niillä kasvoi pensaita ja puuntaimia siellä täällä. Pohjan materiaali oli pääasiassa savea, patorannoilla oli myös kiviä. Näkyvää eroosiota oli yhdellä tutkimuslinjalla.

Pitkämö on perustettu syvään laaksoon ja tästä syystä siinä on nopeasti syvenevät rannat. Kasvillisuusvyöhykkeet vedessä olivatkin kapeita tai ne puuttuvat kokonaan (kuva 8) pohjan jyrkkyyden ja veden tummuuden vuoksi. Pitkämöllä olikin pitkiä rantakaistaleita, joiden kohdalta puuttui vesikasvillisuus kokonaan. Levein mitattu koko kasvillisuusvyöhykkeen leveys oli vain 11 metriä. Siellä missä kasvillisuutta oli, viiltosara ja pullosara olivat valtalajeina. Pullosara oli valtalajina patotien erottamassa pienemmässä altaassa. Saroja esiintyi rannasta aina 0,5 metrin syvyyteen asti. Viiltosaran esiintyminen kertoo maaperän savisuudesta ja rehevähköstä kasvualustasta (Kurtto 1986). Kasvillisuutta oli pääasiassa pitkissä kapeissa lahdissa ja eritoten niiden pohjukoissa. Myös järven pohjoispään läntisestä täyttökanavasta noin 650 metrin matkalla etelään ja vastaavalla kohdalla itärannalla kasvillisuus oli runsasta Pitkämön olosuhteissa. Tällä alueella esiintyi myös kelluslehtisiä runsaasti, kun muualla järven alueella niitä oli hyvin vähän. Järven pohjoispäässä juuri ennen itäistä täyttökanavaa olevan lahden suulla esiintyi purovitaa (*Potamogeton alpinus*). Kelluslehtisiä kasveja kasvoi 0,25 metrin syvyydestä 1,25 metrin syvyyteen asti, mikä onkin suurin syvyys missä vesikasveja Pitkämöllä esiintyi. Kasvillisuusvyöhykkeistä tutkimuslinjoilla on tietoa taulukossa 6 ja pääkasvillisuusvyöhykkeet on esitetty kuvassa 9.



Kuva 8. Tyypillinen näkymä Pitkämöltä.



Kuva 9. Pitkämäen pääkasvillisuusvyöhykkeet valtalajin mukaan nimettyinä.

Taulukko 6. Tietoja Pitkämön kasvillisuusvyöhykkeistä. Kysymysmerkillä merkityt kohdat puuttuvat maastolomakkeista.

linja	ranta kaltevuus	kasvillisuus	eroosio	vesikasvillisuus			vesikasvillisuusvyöhyke		pohjan laatu
				laji	leveys (m)	syvyys (m)	kokonaisleveys (m)	loppusyvyys (m)	
1_1	loiva muokattu (=pato)	pensaikko	ei	Nuphar lutea Carex rostrata Typha latifolia Potamogeton natans	1 1 7 3	0,5-0,5 0-0,25 0-0,5 0,5-0,75	11	0,75	savi
1_2	muokattu	pelto pato	ei	-	-	-	-	-	kiviä
2_1	jyrkkä	pelto	ei	Nuphar lutea Carex nigra Typha latifolia Equisetum fluviatile Potanigeton natans Calla palustris	1 kpl 0,25 3 3 2,5 1 kpl	0,75-0,75 0-0,25 0,5-1 0,25-0,75 1-1,25 0	9,25	1,25	savi
2_2	jyrkkä	pensaikko	kyllä	Carex acuta	0,75	0-0,5	0,75	0,5	savi
3_1	pystysuora jyrkkä	lehto	ei	Cicuta virosa Calla palustris Lysimachia thyrsoflora	? ? ?	? 0-0,5 0-0,25	0,5	0,5	savi
3_2	jyrkkä	sekametsä	ei	Cicuta virosa Lysimachia thyrsoflora	? ?	? ?	0,25	0,5	savi
4_1	jyrkkä	kuusimetsä lehto	ei	-	-	-	-	-	savi
4_2	loiva	lehto	ei	-	-	-	-	-	savi
5_1	jyrkkä	sekametsä lehto	ei	Lysimachia thyrsoflora	0,5	0-0,25	?	0,25	savi
5_2	loiva	pensaikko	ei	Carex acuta	1,5	0-0,5	1,5	0,5	savi
6_1	loiva	lehto	ei	-	-	-	-	-	savi
6_2	loiva	lehtimetsä lehto	ei	-	-	-	-	-	savi
7_1	jyrkkä lehto	suurruohoja	ei	Carex acuta Calla palustris Eleocharis palustris	0,75 1,5 2	0-0,1 0-0,25 0-0,25	3	0,25	savi
7_2	jyrkkä	lehtimetsä taimikko	ei	-	-	-	-	-	savi

### 3.5 Seinäjärvi

Seinäjärven rannat olivat loivat. Kasvillisuus rannalla oli pääosin mänty- ja sekametsää, myös suota oli paikoin. Pohjan materiaali vaihteli paikasta toiseen. Materiaaleina olivat turve, savi, savilieju, hiekka, sora, kivet, lohkareet ja kallio sekä kaikkien näiden erilaiset yhdistelmät. Muutamia hiekkarantojakin oli. Näkyvää eroosiota ei ollut tutkimuslinjoilla, mutta yhden tutkimuslinjan kohdalla havaittiin kasautumista.

Seinäjärven kasvillisuudessa vallitsevana piirteenä oli saraikkojen ja järvi-kortteen yleisyys (kuva 10). Pohjaruusuksia kasveja esiintyi myös runsaasti, lajeina nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), tumma- ja vaalealahnaruoho (*Isoetes lacustris* ja *I. echinospora*). Lahdissa esiintyi runsaasti kelluslehtisiä kasveja, lajeina ulpukka, konnanulpukka, lumme, uistinviita ja palpakot (*Sparganium* spp.). Myös järviruokoa esiintyi laajoina kasvustoina paikoin. Vesikasvittomia alueita rannan tuntumassa ei juuri ollut.





Kuva 10. Tyypillistä kasvillisuutta Seinäjärvellä.

Sarat kasvoivat aivan rannasta aina 0,75 metrin syvyyteen ja järvikorte 0 – 1,5 metrin syvyyteen. Myös kelluslehtisten vyöhyke oli rannasta 1,5 metrin syvyyteen. Pohjaruusuksia esiintyi rannasta aina metrin syvyyteen. Pohjaruusuksia saattaa kuitenkin kasvaa syvemmilläkin, mutta niiden havainnointi yli metrin syvyydestä oli hyvin hankalaa veden tumman värin sekä haravan käytön vaikeutumisen vuoksi. Yleisimmin pohjaruusuksia, lahnaruohoja ja nuottaruohoa, esiintyi tutkimuslinjoilla kuitenkin 0,25 – 1 metrin syvyydessä, mikä oli odotettua sillä ne karttavat routivaa ja jäätyvää vyöhykettä (Szmeja 1987, Hellsten ym. 1989, Renman 1989, Saura & Willamo 1993, Hellsten 2000). Leveimmillään koko kasvillisuusvyöhykkeen leveys tutkimuslinjalla oli 79 metriä ja syvimmillään kasvillisuutta oli 1,5 metrin syvyyteen asti. Seinäjärven pohjoisimmassa lahdessa sekä lounaisessa Rapalammi-Lamminperä lahdessa kasvoi hyvin suurina lautoina lampisirppisammalta (*Warnstorfia trichophylla*) (kuva 11).



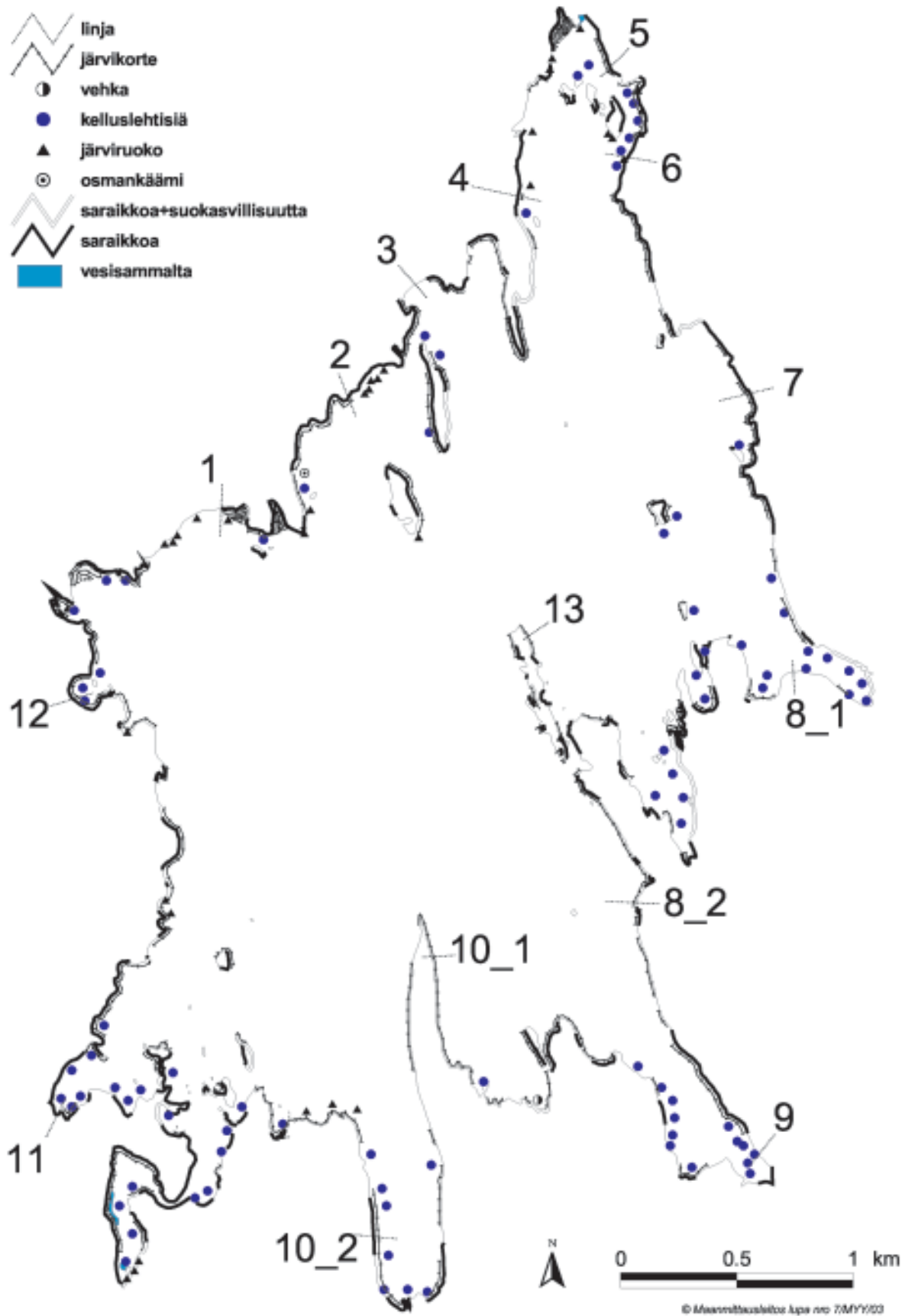
Kuva 11. Sammalkasvustoja Rapalammi-Lamminperä lahdessa.

Seinäjärven kasvillisuus vastaa botaanisista järvityypeistä lähinnä kortetyyp-  
piä (Maristo 1941, Toivonen 1981b, Pahlsson 1995). Tarkemmat tiedot kasvillisuu-  
desta on esitetty taulukossa 7 ja pääkasvillisuusvyöhykkeet kuvassa 12.

Taulukko 7. Tietoja Seinäjärven kasvillisuusvyöhykkeistä. Kysymysmerkillä merkityt kohdat puuttuvat maastolomakkeista.

linja	ranta kaltevuus	kasvillisuus	eroosio	vesikasvillisuus		vesikasvillisuusvyöhyke			pohjan laatu
				laji	leveys (m)	syvyys (m)	kokonaisleveys (m)	loppusyvyys (m)	
1_1	loiva	mäntymetsä	ei	Equisetum fluviatile Carex rostrata Lobelia dortmanna	34,5 7 ?	0-0,75 0-0,5 ?-0,5	?	0,75	hiekkakiviä lohkareita
2_1	loiva	mäntymetsä	ei	Carex rostrata Lobelia dortmanna Equisetum fluviatile	55 36 41	0-0,5 0,4-0,9 0,4-1	79	1,1	turve hiekkakiviä lohkareita
3_1	loiva	suo niitty/saraikko	kasautuu	Equisetum fluviatile Lobelia dortmanna	>50 ?	0,75-1,5 ?-0,5	>50	1,5	hiekkakiviä
4_1	loiva	mäntymetsä	ei	Carex rostrata Lobelia dortmanna Isoëtes lacustris Equisetum fluviatile sammal	4 15 20 8,5 >20	0-0,5 0,3->1 0,3-1 0-0,75 ?	?	>1	hiekkakiviä
5	loiva	mäntymetsä suo	ei	Nuphar pumila Carex spp. Equisetum fluviatile	1 kpl 9 17	0,75-0,75 0-0,75 0,25-0,09	19	0,9	savilieu kiviä
6	loiva	mäntymetsä	ei	Nuphar pumila Phragmites australis Carex sp. Equisetum fluviatile	? 29 28 29	? 0-0,75 0-0,75 0,2-1	48	1	turve savilieu
7	loiva	sekametsä	ei	Carex rostrata Lobelia dortmanna + Isoëtes lacustris	19 ? ?	0-0,5 0,5-1	54	1,25	savilieu hiekkasora kiviä lohkareita
8_1	loiva	sekametsä	ei	Nymphaea alba	1 kpl	0,75-0,75	7,25	0,75	kiviä
8_2	loiva	sekametsä kallio	ei	Equisetum fluviatile	50	0-1	50	1	hiekkakiviä lohkareita kallio
9	loiva	sekametsä	ei	Nymphaea alba + Nuphar lutea	60	0-1,5	60	1,5	savilieu savi
10	loiva	sekametsä	ei	Equisetum fluviatile Eleocharis palustris Lobelia dortmanna	27,5 7 22	0-1,5 0,25-0,5 0-1	27,5	1,5	hiekkakiviä
10_2	loiva	sekametsä	ei	Isoëtes lacustris Equisetum fluviatile Eleocharis palustris Lobelia dortmanna	20 40 16 16	0,5-1 0-1,5 0,25-1 0,25-1	?	1,5	savilieu hiekkakiviä
11	loiva	sekametsä	ei	Nuphar lutea Carex lasiocarpa Sparganium sp.	15 19 29	0,75-1 0-0,5 0,5-1	67	1	turve
12	loiva	sekametsä	ei	Carex rostrata Nymphaea alba Equisetum fluviatile	16 30 40	0,25-0,75 0,5-1 0,25-1	40	1	turve savilieu
13	loiva	sekametsä	ei	Carex acuta Lobelia dortmanna Equisetum fluviatile Eleocharis palustris	0,5 8 17 3,5	0,25-0,25 0,25-0,5 0-0,75 0,25-0,25	17	0,75	turve kiviä lohkareita





Kuva 12. Seinjärven pääkasvillisuusvyöhykkeet valtalajin mukaan nimettyinä. Kuvasta puuttuvat pohjaruusuksiset, joiden havainnointi liikkuvasta veneestä oli mahdotonta veden tummuuden takia.

# 4

## VERTAILUA

Kaikki Kyrönjoen tekojärvet ovat saravaltaisia ja ne muistuttavat lähinnä jouhisara-pullosara tyyppiä (Påhlsson 1995), mutta yksikään ei kuitenkaan muistuta kyseistä järvityyppiä täysin. Tekojärvien voi sanoa muistuttavan myös metsäjärviä vaikka tekojärvien kasvillisuus onkin vähäisempää kuin metsäjärvien (Rautio & Ilvessalo 1998). Tekojärvien kasvillisuudessa on kuitenkin eroja. Pitkämöllä on vähiten vesikasvillisuutta, mikä johtuu kapeasta kasvuvyöhykkeestä. Pitkämö on myös kapea ja täten maisemallisesti se muistuttaa enemmän jokea kuin järveä. Liikapuro puolestaan on mataluutensa vuoksi eniten umpeenkasvanut ja maisemallisesti suojärvimäinen. Kalajärvi ja Kyrkösjärvi ovat edellisten kahden järven välimuotoja kasvillisuudeltaan ja ovat keskenään suhteellisen samankaltaisia kasvillisuudeltaan lukuun ottamatta sitä, että Kyrkösjärvellä esiintyy turvelauttoja, mutta Kalajärvellä ei. Kyrkösjärvessä on myös enemmän suokasvivaltaisia rantoja kuin Kalajärvessä. Suuria turvelauttoja esiintyy vain Kyrkösjärvessä ja Liikapurosa, joiden alle jäi suota, kun vesi nostettiin altaaseen.

Seinäjärvi eroaa tekojärvistä jo veden värin perusteella, sillä Seinäjärven vesi ei ole yhtä tummaa kuin tekojärvissä. Vaaleampi veden väri mahdollistaa pohjaruusukekasvien kasvun Seinäjärvessä, sillä valo on tärkein kasvua rajoittava tekijä pohjaruusukkeisilla (Spence 1982). Seinäjärven vesi ei kuitenkaan ole kirkasta, vaan siinäkin on humusaineita. Pohjaruusukkeisista tummalahnaruoho ja vaalealahnaruoho esiintyvät pääasiassa oligotrofisissa tai dystrofisissa järvissä. Ne kuitenkin viihtyvät varsin laaja-alaisella alueella ravinteisuuden suhteen (Rørslett & Agani 1987, Rørslett & Brettum 1989). Kyrönjoen tekojärvissä pohjaruusukkeisia ei kuitenkaan ole. Tähän on todennäköisesti syynä näiden järvien hyvin tumma veden väri, joka estää tehokkaasti valon pääsyn pohjaan. Toisaalta tekojärvissä veden pinta lasketaan lopputalvesta alas, jolloin jää on laajoilla alueilla suoraan pohjan päällä. Useimmat pohjaruusukkeiset eivät kestä jäätymistä ja jään mekaanista hankautta. Todennäköisesti jään mekaaninen hankaus poistaa pohjaruusukkeiset niiltä alueilta, joilla niiden kasvu valo-olosuhteet huomioiden olisi mahdollista. Liikapuron pohja on puolestaan turpeinen ja pohjaruusukkeisille sopimaton kasvualusta. Seinäjärvessä vesi on kirkkaampaa ja järven pohjaan muodostuukin sellainen vyöhyke, jonka valo- ja jääolot sallivat pohjaruusukkeisten esiintymisen. Kuitenkaan pohjaruusukkeiset Seinäjärvellä eivät yleensä kasva aivan rannassa vaan niiden vyöhyke alkaa noin 0,25 – 0,5 metrin syvyydestä. Tämä voi kertoa siitä, että tätä matalammalla pohja jäätyy, sillä Seinäjärvessä tavatut pohjaruusukkeiset lajit karttavat jäätynyttä ja routivaa pohjaa (Szmeja 1987, Hellsten ym. 1989, Renman 1989, Saura & Willamo 1993, Hellsten 2000). Seinäjärvi eroaa tekojärvistä myös siten, että järvikorte on hyvin yleinen ja järviruokoakin esiintyy runsaammin kuin tekojärvillä. Järvikorte ja järviruoko esiintyvät tekojärvillä vain pieninä kasvustoina siellä täällä. Järvikortteen ja järviruokon on todettu kärsivän säännöstelystä (Hellsten 2000).

Trofiatason ilmentäjälajien perusteella tekojärvistä rehevimpiä ovat Pitkämä ja Kyrkösjärvi. Karuin on Liikapuro. Kaikissa kartoitetuissa järvissä oli eniten sellaisia lajeja, jotka esiintyvät kaikilla trofiatasoilla. Niistä lajeista, jotka ilmentävät vain jotain trofiatasoa Pitkämällä esiintyi vain yhtä oligotrofi-mesotrofian ilmentäjää, kaikki muut lajit luetaan meso-eutrofiaa suosiviksi. Kyrkösjörvässä meso-eutrofeja esiintyi enemmän kuin oligo-mesotrofia ilmentäjälajeja. Kalajärvessä oligo-mesotrofiaa ja meso-eutrofiaa indikoivia lajeja esiintyi suunnilleen yhtä usein kun huomioidaan kaikki kartoituslinjat. Liikapurolla oligo-mesotrofilajeja oli enemmän kuin meso-eutrofian ilmentäjälajeja ja niitä myös esiintyi useammassa paikassa. Seinäjärvessä oligo-mesotrofiaa ilmentäviä lajeja on enemmän ja useammassa paikassa kuin meso-eutrofiaa ilmentäviä lajeja (trofiailmentäjät Toivonen 1981a mukaan, kts. liite 2).

Kuitenkin kaikki viisi kartoitettua järveä luetaan kokonaisfosforimäärän perusteella rehevien järvien luokkaan (Forsberg & Ryding 1980). Tekojärvillä näkyvä ristiriita kasvillisuuden antaman suunnan ja kokonaisfosforin antaman luokituksen välillä voi osaksi selittyä sillä, että tekojärvien kasvillisuus ei ole vielä saavuttanut sukkessiossa veden kokonaisfosforipitoisuutta vastaavaa kasvillisuustyyppiä. Toisaalta kaikille kasvilajeille ei saatu käytettävissä olevasta kirjallisuudesta trofiatasoa, jota laji olisi suosinut. Tämä saattaa osaltaan selittää ristiriitaa. Myös veden tumma väri, joka estää tehokkaasti valon pääsyn pohjalle vaikuttaa osaltaan kasvillisuuden niukkuuteen. Säännöstelykin vähentää kasvillisuutta, koska se kuluttaa rantoja. Veden tumman värin ja säännöstelyn yhteisvaikutus kasvillisuuteen on suuri.

## Kiitokset

Kiitokset E. Koskenniemelle, L. M. Rautiolle, K-E. Storbergille, A. Tepolle ja H. Viitamäelle kommentaiteista. Kiitokset maastotöissä auttamisesta M. Miettiselle, P. Mäkiniemelle, V. Klementsille, J. Jääskeläiselle, A. Bondelle ja M. Toloselle. V. Saarelle Jyväskylän yliopistosta kiitos sammalnäytteiden määrittämisestä. Kiitos kaikille niille Länsi-Suomen ympäristökeskuksessa, jotka ovat auttaneet käytännön järjestelyissä.

# KIRJALLISUUS

- Anttonen-Heikkilä, K. 1983: Säätöselvityksen vaikutuksista Oulujärven ranta- ja vesikasvillisuuteen. Vesihallitus tiedotus 231. 75 s. + 3 liitettä.
- Eurola, S., Bendiksen, K. & Rönkä, A. 1992: Suokasviopas. Oulanka reports 11. Oulanka Biological Station University of Oulu.
- Forsberg, C. ja Ryding, S.-O. 1980: Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish wastereceiving lakes. Arch. Hydrobiol. 89:189-207.
- Hellsten, S., Neuvonen, L., Keränen, R., Nykänen, M. & Alasaarela, E. 1989: Ekologiset lähtökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien sääntöselvityksessä. Osa 2. Rannan geomorfologia ja vesikasvillisuus. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 986. 131 s. + liitteet 13 s.
- Hellsten, S. 2000: Environmental factors and aquatic macrophytes in the littoral zone of regulated lakes –Causes, consequences and possibilities to alleviate harmful effects. Acta universitatis ouluensis scientiae rerum naturalium A 348. Oulu university press.
- Hellsten, S., Visuri, M., Kerätär, K. & Savolainen, M. 2000: Ähtärinjärven sääntöselvityksen kehittämisselvitys - Perännejärvien nykytila ja Ähtärinjärven sääntöselvitysvaihtoehtojen vaikutukset, Alueelliset ympäristöjulkaisut 155. Länsi-Suomen ympäristökeskus 40 s.
- Hinneri, S. 1965: Tutkimuksia Sääksmäen Saarioisjärven umpeenkasvusta. Luonnon tutkija 69:64-73.
- Ilmavirta, V. & Toivonen, H. 1986: Comparative studies on macrophytes and phytoplankton in ten small, brown-water lakes of different trophic status. Aqua Fennica 16: 125-142.
- Koskenniemi, E. 1987: Development of floating peat and macrophyte vegetation in newly created, polyhumic reservoir, western Finland. Aqua Fennica 17,2: 165-173.
- Kurtto, A. 1986: Vesi –erikoinen elinympäristö. teoksessa: Hinneri, S., Hämet-Ahti, L., Kurtto, A. & Vuokko, S. 1986: Maarianheinä, mesimarja ja timotei –Suomen luonnonvaraisia kasveja. Otava.
- Maristo, L. 1941: Die Seetypen Finnlands auf floristischer und vegetations physiognomischer Grundlage. Annales Botanici Societas Vanamo 15: 1-314.
- Nykänen, M. 1998: Oulujärven rantakasvillisuuden dynamiikkaa kaudella 1980-1995 ja siihen vaikuttavista ekologisista tekijöistä. Licensiaattitutkielma. Oulun yliopisto. Biologian laitos. 59s. + liit.
- Pählsson, L (toim.) 1995: Vegetations typer i Norden. TemaNord 1994:665. ss. 459-533. Nordiska ministerrådet, Köpenhamn.
- Ranta, E. 1985: Kyrönjoen kalastosta ja kalaston tilaan vaikuttavista tekijöistä. Vesihallituksen tiedotus 259. Helsinki. 97s.
- Rautio, L.M. & Ilvessalo, H. (toim.) 1998: Ympäristön tila Länsi-Suomessa. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Pohjanmaanliitto & Etelä-Pohjanmaan liitto. ss.198-199.
- Rautio, L.M., Aaltonen, E.-K., Seppälä, M. & Savea-Nukala, T. 2000: Kyrönjoki –elävä joki. opas. Kyrönjoen neuvottelukunta.
- Renman, G. 1989: Distribution of littoral macrophytes in a north Swedish riverside lagoon in relation to bottom freezing. Aquatic Botany 33: 243-256.
- Ruuhijärvi, R., Alapassi, M. & Heikkinen, P. 1976: Lokan tekoaltaan turvelaattatutkimus. Helsinki, 49s.
- Rørslett, B. & Agami, M. 1987: Downslope limits of aquatic macrophytes: a test of the transient niche hypothesis. Aquatic Botany 29: 83-95.
- Rørslett, B. & Brettum, P. 1989: The genus *Isoetes* in scandinavia: an ecological review and perspectives. Aquatic Botany 35: 223-261.

- Saura, H. & Willamo, R. 1993: Vesien suurkasvillisuuden tärkeimpiä indikaattorilajeja. Ympäristön suojelun opetusmoniste n:o 12. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 4. Painos. 36 sivua + 1 liite.
- Spence D.H.N. 1982: The zonation of plants in freshwater lakes. *Advances in ecological research* 12: 37-126.
- Storberg, K-E. 1988: Seinäjoen veden laadusta. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri.
- Szmeja, j. 1987: The structure of a population of *Lobelia dortmanna* L. along gradient of increasing depth in an oligotrophic lake. *Aquatic Botany* 28: 1-13.
- Toivonen, H. 1981a: Sisävesien suurkasvillisuus. teoksessa: Havas, P (toim.) 1981: Suomen luonto 4: vedet. Kirjayhtymä. ss.179-209.
- Toivonen, H. 1981b: Järvikasvillisuuden alueelliset ilmeet. Teoksessa: Havas, P. (toim.) 1981: Suomen luonto 4: vedet. Kirjayhtymä. ss.209-226.
- Toivonen, H. 1984: Makrofyyttien käyttökelpoisuus vesien tilan seurannassa. *Luonnontutkija* 88: 92-95.
- Virola, T. 2000: Vesimakrofyyttien käyttö ympäristönsurannassa –Vesipolitiikan puitedirektiivin näkökulma. Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste 25.

# Liitteet

*Kartoituslinjojen alkupisteiden yhtenäiskoordinaatit*

## Kalajärvi

alue	koordinaatit
2_1	6946613:3302952
2_2	6946272:3302846
3_1	6945493:3302381
4_1	6944464:3302525
4_2	6943532:3301991
5_1	6942835:3301327
5_2	6943201:3301322
6_1	6943418:3300933
6_2	6943979:3299606
8_1	6946103:3300293
8_2	6945436:3300082
9_1	6943306:3301503
10_1	6944181:3302452

## Kyrkösjärvi

alue	koordinaatit
1_1	6968790:3286787
1_2	6967615:3286169
1_3	6965624:3286745
2_1	6964471:3285906
4_1	6965754:3285160
4_2	6966021:3285029
5_1	6966784:3284593
6_1	6967893:3285108
6_2	6968487:3285977
7_1	6968623:3285682
7_2	6969470:3286050
8_1	6965004:3285897

## Liikapuro

linja	koordinaatit
1	6924382:3298009
2	6924693:3298183
4	6923746:3298510
5	6923536:3298788
6	6923240:3299065
7	6922270:3299038
9	6923087:3297977
10	6923259:3297902
12	6923765:3296949
13	6924151:3297106

## Pitkämä

linja	koordinaatit
1_1	6949977:3264047
1_2	6950338:3264563
2_1	6949162:3264244
2_2	6948997:3263986
3_1	6948163:3264200
3_2	6947794:3263607
4_1	6947488:3263548
4_2	6947239:3263399
5_1	6946649:3263266
5_2	6946986:3262912
6_1	6947708:3263454
6_2	6948415:3263591
7_1	6946149:3262868
7_2	6946446:3262623

## Seinäjärvi

alue	koordinaatit
1	6925225:3312386
2	6925704:3312876
3	6926206:3313208
4	6926610:3313617
5	6927117:3314015
6	6926736:3314084
7	6925724:3314616
8_1	6924526:3314813
8_2	6923549:3314122
9	3314650:6922425
10_1	6923397:3313208
10_2	6921888:3313005
11	6922617:3311617
12	6924407:3311689
13	6924669:3313641

## Kalajärvi

laji (trofia) / linja	2_1	2_2	3_1	4_1	4_2	5_1	5_2	6_1	6_2	8_1	8_2	9_1	10_1
Alisma plantago-aquatica (M-E)							1	e	1	1			
Calamagrostis sp.		2			1			i			1		2
Calla palustris (M/I)				1					1		1		1
Caltha palustris (M)							1	k					
Carex acuta (M-E)	4	4		2	4	3	3	a	4			1	2
Carex canescens								s	1		1		2
Carex chordorrhiza								v					1
Carex nigra				1	2			i	1		4		1
Carex rostrata (I)		2		2	5	3		l	4		4		5
Cicuta virosa (M)					1		1	l					1
Eleocharis palustris (O(I))	2							i		1			
Epilobium sp.								s	1				
Equisetum arvense								u	1				
Equisetum fluviatile (I)					2			u	2		1		
Galium palustre				1	1			t	1		1		1
Glyceria sp.				1		1	2	t		1			
Juncus filiformis		1	1			1	1	a	1	2	1	1	2
Lysimachia thyriflora (O-M)	1	3	1	1	3	1	1		2	2	2		3
Lythrum salicaria (M)	2												
Nuphar lutea (I)						3			2				
Nymphaea alba (I)						1			4		1		
Pedicularis palustris									1				1
Peucedanum palustre				1	1				1				2
Potamogeton natans (I)					2								
Potentilla palustris (I)	1	2			2	2	1		2		4		3
Salix sp.													2
Scutellaria galericulata											1		
Subularia aquatica (O-M)										1			
Vaccinium uliginosum											2		
harmosammal			1										

E=eutrofiaa suosiva  
M=mesotrofiaa suosiva  
O=oligotrofiaa suosiva  
I=indifferentti

**Kyrkösjärvi**

laji/linja	1_1	1_2	1_3	2_1	4_1	4_2	5_1	6_1	6_2	7_1	7_2	8_1	turvelautta
Agrostis sp.	e	e	e					1					
Alisma plantago-aquatica (M-E)	i	i	i	1		1			1		1		
Andromeda polifolia								1					
Calamagrostis sp.	k	k	k										
Calla palustris (M/I)	a	a	a			3		3		4	4		4
Carex acuta (M-E)	s	s	s		2	3						2	
Carex canescens	v	v	v					2					2
Carex chordorrhiza	i	i	i					1					
Carex lasiocarpa (O-M)	l	l	l										4
Carex magellanica	l	l	l					1					
Carex nigra	i	i	i		2			3		2			
Carex rostrata (I)	s	s	s	1		3		5		2	3	1	4
Cicuta virosa (M)	u	u	u			1	1	2			1	1	3
Equisetum arvense	u	u	u							1			
Equisetum fluviatile (I)	t	t	t			1							
Eriophorum vaginatum	t	t	t					2					
Galium palustre	a	a	a			1				1	1		2
Hippuris vulgaris (O-M)											1		
Juncus filiformis								1					
Ledum palustre								1					
Lemna minor ((M-)E)											1		1
Lysimachia thyrsoflora (O-M)				1		1		2					2
Lythrum salicaria (M)								1					2
Menyanthes trifoliata (O-M)								1					
Nuphar lutea (I)				3		3						1	
Nynphaea alba (I)				2									
Peucedanum palustre						1		1					2
Potamogeton natans (I)						3							
Potentilla palustris (I)				1		1		2			2		4
Salix sp.													2
Scutellaria galericulata										1			
Sparganium sp.				2					1		2		
Typha latifolia (M-E)						2							
Urticularia vulgaris (I)								1			1		2
Urticularia sp.						1		1			2		
Vaccinium oxycoccos								1					

E=eutrofiaa suosiva  
M=mesotrofiaa suosiva  
O=oligotrofiaa suosiva  
I=indifferentti



**Liikapuro**

laji (trofia)/linja	1	2	4	5	6	7	9	10	12	13
Agrostis sp.								2		e i k a s v i l i s u u t t a
Alisma plantago-aquatica (M-E)		1								
Alopecurus sp.		1								
Andromeda polifolia	2		1	1	1					
Calamagrostis sp.	2	1	3	2	1	2	1	2	2	
Calla palustris (M/I)			1			1		1	1	
Carex acuta (M-E)	1	1	2	2	2	2		2		
Carex canescens			1		2					
Carex lasiocarpa (O-M)	2		3	3		3	2	5	2	
Carex magellaniga								1		
Carex nigra			1							
Carex rostrata (I)	5	2	4	5	4	2	4	2	4	
Epilobium palustre				1						
Equisetum fluviatile (I)				1		1				
Equisetum sylvaticum						2				
Eriophorum vaginatum				2	2			2		
Galium palustre						2				
Glyceria sp.									3	
Hippuris vulgaris (O-M)		3			1	1				
Juncus filiformis	2	2				1		2	2	
Ledum palustre					1					
Lysimachia thyrsiflora (O-M)		2	1	2	2		1	2	1	
Lythrum salicaria (M)						2				
Nuphar lutea (I)			1	1			1		1	
Nuphar pumila (O-M)									1	
Peucedanum palustre			2					1		
Phragmites australis (I)				2						
Potentilla palustris (I)	3	2	3	2		2		2	2	
Sparganium sp.				2	1		1			
Urticularia intermedia (O-M)				2		1			2	
Urticularia vulgaris (I)		4								
Urticularia sp.		3			2			2		
Vaccinium oxycoccos	2			2	2			2		
Vaccinium uliginosum				1	1			2		

E=eutrofiaa suosiva  
M=mesotrofiaa suosiva  
O=oligotrofiaa suosiva  
I=indifferentti

**Pitkämä**

laji (trofia)/linja	1_1	1_2	2_1	2_2	3_1	3_2	4_1	4_2	5_1	5_2	6_1	6_2	7_1	7_2
Calamagrostis sp.		e					e	e	2		e	e		
Calla palustris (M/I)		i	1		2		i	i			i	i	4	1
Carex acuta (M-E)	1			2						2			4	
Carex nigra		k	2				k	k			k	k	1	
Carex rostrata (I)	2	a					a	a			a	a		
Cicuta virosa (M)		s			1	1	s	s			s	s		
Eleocharis palustris (O-I)		v					v	v			v	v	4	
Equisetum arvense		i					i	i			i	i	1	
Equisetum fluviatile (I)	1	l	3				l	l			l	l	1	
Galium palustre		l					l	l			l	l	1	
Lysimachia thyrsoflora (O-M)		i			1	1	i	i	2		i	i		
Lysimachia vulgaris	1	s					s	s			s	s		
Lythrum salicaria (M)		u	1				u	u			u	u		
Nuphar lutea (I)	2	u	1				u	u			u	u		
Potamogeton natans (I)	2	t	3				t	t			t	t		
Potentilla palustris (I)		t					t	t	1		t	t	1	1
Ranunculus repens		a					a	a			a	a	2	
Rubus saxatilis													1	
Typha latifolia (M-E)	3		3											
Viola palustris													1	

E=eutrofiaa suosiva  
M=mesotrofiaa suosiva  
O=oligotrofiaa suosiva  
I=indifferentti

Seinäjärvi

laji (trofia)/linja	1	2	3	4	5	6	7	8_1	8_2	9	10_1	10_2	11	12	13
Agrostis sp.		1			1	3	2								
Alisma plantago-aquatica (M-E)	1		1	2			1		1				1		2
Andromeda polifolia		2				1							1		
Betula nana													1		
Calamagrostis sp.		3		1	2		3						1		2
Calla palustris (M/I)		1				1							1		
Carex acuta (M-E)					1		1					1			1
Carex canescens		1											2		
Carex enchinata						2									
Carex lasiocarpa (O-M)						2							4		
Carex limosa		1													
Carex nigra		1		1	1	1	1								
Carex rostrata (I)	2	2	1	2	3	1	2						3	3	
Carex vesicaria (M-E)						1									
Cicuta virosa (M)						2									
Drosera longifolia		2				1									
Drosera rotundifolia						1									
Eleocharis palustris		1	1	2			1		1		1	3			2
Epilobium palustre						1									
Equisetum fluviatile (I)	3	4	4	3	3	2	3		2		2	4	1	4	4
Eriophorum angustifolium						2									
Galium palustre		1				1	2								1
Glyceria sp.				1			3		2			1	1	1	1
Isoetes echinospora (O-M)								1	1		2	1			2
Isoetes lacustris (O(-M))		1		2		2	2	1	2		2	4			
Isoetes sp.	2		1												
Juncus filiformis	1	1		1	2		2		1		1	2			1
Lemna minor ((M)-E)					1										
Lobelia dortmanna (O(-M))	3	3	2	3		2	3	1	2		2	4			4
Lycopodiella inundata						1									
Lysimachia thyrsoflora (O-M)	1	1		1		1						2	1		1
Lythrum salicaria (M)	1					1									1
Melampyrum pratense							2								
Nuphar lutea (I)										3		1	2		
Nuphar pumila (O-M)					1	1									
Nymphaea alba (I)								1		3				3	
Peucedanum palustre		2			1		1								
Phragmites australis (I)						3									
Potamogeton natans (I)										1			1		
Potentilla palustris (I)		1		1	2	2	3					2	2	1	2
Rhynchospora alba						2									
Salix sp.		1				1									
Sparganium sp.						1				1			2		
Subularia aquatica (O-M)			1												
Urticularia intermedia (O-M)		1				2							1		
Vaccinium oxycoccos		2			1	1	2						2		
Vaccinium uliginosum						1									
Vaccinium vitis-idaea							1								
Viola eppipsila															1

E=eutrofiaa suosiva  
M=mesotrofiaa suosiva  
O=oligotrofiaa suosiva  
I=indifferentti

**Maastolomake**

**kasvillisuuskartoitus Kyrönjoen vesistön tekojärvet ja Seinäjärvi 2002**

**alue:** \_\_\_\_\_

**pmv:** \_\_\_\_\_

**paikka:** \_\_\_\_\_

**klo:** \_\_\_\_\_

**koordinaatit:** \_\_\_\_\_

**rannanrakenne**

”luonnontilainen”

\_\_ pystysuora

\_\_ muokattu (=pato)

\_\_ loiva

\_\_ jyrkkä (>45°)

**rantakasvillisuus**

\_\_ mäntymetsä \_\_ kuusimetsä \_\_ lehtimetsä \_\_ sekametsä

\_\_ pensaikko \_\_ suo \_\_ niitty \_\_ lehto \_\_ kallio

\_\_ pelto \_\_ suurruohoja \_\_ muu, mikä. \_\_ ei kasvillisuutta

**1m\*1m**

**peittävyysprosentit**

	0m	%
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____
7	_____	_____
8	_____	_____
9	_____	_____
10	_____	_____

	0,5m	%
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____
7	_____	_____
8	_____	_____
9	_____	_____
10	_____	_____

**tarvittaessa myös ruudut 1m ja 1,5m**

**vesikasvillisuusvyöhyke**

x= **esintyy** leveys, m **syvyys, m**

\_\_ ulpukka \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ järvikorte \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ järviruoko \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ uistinviita \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ sara, laji \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ palpakko, laji \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ pystykeiholehti \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ rantaluikka \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ lumme, laji \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

\_\_ muu, mikä \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ m

koko vyöhykkeen leveys \_\_\_\_\_ m syvyys jossa vesikasvillisuus loppuu \_\_\_\_\_ m

**pohja**     \_\_ turve  
**laatu**     \_\_ lieju  
veden alla  \_\_ savilieju  
            \_\_ savi  
            \_\_ hiekka  
            \_\_ sora  
            \_\_ kiviä  
            \_\_ lohkareita  
            \_\_ kallio

**eroosio rannalla**  
                  kasautuu \_\_  
                  eroosiota \_\_

kivienmäärä \_\_\_\_\_  
(ei, muutama, tasaisesti, ajoittain rykelminä, paljon)

**lajilista:**

Kartoituspäivänmäärät, vedenkorkeus sekä kartoitusruutujen lajiston peittävyys-prosentit

Kalajärvi

linja	pvm	vedenkorkeus N43	1m*1m ruutu		
			0m	0,5m	1m
2_1	26.6.	105,41	Carex acuta 30 Lythrum salicaria 20 Potentilla palustris 1	Eleocharis palustris 10	-
2_2	26.6.	105,41	Carex acuta 30 Lysimachia thyrsoflora 5 Potentilla palustris 1 Juncus filiformis 1 Calamagrostis sp. 1	-	-
3_1	27.6.	105,42	-	-	-
4_1	27.6.	105,42	Carex acuta 20 Lysimachia thyrsoflora 1 Calla palustris 1	Carex rostrata 1	-
4_2	26.6.	105,41	Carex acuta 30 Potentilla palustris 20 Peucedanum palustre 1 Equisetum fluviatile 1 Calamagrostis sp. 1 Sammal 1 Lysimachia thyrsoflora 1 Galium palustre 1 Sphagnum sp. 1	Carex rostrata 10 Lysimachia thyrsoflora 1 Equisetum fluviatile 1	-
5_1	25.6.	105,4	Carex acuta 60 Lysimachia thyrsoflora 1 Juncus filiformis 1 Potentilla palustris 1	Carex rostrata 5	Nuphar lutea 20
5_2	25.6.	105,4	Carex acuta 30 karhunsammal 10 Cicuta virosa 1 Juncus filiformis 1	-	-
6_1	24.6.	105,4	-	-	-
6_2	24.6.	105,4	Carex nigra 30 Juncus filiformis 1 Peucedanum palustre 1 Epilobium sp. 1 Equisetum arvense 1 Potentilla palustre 1 Pedicularis palustris 1 Polytrichum sp. 20 sammal 10	Carex rostrata 10	Nymphaea alba 45
8_1	24.6.	105,4	Juncus filiformis 20 Lysimachia thyrsoflora 20	-	-
8_2	24.6.	105,4	Carex nigra 10 Carex canescens 1 Sphagnum sp. 40 Polytrichum sp. 5 Vaccinium uliginosum 5	Carex rostrata 5 Lysimachia thyrsoflora 5	-
9_1	25.6.	105,4	Juncus filiformis 1 Carex acuta 1	-	-
10_1	27.6.	105,42	Sphagnum sp. 65 Polytrichum sp sp. 5 Salix sp. 5 Carex nigra 1	Carex rostrata 20	-

Kyrkösjärvi

linja	pvm	veden- korkeus N43	1m*1m ruutu		
			0m	0,5m	1m
1_1	5.7.	81,17	-	-	-
1_2	11.7.	-	-	-	-
1_3	5.7.	81,17	-	-	-
2_1	2.7.	81,24	Carex rostrata 1 Lysimachia thyrsoflora 1	-	-
4_1	1.7.	81,25	Carex nigra 20 Carex acuta 20	-	-
4_2	1.7.	81,25	Calla palustris 30 typha latifolia 5 Carex acuta 10 Potentilla palustris 5 Peucedanum palustre 1 Lysimachia thyrsoflora 5 Cicuta virosa 2 Carex rostrata 1	Potamogeton natans 40	-
5_1	1.7.	81,25	Cicuta virosa 1	-	-
6_1	2.7.	81,24	Carex rostrata 10 Eriophorum vaginatum 10 Sphagnum sp. 80 Polytrichum sp. 10 Vaccinium oxycoccos 1	-	-
6_2	1.7.	81,25	-	-	-
7_1	1.7.	81,25	Calla palustris 30	-	-
7_2	1.7.	81,25	Carex rostrata 20 Calla palustris 25 Potentilla palustris 20	Carex rostrata 1	-
8_1	2.7.	81,24	Carex acuta 20	Nuphar lutea 25 Carex rostrata 1	-

Liikapuro

linja	pvm	vedenkor- keus N43	1m*1m ruutu		
			0m	0,5m	1m
1	15.7.	133	Juncus filiformis 15 Potentilla Palustris 1 Andromeda polifolia 5 Vaccinium oxycoccus 1 Carex acuta 1 Carex lasiocarpa 1 Sphagnum "iso" 15 Sphagnum "pieni" 70	Carex rostrata 25 Carex lasiocarpa 1 Potentilla palustris 2	-
2	15.7.	133	Hippuris vulgaris 20 Carex acuta 10 Potentilla palustris 5 Juncus filiformis 5 Carex rostrata 3 Calamagrostis sp. 1 Urticularia intermedia 20	Hippuris vulgaris 1 Carex rostrata 5 Alisma plantago-aquatica 3 Urticularia vulgaris 1	Urticularia intermedia 40 Hippuris vulgaris 3
4	15.7.	133	Potentilla palustris 3 Carex nigra 2 Carex rostrata 5 Carex acuta 2 Sparganium sp. 90 Polytrichum sp. 2 Carex canescens 1 Andromeda polifolia 1	Carex rostrata 15	-
5	16.7.	133	Carex rostrata 10 Eriophorum vaginatum 5 Andromeda polifolia 5 Urticularia sp. 1 Sphagnum sp.1. 60 Sphagnum sp.2. 20 Polytrichum sp. 3	Phragmites australis 2 Carex lasiocarpa 15 Calamagrostis sp. 1 Carex acuta 1	Sparganium sp. 1
6	16.7.	133	Andromeda polifolia 1 Eriophorum vaginatum 15 Sphagnum sp. 95 Polytrichum sp. 5 Carex canescens 3	Carex rostrata 25 Sphagnum squarrosum 75	Sparganium sp. 20
7	17.7.	133	Potentilla palustris 5 Calamagrostis purpurea 3 Carex lasiocarpa 1 Carex acuta 1 Juncus filiformis 1 Equisetum sylvaticum 2 Urticularia intermedia 1 Sphagnum sp. 80 Lythrum salicaria 1	Carex lasiocarpa 25 Urticularia intermedia 2 Sphagnum sp. 5	-
9	17.7.	133	Carex rostrata 5	0m=0+0,5m	-
10	17.7.	133	Eriophorum vaginatum 5 Sphagnum sp. 100 Vaccinium uliginosum 5 Polytrichum sp. 1 Carex lasiocarpa 2	-	-
12	17.7.	133	Calamagrostis purpurea 20 Calla palustris 1 Juncus filiformis 1 Potentilla palustris 3 Sphagnum sp. 15 Carex lasiocarpa 1	Carex rostrata 5 Glyceria sp. 2	-
13	17.7.	133	-	-	-



Pitkämäo

linja	pvm	vedenkorkuus N43	1m*1m ruutu		
			0m	0,5m	1m
1_1	17.6.	68,3	Typha latifolia 10 Carex rostrata 40 Equisetum fluviatile 1 Carex acuta 5	Typha latifolia 1	-
1_2	17.6.	68,3	-	-	-
2_1	17.6.	68,3	Calla palustris 1	Equisetum fluviatile 5	Potamogeton natans 1
2_2	18.6.	68,35	Carex acuta 40	-	-
3_1	18.6.	68,35	-	-	-
3_2	18.6.	68,35	-	-	-
4_1	18.6.	68,35	-	-	-
4_2	18.6.	68,35	-	-	-
5_1	18.6.	68,35	Lysimachia thyrsoflora 10 Calamagrostis sp.	-	-
5_2	18.6.	68,35	Carex acuta 60	-	-
6_1	18.6.	68,35	-	-	-
6_2	18.6.	68,35	-	-	-
7_1	19.6.	68,31	Calla palustris 20 Ranunculus repens 5 Carex nigra+C. acuta 50 Eleocharis palustris 10 Equisetum arvense 1 Rubus saxatilis 1 Viola palustris 1 Galium palustre 1	-	-
7_2	19.6.	68,31	Calla palustris Potentilla palustris	-	-

Seinäjärvi

linja	pvm	vedenkor- keus N43	1m*1m ruutu		
			0m	0,5m	1m
1_1	3.7.	138,96	Equisetum fluviatile 5 Juncus filiformis 1 Carex rostrata 5	Equisetum fluviatile 5 Lobelia dortmanna 5	-
2_1	3.7.	138,96	Calamagrostis sp. 20 Vaccinium oxycoccos 20 Juncus filiformis 1 Drosera longifolia 1 Andromeda polifolia 5 Polytrichum sp. 80 salix sp. 1 Sphagnum sp. 2	Carex rostrata 5 Equisetum fluviatile 1 Lobelia dortmanna 5	Equisetum fluviatile 1
3_1	3.7.	138,96	Lobelia dortmanna 5 Carex rostrata	Subularia aquatica	-
4_1	4.7.	138,99	Carex rostrata 15 Equisetum fluviatile 1 Eleocharis palustris 1 Calamagrostis purpurea Carex nigra Sammal	Equisetum fluviatile 1 Alisma palntago-aquatica1 Lobelia dortmanna	Isoëtes lacustris 50 Lobelia dortmanna 30
5	4.7.	138,99	Juncus filiformis 5 Potentilla palustris 10 Calamagrostis sp. 1 Carex acuta 2 Vaccinium oxycoccos Sphagnum sp. 90 Peucedanum palustre 1	Carex rostrata 5 Potentilla palustris 1 Equisetum fluviatile 1	-
6	4.7.	138,99	Phragmites australis 1 Agrostis sp. 10 Vaccinium uliginosum 1 Drosera rotundifolia Vaccinium oxycoccos Carex echinata 1 Andromeda polifolia 2 Drosera longifolia Lycopodiella inundata Sphagnum sp. Polytrichum sp.	Carex rostrata 2 Phragmites australis 1 Equisetum fluviatile 3	-
7	8.7.	139,05	Vaccinium oxycoccos 40 Melampyrum sp. 10 Juncus filiformis 1 Potentilla palustris 1 Calamagrostis sp. 1 Vaccinium vitis-idaea 2 Polytrichum sp. 20 Sphagnum sp. 60 Agrostis sp. 1 Carex nigra 1	Equisetum fluviatile 1 Glyceria sp. 5 Lobelia dortmanna 10	Isoëtes lacustris 30 Equisetum fluviatile 1
8_1	8.7.	139,05	Polytrichum sp. 2	Lobelia dortmanna Isoëtes lacustris Isoëtes echinospora	-
8_2	8.7.	139,05	Glyceria sp. 2 Eleocharis palustris 1 Isoëtes echinospora 1	Equisetum fluviatile 1 Lobelia dortmanna 5	Isoëtes lacustris 10 Equisetum fluviatile 2

Seinäjärvi

linja	pvm	vedenkorkuus N43	1m*1m ruutu		
			0m	0,5m	1m
9	9.7.	139,04	Nymphaea alba 10	0=0,5	Nuphar lutea 20
10	10.7.	139,02	Juncus filiformis 2 Equisetum fluviatile 1 Lobelia dortmanna 1 sammal sp. 1 Isoëtes lacustris 1 sammal 2 sp. 2 Isoëtes echinospora 2	Eleocharis palustris 2 Equisetum fluviatile 1 Lobelia dortmanna 5 Isoëtes lacustris 1	Equisetum fluviatile 1 Lobelia dortmanna 1
10_2	10.7.	139,02	Potentilla palustris 15 Carex acuta 2 Juncus iliformis 5 Sphagnum sp. 20	Equisetum fluviatile 1 Lobelia dortmanna 5 Isoëtes lacustris 1	Isoëtes lacustris 25 Equisetum fluviatile 1
11	10.7.	139,02	Vaccinium oxycoccos 2 Sphagnum sp. 100 Carex canescens 2 Carex lasiocarpa 5	Carex lasiocarpa 2 Potamogeton natans 2	Sparganium sp. 1
12	10.7.	139,02	Carex rostrata 10 Equisetum fluviatile 1 Sphagnum sp. 50	Carex rostrata 15 Equisetum fluviatile 1 Sphagnum sp. 80	-
13	9.7.	139,04	Potentilla palustris 10 Calamagrostis purpurea 2 Carex acuta 3 Equisetum fluviatile 1 sammal+Sphagnum sp. 80	Equisetum fluviatile 2 Lobelia dortmanna 10	-

# Kuvailulehti

Julkaisija	Länsi-Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika	joulukuu 2005
Tekijä(t)	Anna-Maria Koivisto, Anna Bonde & Jukka Aroviita		
Julkaisun nimi	Kyrönjoen tekojärvien tila ja kehitys		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Osa I: Kyrönjoen tekojärvien tila ja kehitys veden laadun, kalojen elohopeapitoisuuden ja pohjaeläimistön perusteella Osa II: Kalajärven, Kyrkösjärven, Liikapuron ja Pitkämön tekojärvien sekä Seinäjärven kasvillisuus- ja habitaattikartoitus vuonna 2002		
Tiivistelmä	<p>Kalajärven, Kyrkösjärven, Liikapuron ja Pitkämön tekojärvet sijaitsevat Kyrönjoen vesistössä ja niiden lupien haltija on Länsi-Suomen ympäristökeskus. Altaiden tarkoituksena on pääasiallisesti ollut toimia tulvavesivarastoina, sekä säännöstellä virtaamavaihteluja. Tekojärvien keski-ikä on nyt noin 30 vuotta.</p> <p>Tekojärvien erilaiset ominaispiirteet vaikuttavat niiden biologiaan ja vedenlaatuun. Pohjaeläimistön koostumukseen vaikuttaa mm. matala happipitoisuus, mikä usein johtuu säännöstelystä ja pitkästä viipymästä. Veden tumman värin ja säännöstelyn yhteisvaikutus rajoittaa tekojärvillä kasvillisuuden esiintymistä.</p> <p>Tekojärvien tila on muuttunut 1990-luvun alusta lähtien. Vedenlaatu on parantunut happitilanteen ja fosforipitoisuuksien osalta mutta klorofyllipitoisuudet ovat nousseet. Myös pohjaeläimistössä ja kalastossa on havaittu muutoksia. Tekojärvien kalojen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet 1970- ja 1980-luvun huippulukemista, mutta joiltain osin maa- ja metsätalousministeriön raja-arvot ylittyvät.</p> <p>Kyrönjoen tekojärvet ovat ainakin jossain määrin "järvistyneen" viimeisten 20 vuoden aikana ja muistuttavat nykyään enemmän eutrofisia luonnonjärviä. Vedenlaadun vaihtelut ovat vähentyneet ja myös pohjaeläinlajisto oli osalla altaista aikaisempaa enemmän rehevöityneiden runsashumuksisten järvien kaltainen.</p>		
Asiasanat	Kyrönjoki, tekojärvi, tila, kehitys, säännöstely		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut 406		
Julkaisun teema			
Projektihankkeen nimi ja projektinnumero			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Länsi-Suomen ympäristökeskus		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot			
	ISSN	1238-8610	ISBN 952-11-2091-6 952-11-2092-4 PDF
	Sivuja	110	Kieli suomi
	Luottamuksellisuus	julkinen	Hinta 31 euroa
Julkaisun myynti/ jakaja	Länsi-Suomen ympäristökeskus		
Julkaisun kustantaja	Länsi-Suomen ympäristökeskus, puh: (06) 367 5211, sähköposti: neuvonta_lsu@ymparisto.fi Edita Oyj, puh: 020 450 05, fax: 020 450 2380, sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi		
Painopaikka ja -aika	Ykkös-Offset, Vaasa 2005		

# Presentationsblad

Utgivare	Västra Finlands miljöcentral	Datum	December 2005															
Författare	Anna-Maria Koivisto, Anna Bonde & Jukka Aroviita																	
Publikationens titel	Tillståndet och utvecklingen i Kyro älvs konstgjorda sjöar																	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Del I: Tillståndet och utvecklingen i Kyro älvs konstgjorda sjöar - på basis av fysikalisk-kemiska parametrar, kvicksilverhalter i fisk och bottenfauna. Del II: Vegetations- och habitatkartering i Kalajärvi, Kyrkösjärvi, Liikapuro och Pitkämö konstgjorda sjöar och Seinäjärvi år 2002.																	
Sammandrag	<p>Kalajärvi, Kyrkösjärvi, Liikapuro och Pitkämö konstgjorda sjöar finns inom Kyro älvs vattendragsområde och deras tillståndsinnehavare är Västra Finlands miljöcentral. Syftet med bassängerna har huvudsakligen varit att lagra vatten vid höglödesperioder samt att reglera vattenflödesvariationerna. De konstgjorda sjöarnas medelålder är nu 30 år.</p> <p>De konstgjorda sjöarnas olika egenskaper påverkar deras biologi och vattenkvalitet. Bottenfaunans sammansättning påverkas bl.a. av låg syrehalt, som ofta orsakats av reglering och lång uppehållstid. Vattnets mörka färg och reglering verkar tillsammans begränsande på vegetationens utbredning i bassängerna.</p> <p>De konstgjorda sjöarnas tillstånd har förändrats sedan början av 1990-talet. Vattenkvaliteten har förbättrats med avseende på syresituationen och fosforhalterna, men klorofyllhalterna har ökat. Också hos bottenfaunan och fiskbeståndet har förändringar noterats. Kvicksilverhalterna i de konstgjorda sjöarnas fisk har minskat från 1970-talets och 1980-talets toppnoteringar, men jord- och skogsbruksministeriets gränsvärden överskrids i vissa fall. Kyro älvs konstgjorda sjöar har åtminstone i viss mån blivit mera lik naturliga sjöar under de senaste 20 åren och påminner nu mera om eutrofa naturliga sjöar. Vattenkvalitetsvariationerna har minskat och även bottenfaunan har till viss del blivit mer lik den som finns i övergödda, humusrika sjöar.</p>																	
Nyckelord	Kyro älv, konstgjord sjö, tillstånd, utveckling, reglering																	
Publikationsserie och nummer	Regionala miljöpublikationer 406																	
Publikationens tema																		
Projektets namn och nummer																		
Finansiar/ uppdragsgivare	Västra Finlands miljöcentral																	
Organisationer i projektgruppen	<table border="1"> <tr> <td>ISSN</td> <td>1238-8610</td> <td>ISBN</td> <td>952-11-2091-6</td> <td>952-11-2092-4 PDF</td> </tr> <tr> <td>Sidantal</td> <td>110</td> <td>Språk</td> <td colspan="2">finska</td> </tr> <tr> <td>Offentlighet</td> <td>offentlig</td> <td>Pris</td> <td colspan="2">31 euro</td> </tr> </table>			ISSN	1238-8610	ISBN	952-11-2091-6	952-11-2092-4 PDF	Sidantal	110	Språk	finska		Offentlighet	offentlig	Pris	31 euro	
ISSN	1238-8610	ISBN	952-11-2091-6	952-11-2092-4 PDF														
Sidantal	110	Språk	finska															
Offentlighet	offentlig	Pris	31 euro															
Beställningar/ distribution	Västra Finlands miljöcentral, tel: (06) 367 5211, e-post: neuvonta_lsu@ymparisto.fi Edita Oyj, tel: 020 450 05, fax: 020 450 2380, e-post: asiakaspalvelu@edita.fi																	
Förläggare	Västra Finlands miljöcentral																	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Ykkös-Offset, Vasa 2005																	

# Documentation page

Publisher	West Finland Regional Environment Centre	Date	December 2005
Author(s)	Anna-Maria Koivisto, Anna Bonde & Jukka Aroviita		
Title of publication	The status and development of the artificial lakes of the River Kyrönjoki		
Parts of publication/ other project publications	Part I: The status and development of the artificial lakes of the River Kyrönjoki - based on physical-chemical parameters, mercury content in fish and the benthic fauna. Part II: Survey of vegetation and habitats in the artificial lakes of Kalajärvi, Kyrkösjärvi, Liikapuro and Pitkämä and lake Seinäjärvi in 2002.		
Abstract	<p>The artificial lakes of Kalajärvi, Kyrkösjärvi, Liikapuro and Pitkämä are situated within the catchment of the River Kyrönjoki and their permission holder is West Finland Regional Environment Centre. The main purpose of the reservoirs has been flood protection and regulation of water flow. Now the reservoirs have an average age of 30 years.</p> <p>The characteristics of the artificial lakes affect their biology and water quality. The composition of the benthic fauna is affected by e.g. low oxygen content, which often is caused by regulation and long retention time. The dark colour of the water and the regulation together have a limiting effect on the occurrence of vegetation in the reservoirs.</p> <p>The status of the artificial lakes has changed since the beginning of the 1990's. The water quality has improved as for the oxygen situation and the phosphorous content, whereas the chlorophyll content has increased. Changes have been noted also in the benthic fauna and the fish stock. The fish mercury content of the artificial lakes has decreased since the record figures of the 1970's and 1980's, but the limiting values of the Ministry of Agriculture and Forestry are exceeded in some occasions.</p> <p>During the last 20 years, the artificial lakes in the River Kyrönjoki catchment are have, at least to some extent, become more like natural eutrophic lakes. Changes in the variation of the water quality have decreased. Also the benthic fauna in some of the lakes resembled, more than before, the fauna typically found in eutrophic and polyhumic lakes.</p>		
Keywords	River Kyrönjoki, artificial lake, status, development, regulation		
Publication series and number	Regional Environment publications 406		
Theme of publication			
Project name and number, if any			
Financier/ commissioner	West Finland Regional Environment Centre		
Project organization			
	ISSN	1238-8610	ISBN 952-11-2091-6 952-11-2092-4 PDF
	No. of pages	110	Language finnish
	Restrictions	public	Price 31 euro
For sale at/ distributor	West Finland Regional Environment Centre, tel: +358-(0)6 367 5211, email: neuvonta_lsu@ymparisto.fi Edita Oyj, tel: 020 450 05, fax: 020 450 2380, email: asiakaspalvelu@edita.fi		
Financier of publication	West Finland Regional Environment Centre		
Printing place and year	Ykkös-Offset, Vaasa 2005		