



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Maria Korhonen

LAHNAJÄRVEN VEDEN LAATU JA
VESIANALYYSSIT 2006

KEMIANTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

2008

TIIVISTELMÄ

LAHNAJÄRVEN VEDEN LAATU JA VESIANALYYSIT 2006

Korhonen, Maria
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikan Porin yksikkö
Kemiantekniikan koulutusohjelma

Toimeksiantaja: Leväsjoen Lahnajärvisseura ry.
Ohjaajat: Tuula Vanha-aho FL & Sirkka-Liisa Koskinen Ins.
Sivujen lukumäärä: 52
Luovutus: Huhtikuu 2008
UDK: 504.06, 504.45
Asiasanat: Suomen järvet, järvien kunnostus, vesianalyysi

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutustua Suomen järvien tilaan ja ongelmiin sekä erilaisiin järvien kunnostusmenetelmiin. Lisäksi tutkittiin Siikaisissa sijaitsevan Lahnajärven tila vesianalyysillä. Myös järveen laskevat ojat tutkittiin.

Suomessa on yli 56 000 järveä, joiden tila on pääosin hyvä, vaikka kunnostustarpeessa olevia järviä onkin paljon. Järvien ongelmina on ollut etenkin rehevöityminen. Myös erilaiset levähavainnot ovat yleistyneet.

Järvien kunnostus alkoi 1970-luvulla. Erilaisia kunnostusmenetelmiä on sen jälkeen tutkittu ja kehitetty useita. Useimmiten järven kunnostukseen tarvitaan enemmän kuin yksi menetelmä. Järven kunnostus alkaa aina ensin tutkimalla järven tila esim. vesianalyysillä, jonka jälkeen tulosten perusteella valitaan järvelle parhaiten sopivat kunnostusmenetelmät.

Siikaisten Leväsjoen kylässä sijaitseva Lahnajärvi on 16 ha kokoinen metsän ympäröimä humusvetinen järvi. Järvellä havaittiin kunnostustarvetta vuonna 2003, jolloin myös kunnostustoimet aloitettiin. Kunnostusta jatkettiin vuonna 2004. Lahnajärvellä kunnostustoimena käytettiin levypadon rakentamista ojaan, joka tuo järveen eniten ulkoista kuormitusta järven valuma-alueelta. Lisäksi järvellä suoritetaan vesikasvien niittoa säännöllisesti.

Vesianalyysit tehtiin keväällä ja syksyllä 2006 SAMK:n kemian laboratoriossa. Vesinäytteistä määritettiin tuolloin pH, sameus, alkaliteetti, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, rautapitoisuus, veden kemiallinen hapen kulutus (COD_{Mn}) sekä kokonaisfosfori.

Vesianalyysitulosten perusteella voidaan todeta Lahnajärven tilan parantuneen jonkin verran vuoteen 2004 verrattuna. Kunnostustoimien vaikutus näkyy kuitenkin vasta vuosien kuluttua. Järven tilan ylläpitämiseksi on vesikasvien niittoa ja muita kunnostustoimia jatkettava.

ABSTRACT

THE QUALITY OF WATER AND WATER ANALYSIS OF LAKE LAHNAJÄRVI 2006

Korhonen, Maria
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in chemical engineering.

Instructors: Tuula Vanha-aho & Sirkka-Liisa Koskinen

Number of Pages: 52

Consignment: April 2008

UDC: 504.06, 504.45

Key Words: Lakes in Finland, reparation methods for lakes, water analysis

The purpose of this thesis was to explore the conditions and problems of lakes in Finland and to get familiar with different reparation methods for lakes. Also the condition of lake Lahnajärvi was examined using water analysis. The streams flowing into the lake were also examined.

There are over 56 000 lakes in Finland. The condition of lakes is mainly good, although there are a lot of lakes needing reparation. The problem in lakes has been eutrophication. Also different alga discoveries have increased.

Reparation of lakes started in 1970's. Different reparation methods have been examined and developed since. Usually more than one method is needed for lake reparation. Reparation of a lake begins first by exploring the situation of the lake, for example, using water analysis. After that the best method is chosen according to the test results.

Lake Lahnajärvi in the village of Leväsjoki in Siikainen is a 16 hectare sized, humus-containing lake surrounded by forest. Need for reparation was noticed in 2003 and reparation was started in the same year and continued in 2004. As a reparation method in Lahnajärvi a triangleweir was built in the stream that brings most outer loading into the lake. Cutting of water plants has also been used as a method needed regularly.

Water analyses were made in the spring and fall of 2006 in the laboratory of Satakunta University of Applied Sciences. pH, turbidity, alkalinity, conductivity, dissolved oxygen, iron content, chemical oxygen demand and total phosphorus were determined.

As a result, it can be said that the condition of lake Lahnajärvi has recovered a little, when comparing to the results from 2004. The effects of reparations can be seen after years, though. To uphold the condition in the lake, cutting of the water plants and other reparation methods must be continued.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
1 JOHDANTO.....	6
2 SUOMEN JÄRVET	7
2.1 Järvien rakenne ja synty.....	7
2.2 Järvien ongelmat	8
3 JÄRVIEN KUNNOSTUS	10
3.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen.....	10
3.2 Rehevyyttä vähentävät menetelmät	10
3.2.1 Järven hapetus	10
3.2.2 Ravintoketjukurkunnostus.....	11
3.2.3 Fosforin kemiallinen saostus.....	11
3.3 Monitavoitteiset kunnostusmenetelmät	12
3.3.1 Ruoppaus.....	12
3.3.2 Järven vedenpinnan nosto	12
3.3.3 Vesikasvillisuuden poistaminen.....	12
3.4 Happamoitumisen torjunta.....	13
3.5 SATAVESI – Satakunnan vesistöohjelma	13
3.5.1 Satakunnan vesistöt.....	14
3.5.2 Satakunnan vesistöjen tila	14
4 LAHNAJÄRVI.....	16
4.1 Lahnajärven hoito- ja kunnostushankkeen historia	17
4.2 Veden laatu 2003 ja 2004	18
5 JÄRVIVEDEN LAATU JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	20
5.1 pH-arvo	20
5.2 Sameus, väri ja haju	20
5.3 Alkaliteetti	21
5.4 Sähkönjohtavuus.....	22
5.5 Happipitoisuus	22
5.6 Rauta (Fe)	22
5.7 Kemiallinen hapen kulutus (COD _{Mn}).....	23
5.8 Kokonaisfosfori	23
6 VESIANALYYSSIT	24
6.1 Näytteet	24
6.2 Näytteiden esikäsittely.....	25

6.3	Määritykset	26
6.3.1	pH	26
6.3.2	Sameus, väri ja haju	26
6.3.3	Alkaliteetti	27
6.3.4	Sähkönjohtavuus	27
6.3.5	Happipitoisuus.....	28
6.3.6	Raudan määrittäminen.....	29
6.3.7	Kemiallinen hapen kulutus.....	29
6.3.8	Kokonaisfosforin määrittäminen	30
6.4	Työn tulokset	31
6.4.1	Alkaliteetti.....	31
6.4.2	Happipitoisuus.....	31
6.4.3	Kemiallinen hapen kulutus (COD _{Mn}).....	32
6.4.4	Kokonaisfosfori	32
6.5	Tulosten tarkastelu	32
6.5.1	pH, sameus, väri ja haju	32
6.5.2	Alkaliteetti	33
6.5.3	Sähkönjohtavuus	33
6.5.4	Happipitoisuus.....	33
6.5.5	Rauta	34
6.5.6	Kemiallinen hapen kulutus.....	34
6.5.7	Kokonaisfosfori	34
6.6	Yhteenveto	34
7	LÄHDELUETTELO:	36
8	LIITTEET.....	39

1 JOHDANTO

Maassamme on yli 56 000 järveä, joiden tyypillisiä piirteitä ovat rikkonaiset ranta-
viivat, saarien runsaus ja useita kuukausia kestävä jääpeite. Järvien erityispiirre on,
että niiden vesi on humuksen ruskeaksi värjäämää. Järvemme ovat pääosin pieniä ja
matalia. Niiden keskimääräinen syvyys on seitsemän metriä.

Suomen järvien vesi on laadultaan suurimmaksi osaksi hyvää tai erinomaista. Joet
ovat järviä huonolaatuisempia, vedenlaadultaan usein tyydyttäviä tai välttäviä. Jokien
vedenlaatua huonontavat korkeat ravinnepitoisuudet ja hygieeniset haitat. Järvien ja
jokien vedenlaatu on parantunut viime vuosikymmeninä, varsinkin kaikkein huono-
kuntoisimmissa vesistöissä tehokkaiden vesiensuojelutoimenpiteiden ansiosta. Toi-
saalta puhtaiden järvien vedenlaatu on huonontunut vähittäisen rehevöitymisen
vuoksi. /1/

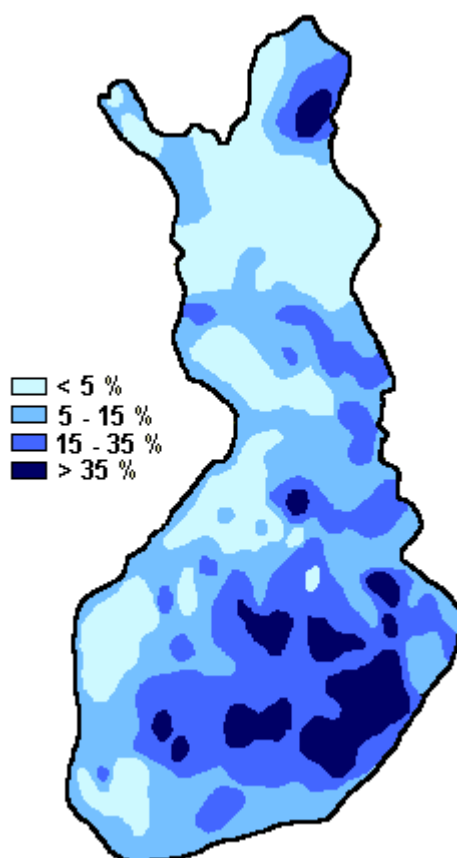
Järvien veden laatu heikentyi aina 1970-luvulle saakka. Viranomaisille tehtiin run-
saasti aloitteita vesistöjen kunnostamiseksi. 1970-luvun alussa perustetun vesihalli-
tuksen keskeiseksi tehtäväksi tuli kehittää ja organisoida vesistöjen parantamistoi-
mia. Järvien kunnostusmenetelmiä ryhdyttiin tutkimaan.

Vesistön kunnostuksella tarkoitetaan itse vesistössä tai välittömästi siihen liittyvällä
ranta-alueella tehtäviä toimia, joiden tavoitteena on joko vähentää tai poistaa vesistön
käytölle tai suojelulle aiheutuneita haittoja tai säilyttää tai parantaa vesistön tilaa ja
käyttökelpoisuutta. Viime aikoina on vesialueella tehtäviin kunnostustoimenpiteisiin
liitetty valuma-alueella tehtäviä, kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä. /2/

2 SUOMEN JÄRVET

2.1 Järvien rakenne ja synty

Suomea ei turhaan kutsuta tuhansien järvien maaksi, sillä maassamme on 56 032 järveä, jos lasketaan yli hehtaarin vesialueet, 15 723 järveä, jos rajana pidetään kymmenen hehtaarin minimikokoa ja 4 531 yli 50 hehtaarin järveä. Alle hehtaarin kokoisia lampia on laskettu yli 130 000, mutta niitä arvioidaan olevan yli 300 000. /3/



Kuva 1. Veden osuus Suomen pinta-alasta prosentteina (Suomen ympäristökeskus, www.ymparisto.fi)

Suomen järvet ovat syntyneet jääkauden jälkeen ja ovat siten alle 10 000 vuoden ikäisiä. Valtaosa järvistä on muodostunut karulla maaperällä sijaitseviin mannerjään perkaamiin mataliin painaumiin. Kosteankylmä ilmasto suosii soistumista ja soilta valuvat humusaineet värjäsivät useimmat Suomen järvet ruskeiksi. /3/

Suomen järvien muita erityispiirteitä ovat mataluus, vähäravinteisuus, veden pehmeys (vähän kalkkia) ja happamuus sekä ruskean värin aiheuttama vähäinen näkösyvyys. Eliöiden kannalta hyvin tärkeä seikka on vuodenaikojen voimakas vaihtelu, joka rytmittää vesiluonnon toimintoja ja heijastuu myös järven rakenteeseen. /3/

Noin 3000 järven vedenpintaa laskettiin 1700- ja 1800-luvuilla kaivamalla kanavia tai oja, joita pitkin järven vesi virtasi pois kokonaan tai osittain. Järven pohjaa, johon oli vuosituhansien saatossa kertynyt lietettä, pidettiin erityisen hyvänä heinäniityn tai laitumen maaperänä. Suuri osa Suomen nykyisistäkin vesistöjärjestelyistä on tehty nimenomaan maataloutta silmälläpitäen. /4/

Monet järvet ovat muuttuneet vesivoimaa palveleviksi säännöstelyaltaiksi, joiden pinta ei enää vaihtelee luonnon vaan sähkönkulutuksen rytmin mukaan. Suomen yli 56 000 järvien ja lukuisten jokien läpi virtaava vesi on nimittäin suuri potentiaalinen energialähde, jonka kokonaisteho on noin 5 300 MW. /4/

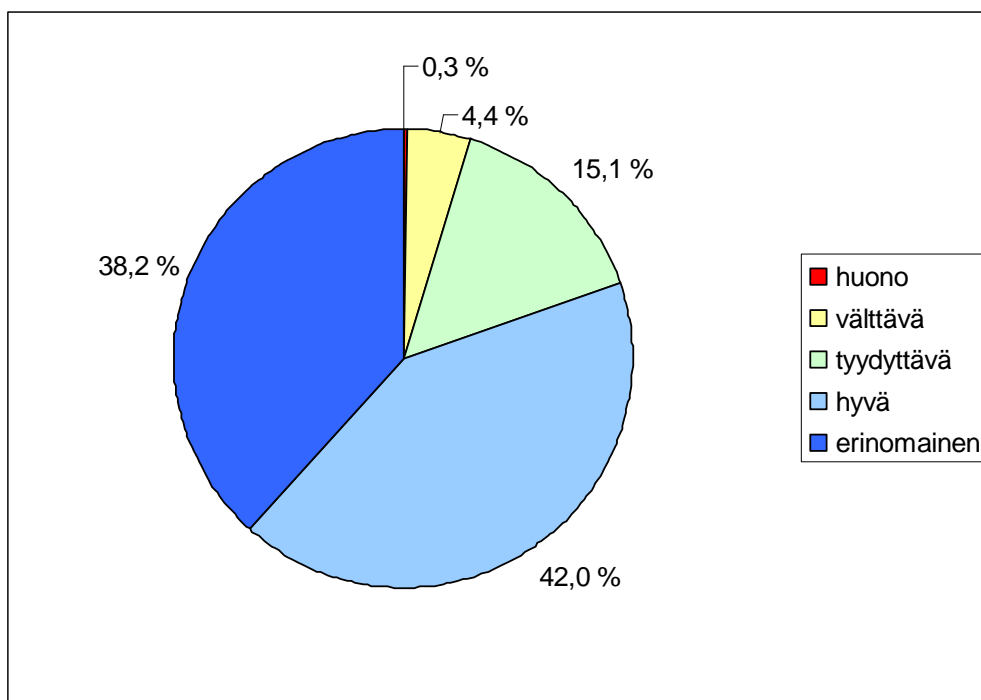
Suomen järvien olennaisia rakennepiirteitä ovat pinta-ala, syvyys, rannan rikkonaisuus ja saarisuus. Järvien keskisyvyys on noin 7 metriä ja maksimisyvyys noin 100 metriä. Lisäksi niissä on paljon saaria. Suomen järvien rantaviivan yhteenlaskettu pituus on noin 130 000 kilometriä. /3/

2.2 Järvien ongelmat

Suomessa järvien ongelmana on rehevöityminen eli kasvien perustuotannon kasvu, joka johtuu liiallisesta ravinnekuormituksesta, erityisesti typestä ja fosforista. Rehevöityminen saa aikaan leväkukintojen yleistymistä, veden samenumista, happikatoa ja muutoksia lajistossa. Yleensä lajisto köyhtyy rehevöitymisen myötä.

Toisena ongelma on järvien happamoituminen eli veden puskurikyvyn ja sitä kautta pH:n aleneminen. Happamoitumista aiheuttavat rikin ja typen oksidit, joita vapautuu ilmaan fossiilisia polttoaineita käytettäessä. Suomen järvien kyky vastustaa happamoitumista on heikko johtuen kallioperästämmme, jossa kalkkia on vain vähän.

Monet järvemme ovat runsaan humuspitoisuutensa takia luontaisesti happamia. Happamissa järvissä pohjasta liukenee alumiinia sekä muita myrkyllisiä yhdisteitä. Herkimpiä happamoitumiselle ovat lohi- ja särkikalat, jotka häviävät ensimmäisinä happamoituneista vesistöistä. /5/



Kuva 2. Suomen järvien jakautuminen eri laatuluokkiin vuosien 2000 - 2003 vedenlaatatietojen perusteella (Suomen ympäristökeskus, www.ymparisto.fi)

3 JÄRVIEN KUNNOSTUS

3.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Pääosa järveen tulevasta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta on yleensä peräisin ihmistoiminnasta. Sen lisäksi järveen tulee aina luonnonhuuhtoumaa, jolla tarkoitetaan sitä ravinne- ja kiintoainemäärää, jonka sade ja lumen sulamisvedet huuhtovat järveen sen valuma-alueelta, vaikka siellä ei olisikaan ihmisen vaikutusta.

Järvien kunnostustarvetta aiheuttavat ongelmat johtuvat suureksi osaksi valuma-alueelta tulevasta ulkoisesta kuormituksesta. Valuma-alueelta tulevan kuormituksen alentamiseen ei voida antaa yleispäteviä ohjeita, vaan kutakin valuma-aluetta varten tarvitaan oma toimenpideyhdistelmänsä.

Valuma-alueen hajakuormituslähteitä ovat peltoviljely, karjatalous, metsätalous sekä haja- ja vapaa-ajanasutus. Hajakuormituksen syntyä voidaan vähentää mm. peltoviljelyn tuotantomenetelmiä kehittämällä, suojavyöhykkeen perustamisella vesistön ja viljellyn peltoalueen väliin sekä haja-asutuksen jätevesikuormitusta vähentämällä. /6/

3.2 Rehevyyttä vähentävät menetelmät

Rehevöityneen järven kohdalla ongelmana on yleensä sisäinen kuormitus. Sisäinen kuormitus tarkoittaa tilannetta, jossa järven pohjalietteeseen vuosien kuluessa kertyneet ravinteet vapautuvat takaisin järveen. Ravinteita vapautuu, kun järven pohjassa ei ole riittävästi happea, tai kun särkikalat ruokaillessaan sekoittavat pohjamutaa. /7/

3.2.1 Järven hapetus

Rehevyyttä voidaan vähentää järven hapetuksella. Hapetus tarkoittaa järven koko vesimassan tai alusveden happipitoisuuden lisäämistä. Käytännössä tähän on muuta-

mia perusvaihtoehtoja, joita ovat hapen liuottaminen ilmasta veteen, hapekkaan veden johtaminen vähähappiseen alusveteen tai hapen lisääminen veteen kemikaalina.

Alusveden poistamista voidaan pitää eräänä hapetuksen sovelluksena. Alusveden poistamisella tarkoitetaan kunnostusmenetelmää, jossa osa järven poistovirtaamasta otetaan järven pohjanläheisestä vesikerroksesta eli ns. alusvedestä. Poistettu alusvesi korvautuu ylhäältä päällysvedestä tulevalle hapekkaammalla vedellä, jolloin pohjanläheisten vesikerrosten happitilanne paranee ja ravinteiden sitoutuminen sedimenttiin tehostuu. /7/

3.2.2 Ravintoketjukurkunnostus

Kalakantoja ohjaava ravintoketjukurkunnostus eli biomanipulaatio on toinen merkittävä järven sisäisen kuormituksen vähentämismenetelmä. Menetelmässä pyritään parantamaan veden laatua vähentämällä runsasta särkikalavaltaista kalastoa tehokalastuksella tai estämään järven tilan heikkenemistä hoitokalastuksella. Kalastuksen rinnalla pyritään parantamaan petokalakantoja. /6/

3.2.3 Fosforin kemiallinen saostus

Fosforin saostuksessa pyritään kemikaalien avulla sitomaan järven vesimassassa olevaa liukoista ja kasveille käyttökelpoista fosforia pohjasedimenttiin sekä parantamaan sedimentin ominaisuuksia fosforin sitomisessa. Kun fosfori sitoutuu paremmin pohjalietteeseen, sitä vapautuu vähemmän vesimassaan ja levien käyttöön eli järven sisäinen kuormitus pienenee.

Fosforin kemiallinen saostus on käytännössä helppo toteuttaa, ja sen tulokset ovat välittömästi nähtävissä. Menetelmän etuja ovat nopea vaikutus ja suhteellisen alhaiset kustannukset pienissä kohteissa. Veden kemiallisella käsittelyllä on kuitenkin usein lyhyt vaikutusaika ja siten uusintakäsittely voi olla tarpeen muutaman vuoden välein. /7/

3.3 Monitavoitteiset kunnostusmenetelmät

Monitavoitteisilla kunnostusmenetelmillä tarkoitetaan menetelmiä, jotka parantavat esim. järven vesisyvyyttä ja – tilavuutta, virkistyskäyttöä ja järvimaisemaa samalla vaikuttaen järven vesiarvoihin parantavasti. /7/

3.3.1 Ruoppaus

Ruoppauksella tarkoitetaan vesistön pohjalle kertyneen pohjasedimentin tai muun maa-aineksen poistamista veden alta. Ruoppauksen tavoitteena voivat olla järven vesisyvyyden ja – tilavuuden lisääminen, ravinnekierron vähentäminen veden ja sedimentin välillä, kasvillisuuden vähentäminen tai myrkyllisten aineiden poistaminen järvestä. Ruoppauksella voidaan myös parantaa paikallisesti rantojen tai muiden alueiden käyttökelpoisuutta esim. uimarantana tai veneväylänä. /6/

3.3.2 Järven vedenpinnan nosto

Vedenpinnan nostohankkeiden perimmäinen tavoite on useimmiten estää yhdessä muiden kunnostustoimenpiteiden kanssa järven täydellinen umpeenkasvu. Merkittävien tekijä vedennostohankkeiden toteutuksessa on kuitenkin järven virkistyskäytön edistäminen ja järvimaiseman parantaminen. /6/

3.3.3 Vesikasvillisuuden poistaminen

Vesikasvit ovat tärkeä osa luontoa ja vesimaisemaa. Rantakasvillisuus vaikuttaa merkittävästi vesistön yleisilmeeseen. Ruovikot, kortteikko ja kelluslehtinen vesikasvillisuus ovat tyypillisiä suomalaiselle järvimaisemalle. Vesikasvien poistaminen on yksi käytetyimpiä vesistöjen kunnostusmenetelmiä.

Pelkästään vesikasvustoa poistamalla ei kuitenkaan voida parantaa veden laatua. Ensisijaisesti tulisi puuttua kasvillisuuden runsastumisen syihin eli ulkoiseen kuormitukseen. Vesikasvillisuuden poistaminen on aina osa vesistön kokonaiskunnostusta

tai ensimmäinen askel kohti laajempaa kunnostusta. Poiston tavoitteena tulee olla haitallisen vesikasvillisuuden vähentäminen, ei kaikkien kasvien poistaminen. /7/

3.4 Happamoitumisen torjunta

Järvien kalkituksella torjutaan happamoitumishaittoja. Karut ja kirkasvetiset vesistöjen latvajärvet ovat erityisen alttiita happamoitumiselle. Happamuus johtuu pääasiassa ilmaperäisestä kuormituksesta. Vaikka ilmaperäinen happamuuskuormitus on viime vuosina vähentynyt, maaperään on sitoutunut runsaasti happamuutta, joka purkautuu valumavesien mukana järviin.

Happamuushaittoja estetään levittämällä kalkitusainetta, yleensä kalsiumkarbonaattia, joka suoraan järven veteen tai jäälle. Myös valuma-alueita sekä järveen laskevia puroja ja jokia voidaan kalkita. Tavoitteena on pitää järvestä mahdollisimman tasainen veden pH-arvo. Suoraan järveen kohdistuvan kalkituksen seurauksena veden laadun muutokset ovat nopeita, mutta ekologiset muutokset tapahtuvat hitaasti vuosien kuluessa.

Hyvän tilanteen ylläpitämiseksi järvestä, uusintakalkitukset ovat tarpeen. Kalkituksen toistotiheys riippuu veden keskimääräisestä viipymästä järvestä. Kalkituksen vaikutusaika on noin kaksi kertaa veden viipymä. /7/

3.5 SATAVESI – Satakunnan vesistöohjelma

SATAVESI-ohjelma on Lounais-Suomen ympäristökeskuksen, Satakuntaliiton ja Satakunnan TE-keskuksen vuosina 2002 ja 2006 allekirjoittamaan sopimukseen perustuva yhteistyöohjelma, jonka tarkoituksena on tehostaa toimia Satakunnan vesien tilan parantamiseksi. Vesistöohjelman kohdealueina ovat sisävedet - järvet ja virtavedet - sekä Satakunnan lähirannikko. SATAVESI-ohjelman ensimmäinen toimintakausi ajoittui vuosille 2002–2006. Toinen toimikausi kattaa vuodet 2007–2013. /8/

SATAVESI-ohjelma kokoaa Satakunnan vesistöjen parissa työskentelevät tahot yhteen toimimaan vesistöjen tilan parantamiseksi. Vesistöasioita pohditaan eri aihepii-

reihin keskittyneissä työryhmissä, joissa on mukana kymmeniä eri toimijatahoja yhteiskunnan eri sektoreilta. Vesiensuojelun kansalaistoimijat tekevät yhteistyötä myös kansalaistoiminta-ryhmässä. Ohjelmassa ovat mukana niin aluehallinto, kunnat ja seutukunnat, elinkeinoelämä, tutkimus ja koulutus kuin erilaiset vesistöjen käyttöä ja suojelua edistävät yhdistykset ja yhteisötkin.

SATAVESI-ohjelma edistää konkreettisten vesistöhankeiden käynnistämistä ja toteutusta. Tavoitteena on käynnistää pitkän tähtäimen yhteistyöhankeita, jotka tarkastelevat vesistöjä kokonaisvaltaisesti ja pyrkivät myös sovittamaan yhteen erilaisia vesistöihin liittyviä intressejä. Ohjelma tukee hankkeiden toteuttajia muun muassa etsimällä hankkeisiin voimavaroja ja rahoitusta sekä tarjoamalla ohjausta ja neuvontaa. /9/

3.5.1 Satakunnan vesistöt

Satakunnan vesistöt ovat luonnonoloiltaan varsin vaihtelevia. Kokemäenjoen vesistöalueella ja sen eteläpuolella on tasankoalueille tyypillisiä jokivesistöjä, joissa järviä on vähän ja peltoja runsaasti. Pohjois-Satakunnan vesistöjä puolestaan leimaavat järvi- ja virtavesistöt sekä pienehköt ja matalat, humuspitoiset järvet. Oman rikkautensa Satakunnan vesistöihin tuovat Selkämeri saaristoineen sekä maankohoamisrannikko pienvesistöineen.

Satakunnan joki- ja järviluonto on muuttunut voimakkaasti ihmistoiminnan vaikutuksesta. Jokia on perattu mm. voimatalouskäyttöön ja lähes kaikkia Satakunnan järviä on laskettu maatalouden tarpeisiin. /10/

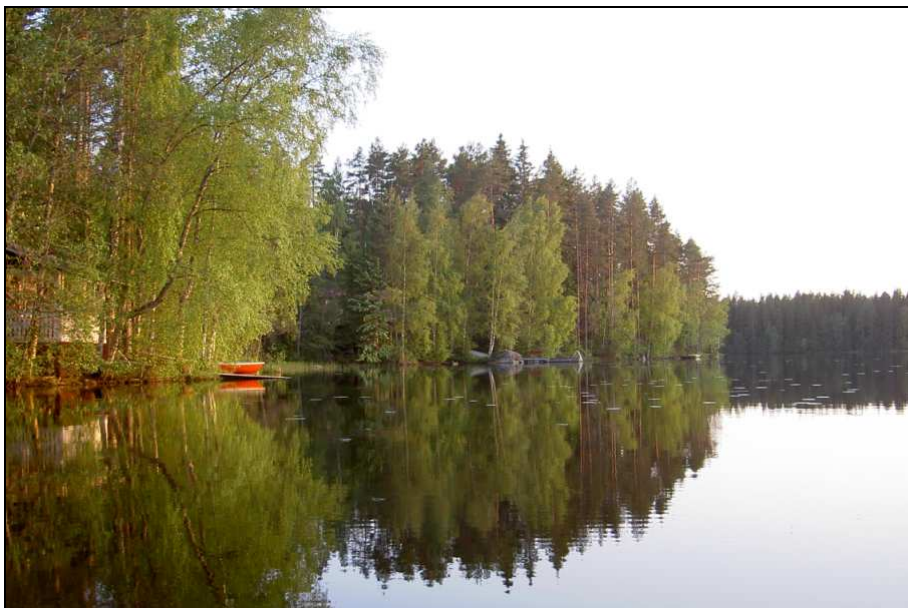
3.5.2 Satakunnan vesistöjen tila

Nykyään Satakunnan vesistöjen suurin ongelma on rehevöityminen. Maakunnan järvistä 58 % ja virtavesistä 97 % on käyttökelpoisuudeltaan korkeintaan tyydyttävää luokkaa. Teollisuuden ja yhdyskuntien aiheuttaman jätevesikuormituksen vähennyttä hajakuormitus on noussut monin paikoin suurimmaksi kuormittajaksi. Selkäme-

ren tila on toistaiseksi hyvä, mutta sielläkin rehevöitymisen merkit ovat nähtävissä etenkin jokisuiissa ja matalissa merenlahdissa. (Liite 1)

Satakunnan vesistöjen tila on valtakunnallista tasoa heikompi. Muun muassa vesistöjen luontaiset ominaispiirteet ja niiden voimakas käyttö aiheuttavat tarvetta kunnostustoimenpiteille. Suoraan vesistöön kohdistuvien kunnostustoimenpiteiden lisäksi myös valuma-alueelta tulevan kuormituksen vähentäminen kuuluu jokaiseen vesistö-kunnostushankkeeseen. /10/

4 LAHNAJÄRVI



Kuva 3. Lahnajärvi kesäkuussa 2006 (Kuva: Jukka Korhonen)

Lahnajärvi on Siikaisten kunnassa Leväsjoen kylässä sijaitseva 16,2 ha kokoinen järvi. Järven rannalla on 15 käytössä olevaa loma-asuntoa. Alueella ei ole vakituista asutusta. Järvellä sijaitsee Leväsjoen kylän virallinen uimaranta, jonka läheisyydessä sijaitsee myös moottorikelkkailijoiden yleiseen käyttöön rakentama laavu.



Kuva 4. Lahnajärvi ja sen ympäristö on myös talvella mökkiläisten ja kyläläisten ahkerassa käytössä. (Kuva: Jukka Korhonen)

Lahnajärvi on matala, sillä sen syvyys syvimmästä kohdasta mitattuna on vain 2,5 m. Metsäalueen keskellä sijaitsevan humusvetisen järven valuma-alueen pinta-ala on noin 255 ha. Valuma-alue koostuu pääasiassa metsästä ja metsäisistä suoalueista (Liite 2). Mataluuden johdosta Lahnajärven veden viipymäajaksi on saatu 80 päivää, joten vesi vaihtuu melko nopeasti. Järven ongelmia ovat olleet rehevöityminen, leväkukinnot ja runsas vesikasvillisuus. /11/

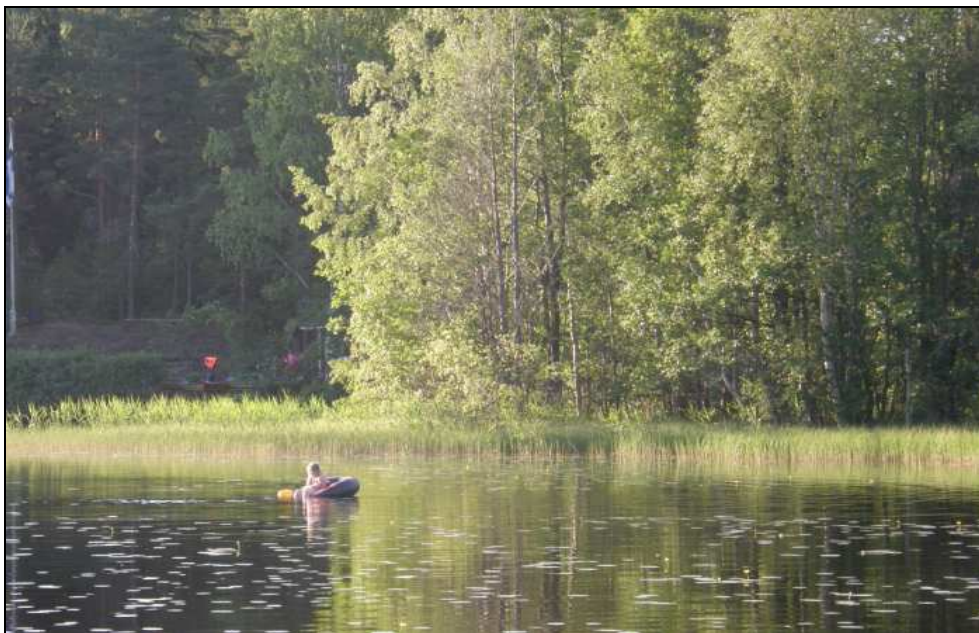
4.1 Lahnajärven hoito- ja kunnostushankkeen historia

Alkujaan karun ja kirkasvetisen järven rehevöityminen alkoi 1960 – 70 – luvulla. Kunnostushankkeen tarve selvisi asukkaille kesällä 1998, jolloin järven vesi muuttui normaalin sameuden lisäksi kokonaan savenharmaaksi, järven läheisten pelto- ja metsäojien perkauksen yhteydessä. Samana kesänä tehtiin myös ensimmäiset sinilevähavainnot ja todettiin järven kunnostustarve.

Kunnostushanketta varten perustettiin Leväsjoen Lahnajärvisseura ry. Hanke oli SATAVESI-ohjelman kohdehanke, jolle rahoitus saatiin Aktiivinen Pohjois-Satakunta ry:n kautta Leader+ -rahoituksena vuonna 2003.

Samana vuonna järvellä tehtiin kasvillisuusselvitys, koekalastus sekä vedenlaadun, kasviplanktonin ja valuma-alueen perustilaselvitys. Lisäksi tehtiin valuma-alueiden vesien ohjaus- ja kosteikkoalueiden rakennesuunnitelmat, jotka toteutettiin ko. vuoden loppuun mennessä. Ojaan 3 (Kuva 6) laitettiin kolmiopato, joka vähentää ojan virtaamaa.

Vuoden 2004 kesällä järvellä aloitettiin hoitokalastus ja suoritettiin vesikasvien niittoa sekä tehtiin selvitys ranta-asutuksen jätevesijärjestelmistä. Sisäisen kuormituksen vähentämiseksi on myös esitetty fosforin saostamista kemiallisella käsittelyllä sekä harkittu petokalaistutuksia.



Kuva 5. Lahnajärvi kesäkuussa 2007. Kuvassa näkyy vesikasvien niitossa poistettavaa järvikorttea. (Kuva: Jukka Korhonen)

Kunnostushankkeen joutuisaa edistymistä on edesauttanut valuma-alueen maanomistajien myönteinen suhtautuminen ja ranta-asukkaiden sekä Leväsjoen kylän asukkaiden kiitettävä sitoutuminen kunnostustoimenpiteisiin talkootyöponnistuksin. /11/

4.2 Veden laatu 2003 ja 2004

Vuonna 2003 järven vesi oli lievästi sameaa, niukkaelektrolyyttistä ja ruskeaa humusvettä. Ravinnepitoisuudet olivat keväällä lievästi rehevän ja rehevän järven rajalla. Kesän aikana ravinnepitoisuudet ja järven fosforisisältö kohosivat voimakkaasti sisäisen kuormituksen takia. Järven sisäisen kuormituksen todettiin olevan suurin fosforikuormittaja.

Järveen laskevien ojien veden laatu oli pääosin luonnontilaisen puroveden tasoa. Ainoastaan ojan 3 veden laatu poikkesi merkittävästi luonnontasosta. Ojien ravinnevirtaamat järveen olivat vähäisiä. Ojien vähäiset fosforivirtaamat johtuivat osaltaan myös pienistä virtaamista, sillä ojien virtaama oli selvästi pienempi kuin valuma-alueen teoreettinen keskimääräinen virtaama. Ojista saatujen tulosten perusteella todettiin, että rehevöityminen ei ole johtunut ojien tuomista ravinteista.

Vuonna 2004 Lahnejärven vedenlaatu oli selvästi parempi kuin edellisenä kesänä. Sisäinen kuormitus oli selvästi edellisvuotta vähäisempää, mikä näkyi vähentyneenä fosforipitoisuutena sekä ennen kaikkea veden rautapitoisuuden alhaisuutena vuoden 2003 loppukesään verrattuna. Poikkeuksellisen sateisen kesän ansiosta suuret valumat saattoivat huuhtoa järvestä ravinteita ja levää, mikä todennäköisesti paransi tilannetta. Myös tehdyt kunnostustoimenpiteet saattoivat osaltaan parantaa järven veden laatua, mutta yleensä kunnostustoimien vaikutus näkyy vasta vuosien kuluttua.

/11/

5 JÄRVIVEDEN LAATU JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Järviveden laatuun vaikuttavista tekijöistä merkittävimpiä ovat järven valuma-alueen kallioperän ja maaperän laatu. Ne puolestaan muovaavat alueen kasvipeitteen, joka taas vaikuttaa maaperän pintakerroksen laatuun. Maastonmuodot ja hydrologiset tekijät, mm. pohjaveden pinnan korkeus, vaikuttavat soiden syntyyn ja valuma-alueen soiden määrään.

Valuma-alueen maa- ja kallioperän ohella järven veden ominaisuuksiin vaikuttavat valuma-alueen laajuus sekä vesitase ja virtausolot, jotka sadannan, haihdunnan ja valuman osalta vaihtelevat vuodesta toiseen. Järven omat ominaisuudet, kuten pinta-ala ja syvyysuhteet yhdessä valoisuus- ja tuuliolojen kanssa, vaikuttavat lämpökerrostuneisuuteen ja sitä kautta vedessä vallitseviin happioloihin.

Vuodenajoittain vaihtelevilla tekijöillä yhdessä pysyvien tekijöiden kanssa on järven eliöstöä sääteleviä vaikutuksia. Eliöstö puolestaan saa etenkin runsastuottoisissa vesissä aikaan merkittäviä veden laadun heilahteluja. Järven veden laatu on siis useiden tekijöiden yhteisvaikutuksen tulosta. /7/

5.1 pH-arvo

pH-arvo kuvaa veden happamuutta. Luonnontilaisten vesien pH on Suomessa yleensä hieman happaman puolella eli pH-arvo on kuuden ja seitsemän välillä. Yleensä pH on kesällä hieman korkeampi kuin talvella. Kesäaikana levätuotanto kohottaa lievästi pintaveden pH-arvoa. Pintaveden pH on yleensäkin korkeampi kuin alusveden, koska alusveteen vapautuu hiilidioksidia hajotustoiminnan tuloksena. Hiilidioksidi reagoi veden kanssa muodostaen hiilihappoa, joka laskee pH-arvoa. Talousveden laatuvaatimuksien mukaan juomaveden pH:n tulisi olla 6,5 – 9,5. /12, 13,14/

5.2 Sameus, väri ja haju

Ulkoisesti havaittavissa olevia veden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat veden väri, sameus, haju ja maku. Sameusarvo kuvaa nimensä mukaisesti vedessä esiintyvää

sameutta. Sameuden yksikkö on FTU (Formazin Turbidity Units) ja se mitataan tähän tarkoitukseen valmistetulla mittarilla. /12/

Kirkkaan veden sameus on alle 1,0 FTU. Lievästi samean veden sameus on välillä 1-5 FTU. Tällöin sameus ei ole vielä selvästi silminnähtävää. Tällaiset arvot ovat tyyppisiä lievästi reheville järvivesille. Kesällä sameus on suurempi kuin talvella pintavedessä esiintyvän leväsamennuksen takia. Talousveden laatuvaatimuksissa sameus saa olla korkeintaan 4 FTU. /12,14/

Veden väri kertoo humuksen eli osittain hajonneen kasvi- ja eläinperäisen aineksen määrästä vedessä. Mitä ruskeampaa vesi on, sitä enemmän siinä on humusta. Mitä enemmän vedessä taas on humusta, sen rehevämmäksi vesi saattaa kehittyä. Veden väri vaihtelee valumaolojen, eli valuma-alueen ominaispiirteiden mukaan. Lisäksi veden väriin vaikuttavat vuodenaajat. Keväällä ja etenkin runsassateisten jaksojen jälkeen humusta on enemmän. Keskikesällä humus vähenee, koska auringon ultravioletti säteily hajottaa humusta. /15/

Veden haju ja sen voimakkuus kertovat veden rehevyydestä: mitä enemmän vedessä on eloperäistä ainesta, sitä voimakkaampi on haju. Kaikilla vesillä on myös oma ominaisuutuksensa, johon vaikuttavat muun muassa happipitoisuus, alueelle ominaiset luonto- ja maaperätyypit sekä ranta- ja vesieliöstö. Vuodenaikojen kierto muuttaa vesien olosuhteita ja siten vaikuttaa myös veden hajuun. /15/

5.3 Alkaliteetti

Alkaliteetti mittaa veden kykyä vastustaa pH-muunnoksia. Hyvän puskurikyvyn omaavassa vedessä alkaliteetti on yli 0,20 mmol/l. Mitä alhaisempi vesistön puskurikyky on, sitä herkemmin se happamoituu. Alkaliteetin arvoon vaikuttavat myös silikaatit, fosfaatit, boraatit, arsenaatit, aluminaatit ja humusaineet. Talousvedessä olevalle alkaliniteetille ei ole asetettu tiettyjä laatuvaatimuksia /14,16/

5.4 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien suolojen määrää. Näitä suoloja ovat mm. natrium, kalium, kalsium, magnesium, kloridi ja sulfaatti. Suuri arvo kertoo korkeasta suolapitoisuudesta. Suomen vedet ovat yleisesti ottaen vähäsuolaisia, mistä johtuu myös järvidesien huono puskuriikyky. Luonnon vesissä arvo on alle 10 mS/m (mS/m = millisiemensia per metri). Talousveden laatuvaatimuksien mukaan sähkönjohtavuuden tulisi olla alle 40 mS/m. /12,14/

Veden sähkönjohtavuutta käytetään veden yleislaatua kuvaavana mittarina, sillä normaalissa makeassa vedessä on suoloja varsin vähän. Jos makea pintavesi tai pohjavesi on hyvin suolapitoista, voidaan päätellä sen olevan todennäköisesti muutenkin saastunutta. Tavalliseen pinta- ja pohjaveteen liuenneet suolat ovat yleensä maaperän liuenneita kivennäisaineita: nitraatteja, fosfaatteja, metalli-ioneja jne. Useimmat niistä ovat kasveille välttämättömiä ravinteita. /12/

5.5 Happipitoisuus

Normaalissa puhtaana säilyneessä järvessä alusveden happitilanne säilyy koko vuoden hyvänä. Hyvä happipitoisuus osoittaa vesistön olevan hyvässä kunnossa. Veden happitasapainoon vaikuttaa ilmakehästä veteen tapahtuva hapen liukeneminen. Kesällä normaali pintaveden happipitoisuus on 8-9 mg/l. /12, 13/

5.6 Rauta (Fe)

Rautapitoisuus on runsaasti humusta sisältäville vesistöille melko tyypillinen arvo. Humusta sisältävissä vesissä pitoisuus on korkeampi, sillä rauta on sitoutunut humusyhdisteisiin. Kaikkein pienimmät pitoisuudet esiintyvät kirkkaissa ja karuissa vesissä, joissa pintaveden rautapitoisuus on väliltä 50–200 µgFe/l. Normaali rautapitoisuus on 400–600 µgFe/l. Myös eroosio lisää rautapitoisuuksia. Raudan liukoisuus sedimentistä veteen riippuu oleellisesti happitilanteesta. Talousveden laatuvaatimusten mukaan veden rautapitoisuuden tulisi olla korkeintaan 0,2 mg/l. /12,14/

5.7 Kemiallinen hapen kulutus (COD_{Mn})

Kemiallinen hapenkulutus mittaa vedessä olevien kemiallisesti hapettavien orgaanisten aineiden määrää eli muun muassa humuksen määrää. Normaaleissa luonnonveissä pitoisuus on yleensä alle 20 mg/l ja vähähumuksisissa vesissä alle 5 mg/l. Myös COD_{Mn} -arvot vaihtelevat valumaolojen mukaan. Talousveden laatuvaatimuksissa enimmäispitoisuudeksi on asetettu 5 mg/l. /12, 14, 16/

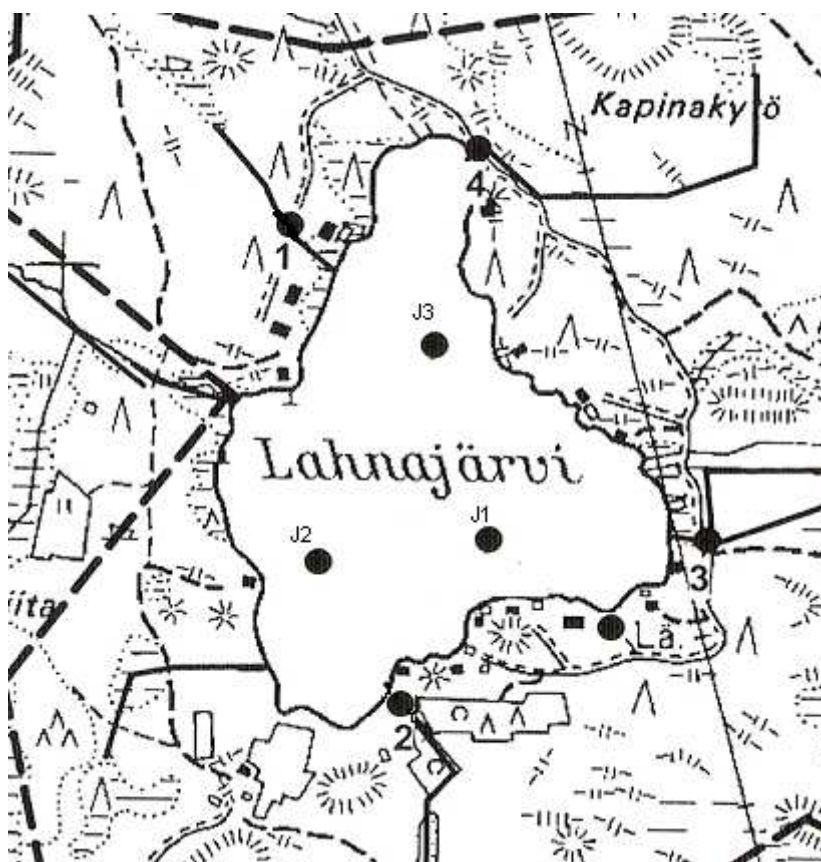
5.8 Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforipitoisuus ilmoittaa nimensä mukaisesti vedessä olevan fosforin kokonaismäärän. Fosforipitoisuus on tärkeä tekijä veden rehevyyden arvioinnissa. Karussa vesistössä kokonaisfosforin pitoisuus on alle 10 $\mu\text{gP/l}$, lievästi rehevissä 10 -20 $\mu\text{gP/l}$. Fosforipitoisuuden ollessa yli 20 $\mu\text{gP/l}$ järvi on rehevä. Yli 50 $\mu\text{gP/l}$ sisältävät vedet luokitellaan jo erittäin reheviksi. Ylirehevien järvien fosforipitoisuus nousee yli 100 $\mu\text{gP/l}$. /12/

6 VESIANALYYSIT

6.1 Näytteet

Tutkittavana oli Siikasten Leväsjoen kylässä oleva Lahnajärvi. Näytteet otettiin järven kolmesta kohdasta (kartalla J1, J2 ja J3) ja neljästä ojasta (kartalla 1-4), jotka laskevat järveen. Lisäksi otettiin näyte lähdekaivosta (kartalla Lä), josta järven mökkiasukkaat saavat juomavetensä. (Kuva 6)



Kuva 6. Näytepisteiden sijainti kartalla

Vesinäytteet otettiin keväällä 8.5. ja syksyllä 14.9.2006. Keväällä järven näytteet otettiin yhden ja kahden metrin syvyydestä. Syksyllä näytteitä ei saatu kuin yhden metrin syvyydestä, sillä järven pinta oli 60 senttiä normaalia alempana kuivan kesän takia. Syksyllä ojat 2 ja 4 olivat kuivuneet ja niistäkään ei saatu näytteitä.



Kuva 7. Lahnajärvi 14.9.2006. Poikkeuksellisen kuivan kesän takia vedessä oli havaittavissa runsaasti limalevää. (Kuva: Maria Korhonen)

6.2 Näytteiden esikäsittely

Vesinäytteissä saattaa tapahtua fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia muutoksia näytteiden oton, kuljetuksen, säilytyksen ja määrittysten aikana. Lisäksi näytteen pH, sähkönjohtavuus ja hiilidioksidin määrä voivat muuttua ilmassa olevan hiilidioksidin vaikutuksesta. Muutosten laatu ja määrä ovat riippuvaisia myös näytteen kemiallisista ja biologisista ominaisuuksista, lämpötilasta, valon määrästä, näyteastian tyypistä sekä näytteenoton ja määrittelyn välisestä ajasta. /17/

Kun näyte on otettu, se tulee säilyttää pimeässä ja viileässä (4 ± 2 °C). Jos säilytysaika on hyvin pitkä, saattaa siitä aiheutua muutoksia näytteen pitoisuudessa ja tällöin määrittelykset on tehtävä joko heti maastossa tai sitten näyte on kestäväitävä. Yleisiä käytössä olevia kestäväintimenetelmiä ovat pH-arvon säätö, kemikaalilisäykset ja näytteiden pakastus. Kestäväinnin tarkoituksena on hidastaa näytteessä tapahtuvia kemiallisia ja biologisia muutoksia. /17/

Vesinäytteet kestävästi rikkihapolla. Yhtä vesinäytettä kohti otettiin kaksi 1000 ml näytepulloa, joista toiseen oli lisätty 10ml 4 mol/l rikkihappoa. Syksyllä jokaisesta näytteestä otettiin 250 ml pakastusta varten. Näytepullot pidettiin tiiviisti suljettuina kuljetuksen ja säilytyksen aikana.

6.3 Määritykset

Vesinäytteistä tutkittiin yleisiä tekijöitä, joita ovat pH, sameus, väri, haju, alkaliteetti, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, rautapitoisuus, kemiallinen hapen kulutus eli permanganaattiluku ja kokonaisfosfori. Näytteistä yritettiin myös tutkia ammoniumtyppipitoisuutta ja kokonaistypipitoisuutta. Keväällä vesinäytteet olivat luultavasti menneet vanhoiksi ja typpipitoisuus tuloksia ei saatu. Syksyllä typpimäärityksiin käytettiin pakastettuja näytteitä, mutta siitä huolimatta tuloksia ei jostain syystä saatu, vaikka määrityksiä tehtiin useaan kertaan.

6.3.1 pH

Näytteiden pH:t mitattiin SAMK:n kemian laboratoriossa olevalla pH-mittarilla. Mittaus suoritettiin asettamalla pH-mittarin elektrodi tutkittavaan näytteeseen, jolloin mittari mittasi pH:n ja antoi sen luettavaksi näytölle. Mittaus suoritettiin pian näytteidenoton jälkeen, sillä ilmassa oleva happi reagoi veden kanssa ja saattaa vääristää tuloksia. pH:t mitattiin kestäväimättömistä vesinäytteistä.

6.3.2 Sameus, väri ja haju

Sameudet mitattiin kemian laboratorion sameusmittarilla. Mittari kalibroitiin 1000 NTU, 10 NTU ja 0,2 NTU liuosten avulla ennen näytteiden mittausta. Näyte kaadettiin korkilliseen lasipulloon ja pullo asetettiin laitteeseen. Sameus oli luettavissa mittarin näytöltä.

NTU-yksiköt vastaavat suuruudeltaan FTU-yksiköitä, mutta ne perustuvat eri määrittämissä standardiin. Mitä enemmän näytteet sisälsivät pieniä hiukkasia, sitä suurempi oli

sameus. Pienet hiukkaset ovat yleensä kasviplanktonia, mineraaleja ja/tai kuollutta orgaanista ainesta.

Näytteiden väri ja haju tutkittiin aistinvaraisesti.

6.3.3 Alkaliteetti

Alkaliteetti määritettiin Suomen standardisoimisliiton SFS 3005 standardin mukaan, jossa käytettiin potentiometristä titrausta. Määrittämiseen käytettiin kestävimättömiä näytteitä.

Jokaista näytettä pipetoitiin 50 ml titrausastiaan. Astiaan lisättiin magneettisauva ja astia asetettiin magneettisekoittajalle. pH-mittarin elektrodi asetettiin vesinäytteeseen siten, että sen pää oli kokonaan nestepinnan alla, mutta siten että se ei rikkoontunut pyörivän magneetin vaikutuksesta. Byrettiin laitettiin 20 mmol/l suolahappoliuosta (HCl). HCl-liuosta lisättiin tipoitain kunnes näytteen pH oli 4,5.

Näytteiden alkaliteettipitoisuus laskettiin kaavalla (3.1) /18/

$$x = \frac{c \times V_1}{V_2} \quad (3.1)$$

, jossa

x = alkaliteetti, mmol/l

c = suolahapon konsentraatio, mmol/l

V_1 = näytteen titraukseen kulunut suolahappoliuoksen tilavuus, ml

V_2 = näytteen tilavuus, ml

6.3.4 Sähkönjohtavuus

Näytteiden sähkönjohtavuudet mitattiin SAMK:n kemian laboratoriossa olevalla mittarilla. Mittaus suoritettiin asettamalla sähkönjohtavuusmittarin elektrodi tutkittavaan

näytteeseen, jolloin mittari mittasi sähkönjohtavuuden ja antoi sen luettavaksi näytölle. Määrittämiseen käytettiin kestävimättömiä näytteitä.

6.3.5 Happipitoisuus

Happipitoisuus määritettiin Suomen standardisoimisliiton SFS-EN 25813 standardin mukaan käyttäen ns. Winklerin menetelmää. Näytepulloon otettiin näytettä, jonka jälkeen pulloon pipetoitiin 1 ml mangaani(II)sulfaattiliuosta ja 1 ml alkalista jodidiliuosta. Tämän jälkeen odotettiin kunnes sakka laskeutui pullon pohjalle. Lisättiin 1 ml fosforihappoa ja sekoitettiin kunnes sakka oli liennut.

Näytepullostä otettiin 100 ml näytettä mittapulloon ja siihen lisättiin 1 ml tarkkelysliuosta indikaattoriksi. Tummansinisiksi muuttunut näyte titrattiin natriumtiosulfaattilla, kunnes sininen väri oli hävinnyt. Ensimmäinen värinhäviämiskohta on titrauksen päätepiste.

Liuenneen hapen pitoisuus mg/l saatiin yhtälöstä (3.2) /19/

$$\frac{M_r \times V_2 \times c \times f_1}{4 \times V_1} \quad (3.2)$$

, jossa

M_r = hapen suhteellinen moolimassa, 32 g/mol

V_1 = näytteen tilavuus, ml

V_2 = titraukseen kulunut natriumtiosulfaattiliuoksen tilavuus, ml

c = natriumtiosulfaattiliuoksen konsentraatio, mmol/l

$$f_1 = \frac{V_o}{V_o - V} \quad (3.3)$$

, jossa

V_o = pullon tilavuus, ml

V = mangaani(II)sulfaattiliuoksen (1ml) ja alkalisen reagenssin (2 ml) tilavuuksien summa, 3 ml

6.3.6 Raudan määrittäminen

Näytteiden rautapitoisuuden määrittäminen suoritettiin atomiabsorptiospektrofotometrillä (AAS), jota käytetään yleisesti liuosten metallipitoisuuksia mitattaessa. Määrittämistä varten valmistettiin 1000 ml:n mittapulloihin neljä standardiliuosta, joiden rauta pitoisuudet tiedettiin. Liuokset valmistettiin 1000 ppm:n perusliuoksesta, josta saatiin laimentamalla 0,5, 1, 1,5 ja 2 ppm:n liuokset. AAS:llä ajettiin ensin standardiliuokset ja sen jälkeen vesinäytteet. Standardiliuosten absorbansseja verrattiin vesinäytteiden absorbansseihin ja siten saatiin selville näytteiden rautapitoisuudet.

6.3.7 Kemiallinen hapen kulutus

Kemiallinen hapen kulutus määritettiin Suomen standardisoimisliiton SFS 3036 standardin mukaan. COD_{Mn}-luku (Chemical Oxygen Demand, COD) tarkoittaa kemiallista hapen kulutusta, joka on määritetty hapettamalla näyte permanganaatilla tämän standardin esittämällä tavalla.

Menetelmässä tunnettu määrä kaliumpermanganaattia lisätään rikkihapolla happamaksi tehtyyn näytteeseen. Näytettä pidetään 20 minuuttia kiehuessa vedessä. Näytteen hapettuvat ainekset pelkistävät osan permanganaatista ja pelkistymättömän permanganaatin määrä määritetään jodometrisesti.

Ennen määrittämisen alkua koeputket puhdistettiin keittämällä niitä permanganaattiliuoksessa, johon oli lisätty rikkihappoa. Koeputkia keitettiin liuoksessa noin 15 minuuttia. Keiton jälkeen koeputket huuhdeltiin huolellisesti ionivaihdetulla vedellä.

Määrittämiseen käytettiin kestäväitä näytteitä. Näytepulloista otettiin 10 ml näytteet koeputkiin. Nollanäyte valmistettiin ionivaihdetusta vedestä. Jokaiseen putkeen lisätään 0,5 ml 4 mol/l rikkihappoa 2 ml 0,002 mol/l kaliumpermanganaattiliuosta (KMnO₄). Koeputket peitettiin foliolla ja upotettiin vesihauteeseen, jossa niiden annettiin kiehua 20 min. Tämän jälkeen koeputket jäähdytettiin huoneenlämpöiseksi kylmässä vedessä.

Näytteisiin lisättiin 1 ml 0,1 mol/l kaliumjodidiliuosta ja 0,25 ml tärkkelysliuosta, jolloin näytteet muuttuivat tummansinisiksi. Näytteet titrattiin 0,01 mol/l natriumtiosulfaattiliuoksella, kunnes sininen väri hävisi näytteistä.

Näytteen kemiallinen hapen kulutus lasketaan kaavan (3.4) avulla. /20/

$$\text{COD}_{\text{Mn}} = (V_2 - V_1) \times c_1 \times 800 \times f \quad (3.4)$$

,jossa

COD_{Mn} = näytteen kemiallinen hapen kulutus, mg/l

V_1 = näytteen titraukseen kulunut natriumtiosulfaattiliuoksen tilavuus, ml

V_2 = nollanäytteen titraukseen kulunut natriumtiosulfaattiliuoksen tilavuus, ml

c_1 = natriumtiosulfaattiliuoksen konsentraatio, mmol/l

kerroin 800 = puolet hapen moolimassasta milligrammoiksi muutettuna ja jaettuna näytetilavuudella

f = mahdollinen laimennuskerroin; laimennetun näytteen tilavuus jaettuna laimentamattoman näytteen tilavuudella.

6.3.8 Kokonaisfosforin määrittäminen

Kokonaisfosfori määritettiin Suomen standardisoimisliiton SFS 3026 standardin mukaan. Ennen näytteiden fosforipitoisuuden mittaamista valmistettiin vertailuliuokset, joiden perusteella saadaan kalibrointikäyrä. Liuokset valmistettiin 100 ml mittapulloihin, joihin pipetoitiin 1, 2, 5, 10, 25, 50 ja 75 ml fosfaatin työliuosta, jonka fosforipitoisuus oli 50 mg/l. Liuokset sisälsivät fosforia 10, 20, 50, 100, 250, 500 ja 700 µg/l. Liuoksiin lisättiin 1 ml 4 mol/l rikkihappoa ja ionivaihdettua vettä siten, että liuosta oli jokaisessa pullossa 100 ml. Nollanäytteenä käytettiin ionivaihdettua vettä, johon oli lisätty 1 ml 4 mol/l rikkihappoa.

Näytteiden fosforipitoisuus määritettiin kestävyidystä näytteistä. Näytteitä, vertailuliukuksia ja nollanäytettä pipetoitiin autoklaavipulloihin 25 ml. Pulloihin lisättiin 5 ml peroksidisulfaattiliuosta ja sekoitettiin. Pullot suljettiin tiiviisti ja niitä keitettiin autoklaavissa 30 minuuttia (200 kPa paine ja 120 °C).

Liuokset jäähdytettiin huoneenlämpöiseksi asettamalla pullot kylmään veteen. Pulloihin lisättiin 1 ml askorbiinihappoliuosta ja puolen minuutin kuluttua 1 ml molybdaattireagenssia. Liuosten absorbanssit mitataan aikaisintaan 10 minuutin ja viimeistään 30 minuutin kuluttua viimeisen reagenssin lisäyksestä.

Vertailuliuosten absorbanssi mitattiin ensin ja saatiin kalibrointikäyrä. Tämän jälkeen mitattiin nollanäyte ja sen jälkeen näytteet. Absorbanssit mitattiin 880 nm aallonpituudella. Näytteiden fosforipitoisuudet saatiin tietää kalibrointikäyrältä katsomalla näytteen antaman absorbanssiarvon kohdalta sitä vastaava fosforin konsentraatio.
/21/

6.4 Työn tulokset

6.4.1 Alkaliteetti

Alkaliteetti saatiin selville, kun näytteet titrattiin 20 mmol/l suolahappoliuoksella (HCl). HCl-liuosta lisättiin kunnes näytteen pH oli 4,5. Alkaliteetti saatiin laskettua suolahapon kulutuksen perusteella kaavan (3.1) avulla. Esimerkiksi lähteen alkaliteettiä saatiin keväällä: (Liite 3)

$$x = \frac{20 \text{ mmol/l} \times 1,63 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} = 0,65 \text{ mmol/l}$$

6.4.2 Happipitoisuus

Näytteiden happipitoisuus saatiin selville, kun näytteet titrattiin 0,01 mol/l natriumtiosulfaattiliuoksella. Natriumtiosulfaattia lisättiin kunnes sininen väri hävisi näytteistä. Näytteiden happipitoisuus laskettiin kaavojen (3.2) ja (3.3) avulla. Esimerkiksi lähteen happipitoisuudeksi saatiin keväällä: (Liite 4)

$$\frac{M_r \times V_2 \times c \times f_1}{4 \times V_1} = \frac{32 \text{ g/mol} \times 4,8 \text{ ml} \times 10 \text{ mmol/l} \times \frac{100 \text{ ml}}{100 \text{ ml} - 3 \text{ ml}}}{4 \times 100 \text{ ml}} = 4,0 \text{ mg/l}$$

6.4.3 Kemiallinen hapen kulutus (COD_{Mn})

Näytteiden kemiallinen hapen kulutus saatiin selville, kun näytteet titrattiin 0,01 mol/l natriumtiosulfaattiliuoksella. Natriumtiosulfaattia lisättiin kunnes sininen väri hävisi näytteistä. Näytteiden kemiallinen hapen kulutus laskettiin kaavan (3.4) avulla. Esimerkiksi lähteen COD_{Mn}-luvuksi saatiin keväällä: (Liite 5)

$$\text{COD}_{\text{Mn}} = (1,9 \text{ ml} - 1,49 \text{ ml}) \times 0,01 \text{ mol/l} \times 800 \times 1 = 3,3 \text{ mg/l}$$

6.4.4 Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforin määrittystä varten tarvittiin kalibrointikäyrä, joka saatiin mittaamalla tunnetun määrän fosforia sisältävien liuosten absorbanssit. Kalibrointikäyrä tehtiin spektrofotometrillä piirtämällä absorbanssi konsentraation funktiona.

Näytteiden kokonaisfosforipitoisuudet saatiin selville mittaamalla näytteiden absorbanssi ja katsomalla kalibrointikäyrältä sitä vastaava konsentraatio. Esimerkiksi järven (J1, 1m) absorbanssiksi saatiin keväällä 0,014. Tätä vastaava konsentraatio kalibrointikäyrällä oli 32,3 µg/l. (Liitteet 6, 7.1 ja 7.2)

6.5 Tulosten tarkastelu

6.5.1 pH, sameus, väri ja haju

Luonnontilaisten vesien pH on Suomessa yleensä hieman happaman puolella. Mittausten mukaan vesinäytteiden pH:t olivat lievästi happamia (5-6) keväällä sekä syksyllä. Syksyllä pH oli hieman korkeampi kuin keväällä. Lähteen pH oli keväällä 5,2 ja syksyllä 5,6 talousveden laatuvaatimuksen ollessa 6,5 – 9,5. (Liite 8)

Kirkkaan veden sameus on alle 1,0 FTU ja veden väri kertoo humuksen eli osittain hajonnan kasvi- ja eläinperäisen aineksen määrästä vedessä. Lievästi samean veden sameus on välillä 1-5 FTU. Näytteet ojasta 4 ja lähteestä olivat selvästi kirkkaita ja niiden sameus jäi alle 1,0 FTU:n. Näyte ojasta 3 sen sijaan oli samea. Keväällä sen sameus oli 17,0 FTU ja syksyllä 6,0 FTU. Ojasta 3 otetun näytteen väri oli ruskea. Muut näytteet olivat lievästi sameita ja niiden väri vaihteli kellertävän ja ruskean välillä. Lähteen sameus oli keväällä 0,9 FTU ja syksyllä 0,4 FTU talousveden laatuvaatimuksen ollessa alle 4 FTU. (Liite 9)

Veden haju ja sen voimakkuus kertovat veden rehevyydestä. Etenkin syksyllä otetut näytteet ojista 2 ja 4 haisivat todella pahalle. Ojissa ei ollut virtausta syksyllä ja veden arveltiin olevan seisonutta järvivettä. Myös osa syksyllä otetuista järvivesinäytteistä haisi hieman seisonelta. Tämä selittyy kesän 2006 sääolosuhteista.

6.5.2 Alkaliteetti

Hyvän puskurikyvyn omaavassa vedessä alkaliteetti on yli 0,20 mmol/l. Vain ojien 1 ja 3, sekä lähteen alkaliteetti ylitti keväällä 0,20 mmol/l rajan. Kaikkien muiden näytteiden alkaliteetti oli sen alle tai tasan 0,20 mmol/l. Sen sijaan syksyllä kaikkien näytteiden alkaliteetit ylittivät arvon. (Liite 3)

6.5.3 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus kuvaa vedessä liuenneena olevien suolojen määrää. Luonnon vesissä arvo on alle 10 mS/m. Kaikkien näytteiden arvot jäivät 10 mS/m alle keväällä ja syksyllä. Myös lähteen arvot jäivät alle 10 mS/m talousveden laatuvaatimuksen ollessa alle 40 mS/m (Liite 10)

6.5.4 Happipitoisuus

Normaalissa puhtaana säilyneessä järvessä happitilanne pysyy koko vuoden hyvänä. Happipitoisuus on vähintään 4 - 8 mg/l. Kaikkien näytteiden happipitoisuudet olivat

neljän ja viiden väliltä sekä keväällä että syksyllä. Happipitoisuus tulisi mitata pian näytteiden oton jälkeen. Happipitoisuudet määritettiin näytteiden ottoa seuraavana päivänä, joka saattoi osaltaan vaikuttaa happipitoisuuden alhaisuuteen. (Liite 4)

6.5.5 Rauta

Rautapitoisuus on vesistöille tyypillinen arvo. Humusta sisältävissä vesissä taso on korkeampi, sillä rauta on sitoutunut humusyhdisteisiin. Normaali rautapitoisuus on 400–600 µgFe/l. Ojista 2 ja 4 otetut näytteet olivat tämän arvon alapuolella ja lähde ei sisältänyt rautaa lainkaan. Muiden näytteiden rautapitoisuudet ylittyivät reilusti. Näytteiden värin ollessa ruskea, oli odotettavissa että näytteistä löytyy rautaa. (Liite 11)

6.5.6 Kemiallinen hapen kulutus

Normaaleissa luonnonvesissä pitoisuus on yleensä alle 20 mg/l ja vähähumuksisissa vesissä alle 5 mg/l. Kaikkien muiden näytteiden COD_{Mn}-arvot olivat alle 20 mg/l, paitsi keväällä ojasta 3 otetun näytteen. Ojan 3 pitoisuus ylittyi hieman. Lähteen kemiallinen hapen kulutus oli keväällä 3,3 mg/l ja syksyllä 1,4 mg/l talousveden laatuvaatimuksen ollessa 5 mg/l. (Liite 5)

6.5.7 Kokonaisfosfori

Fosforipitoisuuden ollessa yli 20 µgP/l järvi on rehevä. Yli 50 µgP/l sisältävät vedet luokitellaan jo erittäin reheviksi. Järvinäytteistä saadut tulokset kertovat, että keväällä järvi oli rehevä ja syksyllä erittäin rehevä. Rehevöitymistä on tapahtunut kesän aikana. Lähteestä ei löytynyt fosforia ollenkaan. (Liitteet 6 ja 7)

6.6 Yhteenveto

Kevään tuloksista nähdään, että Lahnajärven veden laatu on jossain määrin parantunut vuoden 2004 tuloksista. Happipitoisuus oli jonkin verran pienempi kuin vuoden 2004 tuloksissa. Pienempi happipitoisuus selittyy sillä, että näytteet otettiin heti jäi-

den lähdön jälkeen ja määritettiin vasta näytteiden ottoa seuranneena päivänä. Korkea rautapitoisuus järvessä ja ojassa 3 selittyy sillä, että lumen sulaessa valuma-alueelta tuleva humuksen määrä on runsasta. Alkaliteetti oli parempi kuin vuonna 2004. Järven puskuriyky happamoitumista vastaan on siis parantunut. Myös kokonaisfosforipitoisuus on parempi, joka on merkki järven rehevöitymisen paranemisesta. Jos typpipitoisuus tuloksia olisi saatu, olisi järven kunto voitu määritellä vielä paremmin. (Liite 12)

Syksyn tulokset ovat hieman huonompia, kuin kevään tulokset. Kevään ja syksyn väliset erot johtuvat kesän poikkeuksellisista olosuhteista. Erittäin niukkasateinen ja kuiva kesä korosti järven rehevöitymistä. Lämmin ja niukkasateinen kesä suosi leväkasvua ja järven sisäinen kuormitus kasvoi huomattavasti. Korkeampi rautapitoisuus johtuu raudan sitoutumisesta humusyhdisteisiin. Niukkasateisen kesän vuoksi valuma-alueen valumat olivat pieniä, joka saattoi huonontaa tilannetta. Jos sateita olisi ollut runsaasti, valuma olisi saattanut huuhtoa järvestä ravinteita ja levää, nyt niiden jäädessä järveen.

Lähteen tuloksia verrattaessa talousveden laatuvaatimukseen käy ilmi, että sen vesi soveltuu hyvin juomavedeksi.

Vuonna 2003 tehdyt kunnostustoimet näyttävät parantaneen järven veden laatua. Kunnostustoimien vaikutus näkyy kuitenkin vasta vuosien kuluttua kunnostustoimien suorittamisesta.

7 LÄHDELUETTELO:

1. Rissanen, J. 100 kysymystä levistä. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Erweko Painotuote Oy, 1999. 88 s.
2. Lehtinen, A., Poikolainen, P. & Vuontela, J. Vettä maata ilmaa. Ympäristöhallinnon korkeakoulutekniset YKT ry. Vammalan Kirjapaino Oy, 2007. 201 s.
3. Walls, M. & Rönkä, M. Veden varassa. Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Helsinki: Edita Publishing Oy, 2004. 294 s.
4. Wahlström, E., Hallanaro, E-L. & Manninen S. Suomen ympäristön tulevaisuus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Publishing Oy, 1996. 272 s.
5. WWF Suomi. Ympäristö. Suomen sisävedet. [verkkodokumentti]. [viitattu 7.3.2008]. Saatavissa: http://www.wwf.fi/ymparisto/meret_jarvet/sisavedet/
6. Väisänen, T. & Kuusela, H. Järven kunnostusmenetelmän valinta. Vesitalous-lehti. 6/2002. s. 42 – 46.
7. Ulvi, T. & Lakso, E. Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Publishing Oy, 2005. 336 s.
8. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Satakunnan vesistöohjelma. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.3.2008] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=199663&lan=fi>
9. Suominen, M. Suomen luonnonsuojeluliitto ry. Vesienhoidon yhteistyöryhmän arviointi Satakunnassa. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.3.2008] Saatavissa: www.sll.fi/luontojaymparisto/vesistot/vesiaineistoa/skalueselvitys.pdf

10. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Lounais-Suomen ympäristöohjelma 2007 – 2012. Ympäristöstrategian toteuttamiseksi Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa. Helsinki: Edita Prima Oy, 2007. 97 s.
11. Salokangas, S. Lahnajärven hoito- ja kunnostushankeen historiikki. Leväsjoen Lahnajärvisseura ry, 2004.
12. Oravainen, R. 1999. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.4.2007]. Saatavissa: http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_kvvy.pl?sivu=opasvihkonen.html
13. Urpilainen, P. Vesitutkimus. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.4.2007]. Saatavissa: <http://www31.brinkster.com/urpipau/vesi/kovuus.htm>
14. Talousveden laatuvaatimukset. Keuruun ja Multian vesilaitokset. [verkkodokumentti], [viitattu 8.4.2008] Saatavissa: <http://www.keuruu.fi/terve/vesitut3.htm>
15. Lounais- Suomen ympäristökeskus. Ohjeita omatoimiseen vesistöseurantaan. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.4.2007]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14128&lan=FI>
16. Aalto, M., Hakola, E. & Koski, P. Yhdyskuntavesi Suomessa. Vesitutkimus. Vesianalyysin parametreja. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.4.2007]. Saatavissa: <http://www.sci.fi/~ehakola/vesi/tutkimus/alkalite.htm>
17. Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & Leppänen, T. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Helsinki: VAPK-kustannus, 1992. 87 s. (Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B)
18. SFS 3005. Veden alkaliteetin ja asiditeetin määrittäminen. Potentiometrinen titraus. 1981. Vesihallitus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. 5 s.

19. SFS-EN 25813. Veden laatu. Liuenneen hapen määrittäminen. Jodometrinen menetelmä. 1993. Vesihallitus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. 12 s.

20. SFS 3036. Veden kemiallisen hapen kulutuksen (CODMn-arvon tai KMnO₄-luvun) määrittäminen. Hapetus permanganaatilla. 1981. Vesihallitus. 2. p. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. 5 s.

21. SFS 3026. Veden kokonaisfosforin määrittäminen. Hajotus peroksidisulfaattilla. 1986. Vesihallitus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. 11 s.

8 LIITTEET

Liite 1: Pintavesien laatu Satakunnassa 2000 - 2003

Liite 2: Lahnajärven kunnostus

Liite 3: Työn tulokset: Alkaliteetti

Liite 4: Työn tulokset: Happipitoisuus

Liite 5: Työn tulokset: Kemiallinen hapen kulutus (COD_{Mn})

Liite 6: Työn tulokset: Kokonaisfosfori

Liite 7.1: Kokonaisfosforin määrittämisen kalibrointikäyrä (kevät)

Liite 7.2: Kokonaisfosforin määrittämisen kalibrointikäyrä (syksy)

Liite 8: Työn tulokset: pH

Liite 9: Työn tulokset: Sameus

Liite 10: Työn tulokset: Sähkönjohtavuus

Liite 11: Työn tulokset: Rautapitoisuus

Liite 12: Tulosten vertailua vuoden 2004 tuloksiin