

# VEDENLAADUN MUUTOKSET KIRKKONUMMEN KUNNAN JÄRVISSÄ

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Ympäristöbiotekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2011  
Kaisa Karhu

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikka

KARHU, KAISA: Vedenlaadunmuutokset Kirkkonummen kunnan järvissä

Ympäristöbiotekniikan opinnäytetyö, 61 sivua

Kevät 2011

## TIIVISTELMÄ

---

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan järvien tilan kehitystä ja vedenlaadussa tapahtuneita muutoksia viimeisten viidenkymmenen vuoden ajalta. Tutkimukseen on valittu viisi järveä Kirkkonummen kunnan alueelta. Järvien valintaperusteina käytettiin niiden merkittävyyttä virkistyskäytön ja raakaveden lähteenä. Kirkkonummen kunta ja alueella olevat velvoitetarkkailun piiriin kuuluvat toimitsijat seuraavat vedenlaatua säännöllisesti.

Kirkkonummen kunnan vapaaehtoisen pintavesien seurannan tulokset mahdollistivat tämän opinnäytetyön tekemisen. Tutkimusta varten kerättiin myös lisäaineistoa, kuten aikaisempia tutkimuksia ja raportteja Kirkkonummen järvistä. Seuranta-aineistot saatiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä HERTTA-palvelusta.

Vedenlaadun seurannan perusteella tiedettiin, että Kirkkonummen kunnan sisävesistöjen käyttökelpoisuutta haittaavat etenkin rehevöityminen, happamoituminen ja hapettomuus. Vedenlaadun tarkkailun esiin tuomat ongelmat saattavat tulevaisuudessa laskea järvien käyttöarvoa.

Tässä tutkimuksessa verrattiin pintavesien seurantatulosten tietoja yleiseen vedenlaadun käyttökelpoisuusluokitukseen, jossa kiinnitettiin erityistä huomiota 12 eri muuttajaan. Tutkimuksen tuloksista nousi esiin se, että Kirkkonummen järviä vaivaa erityisesti alusveden hapettomuus, kemiallisen hapenkulutuksen lisääntyminen ja ravinteiden määrän kasvu. Näitä tekijöitä voidaan pitää ennakoivina varoituksina sisäisen kuormituksen voimistumista.

Tärkeintä järvien tilan parantamisessa ja vedenlaadun heikkenemisen ehkäisemisessä on ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäminen. Tutkimuksen tuloksiin perustuen järvien valuma-alueen maankäyttöä tulisi rajoittaa. Lisäksi järvien vedensäännöstelyn aiheuttamiin vaikutuksiin tulisi puuttua. Kirkkonummen kunnan vapaaehtoinen järvien veden seuranta on tärkeää. Säännöllisellä veden laadun tutkimisella saadaan oleellista tietoa järvien tilasta, ja sitä kautta muutoksiin voidaan puuttua ajoissa.

Avainsanat: järvet, vedenlaatu, vedenlaatuluokitus, rehevöityminen, happamoituminen, happikato ja vesiensuojelu

Lahti University of Applied Sciences

Environmental Technology

KARHU, KAISA:           The changes in the water quality of the lakes in  
Kirkkonummi

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 61 pages

Spring 2011

ABSTRACT

---

This Bachelor's Thesis deals with the changes of water quality in lakes during the past fifty years. Five lakes from the area of Kirkkonummi were chosen for this research. The lakes were selected if they represented a recreational value or were used as a source of drinking water. The quality of the lakes in Kirkkonummi is continually monitored by the municipality and businesses obliged to monitor their own impacts.

It was already known that Kirkkonummi's lakes were exposed to eutrophication, acidification and oxygen depletion. In the future these problems may cause the value of the lakes to decrease. That is why this study was carried out

The research was made possible by the long-term water quality monitoring by Kirkkonummi. In addition, extra material, such as former researches, measurements, and follow-up reports were collected. Monitoring data was available in the national HERTTA database, run by the Finnish Environmental Institute. The data was compared to the classification of surface waters. By these means the ecological states of the specific lakes were determined.

The results indicated that the lakes suffered extensively from the shortage of oxygen in the basis water. The chemical oxygen demand was also decreasing, and the amount of nutrients was growing. These factors indicate that the inner stress of the lakes is increasing.

As a result it was discovered that external strain is the most serious ecological problem today facing inland waters. The most important means to improve the water quality of the lakes is to decrease the amount of external strain. Thus, the voluntary water quality monitoring made by Kirkkonummi is extremely important. With the regular monitoring, the changes in the water quality can be perceived and necessary action be taken.

Key words: lakes, water quality, eutrophication, acidification, oxygen depletion and water conservation

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 VEDEN LAADUN TARKKAILUHISTORIAA	2
2.1 Järvien käyttö	2
2.2 Suomen järvien nykytila	3
2.3 Vesistöjen kuormitus ja sen aiheuttamia ongelmia	4
2.3.1 Rehevöityminen	5
2.3.2 Happamoituminen	6
2.3.3 Hapettomuus	6
3 VEDENLAADUN TULKINTA	8
3.1 Järven vedenlaatuun vaikuttavia fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia ominaisuuksia	9
3.2 Vesianalyysit ja näytteenotto	12
4 VESIPOLITIIKKA JA VEDENLAATULUOKITUKSET	14
4.1 Vesiensuojelun tavoitteet ja lainsäädäntö	14
4.2 Vesistöjen tilan seuranta	15
4.3 Järven veden laatuun vaikuttavia tekijöitä	16
4.4 Yleinen käyttökelpoisuusluokitus ja vedenlaatuluokituksen kriteerit	16

5 KOHDEJÄRVIEN ESITTELY	18
6 VEDEN LAADUN ANALYYSIT KIRKKONUMMEN JÄRVISTÄ VUOSILTA 1965–2010	23
6.1 Humaljärvi	24
6.2 Meiko	30
6.3 Storträsk ja Bakträsk	35
6.3.1 Storträsk	36
6.3.3 Bakträsk	39
6.4 Lamminjärvi	42
6.5 Vitträsk	49
7 YHTEENVETO	54
7.1 Vedenlaatutiedot kertovat järven tilasta	54
7.2 Vedenlaatuluokituksen ongelmat	55
7.3 Tulosten luotettavuus	55
7.4 Vesianalyysien tulokset	56
7.5 Mennyt ja tuleva	58
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	59
LÄHTEET	61

## 1 JOHDANTO

Uudenmaan rannikkokunnista Kirkkonummi on kaikkein runsasjärvisin, ja järvillä on kunnalle suuri merkitys. Kirkkonummen alueen vesistöjä käytetään ennen kaikkea vedenhankintaan ja virkistyskäyttöön. Kunnan suurimpien järvien tilaa on seurattu 1960-luvulta asti toistunein vedenlaadun mittauksin.

Järvien seuranta perustuu Kirkkonummen ympäristönsuojelun tekemään vedenlaadun seurantaan. Perustiedot järvien nykytilasta pohjautuvat Länsi-Uudenmaan vesiensuojeluyhdistyksen keräämiin tietoihin ja esittämiin sanallisiin kuvauksiin. Kaikki analyysitulokset on saatavilla myös ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta. Uudenmaan ympäristökeskus on määritellyt monille Kirkkonummen vesialueille laatuluokan, joka kuvaa vesien keskimääräistä vedenlaatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Laatuluokkaan vaikuttaa sekä vesistön luontainen vedenlaatu että ihmisen toiminnan seuraukset. Kirkkonummen vapaaehtoisen järvitutkimuksen tulokset ovat osoittaneet, että kunnan sisävesistöjen käyttökelpoisuutta haittaavat etenkin rehevöityminen, happamoituminen ja hapttomuus. Veden laadun tarkkailun esiin tuomat ongelmat saattavat laskea järvien käyttöarvoa tulevaisuudessa. (Kyrksläts kommun 2000, 14.)

Tätä opinnäytetyötä varten valittiin Kirkkonummen vesistöjenseurantaan kuuluvista järvistä viisi. Valintaperusteina käytettiin järvien merkittävyyttä virkistyskäytön ja raakaveden lähteenä. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan järvien tilassa tapahtuneita muutoksia pitkällä aikavälillä. Työssä kiinnitetään erityistä huomiota yleiseen vedenlaatuluokitukseen ja sen toteutumiseen valituissa järvissä. Työn tavoitteena on tuottaa kattava yleiskuva tutkimuksen järvien vedenlaadusta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Tarkoituksena on myös pohtia järvien tulevaisuutta ja kar- toittaa mahdollisia vedenlaatua heikentäviä seikkoja.

## 2 VEDEN LAADUN TARKKAILUHISTORIAA

Suomen ympäristökeskuksen (2010a) tietojen mukaan järvien veden laatua on seurattu valtakunnallisesti vuodesta 1965 lähtien. Kun vesistöjen vedenlaadun seurannat aloitettiin, tavoitteena oli selvittää pääasiassa jätevesien vesistövaikutuksia. Jätevesien puhdistus oli tuolloin vielä vaatimattomalla tasolla, ja vesien laadusta oli niukalti tietoa.

Vedenlaatututkimuksiin pohjautuen jätevedenpuhdistamojen rakentaminen aloitettiin 1970-luvulla. Puhdistamojen vaikutukset alkoivat pian heijastua vesien laadun paranemisena erityisesti pistemäisten kuormittajien, kuten asutuksen läheisissä vesissä. (Suomen ympäristökeskus 2010d.) Vesilakiin kirjattiin noihin aikoihin myös velvoitetarkkailuvelvollisuus. Velvollisia ovat kaikki merkittävät vesistöjen likaa-ajat kuten jätevedenpuhdistamot, teollisuuslaitokset, kaatopaikat ja voimalaitokset.

Kirkkonummen kunta aloitti veden laadun tarkkailun 1970-luvun alussa. Varhaisimpia mittaustuloksia on jo 1960-luvun puolivälistä. Kirkkonummen kunta on seurannut kunnan alueella olevien 20 suurimman järven tilaa säännöllisesti. (Ranta 2010, 1.) Lisäksi alueen järvistä saadaan tietoa myös velvoitetarkkailuista.

### 2.1 Järvien käyttö

Vesistöt ovat olleet perusedellytys ihmisen asettuessa aloilleen. Aluksi järviä käytettiin perinteisiin tarpeisiin kuten kalastukseen ja kulkureiteiksi. Myöhemmin yhteiskunnan ja tekniikan kehittyessä järviä on alettu käyttää teolliseen tarkoitukseen, kuten veden ja vesienergian lähteenä. (Lakso & Alasaarela 1990, 17.)

Suomen järvien vesi soveltuu hyvin raakavesilähteeksi. Lakson ym. (1990, 22–23) selvityksen mukaan Suomen järvissä on noin  $220 \text{ km}^3$  makeaa vettä, josta teollisuus ja asutus käyttävät  $3,5 \text{ km}^3$  vuodessa. Valtaosa kulutetusta vedestä poistuu käytöstä jätevetenä, joka puhdistetaan ja johdetaan takaisin vesistöön. Lakso ym. (1990, 18) kuitenkin korostavat, että vesivarojen käytössä on havaittavissa suuri

muutos luontaiskäytöstä niiden hyödyntämiseen. Suomen runsaat vesivarat ovat tehneet mahdolliseksi veden käyttöön perustuvan elinkeinoelämän kehittämisen. Järvien käyttö mitä monipuolisempiin tarkoituksiin on muuttanut järvien tilaa.

Yksi merkittävimmistä muutoksista on järvien veden korkeuksiin puuttuminen. Tätä ovat lisänneet järvien käyttö tulvavesien ja vesienergian varastoaltaina. Säännöstelyn tarkoituksena on muuttaa vedenkorkeuksia ja virtaamia siten, että ne paremmin palvelevat käyttäjiänsä. Suomen ympäristökeskuksen (2010c) mukaan nykyisin noin 30 % järvien kokonaispinta-alasta on säännöstelty. Kirkkonummella säännöstelyä tapahtuu niissä järvissä, joita käytetään raakavesilähteenä. Alueen järvissä säännöstelyn vaikutukset ovat jo nähtävissä.

Järven vesiekologiaan vaikuttaa myös alueen virkistyskäyttö. Parin viimeisen vuosikymmenen aikana järvien virkistyskäyttö on voimakkaasti lisääntynyt. Kun ennen järvien virkistyskäyttö rajoittui retkeilyyn, kalastukseen ja vesiliikenteeseen, nykyisin rantoja kiertävät sadattuhannet loma-asunnot. Elintason kohoaminen on muuttanut arvostusta myös ympäröivää luontoa kohtaan. Järven lähialueen asukkaat ovat entistä kiinnostuneempia kotijärvensä tilasta ja veden laadusta. Kun ympäristötietoisuus lisääntyy, järvien merkitys ja samalla suojelun ja hoidon tarve kasvaa.

## 2.2 Suomen järvien nykytila

”Järvi on maiseman silmä, sen katse.” F.E. Sillanpää. Kuten Sillanpää runossaan toteaa, järvistä on nähtävissä ympäristön muutosten vaikutukset luontoekosysteemeille. Suurin osa Suomen vesistöistä on säilynyt varsin hyvänä varsinkin, jos tarkastellaan niin sanottua yleistä käyttökelpoisuusluokitusta, johon tässä työssä erityisesti paneudutaan. Lakso ym. (1990, 21) toteavat että käyttökelpoisuusluokitus antaa hyvän yleiskuvan vesistöjen veden laadusta. Vesi- ja ympäristöhallituksen viisiportaisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan noin 80 % Suomen järvien kokonaispinta-alasta kuuluu luokkaan erinomainen tai hyvä. Kuitenkin lievää vedenlaadun heikkenemistä on havaittavissa kautta maan. Suomen ympäristökeskuksen



(2005a) mukaan noin 15 % Suomen järvistä kuuluu luokkaan tyydyttävä, vajaat 5 % luokkaan huono, ja alle 1 % järvistä on voimakkaasti likaantunut.

Valtaosa Suomen järvistä luetaankin käyttökelpoisuusluokitukseltaan hyväksi tai jopa erinomaiseksi. Tällaiset järvet ovat yleensä suuria ja kaukana asutuksesta. Kirkkonummen kahdestakymmenestä vedenlaadun seurantaan kuuluvasta järvestä erinomaiseen laatuun on yltänyt ainoastaan Meiko. Järvi sijaitseekin kaukana asutuksesta, täysin eristyksissä esimerkiksi peltoviljelyksistä ja maatalouden kuormituksista.

### 2.3 Vesistöjen kuormitus ja sen aiheuttamia ongelmia

Maatalouden ja haja-asutusalueiden valuma-alueilta tulevaa hajakuormitusta ei ole pystytty vähentämään riittävästi. Vedenlaadun heikkenemisen muutokset ovat olleet voimakkaimpia Etelä-Suomessa. Vedenlaadun heikentäjiä ovat olleet muun muassa erilaiset ulkopuoliset kuormittajat, kuten jätevedet. Ulkoisen kuormituksen lisäksi, järven veden säännöstely rehevöittää rantoja ja muuttaa järvien omaa taloutta. (Lakso ym. 1990, 21–22.)

Kirkkonummen vesistöjen tilaa heikentää ennen kaikkea ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus. Tämä tulee vesistöön joko hajakuormituksena laajalta alueelta tai pistemäisenä kuormituksena yhdestä paikasta. Vesistöjä kuormittavat myös ilma- ja veteen laskeutuvat epäpuhtaudet, ennen kaikkea typen ja rikin yhdisteet. (Kyrksläts kommun 2000, 16.)

### 2.3.1 Rehevöityminen

Vesistön rehevöitymisellä tarkoitetaan vesikasvillisuuden tuotannon kasvua, joka johtuu ravinteiden lisäyksestä. Rehevöityminen näkyy vesikasvillisuuden ja levien lisääntymisenä, särkikalakannan suurentumisena sekä rantojen ja laituriin limoitumisena. Rehevöitymisen seurauksena vesi voi samentua ja hapestaa voi esiintyä pulaa, varsinkin järven syvänteissä ja pohjan läheisen veden yhteydessä. Rehevöityminen voi laskea järven ja sen ranta-alueiden virkistysarvoa sekä heikentää veden laatua. (Enckell ym. 2002, 39.)

Rehevöitymistä esiintyy eniten taajama- ja viljelyalueiden järvissä suuren ulkoisen kuormituksen takia. Ravinteista haitallisinta on fosfori, joka aikaansaa levien lisääntymistä, mikä edelleen kiihdyttää tuotantoa. Tuotannon kasvaessa alkaa materiaali vajota pohjalle. Lisääntynyt hajotustoiminta lisää kulutusta sedimentissä ja alusvedessä. Kerrostuneissa järvissä pohjalla on käytettävissä vain alusveden sisältämä happimäärä. Kun happi on kulunut loppuun, aerobiset bakteerit korvautuvat anaerobisilla. Järven luonnollinen puhdistusmekanismi varastoi ylimääräiset aineet pohjasedimenttiin. Anaerobisten bakteereiden toiminta aiheuttaa aineiden liukenemista sedimentistä takaisin veteen. Tapahtumaketju voi johtaa sisäiseen kuormitukseen, jossa pohjasedimentistä liukenevat aineet kiihdyttävät rehevöitymistä, koska pohjaveden tapahtumat alkavat kuluttaa happea myös päällysvedestä.

Enckell ym. (2002, 39) huomauttavat, ettei rehevyys kuitenkaan aina ole pahasta, koska vesistöt ovat luontaisesti rehevyydeltään hyvin erilaisia. Ulvin ym. (2005, 16) esimerkin mukaan alavan, moreenimaan ympäröimän järven vesi voi olla hyvinkin ravinteikasta, koska valuma kuljettaa humusta ja ravinteita järveen. Samalla hän lisää, ettei luontaisesti rehevää järveä kannata yrittää muuttaa karujen järvien kaltaiseksi. Myös Lappalainen (1990, 114) jatkaa epäilyksiä siitä, että kokonaiskuvan saanti rehevyyshaitoista järvissä on vaikeaa. Siispä kun pohditaan järven tilaa, tulisi myös ottaa huomioon järven rehevöitymiskehitys ja sen luontainen rehevyys.

### 2.3.2 Happamoituminen

Happamoitumisella tarkoitetaan sitä, että vesistön kyky vastustaa hapanta laskeumaa heikkenee. Vesistö happamoituu, kun hapan laskeuma ylittää vesistön sietokyvyn. Pitkälle happamoituneessa vesistössä happamoituminen ilmenee pH:n laskuna. Happamuuden kasvu vaikuttaa suuresti veden fysikaaliskemiallisiin ominaisuuksiin. Veden pH:n laskiessa humuksen sedimentaatio lisääntyy ja ravinteiden saostuminen kiihtyy. Järven happamoitumisherkyys riippuu pääasiassa ympäröivän maaperän laadusta. Pienet, kallioiset ja kirkasvetiset järvet ovat luontaisesti happamia. Tällaiset järvet kestävät happamoitumista huomattavasti huonommin kuin humusjärvet. (Enckell ym. 2002, 42.)

Enckell ym. (2002, 42) toteavat Etelä-Suomen vesistöjen happamoitumisen olleen suurempaa muuhun Suomeen nähden. Ilmiötä selittävät energiantuotannon, öljynjalostuksen ja liikenteen kuormituksen suuremmat osuudet. Myös maan rajojen ulkopuolelta tulee jonkinasteista kuormitusta.

Happamoitumista aiheuttavat päästöt (happamoittavat yhdisteet: rikkidioksidi, tyypen oksidit ja ammoniakki) kasvoivat voimakkaimmin 1960-luvulla ja olivat suurimmillaan 1970-luvun alkupuolella. Kyrkslätts kommun (2000, 18) toteaa happamoitumistilanteen olleen huonoin 1990-luvulla Meikojärvessä, jonka pH, alkaliteetti ja väriarvot ilmensivät toistuvasti huonoa pitoisuutta.

### 2.3.3 Hapettomuus

Kyrkslätts kommunin (2000, 18) raportissa todetaan, että Kirkkonummen järvitutkimuksessa mukana olleista järvistä suuressa osassa on esiintynyt pohjan läheisen veden alhaista happipitoisuutta. Hapen vähyys on kuitenkin ainakin osittain ollut seurausta veden luonnollisesta kerrostumisesta.

Vesistöjen happipitoisuuksissa voi olla suuriakin ajallisia ja paikallisia vaihteluita. Suomen järvissä vesi sekoittuu kaksi kertaa vuodessa: alkukeväällä ja loppusyksyllä. Kesällä ja talvella vesi on kerrostunut veden lämpötilaerojen vuoksi. Kesällä lämmin pintavesi on kevyimpänä pinnalla ja kylmä vesi painuu pohjaan. Avovesikauden aikana happea liukenee veteen. Talvella jääpeite estää hapen liukenemisen veteen, jolloin happivarastot voivat käydä vähiin. Vaikka hajotustoiminta hidastuu talven aikana, voi hapen määrä laskea hyvin alhaiseksi. Loppupalvi on hapen suhteen kriittisintä aikaa, koska alusveden happi on usein kulunut orgaanisen aineksen hajotukseen.

Happitilanne helpottaa keväällä, kun sulamisvedet tuovat hapekasta vettä vesistöön. Vaikka tilanne paranee, voi loppukesästä kuitenkin esiintyä jälleen hapenpuutetta. Tällöin veteen muodostuu lämmin pintavesikerros ja alapuolelle kylmemmän veden kerros. Kerrostuminen haittaa veden sekoittumista, eikä alusveden pääse happea ilmakehästä. (Suomen ympäristökeskus 2011b.)

Rehevöityneessä järvessä happikato on yleistä. Rehevöitymistä aiheuttavan typen ja fosforin lisääntyessä kasvillisuuden perustuotanto lisääntyy ja samalla kasvaa myös hapenkulutus. Tämä johtaa helposti happikatoon alusvedessä. Tällöin myös pohjasedimenteistä vapautuu lisää ravinteita ja rehevöitymisestä tulee itseään ylläpitävä ilmiö.

### 3 VEDENLAADUN TULKINTA

Järvien veden laatuun vaikuttavat monet eri tekijät. Hämeen elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskuksesta (Hämeen ELY 2011) huomautetaan veden laadun vaihtelevan luontaisesti hyvinkin voimakkaasti, mikä johtuu muun muassa tuulioloista, sadannasta, jääpeitteisen ajan pituudesta, lumipeitteen paksuudesta ja sulamisvesien määrästä. Myös valuma-alueen maaperän laadulla on suuri vaikutus vedenlaatuun, samoin järvioltaan koolla, muodolla, syvyysuhteilla ja avonaisuudella. Lisäksi järven sisäiset toiminnot, kuten vesieliöiden toiminta, vaikuttavat vedenlaatuun. (Hämeen ELY 2011.)

Valuma-alue on vedenjakajan rajaama alue, jolta vesi virtaa tiettyyn vesistöön. Vesistön muodostavat valuma-alueen järvet, lammet ja joet. Valuma-alueelta tuleva valunta koostuu sadannasta ja sen mukanaan tuomista ravinteista ja epäpuhtauksista. (Suomen ympäristökeskus 2010a). Valuma-alueen kallioperällä ja maaperällä on selvästi vaikutusta valunnan laatuun. Kallioperän happamat kivilajit liukenevat hitaasti, jolloin niiden vaikutukset veden laatuun ovat vähäiset. Maaperän vaikutuksia ovat esimerkiksi savimaan herkkyys eroosiolle, turvemailta liukenevat happamoittavat humusaineet sekä moreenimaan happamuus ja niukkaravinteisuus. (Ulvi ym. 2005, 16.)

Valuma-alueelta tulevaan valuntaan vaikuttaa erityisesti alueen maankäyttö. Tiheäkasvuisen metsän tai suoalueen lävitse kulkeutuva vesi on yleensä puhdasta ja niukkaravinteista. Metsätalous, maatalous, asutus ja teollisuus tuottavat puolestaan valunnan mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia. Kauppila (1990, 56) mainitsee, että valuma-alueen ominaisuuksista peltoprosentti ja asutuksen määrä ovat selvästi vesistöjä ”pilaavia” tekijöitä.

Järvien tilaa ja vedenlaatua voidaan kuvata monien eri ominaisuuksien avulla. Järven aineiden vaihto tapahtuu ulkoa tulevien ja sieltä poistuvien vesien avulla. Lisäksi järveen liukenee aineita ilman ja pohjan läpi. Lähdetessä arvioimaan järven veden laatua on tutustuttava järven vedenlaatuun vaikuttaviin ominaisuuksiin.

### 3.1 Järven vedenlaatuun vaikuttavia fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia ominaisuuksia

Järven vedenlaatuun vaikuttavat ominaisuudet voidaan jakaa muun muassa fysikaalisiin, kemiallisiin ja mikrobiologisiin tekijöihin. Tässä tutkimuksessa on kiinnitetty huomiota kuitenkin vain niihin muuttujiin, joita on seurattu Kirkkonummien järvien vesistöjen tilan seurannassa. Tiedot muuttujista on kerätty alla olevista lähteistä, ja ne on yhdistetty taulukoksi. Taulukossa 1 on selitetty, miksi kyseistä muuttujaa seurataan ja miten se vaikuttaa veden laatuun. Lisäksi taulukon viimeiseen sarakkeeseen on lisätty Suomen ympäristökeskuksen (2009) vedenlaatu-luokitukseen perustuen hyvän vedenlaadun kriteerit kyseisen muuttujan osalta.

TAULUKKO 1. Veden laatuun vaikuttavia tekijöitä (taulukko koottu lähteistä: Lappalainen ym. 1990, 60–61; Helminen ym. 1995, 19–62; Suomen ympäristökeskus 2005b; Ulvi ym. 2005, 20; Suomen ympäristökeskus 2009a; Ranta 2010, 3; Suomen ympäristökeskus 2011a.)

Muuttujat	Selitys	Tavoiteltava arvo
<b>Fysikaaliset tekijät</b>		
<b>Lämpötila</b>	Lämpötilan seuranta on perustietona miltei kaikissa vesistöjen toimintaa kuvaavissa malleissa. Kaikki fysikaalis-kemialliset ja biologiset reaktiot vedessä ovat lämpötilariippuvaisia ja lämpötilamuutokset ovat vesistöissä hyvin hitaita. Myös veden tiheys vaihtelee lämpötilan mukaan. Vesi on raskainta neljän asteen lämpötilassa, minkä ansiosta järvi kerrostuu talvella ja kesällä lämpötilan suhteen. Kerrostuneisuus purkautuu ainoastaan kevät- ja syystäyskiertojen aikana. Tällöin vähähappinen alusvesi pääsee sekoittumaan. Lämpötilaa käytetään yleensä termisen kerrostuneisuuden selvittämiseen sekä talven happitilanteen ennustamiseen.	ei ”hyvää” lämpötilaa
<b>Syvyys</b>	Järven syvyys vaikuttaa lämpötilakerrostuneisuuteen. Keskisyvyyden mitta luonnehtii järveä yleensä maksimisyvyyttä paremmin. Lappalainen ym. (1990, 61) toteavat että suuri keskisyvyys merkitsee muun muassa suurempaa happivarastoa talvea varten, vähäisempää tuulen vaikutusta ravinteiden kierrättäjänä ja pienempää tuottavan kasvillisuuden osuutta koko järven vesitilavuudesta.	ei ”hyvää” syvyyttä

<p><b>Veden vaihtuvuus</b></p>	<p>Ulvi ym. (2005, 20) korostavat veden vaihtuvuuden olevan yksi tärkeimmistä järven tilaan vaikuttavista tekijöistä. Veden vaihtuvuudella tarkoitetaan järven virtaaman ja tilavuuden suhdetta, (Lappalainen ym. 1990, 62.) eli sitä kuinka kauan veden vaihtumiseen kuluu aikaa. Vaihtuvuuden ollessa suurta, järvi kestää tulevaa kuormitusta paremmin.</p>	<p>ei "hyvää" veden vaihtuvuutta</p>
<p><b>Kemialliset tekijät</b></p>		
<p><b>Alkaliteetti</b></p>	<p>Alkaliteetti kuvaa veden kykyä vastustaa pH:n muutoksia ja kykyä sitoa happoa. Vesistön happamoituminen näkyy alkaliteetin laskuna. Veden alkaliteetti on riippuvainen valuma-alueen laadusta. Herkimpiä happamoitumiselle ovat vähäravinteiset ja kirkasvetiset metsälammet, joiden valuma-alue on kalliainen.</p>	<p>&gt; 0,11 mmol/l</p>
<p><b>Happi</b></p>	<p>Veden happipitoisuus kertoo järven tilasta. Järvi saa happea kahdesta lähteestä: suoraan ilmakehästä sekä vesikasvien yhteyttäessä. Hapen liukoisuus veteen riippuu erityisesti lämpötilasta, siten että lämpötilan laskiessa hapen liukoisuus veteen paranee. Happea kuluu eliöiden hengityksessä sekä orgaanisen aineen hajotessa.</p>	<p>&gt; 6 mg/l</p>
<p><b>COD</b></p>	<p>Järven happitilannetta tarkasteltaessa määritetään yleensä myös kemiallinen hapenkulutus (COD). Kemiallinen hapenkulutus tarkoittaa vedessä olevien kemiallisesti hapetettavien orgaanisten aineiden määrää. Orgaaninen aines voi olla vaikkapa humusta, jätevettä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoutumaa. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot ilmoitetaan COD Mn -arvona, joka kuvaa orgaanisen aineen määrää happena.</p>	<p>&lt; 20 mg/l O<sub>2</sub></p>
<p><b>Hapen kylläisyysaste</b></p>	<p>Hapen kylläisyysaste kuvaa veden happimäärää kyseistä lämpötilaa vastaavasta maksimimäärästä. Hapen kylläisyysaste voi hyvinkin olla yli 100 %.</p>	<p>80–110 %</p>
<p><b>pH</b></p>	<p>pH kuvaa happamuutta tai emäksisyyttä. Ilmasta liukenee veteen hiilidioksidia, mikä laskee pH:ta. Helmisen ym. (1995, 59) mukaan vesien luontainen happamuusaste perustuu hiilihappotasapainoon, johon organismit vaikuttavat elintoiminnoillaan.</p>	<p>6–8</p>

<p><b>Kokonaisfosfori</b></p>	<p>Ulvi ym. (2005, 15) toteavat että järvien rehevyyssaste määritetään käytännössä yleensä veden fosforipitoisuuden perusteella. Fosforia esiintyy vesissä tavallisesti hyvin pieninä pitoisuuksina ja monenlaisina yhdisteinä. Luonnonoloissa fosfori on lähtöisin fosforipitoisista kivilajeista. Fosforia joutuu vesistöön maataloudesta, teollisuudesta sekä asutuksen jätevesistä. uomen järvissä kokonaisfosforin keskiarvopitoisuus on 23 µg/l. Kokonaisfosforista puhuttaessa tarkoitetaan veden sisältämän fosforin eri muotojen kokonaismäärää. Fosforipitoisuus kasvaa syksyllä, saavuttaa huippunsa usein talvella ja laskee taas kevätkesällä.</p>	<p>&lt; 30 µg/l</p>
<p><b>Kokonaistyyppi</b></p>	<p>Typpi on fosforin ohella vesien tuotannon ja rehevöitymisen kannalta tärkein ravinne. Typen pitoisuuden perusteella järven rehevyyssastetta ei kuitenkaan voida määrittellä. Tyyppiä voi esiintyä vedessä kiintoaineeseen sitoutuneena tai liuenneena erilaisina yhdisteinä kuten nitriittinä ja nitraattina. Tyyppiä joutuu vesistöihin ilmakehästä ja veden mukana kulkeutumalla maa- ja metsätaloudesta sekä asutuksen ja teollisuuden jätevesistä.</p>	<p>ei määritetty (vaihtelee järven luontaisen pitoisuuden mukaan)</p>
<p><b>Sameus</b></p>	<p>Sameus on veden näkösyvyyttä kuvaava tekijä. Veden sameus johtuu vedessä olevista erilaisista partikkeleista kuten savesta ja raudasta. Sameutta mitattaessa ilmoitetaan veden valonsironnan määrä. Sameuden arvo ilmoitetaan FTU-yksikkönä (Formazin Turbidity Units).</p>	<p>&lt; 1,5 FTU</p>
<p><b>Sähkönjohtavuus</b></p>	<p>Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien liuenneiden suolojen määrää. Mitä enemmän vedessä on suoloja, sitä korkeampi on sähkönjohtavuus. Sähkönjohtavuus on kullekin vesistölle ominainen suure, ja sen vaihtelut ovat pieniä. Järviveden sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium sekä kloridit ja sulfaatit, joita joutuu järviin esimerkiksi jätevesien mukana. Sähkönjohtavuus kasvaa järvissä pinnalta pohjalle mentäessä, koska liuenneiden aineiden määrä lisääntyy. Sähkönjohtavuus kohoaa talven aikana hieman pohjan lähellä. Sähkönjohtavuudesta puhuttaessa käytetään yksikköä mS/m (millisiemens per metri).</p>	<p>&lt; 10 mS/m</p>



<b>Rauta</b>	Raudan tehtävä on fosfaattien sitominen. Rauta on pintavesissä sitoutuneena humukseen. Raudan käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat pH ja happi sekä humusaineet.	< 600 µg/l
<b>Väriluku</b>	Veden väri on monien tekijöiden yhteistulos. Puhdas vesi on väritöntä. Veden väriin vaikuttavat liuenneet aineet ja hiukkaset. Veden väriin voivat vaikuttaa vaikkapa valuma-alueen maaperän ominaisuudet, humusaineet, vedessä olevat kiinteät ja liuenneet aineet, levät sekä rauta. Veden väri kertoo veden sisältämän humuksen määrästä. Väri ilmaistaan yksikössä mg Pt/l. Lukuarvo ilmaisee veden värin, joka vastaa platinan määrää mg/l vertailuun käytetyssä väriliuoksessa (Suomen ympäristökeskus 2004).	< 40 mg Pt/l
<b>Mikrobiologiset tekijät</b>		
<b>Lämpökestoiset koliformiset bakteerit</b>	Lämpökestoiset koliformiset bakteerit ja niiden määrä kertoo veden hygieenisestä laadusta. Bakteereja elää tasalämpöisten eläinten ja ihmisten suolistossa. Koliformisten bakteerien määrän lisääntyminen kertoo yleensä valuma-alueelta peräisin olevasta ulosteperäisestä saastumisesta. Bakteerien määrästä kertova yksikkö pmy tarkoittaa pesäkettä muodostavaa yksikköä per 100 millilitraa.	< 50 pmy/ 100 ml

### 3.2 Vesianalyysit ja näytteenotto

Kirkkonummen järvien tilan seuranta ja vedenlaatututkimukset perustuvat kunnan ympäristönsuojeluyksikön teettämään vesistöseurantaan. Kirkkonummen kunta on seurannut säännöllisesti alueella olevien 20 suurimman järven tilaa. Järvien veden laatua on seurattu 1970-luvulta ja varhaisimpia kohteita 1960-luvun puolivälistä lähtien. Näytteenotosta ja tulosten analysoinnista on vastannut Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö Ry, FCG Oy ja Uudenmaan ELY-keskus.

Havaintopaikoista otetaan vesinäytteitä säännöllisin väliajoin. Näytteenotot ja vesianalyysit on tehty kaksi kertaa vuodessa, talvella ja kesällä. Näytteenottopaikat ja määrittämenetelmät on pidetty samanlaisina, jotta tulokset säilyisivät keske-

nään vertailukelpoisina. Näytteet on kerätty pääsääntöisesti järvien syvimmiltä alueilta. Ranta (2008, 1) selostaa että vähintään 3 metrin syvyydestä järvistä näytteitä otetaan pintaveden (1 m syvyydestä) lisäksi myös metrin päästä pohjasta. Hän jatkaa: ”Näytteenottoajankohdat edustavat loppukesän lämpötilakerrostuneisuuskautta, jolloin kerrostuvissa järvissä alusvesi ja päällysvesi eivät sekoitu keskenään.” Kauppilan (1995, 49) mukaan suuri merkitys tulosten tulkinnalle on myös sillä, mistä syvyydestä näytteet on otettu, koska näyte edustaa vain näytteenottoajankohtaa; ajallinen vaihtelu järvessä voi olla suurta. Aluksi tutkimukset tehtiin vuosittain, mutta vuonna 1991 siirryttiin taloudellisista syistä joka toinen vuosi tehtäviin tutkimuksiin. Joinakin vuosina ei joka järvestä ole otettu näytteitä lainkaan, aina ei ole analysoitu kaikkia muuttujia, ja joinakin vuosina ei ole otettu talvinäytteitä. Kirkkonummen järvistä on kuitenkin olemassa pitkä havaintoaineisto, joista järvien tilan muutoksia voidaan arvioida. (Kauppila 1995, 15–16.) Suurin osa vedenlaatututkimuksista perustuu vapaaehtoiseen pintavesien seurantaan. Vesistöjen tilasta saadaan tietoa myös velvoitetarkkailuista.

## 4 VESIPOLITIikka JA VEDENLAATULUOKITUKSET

Suomen ympäristökeskus (2010a) huomauttaa että sekä ihmisen toiminta, että luonnon omat mekanismit voivat muuttaa veden laatua. Siksi vesistöjen suojelua varten on säädetty useita kansallisia ja kansainvälisiä lakeja.

### 4.1 Vesiensuojelun tavoitteet ja lainsäädäntö

Vesiensuojelulla on Suomessa jo pitkät perinteet. Vesiensuojelu aloitettiin 1960-luvulla jokien ja järvien vedenlaadun seurannoilla. Vesiensuojelun tavoitteet on vahvistettu neljällä valtioneuvoston tavoiteohjelmalla. Viimeisimmän vesiensuojeluohjelman hallitus hyväksyi vuonna 2006. Päätöksen mukaan vesiensuojelun tavoitteena on ennen kaikkea saavuttaa hyvä vesien tila. Tämä tavoite pyritään saavuttamaan vähentämällä rehevöitymistä aiheuttavaa kuormitusta sekä vesirakentamisen ja vesistöjen säännöstelyn haittoja, suojelemalla pohjavesiä ja luonnon monimuotoisuutta sekä kunnostamalla vesistöjä. (Suomen ympäristö 2007, 5.)

Vedenlaadun parantamista edellyttää myös Euroopan unionin vesipuitedirektiivi (2000/60/EY). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi vesipolitiikan suuntaviivoista tuli voimaan vuonna 2000. Vesipuitedirektiivin tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa pinta- ja pohjavesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä koko EU:n alueella vuoteen 2015 mennessä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY; Joensuu ym. 2010, 8.)

Itse vesistöjen hoidon toteutus on jäänyt kuntien kontolle. Lappalainen ja Hertell (1990, 31) toteavat, ettei valtiolle kuulu yksittäisten vesistöjen jatkuva hoito, vaan se on jäänyt tarvittaessa kuntien tai hyödynsaajien tehtäväksi. Kunnat onkin lailla velvoitettu valvomaan ja edistämään alueensa ympäristönsuojelua. Vesistöjen kunnostus ja hoito voidaankin katsoa lisäksi vesioikeudellisiin velvoitteisiin. Ympäristönsuojelulakiin on kirjattu että kunnan tulee alueellaan valvoa ja edistää ympäristönsuojelua siten, että luontoa ja muuta ympäristöä suojelemalla, hoitamalla ja kehittämällä turvataan kunnan asukkaille terveellinen, viihtyisä ja virikkeitä an-

tava sekä luonnontaloudellisesti kestävä elinympäristö. (Kunnan tehtävät 1013/1996, 3 §.)

Vesistöjen tilasta saadaan tietoa myös velvoitetarkkailuista. Hallituksen esityksen (120/2004) mukaan velvoitetarkkailu on ympäristöluvassa tai vesilain mukaisessa luvassa toiminnan harjoittajalle määrätty toiminnan vaikutusten seuranta. Velvoitetarkkailuvelvollisia ovat järven valuma-alueella olevat suuret teollisuuslaitokset, jätevedenpuhdistamot ja kaatopaikat. Velvoitetarkkailu on yleensä ympäristöhallinnon seuranta laajempaa. (Vesialueet ja vedet 264/1961, 14 a §.)

#### 4.2 Vesistöjen tilan seuranta

Ympäristönsuojelulain (86/2000) mukaan Suomen ympäristökeskus (SYKE) sekä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY) seuraavat yhdessä koko maan sisävesien tilaa. Laki velvoittaa seuraajia julkaisemaan tietonsa ja tiedottamaan muutoksista tarvittaessa. Lisäksi tietoa hankitaan koko Eurooppaa koskevia sekä maailmanlaajuisia vesien tilan arviointeja varten. (Suomen ympäristökeskus 2010b; Ympäristön tilan seuranta 13/2011, 25 §.)

Tietoa vesistöjen tilasta kerätään paikallisesti yksittäisestä vesistöstä, alueellisesti vesistöalueesta tai valtakunnallisesti. Suomen ympäristökeskus (2010c) tiedottaa, että vesien tilan seurannassa saadaan tietoa muun muassa vesien rehevöitymisestä ja happitilanteesta. Seurantatietojen avulla voidaan selvittää, onko esimerkiksi rehevyyttä kuvaavissa muuttujissa, kuten ravinnepitoisuuksissa tapahtunut muutoksia pitkällä aikavälillä. Seurannan avulla voidaan tutkia kuinka veden laatu on muuttunut ja onko vesistön tilassa tapahtunut muutoksia.

#### 4.3 Järven veden laatuun vaikuttavia tekijöitä

Järven veden laatuun ja sen kykyyn vastaanottaa ulkoista kuormitusta vaikuttavat monet tekijät. Tällaisia ovat esimerkiksi järven pinta-ala, saarten määrä ja lahtisuus, syvyyssuhteet ja pohjan muodot, valaistus- ja tuuliolot sekä pohjan ja valuma-alueen maan laatu. (Ulvi ym. 2005, 16–19.)

Ulvi ym. (2005, 19) korostavat että pitkänomaisissa ja lahdekkeisissa järvissä olosuhteet ja veden laatu vaihtelevat eri osissa. Siksi järven tilavuussuhteet on tärkeä tuntea. Syvyys vaikuttaa muun muassa lämpötilakerrostuneisuuteen, rehevyysasteeseen ja happivarastoihin. Suomen järvissä keskisyvyys on pieni (noin 7 m), ja myös syvänteiden tilavuus on pieni. Siksi syvänteissä esiintyy herkästi happikaatoa. Toisaalta tällä tavoin pienitilavuuksisessa syvänteessä negatiiviset muutokset tulevat ajoissa näkyviin.

#### 4.4 Yleinen käyttökelpoisuusluokitus ja vedenlaatuluokituksen kriteerit

Vesistöjen nykytilaa voidaan tarkastella niin sanotun yleisen käyttökelpoisuusluokituksen avulla (Taulukko 3 ja 4). Luokitus on Enckellin ym. (2002, 46) ja Suomen ympäristökeskuksen (2008) mukaan eräänlainen yhteenveto niistä tekijöistä, joita yleisesti käytetään kuvaamaan veden laatua ja vesistön tilaa. Luokitus antaa yleiskuvan vesistöjen veden laadussa olevista luonnollisista eroista sekä erilaisten muutosten aiheuttamista vaikutuksista. (Lakso ym. 1990, 21.)

Pintavesien vedenlaatuluokitus perustuu Suomen ympäristökeskuksen (2008) mukaan vuosina 2000–2003 tehtyyn vesistöjen veden laadun kartoittamiseen. Luokitus on yhteenveto vedenlaatuun vaikuttavista tekijöistä. Keskeisiä tekijöitä luokituksessa ovat veden happitilanne, väri, näkösyvyys, sameus, ravinnepitoisuus, hygieeninen laatu, leväkukinnat, myrkylliset aineet ja happamuusongelmat. Luokitus kuvaa keskimääräistä vedenlaatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokituksessa vesialueet on jaettu viisiportaiseen käyttökelpoisuusluokitukseen. Vedenlaatuluokituksen kriteerit pintavesille ovat erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. (Enckell ym. 2002, 46.)

TAULUKKO 3 ja 4. Järvien käyttökelpoisuusluokituksen luokkarajat (taulukko on koottu Suomen ympäristökeskuksen 2009, 2011a, 2011b ja 2011c tiedoista)

	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Happi	> 7,0	-	< 5,0	-	< 2,0
Happipitoisuus päällyksivedessä (%)	80–110	80–110	70–120	40–150	> 150
Sameus (FTU)	< 1,5	> 1,5	-	-	-
Sähkönjohtavuus (mS/m)	< 5	5–10	> 10	-	-
Väriluku (mg Pt/l)	< 50	20–40	40–100	> 100	-
COD Mn (mg/l O <sub>2</sub> )	< 4	10–20	> 10	-	-
Kokonaisfosfori (µg/l)	< 12	< 30	< 50	50–100	> 100
Rauta (µg/l)	50–200	400–600	> 1000	-	-
Kol. bakteerit (pmy/100 ml)	< 10	< 50	< 100	< 1000	> 1000
Alkaliteetti (mmol/l)	> 0,2	0,11–0,2	0,051–0,1	0,011–0,05	< 0,01
Alusveden happettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	yleistä
Levähaitat	ei	satunnaista	toistuvasti	yleistä	run-saita

**Luokka Selitys**

I	<b>Erinomainen</b>	Vesialue on luonnontilainen. Vesistö on yleensä karu, kirkas tai lievästi humuspitoinen. Leväesiintymiä ei havaita. Vesistö soveltuu hyvin monipuoliseen käyttöön.
	<b>Hyvä</b>	Vesialue on lähes luonnontilainen, mutta lievästi rehevöitynyt tai selvästi humuspitoinen. Leväesiintymiä voidaan satunnaisesti havaita. Vesistö soveltuu hyvin eri käyttömuotoihin.
	<b>Tyydyttävä</b>	Vesistön vedenlaatu on muuttunut. Jätevedet, hajakuormitus tai muu toiminta on lievästi rehevöittänyt vesistöä. Tähän luokkaan kuuluvat myös luonnostaan rehevät tai humuspitoiset vedet, joissa voi esiintyä levähaittoja. Vesistö soveltuu yleensä tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin.
	<b>Välttävä</b>	Vedenlaatu on muuttunut. Jätevedet, hajakuormitus tai muun toiminta on voimakkaasti rehevöittänyt vesistöä. Levähaitat ovat yleisiä ja saattavat rajoittaa käyttöä pitkiä ajanjaksoja. Vesistö soveltuu yleensä vain sellaisiin käyttötarkoituksiin, joiden vedenlaatuvaatimukset ovat vähäiset.
	<b>Huono</b>	Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan pilaama. Levähaitat ovat erittäin yleisiä ja runsaita estäen käyttöä pitkiäkin ajanjaksoja. Rehevyydestä johtuen happitilanne voi olla heikko.

## 5 KOHDEJÄRVIEN ESITTELY

Tämä tutkimus keskittyy Kirkkonummen kunnan alueella oleviin järviin. Tarkoituksena on tarkastella järvien tilan kehitystä ja veden laadussa tapahtuneita muutoksia. Tutkimuksen tekivät mahdolliseksi pitkäaikaiset seurantatulokset Kirkkonummen järvien veden laadusta.

Tutkimukseen valittiin viisi Kirkkonummen kunnan alueella sijaitsevaa järveä (Kuvio 1). Valintaperusteina käytettiin järvien merkittävyyttä virkistyskäytön ja raakaveden lähteenä. Tutkitut järvet ovat keskenään erilaisia, erikokoisia ja edustavat erilaisia järvityyppejä. Kirkkonummen keskiosassa sijaitsevat suuret ja vedenoton kannalta tärkeät Meiko, Vitträsk ja Humaljärvi ovat kirkasvetisiä. Sen sijaan ruskeavetiset ja sameat Lamminjärvi sekä Storträsk ja Bakträsk edustavat rehevää järvityyppiä.

Kunnan keskiosassa sijaitseva *Humaljärvi* on yksi Kirkkonummen suurimmista järvistä. Humaljärvellä on myös tärkeä merkitys vedenlähteenä. Humaljärvestä laskee Kvarnbyå-niminen joki Kirkkonummen länsiosan läpi Suomenlahden Tavastfjärden-lahteen. Sokeritehdas, Suomen Sokeri Oy, ottaa raakavettä kyseisestä joesta omiin toimintoihinsa sekä Kantvikin kylän asukkaille. Järven pintaa säännöstellään, jotta veden virtaus joessa säilyisi tasaisena. Humaljärvi on kirkasvetinen, mutta rehevä. Kesäisin päällysvedessä on havaittu hapen ylikyllästystä ja selvästi kohonneita pH-arvoja. Järven suurin syvyys on noin 10 m. Järveä vaivaa happipitoisuuden lasku syvänteissä kesällä ja loppupalvella. (Ojala 2008, 2.)

Tutkituista järvistä pienin, *Lamminjärvi*, sijaitsee Kirkkonummen pohjoisosassa. Marttinen (1990) kuvailee järveä savisameaksi, erittäin reheväksi ja ruskeavetiseksi. (Kauppila 1995, 6.) Lamminjärven valuma-alueen pinta-alasta suurin osa on asuinalueita (58 %) sekä metsää (38 %). Järvi on myös suhteellisen matala (keski-syvyys 2,5 m), ja sen viipymä on lyhyt (4,6 kk). Lamminjärven ja siihen laskevan Perälänjärven välittömässä yhteydessä on savikkoa. Muutoin järvi sijaitsee moreenipainanteessa. Järven koillispuolella on myös sora- ja hiekkakerrostumia, jotka saattavat purkaa pohjavettä järveen. (Itkonen 1995, 2; Kauppila 1995, 6.) Karu ja

kirkasvetinen *Meiko* sijaitsee Kirkkonummen kunnan keskiosassa. Meiko on Kirkkonummelle tärkeä juomaveden lähde, ja suuri osa kunnan talousvedestä otetaan Meikosta. Meikon alueen maaperä on pääasiassa moreenia ja kalliopaljastumia. Järven valuma-alueen pinta-ala on suuri (303 ha) ja autio. Järven rannalla ei ole ainoatakaan asumusta, eikä valuma-alueella ainoatakaan peltoa, joten haja-kuormitus on vähäistä. Meiko on erittäin niukkaravinteinen, ja siinä on runsaasti pohjaversokasvillisuutta. Alhaisten pH-arvojen perusteella järveä on näyttänyt uhkaavan happamoituminen. (Itkonen 1995, 3; Kyrksläts kommun 2000, 14; Ranta 2002, 28; Borg 2010, 272.)

Myös *Storträsk-Bakträsk* on yksi Kirkkonummen alueen suurimmista järvistä. Järvi kuuluu kahden järven vesimuodostumaan, joka sijaitsee Kirkkonummen länsiosassa. Storträsk on yksi Kirkkonummen syvimmistä järvistä, kun puolestaan Bakträsk on hyvin matala. Ranta (2002, 36) siteeraa Virokannasta, joka luonnehtii Storträskiä järveksi, joka on ravinteikas, ruskeavetinen sekä savisamea ja jonka biologinen tuotanto on suurta. Bakträskin vesi puolestaan on savisameaa. Aivan viime vuosina Storträsk-järvestä on mitattu hälyttävän suuria fosforipitoisuuksia, ja ongelmia on aiheuttanut myös pohjan läheisen veden hapen puute loppukesän lämpötilakerrostuneisuuden aikana. (Ranta 2002, 36.)

Tutkimusjärvistä suurin, *Viträsk*, sijaitsee Kirkkonummen kunnan keskiosassa ja on kallioalueiden ja moreenimaan ympäröimä. Vitträskin vesi on kirkasta ja lähes väritöntä, mutta ravinteikasta. Vaikka järven tilavuus on suuri, veden vaihtuvuus on hidasta (Taulukko 4). Niukkaravinteisuudesta huolimatta happikadot ja leväkukinnat ovat yleistyneet viime vuosina. Itkonen ym. (1993, 3) ja Ranta (2002, 42) arvelevat tämän johtuvan järven kuormituksen sietorajan ylittymisestä ja sisäisen kuormituksen ylittymisestä.





KUVIO 1. Tutkimuksessa mukana olleiden järvien sijainti kartalla

TAULUKKO 4. Perustietoja järvien hydrologiasta (tiedot kerätty Rannan 2002, 3 tutkimuksesta ja Ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta 2011)

Järvi	Vesi-alueen pinta-ala (ha)	Tilavuus ( $\times 10^3 \text{ m}^3$ )	Keskisyvyys (m)	Suurin syvyys (m)	Viipymä (kk)	Virtaama (l/s)
Humaljärvi	430	18 870	4,39	9,16	72	ei saatavilla
Lamminjärvi	34	937	2,78	4,43	4,6	71
Meiko	106	4 607	4,35	9,45	75,1	25
Storträsk	93	8 320	8,9	16,2	14,1	224
Bakträs	296	11 232	3,79	16,2	ei saatavilla	ei saatavilla
Vitträsk	486	44 718	9,21	21,65	180	95

Järvien valuma-alueen tiedot on kerätty taulukkoon 5. Humaljärven alue on entistä merenpohjaa. Järven valuma-alueen koko on noin 1170 hehtaaria. Valuma-alueesta suurin osa on metsää (n. 40 %). Järven länsi- ja pohjoispuolella on loivarinteistä peltoa. Lisäksi valuma-alueella on peltoa, viljelymaita ja tonttimaata. Järveen tuleva kuormitus on pääasiassa hajakuormitusta. Pistemäistä kuormitusta aiheuttaa järven länsirannalla sijaitseva Volsin jätevedenpuhdistamo, jonka asukastinelu on 100. Puhdistamon asiakkaita ovat vanhainkoti, koulu ja alueen pienasutus. (Ranta & Muttilainen 1994, 1–2.)

Lamminjärven valuma-alueelta tuleva kuormitus on enimmäkseen alueen asutuksen ja läheisen moottoritien hajakuormitusta. Selin (2011) uskoo kuormituksen vähenävän tulevana vuosina koska alueen viemärointi on saatu lähes valmiiksi. Kauppila (1990, 56) on vastaavassa tutkimuksessaan todennut, että asutuksen määrä lisää liuenneista aineista paljolti riippuvia sähkönjohtavuutta, värilukua, kemiallista hapenkulutusta ja kokonaisfosforipitoisuutta talvella. Ranta (2002) lisää selvityksessään, että kesäisin järvellä esiintyy runsasta leväkukintoa.

Meikon valuma-alueen pinta-ala on vain kolminkertainen järven pinta-alaan verrattuna. Meikon valuma-alueella ei ole asutusta, joten hajakuormitus on vähäistä. Suoprosentti ja metsän osuus valuma-alueesta näkyvät myös hyvässä veden laadussa. (Uudenmaan ympäristökeskus 1998, 42; Kirkkonummen kunta 2000, 42.)

Vitträsk sijaitsee metsäisellä 73 % valuma-alueella. Valuma-alueesta 15 % on asutusaluetta ja 11 % peltoa. Järvi sijaitsee moreenimäkien reunustamassa altaassa, minkä vuoksi valuma-alueen maaperä on pääasiassa moreenia ja sora- ja hiekkamaita. Vitträskiin ei laske muita järviä.

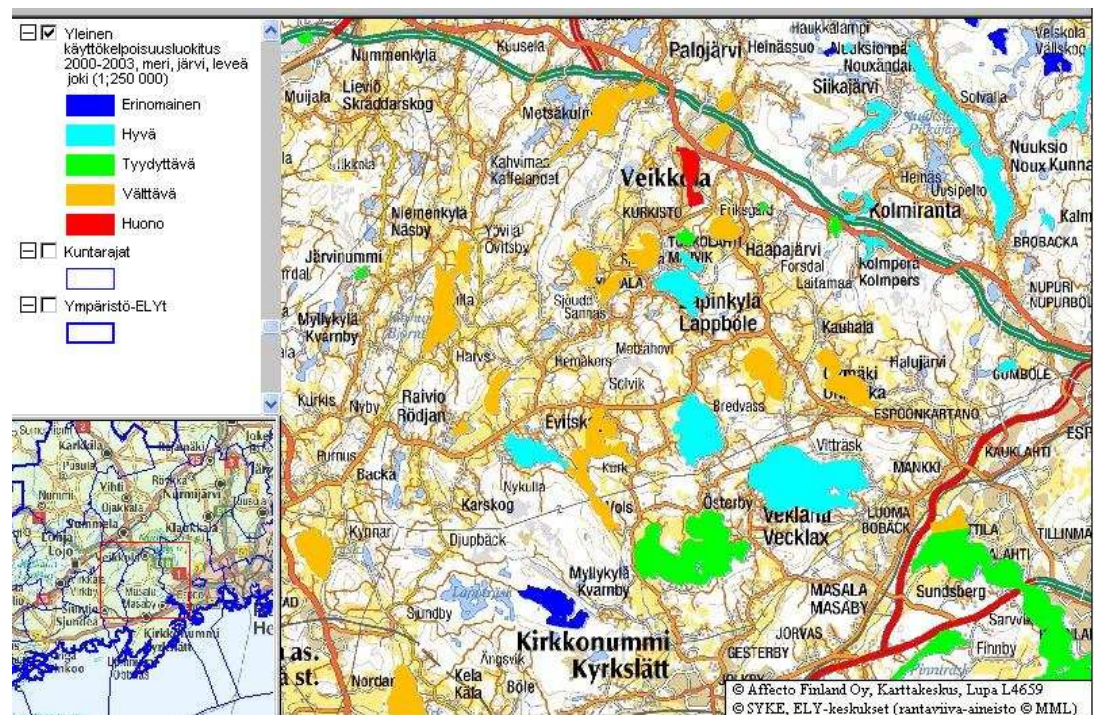
Storträsk-järven valuma-alueen laajuus on 651 hehtaaria. Suurin osa valuma-alueesta (56 %) on metsää, myös asutusta on alueella jonkin verran. (Ranta 2002, 36.) Bakträskin valuma-alueella sijaitsee Volsin vanha kaatopaikka. Kaatopaikka sijaitsee suolla ja se on peitetty, mutta soinen ympäristö saa aikaan kasan jatkuvaa vajoamista ja aiheuttaa sen, että kaatopaikan vedet lähtevät herkästi liikkeelle. Kaatopaikalta virtaa puro suoraan Bakträsk-järveen. Suunnittelukeskuksen (1975, 11) mukaan kyseisen puron edustalla vesi on ollut ajoittain sameaa ja myös hajuhaittoja on esiintynyt. Bakträskin rannalla sijaitsee myös kaksi täysmittaista golfkenttää. Golf-keskus pumpkaa järvestä kasteluvettä kentille. Lisäksi se seuraa veden laatua mutta vetoaa siihen että käytetyt lannoitteet ovat kalliita eikä mitään ylimääräistä ole varaa laskea hukkaan. (Selin 2011.)

TAULUKKO 5. Perustietoja seurantajärvien lähivaluma-alueiden maa-alasta (tiedot kerätty tutkimuksista: Ranta ym. 1994, Ranta 2002, 3 ja Ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta 2011)

Järvi	Valuma-alueen pinta-ala (ha)	Pelto (%)	Metsä (%)	Suo (%)	Asutus (%)
Humaljärvi	1 170	13	41	1	ei saatavilla
Lamminjärvi	776	4	38	0	58
Meiko	300	0	89	11	0
Storträsk	651	17	56	17	10
Bakträsk	2 160	3	ei saatavilla	ei saatavilla	ei saatavilla
Vitträsk	1 050	11	73	1	15

## 6 VEDEN LAADUN ANALYYSIT KIRKKONUMMEN JÄRVISTÄ VUOSILTA 1965–2010

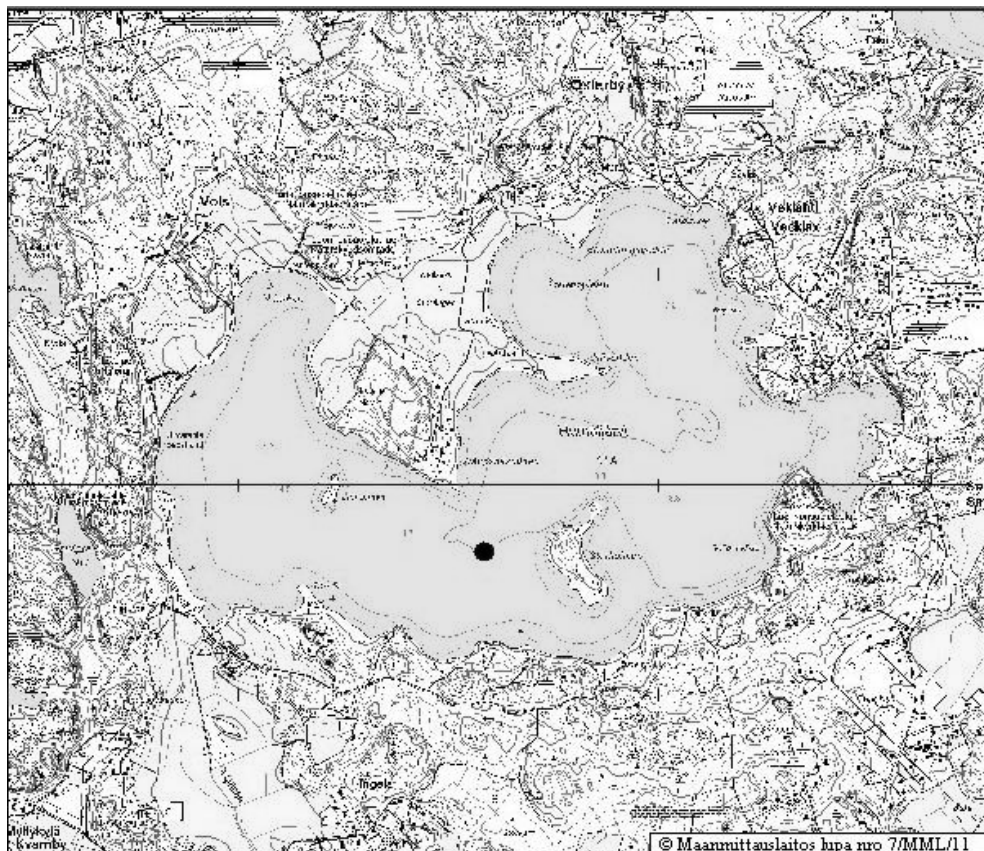
Uudenmaan ympäristökeskus (2010) keräsi vuosien 2000–2003 vedenlaatutiedoista alueen vesistöille vedenlaatuluokituksen (Kuvio 2). Selvityksen mukaan tutkimuksen järvistä erinomaisen vedenlaadun saavutti vain Meiko. Vitträskin ja Storträskin vedenlaatu oli hyvä ja Humaljärven puolestaan tyydyttävä. Välttävä vedenlaatu oli Lamminjärvessä ja Bakträsk-järvessä.



KUVIO 2. Vedenlaatuluokitus vuosien 2000–2003 vedenlaatutietojen perusteella (kuvankaappaus Ympäristöhallinnon Hertta-palvelun kartasta 2011)

## 6.1 Humaljärvi

Kunnan keskiosassa sijaitseva Humaljärvi on yksi Kirkkonummen suurimmista järvistä (Kuvio 3). Rannan (1994, 4) mukaan Humaljärvi on ravinteikas, vähähumuksinen ja sameahko. Järven keskisyvyys on 4,8 metriä ja suurin syvyys on noin 10 metriä. Humaljärvellä on tärkeä merkitys vedenlähteenä. Suomen Sokeri Oy, ottaa tarvitsemansa raakaveden järvestä laskevasta joesta. Järven pintaa säännöstellään, jotta veden virtaus säilyisi tasaisena.



KUVIO 3. Humaljärven hydrologia ja näytteenottopaikka merkittynä kartalle (kuva on muokattu Ympäristöhallinnon Hertta-palvelun (2011) kartasta)

Hertta-palvelusta (2011) käy ilmi että Humaljärven ensimmäiset vedenlaadun seurantamittaukset on tehty talvella 1962. Mittaustulokset kuitenkin päättyvä vuoteen 1966, jonka jälkeen seuraavat tulokset löytyvät vasta syksyltä 1988. Tässä tutkimuksessa käsitellään näiden vuosien (1988–2010) seuraustuloksia. Tällöin Suomen Sokeri aloitti vedenlaadun tarkkailuohjelmaan. Vedenlaadun seurantanäytteiden ostoista on vastannut FCG Oy ja Uudenmaan ELY-keskus. Näytteenotot on suoritettu kaksi kertaa vuodessa järven keskiosasta, yhden ja viiden metrin syvyy-

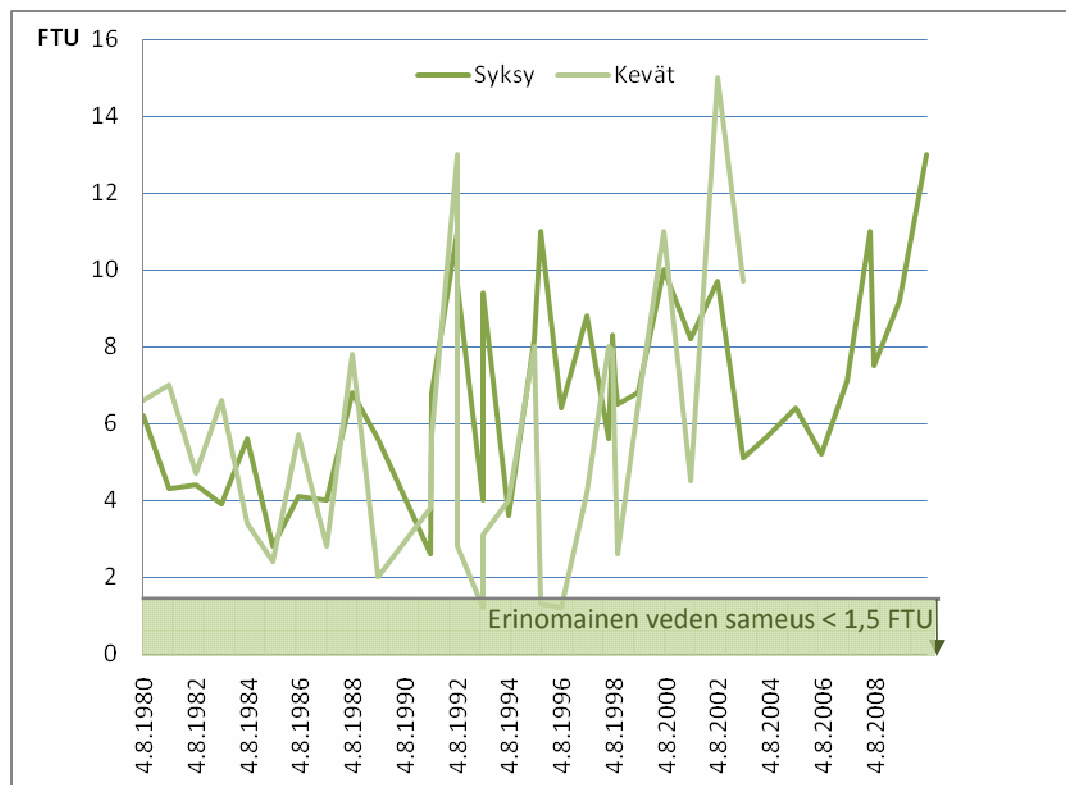
destä (Kuvio 3). Humaljärven vedenlaatu luokiteltiin vuosien 2000–2003 vedenlaatatietojen mukaan tyydyttäväksi (Kuvio 2).

TAULUKKO 6. Humaljärven vedenlaatuluokitus 2000-luvun seurantatulosten keskiarvojen perusteella (taulukkoon on laskettu seurantatulosten (2000–2010) keskiarvo 1 m:n syvyydestä. Seurantatulokset on saatu Ympäristöhallinnon Herttapalvelusta (2011))

	Keskiarvo (1 m)	Sijoittuu sarjaan	Vedenlaatu- luokitus	Selitys
Happi	10,8	> 7,0	Erinomainen	Hyvä happipitoisuus
Hapen kylläisyys (%)	101	80–110	Erinomainen	Hapekas päällysvesi
Sameus (FTU)	7,8	> 1,5	-	Hyvin samea vesi
Sähkönjohtavuus (mS/m)	8,3	5–10	Hyvä	Tavallinen sähkönjohtavuus Suomen järvissä
pH	7,4	> 7,0	-	Emäksinen, rehevä
Väri-luku (mg Pt/l)	14	5–15	Erinomainen	Kirkas vesi
COD Mn (mg/l O <sub>2</sub> )	4,1	4–10	Hyvä	Kirkas vesi
Kokonaistyppe (µg/l)	516	400–800	-	Humusvedet
Kokonaisfosfori (µg/l)	26	< 30	Hyvä	Hieman rehevöitynyt
Rauta (µg/l)	322	200–400	Hyvä	Humusvedet
Kol. bakteerit (pmy/100 ml)	2	< 10	Erinomainen	Hygieeninen vedenlaatu
Alkaliteetti (mmol/l)	ei mitattu	-	-	-
Alusveden hapettomuus	satun- naista	satun- naista	Hyvä	-
Levähaitat	ei tilastoituja havaintoja			

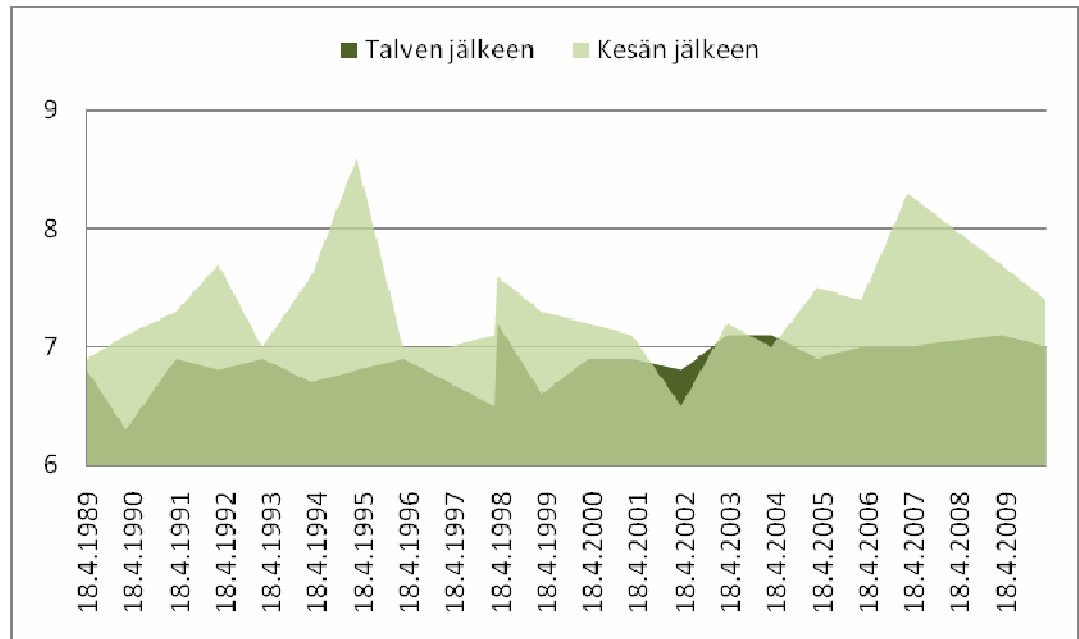
Taulukko 6 on laskettu 2000-luvun pintavesien vedenlaadun seurantatietojen mukaan vedenlaadun muuttujien keskiarvot ja sijoitettu ne vedenlaadun käyttökelpoisuusluokitukseen. Samaiseen taulukkoon, on myös lisätty se sarja, johon kyseisen muuttujan keskiarvo sijoittuu sekä sarjaa kuvaava luokitus. Vuosien 2000–2010 vedenlaadun seurantatietojen mukaan (Taulukko 6). Humaljärven vedenlaatu voitaisiin luokitella yleislaadultaan hyväksi. Humaljärven happipitoisuus, väri-

arvot sekä bakteerien määrät edustavat erinomaista ja veden kemiallinen hapenkulutus on pientä. Järven vedenlaadun ongelmakohtista puhuvat sameus, pH-arvojen nousu, kokonaisfosforipitoisuuden kasvu sekä happipitoisuuden vaihtelut. Ranta (2010b, 27–28) arvioi että Humaljärvelle on ominaista vihreä ja samea vesi. Humaljärven veden väriarvot edustavat kuitenkin kirkasvetisen järven tasoa. Vedenlaatua heikentää sameusluku, joka kuvaa rehevää järvivettä. Veden sameus kertoo vedessä olevista liukenemattomista ja pienistä hiukkasista, kuten kasvipanktonista, erilaisista mineraaleista tai kuolleesta orgaanisesta aineesta. Peltosen (2004, 1) mukaan vesi on ollut vähän sameaa, väritöntä ja lievästi mudan hajuista. Sameudelle ei ole asetettu vedenlaatuluokituksessa laatua kuvaavaa adjektiivia, mutta sen keskiarvon voidaan kuitenkin todeta kohonneen 2000-luvun aikana (Kuvio 4).



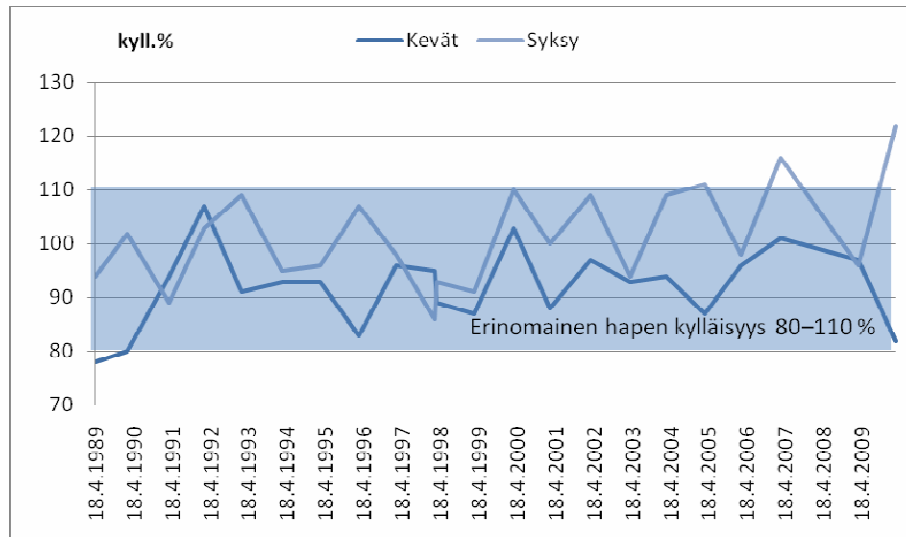
KUVIO 4. Humaljärven sameuden arvojen kehitys vuosina 1978–2010

Toistuvasti, etenkin kesäisin, päällysvedessä voidaan havaita myös hapen ylikyllästystä (Kuvio 6) ja selvästi kohonneita pH-arvoja (Kuvio 5). pH-arvojen nousu voi olla seurausta voimakkaasta perustuotannosta. Arvot ovat toistaiseksi hyviä, mutta seurantaan tulisi kiinnittää huomiota jos niiden kasvu jatkuu nousujohteisena. pH-arvot ovat vaihdelleet vuosina 1988–2010 välillä 6,3–8,5. Ranta (1994, 4) on huolissaan järven happitilanteesta. Järven pohjan läheisen veden happitilanne heikkenee säännöllisesti kun järvi lämpötilakerrostuu. Suomen ympäristökeskuksen (2011b) mukaan rehevissä järvissä levien voimakas tuotanto voi lisäksi aiheuttaa päällysveteen hapen ylikyllästyksen (Kuvio 6). Tällöin veteen vapautuu hapeta enemmän, kuin sitä voi liueta. Ilmiön voi havaita rehevissä rantavesissä paljain silmin, kun liukenematta jäävä happi kuplii pintaan.



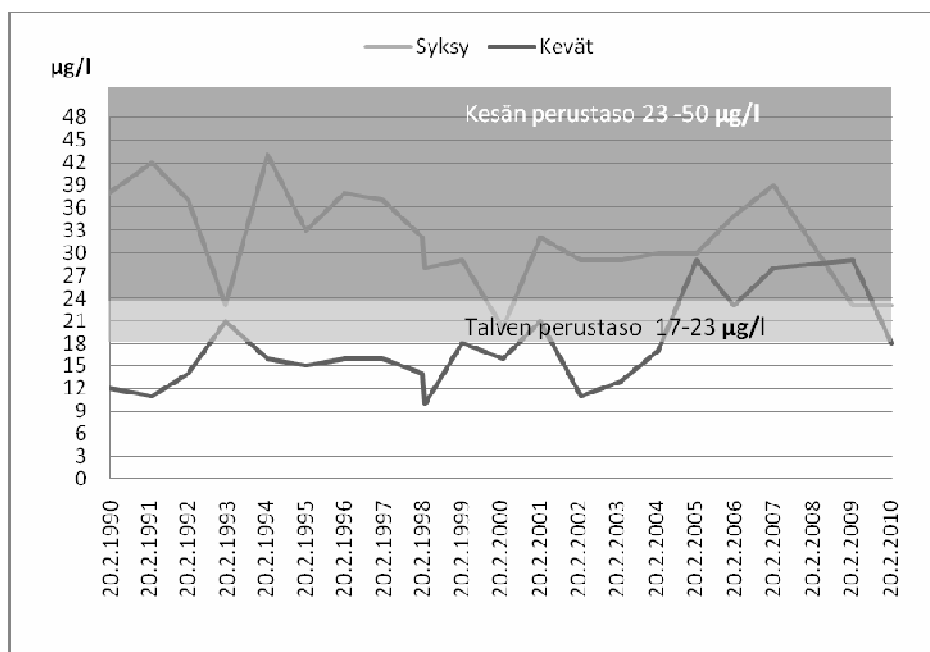
KUVIO 5. Päällysveden (1 m) pH-arvojen muutosta kuvaava kuvaaja vuosina 1988–2010





KUVIO 6. Päälyllyksen (1 m) hapenkyläisyysasteen vaihteluita kuvaava diagrammi vuosina 1988–2010

Virtasen (2007, 5) mukaan Humaljärven veden kokonaisfosforipitoisuuden taso on kesäisin korkeampi kuin talvisin. Talven perustaso on 17–23  $\mu\text{g/l}$  ja kesän perustaso 23–50  $\mu\text{g/l}$ . Fosforipitoisuuksien vuodenaikaisvaihtelu (Kuvio 7) johtunee kesäaikaan tapahtuvasta pohjasedimentin sekoittumisesta veteen tuulen vaikutuksesta. Virtanen huomauttaa myös, että pohjasta nousevat hiukkaset sisältävät fosforia ja nostavat siten veden fosforiarvoa, joka edelleen lisää sisäistä kuormitusta. Järveä vaivaa myös happipitoisuuden lasku syvänteissä kesällä ja loppupalvella. (Ojala 2008, 2.)



KUVIO 7. Päälyllyksen (1 m) kokonaisfosforipitoisuudet vuosina 1988–2010

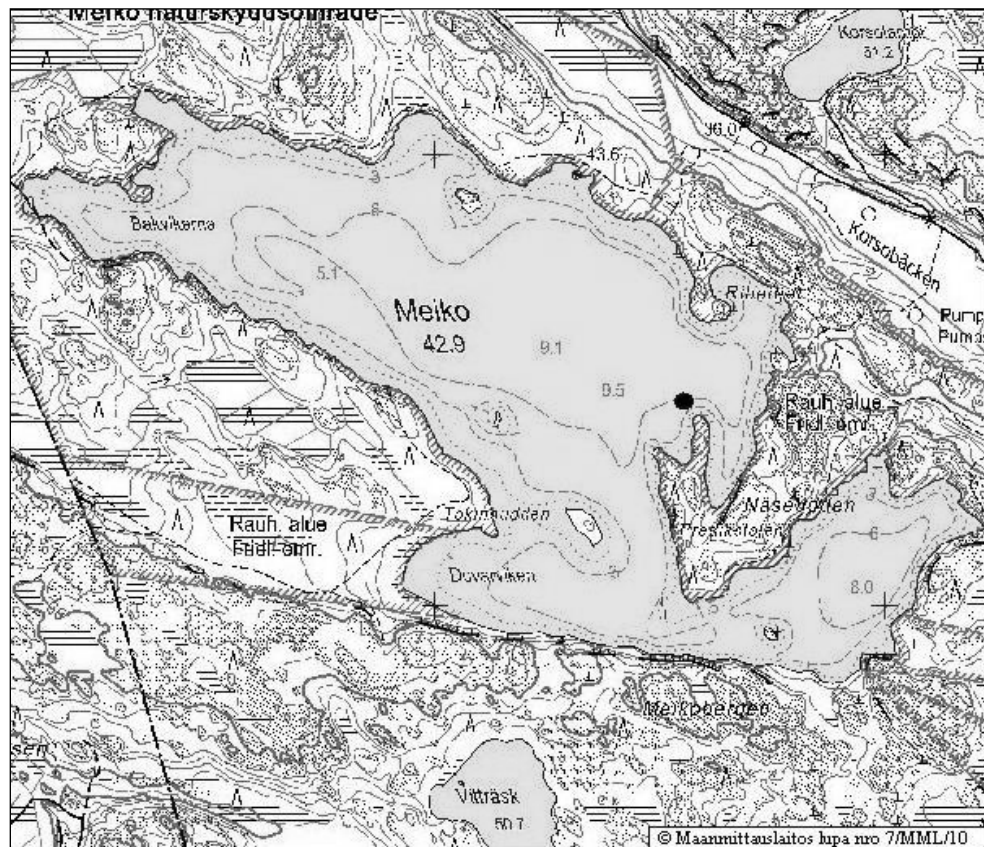
Humaljärvi kuuluu velvoitetarkkailun piiriin. Alueella on kaksi tarkkailuun velvoitettua tahoja. Kvarnbyånin virtaamaa tasoittaakseen, alivirtaamia kohottaakseen ja taatakseen vedensaannin myös kuivempina kausina, sokeritehdas säännöstelee Humaljärven vettä. Humaljärven vuotuinen säännöstelyväli on suurimmillaan 55 cm (säännöstelyrajat 16,95–17,50) (Ranta, 1994, 21). Tämän perusteella järvi luetaan melko lievästi säännösteltyjen vesistöjen joukkoon. Säännöstelystä aiheutuvat vedenlaadun muutokset voivat kuitenkin liittyä lisääntyneeseen rantavyöhykkeen eroosioon, veden samentumiseen tai ravinnepitoisuuksien nousuun. Säännöstelyn aiheuttamat vaikutukset näkyvät selvimmin matalan veden alueella ja ranta-viivan tuntumassa. Vaikka Humaljärven säännöstely on melko lievää, veden korkeuden vaihtelu poikkeaa luonnon omasta rytmistä. Tämä vaikuttaa myös osaltaan kasvillisuuteen. (Keto ym. 2008, 5; Ojala 2008, 3.)

Säännöstelyn mahdollisia vaikutuksia seurataan muun muassa kasvillisuuden muutoksista. Rannan (2010b, 5) mukaan rannan läheisyyden vesikasvit ovat usein käytettyjä indikaattoreita, kun arvioidaan vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutuksia ranta-alueilla. Humaljärven pohjoispuolella on havaittu puiden kaatumista veteen. Rannan (2010b, 26) mukaan tämä selittyy sillä, että vedenkorkeuden vaihtelut ovat huuhtoneet rannan tuntumassa kasvavien puiden juuristoista maan, jolloin puut saattavat kaatua veteen. Rannan (1994,21) selvityksen mukaan Humaljärven vesi lasketaan alimmilleen kevättalvisin. Tällöin syvänteissä myös tava-taan yleisesti alusveden hapen puutetta. Voidaan siis olettaa että säännöstely edes-auttaa syvänteiden happitilanteen heikkenemistä.

Sokeritehtaan lisäksi alueen toinen vedenlaatuun vaikuttava tekijä on Volsin jäte-vedenpuhdistamo järven luoteisosassa. Volsin jätevedenpuhdistamon jätevedet johdetaan avo-ojaa pitkin Humaljärven luoteisosan Volsvikeniin. Puhdistamon kä-sittelemä jätevesimäärä on kuitenkin suhteellisen pieni (keskivirtaama 0,15 l/s). (Ojala, 2008, 4.)

## 6.2 Meiko

Karu ja kirkasvetinen Meiko sijaitsee Kirkkonummen keskiosassa (Kuvio 1). Meikon vesialue on pinta-alaltaan noin 106 hehtaarin kokoinen. Meikon maksimisyvyys on noin 10,1 metriä ja keskisyyvyys 4,5 metriä. Meikon alueen maaperä on pääasiassa moreenia ja kalliopaljastumia. Järven valuma-alueen pinta-ala on 303 ha. Valuma-alueella ei ole asutusta eikä peltoviljelyä, joten hajakuormitus on vähäistä. Kauppilan (1995, 8) mukaan Meiko on niin sanottu latvajärvi, johon ei laske muita järviä.



KUVIO 8. Meikon hydrologiset ominaisuudet ja näytteenotto kohta merkittynä kartalla (muokattu kartasta, joka on saatavissa Ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta 2011)

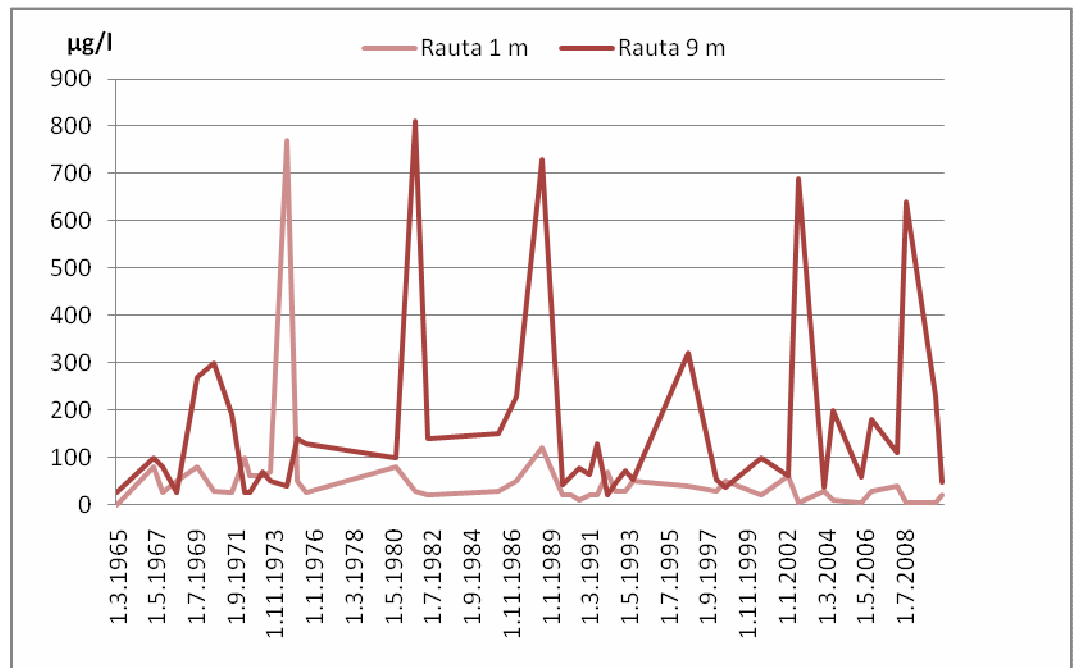
Ranta (2002, 28) kuvailee Meikoa erittäin niukkaravinteiseksi järveksi, jonka kemiallinen hapenkulutus on pieniä. Uudenmaan ympäristökeskuksen (2010) mukaan Meikon vedenlaatu luokiteltiin vuosien 2000–2003 vedenlaatutietojen mukaan erinomaiseksi (Kuvio 2).

TAULUKKO 7. Meikon vedenlaatu luokitus 2000-luvun seurantatulosten keskiarvojen perusteella (keskiarvo 1 m:n syvyydessä laskettu Ympäristöhallinnon Herttapalvelun (2011) seurantatuloksista)

	Keskiarvo (1 m)	Sijoittuu sarjaan	Vedenlaatu- luokitus	Selitys
<b>Happi</b>	11,0	> 7,0	Erinomainen	Hyvä happipitoisuus
<b>Hapen kylläisyys (%)</b>	92	80–110	Erinomainen	Hapekas päällysvesi
<b>Sameus (FTU)</b>	0,5	< 1,5	Erinomainen	Kirkas vesi
<b>Sähkönjohtavuus (mS/m)</b>	3,2	< 5	Erinomainen	Ei ulkoista kuormitusta
<b>pH</b>	6,6	< 7,0	Tyypillinen	Karu, kirkas, hapan
<b>Väri luku (mg Pt/l)</b>	13,8	5–15	Erinomainen	Kirkas/väritön
<b>COD Mn (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	4,3	4–10	Hyvä	Vähähumuksinen
<b>Kokonaistyyppi (µg/l)</b>	326	200–500	Erinomainen	Kirkkaat vedet
<b>Kokonaisfosfori (µg/l)</b>	4,8	< 12	Erinomainen	Ei rehevyyttä
<b>Rauta (µg/l)</b>	ei mittauksia	-	-	-
<b>Kol. bakteerit (pmy/100 ml)</b>	3	< 10	Erinomainen	Hygieeninen vedenlaatu
<b>Alkaliteetti (mmol/l)</b>	0,050	0,011–0,05	Välttävä	Happamoitunut
<b>Alusveden hapettomuus</b>	satunnaista	satunnaista	Tyydyttävä	Satunnaista alusveden hapettomuutta
<b>Levähaitat</b>	ei havain- toja	-	-	-

Meikon vedenlaatu on säilynyt erinomaisena 2000-luvun seurantatietojen perusteella, mikä käy ilmi taulukosta 7. Erinomaista vedenlaatua uhkaaviksi tekijöiksi voidaan poimia alkaliteetin lasku ja alusveden hapettomuuden satunnainen esiintyminen. Toistaiseksi kohtalaisen lievä vedenlaatua heikentävä vaikutus on myös rautapitoisuuksien kasvulla. Rautapitoisuus päällysvedessä (1 m) on ollut erinomainen (alle 53 µg/l) kevään 1971 piikistä (770 µg/l) huolimatta (Kuvio 9). Rautapitoisuuksien seuranta päällysvedestä lopetettiin kuitenkin vuonna 1993. Tämän jälkeen siirryttiin mittaamaan rautapitoisuuksia pohjanläheisestä vedestä, 9 m:n

syvyydestä. Alusveden rautapitoisuuksissa on kuitenkin esiintynyt erikoisia yksittäisiä poikkeamia vuosien 1973–2010 välillä. Rautapitoisuuksien piikit ovat kuitenkin pysyneet alle 1000 µg/l, mikä kertoo hyvästä tai tyydyttävästä veden laadusta. Raudan käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat pH ja happi sekä humusaineet. Kyseisten muuttujien arvoissa ei kuitenkaan näy suuria muutoksia, joten rautapitoisuuksien tavallista korkeammat arvot saattavat olla vain hetkellisiä erikoistapauksia.

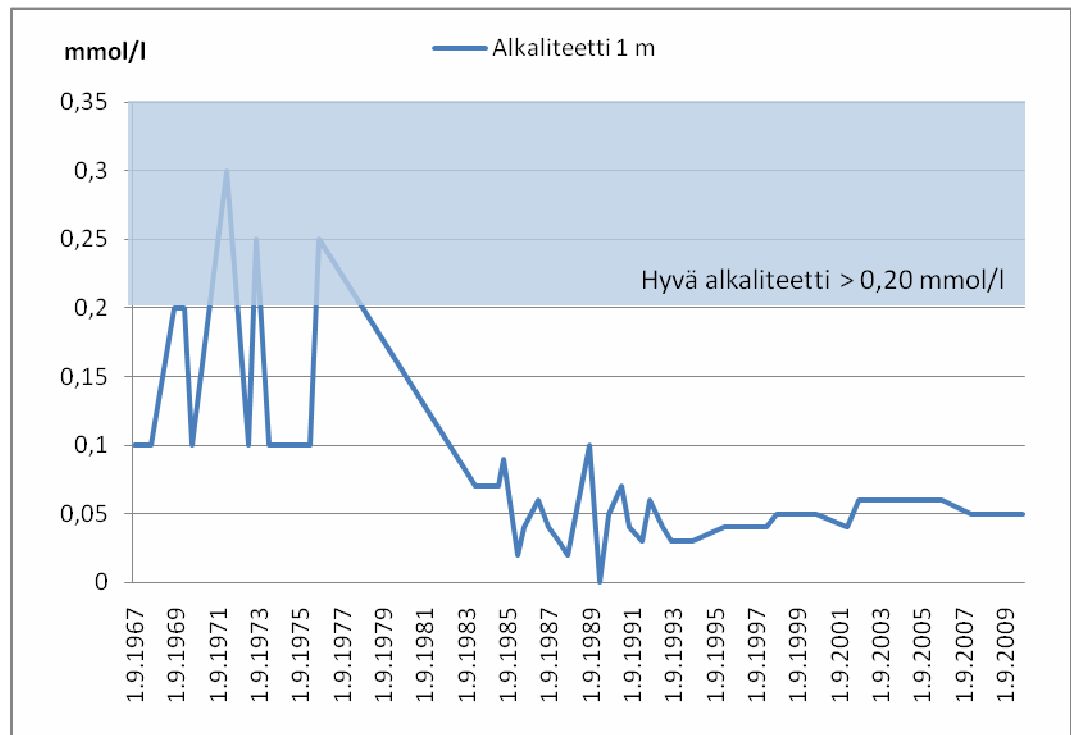


KUVIO 9. Rautapitoisuuksien vaihteluita Meikossa kuvaava diagrammi vuosilta 1965–2010

Meikon vedenlaatuluokituksessa on nähtävissä yksi välttävä maininta, joka näkyy alkaliteetin laskuna. Alkaliteetti kertoo veden puskurikyvystä happamoitumista vastaan, eli kykyä vastustaa pH:n muutoksia. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry:n (2002 ja 2006) tutkimusten mukaan järvien happamuus lisääntyi Suomessa 1970-luvun lopulla ja 1980-luvulla. 1990-luvun puolivälin jälkeen järvien happamuustilanne on parantunut, kun ilmansaasteiden kaukokulkeutuminen on vähentynyt.

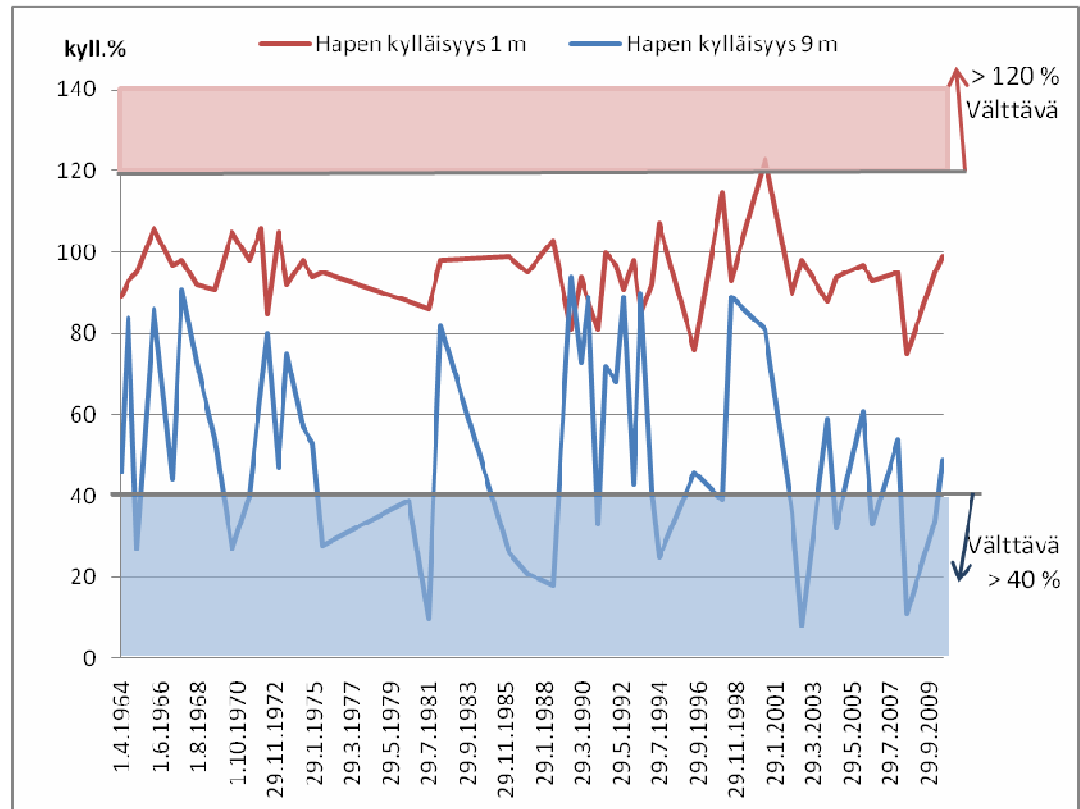
Meikon karu ja kalliainen valuma-alue on tyypillinen happamoituvalla järvelle. Meikon alkaliteetti on vaihdellut 0,20 mmol/l molemmin puolin vuosina 1963–

1977 (Kuvio 10). Syksyn 1978 jälkeen alkaliteetti laski tasaisesti reilusti alle 0,10 mmol/l. Nyt Meikon alkaliteetti-arvo on keskimäärin noin 0,5 mmol/l. Kyrkslätts kommun (2000, 17) selvityksen mukaan happamoitumista onkin pidetty suurimpana uhkana Meikon vedenlaadulle. Hapan sade liuottaa kalliosta alumiinia joka aiheuttaa veden happamoitumista. (Selin, 2011.) Vaikka happamoitumista aiheuttavat päästöt ovat kääntyneet laskuun, ei Meikon alkaliteetti silti ole merkittävästi parantunut.

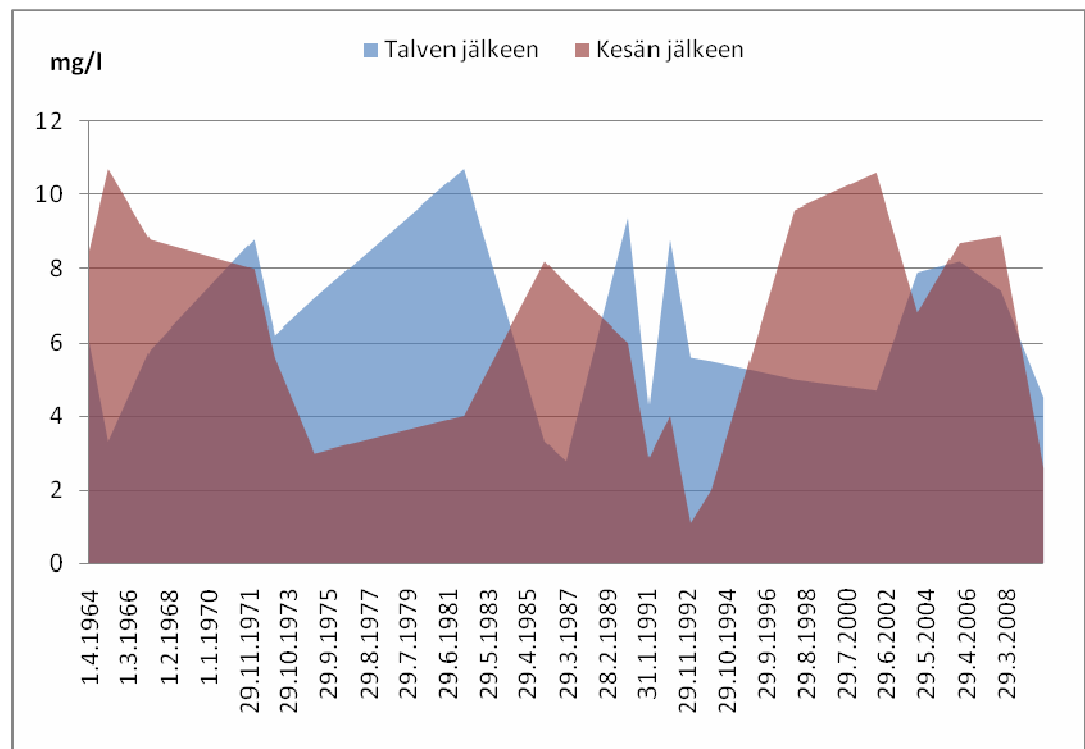


KUVIO 10. Meikon veden alkaliteetin kehitys päällysvedessä (1 m) vuosina 1964–2010

Toinen Meikon vedenlaatua heikentävä seikka on hapen kylläisyysasteen vaihtelu (Kuvio 11). Pintavedessä hapen kylläisyysaste on hyvä/erinomainen sekä syksyllä että keväällä, mutta 9 m:n syvyyteen mentäessä kylläisyysaste vaihtelee 8 %:sta 94 %:iin. Alhaisin mitattu pitoisuus on syksyiltä 2002, jolloin happitilanne on vastannut huonoa. Hapenkylläisyys on ollut välttävän ja tyydyttävän välillä koko 2000-luvun. Rannan (2002, 28) mukaan ongelmallisin ajankohta on loppukesän lämpötilakerrostuneisuuden aikana. Tämä voidaan todeta myös kuviosta 12, jossa nähdään happipitoisuuden ajoittain laskevan kesän jälkeen.



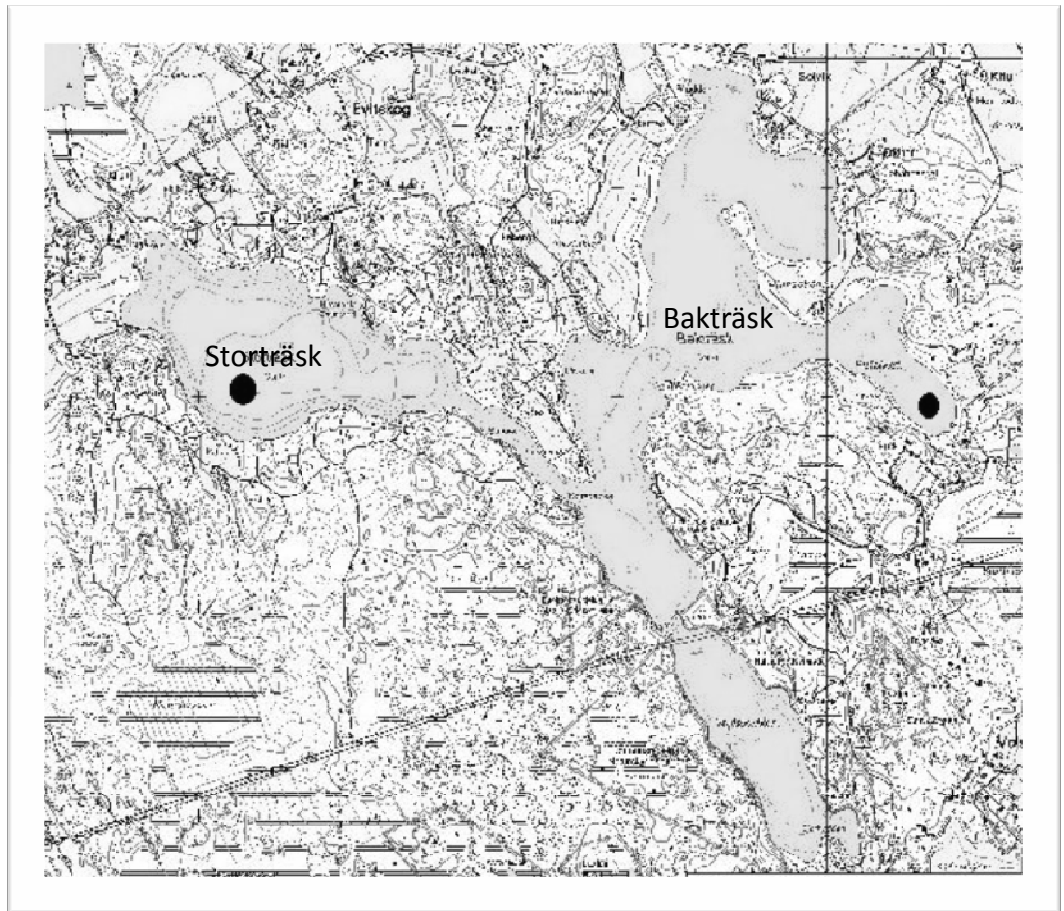
KUVIO 11. Hapen kylläisyysasteen vaihtelut Meikossa vuosina 1964–2010



KUVIO 12. Alusveden happipitoisuuden vaihtelut vuosina 1964–2010

### 6.3 Storträsk ja Bakträsk

Storträsk ja Bakträsk ovat kahden järvioltaan muodostama vesialue, joka sijaitsee Kirkkonummen länsiosassa. Vaikka järvet liittyvät toisiinsa, ne luetaan kahdeksi eri järveksi. Storträsk-järvi on yksi Kirkkonummen syvimmistä järvistä kun puolestaan Bakträsk on hyvin matala. Myös vedenlaadussa on järvien välisiä suuria eroja.



KUVIO 13. Storträsk ja Bakträsk -järvien hydrologiset ominaisuudet ja näytteenottoaikat kartalla (muokattu kartasta, joka on saatavissa Ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta 2011)

Uudenmaan ympäristökeskus on jakanut järvet vedenlaadun suhteen kahteen osaan. Vuoden 2000–2003 vedenlaatu-tietojen mukaan (Kuvio 2) Storträsk-järvi kuului luokkaan hyvä ja Bakträsk puolestaan luokkaan välttävä.



### 6.3.1 Storträsk

Ranta (2002, 36) siteeraa Virokannasta (1987), joka luonnehti Storträskiä järveksi, joka on ravinteikas, ruskeavetinen sekä savisamea ja jonka biologinen tuotanto on suurta. Järven valuma-alueen laajuus on 651 hehtaaria. Suurin osa valuma-alueesta (56 %) on metsää. (Ranta 2002, 3.)

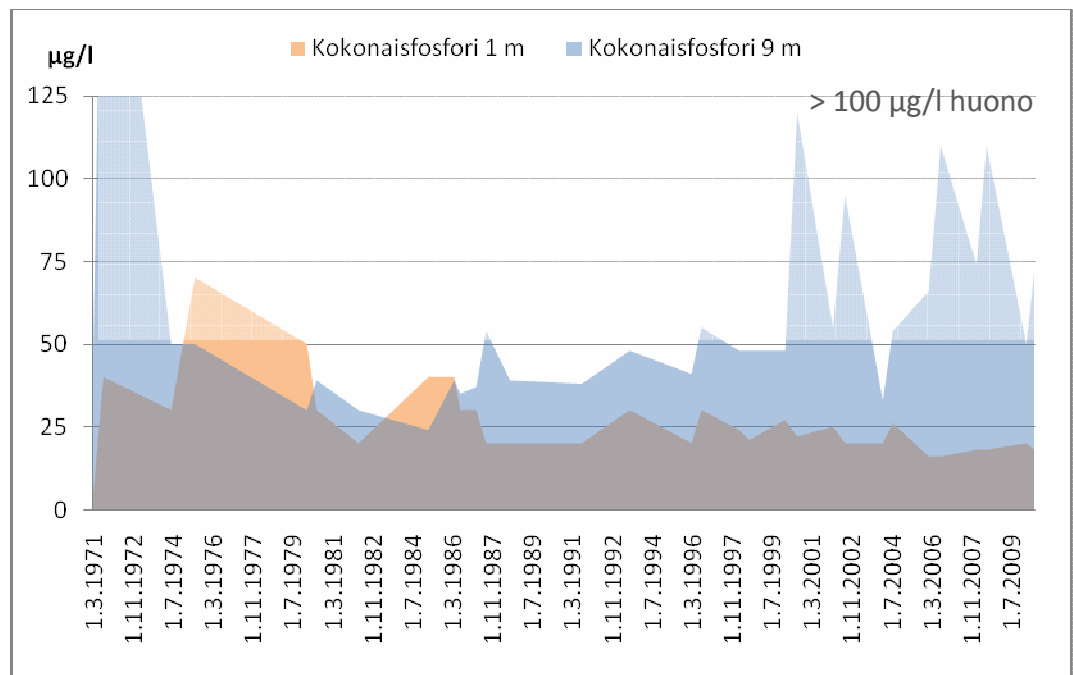
Ensimmäiset näytteenotot Storträsk-järvellä on suoritettu vuoden 1971 keväällä ja viimeisin vuoden 2010 syksyllä. Näytteenottoaika on sijainnut Storträsk-järven keskiosassa, ja paikalla on syvyyttä 17 metriä (Kuvio 13). Näytteenotoista on vastannut FCG Oy, Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry sekä Uudenmaan ELY-keskus.

TAULUKKO 8. Storträsk-järven vedenlaatuluokitus 2000-luvun seurantalosten keskiarvojen perusteella (keskiarvo 1 m:n syvyydessä laskettu Ympäristöhallinnon Herttapalvelun (2011) seurantaloksista)

	Keskiarvo (1 m)	Sijoittuu sarjaan	Vedenlaatu- luokitus	Selitys
<b>Happi</b>	10,0	> 7,0	Erinomainen	Erinomainen päällysveden happipitoisuus
<b>Hapen kylläisyys (%)</b>	11	10–20	Hyvä	Yleinen hapenkylläisyysasteen arvo
<b>Sameus (FTU)</b>	5	> 1,5	Hyvä	Samea vesi
<b>Sähkönjohtavuus (mS/m)</b>	7,8	5–10 mg	Hyvä	Normaali sähkönjohtavuus
<b>pH</b>	7,2	< 7,0	Normaali	Emäksinen, rehevä
<b>Väriluku (mg Pt/l)</b>	63	40–100	Tyydyttävä	Humuspitoinen
<b>COD Mn (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	11,0	10–20	Hyvä	Lievästi humuspitoinen
<b>Kokonaistyppe (µg/l)</b>	739	< 1000	Normaali	Hyvin ruskeavetinen
<b>Kokonaisfosfori (µg/l)</b>	28	< 30	Hyvä	Normaali
<b>Rauta (µg/l)</b>	ei mittauksia			
<b>Kol. bakteerit (pmy/100 ml)</b>	1	< 10	Erinomainen	Hygieeninen vedenlaatu
<b>Alkaliteetti (mmol/l)</b>	0,260	> 0,2	Erinomainen	Erittäin hyvin puskuroitu
<b>Alusveden ha- pettomuus</b>	esiintyy	esiintyy	Välttävä	Toistuvasti kesän jälkeisestä alusveden happikadosta
<b>Levähaitat</b>	ei havaintoja			

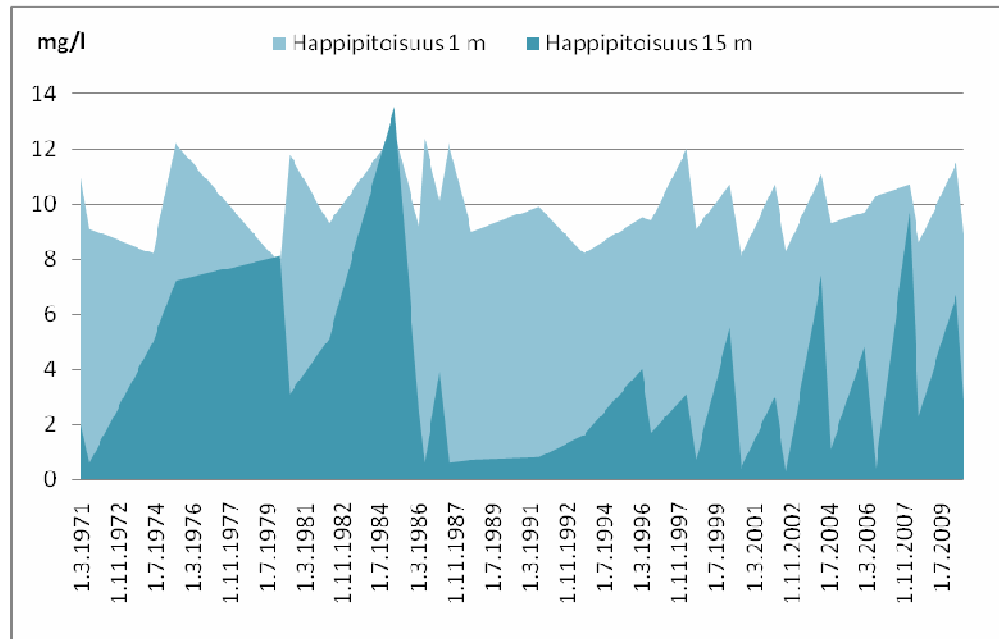
Storträsk-järven vedenlaatu on säilynyt hyvänä 2000-luvun seurantatietojen perusteella, mikä käy ilmi taulukosta 8. Storträskin vedenlaadun suurimmiksi ongelmiksi voidaan laskea pohjanläheisen veden happipitoisuuden toistuva lasku, kemiallisen hapenkulutuksen lisääntyminen sekä ravinteiden määrän kasvu.

Storträskin ravinnepitoisuudet ovatkin olleet keskitasoista rehevyyttä ilmentäviä. Suurimmat kokonaisfosforipitoisuudet mitattiin 1970-luvun alussa. Sen jälkeen kokonaisfosforin määrä on pysynyt tasaisena aina 1980-luvun loppuun saakka. 1990-luvun aikana fosforipitoisuudet ovat kuitenkin kasvaneet huomattavasti. 2000-luvun aikana etenkin alusvedessä on mitattu suuria fosforipitoisuuksia (Kuvio 14). Yli 100 µg/l fosforipitoisuudet kertovat erittäin huonosta veden laadusta.

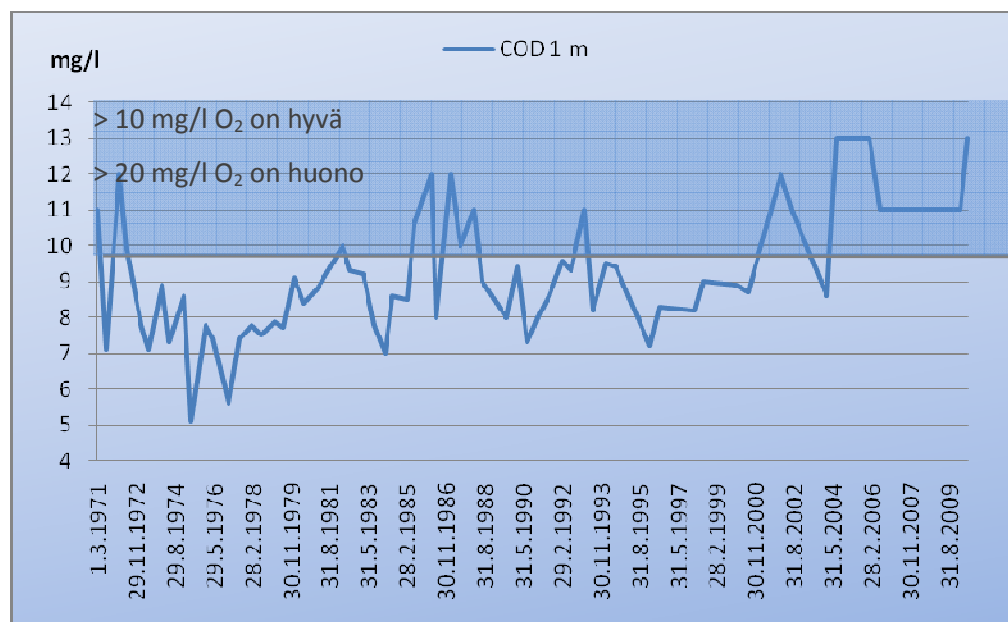


KUVIO 14. Storträsk-järven fosforipitoisuuksien määrää edustava kuvaaja, perustuen vuosien 1971–2010 seurantatuloksiin

Korkean fosforipitoisuutensa takia järvi luokitellaan eutrofisiin järviin (fosforipitoisuus yli 25 µg/l). Eutrofisille järville on ominaista korkea perustuotanto, alhainen näkösyvyys ja alusveden happikato. Veden korkeiden fosforipitoisuuksien lisäksi toinen järven veden laatua heikentävä tekijä onkin pohjan läheisen veden hapen puute loppukesän lämpötilakerrostuneisuuden aikana. Storträsk-järven alusveden happipitoisuus putoaa säännöllisesti alle 4 mg/l ja jopa lähelle nollaa (Kuvio 15).



KUVIO 15. Storträsk-järven happipitoisuudet vuosina 1971–2010



KUVIO 16. Storträsk-järven veden kemiallisen hapenkulutuksen lisääntymistä kuvaava diagrammi vuosina 1971–2010

Kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat olleet lievässä nousussa. Hapenkulutus on kuitenkin vielä hyvän vedenlaadun rajojen sisäpuolella. Kemiallinen hapenkulutus tarkoittaa vedessä olevien kemiallisesti hapetettavien orgaanisten aineiden määrää. Orgaaninen aines voi olla vaikkapa humusta, jätevettä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoutumaa. Storträskin kemialliseen hapenkulutukseen tulisi kiinnittää erityishuomiota, varsinkin jos kehitys ei ala tasaantua. Kemiallisen hapenkulutuksen pysyessä alle 20 mg/l O<sub>2</sub> vedenlaatukin säilyy hyvänä.

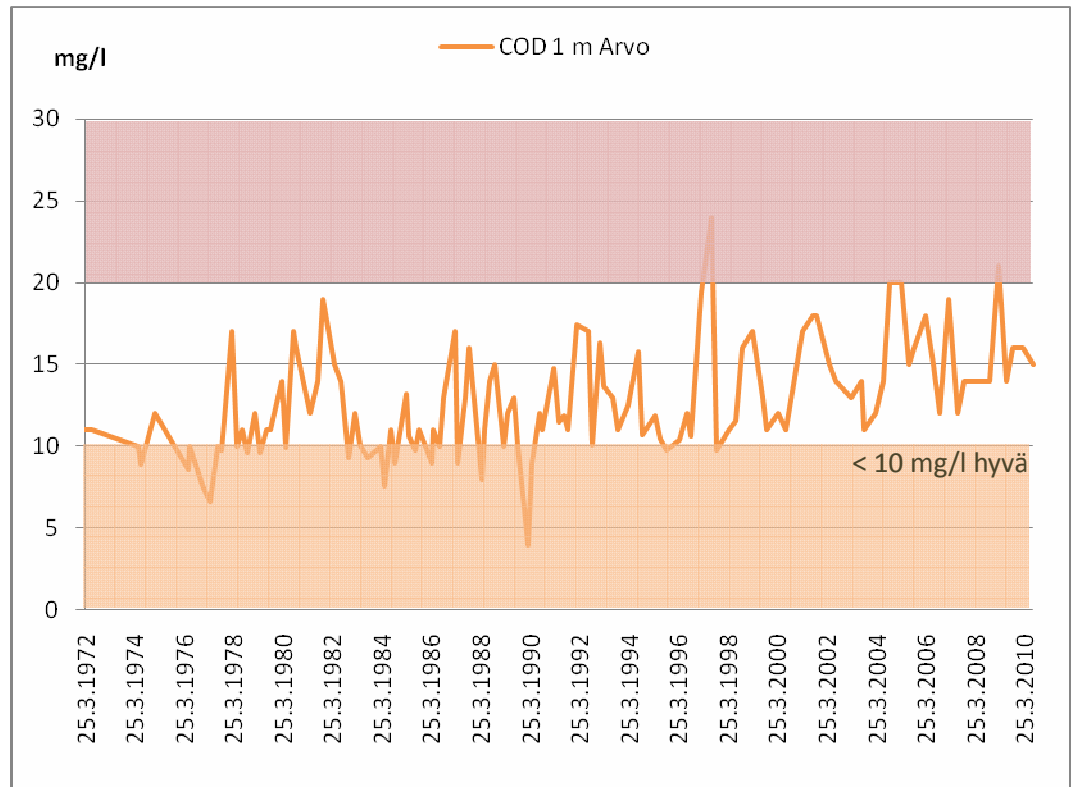
## 6.3.3 Bakträsk

Bakträsk-järven vedenlaadun seuranta kuuluu Volsin suljetun kaatopaikan vesistö-tarkkailuun. Näytteenotot on suoritettu järven itäosasta 2,7 metrin syvänteen kohdalta. Vedenlaadun seurannan huono puoli on se, että näytteitä on kerätty lähinnä vain 1 metrin syvyydestä. Joitakin hajanaisia näytteitä on myös muilta syvyyksiltä. Näytteenotoista on vastannut FCG Oy sekä Uudenmaan ELY-keskus. Näytteitä on kerätty vuodesta 1971 lähtien.

TAULUKKO 9. Bakträsk-järven vedenlaatuluokitus 2000-luvun seurantatulosten keskiarvojen perusteella (keskiarvo 1m:n syvyydessä laskettu Ympäristöhallinnon Herttapalvelun (2011) seurantatuloksista).

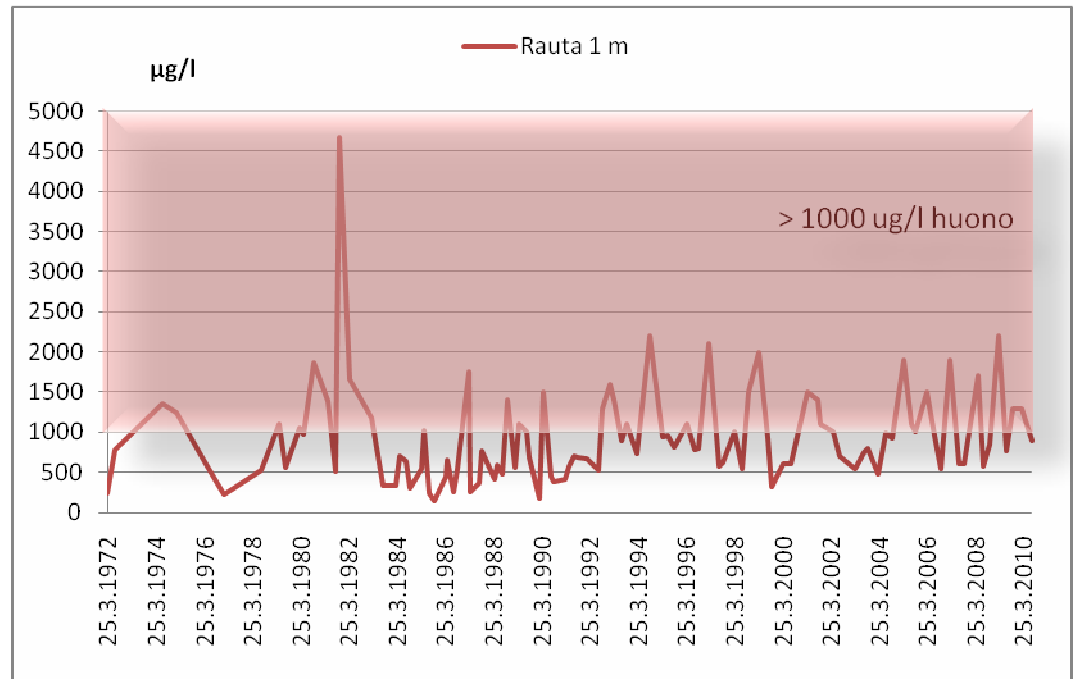
	Keskiarvo (1 m)	Sijoittuu luokkaan	Vedenlaatu- luokitus	Selitys
Happi	9,9	> 7,0	Erinomainen	Erinomainen
Hapen kylläisyys (%)	88,6	80–110	Hyvä	Hyvä hapenkylläisyys
Sameus (FTU)	16,9	> 1,5	Huono	Erittäin samea vesi
Sähkönjohtavuus (mS/m)	9,3	5–10 mg	Hyvä	Normaali sähkönjohtavuus
pH	6,9	< 7,0	Tyypillinen	Hapan
Väriluku (mg Pt/l)	74,0	40–100	Tyydyttävä	Humuspitoinen
COD Mn (mg/l O <sub>2</sub> )	13,0	10–20	Hyvä	Lievästi humuspitoinen
Kokonaistyyppi (µg/l)	1240	> 1000	Normaali	Hyvin ruskeavetinen
Kokonaisfosfori (µg/l)	52,0	50–100	Välttävä	Rehevöitynyt
Rauta (µg/l)	938,0	600–1000	Tyydyttävä	Ruskeat vedet
Kol. bakteerit (pmy/100 ml)	17	< 50	Hyvä	Melko hygieeninen vedenlaatu
Alkaliteetti (mmol/l)	ei mittauksia			
Alusveden hapettomuus	ei mittauksia			
Levähaitat	ei havaintoja			

Vedenlaatuluokitus (Taulukko 9) antaa Bakträsk-järven vedenlaaduksi arvon tyydyttävä. Järven kokonaisfosforin arvot ovat olleet kasvussa ja edustavat välttävää laatua. Lisäksi veden sameus, väri ja rautapitoisuudet ovat korkeita verrattuna Storträsk-järveen.



KUVIO 17. Bakträsk-järven kemiallista hapenkulutusta kuvaava diagrammi vuosilta 1971–2010.

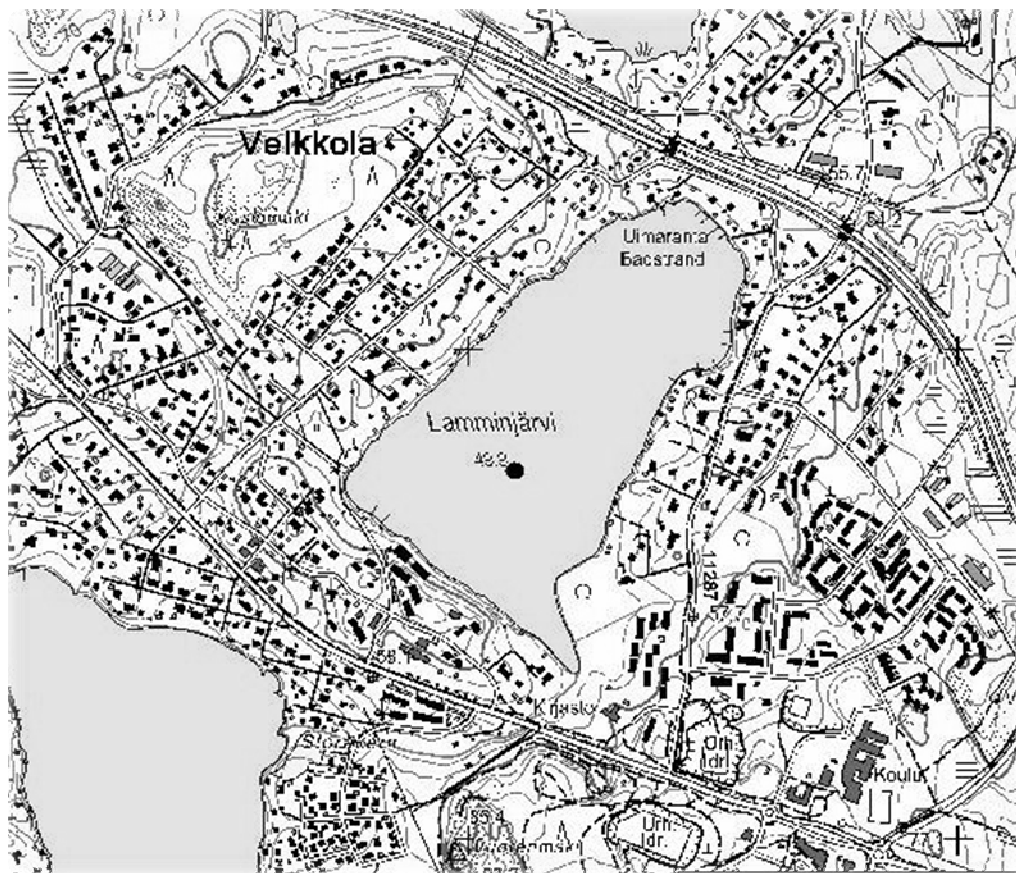
Bakträsk-järven veden kemiallinen hapenkulutus on ollut lievässä kasvussa koko järven seurantahistorian ajan (Kuvio 17). Kemiallisen hapenkulutuksen ylittäessä arvon 10 mg/l O<sub>2</sub> voidaan jo puhua välttävästä ja jopa huonosta vedenlaadusta. Kohoavat arvot kertovat että järveen tulee jonkinlaista orgaanisen aineen kuormitusta. Kemialliseen hapenkulutukseen liittyy läheisesti myös alhainen happipitoisuus pohjanläheisissä vesikerroksissa, jota ei kuitenkaan ole määritetty veloitettavaksi tarkkailussa.



KUVIO 18. Bakträsk-järven veden rauta-arvojen kehitystä kuvaava diagrammi vuosilta 1971–2010

Pintaveden happipitoisuus on ollut lähellä erinomaista, samoin pintaveden hapenkyläisyys ja pH (Taulukko 9). Raudan määrä vedessä näyttää kasvaneen 1970-luvun aikana, minkä jälkeen rauta-arvot ovat olleet lievässä nousussa.

## 6.4 Lamminjärvi



KUVIO 19. Lamminjärven hydrologiset ominaisuudet ja näytteenottoaikka kartalla (muokattu Ympäristöhallinnon Hertta-palvelun kartasta 2011)

Lamminjärven vedenlaadun seurannat aloitettiin vuoden 1964 syyskuussa. Vedenlaatua on seurattu kaiken kaikkiaan neljästä eri näytteenottokohdasta. Tässä tutkimuksessa olen keskittynyt kuitenkin vain yhden näytteenottoaikan tuloksiin, josta on myös laajimmat mittaustulokset saatavilla. Näytteenottoaikka sijaitsee järven keskiosassa (Kuvio 19). Näytteet on kerätty keväällä ja loppukesällä, yhden ja kolmen metrin syvyydestä. Näytteenotoista on vastannut Uudenmaan ELY-keskus, FCG Oy sekä Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Näytteenottotulokset on saatu Ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta 2011.

TAULUKKO 10. Lamminjärven vedenlaatuluokitus 2000-luvun seurantatulosten keskiarvojen perusteella (keskiarvo 1 m:n syvyydessä laskettu Ympäristöhallinnon Herttapalvelun (2011) seurantatuloksista)

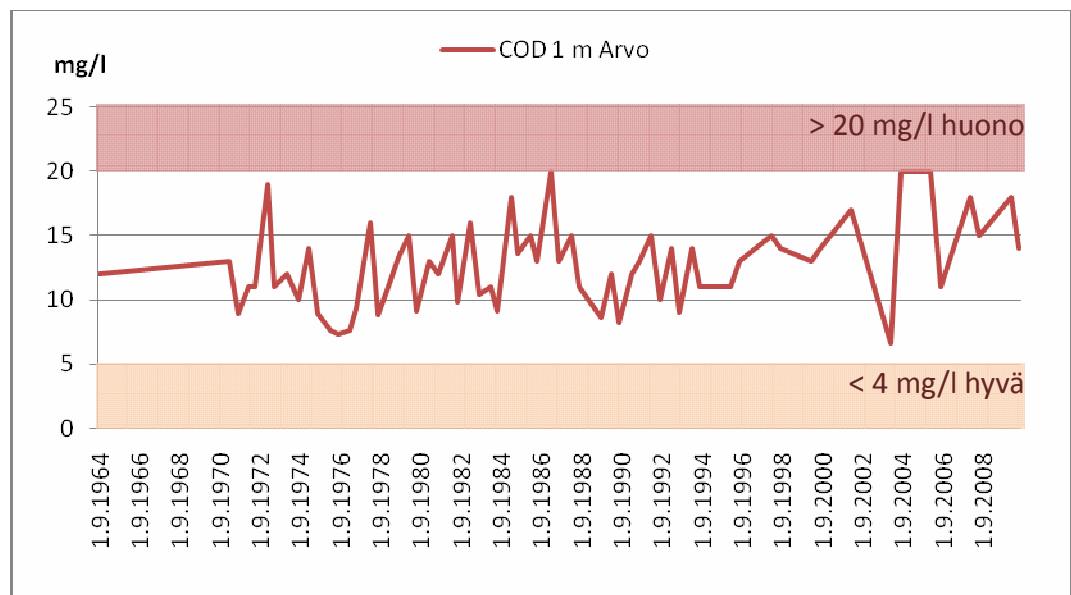
	Keskiarvo (1 m)	Sijoittuu luokkaan	Vedenlaatuluokitus	Selitys
<b>Happi</b>	7,1	> 7,0	Erinomainen	Pintaveden happipitoisuus on hyvä
<b>Hapen kylläisyys (%)</b>	66,0	70–120	Tyydyttävä	Happiongelmia päällyksivedessä
<b>Sameus (FTU)</b>	9,2	> 1,5	Hyvä	Samea vesi
<b>Sähkönjohtavuus (mS/m)</b>	15,1	> 10 mg	Välttävä	Huomattavaa kuormitusta
<b>pH</b>	6,7	< 7,0	Tyypillinen	Rehevä vesi
<b>Väriluku (mg Pt/l)</b>	84	50–100	Tyydyttävä	Humuspitoinen järvi
<b>COD Mn (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	12,5	10–20	Hyvä	Normaali
<b>Kokonaistyppeä (µg/l)</b>	928	> 800	Normaali	Humusvedet ja ruskeat vedet
<b>Kokonaisfosfori (µg/l)</b>	55	50–100	Välttävä	Rehevöitynyt
<b>Rauta (µg/l)</b>	953	< 1000	Välttävä	Ruskeat vedet
<b>Kol. bakteerit (pmy/100 ml)</b>	11	< 50	Hyvä	Melko hygieeninen vedenlaatu
<b>Alkaliteetti (mmol/l)</b>	0,28	> 0,2	Erinomainen	Erittäin hyvin puskuroitu
<b>Alusveden happettomuus</b>	esiintyy	yleistä	Välttävä	Kärsii kesän jälkeen alusveden happikadosta
<b>Levähaitat</b>	toistuvasti	toistuvasti	Tyydyttävä	Rehevöitynyt

Uudenmaan ympäristökeskuksen (2010) mukaan Lamminjärven vedenlaatu luokiteltiin vuosien 2000–2003 vedenlaatutietojen mukaan välttäväksi (Taulukko 2). 2000-luvun vedenlaatutietojen mukaan se olisi parantunut tyydyttäväksi (Taulukko 10). Lamminjärven viipymä on lyhyt, vain 4,6 kk, mikä lienee syy siihen ettei vedenlaatu ole sentään huonoa, ottaen huomioon järven valuma-alueen maankäytön. Järven historiaa tarkasteltaessa suurimpia ongelmia on ollut rehevöityminen ja sen aiheuttamat ongelmat järven ekologiaan ja virkistyskäyttöön.

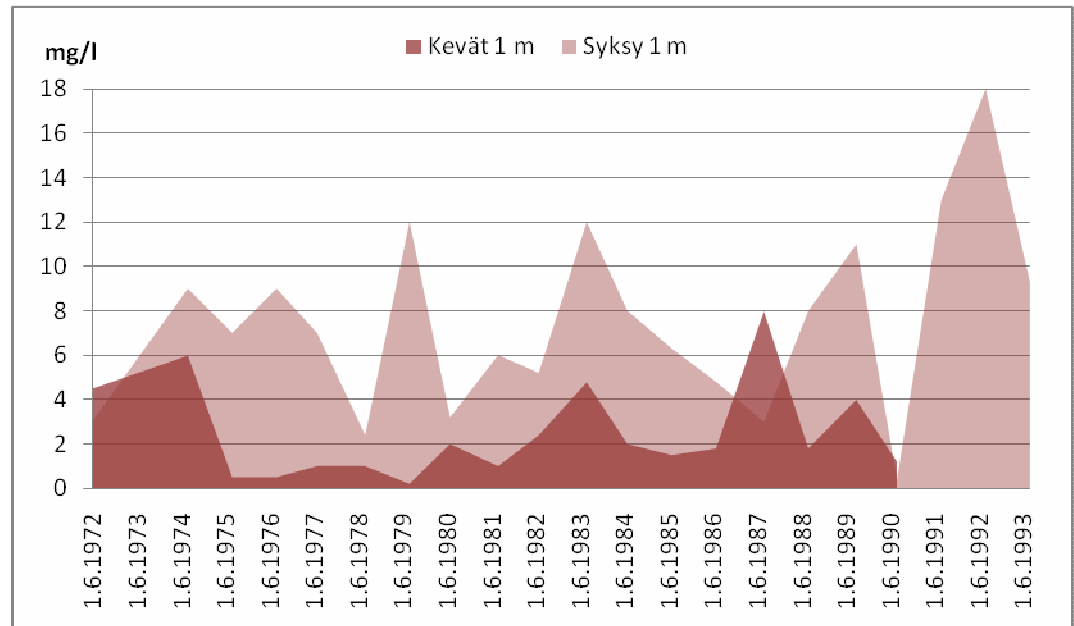


Vesianalyysitulosten perusteella (Taulukko 10) Lamminjärveen tulee huomattavaa ulkoista kuormitusta. Tätä ilmentävät muun muassa sameuden arvon nousu, kemiallisen hapenkulutuksen kasvu, sähköjohtavuuden lisääntyminen sekä kokonaisfosforin ja rautapitoisuuksien kasvu. Vaikka sameuden arvo (9,2 FTU) on pienempi kuin Kirkkonummen järvissä keskimäärin (13,1 FTU), on arvoissa tapahtunut selvää nousua. Kauppila (1995) vahvistaa omassa tutkimuksessaan että Lamminjärven sameus ei johdu sen omasta tuotannosta, vaan pikemminkin näyttää olevan kyse humuksesta ja liuenneista aineista.

Ulkoista kuormitusta ilmentää lisäksi kemiallinen hapenkulutuksen kasvu, joka kertoo orgaanisen aineksen määrän lisääntymisestä. Kuviosta 20 on nähtävissä kuinka Lamminjärven kemiallinen hapenkulutus on hitaasti noussut arvosta 12 mg/l arvoon 15 mg/l. Myös kiintoaineksen määrän nousu viittaa ulkoiseen kuormitukseen (Kuvio 21). Kiintoaineksen määrä on kasvanut vauhdilla, mutta tulokset loppuvat vuoteen 1994, jolloin kyseisen muuttujan seurannat on syystä tai toisesta lopetettu.

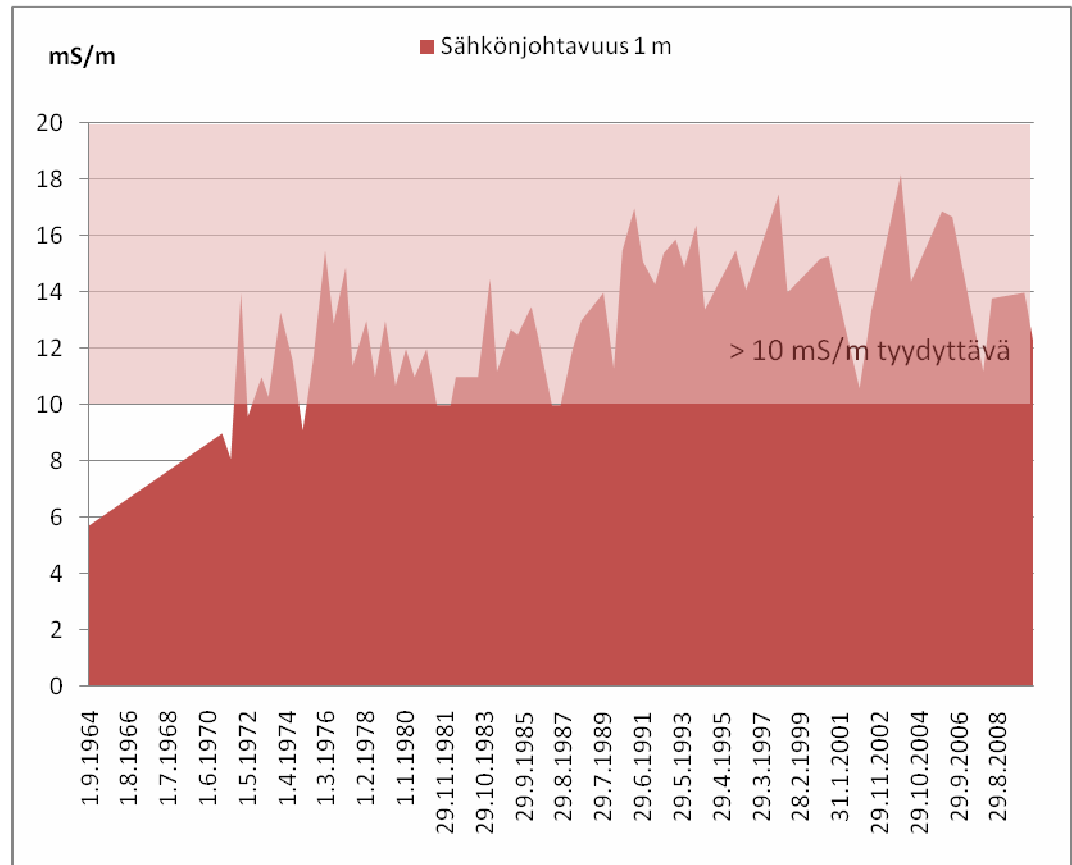


KUVIO 20. Lamminjärven kemiallisen hapenkulutuksen kehitys vuosina 1964–2010



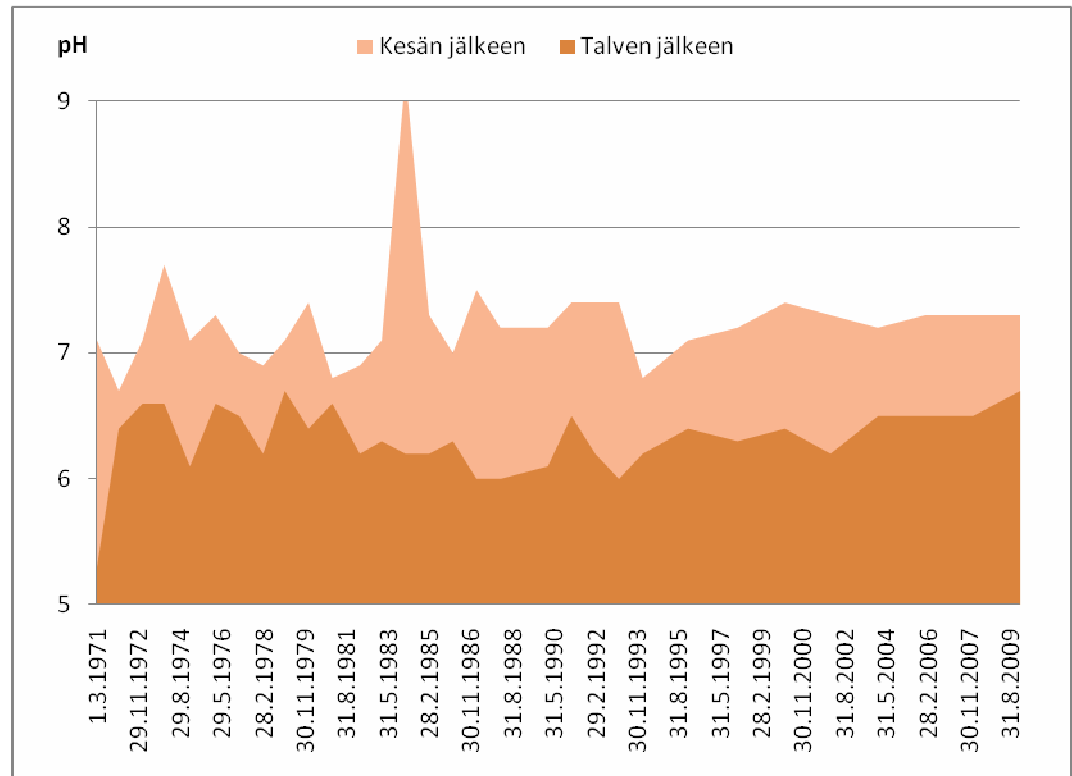
KUVIO 21. Kiintoaineen määrän kasvu Lamminjärvessä vuodesta 1972 vuoteen 1994

Sähkönjohtavuus Lamminjärvessä oli 2000-luvun keskiarvona 15,1 mS/m, joka on suurempi kuin Kirkkonummen järvissä keskimäärin (10,1 mS/m). Kuviosta 22 nähdään, että sähkönjohtavuus on lisääntynyt huomattavasti 1960-luvun jälkeen. Sähkönjohtavuus kertoo vedessä olevien liuenneiden suolojen määrästä, ja se on yleensä kullekin järvelle tyypillinen suure, jonka vaihtelut ovat pieniä. Yleensä sähkönjohtavuus kasvaa pohjalle mentäessä, mutta kenties Lamminjärven mataluudesta johtuen pysyy sähkönjohtavuus jotakuinkin samana niin pohjanläheisessä vedessä kuin pintavedessäkin. Lamminjärven tapauksessa sähkönjohtavuuden suuret vuosittaiset vaihtelut kertovat ulkoisesta kuormituksesta. Näitä voivat olla esimerkiksi jätevesien sisältämät suolat.

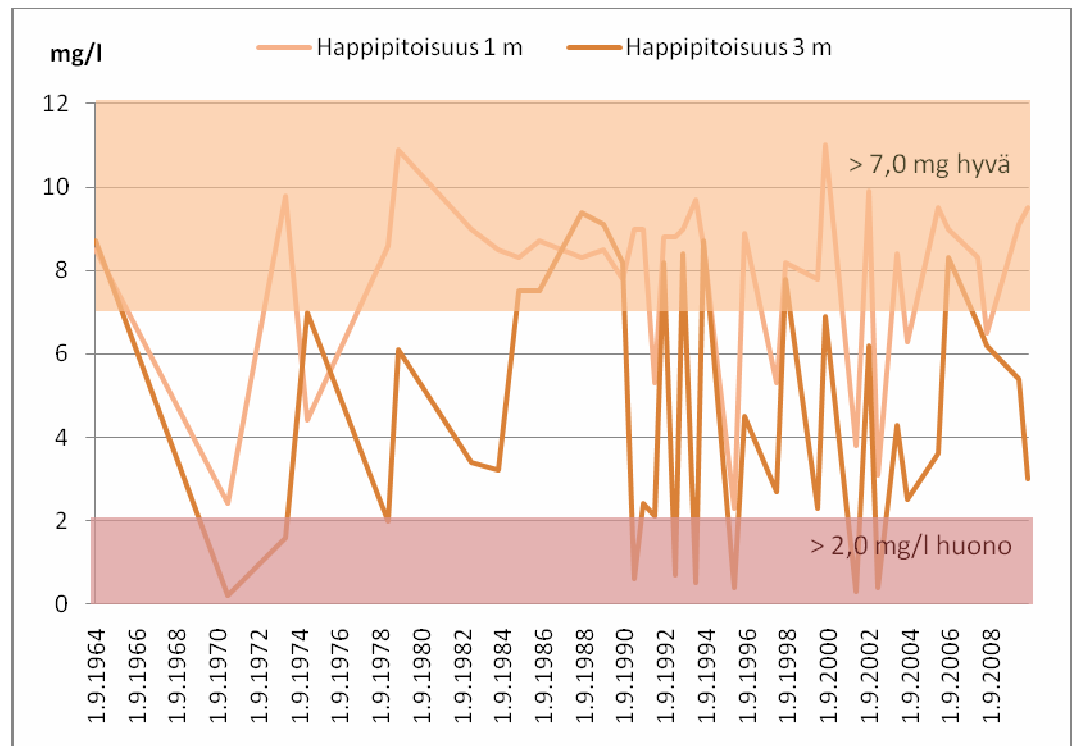


KUVIO 22. Lamminjärven sähkönjohtavuuden kasvu vuosina 1964–2010

Sähkönjohtavuuteen liittyy läheisesti myös veden pH-arvo. Lamminjärven veden pH on ollut lievässä nousussa (Kuvio 23). Nousu on kuitenkin vielä hyvin maltillista. Suurin ongelma järven vedessä lienee kuitenkin hapen vähyys. Talvella hyvän päällysveden happipitoisuus on 12–14 mg/l. Lamminjärvenssä tämä ei toteudu, vaan happipitoisuus päällysvedessä on parhaimmillaankin vain 9 mg/l, satunnaisia piikkejä huomioimatta. Talven aikana happipitoisuus laskee 3 m:n syvyydessä reilusti alle 3 mg/l, jolloin voidaan jo puhua happivajauksesta.

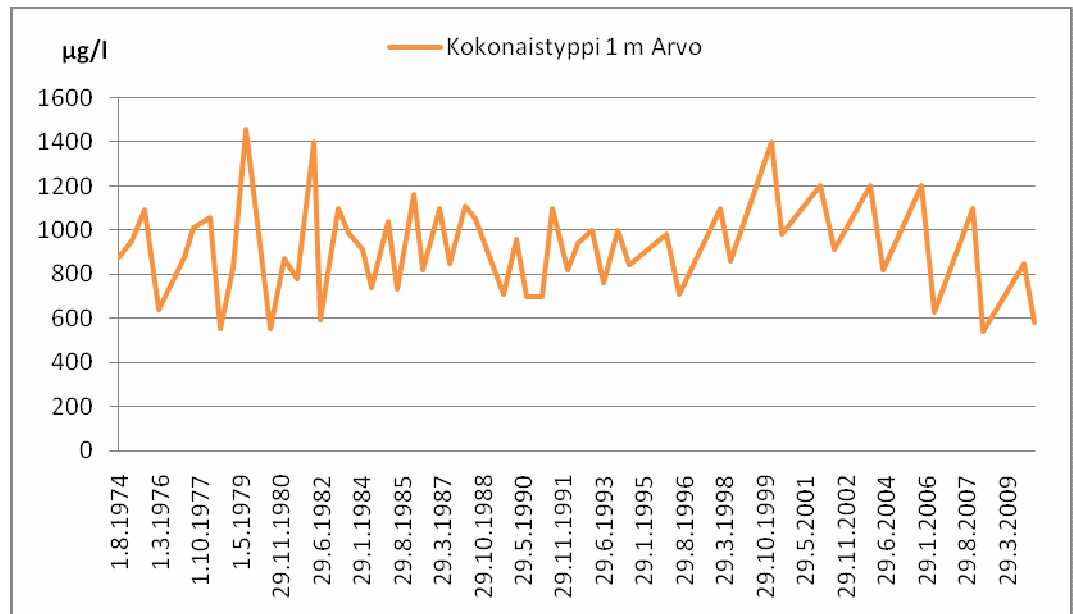


KUVIO 23. Lamminjärven veden pH-arvojen kehitys vuosina 1971–2010



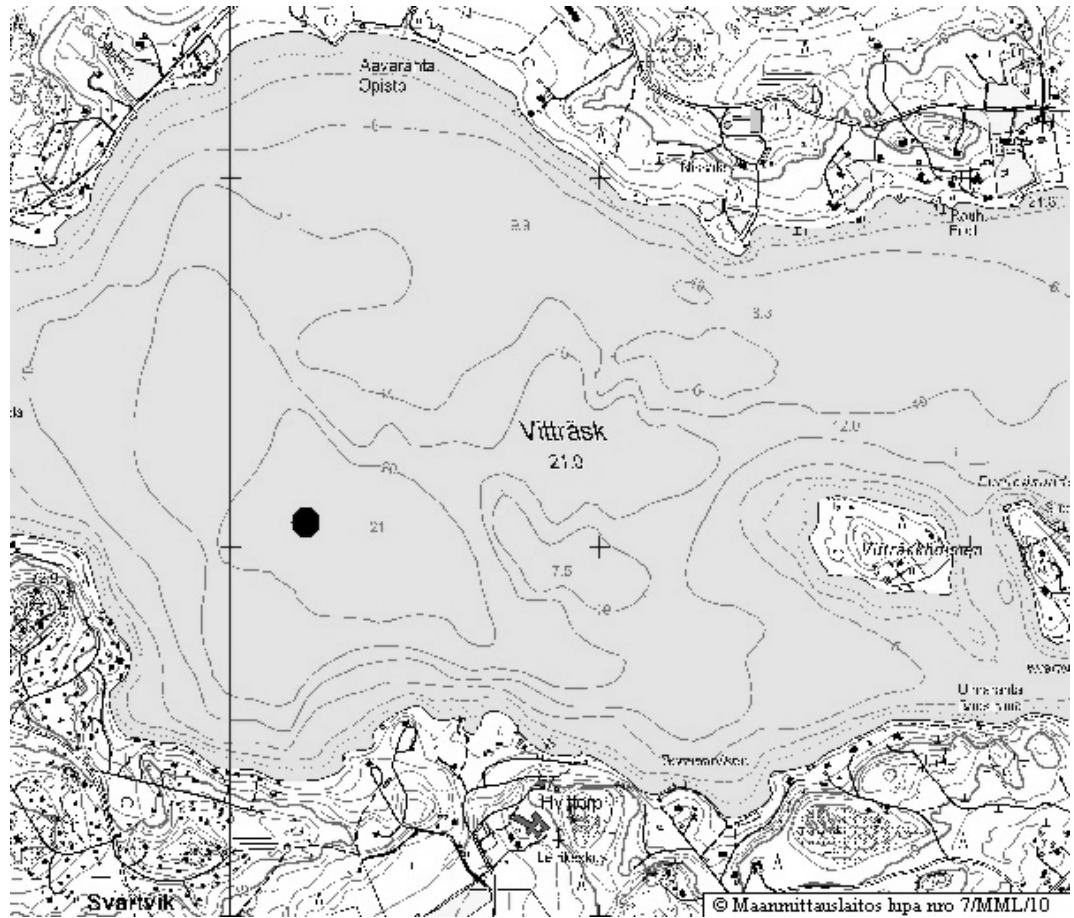
KUVIO 24. Lamminjärven veden happipitoisuus vuosina 1964–2010

Ravinteiden osalta Lamminjärven kokonaisfosforipitoisuudet ovat suuremmat kuin Kirkkonummen järvillä keskimäärin. Vaikka kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet varsinkin kesän jälkeen koholla, ei niiden määrässä kuitenkaan näy kasvua. Rannan (2002) selvityksen mukaan typpipitoisuuksien kehitys on ollut nouseva jo 1970-luvulta saakka. Tämä ei kuitenkaan käy ilmi vedenlaadun seurantamittauksista. Kuvion 25 mukaan Lamminjärven veden kokonaistyppipitoisuudet näyttävät olevan enemmin laskussa kuin nousussa, vaikka 1970-luvun kohdalla lievää nousua näkyikin, on se ehtinyt tasoittua 2000-luvun aikana.



KUVIO 25. Lamminjärven kokonaistypen määrän kehitys vuodesta 1974 vuoteen 2010

## 6.5 Vitträsk



KUVIO 26. Vitträsk-järven hydrologiset ominaisuudet ja näytteenottoaika kartalla (muokattu Ympäristöhallinnon Hertta-palvelun kartasta 2011)

Tutkimusjärvistä suurin, Vitträsk-järvi, sijaitsee Kirkkonummen kunnan keskiosassa ja on kallioalueiden ja moreenimaan ympäröimä. Vitträskin vesi on kirkasta ja lähes väritöntä. Vaikka järven tilavuus on suuri, veden vaihtuvuus on hidasta. Happikadot ja leväkukinnat ovat yleistyneet järvellä viime vuosina. Itkonen ym. (1993, 3) ja Ranta (2002, 42) arvelevat tämän johtuvan järven kuormituksen sietorajan ylittymisestä.

Vitträskin vedenlaadun seurannat on aloitettu syksyllä 1963. Vitträsk-järven näytteenottohistorian aikana näytteitä on kerätty neljästä kohdasta, mutta tässä työssä olen keskittynyt vain kuviossa 26 esitetyn näytteenottoaikaan tuloksiin. Näytteenottoaika sijaitsee järven keskiosassa, suurimman syvänteen (20 m) läheisyydessä.

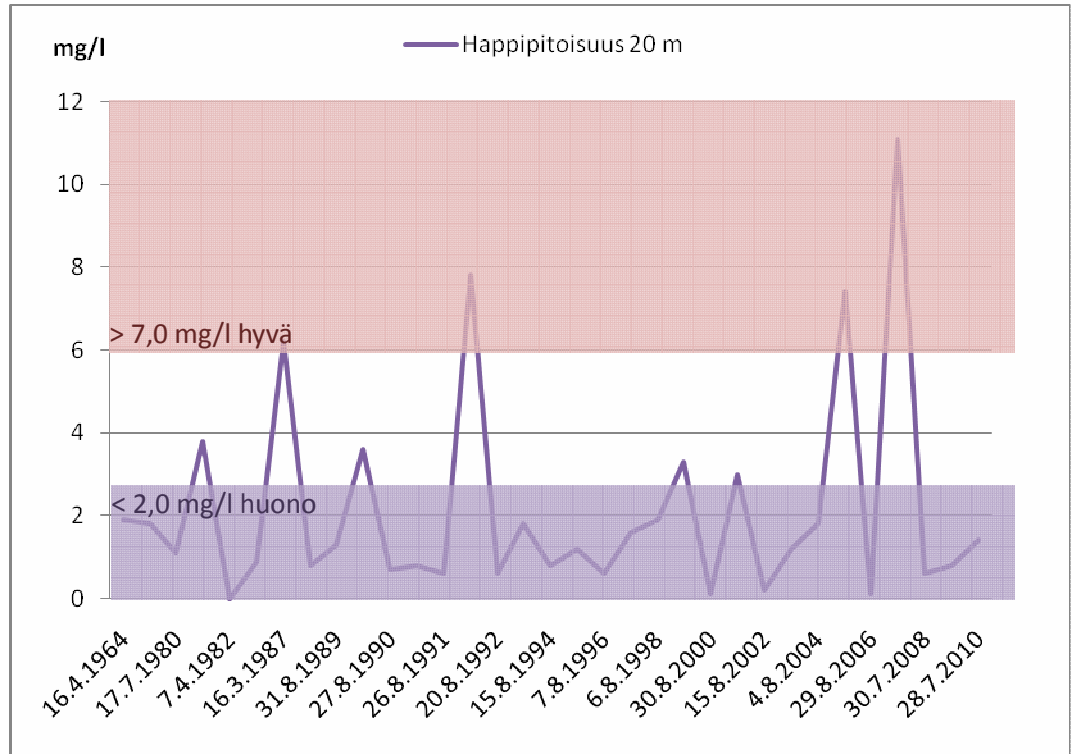
TAULUKKO 11. Vitträsk-järven vedenlaatuluokitus 2000-luvun seurantalosten keskiarvojen perusteella (keskiarvo 1 m:n syvyydessä laskettu Ympäristöhallinnon Herttapalvelun (2011) seurantaloksista)

	Keskiarvo (1 m)	Sijoittuu luokkaan	Vedenlaatuluokitus	Selitys
Happi	12,9	> 7,0	Erinomainen	Hyvä päällysveden happipitoisuus
Hapen kylläisyys (%)	96	80–110	Erinomainen	Erittäin hyvä happipitoisuus
Sameus (FTU)	1,2	> 1,5	Hyvä	Samea vesi
Sähkönjohtavuus (mS/m)	6,4	5–10 mg	Hyvä	Normaali sähkönjohtavuus
pH	7,2	< 7,0	Tyypillinen	Rehevä
Väriluku (mg Pt/l)	10	< 50	Erinomainen	Kirkas/väritön
COD Mn (mg/l O <sub>2</sub> )	2,6	< 4	Erinomainen	Vähähumuksinen, kirkas vesi
Kokonaistyyppi (µg/l)	423	400–800	Normaali	Humusvedet
Kokonaisfosfori (µg/l)	16	< 30	Hyvä	
Rauta (µg/l)	62	50–200	Erinomainen	Karu vesi
Kol. bakteerit (pmy/100 ml)	5	< 10	Erinomainen	Hygieeninen vedenlaatu
Alkaliteetti (mmol/l)	0,18	0,11–0,20	Hyvä	Erittäin hyvin puskuroidu
Alusveden hapettomuus	esiintyy	esiintyy	Välttävä	Kärsii talven ja kesän jälkeisestä alusveden hapenpuutteesta
Levähaitat	satunnaisesti	satunnaisesti	Hyvä	

Vitträsk-järvi sijoittui Uudenmaan ympäristökeskuksen vedenlaatuluokituksessa (Kuvio 2) luokkaan hyvä. 2000-luvun pintaveden seurantojen keskiarvojen perusteella (Taulukko 11), vedenlaatu on säilynyt hyvänä, ellei jopa erinomaisena. Vitträskin veden happipitoisuus on päällysvedessä erinomaista luokkaa. Samoin ovat myös veden värin ja raudan arvot sekä kemiallinen hapenkulutus.

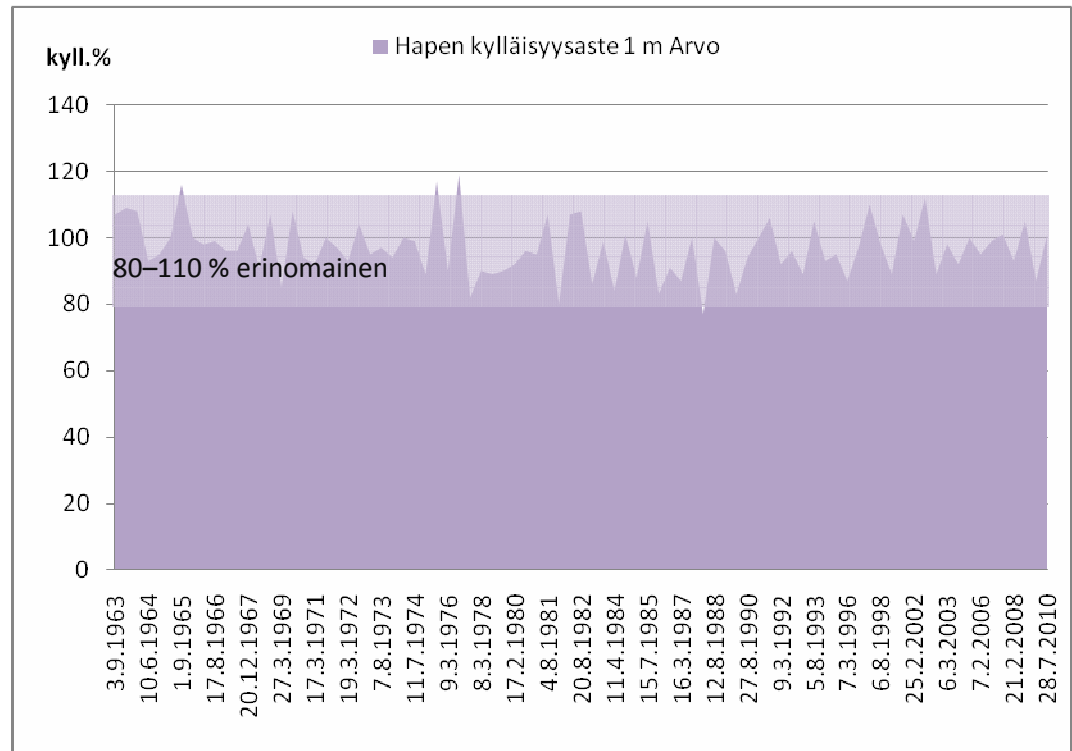
Täysin ongelmitta ei tämänkään järven kehitys jatku. Vedenlaatua heikentää toistuva alusveden hapettomuus. Syvänteen pohjan läheisen veden happipitoisuuden on todettu laskevan usein lähelle nollaa. Tätä tapahtuu sekä talvella että erityisesti kesän lämpötilakerrostuneisuuden aikana.

Happipitoisuuden vähenemistä on tapahtunut koko järven tutkimushistorian ajan. Alusveden heikko happipitoisuus liuottaa pohjan ravinteita ja rautaa veteen lisäen sisäistä kuormitusta. Myös Vitträskissä pintaveden hapen kylläisyysaste on noussut kesäisin yli sadan prosentin (Kuvio 28). Hapen kylläisyysaste on kuitenkin pysynyt 80–110 % välillä, mikä ilmentää erinomaista vedenlaatua.



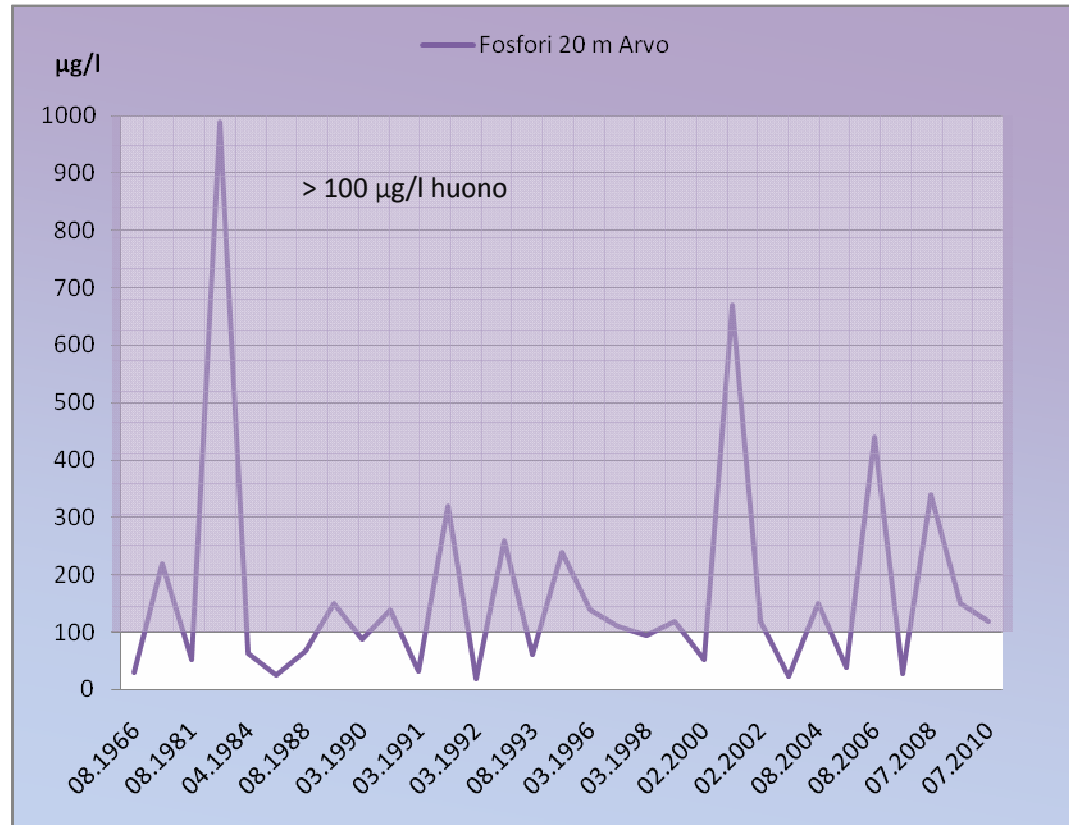
KUVIO 27. Vitträsk-järven alusveden happipitoisuuksien kehitystä kuvaava diagrammi vuosilta 1964–2010



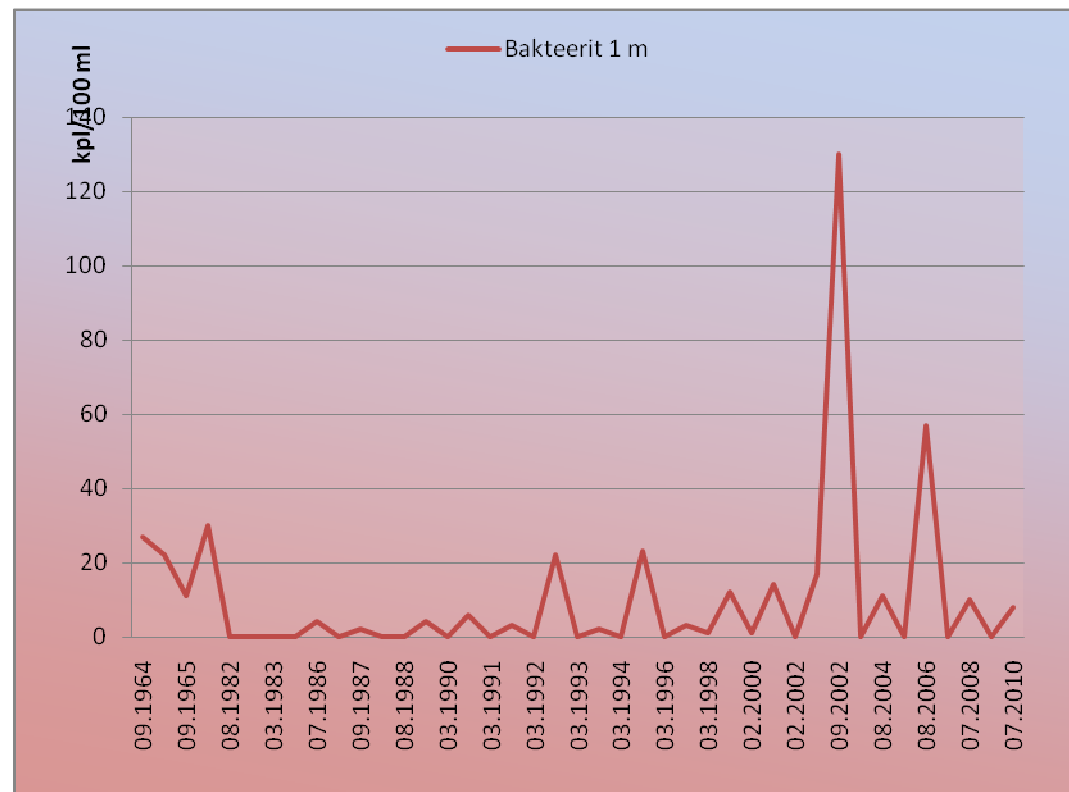


KUVIO 28. Vitträsk-järven hapen kylläisyysasteen kehitys vuosina 1963–2010

Ravinteiden osalta Vitträskin pintaveden fosforin pitoisuudet ovat olleet yleensä pieniä. 1980-luvun alussa tehtyjen mittausten tulokset ilmentävät kuitenkin korkeita fosforipitoisuuksia ja suolistobakteerien epänormaalia runsautta. Virokanaksen (1987) ja Marttisen (1990) mukaan 1980-luvulla järven tilan arvioitiin myös jonkin verran heikentyneen. Vitträskistä tehdyn kuormitusselvityksen perusteella järven sietoraja fosforin suhteen oli ylittynyt. Tätä ilmensivät lisääntyneet leväsiintymät. (Ranta 2002). Varsinkin kesän jälkeen alusveden fosforipitoisuudet nousevat hyvinkin korkeiksi ja ilmentävät huonoa veden laatua (Kuvio 30). Tavattujen korkeiden fosforipitoisuuksien lisäksi suolistobakteerien määrän selvä nousu todisti asumisesta johtuvien jätevesien pääsystä järveen.



KUVIO 29. Vitträsk-järven fosforipitoisuudet ajalta 1966–2010



KUVIO 31. Koliformisten bakteerien määrää kuvaava diagrammi vuosilta 1964–2010

## 7 YHTEENVETO

Voimakkaasti kasvavassa kunnassa ihmisen toiminnan vaikutus ympäristöön on voimistunut. Myös ympäristöön kohdistuvat vaatimukset ja toiveet ovat viime vuosikymmenien aikana muuttuneet. Lähialueiden asukkaat ja muut toimijat arvostavat puhdasta ja viihtyisää ympäristöä nykyään entistäkin enemmän. Kirkkonummen alueen järvet näyttelevät vielä tänäkin päivänä tärkeää roolia niin raakavesilähteinä kuin virkistyskäytössä.

Kirkkonummen kunnan alueella olevista 86:sta järvestä monet ovat luonnostaan matalia ja reheviä, mutta myös ihmistoiminta on vaikuttanut järvien veden laatuun heikentävästi. Tässä tutkimuksessa on käsitelty viittä alueen järveä, joiden tilan kehitystä analysoimalla on pyritty tuottamaan kattava yleiskuva järvien tilan kehityksestä, vedenlaadusta ja mahdollisista vedenlaatua pilaavista uhkatekijöistä. Kirkkonummen kunnan tekemät pitkäaikaiset vedenlaadun seurannat mahdollistivat tämän tutkimuksen tekemisen.

### 7.1 Vedenlaatutiedot kertovat järven tilasta

Tutkimusjärvistä on tehty vesianalyysejä jo vuosikymmenten ajan. Näytteitä on analysoitu vuosittain 1960-luvun puolivälistä 1990-luvun alkuun asti, jonka jälkeen analyysit on tehty joka toinen vuosi aina tähän päivään asti. Näytteenotoissa siirryttiin joka toinen vuosi tehtäviin tutkimuksiin taloudellisten syiden ohella siksi, ettei mittaustuloksissa tapahtunut merkittäviä muutoksia. Seurantatutkimukset tuottavat vertailukelpoisia tuloksia vasta pitkän ajan kuluttua. Vasta kun tuloksia on tarpeeksi, voidaan tehdä johtopäätöksiä.

Vesianalyysin tuloksia tarkasteltaessa huomataan, että monet muuttujista ovat sidoksissa toisiinsa. Järven veden ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät vaikuttavat niihin samansuuntaisesti tai joissakin tapauksissa täysin päinvastaisesti. Vedenlaatua kuvaavat muuttujat eivät vaihtelee yksiselitteisesti erilaatuisten järvien välillä. Lisäksi valuma-alueen ja järven ominaisuudet heijastuvat veteen. Vedenlaatumuuttujien perusteella ei voi suoraan päätellä mitään syytä, jotka niihin vaikuttavat.

## 7.2 Vedenlaatuluokituksen ongelmat

Järvien vedenlaadun luokittaminen ei olekaan niin yksinkertainen asia. Kauppila (1995, 52) vahvistaa tutkimuksessaan, että vedenlaatumuuttajat eivät vaihtele kaikki yksiselitteisen säännönmukaisesti. Esimerkiksi järven hydrologiset ominaisuudet vaikuttavat vedenlaadun tuloksiin. Mitä syvempi ja suurempi järvi ja mitä pidempi on viipymä, sitä suurempi on näkösyvyys ja talvella myös happipitoisuus. Myös Ulvi ym. (2005, 17) yhtyvät väitteeseen että järven veden laatu on useiden tekijöiden yhteisvaikutusten tulosta. Esimerkiksi ravinteiden pitoisuuksissa on vesistöjen välisiä luontaisia, kallio- ja maaperän laadusta johtuvia eroja, joita ei nykyisessä luokituksessa oteta huomioon. Alavaan, humuspeitteisen maan ympäröimään järveen kulkeutuu humusta ja ravinteita valunnan mukana. Tällainen järvi on luontaisesti rehevämpi ja ruskeavetisempi kuin hiekka- ja kalliomaiden järvet. Luonnontilastaan huolimatta tämän kaltaisia järviä pidetään kirkasvetisiä järviä huonompina, koska veden laadun arvioinnin perustana on ollut yksinkertainen ajatus – mitä pienemmät pitoisuudet laatuparametrien osalta vedessä on, sitä parempaa vesi on. (Ulvi ym. 2005, 16–17; Suomen ympäristökeskus 2009b.)

## 7.3 Tulosten luotettavuus

Suomen ympäristökeskuksesta (2009) huomautetaan että ”luontaisesti erilaisten vesistöjen sijoittaminen viisiportaiseen asteikkoon ei ole ongelmattonta.” Käyttökelpoisuusluokituksessa vesistöjä tarkastellaan tietystä näkökulmasta. Jos vaikkapa järvellä on luontaisesti suuri humuspitoisuus, se luokitellaan automaattisesti alempaan luokkaan, jolloin veden laatu myös heikkenee. Järvitutkimuksen teossa on tärkeää kokonaisvaltainen lähestymistapa: päätelmiä ei pysty tekemään ainoastaan yhteen menetelmään nojautuen.

Hämeen ELY (2011) myöntää yksittäisen vesinäytteen kertovan ainoastaan vedenlaadun tietyssä paikassa tietyllä hetkellä. Kunkin veden laatuun vaikuttavan tekijän merkitys on erilainen eri ajankohtana. Jos halutaan tehdä johtopäätöksiä vedenlaadusta on tilannetta ajateltava tarpeeksi laajasti.

## 7.4 Vesianalyysien tulokset

TAULUKKO 12. Vedenlaadun erinomaisuuksia ja ongelmakohtia tutkimusjärvis-  
sä 2000-luvun seurantalosten perusteella

Järvi	Vedenlaatu	Erinomaista	Ongelmat	Kuormitus
<b>Meiko</b>	Erinomainen	Happipitoisuus, hapenkylläisyys, sameus, sähköjohtavuus, väriarvot, bakteerit	Huono alkaliteetti, alusveden hapettomuus, rauta-arvojen heittelyt	Ilman mukana kulkeutuva hapan laskeuma
<b>Viträsk</b>	Erinomainen/ hyvä	Happipitoisuus, hapenkylläisyys, bakteerit, väriarvot, COD, Fe	Alusveden hapettomuus, fosforin erittäin suuret pitoisuudet, lisääntyneet bakteerimäärät	Haja-kuormitus valuma-alueelta (pelto, asutus)
<b>Storträsk</b>	Hyvä	Happipitoisuus, bakteerit, alkaliteetti	Alusveden hapettomuus, COD:n nousu, väri-arvojen nousu, ravinteiden määrän kasvu 2000-luvulla	Haja-kuormitus valuma-alueelta (pelto, asutus)
<b>Humaljärvi</b>	Hyvä	Happipitoisuus, väriarvot, bakteerit	Sameus, pH:n nousu, fosforin lisääntyminen, happipitoisuuden vaihtelut	Veden säännöstely, haja-kuormitus valuma-alueelta
<b>Lamminjärvi</b>	Tyydyttävä	Happipitoisuus, alkaliteetti	COD:n lisääntyminen, kiintoaineen määrän kasvu, sähköjohtavuuden kasvu, happipitoisuuden vaihtelut	Haja-kuormitus valuma-alueelta (asutus, moottoritie)
<b>Bakträsk</b>	Tyydyttävä	Happipitoisuus	COD:n lisääntyminen, rautapitoisuus erittäin huono, sameus huono, väriarvot	Kaatopaikan vedet, golfkentän vedet, haja-kuormitus valuma-alueelta

Taulukkoon 12 on koottu vedenlaadun erinomaisuuksia ja ongelmakohtia. Kaikki tutkimusjärvet saivat pintaveden happipitoisuudesta maininnan erinomainen. Päälysveden happipitoisuudet vaihtelivat välillä 7,1–12,9 mg/l. Myös veden hygieeninen laatu oli erinomainen muissa järvissä paitsi Lamminjärvessä ja Bakträskissä. Erinomaisia mainintoja saivat myös hapenkylläisyys ja kemiallisen hapenkulutuksen keskiarvot. Tutkimusjärvien ongelmiksi nimettiin erityisesti alusveden hapettomuus, ravinteiden määrän kasvu ja sameus. Myös rautapitoisuudet olivat joissakin järvissä koholla.

Tutkimuksesta kävi selvästi ilmi kuinka valuma-alueen maankäytöllä on vaikutus järven vedenlaatuun. Meiko ja Vitträsk sijoittuivat laatuluokituksessa parhaimmiston. Meikon ja Vitträskin valuma-alueella ei ole suurta likaavaa toimintaa. Meikon läheisyydessä ei ole asutusta, peltoviljelyä eikä teollisuutta, joten hajakuormitus on vähäistä. Vitträskin valuma-alueen suurella metsävaltaisuudella (73 %) on ilmiselvästi puhdistava vaikutus. Vaikka Vitträskin pintaveden fosforipitoisuudet edustavat hyvää (16 µg/l), alusveden fosforipitoisuudet (187 µg/l) kertovat erittäin korkeasta fosforipitoisuudesta. Järven sietorajan fosforin suhteen uskotaankin ylittyneen. Vaikka kaikki ulkopuolinen kuormitus järveen saataisiin loppumaan, Vitträsk kuormittaisi silti itse itseään. Myös suolistobakteerien määrän selvä nousu todistaa haja-kuormituksesta tulevia päästöjä.

Kirkasvetisiä ja kallioisessa maastossa sijaitsevia järviä on pidetty alttiina happamoitumiselle. Myös Meikon suurimpana uhkana on pidetty happamoitumista. Vaikka happamoitumista aiheuttavat päästöt ovat kääntyneet laskuun, ei Meikon alkaliteetti silti ole merkittävästi parantunut. Toisaalta veden pH-arvot ovat pysyneet normaaleina, joten tilanteen ei pitäisi olla vakava. Erityisesti pH-arvojen ja alkaliteetin seurantaan tulisi kiinnittää jatkossa erityishuomiota.

Storträsk ja Humaljärvi edustavat hyvää vedenlaatuluokkaa. Storträskin vedenlaadussa voidaan kuitenkin huomata tapahtuneen muutos 1990-luvun lopun ja 2000-luvun alun tienoilla. Tällöin alusveden fosforipitoisuudet ovat kääntyneet selvään nousuun, samalla pohjanläheisen veden happipitoisuudet ovat romahtaneet, ja paikoin esiintyy myös huomattavaa happikatoa. Myös kemiallinen hapenkulutus on kääntynyt nousuun.

Humaljärven veden sameuden kehitys on ollut nousujohteinen. Vaikka veden sameudelle ei ole asetettu hyvää heikompaan luokitusta, sameuden kohoaminen arvosta 4 FTU, arvoon 12 FTU kertoo sameuden huomattavasta kasvusta. Järven rehevöitymiskehitys on selvästi menossa heikompaan suuntaan. Vaikka veden väriarvot edustavat erinomaista, sameus ja pH-arvojen nousu kertovat muutoksista. Keväisin järven vesi nousee herkästi läheisille pelloille, mikä tuo ravinteita järveen. On hyvin vaikea arvioida mikä Humaljärven veden laatuun kohdistuvista

vaikutuksista on hajakuormituksen vaikutuksia ja mikä veden säännöstelyn vaikutuksia. Tässä tutkimuksessa on kuitenkin käynyt ilmi että Humaljärven vesi on sameutunut. Säännöstelystä aiheutuva epänormaali vedenkorkeuksiin puuttuminen on saattanut edesauttaa esimerkiksi rantavyöhykkeen eroosiota, mikä on johtanut veden sameutumiseen ja ravinnepitoisuuksien nousuun. Myös Ranta viittaa vastaavassa tutkimuksessaan että veden säännöstely on saattanut aiheuttaa syvänteiden alusveden happitilanteen heikentymistä.

Heikoimpaan vedenlaadun luokkaan sijoittuivat Lamminjärvi ja Bakträsk. Järviä yhdistää niiden mataluus. Kumpaisenkin järven kemiallinen hapenkulutus on ollut lievässä nousussa. Lisäksi Lamminjärven veden kiintoaineen määrä on ollut selvässä nousussa ja alusvedessä on esiintynyt happikatoa. Myös jätevesikuormitusta tyypillisesti ilmentävä sähkönjohtokyky on ollut koholla. Bakträskin veden rautarvot ovat hälyttävällä tasolla verrattuna muihin tutkimuksen järviin.

### 7.5 Mennyt ja tuleva

Tärkeintä Kirkkonummen alueen järvien tilan parantamisessa ja vedenlaadun heikkenemisen ehkäisemisessä on ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäminen. Kyrkslätts kommunin (2000, 20) tietojen mukaan kunnostustoimia ovat Kirkkonummella tehneet pääasiassa järvien suojelu- ja hoitoyhdistykset sekä kalastuskunnat. Kirkkonummen kunta on myös taloudellisesti avustanut kunnostustoimien tekemisessä.

Kunnan alueen järvissä tehdyt kunnostustoimet ovat käsittäneet erilaisia toimia sekä itse vesistöissä että niiden valuma-alueilla. Järvistä on tehokalastettu särkikaloja, niitetty vesikasvillisuutta, tehty pohjasedimentin ruoppauksia ja vettä on hapatettu. Kyrkslätts kommunin (2000, 20) selostaa että valuma-alueilta tulevaa kuormitusta on pyritty vähentämään rakentamalla laskeutusaltaita sekä ohjaamalla jätevesien käsittelyä vähemmän vesistöjä kuormittavaksi. Lisäksi myös valistusta ja selvitystyötä on tehty.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ympäristön tulevaisuutta ajateltaessa keskeisiä haasteita ovat ilmastonmuutos ja luonnonvarojen ehtyminen. Luonnonvarojen käyttöä pyritään tehostamaan kasvun turvaamiseksi. Samalla ympäristöarvot kohoavat taloudellisten arvojen rinnalle. Näin ollen ympäristö- ja raaka-aineongelmat kasvavat ja monimutkaistuvat. Vaikka yleinen kiinnostus ympäristön tilaan näyttää kasvavan, yleensä taloudelliset seikat saavat huomion kääntymään pois ympäristöstä. Siksi tarvitaan kansalaisten ympäristötiedon ja yhteiskunnallisen tietoisuuden lisäämistä.

Vesistöt ovat edelleen elintärkeitä elinkeinoa, asumista ja virkistyskäyttöä ajatellen. Puhdasta vettä siis tarvitaan. Ympäristömuutosten paineessa rantoja muokataan ja järviä kunnostetaan näiden arvojen saavuttamiseksi ja turvaamiseksi. Vesiensuojelu on osa ympäristönsuojelua ja vaikeasti rahassa arvioitavissa. Tämän tutkimuksen perusteella Kirkkonummen järvien suurin uhka tulevaisuudessa on järvien valuma-alueen maankäytön lisääntyminen. Valuma-alueelta tuleva valunta kuljettaa vesistöön epäpuhtauksia ja ravinteita. Lisääntynyt ravinnekuormitus alkaa näkyä levien, vesikasvuston ja kalaston lisääntymisenä. Lisääntynyt tuotanto lisää kulutusta, jolloin järven veden happipitoisuus laskee, mikä puolestaan voi aiheuttaa alusveden hapenpuutetta. Pohjan hapettomuus voi laukaista sisäisen kuormituksen, jolloin pohjasedimenttiin vuosien saatossa sitoutuneet ravinteet vapautuvat uudelleen kiertoon. Tästä seuraa rehevöitymisen noidankehä, jota on vaikea pysäyttää. Rehevöitymisen vaikutukset on jo nähtävissä osassa Kirkkonummen järvistä.

On kiistattomasti selvää, että valunnan mukanaan tuomat ravinteet rehevöittävät vesistöjä. Kirkkonummen järvien tulevaisuutta ajateltaessa olisi hyvin tärkeää pyrkiä ulkoisen ravinnekuormituksen vähentämiseen. Valuma-alueen maankäytön vaikutukset on nähtävissä tämänkin tutkimuksen järvissä. Esimerkiksi kunnan pohjoisosassa sijaitsevasta Lamminjärvestä, jonka rantoja kiertää omakotitalojen rihma tai länsiosan Bakträsk-järvestä, johon puro kuljettaa vanhan kaatopaikan ja läheisen golf-kentän vesiä. Myös Humaljärven vedensäännöstely ja läheisen asutuksen ja jätevedenpuhdistamon haja-kuormitus ovat muuttaneet järven ekologiaa.



Järvitutkimuksen teossa tärkeää on kokonaisvaltainen lähestymistapa. Vedenlaatua tarkasteltaessa on huomioitava etteivät vedenlaadun muuttajat ole välttämättä sidoksissa toisiinsa. Järven veden ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät eivät vaihtelee yksiselitteisesti erilaatuisten järvien välillä. Siksi kokonaiskuvan saanti rehevyyshaitoista kärsivistä järvistä on vaikeaa. On muistettava että vedenlaatumuuttujien arvot ovat kaikesta huolimatta tosia. Huolestuttavinta on ehkä se, että rehevyys- ja sinilevähaitat näyttävät olevan lisääntymässä, eivätkä kovimmakaan perinteisen vesiensuojelu keinot tunnu riittävän. Johtopäätöstä tukee kunnan länsiosassa sijaitseva Meiko. Järvi sijaitsee lähes autiolla alueella, jonka läheisyydessä ei ole asutusta, peltoviljelyä tai teollisuutta. Meikon vedenlaatu on säilynyt erinomaisena koko viidenkymmenen seurantavuoden ajan. Niinpä kaavoituksessa tulisi ottaa huomioon että eletään kuormittamatta järviä ja toisaalta saadaan hillittyä valuma-alueelta tulevaa kuormitusta.

## LÄHTEET

Borg, P. 2010. Livskvalitet - Miljövården i Kyrkslätt förr och nu. Kyrkslätt's hembygdsförening Rf. Tavastehus: Karisto.

Enckell, E., Airola, H., Tornivaara-Ruikka, R., Villa, L. & Salasto, R. (toim.) 2002. Ympäristön tila muuttuu. Julkaisu 296. Uudenmaan ympäristökeskuksen seurantaraportti. Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, yhteisön vesipolitiikan puitteista. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:FI:PDF>

Hallituksen esitys 120/2004. Vesien tila ja seuranta [viitattu 17.03.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2004/20040120>

Helminen, H., Mäkinen, A., Horppila, J. & Perttula, P. 1995. Järvien ympäristöekologia. 1. painos. Turun yliopisto. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A:36. Turku: Painosalama Oy.

Hertell, M., Alasaarela, E., Lappalainen, K.M. & Matinvesi, J., 1990. Katse tulevaisuuteen. Julkaisussa Ilmavirta, V., (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 465–467.

Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) 2011. [Päivitetty 19.01.2011]. Vedenlaatu vaihtelee luonnostaan. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 24.03.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=23420&lan=fi>

Itkonen, A., Kauppila, T., Pitkäranta, R. & Salonen, V. 1993. Kirkkonummen Lamminjärven, Lapinkylänjärven, Heparin, Vitträskin ja Meikon sedimenttitutkimus. Turun yliopisto: Maaperägeologian osasto. Raportti. Kirkkonummen ympäristönsuojelu.

Joensuu, I., Karonen, M., Kinnunen, T., Mäntykoski, M., Nylander, E. & Teräsvuori, E. 2010. Åtgärdsprogram för vattenvården i Nyland. Närings-, trafik- och miljöcentralen i nylands publikationer 2/2010. Helsingfors: Edita Publishing Ab.

Kauppila, T. 1995. Sedimentin kemialliset ominaisuudet järven tilan ja kehityksen kuvaajina. Pro gradu -tutkielma. Turun yliopisto, geologian laitos.

Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen, T. & Marttunen, M. 2008. Säännösteltyjen järvien ekologisen tilan arviointi. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Julkaisu 41. 105 s.

Kirkkonummen kunta, ympäristösuojeluyksikkö 2000. Luonnonsuojelualueet. Moniste-kirjanen. Kirkkonummen kirjasto.

Laki kuntien ympäristönsuojelun hallinnosta 1013/1996. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1986/19860064#a5.12.1996-1013>

Kyrkslätt's kommun, Miljövårdsenheten 2000. Miljöns tillstånd i Kyrkslätt.

Lakso, E. & Alasaarela, E. 1990. Järvien käyttö. Julkaisussa Ilmavirta, V., (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 17–30.

Lappalainen, K.M. 1990. Kunnostusta ja hoitoa vaativat ongelmat, rehevöitymistilanne Suomessa. Julkaisussa Ilmavirta, V., (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 108–133.

Lappalainen, K.M. & Hertell, M., 1990. Vesien suojelun, kunnostuksen ja hoidon yleistilanne. Julkaisussa Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 31–42.

Marttinen, M. 1990. Kirkkonummen järvien veden laadun kehitys 1960–1980-

luvuilla. Länsi-Uudenmaan vesiensuojeluyhdistys Ry. Tutkimusjulkaisu 91.

Matinvesi, J., Hellsten, S. & Ilmavirta, V. 1990. Suomen järvet, järvien erityispiirteet. Julkaisussa Ilmavirta, V., (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 5–16.

Ojala, S. 2008. Humaljärven ja Kvarnbyån veden laadun tarkkailun vuosiyhteenvedo 2007. Tekijä: ((FGG) (Finnish Consulting Group) Plankeo Oy. Kenelle: Suomen Sokeri Oy ja Kirkkonummen kunta. 9 s.

Peltonen, P. 2004. Humaljärven ja Kvarnbyån veden laadun tarkkailun yhteenvedo vuodelta 2003. Tekijä: Suunnittelukeskus Oy. Kenelle: Suomen Sokeri Oy ja Kirkkonummen kunta. 8 s.

Ranta, E. & Mutttilainen, A. 1994. Humaljärven kalataloudellinen tarkkailu vuosina 1993 – 1994. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö Ry. Tutkimusjulkaisu 39. Kirkkonummen ympäristönsuojelu.

Ranta, E. 2002. Kirkkonummen järvien tila ja veden laadun kehitys 1960-luvulta 2000-luvulle. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö Yy. Tutkimusjulkaisu 124. Kirkkonummen ympäristönsuojelu.

Ranta, E., 2008. Kirkkonummen järvitutkimus kesällä 2008. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö Ry. Moniste. Kirkkonummen ympäristönsuojelu.

Ranta, E. 2010a. Kirkkonummen järvitutkimus kesällä 2010. Länsi-Uudenmaan vesi- ja ympäristö Ry. Moniste. Saatavissa:  
[http://www.kirkkonummi.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/kirkkonummi/embeds/kirkkonummiwwwstructure/21591\\_Kirkkonummen\\_jarvitutkimus\\_kesalla\\_2010.pdf](http://www.kirkkonummi.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/kirkkonummi/embeds/kirkkonummiwwwstructure/21591_Kirkkonummen_jarvitutkimus_kesalla_2010.pdf)

Ranta, E. 2010b. Humaljärven vesikasvillisuustutkimus vuonna 2010. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö r.y. Tutkimusraportti 229/2010. 36 s.

Selin, E. 2011. Kirkkonummen kunnan ympäristöpäällikkö. Keskustelu Kirkkonummella 02.04.2011.

Suomen ympäristö 2007. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Valtionneuvoston periaatepäätös. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Helsinki 10/2007. Vammala: Vammalan kirjapaino. [viitattu 23.03.2011].  
Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=66351&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2004. [Päivitetty 15.04.2004]. Veden ominaisuuksia – veden väri. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 13.04.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12874&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2005a. [Päivitetty 18.01.2005].  
Käyttökelpoisuusluokitus – luokitusjaksojen vertailu 1984 – 2003. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 18.03.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14948&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2005b. [Päivitetty 19.01.2011]. Veden ominaisuuksia. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 16.03.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9572&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2008. [Päivitetty 12.06.2008]. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 09.03.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=7543&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2009a. [Päivitetty 14.08.2009]. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus ja vedenalatuokituksen kriteerit. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 07.03.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=108890&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2009b. [Päivitetty 14.08.2009]. Pintavesien laatuokkaan liittyvät epävarmuudet. Vesien tila – käyttökelpoisuusluokitus ja vedenlaatuokituksen kriteerit. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 09.03.2011].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=15404&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2010a. Valuma-alue. Vesistö tutkimus. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 09.03.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8550&lan=FI>

Suomen ympäristökeskus 2010b. [Päivitetty 04.02.2011]. Jokien ja järvien vedenlaadun vertailuolujen ja pitkäaikaismuutosten seuranta. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 16.03.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=10290&lan=sv>

Suomen ympäristökeskus 2010c. [Päivitetty 09.04.2010]. Suomen säännöstellyt järvet ja joet. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 18.03.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=652&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2010d. [Päivitetty 23.11.2010]. Vesien tilan seuranta. Valtion ympäristöhallinto [17.03.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=113404&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2011a. [Päivitetty 14.01.2011]. Veden kemiallista laatua kuvaavia muuttujia. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 16.03.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17447&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus, 2011b. Happi vedenlaatua kuvaavana muuttujana. Hämeen ELY [viitattu 21.03.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17447&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2011c. Veden ominaisuuksia. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 15.04.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9572&lan=FI>

Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. Suomen Ympäristökeskus.

Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy.

Uudenmaan ympäristökeskus 1998. Suomen Natura 2000-kohteet. Meiko-Lapträsk. Uudenmaan ympäristökeskus. Julkaisussa: Kirkkonummen kunta - luonnonsuojelualueet. Ympäristönsuojeluyksikkö.

Vesilaki 264/1961. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1961/19610264>

Virtanen, J. 2007. Humaljärven ja Kvarnbyån veden laadun tarkkailun vuosiyhteenveto 2006. Suunnittelukeskus Oy. Helsinki. Moniste-kirjanen.

Ympäristöhallinnon Hertta-palvelu 2011. Ympäristöhallinnon hallintajärjestelmä Hertta. Aineiston latauspvm. 30.03.2011. Valtion ympäristöhallinnon virastot [viitattu 30.03.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/oiva>

Ympäristönsuojelulaki 86/2000. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>