

# **LOPEN KAARTJÄRVEN TILA JA TOIMENPIDESUOSITUKSET**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Hämeenlinna 18.4.2008

Marjut Remes



Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Visamäentie 35  
13100 HÄMEENLINNA

Työn nimi Lopen Kaartjärven tila ja toimenpidesuosituksset

Tekijä Marjut Remes  
Selkäsuonkatu 9 A 12  
13100 HÄMEENLINNA

Toimeksiantaja Kaartjärven suojeluyhdistys ry

Ohjaava opettaja Harri Mattila

Hyväksytty \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 20 \_\_\_\_\_

Hyväksyjä Harri Mattila

Hämeenlinna  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Marjut Remes	<b>Vuosi</b> 2008
<b>Toimeksiantaja</b>	Kaartjärven suojeluyhdistys ry	
<b>Työn nimi</b>	Lopen Kaartjärven tila ja toimenpidesuosituksset	
<b>Työn säilytyspaikka</b>	HAMK, Hämeenlinna	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä selvitettiin Vanajan reittiin kuuluvan Kaartjärven tila ja tarkasteltiin järveen kohdistuvaa kuormitusta. Työn tilaaja Kaartjärven suojeluyhdistys on vuosikymmenien ajan toiminut aktiivisesti järven hyväksi. Suojeluyhdistyksen harkinnassa on kesäaikaisen vedenpinnankorkeuden nosto. Työhön sisällytettiin vedenpinnan noston hakemuskirjelmään ja suunnitelmaan liittyviä tietoja.

Tavoitteena oli kerätä yhteen kaikki tieto järvestä, sen valuma-alueesta sekä virtaamista. Menetelmänä oli kirjallisen aineiston koonti suojeluyhdistyksen arkistosta sekä alan kirjallisuudesta. Muita menetelmiä olivat eri toimijoiden yhteydenotot ja haastattelut sekä hajakuormituksen jaottelu karttatarkasteluna. Lisäksi kuormitusta selvitettiin teoreettisilla ominaiskertoimilla ja laskelmilla. Lähivaluma-alueelle tehtiin myös maastokäynti.

Kaartjärvi soveltuu erinomaisesti virkistyskäyttöön. Hyvää laatuluokitusta heikentää 2000-luvulla alusvedessä esiintynyt hapettomuus. Tämä aiheuttaa lievää sisäistä kuormitusta, jonka seurauksena sedimentistä on vapautunut fosforia. Varsinainen kuormitus syntyy järven lähivaluma-alueelta.

Vedenlaadun turvaamiseksi annettiin toimenpidesuosituksia sekä valuma-alueen että järven suhteen. Ensisijaisesti suositellaan ulkoiseen kuormitukseen puuttumista. Kuormitusta vähennetään liittymällä vastikään rakennettuun viemäriverkkoon. Samoin alueen maa- ja metsätalouden toimilla on suuri vesiensuojelullinen merkitys. Järven sisäinen kuormitus vaatii lisätutkimuksia. Tulevia hankkeita varten yhdistystä ohjeistetaan eri rahoituslähteiden ehtoihin.

**Avainsanat** Kaartjärvi, valuma-alue, järveden laatu, vesistön kuormitus, järven kunnostus

**Sivut** 66 s. + liitteet 26 s.

Hämeenlinna

Degree Programme in Environmental Technology

---

<b>Author</b>	Marjut Remes	<b>Year</b> 2008
<b>Commissioned by</b>	Kaartjärven suojeluyhdistys ry	
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	The State of Lake Kaartjärvi at Loppi and Recommendations for its Measure	
<b>Archives</b>	HAMK University of Applied Sciences, Hämeenlinna	

---

#### ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to define the state of Lake Kaartjärvi and the load directed to the lake which belongs to the route of Vanaja. The subscriber of the thesis Kaartjärven suojeluyhdistys has for decades been actively operating for the lake. Increasing of the water level in the lake has also been in cogitation. Information needed in the application and plan of raising water level was entered into the thesis.

The aim was to assemble all information of the Lake and its flows and water catchment area. Methods used were accumulating literal material from the archive of the association and from specialized literature. Also associates were contacted and interviewed and the scattered load of the lake was divided based on an analysis of a map. As well the load was researched by theoretical factors and calculations. A field survey was also done.

The applicability of the lake for refreshing is excellent. In recent years the quality classification is degraded by absence of oxygen in lower water. This causes slight interior load resulting in the sediment emitting phosphor. The load directed to the lake comes primarily from the close water catchment area.

To secure the water quality recommendations for measures were given concerning both the water catchment area and the lake. Operating with the eternal load coming from the catchment area is primarily recommended. The load is diminished by joining into the newly constructed drainage. Likewise actions in agriculture and forestry have a great importance in the aquatic protection of the lake. The interior load of the lake demands some research. For forthcoming projects the association is instructed for terms in different financial recourses.

**Keywords** Kaartjärvi, water catchment area, quality of lake water, load of water system, restoration of a lake

**Pages** 66 p. + appendices 26 p.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET .....	2
2.1	Työn rajaus ja tavoitteet .....	2
2.2	Suunnittelun kulku ja työn toteutus.....	2
3	TAUSTATIETOA KAARTJÄRVESTÄ .....	3
3.1	Järven morfologia.....	3
3.2	Vesikasvillisuus.....	4
3.3	Pohjaeläimistö .....	4
3.4	Kalasto.....	5
4	KAARTJÄRVEN VALUMA-ALUE.....	5
4.1	Valuma-alueen rajaus .....	5
4.2	Alueen maankäyttö.....	6
4.3	Kaartjärveen laskevat ojat .....	7
4.4	Räyskälän geologinen rakenneselvitys.....	7
4.5	Järven hydrologia .....	8
5	KAARTJÄRVEN VEDENLAATU .....	9
5.1	Vedenlaadun tarkkailu.....	10
5.2	Kokonaisfosforin ja happipitoisuuden kehittyminen vuosina 1973 – 2007.....	10
5.3	Vedenlaadun nykytila.....	12
5.3.1	Rehevyytaso ja happipitoisuus.....	12
5.3.2	Happitilanne ja rauta.....	14
5.3.3	Väri .....	14
5.3.4	Happamuus ja alkaliniteetti .....	15
6	MAHDOLLINEN VEDENPINNAN NOSTO.....	16
6.1	Lupakysymykset.....	16
6.2	Hakemuskirjelmä ja suunnitelma .....	17
6.2.1	Yleiskuvaus .....	17
6.2.2	Järven aikaisemmat vaiheet .....	18
6.2.3	Suunnitelman tarkoitus .....	18
6.2.4	Kartat ja korkeustaso .....	18
6.2.5	Syvyysuhteet ja rantojen korkeussuhteet .....	18
6.2.6	Vesistön kuormitus, nykytila ja vedenlaatu.....	19
6.2.7	Hydrologia .....	19
6.2.8	Kalastus ja luonnonolot .....	19
6.2.9	Vesistön nykyinen käyttö ja rantojen laatu.....	20
6.2.10	Rakenteet .....	20
6.2.11	Vaikutukset .....	20
6.2.12	Hankkeen toteutus ja kustannukset.....	21
6.2.13	Hyödyt .....	21
6.2.14	Kunnossapito ja vaikutusten seuranta.....	21
6.2.15	Oikeudelliset perusteet .....	21

6.2.16	Tarvittavat liitteet .....	21
6.3	Vedenkorkeudet ja virtaamat .....	22
6.3.1	Kaartjärven vedenkorkeudet.....	22
6.3.2	Järven valuma- ja virtaamatiedot.....	23
7	RAHOITUSLÄHTEET .....	24
7.1	Valtion osallistuminen rahoitukseen .....	24
7.2	EU-rahoitus .....	24
7.2.1	Erityistukisopimukset .....	25
7.2.2	Paikallinen maaseudun hanketoiminta .....	25
7.3	Metsätalous ja vesiensuojelu.....	26
7.3.1	Metsätalouden luonnonhoitohankkeet.....	27
8	VALUMA-ALUEEN KUORMITUSTARKASTELU .....	27
8.1	Kuormituksen lähteet .....	28
8.1.1	Sisäinen kuormitus .....	29
8.1.2	Ravinteiden käyttökelpoisuus.....	29
8.1.3	Kuormitushuiput.....	30
8.2	Kaartjärven pistekuormittajat.....	30
8.2.1	Kaartjärven runkovesijohto ja kokoojaviemäri .....	31
8.3	Haja- ja loma-asutuksen jätevedet.....	32
8.3.1	Kaartjärven jätevesikuormitus.....	33
8.4	Maatalouden kuormitus.....	34
8.4.1	Ympäristötuen hyöty vesistöjen kannalta.....	35
8.5	Metsätalous.....	35
8.5.1	Toimenpiteet ja valumavedet .....	36
8.5.2	Suo-ojitukset.....	37
8.5.3	Kaartjärven fosfori- ja typpikuormitus.....	38
8.6	Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma .....	39
8.7	Ulkoinen kuormitus yhteensä.....	40
8.7.1	Rekolaisen kuormitusmalli .....	40
8.7.2	Kuormitustulosten vertailu .....	41
8.8	Kokonaiskuormitus ja sisäinen kuormitus .....	41
8.8.1	Luusuan fosforimäärä ja ravinteiden pidätyminen .....	42
8.8.2	Fosforikuormituksen sietoraja .....	43
9	TAVOITTEET JA TOIMENPITEET .....	43
9.1	Vaikuttaminen ulkoiseen kuormitukseen.....	44
9.2	Keskitetty jätevesihuolto .....	44
9.2.1	Ranta-asukas ja vesiensuojelu .....	45
9.2.2	Pienpuhdistamoiden ongelmat.....	46
9.3	Maatalous .....	47
9.3.1	Ravinneylijäämän vähentäminen.....	47
9.3.2	Suojavyöhykkeiden perustaminen.....	48
9.3.3	Laskeutusaltaan ja kosteikon toimintaperiaate .....	49
9.3.4	Säätösalaajitus .....	50
9.4	Metsätaloustoimet .....	51
9.4.1	Kunnostusojitus .....	51
9.4.2	Maanmuokkaus.....	52
9.4.3	Hakkuiden vesiensuojelu .....	53

9.4.4	Lannoituksen ravinnehuuhtoumat .....	54
9.5	Toimenpiteet järvessä.....	54
9.5.1	Koekalastus ja ravintoketjukurkinnostus .....	55
9.5.2	Hapettaminen.....	57
10	YHTEENVETO .....	59

## LÄHTEET

## LIITTEET

LIITE 1	Järvikortti
LIITE 2	Kaartjärven valuma-alue
LIITE 3	Kaartjärven ympäristön siivikkomittaukset
LIITE 4	Vedenlaatumittaukset 1984 – 2007 (Hämeen ympäristökeskus)
LIITE 5	Vedenlaatumittaukset 1973 – 2003 (KVVY ry)
LIITE 6	Vedenkorkeushavainnot 1994 – 2007
LIITE 7	Valuma- ja virtaamatiedot
LIITE 8	Veden sähkönjohtavuus, väriarvo, kemiallinen hapenkulutus 1973 – 2007

## 1 JOHDANTO

Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivi tuli voimaan vuonna 2000. Joulukuussa 2004 hyväksytty laki toteuttaa vesipuitedirektiivin Suomessa. Tarkoituksena on vuoteen 2015 mennessä saattaa EU:n vedet, kaikki vedet pohjavedet mukaan lukien, hyvään tilaan. Järvien kunnostushankkeissa direktiivin oleellinen tavoite on hyvän ekologisen ja kemiallisen tilan saavuttaminen. /9; 10; 5/

Kaartjärvi on käyttökelpoisuusluokitukseltaan hyvä, mutta järven fosforipitoisuudessa on todettavissa loiva nouseva suunta. Aiemmin fosforipitoisuus on ollut melkein poikkeuksetta karuille vesistöille ominainen. Kaartjärvi kuuluu Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen tarkkailun piiriin ja järven vedenlaatua on tutkittu jo vuonna 1966.

Järven suojeluyhdistys on kiinnostunut kesäaikaisen vedenpinnankorkeuden nostosta. Tähän tarvitaan ympäristölupaviraston lupa sekä alueen asukkaiden lähes yksimielinen kannatus. Tämän työn on tarkoitus toimia pohjana mahdollista seuraavaa vaihetta varten.

Kaartjärvestä on tehty yksittäisiä tutkimuksia muun muassa vesikasvillisuuden ja pohjaelämistön suhteen. Työn tavoitteena on selvittää valuma-alue tarkastelun avulla järven kuormitus, jonka perusteella toimenpiteet voidaan kohdentaa tarkemmin. Syyt järven nykytilaan ja kuormitukseen, sen aiheuttajiin ja määriin selviävät valuma-aluekartoituksen avulla.

Kaartjärvellä kuormituksen laskelmat perustuvat ominaiskertoimiin, koska tarkat ja pidemmän seurantajakson tutkimustiedot puuttuvat muun muassa virtaamista ja niiden pitoisuuksista sekä järven sedimentaatiosta. Teoreettisten kuormituslaskelmien avulla saadaan karkea arvio järven tilasta.

Vesistöhankeissa rahoitusta tarvitaan monessa vaiheessa. Talkootyöhön tai jäsenmaksuihin perustuva rahoitus ei aina riitä. Rahoitukseen löytyy useita vaihtoehtoja hankkeen luonteesta riippuen. Työssä esitellään, mitkä tekijät vaikuttavat rahoituslähteen valintaan. Yhteistyötahoja on useita. Taloudellisesti ja vesiensuojelullisesti on tärkeää, että vähät resurssit kohdennetaan oikeisiin menetelmiin.

Ensisijaisena toimenpiteenä on ulkoisen kuormituksen vähentäminen kaikkien päästölähteiden suhteen. Vasta tämän jälkeen puututaan fosforin sisäiseen kuormitukseen pohjasedimentistä.



## 2 TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Huoli kotijärvestä on monen suojeluyhdistyksen arkea. Hyviä tuloksia kohtuullisin kustannuksin saadaan, kun ryhdytään toimiin järven vedenlaadun ollessa vielä hyvä. Näin toimi Lopen Kaartjärven suojeluyhdistys ry ja otti syksyllä 2007 yhteyttä Hämeen ammattikorkeakouluun. Suojeluyhdistys halusi selvittää järven kunnostustarpeen, yhtenä huolenaiheena oli myös järven veden vähyys.

### 2.1 Työn rajaus ja tavoitteet

Työn toimeksiantajan kanssa pidettiin palaveri Hämeen ammattikorkeakoululla lokakuun alussa 2007. Suojeluyhdistyksen puheenjohtaja Altti Heinonen, ympäristötekniikan koulutusohjelman yliopettaja, tohtori Harri Mattila sekä työn tekijä sopivat alustavasti opinnäytetyön sisällöstä. Palaverissa muun muassa todettiin, että vedenpinnan nosto on selvityksenä niin laaja, että siinä on oma erillinen opinnäytetyön paikka.

Työn tavoitteeksi sovittiin eri viranomaistahoilta kerättävän lähtöaineiston perusteella tehtävä järven ja valuma-alueen kuormitustarkastelu, johon toimenpide ehdotukset pohjautuisivat. Mikäli järvestä ja sinne virtaavista ja sieltä poistuvista vesistä ei löydetä riittävästi tietoa, kuormitusselvitys tehtäisiin lähinnä karttatarkasteluna ja maastokatselmuksin. Työhön haluttiin sisällyttävän myös vedenpinnan noston lupa-asioita ja hakeuskirjelmän sisältöä nimenomaan Kaartjärven näkökulmasta.

### 2.2 Suunnittelun kulku ja työn toteutus

Vesistöjen kunnostus- ja hoitohankkeissa tutkimuksiin käytettävissä oleva rahamäärä on rajallinen, jolloin sen kohdentaminen järkevästi edellyttää perinpohjaista olemassa olevan tiedon kokoamista ja hyödyntämistä. Työ aloitettiin selvittämällä Kaartjärven historia eli kehityksen suunta, perustiedot, kuten muun muassa hydrologiset ja morfologiset tiedot sekä vedenlaatututkimukset ajanjaksolta 1973 – 2007. Lähteenä työssä on käytetty kirjallisuutta, peruskarttoja, Kaartjärvestä kirjoitettuja tutkimuksia ja artikkeleita sekä viranomaisilta saatuja muistioita ja seurantatietoja. Maaliskuussa 2008 oli myös tarkoitus suorittaa Kaartjärven syvännekohdan happi- ja pH-mittauksia. Heikon jäätilanteen vuoksi tämä jäi toteutumatta. Käytössä oli kuitenkin varsin tuoreet mittaustulokset syyskuulta 2007.

Tutkimustarpeet saadaan yksilöityä kartoituksen aikana ja selvitys antaa suojeluyhdistykselle tietoa järven tilasta sekä käytännön työkalut vaadittaviin toimenpiteisiin tarkkuudella, minkä lähtöaineisto antaa myöten. Työ toimii myös pohjana mahdollista seuraavaa vaihetta eli vedenpinnan nostohanketta varten muun muassa vedenlaadun, hydrologian ja morfologian sekä vedenkorkeuksien, virtaamien ja valuma-alueen rajauksen suhteen.

Kaartjärven suojeluyhdistys ry on anonut rahoitusta järven selvitys- ja kunnostustöihin Emo ry:ltä. Eteläisen maaseudun osajat -yhdistys toimii

maaseudun kehittäjänä Hyvinkään ja Riihimäen alueella. Kunnostushankkeessa suojeluyhdistyksen etu sekä rahoituksen että työn näkökulmasta on hankkeen vaiheistaminen. Näin sekä rahoitus että työpanos kohdistuvat kuhunkin meneillään olevaan vaiheeseen. On tärkeää huomioida, että kaikki myöhemmät tutkimukset ja selvitykset tarvitsevat tekijänsä, jolloin tutkimus- ja työvoimakuluihin on syytä varautua silloinkin. Vaiheistamalla hanke selkeisiin osiin viestitään eri toimijoille hankkeen kulusta sekä voidaan määrätietoisemmin keskittyä oleelliseen. Näin voidaan monesti vähillä resursseilla kohdentaa voimavarat tarkoituksenmukaisesti.

### 3 TAUSTATIETOA KAARTJÄRVESTÄ

Järven hoitoa ja kunnostusta suunniteltaessa lähtökohtana on järven tilan ja aiempien tutkimusten selvitys. Näiden pohjalta tehdään tarpeen vaatiessa erilaisia lisätutkimuksia ja suunnitelmia. Kaartjärven suojeluyhdistyksen yli 30-vuotisesta toiminnasta on tehty historiikki, joka antaa viitteitä aiemmista tutkimuksista ja raporteista.

#### 3.1 Järven morfologia

Kaartjärvi on Kanta-Hämeessä sijaitsevan Lopen kunnan kolmanneksi suurin järvi ja se muodostaa oman valuma-alueensa, jonka pinta-ala on 66,57 km<sup>2</sup> ja järvisyys 17,7 %. Kaartjärvi laskee vetensä Kaartjokea pitkin Haapajärveen, josta edelleen Hyvikkälänjoen kautta Janakkalan Kernaalanjärveen. /1; 12/

Järven morfologiaan kuuluvat muun muassa järven pituus-, leveys- ja syvyysuhteet sekä tilavuus- ja pinta-aliatiedot. Kunnostuksen näkökulmasta syvyys- ja tilavuustiedot ovat tärkeimmät. /2/

Hämeen ympäristökeskuksen toimialueella Kaartjärvi luodattiin vuonna 2004. Syvyyskartoitusta tuottaa yleispiirteistä järven pohjamuotoja kuvaava paikkatietoaineisto, jota käytetään hyväksi muun muassa erilaisten kunnostushankkeiden suunnittelussa. Taulukosta 1 käy ilmi järven vesiala, tilavuus, kokonaisrantaviiva ja keskisyvyys sekä suurin syvyys. /3; 4/

TAULUKKO 1 Taustatietoa Kaartjärvestä

Valuma-alue	66,57 km <sup>2</sup>
Järven pinta-ala	747,56 ha
Tilavuus	n. 25 milj. m <sup>3</sup>
Keskisyvyys	3,35 m
Suurin syvyys	16,38 m
Kokonaisrantaviiva	24,92 km

Suomen ympäristökeskuksesta hydrologian yksiköstä saadun järvikortin (liite 1) perusteella Kaartjärven vesiala on aiemmista tiedoista poiketen hieman suurempi ja tilavuus huomattavasti pienempi. Aiemman vesialan 735,0 ha sijaan, järven pinta-alaksi ilmoitetaan kaikuluotauksen perusteella 747,6 ha eli 7,5 km<sup>2</sup>. Selkeä muutos on tapahtunut järven tilavuustiedossa, jossa vanhana tietona on Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen (KVVY) Kaartjärveä koskevilla sivuilla 39,2 miljoonaa m<sup>3</sup>. Suoritetun kaikuluotauksen tulokseksi saatiin 25,0 miljoonaa m<sup>3</sup>. Tiedusteltaessa kaikuluotauksen tekijöiltä suurta tilavuuseroa aiemman tilavuuslaskelman otaksuttiin mahdollisesti perustuneen arvioituun keskisyvyyteen. Järvikartoituksessa Kaartjärvestä tehtiin syvyysaineiston avulla kolmiomalli, joka antoi aiemmasta poikkeavan uuden tilavuuden. Tulosta pidetään luotettavana. /4; 17)

### 3.2 Vesikasvillisuus

Kaartjärven vesikasvillisuudesta on tehty vuonna 1981 pro gradu - tutkielma ja kasvistosta löytyi lajeja, jotka viittasivat järven rehevöitymiseen. /8/

Lopen kasvistoa tutkinut FL Erkki Vilpa on veneestä selvitelty melko perusteellisesti Kaartjärven kasviston. Hämeen ympäristökeskus kuitenkin toteaa Kaartjärven vedenpinnan nostokokouksessa syyskuussa 2007, ettei järven alueella ole tehty luontoselvityksiä. Mikäli nostohanketta lähdetään suunnittelemaan, ympäristökeskus vaatii alueen kasvillisuuden, kalaston ja linnuston selvittämistä. /54; 27/

### 3.3 Pohjaeläimistö

Pohjaeläimet ovat tärkeitä ympäristön tilan ilmentäjiä ja ne osoittavat pidemmän aikavälin olosuhteita, kuin esimerkiksi veden kemialliset muutujat. Pohjaeläimistä suurin osa käyttää ravinnokseen pohjalietteen pinnalle sedimentoituvaa, osittain hajonnutta orgaanista ainesta. Osa pohjaeläimistä on kasvinsyöjiä ja osa petoja. Itse eläimistö on tärkeä kalojen ravintokohde ja niiden määrä vaikuttaa kalatuotantoon. /5/

KVVY on ottanut vuonna 1992 pohjaeläinnäytteitä Kaartjärven keskiosista, Antinniemen edustalta olevasta syvänteestä. Kaartjärveltä löytyi lajistoltaan ja massaltaan runsas pohjaeläimistö. /6/

Pohjan kuntoa mitattiin Chironomidi-indeksin avulla, jonka perusteella 3,5 metrin pohjan todettiin olevan rehevydeltään keskimääräisen ja lievästi rehevän välillä. 8 metrin syvyydellä pohja todettiin lähinnä reheväksi ja syvemmällä vain lievästi reheväksi. /6/

### 3.4 Kalasto

Kaartjärvi mainitaan Vanajanreitien kalapaikkaoppaassa. Oppaan mukaan järvestä tavataan haukea, kuhaa, siikaa ja jopa taimenia. Lisäksi järvi tunnetaan hyvän uisteluvetenä. /7/

Kaartjärven suojeluyhdistyksen 30-vuotishistoriikissa mainitaan vuosina 1993 – 1995 yhteistyössä kalastuskuntien kanssa suoritetuista tehokalastuksista. Nuottausta ei enää suoritettu vuonna 1996 kalastuksen saaliin voimakkaan vähenemisen johdosta. Tarkempaa tietoa tehokalastuksen vaikutuksesta järven tilaan ja kalastoon ei ole mainittu. Historiikin mukaan Salon, Räyskälän ja Vojakkalan kalastuskunnat ovat istuttaneet vuosittain järveen muun muassa planktonsiikaa, kuhaa, haukea, järvisiikaa, järvi-taimenta ja lahnaa sekä täplärapuja. /8/

Kalatarkkailuraporttia Kaartjärven kalastosta viimeisten 20 vuoden ajalta ei ole tehty. Syyskuun 2007 kokousmuistiosta, joka perustuu järven vedenpinnan nostoon, löytyy maininta, jossa Hämeen ympäristökeskus kehottaa nostohanketta suunniteltaessa selvittämään muun muassa alueen kalaston. /27/

## 4 KAARTJÄRVEN VALUMA-ALUE

Valuma-alue on hydrologian keskeinen käsite, jolla tarkoitetaan vedenjakajien rajaamaa kokonaisuutta, johon satanut vesi kulkeutuu kyseisen vesistön kautta. Alueen järvet, lammet, joet ja purot muodostavat vesistön. Laajoista valuma-alueista käytetään nimitystä vesistöalue. Valuma-alueilla on ominaispiirteensä, joihin vaikuttavat muun muassa alueen pinta-ala, muoto ja järvisyys sekä topografia, kasvillisuus, maasto-, maaperä- ja kallioperätekijät. Ihmisen toiminnan vaikutus hydrologiseen kiertoon on huomattava. /11; 12/

### 4.1 Valuma-alueen rajaus

Kaartjärven valuma-alue on virallisesti määritelty Suomen vesistöalueet - julkaisussa. Vesistöaluejaossa päävesistöt on jaettu ensimmäisen, toisen ja kolmannen jakovaiheen osa-alueisiin, jotka on nimetty ja numeroitu. Vesistöaluehierarkiassa Kaartjärven päävesistöalueen muodostaa Kokemäenjoen vesistöalue (35). Sen ensimmäisen jakovaiheen osa-alueisiin lukeutuu Vanajan reitti (35.8), joka on yksi Kokemäenjoen vesistöalueen yhdeksästä alueesta. Vanajan reitillä yksi toisen jakovaiheen alue on Hyvikkälänjoen valuma-alue (35.88), joka sisältää itse Kaartjärven (35.887) ohella muita pienempiä valuma-alueita. /12/

Kaartjärven valuma-alue sijoittuu pääosin Lopen kuntaan, länsiosiltaan alue ulottuu Tammelan puolelle ja pohjoisosasta rajoittuu Rengon rajoille. Työssä valuma-alue on siirretty Suomen vesistöalueet - julkaisun 1:400 000 mittakaavasta karttapohjalle. Liitteessä 2 esitetty Kaartjärven valuma-

alue on rajattu kartalle käyttämällä hyväksi maaston korkeuskäyriä ja vesistöjen korkeuspisteitä.

#### 4.2 Alueen maankäyttö

Kaartjärven valuma-alueen pinta-ala on 66,57 km<sup>2</sup>. Maankäyttö on arvioitu karttapohjalta noin 10 %:n tarkkuudella. Valuma-alueesta peltoa on noin 5 % ja metsää sekä suota 75 %. Järven pohjois- ja länsirannalla sijaitsevat Vojakkalan ja Räyskälän kylät. Kaartjärven kaakkoiskulmassa toimii lomakeskus golfkenttineen, leirikeskus sekä lomakylä. Järven lounaisrannalla on myös leirikeskus. Räyskälän lentokentän pohjoispuolella sijaitsevat Ilmailukeskus ja puolustusvoimien koulutusalue. Kaartjärven rannalla on karttatarkastelun pohjalta suhteellisen tiheä ranta-asutus. Alue on matkailullisesti ja virkistyskäyttöarvoltaan merkittävä koko Lopen näkökulmasta.

Valuma-alueen luoteis- ja pohjoisosa, Vojakkalan ja Eerolankulman viljelymaisemia lukuun ottamatta, koostuu suurimmaksi osaksi metsästä ja ojitetuista suoalueista, esim. Laasonsuo. Järven itärannikko on muuta rannikkoa hieman harvemmin asuttu. Tunnusomaista ovat samoin metsä- ja suoalueet, esim. laaja Lakeasuo. Täältä löytyy myös järven luusua Riihisalon pohjoispuolelta.

Valuma-alueen eteläosissa on pienvesistöjä, kuten Sarvilammi, Avauslammit ja Tourijärvi. Eteläosa koostuu mäkisestä metsämaastosta ja pienemmistä suoalueista. Tourijärven läheisyydestä löytyy peltotilkkuja ja järven pohjoisrannalta ranta-asutusta.

Valuma-alueen lounaisosassa sijaitsevat muun muassa Yli- ja Alimylly, Iso- ja Vähä-Melkutin sekä Saarijärvi. Räyskälän lentokentän eteläpuolella ja liikuttaessa Tammelan suuntaan löytyy runsaasti järviä. Valuma-alue on pääosin metsää ja suota. Ali-Myllyn itäpuolelle rajoittuu Räyskälän pohjavesialue, josta tarkemmin luvussa 4.5 Räyskälän geologinen rakenneselvitys.

Valuma-alueen lounaisnurkka rajoittuu laaja-alaiseen, osittain ojitettuun ja kokonaan suojeltuun Purinsuohon. Tammelan puolella oleva länsinurkka koostuu metsäalueesta. Peruskartan mukaan asutusta löytyy etupäässä Lopen Salmijärven itä- ja etelärannoilta.

Kaartjärven valuma-alueen länsiosa koostuu enimmäkseen metsästä ja suoalueista. Muutama pienialainen pelto löytyy myös täältä. Ominaista länsiosalle ovat monet pienehköt järvet, kuten Mälkiä, Särkijärvi, Vääriä, Viiveri ja Heinulammi sekä Kalattomanlammit. Koko Kaartjärven valuma-alueen järvisyys on 17,7 %. Järvisyydeksi ilmoitetaan paikoin 17,2 %, tarkastelussa käytetään Suomen vesistöt -julkaisun lukemaa 17,7 %.

Kaartjärven valuma-alueelle sijoittuu useita Natura-alueita, kuten Kyläntaustanjärvet, Vojakkalan metsä sekä Maakylän-Räyskälän alue. Viimeksi mainittu on valtakunnallisesti erittäin merkittävä ja monimuotoinen luon-

totyypien kokonaisuus Tammelan ylängöllä. Alueelta löytyy harjuluontoa, luonnontilaisia keidassoita ja karuja harjujärviä sekä suppalampia. Harjualueilla sallitaan metsätalous. Alueella on soidensuojeluohjelmia, muun muassa aiemmin mainittu Purinsuo lukeutuu näihin. Rantojensuojelualueisiin kuuluu Melkuttimien alue. Kyläntaustanjärvet -alueen arvo perustuu harvinaisen isonuijasammalen esiintymiseen. Kookkaamman lammen rantoja reunustaa kasvistollisesti edustava lettoinen suo. Etelä-Suomessa poikkeuksellisen luonnontilaista vanhaa ja yhtenäistä metsää edustaa Vojakkalan metsä. /16/

#### 4.3 Kaartjärveen laskevat ojat

Kaartjärveen laskee useita ojia. Uomat virtaavat haja-asutuksen, maa- ja metsä- sekä suoalueiden läpi. Karttatarkasteluna järveen laskee ainakin kuusi isompaa uomaa.

Kyläntaustanoja, johon Laasonsuo eteläpuolella yhtyy Tervajoki, alittaa Vojakkalantien ja laskee Kaartjärven pohjoisosaan Herikanlahteen. Tervajokeen tulee valumavesiä laajalta Heinisuo-alueelta.

Lakeasuo-alueen luoteisreunaa pitkin, Kaartjärven koillisosaan virtaa nimeämätön oja. Järven eteläosissa länsirannikolla Parkuva – järvi laskee Parkuvanojaa pitkin pienen suoalueen lävitse Kaartjärveen. Samoin järven eteläosan länsipuolella sijaitseva Valtaoja virtaa viljelymaiseman läpi järveen.

Valtaoja saa vetensä järvien Iso-Melkutin, Yli- ja Ali-Mylly, Taipaleenjärvi sekä Alimmainen muodostaman ketjun kautta. Kaakkolammista virtaava oja laskee vetensä Kaartjärven länsirannalle ja Myllyjärvi virtaa Myllyojaa pitkin Kaartjärven keskivaiheille.

Valuma-alueelta tulevaa kuormitusta ei ole mitattu Kaartjärveen laskevista uomista. Tulovirtaamaa ja luusuan kautta poistuvaa virtaamaa on mitattu vuosina 1982 ja 2006 – 2007. Virtaamahavainnot jäivät vaillinaisiksi syksyllä 2006, jolloin Kaartjoki oli padottu. Luusua siivikkomitattiin uudestaan seuraavan vuoden maaliskuussa.

#### 4.4 Räyskälän geologinen rakenneselvitys

Geologian tutkimuskeskus on Forssan vesihuoltolaitoksen ja Hämeen ympäristökeskuksen toimesta suorittanut vuonna 2007 geologisen rakenneselvityksen Lopen kunnassa sijaitsevalle Räyskälän alueelle. Tarkastelu käsitti Räyskälän vedenhankintaan soveltuvan pohjavesialueen luoteisosan. Pohjavesialueen selvitys kohdistui karkeasti seitsemän järven eli Ali-Myllyn, Taipaleenjärven, Alimmainen, Siltasenlammin, Parkuvan ja Avauslammin sekä Tourijärven rajaamalle alueelle. Räyskälän Ilmailukeskuksen lentopaikka ei sisälly tarkasteluun. Raportissa selvitettiin alueen maaperän korkokuva, kalliopinnan ja pohjavedenpinnan taso, pohjavesivyöhykkeen paksuus sekä pohjavedenpinnan yläpuolisen irtoma-

peitteen paksuus. Tavoitteena oli luoda perusta tutkimusalueen vedenjoh-  
tavuuden ja pohjaveden virtauskuvan hahmottamiseen sekä määrittellä ve-  
denhankintapaikat ja pohjavesialuerajaukset. /13/

Räyskälän pohjavesialue muodostuu rinnakkaisista harjuselännteistä ja poh-  
javesi näkyy paikoitellen kallioperän painanteissa. Räyskälän tutkimusalu-  
eella ei ollut savikoita, joten Kaartjärven länsirannan hienohietakerrokset  
ovat alueen hienoimpia maakerroksia, joiden kerrostuminen on tapahtunut  
matalaan veteen. /13/

Alueen pohjaveden päävirtaus suuntautuu pohjoiseen ja koilliseen. Alue  
rajoittuu monessa kohdin järviin sekä lampiin ja järvien rantojen todetaan  
olevan pääosin vettä läpäiseviä ja muun muassa Tourijärvestä imeytyy to-  
dennäköisesti vettä Tourijärvenharjuun. Tutkimusalueella pohjavesi virtaa  
varsin tasaisesti Tourijärven ja Tourijärvenharjun alueelta luoteeseen Ali-  
Myllyn ympäristöön, josta edelleen pohjoiseen Taipaleenjärven ja Alim-  
mainen -järven alueelle sekä kohti koillista Parkuvan ja Avauslammin alu-  
etta ja Kaartjärven alueelle. Keskustelun perusteella joulukuussa 2007,  
tutkimus pohjaveden virtauksesta Kaartjärveen oli kesken ja Ramboll Oy  
otaksui sen tapahtuvan Parkuvan ja Siltasenlammin kautta, mutta vir-  
tausyhteys tulisi vielä varmistaa maaperäkairauksin ja havaintoputkiasen-  
nuksin /14/. /13/

Tutkimusalueella ei ollut merkittäviä yksittäisiä lähdepurkaumia, tosin  
pohjaveden voidaan olettaa purkautuvan Tourijärvenharjun pohjoispuolel-  
la olevaan Pitkäsuohon, joka on syntynyt kallioperän painanteeseen. Pur-  
kaumasta tulkitaan syntyneen alueen soistuminen ja tämän ylläpitävän  
alueen suhteellisesti ympäristöään suurempaa kosteutta. Pohjaveden tode-  
taan purkautuvan Räyskälän alueelta kaikkiin alueen lampiin sekä Pit-  
käsuolle ja Kaartjärveen. Liitteen 3 siivikkomittauksista käy ilmi pohjave-  
den teoreettinen osuus Kaartjärven vedenmäärästä mittausajankohtana  
maaliskuussa 2007. /13/

#### 4.5 Järven hydrologia

Järven kunnostusta suunniteltaessa hydrologiasta on tiedettävä vähintään  
tulevat ja lähtevät vesimäärät. Olenainen järven kuntoon vaikuttava tekijä  
on veden vaihtumiseen menevä keskimääräinen aika, toisin sanoen veden  
viipymä. Kun tiedetään järven tilavuus ja siihen tulevien vesien määrä tiet-  
tynä aikana tietyissä paikassa, voidaan veden viipymä määrittää. Hydrolo-  
gisten olojen vaihtelut muuttavat vuosittain veden vaihtuvuutta ja keski-  
määrin Suomen järvien viipymä on noin 1,5 vuotta. Mikäli tarkkoja mitta-  
ustietoja ei ole käytettävissä, tulovirtaama voidaan arvioida valuma-alueen  
pinta-alan ja keskimääräisten valuma-arvojen perusteella. /10/

Hämeen ympäristökeskus suoritti siivikkomittauksia järveen laskevissa  
uomissa elokuussa 2006 sekä maaliskuussa 2007. Mittaustulokset esite-  
tään liitteessä 3. Mittausajankohtina kuudesta ojasta kolme oli joko kuivia  
tai niissä ei ollut virtausta. Virtaamat mitattiin Kyläntaustan-, Mylly- ja  
Valtaojasta. Virtausta ei ollut Lakeasun luoteisreunaa pitkin kulkevassa

ojassa. Parkuva -järvestä lähtevä Parkuvanoja sekä Kaakkolammista virtaava oja olivat molempina mittausajankohtina kuivia. Kaartjoki oli ensimmäisellä mittausajankohtana 18.8.2006 padottu. Kaartjoen virtaama mitattiin uudestaan saman vuoden lokakuussa sekä seuraavan vuoden maaliskuussa. Kaartjoen virtaamat vaihtelivat välillä 710 – 45 890 m<sup>3</sup>/d. Järven vedenkorkeuden vaihteluita sekä virtaama- ja valuma-arvoja tarkastellaan lähemmin kappaleessa 6.3 Kaartjärven vedenkorkeudet ja virtaamat. /14/

Kaartjärven viipymä on laskettu syvyyskartoituksen uuden tilavuusluekman ja vuosien 2006 – 2007 virtaamamittausten avulla. Viipymä saadaan jakamalla tilavuus 25 025 210 000 litraa tulovirtaamien keskiarvolla 155 l/s, jolloin veden vaihtumiseen menevä aika on huikeat 1869 vuorokautta. Kaartjärven suojeluyhdistyksen historiikissa järven teoreettiseksi keskiviipymäksi mainitaan 694 vuorokautta ja KVVY:n ilmoittama on 682 vuorokautta. Mihin edellä mainitut virtaamat ja laskelmat perustuvat, ei käy ilmi. Ristiriita voi selittyä sillä, että osa tulovirtaamasta on pohjavettä. Laskemalla järven viipymä päivitetyllä tilavuudella ja KVVY:n virtaamarviolla 665 l/s teoreettiseksi viipymäksi saadaan 436 vuorokautta. Tätä käytetään järven kuormituslaskelmissa.

Siivikkomittausten aikana Kaartjärvellä on vallinnut hydrologisten tietojen perusteella poikkeukselliset olosuhteet. Molempina ajankohtina kuudesta tulouomasta kolmessa ei ollut virtausta. Tarkasteltaessa loppukesän 2006 hydrologisia kuukausitiedotteita kesä-elokuun sademäärä oli koko maassa poikkeuksellisen alhainen, paikoin jopa ennätysalhainen. Samoin vedenpinnat laskivat voimakkaasti kesän aikana ja päävesistöjen virtaamat olivat elokuussa koko maassa vain 30 – 60 % keskimääräisestä. Maaliskuussa 2007 maan etelä- ja keskiosissa lumen vesiarvo ja jään paksuus olivat poikkeuksellisen pieniä. Lumet alkoivat sulaa jo maaliskuun alkupuolella, tosin jokien vedenkorkeuden ja virtaaman nousut jäivät hyvin pieniksi, pienemmiksi kuin tammikuun sateiden aiheuttamat huiput. Kevät alkoi etuajassa ja lunta sekä jäätä oli maan eteläosassa ennätysalhaisen vähän. /59; 60/

## 5 KAARTJÄRVEN VEDENLAATU

Vielä käytössä olevan käyttökelpoisuusluokituksen mukaan vesistöt jaetaan viiteen luokkaan ominaisuuksiensa perusteella. Erinomaisiksi luokitellaan luonnontilaiset vesistöt ja hyvä vesialue on lähes luonnontilainen. Tyydyttävä vesistö on kuormituksen lievästi rehevöittämää. Välttävien ja huonoiksi luokiteltujen vesistöjen käyttöä joudutaan rajoittamaan esimerkiksi levähaittojen vuoksi. Kaartjärven vedenlaatu luokitellaan ihmisen näkökulmasta hyväksi ja järvi soveltuu hyvin virkistyskäyttöön. /10/

Vedenlaadun tärkeiksi arvosteluperusteiksi katsotaan happipitoisuus ja rehevyystaso. Tärkeitä muuttujia ovat myös veden happamuusaste sekä humusleimaisuus. Vedenlaatua kuvataan myös määrittelemällä muun muassa veden puskurikyky, sähkönjohtavuus, levän määrä, hygienian indikaattoribakteerit ja raskasmetallit. /20/



Kaartjärvellä fosfori on selkeästi järveden minimiravinne ja tyypeä ei näin ollen ole tarkasteltu vedenlaatuanalyseissä.

$$\text{Kok} - \text{N (vuosien 1973 - 2007 keskiarvo)} = \frac{420,87}{30}$$

$$\text{Kok} - \text{P (vuosien 1973 - 2007 keskiarvo)} = 14,52$$

Kokonaistypen ja kokonaisfosforin suhde on selvästi suurempi kuin 17.

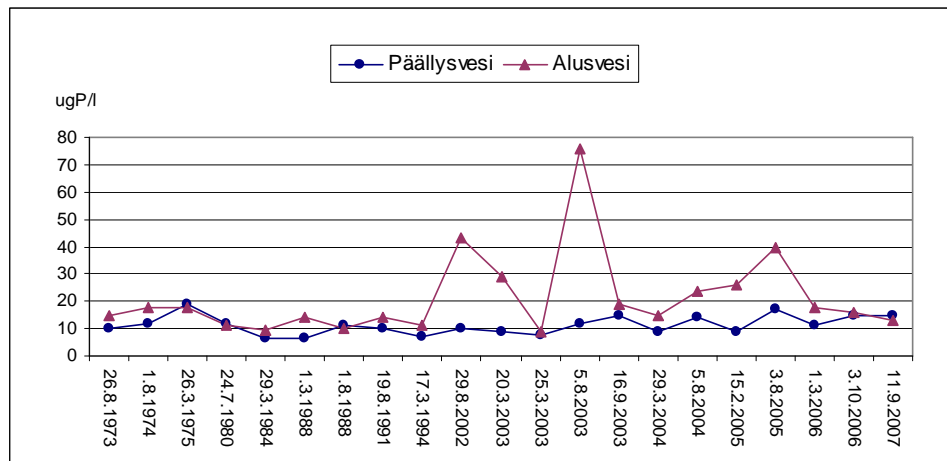
## 5.1 Vedenlaadun tarkkailu

Kaartjärven kemiallisia ja fysikaalisia muuttujia mittaavat sekä Hämeen ympäristökeskus että KVVY (liite 4 ja 5). Järven vedenlaatua on tutkittu jo 1960-luvulla. Tarkastelussa on ollut käytössä KVVY:n ja ympäristökeskuksen Antinniemen havaintopisteen mittaustulokset. Vuosikymmenten aikana mittauksia on tehty lopputalvella helmi-huhtikuussa ja loppukesästä heinä-lokakuussa. Mittauksissa päällysveden syvyys on ollut 1,0 m ja alusvesi 10,2 m tai alempi. /1; 21/

Vedenlaatumittauksia on tehty 1970-luvulla kerran vuodessa vuosina -73, -74 ja -75. 1980-luvulla mittauksia suoritettiin kerran vuodessa vuosina -80, -82 ja -84 sekä kaksi kertaa vuonna 1988. Seuraavana vuosikymmenenä tehtiin kertahavainnot vuosina -91 ja -94. 2000-luvulla vedenlaatua on mitattu vuodesta 2002 alkaen. Vuonna 2003 Kaartjärvellä otettiin vesinäytteitä yhteensä neljänä eri ajankohtana. Vuosina 2004 – 2007 näytteitä on otettu kaksi kertaa vuodessa. /1; 21/

## 5.2 Kokonaisfosforin ja happipitoisuuden kehittyminen vuosina 1973 – 2007

Kokonaisfosfori antaa useimmiten luotettavan kuvan vesistön rehevöitymisestä. Karujen vesien kokonaisfosforipitoisuus on alle 12 µgP/l. Lievästi rehevien vesien pitoisuus on välillä 12 – 30 µgP/l, jolloin alusvedessä ilmenee jo happivajasta. Kun päällysveden fosforipitoisuus sijoittuu välille 30 – 50 µgP/l, vesistö luokitellaan reheväksi. Erittäin reheviksi luokitellaan yli 50 µgP/l sisältävät vesistöt. /20/



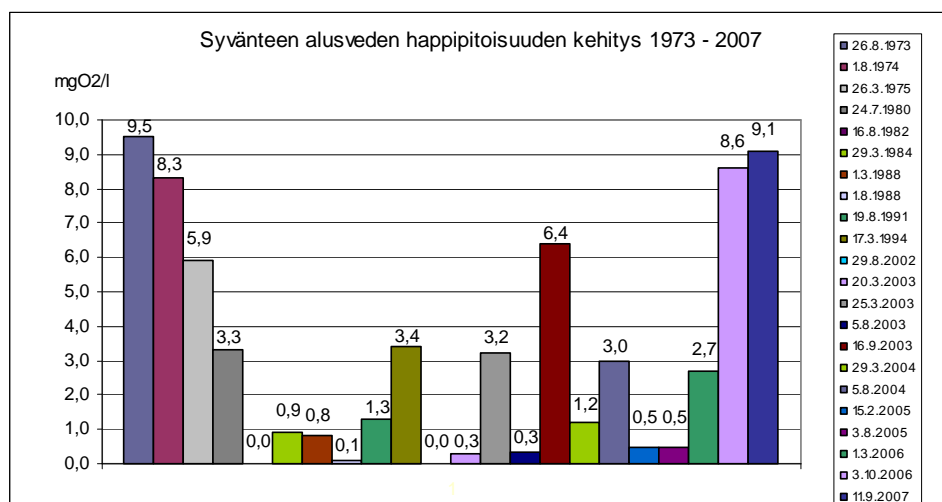
KUVA 1 Kaartjärven kokonaisfosforin muutokset 1973 – 2007

Kuvasta 1 nähdään Kaartjärven alus- ja päällysveden fosforipitoisuuden vaihtelut vuosina 1973 – 2007. Korkeimmat fosforipitoisuudet esiintyvät alusvedessä loppukesästä 2002 – 2003 ja vuonna 2005. Päällysveden kokonaisfosforin keskiarvoksi saadaan 11,2 µgP/l.

Kaartjärven ravinnetasossa on nähtävissä loiva nouseva suuntaus. Aiemmin fosforipitoisuus on ollut kesäisin lähes poikkeuksetta karuille vesille ominainen. Viime vuosina fosfori on kohonnut kesäisin säännöllisesti luokkaan lievästi rehevä. /23/

Happipitoisuuksien tarkastelussa tulosten tulkinta ja johtopäätösten tekeminen vaatii laajaa asiantuntemusta. On tarkkailtava tekijöitä, kuten sääoloja, järven syvyyssuhteita, veden vaihtuvuutta ja rehevyytensä sekä hapetta kuluttavaa kuormitusta. Huomiota kiinnitetään myös tutkimusajankohtaan, kerrostuneisuusoloihin ja kiertojen tehokkuuteen. Vesistön happipitoisuus on heikoimmillaan kerrostuneisuusajan lopulla loppupalvelulla maaliskuussa ja loppukesällä elokuussa. /24/

Kuvassa 2 havainnoidaan syvänteiden happipitoisuuden kehitystä vuosina 1973 – 2007. Happitilanne on ollut heikko sekä loppupalvelusta että loppukesästä useana vuotena 1980- ja 2000-luvulla. Fosforin ja pohjan hapettomuuden yhteys on selvästi nähtävissä. Tulosten tulkinnassa huomiota tulee kiinnittää näyteajankohdan alusveden syvyyteen, joka happipitoisuuden suhteen vaihtelee Kaartjärvellä 10,2 metristä 15,1 metriin. Vuoden 1982 Antinniemen vesinäytteet sisälsivät vain lämpötilan sekä happipitoisuuden ja hapen kyllästysasteen mittaukset. Kokonaisfosforia ei tällöin mitattu. Huhtikuussa 2007 happipitoisuus mitattiin vain päällysvedestä, jolloin yläsyvyys oli 1 metri.



KUVA 2 Kaartjärven syvänteiden happipitoisuuden vaihtelut 1973 – 2007

Järven loppukesän happitilanteesta löytyy maininta KVVY:n asiakirjassa vuodelta 1982, jolloin happitilanne todettiin selvästi häiriintyneeksi. Asiakirjassa mainitaan myös, ettei alusveden hapettomuuteen tule suhtautua liian huolestuneesti. Samana vuosikymmenenä vuoden 1988 tarkkai-

lussa happitilanteesta lausutaan, että viileä alusvesi oli ollut lähes hapetonta. Tästä huolimatta järven fosforipitoisuus oli ollut alhainen. /30; 31/

Yhteenvedon voidaan todeta, että nykyisin Kaartjärven vedenlaatua heikentävät alusveden happitalouden häiriöt, koska kerrostuneisuuskausien lopussa hapen kulumisen alusvedessä on voimakasta. /24/

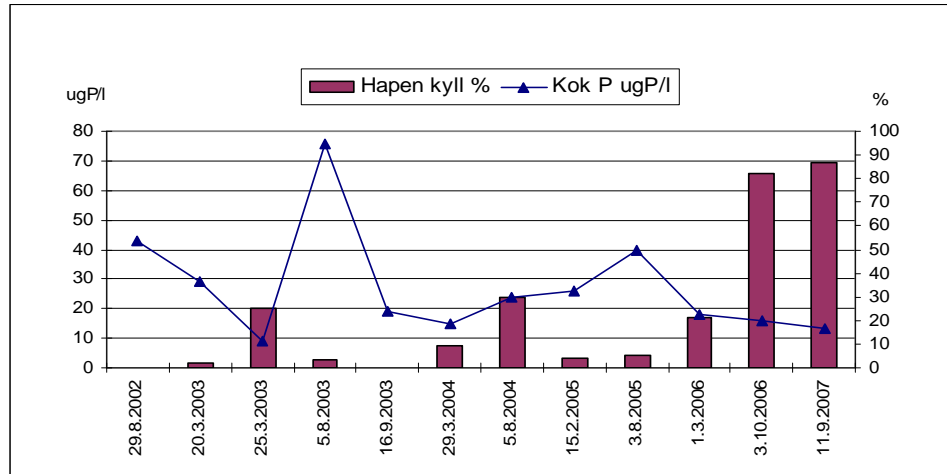
### 5.3 Vedenlaadun nykytila

Lopen järvien soveltuvuutta virkistyskäyttöön on tarkasteltu KVVY:n taholta. Melkein puolet tutkituista järvistä on vedenlaadultaan hyviä. Näihin lukeutuu myös Kaartjärvi, jonka ravinnetaso ja humusleima ovat Lopen erinomaisiksi luokiteltuja järviä hieman korkeampi. Kaikkina tutkittuina ajankohtina Kaartjärven veden hygieeninen laatu on ollut moitteeton. /22; 23/

#### 5.3.1 Rehevyytaso ja happipitoisuus

Fosforipitoisuus jakaantuu vesistössä vertikaalisesti siten, että pintavedestä löytyy yleensä alemmat pitoisuudet kuin pohjasta. Järvessä sedimentoitava aine vie fosforia alusveteen ja terveessä vesistössä, jossa ei ole alusveden happiongelmia, fosfori sitoutuu pohjan lietteeseen. Näin alusveden fosforipitoisuus ei nouse kovin voimakkaasti. Mikäli happi loppuu järven syvänteestä, fosforipitoisuus kohoaa alusvedessä jyrkästi ja pitoisuus voi olla jopa kymmenkertainen päällysveteen verrattuna. Pienialaisten syvänteiden alimman vesikerroksen nousseet fosforiarvot eivät väistämättä ole vakavia, mikäli fosforitaso on normaali päällysvedessä. Syvänteet saattavat olla luontaisista tekijöistä johtuen vähähappisia, vaikka järvi muutoin on puhdasvetinen. Järvissä happipitoisuus on heikoimmillaan kerrostuneisuuskausien lopussa maaliskuussa ja elokuussa. Näytteenoton ajankohta tulee huomioida eri vuosien happituloksia vertailtaessa /24/

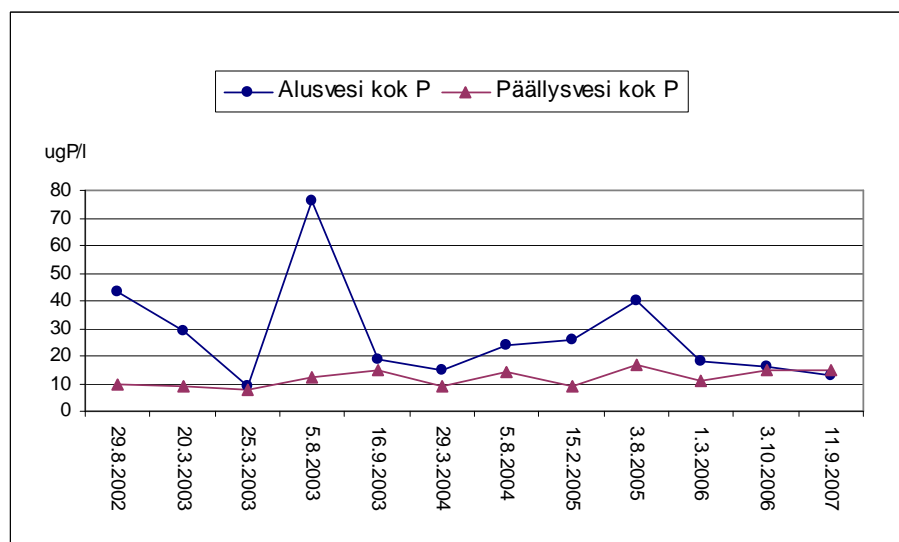
Syvänteen fosforipitoisuuden ja hapen kyllästysasteen yhteys (kuva 3) kertoo ravinteiden vapautumisesta järven pohjasta. Vuosien 2006 – 2007 tilanteessa tulee huomioida mittausten ajankohta, joka oli vuonna 2006 maaliskuu ja lokakuu sekä vuonna 2007 huhti- ja syyskuu. Kerrostuneisuuden murtuminen näkyy selvästi vuoden 2003 kohdalla, jolloin havaintoja tehtiin kahteen otteeseen sekä maaliskuussa että loppukesästä. Fosforin mittaustulos 20. maaliskuuta oli alusvedessä 29 ugP/l ja viisi päivää myöhemmin enää 9 ugP/l. Vielä selkeämpi ero näkyy saman vuoden havainnoissa loppukesästä, jolloin 5. elokuuta fosforipitoisuus kerrostuneisuuden vallitessa oli alusvedessä 76 ugP/l. Syyskuun 19. päivä fosforipitoisuus oli jo laskenut 19 ugP/l. Happi on tällöin jäänyt alusveden 13 metristä mittaamatta, joten lukema kuvasta 3 puuttuu. Hapen kyllästysasteen mittauksessa yläsyvyys oli syyskuun 9. päivä vain 8 metriä. Lukemaa ei näin otettu mukaan, koska kokonaisfosforin yläsyvyys oli 13 metriä.



KUVA 3 Kaartjärven alusveden kokonaisfosfori ja hapen kyllästysaste 2000-luvulla

Päällysveden fosforipitoisuudessa tapahtuu vuodenaikaisvaihtelua, jolloin talvella pitoisuudet ovat alhaisempia kuin kesällä. Talvella fosfori sedimentoituu pohjalle, koska päällysvedessä ei juuri ole kasviplanktonia. Kesällä puolestaan kasviplankton sitoo fosforin tuottavaan kerrokseen. Näin kesän elävä biomassa pitää ravinnetasoa korkeampana. Ylitiheä särkikalakanta voi myös pitää rehevyyttä yllä tehostamalla ravinteiden kiertoa. /24/

Kun veden fosforipitoisuuden vuodenaikaisvaihtelu järven päällysvedessä on tasaisen matala, merkittävää kuormitusta ei tapahdu. Mikäli fosforipitoisuudessa on selvää kasvua kevät- ja syystulvien aikana sekä kesäsaiteiden jälkeen, tämä kuvaa valuma-alueelta huuhtoutuvan kuormituksen vaikutusta. /10/



KUVA 4 Kaartjärven kokonaisfosfori päällys- ja alusvedessä 2000-luvulla

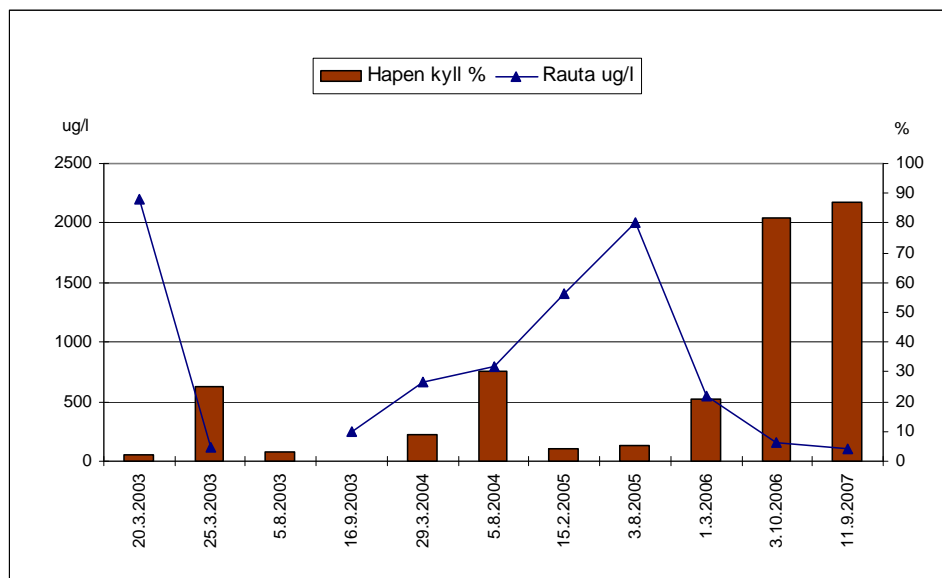
Päällysveden kokonaisfosforipitoisuus (kuva 4) on 2000-luvulla vaihdellut maltillisesti välillä 9 – 17  $\mu\text{gP/l}$ . Karuksi luokitellussa vesistössä fosforipitoisuus on alle alle  $12 \mu\text{gP/l}$  ja lievästi rehevissä välillä 12 – 30  $\mu\text{gP/l}$ .

Kaartjärven vedenlaatua heikentää aiempaa korkeampi ravinnetaso. Typpipitoisuudet ovat olleet luonnontilaisille järville ominaiset eli alhaiset. Kaartjärven näytteiden klorofyllipitoisuudet ovat vaihdelleet karujen ja lievästi rehevien vesien tasolla. Klorofylli a:n määrä on suoraan verrannollinen levämäärään. Tämän perusteella levää on todettu melko vähän. /23/

### 5.3.2 Happitilanne ja rauta

Kaartjärven pohjan läheisistä vesikerroksista happi kuluu yleensä loppuun kesäkerrostuneisuuden aikana. Ajoittain pohjan läheinen vesikerros on ollut täysin hapeton. Happitilanne voi säilyä melko hyvänä loivan kerrostuneisuuden aikana. Talvella hapen kuluminen on niukempaa kuin kesällä. Talvisinkin pohjan läheinen vesikerros on monesti vähähappinen, tosin se on rajoittunut yksistään aivan syvimpään vesikerrokseen. /23/

Raudan liukoisuus sedimentistä veteen riippuu veden happitilanteesta. Hapettomissa olosuhteissa niukkaliukoinen Fe<sup>3+</sup>-ioni pelkistyy Fe<sup>2+</sup>-ioniksi, joka liukenee veteen huomattavasti helpommin. On yleistä, että hapettomassa alusvedessä on rautaa pelkistysasteesta riippuen 1000 – 10 000 µg/l. Täyskiertojen yhteydessä vapautunut rauta hapettuu ja näin sitoo osan fosforista takaisin sedimenttiin. Tämän vuoksi terveän järven fosforipitoisuus ei haitallisesti nouse. Kaartjärven happitilanteesta johtuen on havaittu ajoittain lievää sisäistä kuormitusta, kun veteen on liuennut rautaa sedimentistä (kuva 5). /24; 23/



KUVA 5 Kaartjärven syvänteen happitilanteen ja raudan yhteys 2000-luvulla

### 5.3.3 Väri

Veden väriarvo kuvaa veden ruskeutta eli lähinnä humusleimaa, ja mitä enemmän valuma-alueella on suoalueita, sitä ruskeampaa vesi on. Muun muassa valuma-alueen suo-ala määrää yksittäisen järven väriarvon ja soi-

den ojitus saattaa lisätä veden värillisyyttä, kun ojitus nopeuttaa veden kulkeutumista vesistöön. Vesistöjen väriarvoissa tapahtui Suomessa 1970-luvun laajamittaisten metsä- ja suo-ojitusten aikana kasvua. /24/

Kaartjärvi on perustyyppiltään kirkasvetinen järvi. Mittausten perusteella Kaartjärven vesi on väritöntä tai vain lievästi ruskeaa. Humusleima on melko vähäinen. /23/

### 5.3.4 Happamuus ja alkaliniteetti

Suomessa vesistöt ovat yleensä lievästi happamia, mikä johtuu vesien luontaisesta humuskuormituksesta. Järvien eliöstö on sopeutunut elämään happamuusalueella 6,0 – 8,0 ja happamoituneissa vesissä pH on alle 5,5. Happamuutta lisäävät muun muassa valuma-alueen suot. /24/



KUVA 6 Kaartjärven pH-arvojen kehitys ja alkaliniteetti 2002 – 2006

Kaartjärvellä veden happamuustaso on normaali ja kesäaikaan järven pintaveden pH on neutraali (kuva 6). Suomalaisille järville ominaisesti happamuustaso laskee alusvedessä talvisin ja kesäaikaankin hieman happaman puolelle. /23/

Veden alkaliniteetti eli puskurikyky vastustaa pH-arvon muutoksia ja happamoituneissa järvissä se voi olla nolla. Mikäli alkaliniteetti on > 0,20 mmol/l, niin veden puskurikyky on hyvä (taulukko 2). Kaartjärvellä happamoitumisen vaaraa ei ole, alkaliniteetti-arvo vaihtelee välillä 0,26 – 0,35 mmol/l. Järven puskurikyky happamoitumista vastaan on hyvä. /24; 23/

TAULUKKO 2 Vesien luokittelu puskurointikyvyyn mukaan

Luokka	Puskurikyky	Alkaliniteetti mmol/l
1	Hyvä	yli 0,2
2	Tyydyttävä	0,1 - 0,2
3	Välttävä	0,05 - 0,1
4	Huono	0,01 - 0,05
5	Loppunut	alle 0,01

## 6 MAHDOLLINEN VEDENPINNAN NOSTO

Kaartjärven kesäaikainen korkeustaso on alueen asukkaiden mielestä ollut jo pitemmän aikaa liian alhainen. Veneillä ei ole paikoin päässyt rantaan ja virkistyskäyttö on asukkaiden mielestä heikentynyt. Suojeluyhdistyksen harkinnassa on vedenpinnan nostohanke.

Vedenpinnan nostohankkeessa, jolloin muutetaan maa-aluetta pysyvästi vesialueeksi, tarvitaan ympäristölupaviraston lupa (VL 2:2.4). Menetelmänä vedenpinnan nosto vaatii luvan lisäksi laajat selvitykset sekä vesialueen että kiinteistöjen omistajien suostumuksen. /25/

Ennen suunnittelun aloittamista on selvitettävä järveä koskevat luvat, päätökset ja näiden asettamat velvoitteet. Toteutusedellytykset on kartoitettava mahdollisimman monipuolisesti hankkeen eri osapuolten kanssa. Itse vedennostohanke suunnittelun aloittamisesta täytäntöönpanoon on aiempien kokemusten perusteella pitkä prosessi. Hanke voi kestää 5 – 10 vuotta ja valitukset lupakäsittelyn yhteydessä pitkittävät hanketta edelleen useilla vuosilla. /10/

### 6.1 Lupakysymykset

Järvien kunnostushankkeiden lupakysymykset vaikuttavat hankkeen kustannuksiin ja aikatauluun. Suomessa järvien kunnostustoimintaa säätelevät vesilaki (VL), ympäristönsuojelulaki (YSL), luonnonsuojelulaki (LSL) sekä maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL). Luvan tarve syntyy lähinnä vesilain, joskus ympäristönsuojelulain perusteella. /10/

Kunnostushankkeen toteutus edellyttää rantaan rajoittuvan maan omistamista tai vesialueen osakkuutta tai omistamista. Yhteiset jakamattomat vesijättömaat kuuluvat osakaskunnalle. Vesijättömaata ei synny täyttämällä, vaan vedenpinnan laskun ja pinnan- tai pohjanmyötäisen umpeenkasvun seurauksena. Yleisperiaate on, että vedenpinnan nostohankkeesta on oltava selvästi enemmän hyötyä kuin ranta-alueille siitä johtuvaa haittaa, jotta lupa myönnetään. /10/

Ennen suunnittelun aloittamista on tärkeä sopia, kuka toimii tarvittavien lupien hakijana. Hakija voi olla kunta, osakaskunta tai hanketta varten perustettu yhtiö. Jos hankkeen seurauksena ranta-alueita jää vedenpinnan alle, pääosa näiden alueiden omistajista olisi syytä saada hankkeen hakijoiksi. /10/

Maanomistajat, jotka mahdollisesti kärsisivät haitasta vedenpinnan noston seurauksena, tulee selvittää. Kaartjärven ranta-alueilla on useita satoja maanomistajia ja hankkeen kannatuksen on oltava lähes yksimielinen, jotta se voisi toteutua. Vedenpinnan nostohankkeessa luvanhakijan tulee omistaa vähintään 51 % veden alle jäävästä maa-alueesta. Kaartjärven hankkeessa luvanhakijaksi on ehdotettu esimerkiksi Vojakkalan osakaskuntaa, mikäli veden alle jäävästä alueesta yli 51 % on vesijättöä. Hämeen ympäristökeskus tai Lopen kunta eivät lähde hankkeessa hakijoiksi. /27/

Lopella vesilain mukainen ympäristölupa haetaan Länsi-Suomen ympäristölupavirastolta. Lupahakemus sisältää sekä hakemuskirjelmän että erillisen suunnitelman ja asiakirjat toimitetaan kolmena kappaleena ympäristölupavirastolle. /26/

## 6.2 Hakemuskirjelmä ja suunnitelma

Hankkeen kaikki toimenpiteet, jotka sisältyvät lupahakemukseen selostetaan lyhyesti hakemuskirjelmässä. Hakemuskirjelmästä on käytävä ilmi millä perusteella hakija on oikeutettu hakemaan lupaa sekä hakijan nimi, osoite ja mahdollisen yhdyshenkilön nimi, osoite ja puhelinnumero. /26/

Suunnitelmaosio sisältää yksityiskohtaisen kuvauksen kaikista hakemuksen mukaisista rakennelmista, töistä ja toimenpiteistä. Samat seikat tulee ilmetä myös suunnitelmaan liitettävästä mittakaavaan laaditusta asemakartasta. Rakennelmien ja laitteiden piirustuksissa on oltava päämitoitus sekä tiedot, jotka ovat tarpeen rakennelmien ja laitteiden vesistöön kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi. /26/

Hakemussuunnitelman tietojen perustella on pystyttävä arvioimaan hankkeen oikeudelliset edellytykset, vaikutukset luontoon ja vesistön käyttöön sekä hankkeen aiheuttamat vahingot ja haitat. Suunnitelma sisältää tila-, omistaja- ja henkilökohtaiset vahinkoarviot. Useimmiten on asianmukaista laatia hankkeesta vesiasetuksen mukainen selostus, jonka liitteinä ovat kartat, piirustukset ja mahdolliset lisäselvitykset. /26/

Jotta voimavarat kohdistuvat oikeisiin ja riittäviin selvityksiin sekä toimenpiteisiin, käydään seuraavissa kappaleissa läpi vedenpinnan nostamista koskevan suunnitelman pääkohdat.

### 6.2.1 Yleiskuvaus

Yleiskuvauksessa kerrotaan muun muassa järven sijaintiin, vesistöalueeseen, morfologiaan ja valuma-alueeseen liittyviä seikkoja. Järven rantojen



laatu, sen rakennuskelpoisuus ja pohjan laatu sekä syvyysuhteet selvitetään. Kahdensadan metrin etäisyydellä rantaviivasta olevat loma-asunnot kartoitetaan, samoin vakituisten asuntojen määrä. Liitteinä esitetään yleiskartta ja valuma-aluekartta, joihin viitataan myös tekstissä. /25/

#### 6.2.2 Järven aikaisemmat vaiheet

Aikaisemmat järven vaiheet sisältävät historiaosion, jossa kerrotaan vesistön aiemmat luvalliset tai luvattomat vedenpinnan korkeuden nostot ja laskut tai säännöstelyt. Mikäli löytyy lupapäätöksiä, nämä liitetään mukaan asiakirjoihin. Mikäli vesistössä on patorakenteita, näiden lupa-asiat selvitetään. /25/

#### 6.2.3 Suunnitelman tarkoitus

Selvitetään syyt, miksi vedenkorkeutta halutaan nostaa ja sisältääkö tämä vain kesäajan vedenkorkeuden noston vai ympärivuotisen. Tärkeää on selvittää, onko tarkoitus pyrkiä tulvakorkeuksien suhteen vahingottomuuteen. Suunnitelmassa on käytävä selvästi ilmi, kuinka paljon keskivedenpintaa on tarkoitus nostaa. Yleensä nostohankkeissa tarkoituksena on virkistyskäytön parantaminen eli nostetaan vesistön alimpia vedenkorkeuksia. /25/

#### 6.2.4 Kartat ja korkeustaso

Liitteiksi laitetaan vähintään seuraavat kartat:

- yleiskartta 1:200 000
- valuma-aluekartta 1:20 000 tai 1:50 000 peruskartan pienennöksen pohjalle
- rekisterikartta 1:10 000, josta käy ilmi omistussuhteet
- suunnitelmakartta 1:4 000 – 1:20 000, johon merkitään rakennettavien patojen ja laitteiden paikat
- mahdolliset muut kartat asianmukaisessa mittakaavassa. /25/

Korkeustaso on perusvaaitustasossa (N60+) ja pääkiintopisteet ilmoitetaan tekstissä. Näiden sijainti osoitetaan kartoilla 1:10 000 ja 1:500. /25/

#### 6.2.5 Syvyysuhteet ja rantojen korkeussuhteet

Syvyysuhteissa arvioidaan järven keskisyvyys ja suurimmat syvyydet. Kaartjärven kohdalla tarkat tiedot ilmenee järvikortista. Rannan korkeuden suhteet on käytävä ilmi liitteinä olevista kartoista, esimerkiksi peruskartasta. Monesti tarvitaan tarkempiakin karttoja kuin 1:20 000. /25/

Hankkeen vastustajien osalta on tehtävä rannan korkeussuhteiden tarkempi (1:1 000 – 1:5 000) selvitys esimerkiksi vaaitsemalla. Tätä tarvitaan arvioitaessa ympäristölupaviraston käsittelyssä mahdollisia vahinkoja. Veden alle jäävien maa-alueiden osalta tulee riittävästi selvittää rannan kor-

keussuhteita, jotta käy ilmi, kuuluuko hakijoille suurin osa uuden vesialueen pinta-alasta. /25/

#### 6.2.6 Vesistön kuormitus, nykytila ja vedenlaatu

Vedenlaatuun liittyvät tutkimukset ja tulokset laitetaan liitteeksi, mielellään graafisena. Lisäksi esitetään sanallinen arvio veden laadusta. /25/

#### 6.2.7 Hydrologia

Vedenpinnan nostoa suunniteltaessa on oltava käytettävissä ainakin jonkin verran järven vedenkorkeustietoja. Nämä liitetään asiakirjoihin sekä numeerisina että graafisina. Ympäristökeskuksen arkistoista saa tietoja, mikäli vesistössä on aiemmin tehty töitä tai vedenkorkeushavaintoja. Perimätieto vedenpinnan korkeuksista ja sen vaihteluista on tärkeä, mikäli tarkkoja tietoja ei löydy. /25/

Hydrologiaosassa esitetään myös arvio tai tarkka tieto tulvakorkeudesta, nykyisestä keskivesikorkeudesta sekä alivesikorkeuksista. Näiden ohella esitetään tiedot tulevista tunnusomaisista vedenkorkeuksista ja laskelmat näihin. /25/

Järvestä lähtevien virtaamien arviointiin käytetään valuma-alue tietoja, mikäli virtaamahavaintoja ei ole. Apuna käytetään tällöin nomogrammeja ja vertailuvesistöjä. /25/

#### 6.2.8 Kalastus ja luonnonolot

Vesiasetuksen 53 §:n mukaan asiakirjoihin liitetään mukaan asiantuntijan laatima selostus kalastusoloista sekä hankkeen vaikutuksista näihin ja luonnonoloihin. /25/

Kaartjärven vedenpinnan nostohankkeen toteutumisen suhteen Hämeen ympäristökeskus on maininnut, ettei alueella ole tehty luontoselvityksiä. Ympäristökeskus huomauttaa, että alueen linnusto, kasvillisuus ja kalasto tulee selvittää. Huomioitavaa on myös Kaartjärven laskuvesistöstä eli Kaartjoesta löydetty harvinainen vuollejokisimpukka, jonka elinolosuhteiden säilyminen on otettava huomioon patoa suunniteltaessa. /27/

Kaartjoella on Hämeen TE-keskuksen kalatalousyksikön toimesta tehty sähkökoekalastus heinäkuussa 2006. Kaartjoki sisältyy myös vuonna 2006 laadittuun selvitykseen ”Vanajaveden reitin yläosien vaelluseste- ja kunnostusmahdollisuusselvitys”. Työn tavoitteena oli asettaa tarkastetut kohdet kunnostustarpeen ja -mahdollisuuksien mukaiseen järjestykseen ja kunnostettaviksi esitettiin kolmea jokea, joista ensimmäisenä mainitaan lähes vaellusesteetön Kaartjoki. /54; 55/

## 6.2.9 Vesistön nykyinen käyttö ja rantojen laatu

Järven nykyisessä käytössä selvitetään rantojen loma-asuntojen määrä kappaleittain. Lisäksi selvitetään veneiden määrä sekä vesiliikenne ja alapuolisen vesistön käyttö, sen vedenottomäärät ja veden käyttötarkoitukset. Vesistön käyttöön lukeutuu myös järven ja sen rantojen suojele- ja suoja-alueiden olemassaolon selvittäminen, myös suojeltavaksi aiotut alueet. /25/

Rantojen laatuun liittyen ilmoitetaan erillisillä kartoilla korkeussuhteet sekä maaperä- ja kasvillisuustiedot. Omistussuhteet selvitetään omassa liitteessä, johon sisältyy kartta ja taulukko, joista ilmenee rekisterinumero, tilan nimi, omistaja ja omistajan osoite. Lisäksi selvitetään vesialueen omistus sekä tieto siitä, onko yhteisen vesialueen omistava osakaskunta järjestäytynyt. Osakaskuntien sekä niiden toimitsijoiden nimet ja osoitteet ilmoitetaan. /25/

## 6.2.10 Rakenteet

Tässä perehdytään järven luusuaan rakennettavan padon ominaisuuksiin, josta tulee olla liitteenä sekä kartta että piirustussuunnitelma. Padon rakennusmateriaalit esitetään lyhyesti, vaikka tämä kävisi ilmi piirustuksesta. Samoin selvitetään padon harjan korkeus ja mikäli pato on muotoiltu, kunkin korkeustason leveys. Korkeutta verrataan kiintopisteeseen, jonka korkeus on N60+ metriä ja sijainti ilmenee karttaliitteistä (mittakaavat 1:20 000 ja 1:500). Purkautuvat vesimäärät lasketaan kaavojen mukaan ja pohjapadossa olevan alusveden vaikutus otetaan huomioon korjauskertomella. Padon mitoituksessa asiantuntija-apua saa alueellisesta ympäristökeskuksesta. /25/

Padon aiheuttamat muutokset laskuvesistön virtaamiin täytyy arvioida. Aiheuttavatko virtaamamuutokset alajuoksulla lisääntyviä tulvia tai pieneviä alivirtaamia. /25/

## 6.2.11 Vaikutukset

Hankkeen aiheuttamat vahingot ja haitat arvioidaan. Lisäksi esitetään sitoumukset ja sopimukset sekä annetut suostumukset ja näiden vaikutus hankkeen toteuttamiseen. /25/

Suunnitelmassa esitetään veden vaivaaman ja veden alle jäävän maan pinta-ala sekä minkälaista osuutta veden alle jäävän maan hakijat sekä hankkeen kannattajat edustavat. Tarvittaessa esitetään liitteenä tilakohtainen luettelo haitan kärsijöistä. On myös selvittävä, löytyykö alajuoksulta haittaa kärsiviä toimintoja. /25/

Hankkeen vaikutukset vesistön eri käyttömuotoihin selvitetään sekä voidaan haittoja kohtuullisin kustannuksin estää tai vähentää. Tarvittavista toimenpiteistä tehdään ehdotus. /25/

#### 6.2.12 Hankkeen toteutus ja kustannukset

Hankkeen rakennuskustannukset, vahinkojen ja haittojen korvaamis- ja estämiskustannukset sekä hankkeen kunnossapito- ja seurantakulujen suuruus on arvioitava. Lisäksi ilmoitetaan hankkeen toteuttaja, töiden aloitus- ja lopettamisajankohdat. /25/

Kaartjärvellä on päätettävä lähdetäänkö hanketta viemään eteenpäin. On myös ratkaistava kuka tulee olemaan luvanhakijana ja mistä saadaan rahoituksen omavastuuosuus. Mikäli hanke käynnistetään ja sille haetaan valtion rahoitusta, tulee laatia kirjallinen aloite Hämeen ympäristökeskuskelle. Hankkeen toteutus- ja suunnittelukustannuksiin HAM voi osallistua enintään 50 % rahoitusosuudella. Hakija maksaa luvanhakuun liittyvät kustannukset. /27/

#### 6.2.13 Hyödyt

Hyötyjä arvioitaessa läpikäydään koko ranta-alue ja perustellen erotellaan tilat ja ranta-alueet, jotka hyötyvät hankkeesta. Arvion tulee perustua luvussa 6.2.5 esitettyihin riittävän tarkkoihin rannan korkeussuhteiden ja syvyysuhteiden määrittelyyn. Hyödyt on myös selostettava. /25/

#### 6.2.14 Kunnossapito ja vaikutusten seuranta

Kunnossapidosta vastaa rakenteen omistaja vesilain 2 luvun 31 §: mukaan, mikäli vesioikeuden päätöksessä ei ole määrätty muuta kunnossapitajaa. Toisinkin voidaan sopia. /25/

#### 6.2.15 Oikeudelliset perusteet

Oikeudelliset perusteet luvan myöntämiseen ratkaistaan yleensä vesilain 2 luvun 5 – 8 § mukaan. Suunnitelmasta tulee käydä ilmi, täyttyykö edellytys, että uusi vesialue kuuluu suurimmalta osalta hakijalle joko omistusoikeuden tai pysyvän käyttöoikeuden perusteella. /25/

#### 6.2.16 Tarvittavat liitteet

Suunnitelman liitetään mukaan seuraavat liitteet:

- yhteenveto hankkeesta ja sen vaikutuksista
- selvitys aineistosta ja mittauksista
- lupapäätökset ja kaava- sekä suojelualuemääräykset
- yleiskartta 1:200 000
- valuma-aluekartta 1:20 000 tai 1:50 000 peruskartan pienennöksen pohjalle
- omistussuhdekartta 1:10 000
- kartat kiintopisteen sijainnista 1:20 000 ja 1:500
- vedenkorkeushavainnot graafisena ja taulukkoina
- graafinen esitys, josta ilmenee vedenkorkeuden muutokset

- asiantuntijalausunnot liittyen kalastoon, linnustoon, kasvillisuuteen
- patopiirustukset (sijainti- ja poikkileikkauspiirustukset)
- haitta-arvotaulukot ja kartat
- selvitys onko hakijalla suurin osa uudesta vesialueesta hallussaan omistusoikeuden tai pysyvän käyttöoikeuden perusteella (VL 2:7)
- selvitys onko hanke yleisen tarpeen vaatima (VL 2:8). /25/

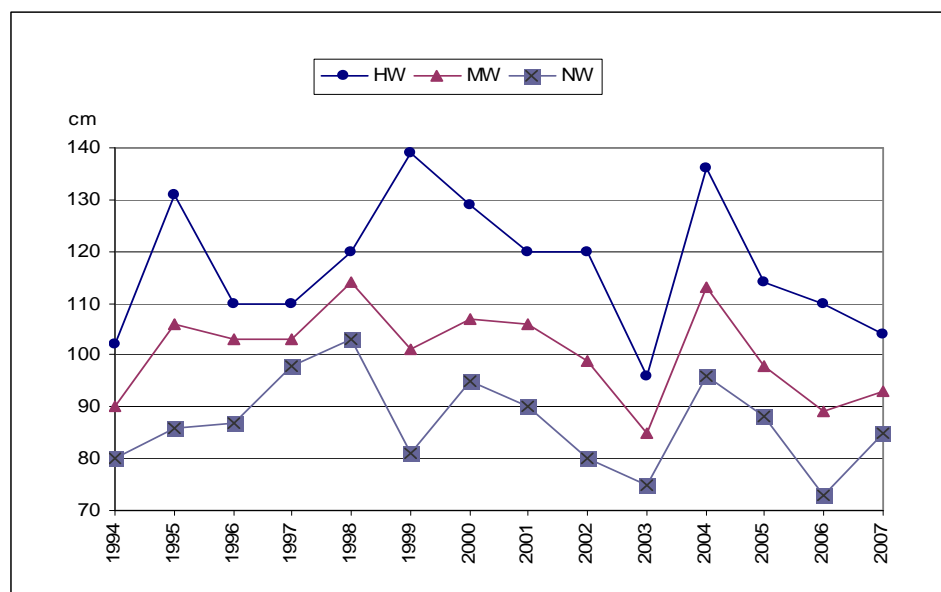
### 6.3 Vedenkorkeudet ja virtaamat

Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri on selvittänyt Kaartjärven vedenkorkeuksia eri vuosikymmeninä. Jo vuonna 1913 järven vedenpinnan alentamiseksi tehtiin hakemus sekä laadittiin suunnitelma, joka ei kuitenkaan toteutunut vähäisen kannatuksen vuoksi. Kaartjärvestä löytyy suojeluyhdistyksen historiikin mukaan vedenkorkeushavainnointia vuosilta 1913 – 1914, 1938, 1941 – 1950, 1952 sekä 1984 – 1988. Vedenkorkeusasteikon paikka on todennäköisesti ollut vuonna 1913 laskuojan sillassa, myöhemmin asteikko on sijainnut järven luusuaa. Vuodesta 1984 havainnot suoritettiin Kaartjärven koillisrannalla. /28/

Työssä tehdyssä tarkastelussa käytössä on ollut vedenkorkeushavainnot vuosilta 1994 – 2007. Nykyisellään vedenkorkeuden mittauspiste on Riihisalon rannassa lähellä järven luusuaa.

#### 6.3.1 Kaartjärven vedenkorkeudet

Riihisalon mittauspisteen vedenkorkeushavainnot vuosilta 1994 – 2007 esitetään liitteessä 6. /29/ Tiedot eri vuosien korkeimmasta ja matalimmasta vedenkorkeudesta sekä näiden keskiarvosta havainnollistetaan kuvassa 7. Vuosittaiset arvot vaihtelevat paljonkin. HW kuvaa vuoden ylintä ja NW alinta vedenkorkeutta sekä MW esittää vedenkorkeuksien keskiarvon.



KUVA 7 Kaartjärven vedenpinnan korkeuden muutokset 1994 – 2007

### 6.3.2 Järven valuma- ja virtaamatiedot

Virtaamatietoja tarvitaan vesivarojen seurantaan, vesistötöiden suunnitteluun ja mitoittamiseen sekä valvontaan ja vesiensuojeluun. Satunnainen mitaustulos ei anna riittävästi tietoa, vaan tarvitaan pitempiaikaisia havaintosarjoja, joista lasketaan tunnuslukuja, kuten

- ylivirtaama HQ
- keskiylivirtaama MHQ
- keskivirtaama MQ
- keskialivirtaama MNQ
- alivirtaama eli alin virtaama NQ. /11; 18/

Kaartjärvellä ei ole suoritettu jatkuvia havaintoja tulo- ja lähtöuomien virtauksista. Vähäisten seurantahavaintojen ja siivikkomittausten ajankohtien selkeän poikkeuksellisten hydrologisten olojen takia, työssä virtaamatietoja on määritetty valuma-alue tietojen ohella tunnettujen yleisten ilmastolisten tekijöiden perusteella. Vuosivalunta eri puolilla Suomea on 200 – 400 mm, joka on keskivalumana 8 – 12 l/s km<sup>2</sup> /18/. Tarkastelussa on käytetty vuoden keskivalumaa Suomessa 10 l/s km<sup>2</sup>.

Lumipeitteen vesiarvotiedot perustuvat Suomen ympäristökeskuksen mittauksiin, joita tehdään lumenpunnituksina talvikuukausien 16. päivä. Aluearvon määrittämisessä käytetään apuna sademittauksia, matemaattisia malleja ja gammamittauksia. /19/ Valuma- ja virtaamatiedoissa on laskettu vuosien 2001 – 2005 Lopen lumen vesiarvon eli lumikuorman keskiarvo. Yhteenveto valuma- ja virtaamatiedoista esitetään liitteessä 7.

Lähtötiedot ovat seuraavat:

- valuma-alueen pinta-ala  $F = 66,57 \text{ km}^2$
- valuma-alueen järvisyys  $L = 17,7 \%$
- lumen vesiarvo Lopella  $MW_{\max} = 70 \text{ mm}$
- $Mq$  eli keskivaluma Suomessa 10 l/s km<sup>2</sup>

Keskivaluman  $Mq$  ja valuma-alueen pinta-alan perusteella saadaan keskivirtaamaksi  $MQ = 0,67 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Järvisyysprosentin, valuma-alueen pinta-alan ja lumen keskiarvon perusteella saadaan keskiylivalumaksi  $MHQ = 20 \text{ l/s km}^2$ , jolloin keskiylivirtaama  $MHQ = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Valuma-alue tietojen ja laskelmien avulla ylivaluma kerran 10 vuodessa  $Hq_{1/10} = 31,8 \text{ l/s km}^2$ . Kertomalla ylivaluma valuma-alueen pinta-alalla, saadaan kerran 10 vuodessa toistuvaksi ylivirtaamaksi  $HQ_{1/10} = 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 7 RAHOITUSLÄHTEET

Vesistökuunnostushankkeissa rahoitusta tarvitaan selvityksiin, maastomittauksiin, itse suunnittelutyöhön ja lupamaksuihin sekä kunnostuksen toteutukseen. Edelleen rahoitusta tarvitaan toimenpiteiden jälkiseurantaan ja kunnossapitoon sekä mahdollisiin korvauksiin. /32/

Rahoituksen suunnittelu aloitetaan viimeistään, kun kunnostustoimenpiteet ovat hahmottuneet ja kokonaiskustannukset arvioitu. Ensin selvitetään omarahoitusosuus, joka on lähes aina ehto ulkopuolisen rahoituksen saamiseen. Joissain tapauksissa omarahoitusosuus voi koostua ainakin osittain talkootyöstä. /10/

Vesistöhankeeseen rahoitukseen on monia mahdollisuuksia. Pienten kunnostushankkeiden toteutuksessa budjetti voi koostua pelkästään yksityisestä rahoituksesta sekä talkootyöstä, joka voi olla hyvinkin merkittävä osa hankkeen toteutumista. Kunnat osallistuvat jonkin verran vesistökuunnostushankkeisiin ja kunnan rooli voi olla varsin merkittävä hankkeen käynnistymisvaiheessa, jos haetaan valtion tai EU:n rahoitusta. Kuntien ohella julkista rahoitusta edustavat valtio ja EU. /32; 10/

### 7.1 Valtion osallistuminen rahoitukseen

Valtio voi ottaa osaa vesistökuunnostukseen, kun hankkeella voidaan edistää vesistön käyttöä, hoitoa tai suojelua. Luonnon- ja maisemansuojelu sekä vesien virkistyskäyttö ovat yleisimmät motiivit. Muita syitä ovat vedenhankinta, riista- ja kalatalous, vesistön kulttuuri- ja elinkeinohistoriallisten arvojen säilyminen ja parantaminen. /32/

Valtion osuus voi yleensä olla enintään 50 % kunnostushankkeen kokonaiskustannuksista. Rahoituksen edellytyksenä on, että suunnitelluilla toimenpiteillä on yleistä merkitystä, kustannukset ovat kohtuulliset ja hyötyjen tulee olla suuremmat kuin hankkeen haittojen. Ehtona on myös, että hakija hakee tarvittavat luvat sekä huolehtii rakenteiden kunnossapidosta ja muista mahdollisista velvoitteista. /32/

### 7.2 EU-rahoitus

Uudella EU:n ohjelmakaudella 2007 – 2013 rahoitusta on käytössä huomattavasti vähemmän kuin aiemmin ja EU-rahoitus kohdistuu suuriin hankkeisiin. Esimerkiksi Euroopan unionin ympäristöalan rahoitusjärjestelmä Life+ rahoittaa luonnonsuojelu- ja ympäristöhankkeita, joille komissio myöntää vuosittain tietyn rahoitusosuuden jäsenmaittain. Suomeen tuli vuonna 2007 Life+ -rahoitusta noin 6,7 miljoonaa euroa. Rahoituksen on tarkoitus kasvaa vuosittain siten, että 2010 Suomen rahoitusosuus on noin 8,6 miljoonaa euroa. /32; 33/

Ohjelmakaudella 2007 – 2013 maaseudun kehittämistä ohjaa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma, jonka yhtenä tavoitteena on ympä-

ristön tilan parantaminen. Ohjelmassa on neljä eri toimintalinjaa, joista toiseen toimintalinjaan kuuluvat muun muassa maatalouden ympäristötuet. /32; 34/

### 7.2.1 Erityistukisopimukset

Vesistökuunnostushankkeissa erityistukisopimuksia tehdään muun muassa suojavyyhykkeiden sekä monivaikutteisen kosteikon perustamiseen ja hoitoon. Tarkoituksena on tällöin edistää muun muassa vesiensuojelua maatalouden kuormittamilla alueilla. Kosteikkojen perustamisessa pääpaino onkin ollut vesiensuojeluksessa, sillä kosteikko toimii kiintoaineksen ja ravinteiden pidättäjänä, mutta tarjoaa myös elinympäristön monille lajeille sekä monipuolistaa viljelymaisemaa ja toimii tulvien pidättäjänä. Tukihakemusten käsittelijänä ja neuvonantajana toimii TE-keskus. /32/

Rahoituskuviot ovat muuttuneet edeltävästä ohjelmakaudesta ja uutena asiana vuodesta 2007 alkaen on ollut, että paikallinen rekisteröity yhdistys on voinut hakea erityisympäristötukea monivaikutteisen kosteikon hoitoon. Yhdistys on myös voinut hakea vuodesta 2008 alkaen eituotannollista investointitukea monivaikutteisen kosteikon perustamiseen. Rekisteröidyn yhdistyksen ei tarvitse sitoutua ympäristötuen perustoimenpiteisiin, mutta investoinnin toteutuksen jälkeen edellytetään erityistukisopimusta kohteen hoidosta. Erityistukisopimusten laatimisessa neuvovat, ohjaavat ja kouluttavat TE-keskus ja Maaseutukeskus. /35; 36/

Kun hakijana on rekisteröity yhdistys, hakemuksen allekirjoittaneella yhteyshenkilöllä on oltava yhdistyksen nimenkirjoitusoikeus. Hakemuksen liitteeksi liitetään selvitys nimenkirjoitusoikeudesta sekä kopio sen kokouksen pöytäkirjasta, jossa hakemisesta on päätetty. Lähtökohtana on, että kosteikko sijaitsee omalla maalla, mutta se voi sijaita myös vuokramaalla. Kosteikon sopimusalue tulee olla hallinnassa koko sopimusajan ja liitteeksi liitetään vuokrasopimus, johon kirjataan toimenpiteet, joita alueella tulaa tekemään. /35/

Investointituki kosteikolle on enintään 4000 € kosteikkohehtaarille. Ehtona on, että valuma-alueesta peltoa on vähintään 20 % ja kosteikon ala valuma-alueesta vähintään 0,5 – 1 %. Kosteikko saa sijaita enintään 1 kilometrin etäisyydellä peltoalueista ja sopimusala on vähintään 0,3 ha. /35/ Kaartjärven valuma-alue jakautuu edelleen järveen laskevien uomien osavaluma-alueisiin, jolloin peltoprosenttivaatimus täyttynee.

### 7.2.2 Paikallinen maaseudun hanketoiminta

Eteläisen maaseudun osaajat eli EMO ry. toteuttaa kahdeksan kunnan alueella, johon myös Loppi kuuluu, maaseudun hanketoiminnan koordinointia. EMO ry. avustaa hankkeissa, joilla kehitetään maaseutua, sen yritystoimintaa ja parannetaan ympäristöä. Maa- ja metsätalousministeriö on nimittänyt EMO ry:n Leader-toimintaryhmäksi ja Leader-toimintaa toteuttaa Suomessa 58 paikallista toimintaryhmää. /37/



Ohjelmakaudella 2007 – 2013 EMO ry:llä on käytössään maaseudun kehittämiseen julkista rahoitusta noin 4,3 miljoonaa euroa. Yhdistyksellä on käytössä sekä EU-rahaa että kansallista valtion rahaa. EMO ry:n toimialueella myös kunnat osallistuvat rahoitukseen omalla osuudellaan. Hankkeissa on hakijalla aina oltava omarahoitusosuutta, pelkästään avustusrahoitusta ei ole mahdollista hakea. Lisäksi hankehakijan tulee huomata, että julkinen raha maksetaan aina jälkikäteen maksettujen kuittitositteiden perusteella. /37/

EMO ry. ei tee varsinaisia hakemuksia hakijan puolesta vaan neuvoo ja auttaa hakemusten teossa sekä tarkistaa tarvittavat tiedot. Hankehakemuksiin tarvitaan kustannusten arvio, riittävän tarkat piirustukset ja suunnitelmat sekä tarvittaessa isoimmissa hankkeissa on lähetettävä tarjouspyynnöt. EMO ry. valitsee rahoitettavat hankkeet, mutta lopullisen rahoituspäätöksen tekee TE-keskus. /37/

### 7.3 Metsätalous ja vesiensuojelu

Metsätalous vastaa kuormittajana prosentuaalisesti tarkasteluna haja-asutusta. Vuonna 2005 metsätalouden osuus vesistökuormituksesta oli fosforin osalta noin 8 % ja kokonaistypen noin 5 %. Maatalouteen verrattuna metsätalouden osuus on selvästi vähäisempi, mutta metsätaloudella voi olla suuri paikallinen merkitys erityisesti pienillä metsätalousvaltaisilla valuma-alueilla ja pienvesissä. Metsäsertifioinnin auditointien ja eri metsäorganisaatioiden tekemien kunnostusojitusten ja hakkuiden tarkastusten perusteella vesiensuojelun tasoa on edelleen mahdollista parantaa metsätaloudessa. /61; 62/

Metsätalouden toimenpiteiden suunnittelussa vesiensuojelulla on keskeinen merkitys. Vesipuidedirektiivin mukaisesti kuormituksen vähentäminen sekä estäminen ovat keskeisessä asemassa. Direktiivin soveltamisen periaatteet ovat vielä täsmentymässä. Metsätalouden vesiensuojelun kehittäminen varsinkin maaperältään eroosioherkissä kohteissa sekä eri käsittelymenetelmien ja käsittelypinta-alojen tunteminen korostuvat tulevaisuudessa. Onnistumisen kannalta on tärkeää maaperätiedon saatavuus, luotettavuus ja sen soveltaminen. Tärkeimpiä työvälineitä ovat vapaaehtoisuuteen perustuvat menetelmät, joilla voidaan vähentää metsätalouden vesistökuormitusta. /50; 61/

Kestävän metsätalouden rahoituslaki eli Kemera on kestävän puuntuotannon turvaamiseksi tehtävien toimenpiteiden rahoittamiseen tarkoitettu laki. Erilaiset tuet ovat ohjeistettuja ja osalle töistä tarvitaan ennakkoon tehty suunnitelma. Normaalin eli tavanomaisen kunnostusojitushankkeen yhteydessä tehtävät vesiensuojelutoimet, kuten esimerkiksi lietekuopat ja altaat eivät kuulu erityisesti tuettaviksi, vaan toteutuskustannusten piiriin. Tuki on sama 40 %, kuin muissa ojituskustannushankkeissa. Kemera-rahoitusta on myös mahdollista saada metsäluonnon hoitohankkeisiin, kun toimilla on tavanomaista laajempi merkitys vesistön ja vesiluonnon kannalta. Vesiensuojelun kannalta hanke voi olla metsäojitusalueen laskeutusaltaan tyhjennys, kosteikon kunnostushanke, vanhan ojitusalueen vesiensuojelu-

toimenpiteiden korjaus, ojituksesta aiheutuneiden vesistöhaittojen estäminen tai korjaaminen. Suunnitteluun ja toteutukseen saa tällöin 100 % tuen toteutuneiden kustannusten mukaan ja tukea haetaan metsäkeskuksen kautta. Vuoden 2009 alussa astuu voimaan uusittu Kemera-laki, jolloin kunnostusojitusten kaikki vesiensuojelutoimet kustannetaan valtion tuella. Laki on valmisteltu ja EU on sen hyväksynyt. /63; 64/

### 7.3.1 Metsätalouden luonnonhoitohankkeet

Metsätalouden vesistöhaittojen vähentämiseksi on käynnissä luonnonhoitohankkeita, joiden päätavoitteena on parantaa valuma-alueen vesistöjen ekologista tilaa ja varsinkin tehostaa metsäojitusalueiden vesiensuojelua. Vesiensuojeluhankkeet ovat olleet yleisin hanketyyppi. Valuma-aluetta tarkasteltaessa hankkeissa hyödynnetään uutta vesiensuojelun paikkatietopohjaista teknologiaa, jonka avulla saadaan mm. hyvä ennakkokäsitys alueen maaperästä. /71/

Luonnonhoitohanketta sovelletaan valuma-alueilla, joilla on runsaasti erikäisiä metsäojitusalueita. Osa voi olla vastikään kunnostettuja ja osa odottaa kunnostusojitusta. Hankkeiden kunnostusojitusalueilla suunnitellaan vesistöhaittoja ennaltaehkäisevät toimenpiteet ja jo toteutuneilla kohteille suunnitellaan korjaavia vesistön suojelutoimenpiteitä. Ojitusalueille suunnitellaan kohteesta riippuen pohjapatoja, kosteikkoja, laskeutusaltaita sekä tyhjennetään vanhoja altaita. Ravinteiden ja kiintoaineksen vähentämisen lisäksi tasoitetaan virtaamahuippuja ja vähennetään uomien syöpymistä. Hankealueiden ranta-asukkailta on tullut palautetta esimerkiksi veden kirkkauden parantumisesta. /71/

Hankkeissa ovat olleet mukana kunta, ympäristökeskus, kylätoimikunta, metsästysseura. Hankkeet on suunniteltu maanomistajien kanssa ja työt on toteutettu yhteistyönä usean tilan alueella. Luonnonhoitohankkeita voidaan rahoittaa kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera) mukaisella tuella. Metsäkeskus päättää rahoituksesta määrärahojen puitteissa ja päätös ei edellytä metsänomistajalta erillistä hakemusta, vaan metsäkeskus hakee rahoitusta omistajan suostumuksella. Maanomistajalle ei makseta korvausta hankkeeseen osallistumisesta. /72/

## 8 VALUMA-ALUEEN KUORMITUSTARKASTELU

Valuma-alueen ominaisuuksien mukaan selvitetty kuormitus on tärkeä perustieto järven kunnostustoimenpiteitä määriteltäessä. Eri kuormitustekijöitä tarkasteltaessa, pyritään yksilöimään ne järven vedenlaatua heikentävät tekijät, joita on kohtuullisin kustannuksin mahdollista alentaa. /10/

Kuormituksen tarkastelussa ulkoinen kuormitus lasketaan kauko- ja lähi-valuma-alueiden sekä pistemäisen kuormituksen summana. Järveen laskevien uomien mukana tuleva kaukovaluma-alueen kuormitus määritetään virtaama- ja pitoisuustietojen perusteella. Kun näitä tietoja ei ole saatavilla, tehdään vertailuarvoihin perustuva laskenta (taulukko 3), joka antaa

yleiskuvan järveen vaikuttavista tekijöistä. Yksilöity kunnostustoimenpiteen valitseminen edellyttää tarkempia tutkimuksia. /10/ Kaartjärven kuormitus on arvioitu peruskartan ja ominaiskuormituskertoimien perusteella.

TAULUKKO 3 Hajakuormituksen ominaiskuormitusarvoja /41/

Kuormituslähde	Fosfori (P) kg/km <sup>2</sup> /a	Typpi (N) kg/km <sup>2</sup> /a
Laskeuma	4 - 26	188 - 1040
Viljelty pelto	54 - 250	800 - 2200
Ojitus, hakkuu, muokkaus	1 - 105	40 - 770
Luonnonhuuhtouma	3 - 7	70 - 200
Luonnontilaiset suot	6	
Luonnontilaiset metsäalueet	3 - 9	160 - 180
Turvetuotanto	27	1000

Kaartjärvellä valuma-alueen lisäksi vedenlaatuun vaikuttanee myös pohjavesi. Hämeen ympäristökeskuksen siivikkomittauksissa (liite 3) maaliskuulta 2007, järven tulovesistä pohjaveden osuus oli karkeasti arvioituna 57 %. Suomessa ei juuri ole tutkittu pohjaveden vaikutusta järven vedenlaatuun ja syynä voi olla pohjaveden hyvä laatu tai asian vaikeus. Pohjavesien pitoisuuksia ja määriä on järvien ainetaselaskelmissa käytetty hyvin vähän /57/. Pohjaveden laatuun vaikuttavat maa- ja kallioperä, veden virtausolot ja ihmisen toiminta. Esimerkiksi saven alapuolella pohjavesi on monesti hapetonta sekä rauta- ja mangaanipitoista. Samoin syvällä sijaitseva kalliopohjavesi on monta kertaa vähähappista ja sisältää runsaasti kallioperästä liuenneita metalleja ja suoloja.

## 8.1 Kuormituksen lähteet

Ongelmien alkuperä on yleensä järven valuma-alueelta tuleva ulkoinen kuormitus. Valtaosa järviin tulevasta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta on useimmiten lähtöisin ihmistoiminnasta. Hajakuormitusta syntyy laajalta alueelta, esimerkiksi maa- ja metsätaloudesta sekä haja- ja loma-asutuksen jätevesihuollosta. Järviin tulee myös luonnonhuuhtoumaa eli ravinteita ja kiintoaineita, jotka sade ja lumen sulamisvedet huuhtovat valuma-alueelta järveen. Huuhtouman määrään vaikuttaa valuma-alueen kallio- ja maaperä sekä hydrologia. Ulkoiseen kuormitukseen luetaan myös pistekuormitus sekä ilmalaskeuma. Laskeuman suuruus vaihtelee ja suurten kaupunkien lähistöllä sekä Etelä-Suomessa arvot ovat suurempia. /10/

Ravinnekuormitus käsittää tyypillisesti fosforin (P) ja typen (N) eri olomuodot ja kuormitusta mitataan joko kokonaisravinteena tai ravinteiden liuenneiden, epäorgaanisten ja suoraan leville käyttökelpoisten yhdisteiden muodossa. Ravinteet, jotka lähtevät savi- ja turvemailta ovat yleensä suu- relta osin sitoutuneena maapartikkeleihin eli kiintoaineeseen, eivätkä ole

suoraan levien käytettävissä. Vesistöjen mikrobitoiminta ja sedimentissä tapahtuvat reaktiot muuttavat yhdisteitä liukoiseen muotoon. /41/

Ravinnekuormituksen ohella vesistölle haitallisena pidetään orgaanisen aineksen kuormitusta, joka on happea kuluttava ja järven pohjaa liettävä. Orgaanisen aineen kuormitus esitetään vedenlaatututkimuksissa biologisena (BOD<sub>7</sub>) tai kemiallisena (COD<sub>7</sub>) hapenkulutuskykynä aikayksikössä, joka on yleensä 7 vuorokautta. Orgaanista kuormitusta aiheuttavat esimerkiksi suo- ja metsäojitukset ja jätevesien puutteellinen puhdistus. /41/

### 8.1.1 Sisäinen kuormitus

Fosforin liukenemista järven pohjasta veteen nimitetään sisäiseksi kuormitukseksi siitä huolimatta, että ulkoinen kuormitus on sisäisenkin kuormituksen alkuperä. Sisäisen kuormituksen arvioiminen on paljon vaikeampaa, kuin ulkoisen kuormituksen. Tasapainoisessa järvessä ravinnepitoisuus säilyy normaalisti melko vakaana, vaikka järveen tulee enemmän ravinteita, kuin sieltä lasku-uoman mukana lähtee. Syynä tähän on järven sedimentin eli pohjan kerrostuman toimiminen ravinteiden sitojana ja varastoijana. Vuotuinen ravinteiden nettosiirtymä on hyväkuntoisessa järvessä vedestä sedimenttiin. Sisäisen kuormituksen vaihtelu on suurta, sen huippu ajoittuu kevättalveen ja loppukesään. Tällöin sedimentin ja sen yllä olevan veden happitilanne on huonoimmillaan. Mikäli hapettoman syvänteen osuus koko järven tilavuudesta on pieni, ei hapettomuudesta syntyvä sisäinen kuormitus kasva kovin suureksi. /2; 10/

Sisäinen kuormitus voi olla järven tilaa pahentava kierre, jolloin sedimentistä vapautuneet ravinteet lisäävät päällysveden tuotantoa. Orgaanisen aineksen hajotessa alusveden hapenkulutus kiihtyy ja kierre voimistuu happikadon myötä. /10/

### 8.1.2 Ravinteiden käyttökelpoisuus

Liian kuormituksen tuloksena vesistö rehevöityy ja fosforilla on merkitystä erityisesti järvien rehevöitymisessä. Rehevöitymisen merkit näkyvät vähäisenä planktonlevien ja ranta-alueiden rihmalevien lisääntymisenä, pahimmillaan massiivisina levien pintaesiintymisinä, happikatona ja järven eliöyhteisön muutoksilla. Kaikki fosfori ei aiheuta rehevöitymistä, koska osa fosforista on sellaisessa muodossa, etteivät esimerkiksi levät kykene sitä hyödyntämään. /49/

Tutkimuksen mukaan vähiten käyttökelpoista fosforia on järven pohja-aineksessa sekä laskeutuvassa aineksessa. Samoin metsätalouden valumavesien fosfori on verrattain heikosti käyttökelpoista, noin 16 % siitä on levien käytettävissä. Maatalouden peltojen valumavesien fosforin käyttökelpoisuus on 31 % ja teollisuuden fosforin keskimäärin 50 %, tosin samankin laitoksen sisällä esiintyy suurta vaihtelua. Viemäroidyn asumajäteveden fosforin käyttökelpoisuus riippuu puhdistusmenetelmästä; biologisesti ja kemiallisesti käsitellyistä jätevesistä noin 36 % fosforista on leville

käyttökelpoista. Levätestien perusteella korkein käyttökelpoisuusprosentti löytyy haja-asutuksesta peräisin olevasta fosforista, jopa 89 % on käyttökelpoista. /49/ Syynä tähän on haja-asutusalueiden jätevesien käsittelyn puutteellisuus. Esimerkiksi saostuskaivoihin ei jää kuin kiintoaineita ja rasvaa ja liuenneet ravinteet jatkavat matkaansa ympäristöön.

Tarkasteltaessa käyttökelpoisen fosforin kuormitusta, käy ilmi että maatalous on vastuussa noin puolesta ihmisen aiheuttamasta fosforin kokonaiskuormituksesta osuudella 53,2 %. Kakkosijalle tulee haja-asutus 17,3 % ja metsätalouden osuus fosforin kokonaiskuormituksesta oli tutkimuksessa 3,1 %. On hyvä huomata, että valtakunnallisesti vähäisellä kuormittajalla voi kuitenkin olla suuri paikallinen merkitys valuma-alueen vesistön rehevöittäjänä. /49/

### 8.1.3 Kuormitushuiput

Ravinnekuormitus kulkeutuu järveen lähinnä virtaavan veden mukana ja kuormitushuiput ajoittuvat suurten virtaamien ajankohtaan. Sulamishuipun aikana pintavaluntana siirtyvä vesi kuljettaa runsaasti kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita vesistöihin. Eteläsuomalaisilla valuma-alueilla huippukohdat ovat lumien sulamisaikaan maaliskuussa, jolloin jopa 80 – 90 % koko vuoden kuormituksesta saattaa kulkeutua vesistöön. Toinen kuormitushuippu havaitaan syksyllä, kun maanpinta on taas kasvillisuudesta paljaana ja syysateet lisäävät virtaamia. /41/

Lyhentyneet talvet useine sulamisjaksoineen ja sademäärien ajalliset sekä määrälliset muutokset vaikuttavat järvien kuormituksen määrään ja sen jakautumiseen. Talven sulamisjaksot vähentävät kevättulvien määrää, mutta talviaikainen kuormitus on aiempaa suurempaa. Ilmaston ääriolosuhteiden, kuten kuivien kausien, rankkasateiden ja myrskyjen lisääntymisellä voi olla paikallisesti suuri merkitys ravinne- ja kiintoainehuuhtouman määrään ja laatuun. Kiintoainekuljetus on yleensä suurinta kuivien kausien jälkeen, heti sateiden alussa. /41/

Kuormituksessa on havaittavissa myös selkeä vuorokautinen sykli varsinkin keväällä. Päiväsaikaan sulamisveden määrä on huipussaan ja yöllä yöpakkaset hidastavat sulamista ja vähentävät virtaavan veden määrää. Mittattaessa kuormitusta pienemmistä uomista, ilmiö tulee ottaa huomioon. Näytteenottoajankohdan osuminen aamuun tai iltapäivään voi merkitä tulosten huomattavaa aliarvioita todellisesta tilanteesta. Esimerkkinä helsinkiläinen puro, jossa mitatut erot kiintoainekuormituksen määrässä aamulla ja iltapäivällä olivat tuhatkertaiset. Liuenneiden ravinteiden suhteen pitoussuuserot eivät yleensä ole yhtä tuntuvia kuin kiintoaineilla. /41/

## 8.2 Kaartjärven pistekuormittajat

Pistekuormitus tarkoittaa ulkoista kuormitusta, jossa ravinteet tulevat vesistöön tarkasti määriteltävästä paikasta. Piste- ja hajakuormituksen raja voi olla häilyvä esimerkiksi maa- ja metsätaloudessa, johtuen suoritetta-

vista toimenpiteistä ja kohteista. Pistekuormitusta edustavat yksittäiset lupapalvelulliset toimijat, kuten muun muassa teollisuuslaitokset, yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot, kaatopaikat, kalanviljelylaitokset. /10/

Kaartjärven valuma-alueen suurimpia viemäriverkoston ulkopuolella olevia pistekuormittajia ovat järven itärannikon eteläosissa Laakasalon lomakeskus golfkenttineen, Riihisalon leirikeskus ja Lomakylä Ilpola. Valuma-alueen länsiosassa Ali-Myllyn järven pohjoispuolella sijaitsee Räyskälän lentokeskus. Ilmailukeskus on I-luokan pohjavesialueella ja Hämeen viestirykmentin koulutusalue on Ilmailukeskuksen pohjoispuolella. Kaartjärven lounaisrannalla sijaitsee Räyskälän leirikeskus ja järven pohjoisrannalla Vojakkalan kylässä toimii ala-asteen koulu. /15/

Vuonna 2003 laaditusta Riihimäen seudun haja-asutusalueen vesihuollon kehittämissuunnitelmasta ilmenee lomailijamäärät Kaartjärven lomakeskuksissa. Esimerkiksi Riihisalon leirikeskuksessa on kesäaikaan ollut noin 100 päiväkävijää, Laakasalon lomakeskuksessa 400 päiväkävijää, sesonkina jopa yli 1000 ja Räyskälän leirikeskuksessa 5000 kävijää vuodessa. Lomakeskuksissa jätevesien puhdistustapoja ovat olleet saostuskaivot, biologinen pienpuhdistamo, umpisäiliöt, biosuodatin ja maameytys. Osa ratkaisuisista on ollut puutteellisia. /15/

Kaartjärven historiasta selviää, että alueella on toiminut rautaruukki sekä öljynpuristamo ja tärpättitehdas. Viimeksi mainitut toimivat vain muutamman vuoden ja rautatehdas lopetti toiminnan vuonna 1905. Pahoja mäntypistiäisvuosia oli 1960-luvulla ja näiden hävittämiseksi tehtiin lentokoneruiskutuksia käyttämällä torjuntaan todennäköisesti DDT-pitoisia aineita. Järven rannoilla ja sen läheisyydessä oli 1970-luvulla kantaasukkaiden lisäksi muun muassa turkistarha. Yhteisöjen ja lisääntyvän vapaa-ajanatuksen jätahuolto ei ollut moitteetonta. /8/

### 8.2.1 Kaartjärven runkovesijohto ja kokoojaviemäri

Hämeen ympäristökeskus on myöntänyt ympäristöluvan Kaartjärven jätevedenpuhdistamolle. Siirtoviemäri kiertää Kaartjärven pohjois- ja länsipuolen. Linjaston rakennustyöt aloitettiin loppuvuodesta 2006 ja kohteen vastaanottotarkastus pidettiin kesäkuussa 2007. /38; 39/

Kaartjärven vesihuoltotyön EU-loppuraportin mukaan Vojakkala – Räyskälä -alueelle on nyt saatu keskitetty vedenhankinta ja jätevesien käsittely. Verkostoon ovat liittyneet Vojakkalan koulu, puolustusvoimien harjoitusalue, Riihisalon leirikeskus sekä Räyskälän leirikeskus ja Räyskälän ilmailukeskus. Laakasalon loma- ja kurssikeskus on myös mahdollista liittää linjastoon ja suunnitelmat liittämiseen ovat työn alla. /39/

Kokoojaviemäriin rakentamisen myötä näyttäne siltä, että suurimpien yksittäisten pistekuormittajien jätevedet johdetaan pois Kaartjärven alueelta. Vaikka runkoviemäri ja puhdistamo vievät kuormitusta pois Kaartjärvestä, on näiden kunnosta ja toimivuudesta kannettava erityisen hyvää huolta,

jotta ei aiheuteta lisääntyvää kuormitusta alajuoksulle eli Kaartlampeen ja Kaartjoelle.

Pistekuormitusta ei enää huomioida Kaartjärven kuormitustarkastelussa ja järven kuormitus keventyneenä tältä osin. Järven vedenlaadun kannalta on tärkeää, että saadaan kaikki pistekuormittajat liittymään kokoojaviemäriin.

### 8.3 Haja- ja loma-asutuksen jätevedet

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (542/2003) astui voimaan 1.1.2004. Asetuksen mukaan kiinteistöllä on oltava tarkastusta varten kirjallinen selvitys jätevesien käsittelyjärjestelmästä ja sen huollosta. Uudisrakennusten jätevesien käsittelyjärjestelmän on vastattava asetuksen vaatimuksia välittömästi ja vanhojen kiinteistöjen 31.12.2013 mennessä. /42/

Yli 70-vuotiaat mummonmökkien asukkaat voivat saada lykkäystä puhdistamon hankintaan viideksi vuodeksi kerrallaan /65/. Näin ilmoitti ympäristöministeri maaliskuussa 2008. Ilmoitukseen tulee suhtautua varauksella, sillä asiaa ei löydy vielä lainsäädännöstä. Mikäli puutteellisesti käsitellyt jätevedet aiheuttavat välitöntä ympäristön pilaantumisen vaaraa, ei lykkäystä voi myöntää iäkkäällekin ihmiselle.

Asumajäteveden laskennalliseksi kuormitusluvuksi on määritelty fosforin suhteen 2,2 g/vrk/as ja typen 14 g/vrk/as. Vuositasolla tämä tarkoittaa henkeä kohden 0,8 kg fosforia ja 5,1 kg typpeä. Uuden asetuksen mukainen ravinteiden poisto pienentää vesistökuormitusta 0,1 kiloon fosforia asukas/vuosi ja typpeä 3,1 kiloon asukas/vuosi. /41/

Kuormitukseen vaikuttaa kiinteistön etäisyys vesistöön. Esimerkiksi kiinteistö, joka sijaitsee alle 100 metrin päässä rantaviivasta, aiheuttaa fosforikuormitusta 0,64 kg/as/vuosi ja typpikuormitusta 2,4 kg/as/vuosi. Kun asutuksen etäisyys vesistöön on 100 – 1 000 m, fosforikuorma on 0,37 kg/as/vuosi ja typpikuorma 1,72 kg/as/vuosi. /41/

Järvien kuormitusarvioissa on jätevesikuormituksen arviointiin käytetty arvioita asukasmäärä per kiinteistö. Esimerkiksi 2,7 as/kiinteistö sekä kiinteistön tyypin mukaista ominaiskuormitusarvoa, kuten loma-asutuksen fosforikuorma 0,18 kg /mökki/vuosi ja typpikuorma 0,66 kg/mökki/vuosi. /41/

Jätevedet lisäävät veden suolojen määrää eli sähkönjohtavuutta. Sähkönjohtavuuden voimakas muutos syvänteiden alusvedessä on usein merkki jätevesien kertymisestä järven pohjalle ja sähkönjohtavuudella on mahdollista selvittää jätevesien kulkeutumista järvestä. Yleensä järvesien sähkönjohtavuus on 5 – 10 mS/m. /24/ Kaartjärvellä päänlyysveden sähkönjohtavuus vaihtelee välillä 6,0 – 7,5 mS/m ja alusveden välillä 6,4 – 9,7 mS/m (liite 8). Kaartjärven vedenlaatumittaus on tehty vain yhdessä havaintopisteessä, tämä on hyvä huomioida tarkastelussa.

### 8.3.1 Kaartjärven jätevesikuormitus

Haja- ja loma-asutuksen merkitys järven kuormittajana on selvä, sillä asutuksen jätevesien fosfori on, kuten aiemmin mainittiin suurelta osin (89 %) liukoissa muodossa. Vesistöön päästään fosfori on heti leville ja kasveille käyttökelpoisessa muodossa aiheuttaen nopeaa vesistön rehevöitymistä.

Kaartjärven rannoilla on runsas sekä vakituinen että vapaa-ajan ranta-asutus. Vesihuollon kehittämissuunnitelman mukaan pelkästään Räyskälän-Vojakkalan runkolinjan lähiympäristössä on loma-asuntoja noin 90 ja nämä olisivat kohtuullisen helposti liitettävissä verkostoon. Lisäksi rajatulla loma-asutuksen kehittämisalueella Räyskälässä loma-asuntoja on noin 130. Vakituksia asukkaita Räyskälän kylällä on noin 60 ja Vojakkalan noin 70. Jätevedet on johdettu Kaartjärveen kiinteistökohtaisin pienpuhdistamoin käsiteltyinä tai hajakuormituksena. Suojeluyhdistyksen historiikissa esitetään toive alueen vesihuoltosuunnitelman toteutumisesta, jotta järven rehevöityminen saadaan estettyä. /15; 8/

Jotta tiedettäisiin Kaartjärven haja- ja vapaa-ajanasutuksen aiheuttama vuotuinen jätevesikuormitus, vaatisi tämä jokaisen kiinteistön jätevesien käsittelyn ja käymäläratkaisun selvittämistä. Tarkkojen tietojen puuttuessa käytetään erilaisia kuormituslukuja, joilla saadaan keskiarvo, joka ei välttämättä vastaa tutkimusalueen arvoja. Järvien kuormitusarvioissa on käytetty jätevesikuormituksen arviointiin aiemmin mainittu 2,7 as/kiinteistö sekä kiinteistön tyyppin mukaista kuormitusarvoa suhteessa etäisyyteen vesistöön.

Vakituisten asukkaiden määrä Räyskälän ja Vojakkalan kylillä on yhteensä 130 asukasta ja loma-asuntojen määrä kehittämissuunnitelman perusteella 220 kiinteistöä. Laskelmassa oletetaan, että vapaa-ajan asutus keskittyy Kaartjärven rannalle ja vakituinen hieman etäämmälle vesistöä. Karttapohjalta laskettuna alle 100 metrin päässä vesistöä sijaitsevia kiinteistöjä löytyi noin 150 kpl.

Loma-asutuksen kuormitus:

- etäisyys vesistöön 0 – 100 m, 150 mökkiä ja 405 loma-asukasta, käyttöaika 90 vrk/a, kuormitus 0,64 kg P/as/vuosi  
fosfori = 64,92 kg P/a
- etäisyys vesistöön 0 – 100 m, 150 mökkiä ja 405 loma-asukasta, käyttöaika 90 vrk/a, kuormitus \* 2,4 kg N/as/vuosi  
typpi = 239,66 kg N/a
- fosfori 0,18 kg P/mökki \* 70 mökkiä = 12,6 kg P/a
- typpi 0,67 kg N/mökki \* 70 mökkiä = 46,9 kg N/a

Vakituisen asutuksen kuormitus:

- etäisyys vesistöön 100 – 1000 m  
fosfori 0,37 kg P/as/a \* 130 as = 48,1 kg P/a
- etäisyys vesistöön 100 – 1000 m  
typpi 1,72 kg N/as/a \* 130 as = 223,6 kg N/a



Fosforin vuosikuormitus on noin 130 kg P/a ja typen noin 510 kg N/a. Todennäköistä on, että Kaartjärven jätevesikuormitus on suurempi, sillä tarkastelussa ei ole huomioitu alueen lomakeskusten kuormittavaa vaikutusta järveen.

#### 8.4 Maatalouden kuormitus

Maatalous kuormittaa merkittävästi vesistöjä. Vesistökuormitusta aiheuttavat peltoviljely ja karjatalouden päästöt. Viljelyn ravinnekuormitus johdetaan lähinnä lannoitteista ja fosforikuormitus vaihtelee välillä 54 – 250 kg/km<sup>2</sup> a ja typpikuormitus 800 – 2 200 kg/km<sup>2</sup> a. Enimmillään kuormitus on kaltevalla hiesupellolla, jolla viljellään perunaa tai sokerijuurikasta. Pienimmillään kuormitus on monivuotista nurmea kasvavalla tasaisella pellolla. /10/

Peltojen sijainnin ja viettävyyden ohella merkitystä on maalajilla, viljelytekniikalla, lannoitteiden käyttömäärällä sekä levitystavalla ja pellon vesitaloudella. Ravinteista fosfori on merkittävin kuormittaja. Päästöt näkyvät vesistön rehevöitymisinä, samentumisena ja liettymisenä. Fosforikuormituksen määrään vaikuttaa keskeisesti peltolohkon fosforiluku. Korkeat viljavuusfosforipitoisuuksien alueet on havaittu luovuttavan selkeästi enemmän ravinteita valumavesien mukana kuin ravinneköyhempien lohkojen. Liukoisen fosforin määrä Hämeen pelloilla kohosi 1960 - 80 -lukujen välisenä aikana 2-kertaiseksi tehokalkituksen ja voimakkaan fosforilannoituksen myötä. /46; 41/

Kaartjärven valuma-alueelta löytyy peruskartalta peltoa vajaa 350 ha. Valuma-alueen peltoprosentti on noin 5 %. Vaikka valuma-alueen peltoala ei ole prosentuaalisesti suuri, niin tarkasteltaessa peltojen sijaintia sekä peltojen kaltevuutta suhteessa Kaartjärveen, peltolohkot sijoittuvat järven lähi-valuma-alueelle sekä järveen laskevien uomien varrelle. Alueen maatalouden harjoittamisessa tulee huomioida vesiensuojelu. Maataloutta harjoitetaan Kaartjärven pohjoisrannalla Vojakkalan ja Eerolankulman kylillä, samoin järven länsirannalla Räyskälässä. Ali-Myllyn järven eteläpuolelta löytyy peltolohko. Samoin valuma-alueen metsä-, järvi- ja suovaltaisesta länsiosasta löytyy muutamia pienialaisia peltoja muun muassa Koivulamin koillispuolelta, Mälkiän pohjoisrannalta, Kaartjärveen laskevan Myllyojan varrelta sekä Väariän ja Kaakkolammin läheisyydestä.

Järven syvännkohdan sähkönjohtavuus (liite 8) mittaa veteen liuenneiden suolojen, kuten mm. natriumin, kalsiumin, kaliumin, magnesiumin määrää. Suolojen määrää lisäävät puutteellisesti käsitellyt jätevedet sekä peltoviljely. Voimakkaasti viljellyillä alueilla sähkönjohtavuus voi olla 15 – 20 mS/m. Orgaanisen aineksen hajotessa vesistöissä vapautuu veteen suoloja, jolloin sähkönjohtavuus kasvaa siirryttäessä päällysvedestä pohjalle. Järviveden sähkönjohtavuus on normaalisti 5 – 10 mS/m. Kaartjärvellä päällysveden sähkönjohtavuus vaihtelee välillä 6,0 – 7,5 mS/m ja alusveden välillä 6,4 – 9,7 mS/m. /24/

Tutkimusten perusteella on arvioitu, että pelloilta vesistöihin tuleva fosforikuormitus on vuositasolla 0,9 – 1,8 kg/ha ja typpikuormitus 8 – 20 kg/ha /66/. Kaartjärven maatalouden kuormituksen arviointi perustuu fosfori- ja typpikuormituksen keskiarvoon, jolloin vesistökuormitusta syntyy:

- fosfori 1,35 P kg/ha/a \* pelto-ala 350 ha = 473 kg P/a
- typpi 14 N kg/ha/a \* pelto-ala 350 ha = 4 900 kg N/a

Maatalouden vuosikuormitus yhteensä on fosforia noin 470 kg P/a ja typpeä 4 900 kg N/a.

#### 8.4.1 Ympäristötuen hyöty vesistöjen kannalta

Tutkijoiden mielestä maatalouden ympäristötukijärjestelmässä on parantamisen varaa ja maataloudessa voitaisiin tehdä vielä nykyistä enemmän ympäristön hyväksi ilman, että tuotanto kärsisi. Ympäristötuen vaikutuksia vesistöihin on tutkittu Suomen ympäristökeskuksen, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen sekä Helsingin yliopiston yhteisessä selvityksessä. Tutkijoiden mielestä tavoitteet ympäristön osalta on asetettu niin matalalle, että tukea on voitu maksaa ilman viljelijän tekemiä suuria muutoksia tavanomaiseen käytäntöön verrattuna. /73; 74/

Tutkimustulokset tukevat tutkijoiden väitteitä, sillä vesistöjen tila ei juuri ole parantunut ja maatalousluonto jatkaa köyhtymistään. Yksi ympäristötuen tärkeimmistä tavoitteista on vesistöjen tilan parantaminen, jolloin fosforin ja typen määrää vesistöissä pyritään merkittävästi vähentämään. Tässä ei ole onnistuttu, vaikka ympäristötuki otettiin käyttöön vuonna 1995 ja peltojen fosfori- typpitaseet ovat pienentyneet. Yhtenä syynä pidetään lannoittamisen historiaa, kun fosforilannoitteita käytettiin runsaasti 1960-luvulta 1990-luvulle. Maaperään kertynyt fosfori vaikuttaa vesistöihin pitkään. Fosforitilanteen parantamiseksi on kuitenkin tehtävissä paljon. Esimerkiksi monia peltoja lannoitetaan edelleen enemmän kuin mitä viljelykasvit tarvitsevat. /73; 74/

#### 8.5 Metsätalous

Metsätalouden ravinnekuormitus on noin viidennes maatalouden kuormituksesta, mutta metsätalouden kuormitus heikentää kaikkein puhtaimpien vesistöjen vedenlaatua. Huuhtoutumisriski kasvaa metsätaloudessa aina, kun kasvillisuuden peittämä maapinta-ala vähenee ja paikalle tuodaan liukoisia ravinteita, jotka eivät sitoudu kasvillisuuteen tai maaperään. /50/

Käsittelymenetelmät kuten uudishakkuut, kunnostusojitukset, metsälannoitukset ja maanmuokkaukset vaikuttavat valuma-alueen hydrologiaan ja ainetasapainoihin. Järven veden laadun muutokset metsäntaloustoimenpiteiden jälkeen riippuu valuma-alueen maaperästä, alueen ilmastosta, topografiasta ja toimenpiteen voimakkuudesta. /50/

Kuormitusvaikutukset riippuvat voimakkaasti tehdyistä toimenpiteistä. Hakkuusta ja ojituksesta johtuvan kuormituksen on laskettu kestävän viisi vuotta. Tutkimuksen mukaan uudishakkuut aiheuttavat vuodessa 0,4 kg/ha fosforikuormituksen ja 2,2 kg/ha typpikuormituksen. Ojituksissa fosforikuormitus on ojitusvuonna 0,3 kg/ha, seuraavana vuotena 0,2 kg/ha ja kahden vuoden kulutta 0,1 kg/ha. Kun ojituksesta on kulunut 3 – 7 vuotta, fosforikuormitus on 0,05 kg/ha. Metsätaloustoimien typpikuormituksen vuosittainen arvio on 2,4 kg/ha viiden vuoden aikana. /41/

Viime vuosikymmeninä metsätaloudessa on tapahtunut tärkeitä muutoksia. Soiden ja soistuneiden kankaiden metsänojitus eli uudisojitus lisääntyi valtavasti 1960-luvulta alkaen ja saavutti huippunsa 1970-luvun keskivaiheilla. Tästä ojitus väheni tasaisesti 1990-luvulle tultaessa, loppuen täysin vuosituhannen lopussa. Käsittelymenetelmistä kaikkein selvin vaikutus valuma-alueen vesistökuormitukseen on ollut uudisojituksella. Viime vuosina uudishakkuu, sitä seuraava muokkaus ja kunnostusojitus ovat olleet suurimpia vesistöjen kuormittajia. /50/

#### 8.5.1 Toimenpiteet ja valumavedet

Vuosina 2003 – 2005 toteutettiin Metsätalouden kuormitus eli MESUVE-projekti, johon osallistuivat Suomen ympäristökeskus, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsäntutkimuslaitos, Metsähallitus ja Geologian tutkimuskeskus. Hanke tuotti kuormituksen rajoittamiseen liittyvää tutkimustulosta. Metsätalouden valumavesien kuormitusvaikutuksia tutkittiin 1 – 2 vuotta kestävällä lyhyellä seurantajaksolla. Seurannan perusteella ei voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä metsätoimien vaikutuksesta vedenlaatuun, mutta loppupäätelmiä on tehty metsän käsittelymenetelmän sekä kiintoaineen ja ravinteiden suhteesta toisiinsa. /50/

Tutkimusten perusteella suometsien metsälannoitukset lisäävät fosforin huuhtoutumisriskiä ja kivennäismaiden lannoitukset ensisijaisesti typen huuhtoutumista. Vaikutukset vaihtelevat tapauskohtaisesti ja vaikutusten kesto on parista vuodesta jopa kymmeneen vuosiin. /50/

Uudistus- eli päätehakkuut kasvattavat kiintoaines- ja ravinnehuuhtoumia. Painopiste huuhtoumassa on muutama ensimmäiseen hakkuun jälkeiseen vuoteen. Hakkuualueella on tällöin runsaasti hajoavaa hakkuutähdetä, mutta ravinteita sitovaa kasvillisuutta vähän. Hakkuualueen valumavedet pääsevät puhdistumaan ja laimenemaan, mikäli virtaavat pitkiä matkoja vanhoja, perkaamattomia ojia pitkin. /50/

Muokkaus eli päätehakkuun maanpinnan käsittely lisää kivennäismailla kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtoutumista. Turvemailla, erityisesti ohutturpeisissa kohteissa, joissa maanpinnan muokkaus ulottuu turvekerroksen alla olevaan kivennäismaahan, kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtouma kasvaa. Kokonaisfosforipitoisuuden nousu on nähtävissä varsinkin tuoreissa maanmuokkaus- ja kunnostusojituskohteissa, samoin kiintoainepitoisuudet ovat korkeat. Suurin osa fosforista on sitoutunut kiintoaineseen. /50/

Kunnostusojitus eli ojitetuilla alueella tehtävä täydennysojitus tai vanhojen ojien perkaus lisää lähinnä kiintoaineksen huuhtoutumista. Maaperän eroosioherkkyys, kaltevuussuhteet ja virtaamat vaikuttavat huuhtouman keston. Mikäli toimenpidealueella valuu vähän vesiä ojiin ja jos valumavedet kulkevat perkaamattomien kasvipeitteisten ojien kautta, kiintoainepitoisuudet laimenevat ja puhdistuvat matkalla. /50/

### 8.5.2 Suo-ojitukset

Ojituksella voi olla varsin pitkäaikaisia, lähes pysyviä vaikutuksia huuhtoumiin pelkästään hydrologisista syistä, koska tulvavedet purkautuvat nopeammin ojitetulta alueelta. Erytisesti näin kun suo sijaitsee valuma-alueella lähellä vesistöä. Samoin ojituksen myötä tapahtunut suon toiminnallinen muutos ravinteiden pidättäjästä niiden luovuttajaksi näkyy huuhtoumissa. On mahdollista ettei ojitusta edeltävää huuhtoumatasoa saavuteta koskaan, kun suometsiä lannoitetaan ja ojat pidetään toistuvien perkausien kunnossa. /50/

Kaartjärven valuma-alueelta löytyy runsaasti soita ja järven suojeluyhdistyksen 30-vuotishistoriikin mukaan huolenaiheena ovat olleet valuma-alueen suo-ojitukset. Peruskartalta ojitettuja suoalueita löytyy järven koillirannalta, jossa on laaja Lakeasuo ja pohjoisrannalta Vojakkalan kylästä Laasonsuo, jonka läpi Tervajoki ja Kyläntaustanoja virtaavat Kaartjärveen. Länsirannalta löytyy muun muassa Myllysuo, Kaakkolamminsuu sekä Isosuo. Valuma-alueen lukuisia soita ovat läntisellä järvi- ja lampi-alueella muun muassa Pitkäsuu ja Viiverinsuo. Alueen lounaiskulmassa sijaitsee soidensuojeluohjelmaan kuuluva Purinsuo.

Vanhojen metsäojitussuunnitelmien mukaan Kaartjärven lähiympäristössä on ollut 1960-luvulla Räyskälän, Vojakkalan ja Salon kylillä ojitushankkeita. 1980-luvulla suoritettiin varsin laajoja uudis- ja täydennysojituksia sekä ojanperkuuta järven pohjoisrannalla Vojakkalassa. Vuosina 1992 – 1993 Purinsuolla oli kunnostusojitusta vajaan kahdensadan hehtaarin alalla. /68/

Soiden vaikutusta Kaartjärven vedenlaatuun on vaikea arvioida, sillä järveen laskevien ojien vedenlaatua ei tunneta. Tutkittaessa mitä Kaartjärven vedenlaatu kertoo väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen sekä kiintoaineen suhteen niin näytteenotto kertoo vain tämän mittauspisteen tilanteesta. Suo-ojitus ja eroosion kuljettama maa-aines ovat suurimpia värin aiheuttajia. Ojituksen ja eroosion ohella kiintoainepitoisuutta lisäävät jätevesikuormitus ja levät. Avovesiaikana kiintoainesta on runsaammin, noin 1 – 3 mg/l. Kirkkaan veden kiintoainepitoisuus on noin 1,0 mg/l. /24/ Kaartjärvellä kiintoainetta on mitattu koko näytteenottohistorian aikana vain yhden kerran heinäkuussa vuonna 1980. Mittaustulos päällysvedessä oli 1,4 mg/l ja alusvedessä 1,3 mg/l.

Liitteessä 8 tarkastellaan syvännepohjan väriarvon ja kemiallisen hapenkulutuksen kehitystä ja yhteyttä. Kemiallinen hapenkulutus mittaa veden kemiallisesti hapettavien orgaanisten aineiden määrää ja siinä hapettuvat

osittain myös humusyhdisteet, jolloin se kuvaa samalla veden humusleimaa. Väriarvoa Kaartjärvellä on alettu seurata aktiivisemmin vasta 2000-luvulla. Vuosikymmenien aikana päällysveden väriarvot ovat vaihdelleet välillä 10 – 55 mg/l Pt ja vuosien 2002 – 2007 näytteiden keskiarvoksi saadaan 23 mg/l Pt. Järven alusveden väriluku on vaihdellut välillä 15 – 120 mg/l Pt. Väriarvo voi jopa kaksinkertaistua runsassateisena kesänä ja tämä on hyvä huomioida elokuun 2005 mittauksessa 120 mg/l Pt. Suomen ympäristökeskuksen hydrologisten kuukausitiedotteiden mukaan kyseisenä ajankohtana elokuussa satoi keskimääräistä enemmän. Runssateisimmilla alueilla eteläosissa maata satoi ajankohtana jopa 120 – 180 mm ja esimerkiksi Karjaanjoella saavutettiin uusi elokuun sadantaennätys /51/.

Päällysveden väriluvun keskiarvon perusteella (taulukko 4) Kaartjärvi on lievästi humuspitoinen. Alusveden keskiarvon 44 mg/l Pt mukaan vesistö on humuspitoinen.

TAULUKKO 4 Väriarvon ja humuspitoisuuden yhteys /24/

Väriluku mg Pt/l	Veden humuspitoisuus
5 - 15	kirkas/väritön
20 - 40	lievästi humuspitoinen
40 - 100	erittäin humuspitoinen

### 8.5.3 Kaartjärven fosfori- ja typpikuormitus

Kaartjärven valuma-alueesta 75 % on metsää ja suota. Yksityisten metsänomistajien ohella alueen metsiä omistaa muun muassa metsäteollisuusyhtiö UPM.

Rahoitus kunnostusojitukseen kulkee alueellisen metsäkeskuksen kautta. Kaartjärven metsätalouden kuormitusta on tiedusteltu Häme-Uusimaan Metsäkeskukselta, jonne metsänomistajat ilmoittavat hakkuut ja kunnostusojitukset. Valuma-alueen lannoitusten kuormitusta ei tiedetä, kuten ei myöskään maanmuokkauksen osuutta, mutta yleensä päätehakkuuta seuraa maanmuokkaus.

Alueen historian perusteella on todennäköistä, että kerran kaivetut ojat pidetään vastedeskin auki, jolloin alueen soiden kunnostusojitukset tulevat olemaan ajankohtaisia. Kaartjärven lähivaluma-alueella on karkean arvion perusteella tehty päätehakkuita noin 100 hehtaarin alueella, koko valuma-alueella vajaan 190 ha. Järven kaukovaluma-alueella metsätalouden kuormitus kohdistunee pienempiin järviin ja lampiin. Voidaan olettaa että nämä toimivat lasketusaltaan tavoin ja pidättävät valumaveden ravinteita ja kiintoaineita. /68; 67/

Metsätalouden ominaiskuormitusarvo ojituksen, hakkuun ja muokkauksen suhteen on fosforia 1 – 105 kg P/km<sup>2</sup>/a ja typpeä 40 – 770 kg N/km<sup>2</sup>/a (taulukko 3). Luonnontilaisella metsäalueella fosforikuorma on 3 – 9 kg P/km<sup>2</sup>/a ja typen osuus 160 – 180 kg N/km<sup>2</sup>/a. Metsätalousmailta kulkeutuva keskimääräinen fosforikuormitus on 10 kg P/km<sup>2</sup>/a, typpikuormitus 200 kg N/km<sup>2</sup>/a. /69/.

Hakkuiden, ojitusten sekä muokkauksen ja lannoituksen puutteellisten tietojen vuoksi tarkastelussa käytetään maltillisia keskimääräisiä kuormitusarvoja, jolloin metsätalouden fosfori- ja typpikuormitusta syntyy:

- metsätalousmaiden fosfori 10 kg P/km<sup>2</sup>/a \* 1,9 km<sup>2</sup> = 19 kg P/a
- metsätalousmaiden typpi 200 kg N/km<sup>2</sup>/a \* 1,9 km<sup>2</sup> = 380 kg N/a
- luonnontilaiset metsät fosfori 5 kg P/km<sup>2</sup>/a \* 48,5 km<sup>2</sup> = 242,5 kg P/a
- luonnontilaiset metsät typpi 130 kg N/km<sup>2</sup>/a \* 48,5 km<sup>2</sup> = 6305 kg N/a

Metsätalouden arvioitu fosforikuormitus on noin 260 kg P/a ja typpeä noin 6 700 kg N/a.

## 8.6 Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma

Luonnonhuuhtouma tarkoittaa ihmistoiminnasta riippumatonta, vesistöön kulkeutuvaa maaperästä sateiden irrottamaa ravinnekuormaa. Kivennäismailloja valumavedet suotautuvat maakerrosten läpi ja hiekkaisilta harjuilta ravinteita huuhtoutuu vähemmän kuin tuoreelta kangasmaalta tai savisilta alueilta. Kivennäismailloja vesistöön huuhtoutuu humuksen ohella fosforia, typpeä ja metalleja. Suomessa havumetsäalueiden podsolimaanos pidättää ja hajottaa tehokkaasti humusta. Samoin rauta ja fosfori pidättyvät tehokkaasti eli maannos vähentää humuksen ja ravinteiden huuhtoutumista vesistöön. Tästä johtuen kivennäismailloja läpi virtaavat vedet ovat kirkasvetisimpiä verrattuna suoalueiden puroihin. /53; 10/

Suot muuttavat kauttansa virtaavan ja vesistöön purkautuvan veden laatua. Suo tuottaa orgaanista ainetta eli humusta valumavesiin ja tämä näkyy suoveden ruskeutena ja happamuutena. Toisaalta suot pidättävät kauttansa virtaavista valumavesistä fosforia, typpeä, rautaa ja kiintoainetta. Soiden kykyä puhdistaa valumavesien ravinne- ja rautakuormitusta sekä kiintoainetta voidaan hyväksikäyttää vesistön kuormituksen vähentämisessä rakentamalla suolle pintavalutuskenttiä. /53/

Luonnonhuuhtouman tuoma kuormitus vesistöön vaihtelee fosforin osalta välillä 3 – 7 kg P/km<sup>2</sup>/a ja typen välillä 70 – 200 kg N/km<sup>2</sup>/a (taulukko 3). Laskelmassa Kaartjärven valuma-alueesta on vähennetty vesistöt, peltoala ja Räyskälän lentokenttä sekä käytetty kuormitusarvona fosforin ja typen keskiarvoa. Kaartjärvellä luonnonhuuhtoumaksi saadaan

- fosfori 5 kg P/km<sup>2</sup>/a \* 50 km<sup>2</sup> = 250 kg P/a
- typpi 135 kg N/ km<sup>2</sup>/a \* 50 km<sup>2</sup> = 6 750 kg N/a

Luonnonhuuhtouman vuosittainen fosforikuorma 250 kg P/a ja typpikuorma noin 6 800 kg N/a.

Ilman kautta suoraan vesistöön tuleva laskeuma on arvioitu teoreettisesti fosforikuorman 4 – 26 P/km<sup>2</sup>/a ja typpikuorman 188 – 1040 kg N/km<sup>2</sup>/a keskiarvojen perusteella (taulukko 3). Ilmalaskeuman osuus vesialalle ominaiskuormituskertoimien perusteella on

- fosfori 15 kg P/km<sup>2</sup>/a \* 7,5 km<sup>2</sup> = 113 kg P/a
- typpi 615 kg N/ km<sup>2</sup>/a \* 7,5 km<sup>2</sup> = 4 613 kg N/a

Yhteensä vuosikuormitukseksi saadaan fosforia noin 110 kg P/a ja typpiä noin 4 600 kg N/a.

## 8.7 Ulkoinen kuormitus yhteensä

Ravinnekuormituksen laskemiseen on useita menetelmiä. Vesistöön kohdistuvan kuormituksen suuruutta ja jakautumista eri kuormittajien kesken voidaan laskea matemaattisten mallien ja ohjelmien avulla. Esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksella on käytössään vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS, joka on kehitetty ympäristöhallinnon viranomaisten käyttöön. Tietolähteenä VEPS ei kuitenkaan anna todenperäistä tietoa alueelle kohdistuvasta ravinnekuormituksesta ja sitä voidaan käyttää lähinnä kuormitusselvityksen pohjatietona /56/.

Ominaiskuormituskertoimien avulla Kaartjärven ulkoinen kuormitus on fosforin osalta noin 1 200 kg P/a ja typen noin 23 500 kg N/a (taulukko 5).

TAULUKKO 5 *Kaartjärveen kohdistuva ulkoinen kuormitus*

Ulkoinen kuormitus	kg P/a	kg N/a
Jätevesi	130	510
Maatalous	470	4900
Metsätalous	260	6700
Luonnonhuuhtouma	250	6800
Ilmalaskeuma	110	4600
Yhteensä	1220	23510

### 8.7.1 Rekolaisen kuormitusmalli

Valuma-alueelta tuleva kuormitus pystytään selvittämään melko hyvin myös valuma-alueen ja sen peltoprosentin avulla. Niin kutsuttu Rekolaisen kuormitusmalli on määritelty järveltömille alueille ja malli ei huomioi kaukovaluma-alueen järviältäiden ravinteita pidättävää vaikutusta /70/. Kaartjärvellä tämä vaihtoehto on käyttökelpoinen karkeaa arviota varten, sillä valuma-alueen pellot sijaitsevat järven välittömässä läheisyydessä lähivaluma-alueella. Rekolaisen kuormitus toimii eräänlaisena vertailupohjana ominaiskertoimilla saatua tulosta vasten.

Kuormitusmalli koostuu kahdesta regressioyhtälöstä /70/ :

$$\text{Kokonaisfosforikuorma kg P/a} \quad P_1 = 1,4 * F_p + 9,5$$

$$\text{Kokonaistyyppikuorma kg N/a} \quad N_1 = 11,4 * F_p + 240$$

$$\text{Valuma-alueen peltoprosentti} \quad F_p$$

$$P_1 = (1,4 * 5 + 9,5) \text{ kg/ km}^2/\text{a} * 66,57 \text{ km}^2 = 1\ 098 \text{ kg P/a}$$

$$N_1 = (11,4 * 5 + 240) \text{ kg/ km}^2/\text{a} * 66,57 \text{ km}^2 = 19\ 771 \text{ kg N/a}$$

Rekolaisen kuormitusmalli sisältää hajakuormituksen ja luonnonhuuhtouman. Kun siihen lisätään vesialan ilmalaskeuma, saadaan Kaartjärven fosforikuormitukseksi kyseisellä mallilla noin 1 200 kg P/a ja tyyppikuorman noin 24 400 kg N/a.

### 8.7.2 Kuormitustulosten vertailu

Ominaiskuormituskertoimien ja Rekolaisen mallin avulla saadut kuormitusarvot ovat yllättävän yhtäläiset sekä kokonaisfosforin että kokonaistyyppien suhteen.

Ominaiskuormituskertoimilla saatu tulos:

- kokonaisfosfori noin 1 200 kg P/a
- kokonaistyyppi noin 23 500 kg N/a.

Rekolaisen malli sisältäen ilmalaskeuman:

- kokonaisfosfori noin 1 200 kg P/a
- kokonaistyyppi noin 24 400 kg N/a.

Tulokseen on syytä suhtautua varauksella. Sekä Rekolaisen kuormitusmallin että ominaiskertoimilla saatu tulos ovat molemmat teoreettisia. Kokonaisuutena Kaartjärven kuormitus muodostuu maa- ja metsätaloudesta, luonnonhuuhtoumasta sekä haja- ja loma-asutuksesta. Ilmalaskeuman ravinteet ovat kiintoaineeseen sitoutuneita ja siten vaikeasti vesistön perustuotannon käytettävissä.

### 8.8 Kokonaiskuormitus ja sisäinen kuormitus

Järven sisäisen kuormituksen tunteminen on tärkeää. Siten voidaan laskea sisäisen ja ulkoisen kuormituksen suhde, vaikka sisäisen kuormituksen alkuperä on järven ulkopuolelta. Kunnostustoimet voidaan kohentaa oikein, kun selvitetään onko järven sisäinen kuormitus suurempi kuin ulkoinen. Tarkan tutkimustiedon puuttuessa sisäisen kuormituksen tarkastelu perustuu arvioihin. Yksilöity tavoitteiden ja kunnostustoimenpiteiden asettaminen edellyttää kuitenkin lisätutkimusten tekemistä /10/.

Kaartjärven sisäinen kuormitus lasketaan Friskin fosforikuormituksen mallin avulla. Laskelmassa kokonaisfosforikuorma sisältää myös sisäisen kuormituksen. Järven viipymän arvioinnista on useita tuloksia, tarkastelussa käytetään järven luotaukseen perustuvaa tilavuutta, joka jaetaan



KVVY:n valuma-alueen virtaama-arviolla 665 l/s. Teoreettiseksi keskivii-  
pymäksi saadaan 436 vuorokautta.

$$I = 0,158 * \frac{Q}{T} * (C * T - 280 + \sqrt{78400 - 448 * C * T + C^2 * T^2})$$

I = järven fosforikuorma (tonnia/a)

C = järven keskimääräinen fosforipitoisuus 19,67 µg/l  
(keskiarvo 2002 – 2007)

Q = järven teoreettinen keskivirtaama 0,67 m³/s

T = järven teoreettinen viipymä 436 vrk = 14,5 kk

$$I = 0,158 * \frac{0,67}{14,5} * (19,67 * 14,5 - 280 + \sqrt{78400 - 448 * 19,67 * 14,5 + 19,67^2 * 14,5^2})$$

I = 1,343 ton/a

Friskin laskentamallilla Kaartjärven kokonaisfosforikuormitus on 1 340 kg  
P/a. Kun tästä vähennetään ulkoinen fosforikuormitus 1 200 kg P/a, sisäi-  
seksi kuormitukseksi saadaan 140 kg P/a. Sisäinen kuormitus on noin 10  
% kokonaiskuormituksesta.

#### 8.8.1 Luusuan fosforimäärä ja ravinteiden pidättyminen

Järven ravinteet poistuvat lähinnä luusuan kautta, mutta myös haihdunnan  
ja kalojen mukana. Kalojen mukana poistuvalla ravinnemäärällä ei juuri  
ole merkitystä, mikäli järvessä ei harjoiteta tehokalastusta. Järven luusuan  
kautta poistuva ainevirta saadaan luusuan keskimääräisen lähtövirtaaman  
ja järven keskipitoisuuden, tarkemmin luusuan virtaaman ja keskipitoisuu-  
den tulona. /10/

Kaartjärven ravinteet poistuvat Kaartjoen kautta. Luusuan lähtövirtaaman  
keskiarvo siivikkomittausten 18.10.2006 ja 6.3.2007 (liite 3) perusteella  
on 28 535 m³/d eli 330 l/s ja vuosien 2002 – 2007 kokonaisfosforin kes-  
kimääräinen fosforipitoisuus on 19,67 µg/l. Mittausten perusteella luusu-  
an fosforiainemäärä on 6 491 µg/s eli noin 210 kg P/a.

Fosforin pidättyminen laskettiin kokonaiskuormituksen ja luusuan fosforin  
erotuksena (taulukko 6). Teoreettisen laskelman perusteella Kaartjärveen  
tulevasta fosforimäärästä järveen pidättyy jopa 85 %.

TAULUKKO 6 Kaartjärveen tuleva ja luusuan kautta poistuva fosfori /82/

Ravinteet	Fosfori kg P/a	%
Kokonaiskuormitus	1340	
Poistuma	210	
Pidättyminen	1130	85

### 8.8.2 Fosforikuormituksen sietoraja

Kuormituksen sietokyvyn arvioinnissa käytetään Wollenweiderin kuormitusmallia, jossa ulkoista fosforikuormitusta verrataan hydrauliseen pintakuormaan. Mallissa sietoraja lasketaan jakamalla vuotuinen tulovirtaama järven pinta-alalla tai järven keskisyvyys veden viipymällä. /10/

Sietorajatarkastelussa ylempi raja kuvaa vaarallista kuormitusta, jonka ylittävä kuormitus johtaa nopeaan rehevöitymiseen. Sallittava kuormitus eli alempi sietoraja kertoo kuormituksesta, jonka järvi luultavasti kestää rehevöitymättä. /10/

$$\begin{aligned} \text{Sallittava pintakuorma} & Y_a = 0,055 * X^{0,635} \\ \text{Vaarallinen pintakuorma} & Y_d = 0,174 * X^{0,469} \\ X = \text{keskisyvyys / viipymä vuosina} & \qquad \qquad \qquad /81/ \end{aligned}$$

Kaartjärvellä keskisyvyys on 3,35 m ja järven pinta-ala 747,6 ha. Työssä käytetään järven luotaukseen perustuvaa tilavuutta, joka on jaettu KVVY:n virtaama-arviolla. Järven teoreettinen keskiviipymä on 436 vuorokautta eli 1,21 vuotta. Hydraulisen pintakuorman eli X:n arvoksi saadaan 2,77. Sallittava ja vaarallinen pintakuorma:

$$\begin{aligned} Y_a &= 0,055 * 2,77^{0,635} = 0,105 \text{ g P/m}^2/\text{a} * 7\,476\,000 \text{ m}^2 = 785 \text{ kg P/a} \\ Y_d &= 0,174 * 2,77^{0,469} = 0,281 \text{ g P/m}^2/\text{a} * 7\,476\,000 \text{ m}^2 = 2\,101 \text{ kg P/a} \end{aligned}$$

Friskin laskentamallin perusteella Kaartjärven kokonaisfosforikuormitus on 1 340 kg P/a. Teoreettisen sietorajatarkastelun mukaan Kaartjärvellä on selkeästi ylitetty sallittava pintakuorma 790 kg P/a. Sallitun ja vaarallisen välistä kuormitusväliä voidaan pitää eräänlaisena varoitusalueena rehevöitymiskehityksen alkamisesta.

## 9 TAVOITTEET JA TOIMENPITEET

Järven kunnostamisen syyt löytyvät yleensä valuma-alueelta ja järven veden laadun turvaamiseksi seurataan yksittäisten pistekuormittajien sekä haja- ja loma-asutuksen jätevesien käsittelyä. Maa- ja metsätalouden toimet, kuten ympäristöehtojen noudattaminen, uusien viljelytekniikkojen soveltaminen ja eri metsänkäsittelytoimien vaikutukset vesistöön ovat vesistön kannalta merkittävät. /10/

Yksilöity tavoitteiden asettelu ja kunnostustoimenpiteiden määrittely edellyttää muun muassa vesianalyysyjä. Epävarmuustekijöitä saadaan varminn poissuljettua järven valuma-alueella tehtävillä mittauksilla ja järven tilan seurannalla. Näytteenotokerta antaa kuvan vain sen hetkisestä tilanteesta, pitempiaikainen seuranta antaa luotettavampaa tietoa kuormituksesta. Vasta riittävän tutkimusaineiston perusteella voidaan luotettavasti päätellä järveen tuleva kuormitus. /10/

Pelkästään järveä ei ole syytä kunnostaa, jos ongelmat johtuvat pääasiassa ulkoisesta kuormituksesta. Kaartjärven lähivaluma-alueella huomio kiin-

nittyy tiiviiseen haja- ja loma-asutukseen (kuva 8) sekä maa- ja metsätalouteen. Järven kuormitus koostuu jätevesien käsittelyn, lähivaluma-alueen soiden ja metsätalouden sekä maanviljelyn valumavesistä. Kuormitusta voidaan rajoittaa näiden tekijöiden osalta. Kaikissa toimissa on tärkeä huomioida, ettei järveen kulkeudu ylimääräistä kuormitusta. Näin vaikutetaan myös järven sisäiseen kuormitukseen.



KUVA 8 *Kaartjärvi on suosittu mökkijärvi, rannan tuntumassa on runsaasti loma-asutusta*

## 9.1 Vaikuttaminen ulkoiseen kuormitukseen

Kaartjärvellä vedenlaatuun ovat vaikuttaneet monet tekijät vuosikymmenien aikana. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on yleensä ensisijainen ja välttämätön toimenpide kunnostusta suunniteltaessa. Näin myös Kaartjärvellä, jossa valuma-alueen ravinne- ja kiintoainekuormitus on jätevesikuormituksen sekä maa- ja metsätalouden aiheuttamaa. Laskennallisen mallin perusteella järvi ei ole voimakkaasti sisäkuormitteinen. Vähentämällä valuma-alueen kuormitusta saatetaan onnistua parantamaan järven vedenlaatua.

Valuma-alueen kuormitusta voidaan vähentää monella tapaa ja ulkoisen kuormituksen vähentäminen koskee valuma-alueen kaikkia toimijoita. Tarkastelussa on painotettu niitä menetelmiä, jotka olisivat Kaartjärvellä soveliaimmat ja ajankohtaisimmat nykyisen tiedon valossa. Toimenpidesuosituksia on ryhmitelty kuormituslähteittäin. Lähtökohtana ovat järven ominaispiirteet vedenlaadun ja valuma-alueen suhteen.

## 9.2 Keskitetty jätevesihuolto

Kaartjärven suojeluyhdistyksen kannalta on tärkeää viestittää viemäriverkoston merkitystä järven vedenlaadun näkökulmasta. Keinona voidaan käyttää tehokasta informointia jätevesien aiheuttamasta vesistökuormituksesta. Haja- ja loma-asutuksen jätevesien kuormitus on valtakunnallisesti tarkasteltuna maatalouden jälkeen suurin fosforin päästölähde. Liukoisessa muodossa oleva fosforikuormitus on varsin haitallista, koska se on suoraan

leville käyttökelpoista. Viemäriverkoston rakentaminen tulee näkymään järven veden laadussa ja ratkaisevaa on nopea liittyminen verkostoon.

Viemäri- ja vesijohtolinjaston valmistuminen antaa valmiudet sivuhaarojen rakentamiseen ja näin varmistetaan haja- ja loma-asutuskiinteistöjen liittyminen keskitetyn vesihuollon joukkoon. Vesistön käyttöarvo peilautuu suoraan kiinteistön arvoon, jolloin asianmukaisesti hoidetut jätevedet nostavat sekä vesistön että kiinteistön arvoa. Viemäriverkoston myötä vesiosuuskuntien perustaminen on järven vedenlaadun sekä alueen matkailuarvon näkökulmasta varsin ajankohtaista.

Kaartjärven vesihuoltohankkeen loppuraportissa mainitaan, että linjaston rakentamisen myötä on mahdollistettu haarojen rakentaminen useille eri kiinteistöille vesiosuuskuntien toimesta ja linjastoon saatiin välittömästi 30 yksityistä liittyjää. Vesijohtoliittymän liittymismaksut olivat vuonna 2007 asuinkiinteistöjen osalta 2 000 € ja loma-asunon 1 000 €. Viemäri-liittymän hinta oli loma-asunnon haltijalle 2 000 € ja vakituisen asunnon omistajalle 4 000 €. Hinta oli ilmoitettu ilman arvonlisäveroa. Perustamalla vesiosuuskuntia yksittäisen kiinteistön kustannusrasitusta pystytään yleensä vähentämään toimimalla yhteistyössä naapuruston kanssa. Käytöveden hankinta ja jätevesien puhdistus mahdollistetaan suuremmissa ja taloudellisimmissa yksiköissä. /39; 40/

### 9.2.1 Ranta-asukas ja vesiensuojelu

Jokainen ranta-asukas voi vaikuttaa järvensä tilaan. Arvion mukaan loma-asunnolla, jossa vesi kannetaan, vuorokautinen vedenkulutus on noin 50 – 100 l/as. Kotitalouksissa keskimääräinen vedenkulutus on noin 150 l/as. Huonosti käsitellyt ja väärään paikkaan johdetut käymälä- ja jätevedet likaavat vesistöjä ja pohjavettä aiheuttaen hygieenisiä ja esteettisiä haittoja. Tämä näkyy rantakasvillisuuden lisääntymisenä, ojien umpeutumisenä ja kalaston saalismuutoksina. /42/

Jätevesien käsittelyvaatimusten tehostuessa jätevesien syntymistä kannattaa välttää. Paljon vettä kuluttavia laitteita ei kannata hankkia loma-asunnolle. Suurin kuormittaja kiinteistössä on vesikäymälä. Vesikäymälän korvaaminen kuivakäymälällä tai muulla vedettömällä käymälällä on merkittävä vesiensuojelutoimi ja saunan sekä talouden jätevedet on hyvä käsitellä maasuodattimessa. Usein rantojen vanhoista saunoista pesuvedet valuvat lähes suoraan vesistöön. Uudella tekniikalla ja pienellä vaivannäöllä tilannetta voidaan parantaa. Mattojen ja pyykin pesu luonnonvesissä on kielletty. Kaikenlaiset pesut tehdään kaukana rannasta, sillä kaikki pesuaineet rehevöittävät vesistöjä. /42; 44/

Biohajoamiseksi kutsutaan prosessia, joka pienentää haitallisen aineen pitoisuutta, liikkuvuutta ja massaa. Varsinaisen työn biohajoamisessa tekevät miljardit mikrobit. Mikäli mikrobeja eli työntekijöitä on vähän, siivous etenee hitaasti. Biohajoavuuden edellytyksiä ovat muun muassa veden runsas saatavuus, tietty happamuus, hapen riittävyys, tietyt lämpötila-

olosuhteet sekä ravinteiden saatavuus. Kun kotitalouden harmaissa vesissä on mäntysaippuaa, biohajoamiseen kuluu aikaa seuraavasti:

- biologisella jätevedenpuhdistamolla 5 h kesällä ja 8 h talvella
- rehevöityneessä järvessä 1 – 2 kesää
- puhtaassa järvisedessä 100 kesää
- puhtaassa pohjavedessä tuhansia vuosia. /45/

### 9.2.2 Pienpuhdistamoiden ongelmat

Eri tutkimuksissa esille tulleet vanhojen jätevesien käsittelyjärjestelmien puutteet osoittavat valtavan määrän erilaisia ongelmia. Kaadot ovat väärään suuntaan, tuuletus on puutteellinen, purkuputki on vedenpinnan alapuolella tai tukossa, huoltaminen on mahdotonta, saostuskaivo ei toimi tai sitä ei ole tyhjennetty, niskaoja puuttuu tai järjestelmää ei edes löydy tontilta jne. Lista on pitkä ja suurin osa järjestelmien puutteista on suhteellisen yksinkertaisia ja vältettävissä ammattitaitoisella suunnittelulla ja asiantuntevalla rakentamisella. /42/

Kun vanhojen kiinteistökohtaisten jätevesien käsittelyjärjestelmien ongelmalista on edellä mainitun kaltainen niin miten voidaan olettaa, että osataan huoltaa uusia teknisempiä puhdistamoita. Pienenkin jätevedenpuhdistamon suunnittelu vaatii ammattitaitoa ja jokainen kiinteistö vaatii räätälöidyn jätevesisuunnitelman, jolloin kohteessa käynti on ehdotonta. Huolellisen suunnittelun ja rakentamisen ohella vaatimus kohdistuu myös ammattimaiseen hoitoon. /42/

Syksyn 2007 aikana tehty tutkimus osoittaa, että 70 % tutkituista pienpuhdistamoista ei täytä jätevesiasetuksen vaatimuksia eli moni pienpuhdistamon omistaja saastuttaa vesistöä tietämättään. Tutkimuksen mukaan monet haja-asutusalueiden asukkaat laskevat vesistöihin liian suuria määriä fosforia ja typpeä, vaikka uskomus on, että jätevedet käsitellään asetuksen mukaisesti. Ongelmaksi tutkimuksessa ovat paljastuneet pienpuhdistamot, jotka eivät toimi kunnolla, jos niitä ei huolleta oikein. /43/

Puhdistamoita tutkittiin Uudellamaalla, Itä-Uudellamaalla ja Päijät-Hämeessä. Paljastui että alle kolmannes puhdistamoista sai veden niin puhtaaksi, että se täytti jätevesiasetuksen vaatimukset. Esiin tulleet ongelmat johtuivat useimmiten siitä, ettei laitteita ollut huollettu eikä asennettu oikein. Ongelmana on myös, että myyjät eivät anna ostajalle riittävästi käyttöohjeita. Laitteita myydään tavallisille ihmisille mainostamalla niitä helppohoitoisiksi ja käteviksi. Totuus kuitenkin on, että pienpuhdistamon ylläpito vaatii käyttäjältä paljon asiantuntemusta ja viitseliäisyyttä. /43/

Pienpuhdistamoiden yleistyminen antaa huolenaihetta. Haja-asutusalueiden asukkaiden onkin syytä harkita pienpuhdistamon sijaan esimerkiksi maaperäkäsittelyä. Suositeltavinta olisi, että mahdollisimman moni hankkisi vesivessan sijaan kompostoivan wc:n. Arvioiden mukaan haja-asutusalueilla noin 300 000 taloutta tulee hankkimaan puhdistamon, näistä noin 95 % ovat kyseisiä pienpuhdistamoita. Nykyisellään jätevedet likaavat vesistöjä toimimattomien pienpuhdistamoiden vuoksi. /43/

### 9.3 Maatalous

Kaartjärven valuma-alueesta vain 5 % on maataloutta. Kun viljelykset sijoittuvat järven välittömään läheisyyteen sekä järveen laskevien uomien varrelle, maatalouden fosfori- ja typpihuuhtoumat ovat merkittävä osa järven kuormitusta. Kaartjärven lähivaluma-alueella huomio kiinnittyy Vojakkalan ja Räyskälän kylien laajoihin peltoaukeisiin, joiden läpi virtaa useita järveen laskevia uomia, kuten Valtaoja, Myllyoja ja Kyläntaustanoja (kuva 9).



KUVA 9 *Kyläntaustanoja virtaa viljelysten läpi*

Erilaisia menetelmiä vesistön tilan parantamiseen ovat muun muassa talvikaikaisen kasvipeitteen lisääminen, täsmälannoitus, lantavarastojen kunnostus, suojavyöhykkeet sekä kosteikkojen, laskeutusaltaiden ja pohjakynnysten perustaminen. Tarkastelussa keskitytään viljelytekniisiin keinoihin eli valumavesien käsittelymenetelmiin ja ravinteiden täsmäkäyttöön. Vaikka tutkimusten mukaan ympäristötuen tavoitteet eivät ole täyttyneet vesistöjen kannalta, niin fosforikuorma on hiukan laskenut suojavyöhykkeiden ja kevyemmän maanmuokkauksen ansiosta /77; 74/.

#### 9.3.1 Ravinneylijäämän vähentäminen

Ravinnetasetoimenpide on vuodesta 2007 alkaen ollut mahdollista valita ympäristötuen (tukikausi 2007 – 2013) lisätoimenpiteeksi lannoituksen ja sadon ravinnemäärien seurantaan. Viljelysuunnittelun apuvälineenä käytettävät ravinnetaseet lasketaan yleensä typen ja fosforin osalta. Ravinnetaseen avulla viljelijä voi itse selvittää sadonkorjuun jälkeiset ravinnejäämät pellolle eli saada selville miten hyvin lannoitteiden ravinteet on saatu hyödynnettyä. Jos lannoitus ja sato ovat tasapainossa keskenään, ravinteiden ylijäämä on vähäinen. Ravinnetaseiden laskentaa on seurattu ja kehitetty yhteistyössä viljelijöiden ja sidosryhmien kanssa kymmenen vuoden ajan. /75; 47/

Ravinnetaseita löytyy useita, esimerkiksi peltotase, porttitase, karjatase ja lantatase. Peltotasetta laskettaessa selvitetään eri lohkojen lannoitteiden

määrät ja ravinnepitoisuudet. Kylvösiemenen mukana tulevat ravinnemäärät myös huomioidaan. Kun on selvitetty satomäärät ja niiden ravinnepitoisuudet, vähennetään nämä lannoitteiden ravinnemääristä. Tulokseksi saadaan tase, josta ilmenee pellon käyttämättä jäänyt ravinnemäärä. Esimerkiksi uusimaalaisella maatilalla jää keskimäärin hyödyntämättä fosforia 3 – 5 kg/ha ja typpeä noin 40 – 50 kg/ha vuodessa. Suurin syy ylijäämään on lannoituksen liian suuri osuus suhteessa satoon. Fosforilannoitus on tutkimuksen mukaan suurella osalla lohkoista suurempi kuin viljavuusanalyysin lannoitussuosituks. Vähentämällä ravinneylijäämää pienennetään riskiä huuhtoumille ja ravinnetaseiden käyttö on yleistynyt vesistöjen kunnostushankkeissa. Jatkuva ravinneylijäämä heikentää myös maatalouden kannattavuutta. Ravinteiden seurannasta on vesiensuojelun ohella myös taloudellista hyötyä viljelijälle. /47; 48/

Ravinnetaseiden ympäristötukioppaassa selvitetään seikkaperäisesti laskennassa tarvittavat tiedot laskuesimerkkien kera. Viljelijän tarvitsemat perustiedot löytyvät lohko-kohtaisista muistiinpanoista, lisäksi tarvitaan tiedot sadon ravinnepitoisuuksista. Käytännössä ensin lasketaan ravinteiden lisäys, poisto ja tase, jonka jälkeen selvitetään taseen ja lannoituksen suhde. Ravinnetaseen toimenpidesuunnitelmassa verrataan kahden vuoden ravinnetasesuhteita toisiinsa eli selvitetään ovatko ravinnetaseen suhdelluvut suurentuneet tarkasteluviuosien välillä. Vesistöjen tilaa voidaan parantaa tarkkojen ravinnelaskelmien avulla, jolloin lannoitteita ei käytetä turhaan /74/. /75/

### 9.3.2 Suojavyöhykkeiden perustaminen

Suojavyöhykkeet ovat varsin tarpeellisia jyrkillä, vesistöön viettävillä pelloilla sekä tulvamailla. Rantaveden toistuva sameus, rannan liettyminen ja sulamisvesien tai sateiden yhteydessä pellolle ilmaantuvat norot osoittavat suojavyöhykkeen tarpeen. Suojavyöhyke on varsin hyödyllinen peltolohkolla, jonka fosforipitoisuus eli viljavuustutkimuksen P-luku on korkea. Näiltä pelloilta huuhtoutuu pintavaluntana vesistöön runsaimmin liukoista fosforia, samoin maa-aineksen mukana kulkeutuu erittäin runsaasti fosforia. Suojavyöhykkeet ovat tarpeellisia myös helposti sortuviin rantapeltoihin tai kun pellon osa kärsii toistuvista vettymishaitoista. Perustamista kannattaa harkita myös, kun tilalla on pieniä, mutkikkaita, alavia ja työteknisesti vaikeita rantapeltojen lohkoja. Käyttämällä suojavyöhykettä, voidaan suoristaa lohkon reunoja. /76/

Suojavyöhyke perustetaan viljelyksessä olevalle peltolohkolla ja vähimmäiskoko on 30 aaria. Kooltaan suojavyöhyke tulee olla vähintään 15 metriä leveä. Suojavyöhyke on peltomaata, jolloin se ei saa sulkea avointa viljelymaisemaa. Vyöhyke voidaan perustaa suojaviljaan, myös valmiit heinä- nurmiseokset soveltuvat perustamiseen. Esimerkiksi avoin, tiheä heinäkasvillisuuden peittämä suojavyöhyke on tarpeellinen, kun halutaan säilyttää näkymät maisemaan ja estää pensoittuminen. Havupuut tai tiheä lehtimetsä ei sovellu suojavyöhykkeelle. Luonnonvaraisia pensaita tai lehtipuita voidaan kuitenkin käyttää harkiten eroosiota tai huuhtoumia estämään. Puuvartistet istutetaan tällöin luontaisina ryhminä notkelmiin tai sor-

tuviin kohtiin maata sitomaan. Suojavyöhykkeen hoito tapahtuu niittämällä kerran vuodessa ja kuljettamalla kasvimassa pois. Suojavyöhykkeellä ei saa käyttää kasvinsuojeluaineita. /76/

Suojavyöhykkeellä on lukuisia etuja ympäristön näkökulmasta. Ne vähentävät valtaojien, jokien ja ranta-alueiden sekä vesistöjen liettymistä ja kunnostustarvetta. Suojavyöhykkeen perustamisella vähennetään vesien sameutta sekä ravinnekuormitusta ja näin hidastetaan rehevöitymistä. Suojavyöhyke myös ehkäisee maatalouden torjunta-aineiden kulkeutumista vesistöön. Vesiensuojelullisten hyötyjen ohella suojavyöhykkeet lisäävät luonnon monimuotoisuutta tarjoamalla lisääntymisalueita, kulkureittejä ja suojapaikkoja kasveille, hyönteisille, linnuille ja muille eläimille. Suojavyöhyke parantaa myös kalakantojen elinolosuhteita. /76/

### 9.3.3 Laskeutusaltaan ja kosteikon toimintaperiaate

Ympäristön kannalta ensisijaisesti pyritään estämään kuormituksen syntyminen eli muutetaan tuotantotoimintaa vähemmän kuormittavaan suuntaan. Toissijaisesti kuormitus pidätetään mahdollisimman lähelle kuormituslähdettä. /77/

Tutkimusten mukaan laskeutusaltaat vähentävät kiintoainepitoisuutta hyvin, jopa 60 – 70 % ja altaiden tulee olla vähintään 0,2 % valuma-alueesta toimiakseen tehokkaasti. /77/

Laskeutusaltaan ideana on hidastaa veden virtausnopeutta ja lisätä viipymää, jolloin kiintoaineet laskeutuvat altaan pohjalle. Näin myös maahiukkasiin sitoutuneet ravinteet, kuten enemmistö kokonaisfosforista jää altaaseen ja alapuolisen vesistön kuormitus vähenee. Fosforin altaaseen pidätymiseen vaikuttavat ja edistävät tekijät, kuten altaan pohjamaan korkea rauta- ja alumiinipitoisuus, matala fosforipitoisuus, hapelliset olosuhteet, lievä happamuus sekä lämpötilan nousu. /77/

Laskeutusaltaan suunnittelussa lähtökohtana on maanomistajan halukkuus sekä soveltuvan paikan löytyminen. Allasalueen sopivuus, luontoarvot, maisemalliset tekijät, itse valuma-alue, sen valumat ja virtaamat sekä maalaji ovat lähtötietoja yksityiskohtaisessa suunnittelussa. Lisäksi mitoitus, rakentaminen, hoito ja kunnossapito sekä kustannusarvio ovat tärkeä osa allassuunnittelua. /77/

Laskeutusaltaasta tyyppiä poistuu menovirtaaman mukana ja sedimentoitumalla sekä sitoutumalla kasveihin tai denitrifikaation kautta, jolloin tyyppi vapautuu vaarattomana typpikaasuna ilmaan. Lyhyellä ajanjaksolla laskeutusaltaan kasvillisuus voi sitoa itseensä suuriakin määriä ravinteita. Kasvillisuudella on merkitystä myös juurten osalta, jotka pitävät pohjan sedimentin hapekkaana. Ajoittaisella niitolla lisätään kasvillisuuden kasvua ja korjaamalla niittojäte pois, poistetaan alueelta versoihin sitoutunut ravinne. Kasvillisuuden kuollessa osa ravinteista vapautuu veteen ja sedimenttiin. /77/



Hoito ja kunnossapito sisältävät laskeutusaltaaseen kertyneen lietteen poistamisen ennen kuin altaan liettilä täyttyy ja altaasta lähtee pohjasedimentti liikkeelle. Valuma-alueen ominaisuudet sekä altaan mitoitus vaikuttavat lietteen poistoväliin. Niitto tai laidunnus on hyvä keino pitää altaan kasvillisuus nuorena ja kasvavana. /77/

Kosteikon tulee pysyä koko vuoden kosteana ja runsaampien virtaamien aikana saa olla veden peitossa. Ensisijaisesti kosteikko perustetaan luontaiselle paikalle eli tulvaniityille sekä ojien ja purojen notkelmiin. Kosteikkoja perustetaan niin sanotuille hot spot-paikoille eli kuormittuneille alueille. /77; 78/

Kosteikko toimii osaksi kuten laskeutusallas. Kiintoaineen pidättämisen lisäksi kosteikko vähentää veden ravinnepitoisuuksia kasvillisuuden avulla. Kosteikko mitoitetaan yleensä laskeutusallasta laajemmaksi, mutta syvydeltään matalammaksi. Syvyyden tulee olla noin 1 metri ja pinta-alaltaan kosteikon tulee olla 0,5 – 1 % valuma-alueesta ja pellon osuus vähintään 20 % toimiakseen tehokkaasti. Mikäli kosteikko rakennetaan tuulille alttiin paikkaan, syvyys voi olla suurempikin, jottei pohjasedimentti lähde liikkeelle. Toiminnan tehokkuus riippuu oleellisesti veden viipymästä ja veden tulisi viipyä kosteikossa useita vuorokausia. /78/

#### 9.3.4 Säätosalaojitus

Merkittävä osa pelloilta tulevasta kuormituksesta aiheutuu siitä, ettei pellon ojitus ole aivan kunnossa. Säätosalaojituksella vähennetään lähinnä typen huuhtoutumista maaperästä ja parannetaan pellon kasvukauden aikaista vesitaloutta ja näin pienennetään kastelutarvetta. /78; 10/

Säätosalaojitus toimii siten, että normaaliin salaojitukseen on lisätty säätoikaivot, jotka säätelevät salaojan vedenpinnan korkeutta halutuksi. Keväällä ojitus toimii normaalisti, mutta kevättöiden jälkeen salaojaveden korkeutta voidaan säädellä sääolosuhteiden mukaan. Pellon pinnalle saadaan kasvukaudella kasveille sopiva kosteus ravinteiden tehokkaaseen hyödyntämiseen. Kuivina kausina salaojituksen vedenpinnan korkeutta nostetaan, jolloin vältetään keinokastelulta. Ojitus turvaa kasvillisuuden veden- ja ravinteidensaannin alhaalta ylöspäin, jolloin ravinteet ovat hyödynnettävissä valmiiksi veteen liuenneena. /10/

Menetelmänä säätosalaojitus soveltuu suhteellisen tasaisille peltomaille, kaltevuuden ollessa alle 2 %. Toteutuskustannukset rajoittavat säätosalaojituksen käyttöä jyrkillä pelloilla, sillä mitä suurempi vjetto, sitä tiheämpään joudutaan ojituksen säätoikaivoja rakentamaan. Hankkeesta on siten vaikea saada taloudellisesti kannattava. Säätosalaojitusta rajoittaa myös maalajivaatimus. Menetelmä toimii toivotulla tavalla vain hiekka- tai hietapitoisilla mailla. Esimerkiksi savimailla ei ole riittävän nopeaa kapillaari-ilmiötä, jolloin vesi nousee tarpeeksi nopeasti maahuokosia ylös juuriston käytettäväksi. /10/

## 9.4 Metsätaloustoimet

Kun valuma-alueesta 75 % on metsämaata ja järven lähivaluma-alue koostuu laajoista ojitetuista suoalueista, metsätalouden osuutta Kaartjärven kuormittajana ei voida pois sulkea. Kerran ojitetut suot tulevat kunnostusojitusvaiheeseen, jolloin ojitushankkeet järven välittömässä läheisyydessä ovat ajankohtaiset ja vesiensuojelun rooli korostuu.

Metsätalouden toimenpiteistä kunnostusojituksen ohella vesistöjä kuormittavat eniten maanmuokkaus ja metsälannoitus. Maanmuokkauksessa todetaan olevan suurin laadun parantamisen tarve. Erityisesti navero- ja ojitustöiden vesiensuojelu on liian vähäistä. /61/

Kun valuma-alueen metsänomistajien kirjo on laaja yksityisistä omistajista suurkonserniin, järven suojeluyhdistyksen voi olla vaikea puuttua metsätalouden toimenpiteisiin. Tarkastelussa pyrkimys on tiedottava, jolloin käsitellään metsätalouden vesiensuojelun eri menetelmiä. Kun liikkuu maastossa ymmärtää tehtyjä ratkaisuja ja niiden merkitystä vesistön kannalta.

### 9.4.1 Kunnostusojitus

Kunnostusojituksen suunnittelu aloitetaan vesien johtamisesta. Tavoitteena on mahdollisimman vähäinen eroosio ja että veden kiintoaineksesta saadaan 70 – 90 prosenttia pysäytetyksi ennen vesistöä. Ojat kaivetaan keuhalla, kun virtaamat ovat pienet ja ojan syöpymisriski pienempi. Jos valuma-alueella on laajoja ojitushankkeita, nämä ajoitetaan usean vuoden ajalle. Ojaa ei ikinä kaiveta vesistöön saakka, vaan väliin jätetään suojakaista. /61/

Kunnostusojituksen vesiensuojelusuunnitelmassa esitetään myös miten varaudutaan mahdollisiin vesistöhaittoihin. Vesiensuojelulle on eduksi, jos ojitusalueen kokoojajien ja laskuojien vedenjohtokyky on alimitoitettu, sillä pienet laskuojat hidastavat vesien purkautumista. Näin tulvahuiput varastoituvat joksikin aikaa ojitusalueelle ja laskuojan syöpymisriski vähenee sekä alapuolisen valuma-alueen tulvariski pienenee. /61/

Vesiensuojelullisesti merkitystä on sillä, että suunnittelussa selvitetään pintavalutuskenttien, laskeutusaltaiden ja kosteikkojen paikat sekä kuinka niihin johdetaan ojitusten vedet. Ojitusalueen eroosioherkät kohdat on tärkeä selvittää, lisäksi selvitetään pohjavesialueet, pienvedet ja lähteet, joiden ympärille jätetään laajat suojakaistat. /61/

#### Kaivu- ja perkauskatkot

Ojakohtaista kiintoaineskuormaa vähennetään jättämällä kaivu- tai perkauskatkoja. Katkon pituus riippuu virtaamasta ja maalajista, mutta yleensä kaivukatkon tulisi olla vähintään 20 metriä pitkä. Perkauskatko voi olla kaivukatkoa pidempi perkaamaton vanha oja ja se soveltuu varsinkin eroosioherkkiin ojiin. /61/

### Sarka-, kokooja- ja laskuojat

Ojituksessa sarkaojan vedet kootaan kokooja-ojaan, josta vedet johdetaan laskuojaa pitkin pois kunnostusojitusalueelta. Kun kaltevuuden tai veden virtausolosuhteiden puolesta on mahdollista, laskuoja jätetään osin tai kokonaan perkaamatta, tai tämä tehdään 1 – 2 vuotta sarkaojien kaivusta. Yksittäisen sarkaojan kiintoaineksen määrää voidaan vähentää lietekuopilla, jotka ovat tilavuudeltaan 1 – 2 m<sup>3</sup> suuruisia ja lietekuoppien etäisyys toisistaan on noin 100 metriä. Lietekuopilla saadaan kiinni ojanpohjaa pitkin kulkevaa raskaampaa maahiukkasta. /61/

### Pohjapadot

Ojien pohjapadot vähentävät syöpymistä ja pidättävät karkeaa kiintoainesta. Pohjapatoja voi olla monta peräkkäin niin sanottuna putousportaana, jolloin putousten välillä veden nopeus ojassa pienenee ja eroosio vähenee. Eroosioherkän aineksen liikkeelle lähtöä kaivun yhteydessä voidaan vähentää rakentamalla tilapäispatoja havuista. /61/

### Pintavalutuskenttä

Pintavalutuskenttä on tehokkain menetelmä pysäyttämään veden kiintoaines. Pintavalutuskenttää käytetään veden ohjaamiseen ojittamattoman alueen läpi ja kenttä pysäyttää suuren osan kiintoaineksesta. Kenttäpaikaksi soveltuu tasainen alue, jossa vedet suotautuvat kasvillisuuden läpi. Näin veden virtaus hidastuu ja vesi levittäytyy laajalle alueelle. Pintavalutuksen avulla vähennetään myös liuenneiden ravinteiden kulkeutumista vesistöön. Jos pintavalutuskenttä on tehty karulle suolle, kentältä voi alussa vapautua liukoista fosforia. Toimivalle pintavalutuskentälle jää 70 – 90 % kiintoaineksesta ja toimivuuden kokoehtona on vähintään 1 % valuma-alueesta. /61/

### Laskeutusaltaat ja kosteikot

Lasketusaltaita rakennetaan alueille, joiden maaperä on keskikarkeaa tai karkeaa kivennäismaata. Altaan avulla vähennetään valumaveden karkeaa kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Allasta suunniteltaessa otetaan huomioon mitoitusvaluma, veden virtausnopeus, viipymä, yläpuolisen valuma-alueen koko, allaspinta-ala sekä lietetilavuus. /61/

Kosteikko kerää tehokkaasti talteen kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Kosteikko on veden peitossa runsaamman virtaaman aikana ja muulloinkin märkä tai kostea. Kosteikko toimii parhaiten, kun se on perustettu luontaisesti soveltuvaan painanteeseen tai mahdollisimman pienellä kaivulla, sillä rakentaminen voi aiheuttaa kiintoaineshuuhtoumaa. /61/

## 9.4.2 Maanmuokkaus

Maanmuokkauksen vesiensuojelun tavoite on mahdollisimman pieni eroosio. Muokkaukseen tehdään katkoja, mutta muokkausta ei tehdä rinteen

suuntaisesti eikä uloteta suoraan ojiin. Tehokasta ojitus- tai naveromätästystä ei käytetä pohjavesialueilla, kun oja ulottuu kivennäismaahan. /61/

Vesistön ja maanmuokkausalan väliin jätetään vähintään viisi metriä leveä suojakaista. Hienojakoisilla ja kaltevilla mailla tarvitaan leveämpi suojakaista. Suojakaistaa ei muokata ja koneilla kulkemista vältetään. Viimeistään maanmuokkauksen yhteydessä korjataan maastoon syntyneet hakkuiden ja puunkuljetusten aiheuttamat urapainumat, joita pitkin vesi pääsee virtaamaan esteettä. Suojakaistat ja pintavalutuskentät toimivat sitä tehokkaammin, mitä tasaisemmin vesi jakaantuu alueelle. /61/

Ojitusmätästys on veden vaivaamien soistuvien kankaiden ja turvemaiden muokausmenetelmä. Tehokkaat mätästykset kuormittavat vesistöjä eniten, jolloin vesiensuojelun onnistuminen on tärkeää /61/. Kaartjärvellä ojitusmätästystä on tehty muun muassa järven länsirannalla Myllysuon alueella (kuva 10). Ilmakuvasta oli nähtävissä järven ja mätästysalueen väliin jätetty kaistale, lisäksi tie erotti alueet toisistaan. /67/



KUVA 10 *Myllysuon laskeutusallas*

#### 9.4.3 Hakkuiden vesiensuojelu

Hakkuiden kiintoaines- ja ravinnehuuhtoumia vähennetään parhaiten pintavalutuksella eli vesistön varteen jätetään ravinteita ja kiintoainesta sitova kasvillisuutta kasvava suojakaista. Suojakaistan leveyteen vaikuttaa kasvupaikka ja hakkuutapa. Ravinnehuuhtoumien vähentämiseksi suojakaistalta kerätään hakkuutähteet pois. /61/

Soilla ja hienoaineksisilla kivennäismailla vältetään puunkorjuuta sulan maan aikana. Samoin hakkuissa vältetään purojen ja ojien ylityksiä. Mikäli oja ei ole mahdollista kiertää, ylityspaikan on kannettava kone siten, että oja katetaan latvuksilla, puilla tai tilapäissilloilla. /61/

#### 9.4.4 Lannoituksen ravinnehuuhtoumat

Lannoituksen vesistöhaittoja vähennetään ennakkosuunnittelulla, huolellisella töiden toteutuksella ja pintavalutukseen perustuvilla menetelmillä. Purojen reunoille jätetään 10 – 15 metrin ja muiden vesistöjen rannoille vähintään 50 metrin levyinen lannoittamaton kaistale estämään ravinteiden huuhtoutuminen vesistöön. Samoin ojien varrelle jätetään lannoittamaton kaistale. Maaston kaltevuus ja maalaji vaikuttavat suojakaistan leveyteen. Pohjavesialueilla (luokat I – III) ei tehdä typpi- ja fosforilannoituksia. /61/

Kivennäismailla fosforilannoitus ei lisää valumavesien fosforipitoisuutta merkittävästi, sillä kasvualustan alumiini- ja rautayhdisteet sitovat fosfaatin kemiallisesti. Turvemaidilla fosfori huuhtoutuu helposti karulta, rahkaturpeisilta soilta, koska näillä on vähän fosforia sitovia rauta- ja alumiiniyhdisteitä. Turvemaidilla lannoituskohteiksi valitaan ruohoisia, viljavia ja saraisia mättäitä. Karujen soiden NPK-lannoituksista tulisi pidättäytyä vesiensuojelullisista syistä. /61/

Lannoitteen lentolevitys tehdään ojitusalueilla ojien suuntaisesti, koska lannoitteen leviämislentä ojiin ei muuten voi välttyä. Kovalla tuulella lentolevitystä varotaan. Miestyönä tehdyssä maalevityksessä vältetään samoin lannoitteen joutumista ojiin. Levitystyön valvonnassa huomioidaan, että ravinnepitoisuus vastaa metsikön ravinnepuutetta ja lentolevitystyöstä ilmoitetaan alueen asukkaille ennen sen aloitusta. /61/

#### 9.5 Toimenpiteet järvessä

Kaartjärvellä ensisijainen tavoite on ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Hapen puute järvessä on rehevyyden eli ulkoisen kuormituksen seurausta, mutta pohjan hapettomuus aiheuttaa myös fosforin sisäistä kuormitusta. Kaartjärvellä tämä näkyy lievänä raudan liukenemisena sedimentistä veden. Yleisimpiä sisäisen kuormituksen syitä ovat happikato, korkea pH ja kalojen aiheuttama ravinteiden kierrätys. Sisäiseen kuormitukseen liittyy myös kiinteästi järven pohjalle laskeutuneen aineksen palautuminen veden eli resuspensio. /10/

Kaartjärvellä tutkimukset ovat keskittyneet järven syvänteen vedenlaatumittauksiin. Virtaama- ja pitoisuustietojen sekä pohjan laadun ja järven kalaston tietojen puuttuessa menetelmien valinta on lähinnä viitteellinen. Kun riittävät lisätutkimukset on tehty, voidaan kunnostustoimet kohdistaa tarkasti oikeisiin kohteisiin. Toimet aloitetaan varmalta pohjalta, kun tiedetään mikä tekijä vaikuttaa eniten järven tilaan. Kustannus-hyöty näkökulma on tärkeä sekä vesiensuojelullisesti että taloudellisesti. /10/

Kun ulkoinen kuormitus on saatu hallintaan, järvi ei välttämättä toivu odotetulla tavalla, mikäli järveen ei kohdisteta toimenpiteitä. Järveen kohdistuvissa toimenpiteissä tarkastellaan menetelmiä, jotka olisivat teoriassa soveliaita. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty niin sanotut kokeelliset menetelmät, kuten esimerkiksi kipsaus ja savipeitto. Myöskään Kaartjärven kohdalla ei ole käsitelty alusveden poistamista, joka on eräänlainen alus-

veden hapetuksen sovellus. Menetelmässä järven poistovirtaama korvataan osin tai kokonaan järven hapettomalla ja ravinnerikkaalla alusvedellä. Tämä saattaa aiheuttaa haittaa purkuvesistössä ja kun alapuolisen vesistön pilaantumisriski on merkittävä, menetelmää ei luonnollisesti käytetä /10/.

#### 9.5.1 Koekalastus ja ravintoketjukurkunnostus

Ravintoketjukurkunnostuksen esiselvityksiin kuuluvat koekalastukset sekä kuormituksen selvittäminen. Koekalastuksen tavoitteena on selvittää kalaston nykytila ja rakenne, kuten muun muassa lajisto, runsaussuhteet ja pituusjakaumat sekä antaa suosituksia ja ohjeita istutusten ja hoitokalastuksen suhteen. /80/

Koekalastukseen käytetään niin kutsuttua Nordic -yleiskatsausverkkoa, jossa samassa verkossa on 12 erilaista solmuväliä 5 – 55 mm:n välillä 2,5 metrin pätkissä. Esimerkiksi Tammelan kunnassa tehdyissä koekalastuksissa järvi jaettiin 2 – 3 syvyysvyöhykkeeseen ja numeroituihin arvontaruutuihin. Itse pyynti suoritettiin heinäkuun puolivälin ja syyskuun alun välisenä aikana satunnaisotantana syvyysvyöhykkeittäin. Pyyntiaika oli illasta aamuun eli yön yli 14 – 15 tunnin ajan ja kalastuskertoja kertyi 2 – 5 kpl/järvi. Syvyysvyöhykkeen perusteella oli käytössä joko pintavälivesitai pohjaverkkoja. Verkkokohtaisesta saalista laskettiin lajien yksilömäärät ja yhteispainot sekä yksikkösaaliit g/verkko ja yksikkö/verkko sekä särkikalajien saalisosuus painosta ja kappalemäärästä prosentteina. Lisäksi kalat mitattiin ja eniten esiintyvälle lajelle tehtiin pituusjakaumat. /80/

Ravintoketjukurkunnostus eli biomanipulaatio on kalakantoja ohjaava sisäisen kuormituksen vähentämismenetelmä. Veden laatua halutaan parantaa vähentämällä rehevöitymisen myötä järveen syntynyttä särkikalastoa joko tehokalastuksella tai estämällä vesistön heikkeneminen hoitokalastuksella. Menetelmänä ravintoketjukurkunnostus soveltuu järviin, joiden tila ei ole kohentunut ulkoisen kuormituksen vähentämisen jälkeen. Vaikka toimia ulkoisen kuormituksen suhteen on tehty, niin järven rehevyystasoa ylläpitää sisäinen kuormitus. /10/

Ravintoketjukurkunnostus on tarpeellinen, kun koekalastuksen perusteella järven kalaston rakenne on vääristynyt ja se heikentää järven tilaa. Koekalastuksen suuri yksikkösaalis, ravinnetasoon korkea levämäärä ja vedenlaadun vuodenaikaisvaihtelut ovat keskeiset mittarit ravintoketjukurkunnostuksessa. Kun veden fosforipitoisuus on toistuvasti yli 100 µg/l, on tämä yleensä merkki sekä korkeasta ulkoisesta että sisäisestä ravinnekuormituksesta. Tällaisessa tilanteessa ravintoketjukurkunnostuksella voi olla näkyviä vaikutuksia, tosin ne jäävät lyhytaikaisiksi ilman ulkoisen kuormituksen vähentämistä ja tehokalastus on uusittava usein. /10/

Menetelmänä ravintoketjukurkunnostus on useita vuosia kestävä. Hanketta suunniteltaessa järjestäydytään ja hoidetaan vaadittavat lupa-asiat, kuten asianomaisen vesialueen omistajien lupa epäselvyyksien välttämiseksi mielellään kirjallisena. Koekalastajilla tulee myös olla henkilökohtainen TE-keskuksen antama lupa koekalastukseen. /10/

Tärkeää on kerätä taustatieto liittyen ulkoiseen kuormitukseen, veden laatuun, aikaisempiin koekalastuksiin ja kalastusoloihin sekä järven kasvillisuuteen. Hankkeen ensimmäinen vuosi menee järven tilan arviointiin ja suunnitteluun ennen varsinaisia toimenpiteitä. Veden laadusta ja kalastosta on oltava ajankohtaiset tiedot perustuen muun muassa koekalastuksiin. Suunnitteluvaihe sisältää myös rahoitussuunnitelman ja pitkän tähtäimen hoitotoimet kalaston suhteen. Mikäli kunnostuksen vaikutukset halutaan näkyvän järven vedenlaadussa 1 – 2 vuoden kuluessa, järkevä saalistavoite on vähintään 50 – 100 kg/ha/a järvessä, jonka fosforipitoisuus on alle 50 µg/l. /10/

Toteutusvaiheessa suositellaan kalastusta mahdollisimman lyhyenä aikana tehokkaasti. Kalastuksen tulokset dokumentoidaan hyvin, jotta voidaan seurata kalastustavoitteen täyttymistä. Ensimmäistä tehokalastusjaksoa seuraava nuorten vuosiluokkien aalto on varauduttava poistamaan hankkeen toisena tai kolmantena vuotena. Muuten uhkana on järven täyttyminen uusilla särkivuosiluokilla. /10/

Ravintoketjukurinostukseen sisältyy yleensä myös petokalaistutukset, kalastuksen ohjaus ja kalojen elinympäristön hoito. Teho- ja hoitokalastus yleensä voimistaa petokalakantoja, joskin monesti pelätään, että petokalojen ruoka kalastetaan pois. Tehokkaasti kalastetuissa järvissä sekä kuhan että ahvenen poikastuotanto on usein parantunut ja ahvenen kasvu voi nopeutua ja koko kasvaa ravintokilpailun vähetessä. /10/

Pyyntimenetelmät valikoituvat järven koon, muodon, syvyyden, pohjan laadun sekä kohdelajien ja näiden ikäjakaumien ja petokalakantojen koostumuksen perusteella. Kun järvessä on vain yksi tai muutama syvännekohde, tämä on yleensä otollinen nuottauskohde. Kutualueet, salmet ja järviä yhdistävät joet tarjoavat hyvän mahdollisuuden saada rysäpyydyksellä suuria saaliita. Tasaisen matalat, laajat ja muodoltaan säännölliset järvet voivat olla vaikeita kalastettavia kalojen jakautuessa tasaisesti koko järven alueelle. Kalakilon kunnostushyöty on suurin, kun saalis koostuu nuorista kaloista, joiden vaikutus vedenlaatuun on suurin. Eri kalastusmenetelmistä nuottaus vaatii ammattikalastajien panosta. /10/

Petokalaistutuksissa luvanvaraista on uuden lajin tuominen vesistöön. Samoin elävien kalojen siirtäminen vesistöstä toiseen vaatii luvan. Luvat myöntää TE-keskus. Suurissa hankkeissa saaliin loppukäsittely ja sijoittaminen edellyttää yhteistyötä kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen kanssa, mikäli kaloja ei noudeta suoraan rannasta rehukäyttöön. Saaliin hyötykäyttö maatiloilla ei ole mahdollista. /10/

Vuonna 2005 ravintoketjukurinostuksen kustannukset järven pinta-alayksikköä kohden olivat 20 – 200 €/ha. Kustannukset olivat suurimmat pienillä järvillä. Kustannukset saattoivat muodostua hieman korkeimmiksi, mikäli kalastusta jatkettiin kunnes yksikkösaalis oli selvästi laskenut kalamäärän pienenemisen myötä. Kustannuksia tarkasteltaessa on hyvä huomioida saatu hyöty, joka koskee kaikki toimijoita järven ympäristössä. Esimerkiksi kunnostetun järven rantatonttien arvonnousu on hyvä huomi-

oida. Hyväkuntoisen järven vetovoima ja suosio ulkoilu- ja vapaa-ajanalueena on merkittävä seikka koko alueen vetovoiman kannalta. Näin tuskin olisi, jos järveä vaivaisivat esimerkiksi voimakkaat sinileväkukinnot kesästä toiseen. /10/

### 9.5.2 Hapettaminen

Suomen järvistä joka neljännellä on talvisin huono happitilanne. Hapettamisella tarkoitetaan koko vesimassan tai alusveden happipitoisuuden lisäämistä. Vaihtoehtoina on hapen liuottaminen ilmasta, hapekkaan veden johtaminen vähähappiseen alusveteen tai hapen lisääminen kemikaalina. Hapetus on varsin pitkäjäksoinen työ, jolloin kolme vuotta eri riitä. Ennen kunnostustoimien aloittamista tulee järvikohtaisesti selvittää sisäiseen kuormitukseen vaikuttavat tekijät. /10; 79/ Kaartjärvellä tämä tarkoittaa muun muassa hapettoman alusveden ja järven pohjavesitäydennyksen yhteyden selvittämistä. Pohjavesi on monesti hapetonta tai vähähappista ja järven tulovesistä pohjaveden osuus oli maaliskuussa 2007 jopa 57 %.

Happi on keskeisimpiä vesien tilaan vaikuttavia tekijöitä. Esimerkiksi kalojen selviäminen riippuu siitä, että vedessä on happea vähintään 0,5 – 1 mg/l. Vesieliöstön hengissä pysymisen lisäksi happi säätelee vesistön ravinneoloja. Monessa järvessä levätuotannon määrä riippuu fosforin määrästä. Hapellisissa oloissa fosfori on sitoutunut rautayhdisteisiin, mutta hapen loppuessa rauta pelkistyy eikä kykene enää sitomaan fosforia. Alkaa tapahtua ravinteiden liukenemista, niin sanottua sisäistä kuormitusta. Järven eri osissa eri tekijät aiheuttavat sisäistä kuormitusta. Rannoilla sisäinen kuormitus voi johtua korkeasta pH:sta, syvänteissä taas hapettomuus aiheuttaa sisäistä kuormitusta. Sisäisen kuormituksen mekanismit ovat varsin monimutkaisia ja ensimmäiset havainnot liittyvät yleensä happipitoisuuteen. /79/

Hapettamisessa laitteiston valinta ja mitoitus riippuu järven rehevyydestä ja toiminnasta. Kun toiminnalla pyritään järven tilan parantamiseen sisäisen kuormituksen vähentämisellä, valittava laitteisto on toisenlainen kun tavoitteena on talviaikaisen kalakannan turvaaminen. Tärkeää on, että pohjanläheinen vesikerros pysyy ympärivuotisesti hapellisena. Hapen turvaaminen on talvella monesti melko helppoa veden ja sedimentin ollessa viileitä. /79/

Kesällä järvivesi on lämmintä ja hapenkulutus suurta. Yleensä hapettamiskohteissa laitteen teho mitoitetaan kesäaikaisen happitilanteen ylläpitämiseksi. Huolimatta siitä, että tavoitteena olisi vain 2 mg/l happitaso eli noin 20 % kyllästysaste, niin rehevissä järvissä käytetään kerrostuneisuuden säätelyä. Hapetuspumppujen teho on tällöin niin suuri, että järvivesi joutuu täyskiertoon 2 – 3 viikon välein ennen kuin alusvesi on mennyt hapettomaksi. Kesäaikaista hapetustoimintaa helpottaa se, ettei ilmakehän happea siirtäviä ilmastimia tarvita, vaan voidaan hyödyntää järven päällysveden happivarantoja. /79/



Laitteiden huolellinen mitoittaminen on tärkeää, jotta saavutetaan toivottu lopputulos ja ettei laitteiden tehonkulutus tuota yllätyksiä. Mitoittamisen avulla kustannukset voidaan arvioida etukäteen ja valita oikea laite oikeaan paikkaan. Alustava mitoitus tehdään pinta-alan ja rehevyytason pohjalta. /79/

Hapetuksen suunnittelussa ja laitevalinnassa on huomioitava seuraavat pääperiaatteet:

- laitteen tuotto on riittävän suuri eli ilmastusteho (kg/d) ja ominaisilmastusteho (kg/kWh)
- hyötysuhde merkittävä varsinkin suurissa kohteissa
- laitteen huoltokustannukset ja ylläpitokustannukset kasvavat pitkäaikaisessa toiminnassa
- laitteen toimivuus talvioloissa. /79/

Hapettamisen kustannukset jaetaan kolmeen pääryhmään. Perustamiskustannukset vuonna 2008 ovat luokkaa 2 500 – 3 000 €(ei sis.alv). Kustannukset sisältävät sähköturvallisuusmääräykset täyttävän sähkökeskuksen ja kaapeloinnit. Laitehankintahinnat vaihtelevat laitetypistä riippuen välillä 1 000 – 5 000 €/kW. Kolmas kustannusryhmä muodostuu energia- ja ylläpitokustannuksista. Energian hinta vaihtelee paikkakunnittain. Keskihintana voidaan pitää noin 0,1 €/kWh. Esimerkiksi talviaikaan (200 d) 4kW:n ilmastimen käyttämä energia maksaa noin 1 900 €. /79/

## 10 YHTEENVETO

Kaartjärvi on perustyyppiltään kirkasvetinen järvi ja vedenlaadultaan hyvä. 2000-luvulla fosforipitoisuus on kohonnut loppukesästä ja syvänteeseen fosforin ja hapen yhteys kertovat ravinteiden vapautumisesta. Happamoitumisen vaaraa ei Kaartjärvellä ole, sillä veden puskurikyky on hyvä. Hygieenisesti vedenlaatu on aina ollut moitteetonta.

Kaartjärven lähivaluma-alueella harjoitetaan sekä maa- että metsätaloutta ja alue on matkailullisesti merkittävä. Järven rantavyöhykkeellä on useita satoja kiinteistöjä, mukaan lukien useita loma- ja leirikeskuksia.

Kaartjärvellä lähialue ja järveen laskevien uomien varrella olevat kohteet vaikuttavat suoraan vedenlaatuun suhteellisesti enemmän kuin valuma-alueen kaukaisemmat kohteet. Peruskartan ja kuormituslaskelmien perusteella suurin osa järven kuormituksesta on peräisin lähivaluma-alueelta. Luonnonhuuhtoumalla ja ilmalaskeumalla on osuutensa, mutta näihin ei voi vaikuttaa.

Kaartjärven ulkoinen kuormitus vähentyy vastarakennetun runkoviemärin ja siihen liittyvien kylien, pistekuormittajien ja ranta-asutuksen myötä, mutta järven sisäinen kuormitus ylläpitää tuotantotasoa. Aiemman ja vielä nykyisen kuormituksen aikana järven pohjassa on happea kuluttavaa materiaalia, joka aiheuttaa ajoittaista happikatoa. Järven sisäistä kuormitusta suunnitellaan tutkittavaksi koekalastusten avulla. Tämän perusteella suoritetaan mahdollisesti biomanipulaatio, ehkä syvänteeseen hapetus. Lisätutkimustarvetta on virtaamamäärille ja pitoisuuksille. Pohjaveden vaikutus järven vedenlaatuun ja hapettomaan alusveteen, olisi myös hyvä tuntea.

Vedenlaadun turvaamiseksi ensisijaisena menetelmänä on järvenrannan tiiviin haja- ja loma-asutuksen liittyminen viemäriverkostoon. Maa- ja metsätalouden toimijat kiinnittävät huomiota Kaartjärven vesiensuojeluun. Metsätalouden painotus on ojitushankkeiden vesiensuojelutoimissa. Huomiota kiinnitetään myös muokkauksen keventämiseen, lannoituksen vähentämiseen, torjunta-aineiden käytön välttämiseen. Maataloudessa huomio kiinnittyy ravinnetaseiden käyttöön, suojavyöhykkeiden ja laskeutusaltaiden sekä kosteikkojen perustamiseen.

Kuormituksen teoreettiset arviot ja laskelmat tarvitsevat pitkäkestoisempaa tutkimustietoa sekä valuma-alueelta että järvestä. Virtaama- ja ravinnepitoisuuksia mitataan suurimman pintavalunnan aikana keväällä ja syksyllä. Työssä oli tarkoitus mitata syvänteeseen happipitoisuutta, mutta talven heikko jäättilanne esti tämän. Jatkotoimenpiteeksi suositellaan happitilanteen ja pH:n seuraamista. Tavoitteena on ajoittaa mittaukset kerrostuneisuuskausien lopulle.

Kaartjärven kannalta on toivottavaa saada eri toimijat mukaan järven suojelutyöhön. Tavoitteena on ulkoisen kuormituksen vähentäminen, uusien kuormituslähteiden estäminen sekä sisäiseen kuormitukseen vaikuttaminen. Prosessina tämä voi kestää vuosikymmeniä.

## LÄHTEET

- /1/ Paakkinen, Marika, limnologi. Kaartjärven vedenlaatutuloksia. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Sähköposti 18.12.2007.
- /2/ Ilmavirta, Veijo, Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino. 1990.
- /3/ Syvyyskarttoitus. Hämeen ympäristökeskus. Päivitetty 1.2.2008. Viitattu 3.2.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=266018&lan=FI>
- /4/ Korhonen, Johanna, hydrologi. Suomen ympäristökeskus, hydrologian yksikkö. Järvikortti. Sähköposti 14.2.2008.
- /5/ Kirkkala, Teija, Limnologian perusteet. Luentomoniste. Julkaisematon. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. 17.3.2007.
- /6/ Manki, Jukka ja Westerling, Harri. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kaartjärven pohjaeläimistö. Kirje nro 3955/JM/mv. Tampere 23.12.1992.
- /7/ Ringvall, Tarinka, Vanajanreitin kalapaikkaopas. Hämeenlinna: Hämeen ympäristökeskus. 2007.
- /8/ Aaltonen, Maija, Kaartjärven suojeluyhdistys ry 30 v. Riihimäki. 2003.
- /9/ EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi. Ympäristöministeriö. Päivitetty 10.1.2007. Viitattu 15.1.2008.  
<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=54528&lan=fi>
- /10/ Ulvi, Teemu ja Lakso, Esko. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 14. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 2005.
- /11/ Mustonen, Seppo, Sovellettu hydrologia. Helsinki: Vesiyhdistys ry. 1986.
- /12/ Ekholm, Matti, Suomen vesistöalueet. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 1993.
- /13/ Eskelinen, Anu – Rauhaniemi, Tom – Valjus, Tuire, Pohjavesialueiden geologinen rakenneselvitys: Räyskälän ja Portaan tutkimusalueet. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 2007.
- /14/ Siiro, Petri, hydrogeologi. Hämeenlinna: Hämeen ympäristökeskus. Tapaaminen 21.12.2007.

/15/ Riihimäen seudun haja-asutusalueen vesihuollon kehittämissuunnitelma. Lopen kuntakohtainen tiivistelmä. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 2003.

/16/ Lopen Natura-alueet. Hämeen ympäristökeskus. Päivitetty 12.3.2007. Viitattu 15.1.2008.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=4571&lan=fi>

/17/ Korhonen, Johanna, hydrologi. Suomen ympäristökeskus, hydrologian yksikkö. Kaartjärven tilavuus. Sähköposti 21.2.2008.

/18/ Mattila, Harri, Hydrologia ja pohjavesigeologia. Luentomoniste. Julkaisematon. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. 4.1.2007.

/19/ Korhonen, Johanna, Hydrologinen vuosikirja 2001 – 2005. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 2007.

/20/ Vedenlaadun arvosteluperusteet. Loppi. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Viitattu 20.12.2007.

<http://www.kvvy.fi/cgi>

[bin/tietosivu\\_loppi.pl?sivu=arvosteluperusteet.html](http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_loppi.pl?sivu=arvosteluperusteet.html)

/21/ Horppila, Petri, biologi. Hämeen ympäristökeskus. Kaartjärven vedenlaatutuloksia. Sähköposti 10.1.2008.

/22/ Lopen järvien soveltuvuus virkistyskäyttöön. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Viitattu 5.1.2008.

<http://www.kvvy.fi/cgi>

[bin/tietosivu\\_loppi.pl?sivu=soveltuvuusvirkistyskayttoon.html](http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_loppi.pl?sivu=soveltuvuusvirkistyskayttoon.html)

/23/ Paakkinen, Marika, Vedenlaatu ja virkistyskelpoisuus Lopen kunnan alueella sijaitsevilla järvissä. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirje nro 205, 13.3.2007. Viinikka, Juha, ympäristönsuojelusihtööri, Loppi. Tiedonanto postitse 16.1.2008.

/24/ Oravainen, Reijo, Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Viitattu 16.1.2008.

[http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu\\_kvvy.pl?sivu=opasvihkonen.html](http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_kvvy.pl?sivu=opasvihkonen.html)

/25/ Siitonen, Hannu, Vesitaloushankkeiden hakemussuunnitelmien laatiminen. Ympäristöopas 92. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 2002.

/26/ Siitonen, Hannu, Vesiluvan hakeminen. Ympäristöhallinto. Päivitetty 10.12.2007. Viitattu 20.1.2008.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11997&lan=fi>

/27/ Kaartjärven vedenpinnan nosto. Kokousmuistio 28.9.2007. Hämeen ympäristökeskus. Viinikka, Juha, ympäristönsuojelusihtööri, Loppi. Tiedonanto postitse 16.1.2008.

/28/ Kaartjärven vedenkorkeus Lopen kunnassa. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri. Kirjelmä nro 304/500, 10.6.1988.

/29/ Kaartjärven vedenkorkeushavaintojen päiväkirjat vuosilta 1995 – 2006, Kaartjärven suojeluyhdistys ry.

/30/ Oravainen, Reijo, Kaartjärven happitilanne. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirje nro 2081, 16.8.1982.

/31/ Oravainen, Reijo, Kaartjärven tarkkailu. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirje nro 2684, 1.8.1988.

/32/ Jaara, Päivi, Hämeen ympäristökeskus. Vesistökunnostushanke. Luento. Tammelan järvikunnostushankkeen loppuseminaari. Tammela 22.2.2008.

/33/ Life+ -rahoitus. Ympäristöministeriö. Päivitetty 6.2.2008. Viitattu 25.2.2008.

<http://www.miljo.fi/default.asp?contentid=237431&lan=fi&clan=fi>

/34/ Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma 2007 – 2013. Päivitetty 18.2.2008. Viitattu 25.2.2008.

<http://www.maaseutu.fi/fi/index/maaseutuohjelma.html>

/35/ Poutiainen, Juha, Hämeen TE-keskus. Monivaikutteinen kosteikko - maatalouden erityisympäristötukisopimus. Luento. Tammelan järvikunnostushankkeen loppuseminaari. Tammela 22.2.2008.

/36/ Maatalouden ympäristötuki 2007 – 2013. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 20.8.2007. Viitattu 25.2.2008.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=70782&lan=fi#a0>

/37/ Eteläisen maaseudun osaajat EMO ry toimii Riihimäen seudulla. Hämeen liitto. Viitattu 25.2.2008.

<http://www.hame.fi/default.asp?docId=23589>

/38/ Lopen Kaartjärven jätevedenpuhdistamolle ympäristölupa. Hämeen ympäristökeskus. Viitattu 15.1.2008.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=23646&lan=fi>

/39/ Rahikainen, Timo, Kaartjärven vesihuoltotyö – runkovesijohto ja kookojaviemäri. EU-loppuraportti CC320574. Hjelt, Veijo, ylitarkastaja, Hämeen ympäristökeskus. Tiedonanto postitse 14.3.2008.

/40/ Kaartjärven Vesihuolto Oy. Rakentaminen, liittyminen, vesiosuuskunnat. Viitattu 20.2.2008.

<http://www.kopola.com/loppi/kj>

/41/ Mäkelä, Suvi, Tammelan Pyhäjärven, Kuivajärven ja Kaukjärven kuormitusselvitys. Helsinki: Helsingin yliopisto, Lammin biologinen asema. 2007.

/42/ Mattila, Harri, Vesiensuojelu – jäteveden puhdistus. Luentomoniste. Julkaisematon. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. 25.8.2006.

/43/ Annala, Maria, Pienpuhdistamoilla monia ongelmia. Hämeen Sanomat 5.2.2008, Kotimaa sivu 8, 130 vuosikerta.

/44/ Nukki, Heli, Narvintienoon kyläsuunnitelma: Pehkuranta ja Kalikka. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja, Sarja B nro 6. Eura: Pyhäjärvi-instituutti. 2004.

/45/ Idman, Taina, Mikrobiologia. Luentomoniste. Julkaisematon. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. 2005.

/46/ Maatalouden vesiensuojelu. Ympäristöministeriö. Päivitetty 27.2.2008. Viitattu 5.3.2008.  
<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=173862&lan=fi>

/47/ Ravinnetaseet. Uudenmaan ympäristökeskus. Päivitetty 22.2.2008. Viitattu 7.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20974&lan=fi>

/48/ Viljelijät voivat hakea tukea suojavyöhykkeiden perustamiseen ja ravinnetaseiden seuranta. Uudenmaan ympäristökeskus. Päivitetty 18.4.2007. Viitattu 7.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=230598&lan=fi&clan=fi>

/49/ Ravinteiden käyttökelpoisuus ja vesien rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 25.2.2008. Viitattu 8.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=97043&lan=FI>

/50/ Kenttämies, Kaarle ja Mattsson, Tuija, Metsätalouden vesistökuormitus: MESUVE-projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 2006.

/51/ Hydrologinen kuukausitiedote elokuu 2005. Runsaita sateita maan etelä- ja lounaisosissa. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu 11.10.2005. Viitattu 10.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=15635&lan=fi>

/52/ Vilpa, Erkki, Lopen kasvisto. Loppi: Lopen ympäristölautakunta. 1996.

/53/ Luonnonhuuhtouma. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Päivitetty 24.1.2006. Viitattu 20.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12525&lan=fi>

/54/ Kaartjoen pöytäkirjat, sähkökalastuspöytäkirja 15.3.2007. Hämeen TE-keskus, kalatalousyksikkö. Viinikka, Juha, ympäristönsuojelusihteeri, Loppi. Tiedonanto postitse 16.1.2008.

/55/ Ruokolainen, Janne ja Rajala, Joonas, Vanajaveden reitin yläosien vaelluseste- ja kunnostusmahdollisuusselvitys. Suomen Vesistöpalvelu Osk. 2006. Viinikka, Juha, ympäristönsuojelusihteeri, Loppi. Tiedonanto postitse 16.1.2008.

/56/ Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 22.5.2006. Viitattu 23.3.2008.  
<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=185329&lan=fi>

/57/ Saarijärvi, Erkki ja Lappalainen, K. Matti. Vesi-Eko Oy. Ravinnetaseiden käyttö vesistöjen tilan arvioinnissa. Osa 2: Käytännön esimerkki. Vesitalous 2/1999. Sivut 28 – 31.

/58/ Saarijärvi, Erkki ja Lappalainen, K. Matti. Vesi-Eko Oy. Ravinnetaseiden käyttö vesistöjen tilan arvioinnissa. Osa 3: Taselaskelmat kunnostussuunnittelun pohjana. Vesitalous 3/1999. Sivut 27 – 29.

/59/ Hydrologinen kuukausitiedote elokuu 2006. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu 18.10.2006. Viitattu 28.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=18204&lan=fi>

/60/ Hydrologinen kuukausitiedote maaliskuu 2007. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu 11.5.2007. Viitattu 28.3.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20475&lan=fi>

/61/ Joensuu, Samuli – Makkonen, Timo – Matila, Ari, Metsätalouden vesiensuojelu. Helsinki: Metsäkustannus. 2007.

/62/ Nenonen, Suvi ja Liljaniemi, Petri, Simojoen tila ja kunnostus – Simojoki-Life. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. 2007.

/63/ Leppijoki, Niina, metsäsuunnittelija. Kaakkois-Suomen Metsäkeskus. Metsätalouden vesiensuojelua. Sähköposti 14.3.2008.

/64/ Kemera-opas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja metsäkeskus Pirkanmaa 2002 – 2008. Viitattu 15.3.2008.  
[http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/Kemerakuvat/amm\\_kemera\\_h.pdf](http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/Kemerakuvat/amm_kemera_h.pdf)

/65/ Mummonmökkit saivat armonaikkaa jätevesiongelmassa. Hämeen Sanomat 22.3.2008. 130 vuosikerta.

/66/ Rekolainen, Seppo – Kauppi, Lea – Turtola, Eila, Maatalous ja vesien tila. Maveron-projektin loppuraportti. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. 1992

/67/ Niskanen, Juha, metsätaloustarkastaja. Häme-Uusimaa Metsäkeskus. Hämeenlinnan toimipaikka. Tapaaminen 1.4.2008.

/68/ Lintula, Juhani, metsätyönjohtaja. Häme-Uusimaa Metsäkeskus. Hämeenlinnan toimipaikka. Tapaaminen 3.4.2008.

/69/ Kukkonen, Minna, Karjalan Pyhäjärven vesien ja vesiluonnon suoje-lusuunnitelma. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2003.

/70/ Paavilainen, Päivi, Vesistökuormitus pienillä valuma-alueilla - Kuor-mituksen suuruuden ja vaikutusten arviointi Vesku-työkalulla. Mikkeli: Mikkelin kaupungin ympäristöpalvelu. 2003.

/71/ Metsätalouden vesistöhaittojen vähentäminen Iso Saksijärven valuma-alueella Kangasalla. Pirkanmaan metsäkeskus. Viitattu 6.4.2008.  
<http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsakeskukset/Pirkanmaa/projektit/Is o+Saksij%C3%A4rven+luonnonhoitohanke/etusivu.htm>

/72/ Rahoitus – Kemera. Metsävastaa.net. Päivitetty 15.11.2007. Viitattu 6.4.2008.  
<http://www.metsavastaa.net/rahoitus>

/73/ Annala, Maria, Maatalouden ympäristötuen hyödyt jääneet laihoiksi. Vesistöjen tila lähes ennallaan, maatalousluonto köyhtyy yhä. Hämeen Sanomat 2.4.2008, Kotimaa sivu 6, 130 vuosikerta.

/74/ Yli-Kovero, Kristiina. Ympäristötuki ei parantanut vesistöjen tilaa. Helsingin Sanomat 1.4.2008.

/75/ Ravinnetaseet. Ympäristötuen lisätoimenpide lannoituksen ja sadon ravinnemäärien seurantaan 2008. Maatalouden ympäristötuki. Maasetuvi-rasto. Päivitetty 5.2.2008. Viitattu 5.4.2008.  
[http://www.mavi.fi/attachments/5oby3ix7b/5uWe8uHRL/Files/CurrentFil e/Ravinnetaseohje\\_2008.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/5oby3ix7b/5uWe8uHRL/Files/CurrentFil e/Ravinnetaseohje_2008.pdf)

/76/ Suojavyöhykkeen perustaminen ja hoito 2007. Maatalouden ympäris-tötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 5.4.2008.  
<http://lomake.mmm.fi/ShowFile?ID=24524&LUOKKA=547>

/77/ Jutila, Heli, Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden toimintaperiaatteet ja toimivuus. Luento. Tammelan järvikunnostushankkeen loppuseminaari. Tammela 22.2.2008.

/78/ Simola, Anniina ja Jutila, Heli, Valumavesien käsittelymenetelmät Kanta-Hämeen järvet kestävään kehitykseen –hankkeessa. JÄRKI-hanke. Hämeenlinna: Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi. 2006.

/79/ Saarijärvi, Erkki, Vesi-Eko Oy – Water-Eco Ltd. Hapettaminen ve-sienhoitokeinona. Luento. Tammelan järvikunnostushankkeen loppuse-minaari. Tammela 22.2.2008.



/80/ Ala-Opas, Pasi, Helsingin yliopisto. Tammelan Kaukajärven, Kuivajärven ja Pyhäjärven koekalastukset vuonna 2007. Luento. Tammelan järvikunnostushankkeen loppuseminaari. Tammela 22.2.2008.

/81/ Mäkelä, Jenni, Akkojärven ja Housunjärven valuma-alueet. Alavuuden ja Töysän vesistöhanke. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus. 2008.

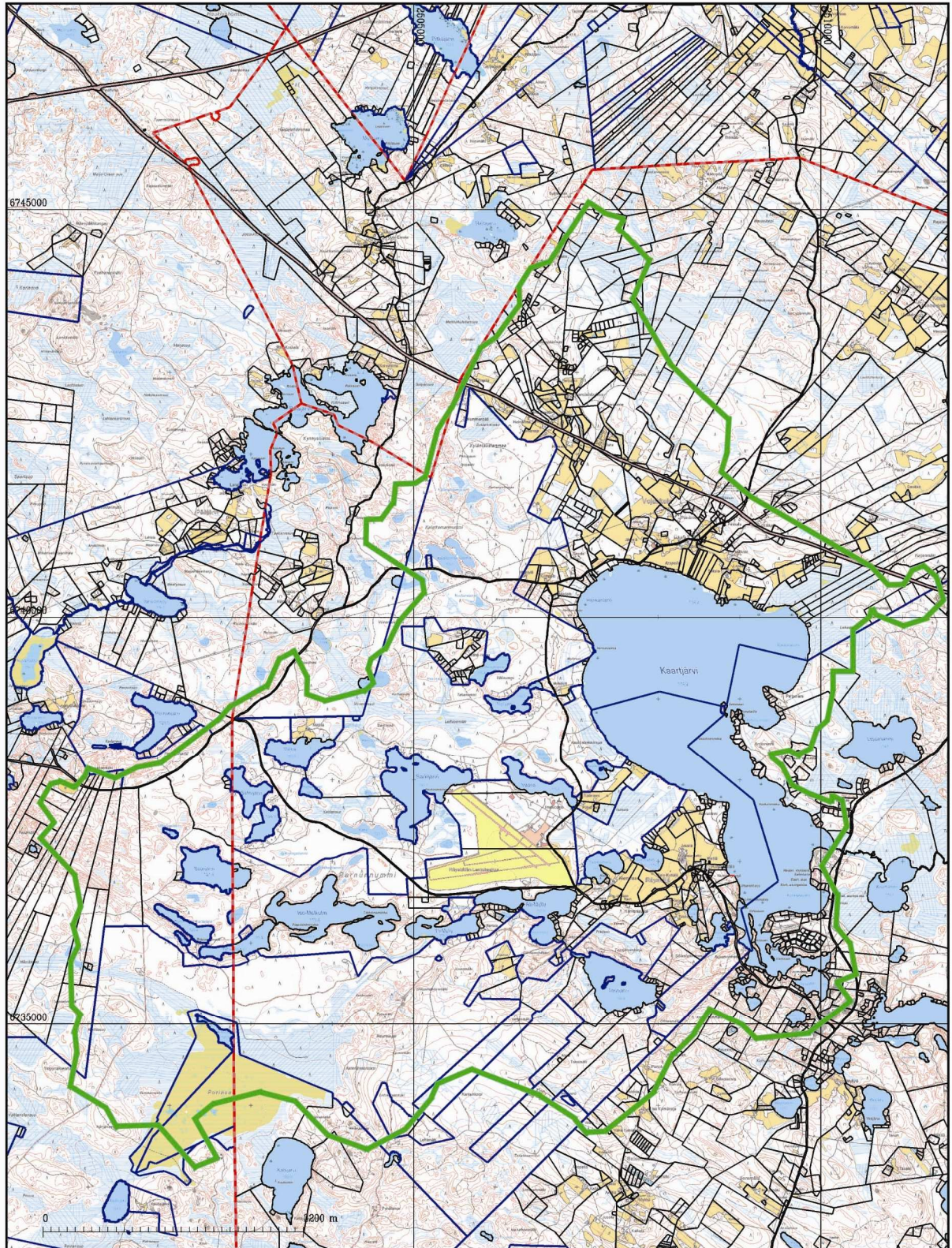
/82/ Saarijärvi, Erkki, Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. 2003.

## Järvikortti

Järvi			
Nimi	Kaartjärvi		
Numero	35.887.1.001	Kunta	Loppi
Yke	Hämeen ympäristökeskus		
Vesistö	35.887 Kaartjärven va		
Pohjoinen	6742004	Itä	3345091
Karttalehti	204203D	Korkeustaso	N60+114,20
Vesienhoitoalue	Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren v.hoitoalue		
Säännöstelyhanke			
Luotaus			
Luotaaja	Hämeen ympäristökeskus		
Luotauksen alkupäivä	05.08.2004	Luotauksen loppupäivä	06.08.2004
Luotausmenetelmä	Kaikuluotaus, DGPS-paikannus		
Linjatiheys	75 m	Luotaustiheys	1 m
Tasosijainnin tarkkuus	5 m	Syvyyshavainnon tarkkuus	0,2 m + 1% syvyydestä
Luotaustaso	N60+114,2	Kiintopiste	
Asteikko		Luovutus MML:lle	25.11.2005
Saaret			
Saarten rantaviiva	2,39324 km	Saarten lukumäärä	5
Saarten pinta-ala	3,68001 ha	< 100 m <sup>2</sup>	0
		100 m <sup>2</sup> - 1 ha	4
		1 ha - 1 km <sup>2</sup>	1
		> 1 km <sup>2</sup>	0
Fysiografia			
Vesiala	747,557 ha	Suurin syvyys	16,38 m
Kokonaisrantaviiva	24,9185 km	YK-pohj.	6741770
Tilavuus	25025,210 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	YK-Itä	3344930
Keskisyvyys	3,35 m	Määrittäminen	
Yläpuolinen valuma-alue			
Pinta-ala	ha	Järviala	ha
Lisätieto			
PerusCD 1997 vedenpinta N60+114.2			

Syvyys m	Pinta-ala ha	Tilavuus 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
0	747,557	25025,2
1	601,767	18403,4
2	471,364	13035,1
3	347,189	8910,62
4	227,82	6061,94
5	133,389	4340,27
6	96,8821	3204,82
7	74,74	2356,07
8	59,944	1684,99
9	47,2349	1153,93
10	35,8833	736,896
11	24,3135	429,982
12	15,753	236,773
13	11,7968	97,9811
14	3,35078	24,6142
15	1,04108	6,10344
16	0,123223	0,154668

Kaartjärven valuma-alue



Kaartjärven ympäristön siivikkomittaukset

					Hämeen ympäristökeskus
KAARTJÄRVEN YMPÄRISTÖN SIIVIKKOMITTAUKSET					
Mitauspvm	KYLÄNTAUSTANOJA Virtaama m3/d	MYLLYOJA Virtaama m3/d	VALTAOJA Virtaama m3/d	KAARTJOKI Virtaama m3/d	Kaartjoen virtaama - Kaartjärven laskevat ojat m3/d
18.8.2006	1350	570	5110	710	-6320
18.10.2006				11180	
6.3.2007	3300	2840	13550	45890	26200
Huom. 18.8.2006 Kaartjoki oli padottu					

## Vedenlaatumittaukset 1984 – 2007 (Hämeen ympäristökeskus)

Paikka	YK-Pohjoinen	YK-ltä	Syvyys; m	Aika	Yläsyvyys	Alkaliniteetti; mmol/l
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.1984		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.1984		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.1984		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.1984		13
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.1984		15
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.1988		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.1988		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.1988		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.1988		13
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.1988		15
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.8.1988 13:00		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.8.1988 13:00		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.8.1988 13:00		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.8.1988 13:00		13
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	17.3.1994		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	17.3.1994		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	17.3.1994		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	17.3.1994		12
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		7
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		13
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.8.2002		15
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	20.3.2003 13:15		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	20.3.2003 13:15		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	20.3.2003 13:15		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	20.3.2003 13:15		14,5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	25.3.2003 14:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	25.3.2003 14:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	25.3.2003 14:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	25.3.2003 14:30		10,2
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2003 15:40		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2003 15:40		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2003 15:40		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2003 15:40		10
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2003 15:40		13
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2003 15:40		14,5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	16.9.2003 13:30		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	16.9.2003 13:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	16.9.2003 13:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	16.9.2003 13:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	16.9.2003 13:30		13
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.2004 13:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.2004 13:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.2004 13:30		8

Paikka	YK-Pohjoinen	YK-ltä	Syvyys; m	Aika	Yläsyvyys	Alkaliniteetti; mmol/l
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	29.3.2004 13:30		14,5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2004 11:30		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2004 11:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2004 11:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2004 11:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	5.8.2004 11:30		13,8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	15.2.2005 10:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	15.2.2005 10:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	15.2.2005 10:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	15.2.2005 10:30		14,6
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.8.2005 12:30		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.8.2005 12:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.8.2005 12:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.8.2005 12:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.8.2005 12:30		15,1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.2006 11:00		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.2006 11:00		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.2006 11:00		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	1.3.2006 11:00		14,9
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.10.2006 10:30		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.10.2006 10:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.10.2006 10:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.10.2006 10:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	3.10.2006 10:30		15
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	11.4.2007 11:00		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	11.9.2007 11:30		0
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	11.9.2007 11:30		1
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	11.9.2007 11:30		5
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	11.9.2007 11:30		8
Kaartjärvi, Antti	6741497	3345194	15,7	11.9.2007 11:30		15

Aika	Alkaliniteetti; TIB mmol/l	Alkaliniteetti; TIH mmol/l	Ammonium typpinä; SP µg/l	Fosfaatti fosforina; SP µg/l	Hapen kyllästysaste; kyll.%	Hapen kyllästysaste; TI kyll.%	Happi, liukoinen; mg/l
29.3.1984					84		12,2
29.3.1984					47		6,3
29.3.1984					29		3,8
29.3.1984					14		1,9
29.3.1984					7		0,9
1.3.1988					88		12,7
1.3.1988					49		6,7
1.3.1988					42		5,6
1.3.1988					28		3,7
1.3.1988					6		0,8
1.8.1988 13:00					89		8,3
1.8.1988 13:00					88		8,2
1.8.1988 13:00					4		0,4
1.8.1988 13:00					1		0,1
17.3.1994	0,28					86	
17.3.1994						43	
17.3.1994						33	
17.3.1994						26	
29.8.2002							
29.8.2002	0,27					93	
29.8.2002						64	
29.8.2002						12	
29.8.2002						1	
29.8.2002						1	
29.8.2002						0	
20.3.2003 13:15	0,33					72	
20.3.2003 13:15						38	
20.3.2003 13:15						26	
20.3.2003 13:15						2	
25.3.2003 14:30	0,35		4	1		80	
25.3.2003 14:30	0,36		3	1		41	
25.3.2003 14:30	0,38		4	1		33	
25.3.2003 14:30	0,39		3	2		25	
5.8.2003 15:40							
5.8.2003 15:40	0,34					88	
5.8.2003 15:40						88	
5.8.2003 15:40						24	
5.8.2003 15:40						8	
5.8.2003 15:40						3	
16.9.2003 13:30							
16.9.2003 13:30	0,31		1	2		81	
16.9.2003 13:30	0,31		1	2		85	
16.9.2003 13:30	0,31		1	1		81	
16.9.2003 13:30	0,31		45	11			
29.3.2004 13:30	0,31		3			80	
29.3.2004 13:30	0,33		2			50	
29.3.2004 13:30	0,34		1			39	



Aika	Alkaliniteetti; TIB mmol/l	Alkaliniteetti; TIH mmol/l	Ammonium typpinä; SP µg/l	Fosfaatti fosforina; SP µg/l	Hapen kyllästysaste; kyll.%	Hapen kyllästysaste; TI kyll.%	Happi, liukoinen; mg/l
29.3.2004 13:30	0,41		29				9
5.8.2004 11:30							
5.8.2004 11:30	0,28		1	1			102
5.8.2004 11:30	0,28		7	1			87
5.8.2004 11:30	0,28		21	2			73
5.8.2004 11:30	0,34		130	13			30
15.2.2005 10:30	0,26		13				81
15.2.2005 10:30	0,29		1				46
15.2.2005 10:30	0,3		2				41
15.2.2005 10:30	0,44		130				4
3.8.2005 12:30							
3.8.2005 12:30	0,28		3				96
3.8.2005 12:30	0,28		4				90
3.8.2005 12:30	0,28		14				68
3.8.2005 12:30	0,4		240				5
1.3.2006 11:00		0,297	1	2			67
1.3.2006 11:00		0,307	1	4			62
1.3.2006 11:00		0,316	4	5			56
1.3.2006 11:00		0,359	4	11			21
3.10.2006 10:30							
3.10.2006 10:30		0,304	13	2			89
3.10.2006 10:30		0,3	13	2			88
3.10.2006 10:30		0,301	12	2			87
3.10.2006 10:30		0,298	21	4			82
11.4.2007 11:00		0,244	1	3			92
11.9.2007 11:30							
11.9.2007 11:30		0,288	3	2			90
11.9.2007 11:30		0,287	5	3			89
11.9.2007 11:30		0,285	4	1			89
11.9.2007 11:30		0,287	4	2			87

Aika	Happi, liukoinen; TI mg/l	Kemiall. hapen kulutus CODMn; TI mg/l	Kloridi; TI mg/l	Klorofylli-a; E12;SP µg/l	Klorofylli-a; F3E12;SP µg/l	Kokonais fosfori; D11; µg/l	Kokonais fosfori; D11;SP µg/l	Kokonais typpi; µg/l	Kokonais typpi; D11;SP µg/l
29.3.1984		4,9				6		380	
29.3.1984		4,4				8			
29.3.1984		4,4				8			
29.3.1984									
29.3.1984		4,2				10		510	
1.3.1988		6,4				7		340	
1.3.1988									
1.3.1988									
1.3.1988									
1.3.1988						14		420	
1.8.1988 13:00		6				11		370	
1.8.1988 13:00						12			
1.8.1988 13:00						12			
1.8.1988 13:00						10		470	
17.3.1994	12,2	5,4					7		380
17.3.1994	5,8						9		
17.3.1994	4,3						10		410
17.3.1994	3,4						11		430
29.8.2002				5,2					
29.8.2002	8,1	7					10		
29.8.2002	5,7						9		
29.8.2002	1,1								
29.8.2002	0,1	7					12		
29.8.2002	0,1								
29.8.2002	0	9,9					43		
20.3.2003 13:15	9,5	6,1					9		
20.3.2003 13:15	4,9						8		
20.3.2003 13:15	3,3						8		
20.3.2003 13:15	0,3						29		
25.3.2003 14:30	10,4	5,7	3,4				8		320
25.3.2003 14:30	5,2	5,6	3,6				8		410
25.3.2003 14:30	4,2	5,8	3,8				8		400
25.3.2003 14:30	3,2	5,8	3,8				9		410
5.8.2003 15:40				3,6					
5.8.2003 15:40	7,6	5					12		
5.8.2003 15:40	7,6						13		
5.8.2003 15:40	2,3	4,3					12		
5.8.2003 15:40	0,8								
5.8.2003 15:40	0,3	5,9					76		
16.9.2003 13:30					6,5				
16.9.2003 13:30	8,2	4,8	3,1				15		340
16.9.2003 13:30	8,6	5,1	3				17		360
16.9.2003 13:30	8,2	4,8	3				12		340
16.9.2003 13:30	6,4	4,5	3				19		350
29.3.2004 13:30	11,1	4,7	3,1				9		390
29.3.2004 13:30	6,7	5,1	3,2				8		420
29.3.2004 13:30	5,2	5,1	3,3				9		440

Aika	Happi, liukoinen; TI mg/l	Kemiall. hapen kulutus CODMn; TI mg/l	Kloridi; TI mg/l	Klorofylli-a; E12;SP µg/l	Klorofylli-a; F3E12;SP µg/l	Kokonais fosfori; D11; µg/l	Kokonais fosfori; D11;SP µg/l	Kokonais typpi; µg/l	Kokonais typpi; D11;SP µg/l
29.3.2004 13:30	1,2	6,9	4,1				15		650
5.8.2004 11:30					6,8				
5.8.2004 11:30	9	7,3	2,8				14		370
5.8.2004 11:30	8	9,5	2,9				11		370
5.8.2004 11:30	6,9	8,8	2,9				13		440
5.8.2004 11:30	3	7,6	3,1				24		540
15.2.2005 10:30	11,2	8,7	3				9		460
15.2.2005 10:30	6	11	3,2				13		480
15.2.2005 10:30	5,4	10	3,4				14		560
15.2.2005 10:30	0,5	10	3,9				26		780
3.8.2005 12:30					5				
3.8.2005 12:30	8,6	7,5	3,2				17		360
3.8.2005 12:30	8,2	7,8	3,1				16		370
3.8.2005 12:30	6,3	7,5	3,1				16		340
3.8.2005 12:30	0,5	8,7	3,1				40		570
1.3.2006 11:00	9,5	6,9	3,4				11		420
1.3.2006 11:00	8,3	6,3	3,4				12		470
1.3.2006 11:00	7,5	6,3	3,4				13		470
1.3.2006 11:00	2,7	5,9	4,3				18		600
3.10.2006 10:30					5,4				
3.10.2006 10:30	9,2	5,3	3,3				15		370
3.10.2006 10:30	9,1	5,6	3,2				15		370
3.10.2006 10:30	9,1	5,4	3,3				15		370
3.10.2006 10:30	8,6	5,4	3,2				16		360
11.4.2007 11:00	12,6	6,5	2,9				18		420
11.9.2007 11:30					5,2				
11.9.2007 11:30	9,3	5,5	3,3				15		330
11.9.2007 11:30	9,3	5,8	3,3				15		340
11.9.2007 11:30	9,2	5,4	3,3				13		330
11.9.2007 11:30	9,1	5,5	3,3				13		330

Aika	Kokonais typpi; D7;T1 µg/l	Koliformiset bakteerit, lämpökest; F1M3N9; kpl/100ml	Koliformiset bakteerit, lämpökest.; F1N9; kpl/100ml	Lämpötila; °C	Mangaani; AE µg/l	Nitriitti- nitraatti typpenä; SP µg/l	pH;;	pH;;EL	Piidioksidi; SP mg/l
29.3.1984				0,2			6,9		
29.3.1984				3,1			6,6		
29.3.1984				3,4			6,6		
29.3.1984				3,9					
29.3.1984				4,2			6,6		
1.3.1988			0	0,6			6,8		
1.3.1988				2,7			6,4		
1.3.1988				3,2			6,3		
1.3.1988				3,7					
1.3.1988				4,2			6,3		
1.8.1988 13:00			0	18,6			7		
1.8.1988 13:00				18,5			7,1		
1.8.1988 13:00				10,8			6,5		
1.8.1988 13:00				9,5			6,4		
17.3.1994				1,2			6,7		
17.3.1994				3,2			6,3		
17.3.1994				3,6			6,3		
17.3.1994				3,6			6,3		
29.8.2002									
29.8.2002	350	0		21,9				7,5	
29.8.2002				21				6,9	
29.8.2002				18,9					
29.8.2002	450			14,6				6,6	
29.8.2002				12,3					
29.8.2002	1020			11,4				6,8	
20.3.2003 13:15	410	0		3,7	6,8			6,9	
20.3.2003 13:15				4,7				6,6	
20.3.2003 13:15	450			4,7	250			6,5	
20.3.2003 13:15	660			5,2	2000			6,7	
25.3.2003 14:30				4,3		9		6,8	
25.3.2003 14:30				4,8		85		6,4	8,1
25.3.2003 14:30				4,9		98		6,4	8,5
25.3.2003 14:30				5		100		6,4	
5.8.2003 15:40									
5.8.2003 15:40	330	0		23,1				7,4	
5.8.2003 15:40				23				7,4	
5.8.2003 15:40	330			16,2				6,6	
5.8.2003 15:40				14,7					
5.8.2003 15:40	750			14,1				6,8	
16.9.2003 13:30									
16.9.2003 13:30				14,8		1		7,5	
16.9.2003 13:30				14,8		1		7,5	
16.9.2003 13:30				14,7		1		7,5	
16.9.2003 13:30						7		6,9	
29.3.2004 13:30				1,8		130		6,7	
29.3.2004 13:30				2,9		180		6,5	7,7
29.3.2004 13:30				3,2		200		6,4	8,8

Aika	Kokonais typpi; D7;T1 µg/l	Koliformiset bakteerit, lämpökest; F1M3N9; kpl/100ml	Koliformiset bakteerit, lämpökest.; F1N9; kpl/100ml	Lämpötila; °C	Mangaani; AE µg/l	Nitriitti- nitraatti typpenä; SP µg/l	pH;;	pH;;EL	Piidioksidi; SP mg/l
29.3.2004 13:30				4,1		320		6,4	
5.8.2004 11:30									
5.8.2004 11:30				21,3		1		7,5	
5.8.2004 11:30				19,4		12		7,1	4
5.8.2004 11:30				18,1		39		6,8	3,5
5.8.2004 11:30				15,4		43		6,6	
15.2.2005 10:30				2		110		6,9	
15.2.2005 10:30				3,9		190		6,4	7,5
15.2.2005 10:30				4,1		230		6,4	8,3
15.2.2005 10:30				4,3		310		6,4	
3.8.2005 12:30									
3.8.2005 12:30				20,5		1		7,4	
3.8.2005 12:30				20,1		1		7,3	3,4
3.8.2005 12:30				19,2		4		6,9	3,7
3.8.2005 12:30				14,1		6		6,6	
1.3.2006 11:00				1,3		120		6,9	
1.3.2006 11:00				3,1		170		6,5	7,2
1.3.2006 11:00				3,3		180		6,5	7,9
1.3.2006 11:00				4,4		340		6,4	
3.10.2006 10:30									
3.10.2006 10:30				13,6		7		7,3	
3.10.2006 10:30				13,6		7		7,2	5,2
3.10.2006 10:30				13,5		8		7,2	5,2
3.10.2006 10:30				13,3		11		7,1	
11.4.2007 11:00				2,3		85		7,2	
11.9.2007 11:30									
11.9.2007 11:30				13,8		1		7,3	
11.9.2007 11:30				13,6		2		7,4	4,8
11.9.2007 11:30				13,6		2		7,3	4,8
11.9.2007 11:30				13,4		1		7,3	

Aika	Rauta; D11;SP µg/l	Sameus; TUA FNU	Sähkön johtavuus; mS/m	Sähkön johtavuus; CNA mS/m	Väri-luku; CM mg Pt/l
29.3.1984		0,6	7,3		10
29.3.1984		0,7	7,4		
29.3.1984		1,9	7,7		
29.3.1984					
29.3.1984		3,2	9,3		
1.3.1988		0,3	6,6		30
1.3.1988		0,6			
1.3.1988		1			
1.3.1988					
1.3.1988		1,9	9		
1.8.1988 13:00		1,5	6,1		25
1.8.1988 13:00		1,3			
1.8.1988 13:00		1,1			
1.8.1988 13:00		2,6	6,6		
17.3.1994		0,3		7,2	15
17.3.1994		0,5			
17.3.1994		0,5		7,9	
17.3.1994		0,6		8,2	
29.8.2002					
29.8.2002		1,5		6,4	35
29.8.2002		1,7		6,4	
29.8.2002					
29.8.2002		5,7		7	
29.8.2002					
29.8.2002		16		8,6	
20.3.2003 13:15	51	1		7,5	15
20.3.2003 13:15		1,3		7,9	
20.3.2003 13:15	170	1,7		8,3	
20.3.2003 13:15	2200	9,9		9,5	
25.3.2003 14:30	52	0,4		7,3	15
25.3.2003 14:30	67	0,4		7,9	15
25.3.2003 14:30	87	0,6		8,3	25
25.3.2003 14:30	120	0,8		8,5	25
5.8.2003 15:40					
5.8.2003 15:40		1,2		6,6	10
5.8.2003 15:40		1,3		6,5	
5.8.2003 15:40		3,4		6,6	
5.8.2003 15:40					
5.8.2003 15:40		20		7,8	
16.9.2003 13:30					
16.9.2003 13:30	59	0,7		6,6	10
16.9.2003 13:30	59	0,7		6,5	10
16.9.2003 13:30	55	0,7		6,5	10
16.9.2003 13:30	250	1,8		6,6	15
29.3.2004 13:30	61	0,2		7	10
29.3.2004 13:30	150	1		7,5	25
29.3.2004 13:30	240	1,2		7,8	25

Aika	Rauta; D11;SP µg/l	Sameus; TUA FNU	Sähkön johtavuus; mS/m	Sähkön johtavuus; CNA mS/m	Väriluku; CM mg Pt/l
29.3.2004 13:30	660	2,3		9,7	40
5.8.2004 11:30					
5.8.2004 11:30	120	0,9		6,1	35
5.8.2004 11:30	130	0,8		6,3	35
5.8.2004 11:30	190	0,8		6,4	50
5.8.2004 11:30	800	5,5		7,2	70
15.2.2005 10:30	200	0,5		6,4	40
15.2.2005 10:30	310	0,8		7	45
15.2.2005 10:30	360	1		7,3	55
15.2.2005 10:30	1400	4,4		9,2	70
3.8.2005 12:30					
3.8.2005 12:30	110	1,1		6,4	32
3.8.2005 12:30	130	1		6,4	34
3.8.2005 12:30	140	0,9		6,5	40
3.8.2005 12:30	2000	14		7,7	120
1.3.2006 11:00	140	0,6		6,9	30
1.3.2006 11:00	210	0,7		7,2	35
1.3.2006 11:00	280	0,8		7,4	35
1.3.2006 11:00	550	2,2		8,6	40
3.10.2006 10:30					
3.10.2006 10:30	99	0,7		6,7	20
3.10.2006 10:30	99	1		6,7	20
3.10.2006 10:30	100	0,6		6,7	20
3.10.2006 10:30	150	1		6,7	25
11.4.2007 11:00	390	2,4		6	35
11.9.2007 11:30					
11.9.2007 11:30	93	0,8		6,7	15
11.9.2007 11:30	97	0,8		6,8	15
11.9.2007 11:30	96	0,8		6,7	15
11.9.2007 11:30	100	0,8		6,7	15

Vedenlaatumittaukset 1973 – 2003 (KVVY ry)

NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Syvyys m	Lämpöti	Happi mg/l	Kyll.% %
26.8.1973	LOPPI	KAART	1	14,9	9,3	95
26.8.1973	LOPPI	KAART	5	14,3	9,0	91
26.8.1973	LOPPI	KAART	10	14,0	8,9	90
26.8.1973	LOPPI	KAART	13	13,6	9,2	92
26.8.1973	LOPPI	KAART	15	13,4	9,5	95
1.8.1974	LOPPI	KAART	1	17,4	8,7	93
1.8.1974	LOPPI	KAART	7	17,3	8,4	90
1.8.1974	LOPPI	KAART	12	17,3	8,3	88
26.3.1975	LOPPI	KAART	1	1,8	9,6	72
26.3.1975	LOPPI	KAART	5	2,5	9,5	72
26.3.1975	LOPPI	KAART	7	2,5	7,6	58
26.3.1975	LOPPI	KAART	10	2,6	6,5	50
26.3.1975	LOPPI	KAART	12	2,6	5,9	45
24.7.1980	LOPPI	KAART	1	20,5	9,0	102
24.7.1980	LOPPI	KAART	4	18,5	8,6	94
24.7.1980	LOPPI	KAART	7	17,8	8,0	87
24.7.1980	LOPPI	KAART	9	16,4	6,5	68
24.7.1980	LOPPI	KAART	12	12,3	3,3	32
16.8.1982	LOPPI	KAART	1	18,7	8,3	89
16.8.1982	LOPPI	KAART	5	18,5	8,3	89
16.8.1982	LOPPI	KAART	10	14,2	1,8	18
16.8.1982	LOPPI	KAART	15	11,2	0,0	0
29.3.1984	LOPPI	KAART	1	0,2	12,2	84
29.3.1984	LOPPI	KAART	5	3,1	6,3	47
29.3.1984	LOPPI	KAART	10	3,4	3,8	29
29.3.1984	LOPPI	KAART	13	3,9	1,9	14
29.3.1984	LOPPI	KAART	15	4,2	0,9	7
1.3.1988	LOPPI	KAART	1	0,6	12,7	88
1.3.1988	LOPPI	KAART	5	2,7	6,7	49
1.3.1988	LOPPI	KAART	10	3,2	5,6	42
1.3.1988	LOPPI	KAART	13	3,7	3,7	28
1.3.1988	LOPPI	KAART	15	4,2	0,8	6



NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Syvvyys m	Lämpöti	Happi mg/l	Kyll.% %
1.8.1988	LOPPI	KAART	1	18,6	8,3	89
1.8.1988	LOPPI	KAART	5	18,5	8,2	88
1.8.1988	LOPPI	KAART	10	10,8	0,4	4
1.8.1988	LOPPI	KAART	13	9,5	0,1	1
19.8.1991	LOPPI	KAART	1	17,8		
19.8.1991	LOPPI	KAART	5	17,8		
19.8.1991	LOPPI	KAART	13	11,2	1,3	
19.8.1991	LOPPI	KAART	0-2			
17.3.1994	LOPPI	KAART	1.0	1,2	12,2	86
17.3.1994	LOPPI	KAART	5.0	3,2	5,8	43
17.3.1994	LOPPI	KAART	10.0	3,6	4,3	33
17.3.1994	LOPPI	KAART	12.0	3,6	3,4	26
29.8.2002	LOPPI	KAART	1.0	21,9	8,1	93
29.8.2002	LOPPI	KAART	5.0	21,0	5,7	64
29.8.2002	LOPPI	KAART	7.0	18,9	1,1	12
29.8.2002	LOPPI	KAART	10.0	14,6	0,1	1
29.8.2002	LOPPI	KAART	13.0	12,3	0,1	0,5
29.8.2002	LOPPI	KAART	15.0	11,4	0,0	0
29.8.2002	LOPPI	KAART	0-2			
20.3.2003	LOPPI	KAART	1.0	3,7	9,5	72
20.3.2003	LOPPI	KAART	5.0	4,7	4,9	38
20.3.2003	LOPPI	KAART	10.0	4,7	3,3	26
20.3.2003	LOPPI	KAART	14,5	5,2	0,3	2
5.8.2003	LOPPI	KAART	1.0	23,1	7,6	88
5.8.2003	LOPPI	KAART	5.0	23,0	7,6	88
5.8.2003	LOPPI	KAART	10.0	16,2	2,3	24
5.8.2003	LOPPI	KAART	13.0	14,7	0,8	8
5.8.2003	LOPPI	KAART	14,5	14,1	0,3	3
5.8.2003	LOPPI	KAART	0-2			

NäytePvm	Sameus FNU	K-aine mg/l	Sähkonj mS/m	Alkalin mmol/l	pH	Väri mg/l Pt	COD(Mn) mg/l O2
26.8.1973			6,4		7,2	20	5,3
26.8.1973					7,3	20	
26.8.1973			6,4		7,3	20	5,1
26.8.1973					7,4	20	
26.8.1973			6,4		7,5	20	5,3
1.8.1974	0,9		6,6	0,26	7,1	15	5,4
1.8.1974	0,9		6,6		7,2		5,4
1.8.1974	3,8		6,6		7,1		5,2
26.3.1975	1,5		7,3	0,22	6,5	55	9,0
26.3.1975	1,0		7,1				8,9
26.3.1975	1,3		7,5		6,5	55	8,5
26.3.1975	1,5		7,9				8,7
26.3.1975	2,1		8,2		6,4	65	9,0
24.7.1980	1,3	1,4	6,6	0,26	7,8	15	5,9
24.7.1980	1,3		6,5		7,5	20	5,7
24.7.1980	1,3	1,3	6,6	0,26	7,3	20	5,9
24.7.1980	1,5		6,6		7,0	15	5,8
24.7.1980	1,3	1,3	6,9	0,27	6,6	20	5,3
16.8.1982							
16.8.1982							
16.8.1982							
16.8.1982							
29.3.1984	0,57		7,3		6,9	10	4,9
29.3.1984	0,72		7,4		6,6		4,4
29.3.1984	0,9		7,7		6,6		4,4
29.3.1984							
29.3.1984	3,2		9,3		6,6		4,2
1.3.1988	0,3		6,6	0,22	6,8	30	6,4
1.3.1988	0,6				6,4		
1.3.1988	1,0				6,3		
1.3.1988							
1.3.1988	1,9		9,0		6,3		

NäytePvm	Sameus FNU	K-aine mg/l	Sähkonj mS/m	Alkalin mmol/l	pH	Väri mg/l Pt	COD(Mn) mg/l O2
1.8.1988	1,5		6,1		7,0	25	6,0
1.8.1988	1,3				7,1		
1.8.1988	1,1				6,5		
1.8.1988	2,6		6,6		6,4		
19.8.1991	1,5		7,2	0,26	7,2	20	5,0
19.8.1991	1,3						
19.8.1991	9,1		8,8		6,8		
19.8.1991							
17.3.1994	0,31		7,2	0,28	6,7	15	5,4
17.3.1994	0,46				6,3		
17.3.1994	0,54		7,9		6,3		
17.3.1994	0,58		8,2		6,3		
29.8.2002	1,5		6,4	0,27	7,5	35	7,0
29.8.2002	1,7		6,4		6,9		
29.8.2002							
29.8.2002	5,7		7,0		6,6		7,0
29.8.2002							
29.8.2002	16		8,6		6,8		9,9
29.8.2002							
20.3.2003	1,0		7,5	0,33	6,9	15	6,1
20.3.2003	1,3		7,9		6,6		
20.3.2003	1,7		8,3		6,5		
20.3.2003	9,9		9,5		6,7		
5.8.2003	1,2		6,6	0,34	7,4	10	5,0
5.8.2003	1,3		6,5		7,4		
5.8.2003	3,4		6,6		6,6		4,3
5.8.2003							
5.8.2003	20		7,8		6,8		5,9
5.8.2003							

NäytePvm	Kok.N µg/l	NO23-N µg/l	Kok.P µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Mn µg/l	Klorof mg/m3	Lämp.kolif kpl/100 ml
26.8.1973			10					
26.8.1973								
26.8.1973								
26.8.1973								
26.8.1973			15					
1.8.1974	350		12	67				
1.8.1974	370		15	100				
1.8.1974	400		18	190				
26.3.1975	630		19	250		6		
26.3.1975								
26.3.1975	540		13	360		29		
26.3.1975								
26.3.1975	630		18	490		36		
24.7.1980	340	1	12	41		15		
24.7.1980								
24.7.1980	330	3	11	66		20		
24.7.1980								
24.7.1980	550	72	11	100		91		
16.8.1982								
16.8.1982								
16.8.1982								
16.8.1982								
29.3.1984	380		6,3					
29.3.1984			7,7					
29.3.1984			8,3					
29.3.1984								
29.3.1984	510		9,5					
1.3.1988	340		6,8					0
1.3.1988			9,1					
1.3.1988			11					
1.3.1988								
1.3.1988	420		14					

NäytePvm	Kok.N µg/l	NO23-N µg/l	Kok.P µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Mn µg/l	Klorof mg/m3	Lämp.kolif kpl/100 ml
1.8.1988	370		11					0
1.8.1988			12					
1.8.1988			12					
1.8.1988	470		10					
19.8.1991	320	13	10	61		50		
19.8.1991			9,4					
19.8.1991	710	28	14	2400		2200		
19.8.1991							4,0	
17.3.1994	380		6,9					
17.3.1994			8,6					
17.3.1994	410		9,6					
17.3.1994	430		11					
29.8.2002	350		10					0
29.8.2002			9					
29.8.2002								
29.8.2002	450		12					
29.8.2002								
29.8.2002	1020		43					
29.8.2002							5,2	
20.3.2003	410		9	51	6,8			0
20.3.2003			8					
20.3.2003	450		8	170	250			
20.3.2003	660		29	2200	2000			
5.8.2003	330		12					0
5.8.2003			13					
5.8.2003	330		12					
5.8.2003								
5.8.2003	750		76					
5.8.2003							3,6	

Vedenkorkeushavainnot 1994 – 2007

12.7.1994	99	2.6.1996	109
16.7.1994	95	9.6.1996	105
23.7.1994	91	21.6.1996	103
28.7.1994	89	30.6.1996	101
4.8.1994	86	7.7.1996	106
8.8.1994	85	28.7.1996	110
14.8.1994	85	18.8.1996	100
21.8.1994	81	25.8.1996	95
27.8.1994	80	31.8.1996	92
4.9.1994	81	17.9.1996	87
11.9.1994	84	26.4.1997	100
18.9.1994	91	1.5.1997	103
25.9.1994	92	8.5.1997	104
9.10.1994	97	18.5.1997	105
23.10.1994	98	26.5.1997	107
30.10.1994	102	30.5.1997	106
8.1.1995	107	8.6.1997	102
15.4.1995	108	15.6.1997	100
23.4.1995	120	22.6.1997	98
30.4.1995	125	26.6.1997	104
7.5.1995	128	30.6.1997	104
14.5.1995	128	3.7.1997	104
21.5.1995	130	6.7.1997	110
25.5.1995	131	17.7.1997	101
31.5.1995	125	27.7.1997	105
5.6.1995	128	2.8.1997	109
15.6.1995	120	9.8.1997	107
24.6.1995	117	17.8.1997	106
29.6.1995	113	23.8.1997	104
2.7.1995	111	30.8.1997	103
8.7.1995	110	7.9.1997	99
15.7.1995	107	14.9.1997	100
23.7.1995	103	20.9.1997	100
30.7.1995	99	11.10.1997	99
6.8.1995	94	24.10.1997	102
13.8.1995	89	2.11.1997	102
25.8.1995	86	16.11.1997	102
27.8.1995	86	25.4.1998	103
10.9.1995	88	28.4.1998	105
17.9.1995	89	31.4.1998	106
24.9.1995	88	7.5.1998	115
30.9.1995	89	9.5.1998	115
1.10.1995	89	10.5.1998	118
21.10.1995	92	13.5.1998	119
29.10.1995	94	22.5.1998	116
12.11.1995	95	30.5.1998	114
26.11.1995	93	3.6.1998	114
5.5.1996	107	8.6.1998	113
12.5.1996	107	15.6.1998	113
26.5.1996	109	21.6.1998	114
31.5.1996	109	27.6.1998	116

5.7.1998	117	3.8.2000	100
10.7.1998	115	8.8.2000	100
18.7.1998	116	13.8.2000	101
29.7.1998	115	19.8.2000	102
2.8.1998	115	27.8.2000	103
9.8.1998	114	9.9.2000	103
16.8.1998	113	20.9.2000	100
23.8.1998	116	30.9.2000	98
27.8.1998	117	11.10.2000	95
2.9.1998	120	22.10.2000	97
7.9.1998	118	30.10.2000	100
13.9.1998	118	11.11.2000	116
20.9.1998	116	19.11.2000	123
27.9.1998	113	30.11.2000	124
4.10.1998	110	8.12.2000	126
25.10.1998	116	22.12.2000	129
7.11.1998	119	20.4.2001	114
21.4.1999	129	22.4.2001	115
26.4.1999	139	30.4.2001	120
6.5.1999	137	10.5.2001	120
22.5.1999	123	18.5.2001	118
2.6.1999	119	26.5.2001	115
6.6.1999	117	1.6.2001	111
10.6.1999	115	7.6.2001	109
20.6.1999	107	14.6.2001	110
27.6.1999	105	24.6.2001	110
6.7.1999	98	2.7.2001	104
14.7.1999	92	8.7.2001	100
19.7.1999	90	15.7.2001	98
25.7.1999	87	22.7.2001	101
31.7.1999	85	28.7.2001	98
8.8.1999	85	5.8.2001	95
15.8.1999	88	11.8.2001	94
21.8.1999	88	19.8.2001	95
5.9.1999	85	25.8.2001	92
12.9.1999	84	1.9.2001	90
23.9.1999	81	9.9.2001	100
4.10.1999	87	16.9.2001	110
8.10.1999	90	23.9.2001	106
17.10.1999	91	3.10.2001	109
25.10.1999	93	14.10.2001	106
24.4.2000	127	23.10.2001	109
1.5.2000	129	4.11.2001	106
12.5.2000	125	10.11.2001	106
27.5.2000	109	23.4.2002	119
4.6.2000	106	30.4.2002	119
11.6.2000	103	7.5.2002	120
18.6.2000	99	18.5.2002	116
24.6.2000	96	25.5.2002	110
30.6.2000	101	30.5.2002	105
8.7.2000	100	8.6.2002	102
16.7.2000	98	13.6.2002	99
19.7.2000	100	22.6.2002	100
27.7.2000	100	30.6.2002	104
30.7.2000	100		

6.7.2002	107	22.4.2004	106
13.7.2002	105	24.4.2004	104
19.7.2002	104	1.5.2004	103
25.7.2002	105	9.5.2004	102
29.7.2002	104	23.5.2004	101
31.7.2002	102	2.6.2004	101
2.8.2002	100	6.6.2004	99
8.8.2002	99	13.6.2004	98
17.8.2002	94	20.6.2004	96
22.8.2002	92	26.6.2004	98
26.8.2002	90	3.7.2004	105
31.8.2002	89	10.7.2004	108
1.9.2002	89	14.7.2004	109
7.9.2002	88	17.7.2004	111
12.9.2002	87	21.7.2004	110
18.9.2002	85	25.7.2004	108
25.9.2002	83	29.7.2004	122
5.10.2002	82	1.8.2004	131
13.10.2002	80	4.8.2004	135
19.10.2002	80	7.8.2004	136
1.5.2003	83	15.8.2004	130
4.5.2003	85	22.8.2004	127
16.5.2003	89	29.8.2004	124
19.5.2003	93	5.9.2004	121
21.5.2003	95	12.9.2004	119
26.5.2003	96	18.9.2004	117
12.6.2003	90	25.9.2004	118
17.6.2003	88	1.10.2004	117
23.6.2003	87	9.10.2004	116
29.6.2003	85	17.10.2004	114
7.7.2003	84	23.10.2004	114
13.7.2003	82	31.10.2004	113
16.7.2003	82	6.11.2004	113
19.7.2003	80	14.11.2004	114
21.7.2003	83	19.4.2005	114
23.7.2003	84	23.4.2005	113
27.7.2003	85	30.4.2005	110
31.7.2003	83	8.5.2005	109
3.8.2003	83	15.5.2005	107
10.8.2003	83	22.5.2005	105
19.8.2003	80	28.5.2005	105
24.8.2003	83	8.6.2005	102
30.8.2003	82	12.6.2005	102
7.9.2003	79	19.6.2005	101
14.9.2003	79	24.6.2005	98
21.9.2003	76	10.7.2005	93
27.9.2003	75	17.7.2005	89
5.10.2003	78	23.7.2005	88
11.10.2003	83	28.7.2005	88
19.10.2003	84	5.8.2005	89
26.10.2003	84	12.8.2005	92
31.10.2003	86	17.8.2005	95
6.11.2003	87	23.8.2005	96
21.11.2003	92	31.8.2005	96
7.12.2003	95		



3.9.2005	99
20.9.2005	95
27.9.2005	94
3.10.2005	94
11.10.2005	92
16.10.2005	92
23.10.2005	94
31.10.2005	95
6.11.2005	96
13.11.2005	98
19.11.2005	100
26.11.2005	101
30.4.2006	110
11.5.2006	108
24.5.2006	104
28.5.2006	105
8.6.2006	103
13.6.2006	100
18.6.2006	98
22.6.2006	95
2.7.2006	91
8.7.2006	87
14.7.2006	86
23.7.2006	80
29.7.2006	79
3.8.2006	78
7.8.2006	76
18.8.2006	73
25.8.2006	73
1.9.2006	73
10.9.2006	73
24.9.2006	72
7.10.2006	76
16.10.2006	77
22.10.2006	78
25.11.2006	99
9.12.2006	107
16.12.2006	108
9.4.2007	100
13.4.2007	102
21.4.2007	98
26.4.2007	104
6.5.2007	101
17.5.2007	97
27.5.2007	94
1.6.2007	93
8.6.2007	91
16.6.2007	87
24.6.2007	83
3.7.2007	85
12.7.2007	86
17.7.2007	85
19.7.2007	86

## Valuma- ja virtaamatiedot

### Lähtötiedot:

- Kaartjärven valuma-alue  $F = 66,57 \text{ km}^2$
- Valuma-alueen järvisyys  $L = 17,7 \%$
- Keskivaluma  $M_q$  Suomessa =  $10 \text{ l/s km}^2$
- Lumen vesiarvo Lopella  $MW_{\max} = 70 \text{ mm}$ 
  - o Lumipeitteen vesiarvo millimetreinä 16.3 Lopella 2001 – 2005
    - vuonna 2001: 41 – 80 mm       $ka = 59,5 \text{ mm}$
    - vuonna 2002: 41 – 80 mm       $ka = 59,5 \text{ mm}$
    - vuonna 2003: 41 – 80 mm       $ka = 59,5 \text{ mm}$
    - vuonna 2004: 81 – 130 mm       $ka = 105,5 \text{ mm}$
    - vuonna 2005: 41 – 80 mm       $ka = 59,5 \text{ mm}$
    - vesiarvon keskiarvo = noin  $70 \text{ mm (kg/ km}^2)$

### Valumat:

- Keskivaluma  $M_q = 10 \text{ l/s km}^2$
- Lumen maksimivesiarvo  $MW_{\max} = 70 \text{ mm}$
- Kevään keskiylivaluma  $M_{Hq}$  (Kaiteran nomogrammi) noin  $20 \text{ l/s km}^2$
- Ylivaluma kerran 10 vuodessa  $H_{q1/10}$ , kerroin 1,59 (järvisyys 17,7 %)
- $H_{q1/10} = 1,59 * M_{Hq} = 1,59 * 20 \text{ l/s km}^2 = 31,8 \text{ l/s km}^2$

### Virtaamat:

- Keskimääräinen virtaama  $MQ$
- $MQ = M_q * F = 10 \text{ l/s km}^2 * 66,57 \text{ km}^2 = 665,7 \text{ l/s} = 0,67 \text{ m}^3/\text{s}$
- Keskiylivirtaama  $M_{HQ}$
- $M_{HQ} = M_{Hq} * F = 20 \text{ l/s km}^2 * 66,57 \text{ km}^2 = 1331,4 \text{ l/s} = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ylivirtaama joka toistuu kerran 10 vuodessa  $H_{Q1/10}$
- $H_{Q1/10} = H_{q1/10} * F = 31,8 \text{ l/s km}^2 * 66,57 \text{ km}^2 = 2116,93 \text{ l/s} = 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$

Veden sähkönjohtavuus, väriarvo, kemiallinen hapenkulutus 1973 – 2007

