

ISOJÄRVEN  
KUNNOSTUSSUUNNITELMA

Markus Tuukkanen

## SISÄLLYSLUETTELO

|   |    |
|---|----|
| 1 JOHDANTO.....   | 4  |
| 2 ONGELMAT JA TYÖN TAVOITTEET.....                        | 4  |
| 3 JÄRVEN JA VALUMA-ALUEEN KUVAUS.....                     | 5  |
| 3.1 Sijainti.....   | 5  |
| 3.2 Järven valuma-alue.....                               | 6  |
| 3.3 Järven morfologia.....                                | 9  |
| 3.4 Veden fysikaalis-kemiallinen laatu.....               | 12 |
| 3.4.1 Lämpötilakerrostuneisuus.....                       | 13 |
| 3.4.2 Fosfori.....  | 14 |
| 3.4.3 Typpi.....  | 15 |
| 3.4.4 Happi.....  | 17 |
| 3.4.5 Veden pH.....                                       | 19 |
| 3.4.6 Sähkönjohtavuus.....                                | 21 |
| 3.4.7 Alkaliteetti.....                                   | 22 |
| 3.4.8 Väri.....   | 23 |
| 3.4.9 Sameus.....   | 23 |
| 3.4.10 Näkösyvyys.....                                    | 24 |
| 3.5 Veden mikrobiologinen laatu.....                      | 25 |
| 3.6 Veden käyttökelpoisuusluokka.....                     | 26 |
| 3.7 Sedimentti.....                                       | 27 |
| 3.8 Kalasto.....  | 28 |
| 3.9 Levät.....  | 31 |
| 4 HYDROLOGIA.....   | 31 |
| 4.1 Vesitase.....   | 31 |
| 4.1.1 Sadanta.....  | 31 |
| 4.1.2 Haihdunta.....                                      | 32 |
| 4.1.3 Valunta.....  | 32 |
| 4.1.4 Virtaama.....                                       | 32 |
| 4.2 Vedenpinnan korkeus.....                              | 33 |
| 5 KUORMITUS.....  | 35 |
| 5.1 Pistekuormitus.....                                   | 36 |
| 5.2 Hajakuormitus.....                                    | 36 |
| 5.2.1 Haja-asutus.....                                    | 36 |
| 5.2.2 Metsätalous.....                                    | 37 |
| 5.2.3 Maatalous.....                                      | 37 |
| Peltoviljely.....   | 37 |
| Karjatalous.....  | 37 |
| 5.2.4 Luonnonhuuhtouma.....                               | 37 |
| 5.2.5 Laskeuma.....                                       | 37 |
| 5.3 Kokonaiskuormitus.....                                | 38 |
| 5.4 Kuormitus valuma-alueen osittain.....                 | 40 |
| 6 AIEMMAT MERKITTÄVÄT TOIMENPITEET JA SUUNNITELMAT.....   | 43 |
| 6.1 Suunnitelma vedenpinnan laskemiseksi, 1905.....       | 44 |
| 6.2 Suunnitelma vedenpinnan laskemiseksi, 1926.....       | 44 |
| 6.3 Onkimaanjärvenojan perkaussuunnitelma, 1930-luku..... | 46 |
| 6.4 Onkimaanjärven pengerrys, 1940-74.....                | 46 |
| 6.5 Onkimaanjärvenojan perkaus, 1960-1974.....            | 47 |
| 6.6 Vaikutukset.....                                      | 48 |

|   |    |
|---|----|
| 7 VEDENKORKEUDEN VAIHTELUIDEN VÄHENTÄMINEN.....   | 48 |
| 7.1 Veden johtaminen Mäntsälänjoesta.....         | 48 |
| 7.2 Padon rakentaminen luusuaan .....             | 49 |
| 8 VEDEN LAADUN PARANTAMINEN.....                  | 51 |
| 8.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen .....      | 51 |
| 8.1.1 Haja-asutus .....                           | 52 |
| 8.1.2 Maatalous .....                             | 54 |
| 8.1.3 Vaikutukset.....                            | 56 |
| 8.2 Biomanipulaatio.....                          | 58 |
| 9 KALASTON LAADUN JA RAKENTEEN PARANTAMINEN ..... | 61 |
| 9.1 Petokalakantojen hoito .....                  | 61 |
| 9.1.1 Istutukset.....                             | 61 |
| 9.1.2 Kalastusrajoitukset .....                   | 61 |
| 9.2 Biomanipulaatio.....                          | 62 |
| 11 MUUT KUNNOSTUS- JA TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT ..... | 62 |
| 11.1 Ravinteiden kemiallinen saostus .....        | 62 |
| 11.2 Ruoppaus .....                               | 63 |
| 11.3 Ilmastus.....                                | 63 |
| 11.4 Vesikasvien niitto .....                     | 64 |
| 11.5 Tiedottaminen.....                           | 64 |
| 11.6 Järven tilan seuranta .....                  | 65 |
| 12 PÄÄTELMÄT .....                                | 66 |

## 1 JOHDANTO

Suomessa järvien kunnostuksen tarve johtuu yleensä rehevöitymisestä, sinileväkukinnoista, happikadoista, kalakuolemista, liiasta vesikasvillisuudesta, mataluudesta sekä sisäisestä- että ulkoisesta kuormituksesta. Tärkeimmät syyt näihin ongelmiin ovat olleet maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta tuleva hajakuormitus ja järvien laskut ja mataluus. Eniten käytetyt kunnostustoimenpiteet, yhteensä noin 75 %, ovat olleet hapetus, vesikasvien poisto ja vedenpinnan nosto. Suomessa on vuosina 1970-95 tehty järvien kunnostustoimenpiteitä 384 järvellä, joista noin 60 sijaitsee Uudellamaalla. Kunnille ja kalastusalueille tehdyn kyselyn mukaan Uudellamaalla on 112 tällaista järveä, jotka tarvitsevat kunnostusta. Yksi näistä kunnostusta tarvitsevista järvistä on Onkimaanjärvi eli Isojärvi. Ensimmäiset kirjalliset maininnat Isojärven kunnostustarpeesta ovat jo vuodelta 1977. Isojärven vesiensuojeluyhdistys perustettiin myös 1970-luvulla asukkaiden huolestuttua järven tilasta.

## 2 ONGELMAT JA TYÖN TAVOITTEET

Isojärvellä vedenkorkeudet vaihtelevat useita kymmeniä senttimetrejä, kuten monissa muissakin suomalaisissa järvissä. Vedenkorkeuden vaihtelut eivät sinänsä ole mitenkään poikkeuksellisia, mutta järven vesimäärään nähden kyse on suurista vaihteluista. Rantojen asukkaille ja mökkiläisille vedenkorkeuden vaihtelut aiheuttavat paljon ongelmia. Ylivesi nousee pelloille ja pihoille ja näin viivästyttää kevättöiden tekoa ja aiheuttaa pihoilla riesaa. Aliveden matala korkeus haittaa järven virkistyskäyttöä ja on näin haittana kesäasukkaille.

Veden heikko laatu on suuri ongelma. Heikolla laadulla tarkoitetaan tässä sinilevien suurta määrää. Kesäisin, kun virkistyskäyttöpaine on suurimmillaan, on yleensä myös paljon sinileviä. Vaikka vedessä voisikin uida, moni ei ui, koska pitää sitä epämiellyttävänä. Veden heikko laatu laskee järven virkistyskäyttöarvoa todella paljon.

Kaloissa koetaan ongelmaksi lähinnä niiden pieni keskikoko, ei lajisto ja lajien määrälliset suhteet. Isojärven kalaston kokojakauma on vinoutunut siten, että kotitarvekalaksi sopivan kokoista kalaa ovat vain järven suuret hauet. Suuria lahnoja tai ahvenia ei järvestä saada ollenkaan. Saaliiksi haluttaisiin saada suuria lahnoja, ahvenia ja haukia, sekä mahdollisesti kuhia.

Isojärven suojeluyhdistys on asettanut kunnostuksen tavoitteiksi ongelmiin puuttumisen seuraavalla tavalla. Vedenkorkeuden vaihteluissa halutaan puuttua alivedenkorkeuksiin ja selvittää keinoja miten alivedenkorkeuksia voitaisiin nostaa. Veden heikkoa laatua halutaan parantaa eli käytännössä vähentää sinilevien määrää. Kalaston laatua halutaan parantaa siten, että pienten ”roskakalojen” määrä vähenee ja järvestä saadaan kotitarvekalaa.

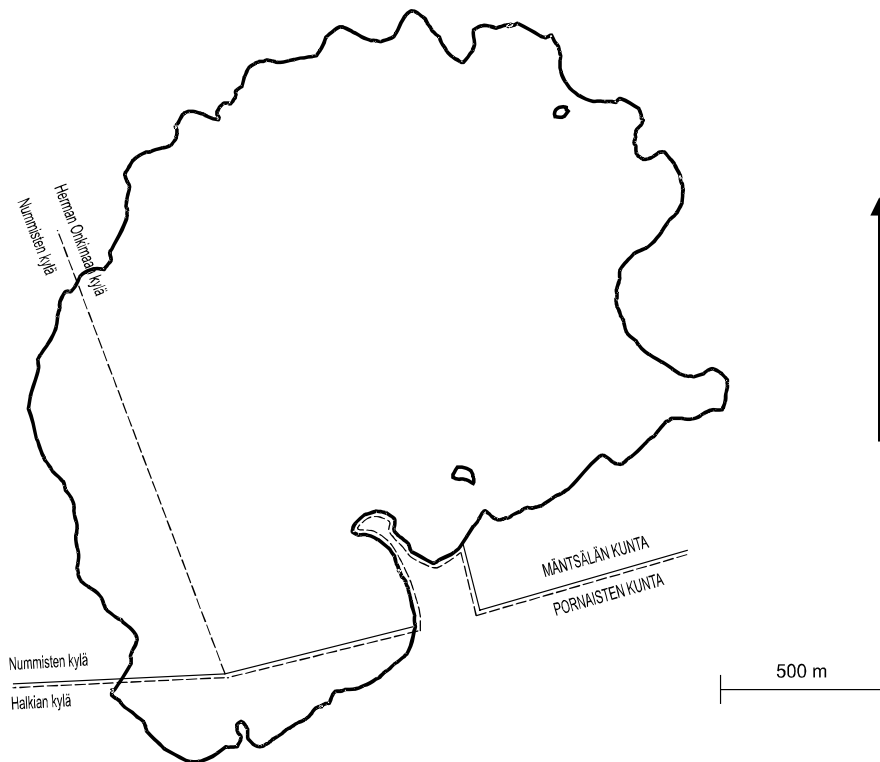
Tämän työn tavoitteena on yrittää löytää asetettuihin tavoitteisiin sellaisia ratkaisuja, jotka ovat realistisia ottaen huomioon Isojärven olosuhteet ja ominaisuudet sekä vesiensuojeluyhdistyksen resurssit. Nämä ratkaisut eivät kuitenkaan saa olla sellaisia, että niiden seurauksena vesikasvit valtaavat järven. Tässä työssä käydään läpi myös muutamia sellaisia ratkaisuvaihtoehtoja, jotka eivät ole realistisia. Nämä käydään sen vuoksi läpi, että nämä vaihtoehdot ovat tulleet keskusteluissa esille tai ovat muuten olleet ajankohtaisia.

Ratkaisujen löytämiseksi nämä kolme asetettua tavoitetta käydään erikseen läpi. Kirjallisista lähteistä yritetään löytää vastaavia tapauksia tai apua ongelmiin. Pääasiassa ongelmiin etsitään ratkaisua käyttämällä hyväksi järvestä olevaa tietoa ja soveltamalla sitä muuhun alan tietoon.

### 3 JÄRVEN JA VALUMA-ALUEEN KUVAUS

#### 3.1 Sijainti

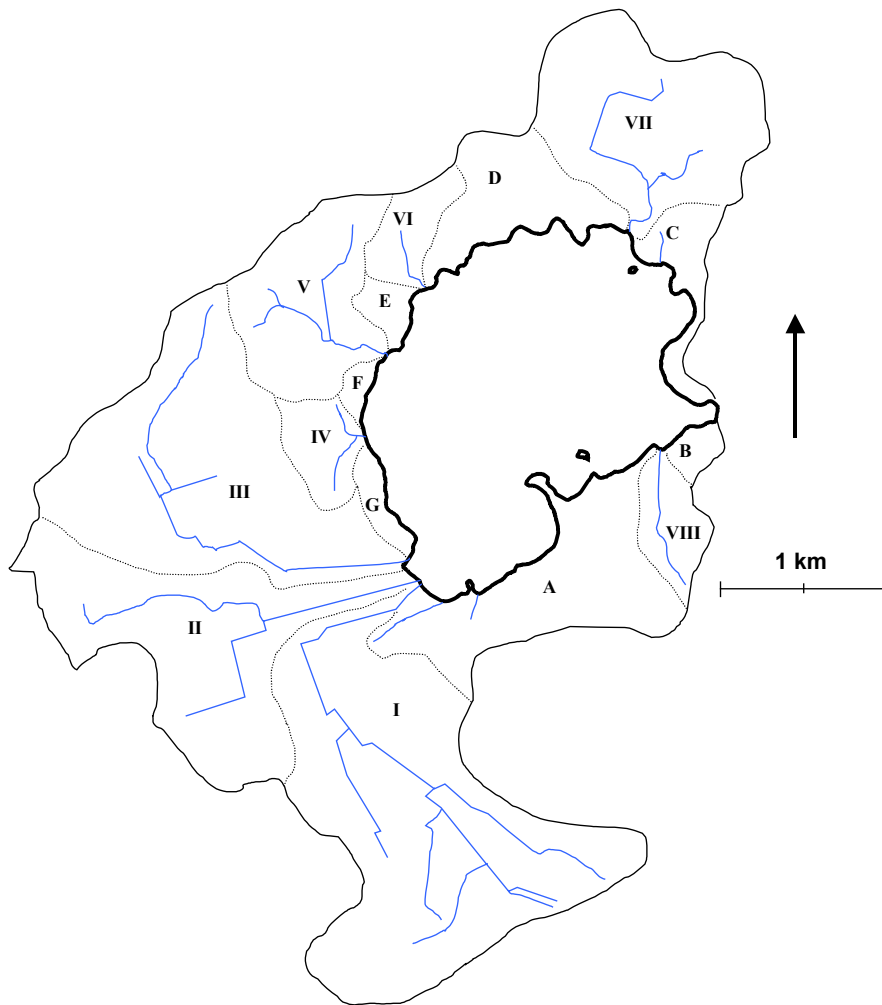
Onkimaanjärvi, jonka nimi Suomen taloudellisessa kartassa ja tässä tekstissä tästä eteenpäin on Isojärvi, sijaitsee itäisellä Uudellamaalla Helsinki-Lahti –linjan puolivälissä eli noin 50 km:n etäisyydellä kummastakin kaupungista. Järvi on Mäntsälän kunnan eteläisessä ja Pornaisten kunnan pohjoisessa osassa, kuntien rajalla. Mäntsälän kirkonkylältä Isojärvelle on matkaa noin 10 km ja Pornaisten kirkonkylältä hieman alle 10 km. Järven lounainen pääty on Pornaisten Halkian kylän aluetta, loppuosa järvestä kuuluu Mäntsälän Nummisten ja Herman Onkimaan kyliin (kuva 1). Järven pinta-alasta Halkian kylään kuuluu noin viisi prosenttia, Herman Onkimaan kylään noin 80 % ja Nummisten kylään reilu kymmenen prosenttia.



Kuva 1. Isojärven kylät ja kunnat, sekä niiden rajat.

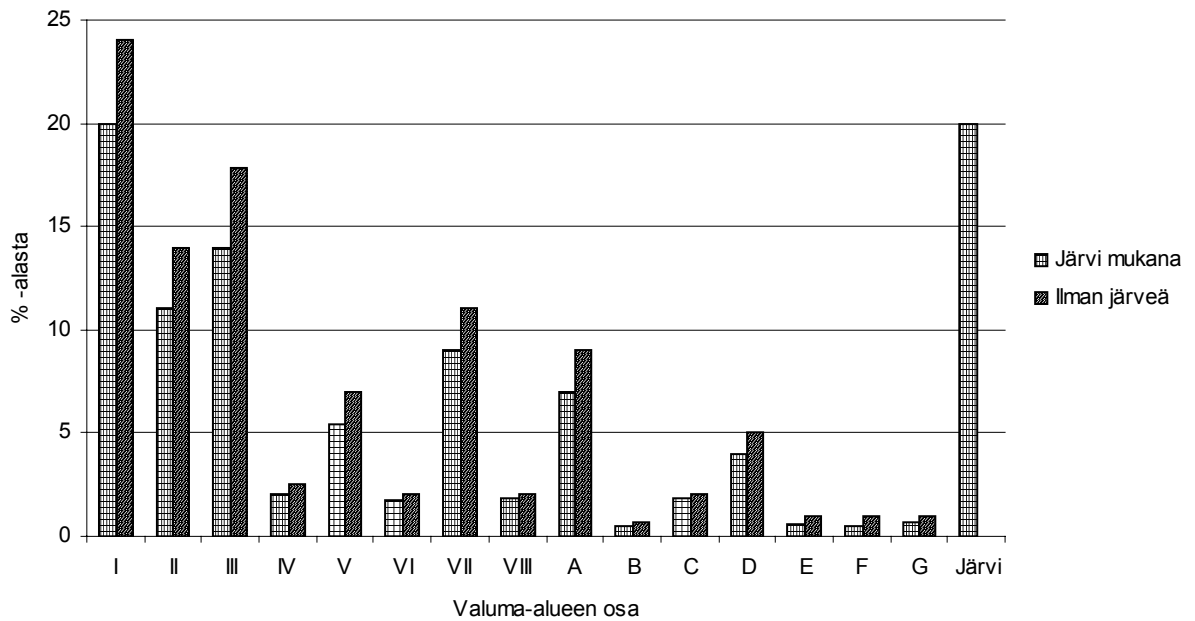
### 3.2 Järven valuma-alue

Isojärven valuma-alueen pinta-ala on yhteensä 15 km<sup>2</sup>, josta järven osuus on noin 3 km<sup>2</sup>. Järven valuma-alue on jaettu osiin (I-VIII) korkeuskäyriä mukaillen siten, että 1:20.000 peruskartalla näkyvät, selkeästi omiksi valuma-alueiksi erotettavat, ojat on otettu huomioon. Muut valuma-alueen osat on erotettu toisistaan ja niistä käytetään merkintöjä A-G (kuva 2). Alueet I-III ovat keskenään ojilla yhteydessä, mutta alueet on kuitenkin erotettu toisistaan valtaojien perusteella.



Kuva 2. Isojärven valuma-alue, ojat, suurimpien ojien valuma-alueet I-VIII ja muut valuma-alueen osat A-G.

Vesiä tulee Isojärveen useita pieniä ja muutamaa isoa ojaa pitkin. Suurin osa valuma-alueesta sijaitsee järven lounaispuolella, jolta vesi tulee järveen kolmea ojaa I-III pitkin. Nämä kolme ojaa tuovat järveen vedet noin 60 %:lta valuma-alueesta (kuva 3). Oja VII, järven pohjoispäässä, tuo vedet noin kymmenesosalta järven valuma-alueesta.



Kuva 3. Isojärven valuma-alueen suurimpien ojien valuma-alueiden (I-VIII) ja muiden valuma-alueiden (A-G) osuudet valuma-alueen alasta, järven pinta-alan kanssa ja ilman.

Valuma-alueen maaperä on pääosin savea ja hiesua (taulukko 1). Näitä erittäin hienoja jakeita on yli 30 % valuma-alueen pinta-alasta. Kalliota ja moreenia on molempia noin 20 % valuma-alueen pinta-alasta. Isojärven vesipinta-ala on myös noin 20 % valuma-alueen pinta-alasta. Suurin osa valuma-alueen savi- ja hiesu-pinta-alasta sijaitsee järven lounaispuolisilla osavaluma-alueilla I-III (kuva 2). Valuma-alueen kalliolit ovat pääosin järven kaakkois- etelä- ja länsipuolilla. Muut erilaiset maa-ainekset ovat jakautuneet varsin tasaisesti eri laikkuina valuma-alueelle.

Taulukko 1. Valuma-alueen maa-ainesten suhteelliset osuudet pinta-alasta, jossa järvi on myös mukana.

| Maa-aines                | Osuus pinta-alasta, % |
|--------------------------|-----------------------|
| Savea ja hiesua          | 32                    |
| Kalliota                 | 20                    |
| Moreenia                 | 20                    |
| Turvetta ja liejua       | 6,4                   |
| Soraa, hiekkaa ja hietaa | 1,6                   |
| Järven osuus             | 20                    |
| yht.                     | 100                   |

Peltoa on koko valuma-alueesta yhteensä 28 % (taulukko 2). Pellot sijaitsevat niillä alueilla, missä maaperä on otollista, savi ja hiesu alueilla, eli valuma-alueiden osilla I-III. Peltojen ja savi ja hiesu alueiden määrät ovat lähellä toisiaan eli noin 30 %:ssa koko alueen pinta-alasta. Suota on pääosin aivan valuma-alueen eteläosassa, Ruumissuolla ja Isosuolla, yhteensä muutama



prosentti koko valuma-alueen pinta-alasta. Metsää on lähes puolet valuma-alueen alasta ja sitä on eniten järven kaakkois- ja länsipuolella.

Taulukko 2. Valuma-alueen maan käytön suhteelliset osuudet pinta-alasta, jossa järvi on myös mukana).

| Maan käyttö  | Osuus pinta-alasta, % |
|--------------|-----------------------|
| Peltoa       | 28                    |
| Suota        | 3                     |
| Metsää       | 46                    |
| Avokallioita | 3                     |
| Järven osuus | 20                    |
| yht.         | 100                   |

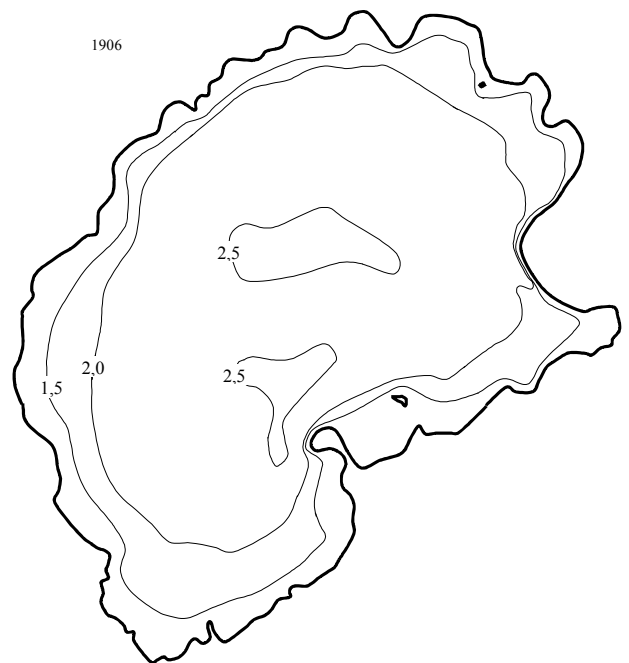
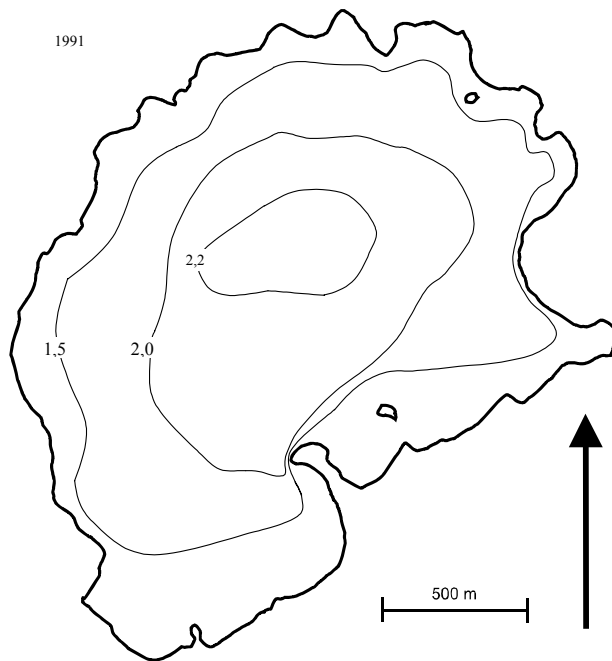
Pellot ovat suurelta osin kolmella valuma-alueen osalla I-III (taulukko 3). Suhteellisesti eniten peltoja on alueella II, jonka pinta-alasta lähes 60 % on peltoa. Määrällisesti eniten peltoa on alueella I, yhteensä yli 100 ha, joka on kuitenkin vain hieman enemmän kuin alueen II, hieman alle 100 ha. Alueella III on myös paljon peltoa, yli 60 ha. Näillä kolmella alueella on yhteensä lähes 80 % valuma-alueiden pelloista.

Taulukko 3. Peltojen pinta-alat ja osuudet valuma-alueen osissa I-VIII ja A-G.

| Valuma-alueen osa | Peltoa n., ha | Pellon osuus alasta, % | Osuus koko peltopinta-alasta, % |
|-------------------|---------------|------------------------|---------------------------------|
| I                 | 105           | 38                     | 31,5                            |
| II                | 95            | 59                     | 27,7                            |
| III               | 65            | 32                     | 19,4                            |
| IV                | < 1           | 1                      | 0,1                             |
| V                 | 12,5          | 15                     | 3,7                             |
| VI                | 5             | 23                     | 1,7                             |
| VII               | 35            | 28                     | 10,9                            |
| VIII              | 0             | 0                      | 0,0                             |
| A-G               | 10            | 5                      | 3,5                             |
| yht.              | 337           | 28                     |                                 |

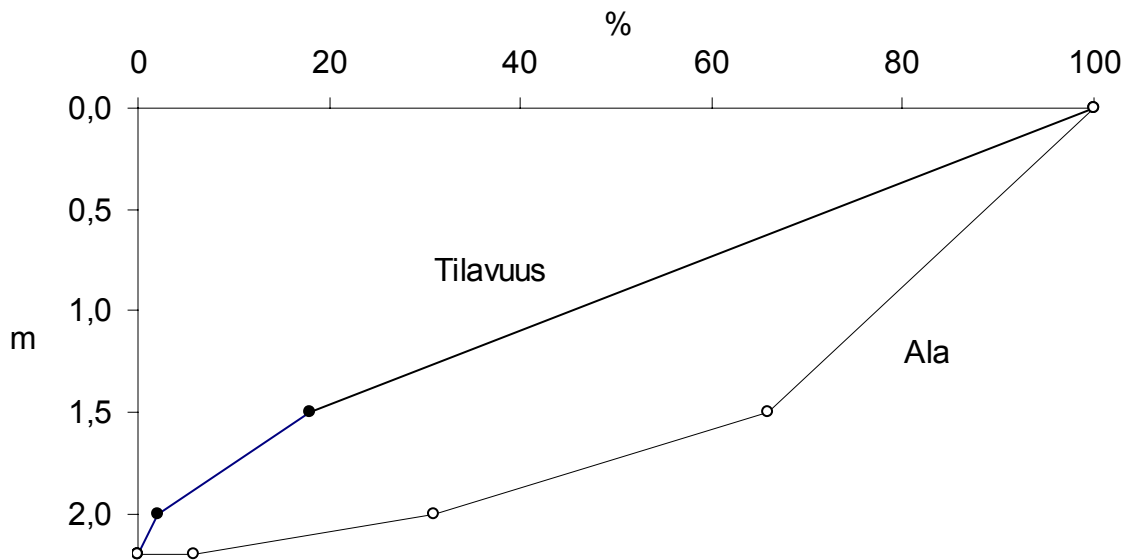
### 3.3 Järven morfologia

Isojärvi, jonka vesistöaluetunnus on 18.061.1.003, kuuluu Porvoonjoen vesistöalueeseen. Järvi on erittäin matala järvi, keskisyvyydeltään vain 1,5 m ja suurimmalta syvyydeltään 2,2 m (taulukko 4). Järvessä ei ole varsinaisia syvänteitä, vaan pohja on tasainen, pesuvatimainen kauttaaltaan. Rannat ovat suurimmaksi osaksi loivia mitä kuvastaa se, että 1,5 m:n syvyys tulee vastaan varsin kaukana rannasta ja tämän jälkeen pohja on hyvin tasainen (kuva 4).



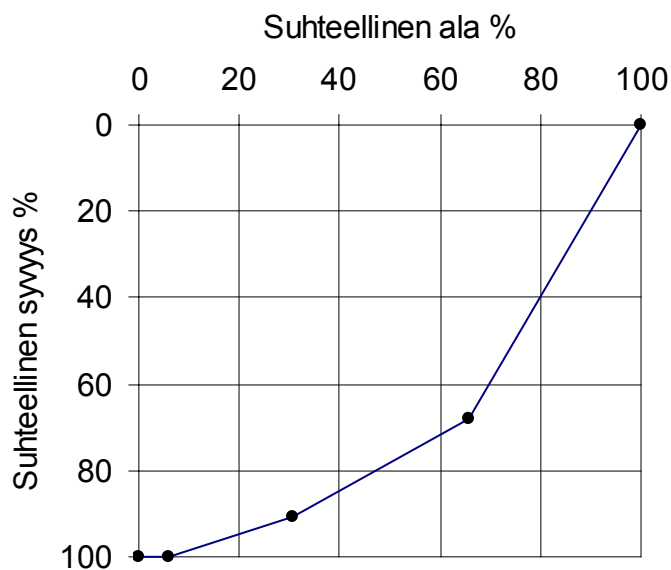
Kuva 4. Isojärven syvyyskäyrät vuosilta 1991 ja 1906.

Suurin osa, noin 70 %, järven alasta on vuoden 1991 luotausten mukaan alle kaksi metriä syvää (kuva 5). Tilavuudesta saavutetaan 1,5 m:ssä yli 80 %, mutta järven pinta-alasta vain noin 30 %. Tällainen tilavuuden ja pinta-alan jakautuminen on tyypillistä pesuvatimaiselle järvelle.



Kuva 5. Isojärven prosentuaaliset hypsografiset käyrät vuoden 1991 luotausten perusteella.

Isojärven suhteellinen hypsografinen käyrä on kupera, ja myös tämä kuvastaa sitä, ettei järvellä ole syvänteitä vaan pohja on tasainen (kuva 6).



Kuva 6. Isojärven suhteellinen hypsografinen käyrä vuoden 1991 luotausten mukaan.

Järven pinta-ala on noin  $3 \text{ km}^2$ , ja rantaviivan kokonaispituus on noin 9 km (taulukko 4). Järvi on varsin pyöreä ja juuri tätä pyöreyttä kuvaava rantaviivakerroin saa arvon 1,5. Tämä tarkoittaa sitä, että Isojärvellä on 1,5-kertainen määrä rantaviivaa verrattuna pinta-alaltaan saman suuruiseen, täysin pyöreään järveen. Tämä kerroin on pieni, sillä yleensä järvet ovat huomattavasti rikkonaisempia muodoltaan. Suurin pituus Isojärvellä, 2580 m, on linjalla Hyllynranta-Kuusipellonjansuu. Tästä linjasta kohtisuoraan, luusuan kohdalta, löytyy suurin leveys 1870 m. Isojärvessä on enää vain kaksi pientä saarta, Koppisaari ja Vähäsaari. Saarten

pinta-alat ovat varsin vaatimattomat, 800 m<sup>2</sup> ja 1200 m<sup>2</sup>, ja siksi järven saarisuuskin on erittäin pieni. Luusuan keskivirtaama on 120 l s<sup>-1</sup> valunnalla 350 mm a<sup>-1</sup>, ja tällä virtaamalla ja 4,63 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> tilavuudella teoreettiseksi viipymäksi tulee 447 d eli noin 15 kk.

Taulukko 4. Isojärven morfologisia suureita.

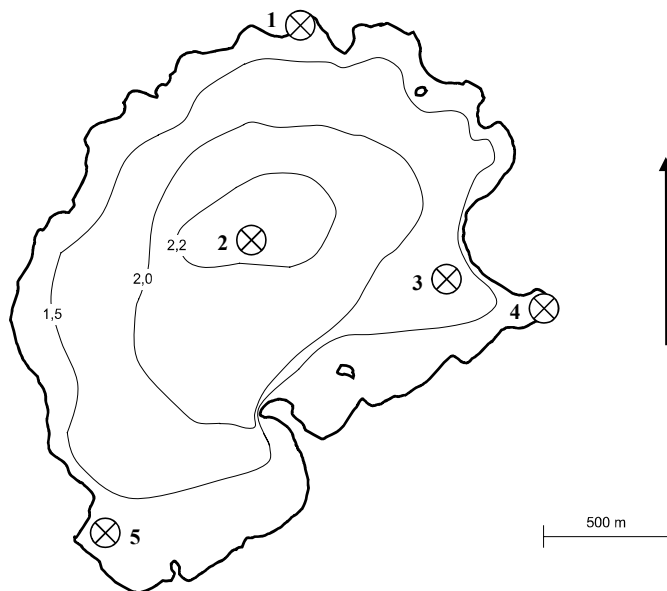
| Suure  | Arvo    |
|--|---------|
| <sup>1)</sup> Pinta-ala, ha                            | 305,249 |
| <sup>2)</sup> Tilavuus, 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | 4,63    |
| <sup>3)</sup> Luusuan keskivirtaama, l s <sup>-1</sup> | 120     |
| Teoreettinen viipymä, d                                | 447     |
| Suurin pituus, m                                       | 2 580   |
| Suurin leveys, m                                       | 1 870   |
| <sup>3)</sup> Suurin syvyys, m                         | 2,2     |
| Keskisyvyys, m   | 1,5     |
| <sup>1)</sup> Rantaviivan kokonaispituus, m            | 9 268   |
| Rantaviivakerroin                                      | 1,5     |
| Saarten lukumäärä, kpl                                 | 2       |
| <sup>3)</sup> Saarten pinta-ala, ha                    | 0,2     |
| Saarisuus, %   | 0,07    |

#### 3.4 Veden fysikaalis-kemiallinen laatu

Isojärven veden fysikaalis-kemiallisia analyysituloksia on vuodesta 1966 alkaen. Seuraavassa esitetyt tulokset ovat osittain useista eri lähteistä peräisin, samoja ja myös osittain eri tuloksia, on käytetty useissa eri lähteissä. Suurin osa tuloksista on kuitenkin alunperin Uudenmaan ympäristökeskukselta, joten yksittäisten analyysitulosten lähteitä ei erikseen eritellä.

Osa tuloksista on jaettu kahteen osaan, lämpimään ja kylmään kauteen, veden lämpötilan mukaan. Talven tuloksissa veden lämpötila on 10 °C tai alle, ja kesällä yli 10 °C.

Lähes kaikki näytteet on otettu järven keskellä sijaitsevalta, keskiosa, pisteeltä (kuva 7). Mikäli tekstissä ei toisin mainita, on kyse juuri tämän pisteen tuloksista. Muut järven näytteenottopisteet ovat uimaranta, Korkeakallio, luusua ja Hyllyranta. Näytteet on otettu yhden metrin syvyydeltä ellei toisin mainita.



Kuva 7. Isojärven näytteenottopisteet ⊗: 1 uimaranta, 2 keskiosa, 3 Korkeakallio, 4 luusua, 5 Hyllyranta ja syvyyskäyrät.

### 3.4.1 Lämpötilakerrostuneisuus

Lämpötilakerrostuneisuudella tarkoitetaan sitä, että järven vesi kerrostuu lämpötilojen mukaan. Kerrostuneisuuden syntyminen johtuu erilämpöisten vesien erilaisista tiheyksistä. Puhtaan veden lämpötilan noustessa suuremmaksi kuin  $+ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tiheys laskee ja lämpötilan laskiessa pienemmäksi kuin  $+ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tiheys laskee. Puhdas vesi on raskainta  $+ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa, mutta liuenneiden aineiden takia järvenvesi on raskainta hieman yli  $+ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa.

Tuulet murtavat kerrostuneisuutta ja mitä kovempi tuuli, sitä syvemmältä kerrostuneisuus hajoaa ja vesi sekoittuu. Tätä tuulien sekoittamaa vesikerrosta kutsutaan päällyksvedeksi ja sekoittamatonta kerrosta alusvedeksi. Näiden kerrosten väliin jää harppauskerros, jonka eri puolilla veden laatu, muukin kuin lämpötila, voi olla hyvin erilainen.

Isojärvellä veden lämpötilat on mitattu kesällä vuosina 1966 ja 2001 useammalta kuin yhdeltä syvyydeltä. Veden lämpötila elokuussa 1966 on ollut 1 m:n syvyydessä  $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja 2,0 m:n syvyydessä  $17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vuonna 2001 veden lämpötila on ollut 0,5-1,5 m:n syvyyksillä välillä  $21,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Näiden tulosten perusteella Isojärveen ei synny kesäistä lämpötilakerrostuneisuutta. Tämän vuoksi avovesikaudella otettujen näytteiden tuloksia voidaan soveltaa koko vesipatsaaseen.

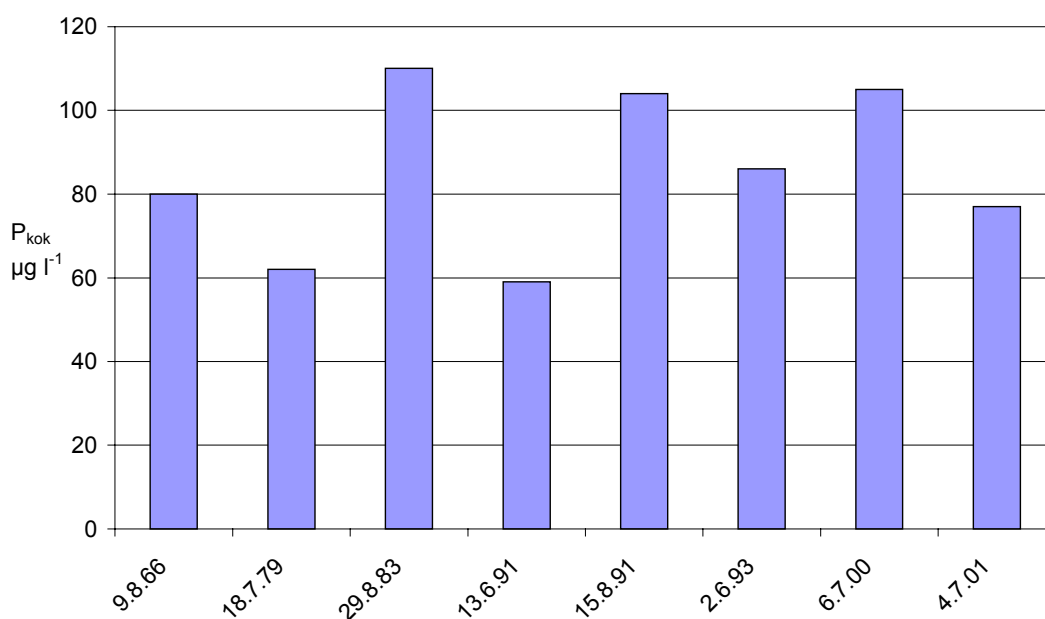
### 3.4.2 Fosfori

Fosfori on Suomen järvissä yleensä minimiravinne eli se ravinne, jonka puute toimii perustuotantoa rajoittavana tekijänä. Karuissa, oligotrofisissa, järvissä kokonaisfosforipitoisuudet ovat alle  $15 \mu\text{g l}^{-1}$ , mutta erittäin rehevissä, hypertrofisissa, järvissä arvot voivat nousta satoihin, jopa tuhansiin mikrogrammoihin litrassa (taulukko 5). Varsinaista kattoa pitoisuuksille ei ole. Suomalaisissa järvissä kokonaisfosforin keskiarvopitoisuus on  $23 \mu\text{g l}^{-1}$ , eli suomalaiset järvet ovat keskiarvoltaan mesotrofisia, eli lievästi reheviä. Fosfori on pääosin sitoutunut kiinteään aineeseen ja vain pieni osa fosforista on liukoisessa muodossa. Fosforia kerääntyy sedimenttiin kiintoaineen mukana ja pysyy sedimentissä niin kauan kuin olot siellä säilyvät hapellisina. Hapettomissa oloissa fosforia vapautuu liukoisessa muodossa takaisin veteen.

Taulukko 5. Järvien rehevyystaso kokonaisfosforipitoisuuden perusteella.

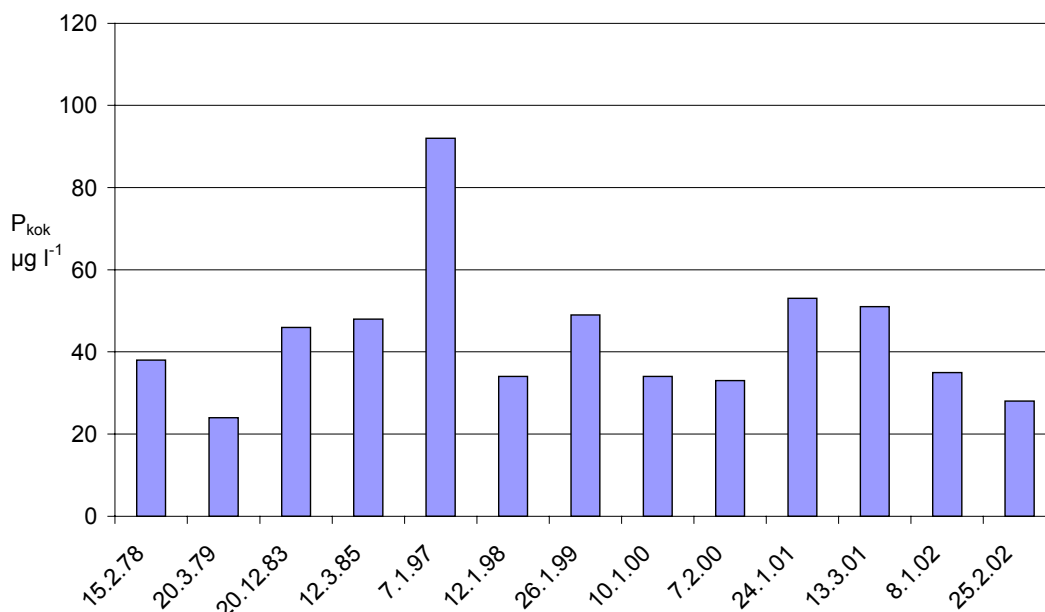
| Rehevyystaso | Pitoisuus, $\mu\text{g l}^{-1}$ |
|--------------|---------------------------------|
| oligotrofia  | <15                             |
| mesotrofia   | 15-25                           |
| eutrofia     | 25-100                          |
| hypertrofia  | >100                            |

Kokonaisfosforin pitoisuudet, lämpimällä kaudella, vaihtelivat mittausjakson aikana 1966-2001, välillä  $59-110 \mu\text{g l}^{-1}$  (kuva 8). Pitoisuudet vaihtelivat varsin tasaisesti ääriarvojen välissä, joten jakson keskiarvo, noin  $85 \mu\text{g l}^{-1}$ , on lähes ääriarvojen puolivälissä.



Kuva 8. Isojärven kokonaisfosforiarvoja ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) lämpimältä kaudelta (veden  $t > 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), joiltakin vuosilta väliltä 1966-2001.

Kylmällä kaudella, jonka tulokset ovat vuosilta 1978-2002, kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelivat välillä 24-92  $\mu\text{g l}^{-1}$  (kuva 9). Vuoden 1997 tammikuun tulos kasvattaa vaihtelua melkoisesti, joten ilman tätä vuotta 1997, vaihtelu olisi ollut maltillisempaa välillä 24-53  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Kylmällä kaudella kokonaisfosforin pitoisuus jäi lämmintä kautta alhaisemmaksi, eli keskimääräinen pitoisuus oli noin puolet, 43  $\mu\text{g l}^{-1}$ , lämpimän kauden arvosta. Vuoden 1997 arvolla on kuitenkin vain, noin 10 % keskiarvoa nostava vaikutus. Pääasiassa tulokset olivat 40  $\mu\text{g l}^{-1}$  molemmin puolin.



Kuva 9. Isojärven kokonaisfosforiarvoja ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) kylmältä kaudelta (veden  $t \leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), joiltakin vuosilta väliltä 1978-2002.

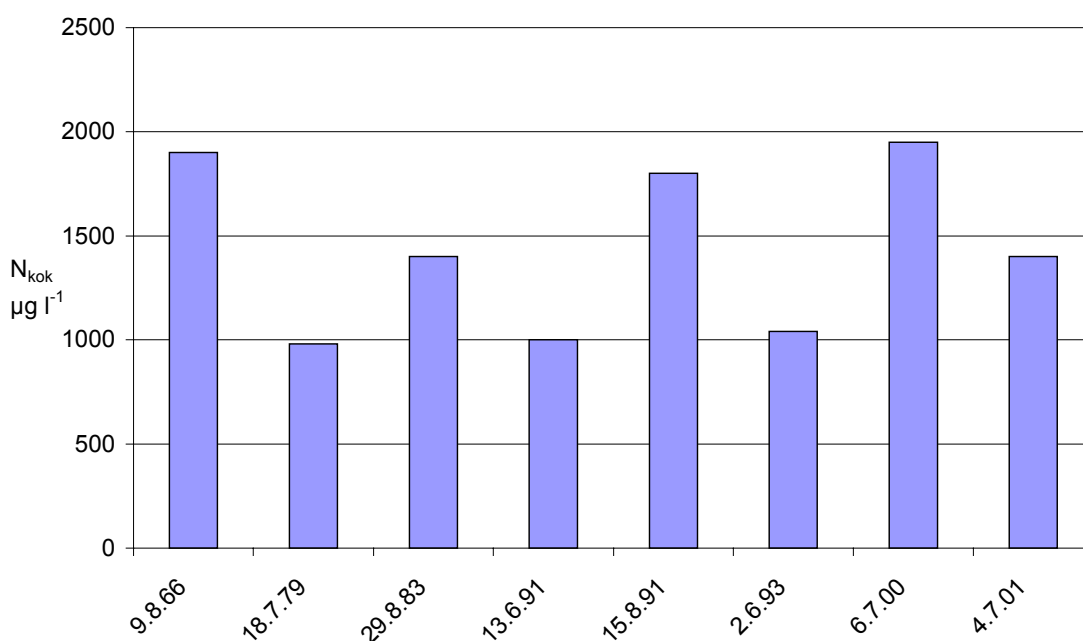
Vaihtelu fosforin pitoisuuksissa johtuu pääosin sääoloista, ja näin on myös 1997 tammikuun arvon kanssa, joka erottuu joukosta kaikkein selkeimmin. On luultavaa, että tammikuu oli alueella märkä, ja vetenä tullut sade tai lumen sulaminen huuhtoi runsaasti ravinteita valuma-alueelta järveen. Muina kylminä kuukausina ilmat ovat olleet suotuisimmat ja kuormitus järveen on jäänyt huomattavasti tammikuuta pienemmäksi. Lämpimällä kaudella vaihtelu ei ole ollut yhtä suurta, mutta tämäkin vaihtelu on ollut säiden aiheuttamaa.

Näiden kylmän ja lämpimän kauden arvojen perusteella Isojärvi kuuluu rehevyydeltään eutrofiaan tai hypertrofiaan. Raja näiden rehevyysluokkien välillä riippuu käytettävästä luokituksesta, mutta taulukon 5 luokituksen perusteella luokka on eutrofia.

### 3.4.3 Typpi

Typpi on fosforin ohella toinen levien kasvua säätelevä pääravinne. Suomalaisissa järvissä typpi on harvemmin levien kasvua rajoittava tekijä. Vain muutamissa luonnontilaisissa järvissä tai järvissä, joihin on tullut paljon jätevesien tuomaa fosforia, typpi voi olla perustuotantoa rajoittava ravinne. Typpi ei kerääny järveen tai sedimenttiin, vaan vapautuu kaasumaisessa muodossa takaisin ilmakehään.

Kokonaistyyppiä arvot lämpimällä kaudella vaihtelivat tasaisesti välillä 980-1950  $\mu\text{g l}^{-1}$  vuosien 1966-2001 aikana (kuva 10). Keskiarvo oli tällä jaksolla 1430  $\mu\text{g l}^{-1}$ .

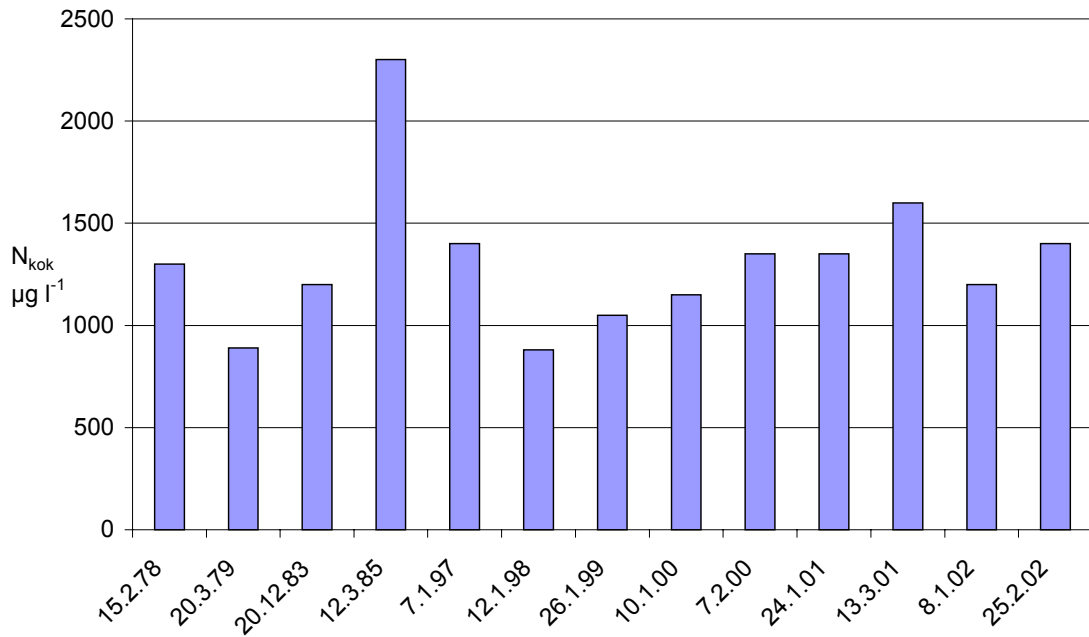


Kuva 10. Isojärven kokonaistyyppiä arvoja ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) lämpimältä kaudelta (veden  $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), joiltakin vuosilta väliltä 1966-2001.

Kylmän kauden kokonaistyyppiä arvot vaihtelivat hieman lämmintä kautta enemmän, välillä 880-2300  $\mu\text{g l}^{-1}$  (kuva 11). Ilman vuoden 1985 maaliskuun arvoa, olisi vaihtelu ollut välillä 880-1600  $\mu\text{g l}^{-1}$ , ja tasaisemmin jakautunutta. Kokonaistyyppiä keskiarvo tuolla jaksolla oli kymmenyksen lämmintä kautta pienempi eli noin 1310  $\mu\text{g l}^{-1}$ .

Tyyppiä arvojen vaihtelu on ollut normaalia, säiden aiheuttamaa vaihtelua. Maaliskuussa 1985 on sulamisvesien aiheuttamaa tyyppiä pitoisuuden nousua, kuten on myös maaliskuussa 2001 (kuva 11).





Kuva 11. Isojärven kokonaistyppiarvoja ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) kylmältä kaudelta (veden  $t \leq 10$  °C), joiltakin vuosilta väliltä 1978-2002.

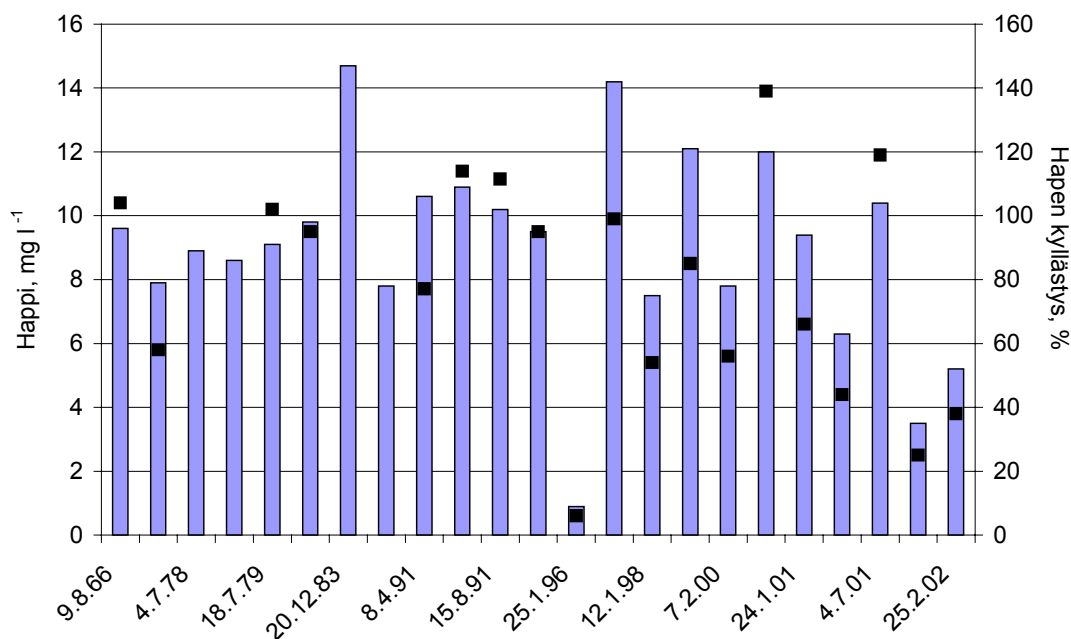
Rehevyysluokan määrittäminen pelkän typen pitoisuuden perusteella on mahdotonta. Yhdistämällä fosforin ja typen tiedot, saadaan arvot tukemaan toinen toisiaan ja rehevyysluokan määrittäminen helpottuu. Pääravinteiden, fosforin ja typen, perusteella Isojärvi on rehevyystasoltaan eutrofinen tai hypertrofinen.

#### 3.4.4 Happi

Suurin osa veteen liuenneesta hapesta on liennut suoraan ilmasta. Veden ilmastumisen tehokkuuteen vaikuttaa eniten tuuli, joka sekoittaa vettä ja aiheuttaa aalloja. Sekoittumisen takia ilman kanssa kontaktissa oleva vesi vaihtuu, jolloin ilma hapettaa suurempaa määrää vettä. Aallot lisäävät veden pinta-alaa, jonka takia happea voi liueta suuremmalta alalta. Perustuottajat vapauttavat happea yhteyttäessään. Happea kuluu eliöiden hengitykseen ja orgaanisen aineksen hajotukseen. Hapen määrän vaihtelut kertovat järvessä tapahtuvista prosesseista ja vaikuttavat mm. siihen, millaisia eliöitä järvessä elää.

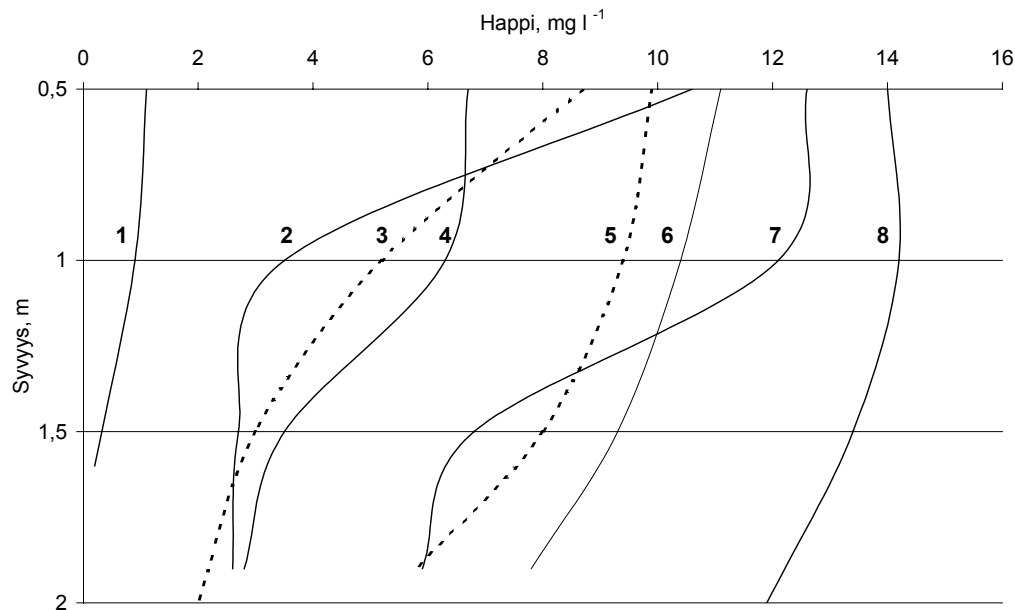
Kaikista happituloksista ei oltu laskettu suhteellista hapen määrää ilmaisevaa kyllästysprosenttia, eikä kaikista näytteistä ollut lämpötilaa, jotta laskut olisi voinut laskea. Niistä näytteistä, joista tarvittavat tiedot ovat olleet, on hapen kyllästysprosentti laskettu (kuva 12). Muuten tuloksissa on ilmoitettu vain hapen pitoisuus.

Hapen pitoisuudet ovat vaihdelleet vuosien 1966-2002 aikana, yhden metrin syvyydessä välillä 0,9-14,7 mg l<sup>-1</sup> (kuva 12). Suurin arvo mitattiin vuoden 1983 joulukuussa ja pienin arvo vuoden 1996 tammikuussa. Vuoden 2000 heinäkuussa hapen kyllästysprosentti on jakson 1966-2002 korkein (139 %), eli reilusti ylikyllästykseen puolella (kuva 12). Tammikuussa 1996 mitattiin havaintojakson alhaisin arvo, 6 %.



Kuva 12. Isojärven hapen pitoisuudet (mg l<sup>-1</sup>) pylväinä, ja kyllästysprosentit ruutuina.

Talviset hapen vertikaaliset määrät ovat vaihdelleet varsin suuresti, eli välillä 0-14 mg l<sup>-1</sup> (kuva 13). Eniten happea puolessa metrissä oli 7.1.1997, ja vähiten vuotta aikaisemmin 25.1.1996. Vertikaalinen vaihtelu oli suurinta 8.1.2002, jolloin hapen pitoisuus oli välillä 2,6-10,6 mg l<sup>-1</sup>. Lähes yhtä suuri vaihtelu oli 10.1.2000, jolloin vaihtelu oli välillä 5,9-12,6 mg l<sup>-1</sup>. Ainoa kesällä eri syvyyksiltä otettu tulos, 4.7.2001, antaa varsin tasaisesti laskevan pitoisuuden, välille 7,8-11,1 mg l<sup>-1</sup>.



Kuva 13. Isojärven happipitoisuuksia ( $\text{mg l}^{-1}$ ) syvyyden (m) suhteen. Eri ajankohdat on merkitty numeroilla **1-8**, joissa **1)** 25.1.1996, **2)** 8.1.2002, **3)** 25.2.2002 **4)** 13.3.2001, **5)** 24.1.2001, **6)** 4.7.2001, **7)** 10.1.2000 ja **8)** 7.1.1997.

Happipitoisuuden vaihteluihin on vaikuttanut sääolot. Kesäisin korkea happipitoisuus on seurausta siitä, että perustuotanto on järvestä voimakasta ja tuotannossa syntyy happea veteen. Ylikyllästystä syntyy, kun tuotannossa syntyvä happi ei ehdi vapautua ilmakehään yhtä nopeasti, kuin sitä syntyy.

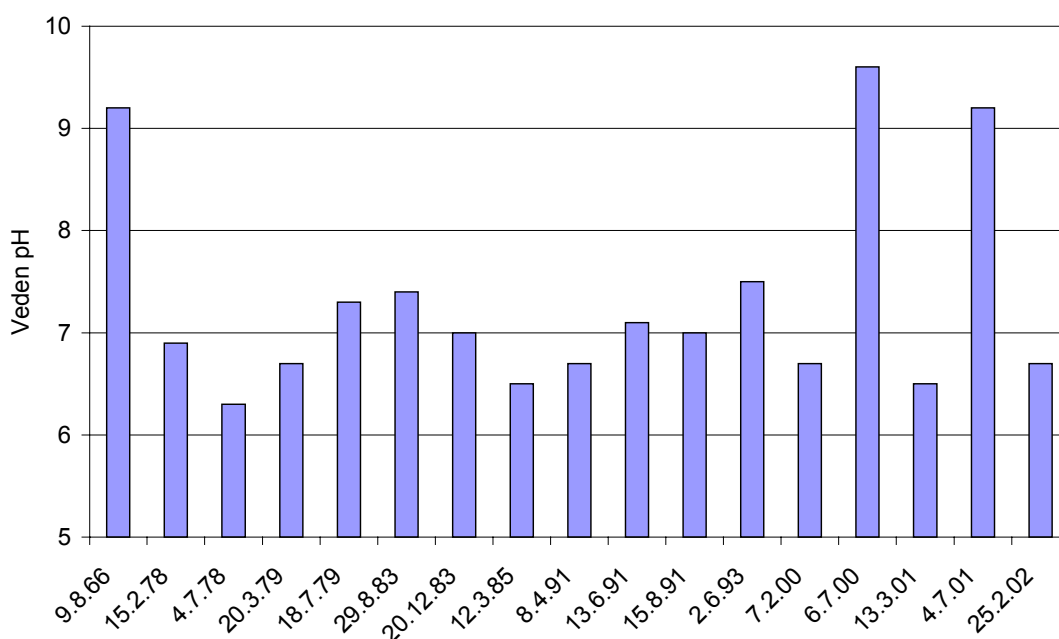
Tammikuun 1996 alhainen arvo on poikkeuksellisten säiden seurausta. Jäät tulivat Isojärvelle heti joulukuun alussa ja järvi jäätynä veden ollessa vielä varsin lämmintä. Lämmin, ja vuoden keskitasoa alempana oleva vesi, piti voimakasta hajotustoimintaa yllä, joka kulutti hapen järvestä. Happipitoisuuden lasku lähes nolliin aiheutti myös kalojen massakuoleman. Muina talvina happipitoisuudet ovat pysyneet, ainakin metrin syvyyteen saakka, varsin hyvinä. Talven 1996 kaltaisen happikadon toistuminen on kuitenkin vain säistä kiinni.

### 3.4.5 Veden pH

Luonnontilaisissa vesissä pH vaihtelee valuma-alueen ja vuodenaikojen mukaan. Arvot vaihtelevat suovesien alle neljästä rehevien järvien yli kahdeksaan. Perustuotannon voimistuminen nostaa pH:ta ja siksi rehevissä järvestä pH laskee yön aikana ja päivällä nousee korkeaksi hyvällä säällä. Kaloille korkea ja matala pH ovat haitallisia, ja se minkälaisia arvoja kala kestää, riippuu mm. kalan lajista ja iästä. Kasveille pH:n vaikutukset ovat lähinnä välillisiä, koska pH vaikuttaa siihen missä muodossa vedessä oleva epäorgaaninen hiili esiintyy. Korkeassa

pH:ssa epäorgaaninen hiili on enenevässä määrin monokarbonaattina ja alhaisessa pH:ssa hiilidioksidina. Eri perustuottajat pystyvät käyttämään eri hiilen fraktioita eri tavoin ja näin tietyssä pH:ssa tietyt lajit saavat kilpailuedun.

Isojärvellä veden pH on ollut pääsääntöisesti seitsemän tuntumassa vuosien 1966-2002 välillä (kuva 14). Korkein ph-arvo (9,6) mitattiin kesällä 6.7.2000 ja alhaisin arvo (6,3) kesällä 4.7.1978. Kolmena mittausajankohtana pH on ollut >9: 9.8.1966, 6.7.2000 ja 4.7.2001.

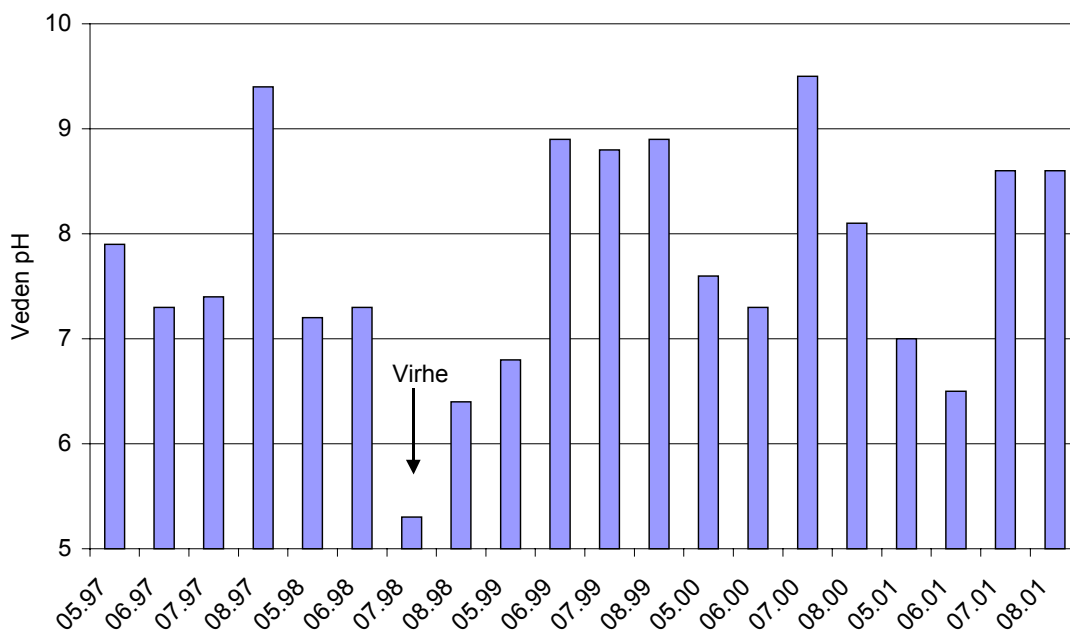


Kuva 14. Isojärven pH vuosien 1966-2002 välillä.

Uimarannan näytteistä on ei ole tiedossa näytteenottosyvyyttä, eikä tarkkaa näytteenottopäivää, vain kuukausi (kuva 15). Näissä näytteissä pH on vaihdellut erittäin paljon, 5,3-9,5 välillä. Alhaisin arvo heinäkuulta 1998 on luultavasti virheellinen, sillä Isojärven vesi on niin hyvin puskuroitua, että pH ei laske normaalisti näin alas. Todellinen pH:n vaihtelu on siten 6,4-9,5 välillä. Korkein pH on vuoden 2000 heinäkuulta, mutta pH oli elokuussa 1997 lähes yhtä korkea (9,4). Alhaisimmat oikeat arvot 6,4 ja 6,5 on mitattu elokuussa 1998 ja kesäkuussa 2001.

Isojärven veden pH on vaihdellut erittäin voimakkaasti. Tämä on seurausta suuresta perustuotannon määrästä, joka näkyy pH:n korkeuden lisäksi hapen ylikyllästyksenä (kuva 12). Selkeät erot uimarannan ja keskiosan näytteiden pH:ssa johtuvat luultavasti siitä, että uimarannan näytteet on otettu laiturilta aivan veden pinnasta. Pinnassa perustuotanto on suurta, mikä siten nostaa pintaveden pH:ta yhden metrin näytteisiin verrattuna. Alhaiset arvot voivat johtua huonosta säästä, joka on pienentänyt perustuotantoa. Näytteet ovat myös todennäköisesti eri päiviltä, joten niitä ei voi suoraan verrata keskenään. Vaikka eri pisteiden arvoja ei voikaan

verrata suoraan keskenään, antavat ne kuitenkin kuvan pH:n voimakkaasta vaihtelusta ja perustuotannon voimakkuudesta.

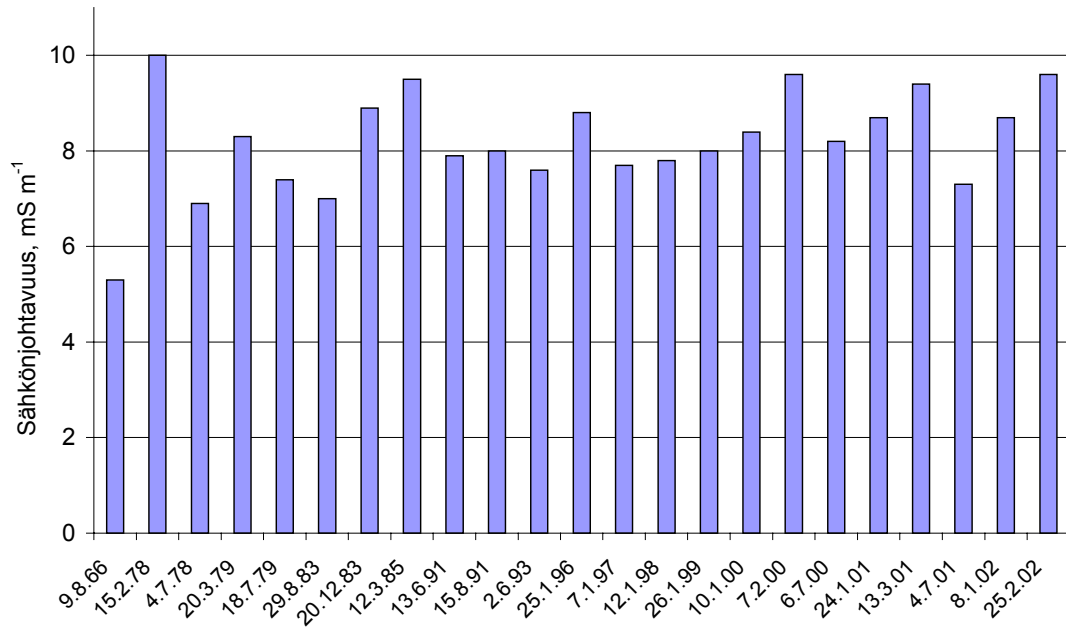


Kuva 15. Isojärven uimarannan veden pH kesäkuukausina 1997-2001.

### 3.4.6 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtokyky ilmaisee veteen liuenneiden suolojen määrää. Luonnontilaisen valuma-alueen laatu ja sieltä tuleva aines määrää millainen on järven luontainen sähkönjohtavuus. Sähkönjohtavuus pysyy luonnontilaisen valuma-alueen järvellä tasaisena ja tästä korkeammat arvot kertovat ihmisen vaikutuksen lisääntymisestä valuma-alueella tai jätevesien johtamisesta järveen.

Sähkönjohtokyky on Isojärvellä vaihdellut välillä 5,2–10,0 mS m<sup>-1</sup> (kuva 16). Korkein arvo 1978 helmikuulta, kuvaa sitä, että pelloilta on huuhtoutunut ainesta veteen. Saviset maat ja pellot valuma-alueella kasvattavat johtokykyä, ja juuri sitä nämä varsin korkeat johtokyvyn arvot kuvastavat. Myös jätevedet nostaisivat johtokykyä, mutta valuma-alueelta ei näitä tule kuin haja-kuormituksena ja varsin pieniä määriä.

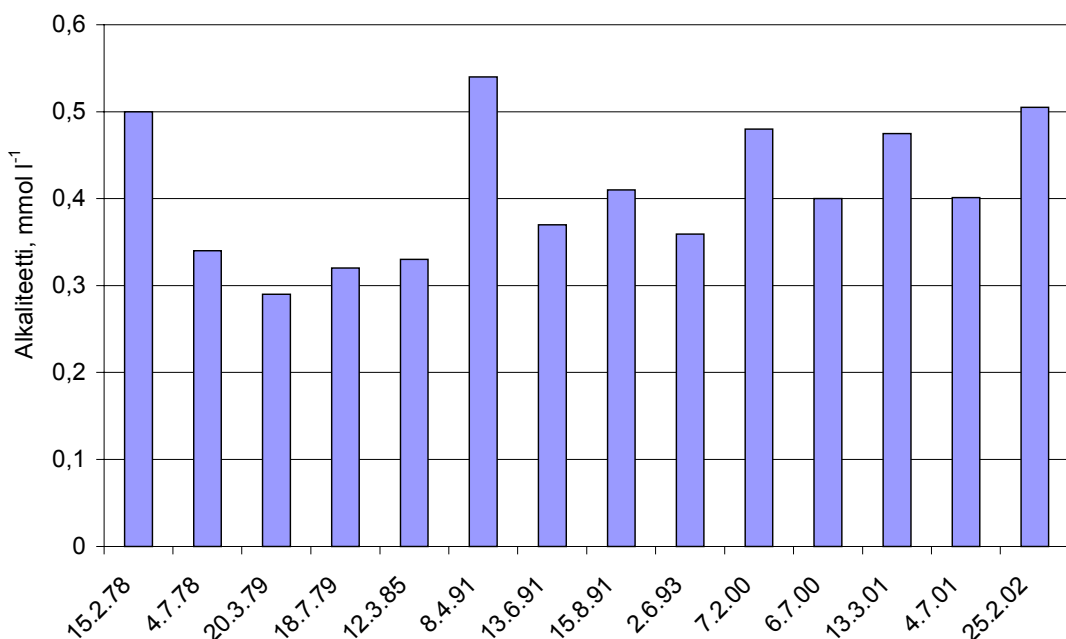


Kuva 16. Isojärven sähkönjohtavuus ( $\text{mS m}^{-1}$ ) vuosien 1966-2002 välillä.

### 3.4.7 Alkaliteetti

Alkaliteetti kuvaa veden puskurikykyä, eli kykyä vastustaa veden happamuuden muutosta. Suomessa alkaliteetit ovat hyvin alhaisia ja on varsin yleistä, että tämä arvo on  $<0,1 \text{ mmol l}^{-1}$ . Tällaiset vedet ovat siten herkkiä happamuuden muutoksille.

Isojärvellä alkaliteetti on vaihdellut välillä  $0,29\text{--}0,54 \text{ mmol l}^{-1}$  (kuva 17). Isojärven kyky vastustaa happamoitumista onkin varsin hyvä, eikä tämmöistä uhkaa ole.

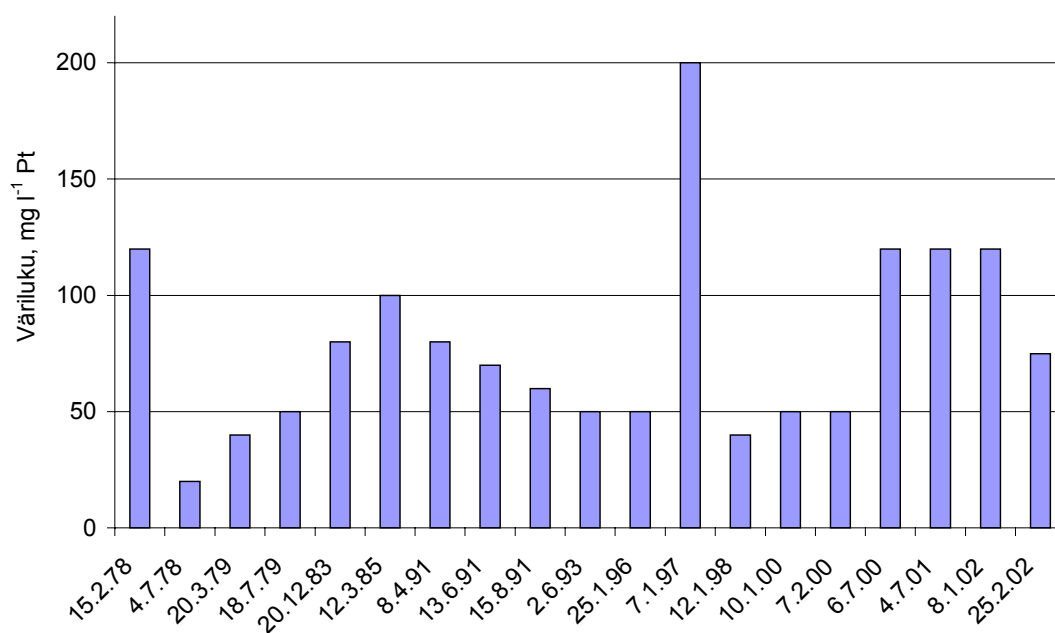


Kuva 17. Isojärven alkaliteetti ( $\text{mmol l}^{-1}$ ) vuosien 1978-2002 välillä.

### 3.4.8 Väri

Veden väri kertoo yleensä veden ruskeusasteen. Väriin vaikuttaa pääasiassa humus, plankton ja saviainekset. Vedessä tapahtuva vaihtelu johtuu valuma-alueelta huuhtoutuvista aineksista, levien määrästä, happitilasta ja tuulen aiheuttamasta sedimentin resuspensiosta. Happipitoisuuden laskiessa sedimentistä vapautuu rautaa ja mangaania, jotka antavat pohjanläheisille vesille voimakkaan värin. Voimakas veden väri saa perustuottajille tärkeät valon aallonpituudet sammumaan aikaisin ja näin vaikuttaa siihen kuinka syvällä perustuotanto on vielä mahdollista.

Isojärven veden väri on vaihdellut voimakkaasti vuosien 1978-2002 välillä (kuva 18). Värilukua kasvattaa valuma-alueelta huuhtoutuva aines, pääasiassa saviainekset. Vuoden 1997 korkea arvo, 200 mg l<sup>-1</sup> Pt, johtuu juuri valuma-alueelta huuhtoutuneesta aineksesta. Alhaisin arvo vuoden 1978 heinäkuulta, 20 mg l<sup>-1</sup> Pt, on luultavasti seurausta valuma-alueelta huuhtoutuneiden aineksien, levien ja resuspension vähydestä.



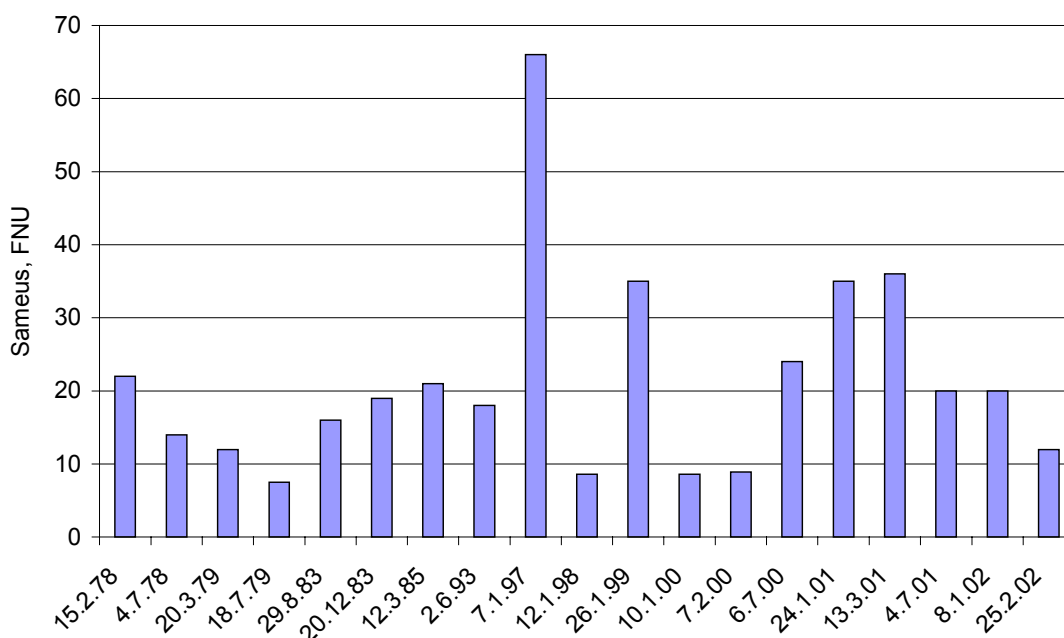
Kuva 18. Isojärven väriluku (mg l<sup>-1</sup> Pt) vuosien 1978-2002 välillä.

### 3.4.9 Sameus

Veden sameus aiheutuu vedessä olevista aineksista, jotka saavat valon siroamaan. Valuma-alueelta tuleva kiintoaine, plankton ja sedimentistä resuspendoitunut materiaali kasvattavat sameutta ja samalla myös veden väriä. Sameus vaikuttaa valon sammumiseen ja tätä kautta

järven perustuotannon määrään. Valo ei pääse tunkeutumaan niin syvälle veteen ja näin tuottava kerros jää ohuemmaksi.

Isojärven suurin sameus 66 FNU:ta on tammikuulta 1997, jolloin säiden vuoksi valuma-alueelta huuhtoutui runsaasti ainesta, nostaen sameutta ja värilukua (kuvat 18 ja 19). Planktonin määrällä on Isojärvellä suuri merkitys, ja kesän aikaisesta sameudesta suuri osa juuri tätä perua. Avovesikauden suuret sameusarvot johtuvat myös paljolti tuulista, sillä tuuli sekoittaa sedimenttiä vesipatsaaseen vähäisen kasvillisuuden ja järven avoimuuden vuoksi ja näin samentaa vettä. Myös kalat aiheuttavat sedimentin resuspensiota ja lisäävät sameutta. Alhaisemmat arvot ovat johtuneet siitä, että valuma-alueelta ei ole tullut niin paljon ainesta, eivätkä säät ole olleet oikeat sedimentin sekoittumiselle ja planktonin suurelle määrälle. Näiden tekijöiden vaikutuksesta Isojärven sameus on vaihdellut välillä 7,5–66 FNU:ta (kuva 20).



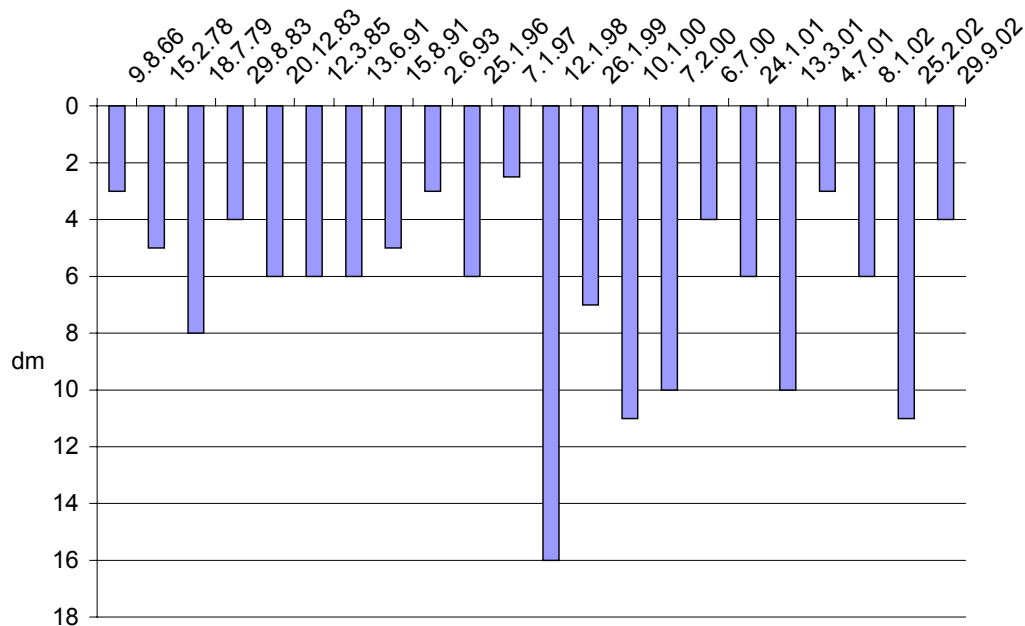
Kuva 19. Isojärven sameus (FNU) vuosien 1978-2002 välillä.

### 3.4.10 Näkösyvyys

Näkösyvyyteen vaikuttaa veden sameus ja väri, ja sen avulla voidaan arvioida järven tuottavan kerroksen paksuutta. Tämän, ja määrittämisen helppouden, vuoksi suuretta käytetään paljon. Kirkkaimmissa suomalaisissa järvissä (väri < 15 mg l<sup>-1</sup> Pt) tuottavan kerroksen paksuus on 1,5-2 kertaa näkösyvyys. Tummemmissa järvissä (väri > 50 mg l<sup>-1</sup> Pt) näkösyvyys vastaa tuottavan kerroksen paksuutta.



Isojärvellä (väri  $>50 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ , kuva 18), voidaan tuottavan kerroksen arvioida olevan näkösyvyyden verran. Isojärvellä näkösyvyys on vaihdellut välillä 2,5–16 dm (kuva 20). Suurin arvo johtuu alhaisesta sameudesta ja väristä, kun pienin taas näiden suurista arvoista.

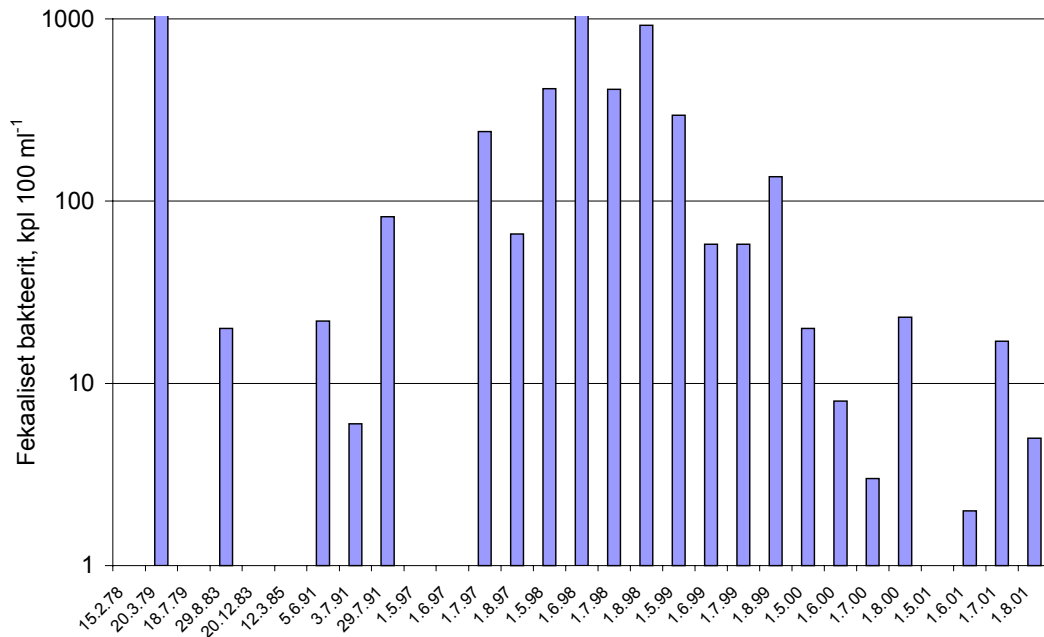


Kuva 20. Isojärven näkösyvyys (dm) vuosien 1966-2002 välillä.

### 3.5 Veden mikrobiologinen laatu

Mikrobiologinen laatu kertoo veteen tulevasta ulostekuormituksesta. Suuret määrät bakteereja vedessä tekevät vedestä jopa uimiseen kelpaamattoman. Veden mikrobiologista laatua onkin siksi seurattu pääasiassa uimarannan havaintopaikalla.

Fekaalisten bakteerien kokonaismäärät ovat vaihdelleen yhdestä tuhansiin (kuva 21). Suurimmat arvot johtuvat mahdollisesti valuma-alueen osalla VII (kuva 2) olevasta karjasta, jonka kuormitusta tulee ojaa pitkin aivan uimarannan viereen.



Kuva 21. Isojärven fekaalisten bakteerien lukumäärät logaritmisella asteikolla (kpl 100 ml<sup>-1</sup>).

### 3.6 Veden käyttökelpoisuusluokka

Arvioimalla fysikaalis-kemiallista- ja mikrobiologista veden laatua, saadaan määritettyä järvelle erilaisia käyttökelpoisuusluokkia. Näiden luokkien arvot ovat suuntaa-antavia, jolloin järven soveltuvuudesta tiettyyn tarkoitukseen saadaan jonkinlainen kuva. Eri luokissa painotetaan eri asioita, ja siksi vain yksi luokka ei riitä kuvaamaan järven tilaa tarpeeksi monipuolisesti. Käyttökelpoisuusluokituksia on yleisesti neljä: kelpoisuus virkistyskäyttöön, vedenhankintaan, kalavedeksi ja näiden yhdistelmänä tehtävä yleisluokitus.

Virkistyskäyttöluokassa Isojärvi kuuluu luokkaan V/VI eli huono (taulukko 6). Tämä johtuu siitä, että ihmistoiminnan vaikutus on järvellä suurta. Toinen ratkaiseva syy on leväkukintojen esiintyminen.

Raakaveden laatuluokituksessa Isojärveä voidaan pitää huonona raakaveden lähteenä (taulukko 6). Isojärvi kuuluu laatuluokkaan V/V, koska leväkukintojen esiintyminen laskee välttävää IV huonoon V.

Kalavedeksi soveltuvuutta kuvaava luokka on myös huono, V/VI, alhaisten happipitoisuuksien vuoksi (taulukko 6). Hapen kyllästyksen laskeminen alle 70 %:n ja ajoittaiset kalakuolemat, laskevat kalavesiluokan välttävää IV huonoon V.

Yleisluokituksessa järveä arvioidaan kolmen edellisen luokan tulosten perusteella. Näiden luokkien perusteella Isojärven yleisluokka on huono V/V (taulukko 6). Mikäli yleisluokitus tehdään pelkästään analyysien perusteella, tulisi luokaksi välttävä IV, kuitenkin sellainen joka on varsin lähellä tyydyttävää luokkaa III. Vielä 1970-luvulla Isojärvi sai käyttökelpoisuusluokan III, tyydyttävä, joskin käytetty luokitus ei ollut sama kuin nyt.

Taulukko 6. Isojärven käyttökelpoisuusluokat ja niiden arvosanat.

|                       | luokan nro (maksimi) | arvosana       |
|-----------------------|----------------------|----------------|
| Virkistyskäyttöluokka | V (VI)               | huono          |
| Raakavesiluokka       | V (V)                | huono          |
| Kalavesiluokka        | V (VI)               | huono          |
| Yleisluokka           | IV-V (VI)            | välttävä-huono |

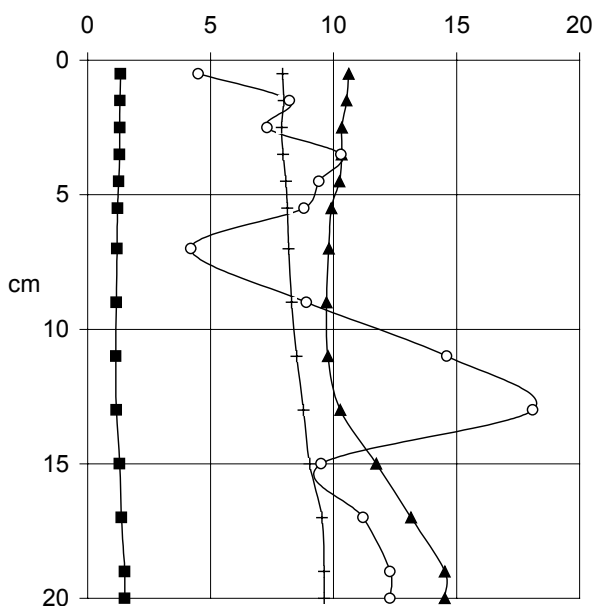
### 3.7 Sedimentti

Isojärvestä on tehty sedimenttitutkimus vuonna 1991, ja koska vain aivan pintakerros on muuttunut, voidaan näitä tuloksia yhä käyttää.

Sedimentin kuiva-ainepitoisuus vaihtelee 4,5-18,1 %:n välillä (kuva 22). Tällainen sedimentti on erittäin hienojakoista ja lähtee helposti liikkeelle. Isojärvellä tuulet saavatkin pohjan sedimentin pintakerrosta sekoittumaan vesimassaan.

Hiilen osuudet kuivamassasta ovat Isojärvellä varsin alhaisia, 9,8-14,5 %:n välillä (kuva 22). Valuma-alueelta tullut saves on kuitenkin laskenut sedimentin hiilipitoisuuden näin alhaiselle tasolle.

Hiili-tyyppi –suhde (C/N) vaihtelee noin kahdeksan ja yhdeksän ja puolen välillä (kuva 22). Eutrofisissa järvessä, jossa plankton dominoi tuotantoa, C/N –suhde on 5-6. Saviaineksen ja humuksen määrän kasvu kasvattaa C/N –suhdetta ja tästä voi päätellä, että Isojärvellä sedimentissä on autoktonista ainesta sekä paljon alloktonista savesta.



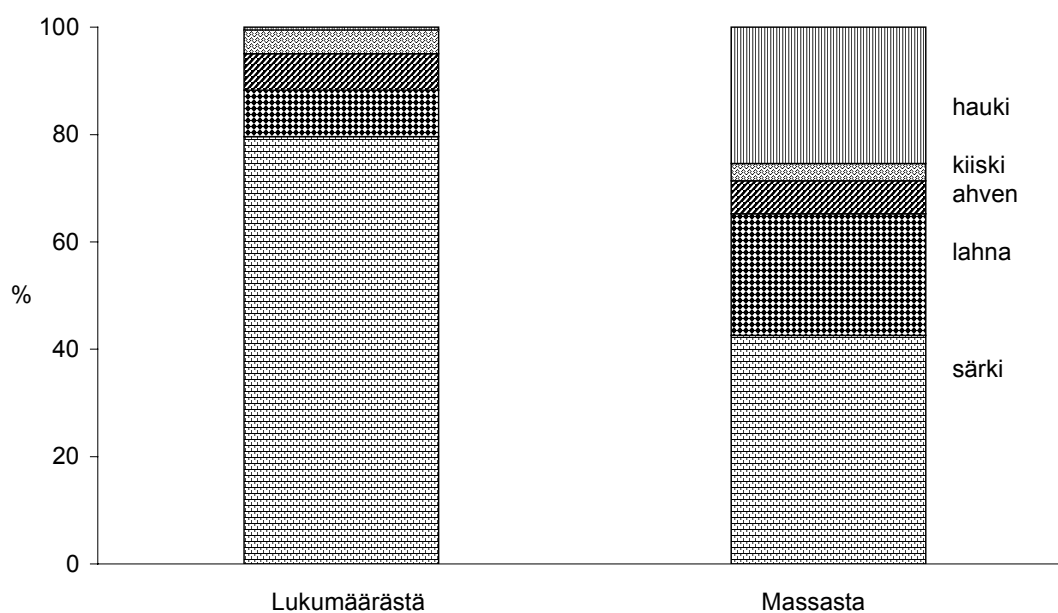
Kuva 22. Isojärven sedimentin typen (■) ja hiilen (▲) %-osuudet kuivamassasta, kuiva-aineen (○) %-osuus märkämässasta sekä hiili-typin -suhde (+).

### 3.8 Kalasto

Isojärven kalasto ja sen rakenne, on vuosien aikana vaihdellut olosuhteiden mukana. Suurin yksittäinen kalastoa muokkaava tekijä on ollut hapen pitoisuuden vaihtelu. Vuonna 1996 järven hapen loppuminen (kuva 12) aiheutti kalojen massakuoleman. Massakuoleman jälkeen järven kalayhteisö muuttui siten, että ahventen kasvu nopeutui huomattavasti ja saaliiksi saatiin paljon nykyistä suurempia ahvenia. Muitakin kalakuolemia on järvessä tapahtunut, mutta vain harva on dokumentoitu. Isojärvessä on ollut ainakin 1970-luvulla yksi selvitetty kalakuolema. Tuhon laajuudesta ei ole tietoa, mutta jotain asian merkittävydestä kertoo se, että aiheuttaja selvitettiin. Kalakuoleman aiheutti saprofyttinen ja etenkin rehevissä viihtyvä *Aeromonas hydrophila* -bakteeri ja sen aiheuttama ”läikkätauti”.

Isojärvellä esiintyy, vuonna 1999 NORDIC-yleiskatsausverkolla tehdyn koekalastuksen mukaan viisi kalalajia: särki (*Rutilus rutilus*), lahna (*Abramis brama*), ahven (*Perca fluviatilis*), kiiski (*Gymnocephalus cernuus*) ja hauki (*Esox lucius*) (kuva 23). Koekalastuksessa saatujen lajien lisäksi järvestä on saatu saaliiksi, ja tiedetään olevan jonkin verran kuhaa (*Stizostedion lucioperca*) ja satunnaisesti ankeriasta (*Anguilla anguilla*). Rapuja on ollut aiemmin järvessä ja laskuojassa runsaasti, mutta nykyään vain satunnaisia yksilöitä. Särkiä on vuoden 1999 koekalastuksen kaloista lukumäärältään eniten, noin 80 % ja massaltaan myös eniten, noin 40 %. Lahnojen osuus lukumäärästä on noin kymmenen prosenttia ja massasta noin 25 %. Haukia

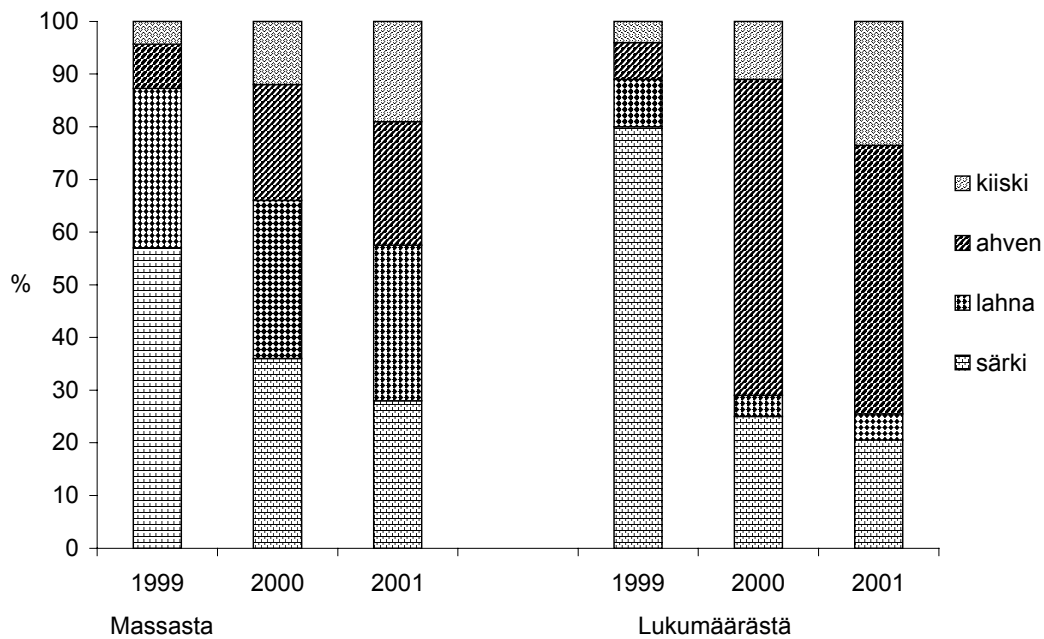
saatiin vain viisi kappaletta eli noin puoli prosenttia lukumäärästä, mutta kokonaismassasta hauet (keskimassa 880 g) muodostivat noin 25 %.



Kuva 23. Isojärven koekalastuksen, 24.-26.9.1999 saaliin prosentuaalinen jakauma lajeittain lukumäärästä ja massasta.

Isojärveltä on nuotattu kalaa kolmena jaksona (14.-18.7.2000, 23.-27.7.2001 ja 19.-30.8.2002) 2500 kg, 3000 kg ja 4600 kg eli yhteensä noin 10000 kg, ja nuottauksen tarkoituksena on ollut järven kunnostus. Hehtaarisaalessa oli vuonna 2000 94 kg, 2001 36 kg ja 2002 73 kg. Nuottauksissa on laskettu vapaaksi hauet, kuhat ja suuret ahvenet, eikä näistä siten tiedetä kuin lukumäärät. Vuoden 2002 nuottauksista tiedetään kokonaissaalis, mutta ei lajikohtaisia osuuksia.

Särjen osuus poisnuotatun kalan massasta oli vuonna 2000 suurin, 36 % ja vuotta myöhemmin hieman vähemmän eli 28 % (kuva 24). Vastaavat osuudet lukumäärästä ovat 25 ja 21 %. Lahnojen osuus massasta on ollut molempina nuottausvuosina 30 %, ja lukumäärästä neljä ja viisi prosenttia. Ahvenella osuus nuotatusta massasta on ollut 22 % ja 24 %, ja osuus lukumäärästä on laskenut 60 %:sta 50 %:iin. Kiiskellä sekä osuus nuotatusta massasta, että lukumäärästä on kasvanut muiden lajien osuuksien kustannuksella.



Kuva 24. Isojärven kalalajien %-jakauma massan ja lukumäärän mukaan, vuoden 1999 koeverkoissa ja 2000-2001 nuottauksissa, poislukien takaisin päästetyt kalat ja vuonna 1999 hauet.

Näistä tuloksista ei voida tarkasti päätellä todellisia osuuksia massoista ja lukumääristä, sillä eri menetelmät pyytävät kaloja eri tavalla. Pyydysten pyytävyys vaihtelee kalan lajin ja koon, pyyntiaikojen, säiden ja käyttäjien mukaan. Koeverkkosarjat 1999 antavat särjelle suuren osuuden sekä kokonaismassasta, että lukumäärästä (kuva 24). Kiisken ja ahvenen kokonaismassat ja lukumäärät jäävät verkkokalastuksissa paljon nuottauksia alhaisemmiksi. Nuotalla on kuitenkin mahdollista pyytää kalat varsin tarkasti nuotattavalta alueelta. Kalastoa arvioitaessa, nuottauksen tulokset ovat Isojärvellä lähempänä todellista myös siksi, että lähes koko järven alalla voidaan nuotata.

Lukumäärältään Isojärven runsaslukuisin kalalaji on ahven, joka jää massaltaan kuitenkin kolmanneksi (kuva 24). Massaltaan särki ja lahna ovat Isojärven yleisimmät lajit, mutta muidenkaan lajien osuudet eivät jää kauaksi näistä, sillä neljän yleisimmän kalalajin osuudet massasta, ovat kaikki kymmenen prosenttiyksikön sisällä toisistaan. Petokalojen massaosuutta ei ole tarkkaan määritetty muusta kuin koeverkkosarjasta, mutta menetelmän luonteen vuoksi nämä tulokset yliarvioivat petokalojen osuuden. Petokalojen massaosuus on kuitenkin paljon alle optimaalisen 30-40 %:n alapuolella. Kalakanta Isojärvellä on vinoutunut niin, että petokalat eivät pysty säätämään muuta kalakantaa, vaan säätelystä vastaa jokin muu tekijä.

### 3.9 Levät

Isojärvellä on ollut pitkään leväongelmia eli ongelmia sinilevien massaesiintymien vuoksi. Asiaa seurataan nykyisin paljon enemmän kuin aiemmin, joten tiheitä havaintoja on vain lähivuosilta ja satunnaisia havaintoja aiemmilta vuosilta. Vuoden 1991 elokuussa otetusta näytteestä suurin osa leväbiomassasta oli limalevää (*Gonyostomum semen*) ja toiseksi eniten sinileviä. Vuodesta 1997 saakka on kirjattu sinilevien esiintymistä uimarannan vedessä ja vain vuodelle 1998 ei ole merkintää sinilevistä.

Veden fysikaalis-kemiallisesta laadusta voi myös päätellä, että sinileväongelma on jatkunut pitkään. Korkeat ravinnepitoisuudet, sähkönjohtokyky ja emäksisyys antavat hyvät edellytykset sinilevien menestymiselle.

## 4 HYDROLOGIA

### 4.1 Vesitase

#### 4.1.1 Sadanta

Sadanta kertoo tietylle alueelle tietynä aikana sataneen vesimäärän paksuuden. Isojärven alueella, noin 17 km:n päässä sijaitsevan Vakkolan mittausaseman (nro 18802) mittausten mukaan, vuosina 1965-90 keskimääräinen sademäärä on ollut noin 650 mm a<sup>-1</sup>. Sademäärä on kuitenkin vaihdellut vuosien 1941-55, 1969-73 ja 1994-2001 aikana suuresti. Suurin sademäärä oli vuonna 1954, noin 900 mm a<sup>-1</sup> ja pienin vuonna 1947 noin 450 mm a<sup>-1</sup>. Sateisinta Isojärven alueella on keskimäärin kesällä ja syksyllä (taulukko 7).

Taulukko 7. Keskimääräiset sadannat ja niiden osuudet vuosisadannasta vuosina 1965-90 Porvoonjoen Vakkolan mittausasemalla (nro 18802).

|             | tammii | helmii | maalis | huhti | touko | kesä | heinä | elo | syys | loka | marras | joului | yht. |
|-------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-----|------|------|--------|--------|------|
| sadanta, mm | 44     | 33     | 36     | 37    | 38    | 50   | 78    | 84  | 70   | 66   | 62     | 58     | 656  |
| osuus, %    | 6,7    | 5,0    | 5,5    | 5,6   | 5,8   | 7,6  | 12    | 13  | 11   | 10   | 8,8    | 8,9    |      |

#### 4.1.2 Haihdunta

Haihduksella tarkoitetaan sitä vesimäärää mikä alueelta haihtuu yhteensä eri paikoista kuten veden pinnasta, kasveista, maasta, lumesta sekä näiden pinnasta. Haihdunta riippuu ilman lämpötilasta, suhteellisesta kosteudesta, tuulesta ja tulosäteilyn määrästä. Haihdunta voi olla suurempaa kuin sadanta ja näin on usein kesällä. Tämän johdosta vesistöjen pinnat usein laskevat kesäisin. Vuosikeskihaidunta on Isojärven alueella noin  $430 \text{ mm a}^{-1}$ . Veden pinnasta haihdunta on touko-lokakuussa noin  $370 \text{ mm}$  eli noin  $60 \text{ mm kk}^{-1}$ .

#### 4.1.3 Valunta

Valunta on se osa sadannasta, joka ei haihdu tai sitoudu. Kesällä hyvin suuri osa sadannasta haihtuu ja valuntaan ei jää paljoa vettä (taulukko 8). Syksyllä valunta kasvaa haihdunnan laskiessa noin puoleen. Talvella valunta on pääasiassa pohjavesivaluntaa. Keväällä valunnassa tulee huippu kun lumet sulavat ja talven sateiden tuomat vedet purkautuvat lyhyessä ajassa vesistöihin.

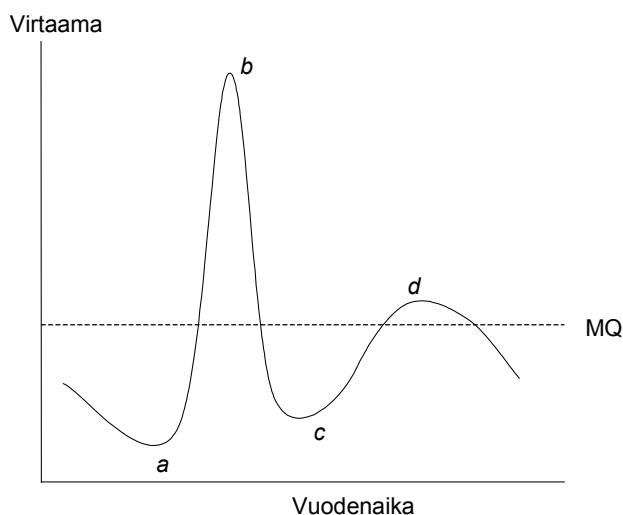
Taulukko 8. Keskimääräiset valunnat ja niiden osuudet vuosivalunnasta vuosina 1965-90 Porvoonjoen Vakkolan mittausaseman (nro 18802) virtaamista laskettuna.

|               | kevät +<br>talvi | touko | kesä | heinä | elo | syys | loka | marras | yht. |
|---------------|------------------|-------|------|-------|-----|------|------|--------|------|
| valunta, mm   | 157              | 49    | 13   | 10    | 14  | 18   | 30   | 38     | 330  |
| valunnasta, % | 48               | 15    | 4,0  | 3,2   | 4,3 | 5,5  | 9,0  | 12     |      |

#### 4.1.4 Virtaama

Järvestä uomaa pitkin tiettyinä aikana poistuvaa vesitilavuutta sanotaan virtaamaksi. Virtaama jakautuu yleisesti neljään vaiheeseen: talven minimiin, kevään maksimiin, kesän minimiin ja syksyn maksimiin (kuva 25). Näiden vaiheiden voimakkuudet ja ajankohdat ovat riippuvaisia valuma-alueesta ja säistä. Isojärvellä virtaama on keskimäärin  $120 \text{ l s}^{-1}$  valunnalla  $350 \text{ mm a}^{-1}$ . Virtaamasta ei ole olemassa mittaustietoja, mutta valuma-alueen perusteella voi päätellä, että kevätmaksimi on voimakas. Valuma-alueelta vesi tulee nopeasti järveen, koska valuma-alue on pieni, eikä siellä ole paljoa soita tai järviä jotka hidastaisivat veden purkautumista järveen, mutta vesi lähtee myös nopeasti järvestä pois.





Kuva 25. Virtaaman yleinen vuotuinen vaihtelu, jossa *a* on talven minimi, *b* kevään maksimi, *c* kesän minimi, *d* syksyn maksimi ja MQ keskimääräinen virtaama.

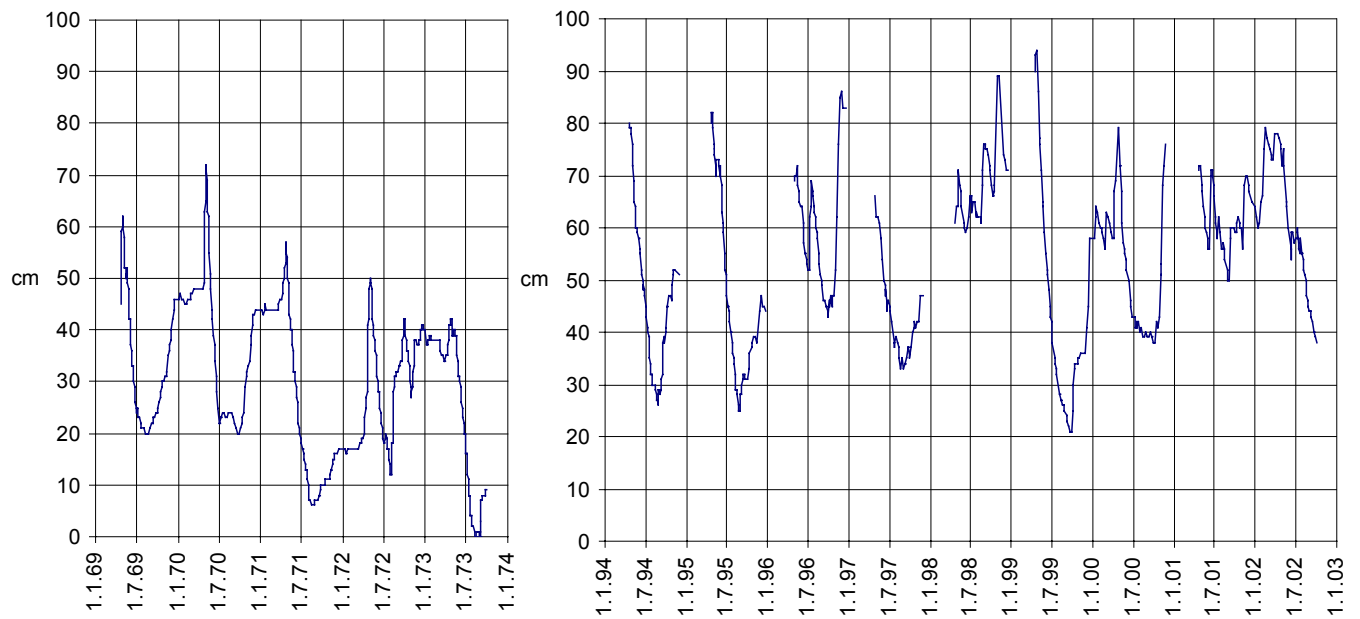
#### 4.2 Vedenpinnan korkeus

Vedenpinnan korkeuteen ja sen ajalliseen vaihteluun vaikuttaa kolme seikkaa: sadanta, haihdunta ja virtaama luusuasta.

Vedenpinnan korkeutta on Isojärvellä mitattu kolmen mittausjakson 1941-55, 1969-73 ja 1994-2002 aikana (kuva 26). Vedenkorkeuksissa näkyy vuosittaiset huiput kevätvalunnan ja syysvalunnan kohdalla. Isojärvellä nämä huiput ovat teräviä, koska valuma-alueella on vähän soita eikä ollenkaan järviä tasaamassa valumia. Sulamis- ja sadevedet tulevat järveen nopeasti ja näin myös vedenkorkeus nousee nopeasti. Valuma-alueen heikon vedenpidätyskyvyn vuoksi kuivina jaksoina järveen ei tule valuma-alueelta vettä ollenkaan. Vedenpinta voi laskea hyvin alas, koska haihdunta ja luusuasta virtaava vesi vähentävät jatkuvasti järven vesimäärää.

Vuosittainen yli- ja alivedenkorkeuden vaihtelu on ollut 18-73 cm (kuva 26). Pienin vaihtelu (18 cm) oli vuonna 1942 ja suurin (73 cm) vuonna 1999. Keskimääräinen vaihtelu on näillä kolmella jaksolla ollut 42 cm. Vaihtelun suuruus on ollut pääasiassa säästä riippuvaa, mutta valuma-alueella ja laskuojassa tehdyt toimenpiteet ovat myös vaikuttaneet. Muiden tekijöiden vaikutusta on hankala arvioida, mutta Isojärven vedenkorkeuteen niiden vaikutus on kuitenkin erittäin pieni. Vedenpinnan keskikorkeus on vuoden 1994-2002 aineistosta noin 54 cm eli 58,88 m merenpinnan yläpuolella. Muut keskikorkeudet ovat 1969-73 30 cm ja 1941-56 48 cm. Näitä korkeuksia ei voida verrata 1994-2002 korkeuksiin, koska kirjattujen tulosten suhdetta nollaan ei tiedetä.





Kuva 26. Isojärven vedenkorkeuden vaihtelut vuosien 1941-55, 1969-73 ja 1994-2002 tarkkailujaksoilla. Eri jaksojen arvoista voi verrata vaihtelua, mutta ei absoluuttisia korkeuden arvoja.

Vuoden 1942 pienen vaihtelun aiheuttaa se, että sadannasta noin 200 mm tuli heinä- ja elokuussa, eli aikaan jolloin normaalisti vedenkorkeus on alhainen ja laskussa. Suurin vedenkorkeuden vaihtelu vuonna 1999 johtui normaalia sateisemmasta talvesta, joka nosti keväällä vedenpinnan normaalia korkeammalle. Normaalia kuivempi ja lämpimämpi kesä aiheutti vedenpinnan laskun hyvin alas. Vedenpinnan lasku keskeytyi vasta lokakuussa, jolloin tulivat normaalia reilummat sateet. Vuoden 1999 sademäärä oli noin 600 mm, eli hieman normaalia alempi, mutta sen jakautuminen oli poikkeava. Kesän sateiden vähyys aiheuttikin yhden suurimmista kasvukauden aikaisista kuivuuksista 50-vuoteen.

Ylivesi laskee varsin nopeasti, jopa toistakymmentä senttiä vuorokaudessa, kuten toukokuussa 1945, sillä maa on luusuassa alavaa ja vesi voi ylittää luusuan kynnyksen suurelta leveydeltä (kuva 26). Vedenpinta voi laskea alhaisen virtaamankin aikana suuren haihdunnan ansiosta noin puoli senttiä päivässä.. Kovat sateet saavat vedenpinnan nousemaan myös nopeasti, kuten syyskuun lopussa 1946. Kuun lopulla satoi noin 160 mm, jolloin vesi nousi viikon aikana 20 cm, josta kuun viimeisenä päivänä 8 cm.

## 5 KUORMITUS

Kuormituksella tarkoitetaan ravinnekuormitusta, ja siitäkin vain typen ja fosforin kuormitusta. Kuormituksesta esitetään tässä erilaisia arvioita, joita on saatu matemaattisilla malleilla tai muiden Isojärvestä tekemistä arvioista. Tarkoituksena on saada suuntaa-antava kokonaiskuva eri kuormituslähteiden osuudesta ja siitä kuinka suuria näiden kuormittajien aiheuttamat typen ja fosforin kuormitukset suurinpiirtein ovat.

## 5.1 Pistekuormitus

Pistekuormitus on sellaista kuormitusta, joka tulee yhdestä pisteestä. Tällaisia ovat teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedet, jotka puretaan vesistöön yhdestä pisteestä, esimerkiksi putkesta tai tunnelista. Isojärven valuma-alueella ei ole yhdyskuntien jäteveden käsittelylaitoksia, eikä valuma-alueen ulkopuolelta myöskään johdeta Isojärveen yhdyskuntien jätevesiä. Teollisuutta valuma-alueella on vain yhdessä paikassa, aivan alueen eteläisimmässä osassa, valuma-alueen rajalla. Täällä sijaitsee vanha pianotehdas, jossa on nykyisin erilaisia pieniä verstaita. Pistemäistä kuormitusta ei siis tule lainkaan Isojärveen, eikä ole nähtävästi koskaan tullutkaan.

## 5.2 Hajakuormitus

Hajakuormituksella tarkoitetaan sellaista kuormitusta, joka tulee laajalta alueelta, eikä sillä ole yhtä selkeätä purkupaikkaa vesistöön. Tällaisia kuormituslähteitä ovat haja-asutus, metsätalous, maatalous, karjatalous ja luonnonhuuhtouma. Rannan äärellä olevan asutuksen voisi mieltää pistemäiseksi kuormittajaksi, jos jätevedet tulevat putkea pitkin järveen. Asutuksen lasketaan kuitenkin olevan hajakuormittaja, niin kauan kuin niillä ei ole keskitettyä jätevesien puhdistusta.

### 5.2.1 Haja-asutus

Valuma-alueen asutus ei ole keskittynyt tiiviiksi keskukseksi, vaan on hajallaan lähinnä Herman Onkimaan ja Halkian kylissä. Asutus on haja-asutusta, joka koostuu vapaa-ajanasunnoista ja vakituisen asumisen asuinrakennuksista (taulukko 9). Asuinrakennuksia on valuma-alueella yhteensä noin 79, joista noin puolet on aivan järven rannalla.

Taulukko 9. Asuinrakennusten, vapaa-ajan asuinrakennusten ja asukkaiden määrät Isojärven valuma-alueella kunnittain.

| Asuinrakennuksia,<br>kpl | Vapaa-ajan<br>asuinrakennuksia, kpl | Asukkaita,<br>henkilöä |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|

|           |    |    |     |
|-----------|----|----|-----|
| Mäntsälä  | 61 | 35 | 89  |
| Pornainen | 18 | 17 | 30  |
| yht.      | 79 | 52 | 119 |

---

Vuosittain asutus kuormittaa Isojärveä noin 100 kg:lla fosforia ja noin 400 kg:lla typpeä.

### 5.2.2 Metsätalous

Metsää valuma-alueesta on 46 %. Tarkkaa metsätalousmetsän määrää ei ole tiedossa, joten kuormituksen määrän arvioissa oletetaan kaiken metsän olevan talousmetsää. Metsätalouden vuosikuormitus on noin 40 kg fosforia ja 150 kg typpeä.

### 5.2.3 Maatalous

#### Peltoviljely

Valuma-alueella on peltoa 337 ha, mikä on pinta-alasta noin 28 %. Peltoviljelyn aiheuttama kuormitus on laskentatavasta riippuen 300-600 kg fosforia ja 3500-6500 kg typpeä vuodessa.

#### Karjatalous

Karjatiloja on alueella kaksi, joissa on nautakarjaa yhteensä noin 60 eläintä. Karjatalouden vuosittainen kuormitus on noin 25 kg fosforia ja 150 kg typpeä.

### 5.2.4 Luonnonhuuhtouma

Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan sitä osaa kuormituksesta, joka tulee valuma-alueelta ilman ihmistoiminnan vaikutusta. Tämä kuormitus on laskettu muihin kuormittajiin jo valmiiksi mukaan, joten tämä lasketaan koko valuma-alueelta, vesipinta-ala poislukien, tulevaksi. Usein puhutaan myös taustakuormituksesta, joka kertoo, että sitä on aina mukana.

Luonnonhuuhtouman järveen vuosittain tuoma kuormitus on noin 100 kg fosforia ja 3000-8000 kg typpeä.

### 5.2.5 Laskeuma

Laskeuma on se kuormitus, mitä taivaalta tulee suoraan järveen. Laskeuman laskeminen on periaatteessa kuormituksen osista helpoin ja tarkin, koska tarvitaan vain kaksi tietoa: järven pinta-ala ja tiedot soveltuvimman mittausaseman laskeumasta. Laskeuman mukana tuleva fosfori on peräisin ilmassa olevista partikkeleista, jotka ovat lähtöisin eroosiosta, puun polttamisesta, siitepölystä, lannoite-, sementti-, metalli- ja kaivannaisteollisuudesta. Typen laskeuma on peräisin energiantuotannosta, teollisuudesta, liikenteestä, karjataloudesta ja turkistaloudesta.

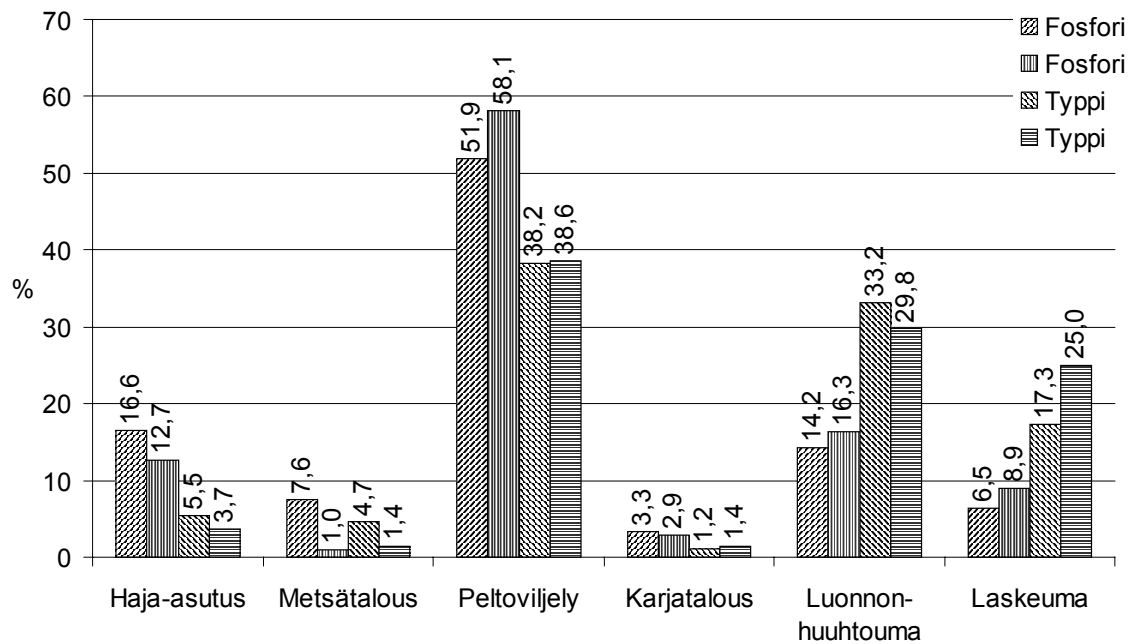
Laskeuman laskemisessa on käytetty Lammin ja Utin mittausaseman vuoden 1998 laskeuma-arvoja. Näistä saadaan laskeuman järveen tuomaksi kuormitukseksi 25-50 kg fosforia ja ja 1600-2400 kg typpeä.

### 5.3 Kokonaiskuormitus

Kokonaiskuormitus on osakuormittajien summa. Fosfori- ja typpikuormituksen kokonaismäärät voidaan arvioida myös laskemalla käyttäen valuma-alueen peltoprosenttia 28.

Valuma-alueen kuormituksen vuosittaiseksi kokonaismääräksi saadaan noin 700-800 kg fosforia ja 8500-13000 kg typpeä.

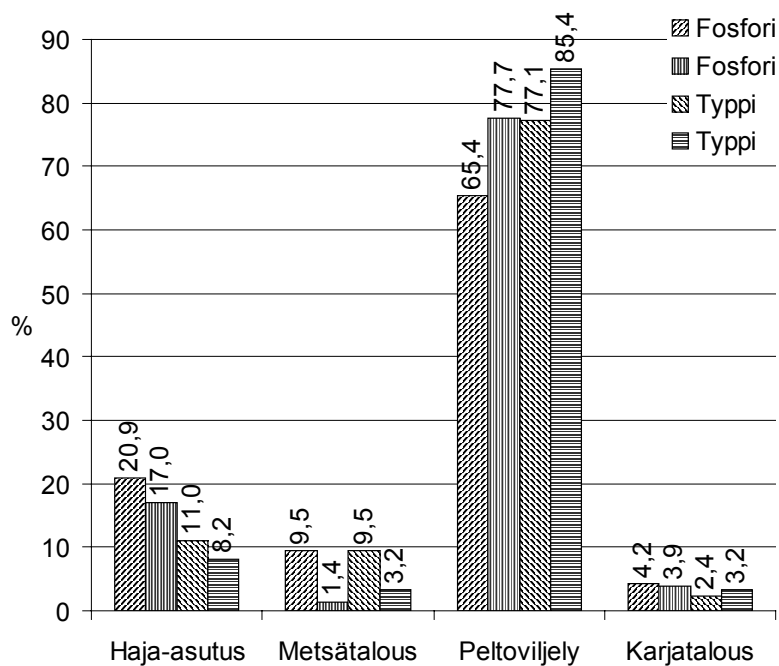
Haja-asutuksen osuus fosforin kokonaiskuormituksesta on noin 17 % ja typen kuusi prosenttia (kuva 27). Metsätalous vastaa kahdeksasta prosentista fosforin ja viidestä prosentista typen kuormituksesta. Maatalouden kuormitus yhteensä on 55 % fosforista ja 39 % typestä. Luonnonhuuhtouma ja laskeuma aiheuttavat kuormituksen fosforista 21 % ja typestä 50 %.



Kuva 27. Isojärven fosfori- ja typpikuormituksen jakautuminen eri lähteiden mukaan.

Mikäli luonnonhuuhtouma ja laskeuma jätetään pois, saadaan kuormitus, joka on valuma-alueella tapahtuvan ihmistoiminnan vaikutuksesta peräisin (kuva 28). Tässä ihmispainotteisessa kuormituksessa haja-asutus vastaa viidenneksestä fosforin ja kymmenesosasta typen kuormituksesta. Metsätalouden osuudet ovat kymmenesosa sekä fosforista, että tystä. Peltoviljelyn ja karjatalouden osuudet kun lasketaan yhteen, saadaan maatalouden osuus kokonaisuudessaan. Maatalouden osuus fosforin kuormituksesta on yhteensä 70 prosenttia ja typen 80 prosenttia.

Maatalous on ylivoimaisesti suurin Isojärven kuormittaja, sekä fosforin että typen osalta (kuvat 27 ja 28). Ainoastaan typen osalta luonnonhuuhtouma ja laskeuma yhteenlaskettuna saavat suuremman osuuden.



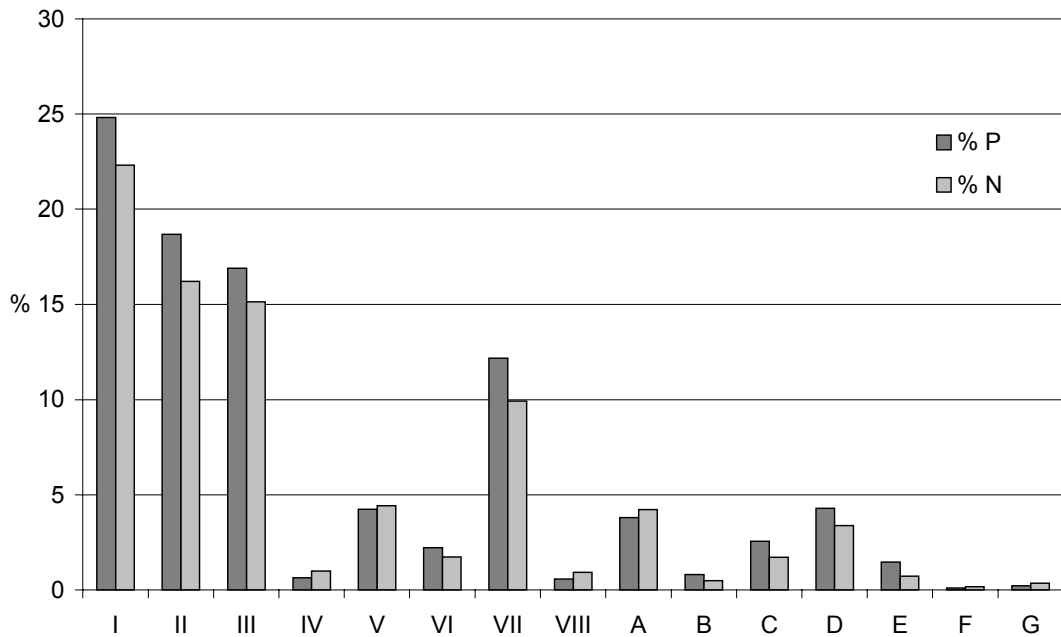
Kuva 28. Isojärven valuma-alueen ihmisen toiminnan aiheuttaman fosfori- ja typpikuormituksen jakautuminen eri lähteiden mukaan.

#### 5.4 Kuormitus valuma-alueen osittain

Valuma-alue on jaettu osiin, joista selkeästi ojallisia ovat I-VIII ja ojattomia A-G (kuva 2). Kuormituksen osituksessa on otettu huomioon myös Isojärveen suoraan tuleva laskeuma (kuva 29). Eniten kuormitusta tulee suurimmalta valuma-alueen osalta I, jonka osuus fosforikuormituksesta on noin 25 % ja typen 23 %. Toiseksi suurin kuormitus on osalta II ja kolmanneksi suurin osalta III. Näiltä alueilta tulevan fosfori- ja typpikuormituksen osuudet ovat 15-20 %. Neljänneksi eniten kuormitusta tulee alueelta VII, jonka osuus on 10-13 %.

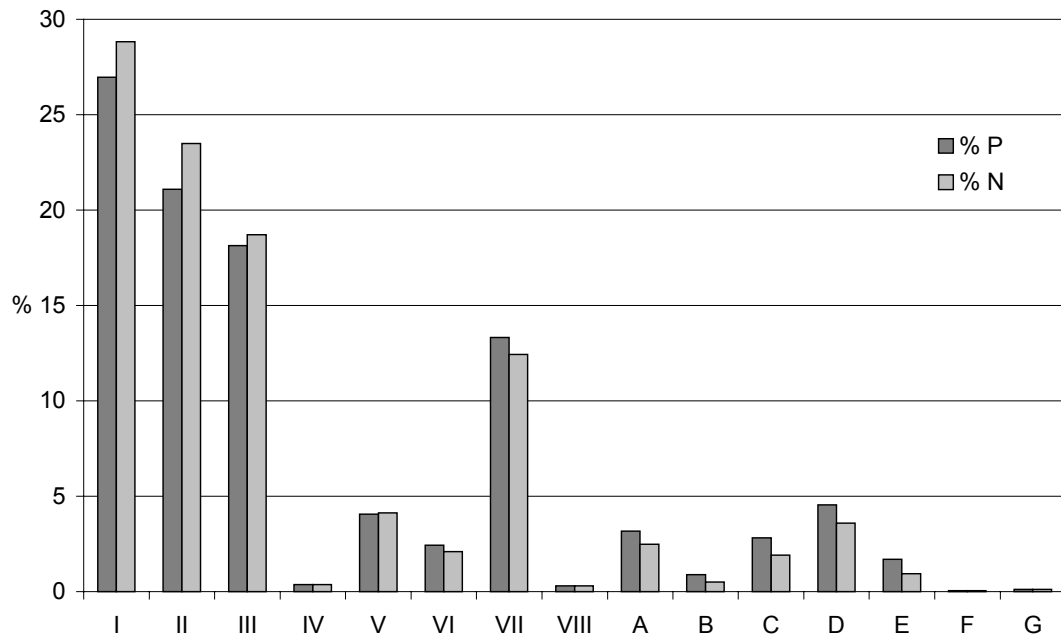
Kaikille näille neljälle alueelle on yhteistä se, että alueiden pinta-alat ovat suurimmat ja peltoviljelyn määrät ovat suuret. Alueella VII sijaitsee peltoviljelyn lisäksi lähes kaikki valuma-alueen karja. Valuma-alueen koko kasvattaa luonnonhuuhtouman osuutta, ja tekee tämän Isojärven osalta merkittäväksi tekijäksi (kuva 29). Luonnonhuuhtouman osuus fosforin kuormituksesta on 14 % ja typen osuus 33 %, ja näin suuret osuudet vääristävät kuvaa siitä, mikä on valuma-alueiden osilla ihmistoiminnan merkitys. Samoin vaikuttaa laskeuma, vaikka kyseessä onkin paljolti ihmistoiminnan tulos, se ei ole pelkästään valuma-alueen ihmisten toiminnan tulos.





Kuva 29. Isojärven valuma-alueen osilta (I-VIII ja A-G) tulevan typpi- ja fosforikuormituksen osuudet (%) järven kokonaiskuormituksesta.

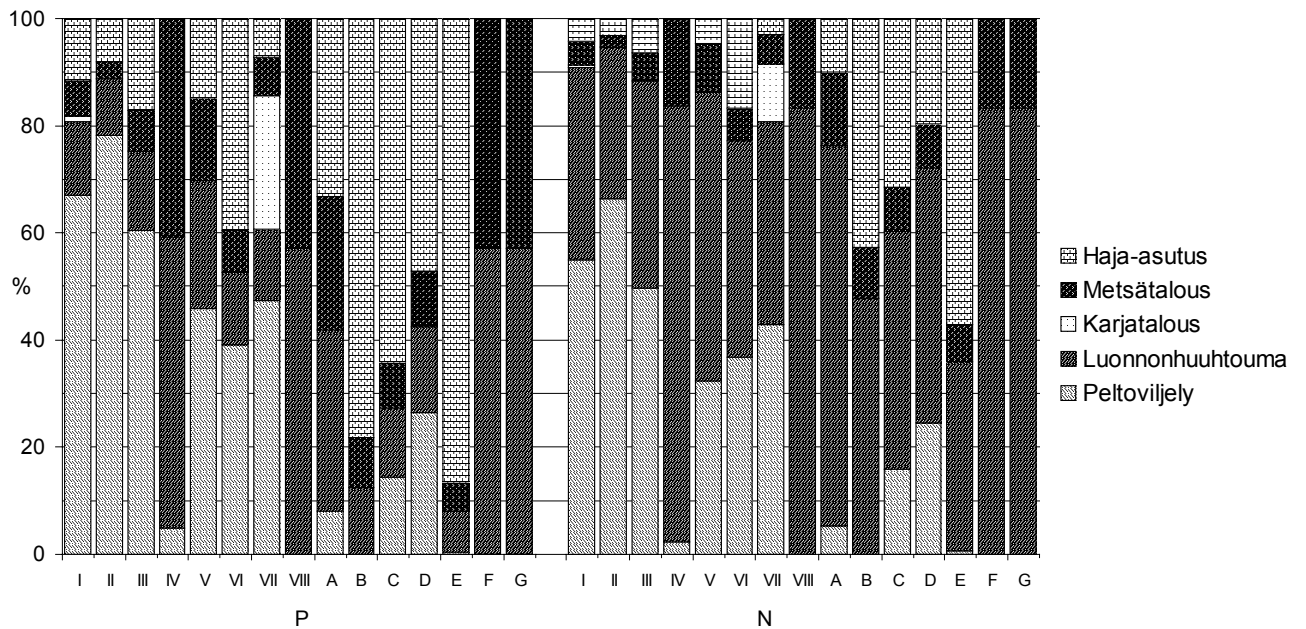
Valuma-alueen ihmistoiminnan vaikutuksesta (laskeuma ja luonnonhuuhtouma pois) tuleva kuormitus on lähtöisin pääasiassa neljältä alueelta I-III ja VII (kuva 30). Näiltä neljältä alueelta tulee fosforin kokonaiskuormituksesta 73 % ja typen 64 %, mutta ihmistoiminnan aiheuttamasta fosforin kuormituksesta peräti 80 % ja typen 83 %.



Kuva 30. Isojärven valuma-alueella tapahtuvan ihmistoiminnan aiheuttaman typpi- (N) ja fosforikuormituksen (P) jakautuminen (%) valuma-alueen osittain (I-VIII ja A-G).

Ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus jakautuu järvelle erittäin voimakkaasti. Valuma-alueilta I-III tulevat ojat laskevat vetensä Isojärveen 200 m:n sisällä toisistaan (kuva 2). Toinen suurta kuormitusta saava kohta, on järven koilliskulmassa, jonne valuma-alueen osalta VII tuleva oja laskee vetensä. Muuten jäljelle jäävä kuormitus jakautuu tasaisesti eri kohdista järveen.

Peltoviljelyn on suurin kuormittaja valuma-alueen osilla I-III ja VII, joilla se vastaa 50-80 %:a sekä fosforin että typen kuormituksesta (kuva 31). Valuma-alueen osalla V, peltoviljely on fosforissa suurin kuormittaja, mutta typessä toiseksi suurin luonnonhuuhtouman jälkeen. Luonnonhuuhtouma on suurin kuormittaja valuma-alueen osilla IV, VIII, A, F ja G. Haja-asutuksen kuormituksen osuus on suurinta valuma-alueen osilla B, C, D ja E.



Kuva 31. Isojärven valuma-alueen osien (I-VIII ja A-G) fosforin (P) ja typen (N) kuormituksen jakautuminen (%) kuormittajien kesken.

## 6 AIEMMAT MERKITTÄVÄT TOIMENPITEET JA SUUNNITELMAT

Isojärveen liittyen on tehty useita suunnitelmia, joista osa on toteutunut ja osa jäänyt suunnitelma-asteelle. Seuraavassa käydään läpi merkittävimpiä suunnitelmia ja hankkeita.

## 6.1 Suunnitelma vedenpinnan laskemiseksi, 1905

Maanviljelysinsinööri G.I. von Fieandt teki vuonna 1905 ensimmäisen laajan suunnitelman Isojärven laskemiseksi. Suunnitelman tavoitteena oli vähentää Halkianojan ja Isojärven tulvimisesta aiheutuvaa haittaa ja vapauttaa tulvivia alueita viljelyskäyttöön. Isojärven tulvavedet nousivat jopa 2,5 km:n päähän järvestä. Suunnitelmassa järven pintaa oli tarkoitus laskea siten, että matalanveden taso laskee 1,19 m:llä ja tulvaveden taso 1,00 m:llä. Tämä tehtäisiin perkaamalla ja syventämällä Onkimaanjärvenojaa eli järven laskuojaa. Järvenomistajien enemmistö hyväksyi von Fieandtin esittämän suunnitelman, joka sai myöhemmin luvan Uudenmaan läänin kuvernööriltä. Senaatti myös myönsi 27.2.1917 suunnitelman toteuttamiseen haetun lainan. Järvenomistajien enemmistö hyväksyi Halkian kylässä pitämässään kokouksessaan 24.3.1917 annetun lainan ja allekirjoitti velkasopimuksen. Jäljelle jäi enää kokouksesta poissaolleiden allekirjoitusten saaminen velkasopimukseen, ennen kuin projekti voisi lähteä käyntiin.

Useat osakkaat olivat kuitenkin tyytymättömiä saamaansa valtionapuun ja 16.4.1917 pidetyssä kokouksessa, osakkaat päättivät jättää koko Isojärven laskemisen sikseen. Tähän kuitenkin tarvittiin viranomaisen toimenpidettä ja maanviljelysinsinööri piti 11.5.1917 uuden kokouksen, jossa asiaa käsiteltiin. Kokouksessa selvisi, että hankkeen vastustajat olivat polttaneet kerättyjä velkakirjoja, ja näin vaikuttaneet projektin etenemiseen. Nimiä keränneet toimitsijamiehet olivat tämän jälkeen vakuuttuneita siitä, etteivät he saisi enää aikaiseksi täydellistä yhteenliittymistä projektin taakse. Tämän johdosta koko projekti raukesi.

Toukokuun kokouksessa kävi myös ilmi, että von Fieandtin suunnitelman pohjana oleva vedenpinnan lasku koettiin liian suureksi. Osakkaiden yleinen mielipide vedenlaskun määräksi tuntui olevan noin puoli metriä vähemmän kuin von Fieandtin suunnitelmassa käyttämä 1,00-1,19 m.

## 6.2 Suunnitelma vedenpinnan laskemiseksi, 1926

Edellisen, von Fieandtin, suunnitteleman projektin raukeamisen jälkeen Halkian kyläläiset halusivat yhä viljelyskäyttöön maitaan, joille vesi nousi tai jotka pysyivät pitkään vettyneinä. Halkian kyläläiset pyysivät suunnitelmaa Isojärveen laskevan Halkianojan ja sen sivuhaarojen perkauksesta. Suunnitelmalla kyläläiset toivoivat saavansa Halkianojan varrella olevat vetiset alueet viljelyskäyttöön. Ensimmäinen kokous pidettiin 4.3.1925 Halkian kylän Etu-Huovilassa.

Selvitysmies P.W. Nuutila selvitti läsnäoleville laatimansa Halkianojan perkaussuunnitelman ja kustannusosittelun. Nuutila kertoi myös omana mielipiteenään, että yritys on varsin kannattamaton Isojärveä laskematta. Kokous päättikin yksimielisesti jättää Halkianojan suunnitelman toistaiseksi toteuttamatta. Suunnittelua päätettiin jatkaa selvittämällä tuleeko hanke kannattavammaksi Isojärveä laskemalla, ja miten tämä tulisi toteuttaa.

P.W. Nuutilan suunnitelman tarkoituksena oli laskea Isojärven pintaa ja vapauttaa maita tulvilta ja vettymiseltä. Lisähyötynä laskettiin hallanarkuuden väheneminen Halkianojan ja Onkimaanjärvenojan varrella olevilla mailla. Työ oli tarkoitus tehdä perkaamalla ja syventämällä Onkimaanjärvenoja ja Halkianoja sivuhaaroinen. Maata suunnitelmassa tarvitsi siirtää yhteensä noin 22.000 m<sup>3</sup> josta 15 m<sup>3</sup> kalliota. Tällä suunnitelmalla Nuutila laski saatavan hieman yli 200 ha maata (taulukko 10) normaaliin hyötykäyttöön.

Taulukko 10. Isojärven vedenpinnan laskulla hyötykäyttöön saatava maa.

| Maan laatu               | Pinta-ala (ha) |
|--------------------------|----------------|
| Peltoa ja suoviljelystä  | 100,23         |
| Niittyä                  | 69,48          |
| Hyvin lahonnutta rämettä | 9,74           |
| Lahoamattomampaa rämettä | 19,53          |
| Vesijättöä               | 8,31           |
| yht.                     | 207,29         |

Suunnitelman toteuttamisen ongelmana oli edelleen se, että kaikkia vesialueen omistajia ei vedenpinnan lasku kiinnostanut. Hankkeessa syntyvästä hyötyalasta 80 % oli Halkiankylän omistamaa ja näiden maiden omistajilla oli vain viiden prosentin omistus vesialueeseen. Herman Onkimaan kylä omisti yksin noin 5/6 koko järvestä ja näin pystyi yksin määräämään järven laskusta. Vuoden 1905 suunnitelmista oli jäänyt muutenkin eripuraa kylien välille, joten Nuutila ajatteli olevan väärin, että laskua vastustavien ”ei mainittava haitta” voisi estää Halkian kylän vesiperäisten maiden kuivattamisesta aiheutuvaa hyötyä. Maanparannuksen arvoksi laskettiin nykyrahassa 74 000 €, kun työstä aiheutuneet kulut olivat 50 000 €. Suurin osa Herman Onkimaan veden omistajista ilmoitti kokouksessa kuitenkin vastustavansa veden laskua ”kauneussyistä”. Nuutilan mielestä tämä ei tuntunut todelliselta syyllä, koska veden pinta alenee ”ainoastaan puoli metriä”, ja ”rantaviiva tulee olemaan ainoastaan keskimäärin 20 m sisempänä entisestä rantaviivasta ja varsinaisen Herman Onkimaan kylän kohdalla ainoastaan 5-15 m”.

Nuutila katsoi, että järven pintaa voidaan lain mukaan alentaa järven omistajien enemmistön vastustuksesta huolimatta, koska saadut hyödyt ovat suuret, ja haitat merkityksettömiä hyötyihin

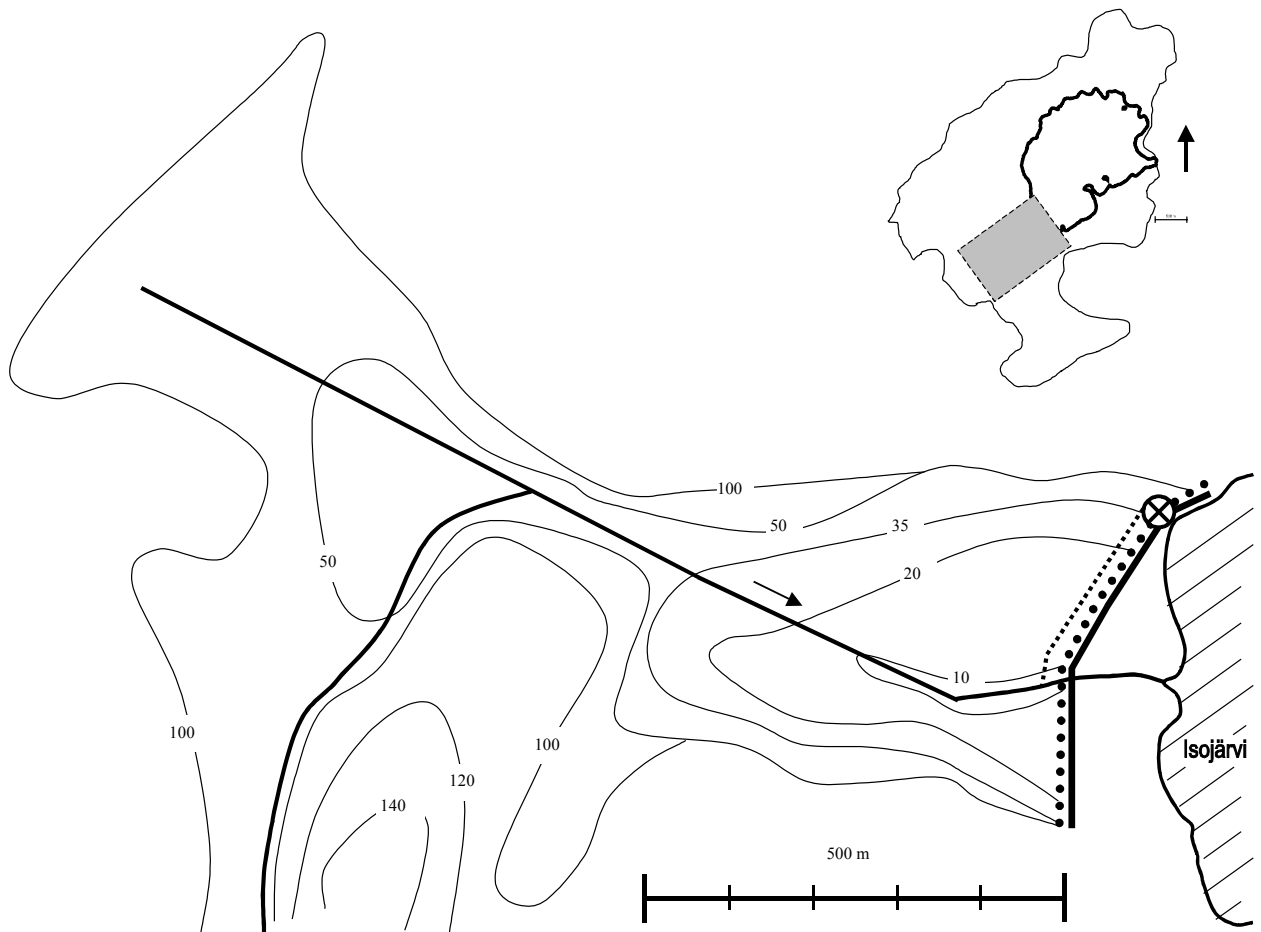
verrattuna. Laskemistyö katsottiin voitavan tehdä kahdessa vuodessa mutta siihen tulisi varata aikaa viisi vuotta. Maaherra ei pitänyt hanketta tarpeeksi hyödyllisenä ja siten hylkäsi laskemisyhtiön hakemuksen 20.4.1929.

### 6.3 Onkimaanjärvenojan perkaussuunnitelma, 1930-luku

Isojärven laskuojan, Onkimaanjärvenojan, varrella olevat viljelijät olivat tyytymättömiä aiempien suunnitelmien kariutumiseen. Korkeimman oikeuden evättyä vuoden 1926 suunnitelman, halusivat nämä viljelijät sellaisen suunnitelman, jossa vedenpintaa ei laskettaisi, mutta Onkimaanjärvenojan varren peltojen tulvahaitat vähenisi. Uudenmaan ja Hämeen maanviljelysinsinöörille esitettiin 5.1.1930 pyyntö, että siellä tehtäisiin suunnitelma näiden tavoitteiden toteuttamiseksi. Hankkeen päämieheksi esitettiin Väinö Levelää, joka oli aiemmin tullut esiin järven laskun vastustajana. Tämän projektin toteutumisesta tai toteutumatta jäämisestä ei löydy tietoja. Jos perkauksia on tehty, niin ne on tehty kaukana järvestä ja luultavasti siten, ettei vedenkorkeuksiin järvessä ole vaikutettu.

### 6.4 Onkimaanjärven pengerrys, 1940-74

Halkian- ja Nummisten kylien maanviljelijät halusivat edelleen saada voimaperäisen peltoviljelyn edellyttämän kuivatustilan Isojärven vaikutuksesta kärsiville pelloilleensa ja hakivat apua 22.9.1940 Helsingin piirinmaanviljelysinsinööriltä. Laaditussa suunnitelmassa haittojen vähentäminen oli tarkoitus tehdä rakentamalla penger, joka estäisi vesiä nousemasta Halkianojaa ja alavia maita pitkin pelloille (kuva 32). Pelloilta valuva vesi tarvitsisi vain pumpata penkereen yli järveen. Tällaiseen suunnitelmaan ryhdyttiin, koska Halkian viljelijät tiesivät, etteivät he saisi vielääkään hermanonkimaalaisilta tarvittavaa suostumusta järven laskuun ja pengerrykseen tätä lupaa ei tarvittaisi.



Kuva 32. Isojärven pengerryssuunnitelman uuden ojan (....), penkereen (●●●) ja pumppuaseman (⊗) paikka sekä korkeuskäyrät (cm) järven keskiveden pinnasta.

Hanke jäi kuitenkin vain suunnitelmaksi, koska rakentamisesta ja käytöstä syntyviä kustannuksia pidettiin liian korkeina saavutettuun hyötyyn nähden, eikä yksimielistä päätöstä saatu aikaan. Valtion rahoituksen puuttuminen oli myös ratkaisevassa asemassa. Hanke loppui kokonaan siihen, kun Länsi-Suomen vesioikeus antoi Halkian viljelijöiden pyynnöstä 7.11.1974 päätöksen hakemuksen perumisesta.

### 6.5 Onkimaanjärvenojan perkaus, 1960-1974

Onkimaanjärvenojan varrella olevat maanviljelijät rupesivat viemään ojan perkaushanketta aktiivisesti eteenpäin 1960-luvulla. Alueen viljelijät toimittivat hakemuksen toimituksen aikaansaamiseksi asutushallitukseen 7.11.1960. Laskuojan perkauksen tarkoituksena oli vapauttaa ojan vaikutusalue tulvista ja tehdä alueen salaojittaminen mahdolliseksi.

Perkauksesta tehtiin kaksi eri vaihtoehtoista suunnitelmaa. Ensimmäisessä suunnitelmassa perkaus oli tarkoitus aloittaa noin puolen kilometrin päässä luusuasta. Toisessa suunnitelmassa perkaus oli tarkoitus ulottaa alkavaksi Isojärvestä, jolloin järven luusuahan rakennettaisiin pato

säätämään veden korkeutta. Näistä kahdesta vaihtoehdosta valittiin ensimmäinen, koska toisessa vaihtoehdossa perkaus- ja padonrakennuskustannukset olisivat nostaneet luusuan maanomistajan kuluja huomattavasti. Perkaus tehtiin kahden vuoden aikana ja se valmistui vuonna 1971.

## 6.6 Vaikutukset

Isojärven alueen asukkailla ja mökkiläisillä on epäily siitä, että järven laskuojassa olisi tehty laittomasti toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on ollut Isojärven vedenpinnan laskeminen. Laskuojassa on räjäytetty kalliota ja perattu uomaa, eikä näistä toimista löydy tietoa milloin tämä on tehty tai kuka on tämän tehnyt. Keskivedenkorkeuteen räjäytyksillä on voinut olla vaikutusta vain siinä tapauksessa, että luusuan kynnystä olisi räjäytetty ja siitä ei ole tietoa onko näin tehty. Laskuojan räjäytyksien ajankohdasta on vain suullinen tieto, jonka mukaan sitä ei ole tehty ainakaan vuoden 1940 jälkeen. Tämän tiedon puolella on myös se, että paikan kasvillisuus on sellaista, että sen kehittyminen on kestänyt pitkään. Useissa ympäristöhallinnon papereissa Isojärveä pidetään järvenä, jonka pintaa on laskettu. Jos järven pintaa on todella laskettu, sen on täytynyt tapahtua ennen 1900-lukua. Ei ole kuitenkaan täysin poissuljettua se, että laskuojassa tehdyt louhimiset olisivat 1900-luvun alusta. Olisi vain hyvin yllättävää, ettei asiasta ole mitään kirjallisia mainintoja vaikka ne olisi tehtykin salaa, koska silloin tunteet ovat käyneet hyvin kuumina ja tällaisen asian pitäminen salassa olisi ollut hyvin vaikeaa. Ne toimenpiteet, joita laskuojassa on 1900-luvulla virallisesti tehty, eivät ole voineet laskea järven pintaa huomattavasti, mutta ovat voineet vaikuttaa järven aliveden korkeuksiin. Vuonna 1906 tehty Isojärven syvyyskartta myös todistaa, etteivät järven syvyydet ole pienentyneet kuin hieman nykyiseen verrattuna (kuva 4). Madaltuminen on selitettävissä valuma-alueelta tulevan ja järvestä syntyvän aineksen normaalilla madaltavalla vaikutuksella.

## 7 VEDENKORKEUDEN VAIHTELUIDEN VÄHENTÄMINEN

### 7.1 Veden johtaminen Mäntsälänjoesta

Vedenpinnan nostoon ja halutulla tasolla pitämiseen, sekä laadullisesti huonon veden poishuhtomiseen voidaan käyttää toisesta vesistöstä johdettua vettä. Mäntsälänjoki on Isojärveä lähinnä oleva vesistö ja siksi veden johtaminen sieltä olisi helppoa. Vettä tarvitsisi pumpata



valuma-alueen läntisimmästä kolkasta, vain muutaman sadan metrin päässä olevasta Mäntsälänjoesta, harjanteen yli Isojärven valuma-alueelle.

Alueen vesistöt ovat vähäjärvisiä jokivesistöjä, joiden kesäalivirtaamat saavutetaan yleensä jo kesäkuun lopulla. Tämän vuoksi Mäntsälänjoessa ei ole paljoa vettä kuivaan aikaan, joten veden riittävyys Isojärven pinnan nostoon on varsin kyseenalaista. Veden kemiallinen laatu Mäntsälänjoessa laskee kuivaan aikaan sellaiselle tasolle, että se on huonompaa kuin Isojärven vesi. Tällaisen, kemialliselta laadultaan, huonomman veden johtaminen ei ole järkevää. Mäntsälänjoen vedellä pystyttäisiin vaikuttamaan käytännössä vain Isojärven veden korkeuteen, laadulliset ongelmat järvellä saattaisivat vain pahentua.

Järven leväongelmaan puhtaamman veden johtaminen voisi periaatteessa tuoda parannusta. Viimeinen este on luvan saaminen veden johtamiseen, sillä tällaisen luvan saaminen on lähes mahdotonta.

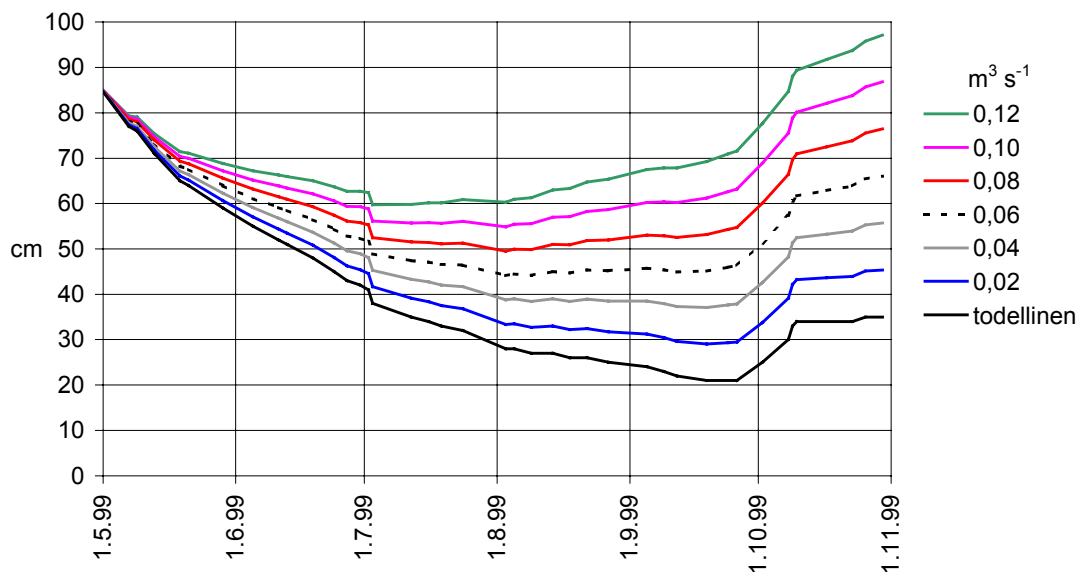
## 7.2 Padon rakentaminen luusuuan

Padon rakentamisen tarkoituksena olisi ehkäistä kiusallisen alhaisen vedenkorkeuden haittoja. Pato vaikuttaisi siten, että vedenpinta olisi normaalia korkeammalla, kun virtaama luusuasta loppuu. Näin saataisiin lisää vesitilavuutta ja syvyyttä. Syntyneen vesivaraston avulla selvittäisiin kesästä ilman alhaisen aliveden haittoja ja talvella happikadon riski pienenesi happivaraston kasvun myötä.

Ongelmana on kuitenkin se, että suuri osa vedenpinnan laskusta on haihtumisesta johtuvaa. Järvestä haihtuu touko-lokakuussa noin 500 mm vettä eli veden pinta laskee pelkästään haihtumisen vuoksi noin puoli metriä ellei tilalle sada korvaavaa vettä. Samana aikana suoraan järveen sataa vettä keskimäärin noin 360 mm ja valuma-alueelta tuleva valuma nostaa pintaa noin 190 mm eli sateen vaikutus on noin 550 mm. Jos valumasta jätetään pois syys- ja lokakuun sateet, jää jäljelle enää noin 50 mm. Syys- ja lokakuussa kuukausittainen haihdunta on paljon huhti-elokuuta alhaisempaa, joten sateen ja haihdunnan vaikutus tasaantuu vasta touko-lokakuu – jakson lopussa.

Luusuasta virtaa keskimäärin  $0,12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  eli touko-lokakuun aikana järven pinta laskee tämän vaikutuksesta noin 600 mm. Virtaama ei kuitenkaan vaikuta tilanteeseen näin dramaattisesti, koska suuri osa virtaamasta ajoittuu kevään sulamisvesien ja syksyn sateiden aikaan.

Keskimääräinen virtaama ei siis anna oikeaa kuvaa virtaaman vaikutuksesta. Tilannetta voidaan arvioida poistamalla vedenkorkeudesta on virtaaman vaikutus eri virtaaman arvoilla (kuva 33).

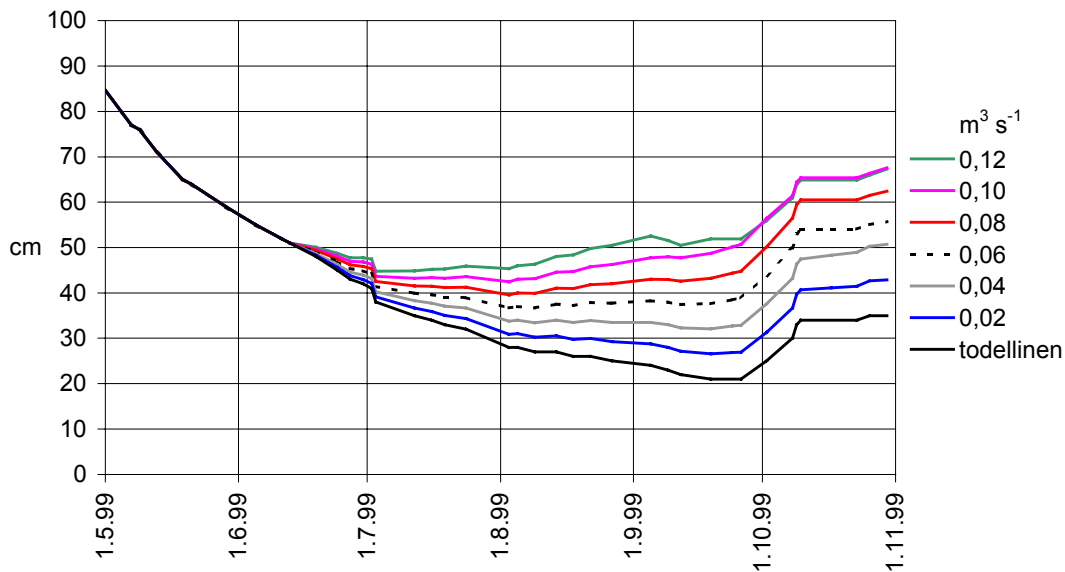


Kuva 33. Vedenpinnan todellinen korkeus vuonna 1999, sekä vedenkorkeudet eri suuruisilla virtaamilla ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ), joiden vaikutus on poistettu jo jakson alussa.

Eri suuruisilla virtaamilla saadaan virtaaman poistamisella nostettua alivedenkorkeutta, vuonna 1999, eli jakson kuivimpana kesänä 10-50 cm. Yliveden korkeudet nousisivat vielä reilusti enemmän. Vedenpinnan nouseminen toisi ongelmia järven rannoilla, koska osa alueen mökeistä on rakennettu erittäin lähelle ylivedenkorkeutta. Muutamien kymmenien senttien ylivedenpinnan nousu saattaisi aiheuttaa vahinkoa mökeillä, ja peltojen kuivuminen saattaisi myös viivästyä.

Käytännössä järkevintä olisi rakentaa luusuassa olevan kalliokynnyksen kohdalle pohjapato ja näin korottaa kynnystä. Kynnyksen korotus sentillä nostaisi aliveden korkeutta periaatteessa myös sentillä. Järven vesitilavuus kasvaisi kymmenen sentin nostolla 6,6 %. Kesällä veden pinta normaalisti kuitenkin laskisi, koska valuma-alueelta ei tule riittävästi vettä, jotta se riittäisi korvaamaan järvestä haihtuvan veden. Pato lopettaisi veden virtaamisen järvestä normaalia aiemmin. Padon rakentaminen vaikuttaisi siten vain alivedenkorkeuteen, ja niiden haittoihin ja mahdollisesti talvisiin happitilanteisiin, jos edeltävä syksy on vähäsateinen.

Virtaaman pysäyttäminen nykyisen keskivedenkorkeuden eli noin 50 cm:n kohdalla nostaisi aliveden korkeutta eri virtaamilla 8-30 cm (kuva 34). Keskivirtaamalla ( $0,12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) alivedenkorkeus saavutettaisiin jo heinäkuun alussa eli kaksi kuukautta todellista aiemmin ja noin 25 cm todellista korkeampana.



Kuva 34. Vedenpinnan todellinen korkeus vuonna 1999, sekä vedenkorkeudet eri suuruisilla virtaamilla ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ), joiden vaikutus on poistettu vedenkorkeudella 52 cm.

Todellinen vaikutus pohjapadon rakentamisella nykyiselle keskivedenkorkeudelle on epäselvää, koska virtaamat vaihtelevat vedenkorkeuden mukaan. Kesällä jäädyään kuitenkin selvästi keskivirtaaman alapuolelle, joten padon rakentaminen keskivedenkorkeudelle vaikuttaa alivedenkorkeuteen parhaimmillaankin vain parikymmentä senttiä. Pienikin pinnan nousu on kuitenkin merkittävä, järven luonteen vuoksi. Padon rakentaminen vaatii vesioikeudellisen lupaprosessin, eikä ilman lupia luusuassa saa tehdä mitään patoamisia.

## 8 VEDEN LAADUN PARANTAMINEN

### 8.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Kuormituksen vähentämisen tarve on varsin selvä Isojärvellä, mutta mikä on oikea vähennettävä määrä. Asiaa voidaan lähestyä toisesta suunnasta, arvioimalla mikä on järkevä kuormituksen, eikä vähennyksen määrä. Sallittava fosforikuormitus on sellainen, jonka ylittäminen johtaisi lievään rehevöitymiseen. Astetta suurempi kuormituksen määrä, vaarallinen kuormituksen määrä, sellainen, jonka ylittäminen johtaisi rehevöitymiseen.

Sallittava vuosittainen fosforikuorma on noin 190 kg ja vaarallinen noin 590 kg. Sallittavan kuormituksen osalta tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että mikäli koko valuma-alue muuttuisi luonnontilaiseksi metsäksi, tähän arvoon päästäisiin niukasti. Valuma-alueelta ja laskeumana tuleva fosforin kokonaiskuormitus olisi silti sallittavan suuruinen eli noin 200 kg a<sup>-1</sup>.

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on kuitenkin tarpeellista, jotta veden laatua saataisiin paranemaan tavoiteltuun suuntaan. Sallittavan suuruisen fosforikuorman saavuttaminen on erittäin epätodennäköistä, ainakaan lähitulevaisuudessa.

### 8.1.1 Haja-asutus

Haja-asutuksen kuormitus ei ole määrällisesti kovin merkittävä ongelma. Ongelmaa aiheuttaa se, että kuormitusta tulee tasaisesti läpi vuoden, paitsi kesällä jolloin kuormitusta tulee eniten, koska tällöin rantojen kesäasuntoihin tulee asukkaita eli kuormittajia. Asutuksen kuormituksen ongelmana on myös se, että ravinteet tulevat suurelta osin sellaisessa muodossa, joka on helposti perustuotannon käytettävissä. Ongelmaa lisää myös juuri kuormituksen määrän kasvu sellaiseen aikaan, jolloin ravinteet menevät nopeasti perustuotannon käyttöön ja jolloin muiden ravinteiden huuhtoutuminen säiden vuoksi on normaalisti vähäistä.

Lähivuosina asutuksen kuormitus tulee laskemaan voimakkaasti uusien vesiensuojelumääräysten takia. Mäntsälän kunta, jonka alueelta yli 70 % haja-asutuksen kuormituksesta tulee, on tiukentamassa omia ympäristönsuojelumääräyksiään jätevesien haittavaikutuksia ehkäisevästi, koko kunnan alueella seuraavasti:

- jätevesien johtamisesta tulee tehdä ympäristönsuojeluviranomaisella hyväksyttävä suunnitelma, kun jätevesiasioissa tapahtuu olennainen muutos
- vesivessallisessa kiinteistöissä tulee olla kaksoisviemärointi, jotta vessan vedet voidaan tarvittaessa johtaa erilliseen käsittelyyn
- jätevesien käsittelyn tai purun vähimmäisetäisyys vesistöstä on 20-30 m
- jätevesisäiliöt ja -kaivot tulee tyhjentää vuosittain, ja lietteet viedä asianmukaisesti käsiteltäviksi
- kiinteistönhaltijan tulee säästää, ja tarvittaessa esittää, laitteiden huoltoon ja kunnossapitoon liittyvät asiakirjat
- käymäläjätteet tulee kerätä, varastoida ja kompostoida tiivispohjaisessa astiassa

Näiden lisäksi ympäristönsuojelumääräyksissä on tarkoitus tiukentaa ranta-alueiden, lähempänä kuin 100 m vesistöä, ympäristöasioita seuraavasti:

- jäteveden puhdistuslaitteistot tulee sijoittaa niin, että kerran 50 vuodessa esiintyvän ylimmän tulvakorkeuden aikana jätevedet eivät pääse suoraan vesistöön
- jäteveden imeytysputkistojen tulee olla puolitoista metriä keskivedenkorkeuden yläpuolella
- käymäläratkaisuna tulee pääsääntöisesti olemaan kuivakäymälä, mutta jos käymäläjätevedet johdetaan umpisäiliöön, voidaan lupa tällaiselle myöntää
- laitteiden ja koneiden pesu on kielletty, ellei jätevesiä oteta talteen ja käsitellä asianmukaisesti
- kompostin sijoittaminen tulvivalle alueelle tai 15 m lähemmäksi rantaa on kielletty

Ennen näiden uusien määräysten voimaantuloa rakennettujen jätevesisysteemien tulee täyttää uudet vaatimukset ranta-alueilla viiden ja muualla kymmenen vuoden kuluttua näiden uusien määräysten voimaantulosta. Uudet määräykset eivät kuitenkaan takaa niiden toteutumista, mutta toteutumista valvotaan uusien lupien myöntämisen yhteydessä.

Ympäristönsuojelumääräysten toteutuessa haja-asutuksen päästöt tulevat laskemaan voimakkaasti. Saostuskaivolla, joka on yleisin haja-asutuksen jäteveden käsittelymenetelmä, saadaan jäteveden fosforista ja typestä poistumaan vain 10- 20 %. Vesivessojen päästöjen poistuminen, siirryttäessä saostuskaivoista umpisäiliöihin, ranta-alueelta on suuri askel haja-asutuksen kuormituksen kannalta. Kuivavessojen suosiminen on myös erittäin hyvä asia, sillä nämä ovat oikein käytettyinä myös täysin vesistöjä kuormittamattomia.

Ympäristönsuojelulakiin on tulossa asetus, jolla on tarkoitus puuttua haja-asutuksen jätevesihuollon aiheuttamaan kuormitukseen. Asetusehdotuksessa jätevesien fosfori, typpi ja biologinen hapenkulutus saavat kuormitusluvut, jotka kertovat kuinka paljon kukin kiinteistön asukas keskimäärin aiheuttaa kuormitusta vuorokaudessa. Nämä kuormitusluvut kun kerrotaan kiinteistön asukkaiden keskimääräisellä lukumäärällä, saadaan kiinteistön kuormitus.

Asetusehdotuksessa annetaan erittäin tiukat vaatimukset puhdistetulle jätevedelle. Jätevesistä vesistöihin joutuvaa fosforikuormaa on vähennettävä vähintään 85 %, typpikuormaa 40 % ja biologista hapenkulutusta 90 %. Mikäli jätevesistä ei aiheudu haittaa vesistöille tai haitta on vähäistä, voi kunta antaa lievennyksiä ympäristönsuojelumääräyksillään. Näilläkin alueilla vesiin joutuvat jätevedet tulee käsitellä siten, että fosforikuormaa on vähennettävä vähintään 70 %, typpikuormaa 30 % ja biologista hapenkulutusta 80 %. Nämä vähennykset on tehtävä

laskennallisesta kiinteistön kuormitusluvusta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yhden asukkaan aiheuttama vuotuinen jätevesikuormitus saisi olla korkeintaan 23-46 kg fosforia ja 600-700 kg typpeä.

Haja-asutuksen tavoitteiden toteutuminen merkitsee käytännössä sitä, että haja-asutuksesta tulevan kuormituksen määrä putoaa parhaimmillaan, kuivakäymälä tai umpisäiliö, kokonaan pois. Asetusehdotuksen arvojen mukaan kuormitus laskisi fosforin osalta nykyisestä noin 15-20 %:sta parhaimmillaan neljään ja heikoimmillaan yhdeksään prosenttiin ihmisen valuma-alueella aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta. Typen osuudet laskisivat hieman tai eivät ollenkaan.

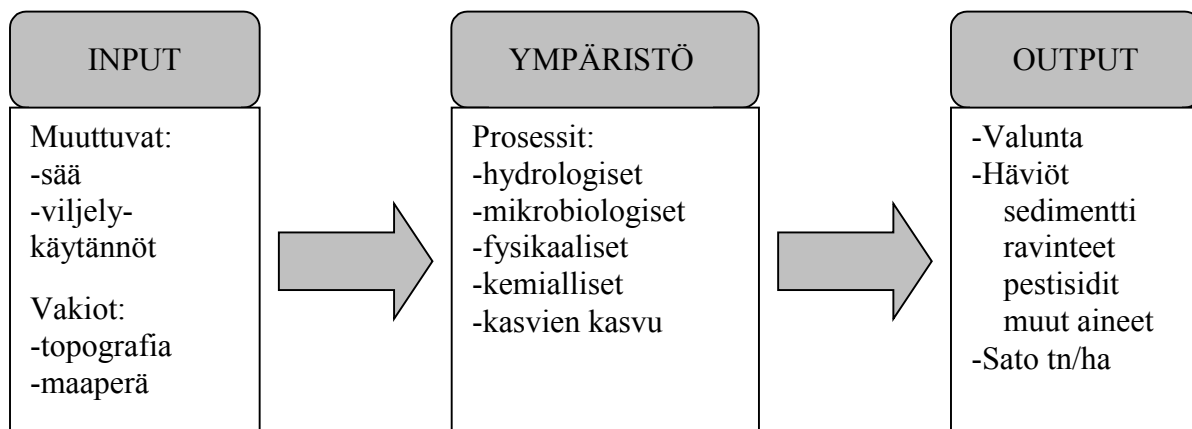
### 8.1.2 Maatalous

Maatalouden fosforikuormituksesta suurin osa on sitoutuneena kiintoaineeseen, eikä siksi ole kokonaan välittömästi perustuotannon käytettävissä. Suurin osa tästä kuormituksesta tulee pulsseina, kevät- ja syysvalunnan huippuaikoina.

Vesiensuojelun yhdeksi tavoitteeksi on asetettu maataloudesta vesistöihin tulevan fosfori- ja typpikuormituksen puolittaminen vuoteen 2005 mennessä vuosien 1990-1993 arvioidulta keskimääräiseltä tasolta. Maatalouden kuormituksen lopettamisen luulisi tapahtuvan helpoiten lopettamalla maatalous valuma-alueelta kokonaan. Maatalouden loppuminen valuma-alueelta ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kuormituksessa päästäisiin heti luonnontilaisen valuma-alueen tasoon. Peltopinta-alan väheneminen ei laske kuormitusta heti ja aluksi tilanne voi olla täysin päinvastainen. Ruohokasvit eivät kykene tehokkaasti sitomaan kasviravinteita, kun lannoitus ja viljely lopetetaan, esimerkiksi kesannoinnin yhteydessä. Tällöin kasviravinnehuuhtoumat voivat kesannolta jopa kasvaa ainakin aluksi. Aktiiviviljelyn ulkopuolelle jätetty peltomaa kuormittaa vesistöjä vielä pitkään metsämaita enemmän. Metsämaiden kuormitustasoon päästään vasta, kun havupuumetsä on sulkeutunut taimikkovaiheen jälkeen.

Maatalouden kuormituksen vähentämisen tulee tapahtua puuttamalla niihin seikkoihin, joilla vaikutetaan kuormitukseen vaikuttaviin vuorovaikutuksiin ja muihin tekijöihin (kuva 35). Kaikista helpointa on puuttua muuttuviin tekijöihin eli viljelykäytäntöihin. Viljelykäytäntöjä muuttamalla voidaan vähentää kuormitusta mihinkään muuhun vaikuttamatta. Suurimmat vähennykset kuormitukseen saadaan tätä kautta muuttamalla sitä, mitä pelloilta poistuu eri muodoissa. Muuttamalla sitä mitä pelloilla tehdään tai sinne laitetaan (input), vaikutetaan siihen

mitä pelloilta lähtee (output). Pelloilta lähtevien aineiden määrää voidaan vähentää varsin pienillä toimenpiteillä.



Kuva 35. Maatalouden haja-kuormituksen tärkeimpiä vuorovaikutuksia ja tekijöitä.

Syyskintö on normaalisti pellon muokkausmenetelmistä kuormittavin, mutta kun kyntösuunta muutetaan kaltevuuteen nähden poikittaiseksi, saadaan pintavalunnan mukana tulevaa kuormitusta vähennettyä tuntuvasti. Syysviljoja käyttämällä saadaan vähennettyä fosforin kuormitusta jopa puoleen ja typenkin kuormitusta alennettua. Kyntämällä kevyesti syksyllä tai kytämällä pelto vasta keväällä, saadaan eroosiota vähennettyä puoleen ja kokonaistypen kuormitus alle puoleen, syksyllä kynnettyyn ja kylvämättä jätettyyn verrattuna. Fosforin kuormitus liukoisessa muodossa saattaa kuitenkin kasvaa jopa kaksinkertaiseksi. Lannoituksen suhteuttaminen mahdollisimman tarkkaan lannoitettavaan maahan vähentää liukoisen fosforin ja typen huuhtoumia selvästi. Suojakaistoilla pystytään vähentämään ravinteiden huuhtoumia, kunhan suunnittelussa otetaan tarkkaan huomioon maalaji, kaltevuus ja pellon käyttö.

Ympäristötuilla ollaan saatu eroosion mukana lähtevää fosforikuormaa alennettua 5-13 %. Nurmikasvien lannoituksessa tulisi välttää pintalannoitusta, koska tässä lannoitustavassa fosfori rikastuu pellon pintakerrokseen. Rikastunut fosfori huuhtoutuu helposti liukoisessa muodossa ja siksi lannoitustapana olisi parasta käyttää varastolannoitusta siinä vaiheessa kun nurmea perustetaan. Nurmikasvit pystyvät hyödyntämään fosforia viljoja paremmin, koska niillä on paremmat juuret ja ne saavat myös kasvaa viljoja pidempään.

Karjataloudesta tällä hetkellä Isojärveen tulevan kuormituksen suuruus johtuu pääasiassa siitä, että yhden tilan lannankäsittely ei ole asianmukaisesti hoidettu. Tiloilla kuuluu olla varastot, joihin voidaan varastoida 12 kk aikana kertynyt lanta lukuun ottamatta samana laidunkautena

eläinten laidunnuksen yhteydessä laitumelle jäävää lantaa. Lannan varastointitilojen ja lantakourujen tulee olla myös vesitiiviitä. Muuten tiloilla asiat on hoidettu kuten pitääkin.

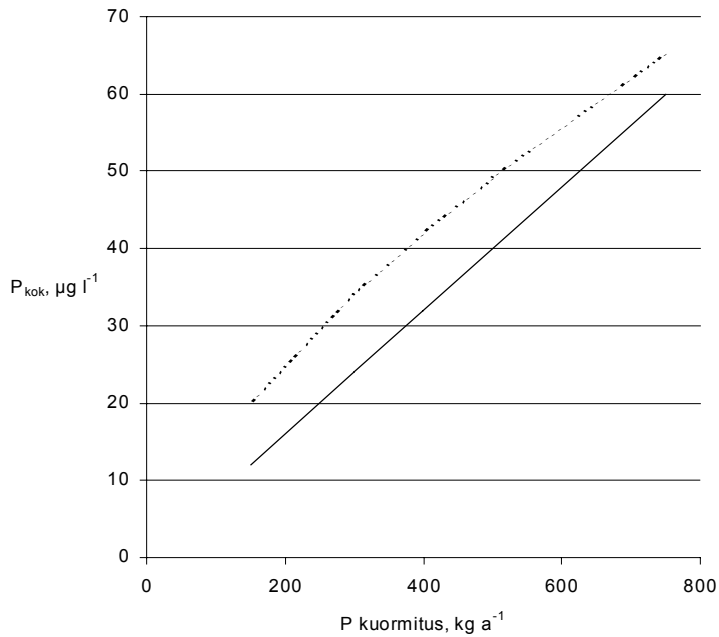
Karjatalouden kuormitusta voi vähentää jätevesien paremmalla käsittelyllä, mutta ongelmana on se, ettei kaikin puolin hyvää jätevesien pienpuhdistusta ole olemassa. Markkinoilla olevat pienpuhdistamot on mitoitettu yleensä mökkikäyttöön, eikä niiden kapasiteetti riitä tai niiden puhdistusteho laskee nopeasti.

Lannan oikea-aikaisella käytöllä voidaan vähentää ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Levityksen tulee tapahtua kuivaan ja roudattomaan maahan, viileällä ja tynellä säällä siten, että pelto muokataan mahdollisimman pian levityksen jälkeen. Vesistöjen ja valtaojien varsille tulisi jättää lannoittamattomia suojavyöhykkeitä, jotta lantaa ja sen sisältämiä ravinteita ei pääse valumaan vesistöihin. Suojavyöhykkeen suositusleveydeksi annetaan vähintään 10 m.

### 8.1.3 Vaikutukset

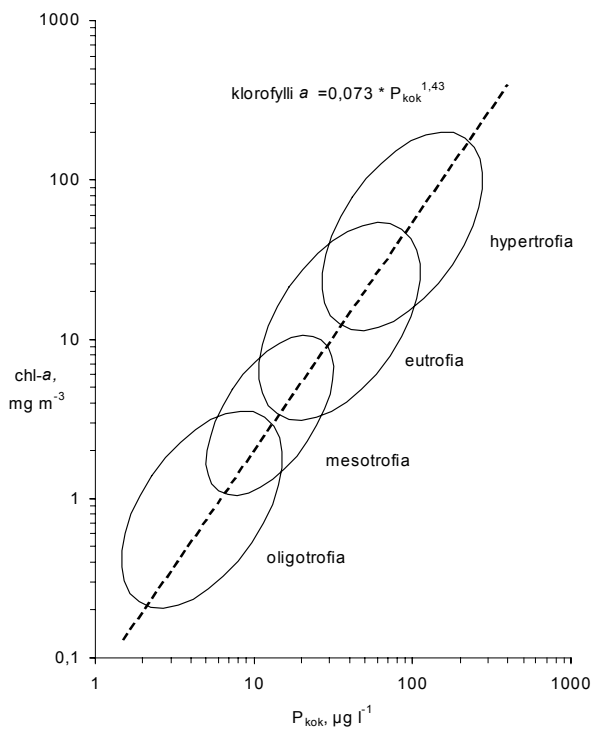
Kuormituksen muutoksen vaikutusta veden kokonaisfosforipitoisuuteen voidaan arvioida laskemalla. Mikäli maatalouden kuormitus puolittuu, kuten valtakunnalliseksi tavoitteeksi on asetettu, laskee fosforikuormituksen kokonaismäärä enintään 250 kg:lla eli järven kokonaiskuormitukseksi jää edelleen noin  $500 \text{ kg a}^{-1}$ . Tällä fosforikuormituksella veden kokonaisfosforipitoisuudeksi tulee noin  $40\text{-}50 \mu\text{g l}^{-1}$  (kuva 36). Haja-asutuksen tavoitteiden vaikutus voi olla noin  $100 \text{ kg a}^{-1}$  eli maatalouden kanssa vähennys vaikutus olisi noin  $350 \text{ kg a}^{-1}$ . Tällainen vähennyksen jälkeen veden kokonaisfosforipitoisuudeksi tulisi  $30\text{-}40 \mu\text{g l}^{-1}$ . Mikäli valuma-alueen kuormituksesta poistaisi valuma-alueella tapahtuvan ihmistoiminnan vaikutus, jäisi kuormitukseksi noin  $200 \text{ kg a}^{-1}$  ja siten veden kokonaisfosforipitoisuudeksi tulisi  $15\text{-}25 \mu\text{g l}^{-1}$ .





Kuva 36. Fosforikuormituksen vaikutus Isojärven veden kokonaisfosforipitoisuuteen.

Kuormituksen vähentämisen vaikutukset näkyvät veden kokonaisfosforipitoisuuden laskuna, mutta vaikutus järven rehevyystasoon ei ole selkeä (kuva 37). Suuret vähenemiset fosforikuormituksessa vähentävät perustuotantoa ja siirtävät sen lähelle mesotrofiaa, ollen kuitenkin vielä vahvasti eutrofian puolella. Siirtymä kuvaajalla on pieni ja näin suurikaan kuormituksen vähentäminen ei tuo muutosta järven trofiatasoon.



Kuva 37. Kokonaisfosforipitoisuuden ja kesän keskimääräisen klorofylli *a*:n suhdetta kuvaava suora, sekä trofiatyypit.

## 8.2 Biomanipulaatio

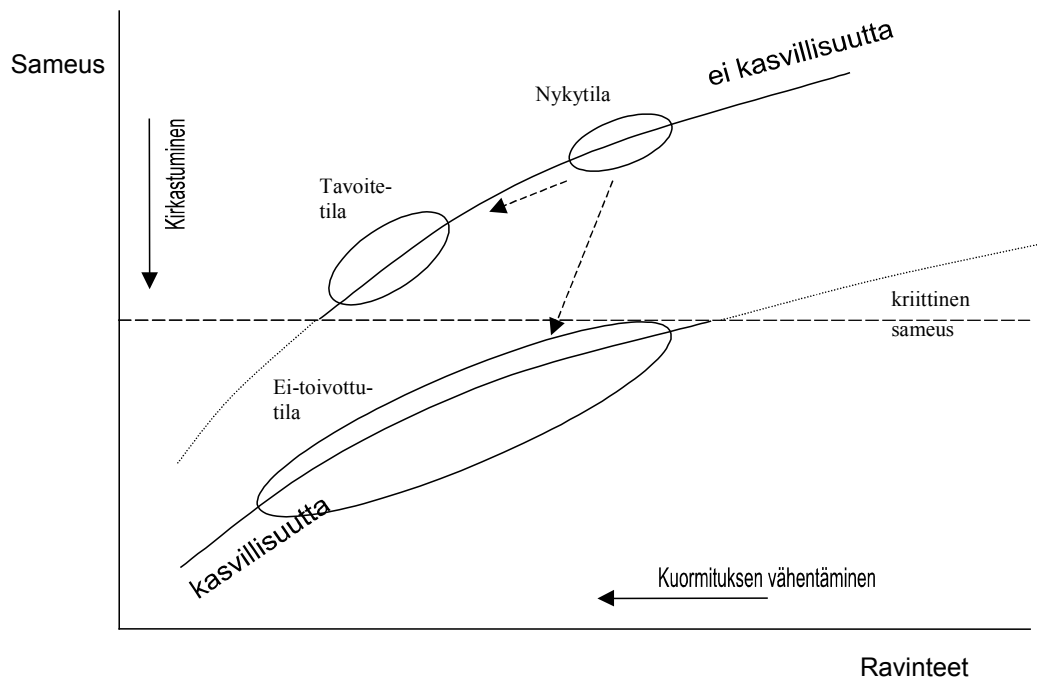
Hyvin rehevissä eurooppalaisissa järvissä kalapopulaatiot koostuvat yleensä särkikaloista, särjestä ja lahnasta. Nämä populaatiot yleensä koostuvat pääasiassa pienistä ja nuorista yksilöistä. Särkikalojen dominoiva määrä, aiheuttaa suuren saalistuspaineen eläinplanktoniin ja täten pienen laidunnuspaineen kasviplanktoniin. Särkikalat saattavat myös pitää järven tuotannon korkeana, vaikka ulkoinen kuormitus olisikin saatu vähenemään. Kalojen eritteiden ja pohjaravinnon syömisen mukana tulee suuria määriä fosforia veteen, joka auttaa pitämään yllä suurta biomassaa ja perustuotantoa.

Planktonia syövien kalojen määrää vähentämällä kasvanut eläinplanktonmäärä saa aikaan suuremman laidunnuspaineen leviin. Pohjaravintoa käyttävien kalojen määrää vähentämällä sedimentin ja ravinteiden kierto vähenee. Petokalojen määrää kasvattamalla saadaan sekä planktonia syövien että pohjaravintoa käyttävien kalojen määrät pysymään kurissa. Näillä ravintoketjua muuttavilla toimilla saadaan aikaan paremmat olosuhteet vesikasvien kasvulle, ja luodaan edellytykset pitkäaikaiselle veden kirkastumiselle ja kalaston laadun parantamiselle.

### Riskit

Suurimman ongelman kalastuksessa aiheuttaa se, että liiallinen roskakalan poisto tuo muita ongelmia. Riskinä on, että kun poistetaan kalaa, vesi rupeaa kirkastumaan ”liikaa”. Liiallisesta veden kirkastumisesta on seurauksena se, että vesikasvit valtaavat koko järven alan, koska järvi on niin matala ja ravinteikas, että ainoastaan sameus estää kasvien kasvun koko järven alalla. Kun kriittinen sameus on ohitettu, kasvit voivat vallata koko järven alan nopeasti, sillä järven pohjassa on itämiskykyinen siemenpankki, joka rupeaa tällöin kasvamaan (kuva 38). Järvi on tällöin siirtynyt vaihtoehtoiseen tasapainotilaan. Tilanteen tekee vielä hankalammaksi se, että kun kriittinen sameus on ohitettu, paluu edeltävään tilaan on todella vaikea.

Isojärven tapaus poikkeaa tavallisesta biomanipulaation toteuttamisesta siinä, että kun muualla pyritään mahdollisimman kirkkaaseen veteen, niin täällä sitä ei sen seurauksien vuoksi haluta. Biomanipulaation toteuttamista Isojärvellä voisi siksi ajatella ”normaalin” biomanipulaation hallittuna epäonnistumisena. Kriittisen sameuden arvoa ei ehdottomasti saa siten ohittaa.



Kuva 38. Sameuden, ravinteiden ja kasvillisuuden suhde, kriittinen sameus ja Isojärven nyky-, tavoite- ja ei-toivotun-tilat.

Vesikasvien kasvu voi olla erittäin nopeata: kolmella hollantilaisella järvellä Characeae valtasi biomanipulaation jälkeen yli puolet järven alasta kahdessa kuukaudessa. Näissä järvissä biomanipulaatiolla oli saavutettu veden kirkastuminen siten, että pohja näkyi. Sameuden vähenemisen ei tarvitse olla kovinkaan suurta, jotta makrofytyt saavat siitä etua ja laajentavat kasvuaalansa rannoilta alkaen. Vesikasvien kasvuala voi pikku hiljaa kasvaa ja useiden vuosien kuluttua koko systeemi voi muuttua kirkasvetiseksi ja makrofytyttivaltaiseksi. Biomanipulaation jälkeen veden kirkkautta ylläpitävinä voimina on arvioitu olevan useita seikkoja kuten: sedimentaation kasvu ja resuspension väheneminen, mikä tuo suojaa eläinplanktonille, kilpailu ravinteista, erityisesti typeistä levien kanssa ja makrofytytien allelopatia.

#### Kalastettava määrä

Onnistuneen biomanipulaation edellytyksenä pidetään merkittävää kalaston määrän poistoa. Määrän tulisi olla suurempi kuin 75 % alkuperäisestä kalabiomassasta, jotta merkittäviä tuloksia järven tilassa voidaan havaita. Epäonnistumisten syinä voi olla liian pieni ja väärän kalaston poisto, veden voimakas luontainen väri, tuulen aiheuttama resuspensio, ravinteiden ja sinilevien suuri määrä, selkärangattomat pedot kuten *Neomysis* ja *Leptodora* ja ulkoinen kuormitus.

Kalastettavan määrän päättäminen edellyttää myös tietoa kalakannan koko määrästä. Isojärvellä kalaston määrä ei ole tarkkaan tiedossa, mutta muiden järvien ja nuottausten perusteella voi saada kuvan siitä, mitä se voisi olla. Alankomaissa sijaitseva Klein Vogelenzang –järvi

muistuttaa hydrologisesti Isojärveä: keskisyvyys 1,5 m, suurin syvyys 2,0 m ja viipymä 2,0 a. Järven pinta-ala on kuitenkin vain 18 ha ja fosforikuormitus  $0,5 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  eli ala vain seitsemästoista osa ja kuormitus kaksinkertainen Isojärveen nähden. Järven kalakannaksi saatiin  $250 \text{ kg ha}^{-1}$ . Eteläisessä Ruotsissa sijaitsevan Ringsjön-järven läntinen allas on myös vertailukelpoinen: pinta-ala  $14,8 \text{ km}^2$ , keskisyvyys 3,1 m ja maksimi 5,4 m ja fosforikuormitus noin  $0,25 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ . Ringsjön läntisen altaan kalakannaksi arvioitiin  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ . Satakunnassa sijaitseva Köyliönjärvi on myös vertailukelpoinen: pinta-ala  $12,3 \text{ km}^2$ , keskisyvyys 3,1 m, eikä kerrostu kesällä. Köyliönjärvelle kalakannan kooksi arvioitiin  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ . Isojärvellä vuosina 2000 ja 2001 tehtyjen nuottausten saaliit olivat apajaa kohden  $24\text{-}120 \text{ kg ha}^{-1}$ . Kalakannan koon voisi Isojärvellä arvioida olevan noin  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , koska Isojärvi on vertailtuja järviä matalampi. Luku on suuntaa antava, koska todellista kalamäärää ei voida tietää järveä tyhjentämättä ja myös siksi, että kalakannan koko vaihtelee ajallisesti.

Ringsjön läntisestä altaasta poistettiin kalaa vuosina 1989-1990 siten, että kalakannan massa puoliintui. Biomanipulaatiota Ringsjön-järvellä pidetään onnistuneena vaikka poistettu kalamäärä ei ollutkaan kuin noin puolet eikä 75 %. Onnistumista edesauttoi luultavasti se, että poistetusta kalamäärästä suurin osa oli särkikaloja.

Isojärveltä poistettavan kalamäärän tulisi jäädä alle onnistuneiden biomanipulaatioiden kalamäärän, eli käytännössä alle 50 %:iin, jottei vesi kirkastu liikaa ja alita kriittistä sameutta (kuva 38). Isojärvellä voisi arvioida aluksi poistettavaksi määräksi noin  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ , eli yhteensä noin 15 tonnia. Särkikaloiden poisto vaikuttaa kaloiden kasvun ja lisääntymistehon paranemiseen, joka saattaa johtaa siihen, että kalakanta pyrkii palautumaan entiselleen. Särkikaloiden poistoa tuleekin jatkaa pitkällä aikavälillä hoitokalastuksena, jolla poistettaisiin kasvanutta biomassaa ja pidettäisiin yllä järven ja kalaston tilaa. Lahden Vesijärvellä biomanipulaation jälkeisen hyvän tilan ylläpitämiseen 1990-luvulla on riittänyt hoitokalastus, jonka vuosittainen saalis on ollut noin  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , toisaalta Vesijärvi on paljon Isojärveä suurempi.

Saaliista tulisi vapauttaa petokalat ja suuremmat pohjaravintoa syövät kalat. Petokalojen vapauttamisella pyritään pitämään särkikaloiden määrää kurissa, saalistuspainetta kasvattamalla. Kaikkien eri kokoisten petokalojen vapauttamisella varmistetaan, että näiden kokojakauma on monipuolinen, jolloin saalistuspaine kohdistuu tasaisesti eri kokoiisiin ja eri kalalajeihin. Suurimpien pohjaravintoa käyttävien kaloiden, lahnojen, vapauttamisella pyritään siihen, että nämä sekoittavat ravintoa etsiessään pohjaa ja pitävät sameutta kriittisen sameuden yläpuolella ja vaikeuttavat kasvien kasvamista. Pohjan sekoittamisessa lahna on erittäin tehokas, sillä se voi

vuorokaudessa sekoittaa sedimenttiä viisi kertaa massansa verran. Pohjaravintoa käyttävien kalojen määrän tulisi olla yli 30 kg ha<sup>-1</sup>, jotta näkösyvyys ei laskisi alle metriin. Kalojen vapauttamisella vaikutetaan myös siihen, että Isojärven kalojen koko kasvaa, jolloin niiden arvo virkistyskalastuksessa ja kotitarvekalana kasvaa.

## 9 KALASTON LAADUN JA RAKENTEEN PARANTAMINEN

### 9.1 Petokalakantojen hoito

#### 9.1.1 Istutukset

Kalaistutuksilla pyritään vaikuttamaan järven ravintoketjuun tai kalastoon. Petokalojen istutuksilla pyritään pitämään ei toivottujen kalojen kantoja kurissa tai lisäämään virkistyskalastuksessa toivottujen petokalojen määrää.

Isojärvellä hauen istuttaminen ei ole välttämätöntä, sillä haukia on järvessä runsaasti ja luontainen lisääntyminen tuntuu onnistuvan, mutta istutuksilla voitaisiin vahvistaa kantaa. Kuhan määrät ovat hyvin pieniä, joten niiden istuttaminen vahvistaisi kantaa ja toisi järven särkikalaille lisää predaatiopainetta. Kuha olisi myös toivottu virkistyskalastuksen saalis, joten kuhan kannan vahvistamista voisi pitää järkevänä. Pelkällä petokalojen istutuksella ei saada pitkäaikaisia vaikutuksia, vaan yleensä vaikutukset ovat jääneet vaatimattomiksi tai enintään lyhytaikaisiksi. Petokaloja tulisi istuttaa osana muuta kunnostusprojektia ja näin saada aikaan saalistuspainetta vähempiarvoiseen kalaan ja virkistyskalastukselle sopivaa kalaa.

#### 9.1.2 Kalastusrajoitukset

Rajoittamalla kalastettavien kalojen kokoa ja pyyntiajankohtaa, pystytään vaikuttamaan särkikaloihin kohdistuvaan predaatioon. Asettamalla kuhalle 50 cm:n alamitta, parannetaan tämän mahdollisuuksia toimia tehokkaana saalistajana ja suvun jatkajana. Naaraskuha saavuttaa sukukypsyyden vasta 50 cm:n ja koiras 38 cm:n mittaisena. Rajoituksella taataan se, että naaraskuhat ehtivät lisääntyä edes kerran. Verkkokalastuksessa 50 cm:n tavoitteeseen päästään asettamalla pienimmäksi sallituksi verkon silmäkooksi vähintään 55 mm.. Silmäkoon kasvusta hyötyy myös muut suuret petokalot, kuten hauki, joten verkkojen silmäkoon alarajaksi kannattaa asettaa vähintään 55 mm.

## 9.2 Biomanipulaatio

Vähempiarvoisen kalan poispyytämällä pyritään muokkaamaan kalaston laatua ja rakennetta toivottuun suuntaan. Halutut kalalajit joutuvat kilpailemaan vähemmän ravinnosta ja pärjäävät paremmin. Jäljelle jäävien kalojen kasvu nopeutuu ja kotitarvekalaksi kelpaavan kalan määrä kasvaa. Petokalojen suhteellinen määrä kasvaa ja voi saavuttaa 30-40 %:n massaosuuden, jolloin voidaan saavuttaa pysyvä tasapaino petokalojen ja niiden saaliskalojen kanssa. Petokalalajit säätelevät saaliskalojensa määrää, eikä määrää enää säätelekään saaliskalojen keskinäinen kilpailu ravinnosta.

Biomanipulaatiolla pystytään vaikuttamaan Isojärven haukeen, kuhaan ja lahnaan hieman eri tavoilla. Hauki hyötyy siitä, että sen saaliskalat kasvavat, sillä näin sen saalistukseen käyttämä energiankulutus vähenee, kun saman kalamassan saa vähemmällä hyökkäyserroilla. Lahnan ravintokilpailu vähenee, jolloin sen kasvu nopeutuu ja arvo kotitarvekalana kasvaa. Kuha hyötyy vähempiarvoisen kalan pyytämisestä siten, että kuhan poikaset joutuvat kilpailemaan vähemmän planktonravinnosta. Ravintokilpailun väheneminen saa ne kasvamaan ensimmäisenä kesänään tarpeeksi suuriksi, että ne selviävät hengissä ensimmäisestä talvestaan.

Kalaston laadun ja rakenteen parantamiseen tähtäävä kalastus on kätevin hoito kiinteänä osana muuta hoito- ja kunnostuskalastusta. Kalastuksen yhteydessä vapautetaan kaikki petokalalajit ja niiden poikaset, sekä suuret lahnat. Näin saadaan näiden kalojen kantoja muokattua haluttuun suuntaan, jolloin näiden kalojen arvo virkistyskalastuksessa ja kotitarvekalana kasvaa.

## 11 MUUT KUNNOSTUS- JA TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT

### 11.1 Ravinteiden kemiallinen saostus

Ravinteiden kemiallisessa saostuksessa veteen lisätään alumiinin ja raudan suoloja yhdessä tai erikseen. Nämä suolat saavat ravinteiden ja sekoittuneen kiintoaineen muodostamaan flokkeja, jotka ovat niin suuria, että laskeutuvat järven pohjalle. Ravinteiden ja kiintoaineen saostuminen järven pohjalle saa veden kirkastumaan. Pohjalle laskeutuneet flokit sitovat itseensä sedimentistä vapautuvia ravinteita ja vähentävät näin myös ravinteiden sisäistä kuormitusta.

Isojärvelle tämä menetelmä ei sovi, koska käsittelyssä näkösyvyys kasvaa pohjaan saakka. Suuri näkösyvyys saa makrofyttiset uposkasvit valtaamaan järveä ja tätä ei haluta. Isojärven ongelmana ei myöskään ole hapettomuudesta johtuva voimakas sisäinen kuormitus talvijaksoja lukuunottamatta.

## 11.2 Ruoppaus

Ruoppauksella järven pohjasta poistetaan sedimenttiä. Sedimentin poistolla saadaan järveen lisää vesitilavuutta, poistetaan mahdollisesti ongelmia aiheuttava sedimentti ja kasveja ja niiden juuria. Vesitilavuuden kasvulla järveen saadaan suuremmat happivarastot talvea varten ja ehkäistään mahdollisia happikatoja. Huonolaatuisen sedimentin poistolla voidaan vaikuttaa mm. sisäiseen kuormitukseen. Sedimentin mukana saadaan poistettua vesikasvikasvustoja juurakoineen ja juurineen ja näin vesikasvit taantuvat ruopatulta alueelta.

Isojärvellä tämä menetelmä toisi mahdollisesti parannusta veden happitalouteen, mutta vesitilavuuden kasvu lisäisi sinilevien määrää. Sinilevien määrät kasvaisivat, koska järvi sekoittuisi tuulella hyvin, jolloin suuremmassa vesimassassa voisi kasvaa suurempi määrä sinileviä. Tyynenä sää jaksona nämä sinilevät nousisivat pintaan ja muodostaisivat entistä paksumman sinilevämaton järven pintaan. Veden laatu tulisi huononemaan jos ruoppaus olisi yksin käytetty kunnostustoimenpide, joten ruoppaus ei olisi toimiva vaihtoehto Isojärvellä. Kustannus on myös este, koska jos Isojärveä haluttaisiin syventää imuruoppaamalla keskimäärin puolella metrillä, tulisi tämä maksamaan noin 6,4 miljoonaa €.

## 11.3 Ilmastus

Ilmastuksen tarkoituksena on parantaa järven happitaloutta lisäämällä veden happipitoisuutta. Suomessa on yleisimmin käytetty menetelmiä, jossa hapekasta pintavettä johdetaan hapettomampaan alusveteen eli Mixox-menetelmä tai hapen vienti ilman ja paineilmakuplituksen avulla veteen eli Hydixor- ja Neutrox-menetelmät. Päällysveden johtamisella alusveteen vähennetään myös lämpökerrostuneisuutta, jolloin vesi sekoittuu luontaisesti helpommin ja happitalous paranee.

Isojärvellä oli vuonna 1996 keväinen happikato, joka tappoi runsaasti kaloja. Happipitoisuudet ovat muuten olleet sellaisia, ettei ilmastuksen tarvetta ole ollut. Vuoden 1996 tilanteen toistuminen ei ole kuitenkaan muuta kuin säistä kiinni. Pitkään oleva jääpeite, matalalla oleva

vedenpinta ja mahdollisesti normaalia lämpimämpi vesi jään alla aiheuttavat tämän. Tänä vuonna (2002) jääpeite tuli erittäin aikaisin, lokakuun 19 päivänä. Mikäli jääpeite on pitkään, on riski, että ensi keväänä on happikato ja kalakuolemia.

Keväisiä happikatoja voisi ehkäistä talvisella ilmastuksella. Ongelmana on Isojärven mataluus ja se, että happitilanne on ”normaali” talvina pysynyt hyvänä. Ilmastuksen tarvetta olisi vain huonoina talvina, eikä tällaisten talvien tuloa voi tietää etukäteen. Ilmastuslaitteiden järjestäminen vain tällaisia talvia varten on kallista ja hankalaa. Mataluuden vuoksi pintaveden tilavuus on hyvin pieni ja tämän sisältämä happivaranto kuluisi loppuun hyvin nopeasti. Ilmastimella voitaisiin kuitenkin pitää joitain alueita jäättöminä, jolloin ilmasta pääsisi liukenemaan happea veteen, mutta tällöinkin ilmastimen vaikutus olisi hyvin paikallinen. Matalaa järveä talvella hapettaessa tulee myös riskejä jäällä liikkujille ohentuneista jäistä.

Ilmastuksella voitaisiin vaikuttaa talvisiin tilanteisiin, mutta se ei ole järkevää mataluuden, kustannusten, vaikutusten paikallisuuden ja riskien vuoksi.

#### 11.4 Vesikasvien niitto

Vesikasvien niitolla poistetaan niiden järven virkistyskäytölle aiheuttamaa haittaa. Isojärvellä kasveista ei ole kuin paikallista haittaa, mutta koko järven kunnostukselle niitto ei tuo ratkaisua. Vesikasveja kannatta poistaa vain sieltä missä ne aiheuttavat haittaa. Koko järven kasveja ei kannata poistaa, koska kasvit ja niiden pinnalla olevat levät sitovat osan veden ravinteista, jolloin sinileville ja muille ei toivotuiksi koetuille leville jää vähemmän ravinteita.

#### 11.5 Tiedottaminen

Isojärven valuma-alueen asukkaiden ja mökkiläisten tietoisuutta järven kuntoon vaikuttavista seikoista pitäisi parantaa. Samalla voidaan jakaa tietoa mm haja-asutukselle tulevaisuudessa asetettavista vaatimuksista. Tiedottaminen tuo yhdistyksen toimintaa esille ja tuo läpinäkyvyyttä. Näillä toimilla lisättäisiin ihmisten sitouttamista järven kunnostamiseen ja yleistä tietoutta oman järven tilasta. Hyvä tapa jakaa tätä tietoa on yhdistyksen suunnittelema www-sivusto, mutta tämän lisäksi tulee käyttää perinteistä tapaa. Postittamalla kaikkiin valuma-alueen kiinteistöihin asiaan liittyvää tietoa, tavoitetaan varmemmin kaikki Isojärveläiset. Postitettava aineisto ei saa olla liian laaja, jotta sen jaksaa lukea läpi. Hyvää aineistoa tähän ovat ympäristöhallinnon tuottamat monisteet. Joka vuosi kannattaa valita jokin ajankohtainen aihe mistä postitetaan

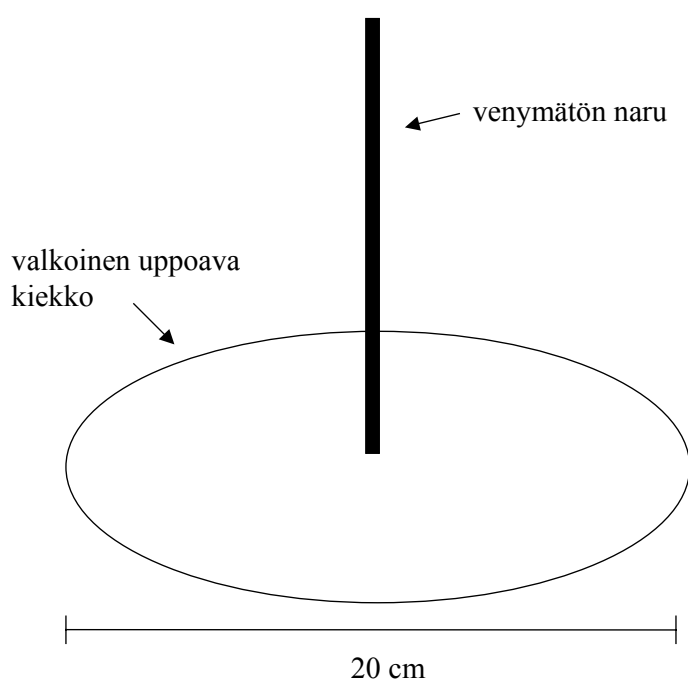


tietoutta. Tietopaketin postituksen ajankohta tulee olla keväällä, jotta aihe pysyy tuoreena mielessä kun asunnoilla ja mökeillä järvi alkaa olla ajankohtainen aihe.

### 11.6 Järven tilan seuranta

Seurannan tarkoituksena on seurata järven tilaa ja tallentaa tietoa järven tilasta mahdollista tulevaa käyttöä varten. Seurattavat suureet tulee valita siten, että ne ovat mahdollisimman tarpeellisia ja hyvin perusteltuja. Näytteenottoajankohdan, -paikan ja syvyyden tulee olla mahdollisimman tarkkaan samoja vuodesta toiseen, jotta tulokset ovat mahdollisimman vertailukelpoisia.

Isojärveltä kannattaa seurata jatkossa näkösyvyyttä (kuva 39) ja vedenkorkeutta samoilla tiheyksillä kuin nykyään veden korkeutta. Näiden lisäksi jääpeitteisyyden alku ja loppu, sekä jäätymisajankohdan veden lämpötila kannattaa merkitä muistiin. Talviset happi- ja fosforipitoisuudet kannattaa myös määrittää. Kesällä happipitoisuuden määrittämisen voi jättää pois, ja ottaa tilalle sameuden ja klorofylli *a*:n määrä mittaaminen.



Kuva 39. Esimerkki näkösyvyyden mittaamiseen käytettävän Secchi-levyn rakenteesta.

Jääpeitteisyyden alku ja loppu auttavat osaltaan ymmärtämään miten järven happitalous toimii. Talvisten määritysten tarkoituksena on myös happitilanteen ja fosforipitoisuuden seuranta. Kesäisillä mittauksilla tutkitaan mahdollisten kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia järven kesäiseen levä-, sameus- ja fosforitilanteeseen, sekä näiden keskinäisiin vuorovaikutuksiin.

## 12 PÄÄTELMÄT

Isojärvelle asetettuihin kolmeen tavoitteeseen, veden ja kalaston laadun paraneminen ja vedenpinnan liialliseen laskuun puuttuminen, pääseminen on vaikeaa resurssien ja olosuhteiden vuoksi. Jotta asetettuihin tavoitteisiin edes osittain päästään, joudutaan käyttämään useita eri kunnostusmenetelmiä, useiden vuosien aikana.

### Hajakuormitus

Kuormituksen vähentäminen ei ratkaise mitään järven ongelmista, mutta tämä ei tarkoita sitä, etteikö kuormitusta kannattaisi vähentää, vaikutukset eivät vain ole merkittäviä. Kuormitus tulee vähenemään lakimääräisten haja-asutusalueiden toimenpiteiden ansiosta lähivuosina ilman Isojärven suojeluyhdistyksen toimia, joten tähän asiaan ei kannata uhrata voimavaroja.

### Laskuojan pohjapato

Pohjapato pitää rakentaa, korottamalla laskuojassa olevaa kalliokynnystä nykyistä keskivedenkorkeutta vastaavaksi eli tasoon 58,90. Näin saadaan alivesi nousemaan joitain senttejä ja pystytään vähentämään aliveden haittoja. Ylivesiin kynnyksen korotuksella ei ole paljoa vaikutusta. Pohjapatoon liittyvät lupaselvitykset alueellisen ympäristökeskuksen kanssa tulee aloittaa mahdollisimman pian.

### Teho/hoitokalastus

Isojärven nuottauksia pitää jatkaa joka vuosi. Kalastettava määrä ei saa ylittää 15 tonnia vuodessa. Tarkempi kalastettava määrä tulee arvioida siitä, kuinka kalakanta ja näkösyvyys on muuttunut. Mikäli kalat ovat entistä suurempia, kalastettavaa määrää voi vähentää edellisen vuoden tasosta ja jos mitään muutosta ei ole tapahtunut pitäydytään edellisen vuoden kalastusmäärässä. Näkösyvyys on kuitenkin se tekijä, joka ratkaisee noudatetaanko edellisiä ohjeita. Jos näkösyvyyden keskiarvo on ollut avovesikaudella suurempi kuin 10 dm, saa kyseisen vuoden kalastusmäärään olla enintään kalakannan kasvua vastaava eli noin 5 tonnia. Jos näkösyvyyden keskiarvo on ollut avovesikaudella suurempi kuin 12 dm, pitää hoitokalastus jättää siltä vuodelta kokonaan väliin ja katsoa tilannetta seuraavana avovesikautena.

Kalastettavien määrien päättäminen siis edellyttää sitä, että joku yhdistyksen jäsenistä seuraa näkösyvyyttä mahdollisimman usein ja kirjaa tulokset. Tämän takia yhdistyksen pitää tehdä tai hankkia ns. Secchi-levy, jonka avulla näkösyvyys voidaan mitata (kuva 39).

Teho- ja hoitokalastuksen saalista tulee vapauttaa yli 30 cm lahnat ja kaikki petokalat, sekä mahdollisuuksien mukaan pienet kuhan ja hauen poikaset.

#### Kalaistutukset

Hauen ja kuhan istutukset ovat kalakannan hoidon kannalta niin tärkeitä, että niitä tulee istuttaa. Tärkeämpänä istutuskalana on kuha, koska nykyinen kanta ei ole tarpeeksi vahva kestämään virkistyskalastusta. Kuhakanta on myös niin heikko ettei siitä ole paljoa apua särkikalojen kannan säätelyssä. Istutuksissa kannattaa käyttää yli vuoden vanhaa poikasta, koska ravintokilpailu planktonia syövien kalojen kesken on niin kovaa, ettei saman kesän poikaset ehdi kasvaa niin suuriksi että selviäisivät ensimmäisestä talvesta.

Rapujen istuttamista kannattaisi harkita. Istutukset kannattaisi aloittaa pienellä määrällä (100-200 kpl) aikuisia rapuja. Istutus pitää tehdä sellaiseen paikkaan, jossa rapu on aiemmin viihtynyt ja, jota voidaan valvoa. Mikäli istutus on onnistunut ja ravut selviävät ja lisääntyvät, voidaan istutuksia laajentaa. TE-keskuksesta saa tietoa istutuksiin tarvittavista luvista.

#### Kalastusrajoitukset

Kuhan alamitan tulee olla Isojärvellä 50 cm. Verkkojen pienimpänä silmäkokona pitää pitää vähintään kalastusalueen asettama 55 mm, jotta petokalojen koko ja kanta pääsee rauhasa kasvamaan.

#### Tiedottaminen

Isojärven suojeluyhdistyksen tulee panostaa tiedottamiseen. Vuoden 2003 talvella yhdistyksen tulee postittaa tietoa vuoden 2003 aikana tehtävistä toimenpiteistä, mainostaa omia www-sivuja ja yrittää rekrytoida kiinnostuneita mukaan hoitokalastuksiin ja muuhun toimintaan. Keväällä 2003 on ajankohtaista postittaa tietoa haja-asutuksen jätevesien ja käymälöiden jätteiden käsittelyvaatimusten muuttumisesta ja siitä miten se vaikuttaa kiinteistöihin Isojärvellä. Tiedotukseen kunnostusbudjetissa varattavat varat tulee asettaa varsin korkeiksi. Yhdistyksen tulisi olla se, jonka kautta saa Isojärveen liittyvää tietoa helppossa muodossa.

## Seuranta

Isojärveltä pitää seurata jatkossa näkösyvyyttä ja vedenkorkeutta samoilla tiheyksillä kuin nykyään veden korkeutta. Näiden lisäksi jääpeitteisyyden alku ja loppu, sekä jäätymisajankohdan veden lämpötila pitää merkitä muistiin. Maaliskuun alussa, joka vuosi samana ajankohtana, määritetään seuraavat suureet: happipitoisuus, lämpötila ja kokonaisfosfori. Elokuun alussa, joka vuosi samana ajankohtana, määritetään kokonaisfosforin pitoisuus, sameus ja klorofylli *a*:n määrä.

## Saatesanat

Kalaston rakenteen kautta tehtävät kunnostustoimet tulevat olemaan kaikkein tärkeimpiä toimia, mitä Isojärven suojeluyhdistys voi tehdä. Nämä toimenpiteet ovat pääosin riippuvaisia vain seuran jäsenten omasta aktiivisuudesta, jolloin muihin sidosryhmiin kohdistuvat paineet ovat pienet ja järven tilan paraneminen on pienemmän ihmisjoukon käsissä.

Muuta kautta järven tilaan vaikuttaminen vaatii Isojärven suojeluyhdistyksen toimivaa yhteistyötä alueen viranomaisten ja muiden asukkaiden kanssa. Tämä toiminta on hyvin tärkeätä, jotta saadaan puututuksi myös ongelman syihin, eikä vain seurauksiin.