



KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Katja Niemeläinen

KITEENJÄRVI – NYKYTILA JA LÄHTÖKOHDAT  
VUOROVAIKUTTEISELLE KUNNOSTUSSUUNNITTELULLE

Opinnäytetyö  
joulukuu 2013

	<p><b>OPINNÄYTETYÖ</b>  <b>Joulukuu 2013</b>  <b>Ympäristötekniikan</b>  <b>koulutusohjelma</b>  Sirkkalantie 12 A 2  80100 Joensuu  Puh. (013) 260 6900</p>
<p><b>Tekijä</b>  Katja Niemeläinen</p>	
<p><b>Nimeke</b>  Kiteenjärvi – nykytila ja lähtökohdat vuorovaikutteiselle kunnostussuunnittelulle  Toimeksiantaja Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus</p>	
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin Kiteenjärven nykytilaa ja nykytilaan vaikuttavia ympäristötekijöitä, järven ominaisuuksia ja kuormituslähteitä. Opinnäytetyötä laadittaessa huomioitiin eri sidosryhmien näkemykset Kiteenjärven nykyisten kunnostustoimenpiteiden tehokkuudesta ja ajatukset jatkokunnostustoimenpiteistä. Kiteenjärvi on matala, ja sen keskisyvyys on 2 metriä. Järven teoreettinen viipymä on 4,7 kuukautta. Kiteenjärven vedenpintaa on laskettu yhteensä 3 metriä.</p> <p>Järvi on kärsinyt rehevöitymisestä jo 1960-luvulla, jolloin kunnalliset jätevedet sekä teollisuuden, esim. vanhan meijerin mekaanisesti käsitellyt jätevedet on ohjattu suoraan Kiteenjärkeen.</p> <p>Laajalta valuma-alueelta (246,1 km<sup>2</sup>) tuleva ravinnekuormitus rehevöittää Kiteenjärkeä. Kuormitusta vesistöön tulee sekä piste- että hajakuormituksesta. Järveä kuormittaa kaksi pistekuormittajaa, Kiteen Vesikunnan Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo sekä Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalue.</p> <p>Järven syvännettä (havaintopiste Kiteenjärvi 1) hapetetaan talvisin. Kiteenjärven syvännepaikan happitilanne pysyy hyvänä läpi talven hapetuksen johdosta. Matalammilla alueilla (havaintopisteet Kiteenjärvi 10 ja 11), joilla ei ole hapetusta, havaittiin lopputalvesta hapettomuutta. Koko vesimassa on näillä alueilla kauttaaltaan hapeton.</p> <p>Kiteenjärven kunnostukseen ehdotetaan hapetuksen jatkamista, hoitokalastuksen tehostamista sekä valuma-aluekunnostusta. Lah-tialueita tulisi niittää umpeenkasvun hidastamiseksi sekä Päätyeenlahti tulisi kunnostaa, ettei umpeenkasvu vähennä sen linnustolista arvoa. Säätopato Hyypiin laskevaan uomaan parantaisi Kiteenjärven ja Hyypiin virkistyskäyttömahdollisuuksia ja vähentäisi kesäaikaista vedenpinnan laskua.</p>	
<p><b>Kieli</b>  suomi</p>	<p>Sivuja 94  Liitteet 9  Liitesivumäärä 10</p>
<p><b>Asiasanat</b>  rehevöityminen, vesistöjen kunnostus, vesiensuojelu, vuorovaikutus, Kiteenjärvi</p>	

 <b>Karelia</b> UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	<b>THESIS</b> <b>December 2013</b> <b>Degree Programme in Environmental Technology</b> Sirkkalantie 12 A 2 FI 80100 JOENSUU FINLAND Tel. (013) 260 6900
<b>Author(s)</b> Katja Niemeläinen	
<b>Title</b> Lake Kiteenjärvi – The Present State and The Basis for Interactive Restoration Planning  <b>Commissioned by</b> ELY-centre of North Karelia	
<b>Abstract</b>  <p>The thesis examines the present state of Lake Kiteenjärvi as well as the environmental factors and pollution load that influence it. When researching the subject, the views of different interest groups about how effective the current restoration plans are and what type of further actions should be done were taken into account.</p> <p>Lake Kiteenjärvi is shallow; the average depth being ca. 2 m and the theoretical residence time is 4.7 months. The surface level of Kiteenjärvi has been lowered ca. 3 m. The lake suffered from eutrophication as early as in the 1960s, when communal and mechanically purified industrial sewages (from dairy industry, for example) were led directly to Lake Kiteenjärvi. The nutrient loading from the wide catchment basin (246,1 km<sup>2</sup>) eutrophicates the lake. The eutrophication is due to two main sources, which are the local wastewater treatment plant and Vapo Oy Kirkkosuo turf energy production.</p> <p>The deep of the lake (observation point Kiteenjärvi 1) is being oxidized during winters, which keeps the oxygen level good. On more shallow parts of the lake (observation points Kiteenjärvi 10 and 11) with no oxidizing low oxygen levels were measured towards the spring. The body of water on these areas is thoroughly lacking oxygen.</p> <p>The thesis suggests several actions in order to continue the restoration of the lake. Firstly, the oxidizing should be continued and fish removal should be done more effectively. The bays of the lake should be cut from aquatic plants to slow down overgrowing and Päätyelahti should be restored so that overgrowing does not diminish its value for bird population. The dam across the riverbed to Hyypii would improve the recreational use of Lake Kiteenjärvi and Hyypii as well as diminish the lowering of the water level in the summer.</p>	
<b>Language</b> Finnish	<b>Pages</b> 94 <b>Appendices</b> 9 <b>Pages of Appendices</b> 10
<b>Keywords</b> eutrophication, quality-restoration of waters, water pollution abatement, interaction, Lake Kiteenjärvi	

Nimiö  
Tiivistelmä  
Abstract  
Sisällys

1	Johdanto.....	8
1.1	Taustaa.....	8
1.2	Keskeiset käsitteet.....	9
1.2.1	Hapetus.....	9
1.2.2	a-klorofylli.....	10
1.2.3	Minimiravinne.....	10
1.2.4	Rehevöityminen.....	10
2	Tietoperusta.....	11
2.1	Rehevöityminen.....	11
2.1.1	Fosfori (P) ja typpi (N) sekä niiden kierrot.....	11
2.1.2	Rehevöitymisen vaikutukset vesistössä.....	14
2.1.3	Vesienhoidon tyypittely ja luokittelu sekä rehevyysluokat.....	15
2.2	Vesistöjen kuormitus.....	17
2.2.1	Piste- ja hajakuormitus.....	17
2.2.2	Ulkoinen kuormitus.....	17
2.2.3	Sisäinen kuormitus.....	18
2.3	Vesistön kunnostusmenetelmät.....	19
2.3.1	Valuma-aluekunnostus.....	19
2.3.2	Järvikunnostus.....	22
2.4	Tehdyt selvitykset, suunnitelmat ja kunnostustoimenpiteet.....	29
2.4.1	Kiteenjärven kunnostussuunnitelma 22.10.1999.....	29
2.4.2	LUMO-suunnitelma.....	29
2.4.3	Päätyeenlahden niittosuunnitelma ja kustannusarvio.....	30
2.4.4	Hapetus.....	30
2.4.5	Hoitokalastus ja kalanistutukset.....	31
2.4.6	Niitot.....	32
3	Työn tarkoitus, tavoitteet, aiheen rajausta ja tutkimusongelmat.....	34
3.1	Työn tarkoitus ja tavoitteet.....	34
3.2	Aiheen rajausta.....	34
3.3	Tutkimusongelmat.....	35
4	Tutkimuksen toteuttaminen.....	36
4.1	Kohteen esittely.....	36
4.1.1	Piste- ja hajakuormitus.....	39
4.1.2	Suojelukohteet.....	46
4.2	Aineiston keruu.....	46
4.2.1	Haastattelut ja palaverit.....	46
4.2.2	Kiteenjärven osakaskuntien tapaaminen 13.6.2013.....	46
4.2.3	Kiteenjärven yleisötilaisuus 25.7.2013.....	47
4.3	Tutkimusmenetelmät.....	48
4.3.1	Valmisaineistot.....	48
4.3.2	Kenttätutkimus ja maastotyöt.....	49
4.4	Aineiston käsittely ja analyysimenetelmät.....	49
5	Tulokset ja niiden tulkinta.....	51
5.1	Kiteenjärven ja sen valuma-alueen nykytila.....	51
5.1.1	Syvänteiden happipitoisuus ja kokonaisfosfori.....	51
5.1.2	Kiteenjärven kokonaisfosfori- ja typpipitoisuudet.....	54
5.1.3	Kiteenjärven minimiravinnesuhteet.....	57



5.1.4	Kiteenjärven a-klorofylli-pitoisuudet.....	59
5.1.5	Pohjaeläimet.....	61
5.2	Kiteenjärven kuormitus .....	65
5.2.1	Piste- ja hajakuormitus .....	65
5.2.2	Humalajoen ravinnekuormitus .....	68
5.2.3	VEMALA-kuormitusmalli ja malli Lappalainen .....	69
5.3	Koekalastus, hoitokalastus ja kalanistutukset.....	74
5.4	Näkemykset Kiteenjärven nykytilasta ja jatkokunnostustoimenpiteistä... .....	79
5.4.1	Kiteenjärven veden laatu ja toimenpide-ehdotukset veden laadun parantamiseksi.....	80
5.4.2	Kasvillisuus, niidot sekä pensaikkojen raivaaminen .....	80
5.4.3	Kalasto ja suojelualueet.....	80
5.4.4	Vedenpinnan säätely .....	81
5.4.5	Muita huomioon otettavia asioita .....	81
6	Päätäntä .....	82
6.1	Kiteenjärven nykytila ja kuormitus .....	82
6.2	Suojelukohteet.....	84
6.2.1	Näkinruohot .....	84
6.2.2	Päätteenlahti.....	84
6.3	Kalasto.....	87
6.4	Valuma-aluekunnostus .....	87
6.5	Järvikunnostus.....	87
6.6	Kunnostusten kustannukset.....	88
6.7	Kunnostusten mahdolliset rahoituslähteet .....	89
6.8	Lisäselvitysten tarve ja jatkotoimenpiteet.....	90
	Lähteet.....	92

## Liitteet

- Liite 1. Kartta Kiteenjärven Natura-alueista
- Liite 2. Kartta valtion omistamista alueista Kiteenjärvellä
- Liite 3. Kiteenjärven tilaisuuden kyselylomake 25.7.2013
- Liite 4. Tiedote Kiteenjärven tilaisuudesta 18.7.2013
- Liite 5. Lehtikirjoitus, Karjalainen 26.7.2013
- Liite 6. Lehtikirjoitus, Koti-Karjala 27.7.2013
- Liite 7. Kartta Kiteenjärven valuma-alueen uomaerosioherkkyydestä
- Liite 8. Kartta Humalajoen valuma-alueen uomaerosioherkkyydestä
- Liite 9. Malli Lappalaisen laskutoimet

## Kuvat, kuviot ja taulukot

- Kuva 1. Fosforin kierto vesiekosysteemissä
- Kuva 2. Typen kierto vesiekosysteemissä
- Kuva 3. Kartta Kiteenjärven valuma-alueesta
- Kuva 4. Kiteenjärven näytteenottopisteet
- Kuva 5. Humalajoki
- Kuva 6. Hiidenjoki

- Kuva 7. Kertsunpuro  
 Kuva 8. Oja 90 Kiteenjärkeen  
 Kuva 9. Oja 91 Kiteenjärkeen  
 Kuva 10. Kiteenjärven fosforitase  
 Kuva 11. Päätyeenlahdelle suunniteltu kunnostus  
 Kuva 12. Kiteenjärven Natura-alueet  
 Kuva 13. Valtion omistamat maat Kiteenjärvellä  
 Kuva 14. Lehtikirjoitus (Karjalainen 26.7.2013)  
 Kuva 15. Lehtikirjoitus (Koti-Karjala 27.7.2013)  
 Kuva 16. Kiteenjärven valuma-alueen uomaeroosioherkkyys  
 Kuva 17. Humalajoen valuma-alueen uomaeroosioherkkyys
- Kuvio 1. Kiteenjärven syvänteen happi- ja fosforipitoisuudet maalishuhtikuussa 1962–2012  
 Kuvio 2. Kiteenjärven syvänteen happi- ja fosforipitoisuudet elokuussa 1969–2012  
 Kuvio 3. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 happipitoisuus ( $O_2$ ) 1 metrin syvyydessä maalishuhtikuussa 1985–2012  
 Kuvio 4. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 happipitoisuus ( $O_2$ ) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012  
 Kuvio 5. Havaintopiste Kiteenjärvi 1 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä maalishuhtikuussa 1985–2012  
 Kuvio 6. Kiteenjärvi 10 (1 m) havaintopisteen kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) maalishuhtikuussa 1985–2012  
 Kuvio 7. Havaintopisteen Kiteenjärvi 11 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä maalishuhtikuussa 1985–2011  
 Kuvio 8. Havaintopisteen Kiteenjärvi 1 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012  
 Kuvio 9. Havaintopisteen Kiteenjärvi 10 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012  
 Kuvio 10. Havaintopisteen Kiteenjärvi 11 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012  
 Kuvio 11. Havaintopisteen Kiteenjärvi 1 minimiravannesuhteet 1 metrissä loppupalvella ja -kesällä 1985–2012  
 Kuvio 12. Havaintopisteen Kiteenjärvi 10 minimiravannesuhteet 1 metrissä loppupalvella ja -kesällä 1985–2012  
 Kuvio 13. Havaintopisteen Kiteenjärvi 11 minimiravannesuhteet 1 metrissä loppupalvella ja -kesällä 1985–2012  
 Kuvio 14. Havaintopisteillä Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 a-klorofylli:n keskiarvot (palkeissa) ja -hajonta (viivana) kesä-elokuussa 1985–2012  
 Kuvio 15. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 havaintopisteiden samana ajankohtana otettujen näytteiden erot vuosilta 2000–2012  
 Kuvio 16. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaelämistön tiheys ( $kpl/m^2$ )  
 Kuvio 17. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaelämistön taksoni- eli lajiluku  
 Kuvio 18. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaelämistön biomassa ( $g/m^2$ )

- Kuvio 19. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaeläimistön CI-indeksi
- Kuvio 20. Humalajoen kokonaisfosfori(P)- ja -typpi(N)pitoisuudet vuosina 1985–2012
- Kuvio 21. Humalajoen väriluvun vaihtelu vuosina 1985–2012
- Kuvio 22. Kiteenjärven 1998 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä
- Kuvio 23. Kiteenjärven 2003 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä
- Kuvio 24. Kiteenjärven 2008 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä
- Kuvio 25. Kiteenjärven 2012 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä
- Kuvio 26. Kiteenjärven 1998 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta
- Kuvio 27. Kiteenjärven 2003 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta
- Kuvio 28. Kiteenjärven 2008 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta
- Kuvio 29. Kiteenjärven 2012 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta
- Taulukko 1. Vesienhoidon pinta-alaperusteinen tyypittely
- Taulukko 2. Vesien hoidon veden väriin perustuva tyypittely
- Taulukko 3. Vedenhoidon luokittelun kriteerit
- Taulukko 4. Kirjallisuudessa esitetyt rehevyysluokkien raja-arvoja
- Taulukko 5. Kiteenjärven hapettimen tekniset tiedot
- Taulukko 6. Kalanistutukset Kiteenjärkeen 1987–2011
- Taulukko 7. Kiteenjärvellä tehdyt niitot vuosina 1993–1997
- Taulukko 8. Kiteenjärven valuma-alue sekä maankäyttö ja maaperä
- Taulukko 9. Kiteenjärven rakenne ja viipymä
- Taulukko 10. Kiteenjärven syvyysvyöhykkeinen tilavuus
- Taulukko 11. Valuma-alueen peltojen kaltevuus ja pinta-ala
- Taulukko 12. Profundaalin ravinteisuus biomassan mukaan
- Taulukko 13. Surviaissääskentoukkien suhteelliseen runsauteen perustuva pohjan laatua kuvaava Chironomidi-indeksi
- Taulukko 14. Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamon vesistökuormitus
- Taulukko 15. Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalueen kuormitus vuosina 2003–2012
- Taulukko 16. Kiteenjärkeen laskevien uomien virtaamapainotettu fosforikuorma
- Taulukko 17. Selitykset VEMALA:n kuormituslaskelmien tulkintaan ja sisältöön
- Taulukko 18. Humalajoen ja Hiidenjoen fosforin tuleva kuormitus VEMALA-kuormitusmallin (2013) mukaan sekä lasketut prosenttiosuudet
- Taulukko 19. Humalajoen ja Hiidenjoen typen tuleva kuormitus VEMALA-kuormitusmallin (2013) mukaan sekä lasketut prosenttiosuudet
- Taulukko 20. Humalajoen ja Hiidenjoen kiintoaineen tuleva kuormitus VEMALA-kuormitusmallin (2013) mukaan sekä lasketut prosenttiosuudet
- Taulukko 21. Vesiensuojelutoimenpiteiden hinta €/poistettu fosfori(P) kg

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustaa

Tässä opinnäytetyössä esitetään Kiteenjärven nykytila ja nykytilaan vaikuttavat ympäristötekijät, järven ominaisuudet ja kuormituslähteet. Työssä esitetään myös ehdotukset siitä, mihin kunnostustoimenpiteisiin kannattaa jatkossa keskittyä.

Kiteenjärvi sijaitsee Itä-Suomessa, Pohjois-Karjalan maakunnassa Kiteen keskustaajaman välittömässä läheisyydessä. Järvi on matala, ja sen keskisyvyys on 2 metriä. Järven teoreettinen viipymä on 4,7 kuukautta. Kiteenjärven vedenpintaa on laskettu yhteensä 3 metriä. Ensimmäinen lasku toteutettiin 1780-luvulla ja toinen vuonna 1847. Kiteenjärven valuma-alue on 246,1 km<sup>2</sup>. Valuma-alueella on soita 27 % ja peltoja 20 %. (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013.)

Laajalta valuma-alueelta (246,1 km<sup>2</sup>) tuleva ravinnekuormitus rehevöittää Kiteenjärveä. Kuormitusta vesistöön tulee sekä piste- että hajakuormituksesta. Järveä kuormittaa kaksi pistekuormittajaa, Kiteen Vesikunnan Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo sekä Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalue. Hajakuormitus tulee pääosin maa- ja metsätaloudesta.

Kiteenjärvellä sijaitsevat suojelualueet luovat omat haasteensa kunnostustoimenpiteiden suunnitteluun. Osa Kiteenjärvestä kuuluu Natura-verkostoon. Alueen pinta-ala on 313,5 hehtaaria. Päätyeenlahti kuuluu suurelta osaltaan valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan sekä sisältyy myös kansainvälisesti arvokkaisiin kosteikkoalueisiin. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2011.)

Kiteenjärven tilasta huolestuneet osakaskunnat ottivat yhteyttä Pohjois-Karjalan ELY-keskukseen. Osakaskunnat kaipasivat selvitystä Kiteenjärven nykytilasta ja nykyisten kunnostustoimenpiteiden, kuten hoitokalastuksen ja hapetuksen, toi-

mivuudesta. Lisäksi koettiin tarpeelliseksi miettiä, mihin kunnostustoimenpiteisiin kannattaisi jatkossa keskittyä.

Pohjois-Karjalan ELY-keskus käynnisti selvityksen tämän opinnäytetyön avulla. Tähän opinnäytetyöhön on koottu jo aikaisemmin tehdyt selvitykset, Kiteenjärveltä saatavilla olevat aineistot, kuten vedenlaatu- ja pohjaeläinaineistot sekä tiedot tehdyistä kunnostustoimenpiteistä. Opinnäytetyön aikana selvitettiin myös halukkuutta kunnostustoimenpiteisiin.

Opinnäytetyötä tehdessä huomioitiin eri sidosryhmien näkemykset Kiteenjärven nykyisten kunnostustoimenpiteiden tehokkuudesta ja ajatukset jatkokunnostustoimenpiteistä. Tämän työn sidosryhmiin kuuluivat ELY-keskuksen asiantuntijat, Suomen Metsäkeskus, Kiteen kaupunki, osakaskunnat, paikalliset asukkaat, virkistyskäyttäjät sekä muut, joita Kiteenjärven tila kiinnostaa.

Tämä opinnäytetyö tehdään toimeksiantona Pohjois-Karjalan ELY-keskukselle. ELY-keskus on valtionhallinnon alueellinen kehittämis- ja palvelukeskus. Ympäristö- ja luonnonvarat - yksikön tehtäviin kuuluu entisen ympäristökeskuksen tehtävät eli ympäristönsuojelu, vesivarojenkäyttö ja -hoito sekä ympäristötiedon tuottaminen ja -tietoisuuden edistämien. (Suomen ympäristökeskus 2013.) Opinnäytetyön ohjaajana toimii opettaja Tarmo Tossavainen. ELY-keskuksen puolesta edustajana toimii biologi Tiina Käki.

## **1.2 Keskeiset käsitteet**

### **1.2.1 Hapetus**

Hapetus on hapen lisäämistä vesimassaan koneellisesti. Happipitoisuuden lisäys kohdistuu joko järven alusveteen tai koko vesimassaan. Eri tapoja on hapen liuottaminen säiliöstä tai ilmasta veteen ja näin syntyneen hapekkaan veden johtaminen alusveteen tai kemikaalina olevan hapen lisääminen veteen. Hapetoman pohjan ilmastus vähentää pohjasedimenttiin sitoutuneen fosforin vapau-

tumista. (Lappalainen & Lakso 2005, 135; Sammalkorpi & Sarvilinna 2010, 55, 59.)

### **1.2.2 a-klorofylli**

Klorofylli eli lehtivihreä kuvastaa plankton- eli mikrolevien määrää vedessä. a-klorofylli-pitoisuus on verrannollinen järven rehevyytasoon (Hämeen ELY 2012.)

### **1.2.3 Minimiravinne**

Vesiekosysteemin biomassassa hiilen (C), typen (N) ja fosforin (P) painosuhde on noin 100:10:1. Mikäli ravinteiden keskeinen suhde poikkeaa esitetystä, muodostuu ravinteesta kasvun minimitekijä eli minimiravinne. (Seppänen 1984, 96.)

### **1.2.4 Rehevöityminen**

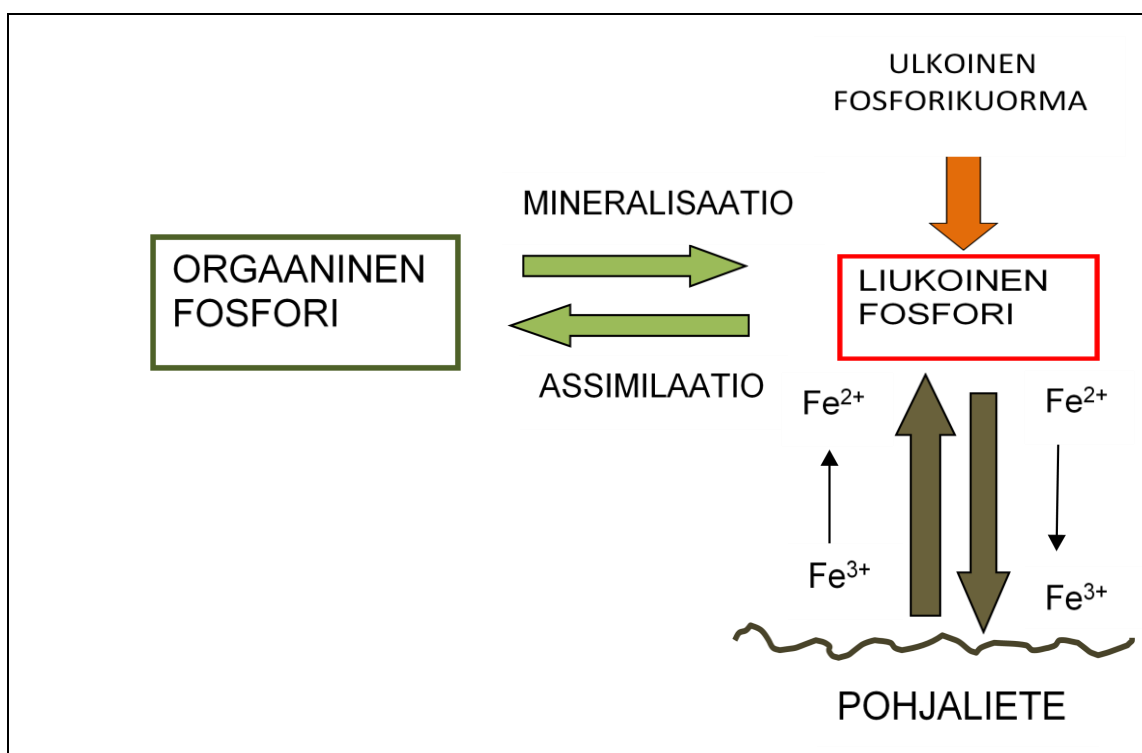
Rehevöityminen tarkoittaa ravinteiden kertymistä vesistöön, joka aiheuttaa ranta- ja vesikasvien sekä leväkasvuston lisääntymistä. Myös lajisto yksipuolistuu. Veden värin muuttuessa ja näkösyvyyden heikentyessä myös kalasto muuttuu, särkikalat lisääntyvät vesistön rehevöityessä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11.)

## 2 Tietoperusta

### 2.1 Rehevöityminen

#### 2.1.1 Fosfori (P) ja typpi (N) sekä niiden kierrot

Fosfori (P) on tärkein vesistöjen rehevöitymistä säätelevä eli kasvua rajoittava ravinne, joka valon ja lämpötilan ohella säätelee perustuotantoa vesistöissä. Fosfori on välttämätön aine, joka toimii solujen energian välittäjänä. Vesistöihin tulevat kasviravinteet ovat pääasiassa peräisin ympäröivän alueen maaperästä. Valuma-alueen maaperän laatu vaikuttaa luonnonvesien tuotannon määrään (Särkkä 1996, 63 - 64.) Fosfori esiintyy vesissä tavallisesti hyvin pieninä pitoisuuksina, mutta rehevöityneissä vesistöissä fosforia on suuria pitoisuuksia. Nämä ovat peräisin ihmistoiminnasta mm. maa- ja metsätaloudesta, turvetuotannosta sekä asutuksen- ja teollisuuden jätevesistä. (Hämeen ELY 2011.) Fosforin kierto yksinkertaistettuna esitetään kuvassa 1.



Kuva 1. Fosforin kierto vesiekosysteemissä, muokattu (Seppänen 1984, 148)

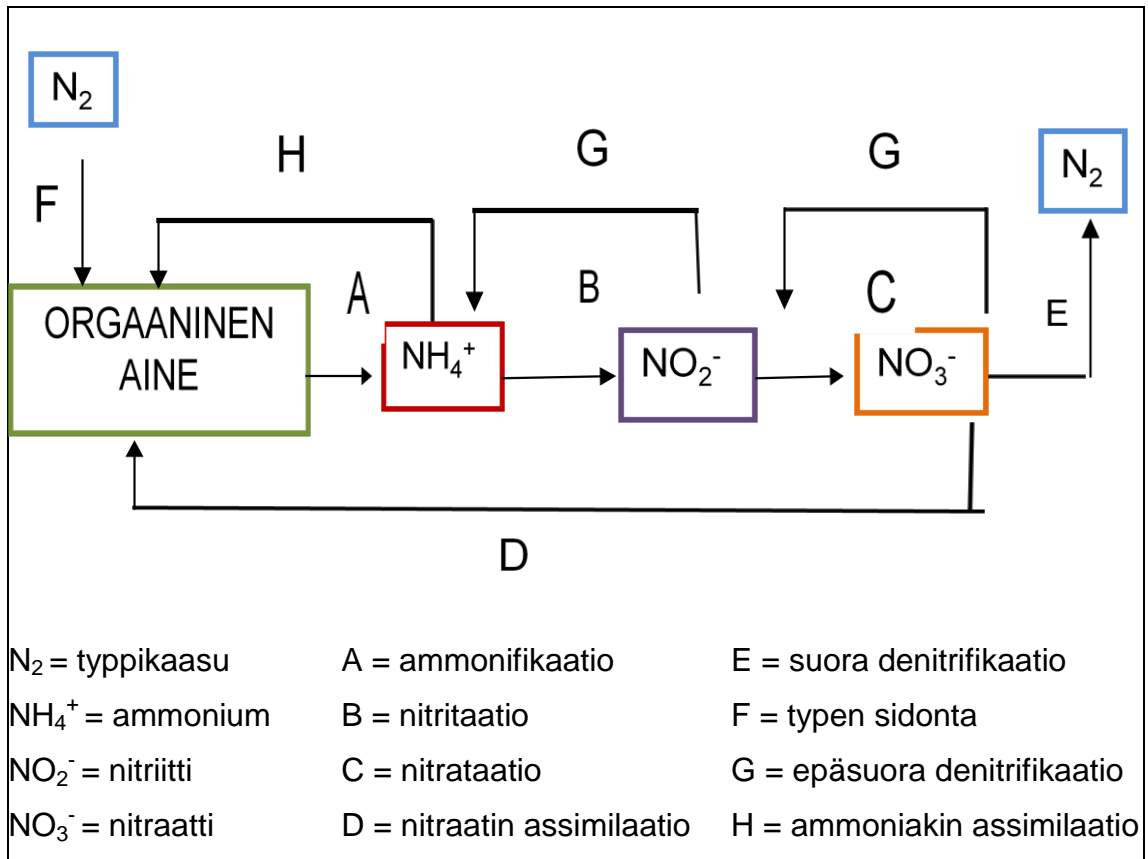
Järvissä fosforia esiintyy: liuenneena fosfaattifosforina ( $\text{PO}_4^{3+}$ ) sekä liuenneena orgaanisena fosforina, joka on sitoutunut järvessä eläviin pieneliöihin, hiukkasiin ja pohjasedimenttiin (Särkkä 1996, 64.) Liuenneena oleva fosfaatti-fosfori ( $\text{PO}_4^{3+}$ ) sitoutuu vedessä kasviplanktonin (levien) biomassaan (assimilaatio). Orgaanisen aineksen hajotessa vapautuu fosfori takaisin liukoiseen muotoon (mineralisaatio).

Raudan ja fosforin reaktiossa rauta (Fe) ja fosfaatti ( $\text{PO}_4^{3+}$ ) muodostavat hapellisissa (aerobisissa) olosuhteissa ferrifosfaatin ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Tämä on erittäin niukka-liukoinen ja sedimentoituu pohjalietteeseen toimien ”varastona”. Tätä tapahtuu niin kauan, kuin ympäristö pysyy happipitoisena. Hapettomissa (anaerobisissa) tai niukkahappisissa ( $\text{O}_2$ -pitoisuus alle 0,5 mg/l) olosuhteissa ferrifosfaatti ( $\text{Fe}^{3+}$ ), pelkistyy ferroraudaksi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ja vapauttaa fosforin vesimassaan liukoisessa ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) muodossa. (Seppänen 1994, 148, 149; Särkkä 1996, 65, 66.)

Typpi (N) on fosforin lisäksi yksi keskeisimmistä kasviraivinteista vesistöissä. Se on olennainen valkuaisaineiden ravinneosa. (Seppänen 1984, 96, 99.) Typen painosuhte vesiekosysteemin biomassassa fosforiin nähden on 10:1, näin ollen typpeä tarvitaan kymmenkertainen määrä fosforiin verrattuna. Rehevöityneissä vesistöissä kasvua rajoittava minimiravinne voi olla typpi, jos fosforia on runsaasti saatavilla. (Seppänen 1984, 96; Särkkä 1996, 66.)

Typpeä kulkeutuu vesistöihin monesta eri lähteestä: 1) ilmasta sateen tai kuivailaskeuman seurauksena, 2) vapautuu pohjasedimentistä ja 3) huuhtoutuu valuma-alueelta. Typpeä poistuu 1) ulosvirtauksen myötä, 2) denitrifikaatiossa, jossa osa pelkistetystä typpikaasusta karkaa ilmakehään sekä 3) typpeä sisältävien orgaanisten ja epäorgaanisten yhdisteiden sedimentoituessa (Helminen, Mäkinen & Horppila 1995, 30). Typen kierto esitetään yksinkertaistettuna kuvassa 2.





Kuva 2. Typen kierto vesiekosysteemissä, muokattu (Seppänen 1984, 98)

Typen kierto luonnossa on lähes ainoastaan eliöiden toiminnan seurausta, jonka eri vaiheiden nopeus ja suunta riippuu mikrobien ja ympäristön keskinäisestä vuorovaikutuksesta. Typpi on biologisesti aktiivinen aine, joka on luonnossa jatkuvassa kierrossa. Jos olosuhteet ovat epäsuotuisat tai muuttuvat epäsuotuisiksi osallistuville mikrobeille, saattaa joku kierron vaihe hidastua merkittävästi tai estyä kokonaan. Tästä voi johtua jonkin typenmuodon pitoisuuden nousu. Ensisijainen järjestys siitä mitä typen eri muotoja kasvit käyttävät ensisijaisesti ovat: 1) ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), 2) Nitraatti (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 3) typpikaasu (N<sub>2</sub>). (Helminen ym. 1995, 30.)

Typen biologisessa sidonnassa (F) typpikaasu sitoutuu orgaaniseen aineeseen. Osa bakteerisuvuista ja tietyt sinilevälajit pystyvät hyödyntämään veteen ilmasta liuennutta typpikaasua (N<sub>2</sub>). (Seppänen 1984, 98.) Ammonifikaatiossa (A) mikrobit vapauttavat orgaaniseen aineeseen sitoutuneen typen ammoniakiksi (NH<sub>3</sub>), josta muodostuu vedessä ammonium-ioni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

(ORGAANINEN TYPPI  $\longrightarrow$   $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ). (Seppänen 1984, 98,99.)

Nitrifikaation (B+C) muodostavat nitritaatio (B), jossa ammonium muuttuu hapen läsnä ollessa Nitrosomonas-bakteerien vaikutuksesta nitriitiksi ( $\text{NO}_2^-$ ), sekä nitrataatio, jossa (C) nitriitti ( $\text{NO}_2^-$ ) edelleen hapettuu Nitrobacter- bakteerien vaikutuksesta nitraatiksi ( $\text{NO}_3^-$ ). Nitrifikaatio aiheuttaa happamoitumista, vaikka tapahtuukin parhaiten neutraalissa ympäristössä. (Granberg 2006, 30.) Nitrifikaatio on erittäin herkkä ympäristössä tapahtuville muutoksille, koska se tapahtuu ainoastaan tiettyjen bakteerien vaikutuksesta. Nitritaatio (B) saattaa rajoittaa koko nitrifikaatioprosessia, koska se kuluttaa happea. Jos happea ei ole saatavilla nitrataatio (C) estyy, joka aiheuttaa mm. järven hapettomassa alusvedessä ammonium-pitoisuuden kasvun. (Seppänen 1984,104.)

Nitraatin assimilaatio (D) on nitrifikaation (B+C) vastakkainen reaktio, jossa nitraatti pelkistyy ammoniakiksi ja sulautuu takaisin solumassan valkuaisaineen rakennusmateriaaliksi. Assimilaatiota tapahtuu ainoastaan rehevöityneissä järvissä, koska karuissa vesissä ylimäärätyypeä ei synny. (Seppänen 1984, 104 - 107.)

Denitrifikaatio voidaan periaatteessa erottaa kahteen erilliseen prosessiin: suoraan denitrifikaatioon (E), jossa bakteerit muuttavat nitraattityypen ( $\text{NO}_3^-$ ) typpi-kaasuksi ( $\text{N}_2$ ) tai typpioksiduuliksi ( $\text{N}_2\text{O}$ ), joka vapautuu ilmaan ja epäsuoraan denitrifikaatioon (G), jossa reaktion seurauksena vapautuu ammoniumia ( $\text{NH}_4^+$ ) (Seppänen 1984, 104).

### 2.1.2 Rehevöitymisen vaikutukset vesistöissä

Rehevöityminen näkyy eri tavoin vesistöissä. Yleensä rehevöityminen havaitaan liian myöhään, jotta pelkkä ulkoisen kuormituksen vähentäminen parantaisi järven tilannetta. Siksi tulisi heti puuttua järven tilaan, kun ilmenee seuraavanlaista kehitystä (Lappalainen 1990, 111; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11):

- pyydysten ja rantakivien limoittumista
- arvokalojen vähenemistä, särkikalojen lisääntymistä
- kaloissa makuvirheitä
- vedessä ajoittaista pahaa hajua ja makua
- ajoittaisia silmin havaittavia leväesiintymiä
- pohjasedimentin löystymistä, tummumista ja hajua
- kaasukuplien nousua pohjasedimentistä
- muutoksia rantakasvillisuudessa
- kalakuolemia
- veden värin ja näkösyvyyden muutoksia
- vesilintujen lajien ja määrien muuttumisia
- vedessä uimisesta aiheutuvia ihottumia ja järvisyhyä
- vettä käyttävien eläinten myrkytyksiä.

### 2.1.3 Vesienhoidon tyypittely ja luokittelu sekä rehevyysluokat

Pintavesien tyypittely kuvastaa pintavesien ominaisuuksia, millaisia ne olisivat tai ovat luonnontilaisena ilman ihmisen toiminnan vaikutuksia. Pintavedet tyypitellään ominaisuuksiensa mukaan ja niihin vaikuttavat pinta-ala, syvyysuhteet, viipymä, valuma-alueen maaperä sekä maantieteellinen sijainti. Taulukoissa 1–2 esitellään tyypittelyn perusteita.

Taulukko 1. Vesien hoidon pinta-alaperusteinen tyypittely (Mononen ym. 2011, 29)

Tyyppi	Pinta-ala
Pienet järvet	alle 5 km <sup>2</sup>
Keskikokoiset järvet	5–40 km <sup>2</sup>
Suuret järvet	yli 40 km <sup>2</sup>

Taulukko 2. Vesien hoidon veden väriin perustuva tyypittely (Mononen ym. 2011, 29)

Tyyppi	Luontainen väri
Vähähumuksiset järvet	alle 30 mg Pt/l
Humusjärvet	30–90 mg Pt/l
Runsashumuksiset järvet	yli 90 mg Pt/l

Lisäksi järvi luokitellaan matalaan järvityyppiin keskisyvyyden ollessa alle 3 m tai kun vesi ei kerrostu kesällä tai kerrostuminen on hyvin lyhytaikaista.

Vesienhoitolain mukaan pintavedet luokitellaan vesistöjen ekologisen tilan perusteella, joka määritellään eri kriteereiden perusteella (taulukko 3). Arvioinnin pohjana ovat vesistön luontaiset ominaispiirteet. Vesistön tilaa verrataan tilaan, joka on kyseiselle vesistölle mahdollisimman luonnonmukainen. (Mononen ym. 2011, 32.)

Taulukko 3. Vedenhoidon luokittelun kriteerit (Mononen ym. 2011, 29)

Biologinen luokittelu	Fysikaalis-kemiallinen luokittelu
Kasviplankton	Fys.-kem. yleiset olosuhteet
Muu vesikasvillisuus – vesikasvit eli makrofytyt	Fys.-kem. lisämuuttujat, ei luokkarajoja
Muu vesikasvillisuus – päällislevät eli perifyton	Hydrologis-morfologinen luokittelu
Pohjaeläimet – litoraalisio	Hydrologis-morfologinen muuttuneisuusluokka
Pohjaeläimet – syväneosio	
Kalat	

Järvien trofiatyyppien eli rehevyysluokituksen perustana on nykyään perustuo-  
tanta (Taulukko 4). Sen perusteella järvet jaetaan kahteen perustyyppiin: eutro-  
fisiin (reheviin) ja oligotrofisiin (karuihin). Tyyppiä ei Suomessa käytetä yleensä  
rehevyystason mittarina, koska murto-osassa suomen järviä on tyyppi minimira-  
vinteena (Pietiläinen & Räike 1999, 13).

Taulukko 4. Kirjallisuudessa esitetyjä rehevyysluokkien raja-arvoja kirjallisuudessa esitettyjen lähteiden mukaan 1 = Järnefelt (1952), 2 = Likens (1975), 3 = Heinonen (1980), 4 = Welch (1980), 5 = Sladeczek (1978), 6 = OECD (1982), 7 = Henriksen ym. (1997), 8 = Laaksonen (1972) (Eloranta 2005, 16.)

Trofialuokka	Kasviplanktonbiomassa, mg/l			a-klorofylli, µg/l				Kokonaisfosfori, µg/l		
	1	2	3	2	4	5	6	6	7	8
Ultraoligotrofia		< 0,5	< 0,2	0,1 - 0,5		0 - 1	< 1	< 5		< 5
Oligotrofia	< 0,15	0,2 - 1,0	0,2 - 0,5	0,3 - 3,0	0 - 4	1,0 - 5,0	< 2,5	5,0 - 15	< 10	5,0 - 15,0
Mesotrofia		1,0 - 3,0	0,5 - 2,5	2,0 - 5,0	4,0 - 10,0	5,0 - 20,0	2,5 - 8	15 - 50	10,0 - 35	16,0 - 25
Eutrofia	> 0,8	> 3,0	2,5 - 10	10 - 500	10 - 100	20 - 1000	8,0 - 25	50 - 150	> 35	> 25
Hypereutrofia			> 10		> 100	> 1000	> 25	> 150		

## 2.2 Vesistöjen kuormitus

### 2.2.1 Piste- ja hajakuormitus

Pistekuormituksella tarkoitetaan yksittäisiä kuormituslähteitä, jonka kuormitus tulee yhdestä pisteestä ja on helposti mitattavissa. Tähän kategoriaan kuuluvat mm. jäteveden puhdistamot sekä tuotantolaitokset. (Sarvilinna, Sammalkorpi 2010, 58.) Kuormituksen vaikutus riippuu kuormituksen määrästä, purkualueen sijainnista sekä siitä, kuinka käyttökelpoisessa muodossa ravinteet ovat perustuotannolle. Asutuksen jätevesien ravinteet ovat yleensä helposti perustuotannon hyödynnettävissä. (Tammi 1995, 9.)

Hajakuormituksella tarkoitetaan kuormitusta, jota ei voida tarkasti mitata. Hajakuormitus koostuu mm. haja- ja loma-asutuksen jätevesistä sekä maa- ja metsätaloudesta. (Eloranta 2005, 24.)

### 2.2.2 Ulkoinen kuormitus

Ulkoinen kuormitus koostuu valuma-alueelta tulevasta orgaanisesta aineesta ja ravinteista sekä suoraan järveen laskevista jätevesistä sekä ilmalaskeumasta.

Valuma-alueen luontaiset ominaisuudet sekä maankäyttö vaikuttavat ravinteiden määrään. (Eloranta 2005, 23–24.)

Valuma-alueelta tulevan kuormituksen hahmottamisessa on tärkeää perehtyä maankäyttöön sekä maaperän että kallioperän ominaisuuksien selvittämiseen. Pelloilta tuleva kuormitus riippuu peltojen viettävyydestä, viljeltävästä kasvityypistä sekä lannoituksen määrästä. Metsätalousmaiden kuormitus riippuu metsämailla tehdyistä toimenpiteistä, kuinka kauan aikaa on kulunut niiden toteutuksesta, metsälannoituksista sekä hakkuusta, muokkauksesta ja ojituksista. (Eloranta 2005, 24.)

Järven rakenne eli pinta-ala ja syvyysuhteet vaikuttavat järven luonnolliseen kykyyn vastaanottaa ulkoista kuormitusta (Eloranta 2005, 18). Järven viipymä eli aika, jolloin vesi vaihtuu järvessä keskimäärin, on yksi tärkeimmistä veden laatuun vaikuttavista tekijöistä. Tärkeää on myös järveen tulevan veden laatu. (Eloranta 2005, 20.) Veden laatu on jo luontaisesti heikentynyt lasketuilla järvillä, koska niiden sietokyky ulkoiselle kuormitukselle on alhaisempi kuin luonnon-tilaisten järvien (Eloranta 2005, 21).

### **2.2.3 Sisäinen kuormitus**

Sisäisen kuormituksen arviointi on hankalampaa kuin ulkoisen, koska ulkoisesta kuormituksesta poiketen sedimentin ja veden välinen ainevirtaus tapahtuu molempiin suuntiin. Ravinteita sedimentoituu pohjaan ja niitä vapautuu veteen monin eri tavoin. Tasapainoisessa järvessä osa järveen tulevasta ravinteista sedimentoituu, mutta tasapainon häiriintyessä ravinteita vapautuu vesimassaan enemmän kuin sedimentoituu. Tämän saa aikaan pohjan alhainen happitilanne, joka vapauttaa fosforia pohjasta veteen. (Eloranta 2005, 24–25.)

Lisääntynyt särkikalakanta syö eläinplanktonia ja eläinplanktonin vähetessä suurikokoiset kasviplanktonit esim. sinilevät lisääntyvät. Eläinplanktonin biomassan vähetessä lisääntyneiden särkikalojen ruokailu siirtyy pohjanpöyhintään, josta sedimentissä olevat ravinteet palaavat veteen pöyhinnän sekä ulosteiden vaikutuksesta. (Martinmäki ym. 2010, 25.)

Kun sisäinen kuormitus on suurempi kuin sedimentaatio, veden ravinnepitoisuus nousee, mikä lisää perustuotannon kasvua. Tämä lisää orgaanisen aineen määrää vesistössä, joka hajotessaan kuluttaa happea vesimassasta ja aiheuttaa sisäisen kuormituksen kasvua. (Eloranta 2005, 14–24.)

## **2.3 Vesistön kunnostusmenetelmät**

### **2.3.1 Valuma-aluekunnostus**

Valuma-aluekunnostuksella pyritään vähentämään hajakuormituksen aiheuttamaa kuormitusta. Vesiensuojeluteknisillä rakenteilla pyritään saamaan kuormitusta vähenemään ja niitä kohdistetaan mm. haja- ja loma-asutuksen jätevesiin sekä maa- ja metsätalousmaihin. Vesiensuojeluteknisiä ratkaisuja ja rakenteita ovat mm. viljelytekniset menetelmät, suojakaistat ja -vyöhykkeet, laskeutusalltaat ja kosteikot.

#### ***2.3.1.1 Viljelytekniset menetelmät ja suojavyöhykkeet***

Peltojen ravinnepitoisuuden tutkiminen ja lannoituksen mitoittaminen vähentää turhaa lannoitusta. Ravinteita sisältävän maa-aineksen pääsy vesistöön tulisi estää. Pellot tulisi pitää mahdollisimman suuren osan vuodesta kasvipeitteisenä, kyntää keväällä tai kylvää mahdollisuuksien mukaan suoraan sängelle. Suositeltavaa on myös viherkesannointi ja kevennetyt muokkausmenetelmät (Salminen & Böhling 2002, 50). Myös säätäsalaojitus parantaa peltojen vesitaloutta, kun salaojissa olevan vedenpinnankorkeutta pystytään säätelemään tarpeen mukaan. Ojaluisien loiventaminen ja vahvistaminen vähentää uoma eroosiota ja siten kiintoaineessa olevia ravinteita. (Mattila 2005, 144–145.) Kasvipeitteisiä suojavyöhykkeitä tulisi jättää vesistöjen ja peltojen väliin sekä ojanvarsille. Alueet tulisi niittää vuosittain ja korjata niittojäte ravinteiden vähentämiseksi suojakaistoilta (Mattila 2005, 144). Karjataloudessa tärkeää on lannan va-

rastointi ja levitys siten, että ravinteet saadaan kasvien käyttöön (Salminen & Böhling 2002, 50).

### **2.3.1.2 Laskeutusaltaat ja kosteikot**

Laskeutusaltaalla tarkoitetaan vesiallasta, joka on padottu tai kaivettu ojan tai puron yhteyteen. Tämän tarkoituksena on virtausnopeutta vähentämällä pidättää vedestä kiintoainetta, joka laskeutuu altaan pohjalle ja vähentää etupäässä liettymishaittoja ja niiden aiheuttamaa rehevöitymistä. Laskeutusaltaan toiminta perustuu veden virtausnopeuden ja pyörteisyyden laskuun. Altaan viipymä vaikuttaa siihen, kuinka hienojakoinen kiintoaine saadaan laskeutumaan altaan pohjalle. Tällä saadaan estettyä kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin eteneminen vesistöön. Liukoiseen fosforiin ja typpeen altaalla ei ole vaikutusta. (Harjula & Sarvilinna 2003, 39.)

Laskeutusallas mitoitetaan niin, että sen koko on minimissään 0,1–0,2 % valuma-alueesta. Tutkimusten mukaan laskeutusallas toimii tehokkaimmin, jos sen koko on maatalousalueilla vähintään 1 % ja turvetuotantoalueilla vähintään 3–4 % valuma-alueesta. (Mattila 2005, 146.) Laskeutusaltaat on tarkoitettu valuma-alueille, joilta tulevan karkean kiintoaineen pitoisuus on suuri (Harjula & Sarvilinna 2003, 39).

Kosteikko perustetaan uomaan tai ranta-alueelle, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa tai muutoin kosteana. Kosteikot perustetaan yleensä patoamalla ja siihen yleensä liitetään myös avoin syvän veden alue, jonne kiintoaines pysyy sedimentoitumaan. Tyypillisesti kosteikossa kasvaa vesi- ja kosteikkokasvilisuutta. Kosteikoilla on monipuoliset ympäristövaikutukset. Ne pidättävät pelloilta tulevaa kiintoainetta ja ravinteita sekä vapauttavat typpeä kaasuna ilmakehään. Oikein mitoitettu kosteikko, vähintään 1–2 % yläpuolisesta valuma-alueesta, poistaa suuren osan valumavesien kiintoaineesta ja ravinteista. Käytännössä kosteikko saisi olla niin suuri, kuin paikalle on mahdollista tehdä, että sen toimivuus ja pidättyvyys olisi mahdollisimman hyvä. (Harjula & Sarvilinna 2003, 38.)



Kosteikon ominaisuuksista tärkein on veden viipymä, koska kosteikossa viipymän ollessa lyhyt vain karkein kiintoaines ennättää laskeutua kosteikon pohjalle. Luonnonmukaiset kosteikot sijoittuvat notkelmiin, joissa virtaa luonnonuoma. Nämä ovat helposti ennallistettavissa oja- ja puronotkoja patoamalla. Kosteikot leikkaavat valuntahuippuja ja tasaavat tulvia. Kosteikkoa tulee hoitaa poistamalla pohjaan kertynyttä lietettä sekä poistaa kasvillisuutta umpeen kasvamisen estämiseksi. Oikein hoidettu kosteikko edistää luonnon monimuotoisuutta sekä parantaa eliöstön elinolosuhteita. Kalojen pääsy kosteikkoon tulisi estää, ettei sinne synny särkivaltaista kalastoa, joka muuttaisi kosteikon toiminnan pidättävästä kuormittavaksi. (Harjula & Sarvilinna 2003, 38, 39.)

### **2.3.1.3 Muut menetelmät**

Pintavalutuskenttiä käytetään pääasiassa turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistamiseen. Kentän materiaali on raakaturvetta, jonka läpi suodattuessa ja virratessa vedessä tapahtuu fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia prosesseja. Mitä suurempi kenttä on, sitä parempi on puhdistustulos. Kentän toiminta on parhaimmillaan kesäaikana. Läpivirtaukset sekä kentän väärä mitoitus heikentävät puhdistustulosta. (Mattila 2005. 147.)

Perattuja uomia ennallistamalla pyritään saamaan takaisin uoman luontainen itsepuhdistuskyky. Lisäämällä uoman mutkaisuutta ja monimuotoisuutta sen pituus lisääntyy ja kaltevuus vähenee. Nämä lisäävät rantakasvien monimuotoisuutta, joka vähentää rantojen eroosiota. Uomiin sijoitetut kivet ja puuaines toimivat osaltaan eliöstön piilopaikkoina ja pidättävät pienempää orgaanista ainesta, joka edistää pohjan sedimentoitumista eli pidättää ravinteita. (Harjula & Sarvilinna 2003, 42, 70.)

Suodatin on melko tehokas partikkeleiden erottelija, mutta ei erota liuenneita ravinteita ja toisaalta tukkeutuu nopeasti siihen liettyneestä maakerroksesta. Suodatinkenttä, jossa on kalkki-hiekkaseosta saostaa tehokkaasti fosforia.

Suodatinojat, jonka tarkoitus on suodattaa ojavedestä fosforia. Kalkkiahiekan tai fosforia saostavan kemikaalin ja hiekan seoksen läpi salaojaputkiin. (Mattila 2005. 147, 148.)

Kemiallista saostusta voidaan soveltaa maatalouden ja turvetuotannon tarpeisiin, mutta kustannukset voivat nousta kohtuuttoman suuriksi, joten menetelmää käytetään vain poikkeustapauksissa. Kemiallista saostusta on käytetty turkis- tarhojen valumavesien käsittelyyn, koska niissä on suuria fosforipitoisuuksia. (Mattila 2005. 148.)

Maataloudessa maitohuoneiden ja karjapihojen vesien aiheuttamaa vesistökuormitusta voidaan vähentää pienpuhdistamoilla, laskeutusaltilla ja suodatin- kentillä. Ojiin voidaan rakentaa laskeutusaltaita ja kosteikkoja. (Salminen & Böhling 2002, 50, 51.)

Metsätaloudessa lannoittamisen ja rantojen hakkuun lopettaminen sekä metsä- ja suo-ojiin kaivukatkojen ja laskeutusaltaiden kaivaminen vähentää kiintoai- neen pääsyä käsitellyiltä metsämailta vesistöön. (Salminen & Böhling 2002, 50, 51.)

## **2.3.2 Järvikunnostus**

### **2.3.2.1 Hapetus**

Kaiken hapellisen toiminnan taso alkaa laskea, kun happipitoisuus laskee alle kolmannekseen hapenkyllästystasoon verrattuna. Hapettomassa ympäristössä hajotus tuottaa haitallisia aineita, esimerkiksi rikkivetyä sekä ammoniumtyyppiä, joka emäksisissä olosuhteissa muuntuu osittain kaloille myrkylliseksi ammoni- akkikaasuksi. Hapetuksella halutaan edistää hiilen ja typen kiertoa, mutta sa- malla hillitää liiallista fosforin kiertoa. Happipitoisuuden laskiessa kalojen elinolot ja lisääntymiskyky heikkenevät. Veden happipitoisuuden laskiessa alle 5 mg/l ei kalojen mäti enää kehity normaalisti. (Lappalainen & Lakso 2005, 154, 155.)

Suomessa yleisesti käytössä oleva hapetusmenetelmä on kierrätyshapetus, jota käytetään pintaveden ollessa happipitoista. Menetelmässä pumpataan hapekasta päällysvettä pohjalle. Tämä voidaan tehdä joko lämpötilakerrostuneisuuden säilyttäen tai rikkoen. Tämä menetelmä ei sovi järville, joissa vesimassa on kauttaaltaan hapeton. (Lappalainen & Lakso 2005, 158.) Päällysveden ollessa vähähappista, käytetään ilmastusta, joka sekoittaa ilmakehän happea veteen ja pumppaa ilma-vesiseoksen pohjalle. Tämäkin menetelmä voidaan tehdä lämpötilakerroksen säilyttäen tai rikkoen. (Lappalainen & Lakso 157.)

### **2.3.2.2 Ravintoketjukuristus eli biomanipulaatio**

Kun järven kalasto muuttuu särkikalavaltaiseksi ja kalabiomassa kasvaa, tulee eliöyhteisöstä rehevyyden ylläpitäjä. Tihentynyt kalasto lisää levien ravinnon saantia sekä käyttävät eläinplanktonia ravinnokseen, mikä heikentää eläinplanktonin laidunnusta kasviplanktonissa ja näin ollen lisää levien määrää entisestään. Valikoiva kalastus, joka kohdistuu petokaloihin, heikentää järven tilaa entisestään, koska petokalat käyttävät ravinnokseen pieniä kaloja. Rantojen umpeenkasvu heikentää hauen poikastuotantoa ja siten petokalakantoja. (Sammalkorpi & Horppila 2005, 172.)

Yksi ravintoketjukuristuksen päätavoitteista on se, että eläinplanktonia ravintonaan käyttävien kalojen määrä saataisiin vähenemään niin, että leviä tehokkaimmin hyödyntävät isommat vesikirput pääsisivät takaisin planktoniyhteisöön. Isojen vesikirppujen lisääntyminen lajistossa pitää leväkasvustot tehokkaasti kurissa. Tosin särkikalojen vähentäminen voi aiheuttaa sulkasääskentoukkien lisääntymisen, jotka käyttävät myös eläinplanktonia ravinnokseen. (Sammalkorpi & Horppila 2005, 172.)

### **2.3.2.3 Ruoppaus**

Ruoppaus on vesistön pohjaan kertyneen pohjasedimentin tai muun

maa-aineksen poistamista veden alta. Ruoppaus sisältää kolme päätyövaihetta: massan irrotus ja nosto pohjasta, siirtäminen läjityspaikalle sekä sijoittaminen. Ruoppauksella voi olla monia eri tavoitteita (ELY-keskukset 2013):

- järven vesisyvyyden ja -tilavuuden lisääminen
- ravinnekierron vähentäminen veden ja sedimentin välillä
- kasvillisuuden vähentäminen
- saastuneiden tai myrkyllisten ainesten poistaminen
- alueiden käyttökelpoisuuden parantaminen, esim. uimarannat, veneväylät.

Ruoppaus on yksi yleisimpiä järvien kunnostusmuotoja, sitä käytetään yleisesti, kun rakennetaan veneväyliä ja uimapaikkoja sekä kunnostetaan matalia rantoja. Vesistöä koskevista haitoista eli lietteestä tai matalikosta kärsivän on oikeus toisenkin vesialueella suorittaa haitan poistamiseksi toimenpiteitä, kunhan siitä ei aiheudu huomattavaa haittaa vesialueen omistajalle eikä vesilaissa 1:12-15 §:ssä mainittuja seurauksia. Tämä mahdollistaa yhteisomistuksessa olevien uima- ja venerantojen ruoppaukset. (ELY-keskukset 2013.)

Pieninkin ruoppaus edellyttää aina kirjallisen ilmoituksen tekemisen ELY-keskukselle. Ruoppauksesta tulee myös keskustella rajanaapurien, vesialueen omistajan, vesialueen osakaskunnan sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen kanssa. Ilmoitus ruoppauksesta on tehtävä vähintään 30 vrk ennen toimenpiteen aloittamista. Ilmoitukseen on sisällytettävä tiedot hankkeesta, sen toteutustavasta sekä ympäristövaikutuksista. Liitteenä on oltava kartta, johon on merkitty ruopattava alue sekä läjitysalueen sijainti. Tätä ilmoitusta varten on olemassa ruoppausilmoituslomake. (ELY-keskukset 2013.)

ELY-keskus on vesilain yleinen valvontaviranomainen, joka arvioi tarvitseeko toimenpide aluehallintoviraston (AVI) luvan. Ruoppausmäärän ylittäessä 500 m<sup>3</sup> on toimenpiteelle aina hankittava lupa. Mikäli ruoppaus aiheuttaa haitallisen muutoksen vesiympäristössä, pienempimuotoinenkin ruoppaus tarvitsee luvan. Työt saa aloittaa joko 30 vuorokauden kuluttua ilmoituksen tekemisestä tai kun lupa on saatu. Valvontaviranomainen voi asettaa työlle ehtoja, vaikkei lupaa

AVI:lta tarvitsisikaan hakea. Ruoppauksesta ei saa aiheutua tarpeetonta haittaa, eikä se saa olla välttämätöntä tarvetta suurempi. (ELY-keskukset 2013.)

Veden samentumisesta ja muista kaivun aiheuttamista haitoista on sovittava etukäteen naapureiden ja muiden yksityisten hankkeen vaikutuspiirissä olijoiden kanssa. Alueen kalataloudellinen merkitys on selvitettävä sekä toimenpiteet on suunniteltava niin, etteivät ne heikennä kalaston elinolosuhteita tai tuhoa kalojen oleskelu- ja lisääntymisalueita. Jos jokin taho on ruoppausta vastaan, eikä sopimukseen päästä tai ruoppauksesta voidaan olettaa aiheutuvan haittaa, on toimenpiteelle hankittava vesilain mukainen lupa AVI:lta. Toimenpiteet on tehtävä kuitenkin niin, ettei niistä aiheudu haittaa, mikä olisi kohtuullisilla kustannuksilla vältettävissä. (SYKE 2013.)

Rehevöityneestä matalasta järvestä tulee ruoppausmassaa keskimäärin kunnostettavaa neliometriä kohden yksi kuutiometri, joten läjitysalueet ovat yleensä suuria. Kannattavuutta saattaa parantaa ruoppausmassan käyttö peltoviljelyssä ja viherrakentamisessa. Ruoppausmassojen läjitys tapahtuu aina kuivalle maalle. Läjitysalueen on oltava sellainen, josta massa ei pääse valumaan takaisin vesistöön. Vesipitoisuus määrittelee ruoppausmuodon, läjitysalueen koon ja tarvitaanko pengerrystä. (Viinikkala, Mykkänen & Ulvi 2005, 213–218.)

Haittojen vähentämiseksi pienialaiset ruoppaukset tulisi ajoittaa syksyyn ja kevääseen ja suurimmat ruoppaukset talveen, jolloin samentuminen häiritsee mahdollisimman vähän järven luonnollista tasapainoa. Ruoppauksen haittoina on veden samentuminen, pohjaeläimistön kärsiminen, ruoppausmassojen läjityksen haitat ja korkeat kustannukset. Vaikutukset saattavat olla väliaikaisia. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 56; Viinikkala ym. 2005, 213–218.)

### ***Kauharuoppaus***

Kauharuoppaus on yleisin ruoppausmuoto, jota käytetään pienimuotoisten kunnostushankkeitten välineenä. Kauharuoppauksessa ruoppaus suoritetaan yleensä rannalta, rantavedestä, lautalta tai jäältä. Välineenä on kaivinkone, joka

on varustettu pyörillä tai tela-alustalla, traktorikaivuri tai kuokkakaivinlaitteella varustettu itsekulkeva ja kelluva ruoppausalus. Kaivuvarustuksena voi olla avoin kauha, sulkeutuva kauha tai pumppukauha. (Viinikkala ym. 2005, 213.)

### ***Imuruoppaus***

Imuruoppausta käytetään ainoastaan laajoissa kunnostushankkeissa, koska siihen tarvitaan yleensä suuret pengerreretyt läjitysalueet. Koneiden kuljetus ja toimintakuntoon kokoaminen aiheuttavat myös suuremmat lähtöinvestoinnit. (Viinikkala ym. 2005, 216.)

### ***Pumppukauharuoppaus***

On imu- ja kauharuoppauksen välimuoto, jossa pumppujen nielut ovat kauhan pohjassa. Massa pumpataan letkua pitkin haluttuun kohteeseen. Tämäkin ruoppausmuoto sopii löyhälle sedimentille. Massan irrotusvoima on suurempi kuin imuruoppauksessa. Työnkierto poikkeaa kauhakoneen työnkierrosta siten, ettei kauhaa tarvitse tyhjentää, vaan se tyhjenee massasta kaivuliikkeen aikana. (Viinikkala ym. 2005, 216.)

#### ***2.3.2.4 Vesikasvien poisto***

Umpeenkasvaneiden rantojen virkistyskäyttöä helpottaa niittäminen. Oman rannan kasvillisuutta saa niittää käsin vapaasti. Koneellinen niittäminen tarvitsee aina luvan kunnan ympäristöviranomaiselta tai ELY-keskukselta. Niitto tehoaa parhaiten ilmaversoisiin kasveihin, kuten järviruokoon, -kortteeseen ja -kaislaan. Paras aika niitoille on heinäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin. Niitto parantaa myös linnuston ja kalaston elinolosuhteita, jos rannat ovat päässeet pahasti umpeutumaan. Myös hauen luontainen lisääntyminen helpottuu sekä veden vaihtuvuus ranta-alueella paranee. Tässäkin kannattaa pysyä kohtuudessa, koska liian laajalla poistolla on enemmän haittaa, kuin hyötyä, koska rantakasvillisuus pidättää ravinteita sekä rantakasvien poisto altistaa rantaa eroosiolle. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50.)

Ruovikon poistaminen saa yleensä aikaan lumpeen ja ulpukan lisääntymisen, jonka poisto on huomattavasti vaativampaa. Lumpeen ja ulpukan niitosta ei ole suoranaisesti apua, koska niiden juuret täytyy harata pohjasta, että kasvu tyrehtyy. Tämä luokitellaan jo ruoppaukseksi ja tarvitsee luvan. Uposlehtisten kasvien niittoa (esim. vesirutto, vesisammal ja karvalehti) tulee välttää, koska ne lisääntyvät palasista, jotka versovat nopeasti. Tässä tulee myös muistaa, että poistettu kasvillisuus tulee koota vesistöstä läjittää kuivalle maalle ja hävittää esimerkiksi kompostoimalla. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50).

### **2.3.2.5 Vedenpinnan nostaminen ja -säännöstely**

Järvenlaskun seurauksena pienentyneiden järvien vesitilavuutta voidaan kasvattaa vedenpinnan nostolla. Vedenpinnan nostolla pyritään vähentämään vesikasvillisuutta ja hidastamaan umpeenkasvua. Tähän kannattaa yhdistää ilma-versoisten kasvien niitot, jos umpeen kasvua on havaittavissa. Nosto parantaa rantojen virkistyskäyttömahdollisuuksia, parantaa arvokalaston elinolosuhteita sekä vaikuttaa talviseen happitilanteeseen järvessä. Toisaalta happitilanteen paraneminen voi lisätä särkikalastoa. Myös ravinnepitoisuus voi hetkellisesti kasvaa, kun uusien alueiden ravinteet huuhtoutuvat ensimmäisten vuosien aikana vesistöön. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 57.)

Vedenpinnan nostoa ja säännöstelyä varten, mikäli luvanhakijoita on enemmän kuin yksi, on perustettava vesioikeudellinen yhteisö, joka saa oikeustoimikelpoisuutensa luvan myöntämisen yhteydessä. Yhteisön mahdollisia jäseniä ovat hankkeesta hyötyä saavien kiinteistöjen omistajat, hankkeeseen liittyvien rakenteiden käyttäjät sekä mahdolliset muut hyödynsaajat. Jäsenyyden alkamisesta ja päättymisestä päättää yhteisön kokous. Yhteisön olemassaolo on sidottu vesioikeudellisen lupaan, mikäli lupaa ei saada, yhteisö purkautuu. (Soininen 2013, 3–7. )

Keskivedenkorkeushankkeissa yhteisön jäsenyys on pakollinen. Nostohankkeissa voi hyödynsaaja valita liittyykö yhteisöön vai suorittaako aiheutuvat kus-

tannukset kertaeränä, jonka aluehallintovirasto määrää. Yhteisöön liittyessään sitoutuu hankkeeseen, joka puolestaan voi tarkoittaa kertaerää suurempia kustannuksia. Nostohankkeeseen voivat osallistua myös muut tahot, jotka hyötyvät hankkeesta esim. rantakiinteistöjen omistajat ja yrittäjät, jotka toimivat vesistön alueella, johon toimenpiteet on suunnattu. (Soininen 2013, 8–9.)

Vedenpinnan nostosta aiheutuu Järvelän (2012) mukaan sekä hyötyjä että haittoja. Vedenpinnan noston hyötyjä ovat:

- virkistyskäytön paraneminen
- umpeenkasvun hidastuminen
- ruoppaustarpeen väheneminen/siirtyminen
- rantakiinteistöjen arvonnousu
- vesistön tilan koheneminen
- veden korkeuden vaihtelujen väheneminen.

Vedenpinnan nostosta aiheutuvia haittoja ovat esimerkiksi:

- lupa- ja rakennuskustannukset
- mahdollinen rakennusoikeuden vähentyminen
- rannalla olevan metsämaan vettyminen sekä siitä aiheutuva puunkasvun pienentyminen.

Onkamojärvien hankkeessa suurimmat ongelmakohdat, joita tuli esille, olivat rantakiinteistöjen omistajien suuri lukumäärä (lähes 600 omistajaa), joka olisi edellyttänyt kannatusedellytyksen  $\frac{3}{4}$  puoltavaa ääntä. Kaikki hanketta puoltavat eivät olisi kuitenkaan halunneet liittyä yhteisöön, mikä tarkoittaa liittyjille suurempia kustannuksia. Myös tilusjärjestelyjen suuret ennakoarvot ja epätietoisuus todellisten kustannusten suuruudesta vähensi halukkuutta. Pohjapadon aiheuttamat haitat liikennöinnille uomassa sekä ammattikalastajille oli yksi kynnyksysymyksistä. (Soininen 2013, 31–32.) Myös monissa muissa tapauksissa, kuten esimerkiksi Kyyveden alivedenkorkeuden nostohanke kariutui siihen, että hankkeen hyödyt ovat pienet kustannuksiin verrattuna (Työnyrkki 2013).



## **2.4 Tehdyt selvitykset, suunnitelmat ja kunnostustoimenpiteet**

### **2.4.1 Kiteenjärven kunnostussuunnitelma 22.10.1999**

Kiteenjärvelle on tehty kunnostussuunnitelma vuonna 1999 (PSV-Maa ja Vesi 1999). Kunnostussuunnitelmassa selvitettiin alusveden hapetusta ja lämpötilakerrostuneisuuden estämistä sekä ehdotettiin hapetuksen tehostamista 50 %:lla. Selvitettiin hoitokalastuksen tarvetta ja todettiin vähäarvoisen kalan poistotarpeeksi 200 000 kiloa. Ehdotettiin vesikasvien poistoa Kytänniemen venevalkaman edustalta niittämällä ja ruoppaamalla. Selvitettiin tulevaa kuormitusta sekä ulkoisen kuormituksen vähentämismahdollisuuksia lisäksi ehdotettiin haja-kuormituksesta lisäselvityksen tekemistä.

### **2.4.2 LUMO-suunnitelma**

Kiteenjärvelle on tehty maatalousalueiden luonnon monimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnitelma. Suunnitelmassa on myös Ätäskön ja Juurikkajärven alueet. Kiteenjärven alueella on yhteensä 18 perinnebiotooppia, joista 12 on Kiteenlahdella, yksi Päätyeenlahdella sekä viisi Kunoniemi-Potoskavaaralla. Perinnebiotooppeja hoidetaan tarvittaessa puustoa raivaamalla, niittämällä ja laiduntamalla. Niitettäessä niittojäte kerätään pois. (Silfsten & Ohtonen 2012.)

Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden kannalta merkittäviä kohteita on yhteensä 11, joista kuusi sijaitsee Kiteenlahden alueella, neljä Päätyeenlahdella ja yksi Kunonniemi-Potoskavaaralla. Mahdollisia kosteikkopaikkoja on kaikkiaan 5 sekä yksi mahdollinen suojavyöhyke, joka sijaitsee Kunonniemi-Potoskavaaralla. Siellä on myös yksi mahdollinen kosteikkopaikka. Muut mahdolliset kosteikkopaikat löytyvät Päätyeenlahdelta. (Silfsten & Ohtonen 2012.)

### 2.4.3 Päätyeenlahden niittosuunnitelma ja kustannusarvio

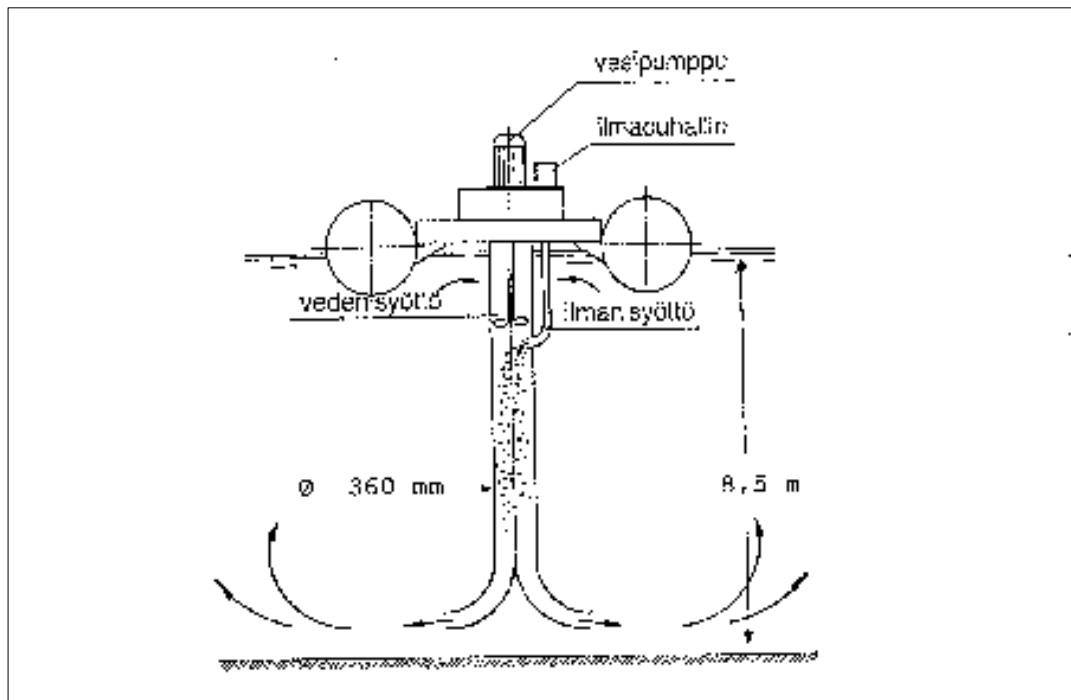
Päätyeenlahdelle on tekeillä käyttö- ja hoitosuunnitelma. Sen yhteyteen on tehty alustava niitto- ja ruoppaussuunnitelma sekä siihen perustuva kustannusarvio.

### 2.4.4 Hapetus

Hapetuskokeiluja on Kiteenjärvestä tehty vuosina 1970–1974. Vuonna 1980 Kiteen kaupunki hankki Hydixor-ilmastimen, mutta heikon hapetustuloksen sekä jatkuvien toimintaongelmien vuoksi ilmastin vaihdettiin vuonna 1985. Planox-ilmastin (taulukko 5) on pumpannut ilman ja veden seosta alusveteen vuodesta 1985 (kuva 3) ja on edelleen toiminnassa. (Mononen & Sandman 1989,17,18.)

Taulukko 5. Kiteenjärven hapettimen tekniset tiedot (Mononen & Sandman 1989, 18)

<b>Hapettimen tekniset tiedot</b>	
vesipumpun teho	4,0 kW
ilmanpuhaltimen teho	1,5 kW
hapensiirtokyky vuorokaudessa	n. 250 kg
pumpattu vesimäärä vuorokaudessa	n. 16 000 m <sup>3</sup>



Kuva 3. Kiteenjärven syvänteessä oleva Planox-ilmastin ja sen toimintaperiaate (Mononen & Sandman 1989, 18)

Hapetuksen kustannukset vuositasona ovat tällä hetkellä noin 10 000–13 500 euroa, josta sähkön osuus on noin 3 500 euroa (M.Lintinen, suullinen tiedonanto 20.8.2013).

#### 2.4.5 Hoitokalastus ja kalanistutukset

Hoitokalastusta Kiteenjärven alueella on tehty vuoden 1999 tehdyn kunnostussuunnitelman pohjalta vuodesta 2000. Kalastus on alkanut vuonna 2000 nuotta-apajien raivauksella sekä koenuottauksilla, jotka onnistuivat hyvin. Koenuottauksen tuloksena poistettiin 10 000 kg vähempiarvoista kalaa. Vuosina 2001–2003 hoitokalastusta tehtiin projektina, minkä jälkeen on ollut hyvä jatkaa vähempiarvoisen kalan poistamista vuosittain nuottaamalla sekä vuonna 2013 isorysäpyynnillä.

Kiteenjärkeen on istutettu kaloja vuodesta 1987 alkaen (taulukko 6). Petokalastutukset on aloitettu vuonna 1989 ja vuodesta 2000 alkaen niitä on istutettu lähes vuosittain. Petokalastutukset ovat kuuluneet Kiteen keskustaajaman jäte-

vedenpuhdistamon ympäristöluvassa oleviin velvoitteisiin, joka määrää jätevedenpuhdistamon istuttamaan Kiteenjärkeen 4 000 kuhanpoikasta vuodessa.

Taulukko 6. Kalanistutukset Kiteenjärkeen 1987–2011 (Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen istutusrekisteri 2013)

Istutusvuosi	Laji/muoto	Ikä	kpl
1987	siika	Yksikesäinen	14 400
1988	siika	Yksikesäinen	21 000
1989	Kuha	Yksikesäinen	15 000
1990	Siika plankton	Yksikesäinen	16 600
2000	Kuha	Yksikesäinen	11 000
2001	Kuha	Yksikesäinen	4 000
2002	Kuha	vastakuoriutunut	200 000
	Kuha	Yksikesäinen	4 000
2003	Kuha	Yksikesäinen	25 380
2004	Kuha	Yksikesäinen	11 635
2005	Kuha	Yksikesäinen	7 100
2006	Kuha	Yksikesäinen	5 000
2008	Kuha	Yksikesäinen	7 640
2009	Kuha	Yksikesäinen	2 941
2011	Kuha	Yksikesäinen	7 097

#### 2.4.6 Niitot

Kiteenjärvellä on tehty keskitetysti niittoja (taulukko 7) vuosina 1993–1997.

Niitot ovat kohdistuneet Kytänniemen sillan läheisyyteen, Potoskanlahdelle sekä jätevedenpuhdistamon ja uimarannan edustalle.

Taulukko 7. Kiteenjävellä tehdyt niitot vuosina 1993–1997 (PSV-Maa ja Vesi 1999)

<b>Vesikasvien niitto Kiteenjävellä 1993–1997</b>	
1993	Kytänniemen sillalta jätevedenpuhdistamolle
	Kytänniemen edusta
	Kytänniemen itäpuoli
	Potoskanlahti
1994	Kytänniemen edusta
	Potoskanlahti
1995	Kytänniemen sillalta jätevedenpuhdistamolle
	Kytänniemen edusta
1997	Jätevedenpuhdistamolta uimarannalle
	Kytänniemen edusta

### **3 Työn tarkoitus, tavoitteet, aiheen rajaus ja tutkimusongelmat**

#### **3.1 Työn tarkoitus ja tavoitteet**

Opinnäytetyöni tarkoituksena on koota järvelle aiemmin tehdyt selvitykset ja toimenpiteet samoihin kansiin sekä arvioida rehevöityneen Kiteenjärven nykytilaa. Opinnäytetyössä selvitetään tarvetta ja halukkuutta jatkotoimenpiteisiin vuorovaikutuksessa eri intressitahojen kanssa (mm. osakaskunnat ja viranomaiset).

Työn tavoitteena on edesauttaa järvikunnostamiseen pääsemistä sekä mahdollisesti parantaa järven nykytilaa. Toimeksiantaja hyötyy valmiista työstä, jossa on koottu hajanainen tieto järvestä yksiin kansiin. Paikallisten hyöty on saada selvät suuntaviivat, miten järvikunnostusta tulisi jatkaa sekä mihin tulisi keskittyä.

Tavoitteeni on ohjaajieni opastuksella soveltaa opittuja taitojani ja syventää tietojani vesistökuunnostuksessa sekä tulosten analysoinnissa. Opinnäytetyö toimii ns. ”käyntikorttina” osaamisestani.

#### **3.2 Aiheen rajaus**

Tutkimusalueena on Kiteenjärvi ja sen valuma-alue. Tutkimuksessa hyödynnetään ensisijaisesti jo olemassa olevaa aineistoa. Suunnittelussa pysytään yleissuunnittelun tasolla. Opinnäytetyössäni käydään läpi Kiteenjärven pitkän aikavälin vedenlaatutuloksia, aiemmin tehtyjä selvityksiä ja kunnostustoimenpiteitä sekä arvioidaan jo tehtyjen kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia järven nykytilaan. Työn yhteenvetona suositellaan kunnostuksen jatkotoimenpiteitä ja mahdollisia lisäselvitystarpeita.

### 3.3 Tutkimusongelmat

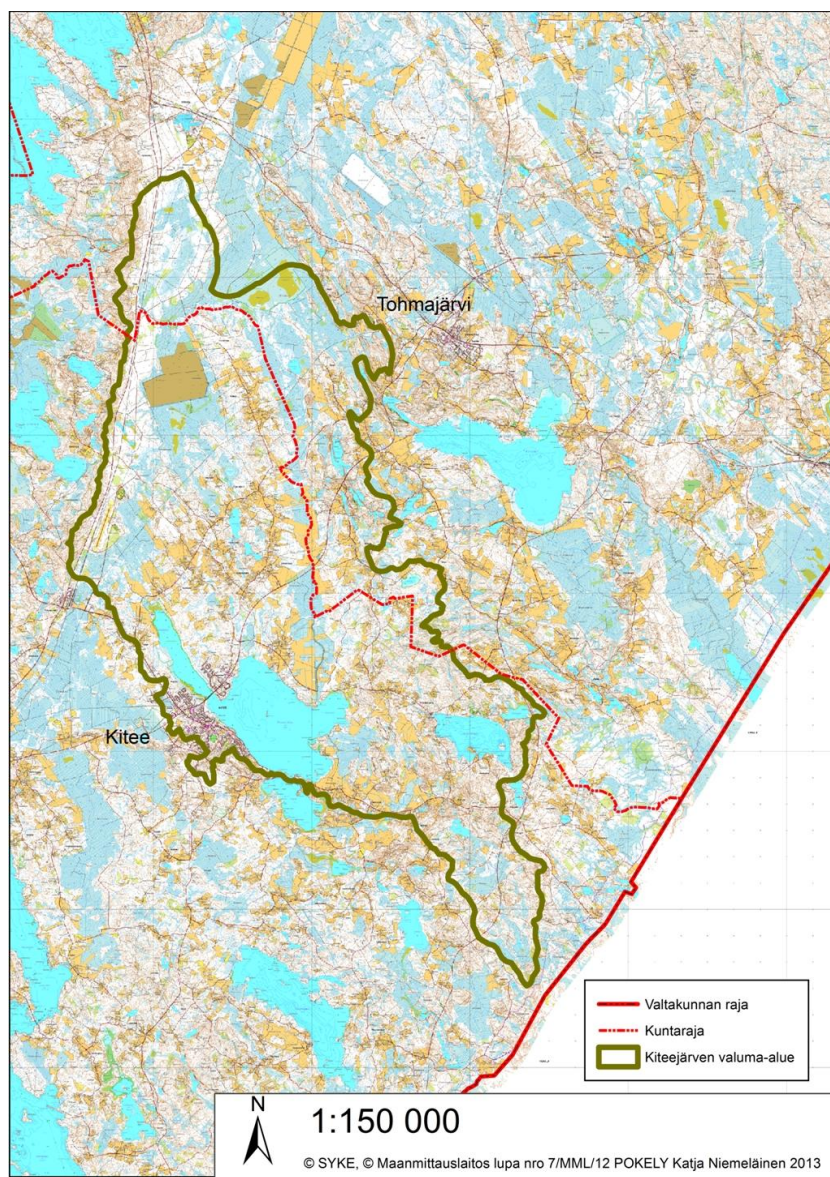
Opinnäytetyön tutkimusongelmia ovat:

- Mikä on Kiteenjärven nykytila?
- Mitä kunnostustoimia on tehty ja onko niistä ollut hyötyä?
- Mihin tulisi jatkossa keskittyä kunnostuksessa?

## 4 Tutkimuksen toteuttaminen

### 4.1 Kohteen esittely

Kiteenjärvi kuuluu Vuoksen vesienhoitoalueeseen ja Kiteenjoen (02.22) vesistöalueeseen. Kiteenjärven valuma-alue (kuva 3) sijaitsee Tohmajärven kunnan ja Kiteen kaupungin alueella. (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013.)



Kuva 3. Kartta Kiteenjärven valuma-alueesta



Kiteenjärvestä vedet kulkevat lasku-uomaa eli Hyypiinjokea pitkin Hyypiiseen ja sieltä edelleen Lautakkoon. Kiteenjärvestä sijaitsee EU-uimaranta, Postinranta, joka asettaa omat paineensa Kiteenjärvelle uimaveden laatuvaatimusten muodossa. EU-uimarannat ovat rantoja, joiden enimmäiskävijämäärä päivässä on yli sata henkeä päivässä.

Ihmistoiminnalla on ollut suuria vaikutuksia Kiteenjärven nykytilaan. Kiteenjärven vedenpintaa on laskettu kahteen eri otteeseen. Ensimmäinen lasku toteutettiin 1780-luvulla sekä toinen v. 1847 ja kummallakin kerralla vedenpintaa laskettiin 1,5 metriä. Yhteensä vedenpinta laski 3 metriä. Laskut toteutettiin viljelyskelpoisen maan saamiseksi. Tämä osaltaan kuormittaa järveä, koska vesialan pienentyessä myös järven luontainen, valuma-alueelta (taulukko 8) tuleva kuormitus rasittaa järveä suhteessa enemmän. (Saloheimo 1978, Monosen & Sandmanin 1989, 10 mukaan.)

Taulukko 8. Kiteenjärven valuma-alue sekä maankäyttö ja maaperä (Mononen & Sandman 1989,7.)

<b>Kiteenjärven valuma-alue</b>	
Valuma-alueen koko	246,1 km <sup>2</sup>
Vesienhoitoalue	Vuoksen vesienhoitoalue
Maaperä	moreeni/turve
Järvisyys	6,6 %
Suota	27 %
Peltoa	20 %

Kiteenjärvi on kärsinyt rehevöitymisestä jo 1960-luvulla, jolloin kunnalliset jätevedet sekä teollisuuden esim. vanhan meijerin mekaanisesti käsitellyt jätevedet on ohjattu suoraan Kiteenjärveen. Lisäksi maa- ja metsäojitukset sekä haja-asutuksen jätevedet ovat omalta osaltaan lisänneet kuormitusta. 1930-luvulla on tehty ensimmäiset suo-ojitukset. Turvetuotannon ensimmäiset ojitukset on tehty vuosina 1982 - 1983. (Vuorinen 1977 Monosen & Sandmanin 1989,10 mukaan.)

Kiteenjärvi koostuu järvialtaan lisäksi luoteessa sijaitsevasta pitkästä ja kapeasta Päätyeenlahdesta. Hiidenjoki ja Humalajoki laskevat Potoskanlahdelle, josta myös lasku-uoma Hyypiinjoki saa alkunsa. Tämä aiheuttaa Monosen ja Sandmanin (1989, 5) mukaan ainakin talvikerrostuneisuuden aikana lähes suoran virtauksen Hyypiinjokea kohden. Näin ollen järven Itäosassa viipymä (taulukko 9) on lyhyempi, kuin järven muissa osissa.

Taulukko 9. Kiteenjärven rakenne ja viipymä (Ympäristöhallinnon Herttatietojärjestelmä 2013.)

<b>Kiteenjärvi (02.022.1.001)</b>	
Vesiala	1 513,38 ha
Kokonaisrantaviiva	35,003 km
Vesitilavuus	30 301 870 m <sup>3</sup>
Keskisyvyys	2 m
Suurin syvyys	13 m
Saarten lukumäärä	5
Saarten rantaviiva	0,97 km
Saarten pinta-ala	2 ha
Teoreettinen viipymä	4,7 kk

Kiteenjärvi on monin tavoin tyypillinen suomalainen järvi, joka on keskimääräistä matalampi. Sen syvänteen tilavuus (taulukko10) on suhteellisen pieni. Sen syvänteessä näkyy helpommin lisääntyneen kuormituksen hapenkulutuksen vaikutukset, koska orgaaninen aines kerääntyy sedimenttiin, koska se ei ennätä hajoamaan vesikerroksessa (Eloranta 2005, 20).

Taulukko 10. Kiteenjärven syvyyssvyöhykkeinen tilavuus (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013.)

<b>Kiteenjärven syvyyssvyöhykkeinen tilavuus</b>		
Syvyys m	Pinta-ala ha	Tilavuus m <sup>3</sup>
0,0	1516,59	30 301 870
1,0	1111,36	17 067 170
2,0	711,54	7 695 670
3,0	138,52	4 051 050
4,0	98,99	2 897 110
5,0	75,43	2 028 780
6,0	57,11	1 369 040
7,0	40,59	883 070
8,0	27,17	546 120
9,0	18,77	321 160
10,0	12,60	165 700
11,0	7,97	63600
12,0	2,81	9020
13,0	0,00	0,00

#### 4.1.1 Piste- ja hajakuormitus

Kiteenjärveä kuormittaa kaksi pistekuormittajaa. Toinen on Kiteen kaupungin jätevedenpuhdistuslaitos. Toinen on Kirkkosuo, Vapo Oy turvetuotantoalue, joiden ympäristölupien johdosta Kiteenjärven vedenlaatua ja muutoksia tarkkailaan säännöllisesti. Kirkkosuon turvetuotantoalueen kuormitus tulee Humalajokea pitkin Kiteenjärveen.

Valuma-alueiden pellot ovat viettäviä ja niitä on keskimäärin 13 % valuma-alueesta (taulukko 11). Maatalouden lisäksi valuma-alueella kuormitusta aiheuttavat metsätaloustoimet, kuten turvemaiden ojitukset sekä haja-asutus.

Taulukko 11. Valuma-alueen peltojen kaltevuus ja pinta-ala (VEPS, ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

Alue	Valuma-alueen kokonaispinta-ala, ha	Peltoala, ha	Keski-kaltevuus, %	Kaltevuus 0–0,5%, ha	Kaltevuus 0,5–1,5%, ha	Kaltevuus 1,5–3,0%, ha	Kaltevuus 3,0–6,0 %, ha	Kaltevuus 6,0–%, ha	Pelto % valuma-alueesta, %
Humalajoki alapuoli	7435	1463	2,4	634	219	292	286	30	19,7 %
Humalajoki yläpuoli	5998	475	3,7	147	59	96	149	22	7,9 %
Hiidenjoki	5998	712	3,7	224	98	138	206	44	11,9 %

Kiteenjärven havaintopiste, Kiteenjärvi 1 on Kiteenjärven syvin kohta, noin 13 metriä. Tässä pisteessä toimii hapetin. Kiteenjärvi 10 ja 11 pisteet ovat pisteeseen 1 verrattuna matalampia. Kiteenjärvi 10 pisteen syvyys on 2,4 m ja Kiteenjärvi 11 pisteen syvyys 1,8 m. Kiteenjärvi 10 ja 11 ovat jätevedenpuhdistamon tarkkailupisteitä. Kuvaan 4 on ruskealla neliöllä merkitty jätevedenpuhdistamo. Punaisella pisteellä on merkitty olemassa olevat havaintopisteet sekä sinisellä pisteellä lisäpisteet, joista on tätä työtä varten otettu vedenlaatuäytteet.



Kuva 4. Kiteenjärven näytteenottopisteet

#### **4.1.1.1 Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo**

Kiteen Vesikunnan, Kiteen keskustaajaman biologis-kemiallisen jätevedenpuhdistamon lupa on saatu 27.3.2006 Itä-Suomen ympäristövirastolta (pääösno 24/06/2 Dnro ISY-2005-Y-216). Kiteen Vesikunnan jätevedenpuhdistamo on otettu käyttöön nykyisellä sijainnillaan vuonna 1981. (Kiteen vesikunta 2013.)

Puhdistamoa on tehostettu, uudistettu ja saneerattu useaan eri otteeseen. Suurimmat saneeraukset on tehty 1990-luvulla, keväällä 2001 sekä vuonna 2010. Tehostamis- ja laajentamishankkeessa 2010 on puhdistamolle rakennettu uusi esiselkeytys- sekä väliselkeytysallas, joka mahdollistaa prosessin muuttumisen yksilinjaisesta kaksilinjaiseksi. Lisäksi on kunnostettu vanhoja koneistoja ja al-taita. Jatkuvatoiminen jäteveden käsittelyprosessi koostuu mekaanisesta esikä-sittelystä, biologisesta aktiivilietevaiheesta, jossa fosfori saostetaan ferrosulfaa-tilla ( $\text{FeSO}_4$ ) sekä kemiallisesta jälkisaostuksesta polyalumiinikloridilla ( $\text{AlCl}_3$ ). (Kiteen vesikunta 2013.)

Jätevedenpuhdistamon käsittelemä jätevesimäärä on ollut keskimäärin 1957  $\text{m}^3/\text{vrk}$ . 92,1 km:n viemäriverkostosta. Tulevan ja lähtevän veden näytteet on kerätty virtaamaohjatusti 24 tunnin kokoomanäytteinä joka toinen kuukausi. Lie-tenäytteet tutkitaan kerran vuodessa. (Kiteen vesikunta 2013.)

#### **4.1.1.2 Kirkkosuon turvetuotantoalue**

Vapo Oy, Kirkkosuon turvetuotantoalue sijaitsee Kiteen kaupungin pohjoispuo-  
lalla. Vapo Oy:n hallinnassa on 653,2 hehtaaria suota, joka on valtaosin Vapo  
Oy:n omistuksessa. Vuodesta 1987 turvetuotantoa on tehty 154 ha:n alueella.  
Tuotantoon valmisteltu alue on 349 ha. Nykyisen laajuinen turvetuotanto alalla  
jatkunee vuoteen 2025. (PSV-Maa ja Vesi 2004, 4.)

Kirkkosuolla tuotetaan pääasiallisesti jyrsinpolttoturvetta, jota käytetään poltto-  
aineena tai kasvuturpeena. Rinnalla on vaaleasta pintaosasta tuotettu ympäris-  
töturvetta, jota käytetään karjan kuivikkeena sekä ympäristövahinkojen torjun-



nassa. Myös palaturpeen tuotantoa on osalla alueesta ollut viime vuosina. (PSV-Maa ja Vesi 2004, 4.)

Vuonna 1985 on aloitettu tuotantokenttien ojitus, jolloin vaikutus vedenlaatuun on ollut nähtävissä (kuvio 5). Vuosina 1990 ja 1991 ei tuotantoa ole ollut. Tuotanto on vuosien aikana vaihdellut kysynnän mukaan. Vuonna 1996 on ollut suurin tuotantoala 156 ha. Turvetuotantoalueen läheisyydessä on tärkeäksi luokiteltu Varrenkangas-Paalihta-pohjavesialue (PSV-Maa ja Vesi 2004, 4).

#### **4.1.1.3 Tulevat uomat**

Humalajoki (kuva 5) on suurin Kiteenjärveen laskeva joki, jonka pituus on 10,13 km. Humalajoki kerää kuormituksen valuma-alueeltaan, jonka koko on 134,34 km<sup>2</sup>. Humalajoen valuma-alue on lähes 55 % koko Kiteenjärven valuma-alueesta. Humalajoen kuormitukseen vaikuttaa peltopinta-ala, asutus sekä turvetuotanto. Humalajoen valuma-alueella on paljon ojitettua suota, joka voi ajoittain lisätä kuormitusta.



Kuva 5. Humalajoki. (Kuva: Katja Niemeläinen.)

Hiidenjoki (kuva 6) on toiseksi suurin Kiteenjärveen laskeva joki, jonka pituus on 9,6 km. Hiidenjoki laskee Kiteenjärveen Suuresta Heinäjärvestä, joka on kirkasvetinen ja oligotrofinen järvi. Hiidenjoen valuma-alueen pinta-ala on 49,8 km<sup>2</sup>, ja se on pääosin peltoa ja ojitettua suota.



Kuva 6. Hiidenjoki. (Kuva: Katja Niemeläinen.)



Kuva 7. Kertsunpuro. (Kuva: Katja Niemeläinen.)



Kertsunpuro (kuva 7) sekä Puro 54 Kiteenlahteen tuovat valuma-alueellaan olevien peltojen ja suo-ojitusalueiden kuormitukset Kiteenjärveen sekä Oja 90 (kuva 8) ja Oja 91 (kuva 9) Kiteenjärveen tuovat valuma-alueella olevien peltoaluiden kuormituksen Kiteenjärveen.



Kuva 8. Oja 90 Kiteenjärveen. (Kuva: Katja Niemeläinen.)



Kuva 9. Oja 91 Kiteenjärveen. (Kuva: Katja Niemeläinen.)

#### **4.1.2 Suojelukohteet**

Osa Kiteenjärvestä kuuluu Natura-verkostoon (liite 1). Alueen pinta-ala on 313,5 hehtaaria. Päätyeenlahti kuuluu suurelta osaltaan valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan sekä sisältyy myös kansainvälisesti arvokkaisiin kosteikko-alueisiin (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2011). Valtio on hankkinut osan alueista suojelutarkoituksessa (liite 2).

Kiteenjärvestä esiintyy myös kaksi kansallisesti uhanalaista kasvilajia. Nämä ovat hentonäkinruoho (*Najas tenuissima*) ja notkeanäkinruoho (*Najas flexilis*), jotka ovat Euroopan yhteisön tärkeinä pitämiä lajeja. Hentonäkinruohoa on tavattu Suomen lisäksi Venäjän lähialueilta ja Latviasta, joten Suomella on erityinen vastuu sen suojelemisesta EU:ssa ja koko maailmassa. Notkeanäkinruoho on Suomessa hentonäkinruohoa harvinaisempi, mutta Euroopassa sitä esiintyy useissa maissa, ja vahvin kanta löytyy Brittein saarilta. Pohjois-Amerikassa laji on huomattavasti yleisempi kuin Euroopassa. (Issakainen, Kemppainen, Mäkelä, Hakalisto & Koistinen 2011, 27–37.)

### **4.2 Aineiston keruu**

#### **4.2.1 Haastattelut ja palaverit**

Opinnäytetyön aikana touko-elokuussa 2013 haastateltiin asiantuntijoita ja pidetty palavereita, joissa on kerätty tietoa Kiteenjärvestä ja aiemmista selvityksistä sekä suunnitelmista.

#### **4.2.2 Kiteenjärven osakaskuntien tapaaminen 13.6.2013**

Kiteenjärven osakaskuntien tapaaminen pidettiin 13.6.2013 Kiteenhovissa Kiteellä. Osakaskuntien edustajille soitettiin henkilökohtaisesti tilaisuuden järjestämisestä ja lähetettiin kutsut sähköpostilla. Tilaisuus pidettiin iltatilaisuutena, jotta mahdollisimman moni pääsisi paikalle. Tilaisuutta varten valmisteltiin esitys Kiteenjärven nykytilasta ja aikaisemmin selvityksistä sekä kunnostuksista. Tilai-



suuden tarkoituksena oli esitellä valmisteilla olevaa opinnäytetyötä sekä kerätä näkemyksiä Kiteenjärven kunnostuksesta ja ongelmakohdista sekä selvittää halukkuutta kunnostustoimiin.

Paikalla oli 5 osakaskuntien edustajaa, asiantuntijana limnologi Paula Mononen POKELY:sta sekä ohjaaja Tiina Käki ja opinnäytetyöntekijä itse.

Tilaisuudessa ehdotettiin Kiteellä pidettävää yleisötilaisuutta, johon kutsuttaisiin paikallisia asukkaita lehti-ilmoituksella. Tilaisuus järjestettäisiin ELY-keskuksen ja osakaskuntien yhteisvoimin. Tällä haluttiin näkyvyyttä ja kannanottoja tehtävälle opinnäytetyölle.

#### 4.2.3 Kiteenjärven yleisötilaisuus 25.7.2013

Tilaisuus järjestettiin Kiteenhovissa. Tilaisuudesta oli ilmoitus Koti-Karjala-lehdessä (kuva 10) sekä tehty tiedote (liite 4).

**Kiteenjärven nykytila ja kunnostuksen jatkotoimet**

**torstaina 25.7.2013 klo 19.00, kahvitarjoilu alkaen 18.30 Ravintola Kiteenhovi**

Ohjelmassa:

- Osakaskuntien edustajan puheenvuoro
- Kiteenjärven nykytila
- Toteutetut kunnostustoimet ja niiden vaikutus (hapetus ja hoitokalastus)
- Keskustelua kunnostuksen jatkotoimista

***Tervetuloa keskustelemaan Kiteenjärven tulevaisuudesta!***

Lisätietoja:  
Katja Niemeläinen, Pohjois-Karjalan ELY- keskus,  
gsm. 02950 26021, katja.niemelainen@ely-keskus.fi

Yhteistyössä ovat mukana Kiteenjärven osakaskunnat ja Kiteenjärven yhteistyöelin sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

**Kiteenjärven osakaskunnat ja Kiteenjärven yhteistyöelin**



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kuva 10. Ilmoitus tilaisuudesta Koti-Karjala-lehdessä

Tilaisuus alkoi opinnäytetyön esittelyllä. Nimilistan mukaan paikalla oli 32 henkilöä, mutta kaikki eivät kirjoittaneet nimeänsä listaan. Vastauksia kyselyyn (liite 3) tuli 26 kappaletta, joten asia koettiin tärkeäksi. Keskustelua pidettiin mukavasti yllä ja varsin kärkkäitäkin mielipiteitä esitettiin. Keskustelua oli siitä, halutaanko säästää Kiteenjärvi tuleville sukupolville? Järven pelastamiseksi on tehtävä konkreettisia kunnostustoimenpiteitä, koska muuten järvi kasvaa umpeen, eikä enää sovellu virkistyskäyttöön (liitteet 5 ja 6).

Tilaisuus pidettiin iltatilaisuutena, jotta mahdollisimman moni pääsisi paikalle. ELY-keskuksen puolesta oli Koti-Karjala lehdessä ilmoitus tilaisuudesta. Osakunnat osallistuivat hankkimalla tilaisuuteen kahvitarjoilun.

### **4.3 Tutkimusmenetelmät**

#### **4.3.1 Valmisaineistot**

Kiteenjärveltä on saatavissa runsaasti aineistoa eri lähteistä. Kiteen keskustajaman jätevedenpuhdistamo ja Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalue kuuluvat velvoitetarkkailujen piiriin ja näistä tarkkailuista on saatavilla vuosittain valmistuvat velvoitetarkkailuraportit. Järven tilaa tarkkaillaan näiden laitosten ympäristövaikutusten seurannassa.

- Hertta, ympäristöhallinnon tietojärjestelmä
  - vedenlaatuaineistot
  - VAHTI-ympäristönsuojelun tietojärjestelmä
- WSFS, vesistömallijärjestelmä
  - VEMALA-kuormitus selvitys
- Vapo-Kirkkosuon turvetuotantoalueen YVA-raportti
- jätevedenpuhdistamon ja turvetuotantoalueen velvoitetarkkailuraportit 1995–2012
- Kiteenjärven kunnostussuunnitelma 1999
- koekalastusraportit 1998, 2003, 2008 ja 2012
- hoitokalastusraportit 1998–2012
- asiantuntijalausunnot.

### 4.3.2 Kenttätutkimus ja maastotyöt

Tämän työn aikana elokuussa 2013 käytiin Kiteenjävellä havainnoimassa järven tilaa. Rantojen tilaa tarkasteltiin järveltä käsin ja valokuvattiin yleismaisemaa sekä kasvillisuutta. Rannoilta havainnoitiin pensoittuneet alueet, jotka puhuttivat yleisötilaisuudessa. Samalla kartoitettiin vesikasvien runsautta ja lajistoa.

Vesinäytteet otettiin kesäkuussa 2013 tulevista uomista täydentämään vedenlaatuaineistoa. Näytteitä otettiin uomista, joista vesinäytteitä ei ole aiemmin otettu tai edellisestä näytteenotosta on kulunut useita vuosia. Vesinäytteistä määritettiin: väriluku (mg Pt/l), sähkönjohtavuus (mS/m), kokonaistyppi (N) (µg/l), kokonaisfosfori (P) (µg/l), sameus (FNU) ja pH. Tämän opinnäytetyön yhteydessä minimiravinnetutkimus (Kamppi 2009) on päivitetty kokonaisravinnetutkimuksella ajanmukaiseksi.

### 4.4 Aineiston käsittely ja analyysimenetelmät

Järvihavaintopisteet valittiin sen mukaan, mistä löytyy ajallisesti kattavimmat yhtenäiset aikasarjat. Havaintopiste Kiteenjärvi 1 on syväne, jonka syvyys on noin 13 m. Havaintopiste Kiteenjärvi 10 sijaitsee jätevedenpuhdistamon edustalla ja syvyys on 2,1 m. Havaintopiste Kiteenjärvi 11 sijaitsee Kytänniemen sillan alla. Päätyeenlahden vedet virtaavat Kytänniemen silta-aukon kautta Kiteenjärveen. Pisteiden syvyys on 1,8 m, ja se edustaa erityisesti Päätyeenlahdesta tulevan veden laatua.

Vedenlaatutuloksista happi- ja kokonaisfosforipitoisuuksista valittiin talvi- ja kesäkerrostuneisuuden loppujaksoilta. Talvikerrostuneisuuden loppujakson ajankohta oli maaliskuusta huhtikuun ja kesäkerrostuneisuuden loppujakson ajankohtana oli elokuu, koska silloin vesistöjen happipitoisuudet ovat heikoimmillaan vesistössä. Ne ajankaksot ovat kriittisimpiä hapen ja fosforin kannalta järviökosysteemeissä. Tiedot ovat ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmästä haettu excel-tilaukseen, josta ne on näytteenotto ajankohdan mukaan jaoteltu ja tehty kuvat excel-ohjelmassa.

WSFS, vesistömallijärjestelmää on hyödynnetty Kiteenjärveen tulevaa kuormitusta laskettaessa. Vedenlaatuosio laskee kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineksen maa-alueilta tulevan kuormituksen vesistöihin ja aineiden kulkeutumista vesistöissä. Jokaisen järven valuma-alue on jaettu peltoalueeseen, vesialueeseen ja muuhun maa-alueeseen. Malliin on määritelty järvien hierarkia, mistä mihin järveen vedet kulkeutuvat. Mallissa lasketaan ensin maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus, joka lasketaan erikseen peltoalueelle ja muulle maa-alueelle. (Huttunen ym. 2008.)

Valunnan pitoisuus riippuu valunnan määrästä (mm/vrk) ja vuodenajasta. Valunta on jaettu luokkiin: alle 1 mm/vrk, 1–3 mm/vrk, 6–10 mm/vrk ja yli 10 mm/vrk. Vuosi on jaettu kausiin: lumipeitteinen aika, lumipeitteetön aika ennen kasvukauden alkua, kasvukausi ja lumipeitteetön aika kasvukauden jälkeen. Mallissa on kalibroidut parametrit, jotka kalibroidaan vesistöjen vedenlaatuhavaintojen perusteella. Nämä määräävät valunnan pitoisuuden jokaiselle valintaluokalle ja vuodenajalle. Kun maa-alueelta tuleva kuormitus on laskettu, lasketaan vesistöalueen järvet yläjuoksulta lähtien niin, että lasketaan järveen tuleva kuormitus, pitoisuus järvessä, sedimentaatio eli pidätyminen, sisäinen kuormitus ja lopulta lähtevä kuormitus. (Huttunen ym. 2008.)

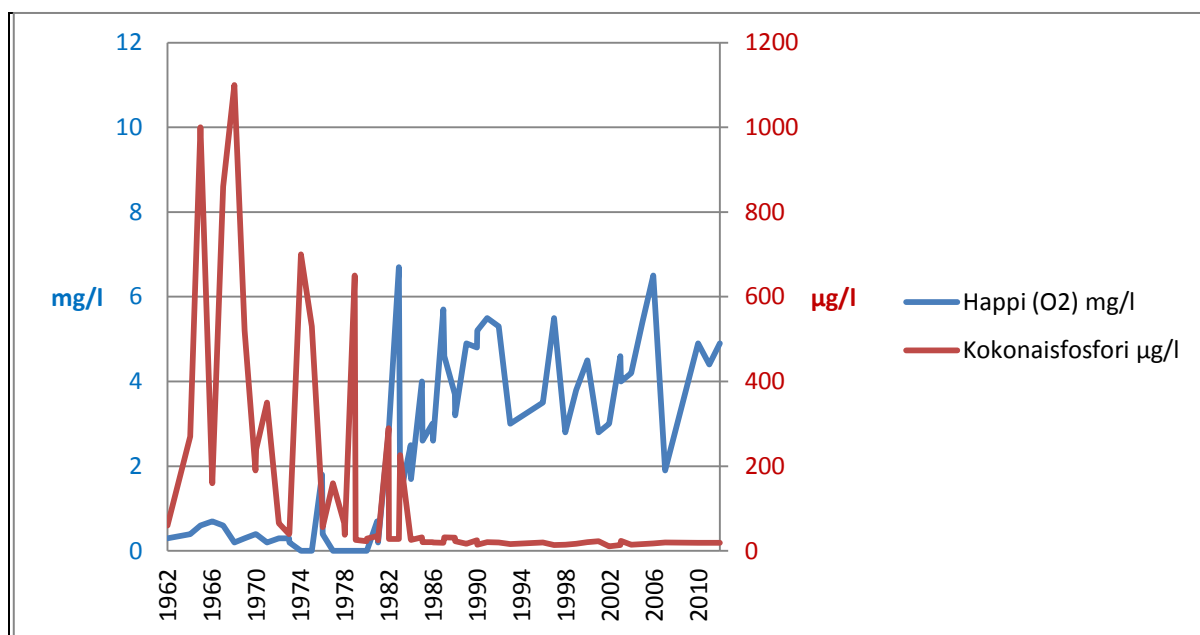
Kokonaistypen laskennassa huomioidaan lisäksi denitrifikaatio vedenpinnasta ja kiintoaineen kohdalla sedimentaatio ja eroosio jokiuomassa. Mallin laskemia pitoisuuksia verrataan havaintoihin kaikissa järjestelmässä olevissa vedenlaatuhavaintopisteissä. Jokien havaintopisteille on myös jaettu valuma-alueet, joihin on myös määritetty peltoalueet ja muut maa-alueet sekä mistä järvistä tai yläpuolisista valuma-alueista tulee kyseiseen havaintopisteeseen vettä. (Huttunen ym. 2008.)

## 5 Tulokset ja niiden tulkinta

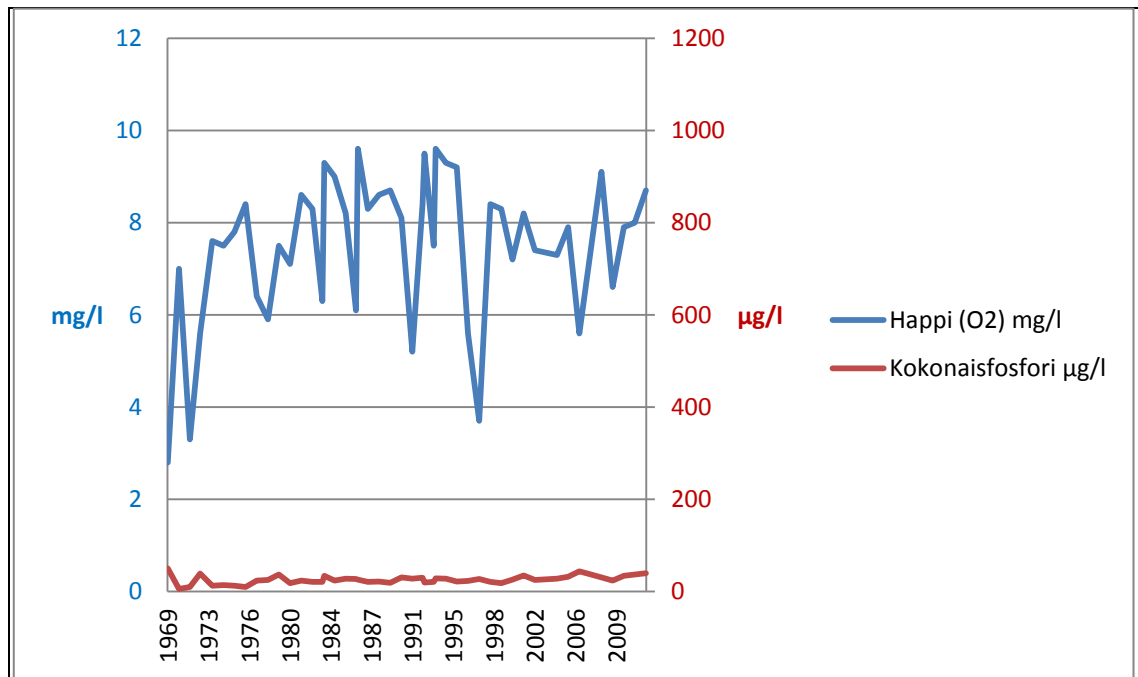
### 5.1 Kiteenjärven ja sen valuma-alueen nykytila

#### 5.1.1 Syvänteen happipitoisuus ja kokonaisfosfori

Havaintopiste Kiteenjärvi 1 on Kiteenjärven syvin kohta, joka on pienialainen järven kokoon verrattuna. Syvänteessä on jo 1960-luvulla havaittu pohjanläheisessä vedessä hapettomuutta loppupalvesta talvikerrostuneisuuden loppujaksolla. Järvellä on tehty ilmastuskokeita 1970-luvulta lähtien ja vuodesta 1985 lähtien syvännettä on hapetettu Kiteen kaupungin toimesta. Vuoden 1985 jälkeen ei ole havaittu hapettomuutta syvänteessä pohjan läheisyydessä ja happipitoisuudet (O<sub>2</sub>) (kuvio 1) ovat olleet pienimmillään 1,9 mg/l. Fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet samana tarkastelujaksolla 11 µg/l:sta 1100 µg/l:aan. Hapen lisäyksen jälkeen fosforipitoisuudet ovat pysyneet alle 32 µg/l:ssa. Loppukesällä, kesäkerrostuneisuuden loppujaksolla ei ole havaittu syvänteen (Kiteenjärvi 1) pohjanläheisessä vedessä (kuvio 2) hapettomuutta.



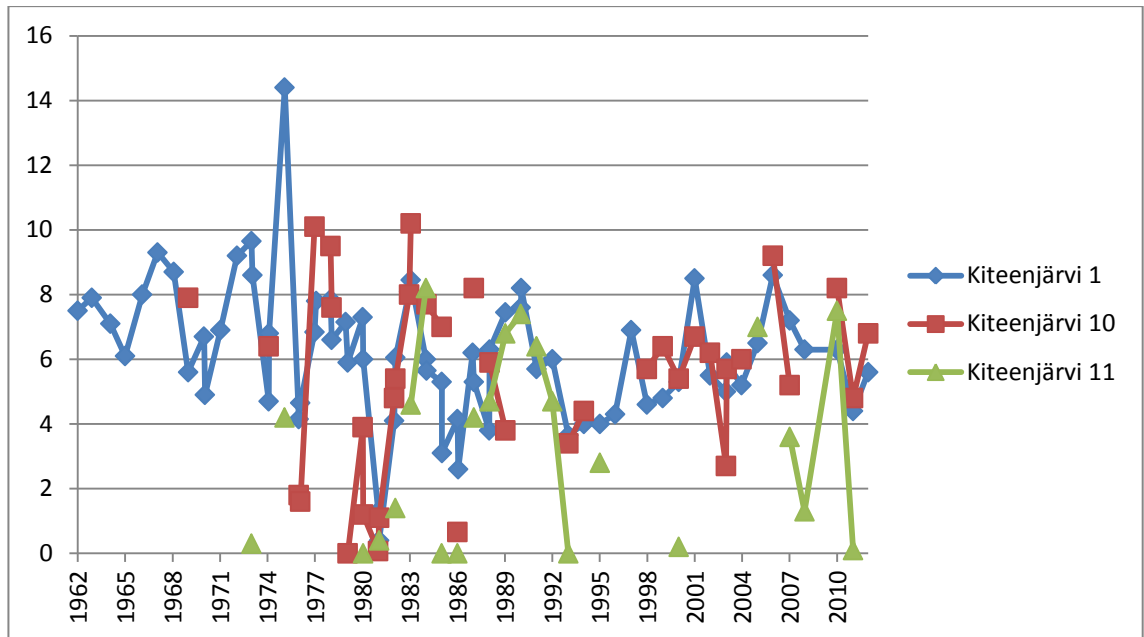
Kuvio 1. Kiteenjärven syvänteen (Kiteenjärvi 1) happi- ja fosforipitoisuudet maaliskuusta 1962–huhtikuuhun 2012 pohjanläheisessä vesikerroksessa (pohja-1 m) (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



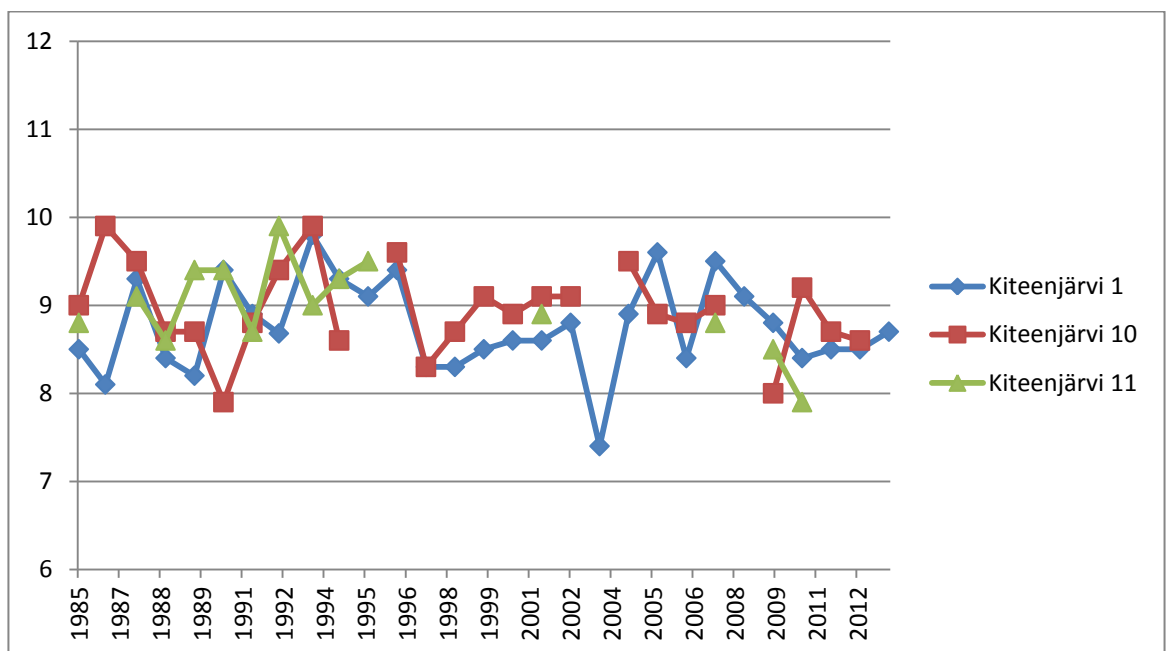
Kuvio 2. Kiteenjärven syvänteen (Kiteenjärvi 1) happi- ja fosforipitoisuudet elokuussa 1969–2012 pohjanläheisessä vesikerroksessa (pohja-1 m) (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

Havaintopisteet Kiteenjärvi 10 ja 11 ovat kokonaissyvyydeltään Kiteenjärvi 1:tä matalampia. Kiteenjärvi 10 on syvyydeltään 2,4 m ja Kiteenjärvi 11 on syvyydeltään 1,8 m (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013). Kiteenjärvi 10:ssä ja 11:stä (kuvio 3) on havaittu ajoittain 1 metrin syvyydessä loppupalvesta hapettomuutta. Loppupalven hapettomina jaksoina on havaittu koko vesimassan olleen hapeton. Happipitoisuuden laskiessa alle 0,5 mg/l havaitaan fosforia vapautuvan pohjasedimentistä kuormittaen järveä sisäisesti. Loppukesällä kesäkerrostuneisuuden loppujaksolla ei ole havaittu Kiteenjärvi 10:sä ja 11:stä hapettomuutta (kuvio 4).





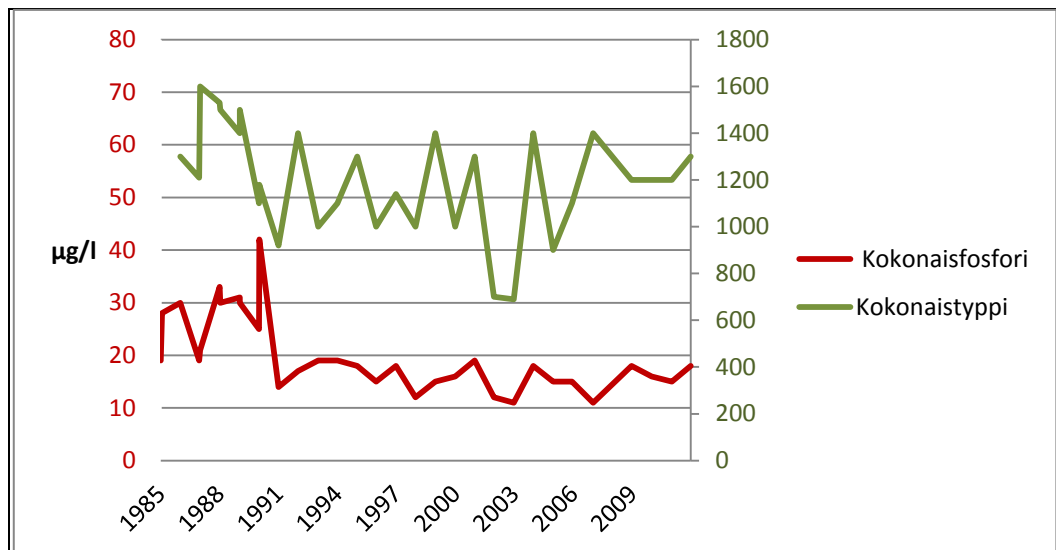
Kuvio 3. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 happipitoisuus ( $O_2$ ) 1 metrin syvyydessä maaliskuusta 1985–2012 (Hertta ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 2013)



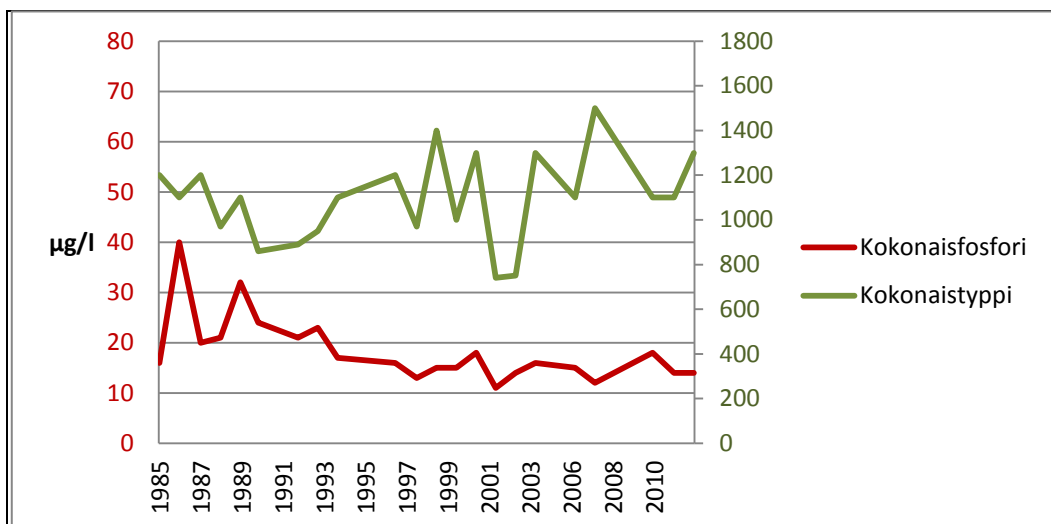
Kuvio 4. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 happipitoisuus ( $O_2$ ) 1 metrin syvyydessä elokuusta 1985–2012 (Hertta ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 2013)

### 5.1.2 Kiteenjärven kokonaisfosfori- ja typpipitoisuudet

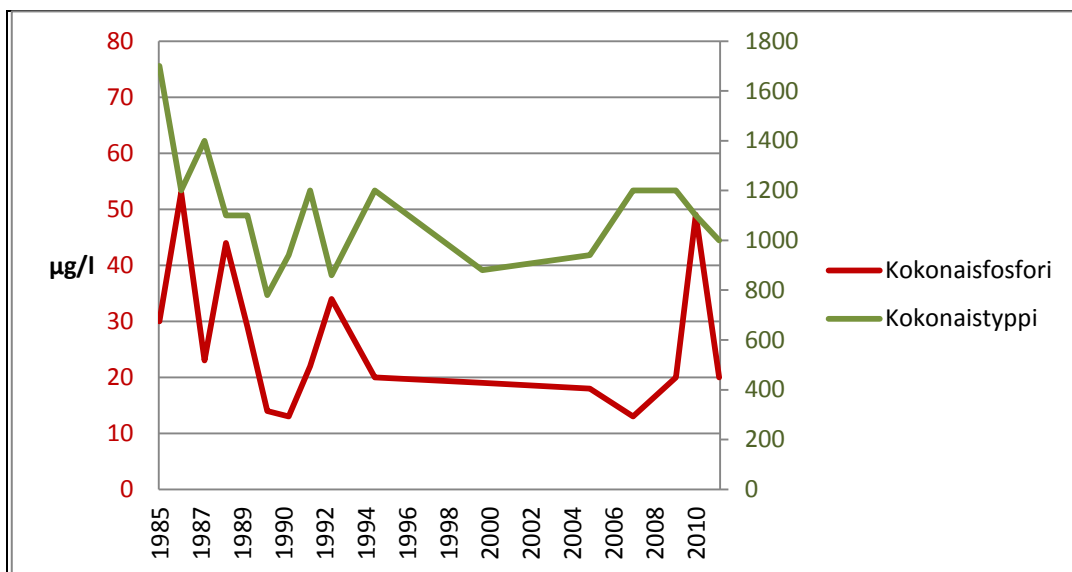
Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 (1 m) (Kuvio 5), 10 (1 m) (kuvio 6) ja 11 (1 m) (kuvio 7) maalishuhtikuun kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet melko samankaltaiset. Pisteissä kokonaisfosforipitoisuus on ollut n. 10–50 µg/l, joka luokitellaan vesienhoitoluokituksen mukaan erinomaiseksi –40 / hyväksi 40–50. Rehevyysluokituksessa pitoisuudet vaihtelivat oligotrofiasta eutrofiaan. Myös kokonaistypen maalishuhtikuun pitoisuuksissa on vain pientä vaihtelua pisteiden välillä, jotka ovat vaihdelleet n. 700 µg/l:sta 1700 µg/l:aan. Rehevyysluokituksessa pitoisuudet vaihtelevat eutrofiasta hypereutrofiaan. Nämä pitoisuudet ovat vesienhoidon luokittelussa hyvän ja välttävän välillä.



Kuvio 5. Havaintopiste Kiteenjärvi 1 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä maalishuhtikuussa 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

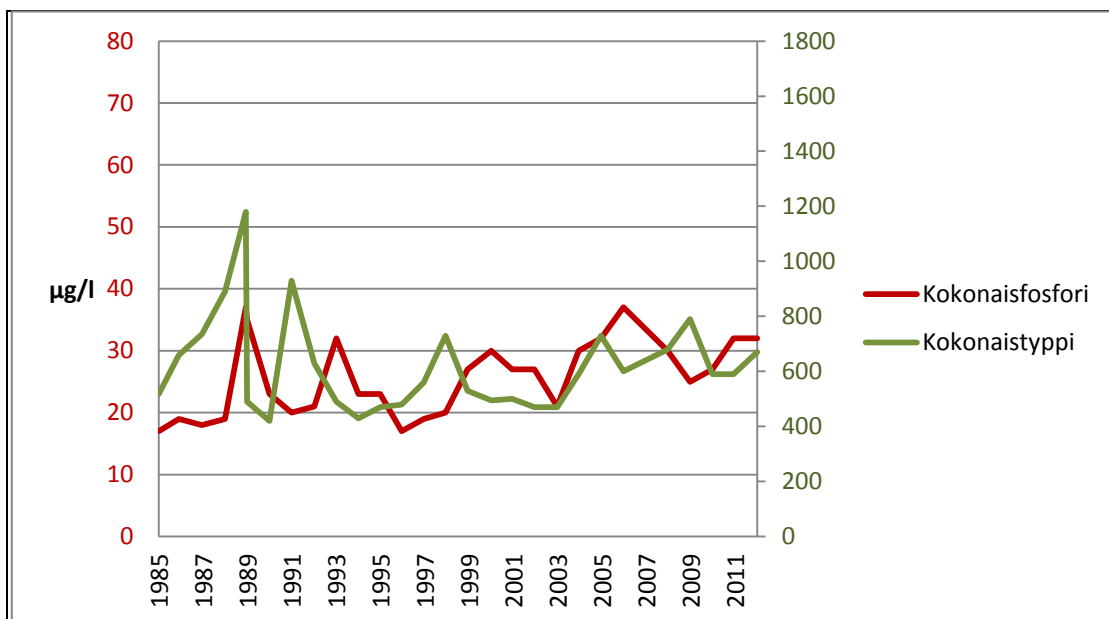


Kuvio 6. Kiteenjärvi 10 (1 m) havaintopisteen kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) maalishuhtikuussa 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013.)

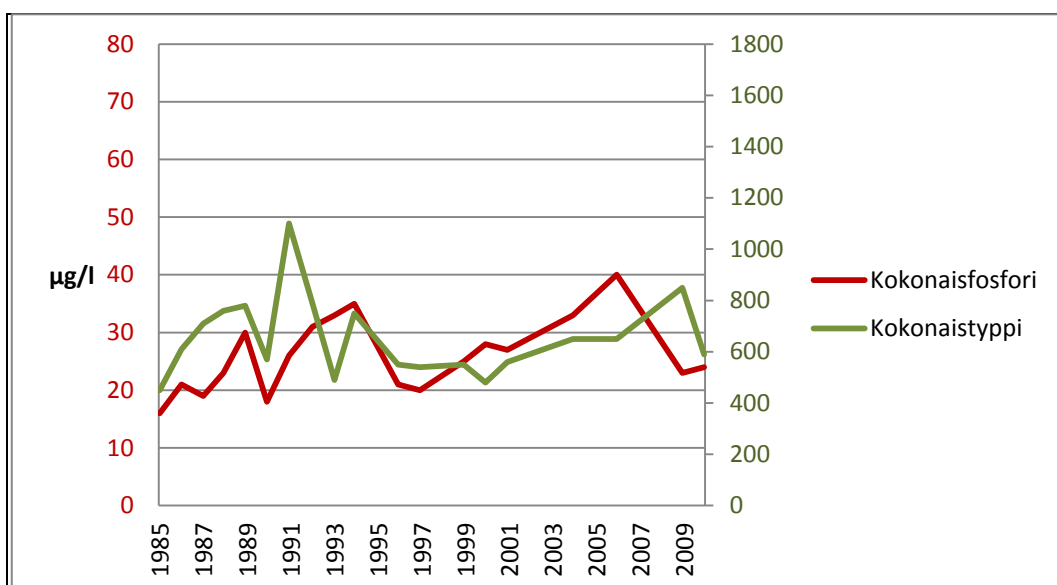


Kuvio 7. Havaintopisteen Kiteenjärvi 11 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä maalishuhtikuussa 1985–2011 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

Havaintopisteillä Kiteenjärvi 1:ssä (kuvio 8) ja Kiteenjärvi 10:ssä (kuvio 9) elokuun fosforipitoisuudet olivat tasaisesti hyväksi luokiteltavia 1 metrin syvyydessä. Typpipitoisuuksissa oli suurempaa vaihtelua. Kahta yksittäistä korkeampaa arvoa lukuun ottamatta arvot olivat kuitenkin erinomaiseksi ja hyväksi luokiteltavia vesienhoidon luokituksen perusteella.



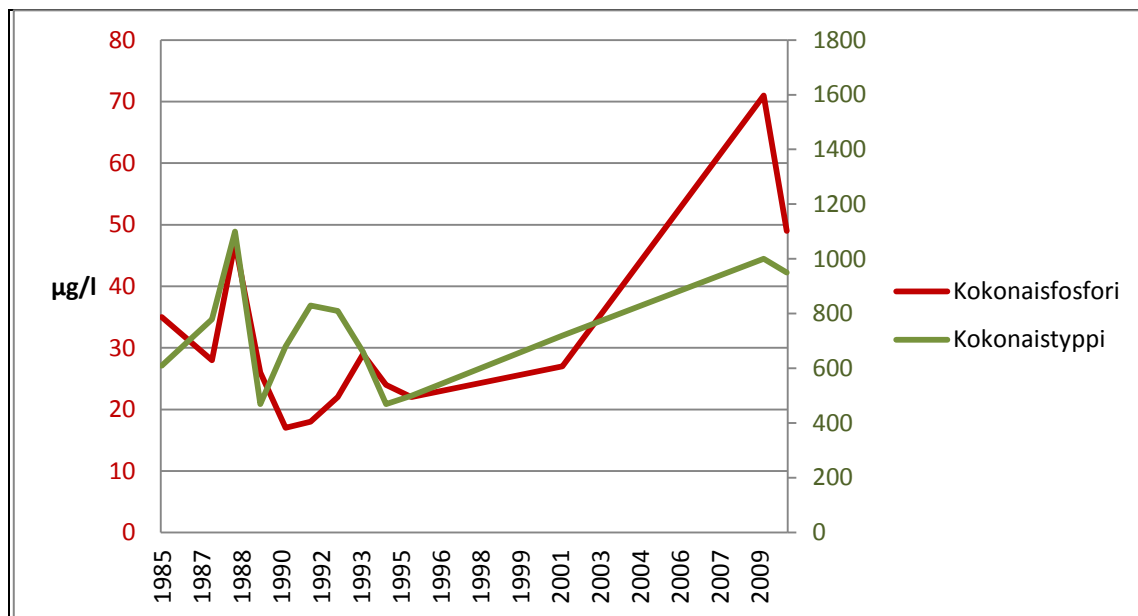
Kuvio 8. Havaintopisteen Kiteenjärvi 1 kokonaisfosfori (P)- ja typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



Kuvio 9. Havaintopisteen Kiteenjärvi 10 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

Havaintopiste Kiteenjärvi 11:stä 1 metrin syvyydessä (kuvio 10) on elokuun kokonaisfosforipitoisuus noussut huomattavasti. Kasvu oli suurempaa kuin muilla

havaintopisteillä. Typpipitoisuudessa ei ollut näin suurta hajontaa, vaan se on kahta yksittäistä korkeampaa arvoa lukuun ottamatta pysynyt hyvänä.

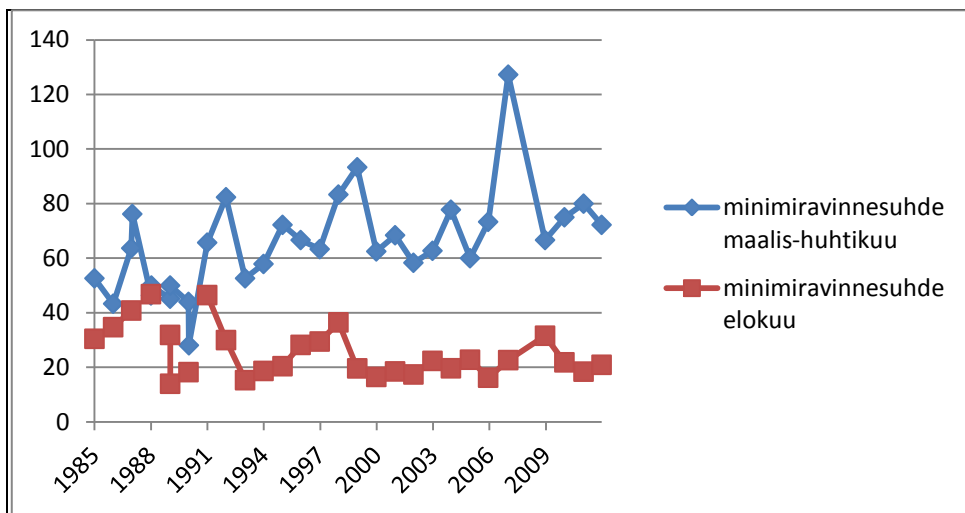


Kuvio 10. Havaintopisteen Kiteenjärvi 1 kokonaisfosfori (P)- ja -typpipitoisuudet (N) 1 metrin syvyydessä elokuussa 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

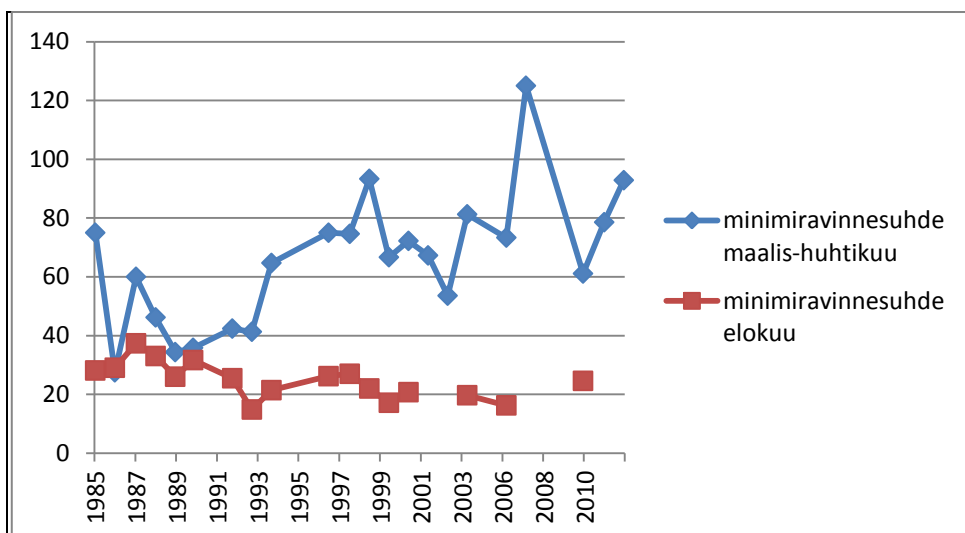
### 5.1.3 Kiteenjärven minimiravennesuhteet

Rehevöitymisen säätelijöinä pidetään yleisesti fosforia ja typpeä. Rehevöitymistä säätelevää minimiravinnetta voidaan arvioida kokonaisravennesuhteella eli kokonaistyyppi (kok-N): kokonaisfosfori (kok-P). Typpi rajoittaa kasvua arvon ollessa alle 10. Suhteen ollessa yli 17 on fosfori kasvua rajoittava ravinne. (Forsberg 1978; Grandberg & Grandberg 2006, 32 mukaan.) Kiteenjärvessä on tehty vuonna 2009 minimiravinnetutkimus, jonka mukaan järven minimiravinne on kolmen eri tutkimustavan mukaan fosfori. Tutkimuksen tarkoituksena oli perustella, tarvitseeko jätevedestä poistaa typpeä. (Kamppi 2009.)

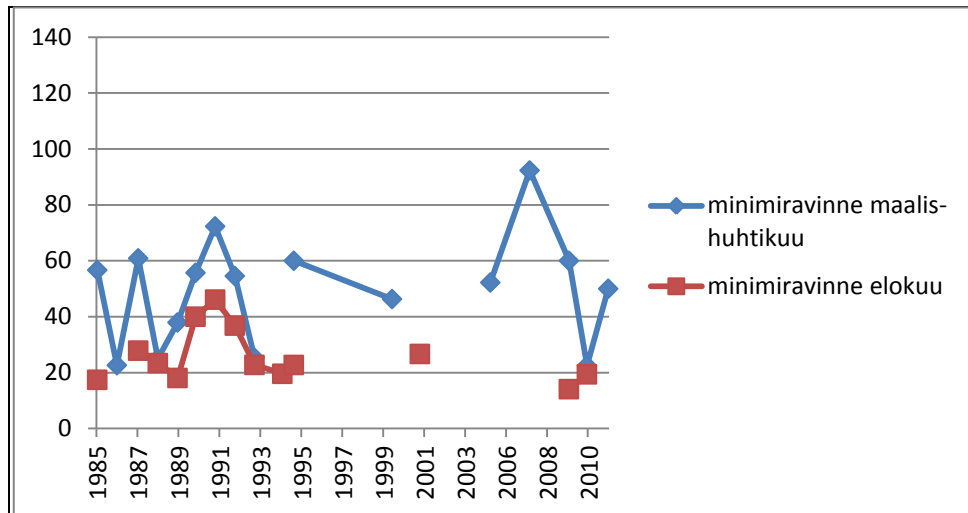
Havaintopisteillä Kiteenjärvi 1:ssä (kuvio 11), Kiteenjärvi 10:ssä (kuvio 12) ja Kiteenjärvi 11:ssä (kuvio 13) 1 metrin syvyydessä maaliskuussa minimiravinteena oli selvästi fosfori. Elokuussa kun minimiravennesuhde oli alle 17, voi kumpi tahansa ravinteista olla kasvua rajoittava tekijä.



Kuvio 11. Havaintopisteen Kiteenjärvi 1 minimiravannesuhteet 1metrissä loppupalvella ja -kesällä 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



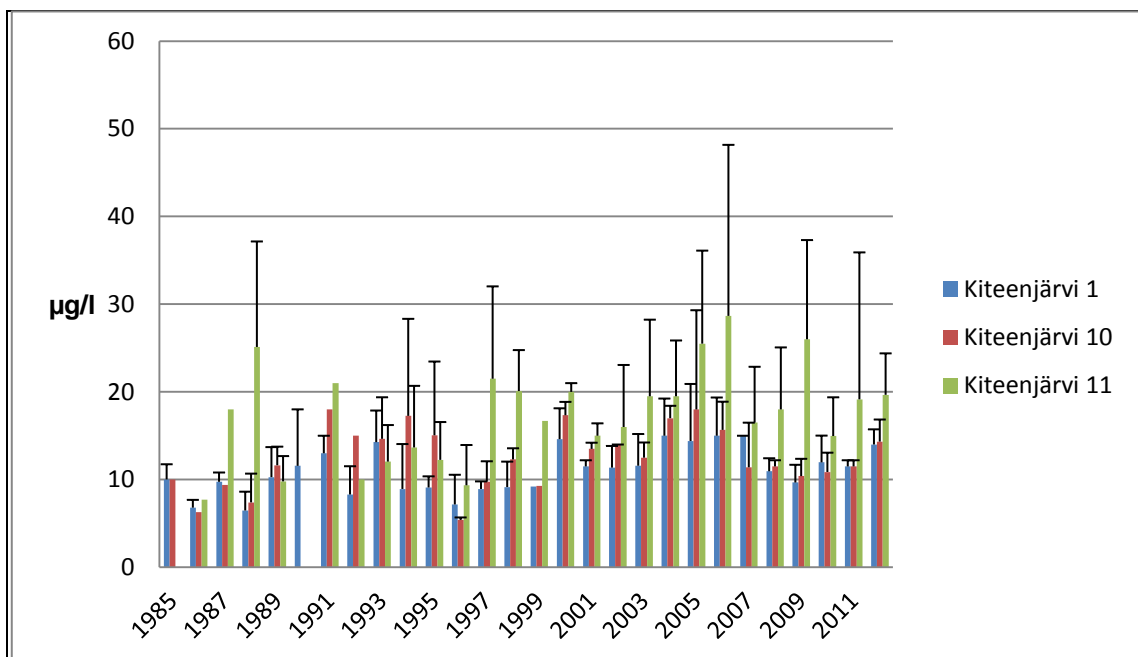
Kuvio 12. Havaintopisteen Kiteenjärvi 10 minimiravannesuhteet 1 metrissä loppupalvella ja -kesällä 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



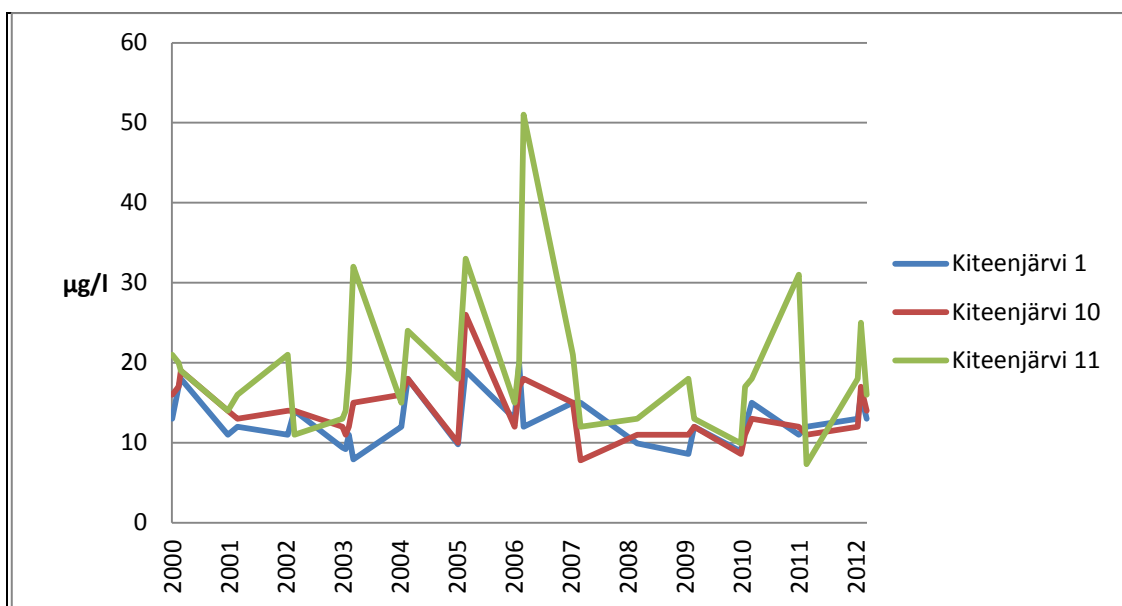
Kuvio 13. Havaintopisteen Kiteenjärvi 11 minimiravinnesuhteet 1 metrissä lopputalvella ja -kesällä 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

#### 5.1.4 Kiteenjärven a-klorofylli-pitoisuudet

a-klorofyllin yksittäisissä arvoissa oli paljon vaihtelua (Kuvio 14). Havaintopisteessä Kiteenjärvi 1 arvot olivat 3,1–20 µg/l:ssa. Kiteenjärvi 10:ssä arvot olivat 4,3–30 µg/l:ssa. Kiteenjärvi 11:ssä arvot ovat korkeampia, 6,1–51 µg/l:ssa. Vesienhoidon luokittelussa nämä ovat hyvän ja välttävän välillä. Rehevyyssuokittelussa Kiteenjärvi 1 ja 10 pitoisuudet ovat vaihdelleet mesotrofisesta eutrofiaan. Pisteellä 11 arvot ovat vaihdelleet mesotrofisesta hypereutrofiaan. Pisteessä 11 a-klorofyllipitoisuus on kuitenkin pysynyt pitkällä aikavälillä tasaisena eikä se ole nousujohteinen. Pisteessä 11 suuremmat arvot näkyvät myös kuviossa 15, johon on kerätty samana ajankohtana eri pisteiltä otetut a-klorofylli-pitoisuudet.



Kuvio 14. Havaintopisteillä Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 a-klorofyllin keskiarvot (palkeissa) ja -hajonta (viivana) kesä-elokuussa 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



Kuvio 15. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1, 10 ja 11 havaintopisteiden samana ajankohtana otettujen näytteiden erot vuosilta 2000–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

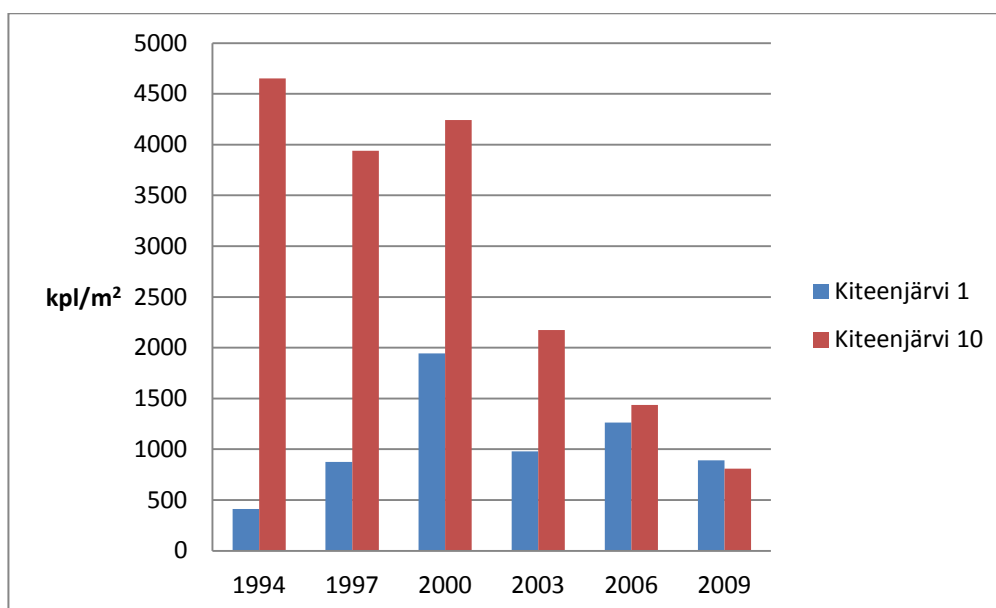


### 5.1.5 Pohjaeläimet

Pohjaeläinnäytteitä on otettu havaintopisteiltä Kiteenjärvi 1 ja Kiteenjärvi 10. Tuloksia ei voida vertailla keskenään syvyyserojen vuoksi, mutta niistä näkyvät muutokset järven tilassa.

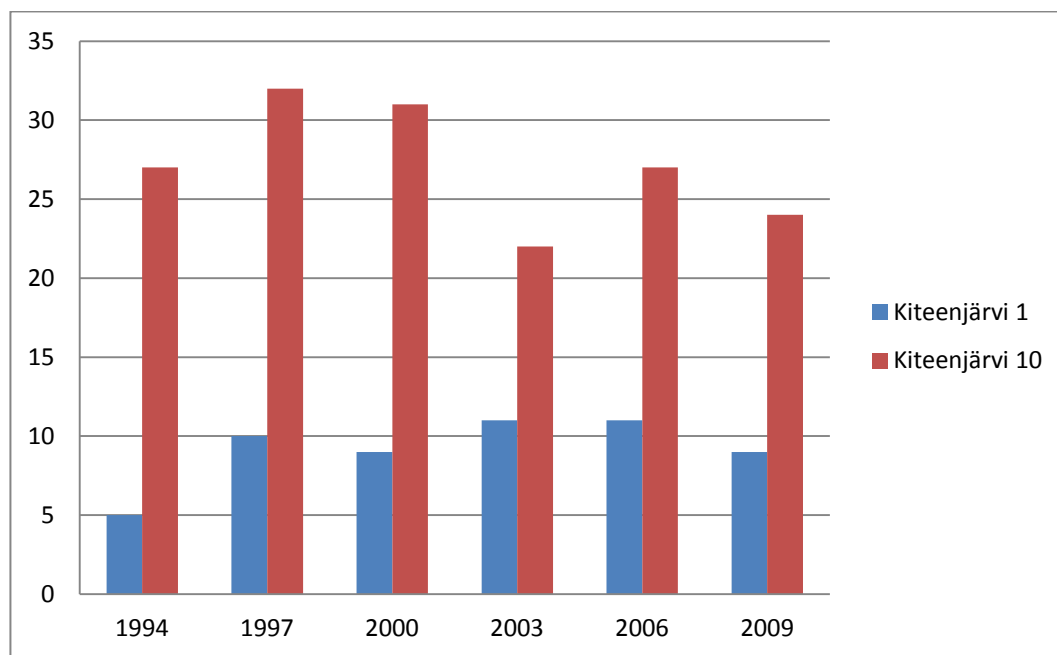
Pohjaeläimistö reagoi herkästi orgaanisen aineksen sedimentoitumiseen ja siitä seuraavaan hapen vähenemiseen. Yleensä rehevöitymisen yhteydessä, kun ravinteita tulee kohtuullisesti, kasvavat pohjaeläimistön lajiluku sekä biomassa (taulukko 12). Rehevöitymisen myötä, kun happiolot heikentyvät ja lajisto yksipuolistuu, niin lopulta jopa sietokykyisimpienkin lajien kasvu hidastuu, pysähtyy ja pohja autioituu. (Jumppanen 1984 ja Paasivirta 1989 Tammen 1995 mukaan, 19.)

Pohjaeläimistön tiheydessä (kuvio 16) havaintopiste Kiteenjärvi 1:ssä on vuodesta 1994 vuoteen 2009 pohjaeläimien tiheys kaksinkertaistunut 400 kappaleesta 800 kappaleeseen neliometrillä. Havaintopiste Kiteenjärvi 10:ssä on pohjaeläintiheys pienentynyt yli 80 %, 4 700 kappaleesta 900 kappaleeseen neliometrillä.



Kuvio 16. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaeläimistön tiheys (kpl/m<sup>2</sup>) (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

Havaintopiste Kiteenjärvi 1:ssä pohjaelämistön taksoni- eli lajiluku (kuvio 17) on vuodesta 1994 vuoteen 2009 kohonnut noin 45 prosenttia. Havaintopiste Kiteenjärvi 10:ssä lajiluku on pudonnut 15 prosenttia.

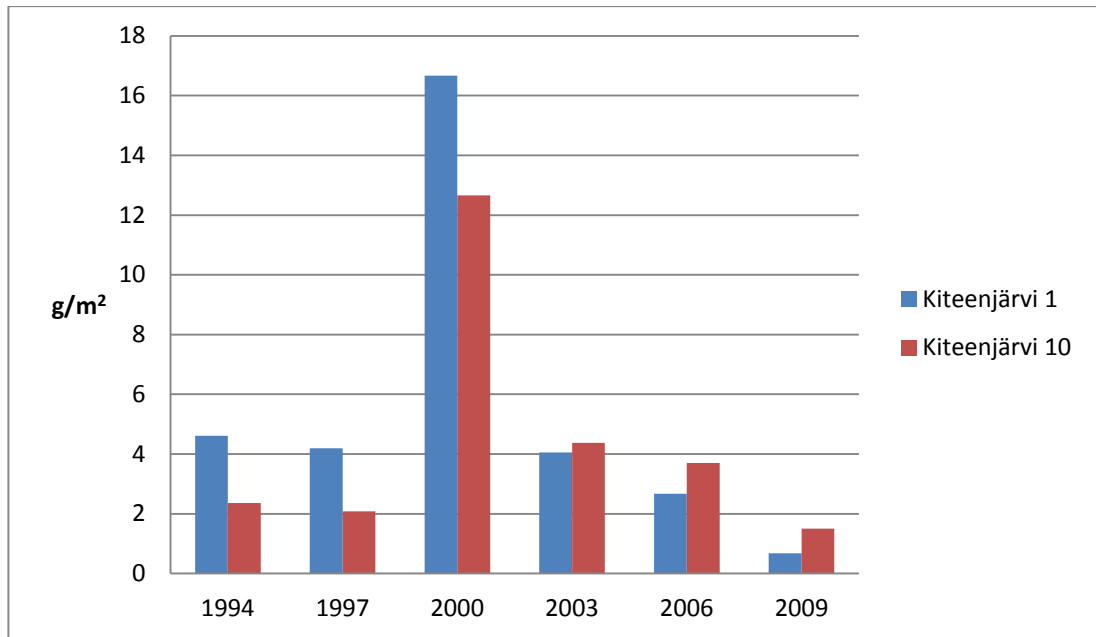


Kuvio 17. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaelämistön taksoni- eli lajiluku (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

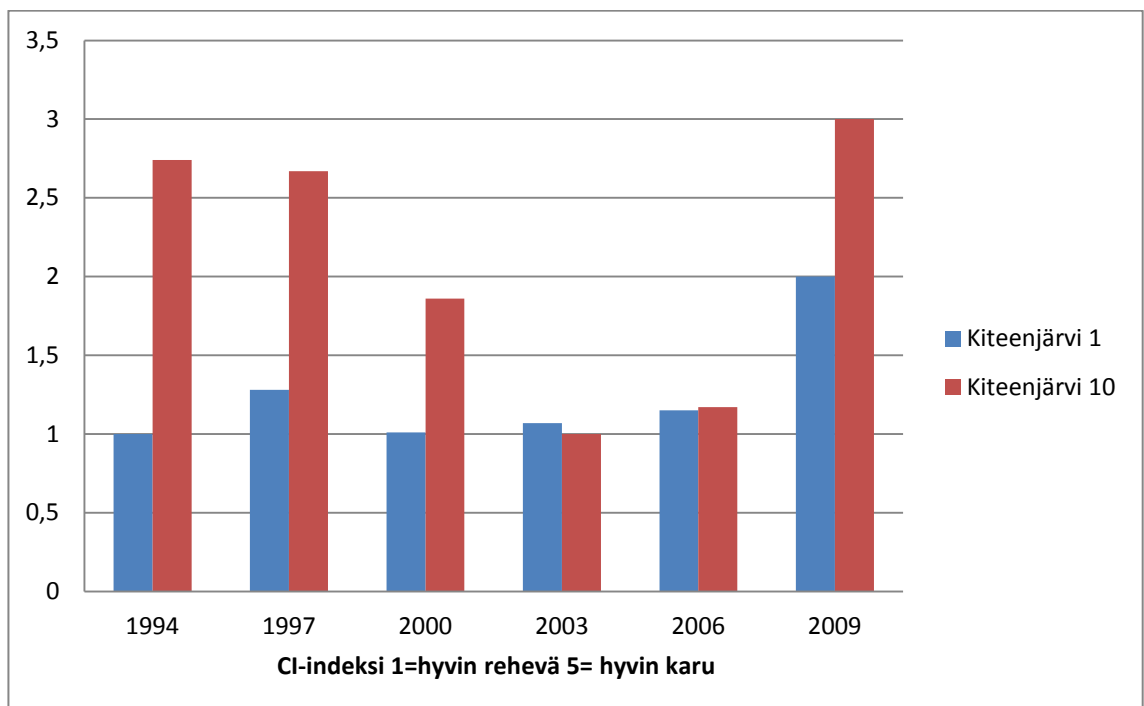
Taulukko 12. Profundaalin ravinteisuus biomassan mukaan (Paasivirta 1989, Saarikarin 2007, 4 mukaan)

Pohjan ravinteisuus	Tuorepaino, g/m <sup>2</sup>
Niukkaravinteinen	0,1–0,5
Jokseenkin niukkaravinteinen	0,5–1,6
Lievästi ravinteikas	1,6–6,0
Ravinteikas	6,0–17,0
Erittäin ravinteikas	yli 17,0
Myrkyllinen	alle 0,1

Pohjaelämistön biomassa (kuvio 18) on pudonnut Kiteenjärvi 1:ssä vuoden 1994, 4,6 g/m<sup>2</sup> vuoteen 2009 mennessä 0,6 g/m<sup>2</sup>. Vastaavasti Kiteenjärvi 10:ssä 1994, 2,3 g/m<sup>2</sup> on pudonnut 1,3 g/m<sup>2</sup> vuoteen 2009 mennessä.



Kuvio 18. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaeläimistön biomassa (g/m<sup>2</sup>) (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



Kuvio 19. Havaintopisteiden Kiteenjärvi 1 ja 10 pohjaeläimistön CI-indeksi (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

Kiteenjärvi 1:ssä chironomidi-indeksi (taulukko 13) on kaksinkertaistunut (kuvio 19), noussut luvusta 1 lukuun 2. eli hyvin rehevästä reheväksi.

Kiteenjärvi 10:ssä on myös noussut 2,8:sta 3:een. lievästi rehevästä keskimääräiseen.

Taulukko 13. Surviaissääskentoukkien suhteelliseen runsauteen perustuva pohjan laatua kuvaava chironomidi-indeksi (CI), joka voi saada arvoja välillä 1–5 (hyvin rehevä–hyvin karu) (Paasivirta 2000, Saarikarin 2007, 6 mukaan)

$CI = \sum \frac{n_i * k_i}{N}$	<p><math>n_i</math> = lajin <math>i</math> yksilömäärä  <math>k_i</math> = lajin <math>i</math> ekologinen kerroin  <math>N</math> = indikaattorilajien kokonaisyksilömäärä.</p>
---------------------------------	--

Indikaattorilajit	Ekologinen pohjankerroin, k	Ravinteisuus
<i>Tanypus</i> spp.	1	Hyvin rehevä
<i>Chironomus f.l. plumosus</i>		
<i>Chironomus f.l. semireductus</i>		
<i>Chironomus anthracinus</i>	2	Rehevä
<i>Chironomus f.l. thummi</i>		
<i>Chironomus f.l. salinarius</i>		
<i>Einfeldia</i> spp.		
<i>Polypedilum nubeculosum</i>		
<i>Microchironomus tener</i>		
<i>Sergentia</i> spp.	2,5	Lievästi rehevä
<i>Monodiamesa bathyphila</i>	3	Keskimääräinen
<i>Polypedilum f.l. brevi antennatum (pullum)</i>		
<i>Microtendipes</i> spp.		
<i>Stictochironomus</i> spp.		
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	4	Karu
<i>Heterotrissocladius grimshawi</i>		
<i>Heterotrissocladius maari</i>		
<i>Mesocricotopus thienemanni</i>		
<i>Paracladopelma nigrifulva</i> (syn. <i>obscura</i> )		
<i>Micropsectra</i> spp.		
<i>Heterotrissocladius subpilosus</i>	5	Hyvin karu

## **5.2 Kiteenjärven kuormitus**

### **5.2.1 Piste- ja hajakuormitus**

Kiteenkeskustaajaman jätevedenpuhdistamossa on ollut toimintahäiriöitä, jotka ovat vaikuttaneet ainakin fosforinpoistoon ja lähtevän veden fosforipitoisuuteen (taulukko 14). Parhaimmillaan puhdistusprosentti oli 99 % ja pitoisuus 0,08 mg/l vuonna 2009. Huonoimmillaan puhdistusprosentti oli 80 % ja fosforipitoisuus 1,6 mg/l vuonna 2006.

Kokonaistypen reduktio eli poistotehokkuus on ollut parhaimmillaan vuosina 2002 ja 2003, jolloin puhdistusprosentti oli sama kumpanakin vuonna 59 % ja lähtevän veden pitoisuudet olivat 24 ja 26 mg/l. Alhaisimmillaan puhdistusprosentti oli 19 % ja lähtevän veden pitoisuus 36 mg/l vuonna 2007.

Taulukko 14. Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamon vesistökuormitus (kg/d), lähtevän veden biologinen hapenkulutus, kokonaisravinnepitoisuudet (mg/l) sekä puhdistustehot (%) 1990–2011 (FCG- Suunnittelu ja tekniikka 2012)

Vuosi	Virtaama (l/s)	BHK <sub>7</sub> (ATU)			Kokonaisfosfori			Kokonaistyyppi		
		kg/a	mg/l	%	kg/a	mg/l	%	kg/a	mg/l	%
2011	19	2044	3,5	98	131,4	0,22	97	16060	28	41
2010	20	10220	17	90	547,5	0,88	87	20440	33	29
2009	27	2445,5	3,1	98	58,4	0,08	99	21170	27	44
2008	26	3175,5	3,9	98	65,7	0,08	99	24090	29	42
2007	27	5475	6,4	98	116,8	0,14	99	30295	36	19
2006	23	16425	23	87	1131,5	1,6	80	18615	26	46
2005	21	3285	5	98	91,25	0,14	98	17885	28	49
2004	17	7665	14	90	438	0,82	89	14965	28	42
2003	15	2810,5	5,7	97	175,2	0,36	97	11680	24	59
2002	14	2737,5	12	96	354,05	0,9	89	11680	26	59
2001	16	7665	16	88,5	474,5	1	87,5	15695	33	44
2000	17	3394,5	6,4	96,8	138,7	0,26	96,8	17264,5	32,5	40
1999	14	3029,5	7	96	76,65	0,17	97	17155	38	32
1998	19	3321,5	5,4	96,7	135,05	0,22	96,8	21316	34,7	29,8
1997	17	2883,5	5,4	97	131,4	0,24	97	22630	41	21
1996	17	3321,5	6,3	97	160,6	0,3	97	18980	36	52
1995	18	4015	6		208,05	0,31		31755	54	
1994	18	6935	10		332,15	0,51		17155	32	
1993	14	6205	14		270,1	0,62		14600	34	
1992	16	8760	16		401,5	0,76		26280	33	
1991	19	4745			266,45			16425		
1990	14	2956,5			259,15			13140		
Lupaehdot			<15	>92%		<0,5	>93%			

Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalueen (taulukko 15) kuormitus on vaihdellut tuotannon mukaan. Kuormituksessa on suuria eroja. Suurin kiintoainekuormitus on ollut vuonna 2011, joka näkyy myös Humalajoen väriluvun (kuvio 21) nousuna. Suurin fosforikuormitus on ollut 127 kg vuonna 2011. Tämä näkyy myös fosforipitoisuuden nousuna Humalajoessa (kaavio 20). Suurin typpikuormitus on ollut 4594 kg vuonna 2012. Tämä näkyy Humalajoessa typpipitoisuuden nousuna.

Taulukko 15. Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalueen kuormitus vuosina 2003–2012 (VAHTI, ympäristönsuojelun tietojärjestelmä 2013)

<b>Vapo Oy Kirkkosuon turvetuotantoalueen kuormitus</b>						
Johtamisvuorokausien määrä 365						
	<b>Kiintoaine, kg</b>		<b>Kokonaisfosfori, kg</b>		<b>Kokonaistyppeä, kg</b>	
2012	12 441,00	(58 %)*	127,80	(48,6%)	4 594,20	(22,1%)
2011	22 554,00		128,83		2940,00	
2010	5 745,00		41,00		705,00	
2009	5 980,00		44,00		684,00	
2008	19 452,00		78,00		2097,00	
2007	10 566,00		46,00		1601,00	
2006	2 700,00		19,00		632,00	
2005	4 956,00		8,26		1321,60	
2004	5 805,00		29,00		1113,00	
2003	3 609,00		20,00		909,00	

\*Suluissa puhdistusteho

Kiteenjärven laskevien uomien kuormitukset ovat suuntaa antavia, koska näytteenottoaika ei ollut paras mahdollinen. Vesinäytteet otetaan uomista yleensä ylivirtaama-aikana, jolloin tuleva kuormitus on suurimmillaan. Näytteiden ottoaika ei ollut ylivirtaamaa, mutta ne antavat kuitenkin mittasuhteet eri uomien kuormituksesta tätä työtä ajatellen. Humalajoen (Humalajoki 14), Päätyeenlahden (Kiteenjärvi 11) sekä Kiteenjärvi 10 ovat veloitettarkkailupisteitä ja niistä saadaan vedenlaatutuloksia muutaman kerran vuodessa.

Taulukko 16. Kiteenjärveen laskevien uomien virtaamapainotettu fosforikuorma (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

<b>Uoma</b>	<b>virtaama, l/s</b>	<b>Kok.fosfori, µg/l</b>	<b>Kok.typpeä, µg/l</b>	<b>Kok.fosfori, kg/a</b>	<b>Kok.typpeä, kg/a</b>
Hiidenjoki 13 (6/13)	291	12	550	110,13	5 047,34
Kertsunpuro 37 (6/13)	36	38	1 300	43,14	1 475,89
Puro 54 Kiteenlahteen (6/13)	2	180	2 200	11,35	138,76
Kiteenjärvi uoma 1 (6/13)	- <sup>1</sup>	160	1 400	-	-
Kiteenjärvi uoma 2 (6/13)	- <sup>1</sup>	150	1 700	-	-
Humalajoki 14 (8/12)	- <sup>1</sup>	32	870	-	-
Kiteenjärvi 11(Päätye) (8/12)	- <sup>1</sup>	30	750	-	-
Jäteveden puhdistamo <sup>2</sup>	19	220	280	131,82	167,77
Vapo Oy Kirkkosuo <sup>2</sup>				127,8	4 594,2

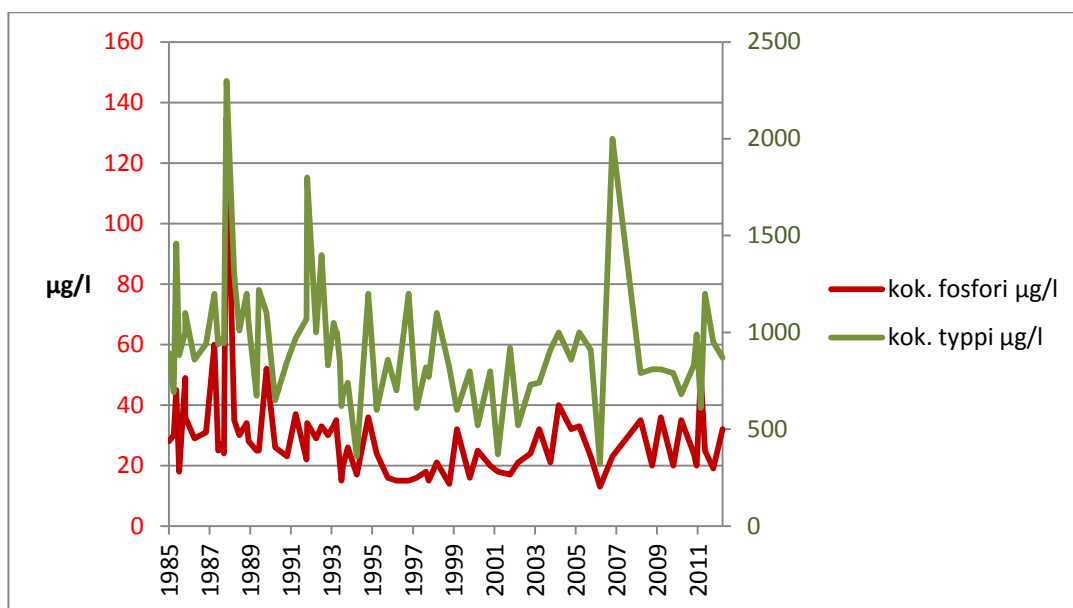
suluissa näytteenottoajankohta kultakin pisteeltä

<sup>1</sup>Uomissa, joissa ei ole virtaamatietoja ei ole näytteenottohetkellä ollut virtausta.

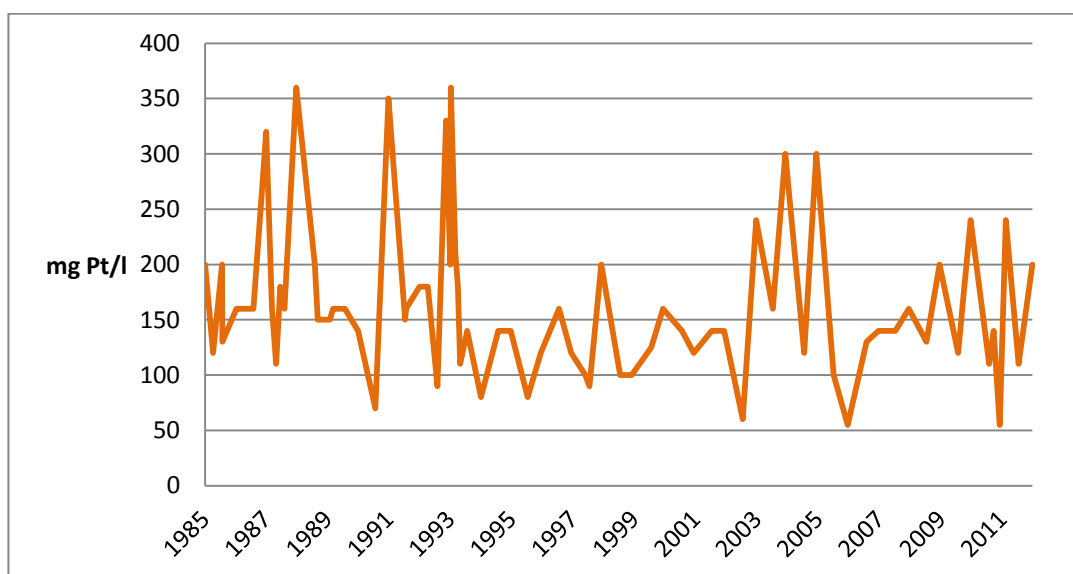
<sup>2</sup>Keltaisella korostettuna toiminnot, jotka tarvitsevat ympäristöluvan ja ovat veloitettarkkailussa päästöjen osalta

## 5.2.2 Humalajoen ravinnekuormitus

Humalajoen typpi- ja fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet rajusti. V. 1987 aloitettu turvetuotannon harjoittaminen näkyy selvästi typpi- ja fosforiarvojen (kuvio 20) sekä kiintoainepitoisuuden vaihteluna (kuvio 21).



Kuvio 20. Humalajoen kokonaisfosfori(P)- ja -typpi(N)pitoisuudet vuosina 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)



Kuvio 21. Humalajoen väriluvun vaihtelu vuosina 1985–2012 (Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä 2013)

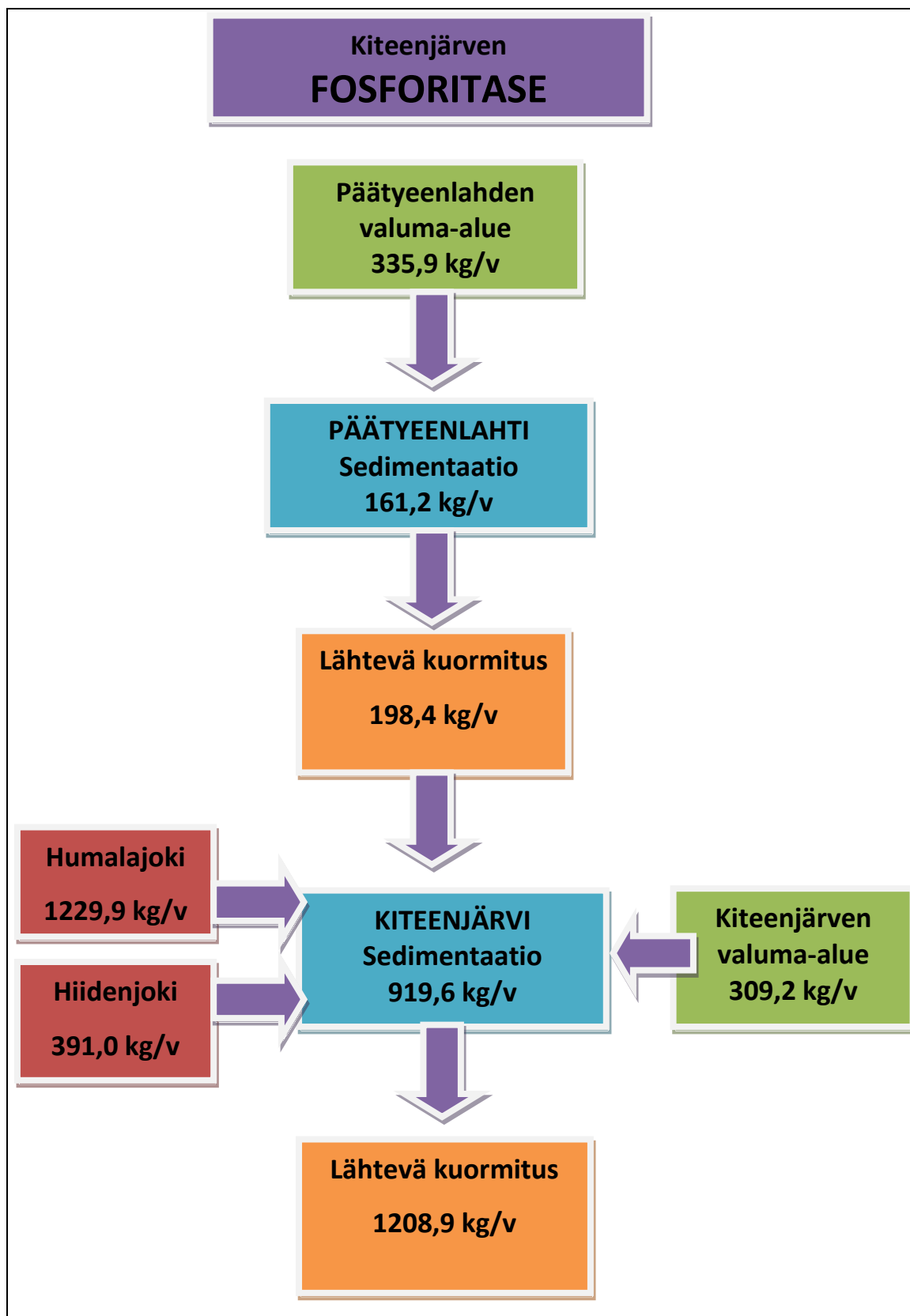


### 5.2.3 VEMALA-kuormitusmalli ja malli Lappalainen

VEMALA-kuormitusmalli on Suomen ympäristökeskuksen yhdistetty hydrologinen kuormitusmalli. Sillä on laskettu, millainen kuormitus erilaisilta maankäyttöalueilta (taulukko 17) tulee. Tulokset on kalibroitu järjestelmässä olevilla vedenlaatuhavaintopisteillä. Tulokset on haettu vesistömallijärjestelmästä, minkä jälkeen laskettiin kuormituksen prosenttiosuudet sekä pidätysprosentit.

Taulukko 17. Selitykset VEMALA:n kuormituslaskelmien tulkintaan ja sisältöön (Vemala-kuormitusmalli 2013)

<b>Kuormituslähde</b>	<b>Mistä kuormitus koostuu</b>
<b>Lähtevä kuorma</b>	Alueelta lähtevä kuorma
<b>Alueelta lähtevä kuorma pelto</b>	Tältä osa-alueelta lähtevässä ainevirtaamassa pelloilta tuleva osuus
<b>Alueelta lähtevä kuorma metsä</b>	Tältä osa-alueelta lähtevässä ainevirtaamassa metsistä tuleva osuus
<b>Alueelta lähtevä kuorma asutus</b>	Tältä osa-alueelta lähtevässä ainevirtaamassa haja-asutuksesta tuleva osuus
<b>Alueelta lähtevä kuorma Pistekuormitus</b>	Tältä osa-alueelta lähtevässä ainevirtaamassa pistekuormituksesta tuleva osuus
<b>Alueelta lähtevä kuorma Laskeuma</b>	Tältä osa-alueelta lähtevässä ainevirtaamassa laskeumasta vesiin tuleva osuus
<b>Pitoisuus pelto</b>	Pelloilta tulevan valuman keskipitoisuus
<b>Pitoisuus metsä</b>	Metsästä tulevan valuman keskipitoisuus
<b>Pitoisuus asutus</b>	Haja-asutuksesta tulevan kuormituksen vaikutus valuman keskipitoisuuteen
<b>Kuorma pelto</b>	Kuorma peltoalueelta. Peltojen kuormitus sisältää vain peltoviljelyn, se sisältää myös pelloille levitetystä lannasta tulevan kuormituksen. Se ei sisällä esim. jaloittelutarhojen kuormitusta tai karjasuojista tulevaa kuormitusta.
<b>Kuorma metsä</b>	Kuorma metsäalueelta sisältää metsätalouden vaikutuksen.
<b>Kuorma asutus</b>	Kuorma haja-asutuksesta. Haja-asutuksen kuormitus on arvio viemäriverkon ulkopuolella olevan asutuksen ja myös loma-asutuksen kuormituksesta.
<b>Pistekuormitus</b>	Pistekuormitukset sisältävät Vahti rekisteriin ilmoitetut pistekuormittajat. Pistekuormitus sisältää turvetuotannon kuormituksen.
<b>Laskeuma vesiin</b>	Laskeuma on suoraan veteen tuleva laskeuma. Maa-alueille tuleva laskeuma on mukana peltokuormassa ja muun maa-alueen kuormassa.



Kuva 10. Kiteenjärven fosforitase VEMALA-kuormituslaskelman (2013) mukaan

Kiteenjärveen tuleva arvioitu fosforikuormitus on noin 2129 kg/vuosi (kuva 10). Kuormituksesta 58 % tulee Humalajoesta ja 18 % Hiidenjoesta. Lähivaluma-alueen osuus kuormituksesta on 15 % ja Päätyeenlahden osuus 9 %. Malli Lappalaisen mukaan Kiteenjärven laskennallinen kokonaisfosforipitoisuus on noin 19,4 µg/l, mallin mukaan kuormasta sedimentoituu 27,9 % (liite 9). Kiteenjärven todellinen havaittu keskipitoisuus vuonna 2013 on 26,9 µg/l.

Humalajoki on mallinnuksessa jaettu kahteen osaan (Humalajoen ylä- ja ala-osa). Suurin osa (78,4 %) Humalajoen kuormituksesta tulee mallin mukaan alapuoliselta osuudelta. Humalajoen fosforikuormitus on peräisin suurelta osin maatalousalueilta (taulukko 18); 58 % maataloudesta ja 17 % haja-asutuksesta sekä 17 % metsätaloudesta. Hiidenjoen valuma-alueelta tuleva fosforikuormitus on 391 kg/vuosi. Kuormitus koostuu mallin mukaan maataloudesta 69 %, haja-asutuksesta lähes 18 % sekä metsätaloudesta reilu 11 %.

Taulukko 18. Kiteenjoen, Humalajoen ja Hiidenjoen fosforin tuleva kuormitus VEMALA-kuormitusmallin (2013) mukaan sekä lasketut prosenttiosuudet

Alue	Lähtevä kuorma kg/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma pelto kg/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma metsä kg/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma asutus kg/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma piste-kuormitus kg/vuosi	laskeuma vesiin kg/vuosi
Humalajoen yläosa	339,63	169,29	107,98	52,82	2,34	7,2
Humalajoen alaosa	1229,91	720,57	216,18	211,29	66,27	26,58
Hiidenjoki	391,0	267,6	45,6	69,6	0	11,0

Alue	Kuormitus pelto %	Kuormitus metsä %	Kuormitus asutus %	Kuormitus pistekuormitus %	Laskeuma vesiin %
Humalajoen yläosa	49,8 %	31,8 %	15,6 %	0,7 %	2,1 %
Humalajoen alaosa	58,6 %	17,6 %	17,2 %	5,4 %	2,2 %
Hiidenjoki	68,5 %	11,7 %	17,8 %	0,0 %	2,8 %

Humalajoki ja Hiidenjoki ovat myös typpi (taulukko 19)- ja kiintoainekuormituksen (taulukko 20) osalta suurimmat kuormittajat Kiteenjävellä. Typpeä Humalajoen kautta päätyy Kiteenjärkeen lähes 50 t/vuosi. Mallin mukaan noin 50 % typpikuormasta tulee maataloudesta. Metsätalouden kuormitus on noin 41 % ja haja-asutuksen lähes 5 %. Hiidenjoen valuma-alueelta tuleva typpikuormitus noin 7 t/vuosi. Kuormitusta tulee maataloudesta 57 %, metsätaloudesta 35 % sekä haja-asutuksesta noin 4 %. Humalajoesta vastaava tuleva kiintoainekuormituksen osuus Kiteenjärkeen on noin 219 t/vuosi. Hiidenjoen valuma-alueelta tuleva kiintoainekuormitus noin 88 t/vuosi.

Taulukko 19. Humalajoen ja Hiidenjoen typen tuleva kuormitus VEMALA-kuormitusmallin (2013) mukaan sekä lasketut prosenttiosuudet.

Alue	Lähtevä kuorma t/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma pelto t/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma metsä t/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma asutus t/vuosi	Alueelta lähtevä Kuorma piste- kuormitus t/vuosi	Laskeuma vesiin t/vuosi
Humalajoen yläosa	16,2	5,6	9,6	0,4	0,2	0,3
Humalajoen alaosa	48,7	24,3	20,0	1,4	2,3	1,3
Hiidenjoki	7,1	4,0	2,5	0,3	0,0	0,4

Alue	Kuormitus pelto %	Kuormitus metsä %	Kuormitus asutus %	Kuormitus pistekuormitus %	laskeuma vesiin %
Humalajoen yläosa	49,9 %	41,1 %	2,9 %	4,7 %	2,7 %
Humalajoen alaosa	34,8 %	59,6 %	2,4 %	1,2 %	2,1 %
Hiidenjoki	56,8 %	35,4 %	3,8 %	0,0 %	5,8 %

Taulukko 20. Humalajoen ja Hiidenjoen kiintoaineen tuleva kuormitus VEMALA-kuormitusmallin (2013) mukaan sekä lasketut prosenttiosuudet

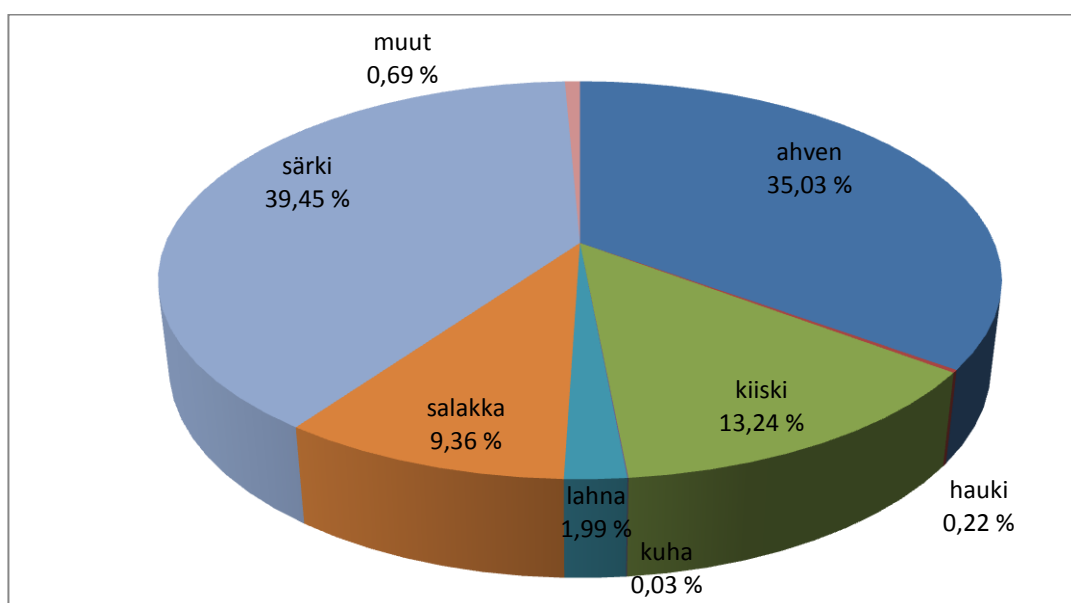
Alue	Lähtävä kuorma t/vuosi	Alueelta lähtävä Kuorma pelto t/vuosi	Alueelta lähtävä Kuorma metsä t/vuosi	Alueelta lähtävä Kuorma asutus t/vuosi	Alueelta lähtävä Kuorma pistekuormitus t/vuosi	Laskeuma vesiin t/vuosi
Humalajoen yläosa	48,4	48,2	0,2	0,0	0,0	0,0
Humalajoen alaosa	219,1	210,8	0,6	0,0	7,7	0,0
Hiidenjoki	88,4	88,3	0,1	0,0	0,0	0,0

Alue	Kuormitus pelto %	Kuormitus metsä %	Kuormitus asutus %	Kuormitus pistekuormitus %	Kuormitus laskeuma vesiin %
Humalajoen yläosa	99,6 %	0,4 %	0 %	0,0 %	0 %
Humalajoen alaosa	96,2 %	0,3 %	0 %	3,5 %	0 %
Hiidenjoki	99,9 %	0,1 %	0 %	0,0 %	0 %

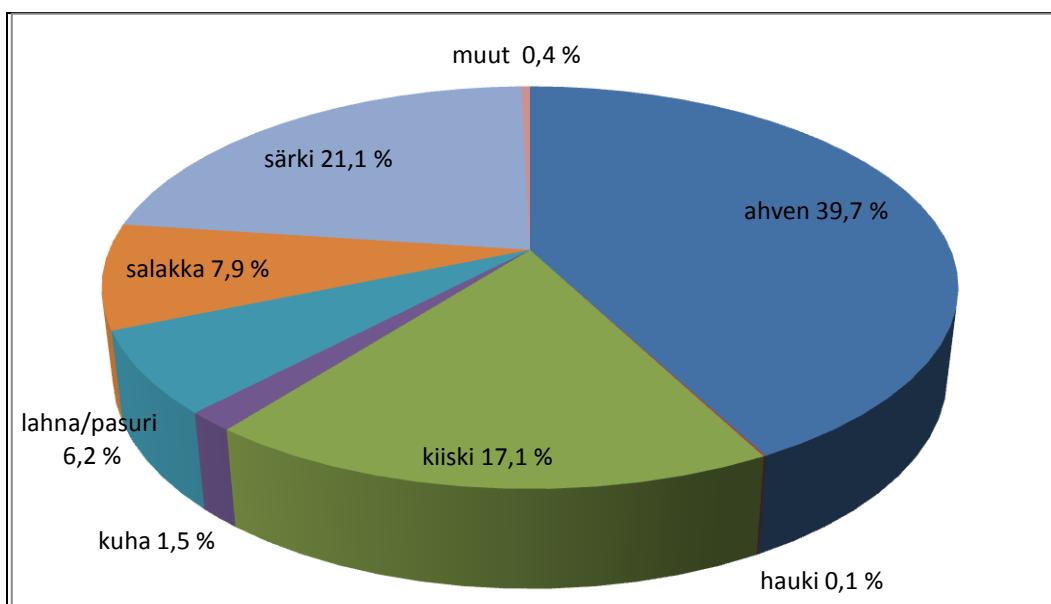
### 5.3 Koekalastus, hoitokalastus ja kalanistutukset

Kiteenjävellä on koekalastettu vuosina 1998, 2003, 2008 ja 2012. Vuonna 1998 (kuviot 22, 26) Karjalan tutkimuslaitos toteutti koekalastuksen. Tuolloin käytössä on ollut yleiskatsausverkot. (H. Huuskonen, henkilökohtainen tiedonanto 29.7.2013.) Vuonna 2003 (kuviot 23, 27) Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus toteutti koekalastuksen. Silloinkin käytössä oli yleiskatsausverkot. (Jaatinen 2003). Vuonna 2008 (kuviot 24, 28) koekalastuksesta huolehtivat Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun oppilaat opettaja Tarmo Tossavaisen johdolla (Tossavainen, ym. 2009). Viimeisin koekalastus on Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen tekemä koekalastus vuonna 2012 (kuviot 25, 29) (Hartikainen 2012).

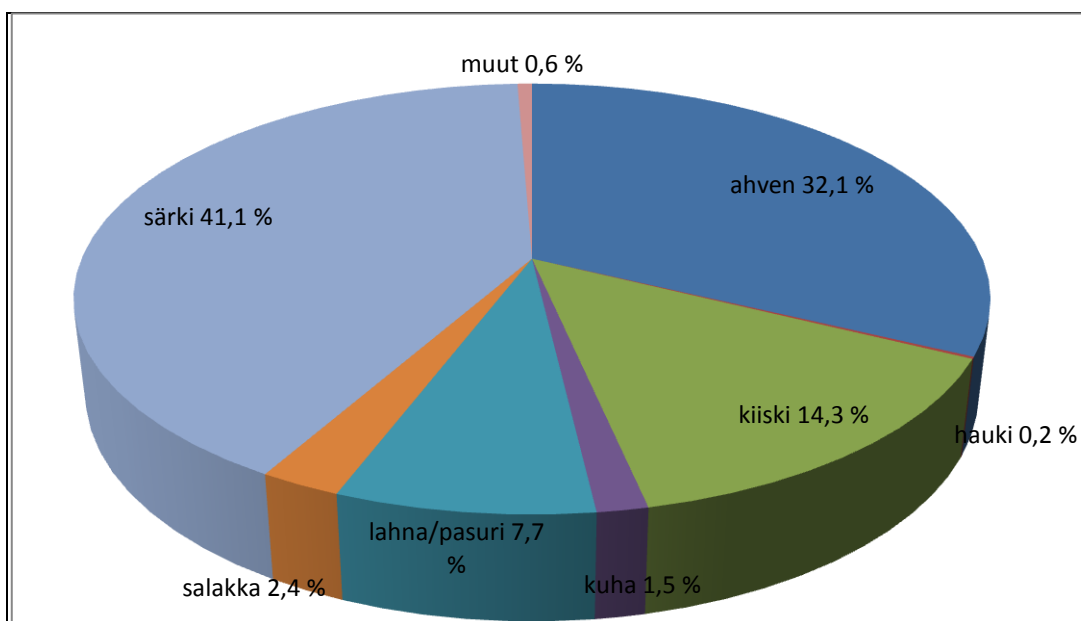
Tehokalastus on tehty vuosina 2001–2003, jonka jälkeisessä koekalastuksessa näkyy särjen väheneminen. Myöhemmissä koekalastustuloksissa näkyy myös särjen lisääntyminen. Tuloksissa näkyy myös lahnan/pasurin määrä, joka on lähes puolittunut aiemmasta. Vuoden 1998 sekä 2003 tulokset eivät ole täysin vertailukelpoiset uudempien koekalastusten kanssa, koska niissä verkot ovat ns. yleiskatsausverkkoja solmuvälillä 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45 ja 55 mm (H. Huuskonen, henkilökohtainen tiedonanto 29.7.2013). Silmäkoko eroaa 2008 ja 2012 koekalastuksessa käytetyistä Nordic-verkoista, joiden solmuvälit ovat 5, 6.25, 8, 10, 12.5, 19.5, 24, 29, 35, 43 ja 55 mm.



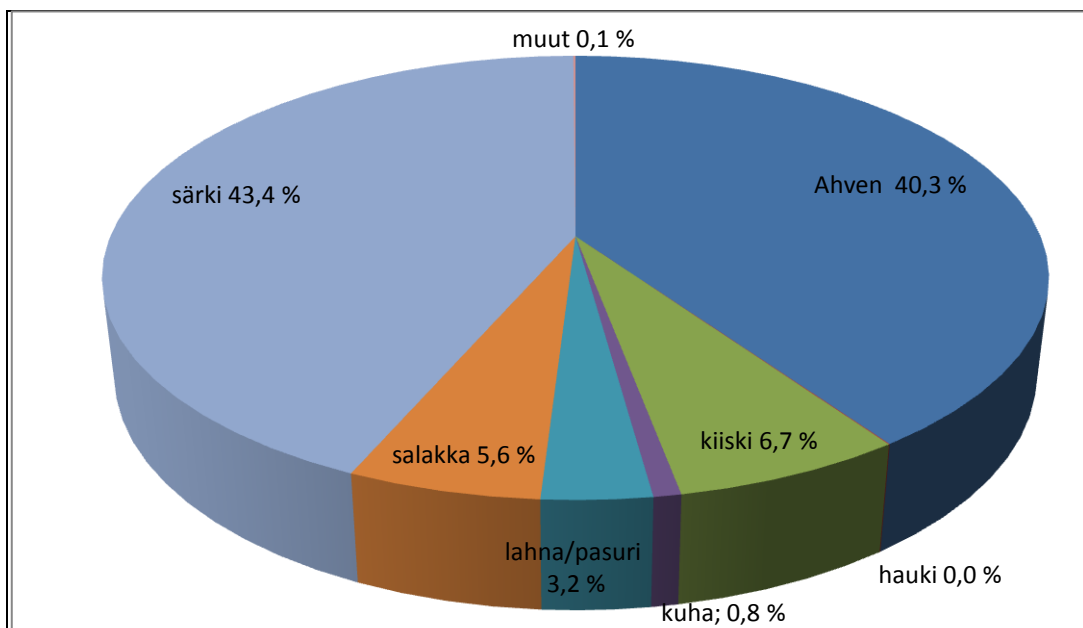
Kuvio 22. Kiteenjärven 1998 koekalastussaaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä (\*koekalastus tehty ns. yleiskatsausverkoilla)



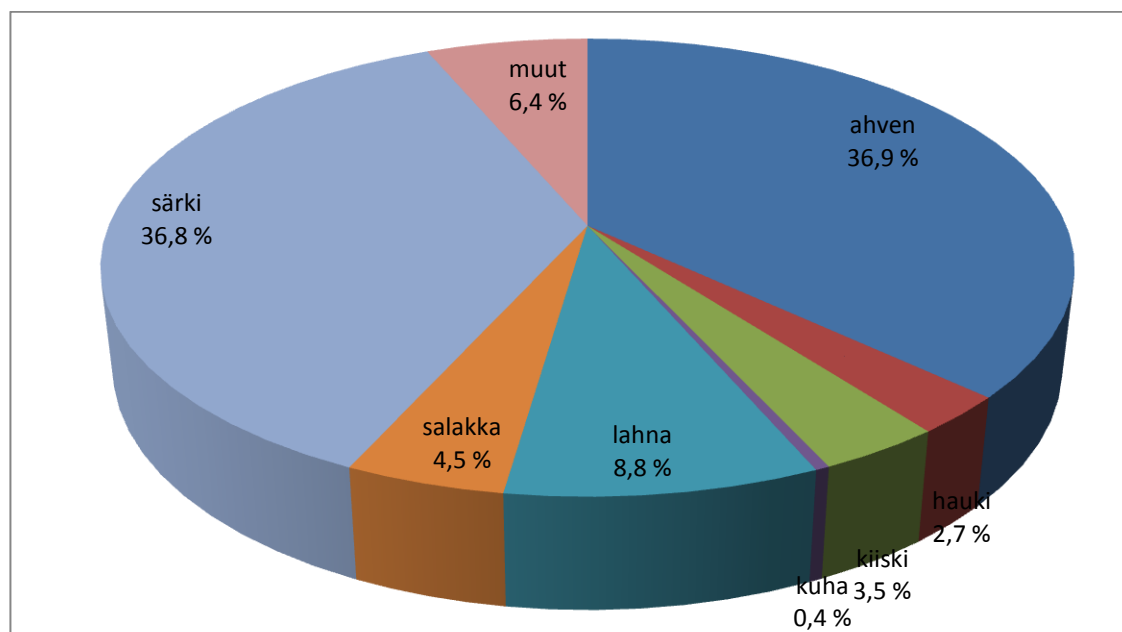
Kuvio 23. Kiteenjärven 2003 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä (\*koekalastus tehty ns. yleiskatsausverkoilla)



Kuvio 24. Kiteenjärven 2008 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä

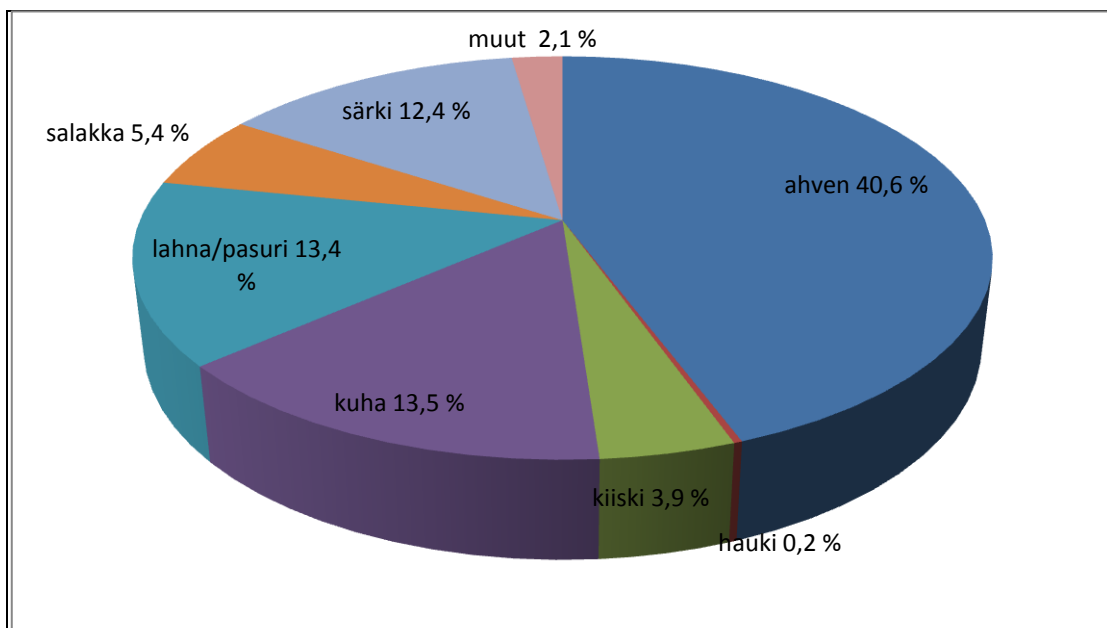


Kuvio 25. Kiteenjärven 2012 koekalastussaaliin lajin kappalemäärän osuus koko kalasaaliin kappalemäärästä

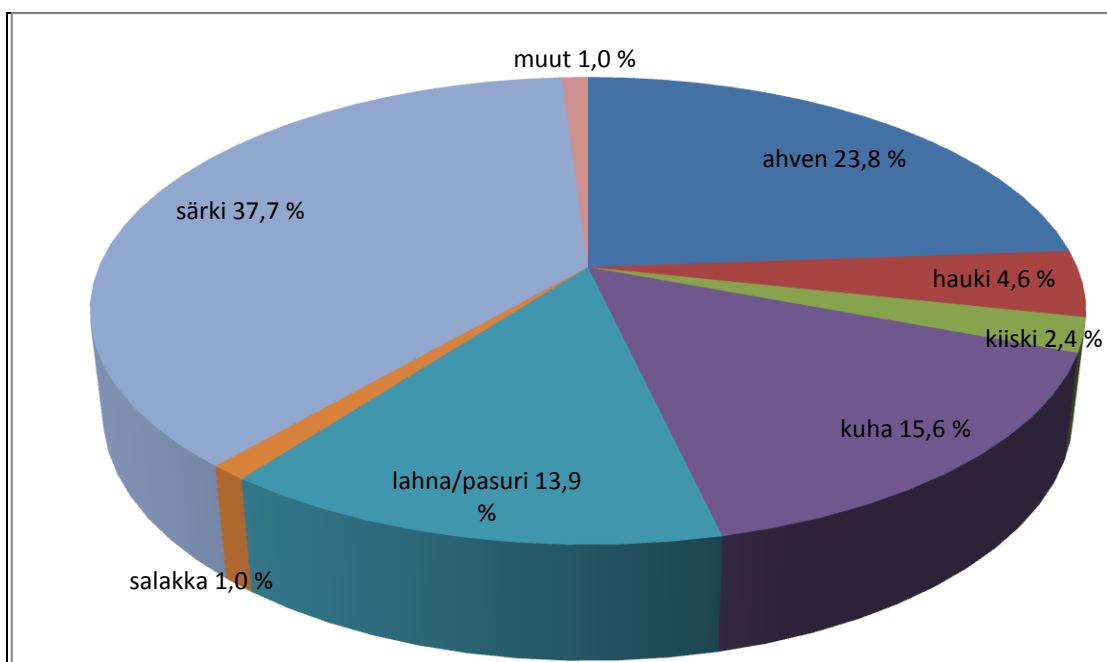


Kuvio 26. Kiteenjärven 1998 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta (Käytössä on ollut ns. yleiskatsausverkkosarja)

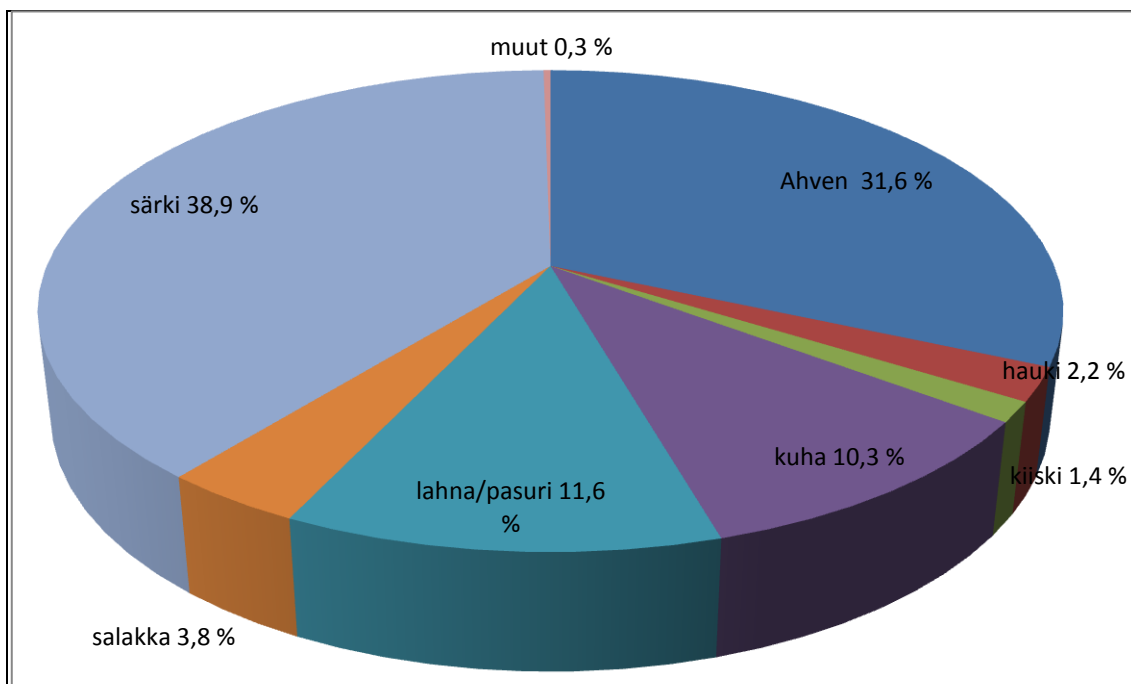




Kuvio 27. Kiteenjärven 2003 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta (Käytössä on ollut ns. yleiskatsausverkkosarja)



Kuvio 28. Kiteenjärven 2008 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta



Kuvio 29. Kiteenjärven 2012 koekalastussaaliin lajien biomassaosuus kokonaissaaliin biomassasta

2001–2003 Kiteenjärven hoitokalastusprojektissa oli tavoitteena poistaa vähempiarvoista kalaa 120 000 kiloa. Tavoite saavutettiin jo kahden vuoden aikana, jolloin Kiteenjärvestä poistui niin sanottua vähempiarvoista kalaa noin 147 300 kiloa. Hoitokalastusta on jatkettu vuosittain nuottaamalla. Kaikkiaan Kiteenjärvestä on poistettu taulukon 24 mukaan yhteensä 213 394 kiloa kalaa.

Kiteenjärkeen on istutettu siikaa sekä kuhaa (taulukko 6). Siian istutuksella ei ole ollut toivottua tulosta, mutta kuhaistutukset ovat vahvistaneet kuhakantaa Kiteenjärvestä.

Taulukko 24. Vuosina 2000–2013 suoritettu hoitokalastus Kiteenjärnessä (Kalastaja M. Turtiaisen sähköposteista on Heli Peura koostanut. Muokattu ja täydennetty henkilökohtaisien tiedonantojen mukaan)

vuosi	Rysäpyynti, kg	Katiskapyynti, kg	Nuottaus, kg	Yhteensä
2000	-	500 (arvio)	10 000	10 500
2001	-	500 (arvio)	99 000	99 500
2002	-	1419,3	33 500	34 919,3
2003	-	1899,3	11 000	12 899,3
2004	-	1000 (arvio)	0	1000
2005	-	1000 (arvio)	7 200	8 200
2006	-	1000 (arvio)	6 700	7 700
2007	-	1000 (arvio)	10 000	11 000
2008	-	1000 (arvio)	8 000	9 000
2009	-	1000 (arvio)	0	1 000
2010	-	1000 (arvio)	4 000	5 000
2011	-	1000 (arvio)	2700	3 700
2012	-	1000 (arvio)	4 800	5 800
2013	2175	1000 (arvio)		3 175

#### 5.4 Näkemykset Kiteenjärven nykytilasta ja jatkokunnostustoimenpiteistä

Tähän kappaleeseen on koottu eri intressitahojen näkemykset Kiteenjärven nykytilasta ja jatkokunnostustoimenpiteistä. Tähän on myös yhdistetty näkemyksiä, jotka ovat tulleet yleisötilaisuudessa sekä kyselytutkimuksessa (liite 3) esille.

Kiteenjärvellä aikaa vietettiin kyselyn mukaan pääosin kalastaen ja uiden. Maisemallisesti Kiteenjärvi koettiin tärkeäksi. Osa vastaajista asui Kiteenjärven tai Hyypiin rannalla. Muusta virkistyskäytöstä mainittiin mm. veneily, soutelu, vesihiihto ja sukellus.

#### **5.4.1 Kiteenjärven veden laatu ja toimenpide-ehdotukset veden laadun parantamiseksi**

Jätevedenpuhdistamon toimintahäiriöt ja niiden aiheuttama ylimääräinen kuormitus koettiin ongelmaksi. Humalajoen ylävirran tumma vesi puhututti tilaisuudessa. Vapo nousi esiin keskusteluissa, etenkin turvetuotannon laajentuminen nykyisestä tasosta huolestutti. Valuma-aluekunnostuksesta oltiin kiinnostuneita sekä hapetuksen jatkaminen koettiin niin tärkeäksi, että se kyselyssä viidenneksellä vastaajista nousi ykkösvaihtoehdoksi kunnostustoimenpiteissä. Hapetuksen varajärjestelmän puute huolestutti, koska hapetin on kuitenkin ollut toiminnassa jo pitkään.

#### **5.4.2 Kasvillisuus, niitot sekä pensaikkojen raivaaminen**

Paikalliset olivat huolissaan umpeenkasvusta. Myös kaupungin olematon järvinäkymä ja pensoittuneet rannat saivat ihmiset kommentoimaan. Reilu kolmannes vastaajista nosti kunnostustoimenpiteistä tärkeimmäksi niitot, joilla hillitään järvenlahtien umpeenkasvua. Myös Päätyeenlahden ruoppausta ehdotettiin. Toivottiin myös rantapensaikkojen raivausta, joka parantaisi rannalta näkyvää järvelle päin. Natura-alueen koettiin estävän niitot ja pensaikkojen raivaamiset Kiteenjärvellä.

Umpeenkasvaviksi alueiksi ilmoitettiin: Päätyeenlahti ja siltapenkereen Kiteenjärven puoleinen kapeikko sekä Potoskanlahti. Potoskanlahdella tärkeintä olisi kelluslehtisten ja uposkasvien poistaminen.

#### **5.4.3 Kalasto ja suojelualueet**

Päätyeenlahden lisääntyneeseen särkikalakantaan ehdotettiin hoitokalastuksen ulottamista myös Päätyeenlahteen. Kalastajien mukaan hoitokalastustulokset eivät kerro haukien eikä kuoreen todellista määrää. Päätyeenlahden siltapengerrytys, joka estää veden vaihtumisen ja eriyttää Päätyeenlahden, koettiin ongelmaksi ja tilaisuudessa ehdotettiin silta-aukon suurentamista.

Valkoselkätikan suojelualueelle toivottiin kylttiä, joka selventäisi suojelualan paikkaa ja luonnontilaisuutta ulkopuolisille.

#### **5.4.4 Vedenpinnan säätely**

Lähes kolmannes kyselyyn vastanneista koki ongelmaksi vedenpinnan korkeuden vaihtelun, joka haittaa erityisesti Hyypiin virkistyskäyttöä. Ehdotettiin Hyypiin lasku-uomaan säätöpatoa, jolla vedenkorkeuden vaihtelua voi hillitä.

#### **5.4.5 Muita huomioon otettavia asioita**

Kyläyhdistysten aktiivisuus vesistöasioissa koettiin huonoksi ja toivottiin enemmän aktiivisuutta yhdistyksiltä. Myös osakaskuntien eläköityminen huoletti. Nuorempaa väkeä kaivattiin mukaan toimintaan. Todettiin EU-uimarantana toimivan Postinrannan olevan huono maineeltaan uimapaikkana, koska lähialueella on parempikuntoisia vesistöjä. Sepänniemen huonokuntoisen lintutornin purkaminen nousi myös esille. Myös Päätyeenlahdella pienpetopyynnin tehostaminen koettiin tarpeelliseksi.

## 6 Päätäntä

### 6.1 Kiteenjärven nykytila ja kuormitus

Kiteenjärnessä pohjanläheisen veden hapettomuus syvänteessä on edistänyt fosforin vapautumista pohjasedimentistä. Hapetuksen alku sekä alkuvaikeuksien jälkeinen hapettimen keskeytymätön toiminta näkyy selvästi tuloksissa. Hapettimen toimiessa ilman isompia ongelmia ja katkoksia on huomattavissa pohjanläheisen veden happipitoisuuden nousu. Nähtävissä on myös se, että fosforia ei enää vapaudu veteen, vaan se pysyy pohjasedimenttiin sitoutuneena eikä kuormita järveä. Elokuussa ei hapettomuutta ole havaittu, joten kesällä hapetuksen tarve ei ole välttämätön. Kiteenjärven matalammissa osissa pisteissä Kiteenjärvi 10 ja 11 on havaittu kevättalvella hapettomuutta koko vesipatsaassa. Näihin pisteisiin hapettimen vaikutus ei ylety. Kiteenjärvi 11 pisteessä fosforipitoisuus on noussut. Tämä johtuu siitä, että happipitoisuuden laskiessa pohjasedimentti vapauttaa fosforia veteen, mikä nostaa pohjanläheisen veden kokonaisfosforipitoisuutta. Tämä lisää osaltaan myös kasvituotantoa sekä edesauttaa umpeenkasvua, koska fosfori on kasvien käytettävässä muodossa.

Tehty minimiravinnetutkimus osoittaa fosforin olevan Kiteenjärven minimiravinne, joten typen määrällä ei ole suoranaista merkitystä Kiteenjärven rehevyyteen (FCG 2009). Kokonaisravinnekaavion (kuviot 10, 11, 12) perusteella voimme päätellä fosforin olevan edelleen Kiteenjärnessä minimiravinne. Päätyeenlahti, että Kiteenjärvi pidättävät eli sedimentoivat valuma-alueelta tulevia ravinteita, joten ne eivät kuitenkaan kuormita alapuolisia vesistöjä vaan pidättävät osan ravinteista järivialtaaseen.

Typpipitoisuudet ovat melko korkeita, ja ne johtuvat todennäköisesti valuma-alueella tehdyistä ojituksista, harjoitettavasta maanviljelystä sekä pistekuormituksesta. Kiintoainekuormitus on myös suurta ja kuormituslähteet ovat samat kuin kokonaisfosforilla. Näyttäisi, että kokonaisfosfori olisi sitoutuneena kiintoainekseen. VEMALA-kuormitusmallin mukaan kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormitus olisi lähes kokonaan peräisin maataloudesta. Alueella on kuitenkin paljon kuivatettuja suo- ja metsätalousalueita sekä pengerryksiä, jotka ovat alt-

tiita uomaeroosiolle ja mahdollisia kuormituslähteitä. Todellisten kuormituslähteiden selville saamiseksi tarvitaan kuitenkin lisäselvityksiä. VEMALA-kuormitusmallilla saadut tulokset ovat arvioita, jotka ovat sidoksissa taustatietoihin. Mallilla saadaan arvioita kuormituksesta, koska se huomioi maankäytön, kaltevuudet sekä muut kuormitukseen vaikuttavat asiat. Mallilla löydetään kohdat, joihin kannattaa kuormituksia arvioidessa ja laskiessa kiinnittää huomiota.

Kuormitustarkastelujen mukaan suurin kuormitus Kiteenjärveen tulee valuma-alueelta. Kesällä 2013 oli kasvillisuuden määrä Kiteenjävellä ja Päätyeenlahdella huomattavasti normaalia kesää vähäisempää. Tämä saattaa johtua alkukesän kuivuudesta, joka on mahdollisesti vähentänyt valuma-alueelta tulevien ravinteiden määrää. VEMALA-kuormitusmallin mukaan maatalouden osuus Kiteenjärveen tulevassa kuormituksessa on merkittävä. Fosforikuormituksesta keskimäärin puolet tulee maataloudesta sekä kiintoaineesta lähes kaikki. Typeistä noin 40 % tulee maataloudesta.

Kuormituksen pidättämiseksi pienetkin toimet valuma-alueella ovat merkittäviä ja auttavat saamaan kuormitusta kuriin. Haja-asutusalueen päästöjä pienentämällä ja ojitettuja suoalueita ennallistamalla saataisiin valuma-alueelta tuleva kuormitus vähenemään. Uoma eroosiota voidaan pienentää esimerkiksi kiveämällä penkereitä. Peltoviljelyn kuormitusta voidaan pienentää viljelyteknisillä ratkaisuuilla, suojavyyhykkeillä sekä rakentamalla kosteikkoja sopiviin kohtiin pidättämään kiintoainetta sekä ravinteita. Pistekuormittajiin ei voida vaikuttaa, koska ne toimivat oman ympäristölupansa rajoissa, jossa on otettu huomioon, ettei toiminta heikennä liikaa ympäristön tilaa.

a-klorofylli-pitoisuudet ovat pisteillä Kiteenjärvi 1 ja 10 pysyneet hyvän rajoissa. Rehevyyssuokituksessa pitoisuudet vaihtelivat mesotrofiasta eutrofiaan. Kiteenjärvi 11 pisteen a-klorofylli-arvot ovat nousseet puolestaan paikoittain korkeiksi. Rehevyyssuokituksessa pitoisuudet vaihtelivat mesotrofiasta hypereutrofiaan. Pisteellä Kiteenjärvi 11 syinä ovat valuma-alueelta tuleva kuormitus sekä Päätyeenlahden tila. Nämä näkyvät kohonneina a-klorofylli-arvoina pisteellä Kiteenjärvi 11. Kiteenjävellä ei ole kuitenkaan vuosina 2006–2012 havaittu sinilevää.

Pohjaeläimistön perusteella kiteenjärvi 10 pisteen pohjan laatu on heikentynyt. Pohjaeläimistön tiheys on pienentynyt ajoittaisen hapenpuutteen takia.

## 6.2 Suojelukohteet

### 6.2.1 Näkinruohot

Hento- ja notkeanäkinruohon (*Najas tenuissima* ja *Najas flexilis*) esiintyminen Kiteenjärvellä on vaarassa kiintoaineskuormituksen ja ravinnekuormituksen aiheuttaman rehevöitymisen takia. Kasvillisuuden poistaminen parantaa näkinruohojen elinolosuhteita, koska ne viihtyvät avoimilla rannoilla. (Issakainen, Kempainen, Mäkelä, Hakalisto & Koistinen 2011, 73)

Monet hentonäkinruohoesiintymät Suomessa ovat häviämässä järvien rehevöitymisen myötä. Näkinruoho kilpailee elintilasta monien eri kasvien kanssa. Järviruoko, -korte ja -kaisla leviävät ja valtaavat matalasta vedestä alaa näkinruohoilta, joille ei enää syvemmillä humuspitoisuuden vuoksi riitä valoa kasvaa ja lisääntyä. Tiiviinä kasvavat kelluslehtiset estävät näkinruohojen kasvun tehokkaasti sekä työntävät näkinruohoa alueelle, jossa olosuhteet eivät enää ole suotuisat niiden kasvuun ja lisääntymiselle. (Issakainen ym. 2011, 27–37)

Uposkasvit kilpailevat valosta näkinruohojen kanssa. Näillä kilpailuetuna on monivuotisuus, näkinruohojen ollessa yksivuotisia. Myös pohjaversoiskasvit kilpailevat elintilasta näkinruohojen kanssa kasvattaen tiheitä kasvustoja, joiden keskellä näkinruohot kasvavat kituliaasti. (Issakainen ym. 2011, 27–37.)

### 6.2.2 Päätyeenlahti

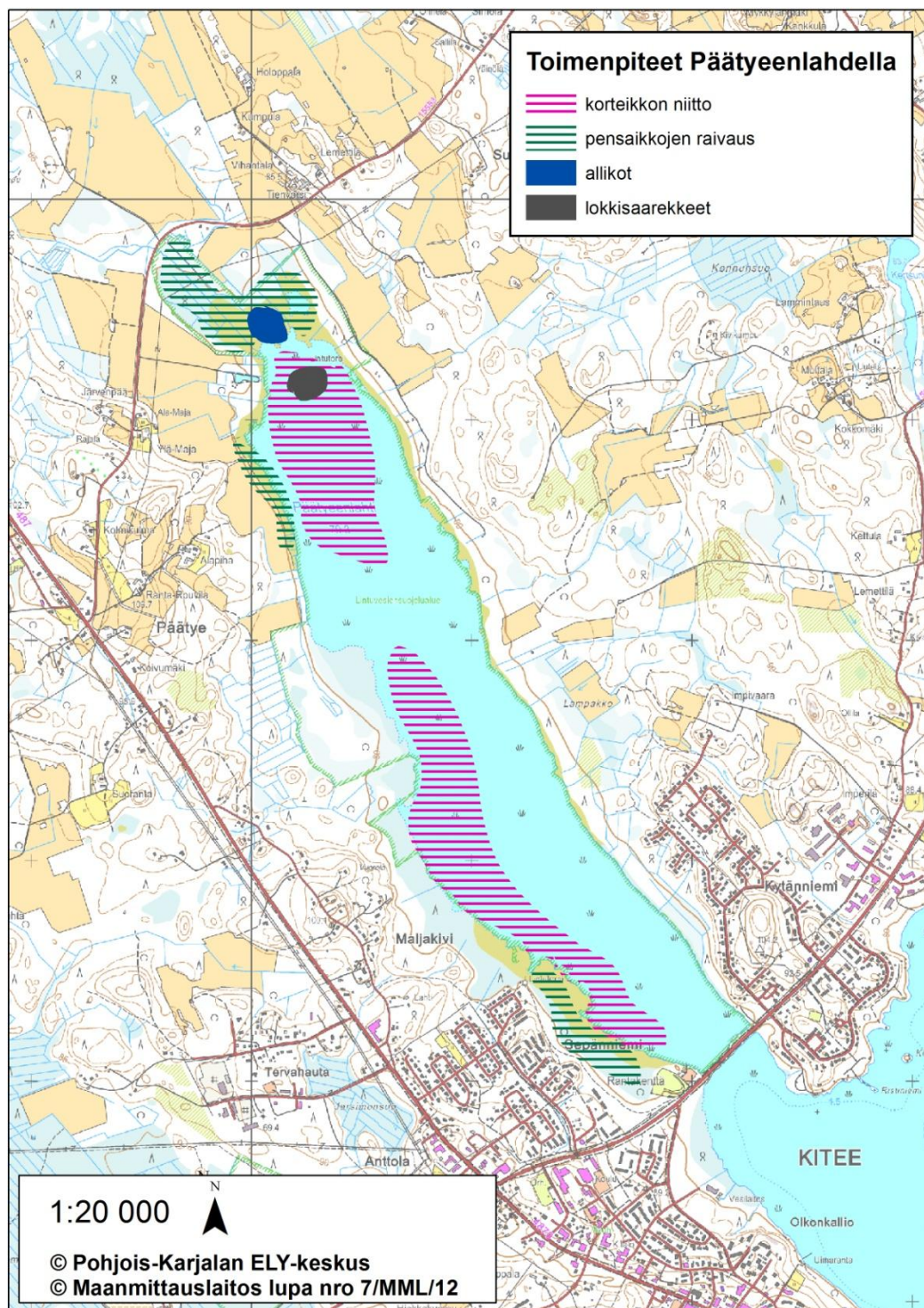
Syynä Päätyenlahden tilaan ovat: luonnollista kuormitusta huomattavasti suurempi kuormitus valuma-alueelta, mataluus sekä rakennettu tiepenger, jossa ainoastaan pieni silta-aukko. Päätyeenlahden vedet virtaavat silta-aukon kautta Kiteenjärveen. Pengerrys on vähentänyt veden vaihtuvuutta Kiteenjärven ja



Päätyeenlahden välillä. Tämä on muuttanut Päätyeenlahden muusta järvestä poikkeavaksi alueeksi.

Päätyeenlahden valuma-alueelta tulee Päätyeenlahteen fosforikuormitusta 335,9 kg/vuosi, josta noin 59 % pidättyy lahtialueelle. Suojelualueelle on suunniteltu kunnostustoimenpiteitä ja tämä saattaa vaikuttaa fosforin pidättymiseen alueella. Ennen lahti-alueelle tehtäviä kunnostustoimenpiteitä, kuten ruoppaus ja niitto, tulisi valuma-alueelta tuleva kuormitus saada kuriin. Päätyeenlahdella lisääntynyt särkikalakanta pahentaa tilannetta vapauttamalla fosforia levien käyttöön pohjaa tonkimalla, siksi myös hoitokalastus katiskoilla ja rysillä tulisi ulottaa myös Päätyeenlahdelle.

Päätyeenlahden vesialueella (kuva 11) tulisi niittää korteikkoa, raivata pensaikkoa sekä ruopata avovesialuetta linnuille, valmisteilla olevan hoito- ja käyttösuunnitelman mukaan. Tämä lisäisi alueen arvoa lintuvetenä ja virkistyskäyttöalueena.



Kuva 11. Päätteenlahdelle suunniteltu kunnostus valmisteilla olevan hoito- ja käyttösuunnitelman mukaan

### 6.3 Kalasto

Teho- ja hoitokalastus on vähentänyt lahnan määrää Kiteenjärvässä, joka on huonosti kalojen hyödynnettävissä kokonsa ja muotonsa takia (T. Turunen suullinen tiedonanto 14.8.2013). Kasvanut särjen määrä kertoo kuitenkin tämänhetkisen hoitokalastuksen saalismäärien riittämättömyydestä särkikalakannan taltuttamiseksi. Kalastustiedustelun (Hartikainen 2012) perusteella kuha ja hauki ovat tärkeimmät saalisajit. Tästä voidaan päätellä kuhakannan vahvistuneen. Lämpimät kesät ovat edistäneet kuhan luontaista lisääntymistä, joten kuhaistutukset eivät ole välttämättömiä tällä hetkellä kalastorakenteen muuttamiseen.

### 6.4 Valuma-aluekunnostus

Kiteenjärven valuma-alueelle tulisi tehdä vesiensuojeluteknisiä rakenteita, jotka pidättäisivät valuma-alueelta tulevaa kuormitusta. Valuma-alueen perattujen ja oikaistujen virtavesien kunnostusmahdollisuuksien perusteellinen kartoitus; lieko- ja suistepuu- sekä kivikynnykset ja -suisteet, pohjapadot sekä uoman palauttaminen alkuperäiseen tilaansa. Sopivia kosteikkopaikkoja voisi kartoittaa ainakin Humala- ja Hiidenjoen valuma-alueelta sekä Päätyeenlahdelta. Humalajokeen voisi miettiä pohjapatorakennelmaa, joka pidättäisi kiintoainesta. Uomaerosion pienentäminen penkereitä kiveämällä Humala- ja Hiidenjoen uomissa (liite 7 ja 8) vähentäisi myös osaltaan kiintoainekuormaa. Kiteenjärven keskustasta tulevat hulevedet sisältävät ravinteita, joten olisi hyvä rakentaa kosteikko, jonka kautta hulevedet johdettaisiin Kiteenjärkeen.

### 6.5 Järvikunnostus

Syvänteiden hapetusta tulisi jatkaa, koska ilman hapetusta syvänteet kuormittaisi sisäisesti järveä ja vapauttaisi ravinteita pohjasta kasvien käyttöön, mikä edistäisi umpeenkasvua ja leväkukintoja. Ruoppausta ja niittoja suosittelisin umpeen kasvaviin lahtiin. Näillä parannettaisiin virtausoloja lahtialueilla ja näin ollen hidastettaisiin umpeenkasvua. Päätyeenlahdella kasvillisuuden poisto tulisi tehdä siten, että virtaus lisääntyy ja umpeenkasvu hidastuu. Potoskanlahdella suurimmat ongelmat aiheuttavat uposkasvit, jotka tulisi poistaa juurineen. Hyy-

piinjoen suulla on suuret alueet siimapalpakkoa, joka hankaloittaa virkistyskäyttöä takertumalla perämootorin potkuriin. Siimapalpakko talttuu parilla niittokerralla, mutta niittäminen on hankalaa pitkän siimamaisen muodon takia (Nybom 1998, 38.)

Yleisötilaisuudessa esille nousi Kiteenjärven ja Hyypiin vedenpinnan lasku kesäaikaan, joka häiritsee virkistyskäyttöä. Yksi vaihtoehto on säätöpato Hyypiin lähtevään uomaan, jolla voitaisiin vähentää vedenpinnan alenemista kesän aikana sekä Kiteenjärvestä että Hyypiissä. Rantakiinteistöt sijaitsevat lähellä vesirajaa, joten vedenpinnan nosto ei välttämättä ole mahdollista, mutta tässä voisi olla tarve lisäselvitykselle, mitkä olisivat vedenpinnan nostomahdollisuudet.

Hoitokalastusta olisi tehostettava Kiteenjärvestä lisääntyneen särkikannan vähentämiseksi. Kalastus tulisi ulottaa myös Päätyeenlahteen lisääntyneen särkikalakannan taltuttamiseksi. Kiteenjärven hoitokalastus on aiemmin toteutettu nuottauksena, joka on osoittautunut toimivaksi menetelmäksi. Päätyenlahdelle mataluuden vuoksi suositellaan ammattikalastajan toteuttamaa isorysä-pyyntiä. Tämän lisäksi suositellaan paikallisten sekä loma-asukkaiden toimesta talkoopyyntiä katiskoilla. Kuhan luontaisen lisääntymisen takia voisi kuhaistutuksissa pitää taukoa ja käyttää kustannussäästöt hoitokalastuksen tehostamiseen.

## **6.6 Kunnostusten kustannukset**

Kustannuksien yksilöinti tässä vaiheessa on mahdotonta, koska esim. kosteikkojen laajuudesta ei ole vielä tarkkaa tietoa, mutta yleisesti ottaen, mitä enemmän konetyötä ja massoja joudutaan liikuttelemaan, sitä kalliimmaksi kunnostukset tulevat. Yleisesti voidaan sanoa, että kuormituksesta poistetun fosforikilon hinta (taulukko 25) riippuu puhdistustavasta.

Taulukko 21. Vesiensuojelutoimenpiteiden hinta €/poistettu fosfori(P) kg (Hjerppe 2013.)

Vesiensuojelutoimenpide	€/ poistettu fosfori(P), kg
Kosteikko	300
Suojavyöhyke	450
Turvetuotannon pintavalutuskenttä	150
Haja-asutuksen jätevesijärjestelmä	1000

### 6.7 Kunnostusten mahdolliset rahoituslähteet

Kiteenjärven ja sen valuma-alueen laajuuden takia kustannuslaskelmien tekeminen on tässä vaiheessa mahdotonta. Tässä kappaleessa keskitytäänkin kunnostustoimenpiteiden mahdollisiin rahoituslähteisiin sekä minkälaisina kokonaisuuksina kunnostuksia olisi kannattavaa toteuttaa.

Kiteenjärven kunnostustoimenpiteet kohdistuvat ensisijaisesti 1) kiintoaine- ja ravinnekuormituksen vähentämiseen järvellä ja sen valuma-alueella. Lisäksi kunnostustoimenpiteitä tarvitaan järvellä 2) umpeenkasvun hillitsemiseksi ja 3) vinoutuneen kalastorakenteen korjaamiseksi. Kiteenjärven ja sen valuma-alueen laajuuden vuoksi kunnostustoimenpiteet kannattaa toteuttaa pienempinä osakokonaisuuksina. Myös rahoituslähteet eri kunnostustoimenpiteille vaihtelevat, joten myöskään siksi kunnostuksia ei kannata toteuttaa yhtenä kokonaisuutena.

Osa tällä hetkellä toimivista rahoituslähteistä, kuten Kemera-rahoitus sekä maatalouden ei-tuotannolliset ympäristötuet rahoittavat toimenpiteitä 100 %:sti. Kumpikin näistä rahoituslähteistä sisältää toteutuksen lisäksi käyttö- ja hoitosuunnitelmien rahoituksen. Vasta suunnitelmien valmistuttua tiedetään toteutusten rahoitustarve. Kemera-rahoitus on kohdistettu metsätalousvaltaisille yksityisille metsämaille ja maatalouden ei-tuotannolliset ympäristötuet on kohdistettu maatalousmaille. Tällä hetkellä, ennen uutta maatalouden ei-tuotannollisten ympäristötukien kautta vain rekisteröidyt yhdistykset voivat hakea tukea. Maatalouden ei-tuotannollisille ympäristötuilla toteutetuille kosteikoille on mahdollis-

ta saada toteutuksen jälkeen vielä hoitotukea 5–10 vuodeksi. Valuma-alueella tehtäviin kunnostuksiin kannattaa ensisijaisesti käyttää näitä rahoitusmuotoja. Kemera-rahoitus on vähenemässä ja sitä kannattaa hyödyntää niin kauan, kuin sitä on saatavilla. (Suomen Metsäkeskus 2013; Maaseutuvirasto 2013.)

EU-rahoituksissa on meneillään siirtymävaihe uuteen ohjelmakauteen. EAKR-rahoitusta ei ole mahdollista saada tulevalla ohjelmakaudella vesistökuunnostuksiin.

Leader-rahoitusta on haettavissa, ja se soveltuu esim. järvellä tehtäviin kunnostustoimiin. Leader-rahoitusta ympäristöhankkeisiin voivat hakea rekisteröityneet yhdistykset. Leader-rahoituksessa on mahdollisuus pienentää omaa rahoitusosuutta talkootyöllä. (Maaseutuvirasto 2013.) Leader-rahoitus on yksi mahdollisuus hoitokalastuksen ja umpeenkasvun niitto- ja ruoppauskulujen kattamiseen.

Luonnonhoito-LIFE-hanke on tarkoitettu Natura2000-alueilla tapahtuviin hoitotoimenpiteisiin, jonka tavoitteena on parantaa uhanalaisten lajien elin- ja lisääntymisolosuhteita sekä parantaa alueen monimuotoisuutta. LIFE-hankkeen kohteeksi valitaan alueita, joissa lajistollinen arvo on vaarassa esimerkiksi umpeenkasvun vuoksi. (Metsähallitus 2013.) LIFE-hanke on liian raskas hallinnoitavaksi yksittäisellä järvellä. Jos ilmaantuu sopiva LIFE-hanke, kannattaa osia kunnostuksista, esim. Päätyenlahden kunnostamista, sisällyttää osaksi LIFE-hanketta.

Jo tällä hetkellä Kiteenjävällä kunnostustoimenpiteinä ilmastetaan Kiteenjärven syvännepaikkaa ja tehdään kalanistutuksia pistekuormittajien velvoitetoimina.

## **6.8 Lisäselvitysten tarve ja jatkotoimenpiteet**

Kiteenjärven alueella on paljon maatalouden lisäksi kuivatettuja suo- ja metsätalousalueita sekä pengerryksiä. Todellisten kuormituslähteiden selville saamiseksi tarvitaan lisäselvityksiä. Kuormituslähteiden selvittyä Kiteenjärven valuma-alueelle tulisi tehdä tuleviin uomiin kunnostussuunnitelmat, joiden toteuttamisella ongelmakohdista tulevat kuormitukset saataisiin kuriin.

Uomien kunnostuksen lisäksi tulisi kiinnittää huomiota peltoviljelyn viljelytekniikkiin menetelmiin sekä suojavyöhykkeisiin. Lisäksi alueelle tulisi tehdä kosteikkoja. Kosteikot vähentäisivät fosforin, kiintoaineen ja typen määrää.

Kiteenjävellä koettiin tärkeäksi vesikasvillisuuden niitot. Ennen niittoja olisi syytä kartoittaa kasvillisuus, jonka yhteydessä voidaan tehdä keskitetyt niittosuunnitelmat. Päätyeenlahdella tulisi tehdä ruoppauksia ja niittoja avovesialueen lisäämiseksi linnustollisten arvojen parantamiseksi.

Päätyeenlahden tiepengerryksen silta-aukkon suurentamista tai silta-aukkojen lisäämistä tulisi harkita, koska se parantaisi vedenvaihtuvuutta Päätyeenlahden ja Kiteenjärven välillä. Lisäksi se hidastaisi Päätyeenlahden umpeenkasvua. Säätöpatoa Hyypiistä lähtevään uomaan kannattaisi harkita alimpien vedenkorkeuksien nostamiseen kuivina kausina. Tämä parantaisi virkistyskäyttömahdollisuuksia sekä Kiteenjävellä että Hyypiissä.

## Lähteet

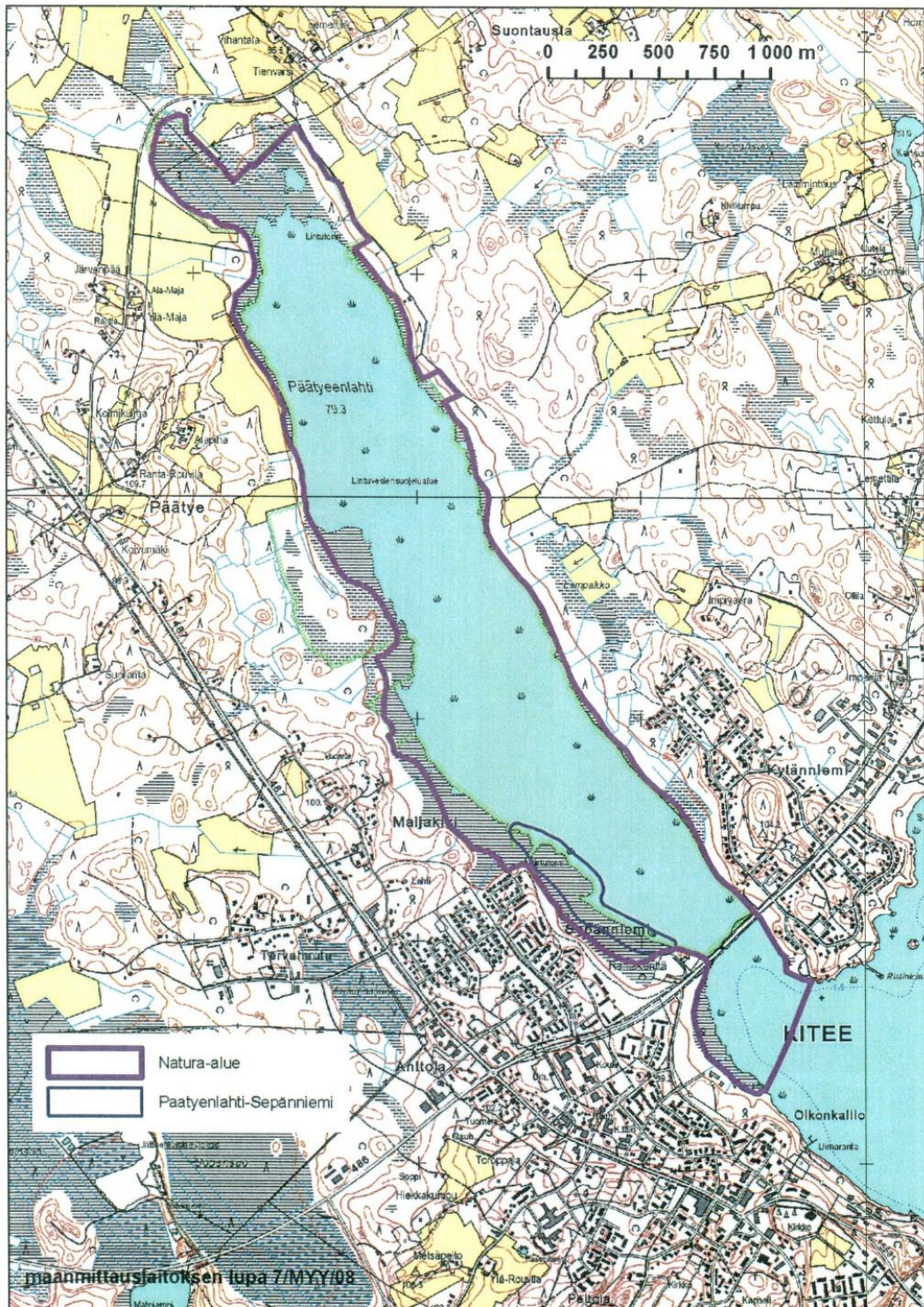
- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2013. Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus  
<http://www.elykeskus.fi/fi/ELYkeskukset/pohjoiskarjalanely/Sivut/default.aspx>. 6.5.2013.
- Eloranta, P. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy, 14–25.
- ELY-keskukset. 2013. Rannan ruoppaus [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ja\\_meri/Vesistojen\\_kunnostus/Rantojen\\_kunnostus/Rannan\\_ruoppaus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesistojen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Rannan_ruoppaus). 17.9.2013.
- Granberg, K. & Granberg, J. Yksinkertaiset vedenlaatumallit. 2006 Jyväskylä: Kopijyvä, 32.
- Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteitä. Teoksessa Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Vantaa: Dark Oy, 38, 39, 42, 70.
- Hartikainen, J. 2012. Kiteen Kirkkosuon kalataloudellinen tarkkailu vuonna 2012. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy.
- Helminen, H., Mäkinen, A. & Horppila, J. 1995. Järvien ympäristöekologia. Turku: Painosalama Oy, 30.
- Hjerppe, T. Vesienhoidon toimenpideohjelman koulutusmateriaali. 18.9.2013.
- Huttunen, J., Huttunen, I. & Vehviläinen, B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio. SYKE. Vesistömallikoulutus.
- Hämeen ELY. 2012. a-klorofylli vedenlaatua kuvaavana muuttujana <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=152028>. 7.9.2012.
- Issakainen, J., Kemppainen, E., Mäkelä, K., Hakalisto, S. & Koistinen, M. 2011. Hentonäkinruoho (Najas tenuissima) ja notkeanäkinruoho (Najas flexilis) Suomen uhanalaisia lajeja. Helsinki: Edita Oy, 27–37, 73.
- Jaatinen, R. 2003. Kiteenjärven hoitopyynti 2000-2003 loppuraportti. Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus Ry.
- Järvelä, I. 2012. Vedenkorkeuden nostohankkeen selvitystyö [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51593/Vedenkorkeuden\\_selvitystyö.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51593/Vedenkorkeuden_selvitystyö.pdf?sequence=1). 4.12.2012.
- Kamppi, K. Finnish Consulting Group. 2009. Kiteen minimiravinnetutkimus vuonna 2009, Raportti 1790-D4119. 30.12.2009.
- Kiteen vesikunta. 2013. Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo <http://www.kiteenvesikunta.fi/fi/vesihuolto/jatevedenpuhdistamo>. 8.7.2013.
- Lappalainen, K.M. 1990. Rehevöityminen seurausilmiöineen. Teoksessa Ilmarvirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 111, 135.
- Lappalainen, K.M. & Lakso, E. 2005. Rehevyyttä vähentävät menetelmät - Järven hapetus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy, 154, 155, 157, 158.
- Maaseutuvirasto 2013. Leader-rahoitus. <http://www.maaseutu.fi/fi/index/leader/tuet.html>. 1.12.2013.
- Maaseutuvirasto. 2013. Maatalouden ei-tuotannollinen ympäristötuki. <http://www.maaseutu.fi/fi/index/ymparisto.html>. 1.12.2013.



- Martinmäki, K., Marttunen, M., Ulvi, T., Visuri, M., Dufva, M., Sammalkorpi, I., Ahtiainen, H., Lemmelä, E., Auvinen, H., Partanen-Hertell, M., Lehto, A., Väisänen, T., Mustajoki, J. & Ihme, R. 2010. Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun. Helsinki: Edita Prima Oy, 25.
- Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy, 144–148.
- Metsähallitus. 2013. Luonnonhoito-LIFE. <http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/hankkeet/LifeLuontohankkeet/Luonnonhoitolife/Sivut/default.aspx> 1.12.2013
- Mononen, P., Niinioja, R., Rämö, A. & Ranta, P. Pohjois-Karjalan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2010–2015. 2011. Jyväskylä: Kopijyvä Oy, 29, 32.
- Mononen, P. & Sandman, O. 1989. Vesi- ja Ympäristöhallinnon monistesarja nro 163 Kiteenjärven ilmastus 1980-luvulla. Helsinki: Vesi- ja Ympäristöhallinnon monistamo, 7, 10, 17, 18.
- Nybom, C. 1988. Vesikasvien poiston koetoiminta vuosina 1972–1986. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 38.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2011. Päätteenlahti <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=65997&lan=fi>. 29.12.2011.
- Pietiläinen, O. -P. & Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen vesien minimiravinteina. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 13.
- PSV-Maa ja Vesi. Jaakko Pöyry Infra. 2004. Vapo Oy Energia Kirkkosuon turvetuotantoalueen laajennuksen YVA-selostus, 4.
- PSV-Maa ja Vesi. Jaakko Pöyry Group. 1999. Kiteenjärven kunnostussuunnitelma.
- Saarikari, V. 2007. Haunisten altaan pohjaeläintutkimus vuonna 2007. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, 4, 6.
- Salminen, M & Böhling, P. (toim.) 2002. Kalavedet kuntoon. Helsinki: F.G. Lönnberg, 50, 51.
- Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy, 172.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Sastamala: Vammalan kirjapaino, 11, 50, 55, 56, 59.
- Seppänen, H. 1984. Sovellettu Limnologia I. Espoo: Otapaino, 96, 98, 99, 104–107, 148, 149.
- Silfsten, I & Ohtonen, A. 2012. Maatalousalueiden luonnon monimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnitelma Kiteenjärvi, Ätäskö ja Juurikkajärvi, Kitee. ELY-keskuksen raportti 34/2012.
- Soininen, N. 2013. Vesioikeudellisen yhteisön muodostaminen ja toiminta uuden vesilain mukaan erityisesti vesistön keskivedenkorkeuden nostamista tarkoittavissa hankkeissa. Soiström Consulting Oy. Selvitys, 3–7, 8, 9, 31, 32.
- Suomen Metsäkeskus 2013. <http://www.metsakeskus.fi/kemera-tuet-ymparistotuki> 1.12.2013.
- Suomen ympäristökeskus. 2013. Ruoppaus [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ja\\_meri/Vesistojen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ruoppaus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ruoppaus). 12.9.2013.

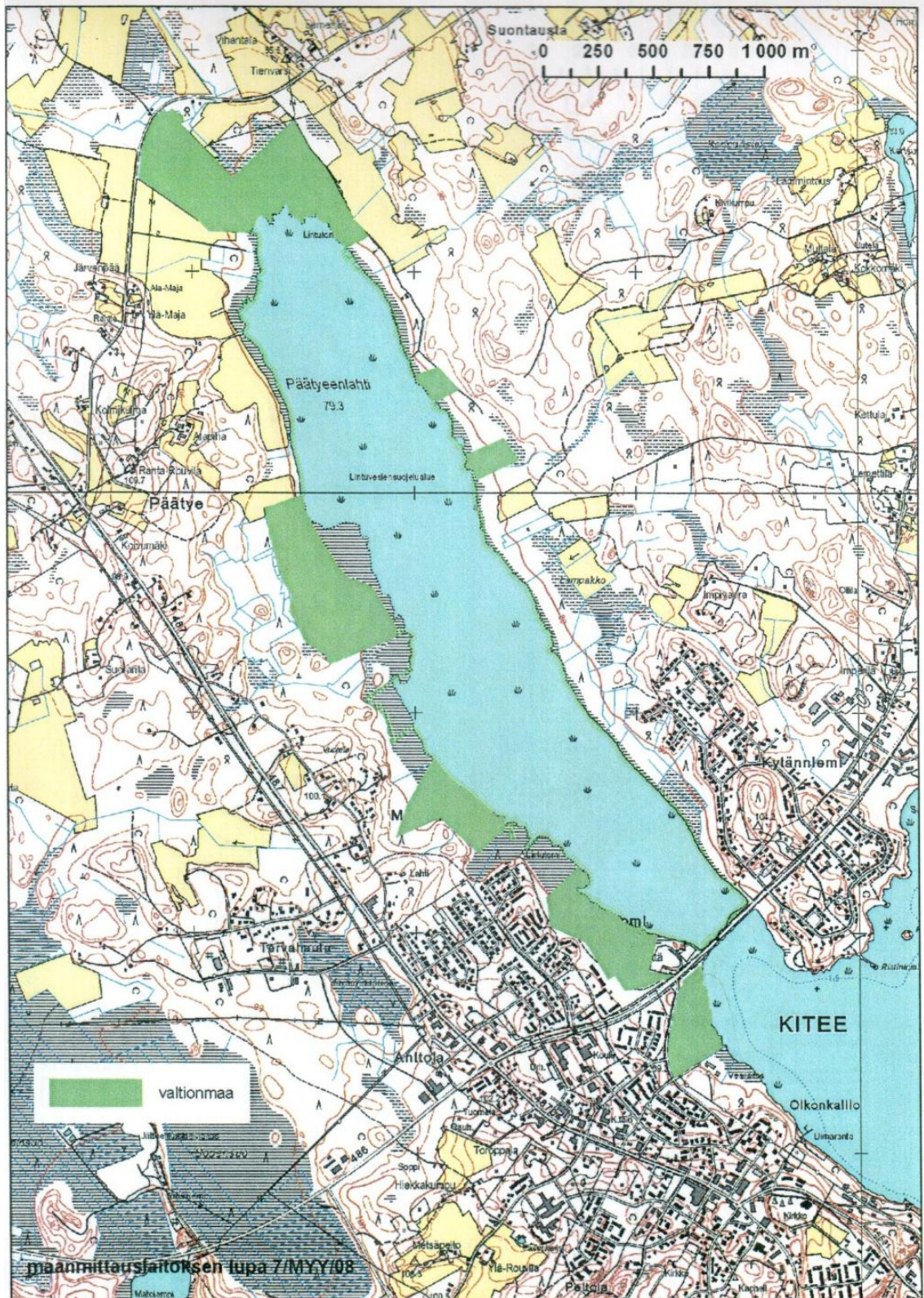
- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö. Tampere: Gaudeamus, 63–68.
- Tammi, J. 1995. Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen: Kirjallisuuskatsaus. Helsinki: Edita, 9, 19.
- Tossavainen, T., Aronen, S., Hirvonen, J., Huttunen, H., Kirvesniemi, S., Puustinen, L. & Tolmunen, T. 2009. Kiteenjärven kalastorakenne syksyllä 2008. P-K Amk tutkimusraportti.
- Työnrkki. 2013. Kyyveden alivedenkorkeuden nostohanke  
<http://kyyvesi.wordpress.com/alivedenkorkeuden-nostohanke/>  
23.5.2013.
- Viinikkala, J., Mykkänen, E. & Ulvi, T. Monitavoitteiset kunnostusmenetelmät: Ruoppaus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy, 213–218.

## Liitteet



Kuva 12. Kiteenjärven Natura-alueet





Kuva 13. Valtion omistamat maat Kiteenjävellä

## KYSELY KITEENJÄRVESTÄ

Miten vietät aikaasi Kiteenjävellä?

Ongelmakohtat?

Numeroi tärkeysjärjestykseen seuraavat kunnostustoimenpiteet, jos joku on mielestäsi tarpeeton jätä numeroimatta:

Valuma-aluekunnostus (Kiteenjärvi)

Valuma-aluekunnostus (Päätyenlahti)

Hoitokalastus

Niitto

Hapetus

Päätyenlahden kunnostus

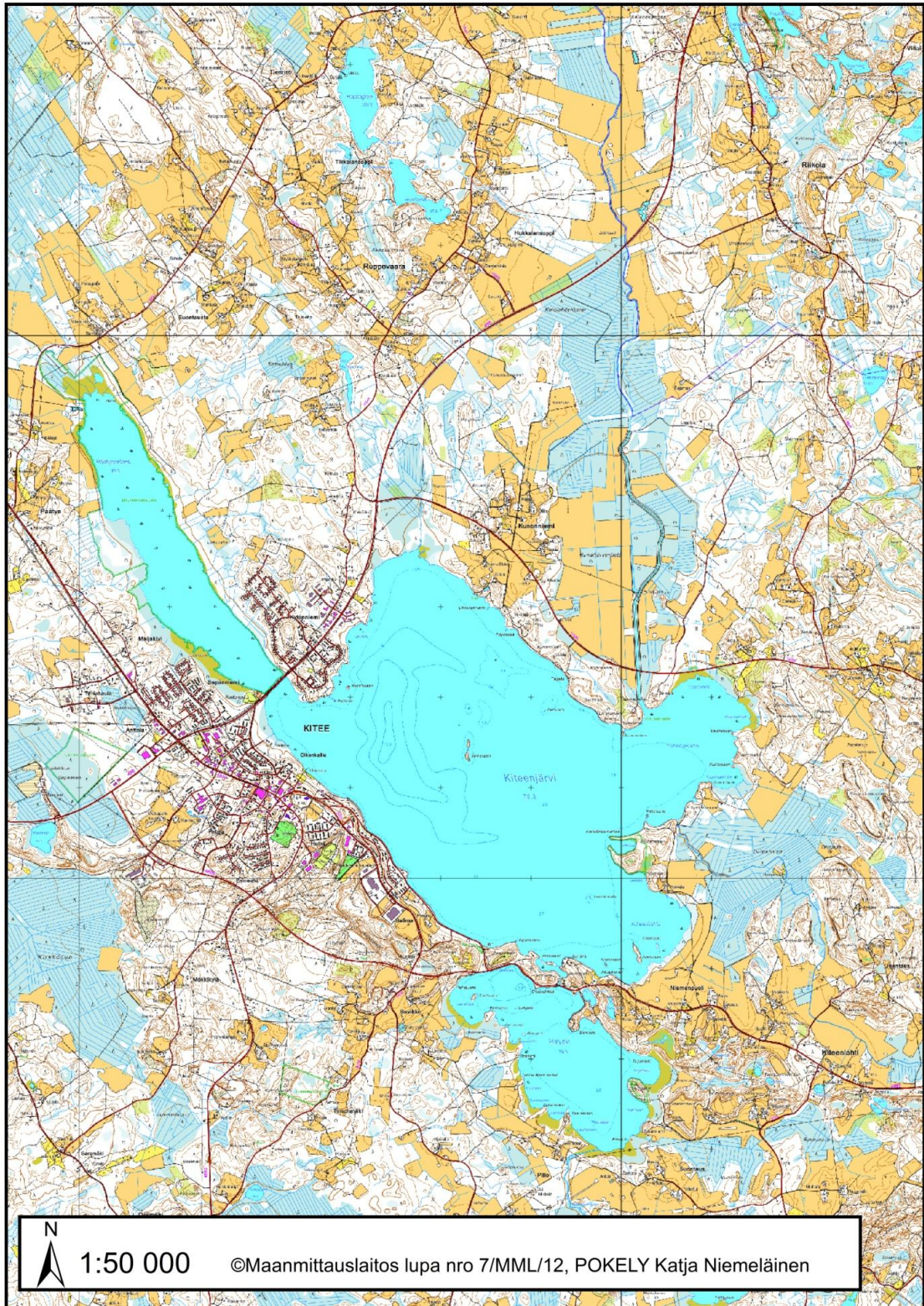
Muu, mikä?

Mihin mielestäsi pitäisi kunnostuksessa keskittyä?





Tähän karttaan voit merkitä mahdolliset ongelma-alueet ja haluamasi niitto-  
kohde-ehdotukset:



## Tiedote Kiteenjärven tilaisuudesta 18.7.2013

### Tiedotteet 2013

Sivulla on ELY-keskusten uusimmat tiedotteet, alkaen huhtikuusta 2013. Vanhemmat tiedotteet löytyvät vasemmalta kohdasta Tiedotearkisto.

#### Tiedotteet 2013

### **Yleisötilaisuus Kiteenjärven nykytilasta ja kunnostuksen jatkotoimista Kiteellä 25.7.2013 (Pohjois-Karjalan ELY-keskus)**

Kiteellä järjestetään torstaina 25.7.2013 klo 18.30 alkaen Kiteenjärven nykytilaan ja kunnostuksen jatkotoimiin liittyvä yleisötilaisuus ravintola Kiteenhovissa. Tilaisuudessa esitellään jo toteutettuja kunnostustoimia ja niiden vaikutusta sekä keskustellaan kunnostuksen jatkotoimista.

Tilaisuuden järjestäjänä toimivat Kiteenjärven osakaskunnat ja Kiteenjärven yhteistyöelin sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

Tervetuloa keskustelemaan Kiteenjärven tulevaisuudesta.

#### Lisätietoja:

Katja Niemeläinen  
Pohjois-Karjalan ELY-keskus  
Puh. 0295 026 021  
katja.niemelainen(at)ely-keskus.fi

18.7.2013



*Karjalainen 26.7.2013*

# Kiteeläisten unelmissa entinen hiekkaranta

**Kiteenjärvi:** Natura ei välttämättä estä kunnostusta.

KITEE  
Anja Itkonen

Keskustelu Kiteenjärven kunnostuksesta on taas tullut ajan-kohtaiseksi. Rehevöitymisestä johtuva vesikasvien lisääntyminen häiritsee järven virkistyskäyttöä.

Ely-keskuksessa harjoittelijana toimiva **Katja Niemeläinen** tekee ympäristötekniikan opinnäytetyötä Kiteenjärven nykytilasta ja kunnostussuunnitelmasta. Työ valmistuu syyskuussa.

**Torstai-illan** keskustelutilaisuudessa päällimmäiseksi toiveeksi nousi liikojen vesikasvien poisto pysyvästi. Kiteellä lapsuuttaan viettäneet muistelivat, miten Olkonkalliolta Rantakentälle asti saattoi juosta avojoista upeaa hiekkarantaa pitkin.

Diplomi-insinööri **Tiina Käki** ely-keskuksen ympäristötekniikan osastosta kertoi, että suunnitelman toteutukseen on luvassa valtion ja EU:n tukea, jos paikallista aktiivisuutta löytyy.

Kiteen-Tohmajoen kalastusalueen puheenjohtaja **Ari Lättinen** painotti, että edessä on iso ja kallis työ, joka vaatii alueen yhdistysten liittoutumista. Kunnostuksen täytyy ulottua järven laajalle valuma-alueelle sekä alapuolisiin vesiin, kuten

ANJA ITKONEN



Ruovikon peittämällä alueella oli 50 vuotta sitten laaja hiekkaranta.

**Lintualueetkaan eivät pysy hoitamatta kunnossa.**

Tiina Käki

Hyypiälle.

Useaan kertaan nousi esiin esimerkkinä Onkamojärvien kunnostus, jossa **Tuovi Vaaranta** sai hankkeeseen kyläyhdistyksen, ranta-asukkaat ja kaikki tietämänsä viralliset tahot, kuten ely-keskuksen ja metsäkeskuksen.

**Kiteenjärvi on** matala ja rehevä järvi, jonka suurin ongelma on lähes umpeen kasvanut Pää-

tyeenlahti. Se kuormittaa muuta järveä, jonka veden laatua muuten on saatu parannettua hapettimella ja hoitokalastuksella.

Järven kasvillisuutta niitettiin vuosina 1993–1997, mutta niitto piti lopettaa Päätyeen päädyttyä Natura-alueeksi ja hentonäkinruohon ilmaannuttua rannoille. Sen jälkeen järven tila on heikentynyt.

Tiina Käki vakuutti, etteivät Natura-määräykset välttämättä estä kunnostusta, sillä suojele ja virkistyskäyttö eivät sulje toisiaan pois.

– Lintualueetkaan eivät pysy hoitamatta kunnossa, Käki muistutti.

Kuva 14. Lehtikirjoitus (Karjalainen 26.7.2013)



# Koti-Karjala

Kiteen, Tohmajärven,  
Rääkkylän ja Kesälahden  
puolueeton paikallislehti.  
Päätoimittaja Marko Torni.



## Paikallisesta aktiivisuudesta Kiteenjärven pelastaja

□ Kiteellä torstaina järjestetyssä yleisötilaisuudessa tuli selväksi, etteivät nykyiset Kiteenjärven kunnostustoimet ole riittäviä. Tekohengityksellä ei päästä pitkälle. Järven virkistysarvon pelastamiseksi tarvitaan mittavia toimia.

Järven kunnostussuunnitelmaa esitellyt Ely-keskuksessa harjoittelijana toimiva **Katja Niemeläinen** tekee opinnäytetyötään aiheesta Kiteenjärven nykytila ja vuorovaikutteinen kunnostussuunnittelu. Työ on valmis syyskuussa.

Järven ongelmakohdista Niemeläinen toi esille rehevöitymisen ja suuren valuma-alueen. Järveä kuormittaa jätevedenpuhdistamo ja turvetuotanto sekä hajakuormittajana maa- ja metsätalous, huvedet ja haja-asutus.

– Järveä vaivaa hapettomuus ilman hapetusta. Ilmas-tin on ollut käytössä vuodesta 1985 saakka. Myös Päätyenlahden umpeenkasvu lisää kuormitusta. Järven eri kohteita on niitetty vuosien 1993–1997 välillä.

### Hapetus tarpeen

Niemeläisen mukaan syvään hapettaminen on tarpeen estämään sisäistä kuormitusta. Hoitokalastuksessa särkikalajien vähentäminen vähentää pohjan pöyhintää ja sisäistä kuormitusta. Niitot-



Kiteenjärvi kuvattuna Päätyenlahden suunnasta.

la edistetään veden virtausta samalla kun se hillitsee umpeenkasvua.

**Riitta Niinöja** piti tärkeänä, että Kiteenjärven lisäksi hoitotoimiin on otettava mukaan Hyypiä ja myös alapuolella olevat vesistöt, koska kuormitusta tulee Kiteenjärvestä.

### Niittäminen kannattaa

**Ahti Ilvonen** kertoi niittäneensä kymmenen vuotta

omaa aluettaan hyvin tuloksin ja toivoi, että muutkin tekisivät samoin. Nykyisin niitetyllä alalla kasvaa vain ulpukoita ja lumpeita. Puhdasta vettä on aumennut 50 metrin matkalta.

Päätyenlahtea ei voida niittää, koska se on Natura-alueita. Lisäksi harvinainen hentonäkinruoho on tullut myös esteeksi niitoille.

**Kari Pennanen** kyseli järjestetyksi, kumpaa halutaan, kasviaaluetta vai virkistyskäytön soveltuvaa järveä. Mo-

lemmille ei ole tilaa.

– Niitoista on ollut selvää hyötyä. Järvi on rehevöitynyt. Eräissä paikoissa oli aikanaan rannoilla valkokiekkaa, nyt niistä on jäljellä vain muistot, totesi Kiteen-Tohmajoen kalastusalueen puheenjohtaja **Ari Iittiläinen**.

**Tiina Käki** Ely-keskuksen ympäristötekniikan osastolta selvitti, että omaa rantaa saa niittää, kun ilmoittaa siitä kunnalle. Suojelu ja virkistyskäyttö eivät sulje pois tois-  
aan. Asioita voi tehdä järke-

västi. Niitot otetaan mukaan järven suunnitelmaan.

– Alueet eivät pysy hoitamatta kunnossa. Myös suojelulle on annettu monissa maakunnan kohteissa niittotulua.

### Hoitokalastus hiipuu

Ns. roskakalan pyytäminen on yksi tärkeimmistä järven hoitotoimista.

Ari Iittiläinen kertoi hoitokalastuksen alkaneen vuon-

na 2000. Nykyään sitä on jatkettu enää pienimuotoisesti. Vuosituhannen alun suurin hoitokalastusapaja oli 15 000 kiloa. Näistä suurin osa oli lahnoja ja salakkoita. Viimeksi hoitonuottaa on vedetty toissa talvena. Se tuotti eniten lahnoja, pasureita ja särkiä.

– Salakkoita on edelleen paljon. Yllättäen muikkukanta on elpynyt. Lahnakantaa ei saada vähemmän muuten kuin kalastamalla. Hoitokalastus ei anna oikeaa kuvaa petokalannoista. Hoitokalastusta on tehty lisäksi katiskoilla ja viimeksi rysillä. Rysälakastuksen tuloksia saadaan ensi viikolla.

### Pusikot pois

Monissa yleisön puheenvuoroissa oltiin huolestuneita Kiteenjärven rantojen pusikoitumisesta; kunnollista järvinäköä ei ole muualta kuin Kytänniemen sillalta.

Iittiläinen kommentoi, että pajukoiden perkaus ei taida olla suositeltavaa, koska pajukoita pidetään lintujen suo-japaikkoina. Jos hänellä olisi valta, järvi näkyisi.

**Jaakko Turunen** kertoi nähneensä vuosikymmeniä rannalla asuneena Kiteenjärven muutokset. Pelkkä tilan-teen seuranta ei riitä.

– Kytänniemen sillalta Postinrantaan kohti on valkoselkätien virkistysalue. Sinne pitää saada kyltti, joka kertoo ulkopuolisille, mistä on kysymys.

**Seppo Törösen** mielestä pelkkä niittäminen ei kunnostustoimena riitä, vaan on ruo-pattava.

– Ei humus muuten lähde pois. Koko järvi on syytä hoitaa. Vasta sitten siitä tulee meille ja tuleville sukupolville arvokas helmi.

### Esimerkki on jo

Yleisötilaisuudessa selvitettiin, että paikallinen aktiivisuus on lähtökohtana, kun tehdään suurimittaisia suunnitelmia. **Tuovi Vaarannan** toiminta Onkamajärven puolesta sai monelta varauksetonta arvostusta ja ihailua.

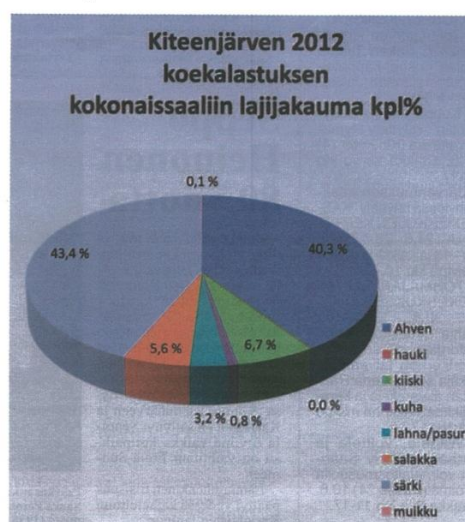
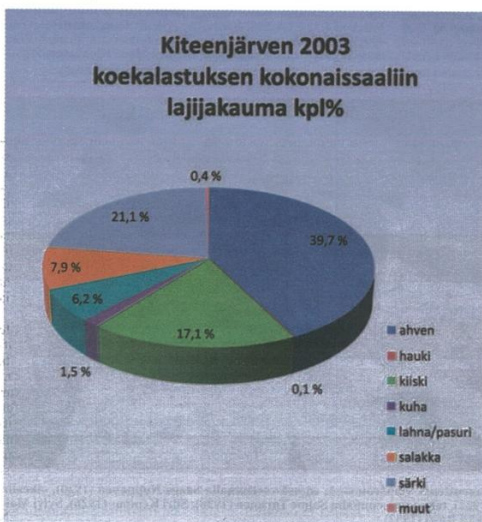
Ari Iittiläinen pitää tärkeänä, että kaupunki lähtee mukaan suunnitteluun. Niitot ja ruoppaukset ovat suuria urakoita. Vettä ja puuhahenki-  
löitä tarvitaan tännekin.

– Kalastusalue ja osakas-kunnat voisivat ainakin olla mukana. Toimivan väen lisäksi tarvitaan isoa verkostoa.

Tiina Käki valoi toivoa hoitohankkeen rahoituksesta. Hän vakuutti, että hänellä on asenne ja kova pää. Läpi on mennyt monia tärkeitä hankkeita. Valtiolta ja EU:lta tuleva tuki edellyttää paikallista aktiivisuutta.

Veijo Mustonen

## Kalastorakenne 2003 ja 2012



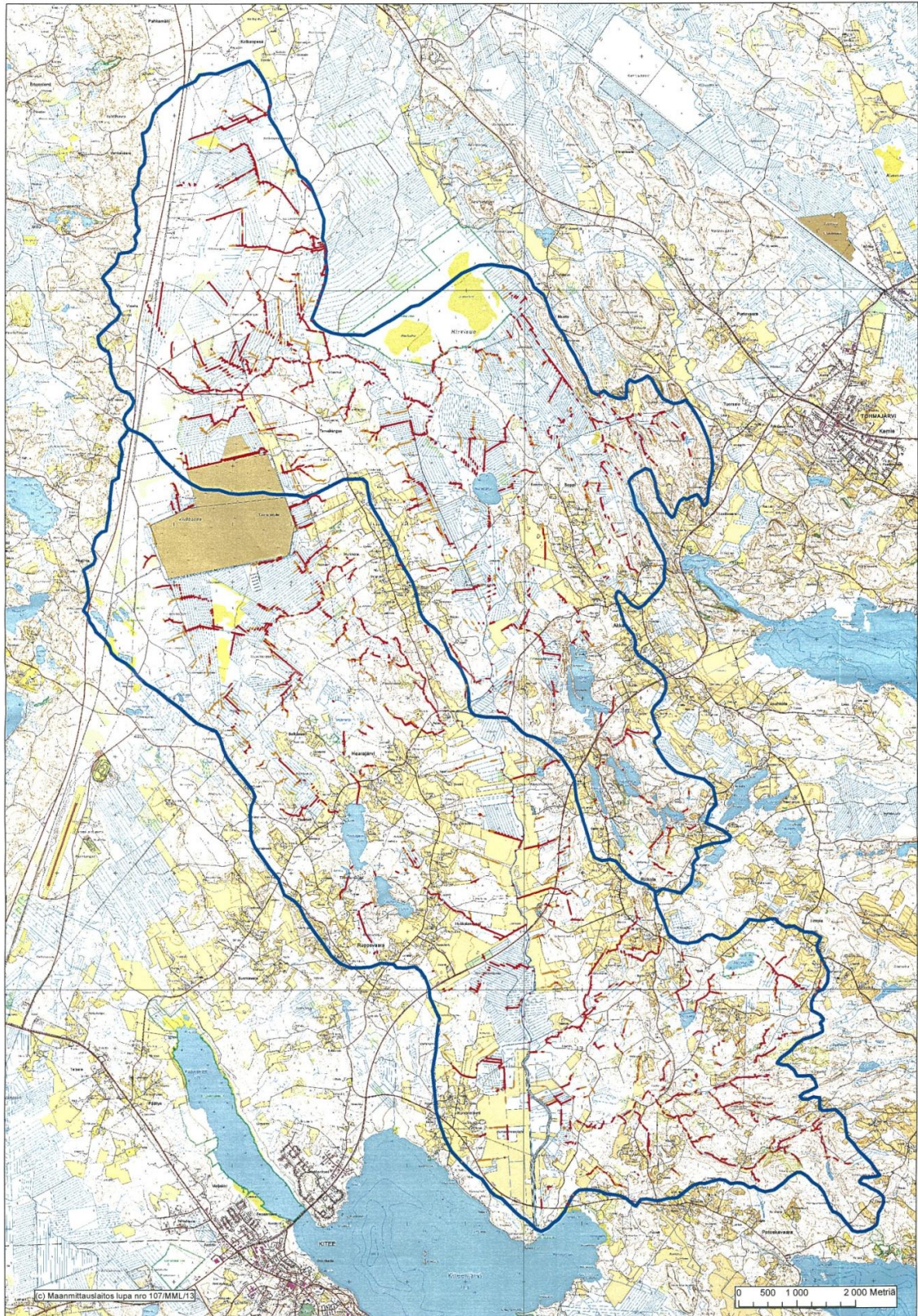
Kuva 15. Lehtikirjoitus (Koti-Karjala 27.7.2013)





Kuva 16. Kiteenjärven valuma-alueen omaeroosioherkkyys (Suomen metsäkeskus) Kartassa korostettu punaisella viivalla uomat, joissa on suuri omaeroosioriski. Oranssilla korostetuissa uomissa eroosioriski on kohtalainen.





Kuva 17. Humalajoen valuma-alueen omaeroosioherkkyys (Suomen metsäkeskus) Kartassa korostettu punaisella viivalla uomat, joissa on suuri omaeroosioriski. Oranssilla korostetuissa uomissa eroosioriski on kohtalainen.



**Kiteenjärven nettosedimentaatio malli Lappalaisen mukaan**

Kiteenjärven ulkoinen fosforikuorma on 2128,5 kg/a

$$I_p = 67,49 \text{ mg/s}$$

$$C_0 = I_p / MQ$$

jossa

M = valuma-alueen pinta-ala km<sup>2</sup>

Q = virtaama m<sup>3</sup>/s

Koska Kiteenjärven virtaamat eivät ole tiedossa käytetään laskussa keskivirtaamaa

Q<sub>Suomi 1961-1990</sub>, joka on 10,2 l/skm<sup>2</sup>

$$MQ_{\text{Kiteenjärvi}} = 246,1 \text{ km}^2 * 10,2 \text{ l/skm}^2 = 2510,22 \text{ l/s} \approx 2,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_0 = 67,49 \text{ mg/s} / 2,51 \text{ m}^3/\text{s} = 26,89 \text{ mg/m}^3$$

Tämä on alkupitoisuus eli sekoituspitoisuus, mikä Kiteenjärvessä vallitsisi, mikäli sedimentaatiota ei tapahtuisi eli vesi virtaisi suoraan läpivirtauksena.

$$R = 0,9 \frac{C_0 * T}{280 + C_0 * T}$$

C<sub>0</sub> = fosforin alkupitoisuus = I<sub>p</sub>/Q mg/m<sup>3</sup>

T = viipymä kuukausina (V/Q)

I<sub>p</sub> = ulkoinen fosforikuorma mg/s

V = tilavuus m<sup>3</sup>

$$R = 0,9$$

Kiteenjärven teoreettinen viipymä on 4,7 kk

$$R = 0,9 * \frac{26,89 \text{ mg/m}^3 * 4,7 \text{ kk}}{280 + 26,89 \text{ mg/m}^3 * 4,7 \text{ kk}}$$

$$R = 0,2798$$

Tulevasta kuormasta noin 27,9 % sedimentoituu

Laskennallinen kokonaisfosforipitoisuus on

$$C = (1 - R) I_p / Q$$

$$C_0 = I_p / Q$$

$$C_{\text{calc}} = (1 - 0,2798) * 26,89 \text{ mg/m}^3 = 19,37 \text{ mg/m}^3$$

$$\approx 19,4 \text{ } \mu\text{g/l}$$

Eli laskennallinen Kiteenjärven kokonaisfosforipitoisuus on  $\approx 19,4 \text{ } \mu\text{g/l}$

Todellinen havaittu v. 2013 keskipitoisuus on 26,9  $\mu\text{g/l}$