

Kangasalan Väkkyvä Vesijärvi ry

Kangasalan Vesijärven veden laadun kehitys, kuormitus ja suositukset seurantaohjelmaksi

Jyväskylän yliopisto
Ympäristöntutkimuskeskus

Tutkimusraportti 224 / 2013

Arja Palomäki



KANGASALAN VÄLKKYVÄ VESIJÄRVI RY

KANGASALAN VESIJÄRVEN TILAN KEHITYS, KUORMITUS JA SUOSITUKSET SEURANTAOHJELMAKSI

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Kangasalan Välkkyvä Vesijärvi ry pyrkii toimintasuunnitelmansa mukaan kohentamaan Vesijärven tilaa ja toimimaan monipuolisesti kirkkaan ja puhtaan Vesijärven hyväksi. Tähän tavoitteeseen liittyen tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Vesijärven veden laadun kehitys ja kuormitus sekä laatia suositukset järven tilan seurantaan varten.

Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteen laitoksen opiskelija Heidi Tantt tekee kuluvana vuonna pro gradu -työnsä aiheenaan Vesijärven ympäristöhistoria. Opinnäytetyössä käytetään paleolimnologisia menetelmiä. Tässä selvityksessä käytetään osittain hyväksi opinnäytetyön tuottamaa aineistoa.

2 TIETOJA VESIJÄRVESTÄ

Vesijärvi sijaitsee vesistöalueuokituksen mukaan Vesijärven valuma-alueella (35.73), joka kuuluu Längelmäveden ja Hauhon reittien valuma-alueeseen (35.7) ja edelleen Kokemäenjoen vesistöalueeseen (35). Vesijärvi laskee kaakkoiskolkastaan Längelmäveden Villikanselkään. Vesijärven valuma-alue on melko pieni ja keskivirtaama 2,3 m³/s, ja viipymä on tästä syystä pitkä, 3,3 vuotta.

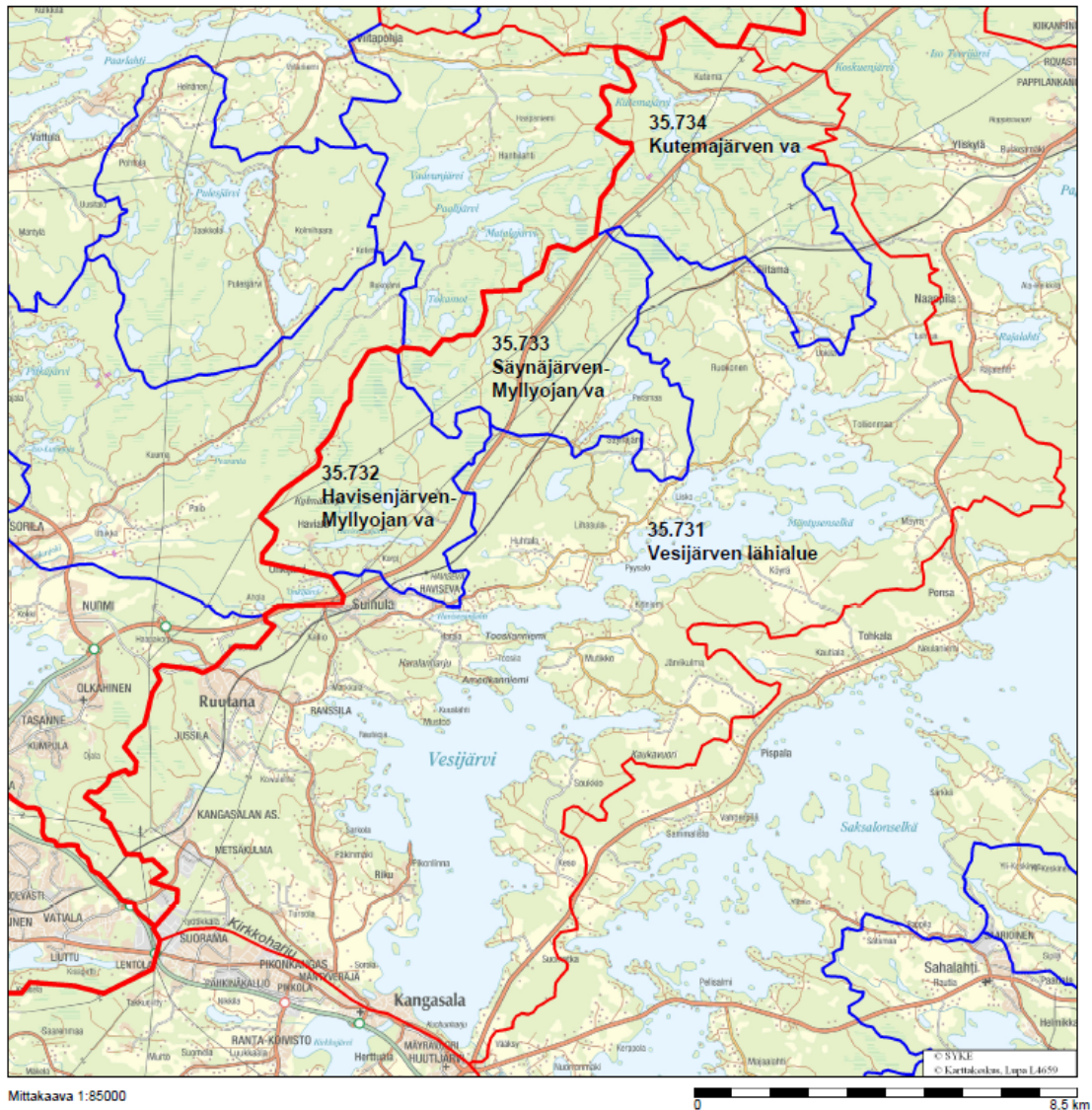
Järvi on matala, syvänteet ovat pienialaisia ja alusveden tilavuus on pieni, joten syvänteet kärsivät herkästi happiongelmista. 1800-luvulla tehdyt pinnanlaskut (Anttila 1967) pienensivät alusveden tilavuusosuutta 2,9 %:sta 1,6 %:iin ja vähensivät käytettävissä olevia happivarjoja (Meriläinen ym. 1994).

Seuraavassa on esitetty perustietoja Vesijärvestä:

Vesiala	39,5 km ²
Tilavuus	238,283 milj. m ³
Keskisyvyys	6,0 m
Suurin syvyys	39 m
Valuma-alue	223 km ²
Keskivirtaama	2,3 m ³ /s
Viipymä	3,3 v

Kangasalan kirkonkylä sijaitsee järven eteläpäässä Vesijärven ja Kirkkojärven välisellä kannaksella. Muita taajamia järven valuma-alueella ovat Ruutana ja Suinula järven länsipuolella. Valuma-alue on jaettu neljään osavaluma-alueeseen (kuva 1): Vesijärven lähialue (35.731; 160 km²), Havisenjärven-Myllyojan valuma-alue (35.732; 16,2 km²), Säynäjärven-Myllyojan valuma-alue (35.733; 21,0 km²) ja Kutemajärven valuma-alue (35.734; 26,0 km²).

Kapea Mutikonsalmi jakaa järven kahteen altaaseen, jotka jossain määrin erilaisia vedenlaadultaan. Pohjoisosa on hieman tummavetisempi ja ravinnepitoisuudet ovat hiukan korkeampia kuin eteläosassa.



Kuva 1. Vesijärvi ja sen valuma-alue.

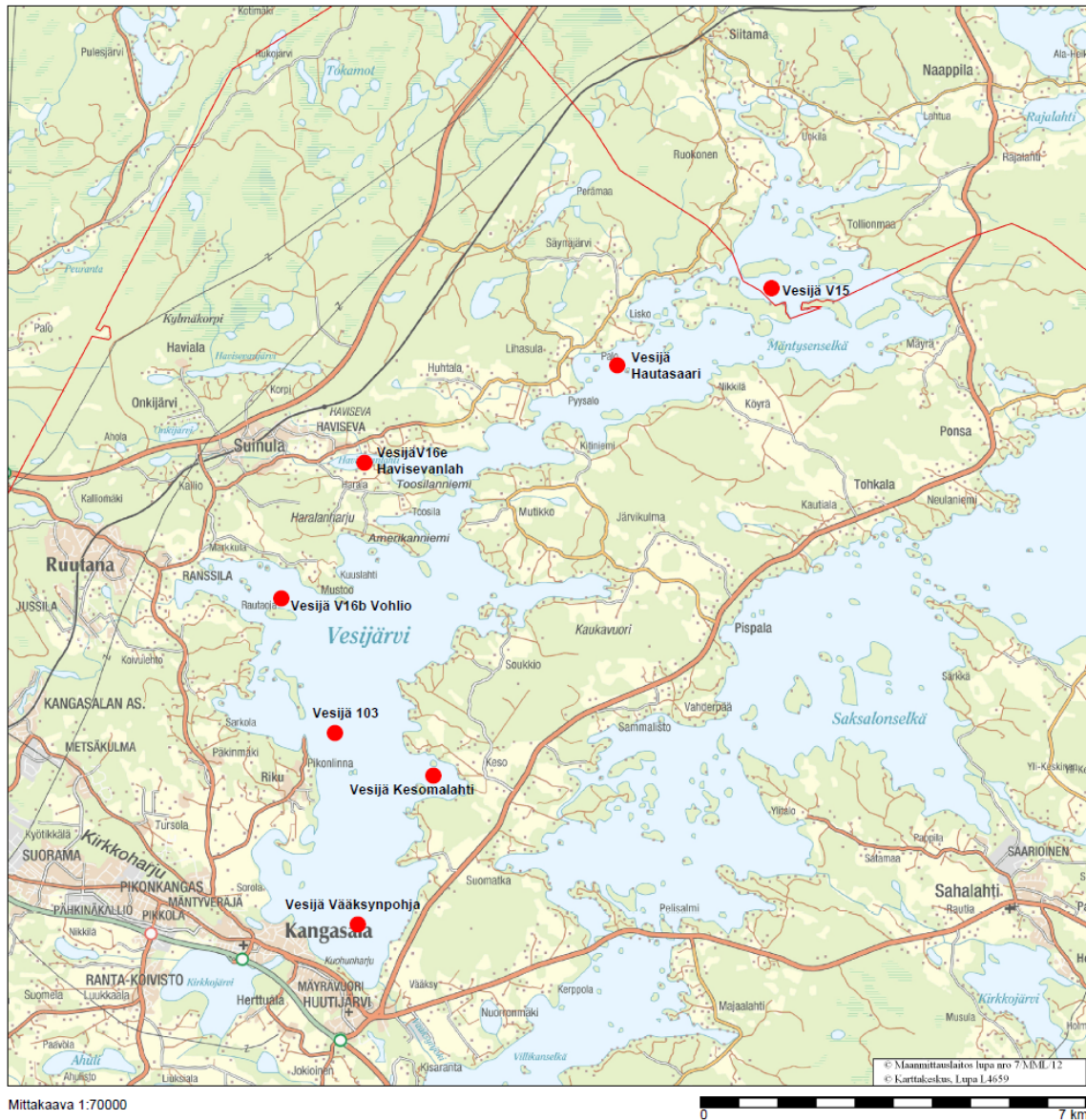
3 VESIJÄRVEN VEDEN LAATU

3.1 Havaintoaineisto

Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus on seurannut Vesijärven veden laatua säännöllisesti vähintään kaksi kertaa vuodessa havaintoasemalla Vesijärvi 103 (Pikonlinnan syväne) lukuun ottamatta vuosijaksoa 1994-1999, jolloin näytteitä ei otettu. Havainto-

paikka on järven syvimmällä kohdalla (kuva 2). Muilta havaintopaikoilta on otettu näytteitä vain satunnaisesti, ja viimeisimmät ovat vuodelta 2003.

Syyskuussa 2013 otettiin tähän tutkimukseen liittyen näytteet kuudelta havaintopaikalta: Vääksynpohja, Kesomalahti, V16b Vohlio, V16e Havisevanlahti, Hautasaari ja V15 (taulukko 1, kuva 2). Näytteistä analysoitiin happi, sameus, sähkönjohtavuus, pH, väriarvo, kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), kokonaistyyppi ja -fosfori sekä a-klorofylli.



Kuva 2. Syksyn 2013 näytteenottoaikat sekä havaintopaikka Vesijärvi 103 (Pikonlinnan syväne).

Taulukko 1. Syksyn 2013 havaintopaikkojen sekä havaintopaikan Vesijärvi 103 tiedot.

Havaintopaikka (Hertta)	Koordinaatit (Ykj)	Kokonais- syvyys m	Näytteenottosyvyydet m
Vesijä Vääksynpohja	6821028-3345990	13	1, 10, 12
Vesijä Kesomalahti	6823832-3347361	8	1, 7
Vesijä V16b Vohlio	6826979-3344612	21	1, 10, 15, 20
Vesijä V16e Havisevanlah	6829512-3346140	15	1, 10, 14
Vesijä Hautasaari	6831195-3350684	15	1, 10, 14
Vesijä V15	6824485-3345488	21	1, 10, 15, 20
Vesijä 103	6824485-3345488	39	1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 38

3.2 Veden laatu

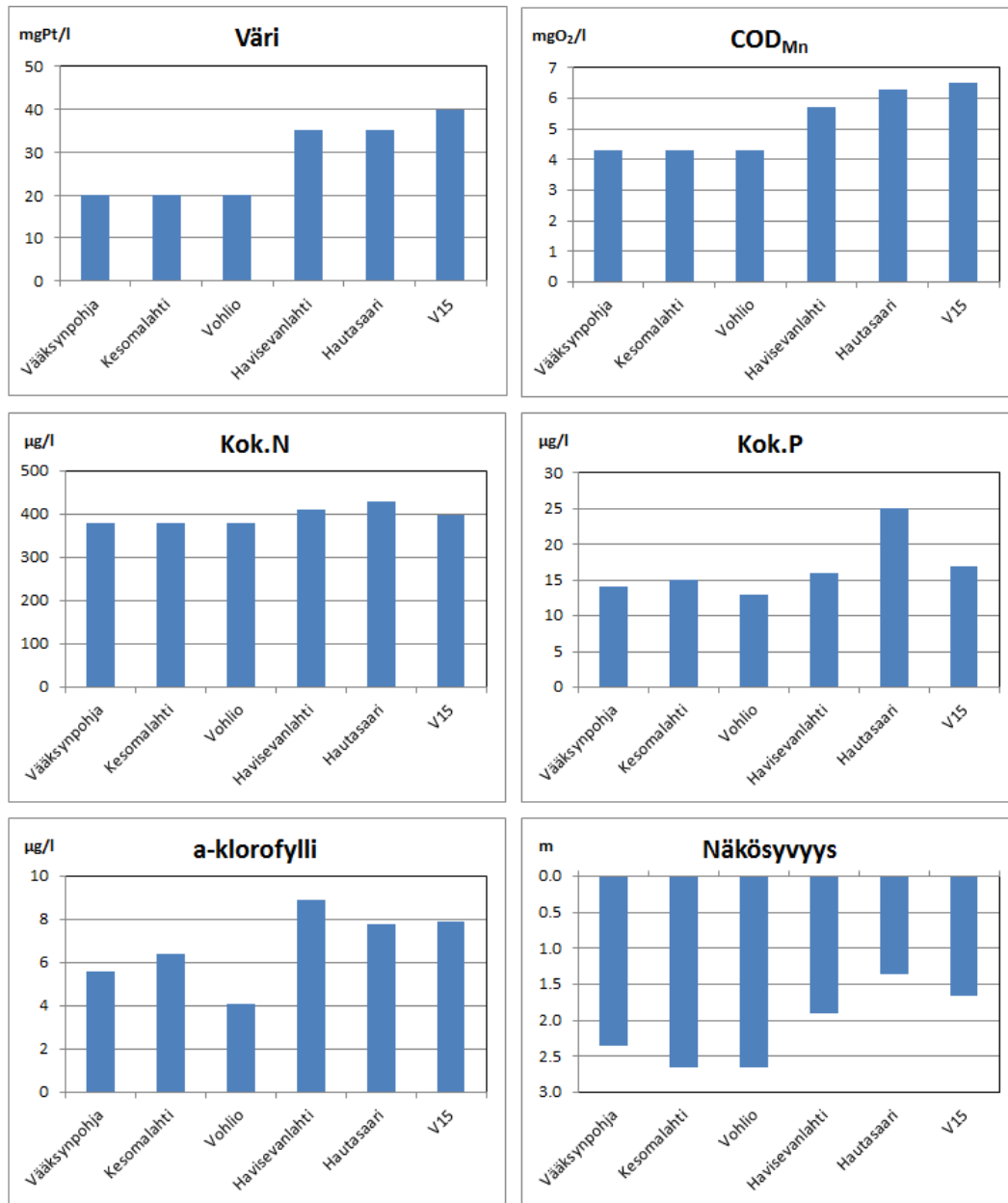
Vesijärvi on ympäristöhallinnon järvityypittelyssä määritelty tyyppiin pienet ja keskikokoiset vähähumuksiset järvet (Vh). Ekologisessa luokituksessa se on luokiteltu hyvään tilaan.

Pikonlinnan syvänteen vedenlaatuhavaintojen perusteella Vesijärvi on luonteeltaan kirkasvetinen, vähähumuksinen järvi, jonka ravinnepitoisuudet ovat lähes karun järven tasolla. Syvänteiden pohjalla on hapenvajausta, toisinaan happikatoja. Sähkönjohtavuus on hieman luonnontilaista suurempi, ja sen taso kertoo lievistä nuhraantumista. pH-arvo on yleensä hieman happaman puolella, mutta nousee kesäaikana neutraalin eli arvon 7 tienoille. Klorofyllipitoisuus on pienehkö ja ilmentää lähinnä lievää rehvoitumista. Näkösyvyys (veden läpinäkyvyys) on nykyisin talvella 3-5 metriä, kesällä 2-4 metriä.

Syksyllä 2013 tehdyn näytteenoton aikaan avoimilla selkäalueilla lämpötilakerrostus oli purkautunut ja mahdollista kerrostuskauden lopun hapenvajausta ei siten voitu enää todeta. Havaintoasemilla Vääksynpohja, Kesomalahti ja Hautasaari vesimassa oli tasalämpöinen ja kemiallinen laatu pinnasta pohjaan saakka jokseenkin samanlainen (liite 1).

Sen sijaan suojaisemmilla paikoilla kerrostus oli vielä jäljellä ja päällysveden ja alusveden väliset laatuero olivat selvästi havaittavissa. Havisevanlahden, Vohlion ja havaintoaseman V15 alusvesi oli lähes hapetonta 10-15 metrin syvyydestä alkaen, ja pohjanläheinen vesikerros oli hapeton Havisevanlahdella ja havaintopaikalla V15. Heikko happitilanne aiheutti eri aineiden liukenemista sedimentistä alusveteen, mikä näkyi sameusarvojen, värin sekä fosfori- ja typpipitoisuuden kohoamisena. Erityisesti Havisevanlahden ja havaintoaseman V15 alimmassa vesikerroksessa mainitut arvot olivat suuria, mutta myös Vohlion havaintopaikalla oli havaittavissa selkeä nousu.

Eteläisen ja pohjoisen altaan veden laadussa oli jonkin verran eroja: pohjoisosassa päällysveden (1 metri) väriarvo, COD-arvo (kuva lähinnä humuksen määrää) sekä ravinnepitoisuudet olivat hieman suurempia kuin eteläosassa (kuva 3). Samoin rehevyyttä kuvaavan a-klorofyllin pitoisuudet olivat suurempia pohjoisosan havaintopaikoilla. Vesi oli selvästi kirkkaampaa järven eteläosassa (suurempi näkösyvyys) vähäisemmän humus- ja levämäärän vuoksi.

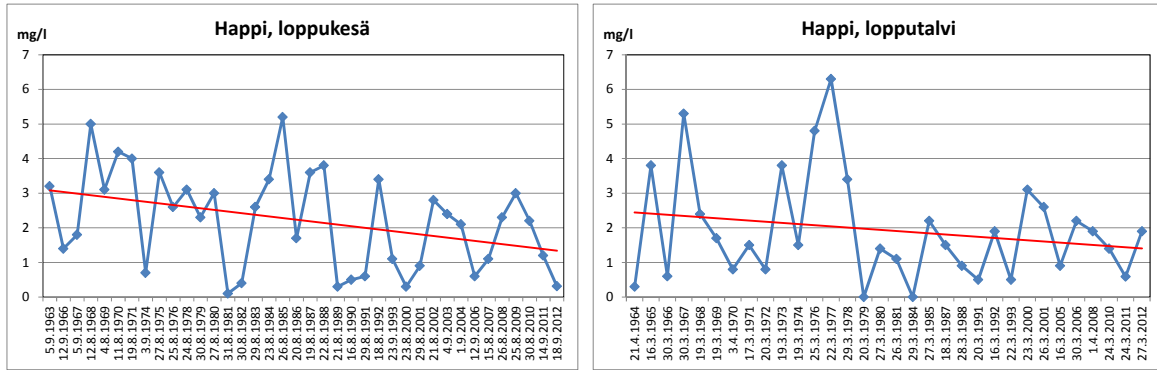


Kuva 3. Vesijärven havaintopaikkojen veden laatu 1 metrissä 23.9.2013.

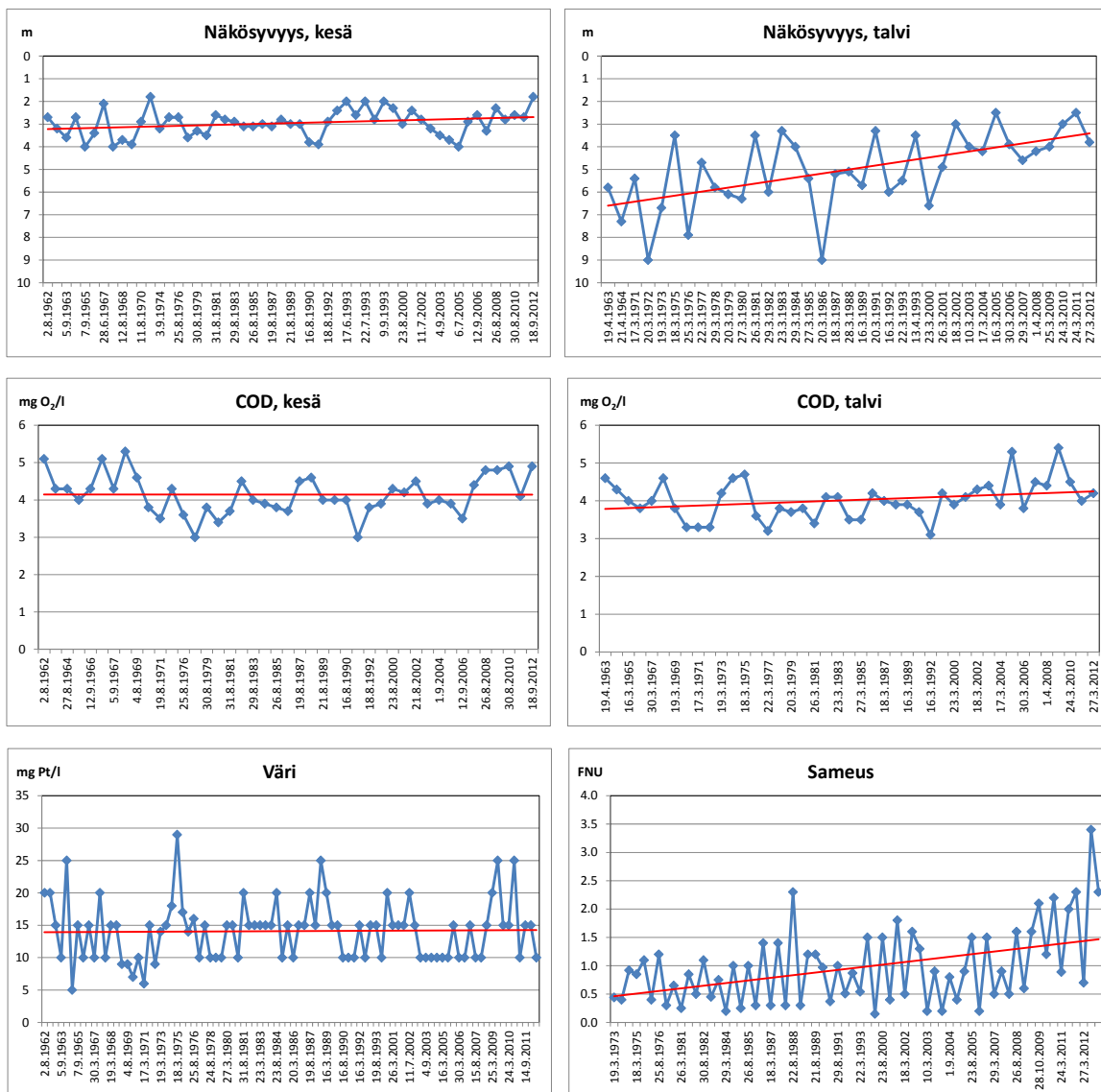
3.3 Veden laadun kehitys

Pikonlinnan syvänteen pohjanläheisessä vesikerroksessa on esiintynyt kerrostuskausien lopulla, loppupalvella ja loppukesällä, hapenvajausta jo 1960-luvulla, jolloin seuranta on aloitettu. Hapettilanne on vähitellen heikentynyt siten, että syvänteen pohjalla on nykyään vuosittain voimakasta hapenvajausta (kuva 4).

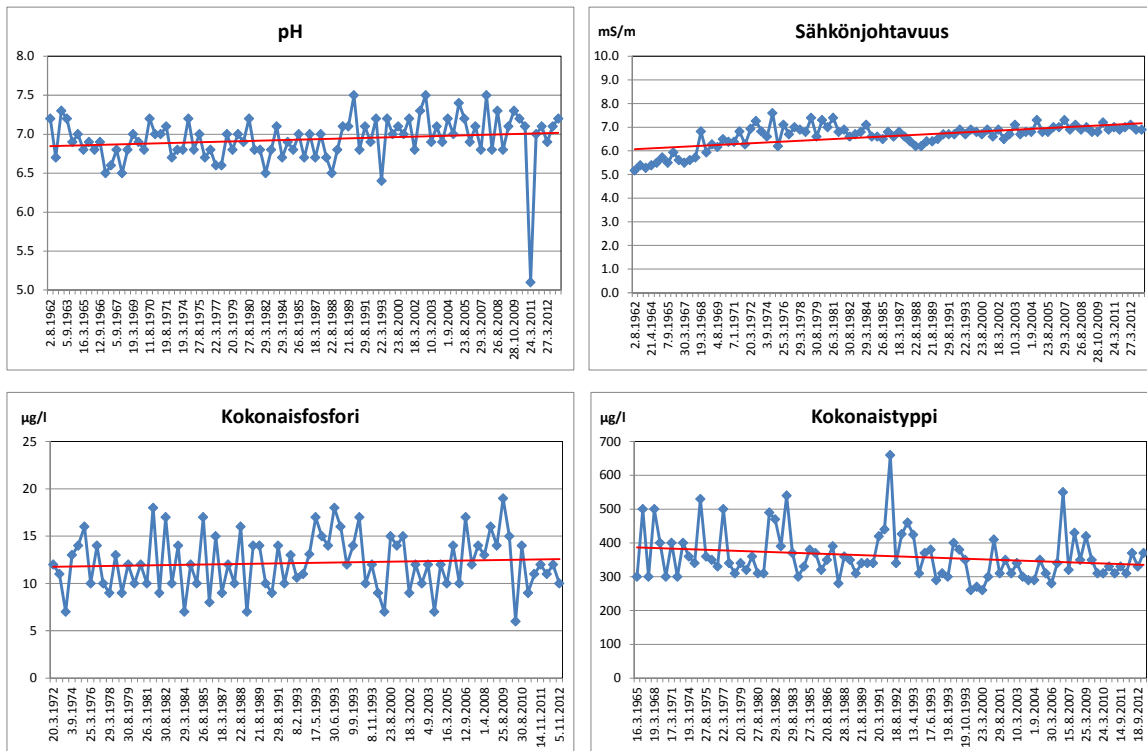
Useissa Suomen järvissä havaittu veden eloperäisen aineksen määrän lisääntyminen näkyy myös Vesijärvessä. Talviaikainen päällysveden COD-arvo on kasvanut 2000-luvulla verrattuna 1980-luvun arvoihin, ja kesäaikainen COD-arvo on myös kasvanut 2000-luvun viime vuosina (kuva 5). 1960-luvulla havaittiin nykyisen tasoisia COD-arvoja erityisesti kesäaikana.



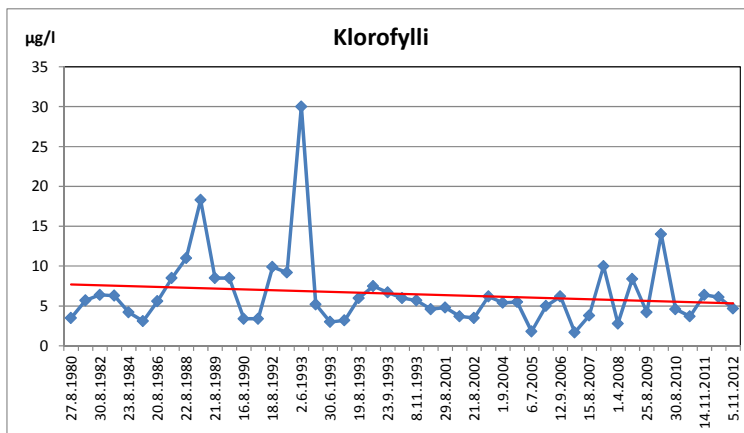
Kuva 4. Pohjanläheisen vesikerroksen loppukesän ja loppotalven happipitoisuuden kehitys havaintoasemalla Vesijärvi 103 (Pikonlinnan syvännä).



Kuva 5. Päällysveden (1 metri) laadun kehitys havaintoasemalla Vesijärvi 103 (Pikonlinnan syvännä) vuosina 1962-2012: näkösyyvyys (kesä ja talvi erikseen), kemiallinen hapenkulutus (COD) (kesä ja talvi erikseen), väri (kaikki havainnot) ja sameus (kaikki havainnot).



Kuva 6. Päälyllysveden (1 metri) laadun kehitys havaintoasemalla Vesijärvi 103 (Pikonlinnan syvännä) vuosina 1962-2012: pH, sähkönjohtavuus, kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi (kaikki havainnot).



Kuva 7. Klorofyllipitoisuuden kehitys 0-2 metrin kokoomanäytteissä havaintoasemalla Vesijärvi 103 (Pikonlinnan syvännä) vuosina 1980-2012.

Talvinen näkösyvyys on pienentynyt 1960-luvun keskimäärin 6-7 metristä nykyiseen noin 3-4 metriin. Kesän näkösyvyudessa ei ole tapahtunut merkittävää muutosta tarkastelujakson aikana. Näkösyvyyden pienentyminen johtuu paitsi COD:n kasvusta, myös veden samentumisesta. Sameusarvo on kasvanut selvästi 1970-luvun alkupuolelta lähtien, ja kasvu on voimistunut muutaman viime vuoden aikana. Samentuminen aiheutuu kaikista hiukkasmuodossa olevasta aineksesta vedessä, esimerkiksi savihiukkasista ja levistä sekä muusta eloperäisistä aineksesta. Veden väriarvo ei ole sanottavasti muuttunut (kuva 5).

1990-luvun alussa ja 2000-luvulla on mitattu kesäaikana jonkin verran aikaisempaa korkeampia veden pH-arvoja (kuva 6). Tämä viittaa voimistuneeseen levien yhteyttämiseen, joka nostaa veden pH-arvoa. Klorofyllipitoisuudessa ei ole kuitenkaan nähtävissä kasvavaa suuntausta (kuva 7). Klorofyllimittauksia on tehty yleensä vain 1-2 kertaa vuodessa, joten niillä ei välttämättä tavoiteta levämäärän maksimeja. Lopputalvella 2011 havaittu poikkeuksellisen alhainen pH-arvo johtunee järvivettä happamamman lumen sulamisveden vaikutuksesta.

Päälysveden sähkönjohtavuus kasvoi 1960-luvun alkupuolelta 1980-luvulle saakka, jonka jälkeen se kääntyi laskuun. Ilmiö on tyypillinen Suomen järville: johtavuuden nousu johtui ilmasta tulevasta laskeumasta ja sen lasku ilmansaasteiden määrän vähentymisestä.

Vesijärven päälysveden fosforipitoisuus Pikonlinnan syvänteellä on pysynyt keskimäärin vakaalla tasolla, vaikka näytteenottokertojen välinen vaihtelu on ollut melko suurta (6-19 µg/l). Suurimmat pitoisuudet on yleensä havaittu loppukesällä ja pienimmät lopputalvella. Kokonaistypen pitoisuus on pienentynyt jonkin verran 1960-luvulta nykypäivään.

3.4 Ympäristöhistorian tutkimus

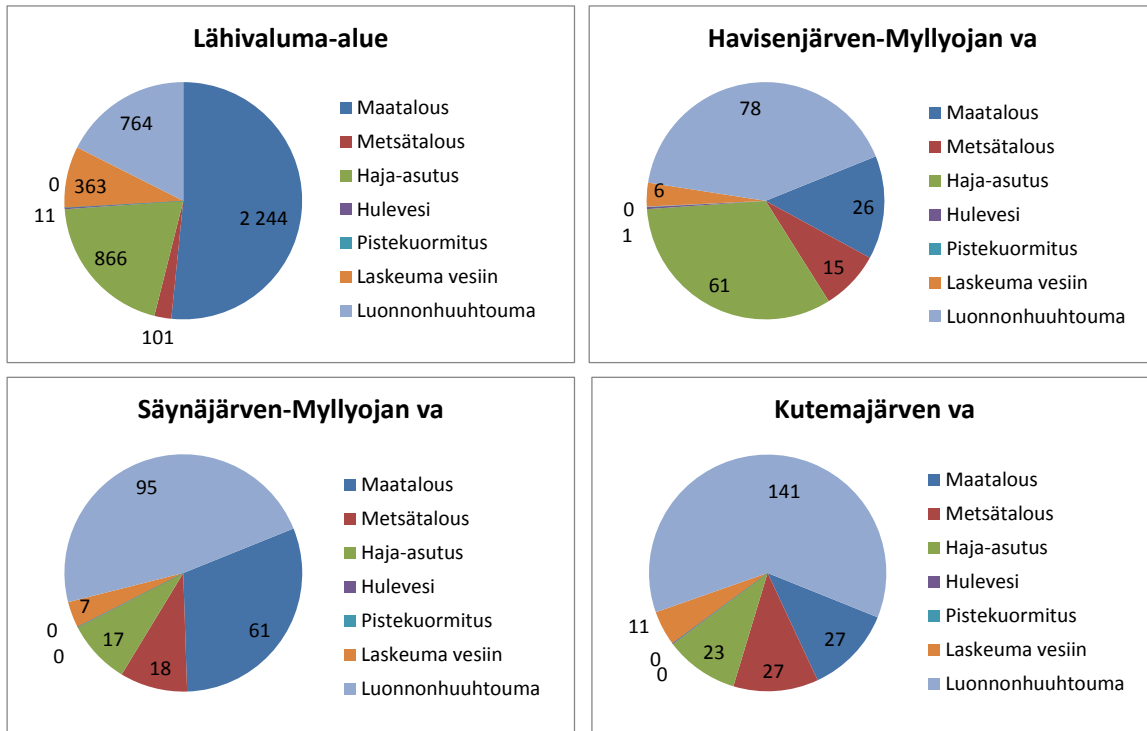
Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksella tekeillä olevan Vesijärven ympäristöhistorian tutkimuksen (Tanttu 2013) alustavien tulosten perusteella Pikonlinnan syvänteen kunto alkoi heiketä 1940-luvulle tultaessa. Silloin syvänteessä alkoivat runsastua kuormittunutta ja happioloiltaan heikentynyttä sedimenttiä sietävät pohjaeläinlajit. Tila alkoi jälleen kohentua 1970-luvun taitteessa. Tilan kohentuminen saattaa liittyä osittain vedenlaatutuloksissa näkyvään COD-arvojen pienentymiseen eli eloperäisen aineksen määrän vähentymiseen, joka sijoittuu samaan ajankohtaan (ks. kuva 5). Valuma-alueella tapahtuneita muutoksia tullaan käsittelemään tarkemmin opinnäytetyössä.

4 VESIJÄRVEN KUORMITUS

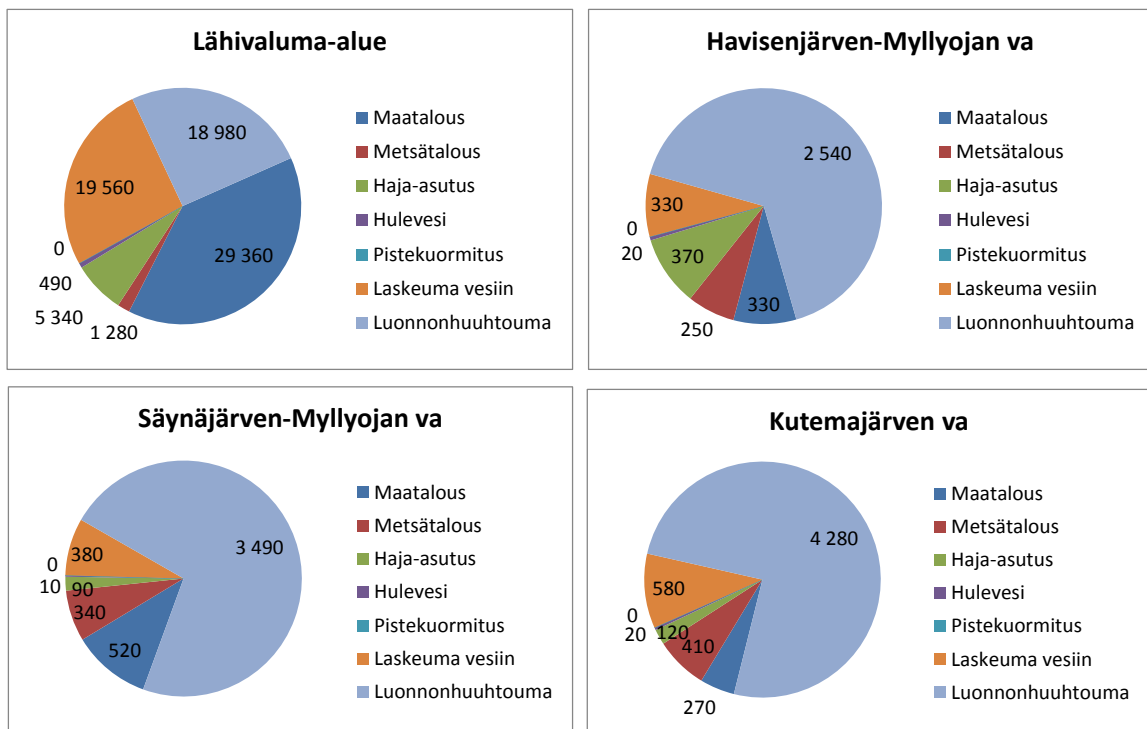
4.1 Järveen tuleva ravinnekuorma

Vesijärveen tuleva fosfori- ja typpikuorma laskettiin Suomen ympäristökeskuksen kuormitusmallijärjestelmän (Vemala) avulla. Malli laskee eri lähteistä tulevan kuormituksen valitulle valuma-aluejakotasolle. Kuvissa 8 ja 9 on esitetty kuormitus 3. jakovaiheen osavaluma-alueittain ja kuvassa 10 koko Vesijärven valuma-alueelle.

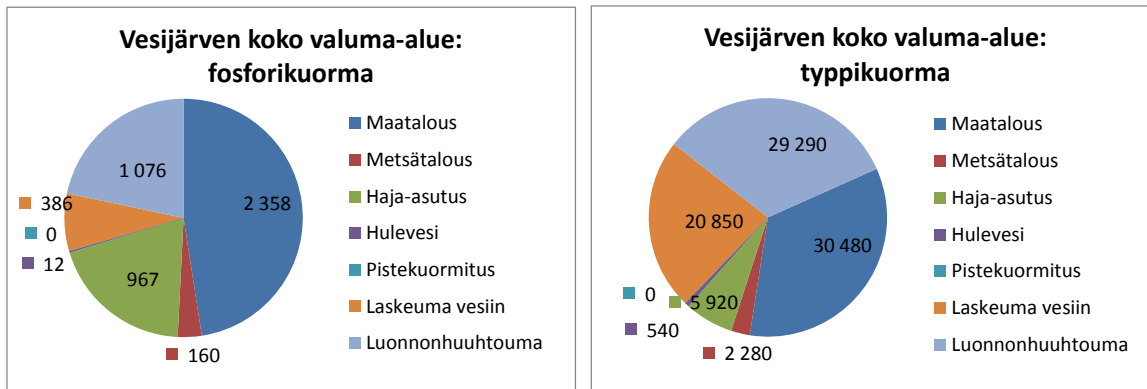
Koko fosforikuormasta lähes puolet tulee maataloudesta, ja haja-asutuksen osuus on viidenes. Ilmalaskeumana tulee 8 % ja metsätaloudesta 3 % fosforikuormasta. Luonnonhuuhtouman osuus on noin viidenes kokonaiskuormasta. Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan tässä kuormaa, joka tulisi vesistöön ilman minkäänlaista ihmistoiminnan vaikutusta. Koska lähivaluma-alueen osuus koko valuma-alueesta on 72 %, sen kuormituksen jakauman vaikutus on ratkaiseva vesistön kuormitukselle. Lähivaluma-alueen osuus fosforin kokonaiskuormasta on 88 % ja kolmen muun valuma-alueen noin 4 % kunkin.



Kuva 8. Vesijärveen osavaluma-alueilta eri lähteistä tuleva fosforikuormitus (kg/v). Arvot ovat vuosien 2000-2011 keskiarvoja. Lähde: Suomen ympäristökeskuksen kuormitusmalli Vemala.



Kuva 9. Vesijärveen osavaluma-alueilta eri lähteistä tuleva typpekuormitus (kg/v). Arvot ovat vuosien 2000-2011 keskiarvoja. Lähde: Suomen ympäristökeskuksen kuormitusmalli Vemala.



Kuva 10. Vesijärveen koko valuma-alueelta eri lähteistä tuleva fosfori- ja typikuormitus (kg/v). Arvot ovat vuosien 2000-2011 keskiarvoja. Lähde: Suomen ympäristökeskuksen kuormitusmalli Vemala.

Muiden osavaluma-alueiden fosforikuormasta 40-60 % on luonnonhuuhtoumaa eli sen osuus on huomattavasti suurempi kuin lähivaluma-alueella ja ihmistoiminnan vaikutus siten selvästi pienempi. Havisenjärven-Myllyjojan valuma-alueella haja-asutuksen suhteellinen osuus on suurempi kuin muilla valuma-alueilla (33 %). Metsätalouden suhteellinen osuus on pienillä valuma-alueilla suurempi kuin lähivaluma-alueella (8-12 %).

Koko valuma-alueen typikuorman jakautuminen kuormituslähteiden kesken poikkeaa fosforikuorman jakautumisesta (kuva 10). Maatalouden (34 %) ja luonnonhuuhtouman (33 %) osuudet ovat lähes yhtä suuret, ja typpilaskeuman osuus (23 %) on huomattavasti suurempi kuin fosforilaskeuman. Haja-asutus muodostaa 7 % typikuormasta, ja metsätalouden osuus on 3 %.

Lähivaluma-alueella maatalous on suurin yksittäinen typpikuormituslähde (39 %), ja suuren vesipinta-alan vuoksi laskeuma vesiin on merkittävä typpikuormittaja (26 %). Luonnonhuuhtouman osuus on neljännes. Muilla valuma-alueilla luonnonhuuhtouman osuus on ylivoimaisesti suurin (66-75 %), ja muiden kuormituslähteiden osuus on yhteensä korkeintaan kolmannes.

4.2 Kriittinen kuormitus

Järveen tulevaa fosforikuormaa voidaan verrata ns. kriittisen kuormituksen arvoihin (Voltenweider ja Dillon 1974; Granberg ja Granberg 2006). Sallittavan kuormituksen (P_a) ylittävän kuorman voidaan katsoa johtavan lievään rehevyyteen ja vaarallisen kuormituksen (P_d) ylittävän kuorman johtavan järven rehevöitymiseen.

Vesijärven nykyinen fosforikuorma 13,6 kg P/vrk ylittää sallittavan kuorman (8,8 kg P/vrk), mutta jää selvästi pienemmäksi kuin vaarallinen kuorma (25,0 kg P/vrk). Nykyinen kuormituksen taso pitää yllä lievää rehevyyttä, joka on nähtävissä myös vallitsevista fosforipitoisuuksista.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vesijärvi on perusluonteeltaan kirkasvetinen, karuhko järvi. Järven viipymä on pitkä, joten ravinteiden sedimentaatio on tehokasta. Veden kirkkaudesta johtuen tuottava vesikerros on paksu. Toisaalta järvi on matala, syvänteet ovat pienialaisia ja tästä syystä alusveden happitalanne heikentyy kerrostuskausina jo luontaisestikin. Järvessä tuotetun eloperäisen aineksen määrän ja alusveden happivarantojen suhde on epäedullinen. Rehevyyden kasvusta johtuva hajotettavan aineksen määrän lisääntyminen kasvattaa alusveden happiongelmia. Rehevoitymisen vaikutukset näkyvät erityisesti lahtialueilla, ja järven pohjoisosa on jonkin verran eteläosaa rehevämpi.

Valuma-alueelta huuhtoutuvan orgaanisen aineen määrä on lisääntynyt viime vuosina, mikä näkyy järven COD-arvojen kasvuna. Tämä on pääosin seurausta lauhjojen talvien aiheuttamasta talviaikaisesta huuhtoutumasta. Sameuden kasvu lienee samaa perua.

Rehevoitymisen syyksi ei voida osoittaa yhtä tekijää, sillä järveen ei tule pistekuormitusta. Kuormitusselvityksen perusteella suurin fosforikuormittaja on maatalous, ja haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on myös merkittävä. Ravinnekuormituksen vähentämiseen tähtäävissä toimenpiteissä on keskityttävä näihin kahteen kuormituslähteeseen. Orgaanisen aineen huuhtoutumisen kurissa pitämiseksi myös metsätalouden vesiensuojeluun on kiinnitettävä huomiota, vaikka metsätalouden ravinnekuorman osuus onkin vähäinen kokonaiskuormituksesta.

6 SUOSITUKSET SEURANTAOHJELMAKSI

Syksyllä 2013 aloitettua näytteenottoa kannattaa jatkaa samoilla kuudella havaintoasemalla. Näytteenottoajankohdat, joista on eniten hyötyä veden laadun seurannassa, ovat loppupalvi (maaliskuu) ja loppukesä (elokuu). Näytteet otetaan taulukon 1 mukaisesti, ja niistä analysoidaan happi, sameus, sähkönjohtavuus, pH, väriarvo, kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), kokonaistypppi ja -fosfori sekä kesällä a-klorofylli.

Levätilanteen seuraamiseksi klorofyllinäytteet kannattaisi ottaa useamman kerran kesän aikana, mikäli mahdollista, esimerkiksi kesä-, heinä-, elo- ja syyskuussa. Näkösyvyys antaa vähällä vaivalla tietoa järven tilasta, joten muutama paikallinen asukas voitaisiin perehdyttää mittaamaan näkösyvyyttä kesäaikana. Mittauksia voitaisiin tehdä eri osista järveä 1-2 kertaa viikossa avovesikauden aikana.

LÄHTEET

Anttila, V. 1967. Järvenlaskuyhtiöt Suomessa. Kansatieteellinen tutkimus. Helsinki. 360 s.

Granberg, K. & Granberg, J. 2006. Granberg, K. & Granberg, J. 2006. Yksinkertaiset vedenlaatumallit. Keski-Suomen ympäristökeskus 107 s.

Meriläinen, J.J., Hynynen, J., Witick, A. & Reinikainen, P. 1994. Kangasalan Vesijärven ympäristöhistoria: Paleolimnologinen sedimenttitutkimus. Jyväskylän yliopisto, ympäristötutkimuskeskus. 13 s.

Suomen ympäristökeskus: Vesistömallijärjestelmä (VEMALA – yhdistetty hydrologinen ja kuormitusmalli).

Tanttu, H. 2013. Vesijärven paleolimnologinen tutkimus, alustavat tulokset. Jyväskylän yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. Pro gradu –työ.

Vollenweider, R.A. & Dillon, P.J. 1974. The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. NRC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality. 42 s.

Kangasalan Vesijärvi
Analyysitulokset syyskuu 2013

[illegible]