

Vesijärveen lasku-uomien kautta tuleva ravinnekuormitus ja sen vähentämismahdollisuudet

Lahden kaupunki
Tekninen ja ympäristötoimiala
Lahden seudun ympäristöpalvelut
2015

Vesijärveen lasku-uomien kautta tuleva ravinnekuormitus ja sen vähentämismahdollisuudet

Juhani Järveläinen, Ismo Malin, Riikka Mäyränpää, Matti Kotakorpi & Mira
Kuparinen

Sisällys

1. Johdanto.....	1
2. Vesijärven historiaa lyhyesti.....	2
3. Vesijärven lasku-uomien seuranta 2008–2015	3
3.1 Ravinteet	4
3.2 Veden hygieeninen laatu.....	6
4. Ravinnekuormitusten arviointi seurantatulosten perusteella	7
4.1 Fosforikuormitus.....	7
4.2 Typpikuormitus.....	9
5. Ravinnekuormitustason kehitys	10
5.1 Maatalous.....	11
5.2 Toteutetut valuma-alueiden kunnostustoimenpiteet.....	11
6. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen ja kasvuriskit	12
6.1 Maa- ja metsätalous.....	13
6.2 Haja-asutus	13
6.3 Rakennetut alueet.....	14
6.4 Ulkoisen kuormituksen kasvuriskit	15
7. Yhteenveto	15
8. Lähteet	17
Liite 1. Seurantanäytteenoton tulokset 2008–2015.....	19

1. Johdanto

Tässä raportissa käsitellään Lahden seudun ympäristöpalvelujen ja Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiön laatiman Vesijärviohjelman mukaista lasku-uomien kuormituseurainta ja sen perusteella arvioitua, suurimpien lasku-uomien kautta Vesijärveen kulkeutuvaa ravinne- (typpi ja fosfori-) kuormitusta. Lisäksi lasku-uomien veden hygieenistä laatua on arvioitu niistä otettujen bakteerinäytteiden avulla. Vesijärven tila on ekologisen luokittelun perusteella tyydyttävä. EU:n vesipuitedirektiivin ja Vesijärviohjelman tavoitteena on järven hyvä ekologinen tila, jonka saavuttaminen edellyttää kuormituksen vähentämistä. Hajakuormituksen vähentämiseksi Vesijärvellä on jo tehty paljon erilaisia vesiensuojeluratkaisuja; Vesijärveen kulkeutuvan kuormituksen määrän ja alueellisen jakautumisen arviointi on työkalu vastaavanlaisten toimien tehokkaaseen kohdentamiseen ja asianmukaiseen mitoittamiseen myös tulevaisuudessa. Ulkoisen kuormituksen tunteminen auttaa myös järven ravinnetaselaskennassa sekä sisäisen ja ulkoisen kuormituksen suhteen arvioinnissa, millä on käytännön merkitystä mm. ravinnekuormituksen vähennystavoitteiden määrittämisessä.

Ravinnekuormitus aiheuttaa vesistöissä rehevöitymistä eli ravinteiden liiallisesta saatavuudesta seuraavaa levä- ja kasvibiomassan määrän kasvua joka puolestaan johtaa järvissä mm. vedenlaadun, lajiston monimuotoisuuden sekä virkistyskäyttömahdollisuuksien heikkenemiseen. Vesijärven tyydyttävä ekologinen tila on pääasiassa seurausta rehevöitymisen aiheuttamista muutoksista järven luonnolliseen tilaan verrattuna. Rehevöityneiden vesistöjen kunnostus on aikaa vievää, eikä yksin ulkoista kuormitusta vähentämällä yleensä päästä nopeisiin tuloksiin, koska erityisesti kiintoaineen mukana järviin kulkeutuneen fosfaatin vapautuminen veteen on hidasta. Lisäksi voimakkaasta rehevöitymisestä seuraava happikato edesauttaa järvien pohjaan sitoutuneiden ravinteiden vapautumista ja kiihdyttää siten hoitamattomana järven tilan huonontumista entisestään. Vesijärvi toimii havainnollisena esimerkkinä pahasti rehevöityneen järven kunnostukseen liittyvistä haasteista. Sen kunnostushistoriaa ja nykytilaa on kuvattu tarkemmin luvussa 2.

Vesistöihin kohdistuva luonnonhuhoumaa korkeampi ravinne- ja muu haitta-ainekuormitus on seurausta ihmisen toiminnasta. Kuormituksen aiheuttamat vesistövaikutukset ovat sidoksissa mm. vesistöä ympäröivän maankäytön intensiteettiin ja ihmistoiminnan tyyppiin sekä valuma-alueiden ja vastaanottavan vesistön ominaisuuksiin. Eri maankäyttömuodoilta tuleva kuormitus vaihtelee huomattavasti. Erityisesti maa- ja metsätalousalueilla intensiiviset ja epäsäännöllisesti toistuvat toimenpiteet aiheuttavat huomattavia vuosittaisia eroja alueiden ravinnehuuhtoumiin. Myös sään vaikutus valuntaan ja sen mukanaan tuoman kuormituksen vaihteluun on suuri. Tämä vaihtelu vaikeuttaa vesistöihin kohdistuvan kuormituksen luotettavaa arviointia.

Tässä raportissa ravinnekuormitusten arvioinnin perustana käytetty lasku-uomien vedenlaadun seuranta-aineisto on esitelty luvussa 3. Käytetyt arviointimenetelmät sekä niiden avulla lasketut arviot Vesijärveen tarkkailtujen lasku-uomien kautta päätyvästä vuosittaisesta ravinnekuormituksesta on kuvattu luvussa 4. Luvussa 5 tarkastellaan kuormituksessa tapahtuneita muutoksia aikaisempaan Vesijärvi II – projektin loppuraportissa (Keto 2007) esitettyyn valuma-aluekohtaiseen kuormitusarviointiin verrattuna. Tämä arviointi perustui 2002–2005 toteutettuun kahdentoista Vesijärven lasku-uoman vedenlaadun seurantaan. Luvussa 6 esitellään kuormitusarvioinnin perusteella toimenpide-ehdotuksia Vesijärven ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi. Lopuksi luvussa 7 on esitetty lyhyt yhteenveto raportin keskeisimmistä tuloksista.

2. Vesijärven historiaa lyhyesti

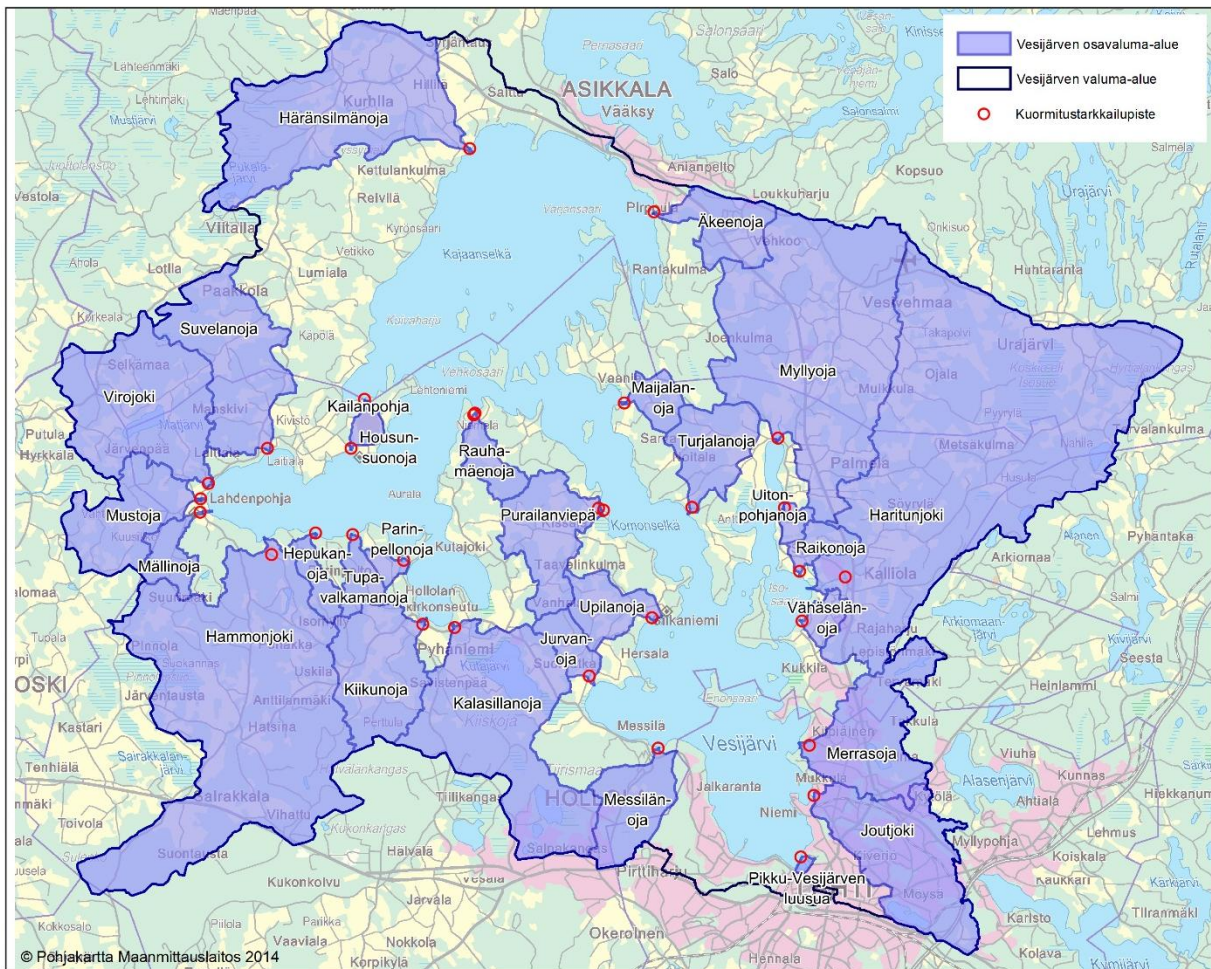
Vesijärvi on suuri Kymijoen vesistöalueeseen kuuluva järvi Etelä-Suomessa. Se rajoittuu lännessä ja idässä Hollolan ja pohjoisessa Asikkalan kuntiin sekä etelässä Lahden kaupunkiin ja laskee Etelä-Päijänteeseen Vääksynjokea ja -kanavaa pitkin. Järvi jakautuu useaan salmien ja matalikkojen erottamaan altaaseen, joista suurimmat ovat Enon-, Kajaan-, Komon-, ja Laitialanselkä. Vesijärvi on jaettu kahteen vesimuodostumaan: Vaaniansalmen eteläpuoli kuuluu Vesijärvi 1- ja pohjoispuoli Vesijärvi 2-vesimuodostumaan. Molemmat vesimuodostumat kuuluvat pintavesityyppiin suuret vähähumuksiset järvet (SVh). Uusimman (v. 2013) luokittelun mukaan molemmat osa-alueet ovat tyydyttävässä tilassa, kun aiemman luokittelun mukaan pohjoisosa oli hyvässä tilassa. Tilaluokan muutos johtui pääasiassa luokittelumenetelmän kehittymisestä. Vesijärven pinta-ala on 111 km², mikä on poikkeuksellisen paljon, noin 21 % sen valuma-alueen pinta-alasta (515 km²). Siitä noin 50 % on metsää, 24 % viljeltyä maata, 7 % suota ja 19 % asutettua aluetta (Keto ym. 2010). Järven kokoon nähden pienen valuma-alueen vuoksi Vesijärvi on haavoittuva ihmistoiminnan aiheuttamalle haitta-ainekuormitukselle, ja sillä onkin pitkä likaantumisen- ja kunnostushistoria. Toisaalta pieni valuma-alue tekee siitä luontaisesti kirkasvetisen ja helpottaa hajakuormituksen vähentämistä.

Vielä 1900-luvun alussa Vesijärvi oli tunnettu kirkkaista vesistään. Järven rehevöityminen seuraavina vuosikymmeninä oli seurausta Lahden kaupungin kasvamisen myötä lisääntyneistä teollisuuden ja asutuksen jätevesien määristä. Ensimmäiset syanobakteeripitoisen järviveden aiheuttamat karjakuolemat havaittiin vuonna 1928. Vesijärvi oli 1960- ja 1970-luvuille mentäessä yksi Suomen rehevöityneimmistä järvistä, jota myrkyllisten sinilevien massaesiintymät vaivasivat ympäri vuoden. Jätevesikuormitusten poisto 1976 uuden jätevedenpuhdistamon käyttöönoton ja kaupungin vesien Porvoonjokeen johtamisen myötä sekä eri järvikunnostusmenetelmien (mm. ravintoketjukunnostuksen tehopyynti 1989 alkaen ja talvisaikainen hapetus 1979–1984) käyttö mahdollistivat Vesijärven tilan kohentumisen 1960-luvun lopun tasolle 1990-luvun alkuvuosiin mennessä. (Kairesalo ja Vakkilainen 2004) Vuoden 1997 jälkeen järven tila alkoi uudelleen heiketä mm. parantuneen vedenlaadun myötä lisääntyneen rantarakentamisen ja hulevesikuormituksen sekä kesäisten jäähdytysvesikuormien lisääntymisen seurauksena. Vuosina 2002–2007 toteutetussa Vesijärvi II – projektissa järven ulkoista kuormitusta vähennettiin ja vedenlaatua parannettiin mm. rakentamalla pahimmin kuormittaviksi arvioituihin ojiin laskeutusaltaita ja kosteikkoja sekä perustamalla peltoalueiden ja vesiuomien välisiä suojavyöhykkeitä. Projektin aikana myös jatkettiin järven hoitokalastusta. (Keto ym. 2010) Vuonna 2007 perustettiin Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö rahoittamaan alueen vesienhoitotoimia. Vuosina 2008–2015 toteutettu Vesijärven lasku-uomien seuranta on osa Vesijärvisäätiön ja Lahden seudun ympäristöpalveluiden laatimaa, alueen vesistöjen hoitoon keskittyvää Vesijärvi-ohjelmaa.

Viimeisimmässä ekologisessa luokittelussa käytettyjen vesinäytetietojen mukaan Vesijärven keskimääräiset ravinnepitoisuudet olivat fosforille 27,3 µg/l typelle 430,2 µg/l. Vesijärven pintavesityypille (SVh) määritettyjen raja-arvojen mukaan hyvän ja tyydyttävän pintavesiluokan raja-arvot ovat fosforille 18 µg/l ja typelle 500 µg/l, joten fosforipitoisuuden perusteella Vesijärvi on edelleen selvästi rehevöitynyt järvi. Pintavesityypin vertailuololoissa (luonnontilainen järvi) vastaavat vertailuarvot ovat fosforille 8 µg/l ja typelle 350 µg/l. Vesijärven 12 lasku-uomasta vuosina 2002–2005 otettujen vesinäytteiden perusteella Vesijärven valuma-alueen pinta-alapainotettu ominaisravinnekuormitus on arvioitu noin 0,19 kg P/ha/a ja 6,0 kg N/ha/a (Keto 2008). Kaikista kuormituslähteistä Vesijärveen tuleva vuotuinen kokonaiskuormitus on vuonna 2010 arvioitu ominaiskuormitusarvojen, ympäristöhallinnon VEPS-kuormitusmallin sekä ilmaperäisten laskeumamittausten avulla noin 12 970 kg fosforin ja 360 200 kg typen osalta (Autio ja Malin 2010).

3. Vesijärven lasku-uomien seuranta 2008–2015

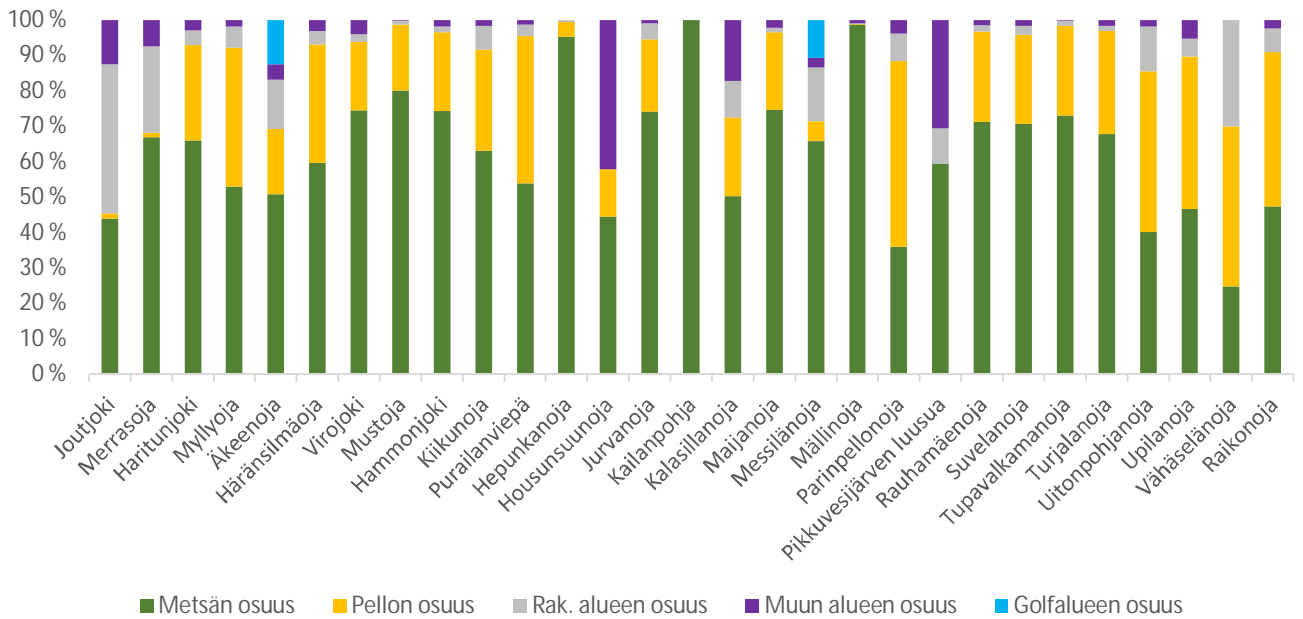
Vuosina 2008–2015 seurannassa olivat mukana suurimmat Lahden, Asikkalan ja Hollolan alueilta Vesijärven laskevat joet ja ojat (kuva 1). Näiden yhteenlaskettujen valuma-alueiden pinta-ala on noin 280 km², josta noin 64 % on metsää, 25 % peltoa, 7 % rakennettua aluetta ja 4 % muuta maankäyttöä. Yhteen laskettuna tarkkaintujen lasku-uomien valuma-alue kattaa 71 % Vesijärven yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta.



Kuva 1. Vuosina 2008 – 2015 seurannassa mukana olleet Vesijärven lasku-uomat, niiden valuma-alueet sekä seuranta- ja näyttien näytteenottoaikat.

Suurimmat yksittäiset valuma-alueet kuuluvat Haritunjoelle (5 750 ha), Hammonjoelle (4 240 ha) sekä Myllyjoelle (3 210 ha). Keskimääräinen valuma-aluekoko on 934 ha. Suurin osa tarkkailluista Vesijärven laskevista uomista on valuma-alueeltaan metsävaltaisia. Poikkeuksen muodostavat peltovaltaiset Parinpellonoja, Uitonpohjan oja ja Vähäselän oja. Housunsuonojan valuma-alueesta kolmannes on suo- ja kosteikkoaluetta. Pääosin Lahden kaupunkialueella sijaitsevasta Joutjoen valuma-alueesta 44 % on metsää ja 42 % rakennettua aluetta. Vesijärven yläpuolisella valuma-alueella on kaksi golfkenttää: Asikkalan itäpuolella sijaitseva Kanavagolfin kenttä Äkeenojan valuma-alueella sekä Messilägolfin kenttä Hollolan koillispuolella Messilänojan valuma-alueella. Valuma-alueiden maankäyttöjakaumat on esitetty kuvassa 2.

Vesijärven lasku-uomien maankäyttö



Kuva 2. Tarkkailtujen Vesijärven lasku-uomien maankäyttöjakaumat.

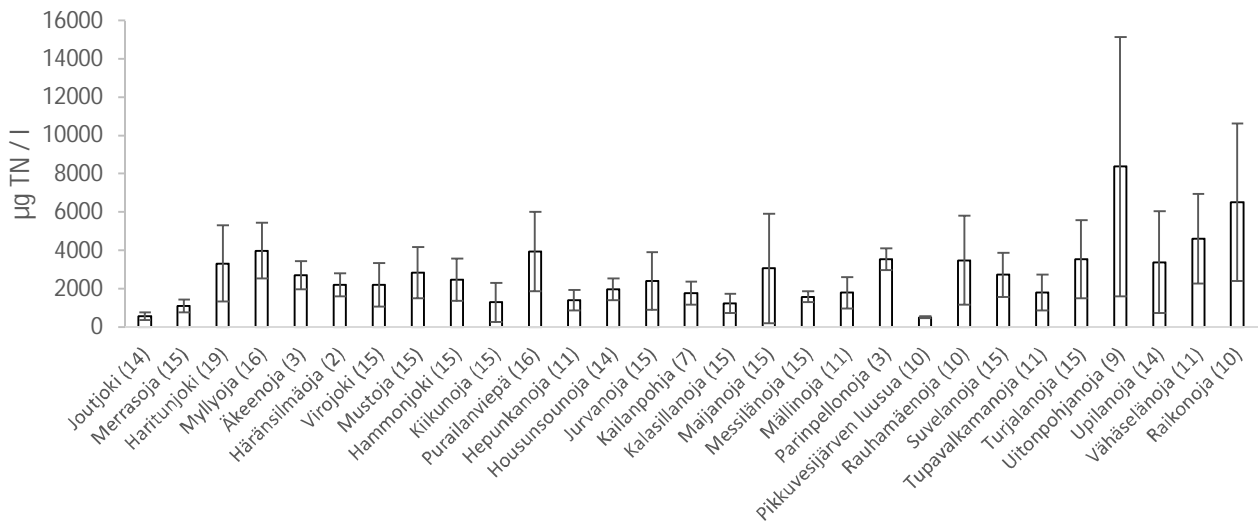
Seuratuista lasku-uomista haettiin vesinäytteet kuvassa 1 esitetyistä näytteenottopaikoista 2-4 kertaa vuodessa keväisin ja syksyisin. Näytteenottokierrokset pyrittiin ajoittamaan sadejaksoille. Näytteenoton toteuttivat Lahden seudun ympäristöpalvelut ja näytteiden analysoinnin Ramboll Analytics Oy.

3.1 Ravinteet

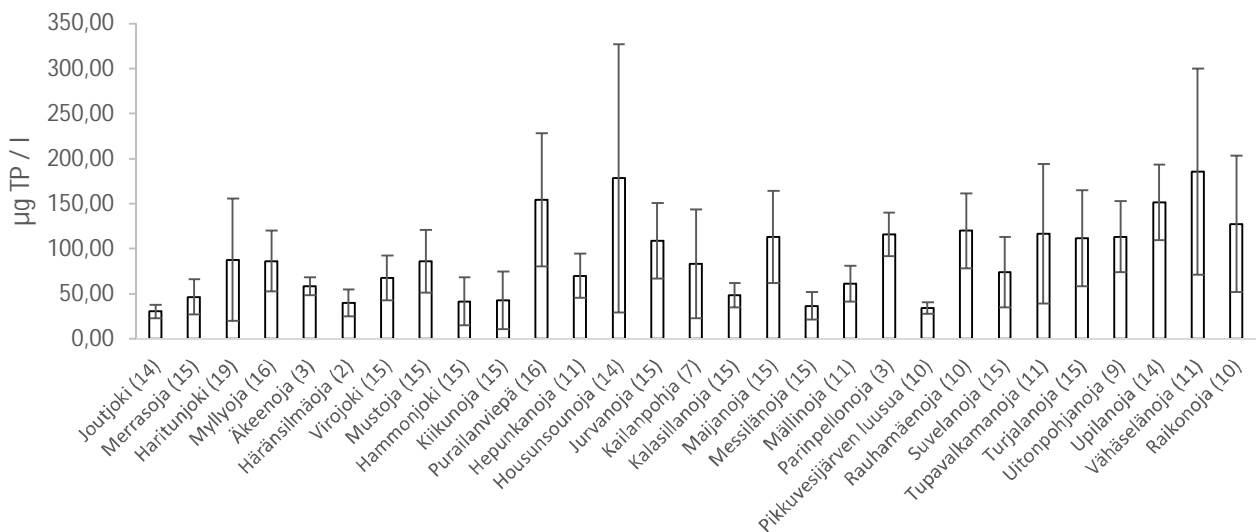
Lasku-uomista otetuissa seurantanäytteissä oli suurta hajontaa sekä kokonaistyyppi- että fosforipitoisuuksien osalta (kuvat 3 ja 4). Suuri hajonta kuvastaa ravinnehuuhtoumassa esiintyvää huomattavaa mm. ilmasto-oloista, maankäytön muutoksista sekä metsän- ja pellonhoitotoimenpiteistä johtuvaa vuosittaista ja vuodenaikaista vaihtelua. Yksittäisten näytteiden ravinnepitoisuudet sekä suolistoperäisten bakteerien määrät on taulukoitu liitteessä 1.

Seurantajakson suurimmat yksittäiset tyypipitoisuudet mitattiin Uitonpohjan ojasta (26 000 µg/l, lokakuu 2013), Raikonojasta (18 000 µg/l, syyskuu 2011) sekä Purailanviepän laskeutusallasketjun yläpuolelta (12 000 µg/l, syyskuu 2011). Suurimmat fosforipitoisuudet mitattiin Housunsuonojasta (560 µg/l, lokakuu 2014), Vähäselän ojasta (400 µg/l, lokakuu 2013) sekä Purailanviepän laskeutusallasketjun alapuolelta (390 µg/l, lokakuu 2009). Joutjoesta mitatut kokonaisfosfori- ja tyypipitoisuudet ovat alhaisia huomioiden sen valuma-alueen sijainnin pääosin Lahden rakennetulla kaupunkialueella; aikaisempien selvitysten ja tutkimusten perusteella (Järvinen 2007; Niukkanen 2008; Autio 2010; Sillanpää 2013; Valtanen ym. 2014a, b, c) siellä muodostuu luonnonhuuhtoumaa korkeampaa ravinnekuormitusta. Mahdollisia kuormituslähteitä rakennetuilla alueilla ovat esim. viheralueiden lannoitus, hulevesien mukana kulkeutuva ilmaperäinen laskeuma sekä poikkeuksellisen kovien sateiden aikana mahdollisesti tapahtuvat jätevesiviemärien ylivuodot. Todennäköinen syy Joutjoen suulta mitattuihin alhaisiin ravinnepitoisuuksiin on Kymijärven voimalaitokselta jokeen johdettujen jäähdytysvesien aiheuttama pitoisuuksien laimentuminen mikä peittää hulevesien

sisältämät korkeammat fosforipitoisuudet. Vuonna 2014 Kymijärven voimalaitokselta johdettiin Joutjokeen 74,6 milj. m³ jäähdytysvesiä (Ramboll Analytics Oy 2015).



Kuva 3. Vesijärven laskevista uomista 2008–2015 mitatut keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet (µg TN/l) ja niitä vastaavat keskihajonnat. Suluissa analysoitujen näytteiden lukumäärät.



Kuva 4. Vesijärven laskevista uomista 2008–2015 mitatut keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet (µg TP/l) ja niitä vastaavat keskihajonnat. Suluissa analysoitujen näytteiden lukumäärät.

Aikaisempien selvitysten mukaan Vesijärveä eniten kuormittavan ja myös valuma-alueeltaan suurimman yksittäisen lasku-uoman eli Haritunjoen seurantanäytteiden keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus seurantajakson aikana oli 3 300 µg/l (vaihteluväli 900 – 9 700 µg/l) ja kokonaisfosforipitoisuus 88 µg/l (vaihteluväli 30 – 320 mg/l). Sen pintavesityypille (Pk) raja-arvot välttävälle ja huonolle pintavesiluokalle ovat tyypelle 2 400 µg/l ja fosforille 85 µg/l joten Haritunjoki näyttäisi kuuluvan sekä typen että fosforin osalta huonoon pintavesiluokkaan. Luonnontilaisen pintaveden vertailuarvot sen pintavesityypille ovat tyypelle 335 µg/l ja fosforille 15 µg/l. Otetut seurantanäytteet edustavat kuitenkin pääasiassa kevään ja syksyn virtaamahuippuja, minkä lisäksi niiden sisäinen vaihtelu on suurta. On mahdollista että ympärivuotinen seuranta tuottaisi alhaisemmat keskimääräiset ravinnepitoisuudet.

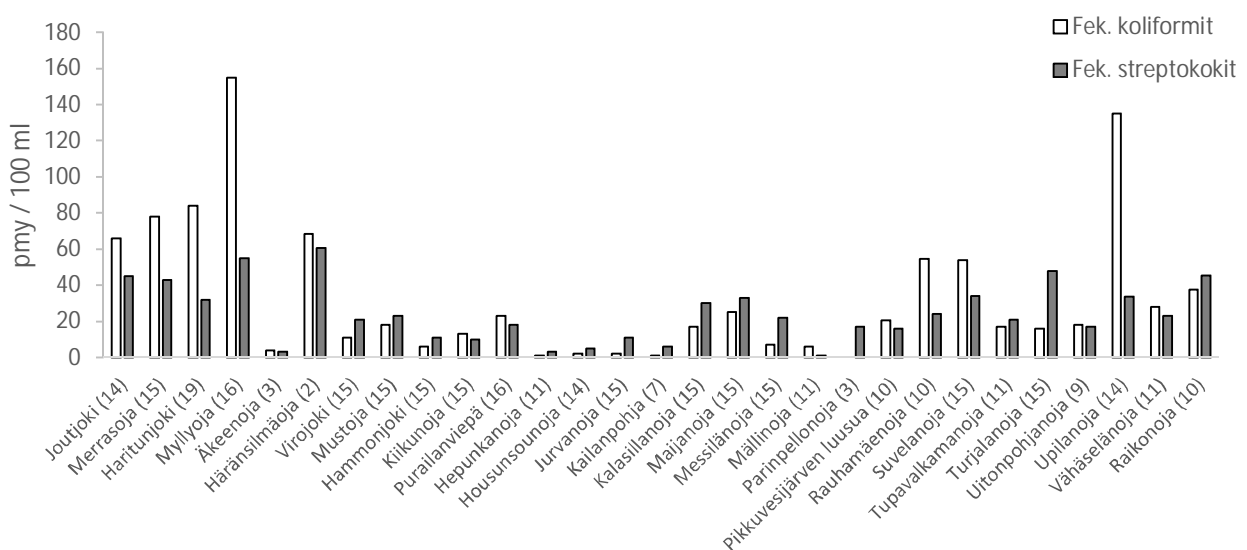
Purailanviepän allasketjuun tulevasta ja lähtevästä vedestä otetuissa näytteissä oli paljon vaihtelua sekä typpi- että fosforipitoisuuksien osalta. Pitoisuudet ovat kuitenkin pääosin olleet korkeampia allasketjun alapuolella, typen kohdalla 11 ja fosforin 13 kertaa kaikkiaan 16 analysoidusta näytteestä.

3.2 Veden hygieeninen laatu

Vesijärveen laskevien jokien ja ojien veden hygieenistä laatua tutkittiin analysoimalla suolistoperäisten (fekaalisten) koliformien ja streptokokkien määriä. Ne eivät välttämättä ole itsessään tauteja aiheuttavia, mutta niitä kuitenkin esiintyy yleisesti ihmisten ja eläinten ulosteissa. Tästä syystä niitä käytetään indikaattoreina muiden patogeenisten bakteerien, virusten ja alkueläinten läsnäololle, koska niiden yksittäinen määrittäminen vesinäytteistä on hankalaa, aikaa vievää ja kallista. Suolistoperäisiä bakteereja ei saisi esiintyä lainkaan juoma- ja talousvedessä, kasteluvedessä streptokokkeja enintään 200 pesäkettä muodostavaa yksikköä (pmy)/100ml (EVIRA 2015). Uimavedessä raja-arvot ovat Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (177/2008) mukaan yleisten uimarantojen kohdalla suolistoperäisille enterokokeille (erotettu suolistoperäisistä streptokokeista omaksi alaryhmäkseen) 330 pmy/100ml.

Joitakin suolistoperäisiksi koliformeiksi luokiteltavia bakteereita kuitenkin esiintyy myös luonnossa, minkä vuoksi pelkästään niitä tarkastelemalla ei voida varmuudella todeta ulosteperäistä saastumista. Suolistoperäisiä streptokokkeja puolestaan esiintyy tyypillisesti enemmän eläinten kuin ihmisten ulosteissa, joten vertaamalla niiden ja suolistoperäisten koliformien määriä voidaan suunta-antavasti päätellä onko kyse ihmis- vai eläinperäisestä kuormituksesta. Tällainen vertailu ei kuitenkaan ole luotettavaa ilman lisätutkimuksia, koska suolistoperäisiksi luokiteltavien streptokokkien eri alalajien eliniät luonnossa vaihtelevat huomattavasti ja jotkin niistä saattavat säilyä luonnonvesissä hyvinkin pitkiä aikoja.

Seurantajakson aikana tarkkailtujen jokien ja ojien veden hygieeninen laatu oli pääosin hyvä (kuva 5). Lähes kaikissa niistä esiintyi ajoittain keskimääräistä korkeampia määriä bakteereita, erityisesti Myllyjoella sekä Upilanojalla.



Kuva 5. Suolistoperäisten koliformien ja streptokokkien keskimääräinen runsaus mediaaniarvona (pmy/100 ml) Vesijärveen laskevissa uomissa 2008–2015. Suluissa analysoitujen näytteiden lukumäärät.

Huomattavan paljon normaalia runsaampia bakteerimääriä esiintyi lähes kaikilla näytteenottopaikoilla syyskuussa 2011, todennäköisesti koko kesän jatkuneen poikkeuksellisen lämpimän ja sateisen sään vuoksi. Suolistoperäisiä koliformeja esiintyi paljon streptokokkeja suurempina määrinä erityisesti Haritunjoella, Myllyojalla sekä Upilanojalla, mikä mahdollisesti viittaa eläinperäisten kuormituslähteiden olemassaoloon niiden valuma-alueilla. Päinvastainen tilanne on ollut Turjalanojalla, jossa suolistoperäisten streptokokkien määrät olivat keskimäärin koliformeja korkeampia.

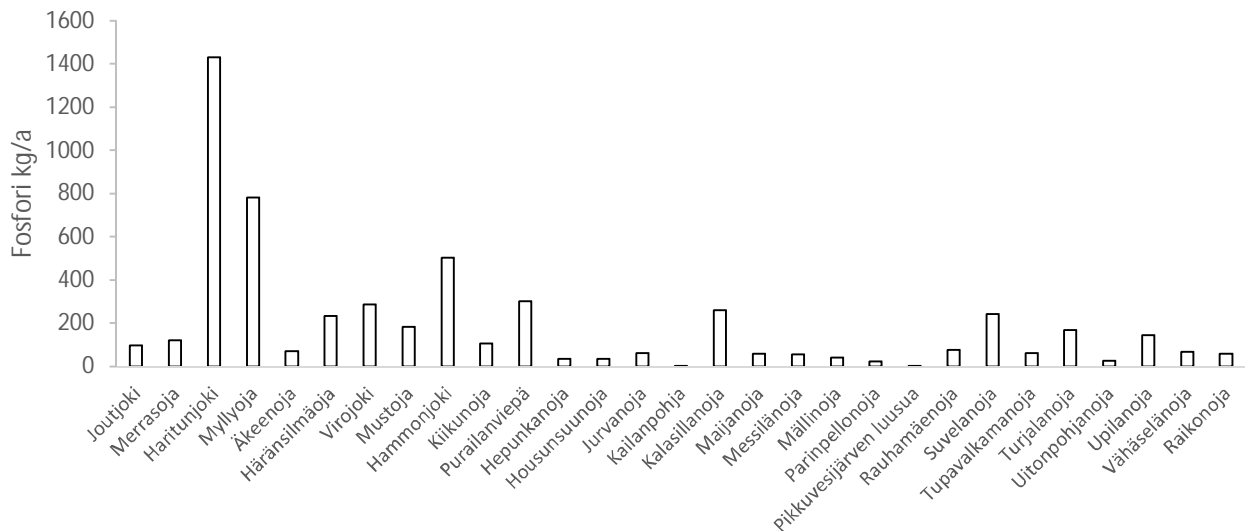
4. Ravinnekuormitusten arviointi seurantatulosten perusteella

Vesijärveen tarkkailtujen lasku-uomien kautta tuleva vuotuinen ravinnekuormitus arvioitiin niistä mitattujen keskimääräisten typpi- ja fosforipitoisuuksien sekä alueen vuotuista sadantakeskiarvoa vastaavan laskennallisen valunnan perusteella. Valunnan määrän arvioimiseksi määritettiin lasku-uomien valuma-alueet sekä niiden sisäinen jakautuminen valunnan muodostumisen kannalta merkittäviin maankäyttöluokkiin. Valuma-alueiden maankäyttökategorien määrittämisessä hyödynnettiin CORINE-maankäyttöaineistoa. Tarkkailun ulkopuolelle jääneeltä Vesijärven yläpuoliselta valuma-alueelta tuleva ravinnekuormitus arvioitiin tarkkailluille valuma-alueille määritettyjen keskimääräisten pinta-alapainotettujen kuormitusarvojen avulla. Mitatussa vedenlaatuaineistossa esiintyvistä suuresta vaihtelusta sekä valunnan arviointiin liittyvästä epävarmuudesta johtuen lyhyttä ajanjaksoa edustava ravinnekuormitusten arviointi jää väistämättä suuruusluokkatasolle (Tattari *ym.* 2015). Esitetyt arviot ovat suuntaa-antavia ja edustavat parhaiten pidemmän aikajänteen keskimääräistä kuormitustasoa.

Fosforille ja typelle esitettyjä pinta-alapainotettuja ominaiskuormitusarvoja voidaan suuruusluokkatasolla verrata eri maankäyttömuodoille määritettyihin keskimääräisiin kuormitusarvoihin. Suomessa Tattari *ym.* (2015) ovat koonneet tietoja SYKEN VAHTI-tietojärjestelmästä, kirjallisuuslähteistä sekä KUSTAA-työkälun (Launiainen *ym.* 2014) avulla. Niiden pohjalta kokonaisfosforin keskimääräinen ominaiskuormitus on 0,47 kg/ha/a metsätalousalueille, 1,10 kg/ha/a maatalousalueille ja 0,05 kg/ha/a luonnonhuuhtoumalle. Kokonaistypen vastaavat ominaiskuormitusluvut ovat samojen lähteiden mukaan 5,8 kg/ha/a metsätalousalueille, 15,0 kg/ha/a maatalousalueille ja 1,3 kg/ha/a luonnonhuuhtoumalle.

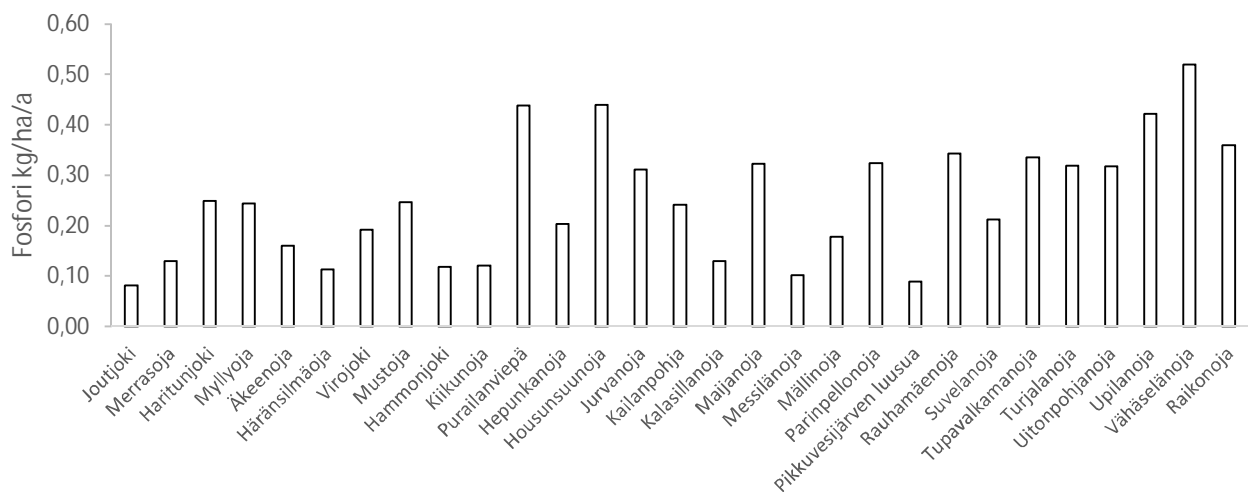
4.1 Fosforikuormitus

Vesijärveen tarkkailtujen lasku-uomien kautta tuleva vuotuinen fosforikuorma on arviolta 5 530 kg P/a. Arvioidun fosforikuormituksen jakautuminen eri lasku-uomien välille on esitetty kuvassa 6. Uomista suurimpia yksittäisiä kuormittajia olivat Haritunjoki (1 420 kg P/a), Myllyoja (780 kg P/a) sekä Hammonjoki (500 kg P/a).



Kuva 6. Vesijärveen laskevien jokien ja ojien mukanaan tuoma arvioitu vuosittainen fosforikuorma (kg P/a).

Lasku-uomille määritetyt pinta-alapainotetut kokonaisfosforin ominaiskuormitusluvut vaihtelivat 0,52 (Vähäselän oja) 0,09 kg/ha/a (Pikkuvesijärven luusua, kuva 7). Keskimääräinen kokonaisfosforin ominaiskuormitus kaikille tarkkailluille lasku-uomille oli 0,25 kg/ha/a, joka on alhaisempi kuin Vesijärvi II – projektissa (Keto 2008) 2002–2005 kahdestatoista Vesijärven lasku-uomasta määritettyjen ominaiskuormitusarvojen keskiarvo 0,30 kg/ha/a. Kokonaisfosforin ominaiskuormitusarvot olivat suurempia kuin luonnonhuuhtoumalle määritetty 0,05 kg/ha/a (Tattari ym. 2015) kaikilla lasku-uomilla.

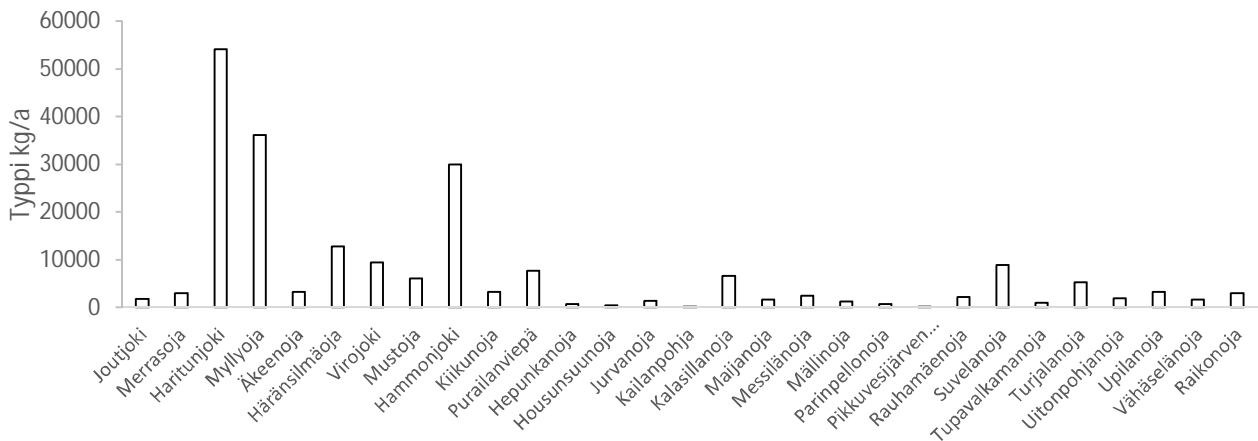


Kuva 7. Vesijärveen laskevien jokien ja ojien mukanaan tuoma arvioitu vuosittainen fosforikuorma suhteutettuna niiden valuma-alueiden kokoon.

Keskimääräisen pinta-alapainotetun ominaiskuormituksen mukaan laskettuna tarkkailun ulkopuolella olevalta Vesijärven yläpuoliselta valuma-alueelta tulee vuosittain noin 2 450 kg fosforikuormitusta. Kun tähän lisätään ilmaperäinen fosforikuormitus 2 130 kg P/a (Autio ja Malin 2010) sekä arvioitu hulevesikuorma Lahden kaupunkialueelta 1 525 kg P/a (Järveläinen ym. 2015) on Vesijärveen kaikista lähteistä tuleva ulkoinen fosforikuormitus arviolta 11 640 kg P/a. Tämä on noin 1 300 kg P/a alhaisempi kuin Aution ja Malinin (2010) arvio 12 970 kg P/a.

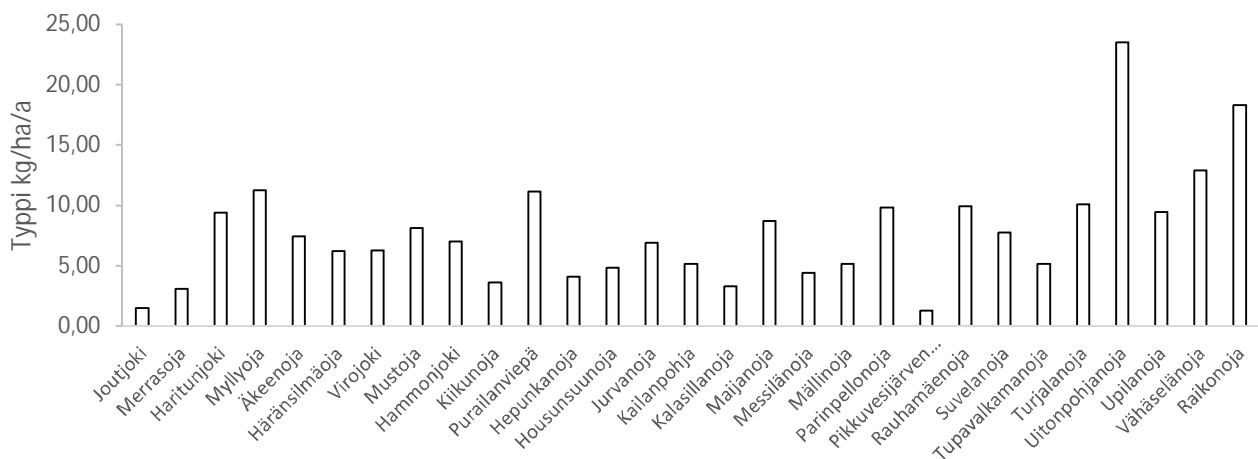
4.2 Typpikuormitus

Vesijärveen tarkkailtujen lasku-uomien kautta tuleva vuotuinen typpikuorma on arviolta noin 209 000 kg/a. Suurin arvioitu kuormitus tulee Haritunjoesta (54 100 kg N/a), Myllyojasta (36 150 kg N/a) sekä Hammonjoesta (29 900 kg N/a). Kuormituksen jakautuminen eri lasku-uomien välille on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Vesijärven lasku-uomien mukanaan tuoma arvioitu vuosittainen typpikuorma (kg N/a).

Lasku-uomille määritetyt pinta-alapainotetut typen ominaiskuormitusluvut vaihtelivat 23,5 (Uitonpohjan oja) 1,3 kg/ha/a (Pikkuvesijärven luusua, kuva 9). Keskimääräinen typen ominaiskuormitus oli 7,8 kg/ha/a, joka on hieman korkeampi kuin Vesijärvi II – projektissa (Keto 2008) 12 lasku-uoman keskimääräinen 7,18 kg N/ha/a. Kokonaistypen ominaiskuormitusarvot olivat suurempia kuin luonnonhuuhtoumalle määritetty 1,3 kg/ha/a (Tattari ym. 2015) kaikilla lasku-uomilla.



Kuva 9. Vesijärveen laskevien jokien ja ojien mukanaan tuoma arvioitu vuosittainen typpikuorma suhteutettuna niiden valuma-alueiden kokoon.

Keskimääräisen pinta-alapainotetun ominaiskuormituksen mukaan laskettuna tarkkailun ulkopuolella olevalta Vesijärven yläpuoliselta valuma-alueelta tulee vuosittain noin 76 400 kg typpikuormitusta. Kun tähän lisätään ilmaperäinen typpikuormitus 52 400 kg/a (Autio ja Malin 2010) sekä arvioitu hulevesien typpikuorma Lahden kaupunkialueelta 11 870 kg N/a (Järveläinen ym. 2015) on Vesijärveen kaikista lähteistä tuleva

ulkoinen typpikuormitus arviolta noin 349 700 kg/a. Tämä arvio on hieman alhaisempi kuin Aution ja Malinin (2010) esittämä 360 200 kg N/a.

5. Ravinnekuormitustason kehitys

Vesijärveen sen lasku-uomista päätyvän ravinnekuormituksen jakautumista eri maankäyttömuotojen kesken voidaan karkealla tasolla arvioida vertaamalla eri lasku-uomien maankäyttöjakaumia ja niitä vastaavia arvioituja ravinnehuuhtoumia. Käytettävissä olevan aineiston perusteella ei kuitenkaan voida täsmällisesti määrittää eri päästölähteiden osuutta kokonaiskuormituksesta. Seurantanäytteiden perusteella määritettyjen ominaiskuormitusarvojen ja lasku-uomien maankäytön jakautumisen välillä ei yleisellä tasolla myöskään ole havaittavissa selkeää yhteyttä.

Tarkastelemalla jo vuosina 2002–2005 seurannassa olleiden lasku-uomien arvioiduissa ravinnehuuhtoumissa tapahtuneita muutoksia nykytilanteeseen verrattuna voidaan arvioida ravinnekuormituksen kehitystä eri näytteenottojaksojen välillä. Taulukossa 1 on esitetty vertailukelpoisten lasku-uomien ominaiskuormitusarvot vuosien 2002–2005 (Keto 2007) sekä 2008–2015 seurantanäytteiden mukaan.

Fosforin ominaiskuormitusarvot ovat pienentyneet yhdeksällä yhdestätoista taulukon 1 lasku-uomasta. Typen kohdalla ominaiskuormitus on noussut kuudella ja laskenut viidellä lasku-uomalla. Keskimäärin kuormitusarvot ovat olleet fosforin osalta noin 24 % alhaisempia ja typen osalta noin 4 % korkeampia verrattuna vuosien 2002–2005 tasoon.

Taulukko 1. Vuosina 2002–2005 ja 2008–2015 seurannassa olleiden Vesijärven lasku-uomien ominaiskuormitusarvot typelle ja fosforille (kg/ha/a) sekä niiden välinen muutos (%) eri näytteenottojaksojen välillä.

	Fosfori (kg/ha/a)		Muutos (%)	Typpi (kg/ha/a)		Muutos (%)
	2002–2005	2008–2015		2002–2005	2008–2015	
Joutjoki	0,47	0,08	-82,64	10,30	1,53	-85,12
Merrasoja	0,16	0,13	-19,25	3,30	3,10	-6,11
Haritunjoki	0,20	0,25	24,49	7,80	9,40	20,56
Myllyoja	0,37	0,24	-34,04	5,00	11,28	125,51
Äkeenoja	0,15	0,16	6,97	6,10	7,47	22,45
Häränsilmäoja	0,19	0,11	-40,49	5,90	6,22	5,41
Virojoki	0,19	0,19	0,68	4,60	6,29	36,64
Mustoja	0,77	0,25	-67,95	13,90	8,16	-41,32
Hammonjoki	0,10	0,12	18,64	6,20	7,05	13,65
Kiikunoja	0,17	0,12	-28,63	5,60	3,64	-34,93
Purailanviepä	0,75	0,44	-41,66	12,10	11,15	-7,87

Eriyisen voimakas ominaiskuormitusarvojen lasku on havaittavissa Joutjoen kohdalla sekä typen että fosforin osalta. Tämä johtuu siitä että vuosien 2002–2005 kuormituksen laskennassa otettiin vuosittaisen virtaaman määrittämisessä huomioon Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvedet minkä seurauksena ominaiskuormitusarvot olivat vastaavasti korkeampia kuin vuosien 2008–2015 vastaavat. Toisaalta samat jäähdytysvedet ovat aiheuttaneet ravinnepitoisuuksien laimentumista joen alajuoksulla joten myöskään uudempien seurantanäytteiden mukaan laskettu alhaisempi ominaiskuormitus ei edusta todellista tilannetta Joutjoen valuma-alueella. Joutjoesta Vesijärveen kulkeutuva ravinnekuormitus on maankäyttökohtaisten

hulevesien haitta-ainepitoisuuksien ja vuosittaisen laskennallisen valunnan perusteella arvioitu fosforin osalta noin 670 kg/a ja typen osalta 5 530 kg/a (Järveläinen *ym.* 2015). Näitä arvioita vastaavat ominaiskuormitusluvut ovat fosforille 0,61 kg/ha/a ja typelle 5,01 kg/ha/a.

5.1 Maatalous

Maatalous on maamme suurin vesistöjen typpi- ja fosforikuormituksen lähde. SYKEN arvion mukaan sen osuus kaikesta ihmisen aiheuttamasta fosforikuormituksesta on ollut vuonna 2013 noin 57 % ja typpikuormituksesta noin 47 %. Maatalouden vesistökuormitusta on 1990-luvulta lähtien pyritty systemaattisesti vähentämään mm. erilaisten ympäristötukijärjestelmien avulla. Koko maassa yli 90 % maataloista ja peltoalasta on sitoutunut ympäristötukijärjestelmään, ja maanmuokkauksen muutokset sekä hehtaarikohtaisen mineraalilannoituksen väheneminen ovat olleet huomattavia. Ravinnetaseilla mitattuna maatalouden fosforikuormituspotentiaali on vähentynyt typen vastaavaa voimakkaammin: maatalousalueiden keskimääräinen typpitase oli vuonna 1990 Suomessa 94 kg/ha, 1995–1999 noin 72 kg/ha, 2000–2006 noin 57 kg/ha ja 2007–2012 noin 47 kg/ha. Fosforitaseen vastaavat arvot ovat: 28,6; 12,3; 7,1 ja 2,9 kg/ha (Aakkula *ym.* 2014). Keskimäärin vähentyneen mineraalilannoituksen voi olettaa näkyvän myös pienentyneinä ominaiskuormitusarvoina maatalousvaltaisilla valuma-alueilla.

Vuosina 2002–2005 tarkkailluista lasku-uomista eniten peltoalaa on Haritunjoella (15,49 km², 27 % valuma-alueesta), Myllyojalla (12,59 km², 39 %), Häränsilmäojalla (6,91 km², 33 %) sekä Purailanviepässä (2,86 km², 42 %). Myllyoja ja Haritunjoki sisältävät myös vuosien 2008–2015 seurannassa mukana olevista lasku-uomista eniten peltoalaa. Fosforin osalta kolmella neljästä edellä mainitusta valuma-alueesta ominaiskuormitus oli laskenut verrattuna vuosien 2002–2005 seurantanäytteiden perusteella määritettyihin ominaiskuormituslukuihin (Keto 2007). Typen kohdalla kuormitus oli kasvanut kolmella valuma-alueella neljästä (taulukko 1.). Vuonna 2011 toteutettu Haritunjokeen laskevien Korvenpuron ja Nahilanojan uomien perkaaminen peruskuivatushankkeen yhteydessä on nostanut joesta vuosien 2011 ja 2012 seurantanäytteistä määritettyjä fosforipitoisuuksia (ks. liite 1.).

Syitä typen ominaiskuormituksen kasvuun Haritunjoella, Myllyojalla ja Häränsilmäojalla on olemassa olevan aineiston pohjalta vaikea määrittää. Yleisellä tasolla typpipitoisuudet ovat Suomessa viime vuosina keskimäärin kasvaneet maatalousvaltaisten valuma-alueiden pienissä järvissä ja joissa kuormituksen vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä huolimatta. Myös hajakuormituksen typpipäästöt ovat Suomessa keskimäärin kasvaneet vuodesta 1995 lähtien. (SV2 Typpikuormitus 25.9.2014) Maatalouden typpilannoitusmäärät eivät kuitenkaan ole yleisellä tasolla enää vähentyneet viime vuosien aikana (Aakkula *ym.* 2014).

5.2 Toteutetut valuma-alueiden kunnostustoimenpiteet

Vesijärvi II – projektin aikana 2002–2007 kuormitetuimmiksi arvioiduilla lasku-uomilla toteutettiin valuma-alueen kunnostustoimenpiteitä: Häränsilmäojalla tehtiin laskeutusaltaan kunnostustöitä maaliskuussa 2005, Mustojalla rakennettiin laskeutusaltaita sekä putkitettiin eroosioherkkää ojaa 2005 ja Purailanviepässä rakennettiin laskeutusaltaita ja kosteikko 2007. Kaikilla kolmella fosforin ominaiskuormitus oli yleisen trendin mukaisesti laskenut vuosien 2002–2005 tasoon verrattuna (taulukko 1). Typen ominaiskuormitus taas oli laskenut Purailanviepässä ja Mustojassa mutta kasvanut Häränsilmäojalla.

Toteutettujen kunnostustoimenpiteiden ravinteiden pidätyskyvyn arviointi on käytettävissä olevan aineiston pohjalta mahdollista ainoastaan Purailanviepässä, jossa mitattiin sekä laskeutusaltaisiin tulevan että niistä lähtevän veden ravinnepitoisuuksia. Valuma-alueella laskeneista ominaiskuormitusarvoista huolimatta Purailanviepän laskeutusallasketjun läpi kulkeeneen veden ravinnepitoisuudet ylittivät suurimmassa osassa näytteistä sen yläpuolelta otettujen näytteiden pitoisuudet, joten sen voidaan sanoa vapauttaneen enemmän typpeä ja fosforia kuin se on sitonut. Syinä Purailanviepän heikkoon ravinteiden pidätyskykyyn ovat todennäköisesti altaiden suhteellisen pieni tilavuus, siitä seuraava veden lyhyt viipymä ja ravinteita sitovan vesikasvillisuuden puute. Laskeutusallasketjua on vedenlaadun seurannan tulosten vuoksi kunnostettu heinäkuussa 2015. Kunnostuksessa ruopattiin altaisiin kertyneitä ravinteikkaita sedimenttejä pois sisäisen kuormituksen vähentämiseksi. Allasketjuun myös rakennettiin ohjuokusutusjärjestelmä, jonka avulla vähennetään ylivirtaamatilanteiden aiheuttamia huuhtoumia. Lisäksi kosteikon loppupäätä madallettiin, jolla toivotaan olevan kasvillisuutta lisäävä vaikutus. Kiintoaineen kerääntyminen laskeutusaltaisiin joen suuta ympäröivän järviolueen sijaan on myös saattanut ehkäistä sen umpeenkasvua. Valuma-alueella ominaiskuormitusarvojen laskeminen on todennäköisesti yleisen trendin mukaan seurausta maatalouden viljely- ja muokkauskäytäntöjen muutoksista, erityisesti hehtaarikohtaisen mineraalilannoituksen vähenemisestä.

Tarkasteltaessa ominaiskuormitusarvojen muutosta suhteessa yleiseen trendiin kolmen kunnostetun valuma-alueen kohdalla voidaan havaita fosforin kuormitusarvojen laskeneen niillä keskimäärin 50 % verrattuna kaikkien sekä vuosien 2002–2005 ja 2008–2015 seurannassa mukana olleiden lasku-uomien keskimääräiseen 24 % kuormitusarvojen laskuun. Typen osalta kuormitusarvot ovat kunnostetuilla valuma-alueilla laskeneet keskimäärin 15 % verrattuna keskimääräiseen 4 % nousuun kaikilla 2002–2005 valuma-alueilla. Fosforin ja typen ominaiskuormitusarvissa havaittujen muutosten ei voida käytettävissä olevan aineiston perusteella varmuudella sanoa johtuneen nimenomaan alueilla toteutetuista kunnostustoimenpiteistä. On myös mahdollista että erityisesti maatalouden fosforikuormitustason lasku on vaikuttanut voimakkaimmin juuri kuormitetuimmilla valuma-alueilla, minkä lisäksi useimpien lasku-uomien valuma-alueiden maatalousalueille perustetut suojavyöhykkeet vaikeuttavat ravinnepitoisuuksien ja ominaiskuormitusarvojen avulla tehtävää yksittäisten kunnostustoimenpiteiden tehokkuuden arviointia.

6. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen ja kasvuriskit

Edellä on käsitelty Vesijärvellä jo toteutettujen valuma-alueiden kunnostustoimenpiteiden vaikutusta sen ulkoiseen ravinnekuormitukseen sekä kuormitustasossa havaittuja muutoksia valuma-alueella. Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi eri maankäyttömuodoille tyypillisiä päästölähteitä sekä keinoja vähentää lasku-uomien mukana Vesijärveen tulevaa kuormitusta. Eri päästölähteiden suuruuden arviointi suhteessa Vesijärven kokonaiskuormitukseen ei ole käytettävissä olevan aineiston pohjalta mahdollista, sen määrittämiseen tarvitaan tarkempaa tutkimusta lähempänä päästölähteitä.

Vesijärvi on ekologisessa luokittelussa käytettyjen vesinäytetietojen mukaan fosforin osalta selvästi rehevöitynyt järvi. Suomen ympäristökeskuksen järvien kuormitusvaikutusmalli LLR:n (SYKE 2013) mukaan hyvään pintavesiluokkaan vaadittava Vesijärven ulkoinen fosforikuormitus olisi 29 kg/d eli noin 10 600 kg/a. Tähän pääseminen edellyttäisi ulkoisen fosforikuormituksen vähentämistä noin 8,5 % arvioidusta 11 590 kg/a. Vesijärvi II – projektin loppuraportissa (Keto 2008) sallittava fosforikuormitus puolestaan arvioitiin empiirisen pintakuormitusmallin avulla tasolle 7 530 kg/a. Tähän pääseminen edellyttäisi ulkoisen fosforikuormituksen vähentämistä noin 35 % nykytasosta. LLR-mallin lähtötiedoissa järven sisäinen fosforikuormitus on tosin arvioitu noin 50 % ulkoisesta kuormituksesta. Tämä on verrattain vähän suhteessa

esim. Enonselällä suoritettuihin tutkimuksiin (Horppila ja Niemistö 2010), joiden perusteella sisäinen kuormitustaso on merkittävästi ulkoista kuormitusta korkeampi, mikä todennäköisesti heijastuisi myös LLR-mallin tuloksiin suurempana fosforikuormituksen vähennystarpeena.

6.1 Maa- ja metsätalous

Maatalouden vesistökuormitus on seurausta peltoviljelystä ja karjataloudesta. Maa- ja metsätalousministeriön keväällä 2014 julkaisemassa kolmannen Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimuksessa (MYTVAS 3, 2008–2014) maatalouden ravinnekuormituksen perusongelmaksi tunnistettiin kotieläintuotannon ja kasvintuotannon eriytyminen toisistaan. Raportissa todetaan myös, että yleisellä tasolla maatalouden ympäristötoimenpiteiden tavoitteet, sisältö ja tukitasot tulee jatkossa entistä enemmän sovittaa ja räätälöidä alueellisesti, tuotantosuunnittain ja tilakohtaisesti. Kuormituksen vähentämiseen tähtäviä ympäristötoimenpiteitä voidaan toteuttaa joko pelloilla (viljely- ja muokkauskäytännöt), peltojen reunoilla (suojavyöhykkeet) tai peltojen ulkopuolella (kosteikot, laskeutusaltaat). Näiden ohjauksen pääasiallinen rahoituskeino Suomessa on vuodesta 1995 lähtien käytössä ollut maatalouden tukijärjestelmä, jossa viljelijät voivat saada korvausta toimenpiteistä jotka vähentävät maatalouden ympäristökuormitusta ja parantavat ympäristön laatua. Muokkaus- ja viljelykäytännön muutoksista merkittävimpiä ovat mineraalilannoituksen vähentäminen sekä syksyn maanmuokkauksen korvaaminen vähemmän intensiivisellä muokkauskäytännöllä. Myös uusien, tyypeä tehokkaammin hyödyntävien lajikkeiden käyttöönotolla voidaan vähentää mineraalilannoituksen tarvetta.

Metsätalouden vesistökuormitus on seurausta metsätaloustoimenpiteistä, jotka aiheuttavat eroosiota ja valuntamäärien lisääntymistä mistä puolestaan seuraa kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumista pintavesiin. Kiintoainekuormitusta aiheuttavia toimenpiteitä ovat kunnostusojitus, maanmuokkaus, uudistushakkuu ja energiapuun korjaus. Ravinnepäästöjä aiheutuu lähinnä hakkuista ja metsänlannoituksesta. (Tattari *ym.* 2015) Metsätaloudessa käytetään monia samoja vesiensuojelumenetelmiä kuin maataloudessa. Esimerkiksi toimenpidealueiden ja vesistön väliin jätettävät suojavyöhykkeet sekä veden puhdistukseen ja ravinteiden ja kiintoaineen pidättämiseen käytetyt kosteikot ja laskeutusaltaat ovat myös metsätaloudessa käytettyjä menetelmiä. Pintavalutuskentillä voidaan lisäksi vähentää kiintoaineen ja liuenneiden ravinteiden vapautumista vesistöihin.

Maatalouden osuus Vesijärven kokonaisfosforikuormituksesta on 3-jakovaiheen VEPS-kuormitusmallilla arvioituna 40 % ja metsätalouden 2 % (Keto 2008). Ravinnekuormituksen vähentämiseksi on Vesijärven yläpuolisella valuma-alueella etenkin maatalousalueilla toteutettu edellä mainittuja toimenpiteitä (luku 2). Uusia kosteikkoja rakennettaessa ja vanhoja kunnostettaessa on tärkeää varmistaa niille riittävä veden viipymä sekä ravinteiden pidättymisen kannalta ratkaisevan tärkeä riittävän tilava ja matala vesikasvillisuutta sisältävä alue.

Metsätaloudessa tulisi käyttää tämänhetkisiä parhaita vesiensuojelukäytäntöjä ja siten rajoittaa toimenpiteiden aiheuttamaa vesistökuormitusta. Tässä alan toimijoiden riittävä tiedottaminen ja muu yhteistyötoiminta on avainasemassa.

6.2 Haja-asutus

Haja-asutusalueilla syntyvät ympärivuotisessa käytössä olevien asuntojen jätevedet vastaavat yleisesti laadultaan taajamien vastaavia. Loma-asutuksen jätevesien laatu sitä vastoin vaihtelee paljon riippuen niillä

käytetyistä vesienkäsittelyratkaisuista ja asukkaiden vedenkäyttötottumuksista. Suurin osa loma-asutuksen jätevesistä on pesu- ja saunatilojen ns. harmaita jätevesiä, jotka eivät ole vesistöille yhtä kuormittavia kuin käymälöiden jätevedet. Vesijärvi II – projektin aikana vuosina 2003–2006 tarkastettiin kaikki Vesijärven yläpuolisen valuma-alueen hajakiinteistöt, yhteensä 4 614 kiinteistöä. Näistä 10 % täyttivät silloisen haja-asutuksen jätevesiasetuksen edellyttämät vaatimukset. Suurimmassa osassa kiinteistöjä jätevedet käsiteltiin saostuskaivojen kautta tai suoraan maahan imeyttämällä ja järjestelmiä voitiin pienillä parannuksilla saada tehokkaammiksi. Projektissa myös valistettiin alueen asukkaita oikean ja riittävän tehokkaan jätevesien käsittelyn eduista.

Käytettävissä olevan mittausaineiston perusteella ei voida suoraan arvioida kuinka suuri osuus lasku-uomien kautta tulevasta ravinnekuormituksesta on peräisin haja-asutuksesta. 3-jakovaiheen VEPS-kuormitusmallin mukaan haja-asutuksen osuus Vesijärven kokonaisfosforikuormituksesta on 24 % (Keto 2008). Haja-asutuksen jätevesien asianmukainen käsittely on pääasiallinen työkalu niiltä tulevan kuormituksen vähentämiseksi. Vähimmäisvaatimukset puhdistukselle ovat haja-asutuksen jätevesiasetuksen (209/2011) mukaan kokonaistypelle 30 %, kokonaisfosforille 70 % ja orgaaniselle aineelle 80 %. Lahdessa, Hollolassa ja Nastolassa pilaantumisen herkillä alueilla puhdistustehon tulee olla kokonaistypelle 40 %, kokonaisfosforille 85 % ja orgaaniselle aineelle 90 %. Käsittelytarpeet ja optimaaliset käsittelymenetelmät vaihtelevat kiinteistökohtaisesti riippuen mm. syntyvien jätevesien määrästä ja laadusta, etäisyydestä vesistöön ja talousvesikaivoihin, pohjaveden ylimmästä pinnasta sekä alueen maaperästä ja pinnanmuodoista.

6.3 Rakennetut alueet

Rakennetuilla alueilla vettä läpäisemättömät pinnat kuten kadut, parkkipaikat, katot ja jalkakäytävät estävät sade- ja lumien sulamisvesien imeytymisen maaperään. Syntynyt pintavalunta, jota kutsutaan rakennetuilla alueilla hulevedeksi, on tulvanhallinnallisista syistä pääsääntöisesti ohjattu sadevesiviemäriin tai ojiin ja sieltä edelleen vastaanottaviin vesistöihin. Hulevedet kuljettavat mukanaan rakennettujen alueiden vettä läpäisemättömille pinnoille kertyneet epäpuhtaudet. Niiden laatu vaihtelee paljon riippuen mm. tarkasteltavan alueen maankäytöstä ja valuma-alueen ominaisuuksista. Ravinnekuormituksen lähteitä hulevesissä ovat erityisesti viheralueiden lannoitus ja leikkaus sekä ilmaperäinen laskeuma. Muita hulevesissä esiintyviä haitta-aineita ovat raskasmetallit, kiintoaine, biohajoava orgaaninen aine, ympäristölle haitalliset kemikaalit sekä patogeeniset bakteerit. Raja-arvoja hulevesien haitta-ainepitoisuuksille ei Suomessa ole määrätty.

Lahden kaupunkialueelta vesijärveen hulevesien mukana tuleva vuotuinen ravinnekuormitus on arvioitu maankäyttökohtaisten hulevesien haitta-ainepitoisuuksien ja vuosittaisen laskennallisen valunnan perusteella fosforin osalta noin 1 530 kg/a ja typen osalta 11 870 kg/a (Järveläinen *ym.* 2015). Kuormitus on fosforin osalta erityisen huomattava, etenkin ottaen huomioon että se kohdistuu yksinomaan heikkokuntoiselle ja kuormitetulle Vesijärven Enonselän alueelle.

Hulevesien aiheuttamaa vesistökuormitusta voidaan rakennetuilla alueilla vähentää pyrkimällä saattamaan alueiden veden kierto mahdollisimman lähelle luonnontilaa ns. kokonaisvaltaisen hulevesien hallinnan avulla. Siinä suurinta osaa vuotuisesta kuormituksesta edustavien usein toistuvien pienten sateiden aiheuttama valunta pyritään mahdollisimman pitkälti viivyttämään ja imeyttämään maaperään syntypaikalla esimerkiksi vettä läpäisevien pintamateriaalien, imeytyspainanteiden ja viivytyksaltaiden avulla.

Tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla nopeasti toteutettavissa olevat ja kustannustehokkaat ratkaisut hulevesien hallintaan ovat kuitenkin rajallisia koska olemassa olevan kaupunkiympäristön muokkaaminen vesien kierron kannalta luonnollisemmaksi on kallista ja aikaa vievää. Lisäksi suurimpien hulevesivirtaamien

hallinta tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla edellyttää yhä perinteisten tulvanhallintamenetelmien käyttöä hajautettujen hulevesiratkaisujen rinnalla; esimerkiksi hulevesien viivyttäminen erilaisilla kosteikkoratkaisuilla ei usein ole käytännössä mahdollista niiden vaatiman tilan vuoksi. Hulevesien hallintaan tulisikin kiinnittää huomiota etenkin uusia kaupunkialueita suunniteltaessa ja olemassa olevaa kaupunkiympäristöä kunnostettaessa, jolloin rakennettavien ja uusittavien kohteiden suunnittelussa voidaan toteuttaa kokonaisvaltaisen hulevesien hallinnan sekä Lahden kaupungin hulevesiohjelman mukaisia toimenpiteitä.

6.4 Ulkoisen kuormituksen kasvuriskit

Tattarin *ym.* (2015) mukaan merkittävimpiä vesistökuormituksen kasvuriskejä ovat ilmastonmuutos, uudisrakentaminen sekä kaivosteollisuuden ja erilaisten maankäyttöön liittyvien tuotantomuotojen merkittävä laajeneminen. Ilmastonmuutos aiheuttaa pitkän aikavälin kasvuriskin useimmista lähteistä tulevaan vesistökuormitukseen. Toteutuessaan se kasvattaisi sademääriä ja leudontaisi talvijaksoja, jolloin suurempi osuus vuotuisesta sadannasta tulisi lumen sijaan vetenä. Kevättulvat jäisivät tällöin pienemmiksi lumen sulaessa useammassa erässä. Vastaavasti kuitenkin tulvien määrä vuositasolla sekä etenkin syytulvien määrä saattaa lisääntyä. Tällä olisi merkittävä vaikutus erityisesti rakennettujen alueiden hulevesistä sekä maa- ja metsätaloudesta aiheutuvaan vesistökuormitukseen. Ilmastonmuutokseen liittyvien ääri-ilmiöiden määrän kasvua on kuitenkin vaikea ennustaa joten mahdollisten kuormitusmuutosten laajuuden arviointiin liittyy suurta epävarmuutta.

Edellä kuvatuista kasvuriskeistä useimmat toteutuvat vasta keskipitkällä – pitkällä aikavälillä. Vesienhoitotoimenpiteiden suunnittelussa ja mitoituksessa tulisikin akuuttien kunnostettavan vesistön tarpeiden lisäksi huomioida toimenpiteiden mahdolliset pitkäaikaisvaikutukset myös jonkin kasvuriskin toteutuessa. Tällaisia pitkäaikaisvaikutuksia ovat esimerkiksi mahdollisten ilmastonmuutoksen myötä lisääntyneiden sade- ja valuntamäärien vaikutus rakennettujen alueiden hulevesien hallintarakenteiden sekä lasku-uomiin rakennettujen laskeutusaltaiden ja kosteikkojen toimintaan.

7. Yhteenveto

Vuosina 2008–2015 tarkkaillun 30 lasku-uoman kautta Vesijärveen vuosittain päätyvä ravinnekuormitus arvioitiin tässä raportissa niistä mitattujen keskimääräisten ravinnepitoisuuksien ja vuosittaista sadantakeskiarvoa vastaavan laskennallisen valunnan avulla. Tarkkailtujen uomien valuma-alueiden yhteenlaskettu pinta-ala kattoi 71 % Vesijärven yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Tarkkailun ulkopuolelle jääneeltä 29 % Vesijärveen päätyvä ravinnekuormitus arvioitiin tarkkailluille valuma-alueille määritettyjen keskimääräisten pinta-alapainotettujen kuormitusarvojen avulla. Esitetyt arviot ovat hajakuormitukselle tyypillisestä vuosivaihtelusta johtuen suuntaa-antavia ja edustavat parhaiten pitkän aikajänteen keskimääräistä kuormitustasoa. Osavaluma-alueilla muodostuvan kuormituksen jakautumista eri maankäyttömuotojen kesken ei voitu tarkasti määrittää käytettävissä olevan aineiston pohjalta. Sen arviointi edellyttäisi erillisiä vedenlaadun mittauksia lähempänä päästölähteitä.

Tarkkailtujen lasku-uomien kautta Vesijärveen päätyvä vuotuinen ravinnekuormitus arvioitiin noin 5 530 kg fosforia ja 209 000 kg typpeä. Kaikista lähteistä (lasku-uomat, ilmaperäinen laskeuma ja Lahden kaupungin hulevedet) Vesijärveen tuleva ravinnekuormitus arvioitiin noin 11 600 kg fosforia ja 350 000 kg typpeä. Kuormittavimpia yksittäisiä lasku-uomia olivat sekä fosforin että typen osalta Haritunjoki, Myllyoja sekä

Hammonjoki. Tarkkailtujen lasku-uomien keskimääräinen pinta-alapainotettu ominaiskuormitus oli fosforille 0,25 kg/ha/a ja typelle 7,80 kg/ha/a.

Ravinteiden ominaiskuormitusarvot olivat vertailukelpoisilla lasku-uomilla fosforin osalta laskeneet yhdeksällä yhdestätoista uomasta ja typen osalta nousseet kuudella ja laskeneet viidellä yhdestätoista lasku-uomasta verrattuna vuosien 2002–2005 tasoon. Keskimääräinen muutos oli fosforille –24 % ja typelle +4,4 %. Laskenut ulkoinen ravinnekuormitus vaikuttaa todennäköisesti järven tilaan hitaasti koska rehevöityneissä järvissä sisäisten prosessien (sisäinen fosforikuormitus, sedimentin resuspensio) vaikutus on tyypillisesti ulkoista kuormitusta voimakkaampi (Horppila ja Niemistö 2010). Kuormituksen vähentäminen on kuitenkin välttämätöntä Vesijärven tilan kohentamiseksi keskipitkällä-pitkällä aikajänteellä koska ulkoinen kuormitus ruokkii osaltaan sisäisiä kuormitusprosesseja. Hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi edellytettävän kuormitustason määrittäminen on haastavaa arviointiin liittyvästä epävarmuudesta johtuen. Vähennystarve on fosforin osalta arvioitu 8–35 % nykytasosta käytetyistä lähtötiedoista riippuen. Enonselältä mitatut korkeat sisäiset kuormitustasot huomioiden vähennystarve on todennäköisesti lähempänä 35 %.

Muuttuneet maatalouden tuotantokäytännöt, mineraalilannoituksen vähentyminen sekä suojavaikokkeiden perustaminen ovat todennäköisesti vaikuttaneet fosforin kuormitusarvojen laskemiseen vertailukelpoisilla lasku-uomilla. Uusimmalla maatalouden ympäristötukijärjestelmän tukikaudella 2014–2020 lannoitukseen käytetyn fosforin määrä tulee keskimäärin laskemaan johtuen vihreiden viljavuusluokkien kiristyneistä lannoitusrajoista sekä karjanlannan fosforin kattavasta huomioinnista aikaisemman 85 % sijaan.

Haritunjoen ravinnekuormitus oli kasvanut jälkimmäisellä havaintojaksolla vastoin yleistä trendiä. Yksi selittävä tekijä kasvulle on Haritunjoella toteutettu peruskuivatushanke. Peruskuivatushankkeissa on mahdollista suosia luonnonmukaisen peruskuivatuksen periaatteita (SYKE 2015b), jolloin niistä aiheutuva vesistökuormitus voi pienentyä huomattavasti.

Häränsilmäojalla ja Mustojalla Vesijärvi II – projektin aikana toteutettujen kosteikkojen ja laskeutusaltaiden tehokkuutta ravinteiden pidättämisessä ei voitu arvioida käytettävissä olevan aineiston pohjalta. Purailanviepän laskeutusallasketjun voitiin seurantanäytteenoton perusteella todeta vapauttaneen enemmän ravinteita kuin se on sitonut johtuen todennäköisesti ravinteita sitovan vesikasvillisuuden puutteesta ja veden lyhyestä viipymästä. Allasketjua kunnostettiin kesällä 2015 seurantatulosten perusteella.

Useimmista lasku-uomista mitatuissa ravinnepitoisuuksissa esiintyi eri näytteenottokertojen välillä runsaasti vaihtelua. Joutjoesta mitatut ravinnepitoisuudet olivat sen valuma-alueen maankäyttö huomioiden epätavallisen alhaisia johtuen Kymijärven voimalaitokselta jokeen johdettujen jäähdytysvesien aiheuttamasta pitoisuuksien laimentumisesta. Tämä hankaloitti Joutjoen valuma-alueelta tulevan ravinnekuormituksen luotettavaa arviointia seurantanäytteiden perusteella. Lasku-uomien veden hygieeninen laatu on seurantajakson aikana ollut pääosin hyvä, joskin ohjearvoja korkeampia bakteeripitoisuuksia on ajoittain esiintynyt useimmilla havaintopaikoilla.

8. Lähteet

- AAKKULA, J. & LEPPÄNEN, J. (Toim.) 2014. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta tutkimus (MYTVAS 3): loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 3: Maa- ja metsätalousministeriö. 265 s.
- AUTIO, M. 2010. Hulevesikuormitus Vesijärven Enonselälle. Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. 13 s.
- HORPPILA, J. & NIEMISTÖ, J. 2010. Vesijärven Enonselän sisäinen ravinnekuormitus 2010. Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos / Akvaattiset tieteet. Raportti. 11 s.
- JÄRVELÄINEN, J., MALIN, I. & KOTAKORPI, M. 2015. Vesijärven hulevesikuormitus Lahden kaupunkialueelta. Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. Raportti. 14 s.
- JÄRVINEN, M. 2007. Hulevesiviemärien ravinnekuormitus Vesijärven Enonselälle. – Lahti Vesi Oy, Aqua Vesijärvi 2017 – hanke, raportti. 10 s.
- KAIRESALO, T. & VAKKILAINEN, K. 2004. Lake Vesijärvi and the City of Lahti (southern Finland): comprehensive interactions between the lake and the coupled human community. *SILnews* 41: 2-5.
- KETO, J., KOLUNEN, H., PEKKARINEN, A. & TUOMINEN, L. (toim.) 2010: *Vesijärvi – Salpausselkien tytär*. Lahden seudun ympäristöpalvelut, Vesijärvisäätiö. 231 s.
- KETO, J. 2008: *Vesijärvi II – projekti 2002–2007*, loppuraportti. – Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. 40 s. + liitteet.
- LAUNIAINEN, S., SARKKOLA, S., LAURÉN, A., PUUSTINEN, M., TATTARI, S., MATTSSON, T., PIIRAINEN, S., HEINONEN, J., ALAKUKKU L. & FINÉR, L. 2014. KUSTAA työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Helsinki. 55 s.
- NIUKKANEN, H. 2008. Lahden keskusta-alueen aiheuttama hulevesikuormitus Vesijärven Enonselälle. – Helsingin yliopiston ympäristöekologian laitoksen tutkimuksia ja raportteja 62, pro gradu. 36 s.
- Yleiset vaatimukset veden laadulle (2015). Elintarvikevirasto (EVIRA). <<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/alkutuotanto/veden+laatuvaatimukset/>> [viitattu 26.6.2015.]
- Luonnonmukainen peruskuivatus. Suomen ympäristökeskus (SYKE). 3.7.2015 (päivitetty). <[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Luonnonmukainen_peruskuivatus\(8231\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Luonnonmukainen_peruskuivatus(8231))> [viitattu 30.9.2015]
- Ramboll Analytics Oy 2015. Lahti Aqua Oy, Lahti Energia Oy - Vesijärven tila vuonna 2014. Velvoitetarkkailuraportti. 21 s. + liitteet.
- SILLANPÄÄ, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Väitöskirjatyö. Aalto-yliopisto. 226 s.
- VÄISÄNEN, S. (Toim.) 2013. Mallit avuksi vesienhoidonsuunnitteluun GisBloom -hankkeen pilottialueilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 29/2013. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Helsinki.
- SV2 Typpikuormitus. 25.9.2014 (päivitetty). <<http://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/sisavedet/sv2-sisavesien-typpikuormitus>> [viitattu 18.9.2015.]

TATTARI, S., PUUSTINEN, M., KOSKIAHO, J. RÖMAN, E. & RIIHIMÄKI, J. 2015. Valuma-alueen eri lähteistä tulevan vesistökuormituksen arviointi ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Helsinki. 54 s.

VALTANEN, M., SILLANPÄÄ, N. & SETÄLÄ, H. 2014a. Effects of land use intensity on stormwater runoff and its temporal occurrence in cold climates. *Hydrological Processes* 28(4): 2639-2650. DOI: 10.1002/hyp.9819

VALTANEN, M., SILLANPÄÄ, N. & SETÄLÄ, H. 2014b. The effects of urbanization on runoff pollutant concentrations, loadings and their seasonal patterns under cold climate. *Water, Air and Soil Pollution*, 225: 1977. DOI: 10.1007/s11270-014-1977-y

VALTANEN, M., SILLANPÄÄ, N. & SETÄLÄ, H. 2014c. Key runoff event factors affecting urban runoff pollutant transport under cold climate. *Käsikirjoitus*.

VUORENMAA, J., REKOLAINEN, S., LEPISTÖ, A., KENTTÄMIES, K. & KAUPPILA, P. (2002). Losses of Nitrogen and Phosphorus from Agricultural and Forest Areas in Finland during the 1980s and 1990s. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76(2), 213-48.

Liite 1. Seurantanäytteenoton tulokset 2008–2015

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
Joutjoki	11.9.2008	420	30	29	9
	6.10.2008	1100	37	150	28
	21.4.2009	500	23	21	16
	7.10.2009	460	44	140	240
	13.4.2010	660	21	40	8
	11.10.2010	330	19	20	52
	15.4.2011	750	36	66	45
	23.9.2011	420	31	240	63
	23.4.2013	720	31	18	7
	24.10.2013	550	39	110	210
	31.3.2014	600	29	2	4
	27.10.2014	400	35	74	46
	9.4.2015	470	18	360	93
Merrasoja	10.9.2008	830	41	78	43
	1.10.2008	680	42	21	38
	21.4.2009	970	15	8	4
	7.10.2009	830	81	400	650
	19.4.2010	1000	29	2	7
	9.11.2010	920	31	6	10
	18.4.2011	1500	47	10	29
	23.9.2011	1600	87	130	200
	18.4.2012	1900	37	12	39
	10.10.2012	830	53	170	570
	23.4.2013	1400	33	2	28
	24.10.2013	1100	58	250	420
	31.3.2014	1100	55	100	170
	27.10.2014	830	62	220	74
	9.4.2015	1200	25	170	76
Haritunjoki	10.9.2008	1500	56	120	55
	1.10.2008	900	45	430	600
	21.4.2009	2200	30	28	19
	21.4.2009	3500	26	0	4
	7.10.2009	2600	80	270	120
	19.4.2010	2700	43	19	7
	9.11.2010	1900	38	720	130
	18.4.2011	4600	93	30	19
	23.9.2011	9700	150	820	1000
	22.12.2011	5000	54	53	27
	18.4.2012	5300	85	19	32
	28.9.2012	3400	320	520	840

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	10.10.2012	1900	96	160	62
	28.11.2012	2000	72	84	12
	23.4.2013	3500	140	30	22
	24.10.2013	5500	170	3000	4000
	31.3.2014	2300	67	54	29
	27.10.2014	1400	31	97	33
	8.4.2015	3100	72	59	4
Myllyoja	10.9.2008	3100	71	100	44
	1.10.2008	2100	66	210	74
	21.4.2009	3200	29	290	19
	7.10.2009	3200	80	160	70
	19.4.2010	3600	79	57	21
	9.11.2010	2500	64	98	38
	14.4.2011	6600	96	61	27
	23.9.2011	7100	150	2200	2900
	18.4.2012	5600	130	180	330
	10.10.2012	3300	97	88	55
	28.11.2012	3600	74	150	
	23.4.2013	4000	100	210	29
	24.10.2013	6000	160	700	8300
	31.3.2014	3700	66	320	1300
	27.10.2014	2400	53	59	63
	8.4.2015	3800	66	18	13
Äkeenoja	28.10.2014	1700	51	7	30
	8.4.2015	3000	51	3	2
	8.4.2015	3400	72	4	3
Häränsilmäoja	28.10.2014	1600	25	130	120
	8.4.2015	2800	55	7	1
Virojoki	10.9.2008	1400	100	51	32
	1.10.2008	1100	100	21	28
	20.4.2009	2000	69	3	0
	6.10.2009	4300	110	46	41
	13.4.2010	2600	51	4	2
	10.11.2010	1600	45	11	22
	14.4.2011	4400	75	2	5
	22.9.2011	3600	100	640	840
	23.4.2012	2700	57	0	6
	11.10.2012	1400	54	36	21
	22.4.2013	3000	81	7	14
	16.10.2013	830	30	11	31
	27.3.2014	1500	55	1	1
	27.10.2014	890	35	140	24
	8.4.2015	1900	49	3	1
Mustoja	10.9.2008	2100	86	100	30
	1.10.2008	1100	44	31	49

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	20.4.2009	1600	72	2	5
	6.10.2009	6000	150	770	1200
	14.4.2010	2600	64	0	2
	10.11.2010	4100	72	14	9
	14.4.2011	4200	71	81	9
	22.9.2011	5200	160	3600	3000
	23.4.2012	2700	100	4	8
	11.10.2012	1700	130	300	110
	22.4.2013	2400	100	9	23
	16.10.2013	2400	45	18	28
	27.3.2014	2100	68	6	0
	27.10.2014	2000	51	32	89
	8.4.2015	2300	73	4	2
Hammonjoki	10.9.2008	2000	28	25	18
	1.10.2008	1700	20	9	10
	20.4.2009	2200	40	3	0
	6.10.2009	1600	25	19	23
	14.4.2010	2300	72	6	4
	10.11.2010	1900	18	5	9
	14.4.2011	5800	67	9	24
	22.9.2011	1700	25	65	86
	23.4.2012	3800	110	21	14
	11.10.2012	1900	40	12	18
	22.4.2013	3600	74	3	11
	16.10.2013	1900	19	0	13
	27.3.2014	2300	35	6	1
	27.10.2014	1800	10	2	7
	8.4.2015	2500	40	4	5
Kiikunoja	10.9.2008	540	18	39	14
	1.10.2008	420	15	43	9
	20.4.2009	1100	38	13	4
	6.10.2009	490	19	31	23
	14.4.2010	1800	78	22	5
	10.11.2010	390	11	1	27
	15.4.2011	3900	90	4	4
	22.9.2011	860	55	580	540
	23.4.2012	3000	110	12	16
	11.10.2012	1200	56	61	18
	22.4.2013	2400	74	6	4
	16.10.2013	440	12	15	27
	28.3.2014	900	14	0	0
	27.10.2014	400	8,6	10	10
	8.4.2015	1400	42	1	4
Purailanviepä, YP	10.9.2008	2900	82	74	170
	1.10.2008	1600	46	61	42

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	20.4.2009	2600	98	17	7
	6.10.2009	7300	190	100	130
	14.4.2010	4300	210	1	6
	11.10.2010	2600	66	12	17
	15.4.2011	7800	190	20	5
	22.9.2011	12000	240	1200	3600
	24.4.2012	3100	200	21	17
	15.10.2012	2500	98	48	290
	28.11.2012	2500	110	9	
	22.4.2013	3300	160	11	22
	16.10.2013	3600	48	110	100
	28.3.2014	4100	150	42	7
	27.10.2014	1600	55	220	250
	9.4.2015	2700	110	13	3
Purailanviepä, AP	10.9.2008	4000	150	46	52
	1.10.2008	1600	70	2	10
	20.4.2009	3000	120	43	3
	6.10.2009	9100	390	920	1100
	14.4.2010	1900	78	1	4
	11.10.2010	4100	110	12	16
	15.4.2011	7900	210	20	7
	22.9.2011	6000	190	1800	4200
	24.4.2012	2900	200	21	18
	15.10.2012	2600	120	240	120
	28.11.2012	2600	170	25	
	22.4.2013	3500	180	11	35
	16.10.2013	5000	81	18	24
	28.3.2014	3900	160	10	7
	27.10.2014	1900	110	100	99
	9.4.2015	2900	130	26	5
Hepunkanoja	14.4.2010	1100	63	0	2
	10.11.2010	860	51	2	9
	14.4.2011	2100	57	0	1
	22.9.2011	2500	120	1000	1400
	23.4.2012	1500	81	0	3
	11.10.2012	1000	71	17	23
	22.4.2013	1900	110	0	3
	16.10.2013	840	79	4	9
	27.3.2014	1100	43	0	0
	27.10.2014	1000	50	11	17
	8.4.2015	1600	44	1	1
Housunsouoja	11.9.2008	1500	150	54	21
	20.4.2009	2000	100	1	0
	6.10.2009	1600	130	34	57
	13.4.2010	2000	96	0	3

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	10.11.2010	1600	390	3	0
	14.4.2011	2300	75	1	7
	22.9.2011	1800	240	340	420
	23.4.2012	2300	94	0	3
	11.10.2012	1200	99	22	28
	22.4.2013	2200	73	0	3
	16.10.2013	1400	370	190	13
	27.3.2014	2200	62	0	3
	27.10.2014	3600	560	21	26
	8.4.2015	1800	55	0	0
Jurvanoja	10.9.2008	1800	110	290	60
	1.10.2008	590	80	46	85
	20.4.2009	1600	93	1	8
	6.10.2009	3100	160	79	110
	14.4.2010	1600	87	2	9
	11.10.2010	710	86	0	26
	15.4.2011	4500	140	1	3
	22.9.2011	6600	220	1300	2500
	24.4.2012	1700	120	0	1
	15.10.2012	1600	110	17	17
	22.4.2013	2200	140	4	11
	16.10.2013	2700	53	90	130
	28.3.2014	2700	87	0	1
	27.10.2014	3500	53	2	6
	9.4.2015	1200	92	0	1
Kailanpohja	13.4.2010	1500	44	1	0
	10.11.2010	1400	220	1	6
	22.9.2011	1100	46	65	100
	23.4.2012	1600	32	0	0
	11.10.2012	2800	63	7	16
	22.4.2013	2600	67	0	1
	16.10.2013	1400	110	4	6
Kalasillanoja	10.9.2008	1200	65	48	30
	1.10.2008	790	45	17	19
	20.4.2009	1000	56	34	41
	6.10.2009	1700	76	44	180
	14.4.2010	1200	52	5	19
	10.11.2010	1300	31	11	74
	15.4.2011	2800	63	5	15
	22.9.2011	890	36	87	160
	23.4.2012	1200	53	2	5
	11.10.2012	1100	54	80	88
	22.4.2013	1600	55	2	19
	16.10.2013	950	35	58	140
	28.3.2014	1000	32	12	22

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	27.10.2014	710	29	17	33
	8.4.2015	1000	41	9	22
Maijanoja	10.9.2008	3000	140	110	120
	1.10.2008	390	50	11	54
	21.4.2009	3300	21	6	4
	7.10.2009	2700	170	370	180
	19.4.2010	1400	76	1	10
	9.11.2010	1700	210	22	14
	14.4.2011	2500	140	3	5
	23.9.2011	7400	140	220	450
	18.4.2012	2400	97	83	2
	10.10.2012	1000	87	51	33
	23.4.2013	1400	97	13	7
	24.10.2013	12000	200	190	290
	31.3.2014	3100	110	0	3
	27.10.2014	1900	77	25	39
	8.4.2015	1600	83	34	40
Merrasjärven pumppaamon oja	3.9.2010	440	81	5200	4100
	18.4.2011	2200	50	4	8
	23.9.2011	1100	38	130	83
	18.10.2012	1500	36	8	8
	23.4.2013	2600	56	0	2
	24.10.2013	1100	48	9	70
Messilänoja	11.9.2008	1400	33	20	30
	1.10.2008	1400	27	800	210
	20.4.2009	1500	22	1	0
	6.10.2009	1200	45	59	53
	14.4.2010	1600	41	5	1
	11.10.2010	1400	21	11	28
	15.4.2011	1800	43	3	2
	22.9.2011	1400	78	1100	420
	24.4.2012	2200	48	3	9
	15.10.2012	1500	25	2	25
	22.4.2013	2000	47	1	22
	24.10.2013	1400	47	47	120
	28.3.2014	1500	19	1	0
	27.10.2014	1300	23	13	9
	9.4.2015	2000	25	7	0
Mällinoja, AP	13.4.2010	2100	55	0	1
	10.11.2010	920	38	6	36
	14.4.2011	3200	84	1	1
	22.9.2011	2300	96	2000	1300
	23.4.2012	2400	73	0	0
	11.10.2012	1300	56	29	97

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	22.4.2013	2800	84	40	0
	16.10.2013	700	31	12	16
	27.3.2014	1000	45	0	0
	27.10.2014	860	64	43	33
	8.4.2015	2100	48	1	1
Mällinoja, YP	13.4.2010	2400	62	0	0
Parinpellonoja	23.4.2012	4300	150	0	14
	11.10.2012	3000	100	31	70
	22.4.2013	3300	98	0	17
Pikkuvesijärven luusua	11.9.2008	490	44	31	24
	19.4.2010	440	23	2	5
	11.10.2010	470	37	10	4
	15.4.2011	530	24	1	1
	23.9.2011	550	35	240	73
	15.10.2012	480	37	71	50
	23.4.2013	630	34	3	8
	24.10.2013	520	39	480	490
	27.10.2014	510	36	240	98
	9.4.2015	470	32	3	1
Rauhämäenoja	20.4.2009	2200	140	42	0
	14.4.2010	2000	150	6	7
	11.10.2010	2400	69	130	44
	15.4.2011	4100	120	27	2
	22.9.2011	10000	200	1200	2100
	24.4.2012	2000	140	67	10
	15.10.2012	2100	77	150	37
	22.4.2013	2700	140	79	100
	16.10.2013	4300	54	34	55
	8.4.2015	3000	110	1	11
Suvelanoja	10.9.2008	2100	46	710	71
	1.10.2008	1500	25	95	100
	20.4.2009	2500	76	7	11
	6.10.2009	2100	59	140	34
	13.4.2010	2600	130	50	8
	10.11.2010	1600	32	46	18
	14.4.2011	5000	94	48	32
	22.9.2011	5300	160	2600	2400
	23.4.2012	3700	110	86	15
	11.10.2012	2000	81	280	67
	22.4.2013	3400	110	100	45
	16.10.2013	1800	27	22	44
	27.3.2014	2600	60	5	2
	27.10.2014	1500	31	54	22
	8.4.2015	3200	72	20	62
Tupavalkamanoja	14.4.2010	1300	220	17	4

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	10.11.2010	610	71	36	37
	14.4.2011	2800	250	4	27
	22.9.2011	4200	210	7100	4300
	23.4.2012	1400	77	7	0
	11.10.2012	1600	96	66	21
	22.4.2013	1600	180	23	5
	16.10.2013	1700	41	8	46
	27.3.2014	2200	48	2	1
	27.10.2014	1000	44	65	52
	8.4.2015	1400	46	4	0
Turjalanoja	10.9.2008	3000	99	290	82
	1.10.2008	1400	85	72	59
	21.4.2009	2100	26	1	1
	7.10.2009	3400	200	130	210
	19.4.2010	2100	66	9	41
	9.11.2010	6800	98	9	26
	14.4.2011	5500	91	2	9
	23.9.2011	9000	190	340	48
	18.4.2012	3400	100	4	63
	10.10.2012	2600	89	40	40
	23.4.2013	2300	87	8	7
	24.10.2013	4300	180	320	820
	31.3.2014	3000	210	940	700
	27.10.2014	1200	81	16	51
	8.4.2015	2900	74	0	10
Uitonpohjanoja	14.4.2011	11000	140	3	54
	23.9.2011	26000	130	110	370
	18.4.2012	8300	120	5	9
	10.10.2012	3600	110	18	83
	23.4.2013	4200	94	24	1
	24.10.2013	9600	200	380	890
	31.3.2014	4500	66	35	12
	27.10.2014	3400	60	4	17
	8.4.2015	4700	100	3	3
Upilanoja	10.9.2008	1700	100	110	52
	20.4.2009	1800	110	160	13
	6.10.2009	4500	210	630	160
	14.4.2010	1700	130	10	6
	11.10.2010	3500	210	520	160
	15.4.2011	5700	150	70	31
	22.9.2011	12000	210	2300	150
	24.4.2012	2200	190	110	20
	15.10.2012	1600	120	470	74
	22.4.2013	2600	170	42	16
	16.10.2013	3100	78	310	93

	Näytteenotto- päivä	Kokonaistyyppi µg/l	Kokonaisfosfori µg/l	Fek. Koliformit pmy/100 ml	Fek. Streptokokit pmy/100ml
	28.3.2014	2900	160	91	24
	27.10.2014	2100	120	190	36
	9.4.2015	2000	160	100	3
Vähäselänoja	7.10.2009	5200	440	1700	970
	19.4.2010	3200	130	9	6
	14.4.2011	6400	170	2	23
	23.9.2011	11000	150	100	620
	18.4.2012	5100	190	25	47
	10.10.2012	3100	140	430	770
	23.4.2013	3700	120	7	17
	24.10.2013	4600	400	690	1800
	31.3.2014	3300	93	5	3
	27.10.2014	2000	79	28	6
	8.4.2015	3100	130	120	2
Raikonoja	9.11.2010	4300	70	40	180
	14.4.2011	7800	120	0	8
	23.9.2011	18000	180	350	4100
	18.4.2012	6700	120	35	6
	10.10.2012	4400	160	64	170
	23.4.2013	4200	93	7	13
	24.10.2013	7600	320	220	1000
	31.3.2014	4700	56	0	3
	27.10.2014	3300	47	46	78
	8.4.2015	4100	110	5	6