
Myllyojan vesien laatu ja määrä

Kaupunkialueen vaikutus veden laatuun,
Vuorentaan laskeutusaltaiden toiminta ja hulevesien hallinta



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Ympäristötekniologia

Visamäki, kevät 2016

Tiina Kaisto



VISAMÄKI

Ympäristötekniologia
Ympäristöjohtaminen

| | | |
|------------------|---|-------------------|
| Tekijä | Tiina Kaisto | Vuosi 2016 |
| Työn nimi | Myllyojan vesien laatu ja määrä. Kaupunkialueen vaikutus veden laatuun, Vuorentaan laskeutusaltaiden toiminta ja hulevesien hallinta. | |

TIIVISTELMÄ

Tämä selvitys tehtiin Hämeenlinnan kaupungin ympäristö- ja maankäytön yksikölle. Työ aloitettiin maaliskuussa 2014 ja alkuperäisenä tavoitteena oli selvittää läntisen kaupunginosan laajenemisen vaikutuksia Myllyojaan päätyvien valumavesien määrään ja laatuun. Tavoitteena oli koota opiskelijamittaustulokset 2008–2009 ja vanhat seurantatulokset 1963–2005 sekä maastomittauksin selvittää veden laatua, mahdollisia pistekuormituslähteitä ja Vuorentaan allaskosteikkojen toimivuutta. Lisäksi oli tarkoitus arvioida kaupungin laajentumisen vaikutusta hulevesien määrän kasvamiseen ja alajuoksun tulvimisongelmiin sekä esittää mahdollisia toimenpide-ehdotuksia hulevesien hallintaratkaisuksi erityisesti osayleiskaava-alueella. Mittaustulosten perusteella sekä VEMALA-mallin avulla laskettiin suuntaa antavat ainevirtaamat Lehijärveen.

Sampo-Alajärvi osayleiskaavan valmistelutyössä tilattiin kevään 2014 aikana konsulttityönä sekä hulevesi- että rakennettavuusselvitys, jotka vastasivat suoraan osaan tutkimuskysymyksistä. Näin ollen tutkimusta rajattiin uudelleen, mutta selvitykset sisällytettiin teoriaosuuteen. Taustatietona hyödynnettiin aiempia lähialueen tutkimuksia. Myllyojaa tarkasteltiin kokonaisuutena hulevesien hallinnan kannalta sekä osana viherverkostoa, joka tarjoaa ekologisia yhteyksiä ja virkistyskäyttömahdollisuuksia.

Ojan varrelta toteutettiin kolme mittauskierrosta, joista viimeisin Vanajavesikeskuksen rahoittamana. Mittauskierrokset tehtiin maaliskuussa kevätulamaisen sekä kesä- ja elokuussa sopivan sadetapahtuman aikana. Kahdella viimeisellä kierroksella otettiin myös vesinäytteitä. Veden bakteeripitoisuudet olivat huomattavan suuria (6000–20000 pmy/100ml), kertoen todennäköisestä jätevesivaikutuksesta kaupunkialueella. Kuormituslähteiden selvittämiseksi todettiin tarvittavan lisätutkimuksia. Vuorentaan altaiden havaittiin pidättävän kiintoainesta ja jossain määrin ravinteita, mutta ravinteita myös vapautuu altailta. Vuorentaan altaat olivat lähes umpeen kasvaneita ja kunnostuksen tarpeessa.

Kokonaistyyppipitoisuudet Myllyojassa vaihtelivat välillä 500–2700 µg/l (yleensä alle 1500 µg/l). Kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimäärin 30–90 µg/l (max 170 µg/l). VEMALA mallia soveltaen arvioitiin Myllyojan kuormitusvaikutusta Lehijärveen. Kokonaisfosforin ainemääräksi saatiin 1818 kg/a, kokonaistypen osuudeksi 43,5 tonnia/a ja kiintoaineen 538,6 tonnia/a. Valuma-alueen pinta-alan (30 km²) ja valuman (8,3 l/s/km²) perusteella ainevirtaamiksi saatiin kokonaisfosforin osalta 386 kg/a, typen osalta 17,0 tonnia/vuosi ja kiintoainetta 62,3 tonnia/a.

Avainsanat hulevesi, taajamahydrologia, laskeutusaltaat, vesiensuojelu, vesistönkuormitus
Sivut 81 s. + liitteet 37 s.

Visamäki
Environmental technology

| | | |
|-------------------------------------|---|------------------|
| Author | Tiina Kaisto | Year 2016 |
| Subject of Bachelor's thesis | The impacts of urbanization on the quality and runoff generation of Myllyoja stream. Functionality of the Vuorentaka wetland-pond and storm water management near Myllyoja. | |

ABSTRACT

This study was implemented for the environmental and land use department of the city of Hämeenlinna. The project began in March 2014. The original aim was to find out the influence of the expanding urban area to the runoff generation and quality of the Myllyoja stream. Myllyoja runs across the west part of the city down to the lake Lehijärvi.

The goal was to collect and process the results of the student studies 2008–2009 and old monitoring results 1963–2005 as well as perform field measurements to research the quality of the water, functionality of Vuorentaka wetland-pond and identify possible point sources of pollution. The increased amount of the storm water due to the expanding urban area was also meant to study. Storm water has caused downstream flooding and possible solutions were planned to suggest especially inside the city planning area. The nutrient flow was calculated based on the measurements as well as using VEMALA model.


During the master plan work of Sampo-Alajärvi in spring 2014, the consultant surveys of storm water management and constructability were ordered by the city. These surveys answered some of the research questions, so the study was redefined. These surveys were included in the theory part. Other studies from the same area were used as background information. Myllyoja was also viewed as a part of the green network of the city providing both ecological connections and recreational areas.

Three measurement rounds were performed along the stream, one when the snow was melting in March and the other two during the rainfall in June and August. Water samples were also analyzed during the latter two rounds. The concentration of bacteria was considerably high (6000–20000 pmy/100ml) indicating the influence of the sewage water. More research was found necessary in order to find out the point source of pollution. The results of the functionality of Vuorentaka wetland-pond were not unambiguous. The nutrients and the suspended solids were somewhat absorbed, but in some cases the nutrients were also released during rain. The wetland-pond area was overgrown and in need of restoration.

Total nitrogen concentration in Myllyoja was 500–2700 µg/l (often <1500 µg/l). Total phosphorus concentration was 30–90 µg/l (max 170 µg/l). VEMALA-model was used to evaluate the load to the Lehijärvi. Total phosphorus was 1818 kg/year, total nitrogen 43,5 tons/year and total suspended solids 538,6 tons/year. The load was also calculated using measurement results, the catchment area (30 km²) and runoff (8,3 l/s/km²). In this case the phosphorus load was 386 kg/year, nitrogen 17,0 tons/year and total suspended solids 62,3 tons/year.

Keywords runoff generation, urban hydrology, storm water management, nutrient flow, nutrient load, river water quality

Pages 81 p. + appendices 37 p.



SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 1.1 | Tutkimuksen lähtökohdat ja hulevesien hallinnan globaalit, kansalliset ja alueelliset tavoitteet..... | 1 |
| 1.2 | Myllyojan tutkimuksen tausta | 2 |
| 1.3 | Työn tavoite ja tutkimusongelman rajaaminen | 2 |
| 2 | HULEVESIEN MUODOSTUMINEN KAUPUNKIALUEELLA JA HULEVESIEN HALLINNAN PERIAATTEET | 4 |
| 2.1 | Kaupungistumisen vaikutus hulevesien määrään ja laatuun | 4 |
| 2.2 | Hulevesien hallinnan periaatteet ja Hämeenlinnan hulevesistrategia..... | 5 |
| 3 | TUTKIMUSKOHTTEEN KUVAUS JA AIHEESEEN LIITTYVÄT AIEMMAT SELVITYKSET..... | 6 |
| 3.1 | Myllyojan sijainti ja tutkimuskohteen kuvaus..... | 6 |
| 3.2 | Lehijärvi..... | 8 |
| 3.3 | JÄRKI-hankkeen vesien hoito- ja käyttösuunnitelmat..... | 8 |
| 3.4 | Sampo-Alajärven osayleiskaavan yhteydessä tehdyt selvitykset..... | 9 |
| 3.4.1 | Hulevesiselvitys, Sito Oy | 10 |
| 3.4.2 | Myllyojan varren hoito- ja kehittämissuunnitelma..... | 13 |
| 3.4.3 | Rakennettavuuden arviointi (Ramboll) ja luontoarvot Tertissä | 14 |
| 3.4.4 | Sampo-Alajärven luontoselvitykset ja viheralueverkostot Hämeenlinnassa | 16 |
| 3.4.5 | Sampo-Alajärven osayleiskaavaehdotus | 20 |
| 3.5 | Selvitys Katumajärven hulevesikuormituksesta ja sen vähentämisestä | 21 |
| 3.6 | Huomioitavaa ojavesien näytteenotossa ja virtaamamittauksissa | 22 |
| 4 | KOKEELLISEN TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN | 22 |
| 4.1 | Tutkimusmenetelmien valinta | 22 |
| 4.2 | Tutkimuksen kulku, aikataulu, rahoitus ja resurssit | 23 |
| 4.3 | Mittaussuunnitelma ja sen toteutus..... | 24 |
| 4.3.1 | Näytepisteiden valinta | 24 |
| 4.3.2 | Mittaukset ja näytteenotto | 26 |
| 4.3.3 | Virtaamamittaukset..... | 26 |
| 4.3.4 | Mittausten suoritus YSI6600-mittarilla | 27 |
| 4.3.5 | Mittaukset hulevesiputkista | 27 |
| 4.3.6 | Näytteenotto ja laboratorioanalyysit..... | 28 |
| 4.3.7 | Mittausten ja näytteenoton informatiivisuus ja luotettavuus..... | 28 |
| 5 | AIEMPIEN MITTAUSTULOSTEN KOONTI..... | 30 |
| 5.1 | Vuorentaan altaiden rakentamisen jälkeiset seurantamittaukset 2007 | 30 |
| 5.2 | Myllyojan mittaustulokset ajalta 1963-2008 ja Sattulantien näytepiste verrattuna syksyn 2014 tuloksiin | 32 |
| 5.3 | Opiskelijoiden mittaukset ja analyysit 2008-2009, vertailuna Vuorentaan altaiden jatkuvatoiminen mittaustulokset 2007..... | 37 |
| 5.3.1 | Sameus, sähkönjohtokyky, kiintoaine ja väri | 37 |
| 5.3.2 | Ravinnepitoisuudet 2008-2009..... | 39 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6 | VUODEN 2014 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI..... | 41 |
| 6.1 | Sulanta-ajan olosuhteet, sadanta ja lämpötila vuonna 2014 | 41 |
| 6.2 | Mittarin kalibroinnin tarkistus näyteanalyseillä | 43 |
| 6.3 | Virtaamamittausten tulokset | 44 |
| 6.4 | Veden laadun mittaus- ja näytetulokset..... | 45 |
| 6.4.1 | Sähkönjohtokyvyn ja TDS:n (Total Dissolved Solids) riippuvuussuhde 45 | |
| 6.4.2 | Sameuden, kiintoaineen ja sähkönjohtokyvyn vertailu | 45 |
| 6.4.3 | Sähkönjohtokyky, sameus ja kiintoaine Myllyojassa..... | 47 |
| 6.4.4 | Ravinnepitoisuudet | 51 |
| 6.4.5 | Myllyojan ravinnepitoisuudet verrattuna muihin ojavesipitoisuuksiin . | 53 |
| 6.4.6 | Bakteerit..... | 54 |
| 6.5 | Muut maastossa tehdyt havainnot..... | 56 |
| 6.6 | Arvioitu Myllyojan kuormitusvaikutus VEMALA-mallin perusteella | 64 |
| 6.6.1 | VEMALA-kuormitusmalli | 64 |
| 6.6.2 | Lehijärven valuma-alueen kuormitus VEMALA-kuormitusmallilla | 65 |
| 6.6.3 | Myllyojan arvioitu kuormitusvaikutus Lehijärveen | 66 |
| 6.7 | Myllyojan ainevirtaama valuma-alueen koon mukaan laskettuna | 68 |
| 6.8 | Kaupunkialueen hulevesien kuormitusvaikutus, ainevirtaamat Hirsimäen ja Härkätien näytepisteissä..... | 69 |
| 6.9 | Epävarmuustekijät | 70 |
| 7 | YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET | 71 |
| 7.1 | Myllyojan veden laatu ja sen muutokset seurantatulosten perusteella | 71 |
| 7.2 | Vuorentaan allaskosteikon toimivuus..... | 72 |
| 7.3 | Myllyojan kuormitusvaikutus Lehijärveen ja hulevesien osuus..... | 73 |
| 7.4 | Myllyojan hulevesien hallinta ja Hämeenlinnan seudun viheryhteysverkosto . | 74 |
| 7.5 | Toimenpide-ehdotukset koottuna | 75 |
| 8 | POHDINTA | 76 |
| | LÄHTEET..... | 78 |

LIITTEET

| | |
|----------|---|
| Liite 1 | Myllyojan näytepisteet |
| Liite 2 | Sampo-Alajärven osayleiskaavaehdotus 12.5.2015 |
| Liite 3 | Ojavesien näytteenottolomake ja KVVY:n näytteenottolomake |
| Liite 4 | Vuorentaan altaat, jatkuvatoimisen mittauksen tulokset vuodelta 2007 |
| Liite 5 | Vuorentaan allasketjun vedenlaadun automaattiset mittaukset ja vesinäytteenotto 31.10.–31.11.2007 |
| Liite 6 | Myllyojan ojaveden laadun seurantatulokset 1967–2005, Sattulantien näytepiste |
| Liite 7 | Vuoden 2008 typpi- ja fosforipitoisuustulosten korjaus |
| Liite 8 | Opiskelijamittausten tulokset 2008 |
| Liite 9 | Opiskelijamittausten tulokset 2009 |
| Liite 10 | Sattulantien näytepisteen keskiarvojen koonti 1967–2014, minimi- ja maksimi-arvot |
| Liite 11 | Vesinäytetulokset, kesä- ja elokuu 2014 |
| Liite 12 | Maaliskuun 2014 mittaustulokset |
| Liite 13 | Kesäkuun 2014 mittaustulokset |

Liite 14 Elokuun 2014 mittaustulokset
Liite 15 Rummun tai uoman virtaaman laskeminen
Liite 16 Ainevirtaaman laskeminen, esimerkki



1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen lähtökohdat ja hulevesien hallinnan globaalit, kansalliset ja alueelliset tavoitteet

Hulevesien laatu ja hallinta on niin maailmanlaajuisella kuin kansallisellakin tasolla ajankohtainen asia. Ilmastomuutoksen myötä lämpötilojen enustetaan nousevan ja sateiden määrän lisääntyvän, mikä edellyttää kaupunkisuunnittelulta ja kaavoitukselta varautumista nykyistä haasteellisempiin olosuhteisiin. Ilmastomuutoksen ja kaupunkirakenteen tiivistymisen myötä hulevesiongelmia tulevat pahenemaan. EU:n tulvadirektiivi ohjaa kansallista tulvariskienhallinnan suunnittelua ja toteutusta. Kesällä 2010 Suomessa astui voimaan laki tulvariskien hallinnasta, jonka mukaan hulevesitulvariskien hallinta on kuntien vastuulla. Myös Hämeenlinnassa on laadittu hulevesien tulvariskien arviointi (Jutila 2011).

Hulevesillä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta pinnoilta pois johdettavaa sade- ja sulamisvettä. Kaupunkialueella vedet päätyvät yleensä hulevesiviemäriin ja ojiin, joista ne kulkeutuvat lähivesistöihin. Kaupungeissa läpäisemättömän pinta-alan lisääntyminen lisää pintavalunnan määrää, jolloin virtaamahuiput kasvavat. Hulevesitulvat aiheuttavat vahinkoa ihmisille ja ympäristölle, eroosiota uomissa ja vastaanottavan vesistön pilaantumista. Keväiset hulevesimäärät aiheuttavat ongelmia jätevedenpuhdistamoilla, jolloin käsittelemätöntä jätevettä päätyy vesistöihin.

Suomessa hulevesien hallintaan on vasta herätty, kun monissa muissa maissa alalle on jo kehittynyt erilaista liiketoimintaa. Kaavoituksella on merkittävä rooli etenkin laadittaessa kaavoja uusille rakentumattomille alueille. Kunnalliset hulevesistrategiat ja -ohjelmat, hulevesien hallintasuunnitelmat sekä laki rakennusjärjestysten muuttamisesta vaikuttavat oleellisesti kaavoitukseen. Kuntaliitto on 2012 julkaissut hulevesien hallinnasta hulevesioppaan, josta kuntien kaavoitus ja suunnitteluyksiköt, rakennusvalvonta, ympäristönsuojelu ja vesihuoltolaitokset voivat saada apua hulevesiä koskevien strategioiden, suunnitelmien ja hallintamenetelmien laadintaan.

Useilla kaupungeilla, kuten Hämeenlinnallakin on oma hulevesistrategia (Jutila 2009). Aiheen ajankohtaisuudesta osoituksena on myös alueella käynnissä oleva VEDET-hanke (2013–2016), jossa yhtenä kolmesta kehitettävästä osa-alueesta on kohteena hulevesien hallinta. VEDET-hanke on Uudenmaan, Päijät-Hämeen ja Hämeen liittojen sekä Uudenmaan ja Hämeen ELY-keskusten yhteishanke, jonka tavoitteena on edistää vesienhoidon tilaa Etelä-Suomessa innovatiivisen projektikehityksen kautta. (Etelä-Suomen Vedet 2015.)

Hulevesien laatuun vaikuttavat monet tekijät kuten vuodenaikaisvaihtelu, alueellinen sijainti ja ympäristön rakentaminen. Kiintoaineiden mukana vesistöön päätyy ravinteiden lisäksi haitta-aineita, kuten PAH-yhdisteitä, raskasmetalleja ja bakteereita. DI Nora Sillanpään Aalto-yliopiston Insi-

nöörityöskannan korkeakoululle tekemä tuore väitöstudium (2013) osoitti, että sadevedet kuljettavat mukanaan paljon kiintoaineita, ravinteita ja haitta-aineita. Asuinalueelta huuhtoutuu kiintoaineita keskimäärin kolmekymmenkertainen määrä verrattuna samansuuruiseen metsäalueeseen ja rakennustyömaalta huuhtouma on kahdeksankymmenkertainen. Pohjoisen kylmiin oloihin soveltuvaa tutkimusta hulevesien laadusta on toistaiseksi tehty vain vähän.

1.2 Myllyojan tutkimuksen tausta

Hämeenlinnan alueella on aikaisemmin tutkittu Katumajärven hulevesien laatua ja kuormitusta (Jutila & Kesäniemi 2006), joten tämä tutkimus jatkaa Hämeenlinnan hulevesistrategian (Jutila 2009) tavoitteiden toteuttamista. Tämä Myllyojan tutkimus on ensimmäinen kaupunkipurojen hoidon ja hulevesien hallinnan näkökulmasta laadittava selvitys.

Myllyoja (Leteenoja, Kivisenoja) on Lehijärven laskevista ojista kuormittavin suuren valuma-alueensa sekä virtaamansa vuoksi. Lehijärvi on Hatulan kunnassa sijaitseva 700 hehtaarin suuruinen järvi, jolla on 13,5 km rantaviivaa. Lehijärven vedenlaatu on heikentynyt ihmistoiminnan seurauksena ja järveen on tyydyttävän vedenlaadun vuoksi kohdistettu useita kunnostustoimenpiteitä jo 1980-luvulta lähtien.

EU-rahoitteisessa Kanta-Hämeen järvet kestävään kehitykseen (JÄRKI) hankkeessa 2002–2006 tehtiin vesistökuunnostustoimia useisiin Kanta-Hämeen vesistöihin. Keskeisenä tavoitteena oli vähentää järviin tulevaa ravinnekuormitusta tehostamalla jäte- ja valumavesien käsittelyä. Lehijärvi oli yksi kunnostuskohteista ja hankkeessa toteutettiin mm. kolmiosaisen Vuorentaan laskeutusallas-kosteikon rakentaminen Myllyojaan. Kosteikon toimivuutta on rakentamisen jälkeen arvioitu. (Simola & Jutila 2006.) Aikaa myöten altaiden ja kosteikkojen puhdistuskyky heikkenee ja ne tarvitsevat hoitotoimenpiteitä. Kunnostustoimista huolimatta hulevesien määrä virtaamahuippujen aikana aiheuttaa yhä tulvaongelmia pelloilla.

1.3 Työn tavoite ja tutkimusongelman rajaaminen

Myllyojassa on ilmennyt hulevesistä johtuvia ongelmia, joiden syyksi osittain epäillään kaupungin laajentumista. Tutkimuksen alkuperäisenä tavoitteena oli selvittää kaupungin laajentumisen merkitystä hulevesien määrään ja muodostuneisiin ongelmakokonaisuuksiin, sekä esittää taustatietoa ja mm. rakentamattomina säästettäviä alueita osayleiskaavan valmistelussa. Tämä osuus oli luontevaa työn edetessä jättää pois, koska kaupungin konsulttityönä teettämä hulevesiselvitys (Sito 2015) sekä rakennettavuusselvitys (Ramboll 2014a) käsittelevät näitä aiheita. Sen sijaan selvitysten oleellinen sisältö on esitetty teoriaosuudessa.

Tutkimuksen tavoitteeksi rajautui Myllyojan veden laadun ja mahdollisen pistekuormituksen selvittäminen sekä kuormitusvaikutuksen arviointi. Tarkoituksena oli selvittää myös JÄRKI-hankkeessa rakennettujen Vuorentaan allaskosteikkojen toimivuus ja kunnostustarve. Kaavatyössä tehdyt selvitykset koottiin yhteen, jotta Myllyojaa on voitu tarkastella kokonai-

suutena hulevesien hallinnan, luontoarvojen säilyttämisen, ekologisen viheryhteyden ja virkistyskäytön kehittämisen kannalta. Työtä uudelleen rajatessa ajatuksena oli tehdä suunnitelmaluonnos tätä kokonaisuutta ajatellen. Opinnäytetyössä on kuitenkin vain rajallisesti aikaa käytettävissä, joten työmäärän täytyttyä tämä oli jätettävä tekemättä.

Tutkimuksessa haettiin lopulta vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on Myllyojan veden laatu tietyissä määritellyissä pisteissä ja miten se on muuttunut vanhoihin tuloksiin verrattuna? Onko pistekuormitusta havaittavissa?
- Onko veden laatu sellainen, että lisäpuhdistamista tarvitaan?
- Toimivatko Vuorentaan laskeutusaltaat toivotulla tavalla, tarvitsevatko ne kunnostustoimia?
- Kuinka iso on Myllyojan kuormitusvaikutus Lehijärveen? Ainevirtaamien laskenta.
- Mitä keinoja voidaan käyttää Myllyojaan tulevan huleveden ja Myllyojan veden laadun parantamiseksi ja hulevesien määrän hallitsemiseksi?
- Mikä on Myllyojan merkitys luonnon monimuotoisuudelle ja kaupungin viherverkoston osana?

Tässä työssä on koottu Myllyojasta tehdyt aiemmat seurantatulokset sekä toteutettu mittaussuunnitelman mukaiset näyte- ja mittauskierrokset vuoden 2014 aikana. Tulosten perusteella on esitetty mahdollisia toimenpiteitä. Pohjimmaisena tavoitteena on ollut vähentää hulevesien aiheuttamia ongelmia, kuten tulvimista Myllyojan alajuoksulla ja kuormitusvaikutusta Lehijärveen.

2 HULEVESIEN MUODOSTUMINEN KAUPUNKIALUEELLA JA HULEVESIEN HALLINNAN PERIAATTEET

2.1 Kaupungistumisen vaikutus hulevesien määrään ja laatuun

Veden kiertokulku koostuu sadannasta, valunnasta, haihdunnasta ja infiltraatiosta eli suotautumisesta maaperään. Luonnollisessa kiertokulussa huomattava osa sadannasta imeytyy maaperään pohjavedeksi, josta se virtaa hitaasti kohti vesistöjä ja merta. Pintavalunnaksi jäävä osa valuu jokiin, järviin ja meriin, mistä vettä haihtuu ilmakehään. Taajamissa sadanta on jopa 5–10 % runsaampaa kuin luonnontilassa ja haihdunta pienempää. Eniten veden kiertokulkuun vaikuttaa läpäisemättömien pintojen osuus, joka on usein yli puolet kokonaisalasta. Luontaiseen kiertokulkuun taajamissa vaikuttaa myös vesihuolto, etenkin sekaviemäröidyillä alueilla. (Kuntaliitto 2012, 18.)

Hulevedellä tarkoitetaan maan pinnalle tai muille rakennetuille pinnoille kertyvää sade- ja sulamisvettä. Läpäisemättömän pinnan määrän lisäksi hulevesivalunnan muodostumiseen vaikuttaa mm. sateen intensiteetti ja kesto, sadetapahtumaa edeltävän kuivan ajan pituus, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. Taajamissakin vesi pääsee paikoin imeytymään. Välitöntä pintavaluntaa tuottava tehoisa osuus on suomalaisilla asuinalueilla tyypillisesti 50–80 % läpäisemättömästä pinnasta. (Kuntaliitto 2012, 18.)

Ilmastonmuutoksen myötä on arvioitu, että touko-syykuun sadannat kasvavat Suomessa keskimäärin 10–15 % jaksoon 2071–2100 mennessä, pohjoisessa hieman etelää enemmän. Lisäksi keskimääräiset kesäkauden rankimpien vuorokausisateiden on arvioitu kasvavan 10–30 % ja kuuden tunnin maksimisateiden ehkä noin 15–40 %. Ilmastonmuutos tulee muuttamaan etenkin Etelä-Suomessa talvikuukausien olosuhteita ja vähentävän lumipeitteen maksimivesiarvoa. Esimerkiksi Vantaan vesistöalueella se on jo puoliintunut kaudesta 1961–1990 kauteen 1991–2008. Taajamatulvia ajatellen tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla kohdataan suurimpia ongelmia, joita ei voida mitoituksella ratkaista. Tällöin tulvareittien suunnittelu on keskeinen osa hulevesien hallintaa. (Kuntaliitto 2012, 19.)

Kaupungistuminen lisää valunnan määrää ja intensiteettiä, aiheuttaa tulva- ja eroosio-ongelmia sekä vaikuttaa heikentävästi hulevesien laatuun erityisesti rakentamisen aikana. Tuoreessa tutkimuksessa on tutkittu kaupungistumisen vaikutusta valuntaan ja veden laatuun kolmella asuinalueella Espoossa; pientalo- ja kerrostaloalueella sekä rakennettavalla asuinalueella. Lämpimänä vuodenaikana kaupungistuminen kasvatti valunnan määrää, ylivirtaamia ja valunnan keskimääräistä intensiteettiä sekä pienensi valuma-alueen kertymisaikaa. Kylmänä vuodenaikana ei havaittu kokonaisvalunnassa merkittäviä muutoksia. Haitta-ainepitoisuudet vaihtelivat suuresti vuodenaikojen mukaan riippuen haitta-aineesta, mutta pitkällä aikavälillä vuosikuormitus ei näyttänyt keskittyvän tiettyihin vuodenaikoihin. (Siljanpää 2013.)

Tutkimuksen mukaan korkeimmat valuntatapahtumapitoisuudet osuivat kesäaikaisiin sadetapahtumiin, mutta korkeimmat tapahtumahuuhtoumat kylmän ajan valuntatapahtumiin. Rakennustyöt heikensivät merkittävästi veden laatua ja pitoisuusraja-arvot ylittyivät erityisesti kesällä tai keväällä, kaikissa rakennustyövaiheissa ja auratussa lumessa. Tutkimuksessa on todettu, että suomalaisten mitoitusoppaiden valuntakertoimet ovat korkeita verrattuna mitattuihin valuntakertoimiin useimpien sadetapahtumien yhteydessä. (Sillanpää 2013.)

2.2 Hulevesien hallinnan periaatteet ja Hämeenlinnan hulevesistrategia

Hulevesiviemäroinnin rinnalle on kehitetty luonnonmukaisia hulevesien hallintaratkaisuja, joilla pyritään ehkäisemään hulevesien muodostumista tai niistä aiheutuvia tulvahaittoja. Luonnonmukaiset hallintamenetelmät perustuvat hulevesien vähentämiseen, käsittelyyn, viivyttämiseen ja johtamiseen. Paikalliset menetelmät useimmiten vähentävät huleveden määrää, tasaavat virtaamia ja poistavat epäpuhtauksia mahdollisimman lähellä syntypaikkaa, kun taas alueellisten menetelmien päätarkoituksena on vähentää ja tasata tulvariskiä. (Kuntaliitto 2012, 18.)

Maankäyttö- ja rakennuslain 1.9.2014 voimaan tulleen muutoksen tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asema-kaava-alueella ja ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia vahinkoja huomioiden myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä (MRL 22.8.2014/682, 103c§). Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia sisältää samat yleisiksi muodostuneet hulevesien hallinnan periaatteet kuin useiden muidenkin kuntien hulevesistrategiat. Hulevesistrategioissa nämä periaatteet usein priorisoidaan (Kuntaliitto 2012, 20).

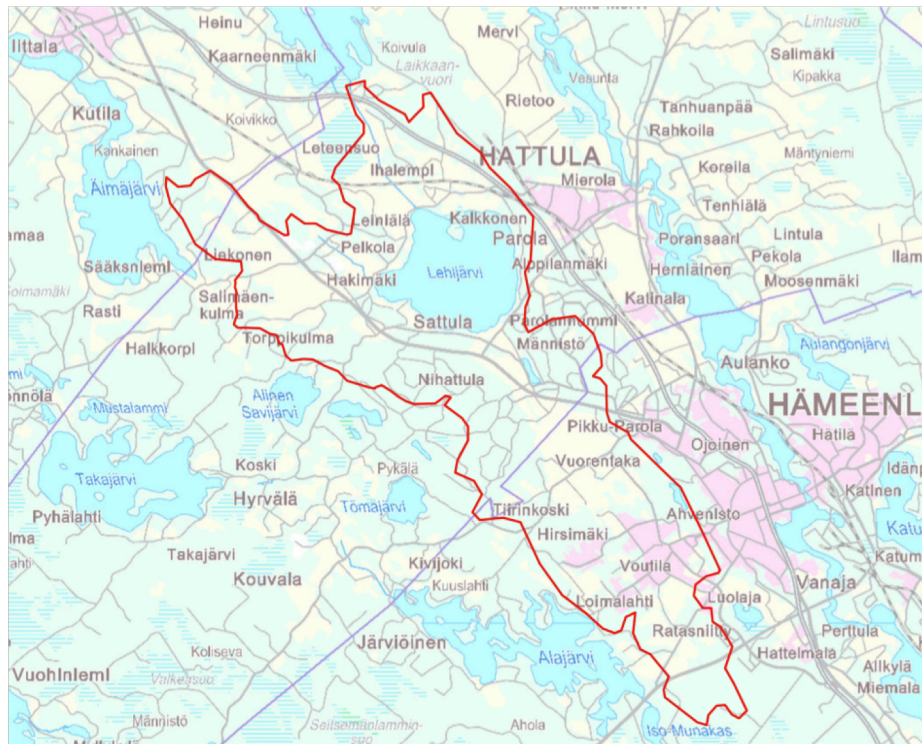
Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategiassa on todettu, että ensisijaisesti hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan ja toissijaisesti ne johdetaan pois syntypaikaltaan hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä. Jos tämä ei ole mahdollista, hulevedet johdetaan hulevesiputkistossa edelleen laskeutusaltaisiin ja kosteikoihin ennen vesistöön johtamista. Viimeisenä vaihtoehtona käytetään hulevesien johtamista putkistossa suoraan vastaanottavaan vesistöön. (Juttila 2009.) Hulevesistrategialla pyritään ohjaamaan maankäyttöä niin että kaupungistumisen aiheuttamat muutokset veden laadussa ja hydrologisissa olosuhteissa voidaan minimoida.

Hulevesien hallinnassa pääpaino on usein määrällisessä hallinnassa, mutta käytännössä kuitenkin esimerkiksi viivyttämiseen perustuvat menetelmät vaikuttavat myös puhdistavasti kiintoaineen laskeutuessa pohjaan. Sillanpään (2013) tutkimuksen perusteella vedenlaadun hallinnassa tulisi huomioida rakennusvaihe ja rakentamisen jälkeinen vaihe. Huomiota pitäisi kiinnittää kylmänä vuodenaikana talviaikaisten päästölähteiden pienentämiseen sekä lumen asianmukaiseen käsittelyyn ja säilytykseen.

3 TUTKIMUSKOHTTEEN KUVAUS JA AIHEESEEN LIITTYVÄT AIEMMAT SELVITYKSET

3.1 Myllyojan sijainti ja tutkimuskohteen kuvaus

Myllyoja laskee Hämeenlinnan läntisen kaupunginosan ja peltoalueiden läpi Lehijärveen. Myllyoja lähtee Leteenोजना metsä- ja peltovaltaiselta alueelta, johon laskee asuinalueilta tulevia hulevesiä hulevesiputkia sekä Sammonojaa pitkin. Loimalahdessa Myllyoja on nimetty Kivisenojaksi. Lehijärvestä Vanajan Heinunlahteen laskeva osa on jälleen Leteenोजना. Leteenोजना valuma-alue (nro 34.237) on pinta-alaltaan noin 69 km². (Kuvat 1-2.) Myllyojan virtaama on suurempi kuin muiden Lehijärveen laskevien ojien virtaamat yhteensä ja valuma-alueen pinta-ala on 30 km², mikä on yli puolet Lehijärven valuma-alueesta. (Tasanen & Majuri 2003, Tuokko 2005, 35.)



Kuva 1. Leteenोजना valuma-alue. Leteenोजना/Myllyoja laskee alueen kaakkoiskulmasta luoteeseen kohti Lehijärveä. ©MML

Selkeyden ja yhtenäisyyden vuoksi tässä työssä Lehijärveen laskevaa ojaa on kutsuttu koko matkalta Myllyojaksi ja näytepisteet nimetty sen mukaisesti. Opiskelijamittauksissa on aiemmin käytetty näytepisteille mm. nimiä Leteenोजना (Myllyoja, Luolajantie) ja Kivisenoja (Myllyoja, Loimalahdentie). Kartta Myllyojan näytepisteistä on liitteessä 1.

Myllyoja virtaa asutuksen ja peltojen keskellä, mutta on uomaltaan melko luonnontilaisena säilynyt savimaan puro. Puron varrella metsä vaihtelee nuoresta varttuneeseen. Kokonaisuutena Myllyojan ympäristö on voimakkaasti ihmistoiminnan muuttamaa, mutta ei kuitenkaan kokonaan kasvilli-

suuden puolesta luontoarvojaan menettänyt. (Envibio 2005.) Myllyoja toimii myös ekologisena kulkuyhteytenä monille eliöille ja sen varrella on valtakunnallisesti arvokkaita luontokohteita (Ramboll 2014b).

Myllyojan veden laadusta on tutkimustuloksia 1960-luvulta lähtien. Veden laatu on ollut hygieenisesti heikompi ja kiintoainepitoisuudet korkeammat kuin Haikonojassa, joka on toiseksi suurin Lehijärveen laskeva oja. Lehijärven valuma-alueella on ollut useita kaatopaikkoja Hämeenlinnassa ja Hattulassa ja vielä 1970-luvulla Vuorentaan alueella lastenkoti, kansakoulu ja vanhainkoti laskivat jätevetensä Myllyjojaan. Toukokuussa 1974 jätevedet alettiin johtaa kiinteistöiltä Paroisten puhdistamolle. Vanhojen kaatopaikkojen sulkeminen ja maisemointi ovat olleet merkittäviä tekijöitä ulkoisen kuormituksen vähentämisessä. (Tasanen & Majuri 2003, Tuokko 2005).

Aika ajoin Myllyojassa on havaittu korkeita bakteeripitoisuuksia, mikä on herättänyt epäilyksiä jätevesivaikutuksesta. Alajuoksulla olevat peltoalueet ovat kärsineet tulvahaitoista erityisesti virtaamahuippujen aikaan. Kautpunkki on edelleen laajenemassa Myllyojan valuma-alueella, mikä tarkoittaa läpäisemättömän pinnan lisääntymistä ja entistä suurempaa valuntaa. Vireillä olevan Sampo-Alajärven osayleiskaavan suunnittelussa pyritään huomioimaan hulevesien hallinnan kannalta tarpeelliset ratkaisut.



Kuva 2. Myllyoja virtaa keskellä Sampo-Alajärven osayleiskaavan suunnittelualuetta. Kartta otettu Sito Oy:n tekemästä hulevesiselvityksestä. (Sito 2015, liite 1.)

3.2 Lehijärvi

Lehijärvi on lähes ympyränmuotoinen ja pinta-alaltaan noin 700 hehtaaria. Lehijärven valuma-alueen ala on 54,2 km². Lehijärvi on luonnostaan ravinteikas ja kirkasvetinen harjunlievejärvi, joka on ihmistoiminnan seurauksena rehevöitynyt. Luontainen ravinteisuus on lähtöisin alueen emäksisestä uraliitti- porfyriittikallioperästä. Harjun puolella järven pohjalla on lähteitä, jotka tuovat pohjavesivaikutusta järveen. Järvessä on havaittu viimeisimmän seurantaraportin mukaan ajoittain korkeita ja rehevyyttä ilmentäviä fosfori- ja klorofyllipitoisuuksia vuosina 2011 ja 2012. Järven heikko happitilanne kerrostuneisuusaikaan aiheuttaa sisäistä kuormitusta, minkä lisäksi ravinteita tulee valuma-alueelta. Sinileväkukinnot ovat lähes jokakesäisiä. Lehijärven ekologinen tila on tyydyttävä. (Tuokko 2005, Jutila 2006b, Sito 2015.)

Veden teoreettinen keskiviipymä Lehijärvessä on reilut kolme vuotta. Vedet purkautuvat Leteenojan kautta Vanajaveden eteläosaan, Heinunlahteen ja edelleen Kokemäenjoen vesistöön. Ranta-alueet ovat olleet asuttuja satoja vuosia ja valuma-alue koostuukin suureksi osaksi viljelymaasta. Lehijärven pintaa on laskettu muutamia kertoja 1800- ja 1900-luvuilla, kaikkiaan noin yhden metrin verran. Järven rannalla on uimarantoja sekä loma- ja haja-asutusta, sekä matkailua palvelevia kohteita kuten golfkenttä. Valuma-alueella on myös ollut useita kaatopaikkoja, jotka ovat pinta- ja pohjavesivaluntana vaikuttaneet järven laatuun. (Tuokko 2005, Jutila 2006b, 22.)

Lehijärven suojeluyhdistys on toiminut vuodesta 1973 lähtien. Lehijärvelä on tehty 1980-luvulta lähtien monia kunnostustoimenpiteitä, mm. ilmastusta 1980–1981, 1983–1988, hoitokalastusta 1993, 1998–2002 ja vesikasvillisuuden niittoa 1997–2001 sekä 2003–2004. Lehijärveä on ruopattu Myllyojan laskukohdasta vuonna 1991. Ranta-asutuksen jäte- ja jätevesihuoltoa kartoitettiin vuonna 1992 ja järvi oli mukana laajassa vesistöjen kunnostushankkeessa (HOKA), jossa selvitettiin hoitokalastuksen merkitystä rehevöityneiden järvien kunnostuksessa. JÄRKI-hankkeessa 2002–2006 Lehijärvi oli yksi kohdejärvistä. (Jutila 2006b.)

Linnustollisesti ja kasvistollisesti arvokas osa Lehijärvestä kuuluu Natura 2000-alueisiin. Järven läheisyydessä sijaitsee useita arvokkaita luontokohteita, kuten valtakunnalliseen lehtojensuojeluohjelmaan kuuluva Sattulan saniaislehto. (Jutila 2006b.)

3.3 JÄRKI-hankkeen vesien hoito- ja käyttösuunnitelmat

Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen- hanke (JÄRKI-hanke) oli Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen vetämä EU-projekti 1.5.2002–30.6.2006. JÄRKI-hankkeessa haluttiin panostaa ulkoisen kuormituksen vähentämiseen valumavesien käsittelymenetelmiä hyödyntäen. Hankkeessa laadittiin valumavesien käsittelysuunnitelmat kaikille kahdeksalle kohdejärvelle, joita olivat Janakkalan Joutjärvi, Hämeenlinnan Katumajärvi, Janakkalan ja Lopen Kesijärvi, Hattulan Lehijärvi, Tammelan Liesjärvi, Lopen Loppijärvi, Riihimäen Paalijärvi ja Kalvolan Äimäjärvi. Hankkees-

sa edistettiin ja markkinoitiin suojavyöhykkeiden toteuttamista sekä suunniteltiin noin 30 allaskohdetta, joista ehdittiin rakentaa 19 laskeutusallasta ja/tai kosteikkoa. Laskeutusaltaiden ja kosteikoiden suunnittelua, toteutusta ja hoitoa varten tuotettiin ohjeistus. Lisäksi allasteemaan liittyen tehtiin useita opinnäytetöitä, joista muokattiin edelleen julkaisuja. (Jutila 2006.)

Kolmena kesänä seitsemällä järvellä myös niitettiin ilmaversoista ja keluslehtistä kasvillisuutta, Lehijärvellä niitettiin syksyllä 2003 myös uposkasvillisuutta. Kaiken kaikkiaan hankkeessa toteutettiin useita käytännön kunnostustoimia ja vesistön tilan seurantaa sekä tuotettiin mittava määrä tiedotteita (56 kpl) ja julkaisuja (40 kpl). (Jutila 2006.) Katumajärvelle tehtiin hulevesiin liittyvä kuormitus selvitys (Jutila & Kesäniemi 2006), joka on toistaiseksi ainoa laajempi hulevesien kuormitus selvitys Hämeenlinnan alueella.

JÄRKI-hankkeessa toteutettiin myös Lehijärven valuma-alueen laskeutusallas- ja kosteikkokartoitus, jossa Myllyoja ja Haikonoja todettiin Lehijärven valuma-alueen kuormittavimmiksi ojiksi. Kosteikkokartoituksen pohjalla käytettiin Leteenojan valuma-alueelle tehtyä suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmaa [Viitamäki 2002]. Kartoituksen myötä Vuorentaan altaat todettiin yhdeksi toteuttamiskelpoisimmista kohteista Myllyojan pääuomassa. Toinen hyvistä Myllyojan kohteista sijaitsi Voutilassa. (Tuokko 2005, 43.)

JÄRKI-hankkeessa rakennetut laskeutusaltaat ja kosteikot ovat nuoria (0,5–3v.) ja niiden keskivesipinta-ala vaihtelee 220–7400m² välillä. Altaiden osuus valuma-alueesta on pieni (0,14 %) ja viipymä mitoitustavalla keskimäärin 2,5 tuntia. Altaiden toimivuutta selvitettiin vesinäytteiden ja jatkuvatoimisen mittauksen avulla sekä hyödyntäen ojavesitytietoja aikaisemmilta vuosilta. Kaikissa kohteissa altaan loppuosaan on pyritty toteuttamaan matalampi kosteikkomainen osa. Osassa kohteista on selvästi laskeutusallas ja kosteikko. Vuorentaan allasketjun alimpaan pohjapatoon lisättiin säkkeitä, joista liukunevan aineksen on tarkoitus sitoa liukoista fosforia. (Jutila 2006.) Vuorentaan altaiden toimivuuden seurantatuloksia on koottu luvussa 5.1.

3.4 Sampo-Alajärven osayleiskaavan yhteydessä tehdyt selvitykset

Sampo-Alajärven osayleiskaava on tullut vireille 3.12.2005 ja valmisteluvaiheen kuulemisia on järjestetty huhtikuussa 2008 ja syksyllä 2014. Kaa-vaehdotus on valmistunut kuulemisvaiheen mielipiteiden ja tehtyjen lisäselvitysten pohjalta 26.5.2015. Ehdotusvaiheen kuulemisen päätyttyä elokuussa 2015, osayleiskaava käy läpi hyväksymismenettelyn päätyen lopulta kunnanvaltuuston hyväksyttäväksi. Tehtyihin lisäselvityksiin kuuluvat hulevesiselvitys (Sito) ja rakennettavuuden arviointi (Ramboll).

Tämän työn alkuperäisenä tavoitteena oli mm. selvittää hulevesien määrän muuttumista kaupungin rakentumisen myötä. Koska maankäytön muutoksista aiheutunut hulevesien hallinnan tarve on sisältynyt loppuvuodesta 2014 konsulttityönä tehtyyn hulevesiselvitykseen, on nämä valmiit tulokset koottu tähän tiivistettynä.

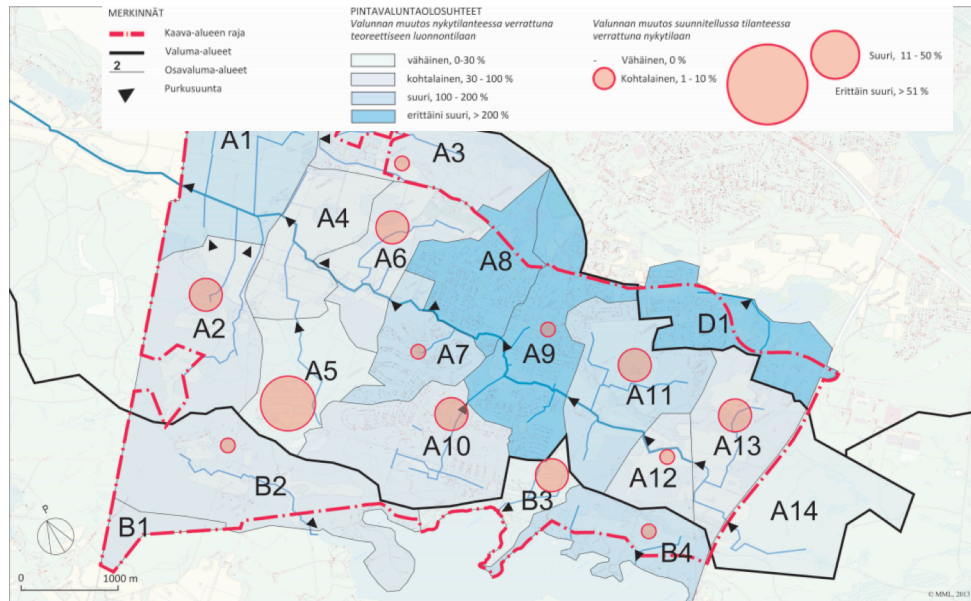
3.4.1 Hulevesiselvitys, Sito Oy

Sampo-Alajärven osayleiskaavaan liittyvä hulevesiselvitys tehtiin kahdessa vaiheessa, jonka jälkimmäinen osa valmistui tammikuussa 2015. Selvitysalue on jaettu neljään valuma-alueeseen purkuvesistöjen mukaan. Näistä suurin ja merkittävin on Leteenojan valuma-alue (A). Muita alueita ovat Alajärven valuma-alue (B), Merven valuma-alue (C) sekä Hämeenlinnan valuma-alue (D). Nämä valuma-alueet on jaettu edelleen pienempiin osavaluma-alueisiin. (Sito 2015.)

Valuma-aluemittakaavaisessa tarkastelussa on arvioitu maankäytön muutoksista aiheutuvien hulevesivaikutusten voimakkuutta edellä mainittujen osavaluma-alueiden tasolla. Maankäyttötarkastelussa on hyödynnetty Corine Land Cover paikkatietoaineistoa, joka kuvaa Suomen maankäyttöä vuodelta 2006 rasterimuodossa (nykytilanteen muutokset huomioitu). Maankäyttötapojen perusteella on määritetty aluekohtaiset pintavaluntakerroimet, joissa on huomioitu myös paikalliset olosuhteet, maanpinnan korkeusvaihtelut ja maaperäolosuhteet. Samoin on määritetty painannesäilyntä (m^3 ja mm). Painannesäilyntä kuvaa sadetapahtuman kynnyssademäärää (mm), joka vaaditaan ennen kuin pintavaluntaa ja hulevesiä muodostuu. Pintavaluntakerroin vaihtelee 0,0–1,0 välillä ja kuvaa kuinka suuri osuus sadannasta muodostuu hulevesiksi. (Sito 2015.) Mitä läpäisemättömämpi pinta, sitä suurempi kerroin.

Kuvassa 3 on havainnollistettu maankäytön aiheuttamia muutoksia huleveden muodostumisessa. Kuvasta on havaittavissa, että tumman sinisillä alueilla jo nykyinen maankäyttö on lisännyt huomattavasti pintavaluntaa. Nämä alueet ovat pääsääntöisesti tiheämpään asuttuja kerros- ja rivitalo-alueita. Sampo-Alajärven osayleiskaavassa on suunniteltu uusia asuinalueita ja lisärakentamista erityisesti valuma-alueille A2, A5, A6, A11, A12, A13 ja B3. Kuvan 3 punaisten ympyröiden suuruus havainnollistaa, kuinka lisärakentaminen lisää entisestään jo äärevöityneitä pintavaluntaolosuh- teita. (Sito 2015.)

Hulevesiselvityksen mukaan Leteenojan valuma-alueen pintavalunnan ravinnekuormituksesta noin 88 % ja kiintoainekuormituksesta noin 80% muodostuu valuma-alueen maa- ja metsätalousalueilta. Näiden alueiden osuus muodostaa kuitenkin vain 37 % valuma-alueen pinta-alasta. (Sito 2015.)



Kuva 3. Hulevesiolosuhteiden muutoskartta osavaluma-alueittain (A=Leteenajan valuma-alue). Valunnan muutosten vertailua nykytilanteesta teoreettiseen luonnontilaan (sininen väri) ja suunnitellusta tilanteesta nykytilaan (punaisten ympyröiden suuruus). Kartta otettu Sito Oy:n tekemästä hulevesiselvityksestä. (Sito 2015, liite 7.)

Hulevesiselvityksessä on tarkasteltu kutakin valuma-aluetta erikseen ja esitetty hulevesien hallinnalle perusratkaisuiksi kiinteistökohtaisia tai yleisiä hulevesien hallintaratkaisuja kuten esimerkiksi altaita tai kosteikkoja. Moreeni- sekä hiekka- ja sora-alueilla on todettu hulevesien imeyttäminen mahdolliseksi, mutta vaihtoehdon vaativan tarkempaa arviointia. Hieta-alueilla imeyttämisen edellytykset ovat kohtalaiset, mutta savi/siltti tai turvealueilla se ei ole mahdollista. Imeyttämiselle sopimatonta maaperää on lähinnä alueilla A2, A3, A6, A10 ja A11. Aluekohtaisten kuvausten on todettu oleva yleispiirteisiä ja niitä tulee tarkentaa asemakaavasuunnittelun yhteydessä. (Sito 2015.)

Myllyojan välityskykyä on arvioitu hulevesiselvityksessä 6,9 kilometrin matkalta, jolle on sijoitettu kuusi tarkastelupistettä (rummut). Rumpurakenteiden tiedot perustuvat Hämeenlinnan kaupungin kesällä 2014 tekemiin maastomittauksiin. Keskimääräinen viettokaltevuus Myllyojan pituusleikkauksen mukaan on noin 3,1 % ja uoma laskee suhteellisen tasaisesti. Rumpurakenteet muodostavat merkittävimmän virtaukseen vaikuttavan tekijän ja riskin, muita merkittäviä virtausta rajoittavia osuuksia ei ole. (Sito 2015.)

Hulevesien hallinnan tarvetta arvioitaessa on verrattu nykyisiä olosuhteita fiktiiviseen luonnonomukaiseen tilanteeseen, jolloin saadaan määritettyä hulevesien hallinnan nykyinen tarve. Jos nykyinen hallintatarve on suurempi kuin nykyiset hallintaratkaisut (kosteikot, altaat, uomat jne.), on kertynyt hallintavelkaa, jota on syytä tulevilla ratkaisuilla pienentää (kuva 3). Hallintavelka on muodostunut alueen rakentamisen yhteydessä, koska aikaisemmin asemakaavoissa ei ole kohdistettu velvoitteita kiinteistökohtaisella hallinnalla. Vanhojen asuinalueiden osalta hallintavelkaa joudu-

taan hoitamaan keskitetyillä rakenteilla ja hallintavelan vähentämisen suuruus on harkinnanvarainen arvio. (Sito 2015.)

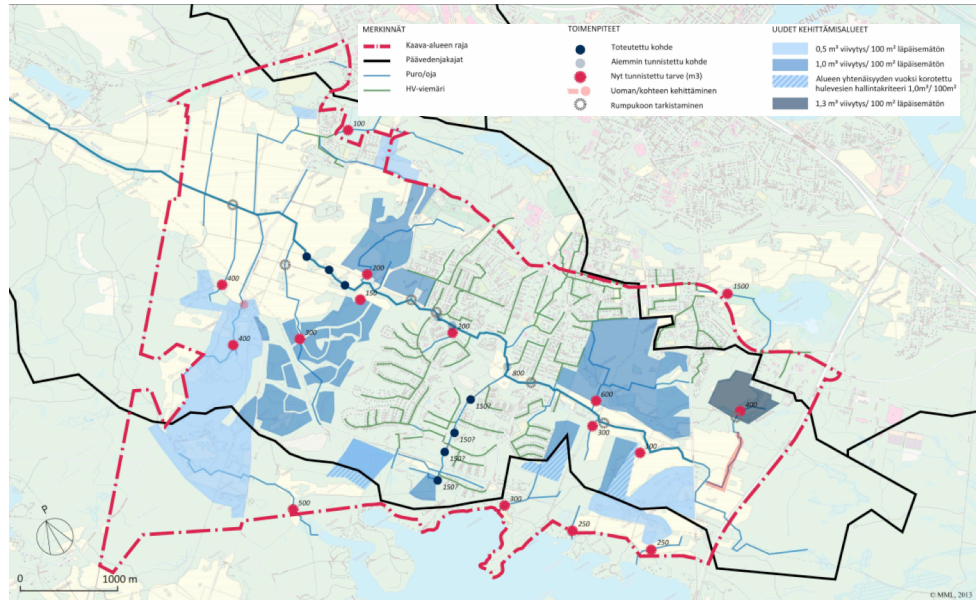
Selvityksen mukaan nykyisen maankäytön mukainen hulevesien hallintatarve koko kaavasuunnittelualueella on yhteensä noin 23000 m³, josta osan muodostavat jo tehdyt hallintarakenteet ja uoman luonnollinen varastointikapasiteetti. Maankäytön muutoksista muodostuva hallintatarpeen lisäys on noin 10700 m³ eli yhteensä hallintatarvetta on 33700 m³. Hulevesien hallintarakenteet jakautuvat kiinteistökohtaisiin ratkaisuihin (8600 m³) ja keskitettyihin hallintaratkaisuihin (7600 m³). Kiinteistökohtaisten ratkaisujen tarve perustuu kokonaisuudessaan tulevaan maankäytön muutokseen, mutta keskitetyillä ratkaisuilla pyritään lisäksi vähentämään hallintavelkaa noin 5400 m³ (maankäytön muutosten osuus 2100 m³). Keskitettyjä ratkaisuja voivat olla altaat ja kosteikot, minkä lisäksi pääuomassa toteutetulla hallitulla viivyttämällä on merkittävä osa. (Sito 2015.) Suunniteltujen toimenpiteiden kokonaistilavuudeksi on arvioitu 16000 m³, mikä tarkoittaa, että vanhaa hallintavelkaa ei saada kokonaan kuitattua. Näiden toimenpiteiden on kuitenkin arvioitu riittävän ehkäisemään tulevien maankäytön muutosten vaikutukset sekä parantamaan nykytilannetta jonkin verran.

Taulukossa 1 on esitetty Sito Oy:n tekemien laskelmien (Sito 2015, 27) pohjalta pelkästään Myllyojan valuma-alueelle sijoittuvien alueiden osalta vastaavat luvut. Nykyisen tilanteen mukainen hallintavelka on noin 18300 m³ ja maankäytön muutosten tuoma hulevesien hallinnan tarve 9500 m³ eli yhteensä 27800 m³. Kiinteistökohtaiselle hallinnalle on esitetty 7900 m³ ja keskitetyille ratkaisuille 4500 m³, jolloin suunniteltujen toimenpiteiden kokonaistilavuus on 12400 m³ ja hallintavelkaa jää vielä noin 15400 m³ (27700–12400 m³). Kuitenkin Myllyojan nykytilaa ja tulvimisongelmia ajatellen tilanteen pitäisi näillä suunnitelluilla toimenpiteillä parantua, sillä hallintavelkaa pyritään hoitamaan noin 3000 m³:n edestä.

Taulukko 1. Hulevesien hallinnan tarpeen mitoitus Myllyojan valuma-alueella. Tiedot Sito Oy:n tekemistä laskelmista (Sito 2015, 27).

| Valuma-alueet | Hulevesien hallintavelka | Hulevesien hallintatarve, maankäytön muutos | Kiinteistökohtainen hallinta | | Keskitetty, aluekohtainen hulevesien hallinta: altaat, kosteikot jne. | | Hallintaratkaisut yhteensä |
|-----------------|--------------------------|---|---|---|---|----------------|----------------------------|
| | m ³ | m ³ | m ³ /100m ² läpäisemätöntä pintaa | vastaa hallintatilavuutena m ³ | m ³ | m ³ | |
| A1 | 3153 | 15 | 0,5 | 24 | | | 24 |
| A2 | 842 | 1228 | 0,5 | 517 | 400 | 400 | 1317 |
| A3 | 377 | 73 | 0,5 | 89 | 100 | | 189 |
| A4 | 621 | 0 | | | | | |
| A5 | | 1703 | 1 | 1459 | 300 | | 1759 |
| A6 | 283 | 1169 | 1 | 1094 | 200 | 150 | 1444 |
| A7 | 1194 | 181 | 1 | 176 | 200 | | 376 |
| A8 | 3220 | 0 | | | | | |
| A9 | 4281 | 146 | 1 | 176 | 400 | 400 | 976 |
| A10 | 997 | 592 | 1 | 416 | 600 | | 1016 |
| A11 | 2089 | 2662 | 1 | 2158 | 600 | 300 | 3058 |
| A12 | 282 | 230 | 0,5 | 276 | 100 | | 376 |
| A13 | 971 | 1461 | 1,3 | 1471 | 400 | | 1871 |
| A14 | | 0 | | | | | |
| Yhteensä | 18310 | 9460 | | 7856 | 4550 | | 12406 |

Kuvassa 4 on esitetty tarvittava kiinteistökohtainen hallintataso (sinisellä korostetut alueet) sekä olemassa olevat ja tarvittavat keskitetyt hulevesien hallintarakenteet (ympyrät). Suurin hallintavelvoite on esitetty teollisuusalueelle (A13) ja vähäisempiä velvoitteita niillä alueilla, joilla asuinrakentaminen on väljää ja muutos jää vähäisemmäksi. Kiinteistöille kohdistuva hallinnan määrä on esitetty hallintatilavuutena (m^3) jokaista läpäisemätöntä $100 m^2$ kohti, mihin tulee laskea sekä kattopinta-ala että pihan liikenteelle varatut alueet riippumatta niiden pinnoitteesta. (Sito 2015.)

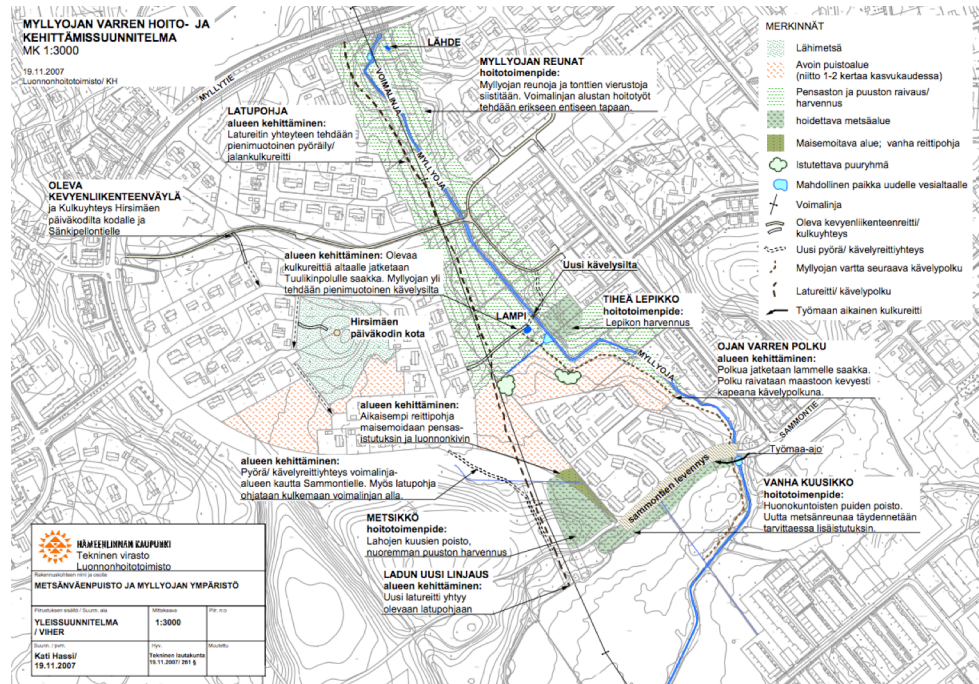


Kuva 4. Hulevesien hallintatoimenpiteet ja hallinnan mitoitus. Sinisellä korostetut alueet ovat rakentuvia asuinalueita, joille on määritetty hulevesien hallintatarve. Ympyrät ovat keskitettyjä hallintaratkaisuja. Kartta otettu Sito Oy:n tekemästä hulevesiselvityksestä. (Sito 2015, liite 8.)

Hulevesiselvityksen mukaan Sampo-Alajärven alueella ei ole tunnistettu erityisiä hulevesien puhdistamisen ja laadullisen hallinnan tarpeita. Mikäli likaisia hulevesiä muodostavaa toimintaa myöhemmin tulee, toimijoilta edellytetään ympäristöluvassa puhdistustoimenpiteitä. Selvityksen mukaan vesistöön kohdistuva kuormitus tulee nykytilasta vähenemään, koska maankäytön muutosten myötä maa- ja metsätalousalueen määrä vähenee ja lisäksi hulevesien määrällinen hallinta (viivyttäminen) vaikuttaa myös hulevesien laatuun. (Sito 2015.)

3.4.2 Myllyojan varren hoito- ja kehittämissuunnitelma

Hämeenlinnan kaupungin luonnonhoitotoimisto on vuonna 2007 tehnyt Myllyojan varrelle hoito- ja kehittämissuunnitelman (kuva 5). Suunnitelmassa on hyödynnetty Myllyojan vartta virkistys- ja viheralueena, jossa kulkee jalankulku-, pyöräily- ja latureitti. Välittömässä läheisyydessä sijaitsee myös Hirsimäen päiväkodin kota.



Kuva 5. Myllyojan varren hoito- ja kehittäissuunnitelma 2007. (Hämeenlinnan kaupunki 2015a.)

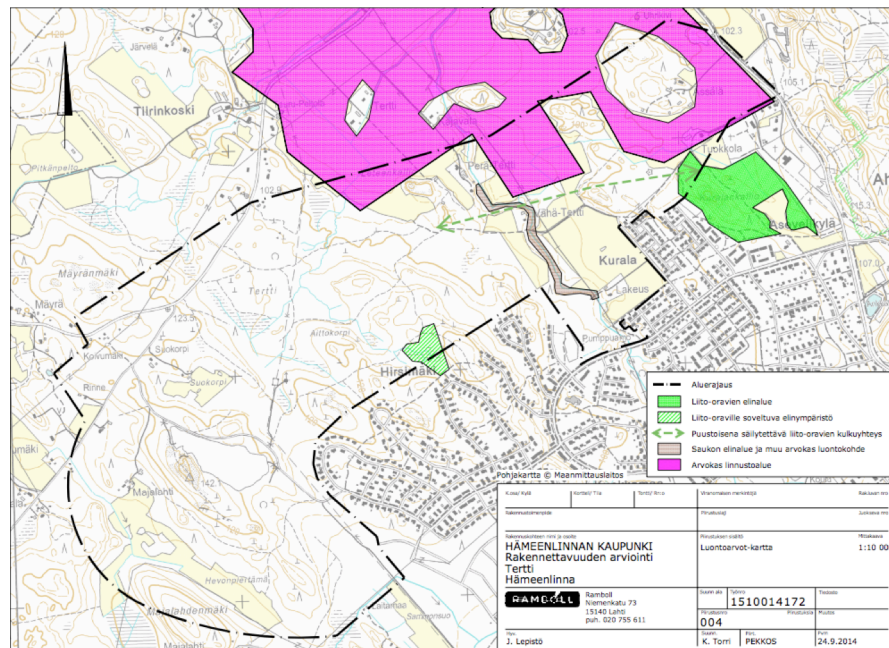
3.4.3 Rakennettavuuden arviointi (Ramboll) ja luontoarvot Tertissä

Rakennettavuuden arviointi Tertin alueella on Rambollin tekemä selvitys Hämeenlinnan alueelle suunnitteleminen maankäytön muutosten ja toimenpiteiden soveltuvuudesta. Terttiin suunniteltu asuinalue sijaitsee hulevesiselvityksen alueilla A5 ja A6 (ks. kuva 3), Marssitien ja Vanhan Härkätien välissä, Hirsimäen ja Kuralan kaupunginosien pohjoispuolella. Alueelle suunniteltu tielinjaus vaatii Myllyojan ylittävän siltaratkaisun. (Ramboll 2014a.) Tertin alueella maankäytön muutokset ovat huomattavia Myllyojan ja sen ympäristön eliöstön kannalta. Vuorentaan allasketju tulee osittain jäämään suunnitellun asuinalueen sisälle.

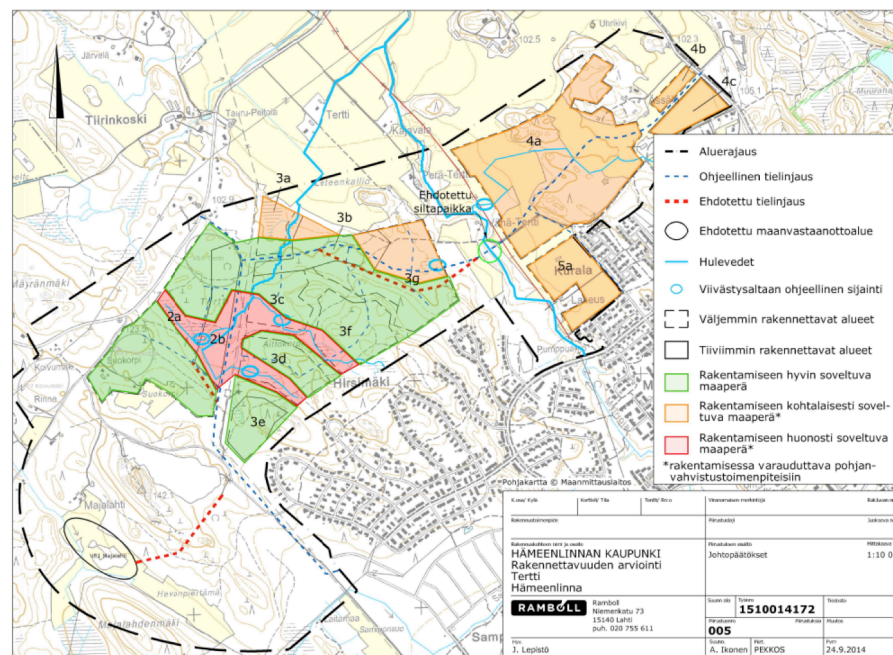
Selvityksessä on koottu aikaisempien selvitysten luontoarvoja sekä tehty havaintoja vuonna 2014. Selvitysalueelle sijoittuu liito-oravien elinaluetta (Kuralankallio) ja kulkuyhteyksiä sekä lepakkohavaintoja hajanaisesti laajalla alueella. Lisäksi alueella on tehty havaintoja saukoista 2014. Liito-orava ja sauikko, samoin kuin kaikki Suomessa esiintyvät lepakkolajit kuuluvat luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin, joiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kielletty. Selvityksessä on mm. suositeltu säilyttämään alueella itä-länsisuuntainen lepakoille soveltuva, valoilmastoltaan hämärä kasvillisuuskaistale, joka riittävän leveänä turvaa sekä liito-oravien että lepakoiden kulkuyhteyden. Saukkojen liikuminen on huomioitava Myllyojan siltarakenteissa, niin että aukko on riittävän leveä ja reunoilla hylly tai terassi, jota käyttämällä saukot voivat alittaa tien. Vuorentaan pellot ovat maakunnallisesti merkittävää lintualueita sekä Härkätien varsi valtakunnallisesti arvokasta maisema-alueita. (Ramboll 2014a, Faunatica 2011a.) Tertin alueen liito-oravaselvityksessä (Faunatica 2011b,13) on todettu, että Myllyojan varrella on liito-oravalle

hyvin soveltuva metsäaluetta. Koska lähimetsät ovat joko mäntyvaltaisia tai liian nuoria, korostuu ojan varren puuston sekä kulkuyhteyksien säilyttämisen tarve niin itään Ahvenistolle kuin länteenkin päin. (Kuva 6.)

Kaiken kaikkiaan Myllyoja on todettu paikallisesti arvokkaaksi luonnon monimuotoisuutta lisääväksi kohteeksi, jonka varret toimivat ekologisena yhteytenä myös muulle lajistolle kuin saukoille. Kuralan peltoalueen rajaamalla alueella Myllyojan varsien on todettu sopivan myös liito-oravalle, vaikka lajista ei ole tehty alueella havaintoja. Selvityksessä on suositeltu säilyttämään Myllyojan rannat rakentamattomina ja keskittämään hulevesien hallintaratkaisuja muihin, Myllyojaan laskeviin uomiin (kuva 7). (Envibio 2005, Ramboll 2014a.)



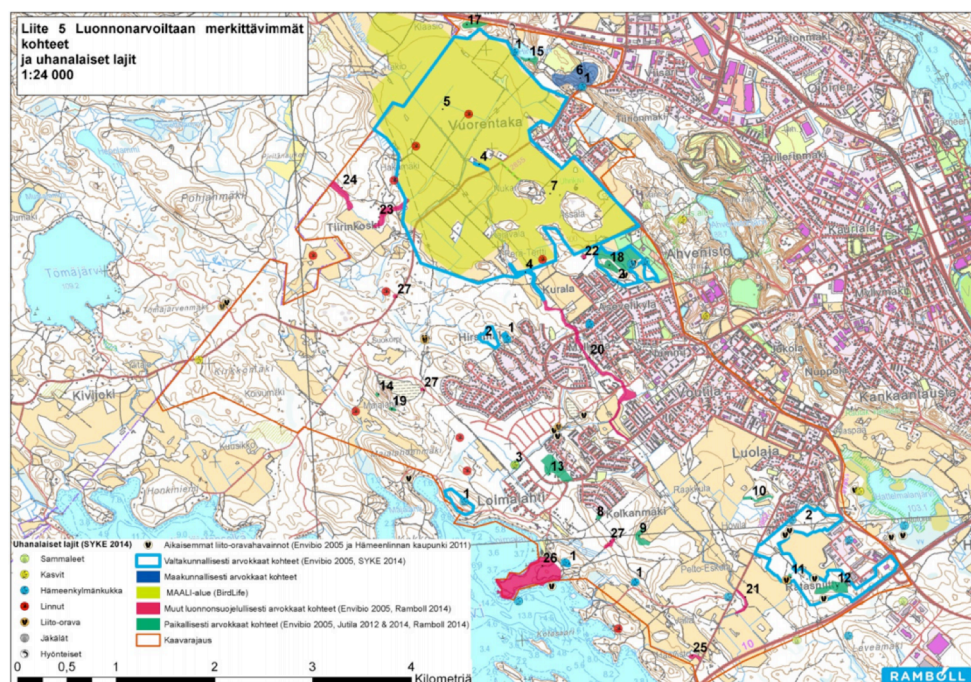
Kuva 6. Tertin alueen luontoarvot. (Ramboll 2014a.)



Kuva 7. Rakennettavuusselvityksen johtopäätökset, mm. hulevesien viivästysaltaiden ohjeelliset sijainnit. (Ramboll 2014a.)

3.4.4 Sampo-Alajärven luontoselvitykset ja viheralueverkostot Hämeenlinnassa

Sampo-Alajärven luontoselvityksessä (Ramboll 2014b) on käytetty hyväksi aiempia luontoselvityksiä, paikkatietoaineistoja (METLA, OIVA) sekä tehty lisäkartoituksia. Luonnonarvoiltaan merkittävimmät kohteet on merkitty selvityksen liitteeseen 5 (kuva 8). Myllyojan varrelle sijoittuu kaava-alueen pohjoisosassa valtakunnallisesti arvokkaita kohteita, joita ovat lintualueet sekä direktiivilajien (saukko, lepakot, liito-orava) elinympäristöt, kulkuyhteydet sekä levähdyspaikat. Yläjuoksulla ojan varressa on myös muuta luonnonsuojelullisesti arvokasta aluetta, kuten metsäisemmät ja niittymäiset puronvarret sekä Leteenojan rehevä ja lehtomainen alue Luolajantien itäpuolella. Kokonaisuudessaan Myllyoja on tärkeä ekologinen reitti vesieliöstölle ja puron varret monin paikoin toimivat ekologisenä yhteytenä myös maaliöille.



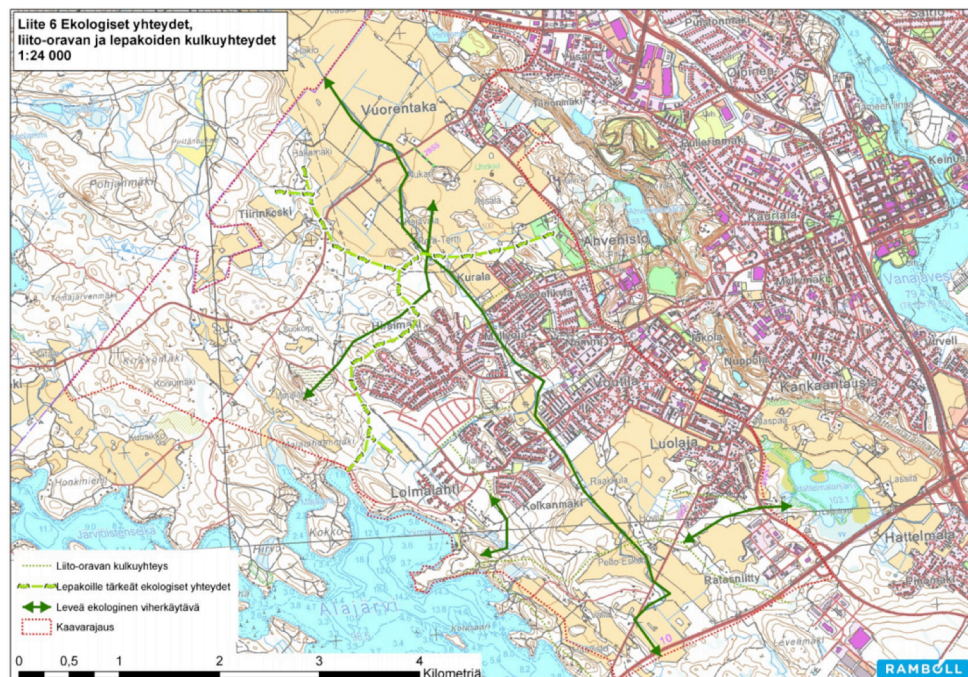
Kuva 8. Luonnonarvoiltaan merkittävimmät kohteet ja uhanalaiset lajit. Myllyojan varrelle sijoittuu valtakunnallisesti arvokkaita kohteita (sininen rajaus) sekä muita luonnonsuojelullisesti arvokkaita kohteita (punainen). (Ramboll 2014b.)

Ekologiset yhteydet tulisi huomioida maankäytön suunnittelussa, koska ne mahdollistavat lajiston siirtymisen ja populaatioiden säilymisen elinvoimaisina. Maankäytön muutosten myötä pirstoutuneet alueet sitoutuvat yhteen ekologisilla yhteyksillä. Luontoselvityksessä on todettu, että Södermanin ja Saarelan (2011) mukaan toimivan ekologisen yhteyden leveys on noin 300 metriä, mitä ei usein kuitenkaan ole käytännössä mahdollista toteuttaa. Liian kapeilla metsäkaistaleilla on vaarana myös puiden kaatuminen myrskyllä. (Ramboll 2014b.) Ekokäytävän riittävään leveyteen vaikuttaa lajisto, jonka toivotaan niitä käyttävän. Metsäkasvillisuuden kannalta kolmen täysimittaisen puun korkeutta on pidetty minimiedellytyksenä. (Jutila 2012.)

Myllyojan luontainen ekologinen yhteys on suositeltu säilytettäväksi ja vahvistettavaksi sisällyttämällä puronvarsi viheralueisiin ja esimerkiksi

puistoihin (kuva 9). Liito-oravan kulkureitit voidaan toteuttaa kapeampana puuvyöhykkeenä, jossa puustoinen latvussyhteys säilyy. Lepakoiden kulkureiteillä yövalaistuksen määrää tulisi vähentää. Lisäksi on todettu Myllyojan merkitys hulevesien hallinnan kannalta tärkeänä kokonaisuutena. (Ramboll 2014b.)

Luontoselvityksessä on suositeltu tehtäväksi tarkempaa lepakkoselvitystä Myllyojan ja sen haarojen alueella. Saukon osalta on todettu alueen olevan todennäköisesti toissijainen elinympäristö, mutta kulkuyhteydet ja soveltuvat levähdyspaikat tulisi jättää rakentamistoimien ulkopuolelle. Asemakaavoituksen yhteydessä on suositeltu tehtäväksi lisäselvityksiä sauikkojen ja lepakoiden elinympäristöistä. (Ramboll 2014b.)

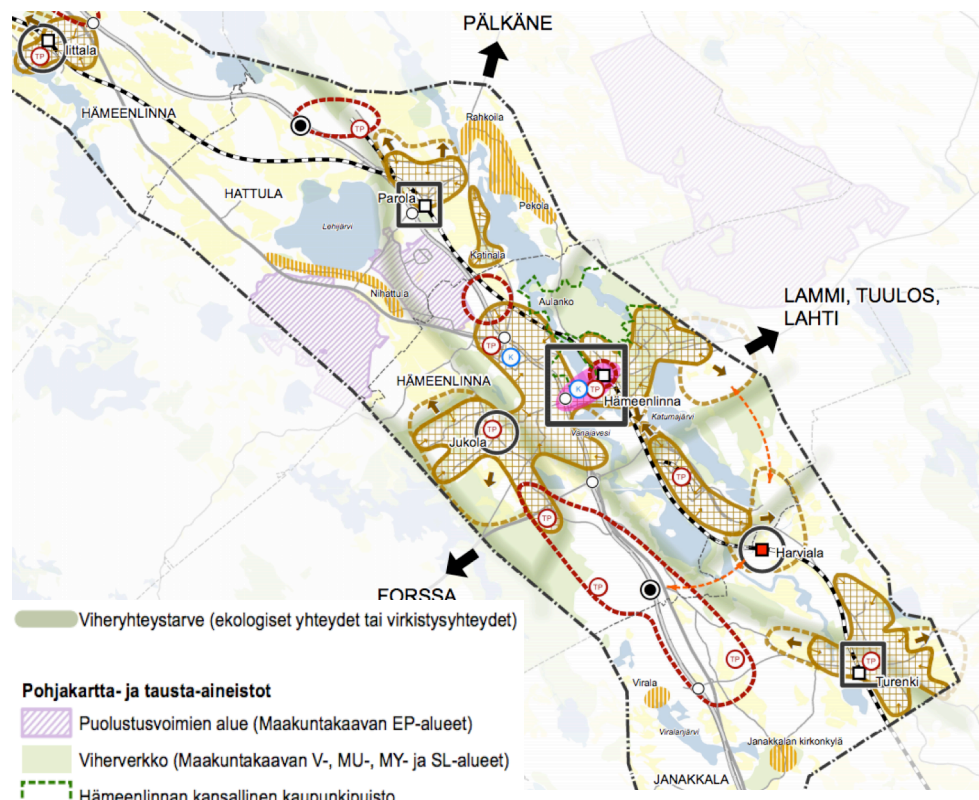


Kuva 9. Ekologiset yhteydet, liito-oravan ja lepakoiden kulkuyhteydet. Myllyojaa seurailee tumman vihreä nuoli, joka kuvaa leveää ekologista käytävää. (Ramboll 2014b.)

Viherkäytävän määritelmän näkökulma on usein ekologista käytävää ihmisläheisempi tarkoittaen ulkoiluun ja ihmisten paikasta toiseen siirtymiseen käyttämiä reittejä. Viherverkostolla tarkoitetaan näiden viherkäytävien verkostoa. Ekologiset yhteydet tulisi huomioida kaikilla kaavoituksen tasoilla luomalla yhtenäinen viheralueverkosto. Nykyisessä Kanta-Hämeen maakuntakaavassa ekologiset verkostot eivät juurikaan näy aluevarauksina. Yleiskaavataso sopii luontevasti viheryhteyksien tarkasteluun ja Hämeenlinnassa viheryhteyksiä onkin huomioitu, vaikka kaavaselvityksissä ei ekologiaa yhteyksiä ole välttämättä mainittu. Ekologisia verkostoja olisikin hyvä pohtia kaavaselvityksissä nykyistä enemmän. Lisäksi viheralueiden hoidolla on keskeinen rooli lajien ja luontotyyppien säilymisellä, joten lähivirkistysalue (VL) tai retkeilyaluemerkintä (VR) voi vaatia lisäksi esimerkiksi määräyksen maisematyöluvasta, joka mahdollistaa alueiden hoitoon vaikuttamisen. (Jutila 2012.)

Kanta-Hämeen maakuntakaava on ollut valmistelussa, 1.vaihemaakuntakaava vahvistettu 2.4.2014 ympäristöministeriössä ja 2.vaihemaakuntakaava hyväksytty maankuntavaltuustossa 1.6.2015 (Hämeen liitto 2015).

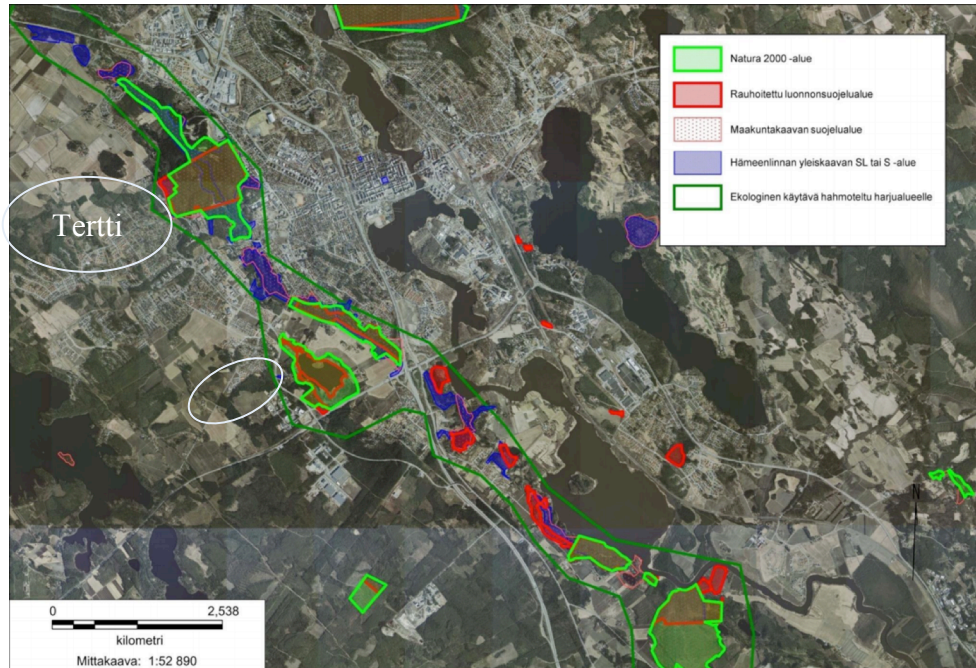
Yleisemmin viheralueverkostoa on tarkasteltu Janakkalan, Hämeenlinnan ja Hattulan alueellisissa rakennemallissa 2040 (kuva 10), joka on ollut 1.vaihemaakuntakaavan tausta-aineistona. Selvityksessä on esitetty seudun tärkeimmät viheryhteydet yleispiirteisesti ja todettu, että alueen viheryhteyksistä tulisi tehdä tarkempi selvitys. Selvityksessä tulisi tarkastella viheralueverkoston toimivuutta niin ulkoilureittien muodostaman kulkuverkon kuin ekologisten verkostojenkin näkökulmasta. (Pöyry 2014, 18.) Alueellinen viheryhteyksien kehittämissuunnitelma voisi ohjata myös uusien asuinalueiden kaavoitusta ja pienimittakaavaisempien ekologisten yhteyksien säilyttämistä niin, että yhteydet eivät tulevaisuudessakaan katkea yksittäisten kaavojen tai rakennus- ja poikkeuslupien yhteydessä tehtyjen maankäyttöratkaisujen takia.



Kuva 10. Janakkalan, Hämeenlinnan ja Hattulan alueellisissa rakennemallissa 2040 esitetyt viheryhteystarpeet. (Pöyry 2014.)

Tärkeänä pohjavesialuetta ja suurilta osin suojelualuetta olevat harjut toimivat Hämeenlinnassa myös keskeisenä viheryhteytenä niin ekologisessa merkityksessä kuin virkistysalueenakin (kuva 11). Myllyoja sijaitsee harjualueen välittömässä läheisyydessä samansuuntaisena harjujen kanssa. Myllyojan kehittäminen viheralueena asuinalueen sisällä voisi paitsi parantaa asukkaiden virkistysmahdollisuuksia mutta myös ylläpitää yhteyksiä muihin viheralueisiin. Alueen luontoselvitysten perusteella poikkisuun-

tainen viheryhteys on tarpeen mm. Tertin alueella. Myös Luolajantien suuntainen yhteystarve Hattelmalanjärven alueelle on mm. liito-oravan kannalta tarpeen. Myös Leteenojan varressa Luolajantien itäpuolella on todettu luontoarvoja. Luolajan koulun lähiympäristössä olevat luontoarvot on tunnistettu, mutta alue toimii myös koulun ja eskarilaisten lähimetsänä sekä asukkaiden virkistysalueena. Myllyoja yhdistää myös nämä kuvassa 11 ympäröidyt alueet toisiinsa.



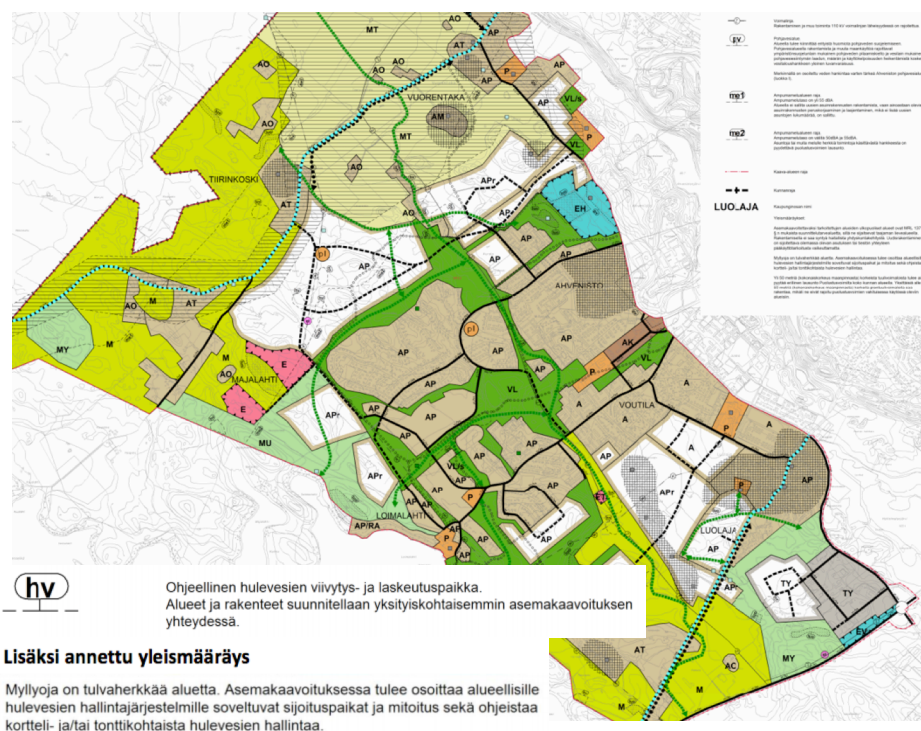
Kuva 11. Natura-alueiden, luonnonsuojelualueiden sekä maakunta- ja yleiskaavan suojelualueiden sijoittuminen Hattelmalan-Ahvenistonharjulle ja niiden muodostama ekologinen yhteys puskureineen. Yleiskaavan suojeluvaraukset eivät ole ajantasaisia kuin harjualueen osalta. (Jutila 2012/2013.) Valkoisella on ympäröity suunniteltu uusi Tertin asuinalue, sekä osayleiskaavassa MY-alueeksi merkitty liito-oravan elinalue. Myllyoja virtaa harjujen suuntaisena näiden ympäröiden välillä, asuinalueen keskellä.

3.4.5 Sampo-Alajärven osayleiskaavaehdotus

Sampo-Alajärven osayleiskaavaehdotukseen 12.5.2015 (kuva 12) on tehty useita muutoksia luonnosvaiheessa saatujen kommenttien ja valmistuneiden lisäselvitysten perusteella. Hulevesien hallinnan tärkeyttä ja yhteistyötä Hattulan kanssa on painotettu Hämeen ELY-keskuksen ja Hämeen liiton antamissa lausunnoissa. Hattulan kunnan lausunnossa on todettu, että osayleiskaavan toteutuminen saattaa vaikeuttaa maankäytön suunnittelua Armijärvi-Lehijärvi-alueella, mikäli hulevesiongelmiaan ei löydy tehokasta ja kestävästä ratkaisusta. Hulevesiselvityksen valmistuttua pidettiin sen esittely- ja keskustelutilaisuus 12.2.2015, johon osallistui kaupungin edustajien lisäksi Hämeen ELY-keskus, Vanajavesikeskus, Lehijärven Suojeluyhdistys, Hattulan kunta sekä maanomistajia. Kaavanlaatijan vastineessa Hämeen liitolle on todettu, että Hattulan kunnalta pyydetään lausunto vielä osayleiskaavaehdotuksesta. (Hml kaupunki 2015c.)

Hulevesiselvityksen esittelytilaisuudessa keskusteltiin hulevesien määrällisen hallinnan lisäksi myös laadullisesta hallinnan tarpeesta. Maanomistajat kertoivat Myllyojan tulvahaittojen lisäksi ojaveden laatuongelmista. Takavuosina ojan vettä on hajunsa ja ulkonäkönsä perusteella pidetty ajoittain silkkana jätevetenä. Tämän tutkimuksen selkeästä jätevesivaikutuksesta kertovat vesinäytetulokset olivat esillä palaverissa ja myös tutkija itse oli Hämeen ELY-keskuksen harjoittelijana läsnä.

Kaavaehdotuksen esittelyaineistossa on todettu rakennettavuusselvitystä mukailien, että hulevesien hallinnan alueelliset ratkaisut tulisi toteuttaa rakentamisen suhteen etupainotteisesti (Hml kaupunki 2015d, Ramboll 2014, 10). Rakentamisen aikaisten hulevesien laadunhallintaan on viimeaikaisten tutkimusten mukaan perusteltua kiinnittää huomiota (Sillanpää 2013).



Kuva 12. Sampo-Alajärven osayleiskaavaehdotus 12.5.2015 ja hulevesistä annetut määräykset. Kartta määräyksineen liitteessä 2. (Hämeenlinnan kaupunki 2015b.)

3.5 Selvitys Katumajärven hulevesikuormituksesta ja sen vähentämisestä

Katumajärven hulevesikuormitus selvitykseen on koottu kattavasti kaupunkialueen hydrologian erityispiirteitä sekä hulevesien käsittelymenetelmiä, joten tähän työhön niitä ei ole katsottu tarpeelliseksi sisällyttää. Katumajärven valuma-alue on 51 km² ja kuormitus tulee pääasiassa peltoalueilta. Hulevesiviemäröityä, rakennettua aluetta Katumajärven ympärillä on yhteensä 246,5 hehtaaria. Tutkimuksessa selvitettiin hulevesien ainevirtaama Katumajärveen sekä tutkittiin hulevesivirtaamia ja ainepitoisuuksia Rauhalanojaan purkavasta sadevesiviemäristä keväällä 2004 lumien sulassa sekä kesäaikana. Tutkittu alue on järven toiseksi suurin sadevesiviemäröity alue, pinta-alaltaan 57,8 hehtaaria, josta rakennettua alaa oli 22 %. (Jutila & Kesäniemi 2006.)

Reilun kolmen viikon ajan (26.3.2004–19.4.2004) mitattiin vedenkorkeutta ja virtausnopeutta virtaamamittarilla (Flo-Tote), minkä lisäksi kesäaikana mitattiin vedenkorkeutta manuaalisesti kaivoon tulevassa putkessa. Kevätvalunnan aikana otettiin 21 vesinäytettä sekä kesällä sekä sateiden yhteydessä että sateettomina hetkinä 10 näytettä. Tulosten perusteella kevään näytteiden keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli 3642 µg/l, keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus 92 µg/l, KMnO₄-luku 32 mg/l ja kiintoainepitoisuus 21 mg/l. Hulevesi oli varsin ravinnepitoista ja pitoisuudet lisääntyivät virtaaman kasvaessa lukuun ottamatta kokonaistyyppipitoisuutta, jonka pitoisuus väheni virtaaman kasvaessa. Kevät 2004 oli lämmin ja aurinkoinen ja selvityksen mukaan lumet sulivat hyvin tasaisesti virtaamisen jäädessä kohtuulliselle tasolle (1,90 l/s –14,22 l/s), 90 % havainnoista oli alle 8,33 l/s. (Jutila & Kesäniemi 2006.)

Kesäaikana kokonaistyyppien ainepitoisuus oli 1664 µg/l, kokonaisfosforin 148 µg/l, KMnO₄-luku 43 mg/l ja kiintoaineen pitoisuus 43 mg/l (9 näytettä). Kun näytteet eroteltiin sateen ja sateettoman ajan näytteisiin, havaittiin kokonaisfosforin ja kiintoaineen pitoisuuksissa selvä nousu sateen aikana virtaaman lisääntyessä. (Jutila & Kesäniemi 2006, 61.)

HUT-CONCEP-mallia ja kaikkien järveen kaupunkialueilta laskevien vesinäytteiden tuloksia käyttämällä laskettiin kokonaistyyppien, kokonaisfosforin ja kiintoaineen vuosikuorma ajalle 1994–2003. Kaupunkialueiden keskimääräiset vuosihuhtoumat olivat tyypelle 6,9 kg/ha/a, kokonaisfosforille 0,28 kg/ha/a ja kiintoaineelle 92,6 kg/ha/a. Arvojen todettiin olevan hyvin lähellä RYVE-projektissa pientaloalueelle saatuja vuosiarvoja. RYVE-projektissa 2001–2003 tutkittiin kaupunkivesiä ja niiden hallintaa neljässä eri osahankkeessa (Vakkilainen, Kotola & Nurminen 2005). Kaupunkialueilta Katumajärveen tulevan kokonaistyyppien vuosikuorma oli keskimäärin 1711 kg/a (6 % järven kokonaiskuormasta), fosfaatin vuosikuorma 45 kg/a, kokonaisfosforin 69 kg/a (8 % kokonaiskuormasta ja kiintoaineen 22 836 kg/a (15 % kokonaiskuormasta). (Jutila & Kesäniemi 2006, 61–62.)

3.6 Huomioitavaa ojavesien näytteenotossa ja virtaamamittauksissa

Pienillä valuma-alueilla uomien vesille on luonteenomaista ainepitoisuuksien suuri vaihtelu lyhyelläkin aikavälillä, kuten vuorokauden aikana, vuorokausien välillä sekä vuodenaikojen ja etenkin rankkasateiden mukaan. Ravinteet ja muut aineet kulkevat uomassa usein pulsseina. Muutosten nopeuteen vaikuttaa pieni vedenvarastointikapasiteetti, mutta myös mm. lämpötila ja biologiset prosessit. Pitoisuuksien vaihtelua on mahdotonta seurata kerta­näytteenotolla, joten jatkuvatoimisella mittauksella saadaan paremmin kiinni mitattavien aineiden pitoisuusvaihtelun suuruus ja ajallinen käyttäytyminen. (Kukkonen 2012.)

Jatkuvatoimisella mittauksella voidaan tarkentaa kuormituksen ajankohtaa ja käyttäytymistä suhteessa muihin muutoksiin. Esimerkiksi Yläneenjoella sameuden maksimipiikin ajoittui pienemmällä valuma-alueella hieman ennen virtaamapiikkiä, kun taas suuremmalla valuma-alueella sameuspiikki ajoittui vasta virtaamapiikin jälkeen. Säkylän Pyhäjärven tutkimuksessa kiintoaine- ja kokonaisfosforikuormat nousivat virtaaman lisääntyes­sä, mutta nitraattitypen kuorma ei aina seurannut virtaamankasvua. Kokonaisfosforin ja kiintoaineen kuormitushuiput olivat myös hetkellisempiä kuin kokonaistypen. Tästä syystä kokonaistypen korkeat kuormat on hel­pomp­i havaita harvemmin tehtävillä kerta­näytteenotoilla kun taas kokonai­sofosforin ja kiintoaineen ajoittaiset korkeat kuormat voivat tulla esille jatkuvatoimisella mittauksella. Sameuden jatkuvatoimisesta mittausarvos­ta on mahdollista johtaa kiintoaineen ja kokonaisfosforin pitoisuudet tie­tyillä ehdoilla. (Kukkonen 2012.)

Virtaamamittaukset uomissa voidaan tehdä esimerkiksi siivikolla tai pie­nemmissä uomissa mittapadolla. Pienissä uomissa virtaamaa voidaan mi­tata myös ilmat patoratkaisuja pinnankorkeutta mittaamalla, jolloin pur­kautusmiskäyrän perusteella voidaan määrittää yhteys veden korkeuden ja virtaaman välille (EHP-tekniikka 2015). Uoman tulee tällöin olla virtaa­maolosuhteiltaan mahdollisimman tasalaatuinen.

4 KOKEELLISEN TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

4.1 Tutkimusmenetelmien valinta

Veden laatuun liittyvässä tutkimuksellisessa osuudessa pääpaino oli van­hojen mittaustulosten koonnissa ja vertailussa vuoden 2014 mittaus- ja näytetuloksiin. Vuoden 2014 aikana oli tarkoitus toteuttaa vähintään kaksi mittaus- ja näytekierrosta Myllyojan varrelta niin, että veden laadun mah­dolliset vaihtelut maankäyttötapoihin ja epäilyihin kuormituspisteisiin liit­tyen olisivat havaittavissa.

Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä lisämittauksia Vuorentaan altailta vuoden 2014 aikana ja arvioida altaiden toimivuutta. Tavoitteena oli saa­dun tiedon perusteella tarpeen mukaan esittää kunnostustoimia olemassa

oleviin rakenteisiin tai ehdottaa uusia mahdollisuuksia, erityisesti kaupungin laajetessa edelleen ja tulevaa kaavasuunnittelua ajatellen.

Kokeellisen osion tutkimusmenetelmät oli valittava käytettävissä olevien resurssien mukaan. Rahoitusta tutkimukselle haettiin, mutta tutkimuksen kokonaissuunnittelun kannalta päätökset tulivat liian myöhään. Jatkuva-toimisten mittarien käyttömahdollisuutta selvitettiin yhteistyössä Vanajavesikeskuksen kanssa, mutta kesäaikana kaikki mittarit olivat käytössä. Näin ollen tutkimuskierrokset oli suunniteltava kertamittauksina käyttäen Hämeenlinnan kaupungin omaa YSI6600-mittaria. Virtaamamittaukset toteutettiin yksinkertaisella menetelmällä mittaamalla vedessä kulkevan tikun matka ja siihen kuluva aika sekä veden syvyys mahdollisimman tasalaatuisissa oloissa. Näytekierrokset suunniteltiin resurssien mukaan. Mittaussuunnitelma on esitetty kohdassa 4.3.

Kuormituslaskelman teossa hyödynnettiin ELY-keskuksissa käytössä olevaa VEMALA-kuormitusmallia, jota tutkijalla oli mahdollisuus työharjoittelunsa aikana käyttää. Huomioiden maastomittausten ja suunnitellun tutkimuksen epävarmuustekijät, tarkkoja virtaama- ja ravinnepitoisuustuloksiin perustuvia kuormituslaskelmia ei katsottu voitavan tehdä. Arvio Myllyojan ainemääristä laskettiin vuosien 2000–2005 seurantatuloksiin sekä 2014 pitoisuuksiin valuma-alueen kokoa ja valuntaa hyväksi käyttäen. Mitatun virtaaman perusteella suuntaa antava kuormituslaskelma kaupunkialueen hulevesien osalta laskettiin Härkätien näytepisteeltä sekä vertailun vuoksi Hirsimäen näytepisteestä.

4.2 Tutkimuksen kulku, aikataulu, rahoitus ja resurssit

Työ alkoi helmikuussa 2014 tutustumalla hulevesien laatuun ja hallintaan liittyvään kirjallisuuteen, tutkimuksiin sekä aiheeseen liittyviin paikallisiin selvityksiin. Työn tavoitteet määriteltiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Tutkimuksen pohjaksi kerättiin ja koostettiin erillisiin opiskelijaraportteihin kirjatut mittaustulokset taulukkoon ja arvioitiin mittausten ja analyysitulosten luotettavuus raporttien perusteella. Aikaisempien mittaustulosten perusteella arvioitiin mahdolliset ongelmakohdat ja lisämittausten tarve sekä valittiin näytepisteet.

Tutkimukseen oli käytettävissä Hämeenlinnan kaupungin YSI6600-mittari, jonka käytöstä ei aiheutunut ylimääräisiä kuluja. Ensimmäisen näytekierroksen vesinäytteiden laboratorioanalyysien kuluista vastasi Hämeenlinnan kaupunki. Mittaustulosten informatiivisuuden ja luotettavuuden vuoksi vähintäänkin toinen näytekierros katsottiin tarpeelliseksi. Riittävien resurssien käyttöön saamiseksi tutkimukselle haettiin ulkopuolista rahoitusta eri tahoilta. Ensimmäinen rahoitushakemus ei tuottanut tulosta, mistä tuli tieto vasta toukokuun lopussa.

Tavoitteena oli tehdä kevään sulamisvesien aikaan mittauskierros mittarilla sekä toinen mittauskierros kesällä ottaen samalla vesinäytteitä. Toinen mittauskierros oli tarkoitus suorittaa sopivan kesäsateen aikana. Rahoituspäätösten odottelu sekä mittarin kalibrointi viivästyttivät tutkimuksen toteuttamisaikataulua, mutta toisaalta mittausten ajankohtaan vaikutti myös

säätilanne. Käytännössä ensimmäinen mittauskierros mittarilla toteutettiin maaliskuun lopulla ja toinen kierros näytteenottoineen kesäkuussa. Näytteenottopisteiden määrä ja tehtävät analyysit oli suunniteltava rajallisten resurssien mukaan.

Lopulta elokuussa selvisi lisärahoituksen saaminen Vanajavesikeskuksesta, mikä mahdollisti toisen näytteenottokierroksen. Rahoituksen myötä voitiin ottaa laajemmat analyysit kuin ensimmäisellä kierroksella. Kolmas mittauskierros eli toinen näytteenottokierros tehtiin sopivan sateen aikana elokuussa. Käytännössä ei ollut mahdollista odottaa myöhemmän syksyn sateita tai tehdä enempää mittauksia tekijän vaihto-opiskeluun lähdön takia.

Mittaus- ja näytetulosten analysointi ja vertailu vertailuaineistoon tehtiin pääosin kesän 2014 aikana. Alunperin tavoitteena oli saada raportti valmiiksi vuoden loppuun mennessä. Käytännön rahoitus- ja sääolohankaluudet viivyttivät työn tekemistä suunnitellussa aikataulussa, minkä lisäksi tekijän vaihto-opiskelujen työllistyvyys syksyllä 2014 ja kevään 2015 työharjoittelujakso siirsivät raportin valmistumista. Väliraportti mittaustuloksista toimitettiin toimeksiantajalle loppusyksystä 2014 ja varsinainen opinnäytetyöraportti valmistui syksyllä 2015.

4.3 Mittaussuunnitelma ja sen toteutus

4.3.1 Näytepisteiden valinta

Myllyojasta oli saatavilla Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) opiskelijoiden kurssitöinä tekemiä mittaus- ja analyysituloksia vuosilta 2008 ja 2009. Veden laadun seurantatuloksia oli myös vuosilta 1963–2005. Nämä aikaisemmat näytteenotto- ja mittauspisteet ovat olleet pohjana tälle tutkimukselle. Näitä näytepisteitä Myllyojan varrella oli yhteensä 12 kpl ja ne sijoittuvat kosteikkoa lukuun ottamatta tierumpuihin, jotka ovat virtaamamittausten kannalta suotuisia paikkoja. Kuten opiskelijaselvityksissäkin, Vuorentaan allaskosteikosta on valittu kolme mittauspistettä - ylimmästä, keskimmäisestä ja alimmasta altaasta. Kosteikon tulo- ja lähtöveden laadusta oli lisäksi jatkuvatoimisen mittarin seurantatuloksia kolmen viikon ajalta kesällä 2007.

Edellä mainittujen näytepisteiden lisäksi on tarkasteltu valuma-alueen karttaa sekä hulevesiputkien ja uusien asuinalueiden sekä pumppaamojen (pistekuormitus) sijaintia. Mahdollisia näytteenottopaikkoja olisi voinut ottaa myös enemmän, mutta rajallisten resurssien takia näytepisteet oli rajattava 12 pisteeseen. Priorisointikriteereinä olivat aiemmat seurantatiedot sekä oleellisuus tutkimuksen kannalta.

Edellä mainituista pisteistä valittiin edustavimmat ja lisäksi otettiin kaksi uutta näytepistettä, toinen Sammonojasta, joka tuo hulevesiä uudelta Sammon asuinalueelta sekä toinen Vuorentaan pellolta tulevasta pelto-
ojasta. Sammonojasta sopivalta paikalta ei löytynyt rumpua, ojassa oli kasvillisuutta ja virtauksen syvyys ja leveys vaikea määrittellä, joten vir-

taamamittauksen kannalta piste osoittautui epäluotettavaksi (kuva 13). Veden laadun kannalta kuitenkin sekä Sammonojan että Tauru-Peltolan ojan pisteet katsottiin oleelliseksi. Myllyjoaan tulee hulevesiä useasta kohdasta, joten vertailun vuoksi haluttiin mittauksiin myös yksi pelto-oja. Mittauspisteet on merkitty karttaliitteeseen (liite 1).



Kuva 13. Sammonojan näytepisteellä oli haastavaa löytää mittauksille soveltuvaa kohtaa uomasta. Mittauspisteeksi valittiin yläkuviissa näkyvästä isosta kivistä ylävirtaan päin oleva kohtalaisen tasalevyinen ja riittävän syvä uoma.

Koko ojan tarkastelun kannalta viimeisen näytepisteen olisi voinut ottaa juuri ennen laskua Lehijärveen. Tämä rajattiin kuitenkin ensin pois ja todettiin, että hulevesien laadun ja kosteikon toimivuuden tarkastelun kannalta Ilveskallion piste viimeisenä on riittävä. Oletuksena oli, että veden laadun vaihtelu tuskin on enää loppumatkasta huomattava. Kuitenkin maaliskuussa maastossa havaittiin, että toiseksi viimeisen näytepisteen ympäristössä ojaa oli ruopattu ja rannat olivat paljaat kasvillisuudesta, minkä saattoi olettaa vaikuttavan Lehijärveen päätyvän kiintoaineen ja ravinteiden määrään. Niinpä viimeiselle näytekierrokselle lisättiin Hattulantien piste ennen golfkenttää.

Työn tavoitteena oli selvittää hulevesien laatua sekä havaita myös mahdolliset kuormituspiikit tai jätevesivaikutus. Alkuperäinen ajatus oli ottaa mittauksia ja näytteitä myös eri asuinalueilta tulevien hulevesiputkien purkupaikoilta suoraan putkesta. Näitä putkia oli kuitenkin useita ja käytössä olevien rajallisten resurssien takia näistä tutkimuksista oli luovuttava.

4.3.2 Mittaukset ja näytteenotto

Mittauksia tehtiin kolme kierrosta, joista kahdella jälkimmäisellä otettiin myös vesinäytteet. Mittaukset suoritettiin mittaussuunnitelman mukaisista paikoista. Ensimmäinen kierros eteni pääsääntöisesti yläjuoksulta alajuoksulle päin, mutta logistisista ja aikataulullisista syistä kaikki mittaukset eivät ole järjestyksessä tehtyjä. Kun mittauksia ei ehditty saattaa loppuun samana päivänä, niitä jatkettiin seuraavana päivänä kirjaten ylös mahdolliset muutokset mm. sääolosuhteissa.

Mittaukset pyrittiin mahdollisuuksien mukaan ottamaan samoista kohdista kuin aiemmatkin mittaukset. Uusien mittauspisteiden osalta pyrittiin löytämään parhaiten virtaamamittauksiin soveltuva kohta, jossa uoma oli roskaton, esteetön ja tasaleveä noin 10 metrin matkalta.

Manuaalisesti tehdyt mittaukset kirjattiin lomakkeelle, johon laitettiin ylös myös aistinvaraiset arvioinnit ja huomiot mm. veden väristä ja mittauspisteen ympäristöstä. YSI6600-mittarin tulokset tallentuivat suoraan laitteen muistiin, josta ne ensimmäisen kierroksen jälkeen oli purettava käsityönä taulukkomuotoon, mutta myöhemmillä kierroksilla saatiin suoraan siirrettyä Excel-taulukoksi.

4.3.3 Virtaamamittaukset

Virtaaman mittaamisen menetelmänä käytettiin veden virtausnopeuden ja tilavuuden avulla laskettua arviota. Virtausmittaukset mitattiin pääsääntöisesti tierummuista, joissa virtausolosuhteet ovat kohtuullisen tasaiset ja verrattavissa toisiinsa. Tierummuista mitattiin pituus, halkaisija ja veden syvyys sekä alkua että loppupäästä. Joissain rummuissa kaltevuus oli huomattava, mikä huomioitiin laskelmissa ottamalla keskiarvo syvyydestä. Joissain rummuissa oli kertyneenä runsaasti lietettä pohjalle, mikä pyrittiin rajaamaan pois veden syvyyttä arvioitaessa.

Veden virtausnopeus mitattiin heittämällä tikku rummun alkupäästä keskelle virtaa ja ottamalla sekuntikellolla tikun rummussa kulkema aika. Mittaus toistettiin vähintään kolme kertaa, kunnes mittaustulokset olivat lähellä toisiaan. Pääsääntöisesti otettiin mittauksista keskiarvo, mutta selkeästi hitaammat tulokset hylättiin, koska silloin tikku oli todennäköisesti juuttunut kiinni tai ajautunut hitaampaan virtaukseen. Luotettavampaan tulokseen olisi päästy käyttämällä joka mittauksessa samanlaista esinettä (esim. appelsiini).

Jos virtaamamittaukset tehtiin avouomassa, mitattiin syvyys ja pyrittiin arvioimaan uoman keskimääräinen leveys mitattavalta 10 metrin matkalta. Joissakin pisteissä oli matkaa lyhennettävä olosuhteiden ja mm. uoman riisuisuuden takia.

Virtaama Q (m^3/s) määritettiin seuraavan kaavan mukaan:

$$Q = A * v \quad 1.$$

jossa A = uoman poikkipinta-ala (m^2) ja v = virtausnopeus (m/s)

4.3.4 Mittausten suoritus YSI6600-mittarilla

Mittaukset YSI6600-mittarilla suoritettiin käyttöohjeen ja käyttöön opastuksen mukaisesti mahdollisimman keskeltä virtaa, niin että laite on suorassa eikä kosketa pohjaa. Ennen lukeman tallentamista odotettiin, että mittari on suorittanut puhdistamisen ja lukemat tasaantuneet.

Mikäli oli syytä epäillä epäluotettavuutta tai lukeman tallentumista, tallennus toistettiin. Joistakin pisteistä saatiin tästä syystä useampia tuloksia, joista tuloksia käsitellessä systemaattisesti valittiin jälkimmäinen, jolloin lukema todennäköisesti oli tasoittuneempi. Jos samasta kohteesta oli kaksi mittausta, selkeästi yleisestä tasosta poikkeava tulos hylättiin virheellisenä, koska tällöin esimerkiksi satunnainen roska oli saattanut vaikuttaa tulokseen.

4.3.5 Mittaukset hulevesiputkista

Hulevesiputkien laajempi tarkastelu rajattiin pois tutkimuskokonaisuudesta, mutta Hirsimäen mittauspisteessä oli sattuvasti useampi hulevesiputki aivan vieressä (kuvat 14–15). Tästä syystä samasta pisteestä sai pienellä vaivalla mitattua veden laadun myös hulevesiputkesta sekä arvioitua virtaaman. Virtaaman lisäksi näiden hulevesiputkien korkeutta Myllyojan vedenpintaan vertaamalla sai myös käsityksen hulevesien määrästä sekä sulamisen tai sadetapahtuman huomattavuudesta. Esimerkiksi kesäkuussa toisesta hulevesiputkesta ei mittausta voinut tehdä, koska se oli Myllyojan vedenpinnan alapuolella.

Virtaama mitattiin laskemalla valkoiseen ämpäriin vettä mittaviivaan (5 l) asti ja ottamalla täyttymiseen kuluva aika ylös. Tilavuuden ja kuluneen ajan perusteella laskettiin virtaama. Täysinäisestä ämpäristä otettiin mittaukset YSI6600-mittarilla. Vesinäytteitä hulevesiputkista ei otettu.



Kuva 14. Kartta hulevesiputkien sijainnista. © MML



Kuva 15. Hirsimäen hulevesiputki (5a) sijaitsee aivan Hirsimäen näytenäytteen otuspaikan vieressä.

4.3.6 Näytteenotto ja laboratorioanalyysit

Vesinäytteet otettiin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen (KVVY) laboratoriosta haettuihin näytenäytteenottoon ohjeistuksen mukaisesti. Kustakin näytenäytteenottoon otettiin vesinäyte sekä muoviseen pulloon että bakteeripulloon, kirjattiin tarvittavat tiedot näytteenottolomakkeelle ja säilytettiin pulloet kylmälaukussa kunnes ne vietiin laboratorioon analysoitavaksi. Mikäli näytteet otettiin edellisenä iltana, ne siirrettiin jääkaappiin yöksi ja toimitettiin aamulla kylmälaukussa KVVY:n laboratorioon.

Näytteistä analysoitiin kiintoaine, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori ja fosfaatti sekä suolistoperäiset enterokokit. Kahdesta näytteestä analysoitiin lisäksi pH, sameus ja sähkönjohtavuus oman YSI6600-mittarin tulosten verrattavuuden ja luotettavuuden tarkistamiseksi. Elokuun näytekierroksella analysoitiin lisäksi ammoniumtyppi sekä lämpökestoiset koliformiset bakteerit.

4.3.7 Mittausten ja näytteenoton informatiivisuus ja luotettavuus

Mittaussuunnitelmaa tehdessä tiedostettiin kertaluonteisten mittausten epävarmuus, mutta käytettävissä olevilla menetelmillä ei voitu tarkempaan tulokseen päästä. Tavoitteena oli selvittää veden laatu mahdollisten kuormituspiikkien eli kevätulamisen ja rankkasateen aikana sekä havaita mahdolliset pistekuormittajat, mihin ajateltiin yksittäisten mittaustenkin riittävän. Kertaluonteisilla mittauksilla ei ollut kuitenkaan mahdollista seurata sadetapahtuman aikaisia muutoksia eikä esimerkiksi kuormituspiikin etenemistä tai mahdollista lievenemistä Vuorentaan altailla samoin kuin jatkuvatoimisella mittauksella.

Mittauksissa on lukuisia epävarmuustekijöitä menetelmistä johtuen sekä luonnollisesti inhimillisen virheen mahdollisuus mitattaessa tai näyt-

teenotossa. Veden laatuun ja kuormituspiikkeihin vaikuttavat mm. virtaus- ja vuosittainkin vaihtelevat sääolot, vuodenaikais- ja vuorokaudenaikaisvaihtelut, sateen intensiteetti ja sadetapahtuman aikaiset vaihtelut.

Virtaamamittauksen luotettavuuteen vaikutti mm. uoman muoto ja tasalaa-tuisuus, kasvillisuuden määrä sekä virtausoloja muuttavat elementit kuten kivet ja roskat. Virtaamamittaukset pyrittiin ottamaan rummuissa, mutta näissäkin pohjalle oli kertynyt lietettä eri tavoin ja eri määriä putken ylä- ja alapäähän, joten erityisesti runsas lietteen määrä vääristää mitattuja tuloksia. Voitaneen kuitenkin olettaa, että yhden kesän aikana kertyvän lietteen määrä ei ole huomattava, joten mittaukset ovat keskenään vertailukelpoisia. Lisäksi joissain rummuissa oli kaltevuutta huomattavasti, mikä myös vaikutti laskettaessa putkessa olevan vesimäärän tilavuutta.

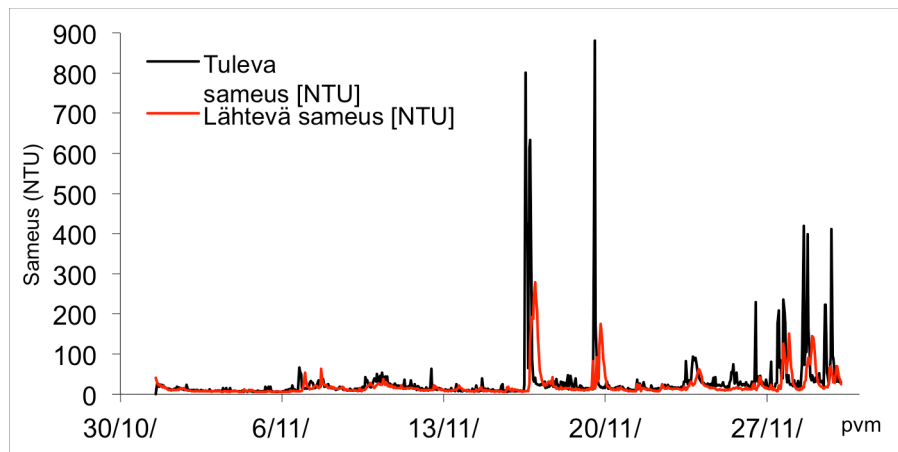
Virtaamamittausten luotettavuutta luonnon uomassa olisi lisännyt se, että ojan muoto olisi selvitetty mittauksien (poikkileikkaus) sekä syvyystietoja olisi otettu enemmän kuin vain yksi. Virtaamaa olisi voitu mitata Thompsonin padolla tai pinnankorkeutta seuraavalla mittarilla, mutta nämä ratkaisut olisivat vaatineet resursseja ja rakenteita. Tässä työssä mittaukset tehtiin samoin kuin opiskelijamittauksissa 2008-2009, minkä katsottiin riittävän suuntaa antavan tuloksen saamiseksi.

5 AIEMPIEN MITTAUSTULOSTEN KOONTI

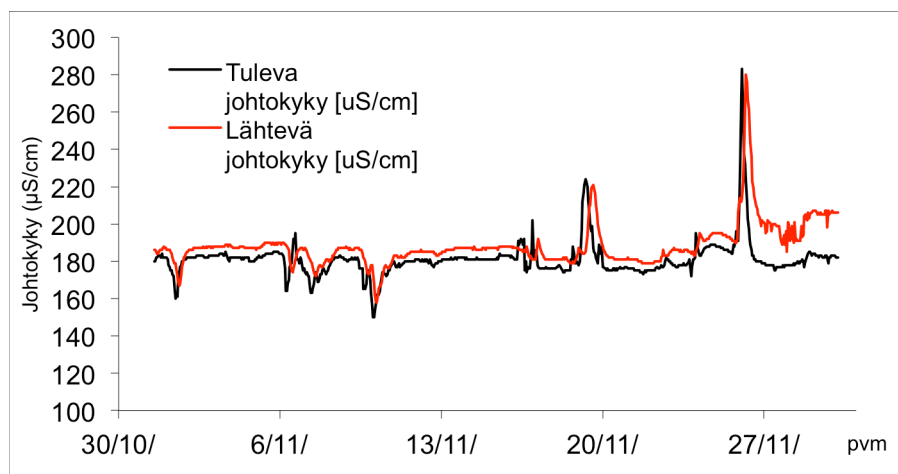
5.1 Vuorentaan altaiden rakentamisen jälkeiset seurantamittaukset 2007

Vuorentaan altaiden rakentamisen jälkeen altaiden toimivuutta selvitettiin jatkuvatoimisella mittauksella. Veden sameutta, sähköjohtokykyä, lämpötilaa ja pinnankorkeutta mitattiin 31.10.–30.11.2007 tunnin välein (Kuviot 1–4). Vesinäytteitä otettiin viitenä päivänä jakson aikana. Tarkemmat tiedot mittausten suorittamisesta ja tuloksista on esitetty liitteissä 4 ja 5.

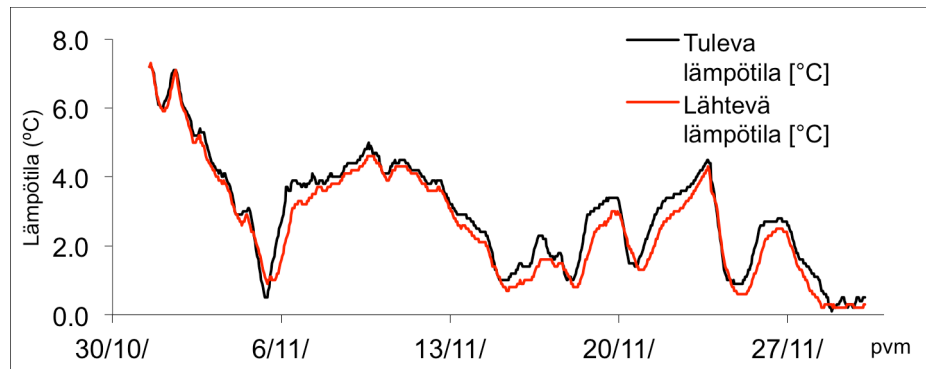
Tulosten mukaan tulevan veden sameudessa näkyi voimakkaita piikkejä, jotka olivat seurausta yläjuoksulla tehdyistä vesistötöistä (Kuvio 1). Mittausten aikana lähellä Sammontien ja Ainontien risteystä uusittiin vanha siltarumpu korvaamalla se uudella. Sameusmittausten mukaan allasketju pidatti 33 % töistä aiheutuneesta kiintoainekuormituksesta. Veden sähköjohtokykyarvojen perusteella noin 500 metriä pitkän allasketjun viipymäksi on arvioitu noin viisi tuntia. (Liite 5, Jutila & Kiirikki 2008.)



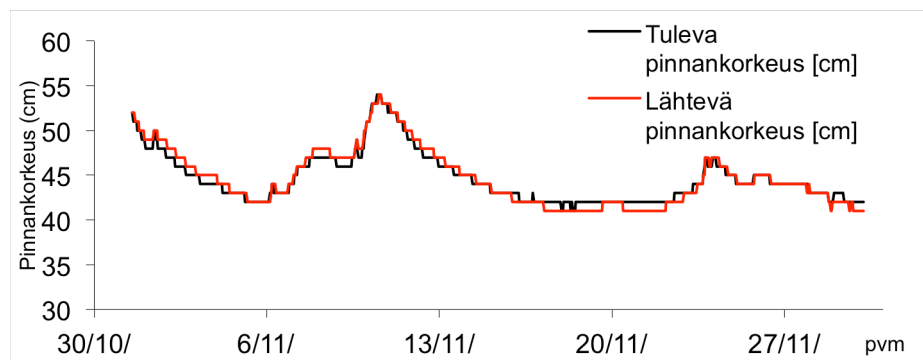
Kuvio 1. Sameus ajanjaksolla 31.10. - 30.11.2007 tunnin välein mitattuna (Jutila & Kiirikki 2008)



Kuvio 2. Johtokyky ajanjaksolla 31.10. - 30.11.2007 tunnin välein mitattuna (Jutila & Kiirikki 2008)



Kuvio 4. Lämpötila ajanjaksolla 31.10. - 30.11.2007 tunnin välein mitattuna (Jutila & Kiirikki 2008)



Kuvio 3. Pinnankorkeus ajanjaksolla 31.10. - 30.11.2007 tunnin välein mitattuna (Jutila & Kiirikki 2008)

Vesinäyteanalyysien perusteella allasketju vähensi kiintoainekuormitusta, mutta monien muiden muuttujien osalta pitoisuudet jopa lisääntyivät yläaltaalta ala-altaalle siirryttäessä. Fosfaattifosforipitoisuudet erosivat yli mittausepävarmuuden neljä kertaa ja aina alajuoksulle päin lisääntyen. Kokonaisfosforin osalta mittausepävarmuuden ylittävä, alajuoksulle lisääntyvä tulos saatiin kerran (41 $\mu\text{g/l}$ vs. 51 $\mu\text{g/l}$), mutta kokonaistypen osalta altaiden välille ei saatu mittausepävarmuutta suurempia lukuja. (Liitteet 4 ja 5, Jutila & Kiirikki 2008.)

Myllyojan yleinen veden laatu oli tulosten mukaan ojavedelle tyypillinen lukuun ottamatta bakteeripitoisuuksia. Koliformisten bakteerien pitoisuudet olivat korkeahkot (2900–4900 pmy/100 ml) osoittaen todennäköistä jätevesivaikutusta yläjuoksulla. Myös enterokokkipitoisuus (keskiarvo 170 pmy/100 ml) oli kohonnut. Kokonaisfosforipitoisuuden (40,5 $\mu\text{g/l}$) ja kokonaistyyppipitoisuuden (2000 $\mu\text{g/l}$) keskiarvot osoittivat rehevyyttä ja veden tumma väri (ka 94 mg/l Pt) humuspitoisuutta. Veden ammoniumpitoisuus (ka 73 $\mu\text{g/l}$) oli ojavedelle tyypillisesti hieman koholla. Suuri osa kokonaistypestä oli nitraattina (ka 1525 $\mu\text{g/l}$), mikä on tyypillistä tuotantokauden ulkopuolella. Happea kuluttavan aineen määrä oli melko vähäinen (COD keskimäärin 13,1 mg/l). Veden pH oli 7. (Liitteet 4 ja 5, Jutila & Kiirikki 2008.)

5.2 Myllyojan mittaustulokset ajalta 1963–2008 ja Sattulantien näytepiste verrattuna syksyn 2014 tuloksiin

Vanhoja mittaustuloksia oli Myllyojan varrelta saatavilla vuosilta 1963–2008. Suuri osa mittauksista on tehty kerran keväällä ja kerran syksyllä mutta osa tuloksista on satunnaisia kertamittauksia kerran vuodessa tai harvemmin. Joitakin vanhoja tuloksia oli mm. Loimalahdenpolun ja Härkätien näytepisteistä. Vain yhdeltä, Sattulantien näytepisteeltä oli seurantatietoja kattavasti pidemmältä ajanjaksolta. Mittaustulokset on koottu liitteisiin 6 ja 10.

Myllyojan Sattulantien näytepiste on lähellä Lehijärveä ja siitä on ensimmäinen veden laadun seurantatulokset vuodelta 1963, vuosittaisia tuloksia 1967–1992 ja 2–3 kertaa kuussa otettuja mittauksia 1998–2001 (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry sekä Uudenmaan, Pirkanmaan ja Hämeen ympäristökeskukset). Samasta pisteestä on otettu näytteitä JÄRKI-hankkeessa 2003–2005.

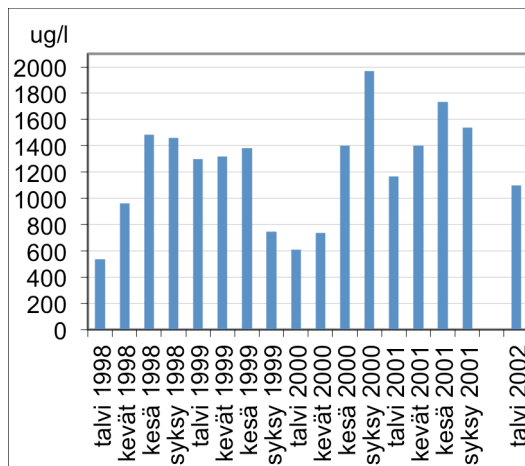
Vuonna 2014 alkuperäisessä mittaussuunnitelmassa Ilveskalliontien piste oli alin Myllyojan pisteistä, mutta toiselle näytekierrokselle lisättiin Hattulantien piste lisärahoituksen ansiosta. Hattulantien piste sijaitsee lähellä Sattulantien pistettä, mutta on huomioitava, että tämä piste ei ole täysin sama Sattulantien seurantapisteen kanssa. Hattulantien piste on kuitenkin vertailukelpoisempi vanhoihin mittaustuloksiin kuin nykyinen Sattulantien alitus, koska Sattulantien pisteen läheisyyteen on rakennettu yksityinen golfkenttä 1990-luvulla. Golfkentän laajamittaisempi toiminta on alkanut 2000-luvun alkupuolella. Golfkentän veden laatua on tarkkailtu mm. JÄRKI-hankkeessa. Kuvioissa 6–8 esitetyt tulokset vuosilta 1998–2005 ovat Sattulantien näytepisteestä ja syksyn 2014 mittauksessa Hattulantien rummulta, joka on verrattain lähellä (kuva 16).



Kuva 16. Sattulantien ja Hattulantien (2014) näytepisteiden sijainnit. Pohjakartta ©MML.

Vuosilta 1967–1992 ja 2003–2014 tulokset ovat yksittäisiä, mutta vuosilta 1998–2001 usean mittauksen keskiarvoja. Tämän intensiivisemmän seurantajakson tulokset on jaoteltu kevät- (maalis-toukokuu), kesä (kesä-

elokuu), syksy- (syys-marraskuu) ja talvijaksoihin (joulu-helmikuu). Pääsääntöisesti mittauksia on tehty kahdesti kuukaudessa, mutta talvella ja kesällä vähintään kerran kuussa. Neljännesvuosittaiset tulokset ovat siis 3–7 mittauksen keskiarvoja. (Liite 10). Kuviossa 5 on esitetty Sattulantien näytepisteestä mitattu veden rautapitoisuus, mitä ei ole muissa kohteissa tai myöhemmin tutkittu.



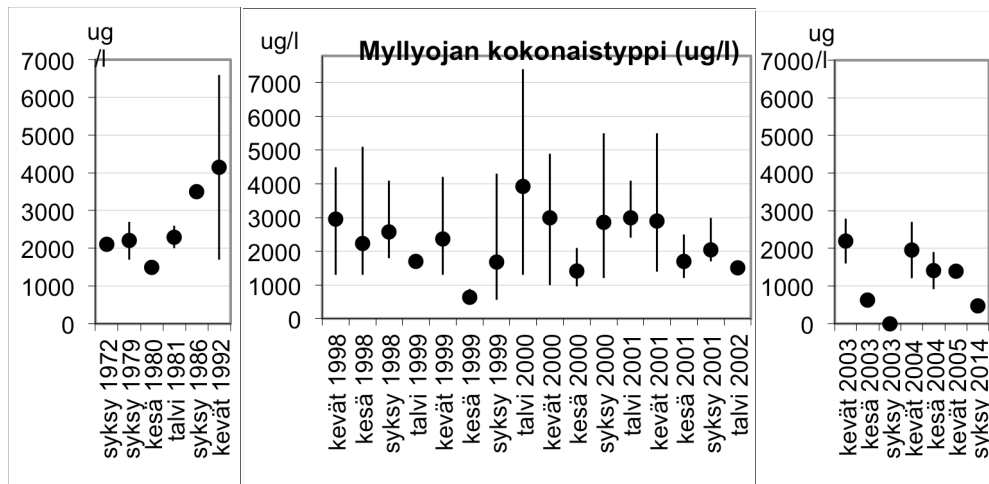
Kuvio 5. Rautapitoisuus Sattulantien mittauspisteessä 1998–2002. Pitoisuudet ovat 4-7 mittauksen keskiarvoja.

Kokonaistyyppipitoisuuksista ei ollut saatavilla seurantatuloksia ennen vuotta 1972. Keväällä 1992 ja talvella 2000 on havaittu korkeimmat pitoisuudet (noin 4000 µg/l), mutta muutoin pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 480–3000 µg/l. Alin tulos on syksyiltä 2014. 2000-luvun alussa golfkenttä on osaltaan voinut nostaa pitoisuutta. Useissa jakson 1998–2002 mittauksissa minimi- ja maksimiarvojen välillä on eroa 3000–4000 µg/l, joten yksittäinen mittaus on melko epävarma. (Kuva 6.)

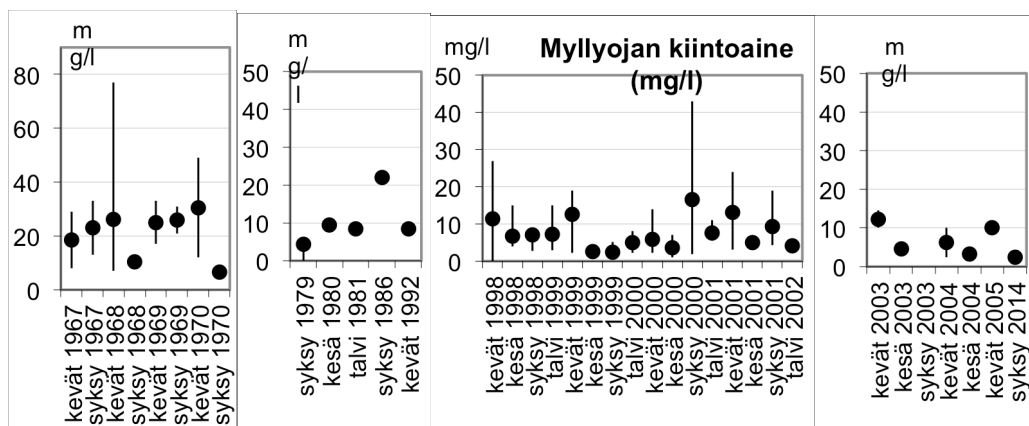
Kuviosta 8 on havaittavissa, että Myllyojan kokonaisfosforipitoisuus on ennen vuotta 1970 ollut huomattavasti korkeampi (noin 200–500 µg/l) kuin myöhemminä vuosina, syksyllä 1969 jopa lähes 1000 µg/l. Vuoteen 1986 asti kokonaisfosforipitoisuus on ollut vielä pääsääntöisesti yli 100 µg/l, mutta laskenut 1992–2014 välillä 30–77 µg/l. Vuoden 2014 kokonaisfosforipitoisuus (39 µg/l) on alle 2000-luvun keskiarvon. Tosin on huomioitava, että näytepiste ei ole täysin sama, osa näytteistä on yksittäisiä ja suurin osa on otettu keväällä, mutta vuoden 2014 näyte syksyllä. Vuosien 1998–2002 minimi- ja maksimiarvoista on nähtävissä, että hajonta on suurta ja yksittäisen mittauksen arvo voi vaihdella huomattavasti. Näin ollen yksittäisiä mittaustuloksia voi pitää vain suuntaa antavina.

Myös kiintoainepitoisuudet ovat 1970-luvulle asti olleet korkeampia (pääosin 20–30 mg/l) kuin myöhemminä vuosina, jolloin paria poikkeusta lukuun ottamatta pitoisuudet ovat olleet alle 15 (mg/l) ja useana vuonna alle 10 mg/l. Tuloksista on nähtävissä, että keväisin kiintoainepitoisuudet ovat yleensä korkeimpia. Vuoden 2014 kiintoainepitoisuus (2,5 mg/l) on alhainen verrattuna aiempiin tuloksiin. (Kuvio 7.) Kuitenkin vuosien 1998–2002 perusteella yksittäiset mittaukset saattavat vaihdella noin 20 mg/l. Erityisesti syksyllä 2000 on ollut huomattavia eroja minimi- ja maksi-

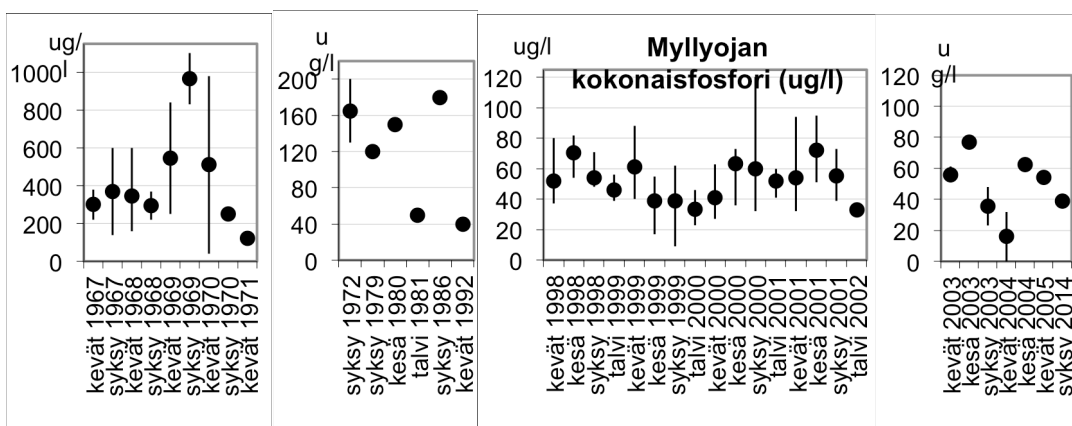
miarvoissa, mikä kertonee kuormituspiikistä tai -piikeistä, jotka ovat nos-taneet myös keskiarvopitoisuuden tarkastelujakson korkeimmaksi.



Kuvio 6. Myllyojan kokonaistyyppipitoisuus Sattulantien näytepisteessä sekä mittausten mini-mi- ja maksimiarvot. Vuosien 1998–2001 tulokset ovat useamman mittauksen keskiarvoja (3-7 mittausta /neljännesvuosi). Muut tulokset ovat yksittäisiä tai parin mittauksen keskiarvoja.

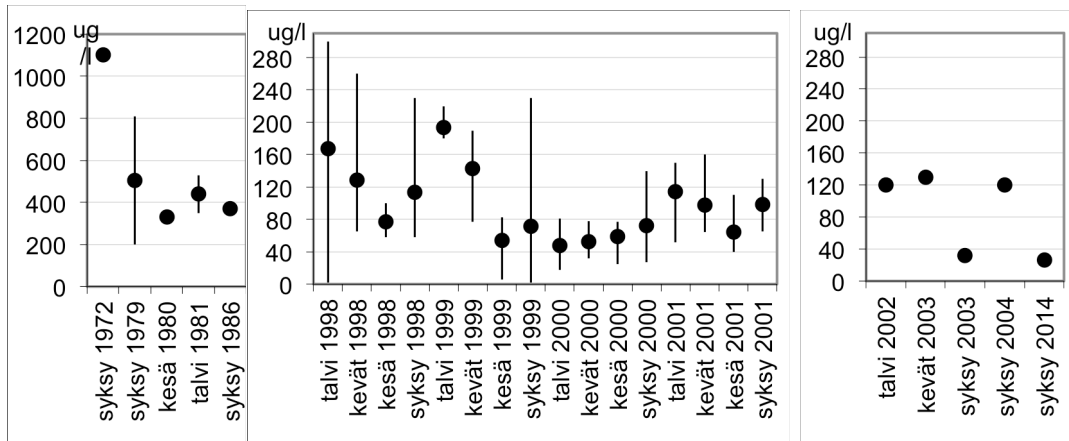


Kuvio 7. Myllyojan kiintoainepitoisuus Sattulantien näytepisteessä sekä mittausten mini-mi- ja maksimiarvot. Vuosien 1998–2001 tulokset ovat useamman mittauksen keskiarvoja (3-7 mittausta /neljännesvuosi). Muut tulokset ovat yksittäisiä tai parin mittauksen mit-tauksen keskiarvoja. Huom. mitta-asteikko.

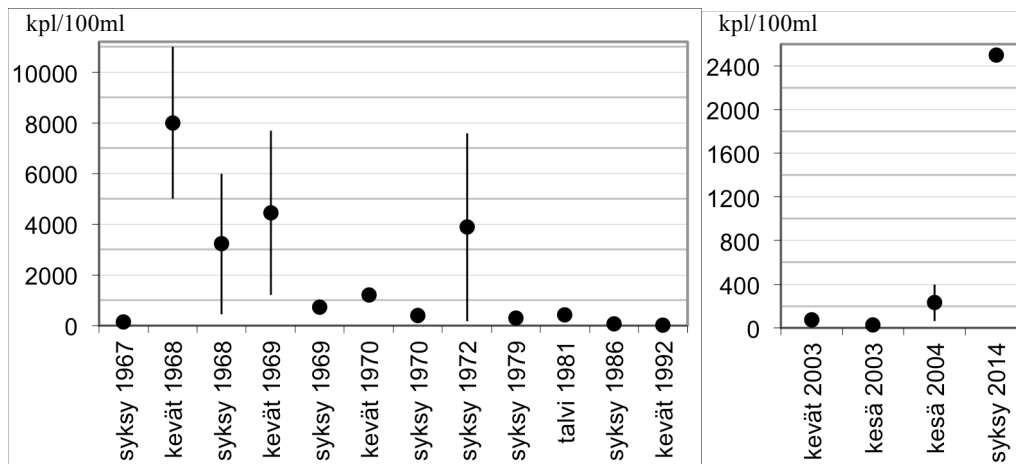


Kuvio 8. Myllyojan kokonaisfosforipitoisuus sekä mittausten mini-mi- ja maksimiarvot Sattulantien näytepisteessä. Vuosien 1998–2001 tulokset ovat useamman mittauksen keskiarvoja (3-7 mittausta /neljännesvuosi). Muut tulokset ovat yksittäisiä tai parin mittauksen mit-tauksen keskiarvoja. Huom. mitta-asteikko.

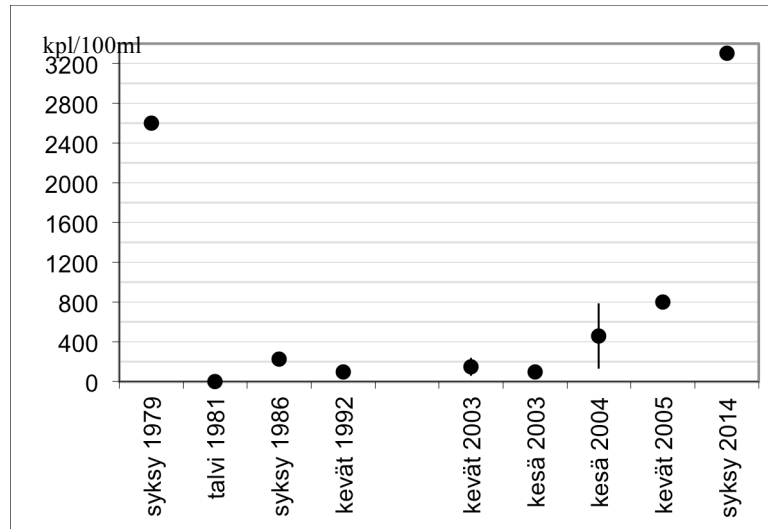
Kuvioissa 9–10 on esitetty ammoniumtyppi- sekä bakteeripitoisuudet. Fekaalisten enterokokkien pitoisuudet ovat mitattujen maksimiarvojen perusteella olleet 1960–1970-luvulla ajoittain hyvinkin korkeita (7500–11000 kpl/100 ml). Vuoden 2014 pitoisuus (2500 kpl/100ml) on aiempien vuosien tuloksiin verrattuna huomattavan korkea, kuten myös koliformisten bakteerien pitoisuus (3300 kpl/100ml) kertoen jätevesivaikutuksesta.



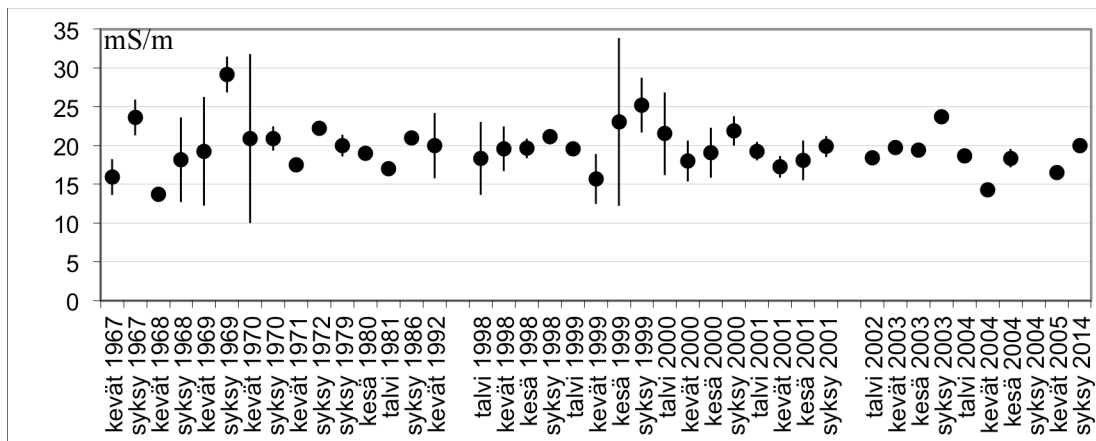
Kuvio 9. Ammoniumtyyppipitoisuudet vuosina 1972–2014 (huom. mitta-asteikko). Vuosina 1998–2001 keskiarvo perustuu 3–7 mittaukseen, muulloin yhteen tai kahteen mittaukseen. Minimi- ja maksimiarvot näkyvät kuvaajissa.



Kuvio 10. Fekaalisten enterokokkien pitoisuus (streptokokit) vuosina 1967–2014 (huom. mitta-asteikko). Suurin osa keskiarvoista perustuu yhteen tai kahteen mittaukseen. Minimi- ja maksimiarvot näkyvät kuvaajissa.



Kuvio 12. Koliformisten lämpökestoisten bakteerien pitoisuudet 1979–2014. Keskiarvot perustuvat 1–2 mittaukseen. Minimi- ja maksimiarvot näkyvät kuvaajissa.



Kuvio 11. Sähkönjohtokyvyn keskiarvot (mS/m). Vuosina 1998–2001 keskiarvo perustuu 3–7 mittaukseen, muulloin yhteen tai kahteen mittaukseen. Kuvaajassa on esitetty mittausten keskihajonta (standard deviation).

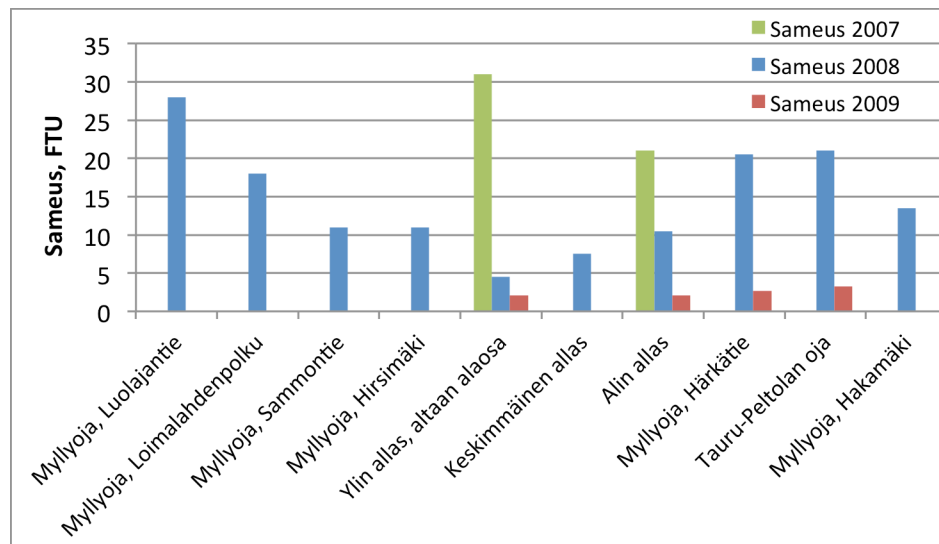
5.3 Opiskelijoiden mittaukset ja analyysit 2008–2009, vertailuna Vuorentaan altaiden jatkuvatoiminen mittaustulokset 2007

HAMK:n opiskelijat suorittivat vuosina 2008 ja 2009 opiskelijatöinä Myllyojan veden laatu- ja virtaamamittauksia sekä analysoivat ottamansa näytteet. Molempina vuosina mittaukset tehtiin syksyllä. Tulokset on tämän tutkimuksen yhteydessä koottu opiskelijoiden ryhmätöyöraporteista Excel-taulukkoon vertailutietojen saamiseksi. Vuodelta 2008 oli neljä ja vuodelta 2009 kaksi raporttia. Vuonna 2009 näytteitä otettiin Vuorentaan altaiden lisäksi vain kahdesta alajuoksun näytestä. Lisäksi raporttien perusteella vuonna 2009 altaiden näytteet ovat mahdollisesti menneet sekaisin laboratorioissa, eikä varmuudella voi sanoa, ovatko tulokset ylemmältä vai alemmalta altaalta.

Mittauksilla ja analyyseillä on ollut useita tekijöitä ja tehdyt raportit hyvin eri tasoisia. Niin näytteenoton suorittamiseen kuin analysointiinkin liittyy epävarmuustekijöitä, jotka täytyy huomioida tuloksia tarkastellessa. Osa tyyppipitoisuustuloksista on korjattu mahdollisen pilkkuvirheen takia (Liite 7). Epävarmuustekijöiden vuoksi tässä luvussa on esitetty muutamia opiskelijamittausten aineistosta saatuja tuloksia erillään muista tuloksista. Vuorentaan altaiden osalta vertailuarvona on käytetty vuoden 2007 jatkuvatoimisen mittauksen tuloksia.

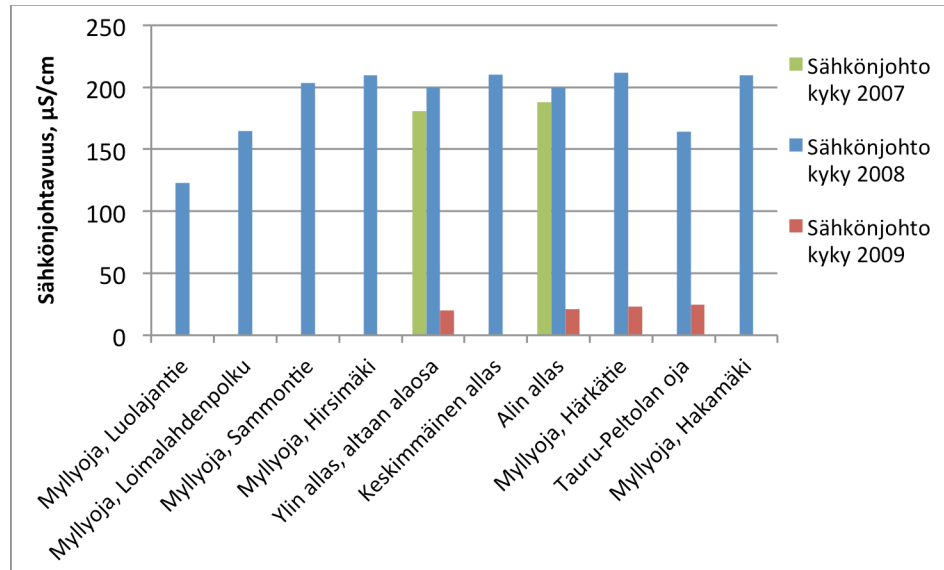
5.3.1 Sameus, sähkönjohtokyky, kiintoaine ja väri

Opiskelijamittausten epävarmuuden ja vertailun vuoksi alla oleviin kaavioihin on otettu mukaan syksyn 2007 mittauksen ja laboratorioanalyysien tulokset. Hakamäki on näyteste, joka esiintyy vain näissä opiskelijamittauksissa. Tämä Myllyojan näyteste sijaitsee pellolla, Härkätien ja Haidkontien pisteen välissä.

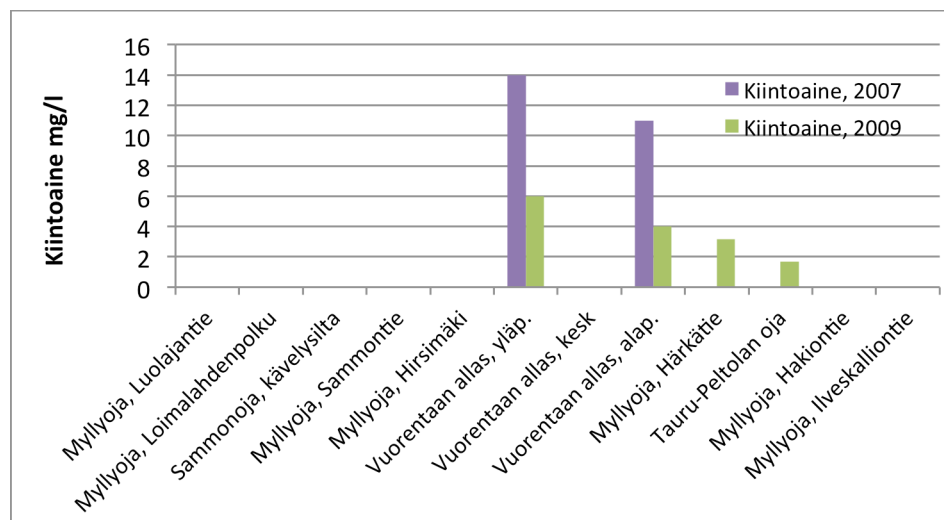


Kuvio 13. Sameus marraskuussa 2007 (jatkuvatoiminen mittari) ja syksyinä 2008–2009 (opiskelijamittaukset). Opiskelijatyönä tehdyissä analyyseissä runsaasti epävarmuustekijöitä.

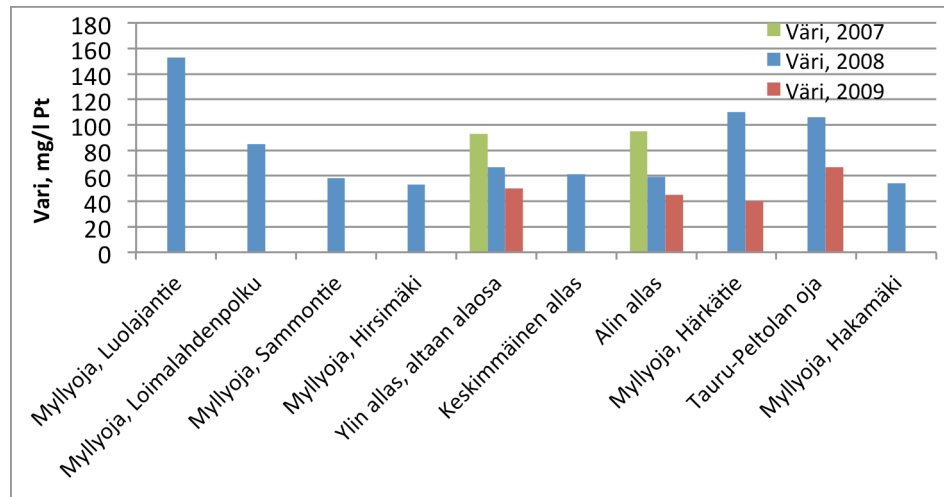
Kuvion 13 perusteella sameus on syksyllä 2008 kasvanut Vuorentaan altailla ja vesi on poistunut sameampana kuin on tullut. Tähän voi olla syynä esimerkiksi muutos säässä, myös elokuussa 2014 tehtiin samanlainen havainto (kohta 6.4). Syksyllä 2009 sameusarvot ovat olleet hyvin tasaisia, mutta kiintoainepitoisuus on selvästi altailla laskenut (kuvio 15). Sameus-, väri- ja COD(Mn) arvot ovat korkeampia maatalousvaltaisella alueella kuin kaupunkialueella ja korkeimmat arvot on mitattu ylimpänä sijaitsevalla Luolajantien pisteellä. Sähkönjohtavuus sen sijaan on korkeampi kaupunkialueen ojavedessä, sillä Luolajantien ja Myllyojaan laskevan Tauru-Peltolan pelto-ojan sähkönjohtavuusarvot ovat pienempiä. (Kuviot 14–17.)



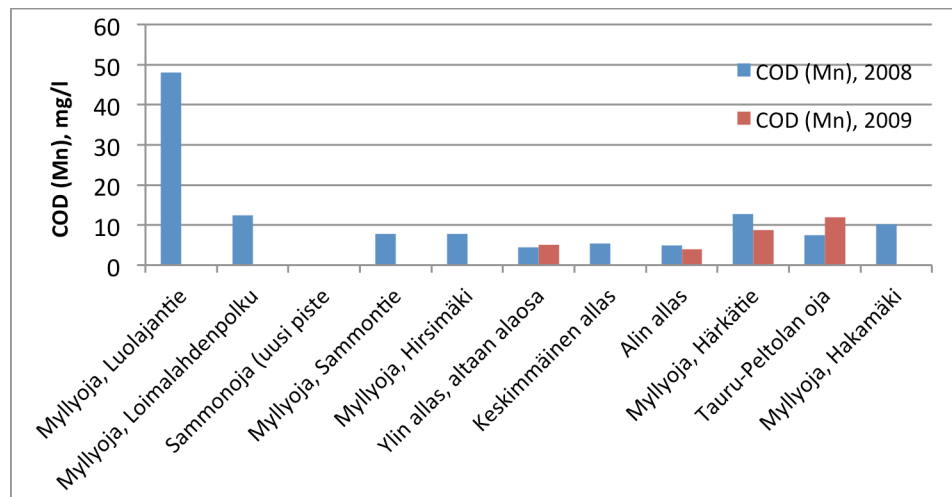
Kuvio 14. Sähkönjohtokyky syksyinä 2007 (jatkuvatoinen mittari) ja 2008–2009 (opiskelijamittaukset). Opiskelijatyönä tehdyissä analyyseissä runsaasti epävarmuustekijöitä.



Kuvio 15. Kiintoaine vuosina 2007 (laboratorioanalyysi) ja 2009 (opiskelijanalyysi). Vuodelta 2008 ei ole tuloksia. Opiskelijatyönä tehdyissä analyyseissä runsaasti epävarmuustekijöitä.



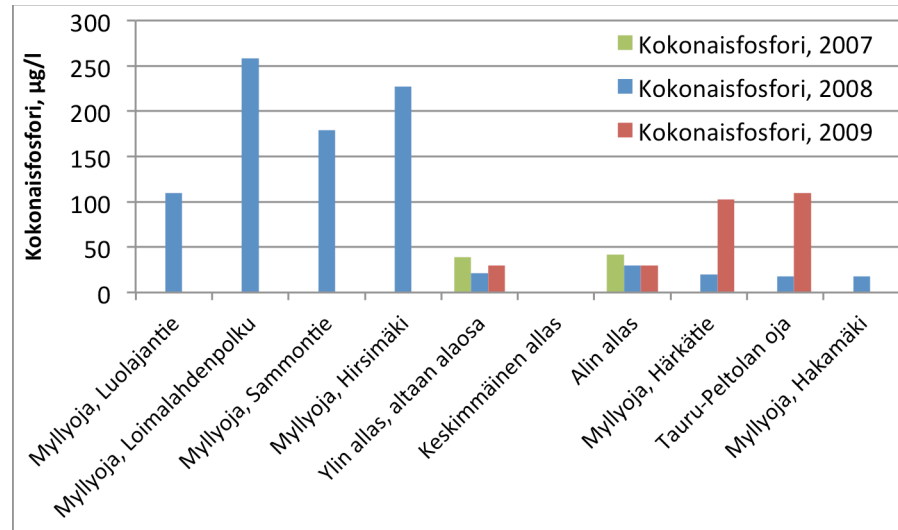
Kuvio 16. Ojaveden väri syksyinä 2007 (laboratorioanalyysi) ja 2008–2009 (opiskelijamittaukset). Opiskelijatyönä tehdyissä analyyseissä runsaasti epävarmuustekijöitä.



Kuvio 17. Kemiallinen hapenkulutus, COD(Mn) vuosina 2008 ja 2009 (opiskelijanalyysi). Opiskelijatyönä tehdyissä analyyseissä runsaasti epävarmuustekijöitä.

5.3.2 Ravinnepitoisuudet 2008–2009

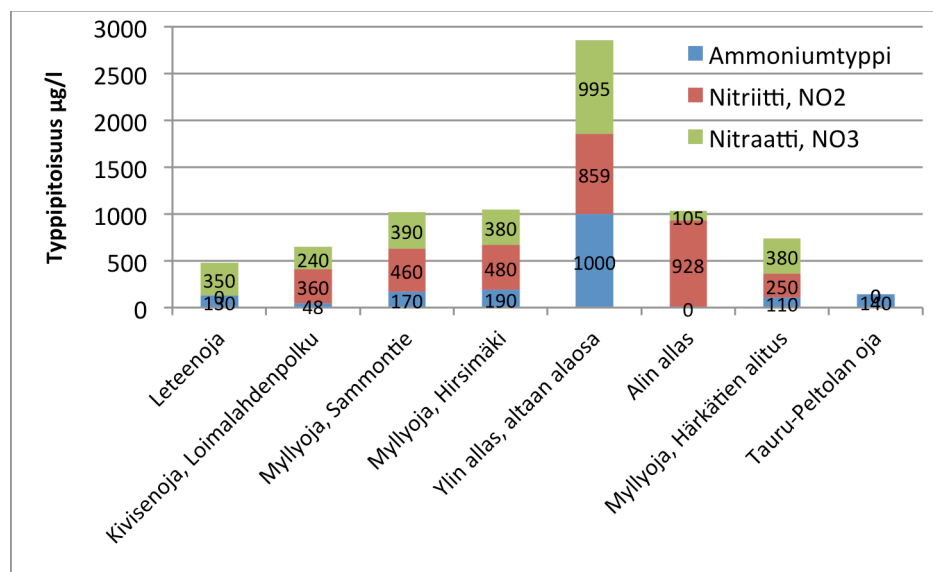
Opiskelija-analyyseiden perusteella kokonaisfosforin määrä on vähäisempi Vuorentaan altailla kuin muualla Myllyojassa (kuvio 18). Toisaalta vuoden 2008 tuloksissa on epävarmuutta (Liite 7), eikä näistä voi varmuudella todeta kuin sen, että altailla lähtevän fosforin määrä (21 µg/l) näyttää olevan suurempi kuin sinne saapuva fosfori (30 µg/l). Nämä ovat saman ryhmän näytteitä ja tulos on yhteneväinen vuoden 2007 jatkuvatoimisen mittauksen tulosten kanssa. Vuoden 2009 altaiden näytteet ovat saattaneet vaihtaa paikkaa laboratoriossa, mutta joka tapauksessa tulosten mukaan ylemmän ja alemman altaan pitoisuuksissa ei ole selvää eroa.



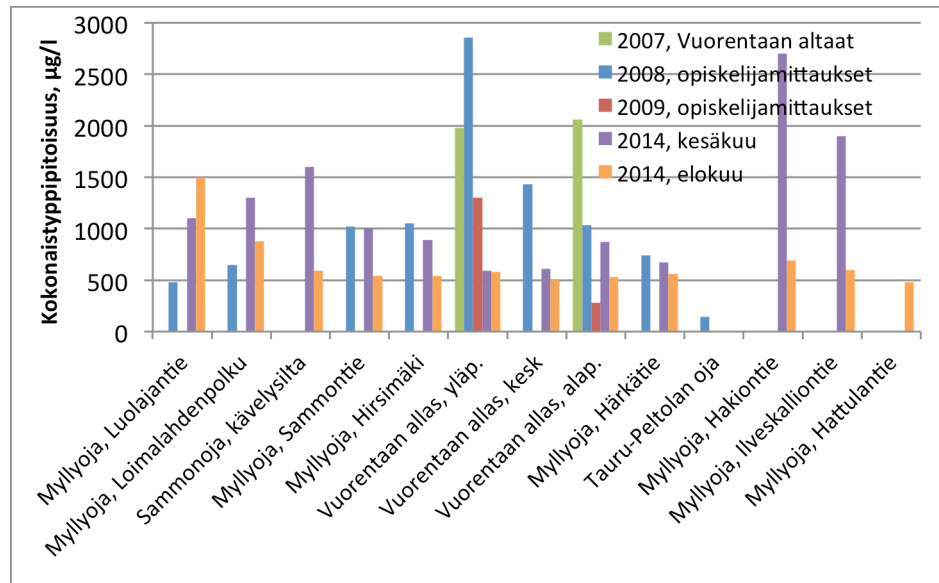
Kuvio 18. Kokonaisfosforipitoisuudet vuosina 2008-2009. Opiskelijatyönä tehdyissä mittauksissa ja analyyseissä on runsaasti epävarmuustekijöitä.

Typpipitoisuuksissa on huomattavaa epävarmuutta ja muut paitsi Vuorentaan altaiden pitoisuusarvot on jaettu 10:llä (kuvio 20). Liitteessä 7 on vertailtu typpipitoisuustuloksia ja perusteltu korjaustarvetta. Vuorentaan altaiden näytteet on analysoinut sama ryhmä, joten näitä tuloksia voinee pitää vertailukelpoisina. Näyttäisi siltä, että altailta lähtevä kokonaistyppipitoisuus on pienempi kuin saapuva, vaikka tuloksista puuttuukin ammoniumtyypen osuus.

Ammoniumtyppitulosten puuttuminen on huomioitava verrattaessa tuloksia vuositasolla, sillä kuvassa 19 tyypin pidättyminen altaille vaikuttaa muutoin vuonna 2008 huomattavan suurelta. Tauru-Peltolan ojan tiedoista puuttuvat nitraatti- ja nitriitti, joten se on myöhemmistä vertailuista jätetty kokonaan pois. Opiskelijamittauksiin kaiken kaikkiaan pitää suhtautua varauksella.



Kuvio 19. Kokonaistyppipitoisuus vuonna 2008. Opiskelijoiden kirjaama pitoisuus on jaettu 10:llä muissa paitsi Vuorentaan altaiden tuloksissa, koska on ollut syytä olettaa pilkkuvirhettä yksikkömuunnoksissa (Liite 7).



Kuvio 20. Kokonaistyyppipitoisuuksien vertailua 2007–2009 ja 2014. Vuoden 2008 opiskelijatuloksissa on huomattava epävarmuus (mitattu pitoisuus on jaettu 10:llä muissa paitsi Vuorentaan altaiden tuloksissa, koska on ollut syytä olettaa pilkkuvirhettä, liite 7).

6 VUODEN 2014 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN ANALYYSINTI

Mittaussuunnitelman mukaisten vuoden 2014 aikana toteutettujen mittaus-
tulokset esitellään tässä luvussa. Tähän lukuun on sisällytetty myös ai-
nemäärien laskenta, joka on perustunut osin vanhoihin Sattulantien seu-
rantatietoihin, osin nyt saatuihin mittaustuloksiin.

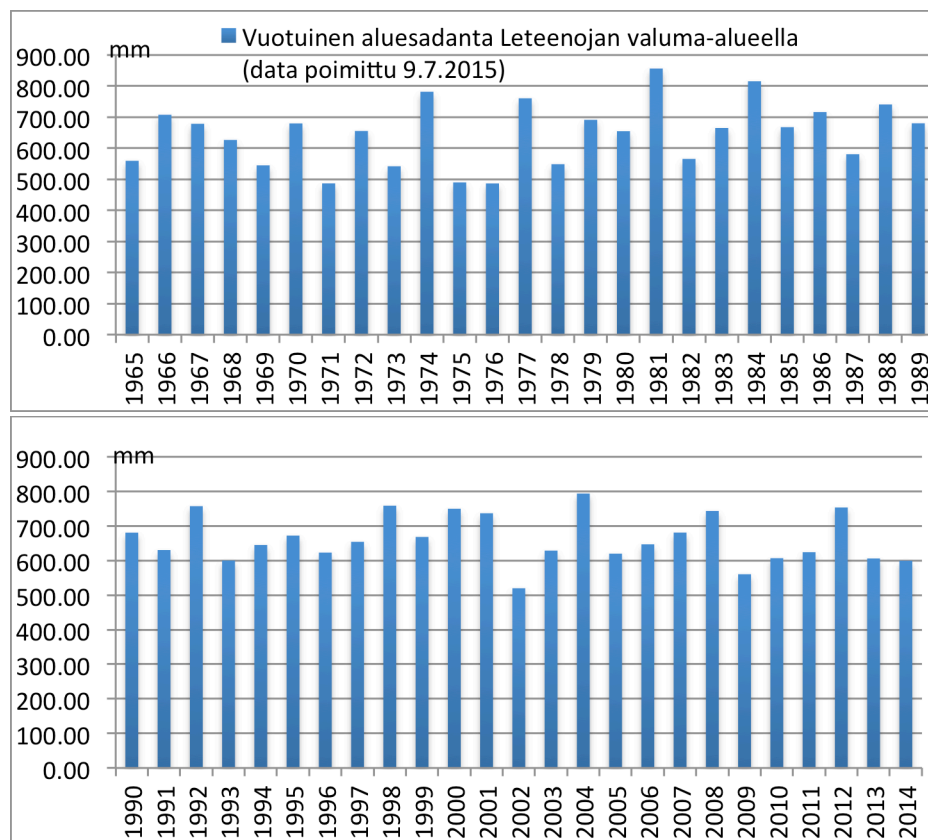
6.1 Sulanta-ajan olosuhteet, sadanta ja lämpötila vuonna 2014

Alkuperäinen tarkoitus oli ajoittaa ensimmäinen mittauskierron kevään su-
lamisvesien aikaan maaliskuulle. Lumettoman talven takia sulamisvesiä ei
juurikaan maaliskuussa ollut, joten tavoitteena oli saada mahdollisimman
kattavat mittaukset sopivan kevätsateen tultua. Maaliskuun puolivälissä
maa oli paljas ja sää jo hyvin keväinen. Huomattavia vesisateita ei ollut.
Yllättäen mittauksia edeltävällä viikolla satoi lunta reilusti, joten mittauk-
set tehtiin heti kun parin pakkaspäivän jälkeen lumi alkoi aurinkoisena ja
lämpimänä päivänä sulaa. Mittauspäivänä 22.3. lumi suli vauhdilla ja su-
lamisen havaitsi keväisenä lotinana. Ilman lämpötila oli +6–8 °C ja ojave-
den pari astetta. Ojassa oli paikoin jäiset reunat ja Vuorentaan altaat suu-
relta osin jäissä. Kaikkia mittauksia ei ehditty samana päivänä suorittaa ja
seuraavana päivänä sulaminen oli hidastunut. Lunta oli 23.3. enää vähän ja
sää mittauspäivänä oli puolipilvinen. Vuorentaan altaan mittaukset ehdit-
tiin tehdä vasta 26.3., jolloin oli aurinkoinen päivä ja lumet suurelta osin
sulaneet.

Kesäkuun mittaukset pyrittiin sijoittamaan edustavaan sadejaksoon. Pitkähkön kuivan ajanjakson jälkeen jatkuva sade alkoi 12.6. aamupäivällä. Tätä ennen oli ollut vain muutamia vähäisiä kuurosateita. Mittausten alkaessa klo 14 sade oli hyvin kastelevaa ja jatkuvaa. Koko mittauspäivän satoi, hetkittäin vähemmän ja välillä kovemmin. Viimeiset mittaukset tehtiin seuraavana aamupäivänä, jolloin oli vähäistä sadetta. Ilmeisimmin myös yöllä oli satanut. Ojaveden lämpötila oli 13 - 14 °C.

Elokuussa mittaukset pyrittiin ajoittamaan myös sateen jälkeen, mutta saateet olivat syksyllä vähäisiä ja paikoittaisia. Sopivaksi arvioitu sade alkoi maanantaina 17.8. iltapäivällä. Sadetta edelsi pitkä ja kuiva kesäjakso, jolloin oli ollut vain satunnaisia sateita. Edellisellä viikolla oli pari kunnollista sadepäivää. Sateiden paikoittaisuuden vuoksi sademäärä mitattiin oman pihan sademittarilla, joka sijaitsi Myllyojan valuma-alueen yläjuoksulla. Iltapäivän 17.8. ja seuraavan yön aikana satoi 23 mm, mutta mittauspäivänä 18.8. enää vain noin 6 mm. Maanantainen sade oli jatkuvaa, mutta mittauspäivänä satoi hyvin vaihtelevasti. Ilman lämpötila oli 16 °C ja ojaveden 14 - 15 °C.

Vuoden 2014 sademäärä (600 mm) oli samalla tasolla viiden edeltävän vuoden kanssa, lukuun ottamatta sateisempaa vuotta 2012. Sademäärä vuonna 2014 oli kuitenkin kohtuullisen alhainen verrattuna aikaisempaan 25 vuoden jaksoon. (kuva 20.) Talvi 2014 oli vähäluminen, joten on mitaustuloksissa on huomioitava, että mitatut virtaamat ja pitoisuudet eivät välttämättä ole edustavia yleisempien johtopäätösten tekemiseksi.



Kuvio 20. SYKEN vesistömallijärjestelmän laskema aluesadanta Leteenonjan valuma-alueella (tiedot mm/pvä). Malli laskee tulokset kolmio-mallilla ilmatieteen laitoksen havainnoista ja huomioi eri muuttujia kuten lämpötilan ja lumisateen. (Suomalainen 2015.)

6.2 Mittarin kalibroinnin tarkistus näyteanalyysillä

Mittauksissa käytetty YSI6600- mittari oli alkuvuodesta 2014 kalibroitava, mikä osaltaan viivytti kevätmittausten aloittamista. Mittarin kalibroinnin ja luotettavuuden tarkistamiseksi kesäkuun näytteitä ottaessa kahdesta pisteestä analysoitiin laboratorioissa myös sameus, sähkönjohtokyky ja pH (taulukko 2).

Sähkönjohtokyvyn osalta mittarin tuloksen ja laboratorioanalyysin välillä ei juuri ollut eroa. Mittarin antamana pH oli hieman korkeampi (9 %) ja sameuden osalta eroavuutta oli noin 20 %. Sameus voi vaihdella ajoittain tai eri syvyydessä, joten eroavaisuus voi toisaalta johtua myös mittausteknisistä syistä. Mittarin mittausta ja näytteenottoa ei käytännössä voitu toteuttaa täysin samasta syvyydestä ja samaan aikaan.

Taulukko 1. YSI6600-mittarin ja laboratorioanalyysien vertailu kahdesta näytepisteestä.

| Näytepiste | Sameus | | | Sähkönjohtokyky, mS/m | | | pH | | |
|--------------------------|--------------|---------|-------------|-----------------------|----------|------------|----------|----------|------------|
| | FNU/analyysi | NTU/YSI | ero % | Analyysi | YSI 6600 | Ero % | Analyysi | YSI 6600 | ero % |
| Vuorentaan allas, alaosa | 24 | 19,3 | 19,6 | 9,3 | 9 | 3,2 | 6,6 | 7,2 | 9,1 |
| Vuorentaan allas, yläosa | 50 | 38,9 | 22,2 | 7 | 6,9 | 1,4 | 6,8 | 7,4 | 8,8 |

6.3 Virtaamamittausten tulokset

Virtaaman laskemiseen tarvittavat mittaustulokset on esitetty liitteiden 12–14 taulukoissa 2 ja esimerkkilaskelma virtaaman laskemisesta liitteessä 15. Taulukkoon 3 on koottu virtaamatulokset.

Olosuhteet rajoittivat virtaamamittauksia niin, ettei kaikilla mittauskierroksilla saatu kaikista pisteistä virtaamaa mitattua. Koska useita tietoja puuttui, ei ravinnepitoisuuksia ole painotettu virtaamalla tuloksia verrattaessa. Tutkimus rajautui työn kuluessa tarkastelemaan veden laatua enemmän kuin hulevesien määrää, jota selvitettiin erillisessä konsulttiselvityksessä. Virtaamatietoja on käytetty kuormituslaskelmassa (kohta 6.8).

Taulukko 2. Maalis-, kesä- ja elokuun 2014 virtaamat Myllyojan näytepisteissä.

| Nr o | Näytepisteen nimi | Virtaama l/s | | | Huomioita |
|---------|---------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|--|
| | | Maalis- kuu 2014 | Kesä- kuu 2014 | Elo- kuu 2014 | |
| 1 | Myllyoja, Luolajantie | 56 | 36 | 13 | |
| 2 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 88 | 69 | 37 | |
| 3 | Sammonoja, kävelysilta | 49 | 58 | - | elokuussa vesi vähissä, virtaamaa ei voitu mitata |
| 4 | Myllyoja, Sammontie | 45 | 40 | 49 | |
| 5 | Myllyoja, Hirsimäki | 182 | 83 | 140 | |
| 6 | Vuorentaan allas, yläp. | 207 | 378 | - | Maaliskuussa syv. arvioitu, elokuussa täynnä vesikasveja, ei voinut mitata |
| 7 | Vuorentaan allas, kesk. | - | 417 | 62 | maaliskuussa ei mitattu, jäinen |
| 8 | Vuorentaan allas, alap. | 156 | 511 | - | elokuussa ei voitu mitata virtaamaa, uoma roskainen |
| 9 | Myllyoja, Härkätie | 197 | 214 | 129 | |
| 10 | Tauru-Peltolan oja | 115 | - | - | elokuussa uoma kuiva |
| 11 | Myllyoja, Hakiontie | 296 | 180 | 165 | |
| 12 | Myllyoja, Ilveskalliontie | 189 | | 151 | kesäkuussa rumpu tukossa |
| 13 | Myllyoja, Hattulantie | elokuussa lisätty piste | | - | hitaan virtaaman ja mahd. tukoksen takia ei mitattu |
| 5a | Hirsimäki, huleputki 1 (ämpäri) | 0,5 | 0,5 | 0,01 | hulevesiputkesta laskettu vettä ämpäriin 5,5 litran mitataan asti, kesäkuussa 5b vedenpinnan alapuolella |
| 5b | Hirsimäki, huleputki 1 (ämpäri) | 0,4 | - | - | |

Pienissä uomissa virtausoloihin vaikuttaa huomattavasti mittausajankohta, edeltävät sääolot ja esimerkiksi sadetapahtuman vaihe. Samana päivänä saatettiin olla yläjuoksun pisteessä myöhemmin kuin alajuoksulla ja sade muuttunut, mikä voi vaikuttaa virtaamiin ja veden viipymiin.

Kevätvirtaamat ovat todennäköisesti alhaisia ns. normaalivuoteen nähden lumettoman talven takia. Kesäkuun sateilla virtaamat olivat paikoin suurempia kuin kevätsulamisen aikaiset virtaamat, mihin osaltaan on voinut vaikuttaa myös aiemmat kesäsateet. Elokuun sateet eivät osuneet kovin edustavaan sadetapahtumaan ja virtaamat jäivät myös alhaisiksi. Virtaamista on havaittavissa Vuorentaan altaiden sekä Hakiontien jälkeisen koskeikkotyypin alueen viivyttävä vaikutus.

6.4 Veden laadun mittaus- ja näytetulokset

6.4.1 Sähkönjohtokyvyn ja TDS:n (Total Dissolved Solids) riippuvuussuhde

YSI6600 mittari antaa sekä TDS-arvon että sähkönjohtokyvyn (mS/cm). TDS (total dissolved solids) tarkoittaa veteen liuenneita epäpuhtauksia ja ilmoitetaan yleensä yksikössä ppm (parts per million). Sähkönjohtokyky (electrical conductivity, EC) kertoo kuinka paljon sähköä johtuu yhden senttimetrin vesikerroksen läpi (mS/cm). (Stevenswater 2015.) Yksikköä voidaan muuntaa tarpeen mukaan. Sähkönjohtokyky kertoo anionien ja kationien määrästä, mutta ei niiden laadusta tai suhteista. Sähkönjohtokykyä voi käyttää yleisenä veden laadun mittarina, mutta tarkemmat analyysit kertovat enemmän veden laadusta. Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium sekä kloridit ja sulfaatit (Oravainen 1999).

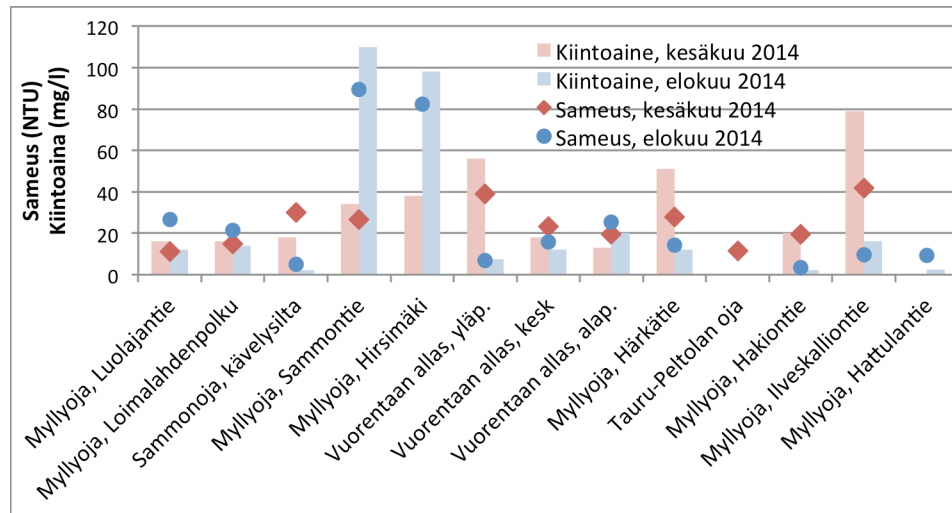
Veteen liuenneiden aineiden (TDS) määrän voi tarkasti mitata laboratorioanalyysillä haihduttamalla näytteestä vesi. Liuenneiden aineiden pitoisuus on mahdollista arvioida sähkönjohtokyvyn perusteella, sillä vesimolekyylien vety ja happi eivät johda juurikaan sähköä. Sähkönjohtokyky on riippuvainen lämpötilasta, joten mittari usein korjaa lukeman automaattisesti vastaamaan arvoa 25°C:een lämpötilassa. (Stevenswater 2015.)

TDS-mittari mittaa sähkönjohtokyvyn ja muuntaa sen muuntokerrointa käyttäen TDS arvoksi. Muuntokerroin vaihtelee liuenneiden aineiden koostumuksen perusteella (0,54–0,96), mutta usein käytetään arvoa 0,67 jos todellinen arvo ei ole tiedossa. Tällöin TDS (ppm) on siis sähkönjohtavuus ($\mu\text{S}/\text{cm}$) \times 0,67. (Stevenswater 2015.) Tämä TDS:n ja sähkönjohtokyvyn riippuvuussuhde on nähtävissä YSI6600-mittarin tuloksia vertailemalla (kuva).

6.4.2 Sameuden, kiintoaineen ja sähkönjohtokyvyn vertailu

Aina ei ole mahdollista ottaa vesinäytteitä, vaan nopea mittaus mittarilla on kätevä ja edullinen tapa. Tässä tutkimuksessa vesinäytteitä oli mahdollisuus ottaa kahdella näytekierroksella. Näiden kuviossa 21 esitettyjen tulosten perusteella mittarin antama sameusarvo (NTU) on hyvin verrannol-

linen analysoituun kiintoainepitoisuuteen (mg/l). Vuorentaan altailta ei otettu näytteitä maaliskuussa, mutta todetun riippuvuussuhteen vuoksi pelkän sameusarvon perusteella voitaneen arvioida altaan toimivuutta kiintoaineen pidättäjänä.

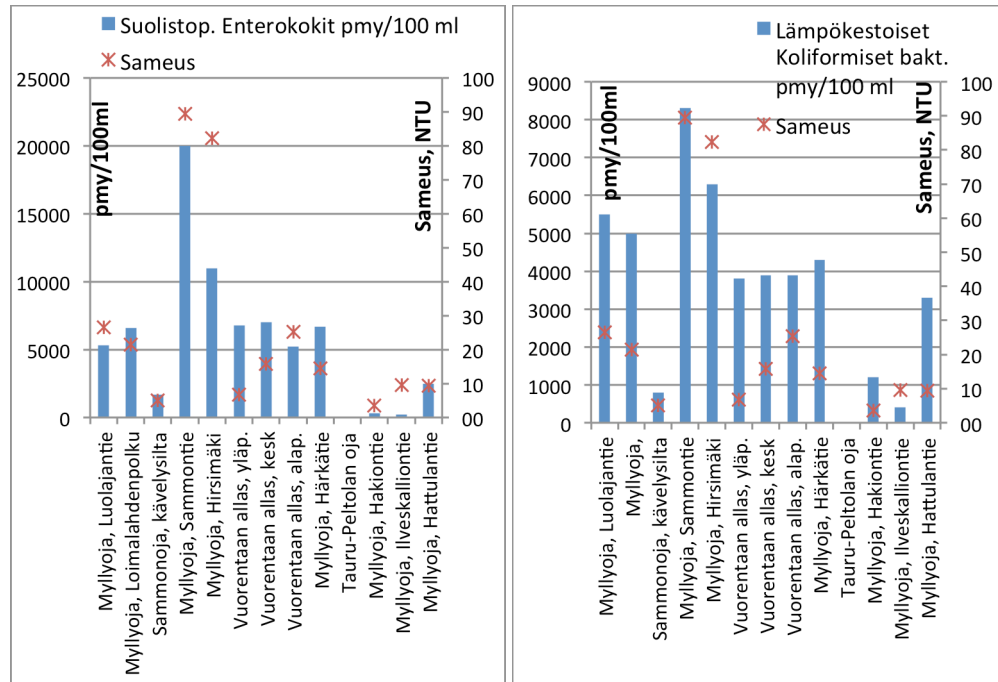


Kuvio 21. Laboratorioanalyysin perusteella saadulla kiintoainepitoisuudella ja YSI6600-mittarilla mitatulla sameudella on selvä riippuvuussuhde.

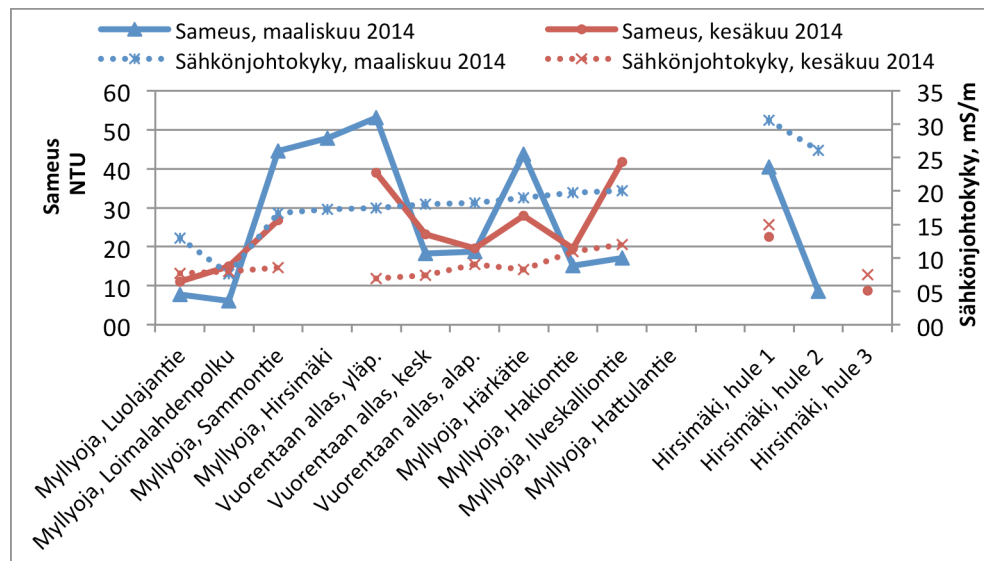
Kiintoainepitoisuuden myötä vesi siis usein on myös sameaa. Kiintoainepitoisuus (TTS, total suspended solids) tarkoittaa laboratoriossa suodattimeen jäävää, mm. orgaanista ainesta. Veden korkea kiintoainepitoisuus voi tarkoittaa korkeaa bakteri-, ravinne-, torjunta-aine- tai metallipitoisuutta (Stevenswater 2015). Kiintoainepitoisuutta lisäävät jätevesikuormitus, runsas biomassa näytteessä (levät) tai eroosion kuljettama aine eli savisamennus (Oravainen 1999). Sameuden ja bakteripitoisuuden yhteys on nähtävissä kuvioista 22. Erityisesti Sammontien ja Hirsimäen sameuspiikkien kohdalla on havaittavissa myös hyvin korkeat bakteripitoisuudet.

Sekä veteen liuenneet (TDS = sähkönjohtokyky, ks. 6.4.1.) että veteen liukenemattomat (TSS, kiintoaine) aineet voivat aiheuttaa sameutta. Sameuden ja sähkönjohtokyvyn suhde ei ole kuitenkaan yhtä selkeä kuin sameuden ja kiintoaineen. Kuvioista 23 on nähtävissä, että sameuden (ja myös kiintoaineen) kasvaessa myös sähkönjohtokyky kasvaa. Sähkönjohtokyky voi kuitenkin pysyä tasaisella tasolla sameuden vaihdellessa.

Kuvioista 23 ilmenee myös, että Vuorentaan altailla veden sameus laskee sekä keväällä että kesällä selvästi, vaikka veden sähkönjohtokyky pysyy tasaisena (=veteen liuenneet ionit eivät laskeudu kiintoaineen mukana). Altaiden jälkeen Härkätien näytepisteellä sameus jälleen kasvaa, todennäköisesti pelloilta tulevan huuhtouman takia. Huomattavaa on, että kaupunkialueen jälkeen Vuorentaan altailla tullessaan ojavesi on sameampaa kuin alajuoksulla peltujen vaikutuksesta (Härkätie, Hakiontie, Ilveskalliontie).



Kuvio 22. Sameuden ja bakteeripitoisuuksien riippuvuussuhteet näkyvät elokuun 2014 mittaustuloksissa.



Kuvio 23. Myllyojan veden sameuden ja sähkönjohtokyvyn vertailua maaliskuu- ja kesäkuussa 2014. On huomioitava, että kaaviosta voi tarkastella riippuvuussuhdetta eri suureiden välillä, mutta niiden arvoja ei voi verrata toisiinsa (eri yksiköt ja asteikot).

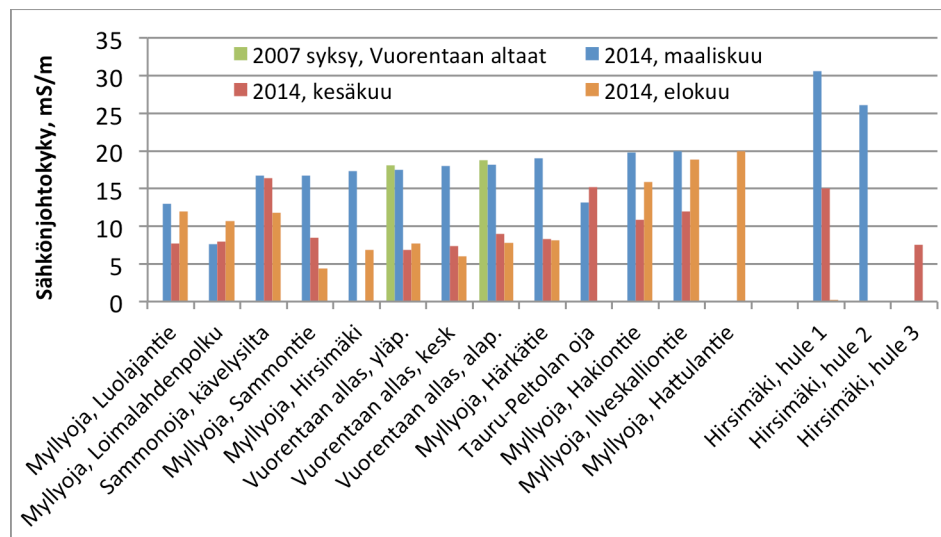
6.4.3 Sähkönjohtokyky, sameus ja kiintoaine Myllyojassa

Kuviossa 24 on esitetty vuoden 2014 mittausten tulokset, joiden vertailuarvona on käytetty vuoden 2007 jatkuvatoimisen mittauksen tuloksia Vuorentaan altailla. Kaavioissa esitetty syksyn 2007 mittaustulos on keskiarvo (3 viikkoa tunnin välein), joka ei kerro sadetapahtumien kuormi-

tuspiikkejä, mutta antaa hyvän vertailukohdan yksittäisille mittauksille. On huomioitava, että jatkuvatoiminen mittaus on mitannut sekä kuivana aikana että sateiden aikana. Kesän 2014 mittaukset pyrittiin ajoittamaan sadetapahtumiin, jolloin huuhtoumaa tapahtuu. Arvoja ei voi myöskään suoraan verrata sadetapahtumien aikaisen vaihtelun, vuodenaikaisvaihtelun ja vuosittaisten sääolovaihtelujen takia.

Sähkönjohtokyky on kevätulamisen aikaan ollut samalla tasolla kuin vuoden 2007 syksyn keskiarvo, 15–20 mS/m (kuva 24). Yhtä korkeita sähkönjohtavuuksia mitataan voimakkaasti viljellyillä alueilla, esimerkiksi Loimijoella (Oravainen 1999). Huleveden on tutkimuksissa todettu sisältävän huomattavia määriä epäpuhtauksia erityisesti lumien sulamisaikaan (Sillanpää 2014). Keväällä sähkönjohtokyky on koko Myllyojassa korkealla kaupunkialueen hulevesien takia. Tämä on nähtävissä siitä, että yläjuoksun maatalousvaltaisella alueella sähkönjohtokyky on matalammalla kuin kaupunkialueella ja suoraan Hirsimäen hulevesiputkista otettuna taas huomattavan korkealla. Vuorentaan altaat eivät juuri vaikuta sähkönjohtokykyyn, sillä veteen liuenneet ionit kulkeutuvat eteenpäin toisin kuin laskeutuva kiintoaines.

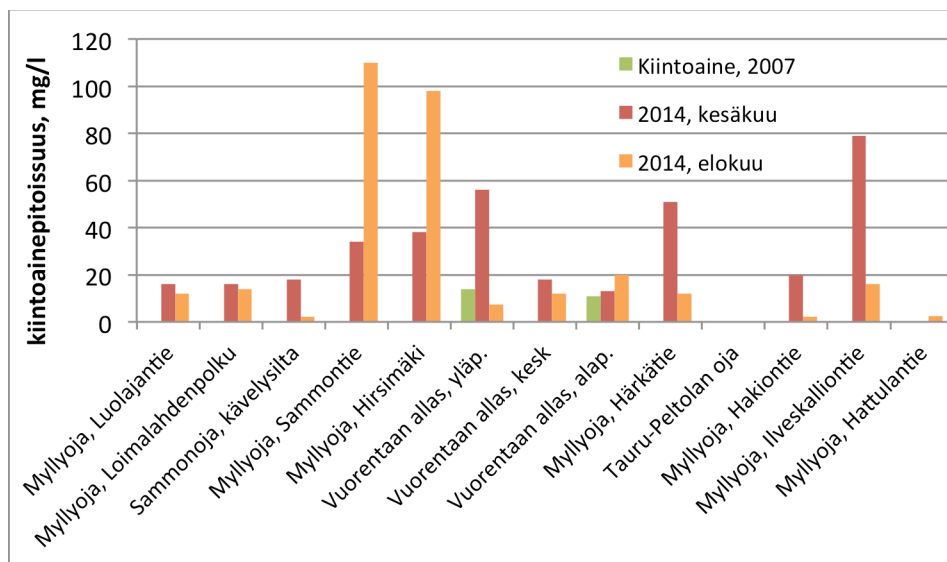
Kesällä ja syksyllä maatalousalueella ojaveden sähkönjohtokyky on 10–20 mS/m ja on pääsääntöisesti korkeammalla kuin kaupunkialueella (5–10 mS/m). Kuitenkin on huomattava, että myös kesällä (16 mS/m) ja syksyllä (12 mS/m) asuinalueen hulevesiä tuovan Sammonojan veden sähkönjohtokyky on ollut korkea verrattuna Myllyojan kaupunkialueella virtaavaan veteen.



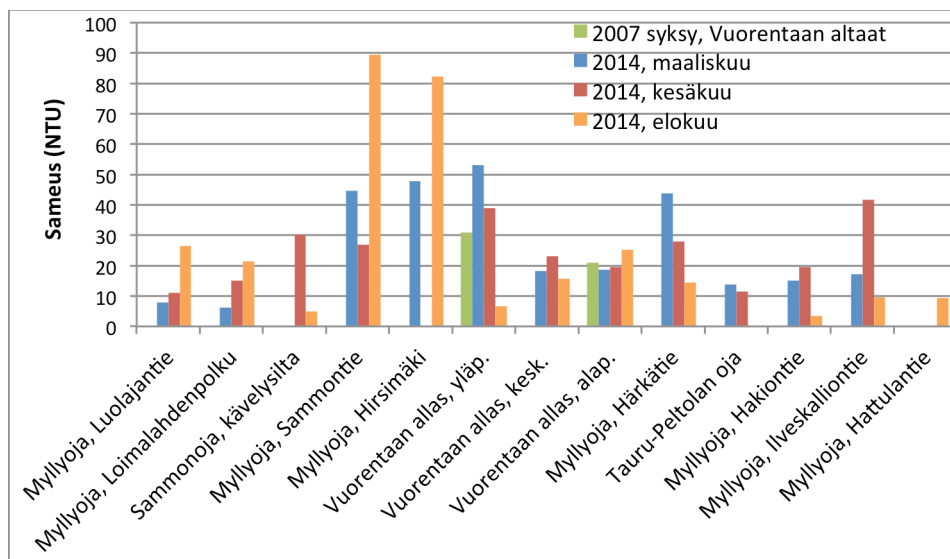
Kuvio 24. Sähkönjohtokyky vuoden 2014 mittauksissa, vertailulukuna Vuorentaan altaiden jatkuvatoiminen mittaus 2007. Sammonoja ja Tauru-Peltolan oja ovat sivuojia, muut pisteet ovat Myllyojassa.

Sameus ja kiintoainepitoisuus ovat läheisesti riippuvaisia toisistaan, kuten on todettu kohdassa 6.4.2. Vesi on vuodenaikasta riippumatta sameinta Sammontien ja Hirsimäen asuinalueiden lähellä ja tullessaan Vuorentaan altaalle (kuvat 25–26). Syksyn 2007 keskiarvon tapaan sameus laskee Vuorentaan altailla huomattavasti, mutta nousee jälleen Härkätiellä peltojen vaikutuksesta. Maaliskuussa sameus on altailla laskenut yli 50 NTU:sta ja kesäkuussa noin 40 NTU:sta alle 20:een.

Poikkeuksena on elokuu 2014, jolloin vesi on altaille tullessaan ollut poikkeuksellisen kirkasta. Syynä tähän voi olla mittausvirhe, sillä uoma oli tuolloin täynnä vesikasvillisuutta ja mittausolot vaikeat. Toisaalta myös sää oli elokuussa vaihteleva ja altaat olivat päivän viimeinen kohde, jolloin keli oli jo kirkastunut. Näin ollen tuleva vesi ei luultavimmin ollut enää niin sameaa, mutta sameusvaikutus näkyi yhä alempana altailta, jossa samea vesi viipyi. Syksyn 2007 keskiarvoon verrattuna sulamisen ja sade-tapahtumien aikaiset pitoisuudet ovat korkeita.



Kuvio 25. Kiintoainepitoisuus vuoden 2014 mittauksissa, vertailulukuna Vuorentaan altaiden jatkuvatoiminen mittaus 2007. Tauru-Peltolan ojasta ei kesäkuussa otettu näytettä (vain mittaus YSI:llä) ja elokuussa uoma oli kuiva.



Kuvio 26. Sameus vuoden 2014 mittauksissa, vertailulukuna Vuorentaan altaiden jatkuvatoiminen mittaus 2007.

Kaupunkialue näyttää vaikuttavan veden sameuteen enemmän kuin pelto-alue ylä- tai alajuoksulla. Kesäkuussa havaittu sameuspiikki ja korkea konnaistyyppipitoisuus Ilveskalliontiellä yhdessä kohonneen sähkönjohtoky-

Myllyojan vesien laatu ja määrä.

vyn kanssa on todennäköisesti seurausta Hakiontien ympäristössä tehdyistä ruoppauksista. Mittausten aikaan rannat olivat vasta peratut ja vailla kasvillisuutta (kuva 17). Elokuussa ravinnearvot olivat samalla tasolla yläpuolisten mittauspisteiden kanssa ja sameus sekä kiintoainepitoisuus oli vähäistä. Jälleen on kuitenkin huomioitava, että elokuun sade ei ollut jatkuva.

Elokuun korkeat sameusarvot Sammontien ja Hirsimäen näytepisteillä kertovat yhdessä korkeiden fosfori- ja bakteeripitoisuuksien kanssa selvästi jätevesivaikutuksesta (kuviot 27-28).



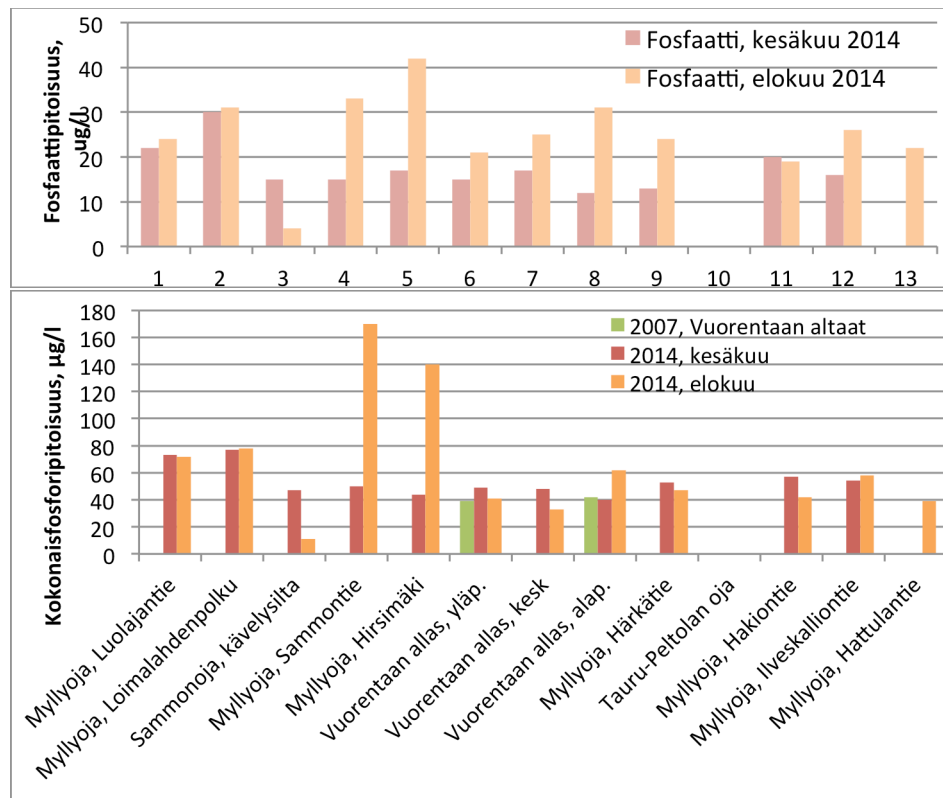
Kuva 17. Hakiontien näytepisteen lähistöllä Myllyojaa oli ruopattu. Maaliskuun kierroksella maa oli osin vielä jäässä ja lunta maassa, kesäkuussa paljaana ja elokuussa (alakuvat) kasvittuneena.

6.4.4 Ravinnepitoisuudet

Myllyojan yläjuoksulla, Luolajantien näytepisteellä ravinnevaikutus tulee lähinnä metsä- ja maataloudesta, mutta Kivisenojalla on jo hieman asutusta. Sammonoja on oma pientaloasuinalueen hulevesiä Myllyjoaan tuova uomansa. Yläjuoksun maatalousalueella ei juuri ole kesä- ja elokuussa eroa kokonaisfosforipitoisuuksissa, alajuoksulla hajontaa on enemmän (kuvio 27). Fosfaattipitoisuudet ovat pääsääntöisesti samansuuntaisia kuin kokonaisfosforipitoisuudet. Kesäateella fosfaattipitoisuudet ovat olleet suurimpia maatalousalueella, joen alkupäässä sekä Ilveskallion pisteellä.

Fosforipitoisuus uomassa on keskimäärin 30–90 µg/l. Elokuussa Sammontien ja Hirsimäen näytepisteillä on selvä kokonaisfosforipiikki (170 µg/l), joka yhdessä muiden näytetulosten, mm. korkean bakteeripitoisuuden kanssa kertoo jätevesivaikutuksesta.

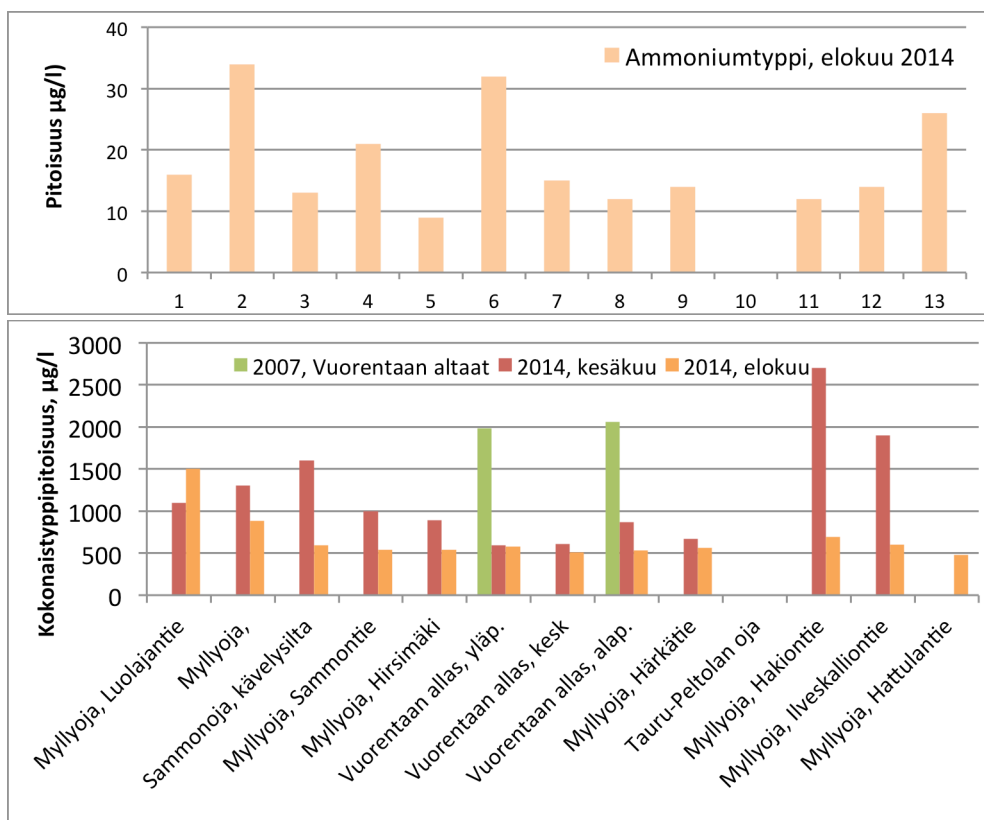
Kesäkuun näytteiden perusteella Vuorentaan altaat pidättävät fosforia ja fosfaattia (tuleva P 49 µg/l, lähtevä 40 µg/l), mutta pitoisuudet nousevat taas Härkätien ja alajuoksun peltoalueella. Elokuun perusteella altailta lähtee enemmän (62 µg/l) fosforia ja fosfaattia kuin sinne tulee (tuleva P 41 µg/l). On huomioitava, että kesäkuussa sadeolot olivat tasaisemmat, kun taas elokuussa altaat olivat viimeinen mittauspiste, jolloin keli oli myös kirkastunut. Seitsemän jälkeen illalla altaille tuleva vesi näyttäisi olleen jo vähemmän sameaa ja näin ollen vähemmän kiintoainetta sekä ravinteita sisältävää. Sammontiella ja Hirsimäessä puoliltapäivin ollut kuormituspiikki saattoi näkyä yhä altaiden loppupäässä ja alajuoksulla altaiden viivytävän vaikutuksen takia. Vuorentaan altaiden viipymäksi on arvioitu 5 tuntia (Jutila & Kiirikki 2008).



Kuvio 27. Kokonaisfosfori- ja fosfaattipitoisuudet kesä- ja elokuussa 2014, vertailuarvona syksyn 2007 jatkuvatoiminen mittaus Vuorentaan altailta. Sammonoja on sivuoia. samoin Tauru-Peltolan oia. ioka oli kuiva elokuussa.

Typpipitoisuudet uomassa vaihtelevat välillä 500–1600 µg/l (poislukien Hakiontien kuormituspiikki), kaupunkialueella typpipitoisuus on elokuussa noin 500 µg/l ja kesälläkin alle 1000 µg/l (kuvio 28). Ammoniumtyypen pitoisuudet ovat luonnonvesien tasolla (10–30 µg/l). Typpipitoisuudet ovat suurimpia maatalousalueella ja suurempia kesäkuussa kuin elokuussa. Tämä on tyypillistä, sillä kesällä vallalla on tuotanto, joka kuluttaa typpi-varastoja ja alhaisimmillaan arvot ovat luontaisesti loppukesästä (Oravainen 1999). Hakiontien selkeän kuormituspiikin (2700 µg/l) syynä todennäköisesti on Hakiontien läheisyydessä tehdyt ruoppaukset, sillä uoman reunat olivat vasta perattu ja kasvipeitteettömiä, jolloin sade on päässyt huuhtomaan maa-ainesta ojaan. Syysateella kuormitus- tai kiinto-ainepeikkiä alajuoksulla ei ollut havaittavissa.

Vuorentaan altaiden alaosassa veden typpipitoisuus on erityisesti kesäkuussa (jolloin oli tasaisemmat sadeolot) korkeampi altailta lähtiessä (870 µg/l) kuin sinne tullessa (590 µg/l). Kesäkuun perusteella tyyppiä vapautuu altailta, vaikka kiintoainetta ja fosforia pidättyy. Elokuussa (epävakaat sadeolot) sen sijaan vaikuttaisi, että tyyppiä lähtee altailta vähemmän (530 µg/l) kuin sinne tulee (580 µg/l), vaikka kiintoainetta ja fosforia lähtee enemmän kuin altaille tulee.



Kuvio 28. Kokonaistyyppi- ja ammoniumtyppipitoisuudet kesä- ja elokuussa 2014, vertailuarvona syksyn 2007 jatkuvatoiminen mittaus Vuorentaan altailla. Ammoniumtyppiä ei analysoitu kesäkuun näytekierroksella.

6.4.5 Myllyojan ravinnepitoisuudet verrattuna muihin ojavesipitoisuuksiin

Luonnontilaisissa karuissa järvissä kokonaisfosforipitoisuus on alle 10 µg/l, karuissa humusvesissä hieman suurempi (10–15 µg/l). Lievästi rehevissä vesissä fosforipitoisuus on 10–20 µg/l ja erittäin rehevissä 50–100 µg/l. Luonnontilaisten kirkkaiden vesien typpipitoisuus on 200–500 µg/l, humusvesissä 400–800 µg/l ja hyvin ruskeissa vesissä luonnostaankin yli 1000 µg/l. Runsaasti viljellyillä alueilla joki- ja ojavesien typpipitoisuudet ovat 2000–4000 µg/l, joskus enemmänkin. Ammoniumtyyppiä luonnonveksissä on vähän (10–30 µg/l), vaikka turvesoiden valumavesissä sitä voi esiintyä poikkeuksellisen paljon (100–300 µg/l). Yleensä yli 100 µg/l pitoisuudet vaativat vähähappisia olosuhteita tai jätevesikuormitusta. (Oravainen 1999.)

Taulukoissa 4–5 on esitetty vertailun vuoksi ojavesien ravinnepitoisuuksia. Hauhonselän kuormitus selvityksessä laskettiin kahdeksan uoman kuormitus eri vuodenaikoina vuonna 2013 ja ravinnepitoisuuksien todettiin olevan korkeita (Alajoki 2015). Katumajärveen laskevan Rauhalanojan ravinnepitoisuudet ovat vuodelta 2004 (Jutila & Kesäniemi 2006). Hauhonselän uomat laskevat maaseudun halki, mutta Rauhalanoja on kaupunkioma, joka kerää sadevesiviemäröityjen alueiden vesiä Hämeenlinnassa Idänpään ja Hätilän kaupunginosissa.

Myllyojan kokonaisfosforipitoisuudet (keskimäärin 30–90 µg/l, max 170 µg/l) ovat samansuuntaisia kuin Rauhalanojassa (34–180 µg/l) ja Hauhonselän uomissa (ka kevät-syky 66–78 µg/l). RYVE-tutkimuksessa Laaksonlahden asuinalueelta mitatut kuukausikeskiarvot kokonaisfosforipitoisuudelle olivat toukokuussa 40 µg/l (23 näytettä), kesäkuussa 170 µg/l (43 näytettä) ja heinäkuussa 180 µg/l (48 näytettä) (Nurminen 2004).

Kokonaistyyppipitoisuudet Myllyojassa vaihtelivat välillä 500–2700 µg/l, ollen kuitenkin useimmissa mittauksissa alle 1500 µg/l. Rauhalanojan (880–2500 µg/l) ja Hauhonselän uomien (750–1300 µg/l) kesäaikaisiin typpipitoisuuksiin verrattuna tulokset ovat saman suuntaisia. Myllyojasta ei analysoitu ravinnepitoisuuksia sulamisvesistä eivätkä syksyn näytteet osuneet kunnon syyssateisiin. Sekä Rauhalanojan kaupunkialueen keväiset typpipitoisuudet (3100–4400 µg/l) että Hauhonselän maaseutuojien (ka kevät 2408 µg/l, syky 3481 µg/l) selvästi kesämittauksia korkeammat pitoisuudet huomioden voidaan olettaa, että myös Myllyojassa typpipitoisuus on kevät- ja syyssateiden aikaan suurempi kuin nyt tehdyissä mittauksissa. Myös aikaisempien vuosien tulokset Myllyojan veden typpipitoisuuksista tukevat tätä. Vuosien 1998–2004 aikana keväisin ja syksyisin typpipitoisuus on usein ollut tasolla 2000–3000 µg/l (kuvio 6, s.34).

Taulukko 3. Hauhonselkään laskevien uomien virtaama ja ainepitoisuudet keväällä, kesällä ja syksyllä 2013 (Alajoki 2015, s.26).

| | | Kokonaisfosfori, µg/l | | | Kokonaistyyppi, µg/l | | | Virtaama l/s | | |
|---|-----------|-----------------------|-----------|-----------|----------------------|------------|-------------|--------------|----------|---------|
| | | kevät | kesä | syksy | kevät | kesä | syksy | kevät | kesä | syksy |
| Hauhonselkään laskevat uomat | 1 | 39-150 | 83 | 110 | 100-7600 | 880 | 9000 | 6--24 | 3 | 9 |
| | 2 | 55-96 | 87 | 83 | 1300-5000 | 960 | 6700 | 27--201 | 27 | 98 |
| | 3 | 28-34 | 32 | 68 | 630-1300 | 750 | 1400 | 13-217 | 9 | 68 |
| | 4 | 46-60 | 56 | 66 | 700-1300 | 800 | 1400 | 1,5-11 | 0,09 | 8 |
| | 5 | 46-70 | 34 | 77 | 2100-3300 | 1600 | 3200 | 17-41 | 4 | 35 |
| | 6 | 50-67 | 55 | 39 | 1800-3200 | 1200-1300 | 1200 | 450-1606 | 164-426 | 391 |
| | 7 | 150-250 | | 77-130 | 2400-4100 | | 2000-2500 | 3-19 | | 16,6-25 |
| | 8 | 40-59 | 67-110 | 48 | 1000-2700 | 860-1100 | 2700 | 1345-4352 | 735-1740 | 2075 |
| | ka | 78 | 66 | 78 | 2408 | 624 | 3481 | -- | -- | -- |
| | min | 39 | 32 | 39 | 100 | 750 | 1200 | 1,5 | 3 | 8 |
| | max | 250 | 110 | 130 | 5000 | 1300 | 9000 | 4352 | 1740 | 2075 |
| * kun arvoja on ilmoitettu useampi kuin yksi, on mittauksia tehty 2-3 kpl | | | | | | | | | | |

Taulukko 4. Katumajärveen laskevan Rauhalanojan virtaama ja ainepitoisuudet eri oloissa vuonna 2004 (Jutila & Kesäniemi 2006).

| | | Kokonaisfosfori, µg/l | | Kokonais-tyyppi, µg/l | | KMnO4 mg/l | | Kiintoaine mg/l | | Virtaama l/s | |
|-------------|--|-----------------------|------|-----------------------|------|------------|------|-----------------|------|--------------|------|
| | | kevät | kesä | kevät | kesä | kevät | kesä | kevät | kesä | kevät | kesä |
| Rauhalanoja | min | 34 | 17 | 3100 | 880 | 20 | 25 | 3 | 1 | 1,9 | 2,9 |
| | max | 180 | 540 | 4400 | 2500 | 41 | 74 | 88 | 130 | 10,05 | 38 |
| | Mittaukset otettu kevätsulannan aikana samasta pisteestä maaliskuusta huhtikuun 2004 vaihteessa kolmen päivän ajalta tunnin välein (5-8 mittausta/pvä). Sulana aikana on otettu toukokuussa 3, kesäkuussa 4 ja heinäkuussa 1 näyte sateiden aikaan sekä kuivana kautena (tässä ei ole eritelty eri olosuhteiden tuloksia). | | | | | | | | | | |

6.4.6 Bakteerit

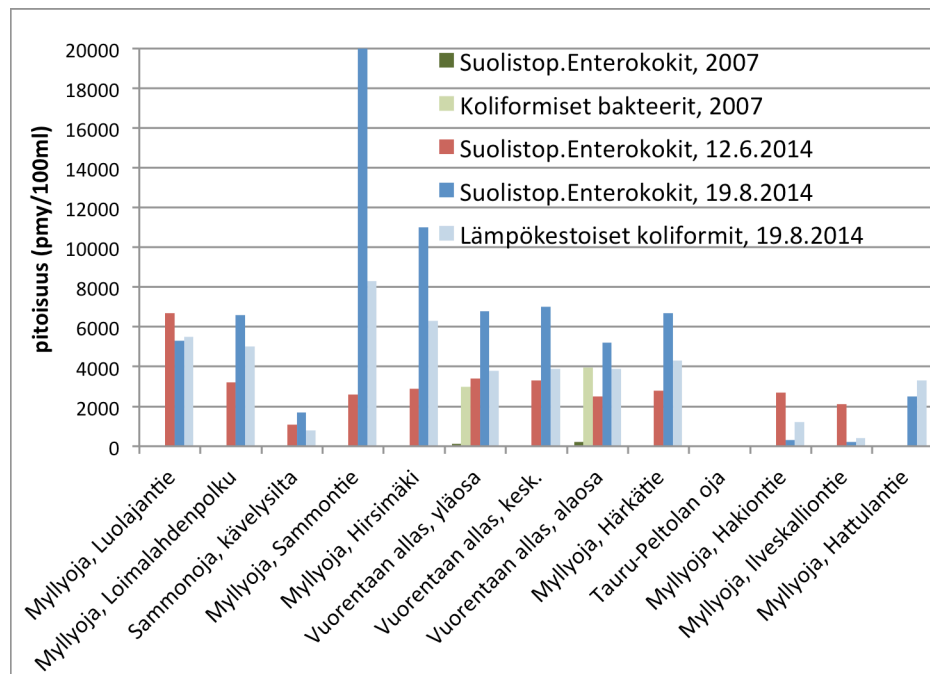
Koska kaikkia bakteereja ei voida määrittää, käytetään suolistobakteereja mahdollisten taudin aiheuttajien indikaattoreina. Suolistobakteerien esiintyminen vedessä kertoo sen huonosta hygieenisestä laadusta. Suolistoperäisiä enterokokkeja esiintyy runsaasti jätevesissä sekä ulosteiden saastuttamissa vesissä. (STTV 2008.)

Ensimmäiseltä kesäkuun näytekierrokselta mitattiin vain suolistoperäiset enterokokit, joiden määrä oli suurin maatalousvaikutteisella yläjuoksulla.

Vuorentaan altaalle tultaessa veden bakteeripitoisuus oli suurempi kuin ylempänä asutusalueilla. Sekä kesä- että elokuussa altailta lähtiessä enterokokkien määrä vedessä oli pienempi kuin altaille tullessa.

Elokuussa analysoitiin myös lämpökestoiset koliformiset bakteerit. Sammontien ja Hirsimäen näytepisteissä sekä enterokokkien (20000 ja 11000 pmy/100ml) että koliformisten bakteerien (8300 ja 6300 pmy/100ml) määrä oli huomattavan korkea. Myös Luolajantien ja Loimalahdentien näytepisteiden bakteeripitoisuudet olivat korkeita (5000–6600 pmy/100ml). Ammoniumtyypen määrä Sammontiella (21 µg/l) oli ojavedelle tyypillinen, mutta Myllyojan keskitasoa suurempi, kun se Hirsimäessä oli ojan alhaisin, 9 µg/l (kuvio 29). Hapellisissa oloissa ammoniumtyppi hapettuu vedessä pian nitraatiksi. Tulosten perusteella vaikuttaisi, että Sammontien mittauspistettä ennen on Myllyjoaan päässyt jätevesiä.

Bakteeri- ja ammoniumtyppipitoisuudet voivat olla koholla myös peltojen lannoitteiden tai esim. lenkipolun varrella koirien ulosteiden myötä. Näin korkeisiin pitoisuuksiin todennäköisemmin syynä on jätevesivaikutus esimerkiksi pumppaamojen toimintahäiriön seurauksena. Bakteeripitoisuuksia ei voitu verrata *E. coli* -pitoisuuteen, koska *E. coli*a ei tutkittu. Suolistoperäisten enterokokkipitoisuuksien ja *E. coli*-pitoisuuksien suhteiden perusteella voi arvioida saastelähteen ihmis-/eläinperäisyyttä. Jos enterokokkipitoisuudet ovat *E. coli*-bakteerin pitoisuuksia suuremmat, voi kyseessä olla eläinperäinen tai jo aikaisemmin tapahtunut saastuminen. (STTV 2008, 12-13).



Kuvio 29. Myllyojan veden bakteeripitoisuuksien perusteella ojaan on kohdistunut erityisesti elokuussa jätevesivaikutusta.

6.5 Muut maastossa tehdyt havainnot

Maastossa pyrittiin virtaamamittaukset ja näytteet ottamaan mahdollisimman edustavalla tavalla. Monesti virtaamamittauksen esteeksi koitui rummun roskaisuus tai vesikasvillisuuden määrä (kuvat 19–20). Joihinkin putkiin oli kertynyt kiintoainesta huomattavia määriä (kuva 18), mikä pyrittiin huomioimaan vesisyvyyttä mitatessa. Joka tapauksessa on todettava, että mutakertymät aiheuttavat epävarmuutta virtaamalaskelmissa putkessa olevan veden tilavuutta laskettaessa.



Kuva 20. Loimalahdentien (Kivisenojan) näytepisteellä oli maaliskuussa toinen putki tukossa. Tukoksia oli myös muualla (oik. Hirsimäen näytepiste) niin putkien päissä kuin joskus keskiosissakin, jolloin siivoustoimista huolimatta virtaamamittaus ei onnistunut.

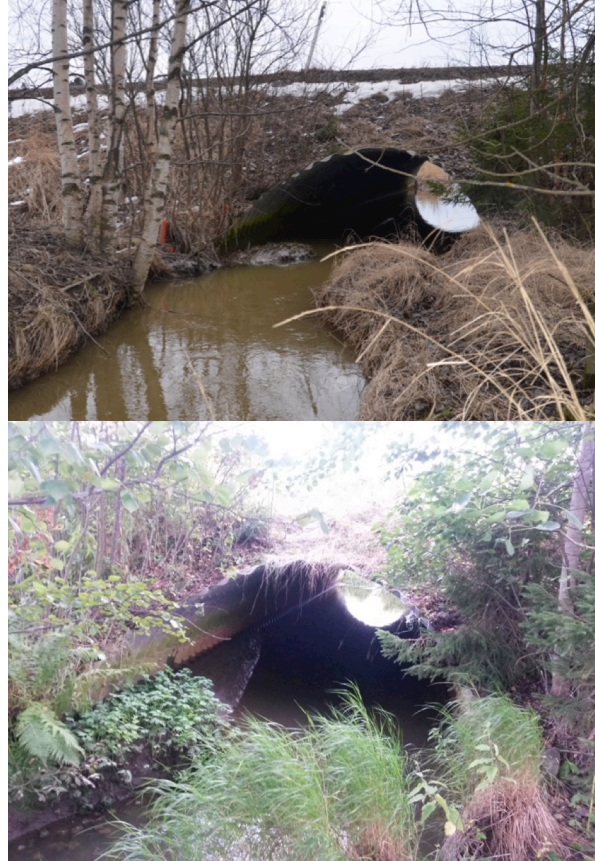


Kuva 18. Vuorentaan ylemmällä altaalla maaliskuussa ja elokuussa otetuista kuvista näkee muutoksen vesikasvillisuuden määrässä, mikä vaikutti myös joissain muissa paikoissa virtaamamittausten epäonnistumiseen.



Kuva 19. Monissa rummuissa kiintoainesta oli kertynyt rumpujen pohjalle tai reunoille. Härkätien rummussa mutaa oli pohjalla noin 10 cm ja reunoillakin reilusti.

Vesi oli korkeimmillaan maaliskuussa (kuvat 21–23, taulukko 6), mutta melko korkealla myös elokuussa. Kesäkuussa vesi ei ollut yhtä korkealla, mutta mittaukset tehtiin pitkäkhön sadatapahtuman aikana, minkä vaikutukset näkyivät mm. veden laadussa ja virtaaman vaihtelussa. Veden korkeuden mittaustulokset eivät ole yksiselitteisiä johtuen virtaamaolosuhteiden vaihtelusta ja viivytyksaltaiden vaikutuksesta.



Kuva 21. Härkätien rummun alaosa maaliskuussa ja elokuussa 2014. Maaliskuussa vesi oli korkeimmillaan.

Taulukko 5. Veden korkeudet (cm) rummun loppupäässä tai luonnon uomassa näytenpisteen kohdalla. *arvioitu

| Näytenpiste | | maaliskuu | kesäkuu | elokuu |
|-------------|----------------------------|----------------------|---------|--------|
| 1 | Myllyoja, Luolajantie | 31 | 30 | 25 |
| 2 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 31 | 27 | 26 |
| 3 | Sammonoja, kävelysilta | 25 | 25 | 20 |
| 4 | Myllyoja, Sammontie | 33 | 40 | 36 |
| 5 | Myllyoja, Hirsimäki | 43 | 40 | 62 |
| 6 | Vuorentaan allas, ylin | 55* | 60 | 45 |
| 7 | V.allas, kesk. | 40 | 40 | 55 |
| 8 | V.allas, alin | 35 | 35 | 30 |
| 9 | Myllyoja, Härkätie | 60 | 56 | 48 |
| 10 | Tauru-Peltolan oja | 43 | --- | --- |
| 11 | Myllyoja, Hakiontie | 65 | 55 | 65 |
| 12 | Myllyoja, Ilveskalliontie | 30 | 48 | 40 |
| 13 | Myllyoja, Hattulantie | uusi piste elokuussa | | 43 |



Kuva 22. Hirsimäen pisteen rumpujen alapää kesäkuussa ja elokuussa. Elokuussa vesi oli korkeammalla, koska oikeanpuoleiselle rannalla oleva hulevesiputki (5b) oli vedenpinnan tasolla.



Kuva 23. Elokuussa Hirsimäessä oleva hulevesiputki (5b) oli vedenpinnan tasolla. Kesällä ämpärin sai hyvin putken alle.



Kuva 24. Hirsimäen näytesteeltä näkymä alavirtaan maaliskuussa ja elokuussa 2014.



Kuva 25. Vuorentaan altaille tuleva uoma maaliskuussa ja elokuussa 2014.

Vesikasvillisuuden määrä Vuorentaan altailla lisääntyi loppukesää kohden, niin että elokuussa etenkin ylin allas oli lähes umpeen kasvanut ja vesipinta-alaa oli vain vähän (kuva 26).



Kuva 26. Vuorentaan ylin allas oli elokuussa lähes umpeen kasvanut. (vrt. kuvaan 19)



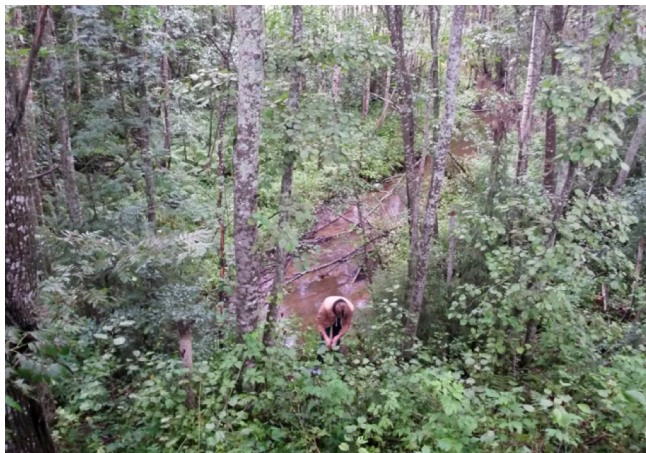
Kuva 27. Vuorentaan keskimäinen allas maaliskuussa. ja alakuvassa altaan pohjapato elokuussa, jolloin allas oli lähes vesikasvillisuuden peittämä.



Kuva 28. Ilveskalliontien molemmin puolin Myllyoja virtaa peltojen keskellä syvässä puustoisessa uomassa.



Kuva 29. Ilveskalliontien alitus ja näytepiste maaliskuussa.



Kuva 30. Ilveskalliontien näytepiste tieltä katsottuna elokuussa.



Kuva 31. Sammonojan kävelysillan alta kuvattuna kesäkuisessa sateessa: kosteikko (yläkuva) ja ylävirtaan katsottuna näytepiste (alakuva).



Kuva 32. Tauru-Peltolan pelto-oja maaliskuussa, kesällä ja elokuussa uoma oli hyvin vähävetinen ja osin kuiva.



Kuva 33. Näkymä Loimalahdenpolun näytepisteeltä alavirtaan katsottuna maaliskussa ja elokuussa 2014.



Kuva 34. Sammontien näytepiste maaliskuussa.

6.6 Arvioitu Myllyojan kuormitusvaikutus VEMALA-mallin perusteella

VEMALA-kuormitusmallin perusteella saadaan kolmannen jakovaiheen tarkkuudella arvio esimerkiksi järveen kohdistuvasta kuormituksesta. Koska Lehijärveen laskee useita oja, VEMALAn antamasta tuloksesta oli arvioitava, mikä on Myllyojan kuormitusvaikutuksen osuus muihin ojiin verrattuna.

6.6.1 VEMALA-kuormitusmalli

Suomen ympäristökeskuksen hydrologinen SYKE-WSFS (Watershed simulation and forecasting system) malli laskee päivittäin syötettyjen sade- ja lämpötilahavaintojen perusteella päivittäin lumen, maankosteuden, pohjaveden ja valumat sekä virtaamat ja vedenkorkeudet joissa ja järvissä. Malli kattaa koko Suomen ja toimii vuorokauden aika-askeleella kolmannen jakovaiheen tarkkuudella. VEMALA-kuormitusmalli laskee kuormituksen syntymisen maa-alueilta sekä erittelee haja-asutuksen, pistekuormituksen, laskeuman ja turvetuotannon. Kuormitusmallin avulla voi arvioida kuormituksen etenemistä ja pidättymistä vesistössä. Mallilla saadaan reaaliaikaista kuormitustietoa ja –ennusteita. Lisäksi mallin tarkoituksena on tuottaa skenaarioita esimerkiksi ilmastonmuutoksen tai maankäytön, viljelytoimenpiteiden tai muiden kuormitusmuutosten vaikutuksista yksittäisessä järvessä, koko vesistön tasolla tai Suomesta Itämereen. (SYKE 2013–2014.)

WSFS-VEMALA perustuu useisiin malleihin, joita ovat mm. WSFS hydrologinen ennustemallijärjestelmä, Vihma työkalu (peltojen kuormitus), Icecream malli (peltojen ravinnekierto), typpimalli (prosessit pelloilla ja metsässä) ja LakeState malli (klorofylli-a). Esimerkiksi Vihma malli laskee peltolohkon pitkän jakson keskimääräisen kuormituksen ja perustuu mittauksiin, joilla huomioidaan maalaji, kaltevuus, P-luku, kasvilaji ja viljelytoimenpiteet. VEMALA-mallia kehitetään jatkuvasti tarkemmaksi. Malli sisältää epävarmuuksia eikä kuvaa niitä tilastollisesti. Esimerkiksi luonnonhuuhtouma sekä haja-asutuksesta erotettu hulevesikuorma perustuvat Suomen ympäristökeskuksen kehittämän VEPS-kuormitusjärjestelmän arvioihin. VEPS arvioi ravinnekuormituksen suuruutta vuositasolla kuormituslähteittäin ominaiskuormituslukujen perusteella. (SYKE 2013–2014.)

VEMALA-vedenlaatuosiossa käytettävät ainepitoisuuden määräävät parametrit on kalibroitu HERTTA-järjestelmään tallennettujen vedenlaatu-havaintojen perusteella. Optimointikriteerinä on simuloidun ja havaitun arvon eron minimoiminen. Parametrit sovitetaan kerrallaan suuremmille alueille, niin että riittävä määrä havaintoja saadaan alueelta. Vähintäänkin tarvitaan hyvät havainnot alueelta pois lähtevästä kuormasta. Epäedustavat havainnot aiheuttavat ongelmia ja niitä joudutaan etsimään ja karsimaan manuaalisesti. Mallin sovittamisessa käytetään noin 31000 jokihavaintopisteen ja noin 34000 järvihavaintopisteen tietoja. Todellista koko vuoden havaittua kuormitusta ei ole kuitenkaan käytettävissä ja kuormituspiikkejä osuu havaintojen väliin. SYKEN koulutusmateriaalin (2013) mukaan mallin tarkentamiseen tarvittaisiin edes joesta mereen menevä kuorma päivit-

täin havaittuna, jolloin kokonaistase mallissa saataisiin kohdalleen. Tätä varten on käytössä sekä suunnitelmissa asentaa automaattiasemia suuriin jokiin. (SYKE 2013–2014.)

VEMALA-mallin tuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että tiedot ovat mallinnettuja ja epävarmuus on sitä suurempi, mitä pienempiä alueita tarkastellaan ja mitä vähemmän alueelta on pitoisuushavaintoja. Myös mallin lähtötiedoissa on puutteita, mm. metsätalouden kuormituksessa ei huomioida vielä eri metsätyyppejä ja maalajeja eikä pelloilta ole käytettävissä todellisia viljelytietoja. Metsien kuormitus on yhdessä malliversiossa jäännöstermi, eli muiden kuormituslähteiden kuormitus vähennettynä vesistössä havaitusta kuormituksesta. Toisessa malliversiossa metsien osalta käytetään VEPS:n arviota. (SYKE 2013–2014.) VEMALA-mallin tuloksiin voi vaikuttaa siis se, millä versiolla tulokset on saatu, sekä milloin tulokset on otettu järjestelmästä (mallin kalibrointi).

6.6.2 Lehijärven valuma-alueen kuormitus VEMALA-kuormitusmallilla

VEMALA-kuormitusmallissa Lehijärven valuma-alueen pinta-ala on 62,24 km² ja järven pinta-ala on 7,04 km². Näiden tietojen perusteella kokonaisfosforikuorma mallin mukaan on 44,2 kg/a/km² ja kokonaistyyppi-kuorma 1,06 t/a/km² (SYKE 2015). Jos järven pinta-ala vähennetään valuma-alueen pinta-alasta, pinta-alaksi jää 55 km², mikä on lähellä Lehijärven valuma-alueesta yleisesti käytettyä pinta-alatietoa (54,2 km²). Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty koko Leteenojan valuma-alueelta Lehijärveen tuleva ja järvestä lähtevä kuormitus VEMALA-mallin perusteella.

Taulukko 6. Lehijärveen tuleva ja lähtevä kuormitus VEMALA-kuormitusmallin mukaan. Arvot ovat keskiarvoja jaksolle 2006-2011. (SYKE 2015.)

| | Pitoisuus järvessä | Tuleva kuorma | Lähtevä kuorma |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Kokonaisfosforipitoisuus | 33,3 µg/l | 2751 kg/a | 615 kg/a |
| Kokonaistyyppipitoisuus | 1,44 mg/l | 65,84 t/a | 28,02 t/a |
| Kiintoainepitoisuus | 1,37 mg/l | 816,08 t/a | 43,53 t/a |
| TOC-pitoisuus | 6,08 mg/l | 159,77 t/a | 107,2 t/a |

Myllyojan vesien laatu ja määrä.

Taulukko 7. Lehijärveen tuleva kuormitus eriteltynä pelloilta, muulta maa-alueelta ja asutuksesta aiheutuvaan kuormitukseen. Arvot ovat keskiarvoja jaksolle 2006-2011. (VEMALA-kuormitusmalli, SYKE 2015.)

| | Pelloilta, peltoviljely | Pelloilta, luonnonh. | Muu maa-alue, metsätalous | Metsäluonnonh. | Hajajäätös | Huuleksi | Pistekuorma | Laskeuma |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Kokonaisfosfori, kg/a | 1863 | 106 | 38 | 260 | 419 | 8 | 0 | 57 |
| Kokonais-typpi, 1000 kg/a | 41,42 | 4,57 | 0,92 | 12,61 | 2,67 | 0,38 | 0 | 3,27 |
| Kiintoaine, 1000 kg/a | 769,24 (pelto) | | 46,84 (muu) | | 0 (asutus) | | 0 | |

6.6.3 Myllyojan arvioitu kuormitusvaikutus Lehijärveen

VEMALA-kuormitusmallilla ei voi saada tarkempaa erittelyä Lehijärveen laskevista ojista, joten ojien kuormittava osuus on arvioitava Myllyojan kuormituksen selvittämiseksi. Kuitenkin jo Lehijärven osalta tulokset ovat pieneltä valuma-alueelta ja sisältävät mallille tyypillisiä epävarmuuksia, joten Myllyojalle laskettu kuormitus on vain suuntaa antava arvio.

Myllyojan valuma-alue on noin 30 km², mikä on yli puolet Lehijärven valuma-alueesta (54,2 km²). Ojan keskivirtaama on vuoden 2003 tietojen mukaan 249 l/s (30 km² x 8,3 l/s*km²) ja suurempi kuin muiden Lehijärveen laskevien ojien virtaamat yhteensä (Tasanen & Majuri 2003, 15–16).

Haikonoja on Lehijärveen laskevista ojista vesimäärältään Myllyojan jälkeen toiseksi suurin ja peltovaltaisen valuma-alueensa takia kuormittavin. Haikonojan valuma-alueen kokonaispinta-ala on noin 20 % Lehijärven valuma-alueesta (12,2 km²) ja keskimääräinen virtaama 101 l/s. Lehijärven valuma-alueen kosteikkokartoituksessa on todettu, että vähäisistä näytemääristä huolimatta on Haikonojassa ja siihen laskevassa Hakinsuonojassa havaittavissa suuria pitoisuuksia kokonaistyyppiä ja -fosforia. Pitoisuudet ovat muutamien näytteiden (1993 ja 2003) mukaan olleet samansuuruisia tai suurempia kuin Myllyojan pitoisuudet. (Tasanen & Majuri 2003, Tuokko 2005, 39.)

Ihalemmeojan valuma-alue (0,4 km²) ja virtaama (3 l/s) ovat pieniä, joten peltovaltaisuudesta huolimatta kuormitusvaikutus Lehijärveen on vähäistä. Sattulanojan valuma-alue on metsäinen ja kalliainen, joten valumavedet eivät ole kovin ravinteikkaita. Sattulanojan valuma-alueen pinta-ala on 2,1 km² ja keskimääräinen virtaama 17 l/s. Tuokko on kosteikkokartoituksessaan (2005, 43) todennut, että Myllyoja ja Haikonoja ovat kuormittavimmat ojat, joihin myös kosteikkosuunnittelu kannattaa kohdentaa.

Edellä mainitut tiedot ovat yli kymmenen vuoden takaa, mutta niitä on käytetty arvioitaessa Myllyojan osuutta Lehijärven valuma-alueen kuormi-

tuksesta. Tässä arvioinnissa ei ole huomioitu mitattuja ainepitoisuuksia tai ojissa tehtyjä toimenpiteitä kuormituksen vähentämiseksi, koska näistä ei ole yhteneviä seurantatuloksia, eivätkä VEMALA-mallin lähtötiedotkaan ole kovin tarkkoja. Karkeasti on arvioitu seuraavasti:

- Sattulanojan ja Ihalemmenojan valuma-alueiden pinta-ala yhteensä on 4% koko valuma-alueesta. Koska virtaamatkin ovat pieniä, on niiden osuudeksi arvioitu 1% kuormituksesta.
- Loput 99 % VEMALA-mallin kuormituksesta on jaettu Haikonojan ja Myllyojan kesken. Myllyojan valuma-alueen pinta-alasta noin kolmannes on kaupunkialuetta ja loput kuormittavampaa peltovaltaista aluetta. Toisaalta Myllyojan virtaama on noin 2,5-kertainen Haikonojaan verrattuna. Metsäalueesta suurin osa on Myllyojan valuma-alueella, mutta osa myös Haikonojan valuma-alueella. Koska jo lähtötietojen tarkkuus oli epävarma ja tarkempi erittely olisi edellyttänyt työlästä maankäytön pinta-alatarkastelua, yksinkertaisuuden vuoksi painotettiin VEMALAn kuormitustuloksia vain virtaamalla. Myllyojan kuormitus oletettiin kaksinkertaiseksi Haikonojaan nähden, perustuen 2,5-kertaiseen virtaamaan. Koska Myllyojan alueella on vähemmän peltoaluetta (noin 60 % pinta-alasta), ojan kuormittavuus on oletettu vähäisemmäksi kuin Haikonojan ja kerroin laskettiin kahteen kahden ja puolen sijasta. Tuloksena saatu kuormitus on karkea VEMALA-malliin perustuva arvio (taulukko 9).

Taulukko 8. Lehijärven valuma-alueen ojien kuormitus karkeasti arvioituna VEMALA-mallin kuormituslaskelmasta (Taulukko 7).

| | Ihalem- menoja ja Sattulanoja (1% VE- MALAn kuormituk- sesta) | Hai- kon- oja | Myllyoja (2x Hai- konojan kuormitus) | Ojat yh- teensä | Myl- lyojan kuor- mitus kg/d |
|--|---|---------------------|--|-----------------------|---|
| Kokonaisfosfori- kuormitus, kg/a | 27 | 910 | 1818 | 2750 | 5 |
| Kokonaistyyppi- kuormitus, 1000 kg/a | 0,7 | 21,7 | 43,5 | 66,0 | 119 |
| Kiintoainekuormi- tus, 1000 kg/a | 8,2 | 269,3 | 538,6 | 816,0 | 1476 |

6.7 Myllyojan ainevirtaama valuma-alueen koon mukaan laskettuna

Tämän selvityksen alkuperäisiin tavoitteisiin ei kuulunut kuormituslaskelmien tekeminen. Työn edetessä todettiin, että olisi mielenkiintoista laskea Myllyojan kuormitusvaikutus Lehijärveen samaan tapaan kuin oli Katumajärven kuormitus selvityksessä tehty kaikille Katumajärveen laskeville isommille ojille (Jutila & Salminen 2006).

Myllyojasta oli saatavilla usean vuoden seurannan ainepitoisuustietoja Sattulantien pisteestä läheltä Lehijärveä, mutta ei virtaamatietoja. Ainevirtaaman laskemisessa tulisi käyttää useamman vuoden keskiarvotietoja mahdollisimman läheltä ojan suuta, jotta voitaisiin arvioida edes suuntaa antavasti kuormitusvaikutusta alapuoliseen järveen. Alkuperäisen tutkimustavoitteen vuoksi rajattiin Ilveskalliontie alimmaksi tutkimuspisteeksi, joten virtaamatietoja ei myöskään vuonna 2014 otettu lähempää Lehijärveä. Syksyn 2014 mittauksiin lisättiin yksi alempi piste (Hattulantie), mutta rummusta ei saatu virtaamaa mitattua mahdollisen rummussa olevan tuoksosen ja erittäin hitaan virtausnopeuden vuoksi. Koska virtaamatietoja ei ollut, laskettiin ainevirtaama valuma-alueen koon (30 km²) ja valuman mukaan Sattulantien/Hattulantien pisteen pitoisuuksien keskiarvoilla. Valumana käytettiin 8,3 l/s/km², kuten vuoden 2003 selvityksessä (Tasanen & Majuri 2003).

Vanhoista seurantatiedoista päätettiin ottaa pitoisuustiedot vuodesta 2000 eteenpäin, jotka todennäköisemmin vastaavat nykyistä tilannetta. Aiempien vuosien seurantatiedoissa varsinkin fosforin pitoisuudet olivat huomattavasti suurempia. (Taulukko 10.)

Taulukko 9. Sattulantien/Hattulantien näytepisteen pitoisuuskeskiarvot. Vuosien 2000–2002 tiedot perustuvat 3–7 mittaukseen/vuosineljännes, vuodet 2003–2005 kahteen mittaukseen ja kesä 2014 yhteen mittaukseen (liite 10, taulukko 3).

| | kevät ka 2000–2005 (5 vuoden tiedot) | kesä ka 2000–2014 (5 vuoden tiedot) | syksy ka 2000–2003 (2-3 vuo- den tiedot) | talvi ka 2000–2002 (2 vuoden tiedot) | karkea vuosi ka |
|----------------------|---|--|---|---|--------------------------------|
| kok.P (µg/l) | 44,2 | 62,9 | 50,2 | 39,4 | 49,2 |
| kok.N (µg/l) | 2290,0 | 1124,0 | 2445,0 | 2808,3 | 2166,8 |
| kiintoaine (mg/l) | 9,5 | 3,8 | 12,9 | 5,6 | 7,9 |

Leteenojan virtaamaksi saatiin 249 l/s (valuma-alueen pinta-ala*valuma), mikä tarkoittaa vuodessa 7 852 464 000 litraa (249*60*60*24*365). Ainevirtaama laskettiin kertomalla vuotuinen litramäärä kullakin pitoisuuskeskiarvolla. Ainevirtaamat ovat huomattavasti pienempiä mitatuilla pitoisuuksilla valuman avulla laskettuna kuin VEMALA-mallin mukaan (taulukko 11).

VEMALA-malli sisältää oman epävarmuutensa erityisesti pienillä valuma-alueille, joten mitattujen pitoisuuksien avulla laskettua kuormitusta voinee

pitää paremmin totuutta vastaavana arvona. Toisaalta on huomioitava, että suhteellisen harvoin otetuilla seurantamittauksilla ei saada välttämättä kuormituspiikkejä riittävän hyvin näkyviin, varsinkaan fosforin osalta. Todennäköistä on, että todellisuutta vastaavat arvot sijoittuvat nyt tehtyjen laskelmien ja VEMALA-mallin antamien ainemäärien välimaastoon.

Jatkuvatoimimiseen mittaukseen perustuvat seurantatulokset olisivat voineet antaa todenmukaisemman tuloksen, sillä mm. pitoisuuksien ja virtaamien vuodenaikaisvaihtelut eivät näy tässä arvioissa. Mikäli eri vuodenaikojen virtaamatiedot olisivat olleet käytettävissä, olisi voitu laskea neljännesvuosittain taulukon 10 tiedoista todenmukaisemmat ainemäärät pitoisuuksien ja virtaamien tulona (ks. liite 16).

Taulukko 10. Myllyojan kuormitus laskettuna valuma-alueen koon ja valuman 8,3 l/s/km² mukaan (pitoisuuskeskiarvot 2000-2005 Sattulantien näytepisteestä) sekä vertailuarvot.

| | Fosfori (kg/a) | Typpi (tonnia/a) | Kiintoaine (tonnia/a) |
|--|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Ainevirtaama vuodessa | 386 | 17,0 | 62,3 |
| VEMALAn kuormitusarvio | 1818 | 43,5 | 538,6 |
| <i>Vrt. Rauhalanojasta Katumajärveen tuleva kuorma, kaupunkialueen hulevesiä</i> | <i>69</i> | <i>1,7</i> | <i>22,8</i> |

Vuonna 1992 tutkittiin Lehijärveen laskevia ojia, jolloin Myllyoja todettiin merkittävimäksi kuormittajaksi ja veden laatu hygieenisesti huonoksi. Yhteensä neljästä tutkitusta ojasta tuli järveen keskimääräisen vuorokausikuormana huhtikuussa 760 kg/d typpeä ja 8 kg/d fosforia. Toukuussa ojista virtasi 250 kg/d typpeä ja 6 kg/d fosforia. (Tasanen & Majuri 2003, 22.) Näiden lukujen ollessa vain vuorokausikuormituslukuja, voidaan havaita, että vuosien varrella tehdyt viemäröinnit, vesiensuojelutoimet ja viljelytekniset muutokset ovat vaikuttaneet Myllyojan kuormitusvaikutukseen huomattavasti.

Verrattuna Katumajärveen laskevaan Rauhalanojaan, joka on myös kaupunkialueelta hulevesiä tuova oja, Myllyojan ainemäärät ovat huomattavasti suurempia. Rauhalanojan valuma-alue on kuitenkin huomattavasti pienempi, eikä ainemääriä kahdessa eri uomassa voi suoraan verrata toisiinsa. Sen sijaan pitoisuuksien havaittiin olevan samansuuntaisia (kohta 6.4.5).

6.8 Kaupunkialueen hulevesien kuormitusvaikutus, ainevirtaamat Hirsimäen ja Härkätien näytepisteissä

Saatavilla olevien virtaama- ja pitoisuustietojen perusteella ei ollut mahdollista tehdä luotettavaa arvioita koko Myllyojan ainevirtaamista ja kuormitusvaikutuksesta. Harjoituksen vuoksi haluttiin kuitenkin laskea ainevirtaamat myös mitattujen virtaamien avulla. Koska tässä selvityksessä

pääpaino on hulevesien laadun ja määrän selvittämisessä, todettiin, että saatavilla olevien tietojen perusteella olisi mahdollista arvioida suuntaa antavaa kaupunkialueen hulevesien kuormitusvaikutusta Lehijärveen. Tähän soveltuvia näytepisteitä olivat Härkätien tai Vuorentaan alimman altaan näytepisteet. Härkätien virtaamamittaus on otettu rummusta, mikä on luotettavampi kuin luonnon uomasta mitattu.

Härkätien näytepiste sijaitsee pian Vuorentaan altaiden jälkeen, jota ennen ojaan laskevat vedet tulevat suurimmaksi osaksi asutusalueelta, mutta loppumatkasta Vuorentaan peltoalueilta. Kohtuullisen vilkkaasti liikennöidyn Härkätien läheisyys ja liikenteen sekä tien ylläpidon vaikutus voivat osaltaan vaikuttaa veden laatuun Härkätien näytepisteellä. Hirsimäen pisteen ainemäärät laskettiin vertailutiedoksi.

Erittäin karkeilla, suuntaa antavilla laskelmilla fosforin vuotuiseksi ainevirtaamaksi **Hirsimäen pisteessä saatiin 150 kg/a ja Härkätiellä 372 kg/a. Typen ainevirtaama Hirsimäessä oli 4,57 tonnia/a ja Härkätiellä 11,17 tonnia/a.** Laskelmat on esitetty liitteessä 16.

Härkätien ainevirtaaman arvo antaa suuntaa kaupunkialueen tuomasta kuormasta, mutta koko Myllyojan Lehijärveen aiheuttamaa kuormaa ajatellen tähän tulisi lisätä vielä alajuoksun maatalousalue. Härkätien näytepiste sijaitsee hieman yli puolenvälin matkalla Lehijärvelle, joten jäljelle jäävälle puolikkaalle virtausmatkalle jää vielä paljon kuormittavaa maatalousaluetta, jonka osuutta ei puutteellisten mittaustietojen takia arvioitu. Typen osuus Härkätiellä on noin neljännes valuma-alueen koon ja valuman perusteella lasketusta ainevirtaamasta, kun taas fosforin pitoisuus on lähes yhtä suuri (vrt. Taulukko 11). On mahdollista, että näihin mittauksiin on juuri sattunut fosforikuormituspiikki, mikä näkyy vuosiarvoissa korkeana arvona verrattuna valuma-alueen koon perusteella laskettuun fosforin ainemäärään. Fosforikuormituspiikit ovat ajoittaisempia kuin typikuormitus ja siksi niitä ei harvaan tehdyillä mittauksilla välttämättä havaita.

Nämä laskelmat perustuivat yksittäisiin mittaustuloksiin niin pitoisuuden kuin virtaaman osalta, joten vuositason ainemäärän laskeminen tältä pohjalta on erittäin epäluotettavaa. Laskelmat tehtiin lähinnä harjoituksen vuoksi.

6.9 Epävarmuustekijät

Mittaustuloksia tutkiessa on huomioitava, että vuoden 2014 mittauksissa on lukuisia epävarmuustekijöitä menetelmistä johtuen sekä luonnollisesti myös inhimillisen virheen mahdollisuus. Veden laatuun, määrään ja kuormituspiikkeihin vaikuttavat mm. virtaus- ja vuosittainkin vaihtelevat sääolot, vuodenaikais- ja vuorokaudenaikaisvaihtelut, sateen intensiteetti ja sadetapahtuman aikaiset vaihtelut. Kertaluonteisella mittauksella ei voida saada ojavesisistä luotettavia tuloksia. Lisäksi näytekierrokset toteutettiin käytännön kannalta parhaalla tavalla, jolloin näytepisteille ei menty aina samassa järjestyksessä tai esimerkiksi yläjuoksulta alaspäin. Näin ollen jo mittauspäivän olosuhteiden vaihtelu on voinut vaikuttaa tuloksiin.

Kuormituslaskelmien pohjalla tulisi olla kattavat seurantatulokset pidemmältä ajanjaksolta, jotta ainemääriä ja ojan kuormitusvaikutusta voisi laskea vuositasolla. Valunnan ja valuma-alueen koon perusteella lasketut ainemäärät perustuivat melko kattavaan seurantaan vuosilta 2000–2005 ja näitä tuloksia voinee pitää kohtuullisesti suuntaa antavina. Kuitenkin todellisiin virtaamatietoihin perustuvina tulokset olisivat olleet luotettavampia. Yksittäisiin mittauksiin perustuvat Härkätien ja Hirsimäen laskelmat eivät ole luotettavia.

7 YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

7.1 Myllyojan veden laatu ja sen muutokset seurantatulosten perusteella

Myllyjoen veden laatu on selvästi parantunut 1960–1980-luvun tietoihin verrattuna ja erityisesti fosforikuormitus on huomattavasti vähentynyt. Vuoteen 1986 asti kokonaisfosforipitoisuus on ollut Sattulantien näytepisteellä vielä pääsääntöisesti yli 100 µg/l, mutta laskenut 1992–2014 välillä 30–77 µg/l. Vuoden 2014 kokonaisfosforipitoisuus (39 µg/l) oli alle 2000-luvun keskiarvon. 2000-luvulla typpipitoisuuden keskiarvot Sattulantien näytepisteellä ovat olleet noin 1000–4000 µg/l, joten vuoden 2014 typpipitoisuudet olivat verrattain alhaisia. Kokonaistyppipitoisuudet Myllyojassa vaihtelivat välillä 500–2700 µg/l, ollen kuitenkin useimmissa mittauksissa alle 1500 µg/l.

Myllyojan kokonaisfosforipitoisuudet (keskimäärin 30–90 µg/l, max 170 µg/l) ovat samansuuntaisia kuin hulevesiä Katumajärveen tuovassa Rauhalanojassa (34–180 µg/l) sekä RYVE-tutkimuksen asuinalueelta mitatut keskiarvot (toukokuu 40 µg/l, kesäkuu 170 µg/l ja heinäkuu 180 µg/l). Sekä Rauhalanojan kaupunkialueen keväiset typpipitoisuudet (3100–4400 µg/l) että Hauhonselän maaseutuojien (ka kevät 2408 µg/l, syksy 3481 µg/l) selvästi kesämittauksia korkeammat pitoisuudet huomioiden voidaan olettaa, että myös Myllyojassa typpipitoisuus on kevät- ja syysateiden aikaan suurempi kuin nyt tehdyissä mittauksissa. Myös aikaisempien vuosien tulokset Myllyojan veden typpipitoisuuksista tukevat tätä. Vuosien 1998–2004 aikana keväisin ja syksyisin typpipitoisuus on Sattulantiellä ollut usein tasolla 2000–3000 µg/l.

Myös kiintoainepitoisuudet ovat Sattulantiellä 1970-luvulle asti olleet korkeampia (pääosin 20–30 mg/l) kuin myöhempinä vuosina, jolloin paria poikkeusta lukuun ottamatta pitoisuudet ovat olleet alle 15 (mg/l) ja useana vuonna alle 10 mg/l. Tuloksista on nähtävissä, että keväisin kiintoainepitoisuudet ovat yleensä korkeimpia. Kiintoainepitoisuuksien minimi- ja maksimiarvoissa on ollut suurta vaihtelua, mikä kertoo kuormituspiikkien ajoittaisuudesta. Elokuun 2014 kiintoainepitoisuus Hattulantiellä (2,5 mg/l) on alhainen verrattuna aiempiin tuloksiin.

Sähkönjohtokyky on kevätulamisen aikaan ollut koko Myllyojassa korkealla (15–20 mS/m) kaupunkialueen hulevesien takia. Yhtä korkeita sähkönjohtavuuksia mitataan voimakkaasti viljellyillä alueilla. Hulevesien

vaikutus on nähtävissä siitä, että yläjuoksun maatalousvaltaisella alueella sähkönjohtokyky on matalammalla kuin kaupunkialueella ja suoraan Hirsimäen hulevesiputkista otettuna taas huomattavan korkealla (25–30 mS/m). Kesällä ja syksyllä maatalousalueella ojaveden sähkönjohtokyky on 10–20 mS/m ja on pääsääntöisesti korkeammalla kuin kaupunkialueella (5–10 mS/m). Kuitenkin on huomattava, että myös kesällä (16 mS/m) ja syksyllä (12 mS/m) asuinalueen hulevesiä tuovan Sammonojan veden sähkönjohtokyky on ollut korkea verrattuna Myllyojan kaupunkialueella virtaavaan veteen.

Fekaalisten enterokokkien pitoisuudet ovat olleet Sattulantiellä 1960-1970-luvulla ajoittain hyvinkin korkeita (7500–11000 kpl/100 ml), mutta sittemmin maltillisempia. Vuoden 2007 jatkuvatoimisen mittauksen perusteella Myllyojan yleinen veden laatu ojavedelle tyypillinen lukuun ottamatta bakteeripitoisuuksia. Koliformisten bakteerien pitoisuudet olivat korkeahkot (2900–4900 pmy/100 ml) osoittaen todennäköistä jätevesivaikutusta yläjuoksulla. Myös enterokokkipitoisuus (keskiarvo 170 pmy/100 ml) oli kohonnut.

Elokuussa 2014 Sammontien ja Hirsimäen näytepisteissä sekä enterokokkien (20000 ja 11000 pmy/100ml) että koliformisten bakteerien (8300 ja 6300 pmy/100ml) määrä oli huomattavan korkea. Myös Luolajantien ja Loimalahdentien näytepisteiden bakteeripitoisuudet olivat korkeita (5000–6600 pmy/100ml). Korkeiden kiintoaine-, bakteri- ja fosforipitoisuuksien perusteella vaikuttaisi, että ennen Sammontien mittauspistettä on Myllyojaan päässyt jätevesiä.

Myllyojan veden laadun vertailu hulevesiä tuovaan Sammonojaan ja peltoalueella olevaan Tauru-Peltolan ojaan ei toteutunut suunnitellulla tavalla, koska Tauru-Peltolan ojasta ei kahdella kierroksella saatu tehtyä mittauksia (uoma kuiva). Tuloksista ilmenee kuitenkin hulevesien kuormittava vaikutus etenkin sulamisaikana (vrt. Sillanpää 2014) sekä Myllyojaan tuleva jätevesivaikutus, joka vaatii lisätutkimuksia.

7.2 Vuorentaan allaskosteikon toimivuus

Vuoden 2007 jatkuvatoimisen mittauksen perusteella todettiin, että allasketju pidätti 33 % yläjuoksun vesirakennustoista aiheutuneesta kiintoainekuormituksesta. Vesinäyteanalyysien perusteella allasketju vähensi kiintoainekuormitusta, mutta monien muiden muuttujien, mm. fosfaattifosforin, osalta pitoisuudet jopa lisääntyivät yläaltaalta alaltaalle siirryttäessä. Kokonaisfosforin osalta mittaasepävarmuuden ylittävä, alajuoksulle lisääntyvä tulos saatiin kerran (41 µg/l vs. 51 µg/l), mutta kokonaistypen osalta altaiden välille ei saatu mittaasepävarmuutta suurempia lukuja.

Vuoden 2008 opiskelijamittauksissa oli epävarmuutta, mutta tulosten perusteella voi todeta, että altailta lähtevän fosforin määrä (21 µg/l) näyttäisi olevan suurempi kuin sinne saapuva fosfori (30 µg/l). Näyttäisi myös siltä, että altailta lähtevä kokonaistyyppipitoisuus on pienempi kuin saapuva, vaikka tuloksista puuttuukin ammoniumtypen osuus. Syksyllä 2008 vesi on poistunut Vuorentaan altailta sameampana kuin on tullut. Tähän voi ol-

la syynä esimerkiksi muutos säässä, sillä myös elokuussa 2014 tehtiin samanlainen havainto. Syksyllä 2009 sameusarvot ovat olleet hyvin tasaisia, mutta kiintoainepitoisuus on selvästi altailla laskenut.

Syksyn 2007 keskiarvon tapaan sameus on vuonna 2014 laskenut Vuorentaan altailla huomattavasti, mutta nousee jälleen Härkätiellä peltojen vaikutuksesta. Maaliskuussa sameus on altailla laskenut yli 50 NTU:sta ja kesäkuussa noin 40 NTU:sta alle 20:een. Kesäkuun näytteiden perusteella Vuorentaan altaat pidättävät fosforia ja fosfaattia (tuleva P 49 µg/l, lähtevä 40 µg/l, huom. mittauserävarmuus ±15 %), mutta pitoisuudet nousevat taas Härkätien ja alajuoksun peltoalueella. Elokuun 2014 perusteella altailla lähtee enemmän (62 µg/l) fosforia ja fosfaattia kuin sinne tulee (tuleva P 41 µg/l).

Vuorentaan altaiden alaosassa veden typpipitoisuus on kesäkuussa (jolloin oli tasaisemmat sadeolot) korkeampi altailla lähtiessä (870 µg/l) kuin sinne tullessa (590 µg/l). Kesäkuun perusteella typpeä vapautuu altailla, vaikka kiintoainetta ja fosforia pidättyy. Elokuussa (epävakaat sadeolot) sen sijaan vaikuttaisi, että typpeä lähtee altailla vähemmän (530 µg/l) kuin sinne tulee (580 µg/l), vaikka kiintoainetta ja fosforia lähtee enemmän kuin altailla tulee. Jo näiden tulosten perusteella havaitaan yksittäisten mittausten epävarmuus ja esimerkiksi kasvukauden vaiheen, sadetapahtuman vaiheen tai sateen intensiteetin vaikutus mittauksiin.

Vuorentaan allaskosteikon toimivuus ei ole yksiselitteistä. Toisaalta altailla saadaan pidätettyä kiintoaine-, sameus- ja ravinnekuormituspiikkejä, mutta toisaalta ravinteita myös vapautuu altailla. Tarkempien tulosten saaminen edellyttäisi jatkuvatoimista mittausta niin kevät sulamisen ja sateisen ajanjakson aikana kuin myös kuivana aikana.

Vuorentaan altaiden todettiin vaativan kunnostusta. Altaat ovat olleet 10 vuotta toiminnassa ja maastohavaintojen perusteella kasvamassa umpeen. Kosteikkoaltaista tulisi kiintoainetta poistaa ennen kuin lietettä on kertynyt yli puolet tasausaltaan tilavuudesta ja kunnostusruoppaus on yleensä ajankohtaista 10–15 vuoden välein. Kosteikkokasvillisuutta voidaan myös niittää ja kasvimassa poistaa, silloin kun kasvillisuus on rehevöitynyt liikaa. Kunnostuksen jälkeen olisi hyvä seurata altaiden toimivuutta jatkuvatoimisin mittauksin. Myllyojan varrella oli myös paikoin kertynyt roskia ja risuja rumpujen suulle, mutta näitä oli todennäköisesti kaupungin toimesta siivottu, koska elokuun näytekierroksella uoma vaikutti siistimmältä.

7.3 Myllyojan kuormitusvaikutus Lehijärveen ja hulevesien osuus

VEMALA-mallia soveltaen arvioitiin Myllyojan kuormitusvaikutusta Lehijärveen. Kokonaisfosforin ainemääräksi saatiin 1818 kg/a, kokonaistypen osuudeksi 43,5 tonnia/a ja kiintoaineen 538,6 tonnia/a.

Valuma-alueen pinta-alan (30 km²) ja valuman (8,3 l/s/km²) perusteella vuosien 2000–2005 ja 2014 Sattulantien ainepitoisuustietoja käyttäen ainevirtaamiksi saatiin kokonaisfosforin osalta 386 kg/a, typen osalta 17,0 tonnia/vuosi ja kiintoainetta 62,3 tonnia/a. Tällä tavalla laskettuna fosfori-

ja kiintoainepitoisuudet olivat huomattavasti VEMALA-mallin tuloksia pienemmät.

Lisäksi laskettiin harjoituksen vuoksi ainevirtaamat kahdesta pisteestä vuonna 2014 mitattujen pitoisuuksien ja virtaamien perusteella. Nämä laskelmat perustuivat yksittäisiin mittauksiloksiin niin pitoisuuden kuin virtaaman osalta, joten vuositason ainemäärän laskeminen tältä pohjalta on erittäin epäluotettavaa. Suuntaa antavilla laskelmilla fosforin vuotuiseksi ainevirtaamaksi Hirsimäen pisteessä saatiin 150 kg/a ja Härkätiellä 372 kg/a. Typen ainevirtaama Hirsimäessä oli 4,57 tonnia/a ja Härkätiellä 11,17 tonnia/a. Härkätien piste kuvaa kaupunkialueen hulevesien kuormitusvaikutusta karkeasti arvioituna. On huomioitava, että vuoden 2014 pitoisuusarvot ovat kesätuloksia (kesä-elokuu) ja kevään sekä syksyn ravinnepitoisuudet ovat todennäköisesti suurempia. Tätä tukevat aiempien vuosien tulokset sekä vertailu-uomien tulokset. Tällöin myös laskettu kuormitusvaikutus olisi todellisuudessa suurempi kuin kesätulosten perusteella arvioitu.

7.4 Myllyojan hulevesien hallinta ja Hämeenlinnan seudun viheryhteysverkosto

Alun perin tavoitteena ollut kaupungin rakentumisen vaikutusta hulevesien määrään ei tässä työssä selvitetty kaavavalmistelussa tilattujen konsulttiselvitysten takia. Sito Oy:n hulevesiselvityksestä (2015) ilmeni aiemman rakentamisen ja kaupungin laajentumisen aiheuttama hulevesien hallintatarve fiktiiviseen luonnontilaan verrattuna (23000 m³) sekä tulevien maankäytön muutosten aiheuttama hulevesien hallinnan tarve (10700 m³). Uoman luonnollinen varastointikapasiteetti ja jo toteutetut hallintarakenteet, kuten Vuorentaan altaat ja Sammonojan kosteikko, muodostavat osan nykyisestä hallintatarpeesta. Loput ovat hallintavelkaa, jota voidaan vähentää uusilla keskitetyillä hallintaratkaisulla. Kaavaselvityksissä on esitetty ohjeellisia paikkoja kosteikko/allasrakenteille. Hulevesien hallinta mahdollisimman lähellä vesien muodostumisalueita tuo mahdollisuuksia myös viheralueiden ja vesiaiheidien yhdistämiselle toteutuksen voidessa olla lähelle luonnontilaista tai puistomaisempaa.

Sampo-Alajärven osayleiskaavassa on huomioitu viheryhteystarpeita, mutta yleiskaavatasolla esimerkiksi hulevesien hallintaratkaisujen paikat ovat ohjeellisia ja tarkentuvat asemakaavavaiheessa. Koko kaupunkialueella sijaitsevalle Myllyojan varrelle olisi hyvä tehdä vastaavanlainen hoito- ja kehittämissuunnitelma kuin on tehty Hirsimäessä (Hämeenlinnan kaupunki 2007). Suunnitelma voisi kattaa Myllyojaan laskevat uomat sekä läheiset viheralueet ja olla samalla laajempi osayleiskaava-alueita koskeva viheryhteystarkastelu. Suunnitelmassa voitaisiin huomioida virkistyskäyttö, hulevesien viivytys- ja laskeutusaltaat sekä säilytettävät luontoarvot ja maisemalliset arvot kokonaisuutena. Suunnitelmalla voisi osoittaa potentiaaliset kehitettävät kohteet Myllyojan varrelta niin vanhoilta asuinalueilta kuin uusilta asemakaavoitettavilta alueilta, jolloin ekologiset yhteydet säilyisivät rakentumisen edetessä tarjoten samalla viher- ja virkistysalueita asukkaille. Suunnitelma voisi olla myös osa laajempaa viheralueverkoston tarkastelua, jonka tekeminen on todettu tarpeelliseksi alueellisessa raken-

nemallissa 2040 (Pöyry Finland Oy 2014). Tässä työssä suunnitelmaluonnoksen laatiminen täytyi rajata pois käytössä olevan rajallisen ajan takia.

Vaikka osayleiskaava osoittaa suuret linjaukset, niin asemakaavavalmistelussa on vielä mahdollista huomioida viheryhteydet, luontoarvot sekä asukkaiden virkistysalueet samalla kun mietitään hulevesien hallintaratkaisujen sijoittamista. Myllyoja kokonaisuudessaan tulisi huomioida kaupunkiympäristöä elävöittävästä ympäristönä ja ekologisen yhteyden tarjoajana. Niin Tertin uudella asuinalueella kuin Luolajantien ympäristössä on luontoarvoja, jotka kytkeytyvät Myllyojaan. Nämä alueet on mahdollista yhdistää suurilta osin suojeltuun harjualueeseen. Yhtenäisiä viheralueita säilyttämällä turvataan myös asukkaiden virkistyskäyttömahdollisuudet sekä Luolajan koulun ympäristössä koululaisten ja eskareiden lähimetsä. Myllyojan läheisyys tuo mahdollisuuksia myös muille alueen kouluille ja päiväkodeille mahdollisuuksia luonto- ja opetuskohteena. Vuorentaan peltomaisen säilyttäminen edellyttää vihervyöhykettä Tertin asuinalueen reunaan ja toisaalta lepakkoreittien tulee olla riittävän leveitä. Myös nämä viheralueet kytkeytyvät Myllyojaan, mitä voi käyttää hyväksi suunniteltaessa puisto- ja viheralueita uudelle kaava-alueelle.

Vaikka Siton tekemässä hulevesiselvityksessä on todettu, että Sampo-Alajärven alueella ei ole tunnistettu erityisiä hulevesien laadullisen hallinnan tarpeita, tämän selvityksen tutkimustulosten perusteella veden laatuun tulee kuitenkin kiinnittää huomiota. Hulevesien hallintaratkaisut (esim. kosteikot) voivat osaltaan puhdistaa vesiä.

Alueella ei tietävästi ole erityisen likaisia hulevesiä aiheuttavia toimijoita, mutta korkeiden bakteeripitoisuuksien perusteella jätevesivaikutusta kuitenkin ajoittain ilmenee. Syynä voi olla esimerkiksi ylivuoto pumppaamoilla, huolimaton jätevesien käsittely ojan varren maatilamaisilla kiinteistöillä tai vanhan kaatopaikka-alueen vaikutus. Jatkotutkimukset kuormituslähteen selvittämiseksi ovat tarpeen. Mikäli jätevesivaikutukselta ei voi jatkossa välttyä, tulisi vesien puhdistaminen huomioida hulevesien hallintaratkaisuja suunnitellessa.

7.5 Toimenpide-ehdotukset koottuna

Tämän tutkimuksen perusteella mahdollisiksi jatkotoimenpiteiksi tai selvityksiksi on edellä esitetty seuraavia:

- Mikäli halutaan arvioida Myllyojan kuormitusvaikutus luotettavammin, tulisi laskennassa käytössä olla pidemmältä aikaväliltä virtaamatietoja. Virtaaman ja ainepitoisuuden arviointiin voisi käyttää jatkuva-toimista mittausta vähintäänkin kevätulamisen ja syyssateiden aikaan, mahdollisesti myös kesän kuivempaan aikaan.
- Vuorentaan altaiden kunnostus ja toimivuuden tarkkailu jatkuvatoimisen mittauksen avulla
- Rumpujen ympäristön siistiminen (osin toteutettu jo työn aikana)
- Myllyojaan tulevan jätevesivaikutuksen lähteen selvittäminen, todennäköisesti lähde (tai yksi lähteistä) on ennen Sammontien näytepistettä (pumppaamot, kiinteistöt, vanha kaatopaikka, muut mahdollisuudet)

- Mikäli jätevesivaikutusta ei voi täysin ennaltaehkäistä, tulisi vesien puhdistamistarve huomioida hulevesien hallintaratkaisuja suunniteltaessa alempana uomassa
- Myllyojan kokonaisuuden huomioiminen osana viherverkostoa ja hulevesiratkaisuja suunniteltaessa puisto- ja viheralueita uusille kaava-alueille
- Myllyojan varren hoito- ja kehittämissuunnitelma
- Laajemman viherverkkotarkastelun tekeminen Hämeenlinnan seudun alueelle, missä huomioidaan niin ekologiset yhteydet kuin virkistyskäyttö

8 POHDINTA

Tämä opinnäytetyö oli aiheeltaan mielenkiintoinen, vaikka koin haastavaksi toteuttaa olemassa olevilla resursseilla sellainen tutkimus, jonka tulokset antaisivat oleellista tietoa Myllyojan veden laadusta ja määrästä. Alun perin tarkoitus oli tehdä työtä rahoituksen avulla, minkä hankkiminen veikin alussa paljon aikaa ja viivästytti työn suunnittelua ja toteutusta. Sain samalla käytännön kokemusta eri rahoituslähteistä ja rahoituksen hakemisesta, vaikka valitettavasti tämän työn kannalta sain oppini liian myöhään.

Lisää haasteita tuli kun työtä täytyi rajata uudestaan konsulttityönä tehtyjen kaavaselvitysten takia. Koska en halunnut tehdä päällekkäistä työtä turhaan, oli mielestäni järkevämpää odottaa selvitysten valmistumista ennen työn uudelleen linjaamista. Tässä vaiheessa myös oma opiskelijavaihtoni ja toisen opinnäytetyöprojektin alkaminen, sekä keväälle 2015 osunut työharjoittelu vaikeuttivat aikataulua. Vaikka maastotyöt tehtiin vuoden 2014 aikana ja väliraportti tuloksista toimitettiin toimeksiantajalle, pääsin työstämään opinnäyteraporttia vasta kesällä 2015. Pitkän tauon jälkeen oli haastavaa paneutua uudelleen aiheeseen. Toisaalta kaavaselvitykset olivat valmistuneet, joten niistä saadut tiedot olivat käytettävissä.

Kaiken kaikkiaan vanhojen tulosten käsittely vei paljon enemmän aikaa kuin olin ajatellut. Erityisesti opiskelijatulosten kanssa käytin aikaa vain havaitakseni, etten saanut niistä juuri mitään irti. Työssä saatiin suuntaa antavia tuloksia, mutta menetelmistä johtuva epävarmuus vaikutti myös osin omaan työskentelymotivaatiooni. Tästä huolimatta opin kuitenkin mm. tulosten käsittelyä ja erilaisten kuormitusmallien laskentaa.

Lopulta työstä jäi puuttamaan suunnitelmaisuus, jota olin työtä uudelleen rajatessa ajatellut. Katsoin kuitenkin, että sain työtä tehdessä paljon lisää tietoa ja ymmärrystä vedenlaatutulosten analysoinnista, taajamahydrologiasta yleensä sekä kosteikko- ja allassuunnittelusta. Työharjoitteluni ELY-keskuksessa mm. vesistökuunnostustiimin kanssa tuki tätä oppimistani. Työ muutti muotoaan alun perin suunnitellusta, mutta loppujen lopuksi saatiin lisätietoa Myllyojan veden laadusta sekä Vuorentaan kosteikkojen toiminnasta sekä esitettiin toimepide-ehdotuksia. Tutkimuksen perusteella nousi esiin myös jatkoselvitystarpeita.

Kiitokset tämän työn onnistumisesta kuuluvat erityisesti Hämeenlinnan kaupungille ja Heli Jutilalle, joka mahdollisti tutkimuksen tekemisen sekä Vanajavesikeskukselle, jonka rahoituksella saatiin lisätutkimuskierros toteutettua. Olen kiitollinen myös kaikille maastotyöskentelyssä auttaneille. ELY-keskuksen asiantuntijoilta sain myös harjoitteluni aikana asiantuntevia neuvoja. Käytännössä opiskeluni ja tämä tutkimusprojekti ei olisi onnistunut ilman mieheni tukea sekä isovanhempien ja sisarieni lastenhoitoapua. Kiitos kuuluu kaikille opiskeluissani auttaneille.

LÄHTEET

Alajoki, H. 2015. Rehevöityneen järven ekologisen tilan parantaminen – Hauhonselän ongelmakohtien selvitys. Pro Gradu- tutkielma. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Jyväskylän yliopisto.

EHP-Tekniikka Ltd. 2011. Veden virtaaman mittaus pienissä joissa ja puroissa. EHP-Mittausratkaisu ympäristömittauksiin. Viitattu 18.9.2015. Saatavilla: www.ehp-tekniikka.fi/

Envibio Oy. 2005. Alajärven itäpuolisten alueiden kasvillisuuskartoitus. Saatavilla: www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/

Eskola, H. & Hirvonen, A. 2009. Monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma. Vanajaveden laakso. Hämeen ympäristökeskuksen raportteja 2/2009. Hämeenlinna.

Etelä-Suomen Vedet. 2015. "Maailman puhtain vesi on meillä". Viitattu 12.6.2014. Saatavilla: <http://maailmanpuhtainvesi.fi>

Faunatica Oy. 2011a. Hämeenlinnan Mykkäsen ja Tertin asemakaava-alueiden lepakkoselvitys 2011. Espoo. Saatavilla: <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/>

Faunatica Oy. 2011b. Hämeenlinnan Mykkäsen ja Tertin asemakaava-alueiden liito-oravaselvitys vuonna 2011. Espoo. Saatavilla: <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/>

Finlex. 2015. Maankäyttö- ja rakennuslaki. MRL 22.8.2014/682

Harju, A. 2013. Tulva-alueen määrittäminen avouomamallintamisen avulla. Opinnäytetyö. Savonian ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.

Hämeen liitto. 2015. Kanta-Hämeen 1.vaihekaavunkaava. Viitattu 20.9.2015. Saatavilla: <http://www.hameenliitto.fi/fi/1.vaihekaavunkaava>

Hämeenlinnan kaupunki. 2015a. Sampo-Alajärven oyk. Kaavasuunnittelun aineistot. Viitattu 10.7.2015. Saatavilla: <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/>

Hämeenlinnan kaupunki. 2015b. Sampo-Alajärven oyk. Kaavakartta. Saatavilla: <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/>

Hämeenlinnan kaupunki. 2015c. Sampo-Alajärven osayleiskaava. Palautteet ja kaavanlaatijan vastineet. Kaavaselostuksen liite 6. Saatavilla: <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/>

Hämeenlinnan kaupunki. 2015d. Sampo-Alajärven oyk. Wetterillä 16.6.2015 pidetyn yleisötilaisuuden esitysmateriaali. Power Point-esitys. Viitattu 20.7.2015. Saatavilla:
<http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Sampo-Alajarvi-oyk/>

Jutila, H. & Kesäniemi, O. 2006. Katumajärven hulevesikuormitus ja sen vähentäminen. Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 4. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi, JÄRKI-hanke

Jutila, H. 2009. Hämeenlinna kaupungin hulevesistrategia. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 1.

Jutila, H. 2011. Hämeenlinnan hulevesitulvariskien alustava arviointi – Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 18.

Jutila, H. 2012. Kaupunkien ekologiset käytävät ja viheralueverkosto. Kaupunkiniityt – Elinvoimaa elävästä perinnöstä. Natureship-julkaisu. Varsinais-Suomen ELY-keskus. Saatavilla:
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/87872/Kaupunkiniityt.pdf?sequence=>

Korhonen, J. 2007. Suomen vesistöjen virtaaman ja vedenkorkeuden vaihtelut. Helsinki. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 45/2007 (120). Saatavilla:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38428/SY_45_2007.pdf?sequence=3

Kotola, J. & Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla. Osa 1. kirjallisuustutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7.

Kukkonen, M. 2012. Opas metsätalouden kuormituksen seurantaan. Metlan työraportteja 245. Saatavilla:
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp245.pdf>

Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Saatavilla:
http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714

Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. Saatavilla:
<http://www.kvvy.fi/opasvihkonen.pdf>

Piipanoja, J. 2011. Virtaaman sekä kiintoaine- ja ravinnekuormituksen mittaaminen virtaavissa vesissä jatkuvatoimisilla mittalaitteilla Saatavilla:
<http://www.theseus.fi/handle/10024/27163>

Pöyry Finland Oy. 2014. Janakkalan, Hämeenlinnan ja Hattulan alueellinen rakennemalli 2040. Selostus. Saatavilla:

http://www.hameenlinna.fi/pages/400546/SELOSTUS_HHJ_RAMA_2014-04-11.pdf

Ramboll. 2014a. Hämeenlinnan kaupunki. Rakennettavuuden arviointi, Terti. Saatavilla:
http://www.hameenlinna.fi/pages/400546/Rakennettavuusselvitys_Ramboll_2014.pdf

Ramboll. 2014b. Hämeenlinnan kaupunki. Sampo-Alajärven osayleiskaavan luontoselvitys ja viherverkkotarkastelu. Saatavilla:
<http://www.hameenlinna.fi/pages/400546/Sampo-Alajarven%20luontoselvitykset%207.11.pdf>

Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Aalto University publication series. Doctoral Dissertations 160/2013.

Simola, A. & Jutila, H. 2006. Valumavesien käsittelymenetelmät Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen -hankkeessa. Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 9.

Sito Oy. 2015. Sampo-Alajärven osayleiskaavan hulevesiselvitys. Vaihe 2. Saatavilla:
http://www.hameenlinna.fi/pages/400546/SITO_Sampo_Alajarvi_hulevesi_FIN_150115.pdf

Stevenswater. 2015. Stevens ”Monitoring the Earth’s water resources since 1911”. Lainattu 14.8.2015. Saatavilla:
http://www.stevenswater.com/water_quality_sensors/conductivity_info.html

STTV 2008. Soveltamisopas uimavesiasetukseen 177/2008. Saatavilla:
http://www.valvira.fi/documents/14444/22511/Uimavesiasetuksen_soveltamisopas_11032008.pdf

SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2013-2014. Koulutusmateriaali 2013 & diamateriaalia 2014. Ympäristöhallinnon sisäinen järjestelmä. Viitattu 11.6.2015.

SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2015. VEMALA-mallin kuormituslaskelma Lehijärvestä. Ympäristöhallinnon sisäinen järjestelmä. Tiedot poimittu 9.7.2015.

Söderman, T. & Saarela, S-R. 2011. Kestävät kaupunkiseudut. Kriteereitä ja mittareita suunnittelun työvälineiksi. Helsinki. Suomen ympäristö 25. Suomen ympäristökeskus. Viitattu teoksessa Ramboll 2014b.

Tuokko, P. 2005. Lehijärven valuma-alueen laskeutusallas- ja kosteikkokartoitus sekä Haikonojan allas-kosteikkosuunnitelma. Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen monisteita 3. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi. JÄRKI-hanke.

Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. Ympäristöministeriö. Saatavilla:

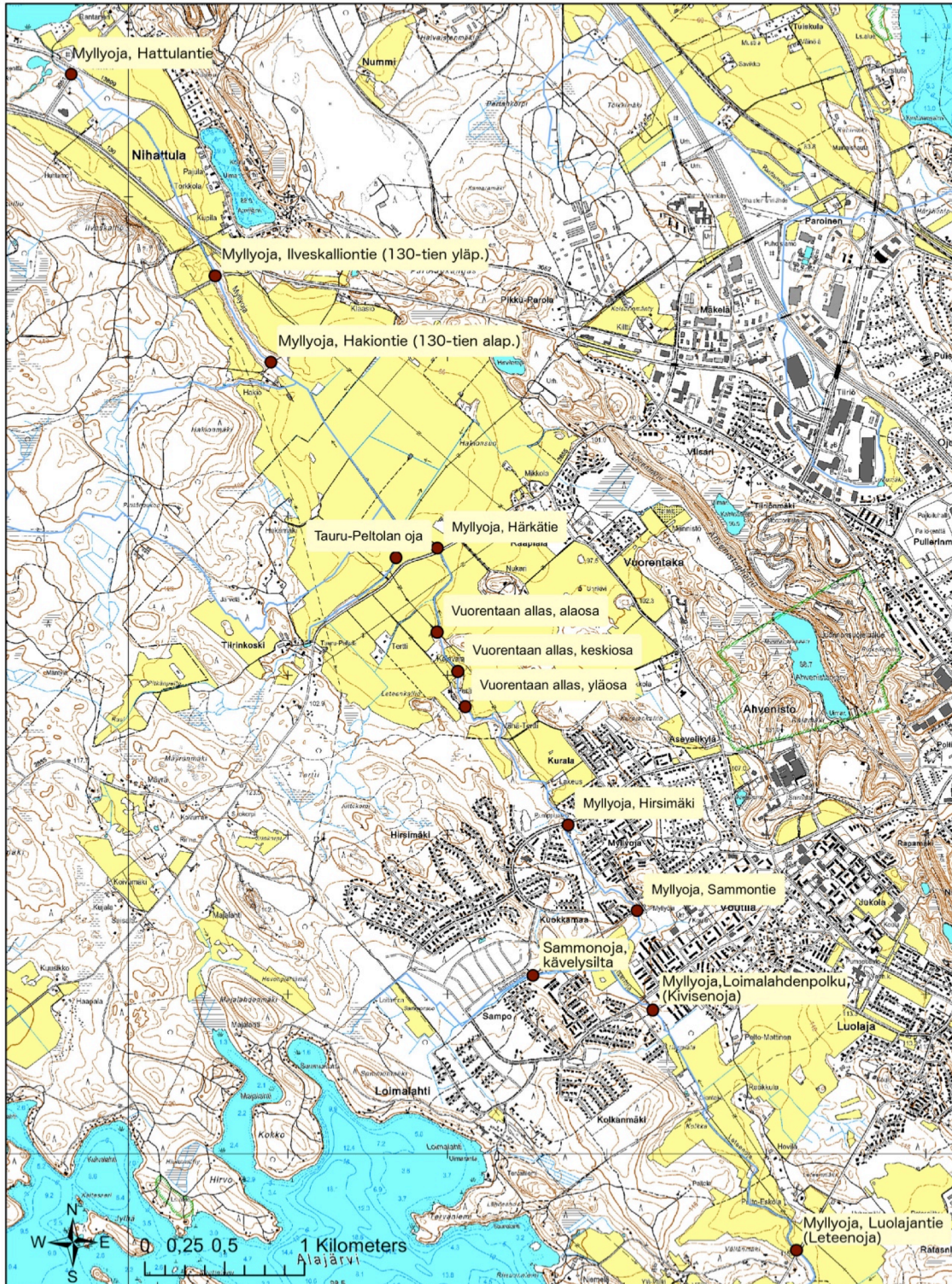
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40647/SY_776.pdf?sequence=1

Viitamäki, M. 2002. Leteenojan valuma-alueen suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma. Hämeen ympäristökeskuksen moniste 52. Hämeenlinna: Etelä-Suomen lääninhallituksen monistamo. Mainittu teoksessa Tuokko, P. 2005.

Muut lähteet:

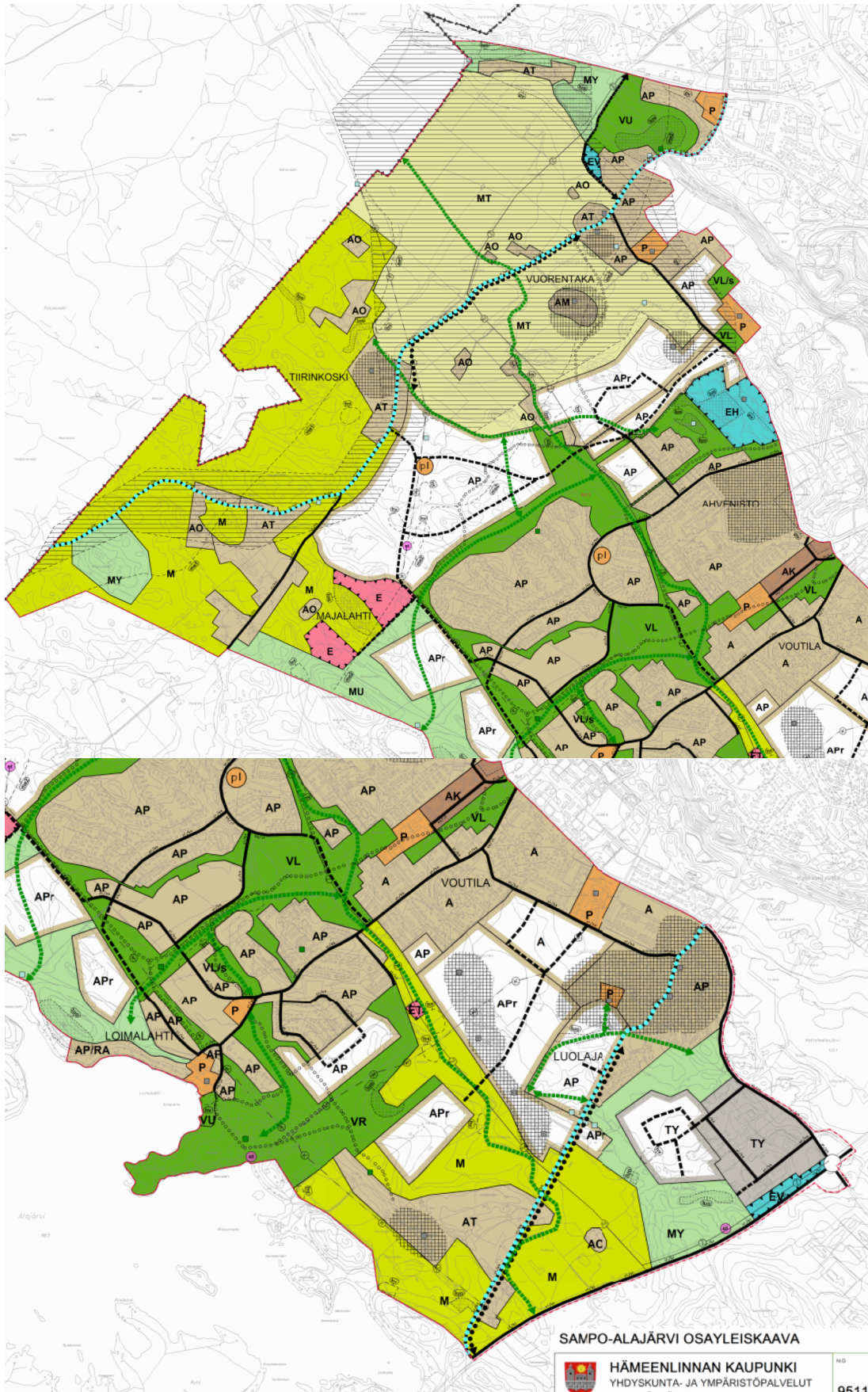
Suomalainen, M. 2015. ELY-keskuksen tulva-asiantuntijan haastattelu ja aluesadantatiedot SYKEN vesistömallijärjestelmästä. Tiedot poimittu 9.7.2015.

MYLLYOJAN NÄYTEPISTEET



Kuva 1. Näytepisteistä on eri yhteyksissä käytetty hieman eri nimiä ja myös työn alkuvaiheen jälkeen on nimiä muutettu selkeämmiksi. Näytepisteet on pyritty nimeämään johdonmukaisesti, mahdollisimman paljon vanhoja nimiä käyttäen. Suluissa on merkittynä pisteiden aiempia nimiä. (Pohjakartan copyright: MML)

SAMPO-ALAJÄRVEN OSAYLEISKAVAEHDOTUS 12.5.2015




















(Lähde: Hämeenlinnan kaupunki 2015)

| | | |
|--|---------------------------|--------------------|
|  HÄMEENLINNAN KAUPUNKI YHDYSKUNTA- JA YMPÄRISTÖPALVELUT MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU | | N:o 9511 |
| Tasokoodinääkijärjestelmä: ETRS-GK25 (EPSG 3879) | Kortteijärjestelmä: N2000 | |
| 12.5.2015 | J. NÄRHI | |
| | LL | |
| TILAAJAJOHTAJA PÄIVI SALORANTA | 10000 | |

SAMPO-ALAJÄRVEN OSAYLEISKAVAEHDOTUS 12.5.2015

KAAVAKARTAN MERKINNÄT JA MÄÄRÄYKSET:

| | |
|---|---|
| <p>A Asuntoalue. Merkinnällä on osoitettu asemakaavoitettavaksi tarkoitettuihin asuntoalueisiin, joilla asuntotyypinjakuma on tarkoitettu monipuoliseksi. Alueelle voidaan asemakaavoituksella osoittaa myös asumiselle tarpeellisia yksityisiä tai julkisia palveluja, alueen sisäisiä liikenneyhteyksiä, pysäköintialueita, virkistysalueita ja yhdyskuntateknisen huollon alueita.</p> <p>AO Erillispientalovaltainen asuntoalue. Merkinnällä on osoitettu olemassa olevat asemakaava-alueiden ulkopuoliset erillispientalovaltaiset asuntoalueet.</p> <p>AP Pientalovaltainen asuinalue. Alueelle sijoitettavasta kerrosalasta pääosa on sijoitettava pientaloihin. Alueet on tarkoitettu asemakaavoitettaviksi.</p> <p>AP/RA Pientalovaltainen asuinalue/ Loma-asuntoalue.</p> <p>APr Asumisen reservialue. Alueella sijoitettavasta kerrosalasta pääosa on sijoitettava pientaloihin. Alueet on tarkoitettu asemakaavoitettaviksi vasta, kun muut uudet ja olennaisesti muuttuvat asuntoalueet on asemakaavoitettu. Olemassa olevia rakennuksia saa korjata ja laajentaa ilman asemakaavaa.</p> <p>AM Maatilan talouskeskus.</p> <p>AT Kyläalue. Merkinnällä on osoitettu kyläalueet, jonne voidaan sijoittaa asutusta, maatalouden tilakeskuksia, palveluja ja ympäristöhäiriötä aiheuttamattomia työtaloja. Suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota rakennuspaikkojen sijoitteluun siten, että alue on tarvittaessa tilvistettävissä kylämaista tehokkaampaan asumiseen.</p> <p> Uudet ja olennaisesti muuttuvat alueet. Merkinnällä on osoitettu aluevaraukset, joilla tapahtuu olennaisia muutoksia nykytilanteeseen nähden. Väriarvot ja alueisiin liittyvät kirjainmerkinnot (aluevarausmerkintä) osoittavat yleiskaavamerkintöjen mukaisen maankäyttömuodon.</p> <p>AK Asuinkerrostalojen alue.</p> <p>P Palvelujen ja hallinnon alue. Merkinnällä osoitetaan julkisten ja yksityisten palvelujen ja hallinnon alueita. Alueet on tarkoitettu asemakaavoitettaviksi.</p> <p>pl Lähipalvelujen alue. Merkinnällä on osoitettu pääasiassa alueen sisäisiä, asumiseen liittyviä julkisia tai yksityisiä palvelutoimintoja, joiden sijainti tarkentuu asemakaavoituksen yhteydessä. Palvelut on sijoitettava niin, että ne tukevat toisiaan ja tilojen yhteisvuorottelukäyttö on mahdollista.</p> <p></p> <p> Munaismestokohde. Munaismestoin rauhoittama kiinteä munaisjärven. Alueen kaivaminen, peittäminen, muuttaminen ja muu siihen kajoaminen on kielletty. Alueella koskevista maankäytösunnunneista tulee pyytää Museoviraston lausunto. Merkinnällä on osoitettu seuraavat munaisjärvenkohdat: 1. Nukari, 2. Syykkivahva, 3. Vuorentaan variko, 4. Kurakallio, 5. Sammonmäki, 6. Terri, 7. Hakonmäki, 8. Lelteenmäki, 9. Huhtamäki 2, 10. Huhtamäki 4, 11. Vuorentaan ja 12. Vartiouori.</p> <p> Suojeltava rakennus. Rakennuksissa suojeltavien korjaus- ja muutos töiden, täydennysrakentamisen ja muiden alueella tehtävien toimenpiteiden tulee olla sellaisia, että alueen rakennushistoriallisesti, kulttuurihistoriallisesti ja/tai maisemallisesti arvokas luonne säilyy. Rakennuksia ei saa purkaa ilman lupaa (MRL 127.1 §).</p> <p>luo Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue/kohde. Merkinnällä on osoitettu ekologisten yhteyksien kannalta merkittävät tai lajirikkaat luontoalueet, kalioalueet, lehdot ja kosteikot, uhanalaisten lajien esiintymisalueet ja metsäin 10 §:n mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt. Alueen käyttöä suunniteltaessa ja toteutettaessa on otettava huomioon luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen ja elolajiesiintymien säilyttämisedellytykset. Alueella ei tule harjoittaa sellaisia metsätaloustoimia, joilla vaarantetaan kohteen suojelun arvot (vesistö, pienimistö) säilyminen. Alueella on voimassa MRL 43.2 §:n mukainen rakentamisrajoitus.</p> <p> Maisemallisesti arvokas alue. Merkinnällä on osoitettu valtakunnallisesti arvokas maisema-alue Hämeen Häkää ja siihen liittyvät valtakunnallisesti arvokkaat, maisemallisesti ja kulttuurihistoriallisesti merkittävät Vuorentaan peltoalueet. Alueen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa ja toteutamisessa on otettava huomioon maataloustalouden tarpeet. Rakentamisessa ja muissa toimenpiteissä on huomioitava, ettei valtakunnallisesti arvokkaan maisemakokonaisuuden arvoja heikennetä. Sijoitettaessa rakennuksia metsän ja pelton väliin on otettava huomioon huolehdittava siitä, että maisemallisesti arvokas metsäalue säilyy ehjänä. Aineesta toteutettava toimenpide on pyydyttävä kuusivuotiseen lausunto. Vuorentaan peltoalue on myös maakunnallisesti merkittävä lintualue.</p> <p> Ohjeellinen tai vaihtoehtoinen telinjäus. Merkinnällä on osoitettu uudet ohjeelliset kokoojakajien telinjäukset, joiden sijainti tarkentuu asemakaavoituksen yhteydessä.</p> <p> Tielikenteen yhteystarve. Merkinnällä on osoitettu uusi tielikenteen yhteystarve Vuorentaan maantietä 130.</p> <p> Kevyen liikenteen yhteystarve. Reitin tarkka sijainti määräytyy yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa.</p> <p> Viheryhteystarve. Merkinnällä on osoitettu virkistysalue- tai ekologista verkoston jätai hulevesien hallintaan liittyviä yhteystarpeita.</p> <p> Kaupunki- tai kyläkuvalleisesti arvokas alue. Kaupunki-/kyläkuvan säilymisen kannalta merkittävät rakennukset, tila- ja aluekokonaisuudet sekä niihin liittyvät ominaispiirteet on säilytettävä. Aluekokonaisuuden ja sen rakentamisen suojelua koskevat lissymykset ratkaistaan yksityiskohtaisemmin asemakaavalla tai suunnittelu- ja vahvinkinnalla. Uudis- ja korjausrakentaminen on sopeutettava alueen kaupunki-/kyläkuvaan ja rakennusperinteeseen.</p> <p>hv Ohjeellinen hulevesien viivitys- ja laskeutuspaiikka. Alueet ja rakenteet suunnitellaan yksityiskohtaisemmin asemakaavoituksen yhteydessä.</p> <p> Historiallinen telinjäus. Merkinnällä on osoitettu valtakunnallisesti merkittävä Hämeen Häkään rakennettu kulttuurimäntä ja Luolajantie. Tiedon linjasta, liittymä, rakenteita ja päällysteitä, kevyen liikenteen väyliä sekä laajamittaisia korjaus- ja saneeraus töitä ja korjaus töitä on pyydyttävä Museoviraston lausunto.</p> | <p>TY Teollisuusalue, jolla ympäristö asettaa toiminnan laadulle erityisiä vaatimuksia. Merkinnällä on osoitettu teollisuusalue, jonka läheisyydessä on ympäristövaikutuksille herkkiä toimintoja kuten asutusta. Alueelle voidaan sijoittaa teollisuus- ja varastotoimintaa, joka ei aiheuta ympäristöä häiritsevää melua, tärinää, ilman pilaantumista tai muuta häiriötä. Alue on tarkoitettu asemakaavoitettavaksi.</p> <p> Uudet ja olennaisesti muuttuvat alueet. Merkinnällä on osoitettu aluevaraukset, joilla tapahtuu olennaisia muutoksia nykytilanteeseen nähden. Väriarvot ja alueisiin liittyvät kirjainmerkinnot (aluevarausmerkintä) osoittavat yleiskaavamerkintöjen mukaisen maankäyttömuodon.</p> <p>VL Lähivirkistysalue.</p> <p>VU Urheilu- ja virkistyspalveluiden alue. Alueelle voidaan sijoittaa urheilu-, virkistys- ja vapaa-ajan toimintoja palvelevia rakennuksia ja rakennelmia.</p> <p>VR Retkeily- ja uikoulualue. Alueella saa rakentaa uikoulu käyttöä palvelevia pienehkoja rakennuksia ja rakennelmia.</p> <p>E Erityisalue. Merkinnällä on osoitettu Kuuslahden maankaato paikka ja mahdollinen uusi maankaato paikka Majalahdessa. Toiminta vaatii ympäristöluvan ja alueen soveltaminen maankaato paikkaisi ratkaistaan vasta ympäristö lupamenettelyssä.</p> <p>ET Yhdyskuntateknisen huollon alue.</p> <p>et Yhteyksien teknisen huollon kriteeri.</p> <p>EH Hautausmaa-alue.</p> <p>EV Suojaviheralue.</p> <p>M Maa- ja metsätalousvaltainen alue. Alueella sallitaan maa- ja metsätalouteen liittyvä rakentaminen.</p> <p>MT Maatalousalue. Alueiden säilyminen avoimena ja viljelykäytössä on maisemakuvan kannalta tärkeää. Alueella on sallittua vain maatalouteen liittyvä rakentaminen. Rakentamisen sijoittelussa tulee huomioida alueen maisemalliset arvot ja rakentaminen on sijoitettava siten, ettei yhtenäisiä peltoaukeita pistota.</p> <p>MU Maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolla on erityistä uikoulu ohjaamistarvetta. Alueen käytön suunnittelussa on maa- ja metsätalouden lisäksi kiinnitettävä huomiota uikoulu mahdollisuuksia parantavien ja uikouista aiheutuvia haittoja vähentävien uikouluohjauksen järjestämisen mahdollisuuksiin.</p> <p>MY Maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolla on erityisiä ympäristöarvoja. Alueella on sallittua vain maa- ja metsätaloutta palvelevia rakentaminen. Metsänhoitotoimenpiteet on suoritettava alueen erityisluonteen edellyttämällä tavalla siten, että maisemalliset ja muut ympäristölliset arvot säilyvät. Alueella on voimassa MRL 43.2 §:n mukainen rakentamisrajoitus.</p> <p>/s Alue, jolla ympäristö säilytetään.</p> <p>vt/kt Valtatie / kantatie.</p> <p>sl/pk Seututie / pääkatu.</p> <p>yl/kk Yhdytie / kookojakatu.</p> <p> Eritasoliittymä.</p> <p> Ohjeellinen uikoulualue.</p> <p> Kaasulinja. Rakentaminen ja muu toiminta maakaasulinjojen läheisyydessä on rajoitettua. Rakentamisen sijoittelussa tulee huomioida maakaasulinjojen mahdolliset rinnakkaispuolelle tilavaraukset.</p> <p> Voimalinja. Rakentaminen ja muu toiminta 110 kV voimalinjan läheisyydessä on rajoitettua.</p> <p>pv Pohjavesialue. Alueella tulee kiinnittää erityistä huomiota pohjaveden suojelamiseen. Pohjavesialueella rakentamista ja muuta maankäyttöä rajoittavat ympäristösuojeluohjelman mukainen pohjaveden plääsimittelo ja vesilain mukainen pohjavesiesiintymän laadun, määrän ja käyttökelvottomuuden heikentämistä koskeva vesistösuojelun yleinen luvvaraus.</p> <p>Merkinnällä on osoitettu veden hankintaa varten tärkeä Ahteriston pohjavesialue (luokka I).</p> <p>me1 Ampumamellaluonon raja. Ampumamellataso on yli 55 dBA. Alueella ei sallita uusien asuinrakennusten rakentamista, vaan ainoastaan olevien asuinrakennusten peruskorjaaminen ja laajentaminen, mikä ei lisää uusien asuntojen lukumäärää, on sallittua.</p> <p>me2 Ampumamellaluonon raja. Ampumamellataso on välillä 50dBA ja 55dBA. Asuntoja tai muita melulle herkkiä toimintoja sisältävistä hankkeista on pyydyttävä puolustusvoimien lausunto.</p> <p> Kaava-alueen raja.</p> <p>+ Kunnanraja.</p> <p>LUOLAJA Kaupunginosan nimi.</p> <p>Yleismaäräykset: Asemakaavoitettavaksi tarkoitettujen alueiden ulkopuoliset alueet ovat MRL 137 §:n mukaisia suunnittelun alueita, sillä ne sijaitsevat taajaman liepeillä. Rakentamisella ei saa synnyttää yhdyskuntateknistä. Uudisrakentaminen on sijoitettava olemassa olevan asutuksen tai tiestön yhteyteen pääkäyttöä vaikeuttamatta. Myllyoja on tulvahrkka aluetta. Asemakaavoituksessa tulee osoittaa alueellisesti hulevesien hallintajärjestelmille soveltuvat sijoituspaijat ja mitoitus sekä ohjeistaa korttel- jätai tonttikohdasta hulevesien hallintaa. Yli 50 metriä (kokoaiskorkeus maanpinnasta) korkeista tuulivoimaloista tulee aina pyytää enillinen lausunto Puolustusvoimilta koko kunnan alueella. Yksittäisiä alle 50 metrin (kokoaiskorkeus maanpinnasta) korkeita pientuulivoimaloita saa rakentaa, mikäli ne eivät rajoita puolustusvoimien valitussa käytössä oleviin alueisiin.</p> |
|---|---|

OJAVESIEN NÄYTTEENOTTOLOMAKE (Hml:n kaupungin ympäristöasiat)

| näytteenottaja: | | | | | | Pvm. | |
|-----------------|-----------------|----------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|-------------|
| | | | | Uoman | | Virtaaman mitaus | |
| Paikka | Nro/ Kirjain | Ottoaika | Veden lämpötila | syvyys keskeltä (cm) | leveys vesirajasta (cm) | Matka (cm) | Aika (s) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |



KVYVY:N NÄYTTEENOTTOLOMAKE



KOKEMÄENJOEN VESISTÖN
VESIENSUOJELUYHDISTYS ry

LÄHETE
Vesistövesi, joki/oja

1(2)

TILAAJA

| | |
|-----------------|------|
| Tilaaaja: | |
| | |
| Osoite: | |
| | Puh: |
| Laskutusosoite: | |
| | |
| | |

| |
|--------------------------------|
| <i>Laboratorion merkinnät:</i> |
| Saapunut (pvm) |
| Toimitustapa |
| Tilausno |
| Näytteenot |
| Vastaanottaja/kirjaaja |
| Seloste (pvm) |

NÄYTTEENOTTAJA

| | |
|-----------------|--|
| Näytteenottaja: | |
|-----------------|--|

NÄYTTEENOTTOAIKA

| | | | |
|-------------------|--|-----|-----|
| Näytteenottoaika: | | .20 | klo |
|-------------------|--|-----|-----|

TULOSTEN JAKELU Tilaaaja ja maksaja vastaavat yhdessä tutkimuksen kustannuksista

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tilaaaja | <input type="checkbox"/> Maksaja | <input type="checkbox"/> Näytteenottaja | <input type="checkbox"/> Terv.tark. | <input type="checkbox"/> Ymp.keskus |
| <input type="checkbox"/> Muu: | | | | |

TULOSTEN TOIMITUS Tilattavan lausunnon kustannukset muodostuvat käytetyn ajan mukaan

| |
|--|
| <input type="checkbox"/> Analyysitulokset lähetetään tilaajalle, ei lausuntoa |
| <input type="checkbox"/> Analyysitulosten perusteella laaditaan lausunto vedenlaadusta |

NÄYTETIEDOT

| Joen/ojan nimi | Näytepaikan tunnus | Sijaintikunta | Ulkonäkö, haju, tms. |
|----------------|--------------------|---------------|----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

HUOMAUTUKSET Tutkimuksen syy, mahdolliset likaantumislähteet, muut lausunnossa huomioon otettavat seikat

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |

MAASTOSSA KIRJATTAVAT TIEDOT JA NÄYTTEISTÄ HALUTUT

ANALYYSIT MERKITÄÄN KÄÄNTÖPUOLELLE →

ALLEKIRJOITUS JA PÄIVÄYS

| |
|--|
| |
|--|

2(2)

MAASTOSSA TEHTÄVÄT MERKINNÄT

| | Näytepaikka | | | | |
|--|-------------|--|--|--|--|
| NÄYTEPAIKKA näytepaikan tunnus (sama kuin edellisellä sivulla) | | | | | |
| LÄMPÖTILA merkitse veden lämpötila | | | | | |
| VIRTAAMA merkitse veden virtausnopeus (Vs) | | | | | |
| PULLOT merkitse pullojen numerot | | | | | |
| Litran muovipullo | | | | | |
| Happipullo | | | | | |
| BHK-pullo | | | | | |
| Bakteeripullo | | | | | |
| Litran muovipullo (klorofylli) | | | | | |
| Muu: | | | | | |

NÄYTTEISTÄ TEHTÄVÄT TUTKIMUKSET

| ANALYYSIT merkitse halutut määritykset rastilla | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| Happi | | | | | |
| Hapen kyllästysaste | | | | | |
| Sameus | | | | | |
| Väri | | | | | |
| Sähkönjohtavuus | | | | | |
| pH | | | | | |
| Alkaliteetti | | | | | |
| Kemiallinen hapenkulutus (COD _{Mn}) | | | | | |
| Kemiallinen hapen kulutus (COD _{Cr}) | | | | | |
| Biologinen hapenkulutus (BOD ₇) | | | | | |
| Orgaaninen kokonaishiili (TOC) | | | | | |
| Kokonaistyyppi | | | | | |
| Ammoniumtyppi | | | | | |
| Nitraattityppi | | | | | |
| Nitriittityppi | | | | | |
| Kokonaisfosfori | | | | | |
| Fosfaattifosfori | | | | | |
| Kloridi | | | | | |
| Sulfaatti | | | | | |
| Rauta | | | | | |
| Mangaani | | | | | |
| Arseeni | | | | | |
| Elohopea | | | | | |
| Kupari | | | | | |
| Sinkki | | | | | |
| Kromi | | | | | |
| Kadmium | | | | | |
| Klorofylli a | | | | | |
| Alustavat suolistoperäiset enterokokit | | | | | |
| Lämpökestoiset koliformiset bakteerit | | | | | |
| Haju | | | | | |
| Muu: | | | | | |
| Muu: | | | | | |
| Muu: | | | | | |

(Saatavilla: http://www.kvvy.fi/lahete_vesistovesi_oja.pdf)

VUORENTAAN ALTAAT, JATKUVATOIMISEN MITTAUKSEN TULOKSET VUODELTA 2007

Vuorentaan altailta mitattiin 31.10-30.11.2007 veden sameutta, sähkönjohtokykyä, lämpötilaa ja pinnankorkeutta jatkuvatoimisella mittarilla tunnin välein. Vesinäytteet otettiin taulukossa 1 näkyvinä päivinä. Taulukkoon 2 on koostettu vertailutieto, jota on käytetty verrattaessa tuloksia muiden vuosien tuloksiin. Vertailutietona on käytetty koko mittausajanjakson keskiarvoa ja näytteenotossa näytetulosten keskiarvoa. Näin ollen on hyvä huomioida, että altaille 16.11 ja 19.11 saapuneet sameuspiikit nostavat keskiarvoa.

Taulukko 1. Näytteenottopäivien mittauksen ja näytteenoton tulokset.

| Pvm ja klo | Tuleva sameus [NTU] | Lähtevä sameus [NTU] | Tuleva johtokyky [uS/cm] | Lähtevä johtokyky [uS/cm] | Tuleva pinnan korkeus [cm] | Lähtevä pinnan korkeus [cm] | Tuleva lämpötila [°C] | Lähtevä lämpötila [°C] |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| 30.10.2007 | | | | | | | | |
| 6.11.2007 8:00 | 10 | 6 | 168 | 187 | 43 | 44 | 3,6 | 2,6 |
| 13.11.2007 8:00 | 15 | 8 | 181 | 186 | 46 | 46 | 2,9 | 2,6 |
| 20.11.2007 13:00 | 18 | 15 | 175 | 181 | 42 | 41 | 1,5 | 1,8 |
| 27.11.2007 8:00 | 18 | 11 | 178 | 196 | 44 | 44 | 1,9 | 1,6 |
| keskiarvo | 15 | 10 | 176 | 188 | | | | |
| ka (kaikki mittaukset) | 31 | 21 | 181 | 188 | | | | |

| Pvm ja klo | Tuleva Väri mg/l Pt | Lähtevä Väri mg/l Pt | Tuleva pH | Lähtevä pH | Tuleva ammonium ug/l | Lähtevä ammonium ug/l | Tuleva fosfaatti ug/l | Lähtevä fosfaatti ug/l |
|---------------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 30.10.2007 | | | | | | | 18 | 20 |
| 6.11.2007 8:00 | 90 | 90 | 7,1 | 7,3 | 72 | 90 | 18 | 21 |
| 13.11.2007 8:00 | 100 | 110 | 7,1 | 7,1 | 51 | 58 | 11 | 14 |
| 20.11.2007 13:00 | 90 | 90 | 7,1 | 7,0 | 81 | 95 | 16 | 19 |
| 27.11.2007 8:00 | 90 | 90 | 7,1 | 7,1 | 74 | 60 | 12 | 11 |
| keskiarvo | 93 | 95 | 7 | 7 | 70 | 76 | 15 | 17 |

Myllyojan vesien laatu ja määrä.

Liite 4 (2/2)

| Pvm ja klo | Tuleva Kiintoaine [mg/l] | Lähtevä Kiintoaine [mg/l] | Tuleva KMnO4-luku mg/l | Lähtevä KMnO4-luku mg/l | Tuleva Kok.fosfori [ug/l] | Lähtevä Kok.fosfori [ug/l] |
|------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 30.10.2007 | 4,0 | 3,4 | | | 41 | 37 |
| 6.11.2007 8:00 | 8,8 | 9,4 | 47,0 | 50,0 | 40 | 43 |
| 13.11.2007 8:00 | 7,8 | 4,2 | 60,0 | 55,0 | 28 | 29 |
| 20.11.2007 13:00 | 25,0 | 16,0 | 51,0 | 51,0 | 41 | 51 |
| 27.11.2007 8:00 | 22,0 | 22,0 | 49,0 | 51,0 | 45 | 48 |
| keskiarvo | 14 | 11 | 52 | 52 | 39 | 42 |

| Pvm ja klo | Tuleva Kok. typpi [mg/l] | Lähtevä Kok. typpi [mg/l] | Tuleva nitraattinitriitti typpi ug/l | Lähtevä nitraattinitriitti typpi ug/l | Tuleva enterokokit pmy/100 ml | Lähtevä enterokokit pmy/100 ml | Tuleva koliformiset bakt. pmy/100 ml | Lähtevä koliformiset bakt. pmy/100 ml |
|------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 30.10.2007 | 1900 | 1700 | | | 51 | 28 | 3100 | 3000 |
| 6.11.2007 8:00 | 1700 | 2000 | 1300 | 1500 | 200 | 400 | 2900 | 4900 |
| 13.11.2007 8:00 | 2300 | 2700 | 1800 | 2000 | | | | |
| 20.11.2007 13:00 | 1500 | 1600 | 1200 | 1200 | | | | |
| 27.11.2007 8:00 | 2500 | 2300 | 1700 | 1500 | | | | |
| keskiarvo | 1980 | 2060 | 1500 | 1550 | 126 | 214 | 3000 | 3950 |

Taulukko 2. Vertailutuloksiksi otetut keskiarvolukemat.

| Näytetispisteen nro | Näytepisteen nimi | Aika | Sähkönjohtokyky | Sähkönjohtokyky2 | pH | Sameus | Ammonium | Nitraatti |
|---------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------|------------------------|------------------------|-----------|
| | | | µS/cm | mS/m | | NTU | µg/l | µg/l |
| 6 | Vuorentaan allas, ylin allas | 2007 | 181 | 18,1 | 7 | 31 | 70 | 1500 |
| 8 | Vuorentaan allas, alin allas | 2007 | 188 | 18,8 | 7 | 21 | 76 | 1550 |
| Näytetispisteen nro | Kokonaisfosfaatti | Kokonaisfosfori | Kiintoaine | KMnO4-luku | Väri | Suolistop. Enterokokit | Koliformiset bakteerit | |
| | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | mg/l | mg/l Pt | pmy/100ml | |
| 6 | 1980 | 15 | 39 | 14 | 52 | 93 | 126 | |
| 8 | 2060 | 17 | 42 | 11 | 52 | 95 | 214 | |

Vuorentaan allasketjun vedenlaadun automaattiset mittaukset ja vesinäytteenotto 31.10.-30.11. 2007

**Heli Jutila Hämeenlinnan kaupunki ja Mikko Kiirikki Luode Consulting Oy
30.1.2008**

Vuorentakan allasketjun vaikutusta vedenlaatuun seurattiin automaattisilla vedenlaadun mittausasemilla kuukauden ajan syksyllä 2007. Asemien tuottamat mittaustulokset siirrettiin GSM-yhteydellä Luode Consulting Oy:n palvelimella sijaitsevalle salasanalla suojatulle www-sivulle kaksi kertaa vuorokaudessa.

Mittaukset

Mittausasemat asennettiin allasketjun ylä- ja alapuolelle 31.11.2007. Mittauspaikoilla oli vettä noin 50 cm. Mittalaitteina käytettiin YSI6-sarjan anturipaketteja, Keller 36-sarjan paineanturia ja LUODE-mittausasemaa. Anturipaketti kiinnitettiin betonilaattaan metallikiinnikkeillä, siten että anturit sijaitsivat 15 cm laatan pinnan yläpuolella. Laatat upotettiin ojien pohjaan niin että antureiden ja ojan pohjan väliseksi etäisyydeksi jäi vähintään 10 cm. Pinnankorkeusanturit kiinnitettiin omiin laattoihinsa. Mitattavat muutujat olivat lämpötila, johtokyky, sameus ja pinnankorkeus (Taulukko 1). Optinen sameusanturi on varustettu mekaanisella pyyhkijällä, joka estää mittausikkunan likaantumisen. Asemat tallettivat tiedot tunnin välein ja mittausjakson aikana kerättiin yli 700 mittaustulosta kustakin mitattavasta muuttujasta.

Anturit kalibroitiin ennen mittausjaksoa ja ne tarkastettiin uudestaan mittausten päätyttyä. Mittaustuloksiin ei tarvinnut tehdä muutoksia laadunvarmennuksen yhteydessä. Asemien pinnankorkeuslukemat kiinnitettiin mittauspaikoille asennettuihin asteikoihin.

Taulukko 1. Mittausaseman anturit ja valmistajien ilmoittamat tekniset ominaisuudet.

| Anturi | Mittausalue | Erotuskyky | Tarkkuus |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| <i>Sameus</i> | 0-1000 NTU | 1 NTU | 5% tai 2 NTU |
| <i>Johtokyky</i> | 0-100000 uS/cm | 1 uS/cm | 0,5% tai 1 uS/cm |
| <i>Lämpötila</i> | -5 - +45°C | 0,1°C | 0,15 °C |
| <i>Pinnankorkeus</i> | 0-500 cm | 1 cm | 1 cm |

Altailla otettiin vesinäytteitä allasketjun toimivuuden selvittämiseksi. Yläaltaasta 2/3 ja ala-altaasta 4/5 oli pinnalta jäässä 20.11.2007. Muulloin altaat olivat näytteenottohetkellä sulat. Näytteistä tutkittiin väri (3), pH (3), ammonium (3), fosfaatti (4), kiintoaine (4), KMnO₄-luku (3), kokonaisfosfori (4), kokonaistyyppi (4), nitraatti- ja nitriittityppi (3), enterokokit (2) ja koliformiset bakteerit (2). Edellä on suluisa osoitettu näytekertojen määrä.

Taulukko 2. Altailla suoritettu vesinäytteenotto ja havainnointi.

| Näytteenottopvm. | Kellon aika | Veden korkeus cm | |
|------------------|-------------|------------------|-----------|
| | | yläallas | ala-allas |
| 30.10.2007 | 9:00 | | |
| 6.11.2007 | 8:30 | 42 | 43 |
| 14.11.2007 | 7:30 | 44 | 44 |
| 20.11.2007 | 12:30 | 41,5 | 40,5 |
| 27.11.2007 | 8:00 | 44 | 43 |

Tulokset

Matalat ojat, joissa veden korkeus ja laatu vaihtelevat nopeasti, ovat haastava mittausympäristö. Tästä huolimatta virheellisiä havaintoja ei saatu kertaakaan mittausjakson aikana.

Tulevan veden sameudessa näkyi voimakkaita piikkejä, jotka johtuivat yläjuoksulla tehdyistä vesistötöistä. Tämä johtui siitä, että mittausten aikana Sammontien jatkeella lähellä Sammontien ja Ainontien risteystä uusittiin vanha siltarumpu korvaamalla se uudella. Allasketju pidatti sameusmittausten mukaan 33 % töistä aiheutuneesta kiintoainekuormituksesta.

Veden johtokyky kasvoi allasketjussa mittausten aikana noin 5 uS/cm. Viimeisen viikon aikana kasvu oli yli 20 uS/cm. Kasvu oli keskimäärin 4 % tulevan veden tasosta. Ilmiö aiheutuu ilmeisesti allasketjuun pellonojista, salaojista tai asutuksesta tulevasta vesistä.

Johtokykyarvojen perusteella noin 500 m pitkän allasketjun viipymäksi voidaan arvioida noin 5 h.

Vesinäyteanalyysien perusteella allasketju vähensi kiintoainekuormitusta, mutta monien muiden muuttujien osalta pitoisuudet jopa lisääntyivät yläaltaalta ala-altaalle siirryttäessä. Kiintoainepitoisuus laski kolmessa näytteenotossa, yhden kerran sen ollessa suurempi ala-altaassa ja kerran pitoisuuksien ollessa samalla tasolla molemmissa altaissa. Kokonaisfosforin osalta, jos mittausepävarmuus otetaan huomioon, vain 20.11.2007 saatiin ylä- ja ala-altaan näytetuloksien välille ero, joka osoitti kokonaisfosforin lisääntyneen (41 µg/l vs. 51 µg/l). Fosfaattifosforipitoisuudet erosivat toisistaan yli mittausepävarmuuden neljä kertaa ja aina suunta oli alajuoksulle päin lisääntyvään fosfaattifosforipitoisuuteen. Kokonaistyyppipitoisuuden osalta ylä- ja ala-altaan näytteiden välille ei saatu mittausepävarmuutta suurempia eroja.

Myllyojan yleinen veden laatu oli ojavedelle tyypillinen, paitsi korkeahkojen koliformisten bakteerien pitoisuuksien osalta. 2 900 – 4 900 pmy/100 ml välillä liikkuvat pitoisuudet (keskiarvo 3475 pmy/100ml) osoittavat melko suurella todennäköisyydellä, että uomaan tulee jossain ylempänä jätevettä. Myös enterokokkipitoisuus (x= 170 pmy/100 ml) oli kohonnut. Ojaveden kokonaisfosforipitoisuuden (40,5 µg/l) ja kokonaistyyppipitoisuuden (2000 µg/l) keskiarvot on rehevyyttä osoittavia. Ojaveden tumma väri (x= 94 mg/l Pt) kertoi humuspitoisuudesta. Vesi oli neutraalia (x=7). Veden ammoniumpitoisuus (x= 73 µg/l) oli ojavedelle tyypillisesti hieman koholla. Tuotantokauden ulkopuolelle tyypillisesti kokonaistyyppistä suuri osa oli nitraattina (x= 1525 µg/l). Happea kuluttavan aineen määrä oli melko vähäinen (COD keskimäärin 13,1 mg/l).

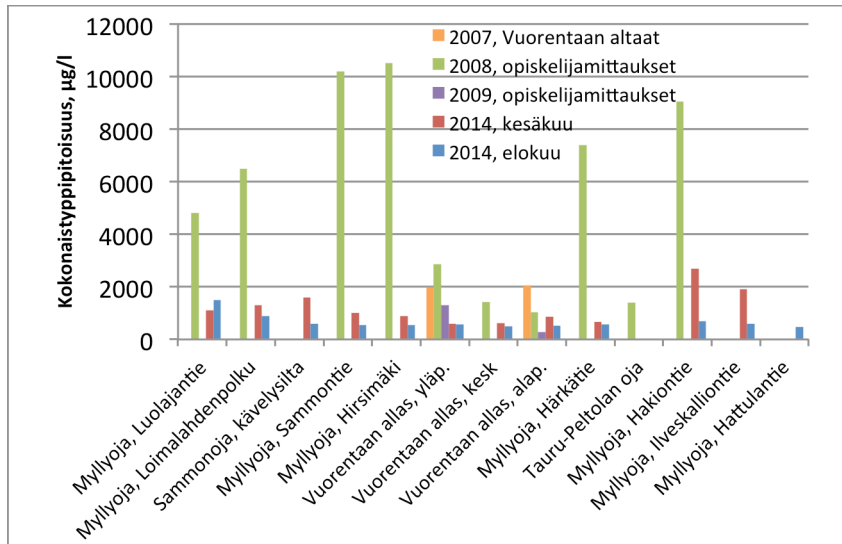
MYLLYOJAN OJAVEDEN LAADUN SEURANTATULOKSET 1967-2005,
SATTULANTIEN NÄYTEPISTE

Taulukko 1. Yksittäisiä seurantatuloksia koottuna vuosilta 1967-1992 ja 2003-2014 ja useampien mittausten keskiarvot 1998-2002.

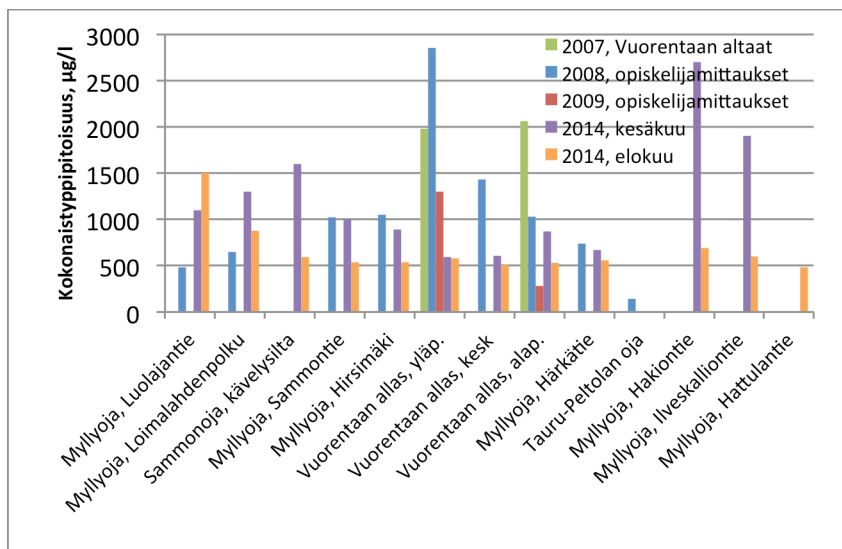
| Myllyoja, Sattulantie | kiintoaine | kok.fosfori | kok.typpi | Näytteenottaja | |
|--|------------|-------------|-----------|---|--|
| | (mg/l) ka | (µg/l) ka | (µg/l) ka | | |
| kevät 1967 | 18,5 | 300,0 | | Yksittäisiä mittauksia. Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistys ry ja Uudenmaan ympäristökeskus | |
| syksy 1967 | 23,0 | 370,0 | | | |
| kevät 1968 | 26,1 | 346,3 | | | |
| syksy 1968 | 10,5 | 295,0 | | | |
| kevät 1969 | 25,0 | 545,0 | | | |
| syksy 1969 | 26,0 | 965,0 | | | |
| kevät 1970 | 30,5 | 510,0 | | | |
| syksy 1970 | 6,5 | 250,0 | | | |
| kevät 1971 | | 120,0 | | | |
| syksy 1972 | | 165,0 | 2100 | | Yksittäisiä mittauksia. Uudenmaan ympäristökeskus |
| syksy 1979 | 4,3 | 120,0 | 2200 | | |
| kesä 1980 | 9,4 | 150,0 | 1500 | | |
| talvi 1981 | 8,4 | 50,0 | 2300 | | |
| syksy 1986 | 22,0 | 180,0 | 3500 | | |
| kevät 1992 | 8,4 | 39,5 | 4150 | | |
| kevät 1998 | 11,4 | 52,0 | 2957 | Usean mittauksen keskiarvoja, kuukausittain tai useammin otettu seurantanäytteitä (kevät = maaliskuu, kesä = toukokuu, syksy = syysmarraskuu, talvi = jouluhelmikuu). Hämeen ja Pirkanmaan ympäristökeskukset. | |
| kesä 1998 | 6,7 | 70,5 | 2233 | | |
| syksy 1998 | 7,1 | 53,9 | 2580 | | |
| talvi 1999 | 7,2 | 46,0 | 1700 | | |
| kevät 1999 | 12,7 | 61,0 | 2367 | | |
| kesä 1999 | 2,5 | 38,7 | 639 | | |
| syksy 1999 | 2,5 | 39,0 | 1678 | | |
| talvi 2000 | 5,1 | 33,3 | 3925 | | |
| kevät 2000 | 5,8 | 41,1 | 3000 | | |
| kesä 2000 | 3,5 | 63,5 | 1410 | | |
| syksy 2000 | 16,5 | 59,8 | 2850 | | |
| talvi 2001 | 7,6 | 52,0 | 3000 | | |
| kevät 2001 | 13,1 | 53,8 | 2900 | | |
| kesä 2001 | 5,1 | 72,3 | 1700 | | |
| syksy 2001 | 9,2 | 55,2 | 2040 | | |
| talvi 2002 | 4,1 | 33,0 | 1500 | | |
| Myllyoja, piste ennen golfkenttää | | | | | |
| kevät 2003 | 8 | 53 | 1300 | Yksittäisiä mittauksia. | |
| kevät 2004 | 11 | 34 | 2800 | | |
| kesä 2004 | 5,2 | 68 | 1100 | | |
| syksy 2004 | 5 | 64 | 2000 | JÄRKI-hanke & Kaisto (opinnäytetyö) | |
| kevät 2005 | 12 | 53 | 1200 | | |
| syksy 2014 | 2,5 | 39 | 480 | | |

VUODEN 2008 TYPPI- JA FOSFORIPITOISUUSTULOSTEN KORJAUS

Opiskelijamittaukset ja analyysit sisältävät runsaasti epävarmuustekijöitä. Typpipitoisuuksien tarkastelussa havaittiin vuoden 2008 lukemien olevan huomattavan suuria (Kaavio 1). On epätodennäköistä, että lukemat poikkeavat lähes kymmenkertaisesti muista vuosista. Opiskelijoiden kirjaamat luvut on jaettu kymmenellä, minkä seurauksena pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa muiden vuosien kanssa (Kaavio 2).



Kaavio 1. Kokonaistyyppipitoisuuksien vertailua eri vuosina, missä näkyy vuoden 2008 suuri poikkeavuus tuloksissa.

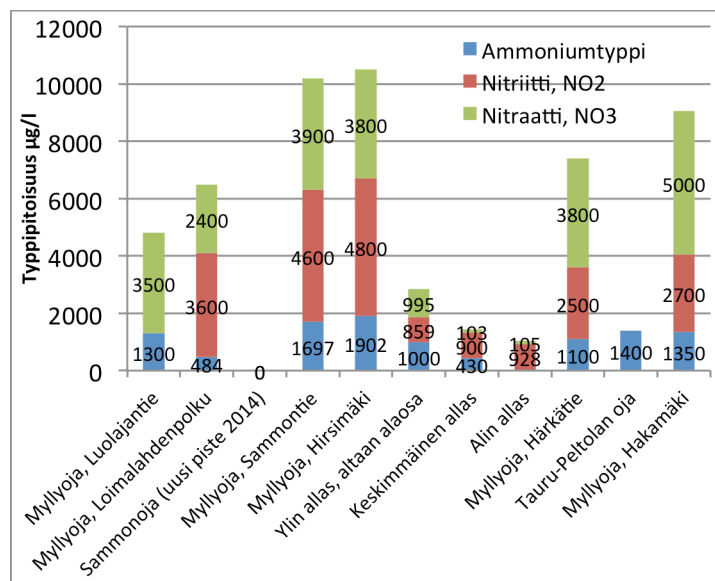


Kaavio 2. Kokonaistyyppipitoisuuksien vertailua. Vuoden 2008 kaikki pitoisuudet on jaettu 10:llä oletetun pilkkuvirheen takia. Vuorentaan altaiden pitoisuus on tässä selvästi liian pieni.

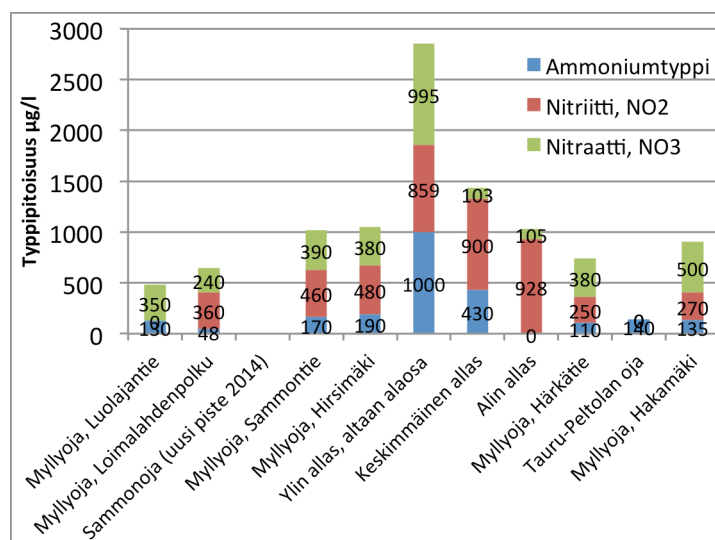
Vuorentaan altaiden typpipitoisuudet olivat selkeästi alemmat kuin muut tulokset. Nämä analyysit olivat saman ryhmän tekemiä ja ovat todennäköisesti raportinkin perusteella oikein sinällään (ks. kaavio 2). Tällöin kokonaistyppipitoisuus yläpuolisella altaalla olisi vuonna 2008 ollut 2850 µg/l ja alimmalla altaalla 1030 µg/l. Nämä pitoisuudet ovat lähellä vuoden 2007 laboratorioanalyysien tuloksia (n.2000 µg/l). (Kaavio 2.) Tosin on huomattava, että alimman altaan osalta ammoniumtyypen pitoisuus puuttuu. Muilla ryhmillä ammoniumtyypen pitoisuus on ollut keskimäärin noin 116 µg/l (korjattu pitoisuus), joten sillä ei ole suurta merkitystä kokonaistyppipitoisuuden vertailuun ylä- ja ala-altaan välillä. Selvää on, että kokonaistyppipitoisuus on vähentynyt alajuoksulle päin.

Näin ollen vertailuaineisto varten muut paitsi Vuorentaan altaiden typpipitoisuudet on jaettu kymmenellä. Korjausten jälkeen pitoisuudet eivät silti vaikuta loogisilta, mutta kaiken kaikkiaan opiskelijamittauksissa ja -analyysissä on paljon epävarmuustekijöitä. Näitä tuloksia voitaneen korjauksen jälkeen pitää yhtä luotettavina kuin muitakin opiskelijamittausten tuloksia. Tauru-Peltolan oja on jätetty kokonaistyppiver-

tailuista pois, koska nitraatti- ja nitriittipitoisuudet puuttuvat.



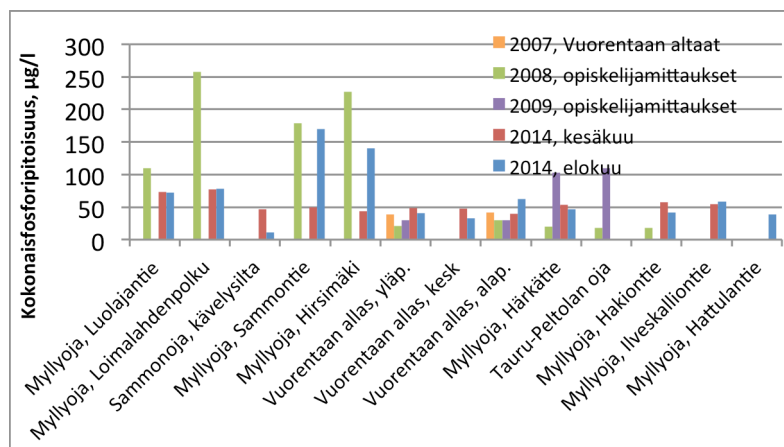
Kaavio 3. Vuoden 2008 typpipitoisuudet opiskelijoiden kirjaamien pitoisuuksien mukaan.



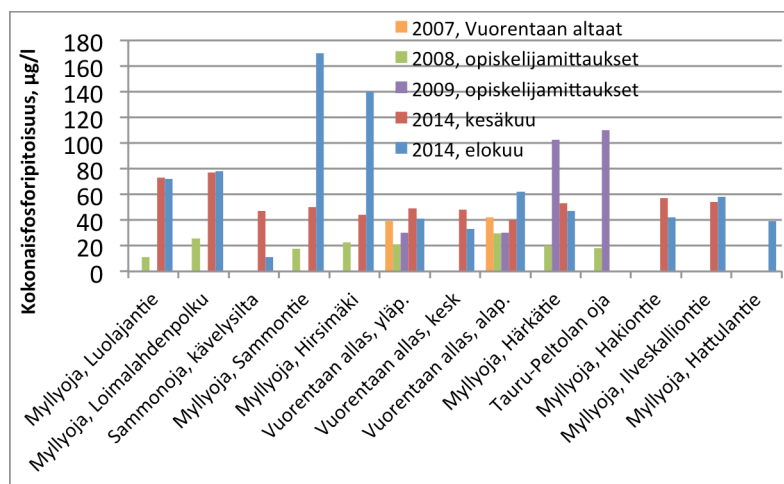
Kaavio 4. Vuoden 2008 opiskelijamittausten typpipitoisuudet jaetuna kymmenellä, paitsi Vuorentaan altaiden pitoisuuksia ei ole muutettu.

Fosforipitoisuuksien osalta voisi olettaa, että samoilla ryhmillä olisi sattunut pilkkuvirhe myös näissä tuloksissa. Ensisilmäyksellä viiden ensimmäisen näytepisteen kokonaisfosforipitoisuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin altailta tai alajuoksulta saadut pitoisuudet. Kuitenkin myös mm. kasvukauden vaihe ja sääolot vaikuttavat pitoisuuksiin.

Myös syksyllä 2014 on saatu vastaavia fosforipitoisuuksia yläjuoksulta, joten ei ole niin varmaa pitäisikö vuoden 2008 fosforipitoisuuksia korjata vai ei. Jos yläjuoksun pitoisuudet jaetaan kymmenellä, lukemat vaikuttavat alhaisilta muihin vuosiin nähden, mutta paremmin yhteneväsiltä vuoden 2008 tuloksia ajatellen. Kaavioita 5 ja 6 vertailemalla on päädytty kuitenkin olemaan korjaamatta fosforipitoisuustuloksia ja luottamaan opiskelijoiden kirjauksiin. Tuloksia käsitellessä tulee kuitenkin muistaa epävarmuustekijät.



Kaavio 5. Vuoden 2008 kokonaisfosforipitoisuudet verrattuna muiden vuosien tuloksiin (opiskelijoiden kirjaamat pitoisuusarvot).



Kaavio 6. Vuoden 2008 yläjuoksun kokonaisfosforipitoisuudet jaettuna kymmenellä (Luolajantie, Kivisenoja, Sammontie, Hirsimäki).

OPISKELIJAMITTAUSTEN TULOKSET 2008

Taulukko 1. Mittaustulokset 2008, sisältävät epävarmuuksia.

| Näytepaikka | Pvm ja klo | Näytteenotto-piste | Ojan syv. | Ojan lev. | Iilman l | Veden l | Sää | Muuta huomioitavaa | Veden ulkonäkö | Virtaama | Väri | pH | Saameus | Sähkönkönjohtavuus |
|-------------|------------|----------------------------|-----------|-----------|----------|---------|-----------------------|--|---|-------------------|---------|-----|---------|--------------------|
| | | | cm | cm | °C | °C | | | | m ³ /s | mg/l Pt | | FTU | µS/cm |
| 1 | 15.9.2008 | Myllyoja, Luolajantie | | | | 8 | pilvinen | Oja virtasi peltoaukean keskellä, näytteenotto n. 8m tien alituksen jälkeen | | 0,02 | 153 | 6,7 | 28 | 123 |
| 2 | 15.9.2008 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 15 | 120 | 8 | 7 | Pilvinen ja poutainen | Ojan reunoilla paljon kasvillisuutta, paikalla lievä haju, ojassa ihmisten heittämiä roskia | kirkas | 0,015 | 85 | 6,9 | 18 | 164,5 |
| 4 | 15.9.2008 | Myllyoja, Sammontie | 21 | 200 | 8 | 7 | Pilvinen ja poutainen | Ihmisen hiljattain muokkaama oja, pengerretty kivillä, kaksi hulevesiputkea, vedessä havaittavissa pieniä määriä öljyä ja vaahtoa, sekä roskia | kirkasta, pohjalla vihreää kasvillisuutta | 0,036 | 58 | 7,2 | 11 | 203,4 |
| 5 | 15.9.2008 | Myllyoja, Hirsimäki | 21 | 180 | 8 | 7 | Pilvinen ja poutainen | Vilkaasti liikennöidyn tien alla kulkeva oja, ojan reunoilla paljon kasvillisuutta, luonnontilainen, ojassa kaatuneita puita ja roskia | kirkas | 0,028 | 53 | 7,2 | 11 | 209,5 |
| 6 | 22.9.2008 | Ylin allas, altaan alaosa | | | | 7 | sateinen | Ojan reuna-alueet eivät viljelyskäytössä, hoitamaton kasvillisuutta. Pellot oli puitu. | virtaama runsas | | 67 | 7,1 | 4,5 | 200 |
| 8 | 22.9.2008 | Alin allas | | | | 7 | sateinen | Pelto lähellä ojaa, noin metrin hoitamaton kasvillisuusvyöhyke. Pellot oli puitu. | virtaama runsas | | 59 | 7,0 | 10,5 | 200 |
| 9 | 22.9.2008 | Myllyoja, Härkätie | | | 8 | 7 | pilvinen | Oja virtaa peltojen välissä runsaan kasvuston ja lehtipuuston ympäröimänä | | 0,4* | 110 | 7,1 | 20,5 | 211,5 |
| 10 | 22.9.2008 | Tauru-Peltolan oja | | | 8 | 7 | pilvinen | Oja virtaa syvällä (n2,5m) peltojen välissä, reunoilla leppiä ja pajuja. Vähäinen vesi vaikeutti näytteenottoa. | | 0,1* | 106 | 7,1 | 21,0 | 164,0 |

*Virtaaman tilalla virtausnopeus m/s, ojan syvyys ja leveys ei tiedossa - ei virtaamaa laskettu, 13.10.2008, olosuhteet samanlaiset kuin 1.kerralla, veden l 6

OPISKELIJAMITTAUSTEN TULOKSET 2008

Liite 8 (2/3)

Taulukko 2. Mittaustulokset 2008. Opiskelijamittaukset sisältävät huomattavasti epävarmuuksia. Typpipitoisuudet olivat huomattavan suuria, joten on ollut syytä epäillä pilkkuvirhettä yksikkömuunnoksessa. Opiskelijoiden kirjaamat typpipitoisuudet tulee jakaa kymmenellä, lukuun ottamatta Vuorentaan altaiden pitoisuuksia. (Ks. Liite 6.) Viimeisessä sarakkeessa on kokonaistypen osalta korjattu pitoisuus.

| Näytepaikka | Pvm ja klo | Näytteenottopiste | Ammonium-tyyppi | Fosfaatti | Kokonaisfosfori, P | COD (Mn) | Nitriitti, NO ₂ | Nitraatti, NO ₃ | Happi | Happikylläisyys | Kiintoaine | Kokonaistyyppi | lämpökest. Koliformiset bakteerit | Virtaama | Kok. typpi KORJ (*1/10) |
|-------------|------------|----------------------------|-----------------|-----------|--------------------|----------|----------------------------|----------------------------|-------|-----------------|------------|----------------|---|----------|-------------------------|
| | | | µg/l | mg/l | µg/l | mg/l | µg/l | µg/l | mg/l | % | mg/l | µg/l | | l/s | µg/l |
| 1 | 15.9.2008 | Myllyoja, Luolajantie | 1300* | < 0,1 | 110 | 48 | | 3500* | 9,5 | 80 | | 4800 | | 20 | 480 |
| 2 | 15.9.2008 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 484* | | 258 | 12,453 | 3600* | 2400* | | | | 6484 | epäily ulostepe- räisistä, ei kvan- titat. tulosta*** | 15 | 648 |
| 4 | 15.9.2008 | Myllyoja, Sammontie | 1697* | | 179 | 7,728 | 4600* | 3900* | | | | 10196 | | 35,5 | 1020 |
| 5 | 15.9.2008 | Myllyoja, Hirsimäki | 1902* | | 227 | 7,728 | 4800* | 3800* | | | | 10502 | 1400 kpl??*** | 28 | 1050 |
| 6 | 22.9.2008 | Ylin allas, altaan alaosa | 1000 | <0,1 | 21 | 4,5 | 859 | 995 | 10,1 | 81 | | 2854 | | | 2850 |
| 8 | 22.9.2008 | Alin allas | | <0,1 | 29,5 | 4,9 | 928 | 105 | | | | 1033 | | | 1030** |
| 9 | 22.9.2008 | Myllyoja, Härkätie | 1100* | <0,1 | 20 | 12,8 | 2500* | 3800* | | | | 7400 | | | 740 |
| 10 | 22.9.2008 | Tauru-Peltolan oja | 1400* | <0,1 | 18 | 7,4 | | | | | | 1400 | | | 140** |

* Opiskelijoiden kirjaamat typpipitoisuudet tulee jakaa kymmenellä, lukuun ottamatta Vuorentaan altaiden pitoisuuksia. (Ks. Liite 6.)

** Kokonaistyyppipitoisuudesta puuttuu osapitoisuuksia.

*** Tuloksissa epävarmuutta

OPISKELIJAMITTAUSTEN TULOKSET 2008

Taulukko 3. Sääolot näytteenottopäivinä sekä ryhmätöiden tekijät.

| Näytepaikka | Näytteenotopiste | Ensimmäinen näytteenottopäivä | Toinen näytteenottopäivä | Tekijät |
|-------------|----------------------------|--|---|---|
| 1 | Myllyoja, Luolajantie | 15.9.2008, pilvinen, vesi 8 astetta | 6.10.2008, sateinen, viileä | Lönblad Veera, Niukkala Pauliina, Raitio-Kudjoi Erika, Tiainen Mikko, Siivonen Christof |
| 2 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 15.9.2008, pilvinen ja poutainen, ilma 8, vesi 7 astetta | 22.9.2008, pilvinen ja poutainen, ilma 7, vesi 5 astetta | Kuvaja Varpu, Niskanen Teea, Räsänen Maiju, Hieta Antti |
| 4 | Myllyoja, Sammontie | 15.9.2008, pilvinen ja poutainen, ilma 8, vesi 7 astetta | 22.9.2008, pilvinen ja poutainen, ilma 7, vesi 5 astetta. Virtausnopeus kahden mittauksen keskiarvo | |
| 5 | Myllyoja, Hirsimäki | 15.9.2008, pilvinen ja poutainen, ilma 8, vesi 7 astetta | 22.9.2008, pilvinen ja poutainen, ilma 7, vesi 5 astetta. Virtausnopeus kahden mittauksen keskiarvo | |
| 6 | Ylin allas, altaan alaosa | 22.9.2008, sateinen, vesi 7 astetta | 13.10.2008, Sateita oli ollut ennen näytteenottoa runsaasti. | Kahri Kati, Saarikko Santeri |
| 8 | Alin allas | 22.9.2008, sateinen, vesi 7 astetta | 13.10.2008, Sateita oli ollut ennen näytteenottoa runsaasti, veden lt 6 | |
| 9 | Myllyoja, Härkätie | 22.9.2008, pilvinen, ilma 8, vesi 7 astetta | 13.10.2008, olosuhteet samanlaiset kuin 1.kerralla, veden lt 6 | Hevonkorpi Roni, Mäkinen Henri, Keso Tommi, Tahvola Sampo |
| 10 | Tauru-Peltolan oja | 22.9.2008, pilvinen, ilma 8, vesi 7 astetta | 13.10.2008, olosuhteet samanlaiset kuin 1.kerralla, veden lt 6 | |

OPISKELIJAMITTAUSTEN TULOKSET 2009

Taulukko 1. Mittaustulokset 2009, sisältävät epävarmuuksia.

| Näytepaikka | Pvm ja klo | Näytteenottopiste | Ilman t | Veden t | Veden ulkonäkö | Virtaama | Väri | pH | Samuus | Sähkönjohtavuus | Ammoniumtyppi | Fosfaatti | Kokonaisfosfori, P | COD (Mn) | Nitriitti | Nitraatti | Happi | Happikylläisyys | Kiintoaine | Kok. typpi |
|-------------|------------|---------------------------|---------|---------|--------------------------------|-------------------|---------|-----|--------|-----------------|---------------|-----------|--------------------|----------|-----------|-----------|-------|-----------------|------------|------------|
| | | | °C | °C | | m ³ /s | mg/l Pt | | FT U | µS/cm | µg/l | mg/l | µg/l | mg/l | µg/l | µg/l | mg/l | % | mg/l | µg/l |
| 6 | 5.10.2009 | Ylin allas, altaan alaosa | 9 | 5 | virtaama runsaampi kuin edellä | 0,065 | 50 | 7,2 | 2,1 | 200 | 30 | <0,1 | 30 | 5 | 70 | 1200 | | 77 | 6 | 1300 |
| 8 | 5.10.2009 | Alin allas | 9 | 5 | virtaama runsaampi kuin edellä | | 45 | 7,2 | 2,1 | 210 | 40 | <0,1 | 30 | 4 | 40 | 200 | | | 4 | 280 |
| 9 | 21.9.2009 | Myllyoja, Härkätie | 15 | 11 | virtaus heikko | | 40 | 7,2 | 2,7 | 229,0 | 113 | | 102 | 8,7 | | | 11,64 | | 3,2 | |
| 10 | 21.9.2009 | Tauru-Peltolan oja | 15 | | virtaus heikko | | 67 | 7,2 | 3,2 | 247,3 | 19 | | 110 | 12 | | | 11,77 | | 1,7 | |

Taulukko 2. Sääolot näytteenotto- ja ryhmätöiden tekijät.

| Kohde | Sää 1. näytteenotokerralla, 21.9.2009 | Päiväys ja sää toisella näytteenotokerralla, 5.10.2009 | Tekijät | Muuta huomioitavaa |
|-----------------|---------------------------------------|--|---|---|
| Kohteet 6 ja 8 | | Sateita ennen näytteenottoa | Litovuo Simo, Tanskanen Ville, Makkonen Helena, Yli-Öyrä Sini | Ryhmä 1 ja 2:n näytteet ehkä seonneet laboratoriossa, luotettavasti ei voi sanoa ovatko tulokset ylemmästä vai alemmasta altaasta . Kohteiden 6 ja 8 tuloksissa ei ole eritelty minä päivänä on otettu (tässä merkitty 5.10. kohdalle). Keskiarvot ovat suuntaa antavia. |
| Kohteet 9 ja 10 | Sää aurinkoinen, ei tuulta | Pilvistä, satoi ripottelemalla, navakka tuuli, ilman t 4 astetta. Sateita ennen näytteenottoa, vesi 10-15cm korkeammalla kuin 1. kerralla, virtaus hiukan voimakkaampi | Heikkilä Aleks & Jere Hyyryläinen, Aflecht Aija & Elen Savolainen | |

SATTULANTIEN NÄYTEPISTEEN KESKIARVOJEN KOONTI 1967-2014, MIN JA MAX ARVOT

Liite 10 (1/4)

Taulukko 1. Näytetulosten koonti 1967-2014.

| Mittaus- ajankohta | fekaaliset enterokokit (streptokokit), kpl/100ml | | | koliformiset bakteerit, lämpökestoiset, kpl/100ml | | | ammonium typpinä, µg/l | | | rauta, µg/l | sähkönjoh- tavuus, mS/m | | Väri CNR mg Pt/l | COD Mn, mg/l | fos- faat ti, µg/l | NO3- NO2, µg/l | Näytteenottaja |
|-----------------------|--|----------|-----------|---|-----|-----|------------------------------|-----|-----|----------------|-------------------------------|------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | ka | min | max | ka | min | max | mean | min | max | µg/l | ka | SD* | | | | | |
| kevät 1967 | | | | | | | | | | | 16,0 | 2,3 | 100,0 | 13,50 | | | Kokemäenjoen vesistön vsy. ry. |
| syksy 1967 | 150 | | | | | | | | | | 23,7 | 2,3 | 102,5 | 19,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| kevät 1968 | 8000 | 500 0 | 1100 0 | | | | | | | | 13,8 | 0,8 | | 18,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| syksy 1968 | 3225 | 450 | 6000 | | | | | | | | 18,2 | 5,4 | 95,0 | 16,50 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| kevät 1969 | 4450 | 120 0 | 7700 | | | | | | | | 19,3 | 7,0 | | 14,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| syksy 1969 | 725 | 450 | 1000 | | | | | | | | 29,2 | 2,3 | | 9,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| kevät 1970 | 1200 | | | | | | | | | | 20,9 | 10,9 | | 14,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| syksy 1970 | 396 | 92 | 700 | | | | | | | | 20,9 | 1,6 | 75,0 | 9,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| kevät 1971 | | | | | | | | | | | 17,5 | | | 11,00 | | | Kokemäenjoen vsy. ry. |
| syksy 1972 | 3880 | 160 | 7600 | | | | 1100 | | | | 22,3 | 0,4 | | 19,50 | | | Uudenmaan ympäristökesk |
| syksy 1979 | 295 | 40 | 550 | 2600 | | | 505,0 | 200 | 810 | | 20,0 | 1,4 | 145,0 | 18,50 | | | Uudenmaan ympäristökesk |
| kesä 1980 | | | | | | | 330,0 | | | | 19,0 | | 140,0 | 12,00 | | | Uudenmaan ympäristökesk |
| talvi 1981 | 435 | 190 | 680 | 0 | | | 440,0 | 350 | 530 | | 17,0 | 0,0 | 67,5 | 11,00 | | | Uudenmaan ympäristökesk |
| syksy 1986 | 70 | | | 230 | | | 370,0 | | | | 21,0 | | | | | | Uudenmaan ympäristökesk |
| kevät 1992 | 17 | | | 99,5 | 69 | 130 | | | | | 20,0 | 4,2 | | | | | Uudenmaan ympäristökesk |
| talvi 1998 | | | | | | | 167,3 | 2 | 300 | 536 | 18,4 | 4,7 | 38,3 | 6,70 | 14,7 | 840,0 | Hämeen ympäristökeskus |
| kevät 1998 | | | | | | | 128,9 | 65 | 260 | 960 | 19,6 | 2,9 | 91,4 | 13,89 | 14,3 | 1727,1 | Pirkanmaan ympäristökesk |
| kesä 1998 | | | | | | | 77,3 | 58 | 100 | 1483 | 19,6 | 1,3 | 146,7 | 19,67 | 23,7 | 1373,3 | Pirkanmaan ympäristökesk |
| syksy 1998 | | | | | | | 113,4 | 58 | 230 | 1460 | 21,1 | 1,0 | 142,0 | 17,20 | 24,0 | 1580,0 | Pirkanmaan ympäristökesk |
| talvi 1999 | | | | | | | 193,3 | 180 | 220 | 1300 | 19,6 | 0,3 | 86,7 | 9,63 | 15,7 | 1100,0 | Pirkanmaan ympäristökesk |
| kevät 1999 | | | | | | | 142,8 | 77 | 190 | 1316 | 15,7 | 3,3 | 116,7 | 16,03 | 18,8 | 1481,7 | Pirkanmaan ympäristökesk |
| kesä 1999 | | | | | | | 54,0 | 6 | 83 | 1383 | 23,0 | 10,8 | 88,3 | 8,28 | 11,0 | 273,3 | Pirkanmaan ympäristökesk |
| syksy 1999 | | | | | | | 71,3 | 2 | 230 | 748 | 25,2 | 3,5 | 60,8 | 9,48 | 8,5 | 1122,0 | Pirkanmaan ympäristökesk |

keskiarvo perustuu 1-2 mittaukseen

3-7 mittausa, paitsi bakteereilla 1-2 näy-

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|----|-----|------|-----|-----|-------|----|-----|------|------|-----|-------|-------|------|--------|--------------------------|--|
| talvi 2000 | | | | | | | 47,5 | 18 | 81 | 607 | 21,5 | 5,3 | 65,0 | 13,93 | 11,5 | 3205,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | keskiarvo perustuu 1-2 mit- tauksen |
| kevät 2000 | | | | | | | 52,6 | 32 | 78 | 735 | 18,0 | 2,7 | 98,6 | 14,60 | 9,7 | 2350,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| kesä 2000 | | | | | | | 59,2 | 25 | 77 | 1400 | 19,1 | 3,3 | 113,3 | 15,85 | 23,3 | 653,3 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| syksy 2000 | | | | | | | 72,0 | 27 | 140 | 1970 | 21,9 | 1,9 | 132,5 | 29,75 | 19,0 | 2012,5 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| talvi 2001 | | | | | | | 114,0 | 52 | 150 | 1166 | 19,3 | 1,2 | 106,7 | 15,00 | 15,3 | 2300,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| kevät 2001 | | | | | | | 97,8 | 64 | 160 | 1400 | 17,3 | 1,4 | 106,7 | 15,00 | 14,3 | 2180,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| kesä 2001 | | | | | | | 64,7 | 40 | 110 | 1733 | 18,1 | 2,6 | 160,0 | 19,00 | 25,3 | 850,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| syksy 2001 | | | | | | | 98,2 | 65 | 130 | 1540 | 19,9 | 1,4 | 118,0 | 13,50 | 19,6 | 1220,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| talvi 2002 | | | | | | | 120,0 | | | 1100 | 18,4 | | 80,0 | 9,50 | 15,0 | 990,0 | Pirkanmaan ympäristökesk | |
| kevät 2003 | 76,5 | 23 | 130 | 150 | 60 | 240 | 130,0 | | | | 19,8 | 0,4 | 90,0 | | 28,5 | 1700,0 | JÄRKI | |
| kesä 2003 | 25 | | | 100 | | | | | | | 19,4 | | 70,0 | | 54,0 | 460,0 | JÄRKI | |
| syksy 2003 | 0 | | | | | | 32,0 | 26 | 38 | | 23,7 | | | 6,20 | | | HAMK | |
| talvi 2004 | | | | | | | | | | | 18,7 | | 40,0 | | 0,0 | 910,0 | JÄRKI | |
| kevät 2004 | | | | | | | | | | | 14,3 | | 125,0 | | 21,0 | 2000,0 | JÄRKI | |
| kesä 2004 | 230 | 60 | 400 | 460 | 130 | 790 | | | | | 18,4 | 1,2 | 142,5 | | 40,0 | 715,0 | JÄRKI | |
| syksy 2004 | | | | | | | 120,0 | | | | 22,1 | | 135,0 | 41,00 | | 8,3 | HAMK | |
| kevät 2005 | | | | 800 | | | | | | | 16,5 | | 100,0 | | 31,0 | 790,0 | JÄRKI | |
| syksy 2014 | 2500 | | | 3300 | | | 26,0 | | | | 20,0 | | | | 22,0 | | Kaisto, opinnäytetyö | |

* SD = standard deviation, keskihajonta

Taulukon keskiarvot koostettu ympäristöhallinnon järjestelmään tallennetuista seurantatiedoista. (Hämeenlinnan kaupunki, Jutila).

SATTULANTIEN NÄYTEPISTEEN KESKIARVOJEN KOONTI 1967-2014, MIN JA MAX ARVOT

Taulukko 2. Kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppi-arvojen keskiarvojen koonti 1967-1992.

| Sattulantie | kiintoaine | kok.fosfori | kok.tyyppi | kiintoaine | | kok fosfori | | kok tyyppi | | Lisätietoja |
|-------------|------------|-------------|------------|------------|------|-------------|--------|------------|--------|---|
| | (mg/l) ka | (µg/l) ka | (µg/l) ka | min | max | min | max | min | max | |
| kevät 1967 | 18,5 | 300,0 | | 8,0 | 29,0 | 220,0 | 380,0 | | | Keskiarvo perustuu kahteen mittaukseen. Kokemäenjoen vesistön vsy. ry. |
| syksy 1967 | 23,0 | 370,0 | | 13,0 | 33,0 | 140,0 | 600,0 | | | |
| kevät 1968 | 26,1 | 346,3 | | 7,0 | 77,0 | 160,0 | 600,0 | | | |
| syksy 1968 | 10,5 | 295,0 | | 8,0 | 13,0 | 220,0 | 370,0 | | | |
| kevät 1969 | 25,0 | 545,0 | | 17,0 | 33,0 | 250,0 | 840,0 | | | |
| syksy 1969 | 26,0 | 965,0 | | 21,0 | 31,0 | 830,0 | 1100,0 | | | |
| kevät 1970 | 30,5 | 510,0 | | 12,0 | 49,0 | 40,0 | 980,0 | | | |
| syksy 1970 | 6,5 | 250,0 | | 6,0 | 7,0 | 220,0 | 280,0 | | | |
| kevät 1971 | | 120,0 | | | | | | | | yksi mittaus |
| syksy 1972 | | 165,0 | 2100 | | | 130,0 | 200,0 | | | Keskiarvo perustuu kahteen mittaukseen. Jos minimi- ja maksimiarvoja ei ole, mittauksia on ollut vain yksi. |
| syksy 1979 | 4,3 | 120,0 | 2200 | | | 120,0 | 120,0 | 1700,0 | 2700,0 | |
| kesä 1980 | 9,4 | 150,0 | 1500 | | | | | | | |
| talvi 1981 | 8,4 | 50,0 | 2300 | 8,1 | 8,7 | 44,0 | 56,0 | 2000,0 | 2600,0 | |
| syksy 1986 | 22,0 | 180,0 | 3500 | | | | | | | |
| kevät 1992 | 8,4 | 39,5 | 4150 | | | 35,0 | 44,0 | 1700,0 | 6600,0 | Uudenmaan ympäristökeskus. |

Taulukon keskiarvot on koostettu ympäristöhallinnon järjestelmään tallennetuista seurantatiedoista. (Hämeenlinnan kaupunki, Jutila).

Taulukko 3. Kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppi-arvojen keskiarvojen koonti 1998-2014.

| Sattulantie | kiintoaine | kok.fosfori | kok.tyyppi | kiintoaine | | kok fosfori | | kok tyyppi | | Lisätietoja |
|--------------|------------|-------------|------------|------------|------|-------------|-------|------------|--------|---|
| | (mg/l) ka | (µg/l) ka | (µg/l) ka | min | max | min | max | min | max | |
| kevät 1998 | 11,4 | 52,0 | 2957 | 1,8 | 27,0 | 37,0 | 80,0 | 1300,0 | 4500,0 | Keskiarvo perustuu 3-7 mittaukseen/ vuosineljännes. Ympäristökeskuksen seuranta. |
| kesä 1998 | 6,7 | 70,5 | 2233 | 4,0 | 15,0 | 54,0 | 82,0 | 1300,0 | 5100,0 | |
| syksy 1998 | 7,1 | 53,9 | 2580 | 2,8 | 6,6 | 48,0 | 71,0 | 1800,0 | 4100,0 | |
| talvi 1999 | 7,2 | 46,0 | 1700 | 3,0 | 15,0 | 39,0 | 56,0 | 1500,0 | 1900,0 | |
| kevät 1999 | 12,7 | 61,0 | 2367 | 2,2 | 19,0 | 40,0 | 88,0 | 1300,0 | 4200,0 | |
| kesä 1999 | 2,5 | 38,7 | 639 | 1,5 | 4,5 | 17,0 | 55,0 | 470,0 | 880,0 | |
| syksy 1999 | 2,5 | 39,0 | 1678 | 1,0 | 5,1 | 9,0 | 62,0 | 560,0 | 4300,0 | |
| talvi 2000 | 5,1 | 33,3 | 3925 | 2,2 | 8,1 | 23,0 | 46,0 | 1300,0 | 7400,0 | |
| kevät 2000 | 5,8 | 41,1 | 3000 | 2,2 | 14,0 | 27,0 | 63,0 | 1000,0 | 4900,0 | |
| kesä 2000 | 3,5 | 63,5 | 1410 | 1,0 | 7,0 | 36,0 | 73,0 | 960,0 | 2100,0 | |
| syksy 2000 | 16,5 | 59,8 | 2850 | 1,9 | 43,0 | 32,0 | 120,0 | 1200,0 | 5500,0 | |
| talvi 2001 | 7,6 | 52,0 | 3000 | 5,6 | 11,0 | 41,0 | 60,0 | 2400,0 | 4100,0 | |
| kevät 2001 | 13,1 | 53,8 | 2900 | 3,1 | 24,0 | 32,0 | 94,0 | 1400,0 | 5500,0 | |
| kesä 2001 | 5,1 | 72,3 | 1700 | 3,4 | 6,5 | 51,0 | 95,0 | 1200,0 | 2500,0 | |
| syksy 2001 | 9,2 | 55,2 | 2040 | 4,3 | 19,0 | 39,0 | 73,0 | 1700,0 | 3000,0 | |
| talvi 2002 | 4,1 | 33,0 | 1500 | | | | | | | |
| kevät 2003 | 12,3 | 56 | 2200 | 10,0 | 14,6 | 51,0 | 61,0 | 1600,0 | 2800,0 | Keskiarvo perustuu kahteen mittaukseen. Jos minimi- ja maksimiarvoja ei ole, mittauksia on ollut vain yksi. |
| kesä 2003 | 4,6 | 77 | 620 | | | | | | | |
| syksy 2003 | | 35,5 | 0 | | | 23,0 | 48,0 | | | |
| kevät 2004 | 6,2 | 16 | 1950 | 2,4 | 10,0 | 0 | 32 | 1200 | 2700 | |
| kesä 2004 | 3,2 | 62,5 | 1410 | 3,2 | 3,2 | 62,0 | 63,0 | 920,0 | 1900,0 | |
| kevät 2005 | 10 | 54 | 1400 | | | | | | | |
| syksy 2014 * | 2,5 | 39 | 480 | | | | | | | JÄRKI-hanke, HAMK, Kaisto |

* Myllyoja, Hattulantie (ennen golfkenttää), lähellä Sattulantien seurantapistettä

Taulukon keskiarvot on koostettu ympäristöhallinnon järjestelmään tallennetuista seurantatiedoista. (Hämeenlinnan kaupunki, Jutila)

Taulukko 1. Kesäkuussa 2014 otettujen ojavesisnäytteiden tulokset (KVVY:n laboratorio).

| Näyte-paikan nro | Lab. Nro | Näytepisteen nimi | Näytteen-ottopvm | Sameus | Suolistop. Enterokokit | Lämpök. Koli-formit | Kiintoaine | Sähkönjoht. | pH | Kokonais-tyyppi | Ammoni-umtyppi | Kokonais-fosfori | Fosfaatti | kok.N - NH4 (ni-traatti+ nitriitti) |
|---------------------|----------|----------------------------|------------------|--------|------------------------|---------------------|------------|-------------|-----------|-----------------|----------------|------------------|-----------|-------------------------------------|
| | | | | FNU | pmy/ 100 ml | pmy/ 100 ml | mg/l | mS/m | | µg/l | µg/l N | µg/l | µg/l | µg/l |
| | | <i>mittausepävarmuus</i> | | ±12 % | | | ±15% | ±8 % | ±0,2 yks. | ±15 % | ±15 % | ±15 % | ±15 % | |
| Kesäkuu 2014 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 18454 | Myllyoja, Luolajantie | 12/06/14 | | 6700 | | 16 | | | 1100 | | 73 | 22 | |
| 2 | 18455 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 12/06/14 | | 3200 | | 16 | | | 1300 | | 77 | 30 | |
| 3 | 18458 | Sammonoja, kävelysilta | 12/06/14 | | 1100 | | 18 | | | 1600 | | 47 | 15 | |
| 4 | 18453 | Myllyoja, Sammontie | 12/06/14 | | 2600 | | 34 | | | 1000 | | 50 | 15 | |
| 5 | 18452 | Myllyoja, Hirsimäki | 12/06/14 | | 2900 | | 38 | | | 890 | | 44 | 17 | |
| 6 | 18449 | Vuorentaan allas, yläosa | 12/06/14 | 50 | 3400 | | 56 | 7 | 6,8 | 590 | | 49 | 15 | |
| 7 | 18450 | Vuorentaan allas, kesk. | 12/06/14 | | 3300 | | 18 | | | 610 | | 48 | 17 | |
| 8 | 18448 | Vuorentaan allas, alaosa | 12/06/14 | 24 | 2500 | | 13 | 9,3 | 6,6 | 870 | | 40 | 12 | |
| 9 | 18451 | Myllyoja, Härkätie | 12/06/14 | | 2800 | | 51 | | | 670 | | 53 | 13 | |
| 11 | 18457 | Myllyoja, Hakiontie | 12/06/14 | | 2700 | | 20 | | | 2700 | | 57 | 20 | |
| 12 | 18456 | Myllyoja, Ilveskalliontie | 12/06/14 | | 2100 | | 79 | | | 1900 | | 54 | 16 | |
| 10 | | Tauru-Peltolan oja | ei näytettä | | | | | | | | | | | |

näytteenotto: Tiina Kaisto (& Ville Jalonen)

VESINÄYTETULOKSET, KESÄ- JA ELOKUU 2014

Liite 11 (2/2)

Taulukko 2. Elokuussa 2014 otettujen ojavesinäytteiden tulokset (KVVY:n laboratorio)

| Näytepaikan nro | Lab. Nro | Näytepisteen nimi | Näytteenottopvm | Sameus | Suolistop. Enterokokit | Lämpök. Koli-formit | Kiintoaine | Sähkönjohd. | pH | Kokonais-typpi | Ammoni-umtyppi | Kokonais-fosfori | Fosfaatti | kok.N - NH4 (nitraatti+nitriitti) |
|--------------------|----------|----------------------------|------------------------|--------|------------------------|---------------------|------------|-------------|-----------|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------------------------------|
| | | | | FNU | pmy/ 100 ml | pmy/ 100 ml | mg/l | mS/m | | µg/l | µg/l N | µg/l | µg/l | µg/l |
| | | <i>mittausepävarmuus</i> | | ±12 % | | | ±15% | ±8 % | ±0,2 yks. | ±15 % | ±15 % | ±15 % | ±15 % | |
| Elokuu 2014 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 27868 | Myllyoja, Luolajantie | 19/08/14 | | 5300 | 5500 | 12 | | | 1500 | 16 | 72 | 24 | 1484 |
| 2 | 27869 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 19/08/14 | | 6600 | 5000 | 14 | | | 880 | 34 | 78 | 31 | 846 |
| 3 | 27870 | Sammonoja, kävelysilta | 19/08/14 | | 1700 | 800 | 2,3 | | | 590 | 13 | 11 | 4 | 577 |
| 4 | 27863 | Myllyoja, Sammontie | 19/08/14 | | 20000 | 8300 | 110 | | | 540 | 21 | 170 | 33 | 519 |
| 5 | 27864 | Myllyoja, Hirsimäki | 19/08/14 | | 11000 | 6300 | 98 | | | 540 | 9 | 140 | 42 | 531 |
| 6 | 27873 | Vuorentaan allas, yläosa | 19/08/14 | | 6800 | 3800 | 7,4 | | | 580 | 32 | 41 | 21 | 548 |
| 7 | 27874 | Vuorentaan allas, kesk. | 19/08/14 | | 7000 | 3900 | 12 | | | 510 | 15 | 33 | 25 | 495 |
| 8 | 27872 | Vuorentaan allas, alaosa | 19/08/14 | | 5200 | 3900 | 20 | | | 530 | 12 | 62 | 31 | 518 |
| 9 | 27871 | Myllyoja, Härkätie | 19/08/14 | | 6700 | 4300 | 12 | | | 560 | 14 | 47 | 24 | 546 |
| 11 | 27867 | Myllyoja, Hakiontie | 19/08/14 | | 300 | 1200 | 2,2 | | | 690 | 12 | 42 | 19 | 678 |
| 12 | 27866 | Myllyoja, Ilveskalliontie | 19/08/14 | | 200 | 400 | 16 | | | 600 | 14 | 58 | 26 | 586 |
| 13 | 27865 | Myllyoja, Hattulantie | 19/08/14 | | 2500 | 3300 | 2,5 | | | 480 | 26 | 39 | 22 | 454 |
| 10 | | Tauru-Peltolan oja | ei näytettä, oja kuiva | | | | | | | | | | | |

näytteenotto: Tiina Kaisto (& Veikko Haapanen, Riia Koskinen)

MAALISKUUN 2014 MITTAUSTULOKSET

Taulukko 1. YSI6600-mittarilla saadut tulokset.

| Nr o | Näytepisteen nimi | pvm | klo | havainnot | ilma n lt | Ve- den lt | Säh- kön- johto- kyky | TDS | Sy- vyys (YSI) | pH | Orp | Sa- meus | klo- ro- fyll | klo- rof | Hap- pisat | ODO |
|------|---------------------------------------|----------|-------|--|-----------|------------|-----------------------|-------|----------------|------|-------|----------|---------------|----------|------------|-------|
| | | | | | C | C | mS/cm | mg/l | m | | mV | NTU | µg/l | RFU | % | mg/l |
| 1 | Myllyoja, Luolajantie | 21/03/14 | 19.52 | | 3 | 0,1 | 0,130 | 85,0 | 0,211 | 6,44 | 133,8 | 7,8 | 14,3 | 1,6 | 87 | 12,61 |
| 2 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 22/03/14 | 11.02 | sameaa | 6 | 0,8 | 0,076 | 50,0 | 0,156 | 6,79 | 112,1 | 6,1 | 12,6 | 1,4 | 91 | 12,97 |
| 3 | Sammonoja, kävelysilta | 22/03/14 | 11.43 | todella sameaa, liejuista, mittauskohdalla hyvin kapea uoma, jossa suht. kova virtaus. Leveys 50-150cm. Uoma kokonaisuudessaan vähävetinen ja matalikolla vielä jäässä | 6 | 1,6 | 0,167 | 109,0 | 0,146 | 6,92 | 121,6 | Hyl. | 19,0 | 2,1 | 93 | 13,00 |
| 4 | Myllyoja, Sammontie | 22/03/14 | 12.19 | sameaa | 6 | 1,2 | 0,167 | 108,0 | 0,143 | 6,94 | 101,8 | 44,6 | 12,6 | 1,4 | 96 | 13,62 |
| 5 | Myllyoja, Hirsimäki | 22/03/14 | 12.58 | sameaa (huleputkesta jatkuva virtaus) | 7 | 1,6 | 0,173 | 112,0 | 0,147 | 8,5 | 117,9 | 47,9 | 11,7 | 1,3 | 98 | 13,72 |
| 6 | Vuorentaan allas, ylin (tulo) | 23/03/14 | 17.36 | sameaa, ojan reunoilla jäälautat, leveyttä niiden alta vaikea arvioida (mitattu myös 26.3., tulokset lähes samat), syv ei päässyt mittaamaan | 8 | 2,6 | 0,175 | 114,0 | 0,146 | 7,28 | 162,8 | 53,1 | 14,8 | 1,6 | 95 | 12,91 |
| 7 | V.allas, kesk. Padon yläpuoli | 26/03/14 | 19.11 | sameahko, virt.nopeus ei mitattavissa | | 2,7 | 0,180 | 117,0 | 0,218 | 8,46 | 108,0 | 18,3 | 10,9 | 1,2 | 101 | 13,65 |
| 8 | V.allas, alin (lähtö), padon yläpuoli | 26/03/14 | 19.29 | sameahko, mittauskohdalla vähän vettä, uoman ympäriltä risukko raivattu (linjan alta ja laajemmin). Huom.padon alap. Otetun virtaa- | | 2,7 | 0,182 | 118,0 | 0,215 | 8,8 | 113,2 | 18,7 | 10,1 | 1,1 | 100 | 13,56 |

Myllyojan vesien laatu ja määrä.

| | | | | mamitt. Tiedot rivillä 25. | | | | | | | | | | | | |
|----|--|----------|-------|-------------------------------|---|-----|-------|-------|-------|------|-------|------|------|-----|----|-------|
| 9 | Myllyoja, Härkätie | 23/03/14 | 12.50 | todella sameaa, kiintoainetta | 8 | 1,7 | 0,190 | 123,0 | 0,136 | 8,02 | 93,3 | 43,7 | 13,1 | 1,5 | 98 | 13,73 |
| 10 | Tauru- Peltolan oja | 23/03/14 | 12.17 | sameaa | 8 | 0,5 | 0,132 | 86,0 | 0,127 | 7,66 | 94,5 | 13,8 | 18,8 | 2,1 | 94 | 13,51 |
| 11 | Myllyoja, Hakiontie | 23/03/14 | 14.01 | sameahko | 8 | 1,3 | 0,198 | 128,0 | 0,051 | 7,02 | 113,5 | 15,1 | 17,9 | 2,0 | 89 | 12,60 |
| 12 | Myllyoja, Ilveskallion- tie | 23/03/14 | 14.38 | kohtalaisen kirkasta | 8 | 1,4 | 0,200 | 130,0 | 0,141 | 6,82 | 142,9 | 17,1 | 16,6 | 1,8 | 91 | 12,81 |
| xx | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5a | Myllyoja, Hirsimäki, huleputki 1 (ämpäri) | 22/03/14 | 13.08 | ei kirkasta | 7 | 3,3 | 0,306 | 199,0 | 0,143 | 7,58 | 124,5 | 40,4 | 10,1 | 1,1 | 97 | 12,89 |
| 5b | Myllyoja, Hirsimäki, tien oik.puoli huleputki 2 (ämpäri) | 23/03/14 | 17.04 | ei kirkasta | 8 | 4,9 | 0,261 | 170,0 | 0,157 | 7,03 | 155,6 | 8,5 | 3,4 | 0,4 | 89 | 11,35 |

Taulukko 2. Virtaaman laskemiseen tarvittavat mittaukset, maaliskuu 2014.

| Näytepisteen nimi | Uoman lev.mittauskohdalta (jos ei rumpu) | Uoman syv.mittauskohdalta (jos ei rumpu) | Rummun halkaisija | Uoman syvyys rummussa | Rummun alkupää (jos ero huomattava) | Rummun / virtausmittausmatkan pituus | Kulunut aika | Virtausnopeus | Uoman syvyys rummussa/uomassa, keskiarvo | Virtaama | Virtaama |
|--|--|--|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------|--|-------------------|----------|
| | cm | cm | cm | cm | cm | cm | s | m/s | cm | m ³ /s | l/s |
| Myllyoja, Luolajantie | | | 100 | 31 | 17 | 1440 | 37 | 0,39 | 24 | 0,0564 | 56 |
| Myllyoja, Loimalahdenpolku | 150 | 18 | 120 | 31 | | 800 | 21 | 0,38 | 31 | 0,0882 | 88 |
| Sammonoja, kävelysilta | 50 | 25 | | | | 1000 | 20 | 0,50 | | 0,0491 | 49 |
| Myllyoja, Sammontie | 260 | 43 | 140 | 33 | | 1450 | 90 | 0,16 | 33 | 0,0446 | 45 |
| Myllyoja, Hirsimäki | 170 | 55 | 120 | 43 | | 3000 | 60 | 0,50 | 43 | 0,1821 | 182 |
| Vuorentaan allas, ylin | 200 | 55(arvio) | | | | 1000 | 34 | 0,29 | 55 | 0,2065 | 207 |
| V.allas, kesk. Padon yläpuol | 240 | 40 | | | | | ei mit. | | | | |
| V.allas, alin padon alapuoli | 170* | 50* | | | | 700 | 25 | 0,28 | 50 | 0,1560 | 156 |
| Myllyoja, Härkätie | 180 | 60 | 300 | 60 | | 1410 | 72 | 0,20 | 60 | 0,1971 | 197 |
| Tauru-Peltolan oja | 110 | 43 | | | | 1000 | 30 | 0,33 | | 0,1147 | 115 |
| Myllyoja, Hakiontie | 530 | | 360 | 65 | | 900 | 38 | 0,24 | 65 | 0,2964 | 296 |
| Myllyoja, Ilveskalliontie | | | 370 | 30 | | 2990 | 65 | 0,46 | 30 | 0,1891 | 189 |
| xxx Hirsimäki, huleputki, hule 1 (ämpäri) | | | | | | 5,5** | 12 | | | | 0,5 |
| Hirsimäki, tien oik.puoli huleputki, hule 2 (ämpäri) | | | | | | 5,5** | 15 | | | | 0,4 |

* padon yläpuolelta mitattuna leveys 370 cm ja syvyys 35 cm

** ämpäriin tilavuus mittaviivaan asti 5,5 litraa

KESÄKUUN 2014 MITTAUSTULOKSET

Liite 13 (1/3)

Taulukko 1. YSI6600-mittarilla saadut tulokset.

| N ro | Näytepisteen nimi | Date | Time | Temp | SpCond | TDS | Depth | pH | ORP | Turbidity+ | Chlorophyll | Chlorophyll | ODO | ODO Conc | BP | Muuta huomioitavaa |
|------|----------------------------|----------|----------|-------|--------|------|--------|------|-----|------------|-------------|-------------|------|----------|-------|--|
| | | D/M/Y | hh:mm:ss | C | mS/cm | mg/l | m | | mV | NTU | ug/l | RFU | % | mg/L | psi | |
| 1 | Myllyoja, Luolajantie | 12/06/14 | 20:21:40 | 13,18 | 0,077 | 50 | -0,072 | 6,94 | 184 | 11,10 | 36 | 4 | 84,8 | 8,9 | 14,34 | kellertävä vesi |
| 2 | Myllyoja, Loimalahdenpolku | 12/06/14 | 20:54:37 | 13,17 | 0,08 | 52 | -0,063 | 6,69 | 188 | 15,00 | 28,4 | 3,2 | 84,5 | 8,87 | 14,35 | kirkas vesi, vas.putkessa risuja ja vesikasveja (oikea mitattu) |
| 3 | Sammonoja, kävelysilta | 13/06/14 | 12:02:32 | 12,32 | 0,164 | 107 | -0,096 | 7,21 | 195 | 30 | 22,2 | 2,5 | 75,3 | 8,05 | 14,33 | lev 50-150 cm, runsaasti vesikasvillisuutta ojan reunoilla sekä virtakohdalla pohjassa |
| 4 | Myllyoja, Sammontie | 12/06/14 | 19:18:48 | 14,04 | 0,085 | 56 | -0,044 | 6,97 | 176 | 26,80 | 16,9 | 1,9 | 91,7 | 9,44 | 14,37 | samea vesi, kova virtaus, puhe ei kuulunut putkesta hyvin |
| 5 | Myllyoja, Hirsimäki | 12/06/14 | 18:10:58 | 13,44 | | | -0,034 | 6,88 | | | | | | | 14,39 | putkessa mutaa, syvyys 40 + 15 cm, mittarin mittaustuloksia hylätty epäluotettavuuden vuoksi |
| 6 | Vuorentaan allas, yläp. | 12/06/14 | 14:56:48 | 14,04 | 0,069 | 45 | 0,065 | 7,35 | 173 | 39,00 | 15 | 1,7 | 87,8 | 9,04 | 14,43 | leveys 250-500 cm = avovesi, reunoilla vesikasvillisuutta, arvio 240. Kortetta, lampi umpeenkasvanut |
| 7 | Vuorentaan allas, kesk | 12/06/14 | 15:24:58 | 13,97 | 0,074 | 48 | -0,009 | 7,36 | 186 | 23,20 | 13,5 | 1,5 | 93,9 | 9,68 | 14,42 | syvyys otettu virtaamamitt.kohdalta (ei padon yläp.) |
| 8 | Vuorentaan allas, alap. | 12/06/14 | 14:28:15 | 13,68 | 0,09 | 58 | -0,017 | 7,06 | 174 | 19,50 | 14,2 | 1,6 | 82,6 | 8,57 | 14,46 | |

Myllyojan vesien laatu ja määrä.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|----------|----------|-------|-------|----|--------|------|-----|-------|------|-----|------|-------|-------|---|
| 9 | Myllyoja, Härkätie | 12/06/14 | 15:48:29 | 13,84 | 0,083 | 54 | 0,083 | 7,4 | 182 | 27,90 | 13,6 | 1,5 | 90,4 | 9,35 | 14,42 | samea vesi |
| 10 | Tauru-Peltolan oja | 13/06/14 | 13:47:04 | 12,07 | 0,152 | 99 | -0,093 | 7,21 | 156 | 11,5 | 38,8 | 4,3 | 88,3 | 9,5 | 14,34 | uomassa vähän vettä ja risukkoista, ei virtaa- maittauksia |
| 11 | Myllyoja, Hakiontie | 12/06/14 | 22:58:28 | 13,51 | 0,109 | 71 | -0,053 | 6,92 | 204 | 19,60 | 17,8 | 2 | 88,2 | 9,19 | 14,36 | vesi sameaa, putken molemmissa päissä n. 15 cm mutaa, eli sy- vyys putken pohjaan 55+15 ja 37+15 |
| 12 | Myllyoja, Ilveskalliontie | 12/06/14 | 21:53:45 | 13,63 | 0,12 | 78 | -0,045 | 6,9 | 158 | 41,70 | 18 | 2 | 86,7 | 9 | 14,37 | virtausta ei saatu useas- ta yrityksestä huolimatta mitattua, putki tu- kossa, ojassa risuja, vesi sameaa |
| xx | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5a | Hirsimäki, hule 1 | 12/06/14 | 18:27:46 | 12,93 | 0,15 | 98 | -0,04 | 7,24 | 193 | 22,50 | 13,5 | 1,5 | 93,1 | 9,82 | 14,39 | Huleputkesta ämpäriin (virt.mitt. 5l) |
| 5b | Hirsimäki, hule 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5c | Hirsimäki, hule 3 | 12/06/14 | 18:43:40 | 12,27 | 0,075 | 48 | -0,043 | 7,3 | 192 | 8,80 | 6 | 0,7 | 96,4 | 10,32 | 14,37 | Huleputkesta ämpäriin (virt.mitt. 5l) |

Taulukko 2. Virtaaman laskemiseen tarvittavat mittaukset, kesäkuu 2014.

| Näytepisteen nimi | Uoman lev.mittauskohdalta (jos ei rumpu) | Uoman syv.mittauskohdalta (jos ei rumpu) | Rummun halkaisija | Uoman syvyysrummussa | Rummun alkupää (jos ero huomattava) | Rummun / virtausmittausmatkan pituus | Kulunut aika | Virtausnopeus | Uoman syvyysrummussa/uomassa, keskiarvo | Virtaama | Virtaama |
|----------------------------|--|--|-------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------|---|-------------------|----------|
| | cm | cm | cm | cm | cm | cm | s | m/s | cm | m ³ /s | l/s |
| Myllyoja, Luolajantie | | | 100 | 30 | 10 | 1440 | 45 | 0,32 | 20 | 0,035784 | 36 |
| Myllyoja, Loimalahdenpolku | | | 120 | 27 | | 800 | 22 | 0,36 | 27 | 0,069263 | 69 |
| Sammonoja, kävelysilta | 50 | 25 | | | | 1000 | 17 | 0,59 | 25 | 0,057750 | 58 |
| Myllyoja, Sammontie | | | 140 | 40 | 19 | 1450 | 85 | 0,17 | 29,5 | 0,040283 | 40 |
| Myllyoja, Hirsimäki | 230 | 75 | 120 | 40 | 40 | 3000 | 120 | 0,25 | 40 | 0,082502 | 83 |
| Vuorentaan allas, yläp. | 450 | 60 | | | | 900 | 30 | 0,30 | 60 | 0,378188 | 378 |
| Vuorentaan allas, kesk | 250 | 40 | | | | 700 | 8,5 | 0,82 | 40 | 0,417489 | 417 |
| Vuorentaan allas, alap. | 240 | 35 | | | | 1000 | 8 | 1,25 | 35 | 0,510596 | 511 |
| Myllyoja, Härkätie | | | 300 | 56 | | 1410 | 60 | 0,24 | 56 | 0,214236 | 214 |
| Tauru-Peltolan oja | | | | | | | | | | | |
| Myllyoja, Hakiontie | | | 360 | 55 | 37 | 900 | 38 | 0,24 | 46 | 0,179594 | 180 |
| Myllyoja, Ilveskalliontie | | | 370 | 48 | | 2990 | - | | 48 | Rumpu tukossa | |
| xxx | | | | | | | | | | | |
| Hirsimäki, hule 1 | | | | | | 5** | 10 | | | | 0,5 |
| Hirsimäki, hule 2 | ei voinut mitata, vesi niin korkealla, että putki veden alla | | | | | | | | | | |
| Hirsimäki, hule 3 | mittauskohdassa tien alitusputken suulla pieni lammikko, ei virtausta, ei voinut mitata virtaamaa, otettu vain laatu | | | | | | | | | | |

** ämpärin tilavuus mittaviivaan asti 5,5 litraa

Taulukko 2. Virtaaman laskemiseen tarvittavat mittaukset, elokuu 2014

| Näytepisteen nimi | Uoman lev.mittauskohdalta (jos ei rumpu) | Uoman syv.mittauskohdalta (jos ei rumpu) | Rummun halkaisija | Uoman syvyys rummussa | Rummun alkupää (jos ero huomattava) | Rummun / virtausmittausmatkan pituus | Kulunut aika | Virtausnopeus | Uoman syvyys rummussa/uomassa, keskiarvo | Virtaama | Virtaama |
|--------------------------------------|--|--|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------|--|------------------------------------|----------|
| | cm | cm | cm | cm | cm | cm | s | m/s | cm | m ³ /s | l/s |
| Myllyoja, Luolajantie | | | 100 | 25 | 10 | 1440 | 100 | 0,144 | 18 | 0,01329 | 13 |
| Myllyoja, Loimalahdenpolku | | | 120 | 26 | 21 | 800 | 34 | 0,235 | 24 | 0,03676 | 37 |
| Sammonoja, kävelysilta | | 20 | | | | | | | 20 | Vesi vähissä, ei voitu mitata | |
| Myllyoja, Sammontie | | | 140 | 36 | | 1450 | 93 | 0,156 | 36 | 0,04882 | 49 |
| Myllyoja, Hirsimäki | | | 120 | 62 | 60 | 3000 | 124 | 0,242 | 61 | 0,13971 | 140 |
| Vuorentaan allas, yläp. | 350 | 45 | | | | | | | 45 | Vesikasv., ei voitu mitata | |
| Vuorentaan allas, kesk. | 195 | 55 | | | | 700 | 78 | 0,090 | 55 | 0,06206 | 62 |
| Vuorentaan allas, alap. | | 30 | | | | | | | 30 | Ei voitu mitata | |
| Myllyoja, Härkätie | | | 300 | 48 | 31 | 1410 | 60 | 0,235 | 40 | 0,12928 | 129 |
| Tauru-Peltolan oja | | | | | | | | | | Uoma kuiva | |
| Myllyoja, Hakiontie | | | 360 | 65 | 58 | 900 | 63 | 0,143 | 62 | 0,16508 | 165 |
| Myllyoja, Ilveskalliontie | | | 370 | 40 | 27 | 2990 | 96 | 0,311 | 34 | 0,15061 | 151 |
| Myllyoja, Hattulantie (uusi) | | | 430 | 43 | 37 | 2010 | | | 40 | Virtaus hidas, tukossa? ei mitattu | |
| Myllyoja, Hirsimäki, hule 1 (ämpäri) | | | | | | 5** | 90 | | | | 0,01 |
| Myllyoja, Hirsimäki, hule 2 | | | | | | | | | | Ei voitu mitata | |

** ämpärin tilavuus mittaviivaan asti 5,5 litraa

RUMMUN TAI UOMAN VIRTAAMAN LASKEMINEN

Esimerkkinä Härkätien näytepiste maaliskuussa 2014:

Uoman syvyys rummussa, 60cm

Rummun halkaisija, 300 cm

Rummun pituus, 1410 cm

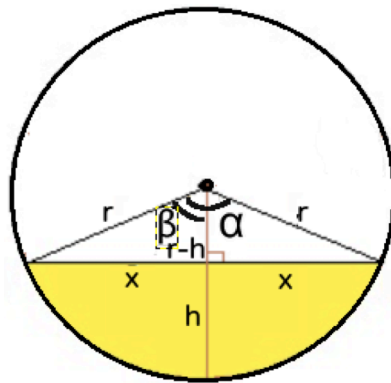
Kulunut aika, 72 sekuntia

Virtaama Q (m³/s) määritettiin seuraavan kaavan mukaan:

$$Q = A \cdot v, \text{ jossa}$$

A = uoman poikkipinta-ala (m²)

v = virtausnopeus (m/s)

Poikkipinta-alan laskeminen - ympyrän segmentin pinta-ala:

h = veden syvyys rummussa, 60 cm

r = säde, 150 cm

$h_2 = r - h = 150 \text{ cm} - 60 \text{ cm} = 90 \text{ cm}$

α = sektorin kulma

β = kolmion kulma

Lasketaan x :

$$\begin{aligned} r^2 &= (h_2)^2 + x^2 \rightarrow 150^2 = 90^2 + x^2 \\ 22500 &= 8100 + x^2 \\ x &= \sqrt{(22500 - 8100)} \\ \mathbf{x} &= \mathbf{120 \text{ cm}} \end{aligned}$$

(eli uoman leveys veden pinnan tasolla $2 \times 120 \text{ cm} = 240 \text{ cm}$)

Lasketaan α :

$$\cos \beta = \frac{h_2}{r} \rightarrow \beta = \arccos \frac{h_2}{r} \rightarrow \beta = \arccos \frac{90 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} = 53,13^\circ$$

$$\alpha = 2 \times \beta \rightarrow \alpha = 2 \times 53,13^\circ = 106,26^\circ$$

Segmentin ala = sektorin ala – keskuskolmion ala:

Sektorin ala:

$$A_{\text{sektori}} = \frac{\alpha}{360} \times \pi r^2 \quad A_{\text{sektori}} = \frac{106,26}{360} \times \pi \times 150^2 = 20864 \text{ cm}^2 = 2 \text{ m}^2$$

Keskuskolmion ala:

$$A_{kolmio} = \frac{x \times h_2}{2} \times 2 \quad A_{kolmio} = 120 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} = 10\,800 \text{ cm}^2$$

Segmentin ala (sektori – keskuskolmio):
 $20\,864 \text{ cm}^2 - 10\,800 \text{ cm}^2 = \mathbf{10\,064 \text{ cm}^2}$

Virtausnopeuden laskeminen:

$$v = \frac{\text{matka}}{\text{aika}} \quad v = \frac{1,410 \text{ m}}{72 \text{ s}} = 0,195 \text{ m/s}$$

Virtaaman laskeminen:

$$Q = A \times v \rightarrow Q = 1,0064 \text{ m}^2 \times 0,195 \text{ m/s} = 0,1962 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{196 \text{ l/s}}$$

Laskelma tarkistettiin Internetistä löytyneellä segmenttilaskimella, johon voitiin syöttää esimerkiksi säde (r) ja syvyys (h). (<http://rechneronline.de/pi/circular-segment.php>)

Huom. Luonnonuoma ei ole muodoltaan samanlainen kuin rumpu. Laskelmat voisi tehdä myös olettaen uoman ylöspäin avautuvaksi paraabeliksi (Jutila & Salminen 2006, 36). Uoman muoto voitaisiin määrittää myös syvyysmittauksin (solmupiste) ja Simpsonin menetelmää käyttäen määrittää se toisen asteen polynomi, joka kulkee kolmen solmupisteen kautta. Tämä perustuu ajatukseen, että veden vesipinta kuvaa x-akselia ja joen syvyys eli pohjan muoto muodostaa tietyn tyyppisen käyrän pintaan nähden.

Tässä tutkimuksessa virtaamien mittaaminen sisälsi runsaasti epävarmuustekijöitä, joten erillistä laskutapaa ei katsottu tarpeelliseksi vaan uomat laskettiin samalla tavalla kuin rummut, olettaen uoman muoto vastaavaksi. Kaiken kaikkiaan tarkemman tuloksen saamiseksi tulisi olla tiedossa uoman poikkileikkausprofiili ja useampia syvyystietoja mittausmatkalta. Lisäksi mm. uoman meanderointi ja karkeus sekä uomassa olevien liikettä vastustavien elementtien kuten kasvillisuuden ja kivien vaikutus virtaama-oloihin tulisi pyrkiä huomioimaan esimerkiksi ns. karkeuskerrointa käyttämällä. Avouomavirtauksen laskentaan on kehitetty yksinkertaistettuja laskentamenetelmiä, mutta luonnon uomassa tulokset ovat aina suuntaa antavia eivätkä vastaa täysin todellisuutta (Harju 2013).



AINEVIRTAAMAN LASKEMINEN, esimerkki

Koska Sattulantien pisteestä ei ollut virtaamatietoja saatavilla, laskettiin koko Myllyojan kuormitus valuma-alueen koon ja valuman perusteella. Harjoituksen vuoksi haluttiin kuitenkin laskea myös mitattuihin virtaamiin perustuva ainevirtaama, vaikka pitoisuus ja virtaama-arvot olivatkin yksittäisiä ja näin ollen vain karkeasti suuntaa antavia. Siksi päädyttiin laskemaan suuntaa-antava kaupunki-alueen hulevesien vaikutus, eli ainevirtaama Härkätien näytepisteessä Vuorentaan altaiden jälkeen.

Ainevirtaamat Katumajärven uomissa laskettiin seuraavalla kaavalla (Jutila & Simola 2006, liite 7):

$$L = \frac{C(T_k) * Q(T_k) + C(T_s) * Q(T_s)}{0,81}$$

L = ojan ainevirtaama

$C(T_k)$ = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_k eli keväällä

$Q(T_k)$ = keskivirtaama ajanjaksolla T eli keväällä

$C(T_s)$ = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_s eli syksyllä

$Q(T_s)$ = keskivirtaama ajanjaksolla T_s eli syksyllä

0,81 = kerroin, joka lisää tulokseen kesä- ja talvikuorman 19%

Ainevirtaaman laskemisessa tulisi olla useamman vuoden ja useampien mittausten tuloksia, joista voitaisiin ottaa keskiarvo. Nämä laskelmat kaiken kaikkiaan perustuvat yksittäismittauksiin, joissa epävarmuus on suuri, joten laskelmat ovat vain hyvin suuntaa antavia ja esimerkinomaisia. Myllyojan kevätmittauksista oli saatavilla vain virtaamatiedot, mutta ei pitoisuustietoja. Pitoisuustiedot otettiin vuoden 2008 mittauksista. Käytettävissä oli myös muutama vanha 1990-luvun mittaus, joiden hajonta oli kuitenkin suurta ja kokonaiskeskiarvo (P 80 µg/l ja N 3900 µg/l) osui lähelle vuoden 2008 arvoja, joten päätettiin käyttää vain vuoden 2008 suuntaa antavia tuloksia. Vuoden 2014 mittaukset sisälsivät lopulta vain kesämittaukset, sillä elokuu ajankohtana on ennemmin kesää kuin syksyä. Näin ollen kevään ainepitoisuudet sekä syksyn ja talven mittaustulokset kokonaan puuttuivat vuotuisen arvion tekemiseksi. Katumajärvellä käytettyä mallia ei voitu suoraan soveltaa, joten kuormitus arvioitiin seuraavasti.

Ensin laskettiin kesä- ja elokuun 2014 mittauksista keskiarvo, joka kuvaa touko-elokuu jaksoa. Kevään ylivirtaamajaksoksi otettiin maaliskuuhuhtikuu, jonka osalta käytettiin vuoden 2008 pitoisuustietoja ja vuoden 2014 virtaamatietoa (joka on alhainen mm. vähäisen lumen takia).

Laskettiin ojan tuoma virtaama (l) yhteensä keväällä ja kesällä kertomalla virtaamat kevät- ja kesäindeksillä.

Kevätindeksi: Kevään ylivirtaamakuukausiksi oletettiin maaliskuu (31 vrk) ja huhtikuu (30 vrk). Vuorokaudet muutettiin sekunneiksi 61 vrk*24*60*60 = 5270400 s

Kesäindeksi: Kesäjaksoksi ajateltiin touko-elokuu (yht 123 vrk). Vuorokaudet muutettiin sekunneiksi $123 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 10627200$ s

Esim. Ojan tuoma vesimäärä litroina keväällä 61 vuorokauden aikana: 5270400 s * 132 l/s = 695692800 l

Kevään ja kesän ainevirtaama laskettiin kertomalla pitoisuuskeskiarvo virtaamakeskiarvolla. Syksyn ja talven osalta tietoja ei ollut. Talvella valunta on vähäistä (alle 50 mm) ja syksyllä vähäisempää (50–100 mm) kuin keväällä, jolloin Etelä-Suomessa valunta on 40–50% vuotuisesta valunnasta (Kotola 2003). Syysvalunta (n. 30 %) ja talvivalunta (n. 13 %) ovat yhteensä lähes yhtä suuria kuin kevätvalunta, joten tehtiin karkea oletus, että tämän syys-helmikuu (6 kk) jakson ainevirtaama on yhtä suuri kuin kevään ainevirtaama. Fosforin vuotuiseksi ainevirtaamaksi Hirsimäen pisteessä saatiin 150 kg/a ja Härkätiellä 372 kg/a. Typen ainevirtaama Hirsimäessä oli 4,57 tonnia/a ja Härkätiellä 11,17 tonnia/a (taulukko 1). Härkätien ainevirtaaman arvo antaa suuntaa kaupunkialueen tuomasta kuormasta, mutta koko Myllyojan Lehijärveen aiheuttamaa kuormaa ajatellen tähän tulisi lisätä vielä alajuoksun maatalousalue. Erityisesti tulee huomioida laskelman suuri epävarmuus, sillä laskelmat perustuvat sattumanvaraisiin yksittäisiin mittauksiin.

Taulukko 1. Ainevirtaamalaskelmat kahdelta näytepisteeltä

| Mittauspiste & ajankohta | virtaama l/s | ojan tuoma virtaama jaksolla litroina (indeksi*virtaama) | P pit. ug/l | P ainevirtaama kg/a | N pit. ug/l | N ainevirtaama kg/a | N ainevirtaama t/a |
|--------------------------|--------------|--|-------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------------|
| Hirsimäki | | | | | | | |
| kevät* | 132 | 695692800 | 58 | 40,4 | 2900 | 2017 | 2,02 |
| kesä** | 71 | 754531200 | 92 | 69,4 | 715 | 539 | 0,54 |
| syksy & talvi *** | | | | 40,4 | | 2017 | 2,02 |
| yht. | | | | 150,1 | | 4574 | 4,57 |
| Härkätie | | | | | | | |
| kevät* | 235 | 1238544000 | 120 | 148,6 | 3600 | 4458 | 4,46 |
| kesä** | 117,5 | 1248696000 | 60 | 74,9 | 1800 | 2247 | 2,25 |
| syksy & talvi*** | 235 | | | 148,6 | | 4458 | 4,46 |
| yht. | | | | 372,2 | | 11165 | 11,17 |

*virtaamatieto vuodelta 2014, mutta pitoisuudet v.2008

** virtaama- ja pitoisuus keskiarvo kesä-elokuulta 2014 (2 mittausta)

***Talvella valunta on vähäistä ja syksyllä vähäisempää kuin keväällä, joten tässä on ainevirtaamatietona käytetty samaa arvoa kuin keväällä (oletuksena, että kevään ainevirtaama = syksyn & talven ainevirtaama yhteensä)