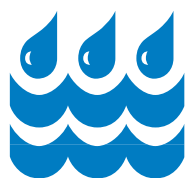


# Purot Valkjärven kuormittajina

Heli Vahtera, Virpi Pajunen ja Pasi Valkama  
18.12.2009



Vantaanjoen ja Helsingin seudun  
vesiensuojeluyhdistys ry

Kuva Lätelänojan pato, kuva Pasi Valkama

# Purol Valkjärven kuormittajina

## Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Seurantaolosuhteet .....	3
3. Tutkimusalue .....	4
4. Näytteenotto ja virtaamien mittaus .....	8
4.1. Vesinäytteet .....	8
4.2. Virtaamat.....	9
5. Ojavesien laatu ja määrä .....	10
5.1. Sameus ja kiintoaine .....	10
5.2. Ravinteet ja hygienia.....	11
5.3. Ojasedimentit .....	17
6. Tulosten tarkastelu .....	19
7. Ojien ainevirtaamat.....	20
8. Kuormituksen vähentäminen .....	22
9. Yhteenveto .....	25
Viitteet .....	26
Liitteet.....	27



# 1. Johdanto

Nurmijärvellä, Klaukkalan läheisyydessä, sijaitseva Valkjärvi on ”runsasravinteiset ja runsaskalkkiset (RrRk)” –järvityyppiä. Järven vesi on melko väritöntä tai vain lievästi humusväritteistä, mutta usein melko sameaa. Oiva -rekisterissä olevien havaintojen mukaan veden näkösyvyys on vaihdellut 1-1,5 m. Järven päällysveden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet viime vuosina noin 25 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuuden perusteella järvi on luokiteltu keskireheväksi tai reheväksi. Nurmijärven Klaukkalan asukkaille Valkjärvi on sen sijainnin ja helpon saavutettavuuden ansiosta tärkeä virkistykseen ja virkistäytymisen lähde. Veden sameus ja levien ajoittain runsas esiintyminen rajoittavat järven käyttöä.

Nurmijärven kunta on yhdessä Uudenmaan ympäristökeskuksen kanssa suunnitellut Valkjärven kunnostusta. Syksyllä 2009 ilmestyi järven kunnostussuunnitelma (Hagman 2009), missä on käyty läpi tähän mennessä järven kunnostamiseksi tehtyjä hankkeita ja suunniteltu jatkotoimenpiteitä. Nurmijärven kunta tilasi syyskuussa 2008 Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:ltä Valkjärven kuormitusselvityksen. Kunnalla oli valmiina suunnitelma Valkjärven laskuojien aiheuttaman kiintoaine- ja ravinnekuormituksen selvittämiseksi. Yhdistykseltä tilattu selvitys perustui tähän suunnitelmaan. Kuormitusselvitys toteutettiin kutakuinkin suunnitelman nk. minimivaihtoehdon mukaisesti.

Kuormitusselvityksen lähtökohtana oli seurata vuoden ajan Valkjärveen laskevien ojen veden laatua ja arvioida ojen kuljettaman ravinnekuorman suuruutta. Tätä tarkoitusta varten Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry tutki kahdeksan Valkjärveen laskevan ojan veden laatua ja virtaamaa.

Tässä raportissa esitellään ensisijaisesti ojen vedenlaatu- ja virtaamatiedot sekä niiden perusteella lasketut kuormitusarviot. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksessä fil.yo Virpi Pajunen on tehnyt pro gradu-työtään Valkjärveen laskevien purojen vedenlaatuaineistosta. Hän on ottanut työtään varten tutkimusojista lisäksi sedimenttinäytteitä. Pajunen on tarkentanut myös ojen valuma-alueajauksia, tehnyt Valkjärven valuma-alueen maankäyttöselvityksen ja kosteikkolaskelmia. Virpi Pajusen pro gradu -työ Helsingin yliopiston ympäristöekologian laitokselle ilmestyy keväällä 2010. Tässä työssä hyödynnetään osaa Pajusen keräämää aineistoa.

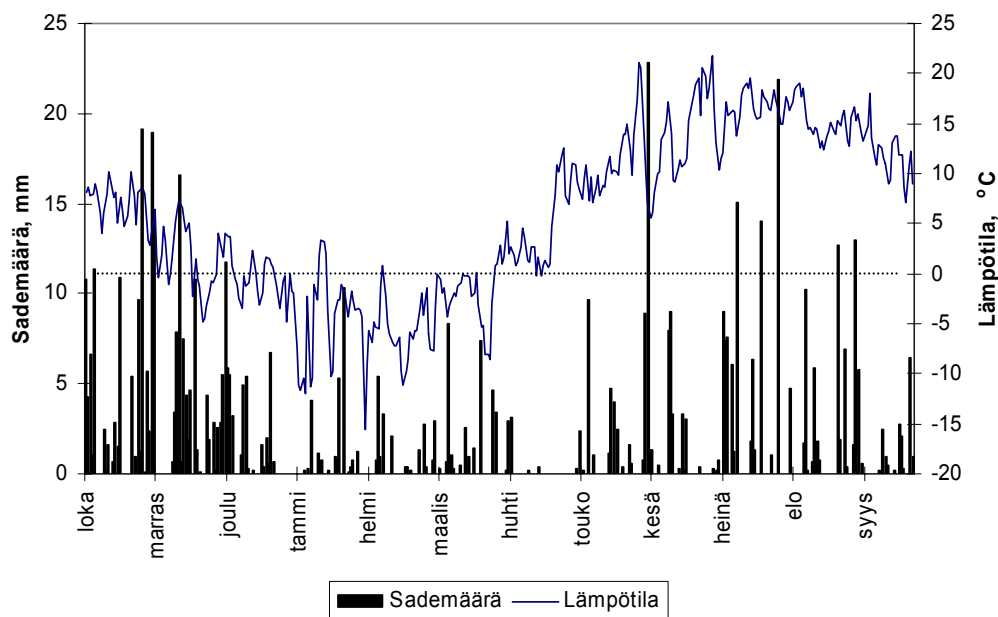
## 2. Seurantaolosuhteet

Syksy 2008 oli Nurmijärvellä sateinen ja erittäin leuto. Lokakuu oli selvästi tutkimusjakson sateisin kuukausi (sademäärä 132 mm kuukaudessa), jolloin myös virtaamat olivat suuria. Pakkaset alkoivat vuoden vaihtuessa ja sääolot olivat talviset aina maaliskuun loppuun asti (kuva 2.1). Talven aikana maata ja ojia suojausi lumi- ja jääpeite ja virtaamat olivat pieniä.

Vähäluminen talvi päättyi maaliskuun lopussa. Lumien sulaminen nosti virtaamia huhtikuun alussa, mutta ylivirtaamajakso jäi lyhyeksi. Kevät oli vähäsateinen, etenkin huhtikuu, jolloin satoi vettä vain 7 mm.

Kesä oli sääoloiltaan vaihteleva. Alkukesän viileys vaihtui helteisiin kesäkuun lopulla. Heinä-elokuussa oli lämmintä. Kesä-elokuun sadesumma oli Nurmijärvellä 205 mm, mikä on hieman keskimääräistä suurempi. Elokuun alussa pohjaveden ja järvien vedenpinnat olivat ajankohdalle tyypillisellä tasolla. Syyskuussa vedenpinnat laskivat kesään verrattuna, sillä sadepäiviä oli vähän. Kesällä purojen virtaamat olivat enimmäkseen hyvin pieniä ja etenkin loppukesän maastokäynneillä havaittiin, että osa ojista oli kuivia.

Vuoden mittaisen jakson sademäärä oli 619 mm ja siitä 261 mm satoi jo lokajoulukuussa. Tutkimusjakson sadanta oli noin 5 % pienempi alueen vuosisadantaan verrattuna.



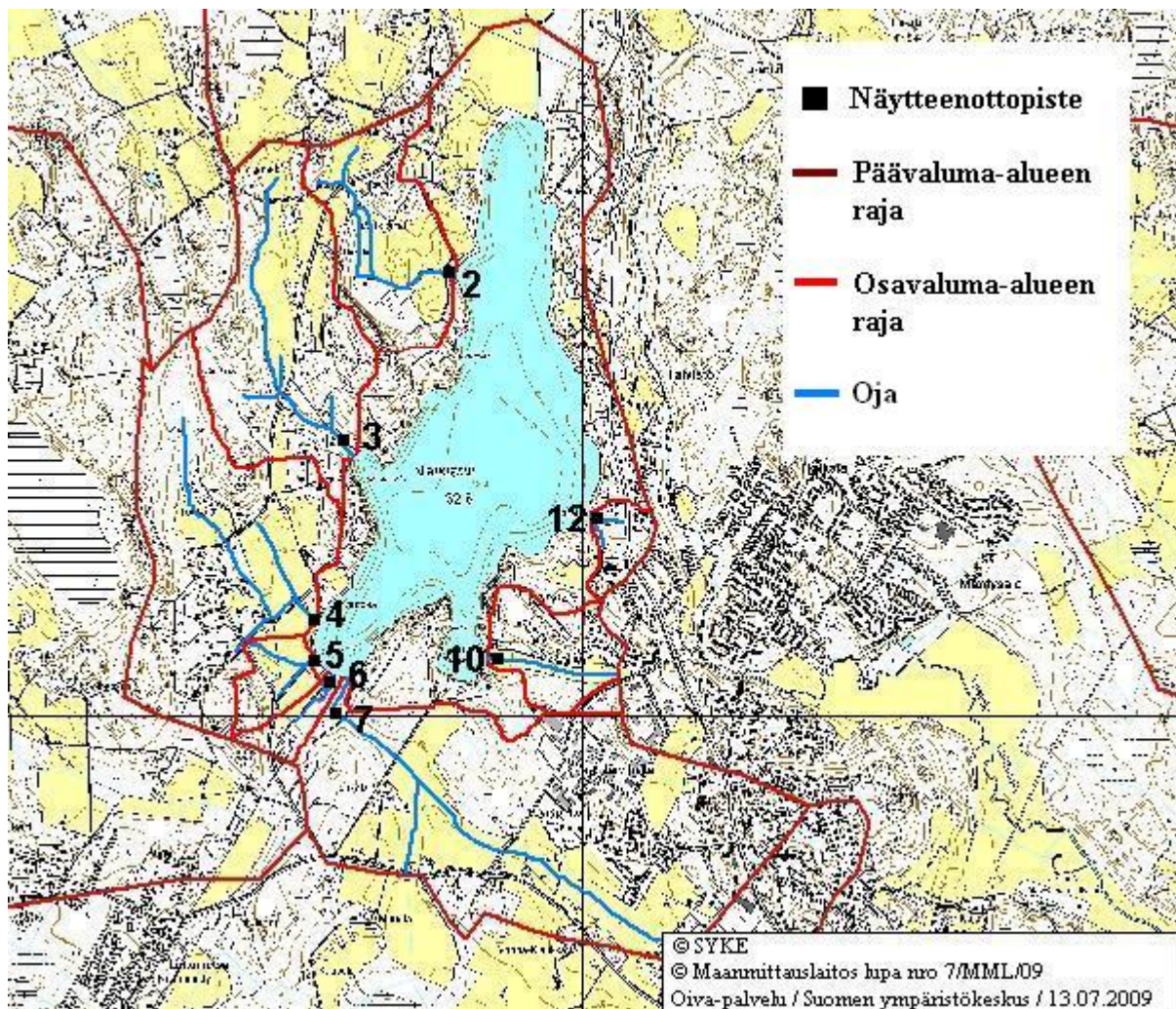
**Kuva 2.1.** Päivittäiset sademäärät, mm, ja päivien keskilämpötilat, °C, Nurmijärvellä 1.10.2008 – 30.9.2009.

### 3. Tutkimusalue

Valkjärveen laskevan kahdeksan ojan valuma-alueet olivat 6 -180 ha. Selvästi suurin niistä oli järven eteläisin valuma-alue, jonka vedet laskivat Lähteläojaa pitkin järveen. Ojavesien vaikutusalueella oli mm. Lähtelän uimaranta. Seuraavassa kuvaillaan lyhyesti kaikkien tutkimusojien valuma-alueet (kartta 1). Osavaluma-alueiden numerot on otettu kuormitussuunnitelmasta ja niille on etsitty nimet karttatietojen ja alueen tienimistön mukaan. Tutkimusta varten ojiin perustettiin havaintopaikat ympäristöhallinnon Oiva-tietopalveluun, mihin myös vesianalyysitiedot on siirretty (taulukko 3.1).

**Taulukko 3.1.** Valkjärveen laskevien ojien vedenlaatus seurannan havaintopaikat.

Havaintopaikka	tunnus	YKJ pohjoinen	YKJ itä
Puokanoja 0,1	oja 2	6702112	3374341
Hyypiänmäenoja 0,2	oja 3	6701343	3373836
Järvenpään pelto-oja 0,0	oja 4	6700463	3373741
Lähtelä vasen 0,0	oja 5	6700305	3373722
Lähtelä oikea 0,1	oja 6	6700180	3373783
Lähtelänoja 0,2	oja 7	6700014	3373830
Tiiranoja 0,0	oja 10	6700277	3374567
Rantalanoja 0,1	oja 12	6700936	3375062



Kartta 1. Valkjärven ja siihen laskevien ojien valuma-alueet. Valkjärven valuma-alue (21.054) sijaitsee Luhtajoen valuma-alueella. Ojien valuma-alueerajaukset on tehnyt Virpi Pajunen, VHVSY. Karttapohja on ympäristöhallinnon Oiva-palvelusta, johon on perustettu ojien havaintopaikat ja toimitettu vedenlaatus tulokset.

## Osavaluma-alue 2: Puokka (54 ha)

Puokanojan valuma-alue sijaitsee Valkjärven luoteiskulmassa ja on pohjoisin järven las-kuojallisista osavaluma-alueista. Alueelta Valkjärveen laskeva oja, saa alkunsa Soltin pelloilta Valkjärventien pohjoispuolelta. Oja alittaa Valkjärventien ja kulkee pellon reunaa aina Valkjärveen saakka. Ojaan yhtyy lukuisia pelto-ojia sekä muutama tienvarsioja. Alueen maaperä on pääosin savea, mutta valuma-alue rajautuu mäkiin, jotka ovat ohuen pintamaan peittämää kalliomaata. Puokan valuma-alueella on hevostiloja ja valuma-alueen pellot ovat heinällä tai laitumina. Oja purkautuu järveen ratsastuskentän vieressä. Ojauoma on syvään uurtunut ja se on kasvukaudella runsaan kasvillisuuden ympäröimä. Näytteenottoaikka sijaitsee Puokantien rummun kohdalla, noin 50 m järven rannasta.

## Osavaluma-alue 3: Hyypiänmäenoja (89 ha)

Hyypiänmäenojan valuma-alue sijaitsee Valkjärven länsipuolella ja se rajautuu koillisosassaan Puokan osavaluma-alueeseen. Valuma-alue on pääosin metsäinen, mutta alueen pohjoispäässä on peltoa. Alueen valtaoja, Hyypiänmäenoja, alkaa pelloilta Suonrannantien pohjoispuolelta. Oja alittaa tien, jonka jälkeen se kulkee pellon reunassa Valkjärventielle saakka. Tässä kohdassa ojaan yhtyy ojia pelloilta, metsäalueelta valuma-alueen länsipuolelta sekä Valkjärventien varrelta. Aivan Valkjärventien tuntumassa sijaitsee pieni hevostila, jonka peltokaistale viettää ojaan päin. Alitettuaan Valkjärventien oja muuttuu pelto-ojasta lehtokorven keskellä rotkossa virtaavaksi puroksi. Siihen laskee vielä Hyypiänmäeltä sivu-uoma, minkä alueella on tehty hakkuita.

Pääosa valuma-alueen maaperästä on savimaata. Valuma-alue rajautuu kalliopohjaisiin mäkiin, joiden alarinteilla on moreenimaata. Näytteenottoaikka sijaitsee Saunalahden venerannalle johtavan ajouran varressa noin sadan metrin päässä järven rannasta.

## Osavaluma-alue 4: Järvenpään pelto-oja (109 ha)

Valkjärven lounaispuolella sijaitseva Järvenpään pelto-ojan valuma-alue rajautuu pohjoisessa Hyypiänmäenojan valuma-alueeseen. Valuma-alueen länsiosassa on metsää. Järvenpään pelto-oja saa alkunsa metsäiseltä Kailassuon alueelta. Oja kulkee laajahkojen peltoalueiden läpi, kunnes se laskee lahden poukamaan Valkjärven lounaisosassa. Ojaan yhtyy useita pelto- ja tienvarsiojia. Valuma-alueen lounaisosassa on taajamaluon- teista omakotiasutusta, mitä ei ole viemäröity. Osavaluma-alueen pellot ovat viljelykäytössä. Järven rannalla, ojan purkautumiskohtan läheisyydessä, sijaitsee hevostila, jonka ratsastuskenttä ja hevoslaidun rajautuvat ojaan.

Valuma-alueen maaperä on savimaata, lukuun ottamatta raja-alueilla olevia mäkiä, jotka ovat kalliomaata. Mäkiä reunustavat kapeat moreeni- tai hiekkamaat. Ojat ovat uurtuneet syviin uomiin. Näytteenottoaikka sijaitsee noin 20 metriä ennen järveä. Talviaikaan näytteet on otettu ojan ylittävän tien ojarummuista.

#### Osavaluma-alue 5: Lähtelä vasen (12 ha)

Lähtelän uimarannan vasen osavaluma-alue on toisen uimarannanojan valuma-alue. Uimarannan vasen osavaluma-alue sijaitsee Valkjärven lounaispuolella rajoittuen lännessä Järvenpään osavaluma-alueeseen ja kaakossa uimarannan oikeanpuoleiseen valuma-alueeseen. Valuma-alueelta järveen purkautuva pieni oja kulkee uimarannan viereisen pellon poikki ja siihen yhtyy myös Valkjärventien ojat. Valuma-alue koostuu pellostä ja pienestä mäkisestä metsäkaistaleesta Valkjärventien länsipuolella. Maaperä peltoalueella on savimaata ja metsä kalliomaata. Valuma-alueella ei ole asutusta.

Oja kulkee pienen matkan pellon ja uimarannan välissä ennen purkautumistaan järveen uimarannan länsireunassa. Ojauoma on noin metrin syvyinen, mutta vettä uomassa on vähän. Näytteenottopaikka sijaitsee tässä kohdassa, noin 20 m ennen järveä.

#### Osavaluma-alue 6: Lähtelä oikea (6 ha)

Lähtelän uimarannan vasemman ojan valuma-alueen kaakkoispuolella sijaitsee uimarannan oikean puoleisen ojan valuma-alue. Tämä pieni valuma-alue on pääasiassa metsikköä, mutta siihen kuuluu myös pieni kaistale peltoa, jonka reunalta valuma-alueen ojauoma alkaa. Oja kulkee pellon reunalta metsikköön, missä se kulkee osittain puujuurakkojen alla ennen purkautumistaan järveen metsikön reunassa uimarannan oikeassa reunassa. Rantametsikkö on rajattu järvestä rantavallilla. Vallin alkuperä ei ole tiedossa, ehkä se on läjitettyä ruoppausmassaa tai sillä on yritetty estää rannan vetäytymistä. Joka tapauksessa valli pitää rantametsikön vettyneenä, kosteikonomaisena. Pientä pintavaluntaa alueelta on kuitenkin havaittavissa järveen laskevaan ojaan. Maaperä alueella on savimaata. Näytteenottopaikka sijaitsee ojan purkukohdan läheisyydessä.

#### Osavaluma-alue 7: Lähtelänojan valuma-alue (180 ha)

Valkjärven suurin osavaluma-alue sijaitsee järven etelä- ja kaakkoispuolella. Valuma-alueen valtaoja, Lähtelänoja, kulkee peltojen keskellä saaden alkunsa Klaukkalan urheilukentän kupeesta. Ojaan laskee lukuisia pelto- ja tienvarsiojia ja siihen purkautuvat Järvihaan teollisuusalueen ja taajama-asutuksen hulevedet. Valuma-alueen pellot ovat viljelykäytössä. Osa pelloista toimii myös laitumina, sillä ojan keskijuoksun läheisyydessä on karjatila ja sen alueella on laidunmaita. Ennen purkautumistaan Valkjärveen Lähtelänoja kulkee notkelmassa metsän keskellä. Taajama- ja teollisuusalueet kattavat valuma-alueen pinta-alasta noin kolmanneksen, maatalousaluetta on noin kolmannes ja loput on metsää.

Lähtelänojan valuma-alueen maaperä on savea. Siellä täällä esiintyy myös kallio-, moreeni- ja hiekkamaita. Alueen ojat, etenkin valtauoma, ovat syvään uurtuneita ja siellä täällä ojanpenkoissa esiintyy sortumia. Näytteenottopaikka sijaitsee metsässä ojan viimeisessä mutkassa ennen järveä.

## Osavaluma-alue 10: Tiiranrannanoja (27 ha)

Tiiranrannan ojan valuma-alue sijaitsee Valkjärven kaakkoispuolella rajoittuen etelässä Lähtelänojan osavaluma-alueeseen. Tiiranrannan oja kulkee kapean peltokaistaleen keskellä, missä siihen yhtyy pienempiä pelto-ojia ja muutama tienvarsioja. Oja purkautuu Valkjärveen Tiiranrannan uimarannan kupeessa venepaikalla. Pääosa valuma-alueesta on mäkiä metsämaata. Pohjoispuolisella metsärinteellä on omakotiasutusta, mutta eteläpuolinen metsä on rakentamaton. Maaperä on savimaata, mutta valuma-alueen rajalla pohjoisessa on kalliomaata. Näytteenottopaikka sijaitsee noin 10 metriä ennen kuin oja laskee Valkjärveen. Yhtymäkohdan maasto on tasaista.

Aikaisemmassa rajauksessa Tiiranrannanojan valuma-alue on määritetty nyt tehtyä kartta- ja maastokartoitusta suuremmaksi. Nyt havaittiin, että aikaisempaa suurempi osa Järvihaan aluetta on Lähtelänojan valuma-alueella. Maankäytön muutosten seurauksena Luhtajokeen johdetaan nyt Tiiranrannanojaan aikaisemmin laskevia vesiä.

## Osavaluma-alue 12: Rantalanoja (8 ha)

Rantalanojan pieni valuma-alue sijaitsee Valkjärven länsipuolella. Valuma-alueen keskellä kulkee avo-oja, joka saa alkunsa Klaukkalantien tienvarsiojista. Oja kulkee notkossa pienen peltolohkon ja niityn välissä. Ennen järveä on kaistale metsää, missä ojaan yhtyy peltolohkolta tuleva sivu-uoma. Sivuuoma on kuluttanut jyrkkään metsärinteeseen syvän uoman, jonka reunat ovat savea. Myös valuma-alueen pääuojauoma kulkee syvässä uomassa, jonka pohja on kovaa savea. Kasvillisuus on niittyalueella runsasta ja oja kulkee osittain kasvillisuusmättäiden alla. Maaperä valuma-alueella on kauttaaltaan savea, metsässä karikerkerros on ohut. Valuma-alueella on omakoti- ja loma-asutusta. Näytteenottopaikka sijaitsee metsässä sivu-uoman yhdyttyä pääuomaan. Matkaa järveen on parikymmentä metriä.

## 4. Näytteenotto ja virtaamien mittaus

### 4.1. Vesinäytteet

Seurantaajiksi valittiin käytännössä kaikki Valkjärveen laskevat ojat. Näiden valuma-alueiden ala on noin kolme neljäsosa järven koko valuma-alueesta. Alueesta rajautui ulos lähinnä järven rantavyöhykkeeltä tapahtuva valunta. Käytännössä se merkitsee järven ranta-asutuksen kuormituksen jäämistä selvitysalueen ulkopuolelle. Lisäksi järven länsirannan pelloilta järveen suoraan johdetut salaojat jäivät tarkastelun ulkopuolelle.

Vedenlaatusurannan tutkimusajaksi oli kahdeksan. Näistä kolme, ojat 7, 3 ja 10, valittiin valuma-alueiltaan suurimpina nk. intensiiviseurantaajiksi, joista oli mahdollisuus ottaa vesinäytteet 22 kertaa. Näytteenottokertoja oli ympäri vuoden, painottuen ylivirtaamajaksoille. Viidestä pienemmästä ojasta vesinäytteet oli suunniteltu ottaa neljästi ylivirtaamakaupina, jolloin kuormitusmäärä olisi suurin.

Loka-joulukuussa näytteenotot tehtiin suunnitelmien mukaisesti. Tiiranrannanoja (oja 10) oli oletettua vähävetisempi. Sen valuma-alueen tarkistus osoittikin lopulta ojan valuma-alueen saatua tietoa selvästi pienemmäksi. Tämän seurauksena ojan 10 tihennetty seuranta lopetettiin ja seurantaan varatuilla resursseilla lisättiin nk. Järvenpään pelto-ojan (oja 4) seurantaa.

Talvella, tammi-maaliskuussa, intensiiviseurantaan suunnitelluista ojista ei saatu näytteitä, sillä ojat olivat jäätyneitä pohjaan asti. Tutkimusjakson lopulla, syyskuussa, oli suunnitelmissa tutkia kaikkien ojien vesiä vielä vähintään kerran. Kuivuus rajoitti kuitenkin kokonaan tai osittain näytteiden ottoa. Valkjärveen laskevista ojista suurimmasta, Lähtelänojusta, vesinäytteet otettiin 23 kertaa. Muissa ojissa näytekertojen määrä oli 3-17.

Ojien vedenlaatu seurannassa pääpaino oli ojien kuljettaman ravinne- ja kiintoainekuorman arviointi. Kokonaisravinnepitoisuuksien lisäksi tutkittiin liukoiset ravinteet, mitkä ovat Valkjärvessä perustuotanto-olosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä. Liukoisten ravinteiden avulla pystytään jonkin verran arvioimaan myös ravinteiden alkuperää. Ojien kuljettaman kiintoaineen tutkimiseksi vesien kiintoainepitoisuudet määritettiin 0,4 µm huokoskoon kalvosuodattimilta ja lisäksi tehtiin sameusmääritys.

Kaikista ojista haluttiin määrittää muutamia kertoja suolistoperäisten bakteerien pitoisuudet. Ojavesien humuspitoisuudesta saatiin käsitys kahdesti tehtävillä kemiallisen hapenkulutuksen määrityksillä. pH-määritys oli kaikilla kerroilla hyvä taustatieto.

Edustavan happinäytteen ottaminen matalista pikkupuroista on usein lähes mahdotonta. Pistekuormittamattomissa virtaavissa vesissä happitilanne on periaatteessa hyvä ja sen säännöllinen seuranta uskallettiin jättää pois analyysivalikoimasta. Muutamia happinäytteitä varauduttiin kuitenkin ottamaan ja lisäksi oli käytettävissä kenttähappimittari.

Puroseurannan näytteenoton hoiti Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Näytteet analysoitiin Metropolilab:n laboratoriossa, missä kaikki tässä seurannassa käytetyt analyysimenetelmät ovat akkreditoituja (liite 1). Vedenlaatutulokset on koottu tämän raportin liitteeseen 2.

## **4.2. Virtaamat**

Kuormitusarviota tehtäessä veden laatutiedon ohella tieto veden määrästä on tärkeä. Suurimpien virtaamien aikana ojissa kulkeutuu myös suurimmat ravinnekuormat haja-kuormitetulla alueella.

Virtaamamittausten tekemiseen on olemassa erilaisia patoihin ja virtausnopeuden mittauksiin perustuvia menetelmiä. Edustavan mittauskohdan löytyminen on usein vaikeaa. Veden virtausnopeutta mitattaessa uomassa pitää olla pitkäkö tasaisen virtaaman alue. Pienissä uomissa erilaiset mittapadot ovat monasti paras ratkaisu. Ne vaativat toimiakseen kuitenkin pudotuskorkeutta. Eri virtaamatilanteessa samassakaan uomassa eivät kaikki mittausmenetelmät aina toimi.

Virtaamamittaukset vievät monesti paljon aikaa ja vaativat erityisosaamista. Valkjärven ojatutkimuksessa päädyttiin ratkaisuun, jossa suurimpaan ojaan eli Lähtelänojaan (oja

7) asennettiin mittapato. Se varustettiin Keller PR46p-paineanturilla, mikä mittasi veden pinnan korkeuden. Näiden avulla saatiin selville ojan virtaama. Tunnin välein mitattu tieto siirtyi GSM-yhteyttä hyväksi käyttäen laitteen vuokraajan palvelimelle, mistä tieto voitiin käydä katsomassa lähes reaaliaikaisena. Virtaamatiedon lisäksi palvelimelle tuli veden lämpötilatiedot.

Muiden ojien virtaamat päätettiin arvioida Lähtelänojestä mitattuun tietoon perustuen. Oletettiin, että maaperältään savisella ja maankäytöltään vaihtelevalla alueella valuntaolosuhteet ovat suhteellisen samanlaiset koko valuma-alueella. Valunnan synnyttämän virtaaman ajoittuminen oletettiin olevan samanlaista kaikissa ojissa. Pienen vertailuaineiston keräämiseen oli kuitenkin mahdollisuudet.

Kaikista tutkimusojista, Lähtelänoja pois lukien, mitattiin loka-, huhti- ja elokuussa virtaamat nk. rätipadolla, ylisöksypadolla tai astiamittauksin. Vesinäytteenottokerroilla mitattiin taustatiedoksi havaintopaikalla uoman syvyys.

Lähtelänojan mittapadon asennuksineen rahoitti Uudenmaan ympäristökeskus. Uomissa suoritettujen virtaamamittaukset teki Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n virtaamamittauksiin henkilösertifioitu näytteenottaja.

## 5. Ojavesien laatu ja määrä

Kaikissa Valkjärveen laskevissa ojissa vedenlaadun yhteisiä seurantakertoja oli kolme. Niistä kaksi oli syksyn 2008 ylivirtaamajaksolla ja yksi huhtikuun 2009 ylivesijaksolla. Tulokset osoittivat Puokanojassa (oja 2) veden olevan lievästi hapanta ja muissa ojissa lähellä neutraalia pH-arvoa.

Syksyllä kasvukauden päätyttyä huuhtoutuva humus nostaa usein kemiallisen hapenkulutuksen arvoa vedessä. Lokakuussa ojavesien COD<sub>Mn</sub>-pitoisuudet olivat 9-32 mg/l ja marraskuussa 7-19 mg/l. Matalimmat arvot olivat pienimmällä valuma-alueella ojassa 6 ja suurimmat valuma-alueiden 2 ja 3 ojissa. Arvot osoittivat vesien olevan humusväritteisiä, mutta koska valuma-alueen maaperä on lähinnä savea, erityisen korkeita eivät arvot olleet. Lähtelänojassa (oja 7) COD<sub>Mn</sub>-pitoisuudet määritettiin kahdeksan kertaa. Pitoisuudet vaihtelivat 2-29 mg/l, paitsi 5.5.2009 COD<sub>Mn</sub>-pitoisuus oli 110 mg/l. Arvo liittyi mahdolliseen satunnaispäästöön.

### 5.1. Sameus ja kiintoaine

Jo ensimmäiset seurantakerrat osoittivat kaikkien Valkjärveen laskevien ojien olevan sameavetisiä. Samentava aines oli harmahtavaa, erittäin hienojakoista savea. Ojat ovat monissa kohdissa uurtaneet saviseen maaperään hyvinkin syviä uria. Paikoitellen ojien pohjat ovat saviaineksen liettämiä ja herkästi veteen sekoittuvia.

Kaikkien ojien yhteisellä lokakuun seurantakerralla veden sameusarvot olivat korkeita, 70-280 FTU ja kiintoainepitoisuudet olivat suuria, 90-320 mg/l. Ojista vähiten sameita olivat ojat 6 ja 12, joilla on pienimmät valuma-alueet, eikä juuri lainkaan peltoja valuma-alueilla. Sameinta vesi oli Järvenpään pelto-ojassa (oja 4). Veden kiintoainepitoisuudet olivat yli 200 mg/l ojissa 2, 3, 4, 5 ja 7.

Marraskuussa ojat Hyypiänmäenoja (3), Järvenpään pelto-oja (4) ja Lähtelänoja (7) erottuivat muista selvästi sameavetisimpinä. Kaikissa näissä kolmessa ojassa veden kiintoainepitoisuus oli 160 mg/l ja muissa ojissa 50-100 mg/l. Ne olivat myös alueen vuolaimmat ojat. Huhtikuussa ojissa 3 ja 4 vedet olivat muita oja sameampia, kiintoainepitoisuus molemmissa 120 mg/l.

Intensiiviseurannassa olevissa ojissa vesi oli lähes poikkeuksetta sameaa tai hyvin sameaa. Lähtelänojassa, jääkannen alla, sameusarvot olivat talvella alimmillaan helmikuussa 30 FTU, mikä vastasi kiintoainepitoisuutta 30 mg/l. Elokuun lopussa, pitkän kuivan kauden jälkeen, vedet olivat seurantajakson kirkkaimpia. Lähtelänojassa veden sameus oli kuitenkin silmin havaittavaa.

## **5.2. Ravinteet ja hygienia**

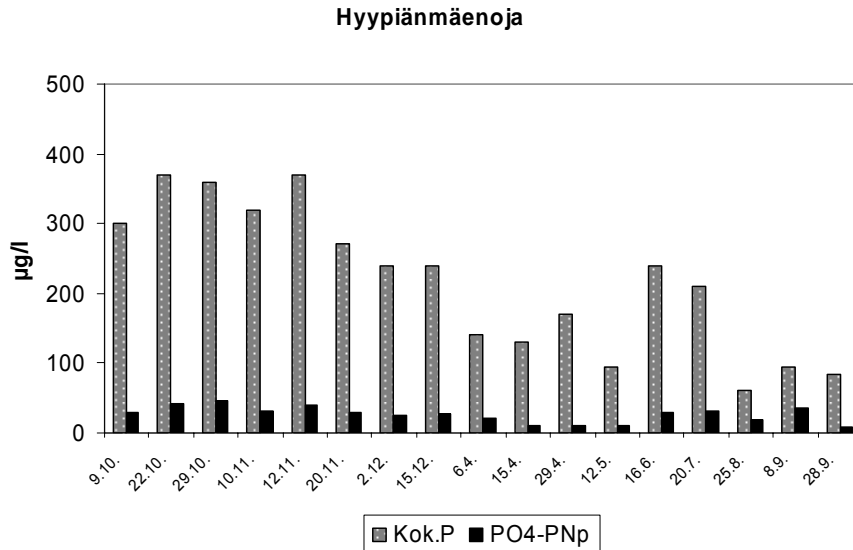
Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan ojavesien ravinnepitoisuuksia ja hygieniaa ojitain. Vedenkorkeus- ja virtaamatiedot on taustatietoina tarkastelulle.

Puokanojassa (oja 2) kaikki kolme näytteenottokertaa olivat ylivirtaamajaksoilla. Vedenkorkeus vaihteli ojassa 13-17 cm näytekeroilla. Lokakuun lopun mittauksessa ojan virtaama oli 11 l/s. Ojavedessä kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 120-410 µg/l. Liukoisen fosfaatin osuus kokonaisfosforista oli 9-18 %. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat 1400-2300 µg/l. Liukoisen typen osuus oli 10-40 % eli suhteessa melko vähän.

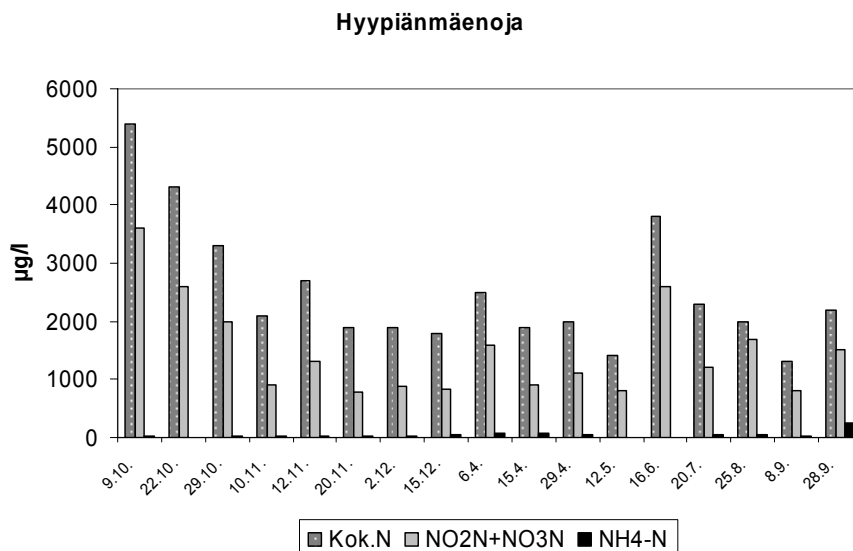
Huhtikuun näytekerralla Puokanojassa veden ammoniumtyppipitoisuus, 96 µg/l, oli korkea ja osoitti ojan kuormittuneisuutta. Syksyn seurantakerroilla tutkitut bakteeripitoisuudet osoittivat Puokanojassa selvää ulostesaastutusta, etenkin marraskuussa, jolloin *E. coli* -pitoisuus oli 1000 kpl/100 ml.

Hyypiänmäenojassa (oja 3) seurantakeroja oli 17. Ojan vedenkorkeudet vaihtelivat näytekeroilla 5-30 cm ja virtaamat 0,5 -56 l/s. Koko seurantajaksoilla virtaaman mediaani oli 2 l/s. Syksyllä veden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 240-370 µg/l liukoisen fosfaatin pitoisuudet 27-47 µg/l. Keväällä pitoisuudet olivat matalampia, mutta kesällä lähellä loppusyksyn arvoja (kuva 5.1). Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat 1400-5400 µg/l (kuva 5.2). Liukoisia tyyppiyhdisteiden osuus oli noin puolet tyyppistä. Ammoniumtyppipitoisuus oli tavanomaista korkeampi vain alivesikautena syyskuun lopussa. Tällöinkin ojan veden happitilanne oli hyvä; kenttämittauksissa pitoisuudet olivat 7-9 mg/l.

Ulostebakteerien pitoisuuksia Hyypiänmäenojan vedestä tutkittiin kolme kertaa. Bakteereita esiintyi kaikilla seurantakerroilla, mutta pitoisuudet olivat melko matalia, esim. *E. coli* -pitoisuudet 28-110 kpl/100 ml.



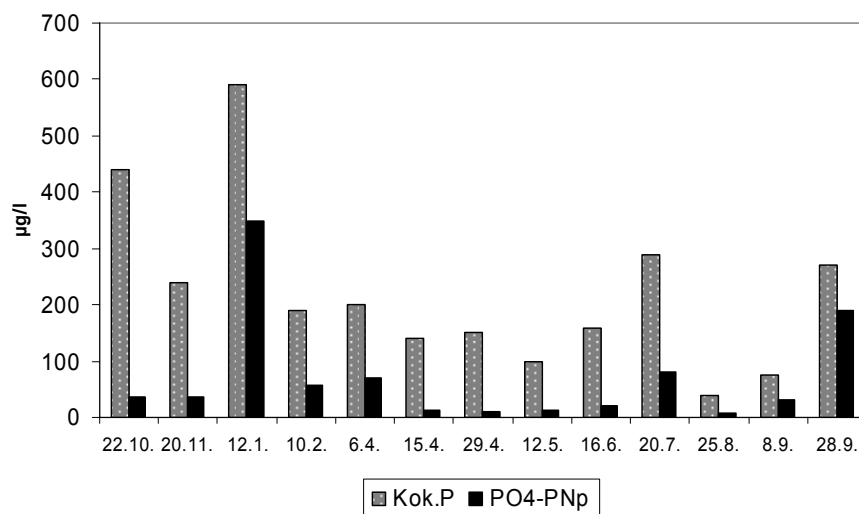
**Kuva 5.1.** Kokonaisfosforin ja liuennan fosfaattifosforin pitoisuudet Hyypiänmäenojassa.



**Kuva 5.2.** Kokonaistypen ja liukoisten typpiravinteiden pitoisuudet Hyypiänmäenojassa.

Järvenpään pelto-ojasta (oja 4) otettiin näytteet 14 kertaa, 15-30 cm syvyydestä vedestä. Näytekerroilla virtaamat vaihtelivat 1-51 l/s. Vuositasolla virtaaman mediaani oli 3 l/s. Veden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat paljon, 38-590 µg/l. Liuoksen fosfaatin osuus fosforista oli keskimäärin 15-30 %, tammi- ja syyskuussa 2009 poikkeuksellisesti 60% ja 70 % (kuva 5.3). Tällöin myös pääosa tyyppistä oli ammoniumtyyppiä ja veden hygieeninen laatu huono. Tammikuussa näytteet otettiin lauhan jakson aikana, jolloin vesimäärät olivat pieniä, mutta liikkeellä oli lumien sulamisvesiä. Järvenpään pelto-oja oli lähes jäässä. Selvin virtaama oli lounaasta laskevassa ojahaarassa. Ojarummuista laskeva vesi oli sameaa ja siitä mitattiin seurantajakson korkeimmat fosforipitoisuudet. Suuri liukoisten ravinteiden määrä viittasi lähinnä haja-asutuksen kuormitusvaikutukseen. Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat ojassa tutkimusjaksolla paljon (kuva 5.4). Selvästi kohonneita ammoniumtyppipitoisuuksia mitattiin etenkin tammi- ja syyskuussa.

Järvenpään pelto-oja

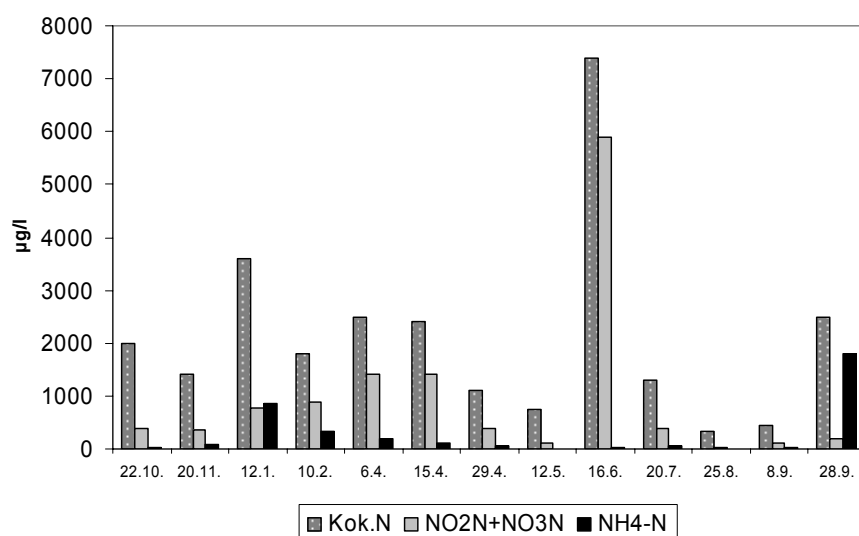


**Kuva 5.3.** Kokonaisfosforin ja liuennan fosfaattifosforin pitoisuudet Järvenpään pelto-ojassa.

Kesäkuussa sateisten päivien jälkeen veden typpipitoisuus oli myös erittäin korkea ja liuenneet typpiyhdisteet olivat hapettuneita. Poikkeuksellisen korkea typpipitoisuus osoitti mahdollisesti lannoitteiden huuhtoutumista pelloilta.

Järvenpää pelto-ojasta määritettiin ulostekuormitusta osoittavat bakteerit neljä kertaa. kaikilla kerroilla veden hygieeninen laatu oli huono, ajoittain jopa erittäin huono. *E. coli* –bakteerien pitoisuudet olivat 330 kpl/100 ml ja suolistoperäiset enterokokit 0-2800 kpl/100 ml.

Järvenpään pelto-oja



**Kuva 5.4.** Kokonaistypen ja liukoisten typpiravinteiden pitoisuudet Järvenpään pelto-ojassa.

## Lähtelän uimarannan ojat 5 ja 6

Lähtelän uimarannan molemmin puolin Valkjärveen laskevista pienistä ojista näytteet otettiin kolme kertaa. Vasemmanpuoleisessa ojassa 5 vesisyvyys vaihteli 10-18 cm. Ojassa 5 kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 110-350 µg/l, noin viidennes oli liukoista fosfaattia. Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat 1200-1700 µg/l. Huhtikuussa ojaveden ammoniumtyypipitoisuus, 200 µg/l, oli selvästi koholla.

Syksyn molemmilla seurantakerroilla ojavedessä esiintyi ulosteperäisiä bakteereita. *E. coli* -bakteerien pitoisuudet, 160 kpl/100 ml ja 170 kpl/100 ml, olivat lähes kaksinkertaisia suolistoperäisiin enterokokkeihin verrattuna, mikä viittaa usein lähinnä asutuksen jätevesien kuormitukseen. Ojan 5 valuma-alueella ei pitäisi olla asutusta. Ojien valuma-alueiden raja-alue on aina tulkin varasta ja rakennetussa ympäristössä mm. tiet aiheuttavat raja-ongelmia. Jos Lähtelän uimarannan vedessä esiintyy hygieniahaittoja, syytä ojan 5 kuormittuneisuuteen kannattaa selvittää tarkemmin.

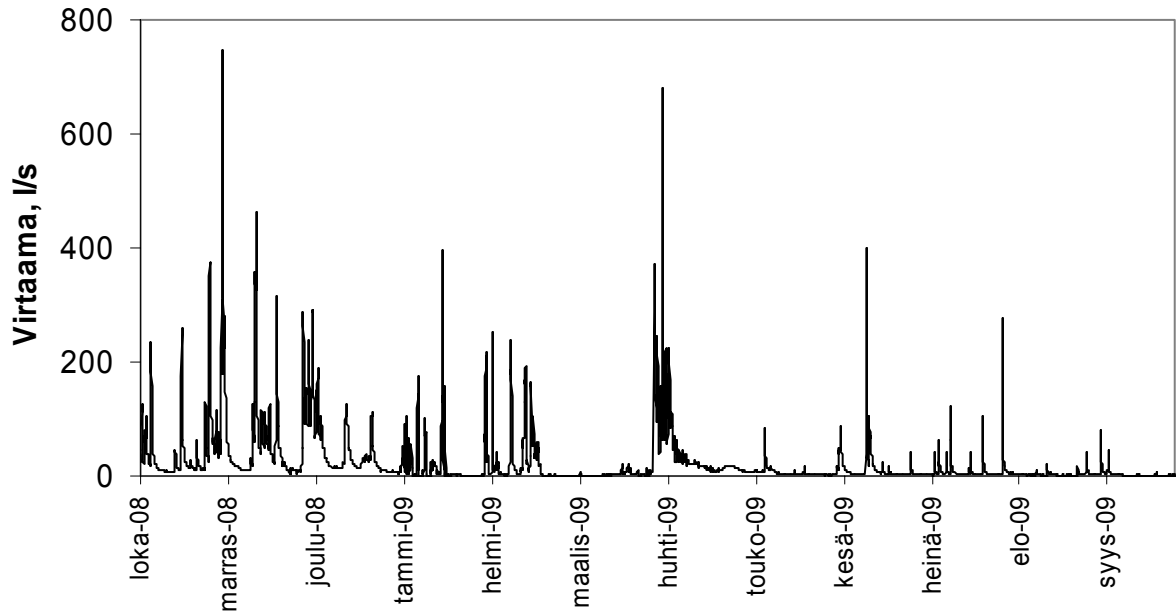
Uimarannan oikeanpuoleisen rannan ojassa vettä oli vain muutamia senttejä, mutta selvä virtaus järveä kohti. Vesi oli muita oja kirkkaampaa, mutta ojan pohjaliete sekoittui veteen herkästi. Ojaveden laatua tutkittiin kolme kertaa. Kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 86-130 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet 700-1500 µg/l eli ravinnepitoisuudet olivat muita tutkimusojia matalampia. Vain lokakuun seurantakerralla liukoisen fosfaatin pitoisuus oli korkea, 57 µg/l. Tällöin myös *E. coli* -bakteerien pitoisuus, 190 kpl/100 ml, oli koholla. Muulloin bakteeripitoisuudet olivat matalia.

Lähtelänoja (oja 7) eli suurimmasta Valkjärveen laskevasta ojasta, vesinäytteitä otettiin 1-4 kertaa kuukaudessa, yhteensä 23 näytettä. Näytekertojen virtaamat vaihtelivat 1-133 l/s ja olivat keskimäärin 18 l/s. Korkein mitattu virtaama oli 746 l/s (kuva 5.5).

Lähtelänojan kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 130-3900 µg/l, keskipitoisuuden ollessa 280 µg/l. Fosforista keskimäärin kolmannes oli liukoista fosfaattia, ja alivirtaamaisena sen osuus oli jopa puolet (kuva 5.6). Lähtelänojan fosforitaso on korkea. Vesi on toki sameaa, mutta sameus ei yksin selittänyt huomattavan korkeita liukoisen fosfaatin pitoisuuksia.

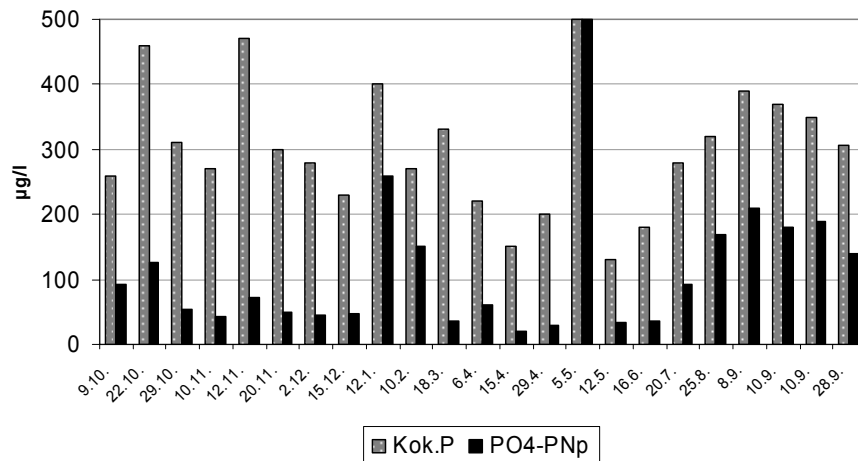
Jo seurantajakson alussa Lähtelänojan fosforipitoisuuksien, etenkin liukoisen fosfaatin, todettiin olevan muita seurantaoja korkeampia. Lokakuussa veden korkeat ulosteperäisten bakteerien pitoisuudet osoittivat myös selvää kuormittuneisuutta. Sitä tuki myös korkea ammoniumtyypipitoisuus, 750 µg/l. Talvella, kun ojalla käytiin huoltamassa padon mittalaitteita, havaittiin vedessä esiintyvän voimakasta hajua. Tammi- ja helmikuun seurantakerroilla näytteenottajat kuvailivat veden hajua 'navettamaiseksi'. Molemmilla kerroilla liukoisen fosfaatin ja ammoniumtyypin pitoisuudet olivat vedessä huomattavan korkeita. Maalis-huhtikuussa näytteiden fosfaattipitoisuudet laskivat, mutta ammoniumtyypin pitoisuudet pysyivät korkealla. Ravinteiden ohella ojaveden bakteeripitoisuuksia analysoitiin muutamia lisäkertoja. Niiden perusteella Lähtelänojan hygieeninen laatu oli lähes poikkeuksetta huono. Ulostebakteereita ojaan joutui ilmeisesti sekä haja-asutuksen että kotieläinten ulosteista.

## Lähtelänoja



**Kuva 5.5.** Lähtelänojan virtaama ajanjaksolla 2. lokakuuta 2008 – 30. syyskuuta 2009. Havainnot perustuvat tunneittain tehtyyn vedenkorkeusseurantaan.

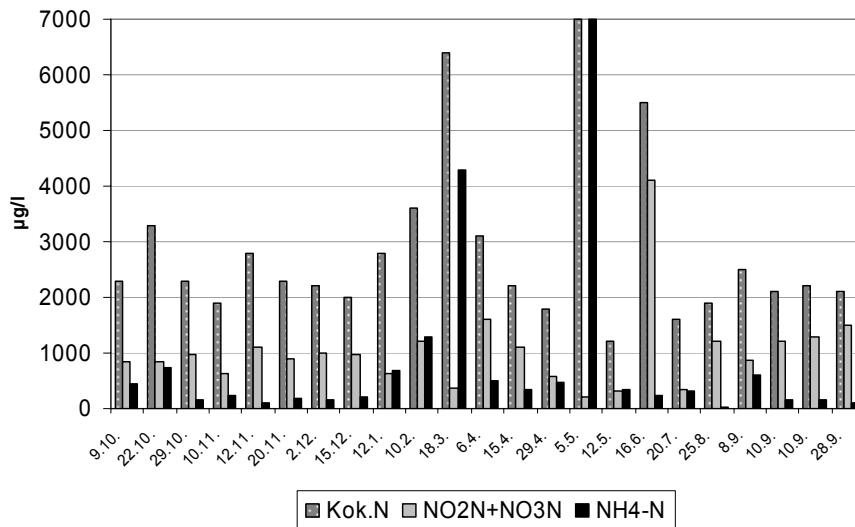
## Lähtelänoja



**Kuva 5.6.** Lähtelänojassa veden kokonaisfosforin keskipitoisuus oli seurantajaksolla 280 µg/l ja liukoisien fosfaatin 73 µg/l. Poikkeuksellisen korkeita ravinnepitoisuuksia mitattiin 5. toukokuuta, jolloin kokonaisfosforipitoisuus oli 3900 µg/l ja liukoisien fosfaatin pitoisuus 2300 µg/l.

Toukokuun alussa, kun näytteenottaja meni Lähtelänojan patoa huoltamaan, ojan vesi oli poikkeuksellisen sameaa, mustaa ja haisi 'navetalle'. Ajankohta ei ollut erityisen saateinen ja ojassa virtaama oli vain 9 l/s. Ojan vedestä otettu näyte osoitti veden olevan lähes viemärivettä vastaavaa. Sen kokonaisfosforipitoisuus oli 3900 µg/l ja kokonais-

typpipitoisuus 35 000 µg/l. Happinäytettä ei pystytty ottamaan, mutta laboratoriossa määritetty biologisen hapenkulutuksen arvo oli 270 mg/l eli erittäin korkea.

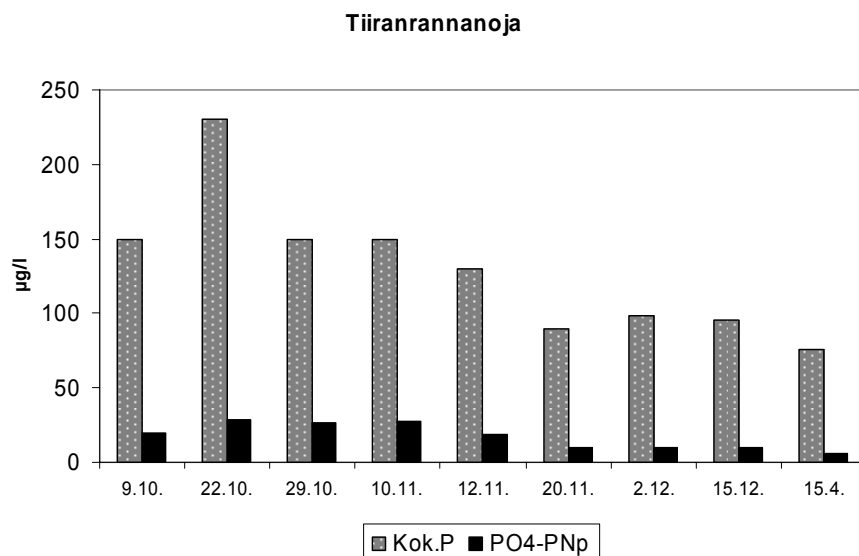


**Kuva 5.7.** Lähtelänojassa veden kokonaistypen keskipitoisuus oli 2300 µg/l. Tavanomaista korkeampia ammoniumtyppipitoisuuksia mitattiin helmi-maaliskuussa ja 5. toukokuuta, jolloin pitoisuus oli 22 000 µg/l. Toukokuussa kokonaistypipitoisuus oli 35 000 µg/l.

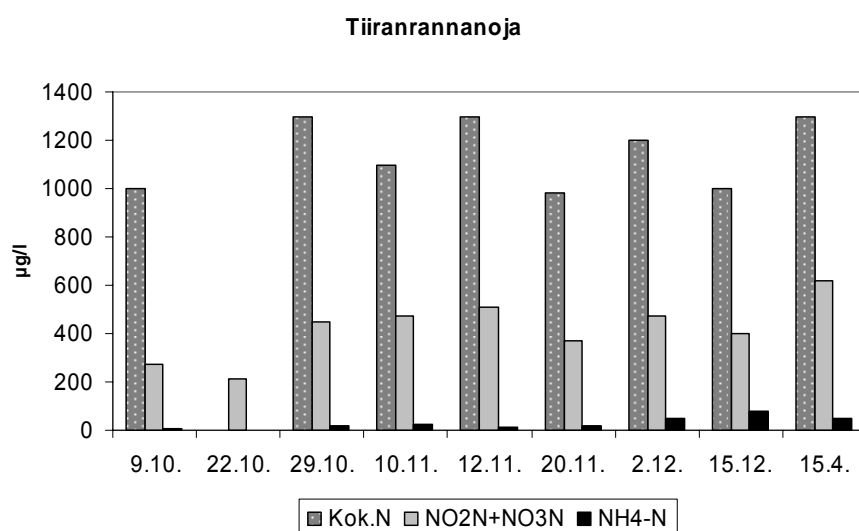
Kesällä Lähtelänojan vesi oli edelleen runsasravinteista, mutta ei poikennut, ainakaan näytekerroilla, keskimääräisestä. Syyskuussa liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat kesää korkeampia ja syyskuun alussa myös ammoniumtyppipitoisuus oli kohonnut (kuva 5.7). Syyskuun lopulla ojaveden hygieenistä laatua tutkittiin vielä kahdesti. Molemmilla kerroilla vedessä esiintyi ulosteperäisiä bakteereita, mutta pitoisuudet olivat melko matalia. Tällöin ojan virtaama oli vähäinen pitkän poutajakson seurauksena.

Tiiranrannanojassa (oja 10) vedenkorkeus vaihteli näytteenottokerroilla 10 – 30 cm ja laskennalliset virtaamat 1 - 18 l/s. Koko seurantajaksoilla virtaamakeskiarvo oli 12 l/s ja mediaani 3 l/s. Seurantakertoja loka-joulukuussa oli kahdeksan ja huhtikuussa yksi.

Vesi oli Tiiranrannanojassa ravinteikasta, kokonaisfosforipitoisuudet 76-230 µg/l ja kokonaistypipitoisuudet 980-1300 µg/l eli selvästi peltovaltaisia ojia, esim. ojat 3 ja 4 matalampia. Liukoisen fosfaatin osuus fosforista oli keskimäärin 13 % ja enimmilläänkin 18 % (kuva 5.8). Usein kuormittuneisuutta osoittavan ja vesistössä happea kuluttavan ammoniumtyypin pitoisuudet olivat pääosin matalia (kuva 5.9). Veden hygieeninen laatu oli hieman heikentynyt.



**Kuva 5.8.** Kokonaisfosforin ja liuennan fosfaattifosforin pitoisuudet Tiiranrannanojassa.



**Kuva 5.9.** Kokonaistypen ja liukoisten typpiravinteiden pitoisuudet Tiiranrannanojassa.

Rantalanojassa (oja 12) kolmen seurantakerran aikana ojan vesisyvyys oli vain 5 -10 cm ja virtaamat alle 2 l/s. Veden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 83-180 µg/l ja fosfaattifosforipitoisuudet 6-33 µg/l. Kiintoainepitoisuuksien vaihtelu oli 65-90 mg/l. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat näytteissä 1100-1200 µg/l. Rantalanojassa veden hygieeninen laatu oli hyvä.

### 5.3. Ojasedimentit

Valkjärven valuma-alueen maaperä on eroosioherkkää savea. Useissa ojissa oli selvästi havaittavissa, miten vesi oli hakenut reittinsä maastopainanteissa ja oja kulki paikoitellen hyvinkin syvällä ympäristöönsä nähden. Kenttähavaintojen perusteella sedimentoi-

tuminen ojiin oli vähäistä ja lyhytaikaista. Ennemminkin virtaavan veden voimat saivat aikaan edelleen eroosiota (kuva 5.9).

Pajusen opinnäytetyössä tutkittiin ojasedimenttien viljavuusfosforit eli P-luvut kaikista ojista kolme kertaa; loka-, kesä- ja syyskuussa. Sedimenttien P-luvut jäivät pääosin alle määritysrajan 3,5 mg/l. Ojassa 2 (Puokka) P-luku oli enimmillään 4,2 mg/l, ojassa 4 (Järvenpään pelto-oja) fosforiluvut vaihtelivat 3,8-5,6 mg/l ja ojassa 6 (Lähtelä, oikea) 3,9-4,7 mg/l.

Jos nämä sedimentit olisivat peltomaata, niiden viljavuusluokat olisivat välttäviä. Suomen pelloilla fosforiluvut ovat olleet 2000-luvun alussa keskimäärin 13 mg/l (Närvänen 2006). Savimailla fosforiluvun 5 mg/l katsotaan olevan riittävän hyvä. Ojasedimenttien maalajit olivat analyysitulosten perusteella hiuesavia tai aitosavia.

Lähtelänojan padon läheisyydestä otettiin syyskuussa 2009 täydentävä sedimenttinäyte padon yläpuolelle kasautuneesta, erittäin runsasmultaisesta sedimentistä. Siinä fosforiluku oli 8,1 mg/l, kun padon alavirran puolella pitoisuus oli 5,2 mg/l.

Sedimenttien viljavuustutkimusten tulokset on koottu liitteeseen 3 ja menetelmät liitteeseen 4. Tarkemmin niitä käsitellään Pajusen pro gradu -työssä.

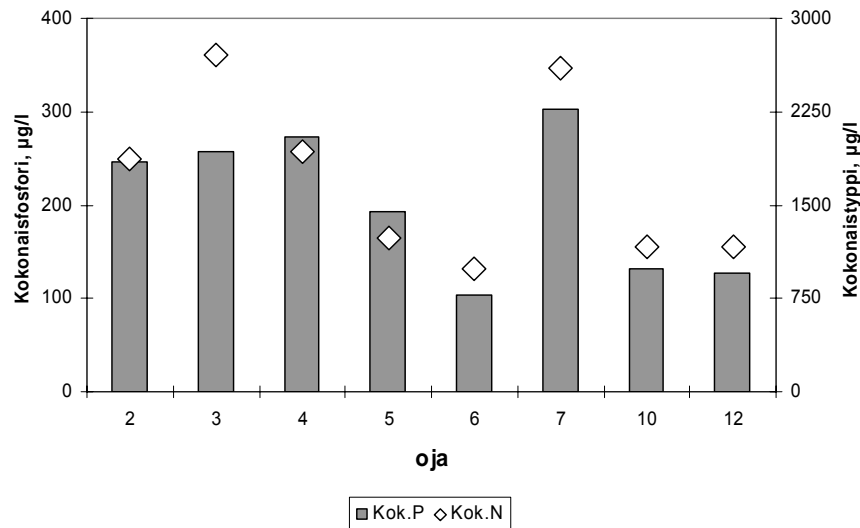


**Kuva 5.9.** Hyypiänmäenojassa pohja on pehmeää ja helposti erodoituvaa savea. Kuva V. Pajunen, 20.7.2009.

## 6. Tulosten tarkastelu

Valkjärven laskevista ojista peltovaltaisimpia eli sellaisia, joiden valuma-alueilla peltojen viljely tai laidunkäyttö on aktiivista ja pinta-alaltaan merkittävää, ovat Lähtelänoja (7), Hyypiänmäenoja (3), Järvenpään pelto-oja (4) sekä Puokanoja (2). Nämä ovat myös valuma-alueidensa koon perusteella suurimpia järveen laskevia ojia. Kyseisissä ojissa ravinteiden pitoisuudet olivat ylivirtaamajaksoilla muita ojia korkeampia (kuva 6.1). Vastaavasti ojien 10 ja 12 typpipitoisuudet olivat keskimääräistä matalampia ja melko tasaisia, noin 1100 µg/l, kaikilla seurantakerroilla. Pitoisuustaso lienee lähellä alueelle tyypillistä. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat ojissa 10, 12 ja 6 myös selvästi matalampia kuin peltovaltaisten ojien vesissä.

Hevosharrastuksen yleistyminen näkyy myös Valkjärven valuma-alueella. Osavaluma-alueilla 2, 3 ja 4 hevostalous oli muutamilla tiloilla osa toimintaa. Hevosten myötä nurmien määrä oli näillä alueilla huomattavasti suurempi kuin yleisesti viljanviljelyyn painotuvalla Vantaanjoen vesistöalueella. Peltojen ympärivuotinen kasvipeitteisyys on hyvä vaihtoehto hillittäessä peltoeroosiota.



**Kuva 6.1.** Kokonaisravinnepitoisuuksien keskiarvot kaikissa tutkimusojissa kolmen yhteisen näytekerran (loka- ja marraskuu -08 sekä huhtikuu -09) perusteella.

Valkjärven ja siihen laskevien purojen läheisyydessä olevilla hevostiloilla vesiensuojelun merkitys korostuu. Keskeisiä kysymyksiä ovat mm. lannan käsittely ja jaloittelualueiden sijainti ja hoito. Nyt muutamat jaloittelualueet sijaittivat purojen rannoilla. MTT:n tekemissä tutkimuksissa on havaittu, että keväisissä hevostarhojen valumavesissä on fosforia 5-6 mg/l ja pahimmillaan jopa 20 mg/l.

Puokanojassa, Järvenpään pelto-ojassa sekä hieman yllättäen myös Lähtelän uimarannan vasemmanpuoleisessa ojassa (oja 5) veden hygieeninen laatu oli selvästi heikentynyt. Seurantakertoja oli vähän ja tulokset ovat siten suuntaa antavia, mutta on oletettavaa, että vesien hygieenisen laadun heikkenemiseen oli vaikuttanut haja-asutuksen jätevedet. Järvenpään pelto-ojan valuma-alueella on paljon haja-asutusta ja alueen asukkaat ovatkin ryhtyneet toimeen alueensa vesihuollon järjestämisessä vesiosuuskuntana.

On mahdollista, että ojaan 5 kohdistunut kuormitus on peräisin myös tältä alueelta, sillä valuma-alueiden tarkka rajaaminen on hankalaa rakennetulla alueella.

Haja-asutusalueilla naapurien kanssa yhteiset vesi- ja jätevesihuoltoratkaisut ovat kannatettavia. Mahdollisuudet hoitaa vesihuolto vesiosuuskuntana on usein ensisijainen tarkasteltava vaihtoehto, kun haja-asutuksen vesihuoltoa laitetaan kuntoon. Valkjärven rannalle suunniteltu Haaran alueen vesiosuuskunta johtaisi 30 omakotitalon jätevedet kunnan viemäriin. Toteutuessaan hanke tulee vähentämään Valkjärven kuormitusta.

Ojasedimenttien tutkimuksissa havaittiin, että ojissa 2 ja 4 fosforiluvut olivat lievästi muita seuranta-objekteja korkeampia. Ehkä ojien 2 ja 4 koholla olleet fosforit olivat osoitus kuormittuneisuudesta matalassa, hitaasti virtaavassa ojassa. Ojien matalat fosforiluvut osoittivat kuitenkin ensisijaisesti sitä, että ojissa ei tapahdu sedimentoitumista, vaan virtaava vesi kuljettaa hienojakoista maa-ainesta koko ajan kohti järveä. Sitä tuki myös kenttähavainnot veden sameudesta ja eroosion kuluttamista uomista. Syyskuun lisänäytteet Lähtelänojan padolla osoittivat kuitenkin, että ojan kuljettama sedimenttiaines on fosforirikasta.

Lähtelänojan veden huonoon laatuun on ilmeisesti useita syitä. Ojan savinen maaperä on erittäin eroosioherkkää. Valuma-alueen pellot (36 % alueen pinta-alasta) sijaitsevat ojan molemmin puolin ja peltojen kuivatustilan ylläpitämiseksi Lähtelänojaa on jouduttu perkaamaan ajoittain. Ojan valuma-alueella on myös karjatila.

Peltoviljelyn ja karjatalouden vesistövaikutukset ovat varmasti merkittäviä Lähtelänojan osalta. Ojavedessä ravinnepitoisuudet olivat korkeita kaikilla seurantakerroilla. Matalimmillaan liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat suuria. Muutamia näytteenottokerrat sattuivat ajankohtiin, jolloin Lähtelänojan vesi oli erittäin heikkolaatuista. Erityisen liikaista vesi oli joulutammikuussa ja varsinkin toukokuun alun seurantakerralla. Liittyikö toukokuun likavesipäästö karjalannan käsittelyyn, jää arvailujen varaan. Selvää on joka tapauksessa, että Lähtelänojan kautta tullut vesi heikensi myös Valkjärven veden laatua.

Lähtelänojan valuma-alueesta 38 % on Klaukkalan taajama-alueita. Päälystettyjen alueiden hulevedet purkautuvat sadevesiviemäreissä Lähtelänojaan. Hulevesien mukana tulee liika-aineita vesistöön. Riski poikkeuksellisten päästöjen esiintymiseen on myös olemassa. Lähtelänojaan johdettuna suuret hulevesimäärät, esim. rankkasadejaksojen yhteydessä, saattavat lisätä omaeroosiota ojassa.

## 7. Ojien ainevirtaamat

Seurantajakson kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja kiintoainekuormitus ojissa laskettiin Friskin ja Kylä-Harakan (1981) esittämällä laskukaavalla. Menetelmässä lasketaan ensin kuormittavan aineen keskimääräinen pitoisuus näytteenottohetkillä ja kerrotaan se laskentajakson keskivirtaamalla (Kaava 1). Keskivirtaama laskettiin koko seurantajakson aikana Lähtelänojan olleen anturin tunneittain mitattujen virtaamien keskiarvona (Q). Ojien 3 ja 4 virtaamat saatiin Lähtelänojan virtaamasta suhteutettuna tarkasteltavan ojan valuma-alueen pinta-alaan.

$$L = \left[ \frac{\sum (c_i q_i)}{\sum q_i} \right] * Q \quad (1)$$

missä

L = ainevirtaama (kg/a)

$c_i$  = näytteenottohetken pitoisuus ( $\mu\text{g/l}$  tai  $\text{mg/l}$ )

$q_i$  = näytteenottohetken virtaama (l/s)

Q = seurantajakson keskivirtaama (l/s)

Valkjärveen laskevista ojista kolmen suurimman järveen tuoma fosforikuorma oli 343 kg ja typpikuorma 3200 kg vuoden mittaisella seurantajaksolla (taulukko 7.1). Ojien välillä oli jonkin verran eroja; Lähtelänojan ravinnekuorma oli määrällisesti ja valuma-alueen pinta-alaan suhteutettuna suurin. Kun tutkitun valuma-alueen (yhteensä 378 ha) hehtaarikohtaiset kuormitusarvot, 0,91 kg P/ha ja 8,47 kg N/ha, yleistää järven koko valuma-alueella (809 ha) koskeväksi, saadaan vuoden mittaisen seurantajakson aikana Valkjärveen kohdistuvaksi fosforikuormaksi 734 kg/vuosi ja typpikuormaksi 6855 kg/vuosi. Fosforikuormasta järvessä käyttökelpoisen liukoisien fosfaatin osuus oli lähes 17 %. Järveen tulevaksi kiintoainekuormaksi saatiin 460 tonnia eli valuma-alueella 790 kg maa-ainesta/ha/vuosi. Hagman (2009) esittää raportissaan vuonna 2008 Valkjärven ulkoisen fosforikuorman olleen 664 kg ja typpikuorman 5700 kg. Hehtaaria kohden tarkasteltuna kuormat ovat 0,82 kg P/ha ja 7 kg N/ha. Vertailun vuoksi Tuusulanjärvelle laskettu ravinnehuuhtoutuma vuonna 2008 oli 0,87 kg P/ha ja 9,7 kg N/ha. Tuusulanjärven valuma-alueella peltoja on kolmannes alasta, Valkjärven valuma-alueella 22 %.

**Taulukko 7.1.** Valkjärveen laskevien suurimpien ojien kuljettama ravinne- ja kiintoainekuorma seurantajaksolla lokakuu 2008 – syyskuu 2009.

	Kokonais- fosfori, kg/a	Liuennot fosfaatti, kg P/a	Kokonais- typpi, kg/a	Kiinto- aine, kg/a
Lähtelänoja (180 ha) /ha	197 1,1	39 0,22	1668 9,3	110300 613
Järvenpään pelto-oja (109 ha) /ha	73 0,7	16 0,15	736 6,8	48000 440
Hyypiänmäenoja (89 ha) /ha	83 0,9	9 0,1	799 9	56864 639

Valkjärven ojien vedenlaatua ja virtaamia seurattiin vuoden ajan. Seurantajakson alku oli erittäin leuto ja sateinen ja virtaamat vuolaita. Kokonaisuudessaan sadanta (619 mm) oli kuitenkin noin 5 % keskimääräistä vuosisadantaa pienempi seurantajaksolla. Vuosi 2008 oli ollut sitä vastoin kokonaisuudessaan erittäin sateinen (sadanta 848 mm) ja virtavesien kuljettamat ravinnekuormat suuria. Esimerkiksi Vantaanjoen arvioitiin loka-

joulukuussa 2008 kuljettaneen mereen ravinteita tyypillistä vuosikuormaa vastaavan määrän (Vahtera ja Männynsalu 2009). Vuonna 2008 Vantaanjoen fosforikuorma oli 2000-luvun suurin.

Valkjärven kuormitusarviointia ajatellen ojatutkimuksen seurantajaksoa voidaan pitää hydrologisesti edustavana. Virtaamamittausten perusteella vuosivaluma Lähtelänojaan oli 11 l/s/km<sup>2</sup>. Lepsämänjoen yläjuoksulla (valuma-alueen koko 23 km<sup>2</sup>) saman jakson aikana valuma oli 11,2 l/s/km<sup>2</sup>. Molemmat ovat noin litran pienten valuma-alueiden pitkänajan valuma-arvoa suurempia.

Valkjärveen ojien kautta tuleva ravinnekuorma on suuri. Lähtelänojaan huuhtoutuva kuorma, etenkin fosforin osalta, on lähellä maatalouden ominaiskuormaa vastaavaa tasoa. Valuma-alueesta on kuitenkin 2/3 peltoviljelystä poikkeavaa maankäyttöä.

## 8. Kuormituksen vähentäminen

Valkjärven päällysveden kokonaisfosforipitoisuus, noin 25 µg/l, osoittaa järven rehevyyttä. Järven ongelmana on myös sen alusveden hapettomuus, mikä on johtanut fosforin vapautumista sedimentistä takaisin järven ravinnekiertoon. Valkjärven päällysveden kokonaistyyppipitoisuus, 450-680 µg/l, ei ollut kasvukaudella 2008 erityisen korkea. Sen voimakas vaihtelu ja kokonaisravinteiden suhde osoittivat, että typpi ja fosfori toimivat molemmat järven perustuotantoa rajoittavana tekijänä. Valkjärnessä veden sameus johtuu sekä järven rehevyydestä, että valumavesien saviaineksesta. Virkistyskäyttäjät kokevat yleisesti samean veden likaiseksi, mikä heikentää järven virkistyskäyttöarvoa. Ilmakehän typen sidontaan kykenevät syanobakteerit eli sinilevät rajoittavat ajoittain myös Valkjärven käyttöä.

Syksyllä 2008 järveen tulleet ravinteet vaikuttivat varmasti vielä seuraavan kesän ravinnetilaan. Kevään ylivirtaamakauden maltillisuus ja kuiva kevät vähensivät kevään ravinnekuormaa keskimääräisestä, mutta kesäsateita seuranneet valumavedet kuormittivat melko tasaisesti järveä koko kesän.

### Ravinnekuorman vähentäminen

Valkjärveen kohdistuvan ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentäminen on tärkeää järven koko valuma-alueella. Vesiensuojelutyötä tarvitaan järven ympärillä kaikilla osalualueilla; maataloudessa, haja-asutuksessa ja taajama-alueilla. Maatalouden osalta asiaa on tarkastellut ansiokkaasti mm. Hellman (1999) julkaisussaan *Selvitys maatalouden ravinnekuormituksesta, sen vähentämisen mahdollisuuksista Nurmijärvellä ja vaikutuksesta Valkjärven tilaan*. Uusia tutkimustuloksia ilmestyy jatkuvasti hyvien maatalouskäytäntöjen edistämiseksi. Maatalouden ympäristötuki on keskeinen rahoitusmuoto maatalouden vesiensuojelutyössä.

Haja-asutusalueilla jätevesien käsittely tulee saattaa kuntoon vuoteen 2014 mennessä hajajätevesiasetuksen mukaan. Valkjärven alueella käynnistynyt vesiosuuskuntien perustaminen on hyvässä vauhdissa. Järven läheisyydessä sijaitsevilla vapaa-ajanasunnoilla kuivakäymälät ovat paras ratkaisu niin ympäristön kuin oman talouden kannalta. Aiheeseen voi tarkemmin tutustua esim. verkkosivustojen avulla osoitteessa [www.vesiensuojelu.fi/jatevesi](http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi).

## Uomaerosion vähentäminen

Valkjärveen laskevien ojien valuma-alueet ovat savimaita. Maastohavaintojen perusteella ojissa ei esiintynyt juuri lainkaan soraa tai karkeampaa kiviainesta. Uomissa kulkeva vesi olikin kuluttanut uomat paikoitellen syviksi rotkoiksi. Uomien reunat olivat kasvipeitteitä ja sortumaherkkiä (kuva 8.1). Peltojen kuivatusojina toimiessaan sortuneiden ojien perkaus on ajoittain välttämätöntä, mikä lisää ojan kuljettamaa kiintoaine- ja ravinnekuormaa.



**Kuva 8.1.** Ojan jyrkkä luiska on epäedullinen kasvupaikka ja sortumiselle altis. Kuva V. Pajunen 18.6.2009.

On aivan perusteltua olettaa, että Valkjärveen kohdistuvaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta voidaan pienentää uomaerosiota estämällä. Käytännössä tämä tarkoittaa järveen laskevien ojien eli purojen kunnostamista nk. luonnonmukaisilla peruskuivatusmenetelmillä. Hyvin toteutettuna se tarkoittaa peltojen peruskuivatuksen ohella ojan muuttumista puroympäristöksi, missä hapekas vesi solisee kivikkojen ja soraikkojen läpi vaihtelevalla virtausnopeudella. Ojan loivennettuihin luiskiin saadaan pysyvää, maata sitovaa kasvillisuutta. Vaikeimpiin luiskiin voi tehdä luonnonmukaisia eroosiosuojauksia. Lopulta purot muodostuvat tasapainoisiksi elinympäristöiksi, missä myös ehkä ravut ja kalat viihtyvät. Maa- ja metsätalousministeriö (2008) on julkaisut purokunnostusoppaan *Purot –elävää maaseutua*, minkä avulla asiaan voi perehtyä tarkemmin. Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilta [www.ymparisto.fi/purokunnostus](http://www.ymparisto.fi/purokunnostus) löytyy myös paljon asiaa aiheesta.

Purokunnostukset ovat parhaimmillaan osa valuma-aluekunnostusta. Maatalousvaltaisella alueella purokunnostusta tukevia toimia voivat olla peltojen suojavyöhykkeet ja kosteikot. Tehokkaimmat maatalouden vesistökuormitusta vähentävät toimenpiteet tehdään pelloilla huolehtimalla mm. pellon rakenteesta, tarkoituksenmukaisesta lannoituksesta (mm. karjanlanta huomioiden) ja talviaikaisesta kasvipeitteisyydestä.

Pajunen tarkasteli pro gradu –työssään kosteikkojen mitoittamista Valkjärveen laskevien ojien alajuoksuille. Alueen maaperän ollessa hiesusavea, jonka raekoko on 0,0015-0,002 mm, on kosteikon koon oltava vähintään 0,6 % valuma-alueen pinta-alasta. Savimailla koon on oltava jopa 2,1 % valuma-alueesta (Puustinen ym. 2007). Käytännössä tämä tarkoittaisi Lähtelänojaan vähintään 100 m x 390 m, Järvenpään pelto-ojaan 80 m x 300 m ja Hyypiämäen pelto-ojaan 70 m x 270 m kosteikkoja. Tällaisten tilojen löytämisen aktiivisessa käytössä olevilta mailta on varmasti vaikeaa, jopa mahdotonta.

Osa Valkjärven valumavesistä on peräisin Klaukkalan kasvavan taajaman alueelta. Nämä päällystettyjen alueiden vedet kerääntyvät mm. teiltä, parkkipaikoilta ja teollisuusalueelta. Hulevesien purkautuessa laajoilta päällystetyiltä alueilta purouomiin, niiden virtaama voi vaihdella merkittävästi. Tämä saattaa lisätä ojissa tapahtuvaa eroosiota ja tulvimista. Pääkaupunkiseudun suurimmissa kunnissa, Helsingissä ja Vantaalla, on valmistunut hulevesioppaat ohjeistamaan hulevesien hallintaa kuntien alueilla. Valtakunnallinen hulevesioppaan pitäisi ilmestyä vuonna 2010. Oppaissa on käyttökelpoista tietoa esim. hulevesien hallitusta johtamisesta maastoon. Myös Klaukkalan alueella näistä esimerkeistä voi olla hyötyä.

#### Kuormittavimmat osavaluma-alueet työn alle

Tämä työ toi selvästi esille Valkjärven kuormituksen kannalta keskeisiä toimenpidealueita. Valkjärven lounaiskulmaan laskevan Lähtelänojan (oja 7) veden laatua on pystyttävä parantamaan. Ojaveden ravinnepitoisuudet olivat seurannassa erittäin korkeita ja ajoittaisten kuormituspiikkien aikana myös vesistössä happea kuluttavan kuorman määrä oli suuri. Lähtelän uimarannan läheisyyteen laskeva oja heikensi oletettavasti myös järven hygieenistä tilaa.

Kuormitus tulee Lähtelänojaan monesta lähteestä; pelloilta, karjataloudesta, metsästä ja Klaukkalan taajaman alueelta. Ojan valuma-alueelle suositellaan kokonaisvaltaista maankäytön ja kuormitusvaikutusten tarkastelua. Sen lisäksi Lähtelänojan herkästi sortuvan uoman kunnostusta luonnonmukaisin menetelmin tulisi suunnitella (kuva 8.2).

Järvenpään pelto-ojan (oja 4), Hyypiänmäenojan (oja 3) sekä Puokanojan valuma-alueilla veden laatu on heikentynyt sekä haja-asutuksen kuormitusvaikutuksen että pitkäaikaisen maatalouden harjoittamisen seurauksena. Tehokkaimmat vesiensuojelutoimet löydetään, kun asioita voidaan tarkastella alueittain ja maatiloilla tilakohtaisesti. Haaran alueen vesiosuuskunnan siirtoviemäri tulee vähentämään Järvenpää pelto-ojan ravinnekuormaa ja parantamaan hygieniää. Hankkeen onnistumisen ympäristövaikutusten seuranta on jo toivottu. Järvenpään pelto-ojan ottaminen vedenlaadun ja virtaaman seurantaan osana Valkjärven tutkimushankkeita on suositeltavaa.

Kaikkien Valkjärveen laskevien ojien maaperä on eroosioherkkää, mikä aiheuttaa kiintoainekuormitusta vesistöön. Suurimpien virtaamien aikana kulkevat yleensä suurimmat kuormat. Uomien pohjien ja luiskien vahvistamista kiveämällä tai muilla luonnonmateriaaleilla suositellaan. Erityisen tarpeen tämä on kohdissa, missä uomaan johdetaan putkissa vesiä. Suorien putkien sijasta uomiin johdettavat vedet tulisikin johtaa ojiin vahvistettujen painanteiden kautta. Valkjärven suojeluyhdistyksestä voisi löytyä paikallista osaamista purokunnostusten alkuun panemiseen.



**Kuva 8.2.** Lähtelänojan herkästi sortuvaa uomaa joudutaan perkaamaan, jotta peltojen kuivatustila pysyy kunnossa. Kuva V. Pajunen 16.6.2009.

## 9. Yhteenveto

Kahdeksan Valkjärveen laskevan ojan veden laatua ja virtaamaa seurattiin vuoden ajan ajanjaksolla lokakuu 2008 – syyskuu 2009. Seurantaojien valuma-alueet olivat pinta-alaltaan yhteensä 485 ha. Valkjärven valuma-alue on kooltaan 809 ha.

Seurantajaksolla sadanta oli 5 % keskimääräistä vuosisadantaa pienempi. Syksy 2008 oli kuitenkin leuto ja sateinen, minkä seurauksena vesistökuormitus kasvoi hajakuormitteisella alueella suureksi.

Ojien vedenlaatu seurannan tavoitteena oli arvioida Valkjärveen kohdistuvaa ravinnekuormaa. Hajakuormitetulla alueella suurimmat kuormat tulevat vesistöön suurimpien valuntojen ja virtaamien aikana. Vesinäytteiden otto keskitettiin siten ylivirtaamaksi. Resurssien rajallisuuden takia kolme järven suurinta ojaa valittiin muita taajempaan seurantaan. Nämä ojat olivat Lähtelänoja (oja 7), Hyypiänmäenoja (oja 3) ja aluksi Tiiranrannanoja (oja 10), mikä uuden valuma-alue rajauksen jälkeen vaihdettiin Järvenpään pelto-ojaksi (oja 4). Virtaamaseuranta varten Lähtelänojaan (7) asennettiin mittapato ja varustettiin se paineanturilla. Tämän ansiosta virtaamatiedot olivat saatavissa ojasta tunnin välein koko seurantajakson ajan.

Vedenlaatu tulokset osoittivat kaikkien Valkjärveen laskevien ojien olevan sameavetisiä. Ravinnepitoisuudet vesissä olivat korkeita ja osalla seurantakerroista tutkitut ulostepestä kuormitusta osoittavat bakteerit toivat esille haja-asutuksen kuormitusvaikutuksia, mm. Järvenpään pelto-ojassa.

Valkjärven laskevista ojista vuolaimmassa, Lähtelänojassa, (virtaama 1 - 400 l/s) veden laatu oli huono. Veden ravinnepitoisuudet olivat kaikilla havaintokerroilla erittäin korkeita. Vesistöjen rehevöitymistä kiihdyttävän liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat Lähte-

länojassa muita seuranta-ajia korkeampia. Ojan kuormittuneisuutta korosti myös ajoittain huomattavan korkeat ammoniumtyyppipitoisuudet. Näytteenottajat olivat käymässä ojalla myös toukokuun alussa, jolloin ojaan oli päässyt tavanomaisuudesta poikkeavaa kuormitusta ja ojan vesi oli lähinnä jätevettä vastaavaa. Lähtelänojan kuormituksen tarkempi selvittäminen ja vähentäminen edistävät Valkjärven suojelua.

Seurantatulosten perusteella laskettiin, että järveen laskevat kolme suurinta ojaa toivat Valkjärveen 343 kg fosforia ja 3200 kg typpeä vuoden aikana. Tulokset yleistettynä koko valuma-alueelle voidaan arvioida, että Valkjärveen tuleva ravinnekuorma oli kokonaisuudessaan fosforin osalta 660 kg ja typen osalta 5700 kg. Ojien seurantatulokset ja kenttähavainnot osoittivat, että kaikkien ojien alueella uomaerosio oli voimakasta. On oletettavaa, että myös eroosio on ongelma kasvipeitteettömänä aikana alueen pelloilla. Laskelmien mukaan Valkjärveen kulkeutui vuoden aikana 790 kg kiintoainesta/ha koko valuma-alueelta.

Eroosion torjunta nousee keskeiseksi vesiensuojelutoimeksi parannettaessa ojien ja Valkjärven vedenlaatua. Tämä tarkoittaa ensisijaisesti uomien luonnonmukaista kunnostamista maatalousalueella. Myös muilla osilla oja tarvi-taan eroosiosuojauksia.

## Viitteet

**Frisk, T. ja Kylä-Harakka, T. 1981.** Vesihallituksen monistesarja Nro 53. Vedenlaatuennusteiden laadinnan perusteet. Vesihallitus. Helsinki. 65 s.

**Hagman, A-M. 2009.** Nurmijärven Valkjärven kunnostussuunnitelma. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 10/2009, 57 s.,

**Hellman, T. 1999.** Selvitys maatalouden ravinnekuormituksesta, sen vähentämisen mahdollisuuksista Nurmijärvellä ja vaikutuksesta Valkjärven tilaan. –Moniste. Kestävä kehitys Vantaanjoella –projekti. Nurmijärvi. 48 s.

**Maa- ja metsätalousministeriö 2008.** Purokunnostusopas *Purot – elävää maaseutua*. 55 s.

**Närvänen, A. 2006.** Etelä-Pirkanmaan viljavuusfosforit syynissä. Koetoiminta ja käytäntö. Liite 20.3.2006, 63. vuosikerta, numero 1, sivu 7.

**Puustinen M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, L., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. ja Vikberg, P. 2007.** Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21/2007, Ympäristönsuojelu. 77 s.

**Vahtera, H. ja Männynsalu, J. 2009.** Vantaanjoen yhteistarkkailu – vedenlaatu vuonna 2008. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry, Julkaisu 6272009. 83 s.

## **Liitteet**

1. Vesinäytteiden analyysimenetelmät
2. Ojien vedenlaatuseurannan tulokset
3. Valkjärven ojien pohjasedimenttien viljavuustutkimustulokset
4. Sedimentin viljavuustutkimuksen analyysimenetelmät

## Liite 1. Vesinäytteiden analyysimenetelmät

Analyysi		Menetelmä	Yksikkö	Epävarmuus-%
Kiintoaine, NPC	A	SFS-EN 872:2005	mg/l	10
Sameus	A	SFS-EN ISO 7027:2000	FTU	10
pH, titraattori	A	SFS 3021:1979		3
Ammoniumtyppi, NH <sub>4</sub> -N, vesistövesi	A	SFS-EN 11732:2005	µg/l	15
Nitraatti- ja nitriittitypen summa, (NO <sub>2</sub> -NO <sub>3</sub> )	A	SFS-EN ISO 13395/FIA	µg/l	15
Kokonaistyyppi vesistövedestä	A	SFS-EN ISO 11905-1:1998	µg/l	15
Fosfaattifosfori, PO <sub>4</sub> -P, liuk NPC	A	SFS 3025:1986 [kumottu]	µg/l	15
Kokonaisfosfori	A	Sis. menetelmä, Aquakem	µg/l	15
CODMn-arvo, kemiallinen hapenkulutus	A	SFS 3036:1981	mg/l	15
Sähkönjohtavuus	A	SFS-EN 27888:1994	mS/m	5
BHK-7, ilman atua		SFS-EN 1899-2:1998	O <sub>2</sub> mg/l	15
<i>E. coli</i>	A	Colilert Quanti Tray	mpn/ 100 ml	
Suolistoperäiset enterokokit	A	SFS-EN ISO 7899-2:2000	pmy/ 100 ml	

A= näyte tutkittu akkreditoidulla menetelmällä

Liite 2. Valkjärveen laskevien ojien veden laatu.

**2. Puokanoja**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	<i>E.coli</i> C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
22.10.2008	6,6		150	220	32	410	40	2300	190	10	79	300
20.11.2008	6,8		84	100	18	210	37	1400	250	26	1000	49
15.4.2009	6,5	9,9	48	68		119	13	1900	670	96		

**3. Hyypiänmäeojia**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	<i>E.coli</i> C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
9.10.2008	7,4		120	150		300	29	5400	3600	25		
22.10.2008	7,1		170	200	24	370	43	4300	2600	8	29	56
29.10.2008	6,9		170	180		360	47	3300	2000	23		
10.11.2008	7,2		170	220		320	31	2100	910	35		
12.11.2008	7,6		250	230		370	39	2700	1300	32		
20.11.2008	7		150	160	19	270	29	1900	780	23	28	15
2.12.2008	7,1		150	150		240	26	1900	870	34		
15.12.2008	7,1		120	130		240	27	1800	830	42		
6.4.2009	6,7	6,3	160	200		140	20	2500	1600	85		
15.4.2009	7	8,6	81	120		130	11	1900	920	75		
29.4.2009	7,3		110	130		170	10	2000	1100	41		
12.5.2009	7,5		65	80		94	11	1400	810	6		
16.6.2009	7,3		150	170	19	240	30	3800	2600	10	110	300
20.7.2009	7,5		360	260		210	31	2300	1200	44		
25.8.2009	7,7		13	14		60	18	2000	1700	47		
8.9.2009	7,7		30	28		94	36	1300	800	13		
28.9.2009	7,5		33	37		83	8	2200	1500	240		

**4. Järvenpään pelto-oja**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	<i>E.coli</i> C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
22.10.2008	7,2		280	320	19	440	37	2000	400	22	5200	880
20.11.2008	7,2		160	160	17	240	36	1400	360	84	1100	0
12.1.2009	7,2		140	110		590	350	3600	770	850		
10.2.2009	7,2		70	70		190	56	1800	890	340		
6.4.2009	6,9	7,2	130	140		200	70	2500	1400	200		
15.4.2009	7,1	11,1	99	120		140	13	2400	1400	97		
29.4.2009	7,2		94	95		150	10	1100	380	49		
12.5.2009	7,5		76	75		100	13	760	120	7		
16.6.2009	7,2		100	88	14	160	22	7400	5900	16	330	90
20.7.2009	7,6		210	170		290	80	1300	380	43		
25.8.2009	7,6		5,7	10		38	9	340	24	8		
8.9.2009	7,7		15	12		76	31	450	110	18		
28.9.2009	7,6		18	18	5,7	270	190	2500	180	1800	550	2800

**5. Lähtelä vasen**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	E.coli C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
22.10.2008	7,3		170	210	20	350	67	1700	410	39	160	100
20.11.2008	7,2		58	60	13	120	27	1200	550	64	170	88
15.4.2009	7	9,3	59	70		110	15	1600	600	200		

**6. Lähtelä oikea**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	E.coli C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
22.10.2008	7		78	90	9,1	130	57	760	74	<8	190	32
20.11.2008	7,1		60	60	7,1	86	10	700	260	16	20	32
15.4.2009	6,9	16,8	39	70		93	8	1500	660	35		

**7. Lähtelänoja**

	Happi mg/l	Happi kyll.%	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FTU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	BOD <sub>7</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	E.coli C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
9.10.2008			7,5		83	100			260	91,7	2300	830	450		
22.10.2008			7,3		170	220	20		460	126	3300	850	750	1600	760
29.10.2008			7,1		150	160			310	54	2300	970	160		
10.11.2008			7,4		140	160			270	42	1900	640	240		
12.11.2008			7		250	250			470	73	2800	1100	110		
20.11.2008			7,2		150	160	16		300	49	2300	900	190	200	70
2.12.2008			7		150	160			280	45	2200	1000	170		
15.12.2008			7,3		100	130			230	47	2000	980	200		
12.1.2009			7,4		72	65			400	259	2800	640	690		
10.2.2009			7,1		30	30			270	150	3600	1200	1300		
18.3.2009	10,3	71	7,3		67	70	12		330	37	6400	370	4300		
6.4.2009			7	13,4	190	220	11	8	220	60	3100	1600	500	260	2000
15.4.2009			7,3	22,1	55	70		3	150	21	2200	1100	350	31	29
29.4.2009			7,4		76	75			200	30	1800	570	480		
5.5.2009			7,5		140	200	110	270	3900	2300	35000	200	22000	1300	3300
12.5.2009			7,7		45	55			130	33	1200	310	340		
16.6.2009			7,3		94	82	13		180	37	5500	4100	250	1700	600
20.7.2009			7,5		50	44			280	92	1600	330	320		
25.8.2009			7,6		21	28			320	170	1900	1200	33		
8.9.2009			7,6	30,1	37	40			390	210	2500	870	600		
10.9.2009	6,8	67	7,5	31,1	38	28			369	180	2100	1200	150		
10.9.2009	8,6		7,6	33,9	35	36	29		350	190	2200	1300	170	120	35
28.9.2009	7	64	7,5	31,6	34	35	6,8		307	140	2100	1500	93	110	110

**10. Tiiranranaja**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	<i>E.coli</i> C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
9.10.2008	7,3		90	87		150	19,9	1000	270	5		
22.10.2008	7,4		130	140	16	230	29	1200	210	<8	71	260
29.10.2008	7,3		110	120		150	27	1300	450	17		
10.11.2008	7,4		87	88		150	28	1100	470	22		
12.11.2008	7,2		86	90		130	19	1300	510	12		
20.11.2008	7,3		62	50	13	90	10	980	370	16	42	40
2.12.2008	7,2		67	80		98	10	1200	470	47		
15.12.2008	7,4		64	55		95	10	1000	400	80		
15.4.2009	7	11,9	45	50		76	6	1300	620	48		

**12. Rantala**

	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FNU	K-aine <sub>Np</sub> mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P <sub>Np</sub> µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	<i>E.coli</i> C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
22.10.2008	7,5		70	90	16	180	33	1100	120	<8	20	55
20.11.2008	7,4		61	70	13	120	18	1200	440	26	24	6
15.4.2009	6,9	33,2	48	65		83	6	1200	480	40		

**Yhteisten seurantakertojen tulokset**

NäytePvm	HavPaik	pH	Sameus FTU	K-aine, Np mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P, Np µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	E.coli C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
22.10.2008	10	7,4	130	140	16	230	29	1200	210	<8	71	260
22.10.2008	12	7,5	70	90	16	180	33	1100	120	<8	20	55
22.10.2008	2	6,6	150	220	32	410	40	2300	190	10	79	300
22.10.2008	3	7,1	170	200	24	370	43	4300	2600	8	29	56
22.10.2008	4	7,2	280	320	19	440	37	2000	400	22	5200	880
22.10.2008	5	7,3	170	210	20	350	67	1700	410	39	160	100
22.10.2008	6	7	78	90	9,1	130	57	760	74	<8	190	32
22.10.2008	7	7,3	170	220	20	460	126	3300	850	750	1600	760

NäytePvm	HavPaik	pH	Sameus FTU	K-aine, Np mg/l	COD <sub>Mn</sub> mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P, Np µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	E.coli C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
20.11.2008	10	7,3	62	50	13	90	10	980	370	16	42	40
20.11.2008	12	7,4	61	70	13	120	18	1200	440	26	24	6
20.11.2008	2	6,8	84	100	18	210	37	1400	250	26	1000	49
20.11.2008	3	7	150	160	19	270	29	1900	780	23	28	15
20.11.2008	4	7,2	160	160	17	240	36	1400	360	84	1100	0
20.11.2008	5	7,2	58	60	13	120	27	1200	550	64	170	88
20.11.2008	6	7,1	60	60	7,1	86	10	700	260	16	20	32
20.11.2008	7	7,2	150	160	16	300	49	2300	900	190	200	70

NäytePvm	HavPaik	pH	Sähkönj. mS/m	Sameus FTU	K-aine, Np mg/l	Kok.P µg/l	PO <sub>4</sub> -P, Np µg/l	Kok.N µg/l	NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	E.coli C. kpl/100 ml	Fek.ent. kpl/100 ml
15.4.2009	10	7	11,9	45	50	76	6	1300	620	48		
15.4.2009	12	6,9	33,2	48	65	83	8	1200	480	40		
15.4.2009	2	6,5	9,9	48	68	119	13	1900	670	96		
15.4.2009	3	7	8,6	81	120	130	11	1900	920	75		
15.4.2009	4	7,1	11,1	99	120	140	13	2400	1400	97		
15.4.2009	5	7	9,3	59	70	110	15	820	600	200		
15.4.2009	6	6,9	16,8	39	70	93	8	1500	660	35		
15.4.2009	7	7,3	22,1	55	70	150	21	2200	1100	350	31	29

**Liite 3.** Valkjärven ojien pohjasedimenttien viljavuustutkimustulokset

**2: Puokka**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	HtS	rm	0,7	6,3	2000	4,0	220	690	10
16.6.2009	HeS	rm	1,1	6,4	2100	4,2	250	700	10
8.9.2009	LjS	erm	1,2	6,5	2200	<3,5	250	680	9

**3: Hyypiänmäki**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	HeS	rm	0,7	6,7	2200	<3,5	270	760	<9
16.6.2009	HeS	rm	0,7	7,3	1900	<3,5	310	640	13
8.9.2009	HeS	rm	0,6	7,0	1700	<3,5	160	490	<9

**4: Järvenpään pelto-oja**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	HsS	rm	0,8	7,1	2200	3,8	270	730	11
16.6.2009	HeS	rm	0,8	6,4	2300	5,2	270	670	16
8.9.2009	HsS	rm	1,1	6,7	2200	5,6	280	600	13

**5: Lähtelä, vasen**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	AS	rm	0,9	7,0	2300	<3,5	290	860	<9
16.6.2009	AS	rm	0,5	7,1	2100	<3,5	230	740	<9
8.9.2009	HeS	rm	1,1	7,3	2600	<3,5	310	1000	9

**6: Lähtelä, oikea**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	AS	erm	1,7	5,9	2000	4,7	180	520	61
16.6.2009	AS	erm	0,8	5,8	2100	3,9	160	560	76
8.9.2009	LjS	erm	2,3	5,8	2000	4,0	170	520	86

**7: Lähtelänoja**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	AS	rm	1,0	7,3	2400	<3,5	290	940	9
16.6.2009	AS	rm	0,8	7,2	2100	<3,5	240	810	<9
8.9.2009	HeS	rm	0,9	7,4	2300	5,2	270	780	<9
8.9.2009 (pato yläp.)	HeS	erm	1,6	6,6	2400	8,1	320	500	25

**10: Tiiranoja**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	AS	rm	0,8	6,8	2800	<3,5	250	810	9
16.6.2009	HeS	rm	0,6	6,9	2700	<3,5	220	920	<9
8.9.2009	HeS	rm	1,0	6,8	2900	<3,5	240	910	<9

**12: Rantalanoja**

NäytePvm	Maalaji	Multavuus	Johtoluku (10xmS/cm)	pH	Ca (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)
9.10.2008	HeS	rm	0,9	6,8	2200	<3,5	190	690	<9
16.6.2009	AS	rm	1,5	6,8	2200	3,9	210	740	14
8.9.2009	HsS	rm	1,2	7,1	2300	<3,5	210	750	<9

**Liite 4.** Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmät

<b>Määrittäminen</b>	<b>A</b>	<b>Menetelmäkuvaus</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Epävarmuus-%</b>
Pintamaan maalaji	A	MMPIMAAL.DOC. Aistinvarainen määrittäminen.		Luotettavuus 95 % varmuudella
Multavuus	A	MMPIMAAL.DOC. Aistinvarainen määrittäminen.		Luotettavuus 95 % varmuudella
Johtoluku		JI mitataan maa-vesi-suspensiosta. (1:2,5)	10xmS/cm	Luotettavuus 95 % varmuudella
Happamuus pH		pH mitataan maa-vesi-suspensiosta. (1:2,5)		Luotettavuus 95 % varmuudella
Kalsium (Ca)	A	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	mg/l	15
Fosfori (P)	A	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, ammoniummolybdaatti –kompleksin spektrofotometrinen mittaus.	mg/l	17
Kalium (K)	A	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	mg/l	15
Magnesium (Mg)	A	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	mg/l	15
Rikki (S)	A	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	mg/l	15

A= Määrittämykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.