

Selvitys eräiden Vantaan purojen automaattisista vedenlaadun seurannoista 2011-2012

Julkaisu 71/2013

Pasi Valkama, Sanna Laakso, Anna-Liisa Kivimäki
ja Kirsti Lahti



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Selvitys eräiden Vantaan purojen automaattisista vedenlaadun seurannoista 2011–2012

Pasi Valkama, Sanna Laakso, Anna-Liisa Kivimäki ja Kirsti lahti

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

Julkaisu 71/2013

ISBN 978-952-7019-03-0 (pdf)

ISSN 0357-6671



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Sisältö

Selvitys eräiden Vantaan purojen automaattisista vedenlaadun seurannoista 2011-2012	5
1. Kylmäojan itäisen haaran veden laatu keväällä 2011 ja 2012.....	5
1.1 Tutkimusalue	6
1.2 Seurannan toteutus.....	7
1.2.1 Vuoden 2011 seuranta.....	7
1.2.1 Vuoden 2012 seuranta.....	9
1.3 Tulokset ja niiden tarkastelu: kevät 2011.....	12
1.3.1 Kuormituslähteiden alueellinen tarkentaminen kevät 2011.....	16
1.4 Tulokset ja niiden tarkastelu: kevät 2012.....	19
1.5 Yhteenveto ja johtopäätökset (Kylmäoja)	28
2. Tutkimus Kirkonkylänojan vedenlaadusta marras-joulukuussa 2011	29
2.1 Tulokset ja tulosten tarkastelu	31
2.2 Yhteenveto ja johtopäätökset (Kirkonkylänoja)	37
Lähteet.....	38

LIITTEET

Selvitys eräiden Vantaan purojen automaattisista vedenlaadun seurannoista 2011-2012

Tähän raporttiin on koottu vuosien 2011-2012 aikana Vantaan alueella toteutettujen pienten purojen automaattisen veden laadun seurannan keinoin toteutettujen mittausten tulokset. Kyseiset purot, Kylmäojan itäinen haara ja Kirkonkylänoja, ovat molemmat intensiivisen maankäytön puristuksissa joutuneet ahtaalle ja se näkyy myös näiden purojen veden laadussa. Kylmäojan itäisen haaran valuma-alueella sijaitseva Kylmäojan korpi muodostaa Uudenmaan tiheään asutulle alueelle harvinaisen ekosysteemin, jolla on myös veden laatuun vaikuttavia ulottuvuuksia. Kylmäojan on lisäksi todettu olevan potentiaalinen vesiympäristö taimenen lisääntymiselle. Kirkonkylänojan valuma-alueelle taas on suunniteltu veden määrän ja laadun hallintaan soveltuvan altaan rakentamista. Molemmat purot laskevat Keravanjokeen ja edelleen Vantaanjokeen. Vaikka näiden purojen veden laadulla olisikin Keravanjoen ja Vantaanjoen kokoisten jokien vedenlaatuun niiden pieninä sivu-uomina vain vähäinen vaikutus, ovat ne itsenäisinä puroekosysteemeinä tarkasteltuina kestokykynsä rajoilla.

1. Kylmäojan itäisen haaran veden laatu keväällä 2011 ja 2012

Vantaan kaupungin, Tuusulan kunnan ja Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen yhteistyönä on vuosien 2011–2012 aikana toteutettu Kylmäojan itäisen haaran valuma-alueella automaattista veden laadun seurantaa. Lisäksi veden laatua seurattiin vesinäytteenotoin ja vuonna 2012 alueella tehtiin tutkimuksia, joilla pyrittiin selvittämään pohjaveden osuutta Kylmäojan itäisessä haarassa ja Kylmäojan korven alueella mahdollisesti tapahtuvaa pohjaveden purkautumista purouomaan. Kylmäojan itäinen haara sijaitsee osin Tuusulassa ja osin Vantaalla. Kyseistä vesistöä kuormittaa Tuusulan kunnan teollisuusalueilta huuhtoutuvat hulevedet. Veden laatuun vaikuttaa huomattavasti Kylmäojan korpi, suojeltu kosteikkoalue, jonka läpi puro virtaa (kuva 1). Korven on todettu parantavan veden laatua ja toimivan puskurina Tuusulan kunnan puolelta tulevien teollisuusalueen ja tiealueiden kuormitusta vastaan (Taylor 2012).

Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä, jotka johdetaan pois maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta. Lisäksi perustusten kuivatusvesien voidaan katsoa kuuluvan hulevesiin. Vettä läpäisemättömän pinnan osuus on yksi merkittävimmistä hulevesien määrään vaikuttavista tekijöistä. Kaupungistumisen seurauksena vettä läpäisemätön pinta-ala kasvaa, jolloin myös hulevesien määrä kasvaa

ja veden luonnontilainen kiertokulku häiriintyy (Schueler 1994). Lisäksi ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän sademäärää ja voimistavan niiden intensiteettiä. Esimerkiksi Suomessa sadannan oletetaan kasvavan keskimäärin 10-15 % touko-syyskuussa vuosiin 2071-2100 mennessä ja kesäkauden rankimpien vuorokausisateiden 10-30 % (Aaltonen ym. 2008). Tulevaisuudessa kaupungistumisen ja ilmastonmuutoksen seurauksena on tärkeää kiinnittää entistä enemmän huomiota hulevesien hallintaan ja ympäristövaikutuksiin, kuten niiden aiheuttamiin tulviin (virtaama kasvaa ja virtaamapiikit yleistyvät) ja vesistöjen laatua huonontaviin tekijöihin. Hulevesiä olisi hyvä hallita ja käsitellä mahdollisimman lähellä niiden syntyä paikkaa, esimerkiksi imeyttämällä tai käyttämällä ne hyödyksi tonteilla. Tämä onkin priorisoitu Vantaan hulevesiohjelman hulevesien käsittelyn tärkeimmäksi keinoksi (Vantaan kaupunki 2009).

Tutkimuskohteessa on Tuusulan puolella, ojan latvaosissa, Kulomäentien työpaikka-alueen hulevesien virtaaman tasaamiseen ja öljynerotukseen tarkoitettut hulevesialtaat. Niitä ei ole tarkoitettu koko Kylmäojan itäisen haaran virtaaman hallitsemiseen. Tämän selvityksen päätarkoituksena oli tarkastella hulevesien vaikutusta Kylmäojan itäisen haaran veden laatuun, erityisesti Kylmäojan korpeen ja korven veden laatua parantaviin vaikutuksiin.

1.1 Tutkimusalue

Kylmäojan itäinen sivuhaara saa alkunsa Tuusulan kunnan eteläosassa sijaitsevan Mätäkipenmäen hiekkaja soramuodostuman alueelta purkautuvista pohjavesistä. Mätäkipen pohjavesialueen eteläisen osa-alueen pohjavesien pääasiallinen purkautumisalue on Kuninkaanlähteen alue (OIVA-Ympäristö- ja paikkatietopalvelu), mutta jonkin verran pohjavettä purkautuu myös kaakkoisreunalla. Varsinaisen Mätäkipen pohjavesimuodostuman itäpuolella on kallioselänteiden välisiin painanteisiin kerrostuneita hiekkakerroksia, joista myös purkautuu pohjavettä Kylmäojan itäisen haaran latvaosiin. Kylmäojan itäinen haara laskee Tuusulan kunnan eteläisen rajan ja Kulomäentien alueella sijaitsevan työpaikka-alueen läpi jatkaen Vantaalle. Vantaan puolella oja kulkee Kylmäojan korven läpi, jonka eteläpuolella ojaan yhtyy Kulomäen edelleen käytössä olevalta täyttömäeltä laskeva sivuhaara. Kylmäoja laskee Keravanjoen kautta Vantaanjokeen, joka laskee Helsingin edustan merialueella sijaitsevaan Vanhankaupunginlahteen. Kylmäojan itäisen haaran valuma-alue on kooltaan 4,7 km², mistä hieman suurempi osa (61 %) sijaitsee Vantaan puolella (Krebs 2009). Valuma-alueella on metsää, suoaluetta, kaupunkirakentamista vanhaa peltoa ja työpaikka-alue. Suurin osa ojan vesistä on peräisin hulevesistä, mutta pohjavedet ylläpitävät alivirtaamaa. Valuma-alueen vettä läpäisemätön pinta-ala oli 7 % vuonna 2007 ja sen ennustetaan olevan vuoteen 2030 mennessä 16 % (Krebs 2009). Tämän kasvun odotetaan eri rakennustavoista riippuen

kasvattavan syntyvien hulevesien määrän hieman yli kaksinkertaiseksi (2007 noin 7000 l s⁻¹ -> 2030 noin 15 000-18 000 l s⁻¹) (Krebs 2009).

Kylmäojan korven soistuma on muodostunut savikerrosten päälle. Korven alueella keväällä 2012 tehtyjen painokairausten mukaan (Vantaan kaupunki, Geotekninen maatumutkimus -yksikkö) korven alueella esiintyy ohuen turvekerroksen alla syvyyteen 4 - 6 m mpa asti savea-silttiä, minkä jälkeen maalaji muuttuu karkearakeiseksi (soraksi-soramoreeniksi). Korven koillis- ja länsipuolella on kalliokouhousia, joiden alueella irtomaakerrokset koostuvat maanpinnasta alkaen vettä johtavasta hiekasta, sorasta tai moreenista. Savi- ja silttikerrosten alapuolisiin hiekka- ja moreenikerrokseen kerääntyy pohjavettä, jota muodostuu savikkoa ympäröivillä moreenialueilla. Pintaosan vaihtelevan paksuisen savikerroksen vuoksi pohjavesi on ainakin paikoitellen paineellista.

1.2 Seurannan toteutus

1.2.1 Vuoden 2011 seuranta

Automaattinen veden laadun seuranta toteutettiin vuonna 2011 Kylmäojan itäisessä haarassa Kylmäojan korven yläpuolisella ja sen alapuolisella mittauspisteellä (kuva 1). Antureilla (YSI:n 600 OMS, YSI Inc.) mitattiin kymmenen minuutin välein veden sameutta, sähkönjohtokykyä, lämpötilaa sekä happipitoisuutta. Yläasemalla mittausjakso oli 3.3.-10.5 ja ala-asemalla mittaukset aloitettiin muutama viikko myöhemmin (15.3.-10.5), kun asentaminen sinne oli sulamisen myötä mahdollista. Veden pinnankorkeuden vaihtelua seurattiin Kellerin paineanturilla. Laboratoriomäärityksiä varten korven yläosan mittausasemalta otettiin viisi vesinäytettä ja alaosan mittausasemalta neljä (liite 2). Vesinäytteenotto pyrittiin ajoittamaan kevättulvan nousu- huippu- ja laskuvaiheeseen. Vesinäytteistä analysoitiin akkreditoidussa MetropoliLab Oy:n laboratoriossa *Escherichia coli* ja enterokokit, kiintoainepitoisuus, sameus, väri, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, alkaliteetti, nitraatti-nitriittitypen summa, kokonaistyyppi, liuennut fosfaattifosfori, kokonaisfosfori, orgaanisen hiilen kokonaismäärä, kloridi- ja sulfaattipitoisuudet sekä öljyhiilivedyt. Alkuaineista analyysivalikoimaan kuuluivat arseeni, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki, rauta, kalium, kalsium ja magnesium. Öljyhiilivetyjä C₅-C₄₀ tutkittiin korven yläpuoliselta mittausasemalta kaksi kertaa ja alapuoliselta asemalta kerran. Yläasemalta selvitettiin yhdestä näytteestä myös polyaromaattisten hiilivetyjen esiintyminen.



Kuva 1. Kevään 2011 automaattiset mittauspisteet Kylmäojan korven yläpiste (IN) ja korven alapuolinen piste (OUT). Kuormituksen alueellisen kartoittamisen yhteydessä keväällä 2011 otettiin vesinäytteitä neljästä pisteestä (P1-P4) Tuusulan kunnan alueelta (ilmakuva ja valuma-aluearajaus, Vantaan kaupunki 2011).

Toukokuun alkupuolella kartoitettiin tarkemmin kuormituslähteitä ja tätä varten otettiin vesinäytteitä neljältä näytteenottoasemalta (P1-P4, kuva 1). Yksi näytteenotto piste oli A-altaan laskuojassa (P1) ja muut B-altaan ala- ja yläpuolella (P2-P3) sekä puron latva-alueelta (P4), joka on lähinnä luonnontilaa ja varikkoalueen valumavesien vaikutuksen ulkopuolella. Lisäksi tehtiin useita mittauksia YSI-sondilla (600 XLM V2) alkaen korven alaosaan edeten puron latvaosiin. Itellan katolle asennettu Vaisalan WXT-sääasema mittasi sademäärä, lämpötilaa, ilmanpainetta ja ilman suhteellista kosteutta sekä tuulen nopeutta ja suuntaa. Sademittarissa ei ole tuulisuojaa, eikä se mittaa lumisadetta.

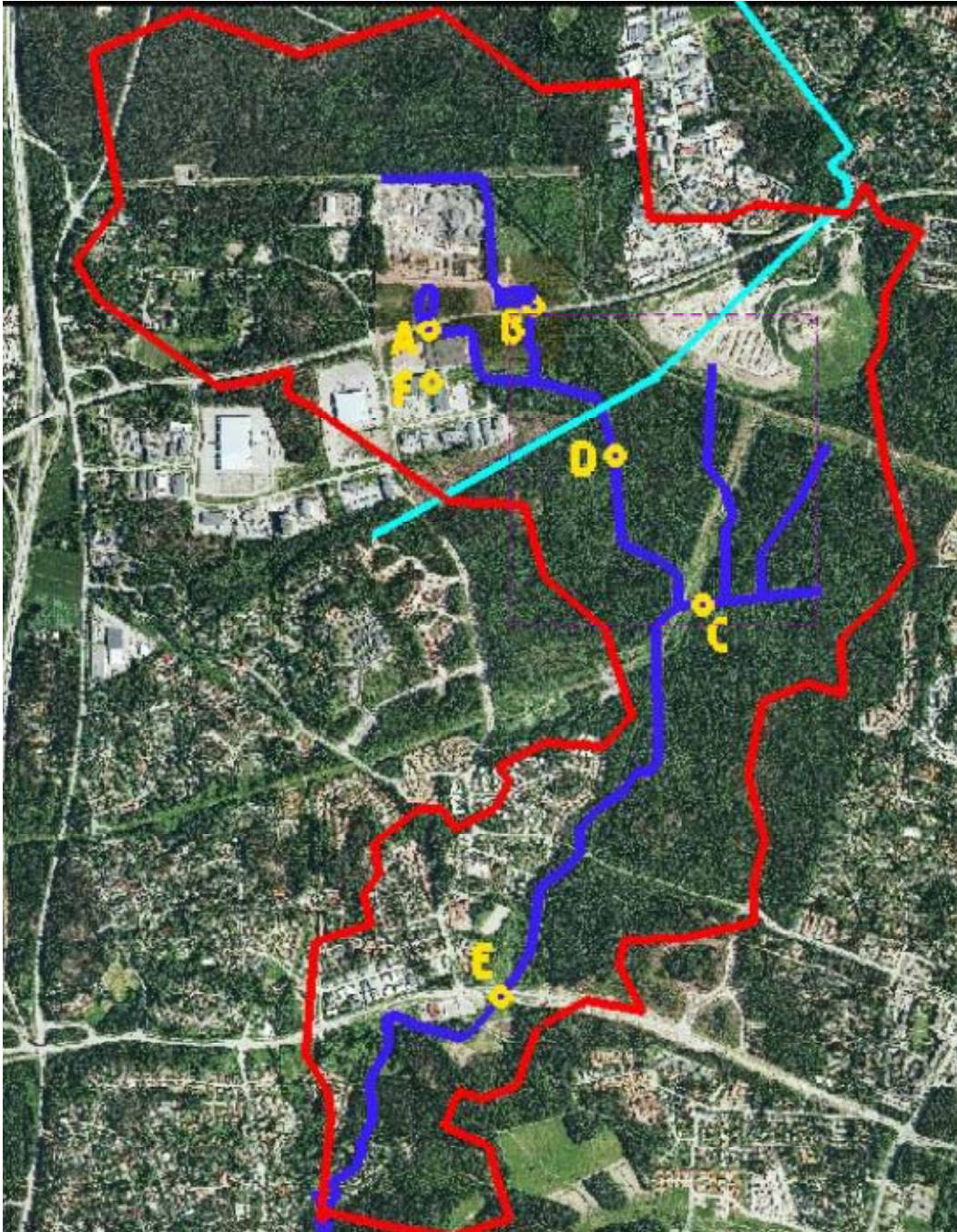
1.2.2 Vuoden 2012 seuranta

Kylmäojan itäisen haaran veden laatua seurattiin myös keväällä 2012 automaattisten mittausantureiden avulla 29.2.-30.4.2012 välisenä aikana Kylmäojan korven yläosassa vastaavassa paikassa kuin keväällä 2011 sekä valuma-alueen alaosassa Koivukylänväylän tuntumassa samalla mittausaika-alueella kuin vuonna 2011 (kuva 2). Mitattuja parametrejä oli kuitenkin vähemmän kuin edellisellä vuonna: anturit mittasivat sameutta, sähkönjohtokykyä ja lämpötilaa. Näillä asemilla mitattiin myös veden pinnankorkeuden vaihtelua. Lisäksi pinnankorkeutta seurattiin valuma-alueen yläosaan rakennettujen tasausaltaiden (A- ja B-allas) alapuolella sekä Kulomäen suunnalta Kylmäojaan liittyvässä haarassa. Pinnankorkeuden mittaukset olivat osa Tiina Talvisen Vantaan kaupungille tekemää diplomityötä (Talvinen 2012) ja altainen toimivuutta on käsitelty DI Ulla-Maija Rimpiläisen raportissa (Rimpiläinen ym. 2012). Niiden käsitteleminen onkin jätetty tässä raportissa vähemmälle huomiolle. Vesinäytteet otettiin kumpaankin altaaseen tulevasta ja lähtevästä ojasta, Kulomäeltä tulevasta sivuhaarasta hieman ennen, kuin se liittyy Kylmäojaan, sekä korven yläpuolelta. Laboratorioanalyysit tehtiin vuoden 2011 tapaan MetropoliLab Oy:n laboratoriossa ja analyysivalikoima noudatti samoin vuoden 2011 vastaavaa. Sadantaa, ilman lämpötilaa ja -painetta, suhteellista kosteutta ja tuulen nopeutta ja suuntaa seurattiin jälleen Vaisalan WXT sääasemalla.

Pohjavesiselvityksiin liittyen Kylmäojan korven reuna-alueille asennettiin kolme pohjaveden havaintoputkea (putket HP22, HP23 ja HP25, sijainti esitetty liitekartassa 1) syyskuussa 2011. Havaintoputkien siiviläosa (pituus 1 m) asennettiin syvyyteen, missä maalaji on vettä hyvin johtavaa hiekkaa-soraa. Havaintoputkista mitattiin huhtikuusta 2012 elokuuhun 2012 pohjaveden pinnankorkeus 1 – 2 viikon välein. Havaintoputkista HP22, HP23, HP25 sekä Mätäksen pohjavesialueen purkautumisalueella sijaitsevasta havaintoputkesta HP1 (taustaputki) otettiin pohjavesinäytteet lumien sulamiskauden päätyttyä 8.5.2012 sekä alivirtaamakautena 17.7.2012. Toukokuussa otetuista pohjavesinäytteistä määritettiin MetropoliLab Oy:n laboratoriossa sameus, väriluku, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC), kloridi- ja sulfaattipitoisuus sekä liukoisen raudan pitoisuus (0,45 µm suodattimella suodatetusta näytteestä). Heinäkuussa otetuista näytteistä määritettiin MetropoliLab Oy:n laboratoriossa kloridi- ja sulfaattipitoisuus, ja näytteenoton yhteydessä YSI Professional Plus Quatro-kenttämittarilla pohjaveden lämpötila, pH, sähkönjohtavuus ja happipitoisuus. Molemmilla näytekierroksilla otetuista pohjavesinäytteistä määritettiin lisäksi Helsingin yliopiston Geotieteiden ja maantieteen tutkimuslaboratoriossa hapen ja vedyn isotooppikoostumus ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) sekä silikaattipitoisuus (Agilent 7500ce/cx ICP-MS). Isotooppimääritykset tehtiin Picarro-ontelovaimenemisspektrometrillä. Tulokset ilmoitetaan delta (δ)-arvoina, mikä ilmoittaa promillepoikkeaman (‰) merivesistandardin VSMOW (=Vienna Standard Mean Ocean Water) isotooppikoostumuksesta.

Kylmäojan korven alueella mahdollisesti esiintyvien pohjaveden purkautumispaikkojen tunnistamiseksi tehtiin Kylmäojan puroveden lämpötilan ja uoman sedimentin lämpötilan kenttämittauksia 27.6.2012. Kenttämittauslinja aloitettiin kuvassa 1 esitetyn mittauspisteen P1 kohdalta, ja mittauksia tehtiin 75 m välein Kulomäeltä johtavan sivu-uoman liittymiskohtaan asti (piste C kuvassa 2). Mittauslinjan kokonaispituus oli 1,2 km. Uoman leveys mittauslinjalla oli 0,5 – 2,0 m ja syvyys 0,1 – 0,6 m (Matikainen 2012).

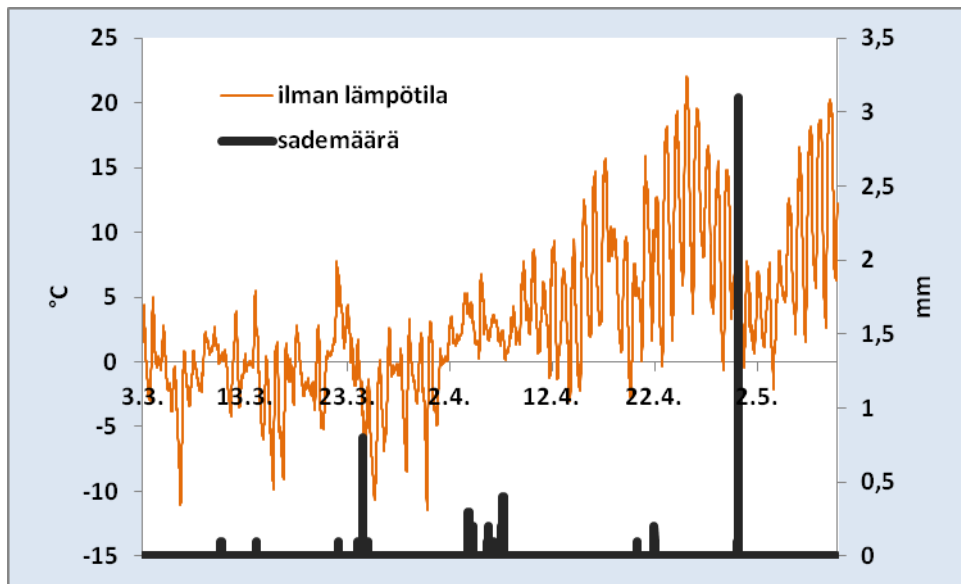
Kenttämittausten tulosten perusteella valittiin Kylmäojan korven alueen pohjois- ja eteläosa kohdealueiksi, joilla testattiin maastossa käsivaraisten lämpökamerakuvausten soveltuvuutta pohjaveden purkautumispaikkojen tunnistamiseen. Kuvauksissa käytettiin Helsingin yliopiston Geotieteiden ja maantieteen laitoksen Flir P60 lämpökameraa (Matikainen 2012).



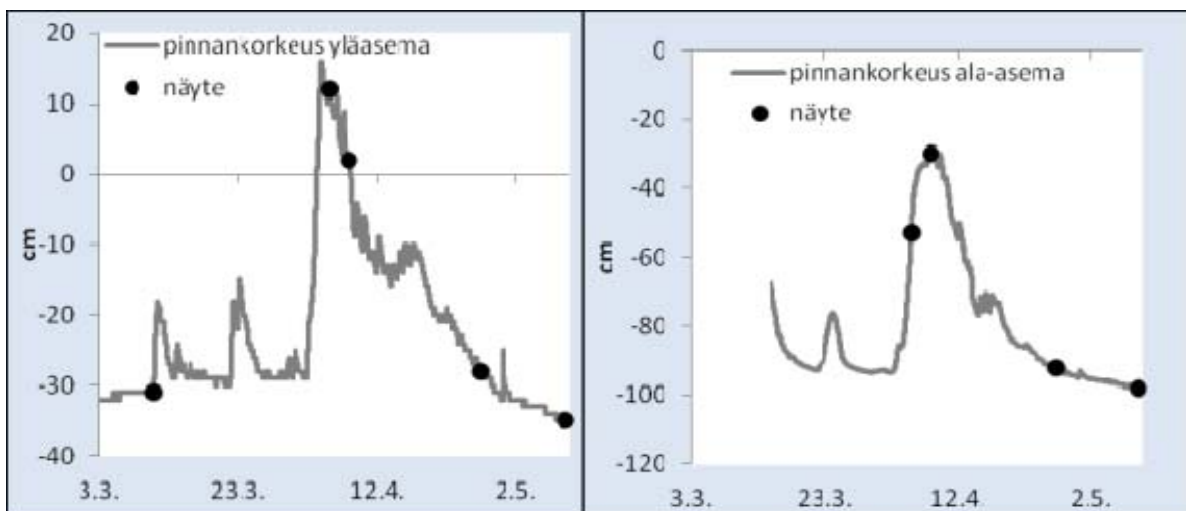
Kuva 2. Kevään 2012 mittauspisteet: A= läntisen hulevesialtaan alapuoli, B= itäisen hulevesialtaan alapuoli, C= Kulomäeltä virtaava sivu-uoma, D= Kylmäojen korven yläpuolinen mittausaema (YSI:n anturi), E= Koivukylänväylän mittausasema (YSI:n anturi), F=sääasema (ilmakuva ja valuma-aluearajaus, Vantaan kaupunki 2012).

1.3 Tulokset ja niiden tarkastelu: kevät 2011

Keväällä 2011 lumet alkoivat sulaa huhtikuun alussa, kun ilman lämpötila kohosi myös yöaikaan plussan puolelle (kuva 3). Sulamista seurannut kevättulva havaittiin pinnankorkeuden voimakkaana nousuna molemmilla mittausasemilla (kuva 4). Näytteenotto onnistuttiin ajoittamaan suunnitellusti kevättulvan nousu- huippu- ja laskuvaiheisiin.

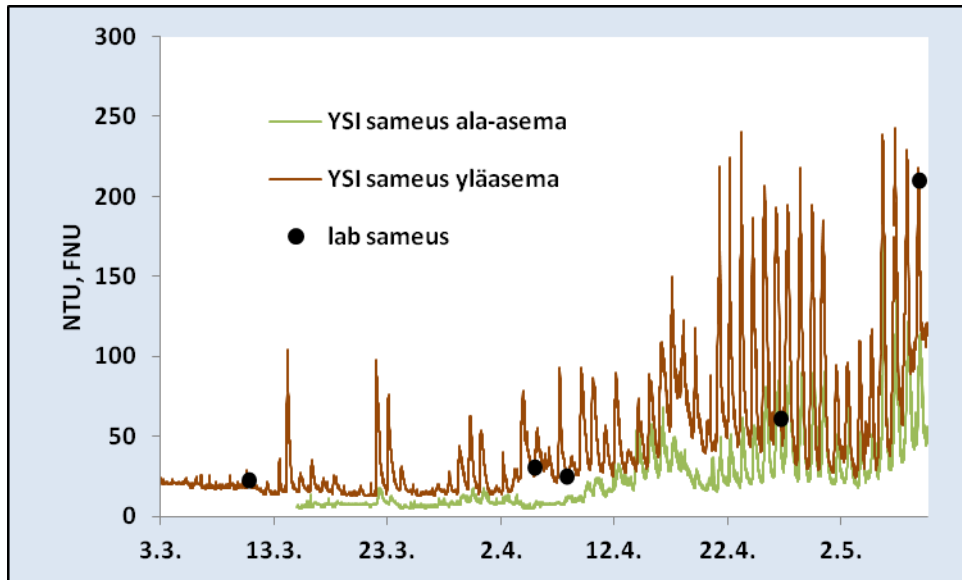


Kuva 3. Kylmäojan itäisen haaran alueelle asennetun sääaseman mittaama lämpötila ja sademäärä keväällä 2011.



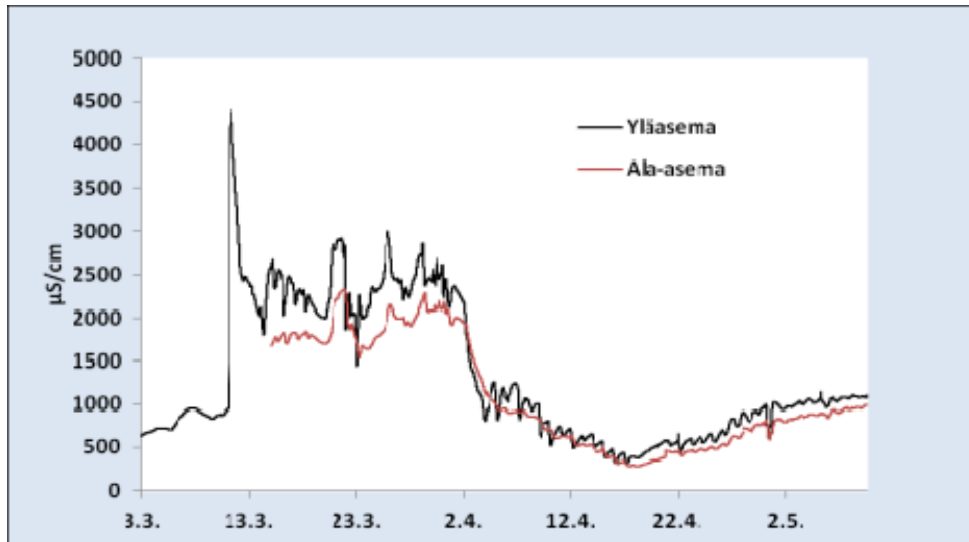
Kuva 4. Näytteenoton ajoittuminen kevättulvan 2011 aikana Kylmäojan ylä- ja alamittausasemilla.

Sameusarvot (kuva 5) olivat yläasemalla (keskiarvo 48, maksimi 243, minimi 13 NTU) selkeästi korkeammat kuin ala-asemalla (keskiarvo 24, maksimi 176 ja minimi 5 NTU). Kosteikossa veden virtaus hidastuu, jolloin muun muassa kiintoainesta ehtii sedimentoitua. Antureiden mittaamien ja laboratorioissa määritettyjen vastaavien muuttujien vertailun perusteella voitiin todeta antureiden toimivan hyvin ja luotettavasti (kuva 5).

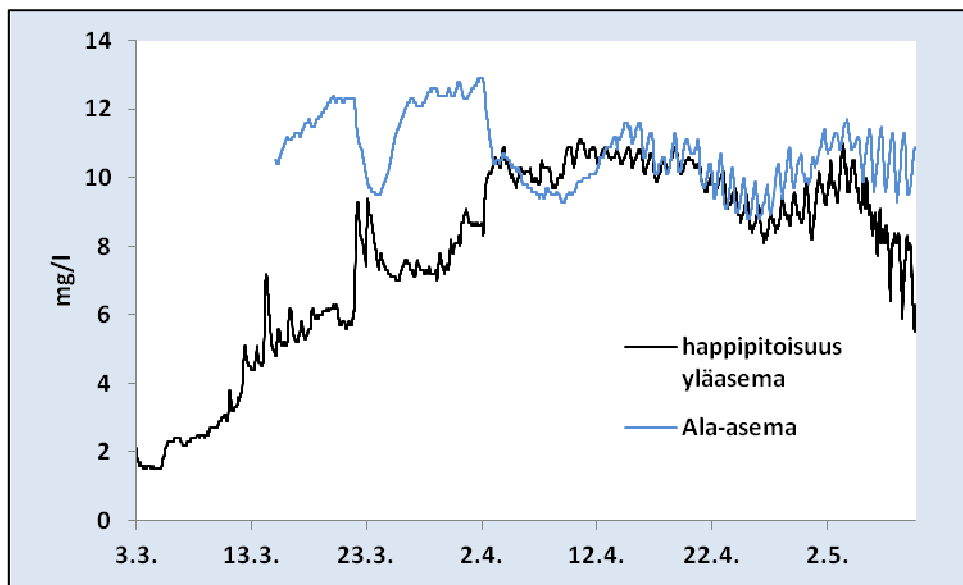


Kuva 5. Sameus automaattisella mittauksella sekä vesinäytteistä ylä- ja ala-asemalla vuonna 2011.

Myös sähkönjohtavuus oli jonkin verran korkeampi yläasemalla kuin ala-asemalla (kuva 6), etenkin alkukeväästä. Yläasemalla sähkönjohtavuus oli huomattavan korkea kevään alussa. Selkeä piikki ja korkein arvo mitattiin 11.-12.3 välisenä yönä, jolloin sähkönjohtavuus oli lähes 4500 ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Teiden suoламisenä käytettävät natriumkloridi (NaCl) ja kalsiumkloridi (CaCl_2) voivat aiheuttaa näin korkeat sähkönjohtavuudet vesistöissä. Myös vesinäytteistä analysoidut kloridin ja sulfaatin pitoisuudet olivat korkeita. Kloridipitoisuuksien keskiarvo oli yläasemalla noin 240 ja sulfaatin 37 mg l^{-1} ja vastaavasti ala-asemalla noin 220 ja 32 mg l^{-1} . Kloridin ja sulfaatin yhteisvaikutus selitti yli 98 % sähkönjohtokyvystä.

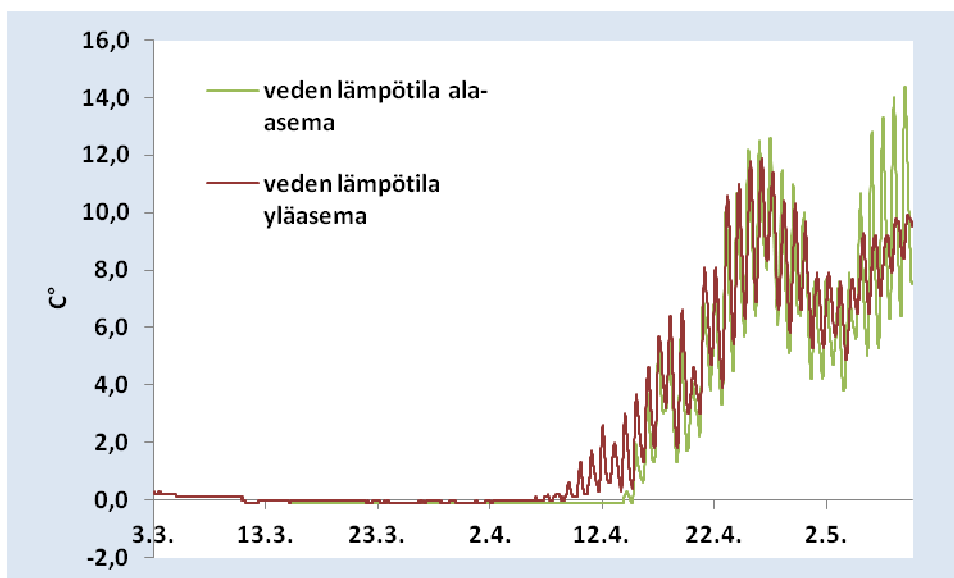


Kuva 6. Sähkönjohtavuus Kylmäojan korven ylä- ja asemalla vuonna 2011.



Kuva 7. Happipitoisuus ylä- ja ala-asemalla keväällä 2011.

Yläasemalla happipitoisuus (kuva 7) oli matala mittausjakson alkupuolella jäätymisen takia. Ala-asemalla sen sijaan happipitoisuus oli koko tutkimusjakson hyvä (9-13 mg l⁻¹). Veden lämpötilan vaihtelu oli suurempaa ala-asemalla (kuva 8) kuin yläasemalla. Tämä saattoi johtua yläaseman anturin syvemmästä sijainnista, jolloin lämpötilan vaihtelut tasaantuvat. Korven on aiemmin todettu laskevan sen läpi kulkevan veden lämpötilaa kesällä (Taylor 2012). Lämpötilan lasku parantaa veden laatua, sillä kylmempään veteen liukenee enemmän happea ja mikrobitoiminta yleisesti ottaen hidastuu, jolloin myös hapenkulutus laskee. Korven alueella veden lämpötilaa voi laskeuomaan purkautuva pohjavesi sekä puiden varjostus.



Kuva 8. Veden lämpötilä ylä- ja ala-aseamalla keväällä 2011.

Taulukossa 1 on esitetty antureilla mitattujen laadullisten muuttujien (sameus, sähkönjohtokyky, happipitoisuus) väliset erot Kylmäojan korven ylä- ja alapuolisella mittausasemalla. Korven läpi kulkeutuessaan veden laatu paranee kaikkien näiden muuttujien osalta tarkasteltuna. Taylor (2012) havaitsi kesällä 2010 toteutetussa tutkimuksessaan vastaavan Kylmäojan korven veden laatua parantavan vaikutuksen.

Taulukko 1. Kylmäojan korven yläpuolisen ja alapuolisen mittauspisteen tilastollisia arvoja kevään 2011 mittausjaksolla.

Muuttuja	Mittauspiste	N	min	maks	keskiarvo	keskihajonta	variaatiokerroin %
Sameus	Korpi ylä	9736	13	243	48	42	87
NTU	Korpi ala	7887	5	176	24	21	90
Sähkönjohtokyky µS/cm	Korpi ylä	9737	321	4401	1330	815	61
	Korpi ala	7864	286	2330	1100	623	57
Happipitoisuus mg/l	Korpi ylä	9737	1,5	11,1	7,8	2,7	35
	Korpi ala	7887	8,8	12,9	10,8	1,0	9
lämpötilä °C	Korpi ylä	9737	-0,1	11,9	2,6	3,6	137
	Korpi ala	7889	-0,1	14,4	2,8	3,8	138

Bakteeripitoisuudet olivat koholla ja ne olivat selkeästi korkeammat ala-aseamalla verrattuna yläasemaan lukuun ottamatta huhtikuun lopun näytteenottoa. Ala-aseaman *Escherichia coli* (*E. coli*) pitoisuudet olivat korkeimmillaan huhtikuun toisella näytteenotolla, 410 mpn/100 ml. Öljyhiilivetyjä esiintyi 27.4. yläaseamalla ja edellisellä näytteenotolla (8.4.) ala-aseamalla. Öljyhiilivetyypitoisuudet saattoivat todellisuudessa olla korkeammat, sillä vettä kevyemmät öljy-yhdisteet kulkeutuvat vesikerroksen pinnalla ja näin ollen niitä ei havaita syvemmällä vesikerroksessa antureilla eikä vesinäyttein. Myös näytteenottojen yhteydessä on

havaittu merkkejä öljyvuodoista, jotka saattavat olla peräisin valuma-alueella sijaitsevalta laajalta varikolta. Lisäksi öljyvuotohavaintoja tukee se, että jonkinlaiset öljyvuomit oli asennettu B -altaasta lähtevään ojaan (kuva 9).



Kuva 9. Itäiseen hulevesialtaaseen johtavien putkien eteen oli asennettu öljynkeräyspuomit toukokuussa 2011 (kuva: Pasi Valkama 2011).

1.3.1 Kuormituslähteiden alueellinen tarkentaminen kevät 2011

Toukokuun alkupuolella (9.5.2011) kartoitettiin kuormituslähteitä neljältä näytteenottasemalta (P1-P4). Lisäksi tehtiin useita mittauksia YSI-sondilla alkaen korven alaosasta edeten puron latvaosiin (kuva 11).

Korkeimmat sameudet mitattiin heti B-altaasta lähtevästä ojasta (410 NTU). Läntisestä altaasta (A-allas) laskevasta ojasta, joka yhdistyy itäisestä altaasta laskevaan ojaan ennen korpea, sameusluvut olivat selkeästi matalammat kuin B-altaasta laskevasta ojasta. B-altaan yläpuolisilla ojaosuuksilla sameus oli myös matala eli kiintoaineen lähde näyttää olevan tuolloin rakenteilla ollut B-allas. Tämän ojan sameus vaihteli selkeissä sykleissä.



Kuva 10. Itäisen hulevesialtaan rakentamisesta johtuva voimakas kiintoaineen huuhtoutuminen tukki lähes umpeen Kulomäentien alittavan rumpuputken (kuva: Pasi Valkama 2011).

Näytteenoton yhteydessä havaittiin, että B-altaaseen virtaava oja kulkee saviläjitysalueen läpi, joka saattaa entisestään lisätä veden sameutta erityisesti lumen sulamisen ja vesisateiden yhteydessä. Sähkönjohtavuus (kuva 12) taas oli selkeästi korkeampi A-altaan puolella (3800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Samasta paikasta otetussa vesinäytteessä oli hyvin paljon kloridia (590 mg/l) ja sulfaattia (66 mg/l). Teollisuusalueen pohjoispuolen metsäalueelta (P4) virtasi niin YSI-mittausten, kuin laboratorioanalyysienkin (Liite 2) perusteella veden laadultaan puhtainta vettä.



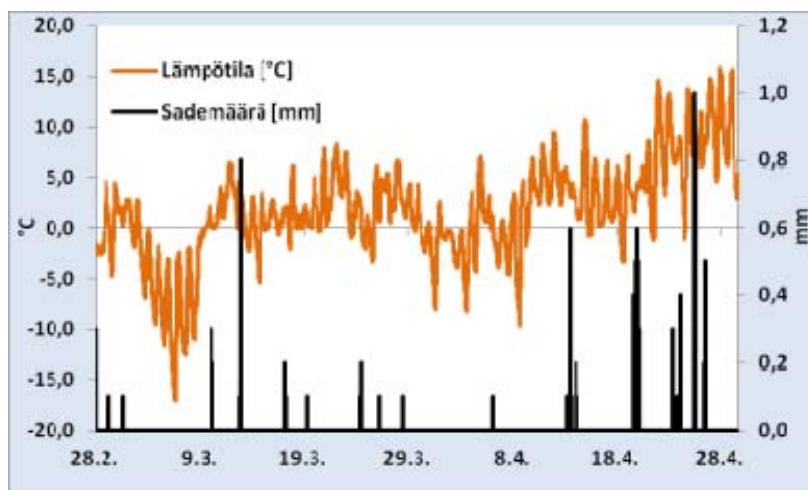
Kuva 11. Kylmäojan korven yläpuoliselta valuma-alueelta tehdyt sameusmittaukset osoittivat kiintoaineen alkuperäksi itäisen hulevesialtaan rakentamisesta johtuvan kaivamisen (ilmakuva ja valuma-aluearajaus, Vantaan kaupunki 2011).



Kuva 12. Veteen liuenneiden suolojen määrästä kertovan sähköjohtokyvyn mittaukset taas paljastivat läntisen hulevesialtaan puolelta korkeimmat arvot (ilmakuva ja valuma-alueajaus, Vantaan kaupunki 2012)

1.4 Tulokset ja niiden tarkastelu: kevät 2012

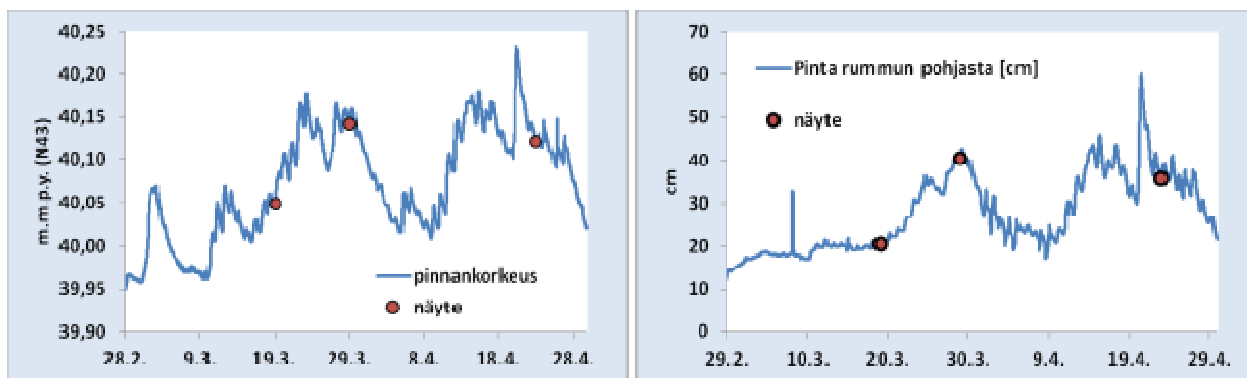
Kevään 2012 tulvajakso muodostui Kylmäojan itäisessä haarassa kaksiosaiseksi, kun jo maaliskuun alkupuolella alkanut ilman lämpeneminen (kuva 13) johti lumen sulamiseen ja siitä johtuvaan valunnan lisääntymiseen (kuva 14).



Kuva 13. Ilman lämpötila ja sademäärä Kälmläjojan itäisen haaran seuranta-alueella keväällä 2012.

Kevätvaluntaepisodit olivat suuruudeltaan ja kestoltaan samankaltaisia, mutta korkein valuntahuippu mitattiin huhtikuun 20. päivän 13 mm sateen jälkeen. Kyseinen sadetapahtuma näkyy myös vedenlaadun muutoksina.

Pinnankorkeusaineistossa mittausjakson alkuvaiheessa molemmilla mittausasemilla (Korpi ylä, Koivukylänväylä) esiintyvä äkillinen, lyhytaikainen piikki johtui todennäköisesti jäätymisestä tai uomaan kertyneen lumen aiheuttamasta padotuksesta.



Kuva 14. Pinnankorkeuden vaihtelu ja vesinäytteiden ottoajankodat Kälmläjojan korven (vasemmalla) ja Koivukylänväylän mittausasemalla (oikealla) keväällä 2012.

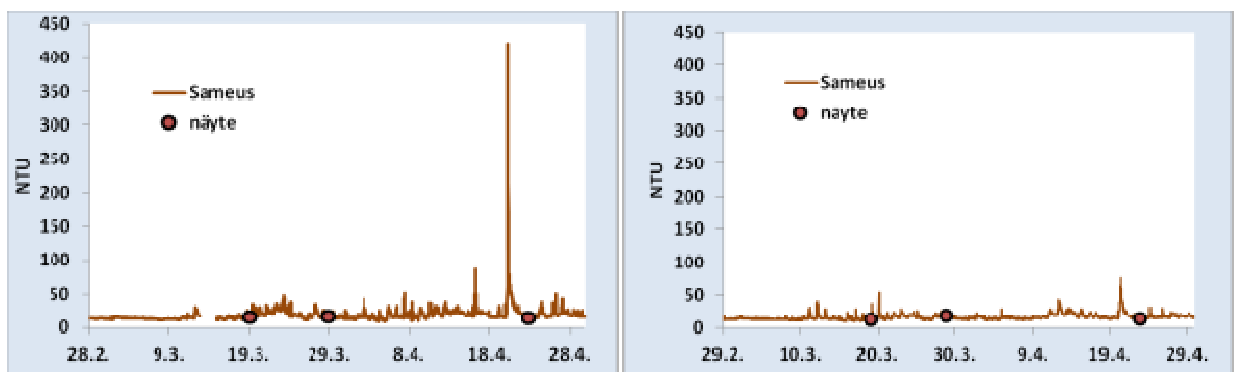
Sameus kertoo veteen suspendoituneesta kiintoaineesta. Kälmläjojan sameuteen vaikuttavat alueen maaperän savivaltaisuus ja ihmisen toiminta. Savisen maaperän alueella virtaavat purot ja joet ovat luontaisesti sameita, mutta ihmisen toiminnasta johtuen sameus ja kiintoainepitoisuus usein lisääntyvät. Kälmläjojan sameuteen vaikutti keväällä 2012 korven yläosan mittausasemalla myös alueella tapahtuva rakennustoiminta, joka ainakin laskeutusaltaiden A ja B välisellä alueella olivat maanrakennusvaiheessa. Näytteenoton yhteydessä työmaa-alueelta havaittiin huuhtoutuvan sameaa vettä. Edelliskevään kaltaista

hyvin voimakasta samennusta ja vuorokausivaihtelua ei todettu. Vuotta aikaisemmin todettu samennus johtuikin altaiden rakentamiseen liittyvästä kiintoaineen huuhtoutumisesta.



Kuva 15. Hulevesialtaiden välisellä alueella tehdyt kaivaustyöt samensivat Kylmäojan vettä läntisen (allas A) hulevesialtaan alapuolella (kuva: Pasi Valkama 2012).

Myös sameus vähenee korven mittausaseman ja Koivukylänväylän mittausasemien välisellä osuudella (kuva 16). Tässäkin korvella on vettä puhdistava vaikutus sen pidättäessä kiintoainetta. Myös vähemmän kiintoainetta sisältävien vesien osuus valunnasta Koivukylänväylän asemalle tullessa lisääntyy ja siten myös sameudessa näkyy laimenemisen vaikutus.



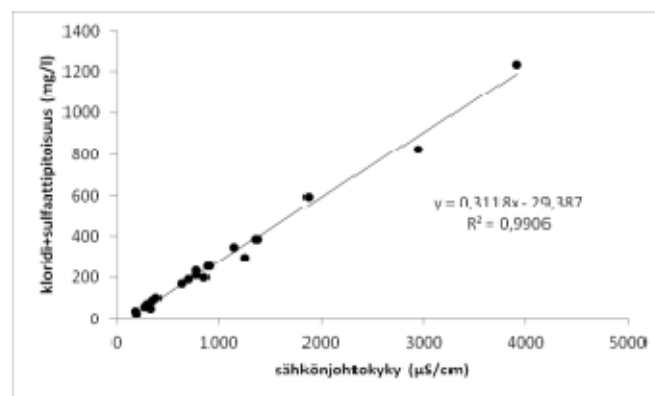
Kuva 16. Sameus 10 minuutin välein mitattuna Kylmäojan korven ja Koivukylänväylän mittausasemalla sekä vesinäytteiden ajoittaminen.

Sameuden keskiarvo korven yläpuolisella mittausasemalla oli koko mittausjaksolla 19 NTU, kun se keväällä 2011 oli 48 NTU. Suurin yksittäinen sameuspiikki 2012 johtui huhtikuun 20. päivän intensiivisen sadekuuron jälkeen. Edelliskeväänä ihmisen toiminta vaikutti Kylmäojan itäisen haaran valuma-alueen eroosioon siis voimakkaammin. Sameusanturissa oli häiriö 13.3.-15.3., joten tältä ajalta ei ole mittauksia.

Suurin osa Kylmäojan itäisen haaran kuljettamasta fosforista on kiintoaineeseen sitoutuneena. Liukoisen fosfaattifosforin osuus keväällä 2012 otetuissa näytteissä oli keskimäärin alle 8 %, kun se esimerkiksi savisessa maatalousvaltaisessa joessa voi olla 20–25 %, hetkellisesti jopa yli 80 %. Korkein liukoisen fosfaattifosforin ja kokonaisfosforin pitoisuus mitattiin A-altaaseen tulevasta vedestä 23.4. Vedestä tehdyt bakteerimääritykset viittasivat voimakkaaseen ihmisperäiseen jätevesikuormitukseen. Todennäköisesti myös puhdistamosta johtuen A-altaaseen tulevasta ja lähtevästä vedestä määritetyt kokonaisfosforipitoisuudet olivat kaikkina näytteenottopäivinä korkeimmat. Samasta näytestä mitattiin myös kaikkien näytteiden korkein (290 mg/l) sulfaattipitoisuus viitaten mahdollisesti puhdistamokemikaaliin.

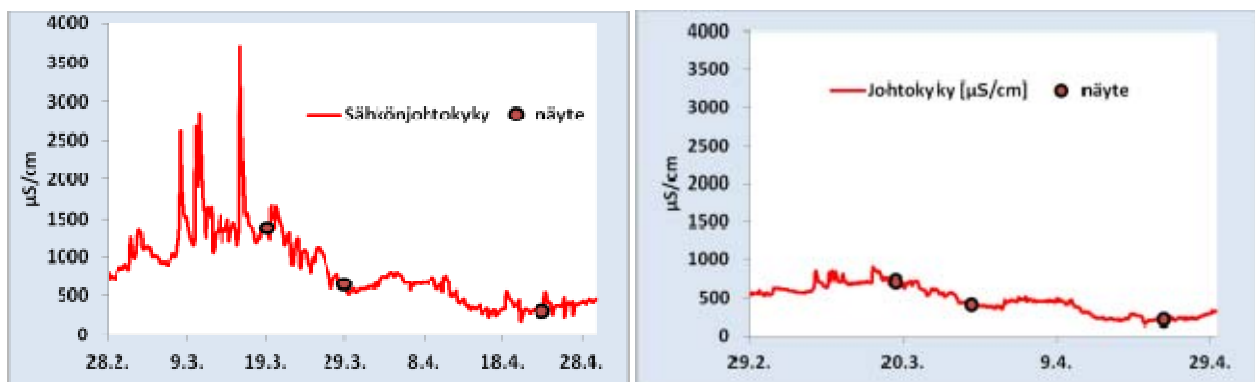
Hygieenistä ongelmaa havaittiin myös Kulomäen haaran näytteistä. *Escherichia coli*en määrät eivät kuitenkaan ylittäneet uimavedelle asetettuja raja-arvoja, mutta ne olivat korkeampia kuin muissa näytestä lukuun ottamatta A-allasta. Kulomäen näytteistä määritetyt kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuudet olivat korkeita vastaten lähinnä maatalousvaltaisen pelto-ojan pitoisuuksia. Ravinteiden alkuperä saattaa olla Kulomäeltä huuhtoutuvissa maa-aineksissa.

Hyvin korkea sähkönjohtokyky Kylmäojassa johtuu teille ja kiinteistöjen piha-alueille levitetystä liukkauden torjuntaan käytettävästä suolasta. Korven mittausaseman osalta siihen saattaa vaikuttaa hetkellisesti A-altaan puolen haarassa myös varikkoalueelle laskevan puhdistamon kemikaalit, jotka usein ovat sulfaattipohjaisia. Kloridin ja sulfaatin yhteisvaikutus selitti yli 99 % sähkönjohtokyvystä, kun tarkastellaan kaikkia (n= 19) keväällä 2012 otettuja näytteitä (kuva 17).



Kuva 17. Sähkönjohtokyky on voimakkaasti riippuvainen kloridin ja sulfaatin yhteisvaikutuksesta.

Korkeimmillaan sähkönjohtokyky on tyypillisesti tilanteessa, jossa lumen sulaminen on alkanut, mutta uomassa kulkevat vesimäärät ovat vielä suhteellisen vähäisiä. Tällöin suolatuilta alueilta tulevan valunnan suhteellinen osuus on suuri ja erityisesti kloridipitoisuudet korkeita. Asfaltoidut tie- ja piha-alueet, joita suolataan ja joilta poistetaan lunta talven aikana sulavat ja kuivuvat nopeammin kuin viher- tai metsäalueet, joilta lumi sulaa pääasiassa ilman lämpenemisen seurauksena. Yleensä virtaaman lisääntyminen lumen sulamisen edetessä laimentaa vettä ja sähkönjohtokyky siten pienenee. Toisen kevättulvahuipun aikaiset arvot olivat Kylmäojankorven mittausasemalla paljon pienempiä kuin ensimmäisellä sulamisjaksolla maaliskuussa (kuva 18). Ensimmäisellä jaksolla em. seikoista johtuen päällystetyiltä ja tiesuolan kuormittamilta alueilta syntyvä valunta oli suhteellisesti suurempaa kuin huhtikuussa tapahtuneen toisen tulvahuipun aikana.



Kuva 18. Veden sähkönjohtokyvyn vaihtelu Kylmäojan korven ja Koivukylänväylän mittausasemalla sekä vesinäytteiden ajoittuminen siihen nähden.

Edelliskeväänä tehdyn laatuun vaikuttavien tekijöiden alueellisen tarkentamisen perusteella todettiin sähkönjohtokyvyn tausta-arvon olevan teollisuusalueen pohjoispuolen metsäalueella 65 µS/cm. Arvo on noin puolet korkeampi kuin luonnontilaisen savisen metsäpuron sähkönjohtavuus Uudenmaan alueella. (Koppelmäki & Valkama 2013). Kylmäojan latvaosiin purkautuvan pohjaveden sähkönjohtavuus oli kevään ja kesän 2012 tutkimusjaksolla keskimäärin 80 µS/cm.

Sähkönjohtokyky pienenee huomattavasti Kylmäojan korven ja Koivukylänväylän mittausaseman välisellä matkalla. Tämä johtune laimeampien vesien lisääntymisestä esimerkiksi Kulokukkulan suunnalta tulevasta uomasta. Kulokukkulan näytepisteeltä otetuista vesinäytteistä mitattiin pienimmät sähkönjohtokyvyn arvot ja kloridipitoisuudet. Edelliskevään tulosten perusteella sähkönjohtokyky pieneni myös veden virratessa Kylmäojan korven alueen läpi viitaten korven liukoisten aineiden (erityisesti kloridi) pidätyskykyyn. Kylmäojan uoman läheisyydessä korven pohjois- ja eteläosassa sijaitsevilla pohjaveden havaintoputkissa HP22 ja HP25sulfaattipitoisuus oli kevään ja kesän tutkimusjaksolla 22 – 24 mg/l, ollen selvästi taustapitoisuutta 10 – 15 mg/l korkeammalla tasolla. Havaintoputkessa HP25 myös kloridipitoisuus (13

mg/l) oli taustapitoisuutta 2 – 3 mg/l suurempi. On mahdollista, että tulvajaksoina vedenpinta ojassa nousee niin korkealle, että ojavettä pääsee imeytymään siltti- ja moreenikerrosten kautta pohjaveteen. Jos sekoittumista pääsee tapahtumaan, vaikutus näkyy pohjavedessä pitkään.

Taulukossa 2 on esitetty Kylmäojan kaikilta näytepisteiltä vuosien 2011-2012 otetuista näytteistä analysoitujen eräiden haitallisten aineiden mediaanit. Taulukkoon koottiin GTK:n vuosina 1990, 1995, 2000, 2006 mittaamien luonnontilaisten purovesien vastaavien muuttujien mediaanit (Tenhola & Tarvainen 2008). GTK: tekemät analyysit on tehty suodatetuista (0,45 µm), kun taas tässä tutkimuksessa analyysit on tehty suodattamattomista näytteistä. Luonnontilaisten purojen pitoisuudet toimivat tässä yhteydessä suuntaa antavina tausta-arvoina. Ruth (2004) on mitannut kaupunkipuroja koskevassa tutkimuksessaan esimerkiksi liukoisen kuparin keskipitoisuudeksi 4,7-5,6 µg/l, kalsiumin 31-45 mg/l, sulfaatin 36-48 mg/l ja magnesiumin keskipitoisuudeksi 12,6 mg/l.

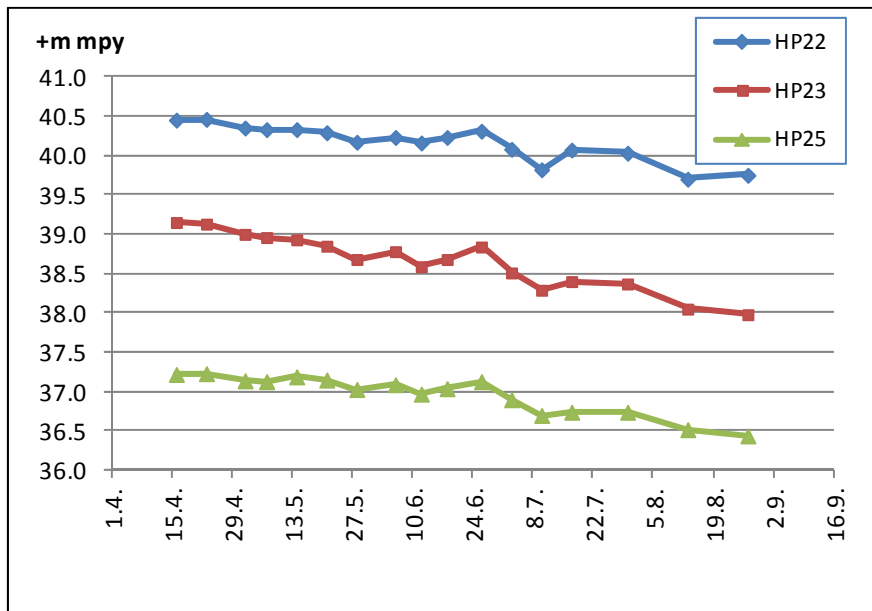
Taulukko 2. Kylmäojasta vuosien 2011-2012 aikana otetuista näytteistä analysoidut haitallisten aineiden pitoisuuksien mediaanit verrattuna GTK:n tutkimiin luonnontilaisten purovesien vastaavien muuttujien mediaaneihin.

Muuttuja	*Luonnontilaisten	Kylmäoja 2011-2012	
	purovesien mediaani	mediaani	n
As (µg/l)	0,35	1,5	25
Cr (µg/l)	0,4-0,5	6	29
Cu (µg/l)	0,53-0,65	4	30
Pb (µg/l)	0,1-0,31	3,5	28
Ni (µg/l)	0,41-0,7	5	28
Fe (mg/l)	0,67-0,92	1,9	38
K (mg/l)	0,69-1,18	5,3	31
Ca (mg/l)	4,24-4,94	31	31
Mg (mg/l)	1,42-1,74	9,7	31
sulfaatti (mg/l)	3,8	32	38
*Tenhola & Tarvainen 2008			

Kesäkuussa 2012 Kylmäojan korven alueella tehdyissä puroveden ja uoman sedimentin lämpötilamittauksissa havaittiin sedimentissä alentuneita lämpötiloja korven pohjoisosassa anturimittauspisteen "IN" ja havaintoputken HP22 välisellä puro-osuudella, noin 150 m matkalla sekä korven eteläosassa kohdassa, jossa uoman kulku kääntyy kohti itää. Sedimentin lämpötila oli näillä osuuksilla +10 °C, muissa osissa lämpötilan ollessa +12 - +13 °C. Edellä mainitussa eteläisessä kohdassa myös puroveden lämpötila oli noin 2 °C alempi kuin uoman muissa osissa korven alueella (Matikainen 2012). On mahdollista, että näissä kohdissa, joissa pinnalla ei ole salpaavaa paksua savikerrosta,

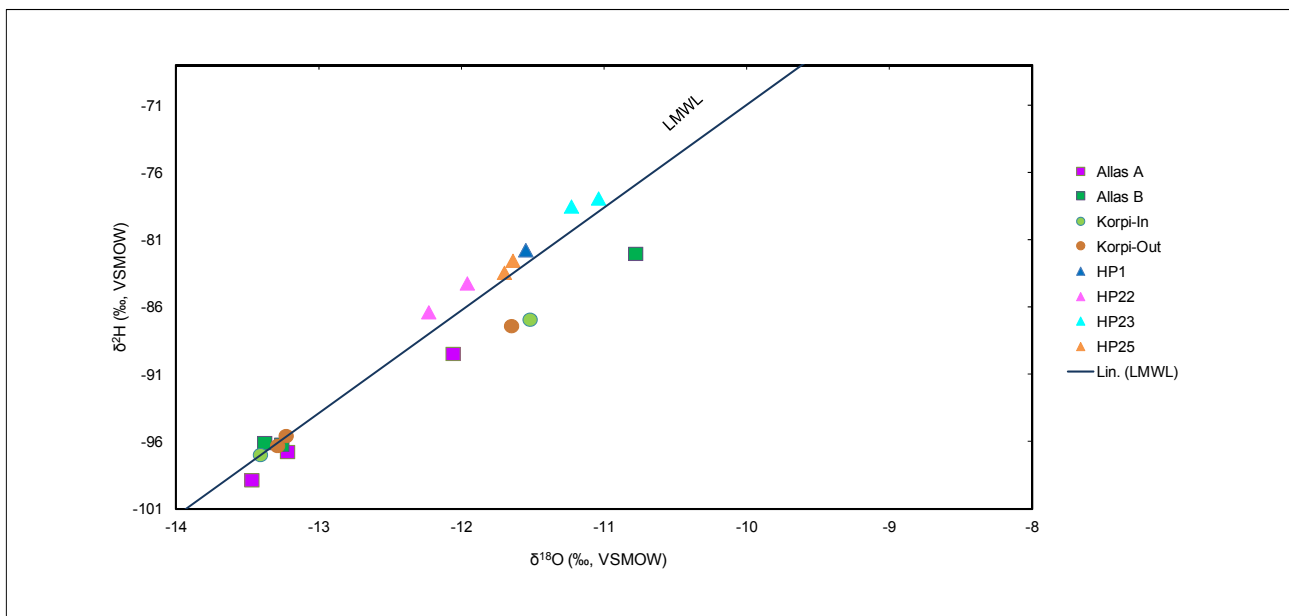
kalliokohoumien moreenikerrokseen varastoitunutta pohjavettä purkautuu alivirtaamakautena tiukumalla purouomaan. Purkautumispaikkoja ei kuitenkaan saatu jäljitettyä lämpökamerakuvauksilla. Kapean uoman runsas reunakasvillisuus haittasi kuvausten tarkkuutta, mutta pohjaveden hidas purkautuminen hienoainesta sisältävien maakerrosten kautta tiukupintoina selittäisi osaltaan sen miksi lämpökamerakuvauksissa ei tunnistettu pistemäisiä purkautumispaikkoja (Matikainen 2012).

Pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelut olivat mittausjaksolla kaikissa havaintoputkissa yhteneväisiä, kuvastaan pinnankorkeuden yleisiä alueellisia vuodenaikaisvaihteluita (kuva 19). Havaintoputki HP22 sijaitsee Kylmäojan uoman välittömässä läheisyydessä ja lähellä Kylmäojan korven mittausasemaa (kuva 14). Lumien sulamiskautena huhtikuun 2012 mittauskiertoilla pohjavedenpinnan painetaso putkessa HP22 oli tasolla +40,45 m mpy N43 (maanpinta +40,18 m mpy, putken yläpää +41,33 m mpy), vedenpinnan purouomassa vaihdella tasolla +40,10 – +40,23 m mpy N43 (kuva 14). Vedenpinta purossa oli korkeimmillaan 20.4. (+40,23 m mpy N43), minkä jälkeen pinta laski melko tasaisesti, ollen mittausjakson lopussa 30.4. tasolla +40,02 m mpy N43. Tällöin pohjaveden painetaso putkessa HP22 oli +40,35 m mpy N43. Pohjaveden painetaso oli siis koko kevään 2012 ylivirtaamakauden ajan purouoman veden pintaa korkeammalla. Pintaosien hienoaineskerrokset ja niiden aikaansaama pohjaveden paineellisuus estivät ylivirtaamakautenaakin puroveden imeytymisen pohjavesikerrokseen.



Kuva 19. Pohjaveden pinnankorkeudet havaintoputkissa HP22, HP23 ja HP25 huhtikuusta syyskuuhun 2012.

Vesinäytteiden vedyn ja hapen isotooppikoostumuksen ja liuennan silikaatin pitoisuuksien perusteella pyrittiin selvittämään purkautuuko Kylmäojan itäiseen haaraan korven alueella merkittäviä määriä pohjavettä. Tuloksia tulkitessa on huomioitava, että Kylmäojan itäisen haaran latvaosiin purkautuu pohjavettä Mätäkiven pohjavesimuodostuman alueelta. Pohjavesien happi- ja vetyisotooppikoostumukset heijastavat yleensä sadannan vastaavia koostumuksia. Pintavesissä isotooppikoostumus on erilainen, johtuen haihdunnan vaikutuksesta. Kevätylivirtaamakautena 2012 hulevesialtaiden A ja B isotooppikoostumukset olivat keskenään yhteneväiset, johtuen lumien sulamishuipusta (vedenpinnat altaissa ja purossa korkeimmillaan juuri ennen 23.4.2012 näytteenottoa). Myös huhtikuussa otetuissa purovesinäytteissä näkyi selvästi lumien sulamisvesien vaikutus, ja niiden isotooppikoostumus sijoittui sadannan koostumusta kuvaavalle LMWL-suoralle. Kesäalivirtaamakauden näytteissä isotooppikoostumukset hulevesialtaissa poikkesivat toisistaan, ja altaan A vedessä isotooppikoostumus oli lähempänä sadeveden ja sadannasta muodostuvan pohjaveden isotooppikoostumusta kuin altaan B vedessä. Heinäkuussa otettujen purovesinäytteiden isotooppikoostumus heijasteli haihdunnan vaikutusta, eikä pohjaveden vaikutusta havaittu näissä alivirtaamakauden purovesinäytteissä. Lähimpänä Kylmäojan latvaosiin purkautuvan pohjaveden (taustapitoisuusputki HP1) isotooppikoostumusta oli havaintoputken HP25 pohjaveden isotooppikoostumus. Havaintoputkissa HP1 ja HP25 ylivirtaamakauden ja alivirtaamakauden näytteiden isotooppikoostumuksessa ei ollut merkittävää eroa (kuva 20).



Kuva 20. Hapen ja vedyn isotooppikoostumukset Kylmäojan pohjavesinäytteissä, hulevesialtaiden vesinäytteissä ja purovesinäytteissä. Diagrammissa on esitetty paikallinen meteoristen vesien suora (LMWL). Suoran yhtälö on $\delta^{2}H = 7.67 * \delta^{18}O + 5.79$, Kortelainen 2007).

Taulukko 3. Liuennut silikaattipitoisuus pohjavesinäytteissä, hulevesialtaiden vesinäytteissä ja purovesinäytteissä ylivirtaama- ja alivirtaamakautena 2012.

Näytteenottopiste	mg/l
Allas A tuleva 23.4.	5.97
Allas A lähtevä 23.4.	4.65
Allas B tuleva 23.4.	5.33
Allas B lähtevä 23.4.	4.89
Kylmäoja korpi-IN 23.4.	5.05
HP1 8.5.	8.13
HP22 8.5.	10.85
HP23 8.5.	6.09
HP25 8.5.	9.84
Allas A 17.7	6.71
Allas B 17.7.	4.84
Kylmäoja korpi-IN 17.7.	4.96
Kylmäoja korpi-OUT 17.7.	4.86
HP1 Kylmäoja 17.7	8.06
HP22 Kylmäoja 17.7.	11.53
HP23 Kylmäoja 17.7.	6.50
HP25 Kylmäoja 17.7.	10.12

Silikaattipitoisuus (taulukko 3) altaiden luoteispuolella sijaitsevan Mätäkiven pohjavesimuodostuman pohjavedessä (HP1) oli tasolla 8 mg/l. Muissa pohjaveden havaintoputkissa silikaattipitoisuus oli 6 – 11,5 mg/l, ollen havaintoputkessa HP23 selvästi alemmalla tasolla kuin muissa havaintoputkissa. Irtomaakerrosten raekoostumus vaikuttaa silikaatin liukenemiseen pohjaveteen; hienorakeisesta aineksesta liukenemista tapahtuu enemmän. Myös pohjavedessä olevan liuenneen orgaanisen aineksen biohajoaminen voi tehostaa silikaatin liukenemistä.

Alivirtaamakautena silikaattipitoisuudet hulevesialtaiden vesissä viittasivat siihen, että altaassa A pohjaveden osuus on suurempi kuin altaassa B. Lumien sulamiskautena altaiden vedessä oli liuennutta silikaattia keskimäärin 5,2 mg/l. Alivirtaamakautena altaan A vedessä silikaattipitoisuus oli 6,7 mg/l ja altaan B vedessä 4,8 mg/l. Altaassa A havaittuja rautasaostumia muodostuu kun savikerrosten peittämää niukkahappista pohjavettä purkautuu altaaseen. Jos pohjavettä purkautuisi alivirtaamakautena merkittäviä määriä Kylmäojan uomaan myös Kylmäojan korven alueella, näkyisi se silikaattipitoisuuksien nousuna purovedessä. Alivirtaamakautena otetuissa näytteissä korpi-IN ja korpi-OUT silikaattipitoisuudessa ei

kuitenkaan tapahtunut merkittävää muutosta, viitaten siihen, että tihkupintojen kautta ei purkautunut korven alueella merkittäviä määriä pohjavettä puroon.

1.5 Yhteenveto ja johtopäätökset (Kylmäoja)

Kylmäojan itäinen haara on alueen teollisuuden, liikenteen ja rakentamistoimien vaikutusten puristuksessa. Huolestuttavaa on erityisesti Kylmäojankorven yläpuolisen alueen veden laatuun vaikuttava toiminta. Sähkönjohtavuudet ovat hyvin korkeita johtuen tie- ja piha-alueiden suolauksesta. Hyvin korkeat suolapitoisuudet saattavat vaikuttaa puroeliöstön lajistoa yksipuolistamalla. Mittausjaksoilla Kylmäojassa on myös todettu öljyhiilivetyjen kohonneita pitoisuuksia ja päästön alkuperä on jäljitetty tietyn teollisuustoimijan varikkoalueelle. Vesi on luonnostaan hieman sameaa, hyvin humuspitoista ja ruskeaa ja se sisältää paljon rautaa.

Maatalouden vesiensuojelussa on suositeltavaa keskittää kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä peltoalueille. Lannoituksen vähentämisellä, talviaikaisella kasvipeitteisyydellä, kerääjä- ja aluskasveilla estetään tehokkaasti eroosion ja ravinnekuormituksen syntyminen jo kuormituksen alkulähteillä. Taajama- ja teollisuusalueiden hulevesien hallinnassa tulisi myös keskittää näiden vesien määrän ja laadun hallintaa jo mahdollisimman aikaiseen vaiheeseen. Pienten vesimäärien käsitteleminen useiden yksittäisten menetelmien avulla paikallisesti lähellä kuormituslähdettä on helpompaa kuin yrittää puhdistaa suuria vesimääriä kauempana kuormituksen lähtöalueesta. Kiinteistökohtaisesti mahdollisimman tehokkaasti käsitellyt hulevedet johdettuna imeytyksen tai muun valuntaa tasaavan ratkaisun kautta vähentäisi vesistöihin kohdistuvaa laadullista ja määrällistä kuormitusta.

Vantaanjoen valuma-alueella, johon myös Kylmäoja kuuluu, asuu yli miljoona ihmistä ja asuin- ja teollisuusrakentamisen tuotannon paine alueella on kova. Kylmäojan korven kaltaisten keitaiden säilyttäminen tällaisten kuormituspaineen alaisten alueiden keskellä on vesistöjen ekologisen tilan ja virkistyskäytön kannalta elintärkeää. Toisaalta korven kaltainen luonnonkosteikkoalue on saattanut jättää Kylmäojan itäisen haaran ongelmat näkymättömäksi puhdistessaan puroon vettä. Tämän ainutlaatuisen lähes luonnontilaisen alueen puskurikykyä ei tulisi kuormittaa pysyvästi ja yhä kiihtyvällä tahdilla. Selvityksen perusteella voidaan todeta Kylmäojan veden laadun ja siten ekologisen tilan voivan parantua vain voimakkaasti ihmisen toimista johtuvaa kuormitusta vähentämällä. Kylmäojankorven vettä puhdistava vaikutus osoittaakin luonnollisten kosteikkoalueiden suojelun olevan tärkeää.



Kuva 21. Kylmäojankorpi pidättää kiintoainetta, tasaa valuntaa ja puhdistaa puron vettä (kuva Pasi Valkama 2012)

2. Tutkimus Kirkonkylänojan vedenlaadusta marras-joulukuussa 2011

Vuoden 2011 syksyllä toteutetun Keravanjokeen laskevan Kirkonkylänojan seurannan tarkoituksena oli taustoittaa ojan keskivaiheille (Manttaalipuisto) rakennettavan tasausaltaan soveltuvuutta paikalle ja sen mahdollisia vaikutuksia vedenlaatuun ja määrään. Manttaalipuiston hulevesialtaan tarkoitus olisi sekä hallita Kirkonkylänojan hulevesiä että nostaa esteettisesti Aviapoliksen alueen imagoa. Alue kärsii ajoittain tulvista ja lentokentältä huuhtoutuvien glykolipitoisten vesien aiheuttamista hajuhaitoista.

Keravanjokeen laskeva Kirkonkylänoja kulkee pääasiassa avouomana, mutta putkitettuna siitä on noin kolmannes. Oja onkin luokiteltu morfologiselta tilaltaan voimakkaasti/hyvin voimakkaasti muokatuksi (Haikala ym. 2009). Kirkonkylänojasta ei tavata kaloja täydellisen nousuesteen vuoksi ja uoman pohjaeläimistön on todettu olevan lajistoltaan hyvin vähäistä tai paikoin puuttuvan kokonaan (Janatuinen 2011).

Kirkonkylänojaa kuormittaa Helsinki-Vantaan lentokenttäalueelta sekä lentoaseman eteläpuoliselta teollisuus- ja työpaikka-alueilta huuhtoutuvat hulevedet. Myös Kehäradan tunnelin louhintatöiden aikaisia kuivatusvesiä pumpattiin Pyhtäänkorvenojan kautta vesistöön. Alueella on useita teollisia toimijoita ja

hulevesiä huuhtoutuu ojaan aina Kehä III:lta ja Aviapoliksen toimistorakennusalueelta asti. Lentoasemalla käytettävien jäänpoisto- ja jäänestoaineiden sekä liukkaudentorjunta-aineiden käyttö on kasvanut 1980-luvun lopulta tarkasteltuna huomattavasti. Alueella on kuitenkin panostettu jäänpoiston keskittämiseen tietyille alueille ja osa glykolipitoisista vesistä johdetaan jätevesiviemärin kautta Viikin puhdistamolle (Kamppi 2013).

Keravanjokeen laskevaan Kirkonkylänojaan asennettiin marraskuussa 2011 automaattinen veden laadun seuranta-asema Luode Consulting Oy:n toimesta. Anturin (YSI 600 OMS, YSI Inc.) mittaustietoa täydennettiin vesinäytteenotoin sekä maastotarkastelun avulla, joista vastasi Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen tutkija ja sertifioitu näytteenottaja. Seurantajakso kesti 36 päivää marraskuun 7. päivästä joulukuun 13. päivään saakka.

Anturi asennettiin Kirkonkylänojan pääuoman pohjaan betoniseen laattaan kiinnitettynä noin 15 cm pohjan yläpuolelle, jossa se mittasi veden lämpötilaa, sameutta, sähkönjohtavuutta ja pinnankorkeutta 10 minuutin välein. Mittaustiedot lähetettiin kaksi kertaa vuorokaudessa Luode Consulting Oy:n palvelimelle, jossa ne olivat tutkimukseen osallistuvien tahojen käytettävissä salasanasuojattuna. Luoteen toimesta ojaista tehtiin myös virtaamamittauksia eri vedenkorkeuksilla, jolloin virtaama voitiin laskea 10 minuutin välein mitatun pinnankorkeustiedon perusteella.

Anturin mittaustietoja täydennettiin vesinäytteistä tehtävien laboratorioanalyysien avulla. Näytteitä otettiin anturin mittauspisteen (Kirkonkylänoja, anturi) lisäksi myös pääuomaan liittyvästä Pyhtäänkorvenojasta (Pyhtäänkorvenoja), sekä ylempää ennen Pyhtäänkorvenojan liittymistä pääuomaan (Kirkonkylänoja, ylä). Näytteitä otettiin anturin mittausaikana kolme kertaa anturin mittauspaikalta, sekä kaksi kertaa ylempiltä Pyhtäänkorvenojan ja Kirkonkylänojan ylä-pisteiltä (Liite 4).

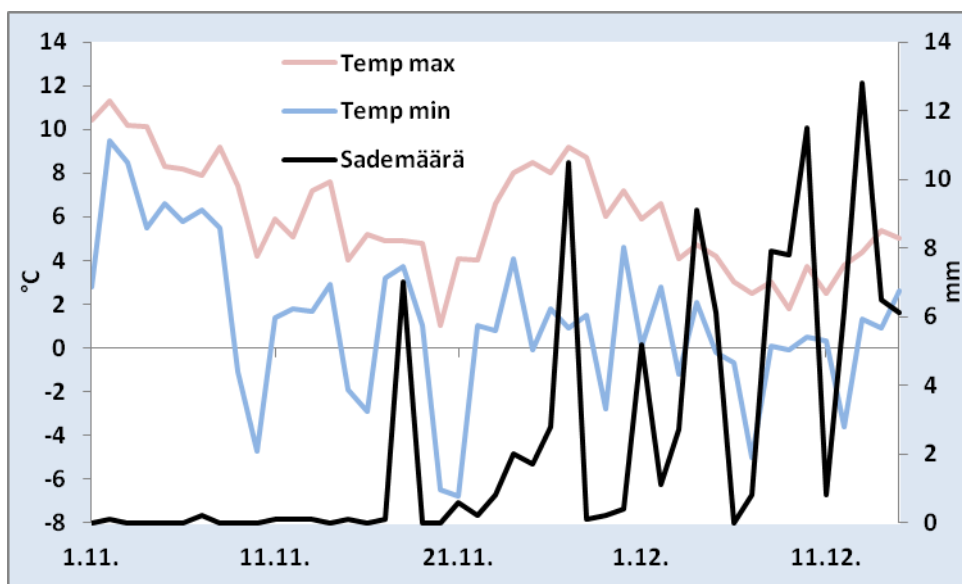
Vesinäytteistä analysoitiin Helsingissä, Metropolilab Oy:n laboratoriossa COD_{Mn}, pH, happipitoisuus, sähkönjohtokyky, kiintoainepitoisuus (Npc), sameus, kokonaisfosforipitoisuus, liuenneen fosfaattifosforin pitoisuus, kokonaistypen ja ammoniumtypen pitoisuudet, kloridi ja sulfaatti, *Escherichia coli* (*E. coli*) ja suolistoperäiset enterokokit. Näytevalikoimaa täydennettiin vielä seuraavilla alkuaineilla: arseni, kadmium, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki, elohopea, rauta, kalium, kalsium ja magnesium. Lisäksi Helsinki-Vantaan lentoaseman hulevesiä ja kehäratatunnelin louhintatyömaan aikaisia kuivatusvesiä vastaanottavasta Pyhtäänkorvenojan haarasta otettiin kaksi kertaa glykolinäytteet 24.11. ja 7.12.2011.



Kuva 22. Kirkonkylänojan mittauspiste (vasen), Pyhtäänkorvenojan pohjaa (keskellä), ojan varresta löytynyt "kaatopaikka" (kuvat: Pasi Valkama 2011)

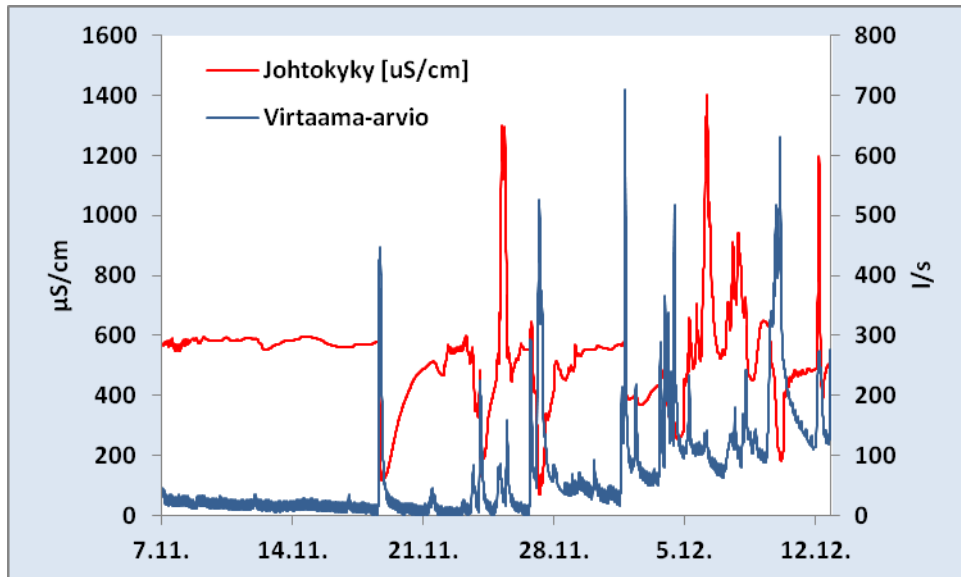
2.1 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Mittausjakson aikaiset sääolot vaihtelivat paljon (kuva 23). Marraskuun alkupuoli oli lähes sateeton ja lämmin, joskin muutama yksittäinen pakkasyö havaittiin. Sateisuus kasvoi mittausjakson loppua kohden ja joulukuussa 2011 ei ollut yhtään täysin sateetonta päivää. Mittausjakson sademäärä oli 99 mm ja korkein yksittäinen vuorokauden sademäärä 12,8 mm (13.12.2011).



Kuva 23. Vuorokauden lämpötilan minimi- ja maksimiarvot sekä sademäärä Helsinki-Vantaan lentoaseman mittausasemalla marraskuun alusta joulukuun 15. päivään asti 2011.

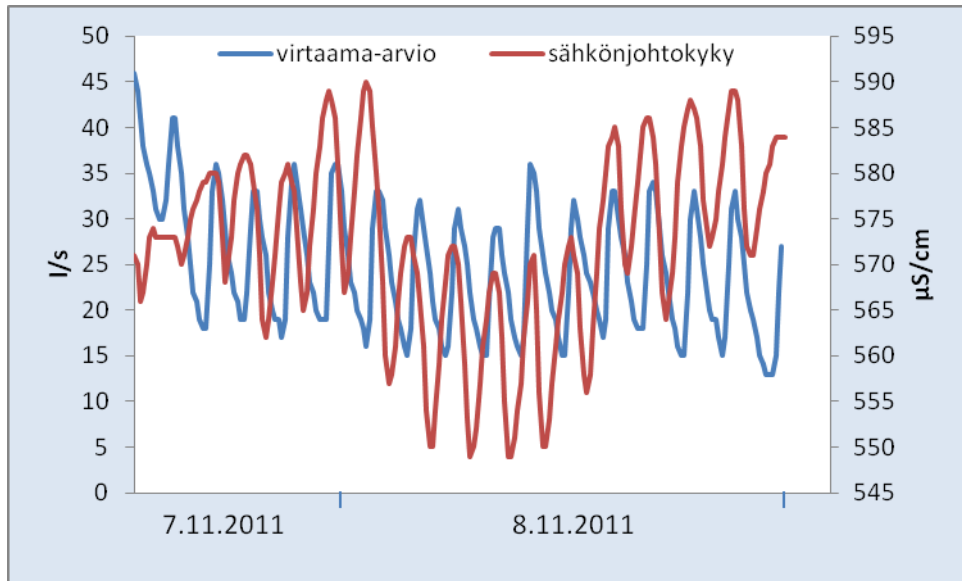
Kirkonkylänojan veden lämpötila seurasi nopeasti muutoksia ilman lämpötilassa. Mittausjakson aikaiset pakkasyöt erityisesti marraskuun alun alivirtaamavaiheessa laskivat myös veden lämpötilaa voimakkaasti. Mittausjakson laskeva veden lämpötilatrendi noudatteli vuorokauden keskilämpötilan muutosta kohti kylmenevää alkutalvea.



Kuva 24. Kirkonkylänojan sähkönjohtokyky ja virtaama-arvio kymmenen minuutin välein mitattuna.

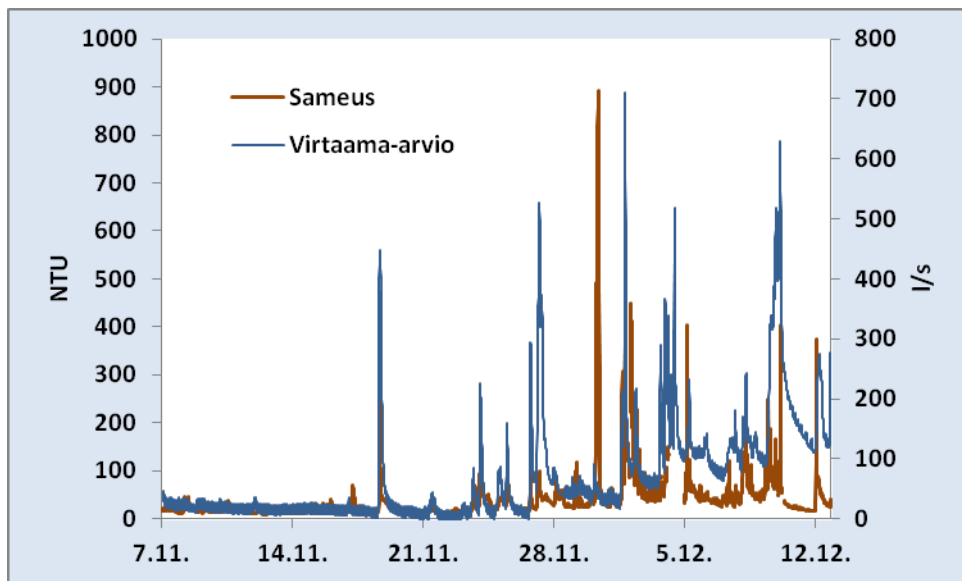
YSI:n anturilla mitattu veden sähkönjohtokyky (kuva 24) vaihteli mittausjakson aikana välillä 70–1 402 µS/cm. Sateiden jälkeen virtaaman noustessa arvo tyypillisesti laski voimakkaasti laimenemisen seurauksena. Korkeimmat arvot mitattiin pakkasjaksojen päättymisen jälkeen syntyneiden pienten virtaamapiikkien aikana, jolloin todennäköisesti liikennealueiden liukkaudentorjuntaan käytetyt suolat huuhtoutuivat ojaan. Sähkönjohtokyvyn keskiarvo, 520 µS/cm, oli korkea verrattuna esimerkiksi Keravanjoen syys-joulukuun 2011 keskiarvoon, joka oli 233 µS/cm tai vastaavan ajanjakson keskiarvoon (97 µS/cm) Keravanjoen yläosassa (Vahtera ym. 2012).

Mittausten alkuvaiheessa sateettoman jakson aikana aineistosta oli nähtävissä kehäradan tunnelityömaalta johdettavien kuivatusvesien säännöllinen pumppausrytmi. Virtaamassa oli havaittavissa sykli, joka koostui lähes säännönmukaisesti 12 erillisestä piikistä vuorokauden aikana (kuva 25). Ajoittain pumppausvedet näyttivät vaikuttavan sähkönjohtavuutta nostavasti, välillä laimentaen vettä ja alentaen sähkönjohtokykyä. Koko vähäsateisen jakson ajalta, jolta pumppaus sykli oli havaittavissa, ei voitu todeta yksiselitteisesti selvää korrelaatiota virtaaman ja sähkönjohtokyvyn välillä. Tämä viittaisi pumppausvesien laadun ajoittaiseen vaihteluun.



Kuva 25. Kehäradan tunnelityömaan kuivatusvesien pumppaus näkyi Kirkonkylänojan virtaamassa ja sähkönjohtokyvyssä säännöllisenä rytminä.

Myös sameus vaihteli voimakkaasti sameuden nousun ajoittuessa pääasiassa mittausjakson aikaisten sateiden nostaessa virtaamaa (kuva 26). Sameuden huippuarvo mitattiin vaihtelevasti ennen virtaamahuippua tai sen jälkeen. Tämä pienille virtavesille epätyypillinen vaihtelu johtuu samennusta aiheuttavan kiintoaineen lähtöalueen vaihtelusta eri valuntatapahtumien aikana.



Kuva 26. Kirkonkylänojan mittausaseman sameus ja virtaama-arvio kymmenen minuutin välein mitattuna.

Kirkonkylänojan veden väri vaihteli kirkkaasta humuksen ruskeasta maidonvaalean värin kautta lähes mustaan. Kun vedessä havaittiin ulkonäön puolesta poikkeavuuksia näytteenoton yhteydessä, pyrittiin poikkeustilanteen aiheuttaja selvittämään seuraamalla pääuomaa ja Pyhtäänkorvenojaa ylävirtaan päin. Kaikissa tapauksissa samennuksen tai mustan värin ja öljymäisen kalvon alkulähdettä voitiin seurata Pyhtäänkorven haaran yläjuoksulle asti, jonka yläpuolella oja on putkitettu ja osa lentokenttä- ja liikennealueen hulevesiputkistoa. Kyseisen putken kautta ojaan virtasivat myös Kehäratatunnelin työmaalta pumpattava kuivatusvesi.

Sameuden ja kiintoainepitoisuuden välisen yhteyden avulla ($\text{kiintoainepitoisuus} = 0,7835 \cdot \text{sameus} - 6,7951$, $R^2=0,99$, $n=10$) laskettiin Kirkonkylänojassa mittausjakson aikana kulkeutunut kiintoainekuorma (Npc). Yhteensä kiintoainetta kulkeutui noin 8 400 kg. Mittausjakson korkein virtaama mitattiin joulukuun 2. päivänä, jolloin kulkeutui noin 20 % koko mittausjakson aikaisesta kiintoainekuormasta. Korkein yksittäinen sadetapahtumaan liittymätön sameusarvo mitattiin 30.11. jolloin kulkeutui 5 % mittausjakson aikaisesta kiintoainekuormasta. Näin suuren sateesta riippumattoman kuormitustapahtuman saa aikaan vain hyvin samean veden johtaminen uomaan tai useamman tunnin mittainen uomaan kohdistuva kaivaminen. Kaivuutöistä ei alueella kuitenkaan tehty havaintoja.

Yleisesti voidaan sanoa veden laadun ja määrän muutosten olevan Kirkonkylänojassa hyvin nopeita. Päällystetyn pinnan osuuden kasvaessa vedet valuvat nopeasti hulevesiverkostoon ja edelleen avouomiin. Virtaaman todettiin lähtevän nousuun alle tunnin-1,5 tunnin kuluttua sateen alkamisesta. Vastaavan pienen maatalousvaltaisen savisen valuma-alueen vaste on hitaampi ja luonnontilaisen metsäpuron vielä hitaampi (Koppelmäki & Valkama 2013).



Kuva 27. Pyhtäänkorvenojan vesi sameni äkillisesti joulukuun 12. päivä. Oikealta siihen liittyy Kirkonkylänojan pääuoma. Pyhtäänkorvenojan sameus oli kuvanottohetkellä 35 kertaa (770/22 NTU) suurempi kuin pääuoman (kuva: Pasi Valkama 2011).

Helsinki-Vantaan lentokentän valumavesiä vastaanottavasta Pyhtäänkorvenojasta otetuista kahdesta glykoli-näytteestä löytyi molemmilla mittauskerroilla propyleeniglykolia 4 mg/l. Glykolin hajoamistuotteita, kuten asetonia, asetaattia, formiaattia ja propionaattia löytyi myös mitattavia pitoisuuksia. Näytteenottojen yhteydessä havaittu makeahko, hiukan jätevesimäinen löyhy viittaa myös näihin hajoamistuotteisiin.

Pyhtäänkorvenojan kautta johdetut Kehäradan tunnelityömaan räjähdelyijämät saattavat nostaa ajoittain veden typpipitoisuuksia. Tässä työssä käsitellyn mittausjakson aikana otetuista vesinäytteistä ei havaittu voimakkaasti kohonneita kokonaistyyppipitoisuuksia (Liite 5). Pitoisuudet vastasivat keskimäärin peltovaltaiselta valuma-alueelta huuhtoutuvien vesien keskiarvopitoisuuksia. Huomattavaa oli kuitenkin ammoniumtyppipitoisuuksien kohonnut taso (350-390 µg/l) osassa näytteistä. Samaan aikaan määritetyt korkeat *Escherichia coli* pitoisuudet (1 100-1 700 mpn/100ml) viittaavat jäteveden huuhtoutumiseen. Uomassa havaittiin monin paikoin kasvavan myös jätevesisientä (kuva 28). Mahdollisen jäteveden alkuperästä ei ole tietoa.



Kuva 28. Jätevesisientä esiintyi Kirkonkylänojoassa monin paikoin (kuva: Pasi Valkama 2011).



Kuva 29. Pyhtäänkorvenojan yläjuoksun vesi oli öljyistä ja lähes mustaa marraskuun 24. päivä 2011 (kuva: Pasi Valkama 2011).

2.2 Yhteenveto ja johtopäätökset (Kirkonkylänoja)

Tutkimuksen perusteella todettiin Kirkonkylänojan veden laadun olevan puoroa kuormittavien tekijöiden yhteisvaikutuksesta ajoittain erittäin huono. Lentokenttäalueelta huuhtoutuvien hulevesien mukana huuhtoutuvat jäänestoaineet paitsi kuluttavat vedestä happea, myös aiheuttavat hajuhaittaa puron lähiympäristöön. Liikennealueilla liukkauden torjuntaan käytettävät suolat nostavat veden sähkönjohtokyvyn ajoittain hyvin korkealle ja alueella harjoitettu rakennustoiminta kuormittaa vesistöä hetkittäin hyvinkin voimakkaasti. Puron huono vedenlaatu huomioiden on syytä miettiä tarkkaan syntykö mahdollisesti rakennettavasta hulevesialtaasta epämiellyttävä, pahalle haiseva ja epäviihtyisyyttä lisäävä tekijä, päinvastoin kuin on suunniteltu.

Tällaisen voimakkaasti ihmistoiminnan vaikutuksen alaisena olevan pienen virtaveden tilan parantamisessa tulisi toimenpiteet kohdistaa mahdollisimman lähelle kuormituksen alkulähdettä. Lentokentän jäänesto- ja liukkaudentorjunta-aineiden keräämistä ja jätevedenpuhdistamolle johtamista tulisi edelleen tehostaa. Sadeveden valumista uomaan päällystetyiltä pinnoilta voitaisiin hidastaa kiinteistökohtaisilla hulevesialtailla ja päällystetyn pinnan osuuden vähentämisellä. Veden imeytyessä maahan myös pinnoilta huuhtoutuvat epäpuhtaudet pidättyvät ja näin maaperän voidaankin todeta muodostavan tärkeän veden laatuun vaikuttavan puskurin. Tästä syystä myös hulevesien johtamisessa tulisi pyrkiä kohti maahan imeytystä ja valunnan hitaampaa etenemistä kohti uomaa. Huippuvirtaamien pienentäminen vähentää tulvahaittoja myös alajuoksulla.

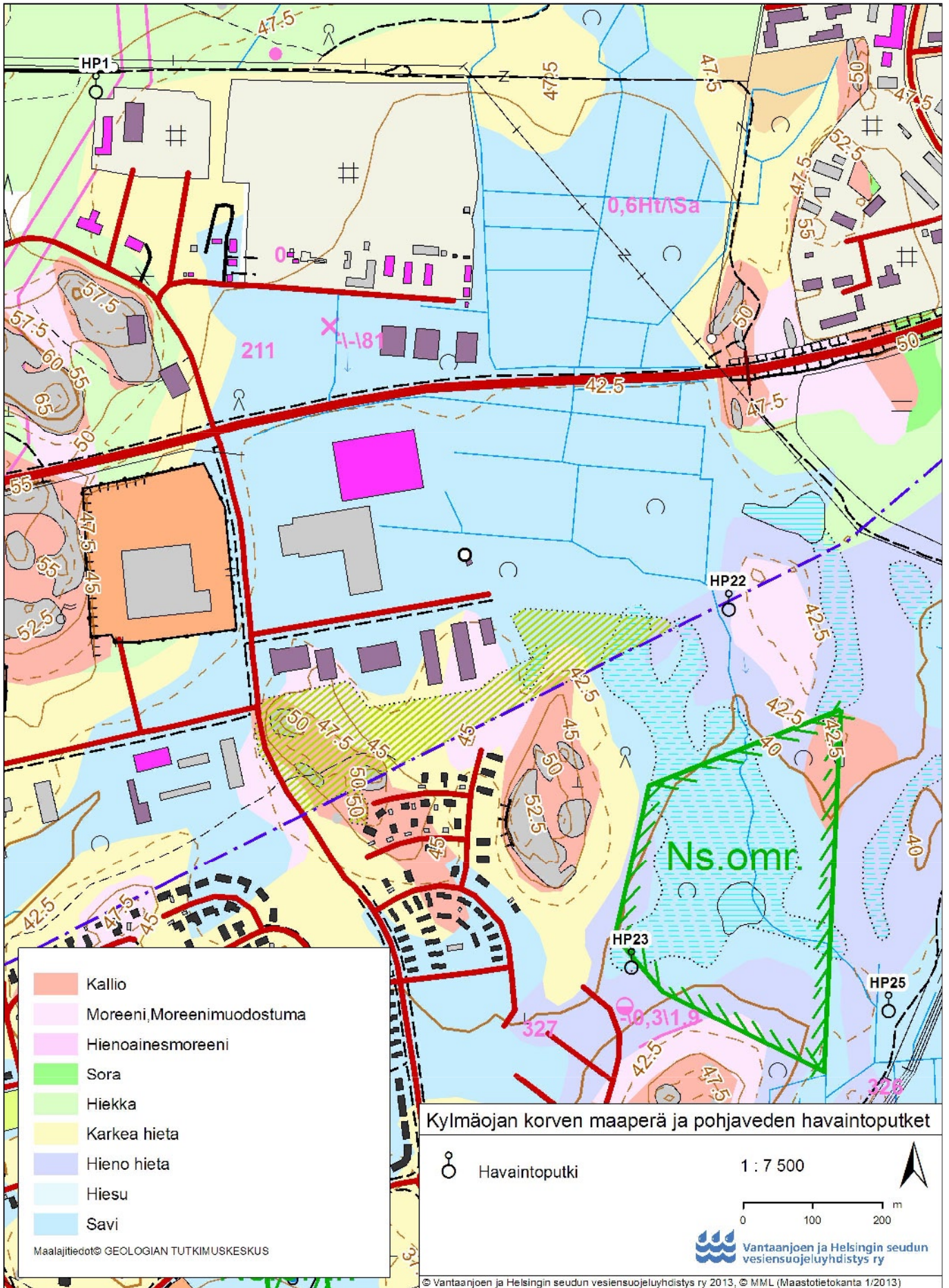
Lähteet

- Aaltonen Juha, Harri Hohti, Kirsti Jylhä, Tuomo Karvonen, Tiina Kilpeläinen, Jarmo Koistinen, Janne Kotro, Timo Kuitunen, Markku Ollila, Anna Parvio, Seppo Pulkkinen, Jari Silander, Topi Tiihonen, Heikki Tuomenvirta ja Andrea Vajda (2008). SY31/2008 Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU).
- Janatuinen, Aki (2011). Vantaan virtavesiselvitys, Vantaan kaupunki. 166 s.
- Kamppi, Kari (2013). Helsinki-Vantaan lentoaseman glykolivesien, pintavesien ja pohjavesien tarkkailu, kausiyhteenveto 2011-2012, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. 52 s.
- Koppelmäki Kari, Valkama Pasi (2013). Ravinnehuhtoumien hallinnalla toteutetaan vesiensuojelua. Ympäristö ja terveys- lehti 4/2013, s. 38-41.
- Kortelainen, N. 2007. Isotopic Fingerprints In Surficial Waters: Stable Isotope Methods Applied In Hydrogeological Studies. Espoo, Geological Survey of Finland 41, 55 p.
<http://arkisto.gtk.fi/ej/ej66synopsis.pdf>.
- Krebs, Gerald (2009) Development of land-use within the urbanizing Kylmäoja watershed. Diplomityö Teknillinen korkeakoulu, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos, Espoo. 184 s.
- Matikainen, H. 2012. Kylmäojan korven purouoman lämpötilamittaukset ja lämpökamerakuvaukset kesä-heinäkuussa 2012. Helsingin yliopiston Geotieteiden ja maantieteen laitos. 2 s.
- Rimpiläinen Ulla-Maija, Auvinen Antti ja Tiina Talvinen (2012). Tuusulan Kulomäentien tasausaltaatoimivuusselvitys. Vantaan kaupunki, 12 s.
- Ruth Olli (2004). Kaupunkipurojen hydrogeografia kolmen esimerkkivaluma-alueen kuvastamana Helsingissä. Helsingin yliopiston Maantieteen laitoksen julkaisuja B50. 139 s.
- Schueler, T.R.A. (1994). The importance of Imperviousness. Watershed Protection Techniques. 1:3 s. 309-315.
- Talvinen, Tiina (2012). Vantaan Kylmäojan itäisen haaran mallinnus: Kaupungistumisen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset puron virtaamaan. Diplomityö, Aalto-yliopisto, 47 s.
- Taylor, Andrew (2012). The regulation of stream water quality and flow by a forested wetland, Kylmäojankorpi, Vantaa. Pro Gradu –tutkielma, Helsingin yliopisto, metsätieteiden laitos. 76 s.

Vahtera Heli, Männynsalo, Jari ja Lahti Kirsti (2012). Vantaanjoen yhteistarkkailu- veden laatu vuonna 2011.
Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu 67/2012, 94 s.

Vantaan kaupunki (2009). Hulevesiohjelma. Vantaan kaupunki, Kuntatekniikan keskus C16:2009, Kuntek
2/2009, 31 s.

Haikala Maria, Nuottajärvi Marja, Vähäkäkelä Markku, Koironen Jari, Pitkänen Alisa ja Eitsi Eeva (2009).
Vantaan pienvesiselvitys, FCG Planeko Oy, 86 s.



LIITE 2. Kylmäojan tulokset 2011

Näytepiste	E.coli	Enterokokit	SS (npc)	sameus	väri	pH	Sähkönjoht	happi	NO2+3-N	kok N	PO4-P	kok P	TOC	kloridi
Kylmäojan korven yläpuoli	mpn/100 ml	pmy/100ml	mg/l	FNU	mg Pt/l		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l
11.3.2011	1	0	-	22	120	6,8	902	-	0,38	2,2	< 2	31	16	180
5.4.2011	91	22	18	30	125	6,6	1150	9,4	1,6	2,7	4	52	15	300
8.4.2011	110	20	24	25	150	6,8	1000	9,9	1,1	2,2	5	51	26	280
27.4.2011	46	4	52	61	200	6,8	753	7,9	0,53	1,2	3	55	17	190
9.5.2011	17	43	150	210	150	7,1	1060	8,3	0,42	1	< 2	110	15	270
min	1	0	18	22	120	6,6	753	7,9	0,38	1	3	31	15	180
maks	110	43	150	210	200	7,1	1150	9,9	1,6	2,7	5	110	26	300
ka	53	18	61	70	149	7	973	9	1	2	4	60	18	244

Näytepiste	sulfaatti	As	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Fe	K	Ca	Mg	Öljyhiilivedyt		
												kevyet	keskira	raskaat
Kylmäojan korven yläpuoli	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
11.3.2011	43	2		4	2	4	30	2900	7,7	56	17			71
5.4.2011	32		6	6	3	4	49	2200	6,5	36	9			
8.4.2011	36		5	5	6	4	28	2000	6,2	31	9,6			
27.4.2011	34	2	7	8	5	6	33	2000	5,9	27	8,1		30	57
9.5.2011	39	2	9	9	4	7	28	3300	6,4	44	11			
min	32	2	5	4	2	4	28	2000	5,9	27	8,1			
maks	43	2	9	9	6	7	49	3300	7,7	56	17			
ka	37	2	7	6	4	5	34	2480	7	39	11			

Näytepiste	E.coli	Enterokokit	SS (npc)	sameus	väri	pH	Sähkönjoht	happi	NO2+3-N	kok N	PO4-P	kok P	TOC	kloridi
Kylmäojan korven alapuoli	mpn/100 ml	pmy/100ml		FNU	mg Pt/l		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l
5.4.2011	280	39	8,2	7,4	50	6,4	983	10,2	1,4	1,8	3	33	11	260
8.4.2011	410	40	12	12	100	6,5	861		1,1	1,8	< 2	33	20	240
27.4.2011	9	3	32	36	180	6,9	567	9,1	0,31	1	< 2	40	21	140
9.5.2011	330	8	74	92	140	7,4	976	9,4	0,35	1	< 2	74	17	250
min	9	3	8	7	50	6	567	9	0	1	3	33	11	140
maks	410	40	74	92	180	7	983	10	1	2	3	74	21	260
ka	257	23	32	37	118	7	847	10	1	1	3	45	17	223

Näytepiste	sulfaatti mg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Öljyhiilivedyt			
												kevyet µg/l	keskirä µg/l	raskaat µg/l	
Kylmäojan korven alapuoli															
5.4.2011	32		4	2			14	370	5,8	43	14				
8.4.2011	32		5	4	1		16	770	5,3	30	10		66	71	
27.4.2011	28	1	6	6	3	5	19	1300	4,7	22	6,7				
9.5.2011	37	1	6	6	3	5	20	2400	5,8	41	9,9				
min	28	1	4	2	1	5	14	370	5	22	7				
maks	37	1	6	6	3	5	20	2400	6	43	14				
ka	32	1	5	5	2	5	17	1210	5	34	10				

Kuormituksen alueellisen tarkentamisen näytepisteet	E.coli mpn/100 ml	Enterokokit pmy/100ml	SS (npc)	sameus FNU	väri mg Pt/l	pH	Sähkönjoht µS/cm	happi mg/l	NO2+3-N mg/l	kok N mg/l	PO4-P µg/l	kok P µg/l	TOC mg/l	kloridi mg/l
P1	< 1	1	7,1	8,9	50	7,5	2030	11,2	0,74	1,1	< 2	29	8,3	590
P2	2	0	140	180	160	7	861	11,3	0,4	1,1	< 2	98	20	220
P3	< 1	0	10	9,2	120	5,7	697	7,5	0,015	0,82	2	22	27	220
P4	< 1	80	6	4,2	60	6,1	65	9,1	0,019	0,42	< 2	16	8,7	7,9

Kuormituksen alueellisen tarkentamisen näytepisteet	sulfaatti mg/l	As µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
P1	66		6	4		5	26	1100	9,3	83	20
P2	30	2	8	8	5	7	18	2900	5,3	31	8,4
P3	22	2	3	3	11	5	10	2800	1,7	23	7,7
P4	16						6	690	0,5	5,4	1,2

LIITE 3. Kylmäojan tulokset 2012

pvm/näytepiste	E.coli	Enterokokit	SS (npc)	sameus	väri	pH	Sähkönjoht	happi	NO2+3-N	kok N	PO4-P	kok P	TOC
	mpn/100 ml	pmy/100ml	mg/l	FNU	mg Pt/l		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l
E Koivukylänväylä													
19.3.2012	4	3	8	12	90	7	708	12,5	1,3	1,8	<2	24	14
29.3.2012	5	7	20	21	120	6,9	389	12,1	1,4	2,3	3	37	18
23.4.2012	61	1	13	13	160	6,9	186	12	0,88	1,5	3	27	20
D Kylmäojankorpi													
19.3.2012	3	2	14	19	110	6,7	1370	9,4	0,47	1,2	3	36	16
29.3.2012	3	16	20	20	180	6,7	638	10,3	0,46	1,4	3	41	20
23.4.2012	26	1	27	15	200	6,5	304	10	0,25	0,94	3	32	23
C Kulokukkula													
19.3.2012	67	4	8	12	90	7	341	8,3	3,2	4,1	3	26	22
29.3.2012	10	1	12	12	120	6,9	278	9,6	3,6	5,4	3	31	20
23.4.2012	290	1	9,3	8,8	140	6,8	191	10,5	2,4	2,7	2	23	19
A-allas tuleva													
29.3.2012	110	29	22	40	70	6,9	1260	10,3	0,33	1,4	<2	66	12
23.4.2012	2400	140	25	45	80	6,8	2950	8,4	0,28	6,5	74	400	19
A-allas lähtevä													
19.3.2012	190	8	28	26	100	6,5	1870	10	0,41	1,7	6	88	14
29.3.2012	370	44	12	30	80	6,8	778	9,4	0,33	1,2	5	72	12
23.4.2012	550	28	17	24	80	7,1	859	12,7	0,18	0,82	5	67	13
B-allas tuleva													
29.3.2012	1	2	20	22	240	6,5	781	10,3	0,22	1,3	2	39	30
23.4.2012	3	1	13	14	230	6,1	3910	10,7	0,17	0,86	<2	32	28
B-allas lähtevä													
19.3.2012	<1	0	10	10	200	6,5	1150	9,2	0,17	1,1	3	24	25
29.3.2012	<1	3	18	19	240	6,6	901	10,5	0,26	1,3	2	33	28
23.4.2012	1	1	12	15	230	6,3	352	10,7	0,17	0,92	<2	25	28

pvm/näytepiste	Fe	kloridi	sulfaatti	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Hg	K	Ca	Mg
	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l
E Koivukylänväylä													
19.3.2012	800	170	23	<1	0,2	<2	3	<1	<3	<0,1	3,4	27	9,7
29.3.2012	1160	80	24										
23.4.2012	756	28	13	<1	<0,5	<2	3	2	<3	<0,1	1,8	13	3,2
D Kylmäojankorpi													
19.3.2012	2460	360	28	1	0,1	<2	3	3	3	<0,1	4,6	34	10
29.3.2012	1460	150	24										
23.4.2012	881	62	14	1	<0,5	<2	4	7	<3	<0,1	2,5	13	3,3
C Kulokukkula													
19.3.2012	510	26	29	<1	<0,5	<2	2	<1	<3	<0,1	2,5	33	12
29.3.2012	910	25	37										
23.4.2012	691	12	19	<1	<0,5	<2	2	<1	<3	<0,1	1,9	23	5,9
A-allas tuleva													
29.3.2012	4490	12	290										
23.4.2012	4920	770	53	1	<0,5	<2	6	<1	3	<0,1	7,6	72	14
A-allas lähtevä													
19.3.2012	7180	570	26	2	0,1	<2	4	<1	4	<0,1	4,8	42	12
29.3.2012	2730	180	35										
23.4.2012	2700	160	41	2	<0,5	<2	5	<1	3	<0,1	5,7	59	12
B-allas tuleva													
29.3.2012	1760	210	25										
23.4.2012	1330	1200	37	<1	<0,5	3	3	12	<3	<0,1	2,4	18	3,3
B-allas lähtevä													
19.3.2012	2180	320	30	1	0,1	<2	2	6	<3	<0,1	5,3	13	9,2
29.3.2012	1600	230	27										
23.4.2012	1300	82	12	1	<0,5	<2	2	12	<3	<0,1	1,8	9,7	3

pvm/näytepiste	kevyet µg/l	Öljyhiilivedyt		PAH µg/l
		keskiraskaat µg/l	raskaat µg/l	
E Koivukylänväylä				
19.3.2012	<20	<25	<25	<0,1
29.3.2012				
23.4.2012				
D Kylmäojankorpi				
19.3.2012	<20	<25	<25	<0,1
29.3.2012				
23.4.2012				
C Kulokukkula				
19.3.2012	<20	<25	<25	<0,1

Lentokenttä

Pyhtäänkorvenoja

Kirkonkylänoja

3

2

1

Kirkonkylänojan mittauspisteet 2011

1. Kirkonkylänoja, anturi
2. Kirkonkylänoja, ylä
3. Pyhtäänkorvenoja

1 : 10 000

0 130 260 m



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

LIITE 5. Kirkonkylänojan tulokset 2011

Näytepiste	E.coli mpn/100 ml	Enterokokit pmy/100ml	SS (npc)	sameus FNU	pH	Sähköjoht µS/cm	happi mg/l	CODCr mg/l	CODMn mg/l	NH4-N mg/l	kok. N mg/l	PO4-P µg/l	kok. P µg/l	
Kirkonkylänoja, anturi														
14.11.2011	2000	8	6,3	13	7,7	569	8,7		5,8	0,13	1,1	6	15	
24.11.2011	1700	160	150	220	7,4	227	10,2	130	17	0,35	1,7	18	150	
7.12.2011	230	46	32	36	7,4	539	10,5		12	0,031	2,1	3	56	
12.12.2011	75	36	18	18	7,4	489	10,4		13	12	2,6	3	39	
Kirkonkylänoja, ylä														
14.11.2011	8	10	6,3	7,1	7,9	660	11		7,3	0,032	1,4	6	18	
24.11.2011	1700	230	140	200	7,5	238	10,4	110	17	0,38	2,2	8	140	
12.12.2011	33	9	16	22	7,3	494	10,2		15	0,056	3,3	5	38	
Pyhtäänkorvenoja														
14.11.2011	5500	11	5	12	7,8	553	9,9		5,3	0,27	1,2	<2	14	
24.11.2011	1100	220	130	210	7,5	328	10,4	120	17	0,39	3	11	130	
12.12.2011	21	14	610	770	7,5	500	10,1		13	<4	2,3	<2	420	
Näytepiste	kloridi mg/l	sulfaatti mg/l	As µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	Hg µg/l	Fe µg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
Kirkonkylänoja, anturi														
14.11.2011	77	36	1	<0,5	<2	3	<1	<3	6	<0,2	1385	9,28	49	12,28
24.11.2011	26	15	2,2	<,5	10	66	12	6	210	<0,2	2061	8,96	18	4,02
7.12.2011	84	32	1,8	<0,5	9	10	2	4	20		2167	12,76	36,1	8,15
12.12.2011	74	33									2290			
Kirkonkylänoja, ylä														
14.11.2011	110	37	1	<0,5	<2	7	<1	<3	11	<0,2	441	7,3	51,5	14,37
24.11.2011	34	15	1,4	<0,5	10	69	13	6	207	<0,2	1476	4,47	18,3	4,5
12.12.2011	84	28									772			
Pyhtäänkorvenoja														
14.11.2011	66	36	1	<0,5	<2	2	<1	<3	5	<0,2	1552	10,49	47,9	12,02
24.11.2011	37	21	3	<0,5	11	80	8	8	196	<0,2	4201	10,75	28	29
12.12.2011	62	42									9464			

	2011-17757-03	
	Pyhtäänkorvenoja	
	24.11.2011	
Orgaaniset hapot:		
Formiaatti	<5	mg/l
Asetaatti	7,3	mg/l
Propionaatti	32	mg/l
Butyraatti	<5	mg/l
Oksalaatti	<5	mg/l
Malonaatti	<5	mg/l
Sukkinaatti	<5	mg/l
Maleaatti	<5	mg/l
Ftalaatti	<10	mg/l
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC):		
Asetoni	0,5	mg/l
Propanaali	Ei tod.	mg/l
Etanoli	Ei tod.	mg/l
Propanoli	Ei tod.	mg/l
Glykolit:		
Etyleeniglykoli	1	mg/l
Propyleeniglykoli	4	mg/l
Asetaldehydi	<0,05	mg/l

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite
 PL 550
 00099 HELSINGIN KAUPUNKI
 metropolilab@hel.fi

Käyntiosoite
 Viikinkaari 4
 Helsinki 79
<http://www.metropolilab.fi>

Puhelin
 +358 9 310 31602

Faksi
 +358 9 310 31626

Y-tunnus
 2340056-8
Alv. Nro
 FI23400568

	2011-18359-02	
	Pyhtäänkorvenoja	
	7.12.2011	
Orgaaniset hapot:		
Formiaatti	5,7	mg/l
Asetaatti	6,8	mg/l
Propionaatti	23	mg/l
Butyraatti	<5	mg/l
Oksalaatti	<5	mg/l
Malonaatti	<5	mg/l
Sukkinaatti	<5	mg/l
Maleaatti	<5	mg/l
Ftalaatti	<10	mg/l
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC):		
Asetoni	1	mg/l
Propanaali	Ei tod.	mg/l
Etanoli	Ei tod.	mg/l
Propanoli	Ei tod.	mg/l
Glykolit:		
Etyleeniglykoli	<1	mg/l
Propyleeniglykoli	4	mg/l
Asetaldehydi	<0,05	mg/l

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry
Asemapäällikönkatu 12 B, 00520 Helsinki
Puh. (09) 272 7270
www.vhvsy.fi



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry