

Vantaanjoen yhteistarkkailu

Jatkuvatoimiset vedenlaatumittaukset Vantaanjoen yläjuoksulla kesällä 2011

Heli Vahtera ja Kirsti Lahti

Sisällysluettelo

1. Tausta ja tavoitteet	2
2. Seurannan toteutus	2
2.1. Sää ja virtaamaolosuhteet.....	3
3. Tulokset	4
3.1. Arolamminkoski	4
3.1.1. Vedenkorkeus.....	4
3.1.2. Happipitoisuus ja lämpötila.....	4
3.1.3. Sähkönjohtavuus	5
3.1.4. Sameus	7
3.2. Hyvinkäänkylä	8
3.2.1. Vedenkorkeus.....	8
3.2.2. Happipitoisuus ja lämpötila.....	9
3.2.3. Sähkönjohtavuus	10
3.3. Poikkeustilanteiden arviointia	10
3.3.1. Sadetapahtuma 9. heinäkuuta	11
3.3.2. Sadetapahtuma 21. heinäkuuta	14
3.3.3. Sadetapahtuma 28. heinäkuuta	15
3.3.4. Sadetapahtuma 22. elokuuta.....	16
3.3.5. Yhteenveto sadetapahtumista	17
3.4. Yhteenveto tuloksista.....	21
4. Anturiseurannan käyttö yhteistarkkailussa	22



1. Tausta ja tavoitteet

Muutokset jokiveden happipitoisuudessa liittyvät usein rehevöitymiseen. Virtaavasta vedessä happi voi loppua vain poikkeustilanteessa, liittyen esim. jätevesipäästöön. Tällöin happikato jää usein lyhyeksi ja on siten vaikeasti yksittäisillä näytteillä todennettavissa. Kalojen elinvaiheiden kannalta riittävänä happitasona pidetään 5 mg/l pitoisuutta. Hetkellisesti aikuiset kalat kestävät yleensä vielä 3 mg/l happipitoisuutta. Särkikaloille, hauelle, nahkiaiselle, mateelle, piikkikaloille ja ahvenkaloille riittävä happipitoisuus on 6 - 8 mg/l hapenpuutosoireiden alkaessa esiintyä 1,5 - 2 mg/l pitoisuudessa (Riverlife -sivut <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12082&lan=fi>).

Vuonna 2010 sähkökoekalastuksessa Arolamminkoskessa tavattiin vain ahventa, eikä poikasnuottauksella saatu lainkaan kalaa (Raunio ym. 2011). Vanhanmyllyn koskessa, mikä sijaitsee Hyvinkäällä, ennen kuin Kytäjoki on laskenut Vantaaseen, sähkökoekalastuksessa saatiin lohen ja taimenen poikasasia, kivisimppuja, töröjä, mateita ja särkiä. Hyvinkäänkylän alapuolisessa Kittelänkoskessa esiintyi töröä, harjasta ja kivisimppua (Raunio ym. 2011). Vuoden 2010 pohjan piilevätarkkailun tuloksista laskettu, orgaanisen kuormituksen aiheuttamaa pilaantumista kuvaava IPS-indeksi, osoitti Vaiveronkosken olevan luokassa välttävä. Rehevyyttä kuvaava TDI-indeksi luokitteli kosken mesotrofiseksi eli melko reheväksi (Vahtera ja Eskelinen 2011). Vantaanjoen yhteistarkkailun kalatalous-, pohjaeläin- ja piilevätarkkailujen aineistot ovat olleet taustatietoina, kun Vantaanjoen yläosan ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi (Joensuu ym. 2010).

Vantaanjoen yhteistarkkailussa Vantaanjoen yläjuoksun vedenlaatua tarkkaillaan, Riihimäellä ja Hyvinkäällä, kahdeksalla havaintopaikalla 6-8 kertaa vuodessa. Vesinäytteisiin perustuvaa tarkkailua täydennettiin kesällä 2011 jatkuvatoimisin vedenlaatumittauksin Vantaanjoen pääuoman yläjuoksulla. Mittausasemat perustettiin Riihimäellä sijaitsevaan Arolamminkoskeen, missä on yhteistarkkailussa lähin Riihimäen puhdistamon kuormitusvaikutuksen seuranta-alue V84, noin viiden kilometrin päässä puhdistamon purkupaikasta. Herajoki laskee Vantaanjokeen vaikutusalueella. Arolamminkoskessa joki on puolisen metriä syvä. Toinen seuranta-asema sijoitettiin Hyvinkäälle Hyvinkäänkylässä sijaitsevan maaseutuopiston kohdalle. Tällä alueella Vantaanjoella on syvyyttä noin kolme metriä. Asemalta ylävirtaan päin sijaitsee Veikkarin jätevesipumppaamo, mikä on Hyvinkään pumppaamoista suurin.

Tähän julkaisuun on koottu jatkuvatoimisen seurannan keskeisimmät tulokset ja niiden perusteella tehdyt havainnot. Taustatietona käytetään yhteistarkkailun vedenlaatuaineistoa, sadantatietoja ja Riihimäen puhdistamon virtaamatietoja. Sadantatiedoista kiitokset Herajoen alueen ja Arolamminkylän aktiivisille asukkaille ja Paloheimonkosken virtaamatiedoista Uudenmaan ELY-keskukseen. Vantaanjoen vedenlaadun tarkkailun kaikki tulokset vuodelta 2011 kootaan yhteen raporttiin keväällä 2012.

2. Seurannan toteutus

Arolamminkosken ja Hyvinkäänkylän mittausasemat varustettiin YSI 600-sarjan antureilla, mitkä mittasivat puolen tunnin välein veden lämpötilaa, happipitoisuutta, sähkönjohtavuutta sekä Arolamminkoskessa lisäksi sameutta. Anturin mittaaman sameuden yksikkö, NTU, on lukuarvoltaan samaa tasoa kuin laboratoriomäärityksessä käytetty FTU-yksikkö. Molemmilla asemilla mitattiin myös vedenpinnan korkeutta paineanturilla. Anturit asennettiin pohjan läheisyyteen. Asemalla mitattun happipitoisuuden laskiessa 3:een mg/l, tuli tilanteesta hälytys vesiensuojeluyhdistykseen tekstiviestinä.

Automaattiseurantajakso ajoitettiin kesään, mikä edustaa Vantaanjoessa usein alivirtaamakautta. Kun vesi on joessa lämmintä, tuotanto- ja hajotustoiminta on vilkasta, nopeutuu hapen kuluminen

vedestä. Lämpimään veteen happea liukenee vähemmän kuin kylmään. Vuoden heikoin happitilanne voi siten ajoittua kesään.

Kesäajalle ominaiset rankkasateet ovat aiheuttaneet useina kesinä jätevesipäästöjä Vantaanjokeen. Sadevesiä on päässyt viemäreihin, eikä puhdistamoiden vastaanottokapasiteetti ole riittänyt tai ukkoset ovat aiheuttaneet sähkökatkoja. Jätevesipumppaamoilla pumppujen pysähtymistä on seurannut ylivuotoja.

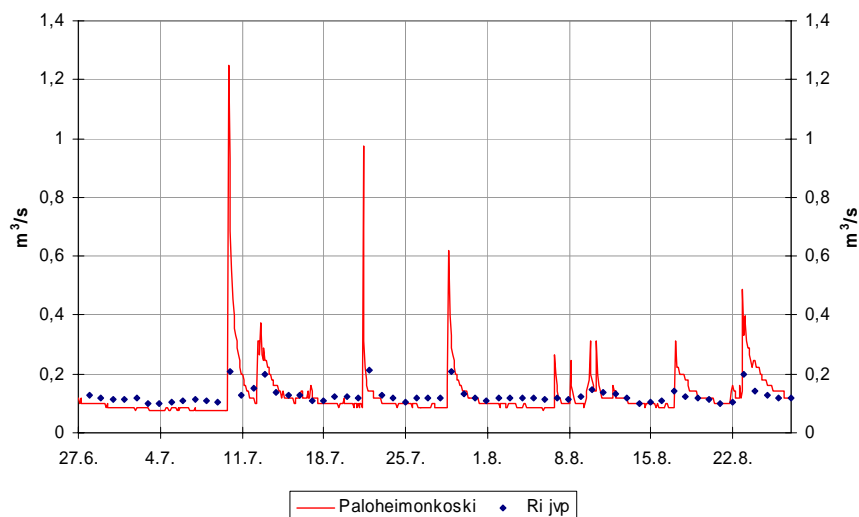
Vantaanjoen yhteistarkkailun veden laadun jatkuvatoiminen seuranta toteutettiin 27.6.-26.8.2011. Anturiasennuksista, -mittauksista ja huolloista vastasi Luode Consulting Oy, jonka kotisivuilta mitaustiedot olivat myös luettavissa lähes reaaliaikaisena.

2.1. Sää ja virtaamaolosuhteet

Kesäkuu 2011 oli hieman tavanomaista vähäsateisempi, mutta sateet painoutuivat loppukuuhun. Kesäkuun lopulla, kun anturimittaukset alkoivat, Vantaanjoen vedenpinta oli laskussa. Mittausjakson alkaessa sää muuttui myös hyvin lämpimäksi ja vähäsateiseksi. Koko heinäkuu olikin hyvin lämmin ja muutamia paikallisia ukkoskuuroja lukuun ottamatta vähäsateinen. Riihimäellä voimakkaita ukkoskuuroja tuli etenkin 9.7., 21.7. ja 28.7. Sademäärissä kaupungin alueella oli suuria eroja. Hyvinkäällä sateita tuli Riihimäkeä vähemmän.

Elokuu oli edelleen lämmin, mutta selvästi heinäkuuta sateisempi. Useana päivänä satoi. Suurimmat sademäärät vuorokauden aikana kertyivät 22.8. Hyvinkäällä.

Vantaanjoen vedenkorkeutta seurataan Paloheimonkoskessa ja Arolamminkoskessa osana ympäristöhallinnon alueellista seurantaa. Paloheimonkoskeen määritetyn, alustavan purkautumiskäyrän perusteella Vantaanjoen virtaama oli seurantajaksolla alimmillaan 75 l/s ja korkein virtaama, noin 1250 l/s, oli 10. heinäkuuta (kuva 2.1). Jakson mediaani oli 100 l/s. Paloheimonkosken alavirtaan päin Vantaanjokeen lasketaan Riihimäen puhdistamon käsittelemät jätevedet. Seurantajaksolla Riihimäen puhdistamolta lähtevän veden virtaaman vuorokausivaihtelu oli 99-214 l/s, mediaanin ollessa 117 l/s. Vantaanjokeen johdetun käsitellyn jäteveden osuus joen vedestä on suuri. Ennen Arolamminkoskea Vantaanjokeen laskee Herajoki, missä ei ole säännöllistä vedenkorkeuden seurantaa. Arolamminkoskeen ei ole määritetty purkautumiskäyrää, joten vedenkorkeustieto ei ole muutettavissa virtaamiksi.



Kuva 2.1. Virtaaman vaihtelu Vantaanjoen Paloheimonkoskessa kahden tunnin välein ja Riihimäen puhdistamolalta lähtevän jäteveden virtaaman vuorokausikeskiarvot anturiseurannan aikana.

3. Tulokset

Seuraavassa esitetään asemakohtaisesti anturiseurannantulokset. Sen jälkeen tarkastellaan neljän sadetapahtuman vaikutuksia Vantaanjoen veden laatuun.

3.1. Arolamminkoski

3.1.1. Vedenkorkeus

Anturiseurannassa Arolamminkosken veden pinnankorkeus mitattiin puolen tunnin välein. Vedenkorkeusvaihtelu oli asteikolla 8402-8435 (N43+cm) eli vaihtelu oli 33,6 cm. Maksimivedenkorkeus todettiin 10.7. klo 0:00-2:00. Nousu oli voimakkaiden sateiden seurauksena nopeaa, puolessatoista tunnissa noin 20 cm. Koko seurantajaksolla vedenkorkeuden mediaani oli 8406 (N43+cm).

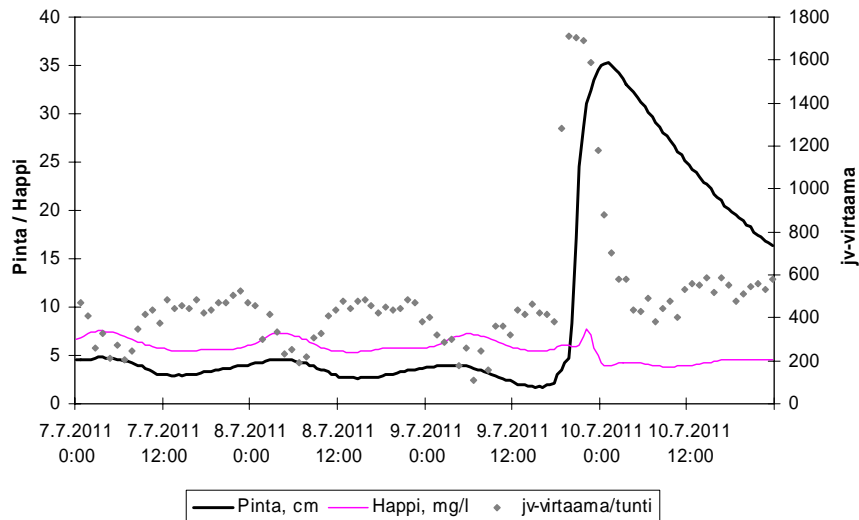
Arolamminkoskessa Vantaanjoen vedenpinnan vaihtelussa oli selvä vuorokausirytmä, selvimmin poutapäivinä. Aamuyöllä vedenpinta oli korkeimmillaan ja iltapäivällä matalimmillaan. Esim. 7. ja 8. heinäkuuta vuorokausivaihtelu oli noin 2 cm. Riihimäen puhdistamolta vesistöön johdettiin selvästi vähiten vettä aamuvarhaisella ja eniten usein iltayöllä. Virtaaman vuorokausivaihtelut puhdistamolla olivat ko. vuorokausina 56-145 l/s (7.7) ja 54-134 l/s (8.7.). Puhdistamolla ja vesistössä vesimäärät vaihtelivat myös viikon aikana. Heinäkuun viikonloppuina virtaamat olivat pienimmillään.

Kun puhdistamon virtaama- ja Arolamminkosken vedenkorkeustietojen perusteella, lähinnä vuorokausiminimiin perustuen, arvioitiin veden kulkeutumista, puhdistamolta lähtevä vesi oli Arolamminkoskessa noin kahdeksan tunnin kuluttua. Alivirtaamakautena puhdistamolta tuleva vesimäärä oli noin puolet joen virtaamasta.

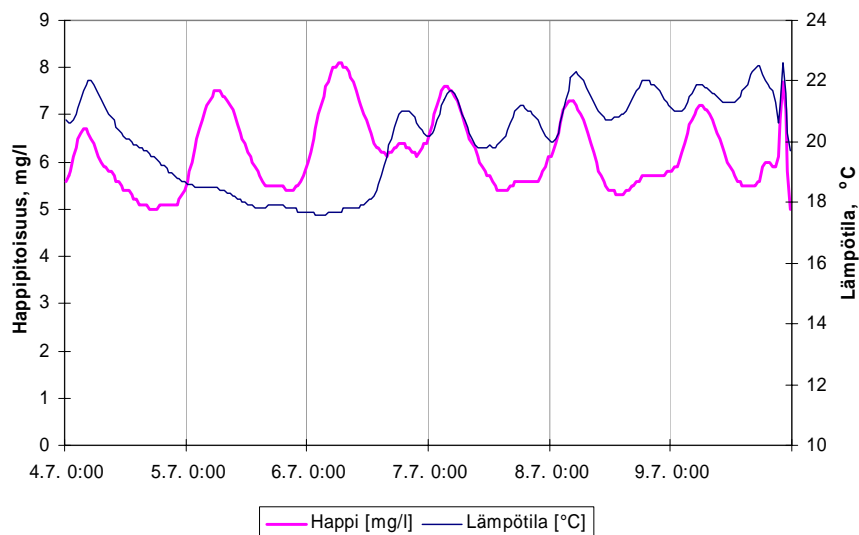
3.1.2. Happipitoisuus ja lämpötila

Arolamminkoskessa happipitoisuudet vaihtelivat 2,9-8,1 mg/l, mediaanin ollessa 6,0 mg/l. Happipitoisuus näyttäisi noudattavan vedenpinnan kanssa melko samaa rytmä eli maksimit aamuöisin ja alimmat pitoisuudet usein iltapäivällä (kuva 3.1). Esimerkiksi heinäkuun alussa, 7.-8.7., happipitoisuus vaihteli joessa vuorokausien aikana 5,3-7,6 mg/l. Happiminimien aikana (iltapäivä) veden hapenkyllästysaste oli 60 % eli välttävä ja happimaksimien (aamuyö) aikana 85 % eli hyvä. Happitrendi Arolamminkoskessa oli huomattavan voimakas veden lämpötilasta huolimatta. Kun helteisen heinäkuun alussa sää oli muutamana päivänä (4.-5.7.) pilvipoutainen ja muutamaa astetta viileämpi, säännönmukaista lämpötilavaihtelua vedessä ei esiintynyt (kuva 3.2).

Puhdistamolta lähtevän veden happipitoisuutta ei yleensä mitata. Hyvin puhdistetussa jätevedessä typpiyhdisteet ovat nitrifioituneet ja vedessä happea kuluttavan aineksen määrä on pieni, BOD₇-atu alle 2 mg/l. On täysin mahdollista, että matalassa Arolamminkoskessa aamuyön virtaamahuipun aikana happitilanne oli hyvä. Arolamminkoskessa veden lämpötilavaihtelu oli epäluonnollinen, sillä lämpötilan vuorokausimaksimeja esiintyi ajoittain kahdesti vuorokaudessa, aamuyöllä ja illalla. Ehkä Riihimäen puhdistamon jälkiselkeytysaltaissa lämmennyt vesi aiheutti aamuyön lämpötilamaksimin Arolamminkoskessa. Alkuillan maksimi oli tavanomaista lämpötilan vuorokausivaihtelua.



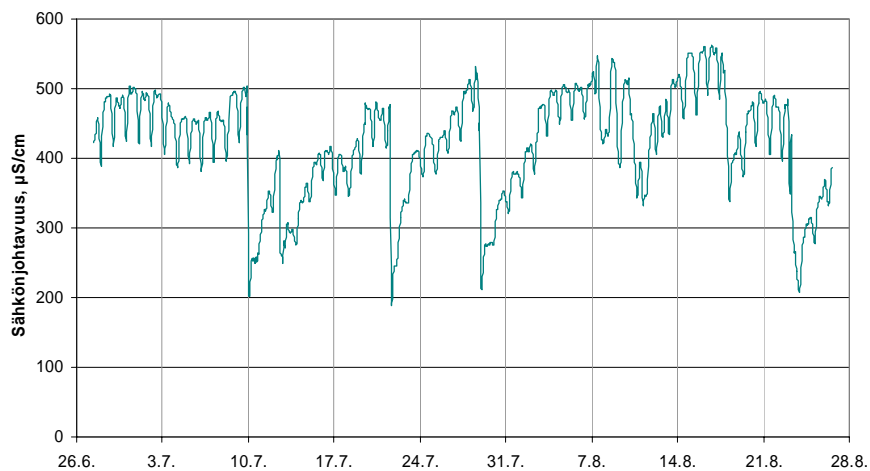
Kuva 3.1. Riihimäen puhdistamolta lähtevän jäteveden määrässä sekä Vantaanjoen Arolamminkosken pinnankorkeudessa ja happipitoisuudessa esiintyi melko säännönmukaista vuorokausivaihtelua kesän alivesijakson poutapäivinä.



Kuva 3.2. Arolamminkoskessa havaittiin aamuöisin happimaksimi ja aurinkoisina päivinä usein kaksi lämpötilamaksimia.

3.1.3. Sähkönjohtavuus

Vantaanjoen yhteistarkkailutulokset ovat osoittaneet jätevesien purkualueilla jokiveden sähkönjohtavuuden nousevan voimakkaasti. Riihimäen puhdistamon purkualueen yläpuolella, havaintopaikalla V94, sähkönjohtavuusarvot olivat kesällä noin 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja Arolamminkoskessa anturiseurantajaksolla 186-562 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mediaanin ollessa 435 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (kuva 3.3). Arvot olivat korkeita ja selvä osoitus Vantaanjoen kuormittuneisuudesta. Jätevedenpuhdistamoilla ei seurata veden sähkönjohtavuuden arvoja. Syyskuun alussa (6.9.) Riihimäen puhdistamolle tulevan ja sieltä lähtevän veden sähkönjohtavuus määritettiin. Tulevassa vedessä sähkönjohtavuus (840 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oli lähtevää korkeampi (710 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mikä oli noin kaksinkertainen Arolamminkoskessa syyskuussa mitattuun (383 $\mu\text{S}/\text{cm}$) arvoon verrattuna.

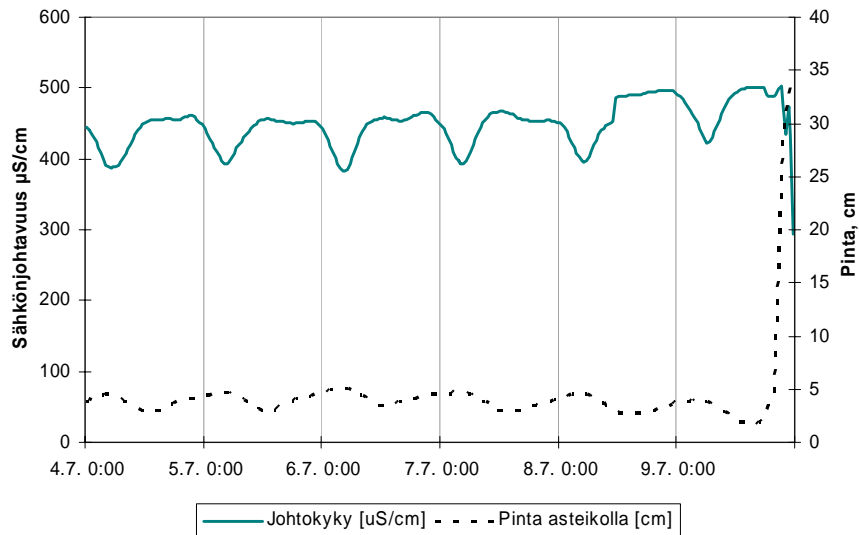


Kuva 3.3. Veden säähkönjohtavuuden vaihtelua Arolamminkoskessa kesällä 2011.

Arolamminkoskessa säähkönjohtavuus vaihteli melko säännönmukaisesti vuorokauden aikana. Puolen yön aikaan arvot alkoivat laskea saavuttaen minimin aamuyöllä, minkä jälkeen suunta kääntyi nousuun (kuva 3.4). Heinäkuun alussa (7.-8.7.) aamuyön minimit olivat 15-20 % päivän korkeimpia arvoja pienempiä.

Aamuyöllä, kun Arolamminkosken säähkönjohtavuusarvot olivat matalimpia, joen pinta ja happipitoisuus olivat korkeimmillaan sekä lämpötila usein kohonnut. Säähkönjohtavuusarvojen vuorokausivaihtelusta puhdistamolla ei ole tietoa, eikä myöskään siitä, mitkä ionit vaikuttavat merkittävimmin puhdistamolta lähtevän veden säähkönjohtavuuteen. Riihimäen puhdistamolla saostuskemikaalin, ferrosulfaatin, syöttöä prosessiin ohjataan ajastimella, ei virtaamapainotteisesti. Jos saostuskemikaalin sisältämä sulfaatti on merkittävä tekijä säähkönjohtavuudessa, sen suhteellinen osuus on pienin suurimman virtaaman aikana.

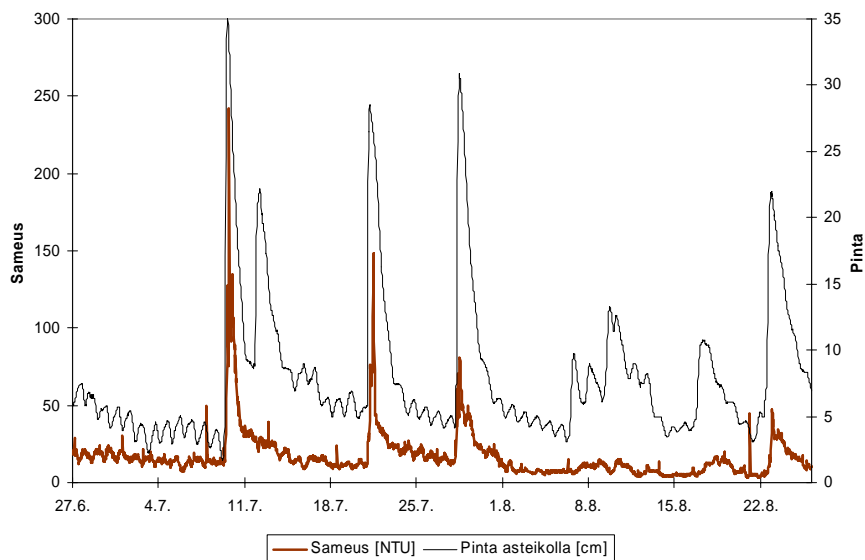
Arolamminkoskessa vedenpinnan ja happitasen aamuöiseen nousuun ja säähkönjohtavuuden alenemiseen on saattanut vaikuttaa myös jokeen ajoittain tuleva pohjavesi, esim. Herajoen kautta. Herajoen ja alueen pohjaveden välillä on todettu vuorovaikutus. Herajokeen purkautuu merkittäviä määriä pohjavettä, etenkin joen yläjuoksulla, mutta myös alajuoksulla. Ajanjaksolla 7.-10.7. vedenottamon pumppaaman pohjaveden määrä oli pienimmillään viidesosa maksimista. Käytännössä vedenotto pieneni klo 23 ja kasvoi jälleen aamulla. Ehkä Herajokeen pääsi purkautumaan öisin päiväaikaan enemmän pohjavettä, ja joesta virtasi mahdollisesti enemmän vettä myös Vantaanjokeen. Myös Vantaanjoen itärannalla pohjavesiä purkautuu jokeen. Pohjavesivaikutuksen merkitystä Vantaanjoen, esim. aamuöiseen vedenlaatuun, Arolamminkoskessa on mahdoton tässä yhteydessä arvioida.



Kuva 3.4. Vantaanjoen Arolamminkoskessa veden sähkönjohtavuudella ja pinnankorkeudella oli selvä vuorokausivaihtelu heinäkuun alun kuivana aikana.

3.1.4. Sameus

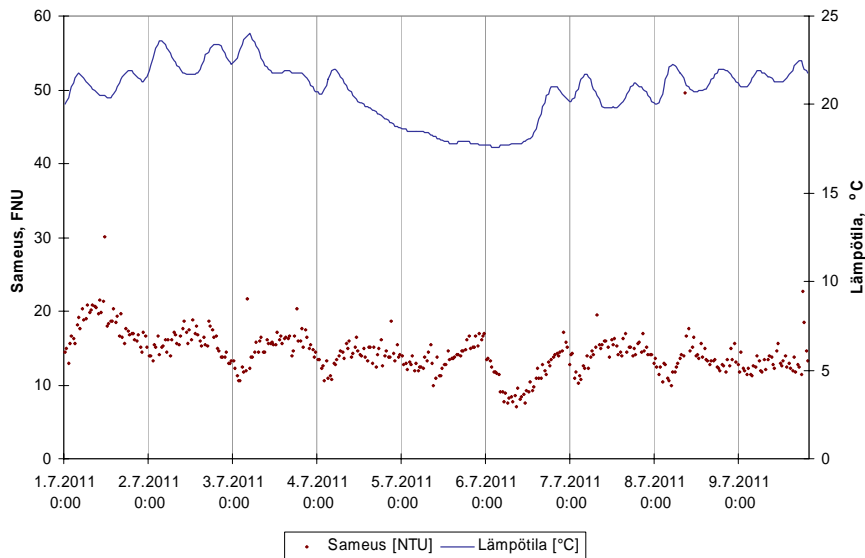
Veden sameus johtuu vedessä olevista pienistä hiukkasista, kuten kasviplanktonista, maa-aineksesta ja kuolleesta orgaanisesta aineksesta. Rehevissä vesissä levät ja kuoleva kasviaines samentavat vettä. Savisen maaperän joet ovat aina jossain määrin eroosioaineksen samentamia. Anturihavaintojen perusteella Vantaanjoen Arolamminkoskessa veden sameus vaihteli 3-243 NTU, mediaanin ollessa 13,7 NTU (kuva).



Kuva 3.5. Veden sameuden ja pinnankorkeuden vaihtelu Arolamminkoskessa seurantajaksolla.

Sameusarvon ollessa alle 5 FNU silmä ei havaitse vielä veden sameutta. Seurantajakson aikana vedet olivat kirkkaimmillaan elokuun puolivälissä. Rankkasateiden nostaessa joen pintaa heinäkuussa vesi sameni nopeasti. Samenemista aiheutti mm. uoman pohjaan sedimentoitunut kiintoaines, mikä lähti liikkeelle virtausnopeuden kasvaessa. Aineistossa esiintyi myös yksittäisiä satunnaisia sa-

meuspiikkejä. Ne saattoivat olla uomassa tapahtuvia pieniä sortumia tai eliöstön aiheuttamia, mittaushetkeen osuneita hetkellisiä samenia. Arolamminkoskelta ylävirtaan päin joen kasvillisuus oli erittäin rehevää runsasravinteisuuden seurauksena. Kasvillisuus toimi kesän edetessä tehokkaana ravinteiden käyttäjänä ja kiintoaineksen suodattajana. Poutajaksojen aikana veden sameusarvoissa oli havaittavissa vuorokausivaihtelua maksimien esiintyessä päivisin ja minimien aamuöisin (kuva 3.6).



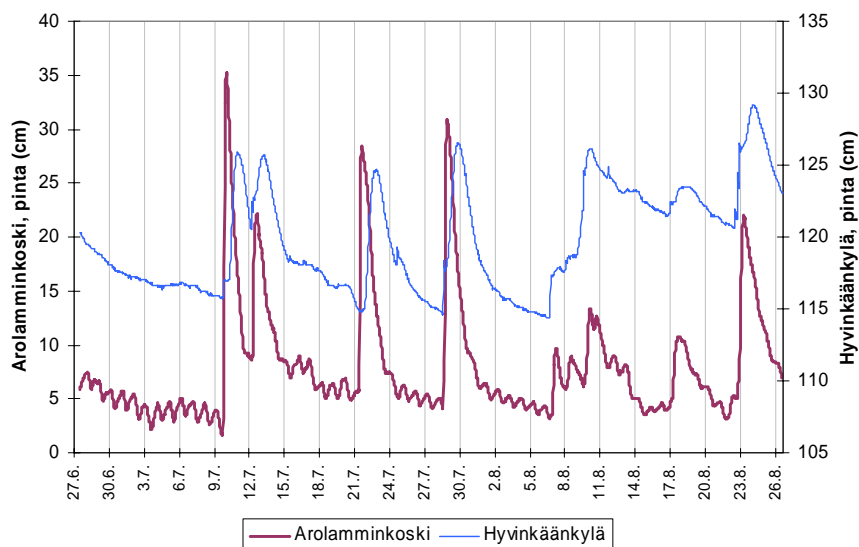
Kuva 3.6. Veden sameusvaihtelua Arolamminkoskessa heinäkuun alun poutajaksoilla. Sää oli 4.-5. 7. pilvinen ja lähipäivä selvästi viileämpi.

3.2. Hyvinkäänkylä

3.2.1. Vedenkorkeus

Vantaanjoen vedenkorkeuden vaihtelu oli Hyvinkäänkylässä seurantajaksolla 15 cm. Korkeimmillaan pinta oli elokuun lopulla. Sadepäivinä pinnan vuorokausivaihtelu oli huomattava ja poutapäivinä lähes olematon. Selvää vuorokausirytmää pinnanvaihtelussa, Arolammenkosken tapaan, ei esiintynyt. Vantaanjoen veden käyttö kasteluun mm. maaseutuopistolla ja Hyvinkään Sveitsin golfkentällä ei näyttänyt vaikuttavan joen pinnankorkeuteen.

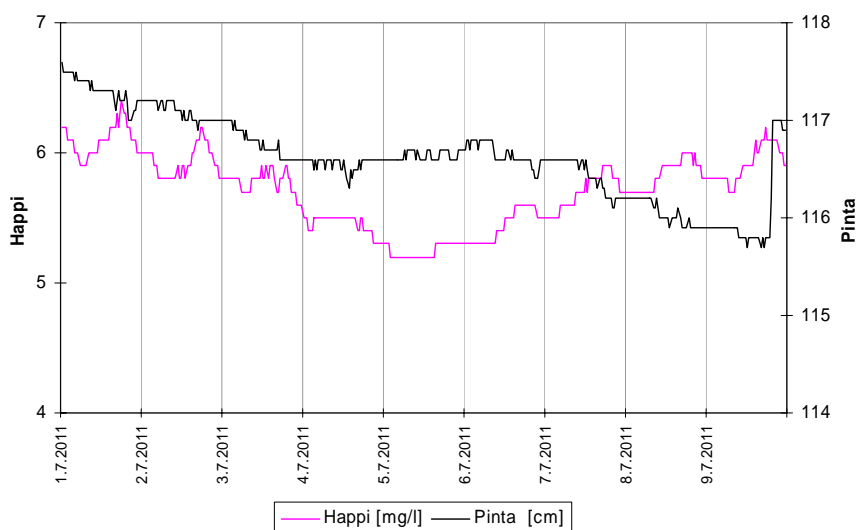
Arolammenkosken ja Hyvinkäänkylän välillä Vantaanjoki saa lisävesiä mm. Paalijoesta ja Kytäjoesta, johon laskee myös Keihäsjoeki. Kytäjoen latvajärvien säännöstelykäytännöt ja –tilanteet vaikuttivat Vantaanjoen vedenkorkeuteen seurantajaksolla. Kytäjärvestä jokeen purkautuva vesimäärä oli heinäkuun alkupuolella noin 180 l/s. Virtausta vähennettiin 21.7. tasolle 60-90 l/s. Elokuun alussa virtaus hieman kasvoi sateiden myötä, ja 8.8. Kytäjärven juoksutus nostettiin tasolle 480 l/s. Määrä oli yli kaksinkertainen verrattuna Vantaanjoen virtaamaan Riihimäen jätevesien purkualueella. Elokuun lopulla sateet nostivat jokien vedenpintoja ja Hyvinkäänkylässä seurantajakson korkein vedenpinta, 129 cm, mitattiin 24. elokuuta. Vedenpinta oli tuolloin 10 cm seurantajakson keskitasoa korkeammalla (kuva 3.7).



Kuva 3.7. Vantaanjoen pinnankorkeusvaihtelu Riihimäen Arolamminkoskessa ja Hyvinkään maaseutuopiston anturiasemilla kesällä 2011. Heinäkuun virtaamahuiput liittyvät runsasiin sateisiin. Sateiden ohella Kytäjärven juoksutuksen lisääminen 8. elokuuta vaikutti merkittävästi Vantaanjoen pinnan tasoon Hyvinkäänkylässä.

3.2.2. Happipitoisuus ja lämpötila

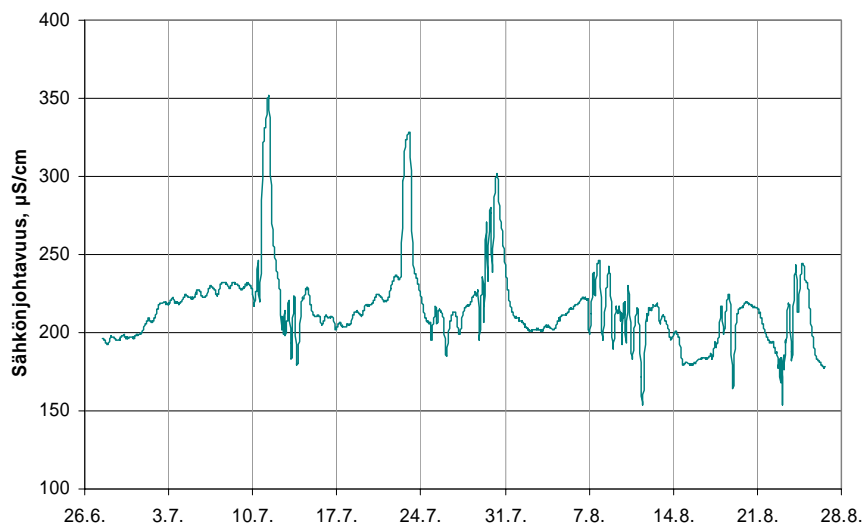
Hyvinkäänkylän kohdalla Vantaanjoessa happipitoisuus vaihteli seurantajaksolla 1,9-8,8 mg/l, mediaanin ollessa 6,5 mg/l. Minimipitoisuudet ajoittuivat 13. heinäkuuta aamuyöhön, jolloin happipitoisuus oli nelisen tuntia alle 3 mg/l. Tavanomaista korkeampia happipitoisuuksia havaittiin sateita seuranneiden pinnannousujen yhteydessä. Heinäkuun alussa, happipitoisuudet vaihtelivat tasolla 5,5-6,4 mg/l, mikä vastasi 60-74 % happikyllästystä (kuva 3.8). Selvän happivajauksen takia happi-tilanne oli lähinnä välttävä. Elokuussa, kun joen pinta oli heinäkuuta korkeammalla, happi-tilanne oli parempi, mediaani 7 mg/l, mutta silti hapen kyllästysvajaus oli noin 25 %.



Kuva 3.8. Vantaanjoen pinnankorkeudessa ei esiintynyt säännöllistä vuorokausivaihtelua Hyvinkäänkylän kohdalla. Aurinkoisten päivien jälkeen havaittiin happipitoisuuksien kohoamista, ilmeisesti voimistuneen perustuotannon vaikutuksesta.

3.2.3. Sähkönjohtavuus

Hyvinkäänkylässä Vantaanjoen sähkönjohtavuuden mediaani, 213 $\mu\text{S}/\text{cm}$, oli noin puolet Arolamminkosken arvosta. Heinäkuun sateet nostivat veden sähkönjohtavuutta hetkellisesti. Korkeimmillaan sähkönjohtavuus, 352 $\mu\text{S}/\text{cm}$, oli 11. heinäkuuta, kun Riihimäellä 9.7. olleen rankkasateen aiheuttama virtaamahuippu saavutti Hyvinkäänkylän. Hyvinkäällä ei satanut 9.7. Matalimmat sähkönjohtavuusarvot, 155 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mitattiin sateiden aikaan elokuun lopulla. Elokuussa sähkönjohtavuuden taso oli heinäkuuta hieman alempi Kytäjoen kautta tulevan veden ansiosta. Kytäjoen vedessä sähkönjohtavuus oli kesällä noin 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hyvinkäänkylässä veden sähkönjohtavuudessa havaittiin pientä vuorokausivaihtelua alivesikauden poutajaksoilla (kuva 3.9).



Kuva 3.9. Vantaanjoen sähkönjohtavuuden vaihtelua Hyvinkäänkylässä kesällä 2011.

3.3. Poikkeustilanteiden arviointia

Kesän rankkasateet olivat varsin paikallisia ja niiden voimakkuus vaihteli suuresti. Riihimäen kaupunkialueella voimakkaita, lyhytaikaisia sadejaksoja oli heinäkuussa kolme. Sekaviemäröidyn alueen laajuudesta johtuen jätevedenpuhdistamoille kohdistui lyhytaikaisesti liian suuria vesimääriä, ja osa sadevesien täyttämien viemäreiden vesistä pääsi Karoliinanojan varren ohituspaikalta suoraan vesistöön. Puhdistamolta johdettiin lisäksi, vain etuselkeytyksen läpi mennyttä, jätevettä Vantaanjokeen. Tarkemmat ohitustiedot esitetään taulukossa 3.1.

Elokuu oli heinäkuuta sateisempi. Eniten satoi 22. elokuuta. Hyvinkäänkylässä sadetta kertyi noin 50 mm, Riihimäellä puolet vähemmän. Jätevesiohituksia ei tuolloin ollut.

Seuraavassa kuvataan heinäkuun kolme sadetapahtumaa, joihin liittyen Riihimäeltä tuli jätevesipäästöjä Vantaanjokeen. Elokuun sadetapahtuman yhteydessä tehdyt anturihavainnot antavat vertailtavaa tietoa olosuhteista, missä pistekuormitustilanne ei poikennut tavanomaisesta.

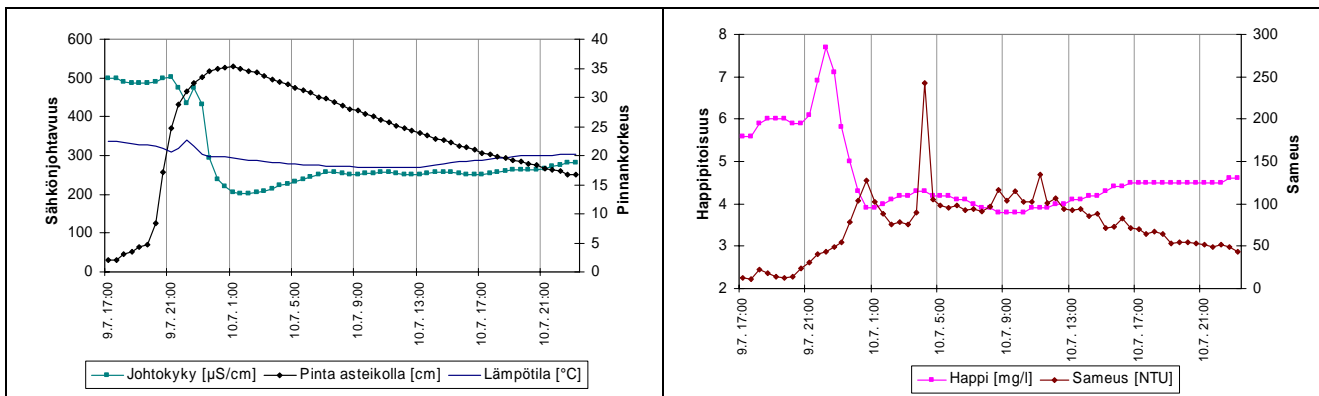
Taulukko 3.1. Kesän rankkasateisiin liittyvät jätevesiohitukset ja tiedot ajankohtien sadesummista. Tiedot esitetään taulukossa sadejaksoa tai vuorokautta kohti.

Aika	Sademäärä, mm/jakso Herajoki	Ohitus, m ³ /jakso (verkosto)	Ohitus, m ³ /jakso (puhdistamo)	Sade, mm/vrk Arolammi/Hyvinkää	Riihimäki jvp, käsitelty jätevesi, m ³ /vrk
9.7. klo 18-23	44	608	169	14 / 0,3	18025
21.7. klo 7-11	21	453	127	6 / 0	18531
28.7. klo 14-16	26	548	101	31 / 14,5	18130

3.3.1. Sadetapahtuma 9. heinäkuuta

Heinäkuun alussa (9.7.) Riihimäen kaupunkialueella satoi klo 18-21 rankasti. Arolamminkylässä sade oli vähäisempää ja Hyvinkäänkylässä ei satanut juuri lainkaan. Paloheimonkoskessa Vantaanjoen virtaama oli ennen sadetta 75 l/s. Huippuvirtaama, 1250 l/s, saavutettiin klo 20. Arolamminkoskessa Vantaanjoen vedenpinnan voimakas nousu alkoi klo 20 ja huipputaso saavutettiin heti puolen yön jälkeen. Pääosa jätevesien ylivuodoista ja ohituksista tapahtui klo 18-21.

Veden sähkönjohtavuudessa selvä lasku alkoi klo 23 (kuva 3.10). Veden pinnan nousun myötä Vantaanjoen vesi sameni ja oli virtaamahuipun aikaan sameimmillaan, 127 FNU, eli vesi oli erittäin sameaa.

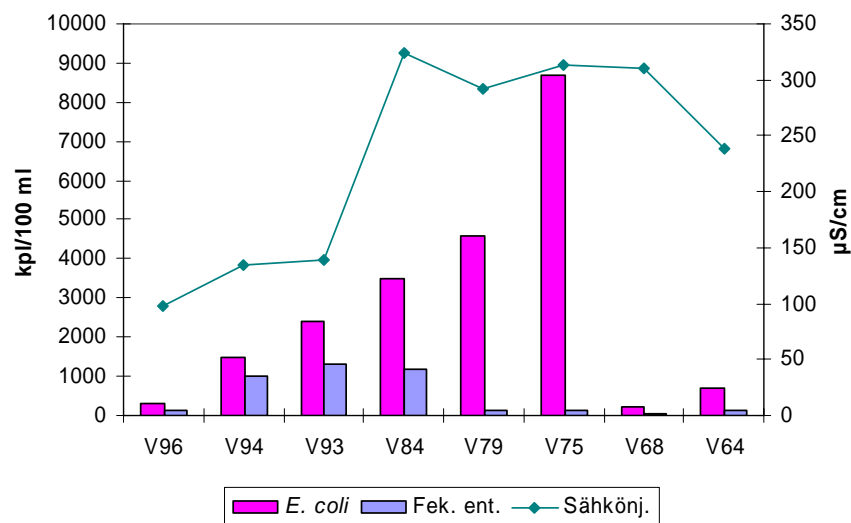


Kuva 3.10. Rankkasateen (9.7.) vaikutukset Vantaanjoen pinnankorkeuteen ja vedenlaatuominaisuuksiin Arolamminkoskessa.

Ennen sadetta Vantaanjoen veden happipitoisuus oli tavanomaisella tasolla, 6 mg/l. Virtaaman kasvu nosti pitoisuuden aluksi tasolle 7,7 mg/l, ilmeisesti happirikkaan sadeveden ansiosta, mutta klo 22 alkaen pitoisuus laski muutamassa tunnissa, arvoon 3,9 mg/l. Samaan ajankohtaan ajoittui myös ylin vedenkorkeus, veden sameushuippu sekä sähkönjohtavuuden lasku (60 %).

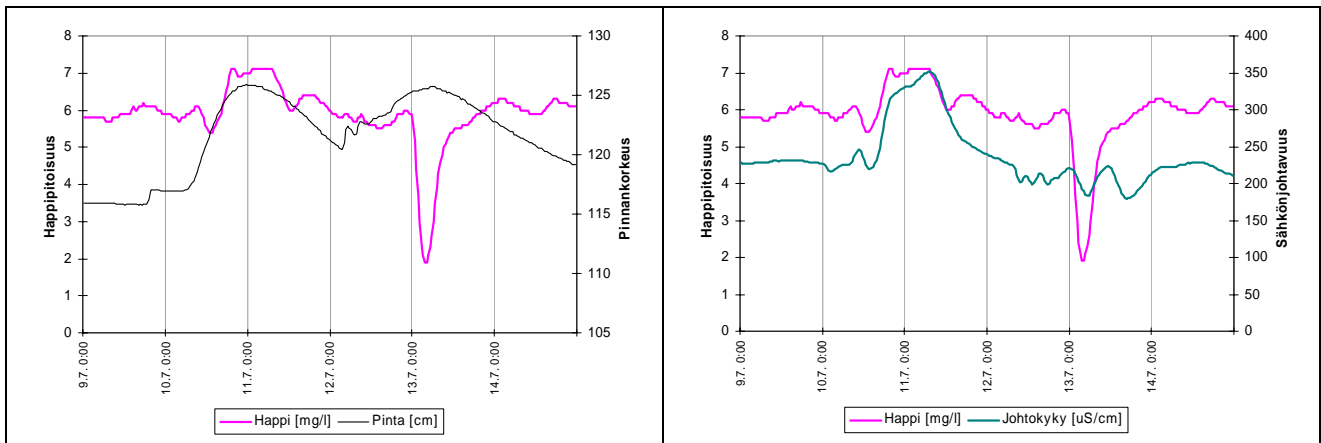
Arolamminkoskessa vedenlaatuominaisuudet alkoivat noin parin tunnin kuluttua sateiden ja jätevesiohitusten alkamisesta ja kuuden tunnin kuluttua joen vesi oli voimakkaasti samentunut, happitilanne heikoimmillaan ja veden sähkönjohtavuus matalimmillaan. Vesi pysyi sameana useita päiviä ja happipitoisuus oli Arolamminkoskessa tavanomaista alempi. Tavanomainen happitaso saavutettiin vasta 14.7., jolloin veden sameusarvo oli laskenut tasolle 25 NTU.

Kun Vantaanjoesta otettiin aamupäivällä 11.7. yhteistarkkailunäytteitä, Riihimäen Käräjäkoskessa (V96) vesi oli kirkasta, mutta kaupunkialueelta Arolamminkoskelle (V84) selvästi samentunutta (sameusarvot vesinäytteissä noin 20 FTU, anturissa 30 NTU). Arolamminkosken näytteessä happipitoisuus oli 4,5 mg/l eli anturihavaintoa vastaava. Kuormitusvaikutusta osoittava ammoniumtyypipitoisuus oli selvästi koholla Arolamminkoskessa (V84) ja Vaiveronkoskessa (V79). Vedessä oli tavanomaista enemmän myös mm. leville käyttökelpoista liukoista fosfaattia. Arolamminkosken BOD₇ -arvo, 6 mg/l, oli tavanomaista korkeampi. Ulosteperäisten bakteerien perusteella heikoin hygieeninen laatu Vantaanjoessa oli Hyvinkäällä, Kytäjätien sillan (V75) kohdalla (kuva 3.11). Korkeita bakteeripitoisuuksia todettiin myös Riihimäen kaupunkialueella sekä Arolamminkoskessa. Tulosten perusteella voi olettaa, että sateen ja jätevesipäästön merkittävin vaikutus 11.7. oli Hyvinkäänkylän alueella.



Kuva 3.11. Ulosteperäisten bakteerien pitoisuudet Vantaanjoessa Riihimäellä ja Hyvinkäällä 11.7.2011. Riihimäen puhdistamon purkupaikka on havaintopaikkojen V93 ja V84 välissä. Karoliinanoja laskee Vantaanjokeen havaintopaikan V93 yläpuolella.

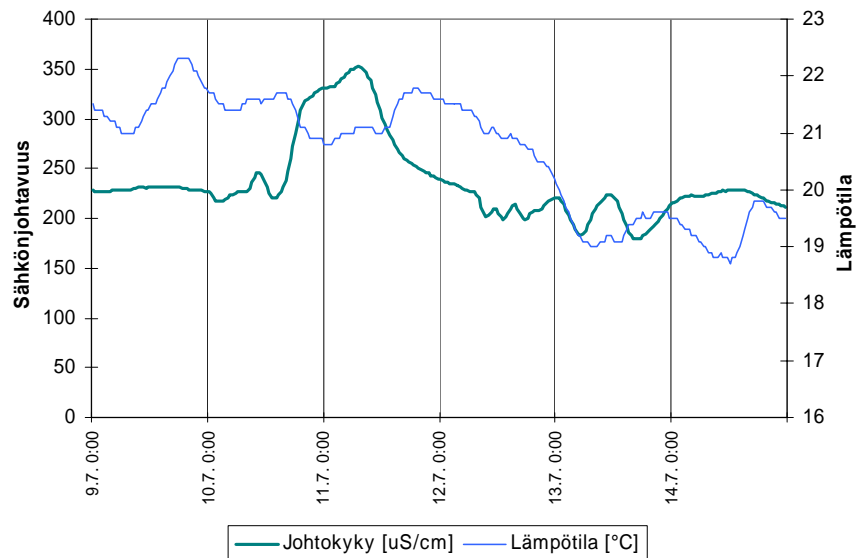
Anturihavainnot tukivat hyvin vesinäytteiden tuloksia. Illalla 9.7. Hyvinkäänkylässä sademäärä oli vain 0,3 mm. Vedenspinta nousi, senttimetri kahden tunnin aikana, johtui ilmeisesti lähialueen saateista. Huomattava joen pinnannousu alkoi vasta seuraavana aamuna ja korkein taso saavutettiin keskiyöllä 10-11.7. (kuva 3.12). Veden sähkönjohtavuus nousi pinnannousua mukailleen. Näyttäisi siltä, että joen yläjuoksun virtaamapulssi oli saavuttanut Hyvinkäänkylän noin vuorokaudessa. Vesimäärän kasvu vaikutti lähinnä myönteisesti veden happipitoisuuteen. Aamupäivällä 10.7. havaittu pieni johtokyvyn hetkellinen nousu ja happipitoisuuden lievä lasku ajoittuivat yhteen.



Kuva 3.12. Riihimäellä 9.7. ollut rankkasade vaikutti Vantaanjoen pinnankorkeuteen ja vedenlaatuun Hyvinkäänkylässä.

Aamuyöllä 12.7. näytti siltä, että olosuhteet Vantaanjoessa olivat lähes palautuneet yläjuoksun saateen jälkeen. Joen pinta alkoi kuitenkin vaihdella ja lopulta jälleen kohota. Hyvinkäänkylässä oli iltayöllä 11.7. satanut 11 mm. Sateita oli tullut myös Nurmijärven ja Vihdin suunnalla eli Kytä-Keihäsjoen valuma-alueen tuntumassa, mutta ei ilmeisesti Riihimäellä. Riihimäellä tosin havaittiin 12.7. joen pinnan nousua. Ehkä joen latva-alueella, Hausjärvellä, oli satanut.

Hyvinkäänkylässä Vantaanjoen pinnan kohotessa, sähkönjohtavuus alkoi vaihdella ja veden happipitoisuudessa tapahtui selvä lasku aamuyöllä 13.7. (kuva 3.13). Happipitoisuus laski alimmillaan pitoisuuteen 1,9 mg/l. Kahdeksan tunnin ajan pitoisuus oli alle 5 mg/l. Ajankohtana joen vedenpinta oli korkeimmillaan.



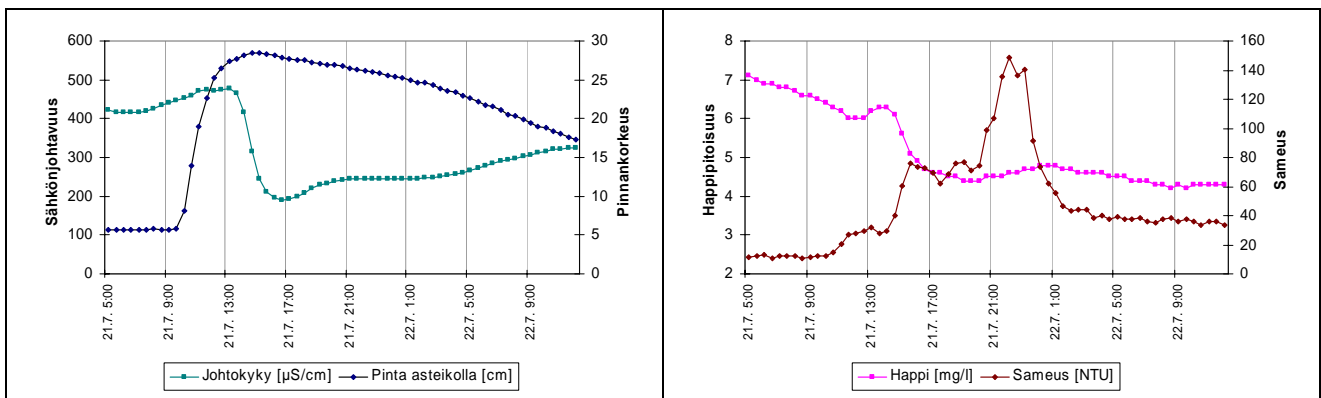
Kuva 3.13. Veden lämpötilan lasku vaihtelua Hyvinkäänkylässä 9.-14. heinäkuuta.

Kun tarkastellaan happiminimin ajalta veden lämpötiloja, havaitaan että alkutiloille tunnusomaista lämpötilamaksimia ei esiintynyt 12.7., vaan veden lämpötilassa tapahtui lasku. Ajankohtaan liittyi ilman viileneminen, etenkin yölämpötilojen osalta. Erityisen kylmää ei vesi kuitenkaan ollut.

3.3.2. Sadetapahtuma 21. heinäkuuta

Herajoen vedenottamolla 21.7. klo 10 aamun sadesumma oli 20,6 mm. Tätä selvästi suurempia sademääriä oli kertynyt kaupungin pohjoispuolella, mutta Arolammilla vain 6 mm. Hyvinkäänkylässä ja esim. Vihdissä ei satanut. Sateen seurauksena Vantaanjoen virtaama kymmenkertaistui Paloheimonkoskessa. Havaittu maksimivirtaama 975 l/s oli klo 8. Jätevesiohitukset tapahtuivat klo 7-11.

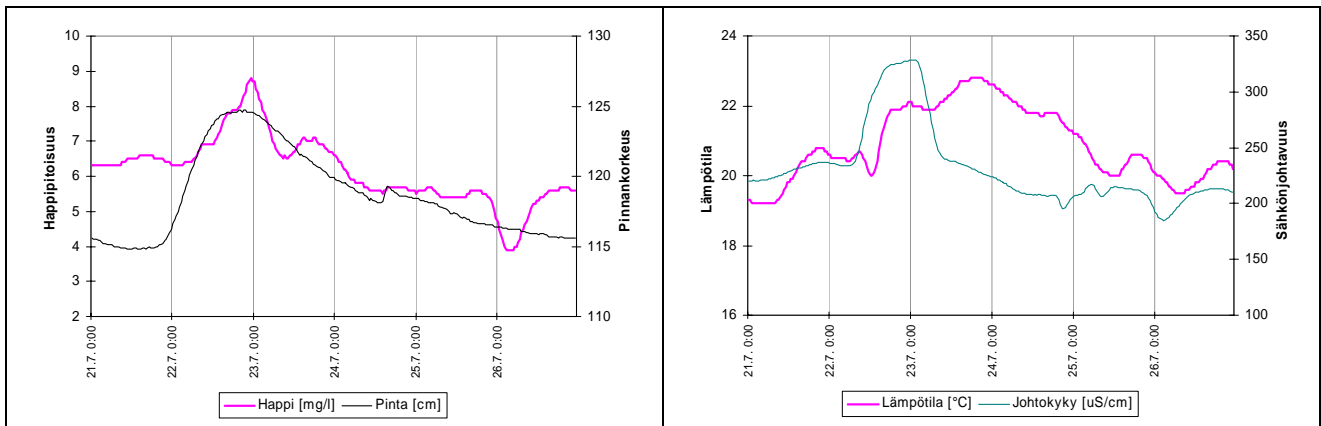
Sateen seurauksena Vantaanjoen pinta alkoi nousta Arolamminkoskessa klo 10 ja nousua jatkui neljä tuntia. Pinnan saavuttaessa maksimikorkeuden jokiveden sähkönjohtavuus laski 60 %. Veden pinnan nousun myötä veden happipitoisuus aluksi nousi, mutta kun vesi alkoi samentua iltapäivällä, happitilanne heikkeni (kuva 3.14). Veden sameus kohosi tasolle 75 NTU (klo 14-15:30) ja happipitoisuus laski (klo 14-17) 1,7 mg/l. Happipitoisuus säilyi useita päiviä tasolla 4,5 mg/l ja vasta 26.7. pitoisuus oli jälleen tasolla 6 mg/l. Sameinta (yli 100 NTU) vesi oli Arolamminkoskessa klo 21-23. Huomattavasti samentunutta vettä (yli 50 NTU) Arolamminkoskessa oli noin 10 tunnin ajan.



Kuva 3.14. Rankkasateen (21.7.) vaikutukset Vantaanjoen pinnankorkeuteen ja vedenlaatumuutuksiin Arolamminkoskessa.

Hyvinkäänkylässä Riihimäen sadetapahtuma näkyi seuraavana aamuna (22.7.), ensin veden pinnan nousuna, mitä seurasivat veden sähkönjohtavuuden ja happipitoisuuden nousut (kuva 3.15). Korkea happipitoisuus (8,8 mg/l eli 101 kyllästys %) oli merkki voimistuneesta perustuotannosta. Sadetapahtuma oli tuonut veteen lisäravinteita, mitkä perustuottajat ottivat nopeasti käyttöönsä. Veden pinta, sähkönjohtavuus ja happipitoisuus alkoivat laskea 23.7. Seuraavana päivänä (24.7.) Hyvinkäänkylässä tuli sadekuuro (noin 6 mm), mikä nosti vedenpintaa hieman ja laski aluksi sähkönjohtavuutta. Selvä happipitoisuuden muutos anturimittauksissa havaittiin aamuyöllä 26.7., jolloin happipitoisuus laski neljäksi tunniksi tasolle 4 mg/l. Ajankohtaan liittyi myös veden sähkönjohtavuuden lasku.

Vedenlaatumuutoksen syy ei anturihavainnoista selviä. Esimerkiksi veden pinnanmuutosta ei ajankohtaan liity ja veden sähkönjohtavuuden laimeneminen sulkee pois esim. välittömän jätevesivaikutuksen.

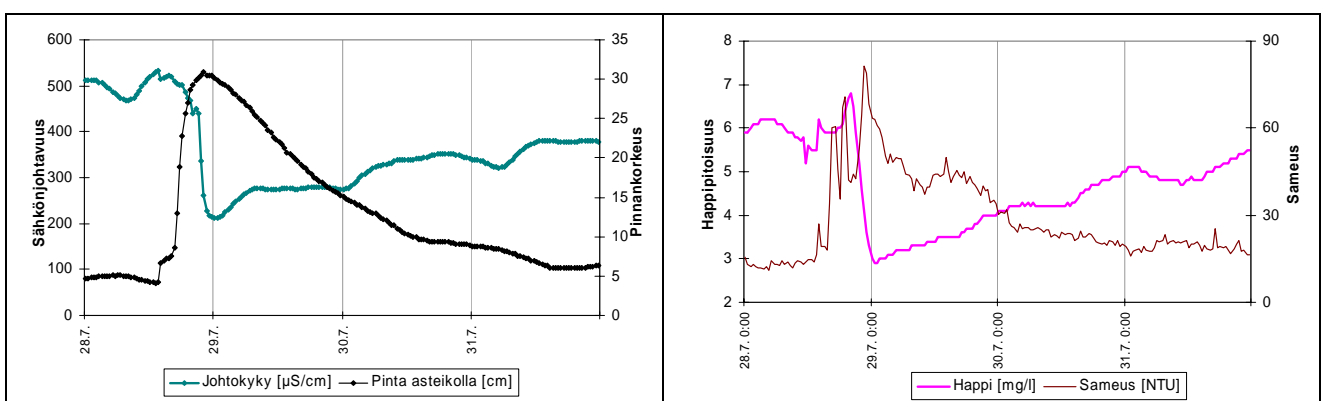


Kuva 3.15. Riihimäen sadetapahtuman (21.7.) vaikutukset Vantaanjoen pinnan korkeuteen ja vedenlaatuun Hyvinkäänkylässä.

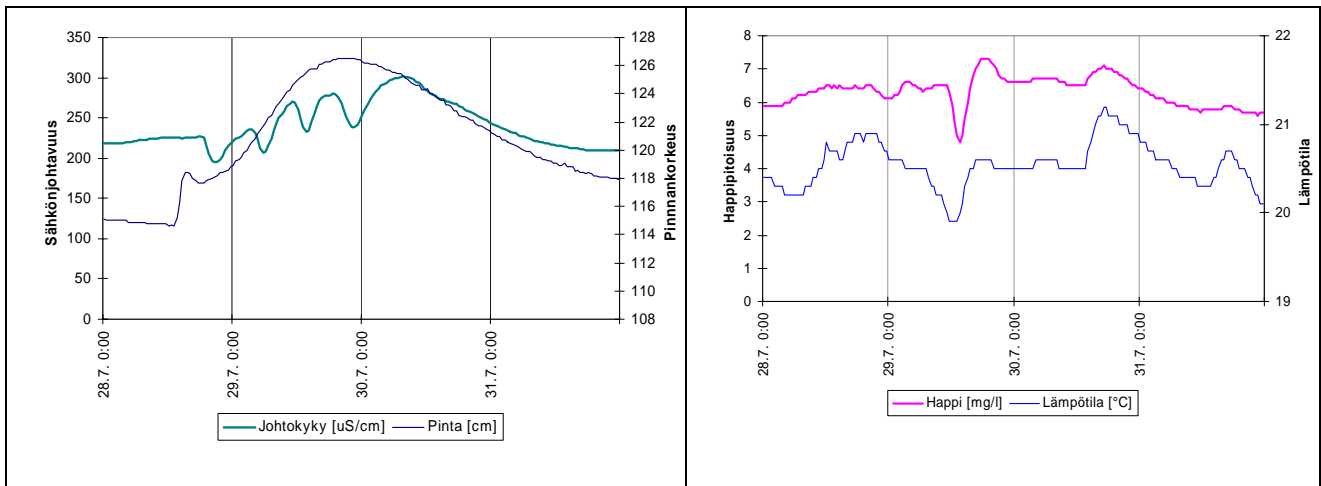
3.3.3. Sadetapahtuma 28.heinäkuuta

Iltapäivällä 28.7. (klo 14-16) Riihimäellä tuli jälleen voimakas ukkoskuuro. Herajoella sadesumma kirjattiin 26 mm ja Arolammilla 32 mm. Hyvinkäänkylässä sadesumma oli 15 mm ja Vihtissä yli 40 mm. Tällä kertaa sadekuuro oli siis laaja-alainen. Sade aiheutti Riihimäellä, kahden tunnin aikana, 650 m³ suuruisen jätevesipäästön.

Paloheimonkoskessa vedenpinta oli nousussa klo 14 ja kahta tuntia myöhemmin joen virtaama, 618 l/s, oli ylimmillään. Joen virtaama oli 7 kertaa suurempi kuin ennen sadetta. Arolamminkoskessa veden pinta alkoi nousta heti sateen alussa. Anturihavainnot osoittivat myös veden sameuden ja happipitoisuuden hetkittäisiä nousuja (kuva 3.16). Vaihtelua jatkui klo 20 asti. Tämän jälkeen veden pinta alkoi olla lähellä huipputasoa ja veden happipitoisuudessa tapahtui viiden tunnin aikana voimakas lasku (4 mg/l) ja myös veden sähkönjohtavuus laski 60 %. Pari tuntia ennen happiminimiä (2,9 mg/l) vesi oli sameinta (81 NTU).



Kuva 3.16. Heinäkuun lopun sadetapahtuman vaikutukset veden laatuun Arolamminkoskessa.



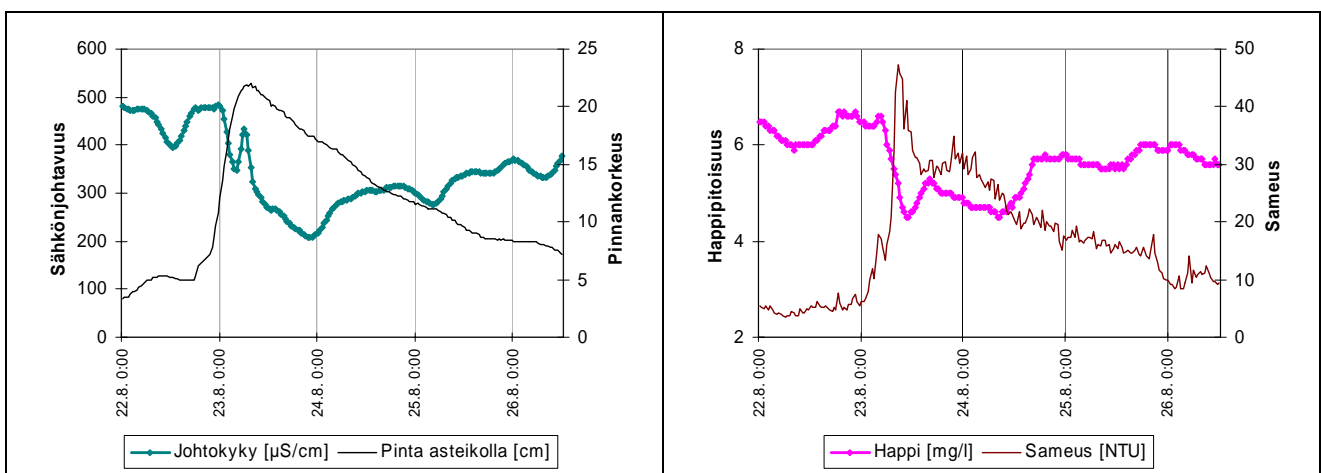
Kuva 3.17. Heinäkuun lopun sadetapahtuman vaikutukset Vantaanjoen veden laatuun Hyvinkäänkylässä.

Hyvinkäänkylässä sateen alku, noin klo 13, käynnisti myös pinnannousun Vantaanjoessa. Sitä kesti kolme tuntia, mitä seurasi lievä pinnan lasku ja klo 19 alkoi uusi tasainen pinnannousu. Samaan aikaan veden sähkönjohtavuuden arvot alkoivat vaihdella (kuva 3.17). Veden happipitoisuudessa selvä lasku alkoi 29.7. klo 11:30 ja minimipitoisuus (4,8 mg/l) oli kaksi tuntia myöhemmin. Hyvinkäänkylässä happiminimi esiintyi siis lähes vuorokauden päästä Riihimäen jätevesiohituksesta.

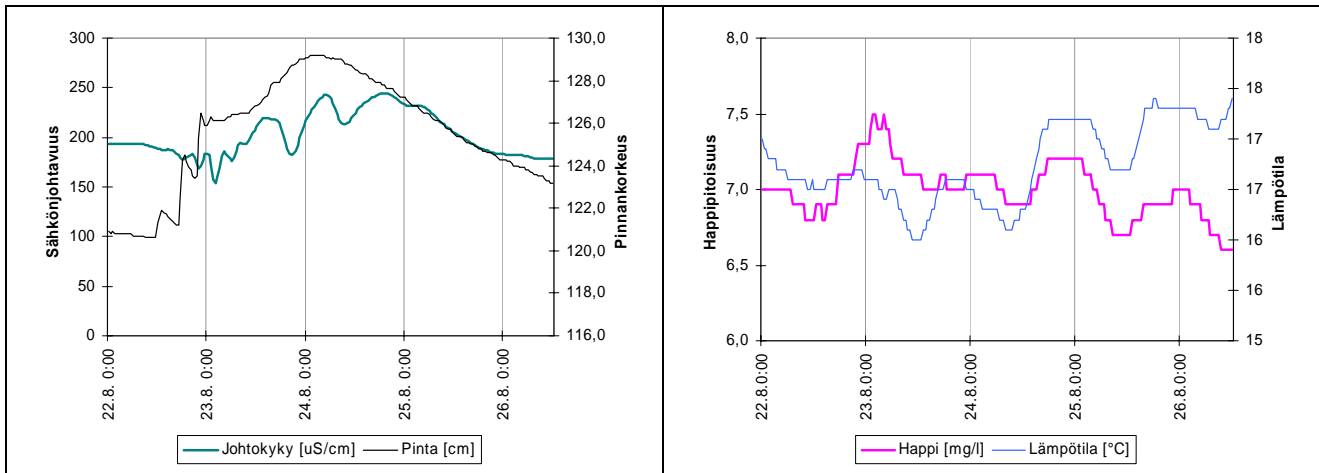
3.3.4. Sadetapahtuma 22.elokuuta

Elokuun lopulla, 22.8. voimakas sade ja ukkosrintama liikkui eteläisessä Suomessa. Sadesumma Arolammilla oli noin 27 mm ja Hyvinkäänkylässä 50 mm. Vihdin suunnalla satoi melko vähän. Suurista sademääristä huolimatta jätevesiohituksia ei tapahtunut.

Ennen sadetta, Paloheimonkoskessa virtaama oli puolitoistakertainen heinäkuun rankkasadepäivien lähtötilanteeseen verrattuna. Sateet nelinkertaistivat vielä virtaaman. Virtaamahuippu, 486 l/s, havaittiin klo 20. Arolamminkoskessa Vantaanjoen vedenpinta alkoi nousta selvästi klo 18 ja nousua jatkui seuraavaan aamuun. Nousua oli lähes 17 cm ja nousun aikana veden sähkönjohtavuus laski lähes 60 % (kuva 3.18). Veden pinnan nousua seurasi veden sameneneminen ja happipitoisuuden lasku. Seuraavana päivänä happipitoisuus oli laskenut kuuden tunnin aikana 2 mg/l, ollen klo 11 tasolla 4,5 mg/l.



Kuva 3.18. Elokuun lopun sateiden vaikutukset Vantaanjoen veden laatuun Arolamminkoskessa.



Kuva 3.19. Elokuun lopun sateiden vaikutukset Vantaanjoen veden laatuun Hyvinkäänkylässä.

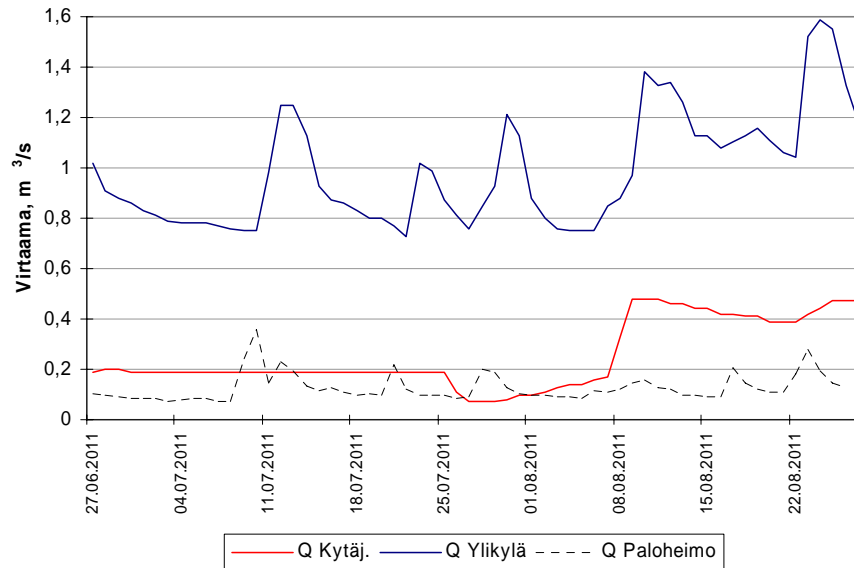
Hyvinkäällä satoi Riihimäkeä enemmän. Veden pinnan vaihtelu alkoi kuurosateiden myötä jo puolelta päivin ja jatkui illan ajan. Puolen yön jälkeen joen pinta nousi tasaisesti ja oli korkeimmillaan vasta 24.8. aamuyöllä. Veden sähkönjohtavuus vaihteli jakson aikana noususuuntaisesti, nousun ollessa alkutilasta enimmillään noin 20 %. Veden happipitoisuuden vaihtelu sadetapahtuman aikana oli vähäinen ja happitaso hyvä (kuva 3.19).

3.3.5. Yhteenveto sadetapahtumista

Sadetapahtumien aikana Vantaanjoen virtaus kasvoi Riihimäellä merkittävästi. Ensimmäisen sadetapahtuman aikana (9.7.) virtaama viisinkertaistui vuorokausitasolla ja muutaman tunnin aikana virtaaman nousu oli jopa 17-kertainen. Tähän ajankohtaan ajoittuivat myös jätevesiohitukset. Muiden sadetapahtumien aikana vuorokausivirtaamat kaksinkertaistuivat. Sateiden aikana 21.7. virtaaman kasvu oli lyhytaikaisesti 11-kertainen, 28.7. seitsemänkertainen. Elokuun lopulla joen virtaama nelinkertaistui nopeasti sateiden vaikutuksesta. Kytäjärven juoksutuksen lisääminen 8. elokuuta kasvatti Vantaanjoen virtaamaa Hyvinkäänkylässä seuraavana päivänä. Vaikutukset heijastuivat edelleen alavirtaan päin (kuva 3.20). Ajankohtaan liittyi myös sateita.

Heinäkuussa, kun sateet painottuivat Riihimäelle, todettiin veden virtaavan kaupunkialueelta noin kuuden tunnin kuluessa Arolamminkoskelle. Hyvinkäänkylässä sadekuuron synnyttämä virtaamatulppa oli noin vuorokauden kuluessa. Uudenmaan ELY-keskuksen Nurmijärven Ylikylän vedenkorkeuden seuranta-aseman havaintojen perusteella näyttäisi siltä, että vesi saavutti Ylikylän runsaan kolmen vuorokauden kuluttua. Kun elokuun alussa Kytäjärven juoksutusta lisättiin, joen pinta nousi myös Ylikylässä selvästi.

Heinäkuun sateet aiheuttivat Riihimäellä 2-5 tunnin pituisia jätevesiohituksia, sekä Karoliinanojan ylivuodosta että puhdistamolta etuselkeytyksen jälkeen. Arolamminkosken anturiasemalla 9.7. ja 21.7. sateiden ja ohitusten vaikutukset alkoivat näkyä parin tunnin kuluttua, ensin veden pinnan nousuna, ja 6-8 tunnin kuluttua esiintyivät alimmat happipitoisuudet (10. heinäkuuta 3,9 mg/l ja 21. heinäkuuta 4,4 mg/l). Happitason lasku oli noin 2 mg/l. Heinäkuun lopulla 28.7. voimakas happipitoisuuden lasku alkoi 6 tunnin kuluttua sateiden alkamisesta. Laskua oli 4 mg/l ja happipitoisuus oli matalimmillaan 2,9 mg/l.



Kuva 3.20. Kytjärvestä lähtevän veden virtaama, Vantaanjoen virtaama Paloheimonkoskessa ja Nurmijärven Ylikylässä.

Heinäkuun ensimmäinen jätevesiohitus oli määrältään seurantajakson suurin, mutta laimenemisolosuhteet olivat jätevesien vaikutusalueella muita ohituskertoja paremmat. Päästön aikana ohitetun jäteveden (enimmillään 120 l/s) osuus oli kymmeneksen joen virtaamasta. Heinäkuun lopussa (28.7.), kahden tunnin aikana, ohitusvesien virtaama jokeen oli noin 80 l/s, mikä oli viidenneksen joen virtaamasta. Lisäksi jokeen johdettiin puhdistamolta koko puhdistusprosessin läpikäynyt vesi.

Jätevesiohitusten vaikutuksia jokiveden happitilanteeseen arvioitiin laskemalla jätevesiohituksen aiheuttamaa hapentarvetta, kun ohitusvesi päätyy vesistöön. Jätevesissä hapenkulutusta tutkitaan analysoimalla BOD₇-atu sekä ammoniumtyppipitoisuus. Laskemalla yhteen BOD₇-atu ja happimäärä, mikä tarvitaan ammoniumtyypin hapettuessa nitraatiksi, saadaan arvio vesistössä tapahtuvasta hapen kulumisesta seitsemän vuorokauden aikana eli taulukossa 3.2 käytetty laskennallinen BOD₇.

Puhtaissa vesistövesissä BOD₇-arvo on alle 2 mg/l. Vantaanjoen Arolammenkoskessa BOD₇-arvo oli touko-kesäkuun yhteistarkkailukerroilla 5 mg/l. Kun arvo on 5-15 mg/l alkaa vesistön tilanne häiriintyä ja BOD₇-pitoisuuden ollessa luokkaa 20 mg/l, on happikato todennäköinen (*Riverlife* – sivusto: www.ymparisto.fi/default.asp?node=12884&lan=fi, 9.11.2011).

Riihimäen jätevesiohitusten hapentarvetta laskettaessa käytettiin Riihimäen puhdistamon käyttö-tarkkailussa sekä kaupunkilinjaa pitkin tulevasta jätevedestä että etuselkeytyksen läpi menneestä vedestä, mitattuja BOD₇-atu -arvoja ja kaupunkilinjasta tulevan veden ammoniumtyppipitoisuutta. Hapenkulutus laskettiin erikseen verkosto- ja puhdistamo-ohituksille, mutta koko ohitusaikaa kohti, vaikka verkosto-ohitus oli puhdistamon ohitusta lyhyempikestoinen. Seitsemän vuorokauden hapenkulutuksen (BOD₇-arvon) ohella arvioitiin hapentarvetta kuuden tunnin arvona, olettaen, että ainakin se hapentarve olisi todentunut ennen Arolamminkoskea (taulukko 3.2).

Taulukoon 3.2 lasketut arvot jätevesiohitusten aikaisesta hapen kulumisesta joessa ylittivät selvästi pitoisuuden, mikä puhdistamolta vesistöön johdettavassa käsitellyssä jätevedessä normaalisti on, esim. heinäkuussa Riihimäen puhdistamolta lähtevässä vedessä BOD₇ oli 2,5 mg/l (BOD₇atu ja ammoniumtyppi).

Taulukko 3.2. Laskennallinen arvio siitä, mikä jokiveden arvo on mahdollisesti ollut jätevesiohitusten aikana Vantaanjoessa. Oletuksena on, että lähtötilanteessa jokiveden happipitoisuus oli 8 mg/l.

Aika	MQ Palo-heimonkoski, m ³ /s	Ohitus, m ³ (verkosto + jvp)	lask. BOD ₇ , mg/l	lask. BOD _{6 h} , mg/l
9.7. klo 18-23	0,74	777	20	6,4
21.7. klo 7-11	0,50	580	15	7,1
28.7. klo 14-16	0,39	649	36	17

Heinäkuun ohituskerroista selvästi korkeimmat BOD₇-pitoisuudet olivat 28.7. Jätevesipäästön laimeneminen oli tuolloin muita kertoja heikompi. Sekä 9.7. että 28.7. ohitusten yhteydessä BOD₇ – arvot olivat tasolla, jolloin hapettomuutta saattoi joessa esiintyä. Arolamminkosken havaintojen perusteella happitilanne joessa oli heikoin 28.7.

Heinäkuun kahden ensimmäisen sadetapahtuman jälkeen Vantaanjoen vesi pysyi useita päiviä tavanomaista sameampana ja happipitoisuuden palautuminen normaaliin tasoon oli hitaampaa kuin heinä- ja elokuun lopun sateiden jälkeen. Sateiden painottuminen Riihimäelle vaikutti ilmeisesti siten, että virtaamahuipun jälkeen veden virtausnopeus hidastui selvästi ja veden vaihtuvuus uomassa heikkeni. Helteisellä säällä oli ilmeisesti myös merkitystä.

Hyvinkäänkylässä kaikki sadejaksot näkyivät selvästi joen vedenpinnan nousuna ja heinäkuussa myös sähkönjohtavuuden kasvuna. Korkeimmat sähkönjohtavuudet esiintyivät keskimäärin vuorokauden kuluttua Riihimäellä tapahtuneista sateista ja ohituksista. Happitilanne oli ajankohtina toisinaan jopa tavanomaista parempi.

Vantaanjoessa seurantajakson alin happipitoisuus (1,9 mg/l) havaittiin Hyvinkäänkylän kohdalla 13.7. Selvää syytä happiminimin ei löydetty. Riihimäellä noin neljä vuorokautta varhemmin (9.7.) olleet jätevesiohitykset eivät ainakaan suoraan näyttäneet liittyvän tapahtumaan. Yksi mahdollisuus oli, että Keihäsjoen-Kytäjoen alueella 11.7. olleet sateet lisäsivät vesien virtausta ja jostain jokisuvannosta purkautui eteenpäin heikkohappista vettä, mikä havaittiin Hyvinkäänkylässä happiminiminä. Hyvinkäänkylän anturiasemalla ei valitettavasti ollut sameusanturia, eikä Kytäjän alueelta ole käytettävissä päivittäisiä sadantatietoja tai jokien vedenkorkeustietoja.

Anturihavaintojen perusteella rankkasadetapahtumiin liittyvät jätevesipäästöt, vaikuttivat varmasti Arolamminkoskessa happitilanteen heikkenemiseen. Noin 6-8 tuntia jätevesiohityksen alettua happitilanne oli heikoin. Happi ei loppunut missään vaiheessa kokonaan. Alin happipitoisuus Arolamminkoskessa oli 2,9 mg/l, minkä ei ole todettu aiheuttavan hapenpuutosoireita yleisimmillä kalalajeilla. Kosken yläpuolisella suvantoalueella tilanne saattoi olla heikompi.

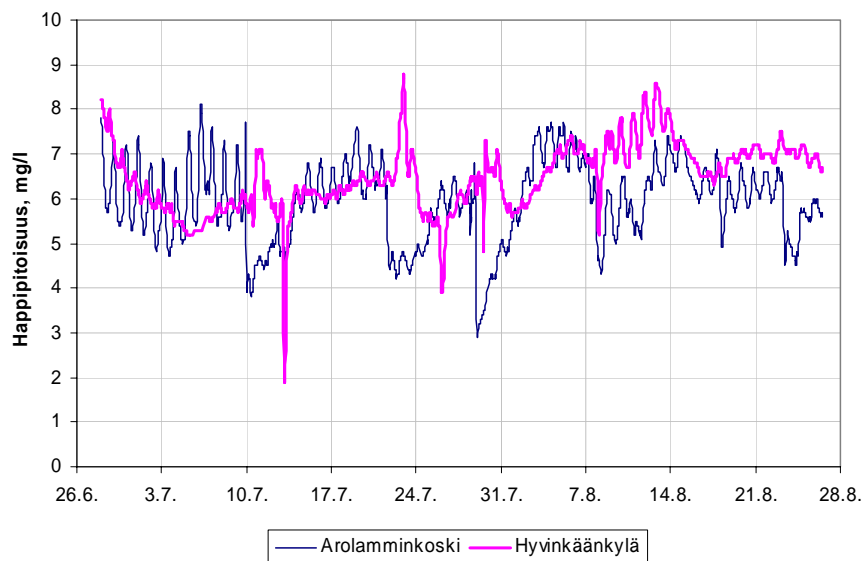
Anturihavainnot osoittavat myös sen, että voimakkaasti rehevöityneellä jokialueella joen pohjalle sedimentoituneen orgaanisen aineksen merkitys joen happitalouteen oli merkittävä. Jo happiminimien aikana jokiveden huomattava sameus viittasi orgaanisen aineksen rooliin happivajeen aiheuttajana. Happitilanteen säilyminen pitkään heikolla tasolla oli seurausta orgaanisen aineksen hapenkulutuksesta. Ohitusten myötä lisäravinteiden pääsy jokeen parhaimpana kasvukautena lisäsi orgaanisen aineksen tuotantoa joessa (kuva 3.21).



Kuva 3.21. Syksyinen Vantaanjoki halkoo Silmäkenevaa noin kolme kilometriä Arolamminkoskesta ylävirtaan päin. Tällä voimakkaasti jätevesikuormitetulla alueella joen kasvillisuus on hyvin rehevää. (Kuvat Kirsti Lahti).

Arolamminkosken alapuolella Vantaanjoen virtausnopeus laskee merkittävästi Arolammissa, mutta siitä alavirtaan vesi hapettuu pienissä koskissa. Vantaanjoen hitaasti virtaavia alueita ovat myös Kytäjoen yhtymäkohta sekä Hyvinkäänkylä, missä joen syvyys on jo useita metrejä. Tulvaherkkien Kytäjoen ja etenkin Keihäsjoen virtausnopeudet ovat alivirtaamakausina pieniä. Joet ovat paikoin myös varsin syviä. Näillä suvantoalueilla orgaanisen aineksen sedimentoituminen voi olla hitaan virtaaman olosuhteissa merkittävää.

Hyvinkäänkylässä 13.7. todetun happiminimin lisäksi jokiveden happipitoisuus laski Hyvinkäänkylässä selvästi 26.7. Molemmat ajoittuivat aamuyöhön ja niihin liittyi veden lämpötilan laskua ja johtokyvyn vaihtelua. On mahdollista, että nämä, 4-5 vrk sadetapahtumien jälkeen havaitut, hapenlaskut olivat jokisuvannoista purkautuvia heikkohappisia vesiä. Happitason laskua esiintyi pientenkin sadetapahtumien yhteydessä. Kun Hyvinkäällä 6.-7.8. oli satanut yhteensä noin 15 mm, laski veden happipitoisuus (aamuyöllä 8.8.) 2 mg/l tasolle 5 mg/l (kuva 3.22).



Kuva 3.22. Vantaanjoen happipitoisuudet Arolamminkoskessa ja Hyvinkäänkylässä.

3.4. Yhteenveto tuloksista

Kahden kuukauden mittaisen seurantajakson aikana sää ja virtaamaolosuhteet jaksolla olivat hyvät. Jakso edusti kesän alivirtaamajaksoa, jolloin vedet ovat lämpimimmillään, kesällä 2011 jopa poikkeuksellisen lämpimiä, ja riski happikadon syntymiseen suuri. Ajanjaksoon osui myös voimakkaita ukkossateita, jotka aikaisempaan tapaan aiheuttivat ongelmia Riihimäen sekaviemäröidyllä alueella. Riihimäellä Veden verkostosta ja puhdistamolta tuli kolme, 2-5 tunnin mittaista, jätevesiohitusta seurantajakson aikana. Hyvinkäällä jätevesiohituksia ei ollut.

Jatkuvatoimisilta vedenlaatuantureilta kertyi paljon lisätietoa Vantaanjoen veden laadusta joen pistekuormitetuimmalta yläjuoksun alueelta. Happitulosten perusteella Riihimäen Arolamminkoskessa veden happipitoisuuden mediaani oli 6 mg/l ja Hyvinkäänkylässä 6,5 mg/l. Happipitoisuudet olivat välttävällä tasolla ja happivajausta oli keskimäärin 30-40 %. Vesien keskilämpötilat, 18-19 °C, olivat lämpimästä kesästä johtuen korkeita, joten hapen liukeneminen vesiin oli tavanomaista vähäisempää. Näissä olosuhteissa Vantaanjoen yläjuoksun happitilanne oli tyydyttävä.

Arolamminkosken havainnot osoittivat, että jokiveden määrässä ja laadussa oli yllättävän selvää vuorokausivaihtelua. Poutaisten vuorokausien öinä veden happitaso oli säännöllisesti hyvä. Hyvinkäällä havaittu vuorokausivaihtelu oli vähäisempää, koska mitta-anturit olivat suvantoalueella noin 2 metrin syvyydessä.

Vantaanjoessa sähkönjohtavuuden vaihtelu oli mielenkiintoinen. Arolamminkoskessa sähkönjohtavuuden arvot olivat korkeita jätevesivaikutuksesta johtuen. Vuorokausivaihtelu oli yllättävän suurta, lähes 20 %. Sateiden seurauksena jokiveden johtokyky laski huomattavasti, jopa 60 %. Sadetapahatumien yhteydessä sähkönjohtokyky oli havainnollinen suure, kun arvioitiin jokiveden kulkeutumista Riihimäeltä Hyvinkäälle. Heinäkuussa, kun sateet painoutuivat Riihimäelle, Hyvinkäänkylässä veden sähkönjohtavuus nousi noin 30 % ajanhetkenä, jona yläjuoksun vesi saavutti Hyvinkäänkylän. Elokuun lopun runsaat sateet laskivat aluksi veden sähkönjohtavuutta myös Hyvinkäällä.

Kesän sateet vaikuttivat jokiveden laatuun molemmilla havaintoasemilla. Jätevesipäästöjen yhteydessä Arolamminkoskessa havaittiin 6-8 tunnin kuluttua sateen ja päästön alkamisesta happipitoi-

suuden laskua 2-4 mg/l, alimman pitoisuuden ollessa 2,9 mg/l (29.7.). Hyvinkäänkylässä Riihimäen sateiden ja jätevesipäästöjen vaikutukset näkyivät noin vuorokauden viiveellä. Välittömiä vaikutuksia happipitoisuuteen päästöillä ei ollut. Alin happipitoisuus (1,9 mg/l) Vantaanjoessa Hyvinkäänkylän kohdalla oli 13.7. Selvää syytä heikkoon happitilanteeseen ei anturihavainnoista saatu.

Sateet samensivat Vantaanjoen vettä voimakkaasti Riihimäellä. Jokivesi säilyi Arolamminkoskessa sameana pitkään. Etenkin heinäkuussa veden happitaso oli useita päiviä alle 5 mg/l. Sadevesien ja jätevesiohitusten mukana jokeen oli tullut runsaasti happea kuluttavaa ainesta ja ravinteita. Runsaravinteisessa joessa tuotanto oli voimakasta, mikä lisäsi entisestään orgaanisen aineksen määrää. Nämä jaksot olivat, mitä ilmeisimmin joen ekologisen tilan kannalta ratkaisevimpia. Kuinka keskeinen merkitys jätevesiohituksilla oli näiden heikkohappisten kausien kestoon, on epäselvää.

Hyvinkäänkylässä esiintyneet happiminimit liittyivät joen virtaamavaihteluun, mutta eivät suoraan Riihimäen Veden puhdistamolta ja verkostosta tapahtuneisiin jätevesipäästöihin. Päästöjen pitkäaikaisvaikutuksella saattoi olla yhteys happitason heikkenemisiin.

4. Anturiseurannan käyttö yhteistarkkailussa

Kesän alivesikauteen ajoitettu anturiseurantajakso antoi lisätietoa Vantaanjoen veden laadusta tapahtuvasta lyhytaikaisesta vaihtelusta sekä rankkasateiden vaikutuksesta joessa. Jakson aikana tapahtui kolme jätevesiohitusta sateiden seurauksena. Niiden vaikutuksesta jokiveden happitilanne heikkeni, mutta happikatoa ei tapahtunut. Happipitoisuuden lyhytaikaiset voimakkaat laskut olivat nopeita, eikä niiden todentaminen olisi ollut mahdollista tavanomaisen veden laadun tarkkailun puitteissa. Toisaalta myös sateiden jälkeiset pitkät heikkohappiset jaksot havaittiin hyvin jatkuva-toimisessa seurannassa. Näiden merkitys voimakkaasti kuormitetun joen ekologiaan voi olla lyhytaikaisia happikatoja merkittävämpi.

Hyvinkäänkylän anturiasemalla todettiin seurantajakson matalimmat happipitoisuudet. Ne eivät suoraan liittyneet Riihimäellä olleisiin jätevesipäästöihin. Jatkuvat toimisen seurannalla on mahdollista havaita poikkeustilanteita, mutta niiden aiheuttaja ei välttämättä aina selviä. Sameusanturin mukana oleminen Hyvinkäänkylän anturiasemalla olisi helpottanut tulosten tulkintaa. Anturiseurannan rinnalla tarvitaan joka tapauksessa vesinäytteisiin perustuvaa veden laadun tarkkailua. Vain analysoimalla useita vedenlaatumuuttujia, voidaan anturien havaitsemien ilmiöiden syitä saada selville. Vesistön käytön kannalta hygieenisen tilan arviointi on keskeistä, kuten myös vesien rehevyyteen vaikuttavan fosfaattifosforin. Niiden tarkkailemiseksi ei ole maastokäyttöön sopivia jatkuva-toimisia mittalaitteita.

Jatkuvat toimisen seurannan edellytyksenä on mitta-anturien luotettava toiminta, mikä edellyttää etenkin kesäaikana niiden tiheää huoltoa. Tämä havaittiin mm. Arolamminkosken asemalla, kun anturiin kertyi mittausjakson alussa rihmamaista kasvillisuutta. Anturien keräämien tulosten tulkinnan kannalta seuranta-alueen tunteminen on tärkeää. Kaikki tiedot joen kuormituksesta, ja mm. vedenkäytöstä ovat hyödyllisiä. Alueelta kerätyt tiedot sademääristä ja niiden ajoittumisista auttoivat tulosten tulkinnassa. Vaikka anturiasemilla oli jatkuva vedenkorkeuden seuranta, oli erittäin tärkeää, että joesta oli lähialueelta saatavissa virtaamatietoa.

Anturiseurannalla voidaan saada merkittävää lisätietoa vesistöalueen kuormituksesta. Vantaanjoen ja sen sivujokien yhteistarkkailussa alivesikauteen sijoitetut lyhyet seurantajakset tuovat esille parhaiten pistekuormituksen vaikutuksia. Arolamminkoskessa seuranta toistettaneen kesällä 2012. Tällöin kosken kalasto on myös tarkkailussa, sillä sen tila oli taantunut edelliseen tarkkailukertaan verrattuna. Anturiseurantaan sopivia pistekuormituksen vaikutusalueita Vantaanjoessa on myös Hy-

vinkäällä ja Nurmijärvellä. Merkittävä pistekuormitus kohdistuu myös Luhtajokeen. Kiinnostavaa vertailutietoa pistekuormitetuille alueille ovat tiheät taajama-alueet, mm. Keravanjoen alajuoksulla.

Viitteet

Joensuu, I., Karonen, M., Kinnunen, T., Mäntykoski, A., Nylander, E. ja Teräsvuori, E. 2010. Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma. Uudenmaan elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskuksen julkaisuja 1/2010. Uudenmaan elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus.

Raunio, J. , Rinne, J. ja Holsti, H. 2011. Vantaanjoen yhteistarkkailu – kalasto ja kalastus vuonna 2010. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisuja no 209/2011. ISSN 1458-8064. Kymijoen vesi ja ympäristö ry.

Vahtera, H. ja Eskelinen, J. 2011. Vantaanjoen yhteistarkkailu. Pohjan piilevien tarkkailu 2010. Julkaisu 65/2011, ISSN 0357-6671 (verkkojulkaisu). Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry.