

Hulevesien laatu Hyvinkäällä

**Seurantatuloksia
vuosilta 2011-2013**

Heli Vahtera



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Raportti 23/2014

Hulevesien laatu Hyvinkäällä

Seurantatuloksia vuosilta 2011-2013

Sisällysluettelo

1. Seurannan tavoitteet ja toteutus	3
1.1. Seuranta-alueet.....	3
1.2. Seuranta-ajankohdat ja analyysit	6
2. Hulevesien laadun arviointi	7
3. Tulokset ja niiden tarkastelu	8
3.1. Sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti	9
3.2. Kemiallinen hapenkulutus	12
3.3. Kiintoaine ja ravinteet	12
3.4. Hygienia	16
3.5. pH ja metallit	17
3.6. Orgaaniset haitta-aineet	22
4. Yhteenveto.....	26
4.1. Seuranta-alueet ja näytteet	26
4.2. Hulevesien laatu.....	26
4.3. Hulevesien seurannan jatkaminen	29
Viitteet.....	30

Liitteet

1. Vesinäytteiden analyysimenetelmät
2. Kartta seuranta-alueista
3. Tulostaulukot

1. Seurannan tavoitteet ja toteutus

Hyvinkäällä hulevesien laadun seuranta alkoi vuonna 2011. Seurannan ensisijaisena tavoitteena on ollut selvittää hulevesien laatua ja aineiden pitoisuusvaihtelua. Kiinnostavaa on, millä tasolla vesistöä rehevöittävien ravinteiden pitoisuudet ovat hulevesissä, ja kulkeutuuko hulevesien mukana haitta-aineita. Erilaisten valuma-alueiden seuranta paljastaa, eroavatko maankäytöltään erilaisten kaupunkialueiden hulevedet toisistaan. Hyvinkään aloittama seuranta perustuu 14.12.2010 laadittuun *Hyvinkään hulevesien seurantaohjelmaan vuosille 2011-2015* (Vahtera 2010).

Hulevesien laadusta, niin Hyvinkäällä kuin muualtakin Suomessa, on ollut tietoa melko vähän. Viime vuosina seurantatietoa on saatu erilaisista hankkeista. Liikenneviraston selvitys maanteiden hulevesien laadusta ilmestyi 2013 (Inha ym. 2013). Nora Sillanpään väitöskirja valmistui myös 2013. Hänen tutkimusalueitaan olivat asuntoalueet Espoossa. Lahden ja Kouvolan alueen hulevesiä selvittäneet Stormwater –hankkeen loppuraportti valmistui 2012 (Sänkiäho ja Sillanpää 2012). Helsinki on kokoamassa yhteen tekemiensä hulevesitutkimusten tuloksia. Raportti valmistuu keväällä 2014 aikana.

Kuntaliiton julkaisema Hulevesiopas valmistui 2012 mikä sisältää paljon tietoa hulevesien hallinnasta ja suunnittelusta, mutta myös hulevesien ympäristövaikutuksista. Monissa kunnissa on tehty omia hulevesiohjelmia ja –strategioita (mm. Helsinki, Vantaa, Tampere, Lahti, Hämeenlinna, Espoo). Monissa niissä pääpaino on ollut hulevesien hallintaratkaisujen kehittäminen ja tulvien ehkäiseminen. Asia on noussut esiin kun rakentaminen on vähentänyt läpäisevän pinta-alan määrää ja sen myötä lisännyt hulevesien määrää kaupunkialueilla. Lahdessa on kiinnitetty myös huomiota hulevesien laatuksymyksiin osana pinta- ja pohjavesien laatuksymyksiä.

Hyvinkäällä vuonna 2011 aloitettua Hiiltomon teollisuusalueen ja Kruununpuiston asuntoalueen hulevesien seuranta jatkettiin edelleen vuosina 2012 ja 2013. Näytteitä otettiin 5-7 kertaa vuodessa. Sahanmäen teollisuusalueen hulevesien seuranta alkoi 2012. Näytteitä on otettu vuosittain kuusi. Kravunharjun uudella asuntoalueella hulevesien seuranta alkoi kesällä 2013. Näytteitä otettiin kesä-marraskuussa viisi kertaa.

Hulevesiseurannan näytteenotosta vastasi Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Sateiden paikallisuuden vuoksi vuonna 2012 päädyttiin käytäntöön, missä Timo Pekko Hyvinkään Vedestä auttoi näytteiden otossa. Kaikki näytteet otettiin kertonäytteinä. Näytteiden analysoinnista vastasi MetropoliLab Oy:n laboratorio. Laboratorion analysoimien näytteiden testauselosteet on toimitettu niiden valmistuttua Hyvinkään ympäristökeskukselle ja Hyvinkään Vedelle.

1.1. Seuranta-alueet

Hiiltomon teollisuusalueelta kertyvät vedet johdetaan Vantaanjokeen laskevaan ojaan yhdessä Läntisen yhdystien luoteispuolelta tulevien vesien kanssa. Valuma-alueen pinta-ala on 45 ha. Hiiltomon alueelta tulevat hulevedet kulkevat kivettyssä avouomassa ja niiden kulkua viivytetään avopainanteilla Läntisen yhdystien läheisyydessä (kuva 1). Näytteet Hiiltomon alueen hulevesistä otettiin ennen liikenneympyrän viivytysrakenteita Läntisen yhdystien ja Helleorpantien risteyksessä olevasta kaivosta. Kaivo oli läpivirtauskaivo. Matkaa Vantaanjokeen näytepaikalta on noin kilometri. Paikalle määritetyt yhtenäiskoordinaatit ovat YKJ 6725340-3380670.



Kuva 1. Hiiltomon teollisuusalueelta tulevat hulevedet virtaavat avouomassa ennen seurantanäytteiden ottokaivoa.

Kruununpuiston ja Viertolan kaupunginosien hulevedet johdetaan yhdessä pisteessä Jokelankadun varren ojaan, mistä vedet päätyvät Palojokeen. Valuma-alue on kooltaan laaja, 152 ha. Veden kulkeutuvat Jokelankadun lounaispuolella olevaan välpälliseen kaivoon ja sieltä tien ali betoniputkeen, mikä laskee kiviseen uomaan (kuva 2). Oja alkaa käytännössä rummun kohdalla. Myös kesän kuivana aikana ojarummusta on tullut vettä, mikä lämpötilamittausten ja kirkkautensa perusteella on viitannut pohjavesiperäisyyteen. Kruununpuisto ja Viertola sijaitsevat 1. salpausselän reuna muodostuman kaakkoisreunalla, laaja-alaisen pohjavesimuodostuman pohjaveden purkautumisalueella. Seurantapaikan yhtenäiskoordinaatit ovat YKJ 6725168-3383816.



Kuva 2. Kruununpuiston alueen hulevedet virtaavat Jokelantien vierustalla ojaan.

Sahanmäen teollisuusalueelta hulevedet laskevat Lääninrajankadun reuna-ajaan betoniputkesta. Kuivanakin aikana putkesta tulee kirkkaita humusvesiä. Sateisina aikoina putkesta tuleva vesimäärä on ollut hyvinkin suuri. Valuma-alueen pinta-ala on 54 ha. Näytteenottoaikan sijaintitiedot ovat YKJ-koordinaatteina 6729501-3383517.



kuva 3. Sahanmäen teollisuusalueelta hulevedet laskevat rummusta ojaan (vasen). Kravunarvun hulevedet virtaavat puistoon rakennetussa avouomassa (oikea).

Metsäkaltevan uuden kaupunginosan rakentaminen alkoi 2012. Kesällä 2013 Kravunharjun asun- toalueella pidettiin asuntomessut. Alueen asemakaava-alueesta 20 hehtaaria eli yli puolet on vir- kistys- ja suojaviheralueita. Alueen keskellä on rakennettu Lounatuulenpuisto, minkä keskuksena on lampi, johon alueen hulevedet johdetaan. Alueen keskeneräisyyden takia hulevesiä kertyy ra- kenteisiin vielä vähän. Alueen hulevesipaikan nimi on Kravunharju (aluksi Kravunarkku) ja näyte- paikka on hulevesilammikon alapuolisessa purossa juuri ennen kun vedet purkautuvat metsään. Valuma-alue on kooltaan 15 ha. Paikan YKJ-koordinaatit ovat 6722845-3383708.

1.2. Seuranta-ajankohdat ja analyysit

Hyvinkään hulevesiseurannassa näytteet pyrittiin ottamaan näytteet sateen alussa. Seuraavassa toteutunut näytteenotto:

2011

30.8.11	edeltävä yö ja aamu sateisia, näytteet sateen lopussa
13.9.11	aamupäivällä runsaita sateita, näytteet sateen aikana
10.10.11	syysateinen päivä, näytteet aamupäivällä
24.11.11	runsaita sateita, näytteet sateen aikana

2012

19.3.12	lumensulamisvesiä
17.4.12	heikkoa sadetta, kevään ylivirtaamahuipun aika
17.6.12	runsaita sateita
29.7.12	kuurosateita
23.8.12	kuurosateita
17.10.12	jatkuvaa, runsasta sadetta

2013

24.4.13	Yöllä sadekuuroja, lumensulamisvesiä. Näytteet aamulla.
13.6.13	Kevyttä sadetta klo 19:30 alkaen, näytteet noin klo 23
9.9.13	Pitkän kuivan jakson jälkeen rankkoja sateita klo 18 alkaen. Näytteet noin klo 21. Lounatuulenpuistossa rakennevaurioita.
23.9.13	Aamuyöstä alkaen tasaista heikkoa sadetta. Näytteet aamupäivällä.
23.10.13	Sadetta ja lumensulamisvesiä. Kravunharjusta ei saatu näytettä.
4.11.13	Runsaita sateita
20.11.13	Kruununpuistosta vain metallinäyte

Hulevesien seurantaohjelmaan oli valittu vedenlaatumuuttajat, mitkä antavat perustietoa vesien alkuperästä, niiden vaikutuksesta vesistöissä sekä hulevesille tyypillisistä epäpuhtauksista. Veden- laatumuuttujista osaa tutkittiin kaikilla seurantakerroilla, osaa vain muutamina kertoina mm. ana- lyyysien korkean hinnan ja aineiden epätodennäköisen esiintymisen takia.

2. Hulevesien laadun arviointi

Hulevesiä on pidetty yleisesti melko haitattomina ympäristölle. Niiden laadun tiedetään vaihtelevan voimakkaasti valuma-alueiden maankäytöstä ja sateiden intensiteetistä riippuen. Haitta-aineiden esiintyminen hulevesissä liittyy usein laajaan päällystettyjen pintojen määrään ja suureen liikennetiheyteen. Hulevesien on havaittu olevan likaisimmillaan nk. ensihuuhtouman yhteydessä, mikä johtuu sekä pinnoille että hulevesiverkostoon kertyneistä aineista. Aineiden liukoisuus vaikuttaa myös niiden liikkumiseen.

Hyvinkäällä näytteiden otto on pyritty tekemään mahdollisimman pian sateen alkamisesta. Osalla näytekerroista sadejaksoon kokonaissademäärä jäi pieneksi. Seurantaan saatiin myös näytteitä runsassateisilta jaksoilta. Kuhunkin sadejaksoon liittyi vain yksi näytteenotto, eivätkä tulokset kuvaa siten koko sadejaksoa. Saadut tulokset antavat silti käsityksen hulevesien laadun vaihtelusta kullakin valuma-alueella.

Hulevedet voidaan johtaa lähimpään vesistöön ajo-ojissa tai putkitettuna. Vesien laatua tarkastellessa tulee siten huomioida, että ennen kuin hulevedet saavuttavat vastaanottavan vesistön, putron tai joen, ne sekoittuvat muilta osavaluma-alueelta tuleviin vesiin ja mahdollisten haitta-aineiden pitoisuudet laimenevat.

Hulevesien haitta-aineiden tutkiminen on usein keskittynyt voimakkaasti liikennöidyille tiealueille ja mm. laajoille parkkialueille, missä läpäisevän pinnan osuus on tavanomaista kaupunkirakennetta suurempi. Hyvinkäällä seuranta-alueiden koot vaihtelivat 15–152 ha. Asuinalueet olivat pientalovaltaisia (liite 2).

Tukholman seudulla toteutettiin 2008-2009 laaja tutkimus painottuen nk. prioriteettiaineisiin ja metalleihin hulevesissä (Alm ym. 2010). Näytteitä otettiin kahdelta valuma-alueelta (201 ha ja 649 ha) vuoden ajan, joka toinen tai joka neljäs viikko. Saatuja vedenlaatutuloksia verrattiin mm. EU:n ympäristölaatunormeihin ja Tukholman lääninhallituksen (2009) ehdottamiin huleveden ohjearvoihin. Nämä ohjearvot huomioivat mm. purkuvesistöjen koon (Regionplane- och trafikkontoret 2009). Työn tavoitteena oli selvittää myös, miten tutkituille valuma-alueille tehdyt kosteikot poistivat haitta-aineita.

Suomessa Liikenneviraston tekemässä maanteiden hulevesitutkimuksessa käytettiin vertailuarvoina pohja- ja talousveden laatunormeja ja –suosituksia (Inha ym. 2013).

Tässä raportissa hyödynnetään Tukholman läänin ehdottamia ohjearvoja hulevesien laadun arvioinnissa (Regionplane- och trafikkontoret 2009). Ehdotuksessa on esitetty kolme tasoa, joista taso 1 on hulevesille, jotka johdetaan suoraan vesistöön, taso 2 hulevesille, jotka johdetaan vesistöön yhdessä muiden osa-valuma-alueen vesien kanssa ja taso 3, mitä voidaan soveltaa esim. hulevesiä osavaluma-alueelle johtavalle laitoksille. Tasot 1 ja 2 ovat vielä jaettu kahteen osaan, siten että M (mindre) tarkoittaa pieniä purkuvesistöjä, kuten järvet, purot ja merenlahdet ja S (större) suuria purkuvesistöjä. Tiukimmat arvot ovat tasolle 1M, joihin tässä viitataan.

Tukholman läänin hulevesiryhmän arvot esitetään samoissa taulukoissa Hyvinkään hulevesitulosten kanssa. Taulukkoon 2.1 on kerätty Tukholman hulevesistrategian mukaiset luokitusarvot.

Taulukko 2.1. Hulevesien 3-portainen pitoisuusluokittelu muuttujittain Tukholman hulevesistrategian mukaan. Hulevedet, joissa pitoisuustaso on korkea edellyttää puhdistamista (Dagvattenklassificering 2001).

Muuttuja	Yksikkö	Matala	Kohtalainen	Korkea
Kiintoaine	mg/l	<50	50–175	>175
Kokonaistyyppi	mg/l	<1,25	1,25–5,0	>5,0
Kokonaisfosfori	µg/l	<100	100–200	>200
Kromi	µg/l	<15	15–75	>75
Kupari	µg/l	<9	9–45	>45
Nikkeli	µg/l	<45	45–225	>225
Lyijy	µg/l	<3	3–15	>15
Sinkki	µg/l	<60	60–300	>300
Kadmium	µg/l	<0,3	0,3-1,5	>1,5
Elohopea	µg/l	<0,04	0,04-0,2	>0,2
Öljy	mg/l	<0,5	0,5-1,0	>1,0
PAH	µg/l	<1	1-2	>2

Valtioneuvoston asetus (VNA 868/2010) vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista sisältää myös aineiden ympäristölaatonormeja, mitkä ovat käyttökelpoisia vertailuarvoja hulevesien laatua tarkasteltaessa, vaikka ne ovat tarkoitettu vesistövesille.

3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Hyvinkään hulevesiseurantojen tulokset on toimitettu tilaajille lyhyesti raportoituna niiden valmistuttua. Tämän raportin liitteenä on havaintopaikoittain tulostaulukot kaikilla seurantakerroilla tutkituista vedenlaatuominaisuuksista. Mukana on myös vuoden 2011 tulokset, mitkä on raportoitu tilaajalle 2012 (Vahtera ja Männynsalo 2012). Tähän raporttiin on laskettu seurattujen muuttujien minimi-, maksimi- ja mediaanipitoisuudet vuosien 2011-2013 arvoista.

Orgaanisten haitta-aineiden tulokset on toimitettu tilaajille testausselesteina. Tähän raporttiin on taulukoitu vain niiden PAH- ja VOC-yhdisteiden tulokset, joita vesissä on esiintynyt yli määrittämiskäynnin.

Huleveden laatu vaihtelee voimakkaasti paitsi eri kaupunkivaluma-alueiden välillä myös paikallisesti riippuen muun muassa sääoloista kuten sateen kestästä ja intensiteetistä ja sadantatapah- tumaa edeltävän kuivan kauden kestästä. Hyvinkään hulevesien purkuvesistöjä ovat Vantaanjoki ja Palojoki. Molemmat niistä ovat vedenlaadultaan reheviä ja ekologiselta luokaltaan tyydyttäviä vesistöjä. Seuraavaan taulukkoon 3.1. on kerätty vedenlaatatietoja jokivesistä.

Taulukko 3.1. Hyvinkään hulevesien purkuvesistöjä ovat Vantaanjoki ja Palojoki, joihin hulevedet päätyvät sekä ojien että (latva)purojen kautta. Taulukossa on esitetty molempien jokien vedenlaatu-tietoja. Havaintopaikkatunnukset viittaavat Vantaanjoen yhteistarkkailuun ja Oiva-palvelun ha-vaintopaikkatietoihin.

Havaintopaikka: Kalteva V68, Vantaa 68,2															
Vuosi	Lämpötila	Happi	Happi %	pH	Sähkönj.	Sameus	COD _{Mn}	Kok. P	liuk.PO ₄ -P	Kok. N	NO ₂ +NO ₃ -N	NH ₄ -N	E. coli	Fek.ent.	K-aine GF/C
	oC	mg/l	kyll. %		mS/m	FTU	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	kpl/100 ml	kpl/100 ml	mg/l
2011	11,3	8,8	78	7,2	17,5	8,7	12,5	63	12	2800	1900	34	82	35,5	14
2012	8,7	9	78	7,1	17,9	10,5	13,5	65	17	2200	1600	35	98	48	8,8
2013	12	8,7	79	7,3	19,9	13,5	14	68	23	2700	2050	32	165	160	12,5
2011-2013	10,3	8,9	78	7,2	17,7	10,5	13,5	65	15	2550	1750	34	115	41,5	11
Havaintopaikka: Jokela P65, Palojoki 30,1															
2012	9,2	9,4	79	7,1	14,5	22	13,5	77		1800		23	160	120	12

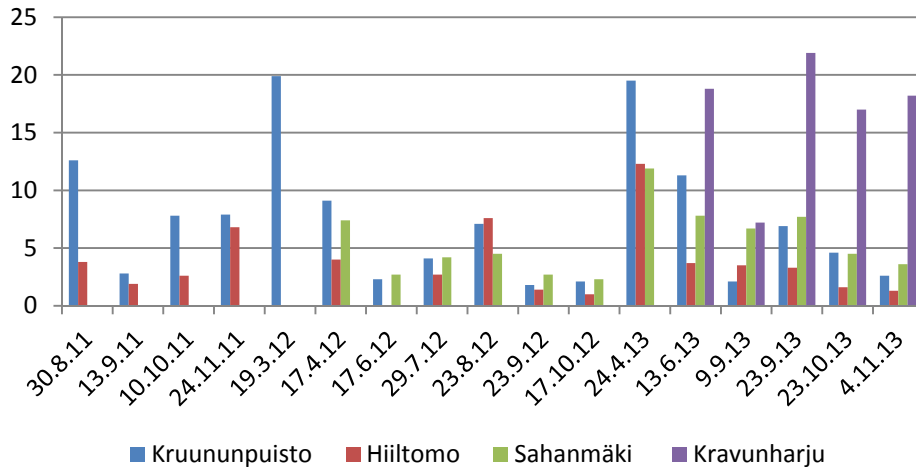
3.1. Sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti

Sähkönjohtavuus eli johtokyky ilmaisee veteen liuenneiden elektrolyyttien määrää. Elektrolyytit ovat aineita, jotka veteen liuetessaan hajoavat ionimuotoisiksi. Makeissa luonnonvesissä yleisimpiä elektrolyyttejä ovat erilaiset natriumin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin kloridi- ja sulfaattisuolat. Johtokyky ilmaisee siis liuenneiden ionimuotoisten aineiden määrää (mS/m).

Sähkönjohtavuudelle ei ole asetettuja raja-arvoja. Talousveden laatusuositus on putkimateriaalien korroosion ehkäisemiseksi alle 250 mS/m. Vantaanjoessa, ennen Hyvinkään jätevesien purkualuetta, veden sähkönjohtavuus on ollut tasolla 18 mS/m.

Hyvinkään hulevesissä sähkönjohtavuuden arvot olivat korkeimmillaan uudella Kravunharjun alueella, mutta nekin korkeimmillaan 22 mS/m eli Vantaanjoen tasoa. Sähkönjohtavuusarvoissa esiintyi vuodenaikaisvaihtelua, korkeimpien pitoisuuksien esiintyessä maaliskuuhun, jolloin käytettiin liukkaudentorjunta-aineita (kuva 3.1).

Sähkönjohtavuus, mS/m



Kuva 3.1. Sähkönjohtavuusarvoja (mS/cm) Hyvinkään hulevesissä.

Kloridi on kloorin ionimuoto Cl^- , jota vapautuu luonnonvesiin mineraalien rapautumisprosessissa. Hulevesiin kloridia päätyy etenkin tiesuolauksesta. Suomessa käytetään pääasiassa natriumkloridia (NaCl) tiesuolaukseen. Natriumkloridin käyttö on useilla pohjavesialueilla aiheuttanut pohjaveden kloridipitoisuuden nousun. Haitallisten laatu muutosten välttämiseksi pohjavesialueilla sijaitsevilla tieosuuksilla on vähennetty natriumkloridin käyttöä ja paikoitellen siirrytty vaihtoehtoisten liukkaudentorjuntakemikaalien, kuten kaliumformiaatin käyttöön. Niiden käyttökustannukset ovat merkittävästi natriumkloridia kalliimpia (Tiehallinto 2006).

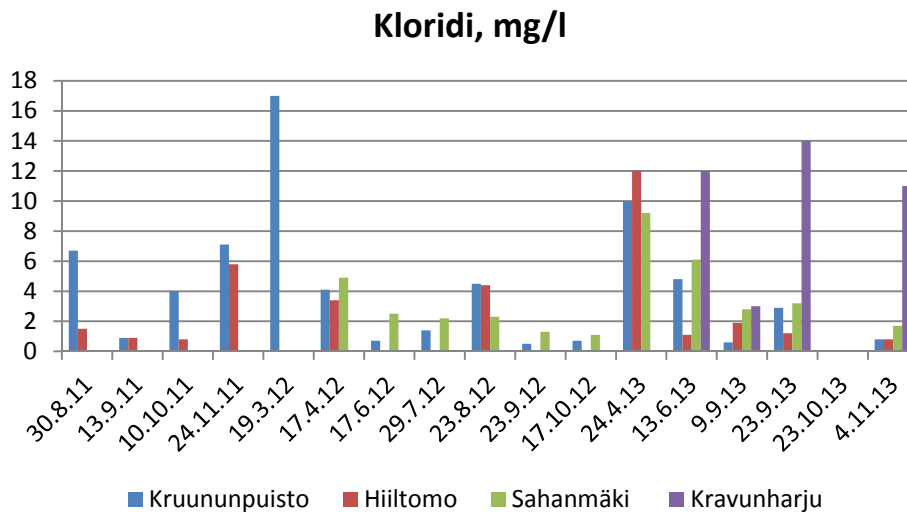
Vesistöissä kloridille ei ole esitetty raja-arvoja kloridille. Pohjaveden kloridipitoisuudelle on laatu normi $< 25 \text{ mg/l}$.

Sulfaatti päätyy luonnonvesiin muun muassa maa- ja kallioperän rikkiä sisältävien mineraalien rapautuessa. Ihmisperäinen fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuva ilmaperäinen rikkilaskeuma on lisännyt vesien sulfaattipitoisuutta myös aiemmin luonnontilaisilla valuma-alueilla ja laskeumaperäinen sulfaatti onkin yksi luonnonvesien happamoitumisen indikaattoriyhdisteistä. Vuoden 2009 alusta EU:n alueella on kielletty rikkiä sisältävien polttoaineiden käyttö tieliikenteessä. Ilmaperäisen rikkikulkeuman lisäksi sulfaattia voi ihmistoiminnan kautta joutua vesistöihin myös lannoitteista, kaivosteollisuuden jätevesistä ja yhdyskuntajätevesistä.

Vesistöissä sulfaatille ei ole esitetty raja-arvoja. Pohjavedelle sulfaattipitoisuudelle on laatu normi alle 150 mg/l .

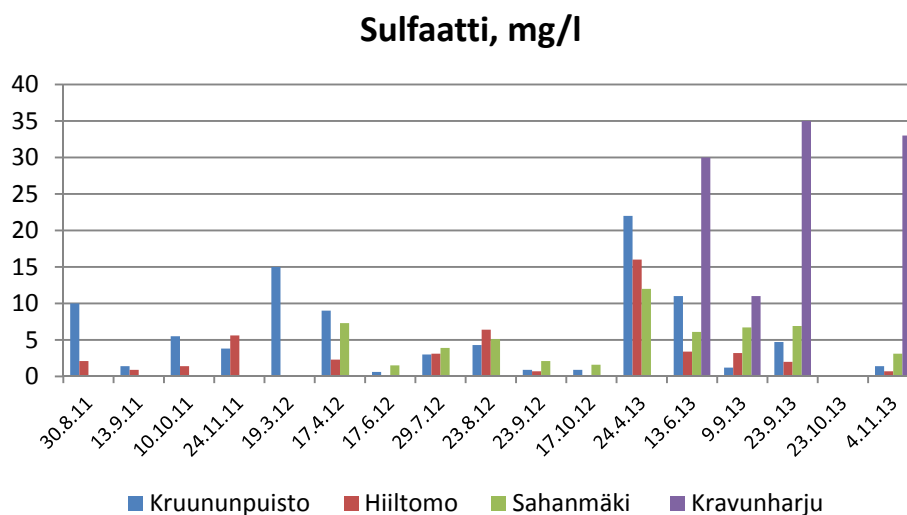
Hyvinkään hulevesissä kloridipitoisuudet vaihtelivat eri ajankohtina enemmän kuin alueiden välillä. Korkeimmat pitoisuudet esiintyivät aikana, jolloin teillä tarvittiin liukkaudentorjuntaa. Pitoisuustaso jäi silti matalaksi, verrattuna esimerkiksi Liikenneviraston Kehä I:ltä mitattuihin pitoisuuksiin ($4\text{--}3600 \text{ mg/l}$). Hyvinkäällä teiden suolausta on vähennetty pohjavesialueiden läheisyyden seurauksena. Tällä on ollut ilmeisesti kloridipitoisuutta alentava vaikutus.

Kravunharjun kaikissa hulevesinäytteissä kloridipitoisuudet olivat muita seuranta-alueita korkeampia, mutta eivät korkeita (kuva 3.2). Alueen tuore rakentaminen, mm. maa-ainestäytöt, on ilmeisesti nostanut hieman kloridipitoisuuksia.



Kuva 3.2. Kloridipitoisuudet (mg/l) Hyvinkään hulevesissä.

Hyvinkään hulevesien sulfaattipitoisuudet vaihtelivat 0,6-35 mg/l. Useilla kerroilla pitoisuudet olivat hyvin pieniä. Korkeimmat pitoisuudet esiintyivät maaliskuun näytteissä ja alueista erottui selvästi Kravunharjuun alue, kuten se erottui myös kloridipitoisuuksien osalta (kuva 3.3). Kravunharjun sulfaattipitoisuudet ovat samaa tasoa kuin esim. Vantaanjoen Kylmäojassa on todettu (Valkama ym. 2013). Kylmäojan valuma-alueella on useita toimintoja (mm. betoniasemia), jotka voivat nostaa hulevesien sulfaattipitoisuutta.



Kuva 3.3. Sulfaattipitoisuudet (mg/l) Hyvinkään hulevesissä.

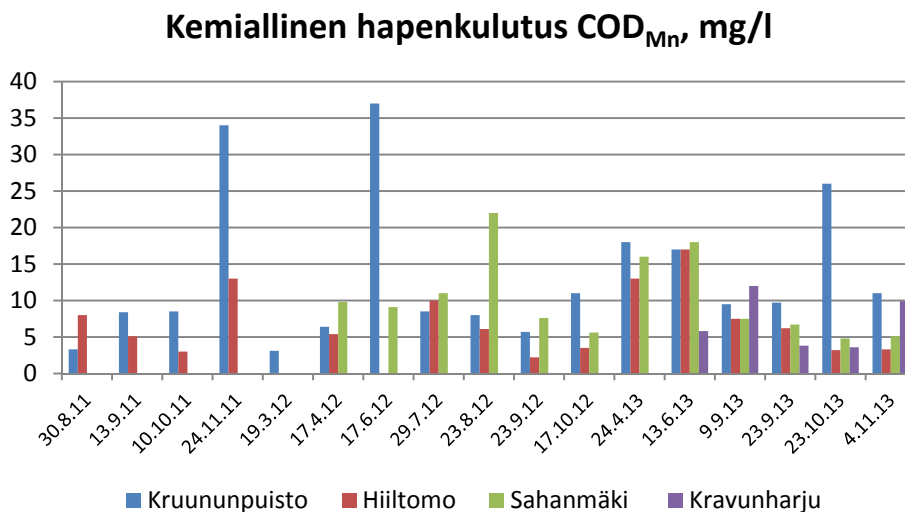
Taulukko 3.2. Tunnuslukuja Hyvinkään hulevesien sähkönjohtavuus, kloridi ja sulfaattiarvoista vuodelta 2011-2013.

Paikka	Sähkönjohtavuus, mS/m			Kloridi, mg/l			Sulfaatti, mg/l		
	min	max	Md	min	max	Md	min	max	Md
Kruununpuisto	1,8	19,9	6,9	0,5	17	3,45	0,6	22	4,05
Hiiltomo	1	12,3	3,3	0,8	12	1,5	0,7	16	2,3
Sahanmäki	2,3	11,9	4,5	1,1	9,2	2,5	1,5	12	5,1
Kravunharju	7,2	21,9	18,2	3	14	11,5	11	35	31,5

3.2. Kemiallinen hapenkulutus

Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} kuvaa veden kemiallisesti hapettuvien aineiden eli orgaanisten aineiden määrää. Kemiallista hapenkulutusta lisäävää orgaanista ainesta päätyy hulevesiin ilmalaskeumasta, liikenteestä, kasvijätteistä, roskaantumisesta ja eläinten jätöksistä. Vantaanjoessa kemiallisen hapenkulutuksen arvo on keskimäärin alle 15 mg/l, mikä osoittaa humusleimaa.

Hyvinkään hulevesissä kemiallisen hapenkulutuksen arvot olivat pääosin matalia, alle 10 mg/l. Kruununpuiston hulevesistä mitattiin muutamina kertoina selvästi kohonneita pitoisuuksia (kuva 3.4). Ne ajoittuivat kesään ja syksyyn.



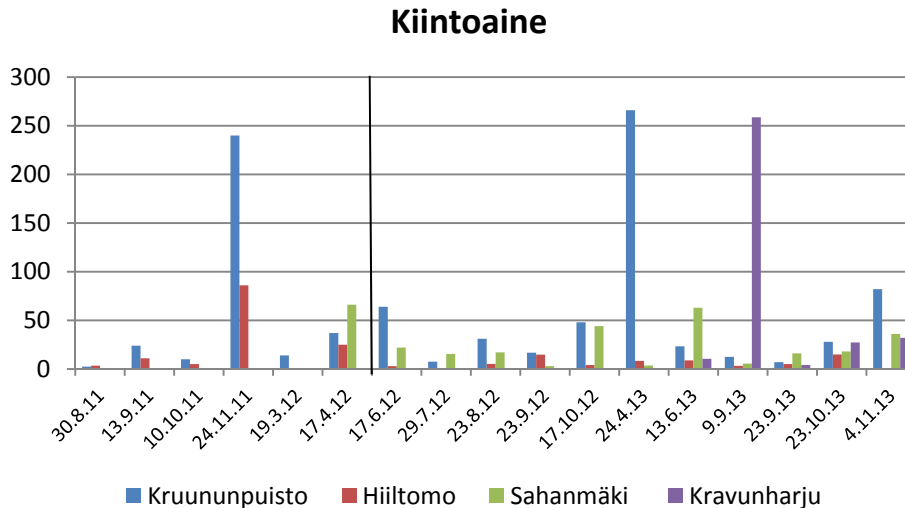
Kuva 3.4. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot (mg/l) Hyvinkään hulevesissä.

3.3. Kiintoaine ja ravinteet

Kiintoaineanalyysi määrittää veden mukana kulkeutuvaa kiinteää orgaanista ja epäorgaanista ainesta. Kesästä 2012 alkaen on alettu tutkia raekooltaan yli 0,45 µm suuruista ainesta. Tätä ennen käytettiin GF/C suodinta, mikä otti talteen noin 1 µm karkeamman kiintoaineen. Kiintoaineen

määrään vedessä vaikuttavat etenkin valuma-alueen ominaisuudet, sadanta ja eroosio. Huleveden kiintoaineen lähteitä ovat ilmalaskeuma, eroosio, tiet ja kadut sekä rakennustyömaat. Kiintoaineseen sitoutuneena vesiekosysteemiin saattaa myös kulkeutua haitallisia aineita kuten raskasmetalleja.

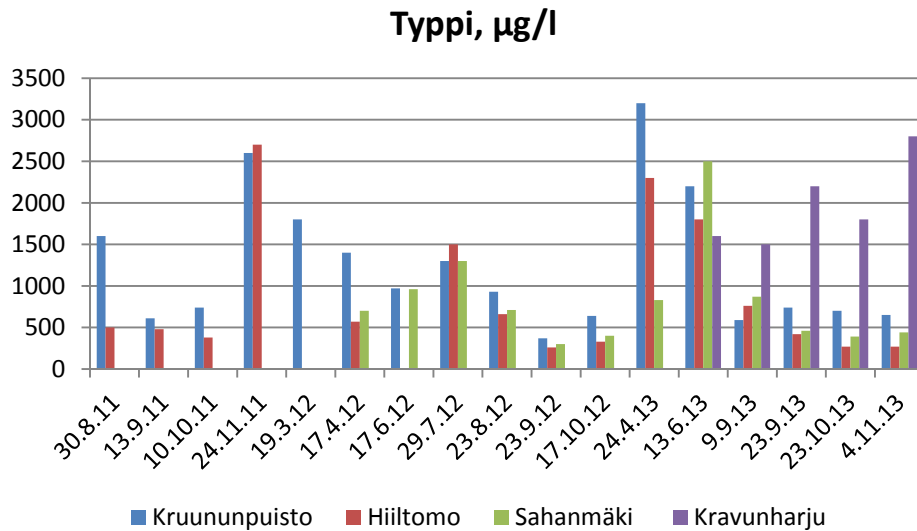
Hyvinkäällä tutkituissa hulevesissä kiintoainepitoisuudet koko tarkastelujaksojen mediaaniarvot olivat eri kohteissa 5-27 mg/l. Yksittäisiä korkeita pitoisuuksia mitattiin Kruununpuiston sadevesiviemäristä ja Kravunharjusta (kuva 3.5).



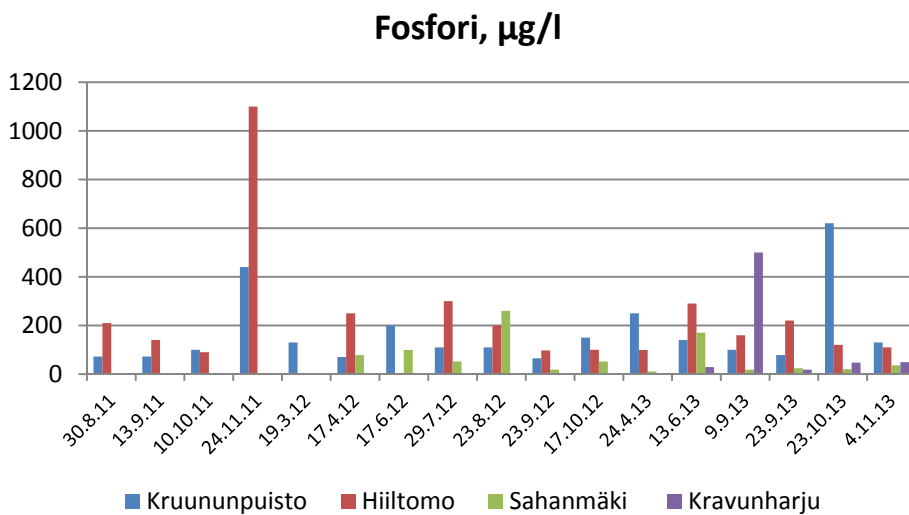
Kuva 3.5. Kiintoainepitoisuudet hulevesissä. Kiintoainepitoisuus on määritetty 17.4.12 asti suodattamalla GF/C- suodattimella ja tämän jälkeen suodattimella, jonka huokoskoko on 0,45 µm.

Hyvinkään hulevesissä kokonaistyyppipitoisuudet olivat korkeimpienkin pitoisuuksien osalta Vantaanjoen tasolla. Erityisesti Hiiltomon alueen vesissä tyyppipitoisuudet olivat matalia. Kravunharjun uudella alueella tyyppiä oli runsaasti kaikissa näytteissä (kuva 3.6). Uudelle alueelle oli tuotu runsaasti uutta maata puistojen ja puutarhojen kasvualustaksi, eikä alueen niukka kasvillisuus pystynyt vielä sitomaan kasvualustansa ravinteita, vaan sadevedet huuhtoivat niitä hulevesiin.

Hulevesien kokonaisfosforipitoisuuksissa esiintyi voimakasta vaihtelua mittausjakson aikana. Sahanmäen ja Kravunharjun alueella keskipitoisuudet olivat melko matalia. Kruununpuiston hulevesissä kohonnut pitoisuus liittyi usein korkeaan kiintoainepitoisuuteen, mutta ajoittain tutkittu liuenneen fosfaatin pitoisuus oli myös korkea, selvästi mm. Vantaanjoen pitoisuustasoa korkeampi. Hiiltomossa mitattiin jo 2011 huomattavan korkeita kokonaisfosforipitoisuuksia, vaikka vesi oli väritöntä ja kirkasta. 2012 alkaen näytteistä on tutkittu useita kertoja liuenneen fosfaatin pitoisuuksia. Kaikilla kerroilla puolet fosforista on ollut liuennutta fosfaattia.



Kuva 3.6. Kokonaistyyppipitoisuudet (µg/l) Hyvinkään hulevesissä.

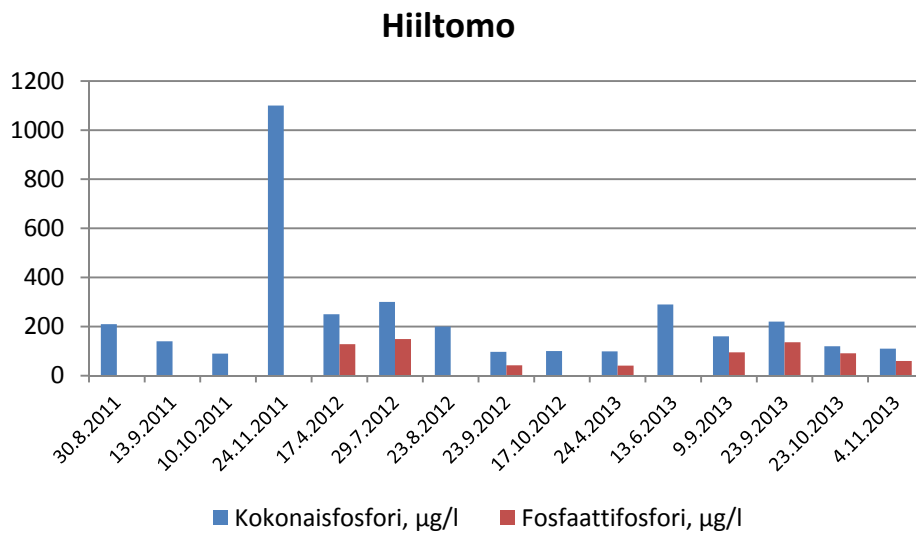


Kuva 3.7. Kokonaisfosforipitoisuudet (µg/l) Hyvinkään hulevesissä.

Hulevesissä ravinteiden lähteitä ovat ilmalaskeuma, viheralueiden ja pihojen lannoitus, rakennustyömaat, eläinten jätökset sekä roskaantuminen. Myös jätevesiviemärien ristiinkytännät ja rikkoutumiset sekä viemäreiden ylivuodot voivat aiheuttaa ravinnepäästöjä hulevesiviemäriin. Hulevesien ravinteita tutkittaessa on tutkittu ensisijaisesti kokonaisravinteita.

Vantaanjoessa ja Palojoessa kiintoainepitoisuus on keskimäärin 10 mg/l. Hyvinkään kohdalla Riihimäellä Vantaanjokeen johdetun kuormituksen vaikutuksesta ravinnepitoisuudet ovat selvästi koholla, kokonaisfosforipitoisuus keskimäärin 65 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuus runsaat 2500 µg/l. Palojoessa (Jokelan kohdalla) kokonaisfosforipitoisuus on ollut hieman Vantaanjokea korkeampi, tyyppipitoisuus matalampi. Molempien jokien ravinnetila on rehevä.

Hyvinkään hulevesitulosten perusteella hulevesien typpipitoisuudet ovat alueen jokivesiä pienempiä, eivätkä lisää vesistöjen typpikuormaa. Hulevesien fosforipitoisuuksissa esiintyi voimakasta vaihtelua alueiden välillä (kuva 3.7). Hiiltomon alueen korkeat fosforipitoisuudet olivat merkittävältä osalta leville käyttökelpoista liuennutta fosfaattia (kuva 3.8). Pienestä virtaamasta johtuen fosforikuorma jäi sen verran pieneksi, että Vantaanjokeen kohdistuva kuorma jäi pieneksi. Kruununpuiston hulevesissä oli ajoittain myös runsaasti fosforia, mikä mahdollisti rehevän kasvillisuuden mm. purkualueen alapuolisessa ojassa.



Kuva 3.8. Kokonaisfosforipitoisuudet ja liuenneen fosfaattifosforin pitoisuudet Hiiltomon alueen hulevesissä.

Hyvinkään hulevesissä kiintoainepitoisuudet olivat vain satunnaisesti korkeita, eikä siten vaikuttanut siltä, että merkittävää ojien liettymistä tai tukkeutumista pääsisi tapahtumaan purkualueiden alapuolella. Jonkin verran lietteen kasautumista saattoi esiintyä Kruununpuiston hulevesiviemäriin purkualueella, missä ojan oli vallannut tiheä jättipalsamikasvusto. Kravunharjun vesissä oli myös rankkasateen jälkeen paljon kiintoainesta, kun valumavedet olivat aiheuttaneet eroosiota vasta rakennetussa puistossa.

Hiiltomon alueen hulevesien korkeaan fosfaattipitoisuuteen lienee jokin paikallinen syy, mikä voi liittyä esim. teollisuusalueella käytettyihin kemikaaleihin tai alueen maaperän käyttöhistoriaan. Asian selvittämiseen saattaisi olla tarvetta.

Tukholman läänin ohjearvoihin verrattuna kaikkien Hyvinkään hulevesikohteiden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien mediaanit jäivät ohjearvoa 1M (keskiarvo) pienemmiksi (taulukot 3.3 ja 3.4).

Taulukko 3.3. Tunnuslukuja Hyvinkään kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksista vuosilta 2011-2013.

Paikka	Kiintoaine, mg/l			Fosfori, µg/l			Typpi, µg/l		
	min	max	Md	min	max	Md	min	max	Md
Kruununpuisto	2	266	24	65	620	110	370	3200	930
Hiiltomo	1	86	5,3	90	1100	160	260	2700	500
Sahanmäki	3	66	17,5	11	260	44	300	2500	705
Kravunharju	4	259	27,3	18	500	47	1500	2800	1800

Taulukko 3.4. Tukholman hulevesistrategiassa (2002) esitetyn hulevesien laatuluokat (matala, kohtalainen, korkea) kiintoaineelle ja ravinteille sekä Tukholman läänin ohjearvot (vuosikeskiarvoja) pieniin vesistöihin (1M) purettaville hulevesille (2009).

Muuttuja	Yksikkö	Matala	Kohtalainen	Korkea	ohjearvo 1M
Kiintoaine	(mg/l)	<50	50–175	>175	40
Typpi	(mg/l)	<1,25	1,25–5,0	>5,0	2,0
Fosfori	(µg/l)	<100	100–200	>200	160

3.4. Hygienia

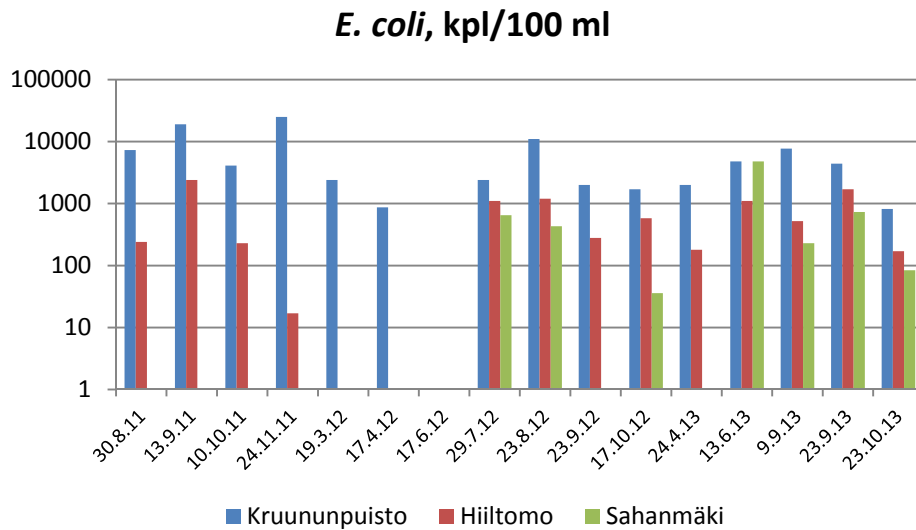
Eschericia coli ja suolistoperäiset enterokokit ovat ihmisten ja tasalämpöisten eläinten suolistobakteereita ja niitä esiintyy suuria määriä niiden ulosteissa. Ulosteperäisinä bakteereina niiden läsnäoloa vedessä käytetään veden ulosteperäisen kontaminaation toteamiseen ja veden hygieenisen laadun määrittämiseen. Huleveden bakteerit ovat peräisin eläinten ulosteista. Myös jätevesiviemärien rikkoutumiset sekä viemäreiden ylivuodot voivat aiheuttaa bakteeripäästöjä hulevesiviemäriin.

Hyvinkäällä tutkituissa hulevesissä on esiintynyt ajoittain erittäin korkeita bakteeripitoisuuksia (kuva 3.9). Ensimmäisen seurantasyksyn aikana Kruununpuiston korkeat bakteeripitoisuudet, etenkin *E. coli* –bakteerien suolistoperäisiä enterokokkeja suurempi osuus, osoittivat asumajätevesien pääsyä hulevesiverkoston. Tämä johtui ilmeisesti viemäriverkoston saneerauksesta. Tämänkin jälkeen Kruununpuiston alueen hulevesissä bakteeripitoisuudet ovat olleet ajoittain varsin korkeita. Helsingissä vanhojen asuntoalueiden hulevesistä on määritetty myös ajoittain erittäin korkeita *E. coli* –pitoisuuksia, mitkä ovat liittyneet alueen viemäriverkon vuotoihin (Karvinen 2010).

Hiiltomon ja Sahanmäen teollisuusalueilta tulevissa vesissä hygienia on ollut Kruununpuiston aluetta parempi (taulukko 3.5). Suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet ovat usein ylittäneet *E. coli* –pitoisuudet, mikä antaa viitteitä siitä, että bakteerikuorma voi olla eläinperäistä.

Ulosteperäisten bakteerien korkeiden pitoisuuksien aikana ei ole havaittu aina selvää yhteyttä muihin vedenlaatuomuttujiin, kuten ravinteet ja kiintoaine. Ulostebakteerien määrä grammassa koiran märkää ulostetta on suuri. Lämpökestosia koliformisia bakteereita on arvioitu olevan 23 milj. kpl/g ja fekaalisia streptokokkeja (mm. suolistoperäiset enterokokit) 980 milj. kpl/100 ml

(Ashbolt ym. 2001). Hulevesien likaantuminen mm. koirien ulosteiden vaikutuksesta on siten ilmeistä.



Kuva 3.9. Ulosteperäistä kuormitusta osoittavan *E. coli* –bakteerien pitoisuudet (kpl/100 ml) Hyvinkään hulevesissä.

Taulukko 3.5. Ulosteperäisten bakteerien minimi-, maksimi- ja mediaanipitoisuudet Hyvinkään hulevesissä.

Paikka	<i>E. coli</i> , kpl/100 ml			Fek. enterokokit, kpl/100 ml		
	min	max	Md	min	max	Md
Kruununpuisto	820	25000	4100	96	11000	5200
Hiiltomo	17	2400	520	10	6600	2600
Sahanmäki	1	>2400	330	7	5600	1200

3.5. pH ja metallit

Maaperämme happamuudesta johtuen vesien pH-arvot ovat usein ainakin lievästi happamia. Ihmistoiminnan vaikutuksesta vedet voivat happamoitua, kun soiden ojitus lisää vesien humuspitoisuutta sekä ilmaperäinen laskeuma, ilmansaasteiden rikki- ja typpihappo, aiheuttaa hapanta kuormitusta.

Veden pH-arvo vaikuttaa vedessä tapahtuviin kemiallisiin prosesseihin, kuten metallien liukoisuuteen. Sinkin ja kuparin partikkeleihin sitoutumisen on todettu olevan lähellä nollaa prosenttia happamassa vedessä (pH 4) ja lähestyvän 100 %:a pH:n saavuttaessa arvon 8 (Dempsey ym. 1993). Hulevesien pH-arvon on myös todettu olevan korkeampi kuin sadeveden. Yhdeksi syyksi on esitetty betonipinnoilta muodostuvaa pintavaluntaa, jonka pH-arvoa betonin kalkkipitoiset sidosaineet nostavat (Messenger 1986).

Hyvinkään hulevesissä seurantajakso pH-arvojen mediaanit olivat 6,6-7,2. Kruununpuistossa arvot vaihtelivat 6,1-7,5, Hiiltomossa 5,9-7,1, Sahanmäessä 6,4-7,1 ja Kravunharjussa 6,8-7,6. Eli pH-

arvot olivat pääosin lähes neutraaleja. Ajankohtana jolloin Hiiltomossa mitattiin seurantajakson alin pH-arvo 5,9, olivat kuparin ja sinkin pitoisuudet tavanomaista korkeampia.

Hyvinkään hulevesistä metalleja on tutkittu suodattamattomista näytteistä, jotka on happokäsittely eli pitoisuudet ovat kokonaispitoisuuksia. Analyysien määrittämissä on tapahtunut muutoksia seurannan aikana, mikä on huomioitava tuloksia tarkasteltaessa. Merkittävin muutos on ollut elohopea- ja kadmiumanalyysissä.

Raskasmetalleista kadmiumin, nikkelin, lyijyn ja elohopean tiedetään olevan vesiliöille haitallisia ja näille aineille on asetettu ympäristölaatu-normit. Raskasmetallien osalta nimenomaan niiden liukoiset muodot ovat haitallisia ja ympäristölaatu-normit ovat liukoisille pitoisuuksille.

Etenkin lyijyn, koboltin, kromin, raudan ja vanadiinin kokonaispitoisuuksista suurin osa on suspendoituneessa muodossa eli partikkeleihin adsorptoituneena. Kuparista, sinkistä ja kadmiumista suurikin osa voi olla liuenneessa muodossa. Liukoisuus on riippuvainen veden pH-arvosta ja kovuudesta.

Seuraavassa tarkastellaan Hyvinkään hulevesistä analysoituja metalleja ainekohtaisesti. Taulukkoon 3.6. on kerätty Tukholman kaupungin hulevesistrategiassa 2002 esitetty hulevesien laatu-luokitus, Tukholman läänin hulevesiverkoston ehdottamat ohje-arvot vesistöihin purettavien hulevesien laadulle sekä Valtioneuvoston antamat ympäristölaatu-normit. Lisäksi Hyvinkään tuloksia verrataan Liikenneviraston (Inha ym. 2013) Kehä I:n hulevesien analyysituloksiin. Nämä tulokset kuvaavat vain vilkkaasti liikennöidyltä maantieltä valuvia vesiä.

Taulukko 3.6. Vertailuarvoja hulevesien metallipitoisuuksien tarkasteluun.

Muuttuja	Yksikkö	Tukholman hulevesistrategia 2002			Tukholman lääni, 2009	VNA
		Matala	Kohtalainen	Korkea	1 M ohje-arvo	868/2010 AA-EQS
Kromi	(µg/l)	<15	15–75	>75	10	
Kupari	(µg/l)	<9	9–45	>45	18	
Nikkeli	(µg/l)	<45	45–225	>225	15	21
Lyijy	(µg/l)	<3	3–15	>15	8	7,5
Sinkki	(µg/l)	<60	60–300	>300	75	
Kadmium	(µg/l)	<0,3	0,3-1,5	>1,5	0,40	0,1
Elohopea	(µg/l)	<0,04	0,04-0,2	>0,2		**

** ympäristölaatu-normi ahvenelle, mg/kg

Taulukkoon 3.7. on kerätty Hyvinkään hulevesiseuran metallitulosten minimi-, maksimi- ja medianiarvot. Tarkastelujaksot vaihtelevat havaintopaikoittain. Kadmiumin ja elohopean osalta medianien laskemisessa on käytetty vuosien 2013 tuloksia sekä aikaisempina vuosina määrittämissä ylittäneitä tuloksia. Tarkemmat metallitulokset löytyvät liitetäulukosta xx.

Taulukko 3.7. Hyvinkään hulevesistä määritettyjen metallien minimi-, maksimi- ja mediaaniarvot.

	Kruununpuisto			Hiiltomo			Sahanmäki			Kravunanharju		
	(2011-2013)			(2011-2013)			(2012-2013)			(2013)		
	min	maks.	Md	min	maks.	Md	min	maks.	Md	min	maks.	Md
Kromi, µg/l	0,67	13	2,3	0,8	63	1,1	0,56	6	2,3	0,73	25	1,9
Kupari, µg/l	6	47	16	5,3	38	14	3,7	16	8,9	3,5	53	6,3
Nikkeli, µg/l	0,4	7	2,1	0,8	8	2,15	1	3	2	1,7	19	3,2
Lyijy, µg/l	0,8	9	2	0,7	6	1,2	0,5	2	1,4	0,6	11	1,2
Sinkki, µg/l	28	320	65	52	269	95	16	120	60	7	83	23
Kadmium, µg/l	0,05	2,7	0,16	0,05	2,8	0,14	0,02	2,4	0,06	0,03	0,22	0,08
Elohopea, µg/l	0,18	0,42	0,3	0,15	0,4	0,295	0,15	0,41	0,27	<0,05	0,3	0,21

Kromi

Kromianalyysin määrittämissä vuosina 2011-2012 2 µg/l eli kaikki minimiarvot 0,5-0,8 µg/l ovat vuoden 2013 arvoja. Kruununpuiston ja Sahanmäen alueen korkeimmat arvot (6-13 µg/l) olivat matalia. Hiiltomossa mitattiin syksyllä 2011 seurantajakson korkein kromipitoisuus, 63 µg/l. Samaan aikaan kupari- ja sinkkipitoisuudet olivat tavanomaista korkeampia. Näytteessä oli tuolloin myös poikkeuksellisen korkea fosforipitoisuus.

Kokonaisuudessaan Hyvinkään hulevesien kromipitoisuuksia voidaan pitää matalina. Helsingissä Kehä I:ltä valuvissa vesissä kromipitoisuudet olivat 4-180 µg/l. Marras-joulukuun arvot olivat korkeimpia.

Kupari

Hyvinkään hulevesissä kuparipitoisuudet olivat tutkimusalueilla keskimäärin 6-16 µg/l. Tavanomaista korkeampia (38-53 µg/l) kertapitoisuuksia mitattiin kaikilla alueilla, Sahanmäkeä lukuun ottamatta. Vastaavina ajankohtina kromi ja sinkki olivat myös koholla. Ajankohtina pH-arvot olivat lähes neutraaleja, joten oletettavasti kupari oli kiintoaineeseen sitoutunutta. Huleveden kupari on peräisin ilmalaskeumasta, liikenteestä ja rakennettujen alueiden kuparipinnoilta.

Kehä I:n hulevesissä kuparipitoisuudet vaihtelivat 46-450 µg/l.

Nikkeli

Nikkelianalyysin määrittämissä vuosina 2011-2012 3 µg/l eli kaikki minimiarvot 0,4-1,7 µg/l ovat vuoden 2013 arvoja. Tutkituissa hulevesissä nikkelipitoisuudet olivat keskimäärin matalia, tasolla 2 µg/l. Korkeimmat nikkelipitoisuudet, Kravunharjussa 19 µg/l, jäivät selvästi taulukossa 3.6 esitettyjä viitearvoja matalammiksi.

Kehä I:n valumavesien nikkelipitoisuudet olivat useasti käytetyn määrittämissä vuosina (10 µg/l) alle. Lopputyksyn näytteissä pitoisuudet olivat korkeimmillaan 120 µg/l.

Lyijy

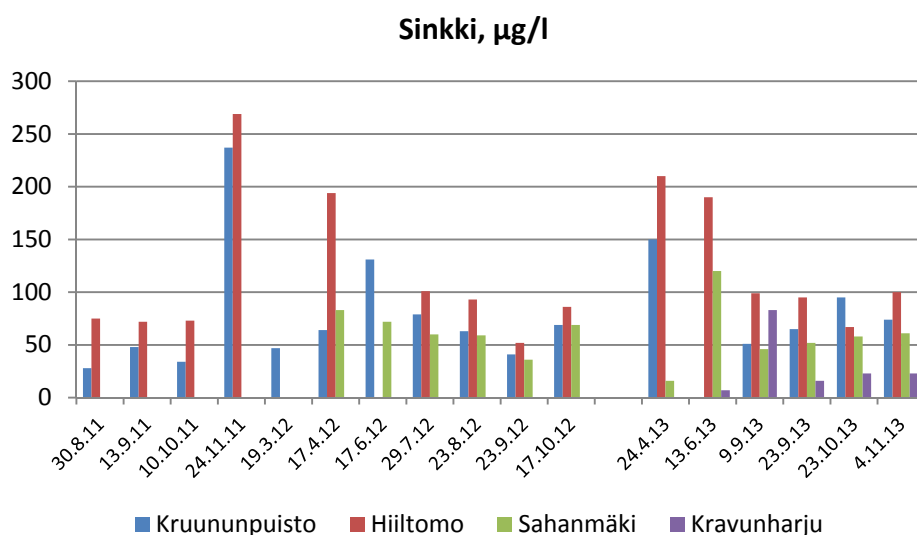
Lyijyanalyysin määrittäysraja oli vuosina 2011-2012 1 µg/l eli kaikki minimiarvot 0,5-0,8 µg/l ovat vuoden 2013 arvoja. Keskipitoisuudet kaikilla tutkimusalueilla olivat 1,2-2 µg/l eli matalia. Maksimiarvot vaihtelivat alueille 2-11 µg/l. Sahanmäessä kaikki lyijypitoisuudet olivat matalia. Kravunharjussa syyskuun 2013 rankkasadetapahtuman yhteydessä mitattu maksimipitoisuus, 11 µg/l, oli kertaluokkaa alueen tavanomaisia pitoisuuksia korkeampi.

Hyvinkään kaikissa hulevesikohteissa kokonaispitoisuutena määritetyn lyijypitoisuuden keskipitoisuus alittaa ympäristölaatu normin. Liikenneviraston selvityksessä lyijypitoisuuksissa vähenemä oli peräti 88 %, kun näytteet oli suodatettu. Kehä I:llä mitatut lyijyn kokonaispitoisuudet olivat 1-47 µg/l.

Lyijy on raskasmetalli, joka kerääntyy orgaanisiin kudoksiin ja suurina määrinä aiheuttaa akuutin lyijymyrkytyksen ja kroonisia sairauksia. Luonnonvesiin lyijyä päätyy mineraalien rapautuessa, joskin määrä on pieni jopa teollisuuden aiheuttaman ilmalaskeumaan verrattuna. Ihmisperäisistä lähteistä suurin oli aiemmin liikenne ennen lyijyttömän bensiinin käyttöönottoa.

Sinkki

Kaikissa seurantakohteissa sinkkipitoisuuksissa esiintyi selvää vaihtelua. Uudella Kravunharjun alueella pitoisuudet olivat muita alueita matalampia 7-83 µg/l. Hiiltomon alueen hulevesissä sinkkipitoisuudet olivat muita alueita korkeampia 52-269 µg/l. Seurantajakson korkein pitoisuus mitattiin Kruununpuiston hulevesistä (kuva 3.10).



Kuva 3.10. Hyvinkään hulevesien sinkkipitoisuuksia (µg/l).

Hyvinkään seuranta-alueiden vesissä esiintyi sinkkiä ajoittain selvästi. Sinkki on yleinen maankuoren aine ja kuparin tavoin välttämätön hivenaine. Korkeissa pitoisuuksissa se on kuitenkin myrkyllinen. Ihmistoiminnan vaikutuksesta sinkkiä päätyy vesistöihin useista eri hajakuormituslähteistä, sillä sitä käytetään monipuolisesti teollisuudessa muun muassa teräksen galvanointiin, erilaisiin metalliseoksiin, maaleihin ja kumin vulkanisointiin.

Hyvinkään hulevesissä sinkin kokonaispitoisuudet olivat kokonaisuudessaan alueilla matalia tai korkeintaan kohtalaisen korkeita. Liikenneviraston tutkimuksessa suodatettujen näytteiden sinkkipitoisuudet olivat 42 % kokonaispitoisuuksia pienempiä. Kehä I:n hulevesissä sinkin kokonaispitoisuudet vaihtelivat 180-2500 µg/l.

Kadmium

Kadmiumanalyysin määrittämissä vuosina 2011-2012 0,5 µg/l. Vasta 2013 alkaen määrittämissä vuosina, 0,01 µg/l, on ollut riittävä ympäristölaatu (AA-EQS 0,1 µg/l) arviointia ajatellen. Taulukkoon 3.7. lasketut arvot ovat lähinnä vuoden 2013 näytteitä sekä näytteitä, joissa 0,5 µg/l pitoisuus on ylittynyt.

Kruununpuiston alueen hulevesissä kadmiumpitoisuus oli 2012 selvästi kohonnut (0,6-2,7 µg/l) kolmella seurantakerralla, korkein arvo heinäkuussa. 2013 seurantakertoja oli kuusi, joista kolmella ensimmäisellä kerralla pitoisuudet olivat yli 0,1 µg/l (korkein pitoisuus 0,28 µg/l kesäkuussa) ja kolmella jälkimmäisellä kerralla alle 0,1 µg/l.

Vuonna 2012 Hiiltomon alueen hulevedessä kadmiumpitoisuus ylitti määrittämissä vuosina vain heinäkuussa, jolloin pitoisuus oli korkea, 2,8 µg/l. Vuonna 2013 pitoisuudet olivat 0,05-0,2 µg/l. Kruununpuiston tavoin kolmella jälkimmäisellä kerralla pitoisuus jäi alle 0,1 µg/l.

Sahanmäen teollisuusalueen hulevedessä kadmiumpitoisuus oli korkea, 2,4 µg/l, heinäkuussa 2012. Muilla seurantakerroilla pitoisuus oli alle 0,1 µg/l.

Kravunharjun vesien kadmiumpitoisuus analysoitiin viidesti vuonna 2013. Syyskuun näytteessä pitoisuus oli koholla, 0,22 µg/l.

Hiiltomon ja Kruununpuiston hulevesissä seurantajakson mediaanit ylittävät hieman ympäristölaatu (AA-EQS) normin. Hulevesistä tutkitut pitoisuudet ovat kuitenkin kokonaispitoisuuksia. Hulevesiä ei voida myöskään verrata suoraan vesistövesiin. Tukholman alueella kadmiumpitoisuutta <0,3 µg/l pidetäänkin vielä matalana.

Kadmium esiintyy malmeissa yhdessä lyijyn ja sinkin kanssa, ja myös sen jalostusvaiheet liittyvät näihin metalleihin. Sitä käytetään lejeeringeissä, galvanoinnissa, alkaliparistoissa ja pigmenttinä maaleissa. Luontoon kadmiumia voi levitä epäpuhtaiden lannoitteiden ja jätevesilietteiden mukana ja paikallisesti teollisuuden päästöissä. Päästölähteitä voivat olla metalli- ja kaivosteollisuus sekä teollisuuden voimantuotanto ja muu sähkön- ja lämmöntuotanto. Rautametallien tuotannon lisäksi kadmiumpäästöjä aiheuttaa eniten sinkin tuotanto. Kadmiumin lähteitä ovat myös fosforilannoitteet, jätteenpolto ja liikenne sekä lisäksi kaukokulkeumalla on kadmiumin leviämässä huomattava osuus.

Kadmium esiintyy ulkoilmassa lähinnä pienhiukkasiin sitoutuneena. Ulkoilman kadmiumpitoisuudet ovat nykyisin Euroopan maaseutualueilla keskimäärin 0,1–0,4 ng/m³ ja kaupunkitausta-alueilla 0,2–2,5 ng/m³. Teollisuuden kuormittamilla alueilla kadmiumpitoisuudet voivat olla kymmenen kertaa suurempia em. mainittuihin arvoihin nähden.

Kun Hyvinkäällä 2012 todettiin kohonneita kadmiumpitoisuuksia useissa seurantakohteissa, käytiin läpi näytteenotokset. Merkkejä näytteiden kontaminoitumisesta esim. näyteastioiden osalta ei löytynyt. Myös laboratorion analyysiketju tarkistettiin eikä epäselvyyksiä havaittu.

Syitä kohonneisiin kadmiumpitoisuuksiin pohdittiin Hyvinkään ympäristökeskuksen ja Hyvinkään Veden kanssa, mutta syytä kohonneisiin kadmiumpitoisuuksiin ei löydetty. Hyvinkään hulevesien seurannassa kadmiumpitoisuudet laskivat myös loppuvuoden 2013 aikana.

Elohopea

Analysoitaessa hulevesien elohopeapitoisuutta määräysraja oli vuosina 2011 ja 2012 0,2 µg/l. Hiil-tomon ja Sahanmäen teollisuusalueilla kaikki pitoisuuden jäivät tällöin määräysrajaa alemmiksi. Kruununpuiston yhdestätoista näytteestä kolme ylitti määräysrajan. Maalis-huhtikuussa 2012 pitoisuudet olivat 0,2 µg/l. Vuonna 2013 määrittäessä on käytetty herkempää menetelmää ja Hiil-tomossa pitoisuudet ovat olleet 0,15-0,4 µg/l, Sahanmäessä 0,15-0,41, Kruununpuistossa <0,05-0,42 ja Kravunharjussa <0,05-0,3 µg/l.

Luonnonvesien elohopean pitoisuustaso on yleensä alle 10 ng/l, eli alle 0,01 µg/l. Hulevesistä mitatut pitoisuudet ylittävät kymmenkertaisesti luonnonvesien pitoisuustason. EU:n vesipuitelidirektiivin mukainen enimmäispitoisuus luonnonvesissä saa olla vain 0,07 µg/l.

Hulevesien elohopeapitoisuuksista on vain vähän tietoa, ja jos niitä on analysoitu, määräysrajat ovat olleet korkeita. Hyvinkään hulevesien elohopeapitoisuuksien seurantaan kannattaa jatkaa 2013 käytössä olleella analyysimenetelmällä. Tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että seurantakohteiden väliset erot ovat melko pieniä verrattuna ajalliseen vaihteluun. Ilmaperäisellä laskeumalla lie-nee keskeinen merkitys elohopean esiintymiseen. Siten ei haittaa vaikka jatkossa seuranta-alueet vaihtuvat. Hyvinkään hulevesien tuloksia kannattaa jatkossa verrata myös Vantaanjoen yhteistark- kailussa 2014 saataviin elohopeatuloksiin.

Luonnossa elohopea esiintyy pääasiassa alkuainemuodossa ja metyylielohopeana. Metyylieloho- pea on myrkyllisin elohopean yhdisteistä ja sitä esiintyy liuenneena esimerkiksi märkälasseumassa. Vesistöihin joutunut elohopea muuttuu muun muassa bakteeritoiminnan seurauksena metyylielo- hopeaksi. Metyylielohopea ei liukene veteen, mutta rikastuu ravintoketjussa. Elohopean ympäris- tölaatunormi onkin määritetty kalalle.

Elohopeaa kulkeutuu kaukanakin sijaitsevilta päästölähdealueilta ilmateitse puhtaille alueille, jossa elohopea laskeutuu ilmakehästä maahan lumen mukana. Elohopeapitoisuuksien seuranta on ollut vähäistä, mutta saatujen mittaustulosten mukaan kaasumaisen elohopean pitoisuudet ovat olleet tausta-alueilla alle 2 ng/m³ ja voimakkaasti kuormitetuilla alueilla noin 35 ng/m³. Tärkeimpiä elo- hopean ilmaperäisiä lähteitä ovat hiilivoimalaitokset, polttoaineiden- ja jätteenpoltto, kaatopaikat ja metallisulatot. Arkielämässä elohopealle altistutaan yleisimmin hampaiden paikkauksen ja ra- vinnon, erityisesti kalojen, välityksellä (Alaviipola ym. 2007)).

3.6. Orgaaniset haitta-aineet

Orgaanisten haitta-aineiden esiintymistä Vantaanjoen valuma-alueen puro- ja jokivesissä on tutkit- tu vielä melko vähän. Vantaanjoesta ensimmäiset laajemmat selvitykset tehtiin 2012. Hyvinkään

hulevesistä tutkittiin orgaanisista haitta-aineista ensisijaisesti PAH-yhdisteitä. Vuosina 2011-2013 PAH-näytteet tutkittiin hulevesistä 6-9 kertaa. Taulukkoihin 3.9 – 3.11. on poimittu aineet, joissa määritysrajat ylittyivät. Seuraaville aineille on määritetty ympäristölaatumormi (taulukko 3.8).

Taulukko 3.8. Valtioneuvoston asetuksessa 868/2010 on asetettu ympäristölaatumormit seuraaville PAH-yhdisteille:

PAH-yhdiste	AA-EQS, µg/l
bentso(a)pyreeni	0,05
bentso(b)-fluorantreeni + bentso(k) –fluoranteeni	summa 0,03
bentso(g,h,i)-peryleeni + Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	summa 0,002

PAH-yhdisteet eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat laaja aineryhmä. Niitä syntyy epätäydellisen palamisen yhteydessä ja niitä voi esiintyä sekä ilma-, vesi- että maaympäristössä.

Kaupunki-ilmassa merkityksellisimmät PAH-yhdisteiden lähteet ovat tieliikenteen pakokaasut ja puun pienpolton savukaasut. Kivihiilipiki ja kivihiiliterva, terva, kreosoottiöljy ja muut kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, käytetyt moottoriöljyt, noki, asfaltti, bitumi ja pakokaasut sisältävät PAH-yhdisteitä. PAH-yhdisteet ovat niukkaliukoisia veteen ja vedessä ne sitoutuvat orgaaniseen ainekseen. Useat PAH-yhdisteet ovat syöpää ja perimämuutoksia aiheuttavia. Tunnettuja karsinogeenia ovat bentso(a)pyreeni ja dibentso[a,h]antraseeni.

Hyvinkään teollisuusalueen hulevesissä PAH-yhdisteitä esiintyi osalla seurantakerroista. Selvästi kohonneita pitoisuuksia Hiiltomon alueella todettiin marraskuussa 2011 (taulukko 3.9). Pitoisuudet ylittivät selvästi ympäristölaatumormien arvon (määritetty vuosikeskiarvolle). Sahanmäen alueen hulevesissä oli pieniä pitoisuuksia pyreeniä yhtä tarkkailukertaa lukuun ottamatta (taulukko 3.10). Aineelle ei ole ympäristölaatumormia.

Kruununpuiston asuntoalueen hulevesissä PAH-yhdisteitä todettiin teollisuusalueita useammin ja useampia aineita (taulukko 3.11). Bentso(a)pyreeniä esiintyi kaikilla seurantakerroilla. Seuranta-jakson pitoisuuskeskiarvo 0,042 µg/l ei kuitenkaan ylittänyt pintavedelle annettua laatumormia (AA-EQS 0,05 µg/l).

Liikenneviraston selvityksessä Kehä I:n kymmenestä hulevesinäytteestä Bentso(a)pyreeniä esiintyi kahdeksassa. Pitoisuudet vaihtelivat 0,09-29 µg/l korkeimpien pitoisuuksien esiintyessä tammi- ja maaliskuussa. Tiealueen vedet sisälsivät myös useita muita PAH-yhdisteitä (Inha ym. 2013).

Taulukko 3.9. Seurannassa todetut PAH- ja VOC-yhdisteet Hiiltomon alueen hulevesissä.

Hiiltomon teollisuusalue		10.10.2011	24.11.11	17.4.2012	29.7.2012	23.9.2012	24.4.2013	9.9.2013	23.10.2013
VOC-yhdisteet			ei tod.		ei tod.			ei tod.	
1,2-diklooribentseeni	µg/l						1,4		
Etylibentseeni	µg/l						1,5		
1,4-xyleeni	µg/l						2,7		
1,2-xyleeni	µg/l						1,9		
PAH-yhdisteet									
Peryleeni	µg/l	<0,010	0,056	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranteeni	µg/l	<0,020	0,56	0,026	0,02	<0,020	<0,020	<0,020	0,033
Bentso(a)antraseeni	µg/l	<0,010	0,3	0,028	0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoreeni	µg/l	<0,010	0,019	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantreeni	µg/l	<0,020	0,16	0,014	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,02
Antraseeni	µg/l	<0,010	0,028	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
1-Metyylifenantreeni	µg/l	<0,020	0,062	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Kryseeni	µg/l	<0,010	0,31	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010
Pyreeni	µg/l	0,01	0,66	0,039	0,016	<0,010	<0,010	0,015	0,018
Bentso(k)fluoranteeni	µg/l	<0,010	0,23	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015
*Bentso(b)fluoranteeni	µg/l	<0,010	0,55	<0,010	<0,010	0,013	<0,010	<0,010	0,018
*Bentso(a)pyreeni	µg/l	<0,002	0,21	0,008	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	0,006
*Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	µg/l	<0,010	0,18	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bentso(e)pyreeni	µg/l	<0,010	0,28	0,022	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bentso(a,h)antraseeni	µg/l	<0,010	0,071	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
*Bentso(g,h,i)peryleeni	µg/l	<0,010	0,26	0,02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PAH-yhdisteet yhteensä	µg/l	<0,1	3,9	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11
Kiintoaine, 0,45 µm	mg/l			25	3	<2	4	8,8	5

Taulukko 3.10. Seurannassa todetut PAH- ja VOC-yhdisteet Sahanmäen alueen hulevesissä

Sahanmäen teollisuus- alue		17.4.12	29.7.12	23.9.12	24.4.13	9.9.13	23.10.13
VOC-yhdisteet			ei tod.		ei tod.		
1,4-xyleeni	µg/l				1,3		
Dikloorimetaani	µg/l				0,76		
PAH-yhdisteet							
1-metyylifenantreeni	µg/l	0,017	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Antraseeni	µg/l	0,012	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteeni	µg/l	0,1	0,021	<0,020	<0,020	<0,020	0,049
Bentso(a)antraseeni	µg/l	0,094	0,032	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2,3,5-trimetyyliinaftaleeni	µg/l	0,024	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantreeni	µg/l	0,051	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,027
Kryseeni	µg/l	0,053	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015
*Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,012
*Bentso(g,h,i)peryleeni	µg/l	0,056	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,021

Pyreeni	µg/l	0,14	0,017	0,01	<0,010	0,012	0,04
Peryleeni	µg/l	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bentso(k)fluoranteeni	µg/l	0,027	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011
*Bentso(b)fluoranteeni	µg/l	0,059	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	0,013
*Bentso(a)pyreeni	µg/l	0,021	0,007	0,002	<0,002	0,004	0,01
Bentso(e)pyreeni	µg/l	0,07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,022
PAH-yhdisteet yhteensä	µg/l	0,736	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,22
Kiintoaine, 0,45 µm	mg/l		16	3	3,5		

Taulukko 3.11. Seurannassa todetut PAH- ja VOC-yhdisteet Kruununpuiston alueen hulevesissä.

Kruununpuiston alue		10.10.11	24.11.2011	19.3.2012	17.4.2012	29.7.2012	23.9.2012	24.4.2013	9.9.2013	23.10.2013
VOC-yhdisteet			ei tod.			ei tod.		ei tod.		ei tod.
PAH-yhdisteet										
Fenantreeni	µg/l	<0,020	0,39	0,036	0,034	<0,020	<0,020	0,047	0,011	0,067
Bentso(b)fluoranteeni	µg/l	<0,010	0,9	0,029	0,024	0,015	0,012	<0,010	<0,010	0,022
Bentso(k)fluoranteeni	µg/l	<0,010	0,38	<0,010	0,021	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,024
Bentso(e)pyreeni	µg/l	0,015	0,44	0,026	0,041	0,012	<0,010	0,011	<0,010	0,031
Bentso(a)antraseeni	µg/l	0,009	0,45	0,015	0,033	0,041	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antraseeni	µg/l	<0,020	0,096	<0,020	0,015	0,011	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Pyreeni	µg/l	0,031	1,2	0,054	0,08	0,026	0,022	0,041	0,02	0,088
Fluoranteeni	µg/l	0,024	0,19	0,039	0,05	0,031	<0,020	0,021	<0,020	0,096
Kryseeni	µg/l	0,012	0,6	0,027	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	0,012	0,026
*Bentso(a)pyreeni	µg/l	0,009	0,3	0,013	0,015	0,01	0,008	0,002	0,003	0,018
Peryleeni	µg/l	<0,010	0,12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
*Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	µg/l	0,015	0,23	0,017	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	0,015
Dibentso(a,h)antraseeni	µg/l	<0,010	0,12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
*Bentso(g,h,i)peryleeni	µg/l	0,027	0,4	0,032	0,054	<0,010	0,012	0,011	<0,010	0,029
PAH-yhdisteet yhteensä	µg/l	0,13	5,816	0,288	0,383	0,158	<0,1	0,133	<0,1	0,416
Kiintoaine, 0,45 µm	mg/l					7,5	16,7	266	12,4	28

VOC-yhdisteet

Hyvinkäällä hulevesien VOC-yhdisteitä analysoitiin havaintopaikoilta 2-4 kertaa. Vain huhtikuu 2013 lumensulamiskaudella Hiiltomon ja Sahanmäen teollisuusalueiden vesistä todettiin muutamia VOC-yhdisteitä. Hiiltomon alueelta tulevassa vedessä esiintyi 1,2 diklooribentseeniä, mikä on vesiympäristössä haitallinen aine. Todettu pitoisuus 1,4 µg/l on selvästi ympäristölaatumnormia (vuosikeskiarvo) 7,4 µg/l pienempi. Toinen todettu aine oli klooribentseeni 0,92 µg/l, minkä ympäristölaatumnormi on 9,3 µg/l. Näiden lisäksi hulevedessä esiintyi ksyleeniä eli dimetyylibentseeniä eri isomeereinä (1,9-2,7 µg/l). Ksyleeni on laajasti käytetty öljypohjainen liuotin. Sille ei ole asetettu ympäristölaatumnormia. 1,3 ja 1,4-ksyleeniä todettiin myös Sahanmäen teollisuusalueen hulevedestä 1,3 µg/l. Sen lisäksi siellä oli dikloorimetaania 0,76 µg/l. Sen ympäristölaatumnormi on 20 µg/l.

Hyvinkään hulevesinäytteissä ei ole aikaisemmin todettu VOC-yhdisteitä. Tosin tutkittujen näytteiden määrä on ollut pieni. Näitä aineita ei löytynyt myöskään, kun Liikennevirasto tutki maantei-

den hulevesiä. Helsingin hulevesiseurannassa ksyleenejä esiintyi Roihupellon teollisuusalueelta tulevilla vesillä.

4. Yhteenveto

4.1. Seuranta-alueet ja näytteet

Hyvinkäällä hulevesiseurannan ensisijaisena tavoitteena on ollut selvittää hulevesien laatua ja aineiden pitoisuusvaihtelua. Tavoitteena on ollut selvittää, kulkeutuuko luontoon hulevesien mukana haitta-aineita. Hulevesistä on tutkittu sähkönjohtavuutta sekä kloridi- ja sulfaattipitoisuutta, jotka voivat kohota mm. teiden suolaamisen seurauksena, kiintoainetta, mikä voi aiheuttaa vesien purkualueilla liettymistä. Kiintoaineseen voi sitoutua myös erilaisia haitta-aineita. Ravinteita on tutkittu, sillä niillä on purkuvesistöissä rehevöittävä vaikutus, mutta myös koska ne voivat kuvastaa hulevesien alkuperää. Myös hygienian indikaattoribakteerit ovat kuuluneet seurantaan. Haitta-aineista on seurattu metalleja kokonaispitoisuuksina sekä osalla seurantakerroista orgaanisia haitta-aineita, etenkin PAH-yhdisteitä.

Hulevesinäytteitä on otettu teollisuus- ja asuntoalueilta eri puolelta kaupunkia. Hiiltomon teollisuusalueen ja Kruununpuiston asuntoalueen vesiä on seurattu vuosina 2011-2013, Sahanmäen teollisuusalueen 2012-2013 ja Kravunharjun asuntoalueen vesiä 2013. Erilaisten valuma-alueiden seurannalla on selvitetty, eroavatko maankäytöltään erilaisten kaupunkialueiden hulevedet toisistaan.

Näytteiden otto pyrittiin tekemään mahdollisimman pian sateen alkamisesta. Näytteenottokerroilla sateet vaihtelivat heikoista rankkoihin kuurosatteisiin. Näytteiden otosta vastasi Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Vuodesta 2012 alkaen Hyvinkään Vesi auttoi näytteenotossa.

Hyvinkäällä hulevesien purkuvesistöjä ovat Vantaanjoki ja Palojoki, joihin hulevedet päätyvät sekä ojien että purojen kautta. Seurannassa hulevesinäytteet otettiin hulevesiputkista, mitkä laskivat ojiin.

4.2. Hulevesien laatu

Hyvinkään hulevesien sähkönjohtavuus sekä kloridi- ja sulfaattipitoisuudet olivat matalia, korkeimpien pitoisuuksien ollessa Vantaanjoessa ja vesistöalueen puroissa todetulla tasolla. Pitoisuuksissa esiintyi vuodenaikaisvaihtelua, todennäköisesti liukkaudentorjunta-aineiden käyttöön liittyen. Kravunharjun hulevesissä kloridi- ja sulfaattipitoisuudet sekä sähkönjohtavuus olivat muita kohteita korkeampia.

Seurantakohteiden hulevesissä kiintoainepitoisuuksien mediaanit vaihtelivat 5-27 mg/l eli ne olivat Tukholmassa käytetyn hulevesiluokituksen perusteella matalia. Selvästi matalimmat pitoisuudet

olivat Hiiltomon teollisuusalueelta tulevissa vesissä. Yksittäisiä korkeita pitoisuuksia mitattiin Kruununpuiston ja Kravunharjun alueiden vesistä.

Typipitoisuudet hulevesissä olivat pääosin matalia, enimmilläänkin Vantaanjoen keskipitoisuuksien tasolla. Kravunharjun hulevesissä tyyppiä oli kaikilla seurantakerroilla runsaasti, 1500-2800 µg/l. Uudelta asuntoalueelta metsä on hakattu ja alueelle on tuotu uutta maata puistojen ja puutarhojen kasvualustaksi, eikä alueen niukka kasvillisuus kyennyt vielä hyödyntämään kasvualustansa ravinteita, vaan sadevedet huuhtoivat niitä hulevesiin.

Hulevesien fosforipitoisuudet vaihtelivat suuresti. Sahanmäen ja Kravunharjun hulevesissä fosforia oli keskimäärin alle 50 µg/l. Hiiltomon ja Kruununpuiston alueen vesissä fosforipitoisuus oli keskimäärin yli 100 µg/l. Molemmissa kohteissa määritettiin ajoittain myös liukoista fosfaattia. Hiiltomossa, missä vesi oli usein väritöntä ja sisälsi vain vähän kiintoainesta, fosforipitoisuus oli korkea ja fosfaatin osuus oli siitä yli puolet. Syy korkeaan fosforitasoon on epäselvä. Kruununpuiston hulevedessä korkea fosforipitoisuus liittyi usein korkeaan kiintoainepitoisuuteen, mutta myös liuenneen fosfaatin osuus oli usein korkea. Muutamilla kerroilla olikin selviä viitteitä, mm. ulosteperäisten bakteerien korkeiden pitoisuuksien takia, että hulevesiviemäriin pääsi jätevesiä. Kokonaisuudessaan ulosteperäisten bakteerien pitoisuudet vaihtelivat hulevesissä paljon. Kruununpuiston asuma-alueen vesissä bakteereita oli kaikilla seurantakerroilla paljon. Teollisuusalueiden vesissä bakteeripitoisuudet vaihtelivat hyvin matalista korkeisiin.

Ulosteindikaattoribakteerien ja liukoisten ravinteiden tutkiminen hulevesistä kokonaisravinteiden rinnalla on hyödyksi, jos epäillään jätevesien pääsyä hulevesiverkostoon. Kruununpuiston hulevesien kohonneiden bakteeripitoisuuksien seurauksena Hyvinkään Vesi on mm. kartoittanut alueen viemäriverkkoa.

Hulevesien metallit

Hyvinkään seurannassa hulevesien metallit tutkittiin kokonaispitoisuuksina. Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista on annettu ympäristölaatumit metalleista nikkelille, lyijylle ja kadmiumille. Normit ovat liuenneiden pitoisuuksien vuosikeskiarvoille. Hyvinkään hulevesien metallipitoisuuksia verrattiin näihin ympäristölaatumormeihin sekä Tukholman läänin ehdottamiin hulevesien ohjearvoihin. Hyvinkään hulevesien pH-arvot olivat lähellä neutraalia tai lievästi happamia eli on oletettavaa, että metallien liukoisuus ei lisääntynyt happamuuden seurauksena.

Nikkelin ja lyijyn pitoisuudet Hyvinkään hulevesissä olivat matalia ja keskipitoisuudet jäivät selvästi ympäristölaatumormien alle. Hulevesistä mitatut kadmiumpitoisuudet olivat ympäristölaatumormiin verrattuna kaikilla havaintopaikoilla ajoittain vähän kohonneita. Kruununpuiston ja Hiiltomon näytteiden keskipitoisuudet ylittivät myös ympäristölaatumormin arvon. Hulevesistä tutkitut pitoisuudet olivat kokonaispitoisuuksia, eikä ympäristölaatumormina käytettyjä liukoisia pitoisuuksia. Hulevesiä ei voida myöskään verrata suoraan vesistövesiin, sillä ne sekoittuvat vielä lähialueidensa muihin vesiin ennen vesistöön päätymistä. Tukholman alueella kadmiumpitoisuutta <0,3 µg/l pidetäänkin vielä hulevesissä matalana. Kaikkien seuranta-alueiden keskipitoisuudet jäivät tämän alle.

Elohopean vesipitoisuudelle ei ole ympäristölaatumnormia mm. siitä syystä, että riittävän herkkiä menetelmiä pitoisuusmittauksiin ei ole ollut käytettävissä. Raja-arvo on sen sijaan annettu kalalle, joihin elohopea voi kertyä ja siirtyä edelleen ravintoketjussa ylöspäin. Hyvinkään hulevesiseuranassa elohopeapitoisuuden määrittämissä menetelmissä alaraja oli 2011-12 0,2 µg/l ja tämän jälkeen 0,05 µg/l. Vuonna 2013 hulevesistä mitatut elohopeapitoisuudet ylittivät määrittämissä muutamia näytettä lukuun ottamatta. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat 0,4 µg/l tai 0,3 µg/l kaikilla alueilla. Luonnonvesissä elohopeaa on alle 0,01 µg/l ja EU:n vesispuidirektiivin mukainen enimmäispitoisuus luonnonvesissä saa olla vain 0,07 µg/l.

Hulevesien metallimäärittämissä paketteihin kuului edellisten lisäksi useita metalleja, mm. kromi, kupari ja sinkki. Hyvinkään hulevesissä kromi- ja kuparipitoisuudet jäivät mataliksi. Tutkituissa hulevesissä esiintyi sinkkiä ajoittain selvästi. Pitoisuudet olivat alueilla matalia tai korkeintaan kohtalaisia.

Laboratorioissa samalla analyysiajolla saadaan määritettyä useita metalleja. Hyvinkään hulevesissä metallipitoisuudet olivat yleisesti ottaen matalia. Hulevesissä esiintyi vesiympäristössä haitallista kadmiumia ja elohopeaa. Todettujen kadmiumin kokonaispitoisuuksien merkitys hulevesien purkuvesistöissä jäi vähäiseksi. Elohopeaa vesissä esiintyi EU:n vesispuidirektiivin tiukan enimmäispitoisuusrajan yli. Pitoisuuksien vaihtelu alueiden välillä oli vähäinen, mikä viitanee ilmaperäiseen kuormitukseen.

Orgaaniset haitta-aineet

PAH-yhdisteet eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat laaja aineryhmä. Niitä syntyy epätäydellisen palamisen yhteydessä ja niitä voi esiintyä sekä ilma-, vesi- että maaympäristössä. PAH-yhdisteet ovat niukkaliukoisia veteen ja vedessä ne sitoutuvat orgaaniseen ainekseen.

Hyvinkään teollisuusalueen hulevesissä PAH-yhdisteitä esiintyi osalla seurantakerroista. Näytteissä esiintyi monia aineita. Kruununpuiston asuntoalueen hulevesissä PAH-yhdisteitä todettiin teollisuusalueita useammin ja useampia aineita. Bentso(a)pyreeniä todettiin Kruununpuistossa kaikilla seurantakerroilla. Seurantajakson pitoisuuskeskiarvo, 0,042 µg/l, ei kuitenkaan ylittänyt pintavedelle annettua laatumnormia (AA-EQS 0,05 µg/l).

Kruununpuiston asuntoalue on matalaa pientaloaluetta, missä savukaasuja voi syntyä niin tulipesistä kuin kiinteistökohtaisen lämmityksen seurauksena. Tulipesien huollolla ja oikealla polttotavalla voidaan vähentää palokaasujen syntyä.

Haihtuvia orgaanisia aineita eli VOC-yhdisteitä analysoitiin seurantajaksolla vain 2-4 kertaa/seurantapaikka. Vain yhdellä lumensulamiskaudella ajoittuvalla seurantakerralla todettiin muutamia VOC-yhdisteitä teollisuusalueiden vesistä. Hiiltomon alueelta tulevassa vedessä esiintyi 1,2 diklooribentseeniä, mikä on vesiympäristössä haitallinen aine. Todettu pitoisuus 1,4 µg/l on selvästi ympäristölaatumnormia (vuosikeskiarvo) 7,4 µg/l pienempi. Toinen todettu aine oli klooribentseeni 0,92 µg/l, minkä ympäristölaatumnormi on 9,3 µg/l. Näiden lisäksi hulevedessä esiintyi ksyleeniä eli dimetyylibentseeniä eri isomeereinä (1,9-2,7 µg/l). Ksyleeni on laajasti käytetty öljypohjainen liuotin. Sille ei ole asetettu ympäristölaatumnormia. Sahanmäen teollisuusalueen hulevedessä esiintyi 1,3 ja 1,4-ksyleeniä pieni pitoisuus, 1,3 µg/l. Sen lisäksi siellä oli dikloorimetaania 0,76 µg/l. Sen ympäristölaatumnormi on 20 µg/l.

PAH- ja VOC-yhdisteiden määrittäminen antoi uutta tietoa hulevesien haitta-aineista, mitä on tutkittu melko vähän. Yhdisteiden esiintyminen on liitetty usein voimakkaasti liikennöityjen alueiden hulevesiin. Useiden PAH-yhdisteiden esiintyminen Kruununpuiston asuntoalueen vesissä viitanee liikennealueen valumavesien ohella myös pienpoltossa syntyviin epäpuhtauksiin. Hyvinkään hulevesien sisältämien PAH-yhdisteiden pitoisuudet eivät ylittäneet vesistövesille annettuja ympäristölaatunormeja. VOC-yhdisteitä tutkittiin vain muutamilla kerroilla, koska aineita ei todettu. Yhdellä lumensulamiskerralla löydettiin muutamia yhdisteitä. Jatkoseurannassa kannattanee ottaa näytteitä sulamisvesien aikaan.

4.3. Hulevesien seurannan jatkaminen

Hyvinkäällä kolmen vuoden aikana tehty hulevesiseuranta on antanut paljon uutta tietoa. Hulevesien laadussa on esiintynyt voimakasta vaihtelua ja alueiden välillä on ollut selviä eroja. Kokonaisuudessaan kirjallisuudessa esitettyihin hulevesien pitoisuuksiin verrattuna haitta-aineiden esiintyminen vesissä on ollut melko vähäistä.

Hulevesien metalleja tutkittaessa kannattaa varmistaa, että kadmiumin määritysraja on vähintään 0,05 µg/l. Samaa määritysrajaa tulee saavuttaa myös elohopeamäärittäyksessä, koska ainetta on havaittu hulevesissä.

Hulevesissä orgaanisia haitta-aineita on todettu mm. Vantaanjoen tarkkailunäytteitä useammin. Niiden mukana pitäminen seurannassa on perusteltua. Ainakin yhden näytekierroksen olisi hyvä ajoittaa lumensulamiskauteen.

Tulosten perusteella ei voi todeta, että teollisuusalueiden vesissä olisi tavanomaista enemmän haitta-aineita, etenkin kun alueen teollisuus ei käsittele kemikaaleja. Hiiltomon alueella kolmi-vuotinen seuranta päättyi ja Sahanmäen hulevesiä tutkitaan vielä 2014. Syy Hiiltomon alueen hulevesien korkeisiin fosforipitoisuuksiin jäi epäselväksi.

Kruununpuiston asuntoalueen hulevesiä on tutkittu kolme vuotta ja alueen seuranta on nyt lopetettu. Kravunharjun asuntoalueella seuranta jatkuu. Molemmilta alueilta seurantatulokset ovat tuoneet kiinnostavaa tietoa. Kruununpuiston pientaloalueella hulevesien laatuun heikensi alueen viemäriverkostossa esiintyneet vuodot sekä kiinteistökohtaiset lämmitysjärjestelmät.

Vuonna 2014 aloitetaan hulevesien seuranta Vehkojan asuntoalueella, missä asutus on Kruununpuiston aluetta uudempaa. Kravunharjussa uuden alueen rakentamisen aikaisen vaikutukset hulevesien laatuun ovat liittyneet mm. kasvualustoilta tapahtuviin ainehuuhtoumiin. Tulevina vuosina ravinteiden käyttö tehostuu kasvien kasvun myötä. Alueelle on kuitenkin tulossa vielä uutta asutusta.

Viitteet

Alaviipola, B., Pietarila, H., Hakola, H., Hellén, H. ja Salmi, T. 2007. Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa arseeni, kadmium, nikkeli, elohopea ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet). Ilmatieteen laitos – ilman laadun asiantuntijapalvelut, Helsinki 11.5.2007. 83 s. + iitteet.

Alm, H., Banach, A ja Larm, T. 2010. Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt visa övriga ämnen i dagvatten. Rapport Nr 2010-06. Svenskt Vatten Utveckling. 69 s.

Ashbolt, N.J., Grabow, W.O.K. ja Snozzi, M. 2001. Indicators of microbial water quality. In: Water quality: guidelines, standards and health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease (Eds. Fewtrell, L. & J. Bartram). WHO/IWA, London, UK.

Dagvattenklassificering (2001). Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav- del 2, Dagvattenklassificering.

Dempsey, B.A., Tai, Y.L. ja Harrison S. G.(1993). Mobilization and removal of contaminants associated with urban dust and dirt. Water Science and Technology 28(3-5):225–230. ISSN 0273–1223.

Inha, L., Kettunen, R. ja Hell, K. 2013. Maanteiden hulevesien laatu, tutkimusraportti 12 /2013. Liikennevirasto, Helsinki. 49 s. + liitteet.

Karvinen, V-J 2010. Hulevesien laatu eräillä kaupunkivaluma-alueilla Helsingissä. Ympäristönsuojelutieteen Pro gradu –tutkielma. Ympäristötieteiden laitos, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto. Helsinki 2010. 70 s. + liitteet.

Messenger, Steven (1986). Alkaline runoff, soil pH and white oak manganese deficiency. Tree Physiology 2:317–325. Heron Publishing.

Regionplane- och trafikkontoret 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionala dagvattennätverket i Stockholms län, Riktvärdesgruppen. Februari 2009. Regionplane- och trafikkontoret, stochholms Läns Landsting. 20 s.

Schueler, T. 1994. The Importance of Imperviousness. Watershed Protection Techniques. 1(3): 100-111.

Sänkiäho, L. ja Sillanpää, N. 2012 (toim.) STORMWATER-hankkeen loppuraportti; Taajamien hulevesihaasteiden ratkaisut ja liiketoimintamahdollisuudet. Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA 4/2012. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos, Vesitekniikka. 60 s.

Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Aalto University publication series Doctoral dissertations 160/2013. Helsinki 2013. 226 s.

Vahtera, H. 2010. Hulevesien laadun seuranta Hyvinkäällä. Ohjelma kaudelle 2011-2015. 14.12.2010. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. 16 s.

Vahtera H. ja Männynsalo, J. 2012. Hulevesien laadun seuranta Hyvinkäällä. Raportti vuodelta 2011. 2.5.2012 Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. 13 s.

Valkama, P., Laakso, S., Kivimäki, A-L. ja Lahti K. 2013. Selvitys eräiden Vantaan purojen automaattisista vedenlaadun seurannoista 2011-2012. Julkaisu 71/2013. 39 s.

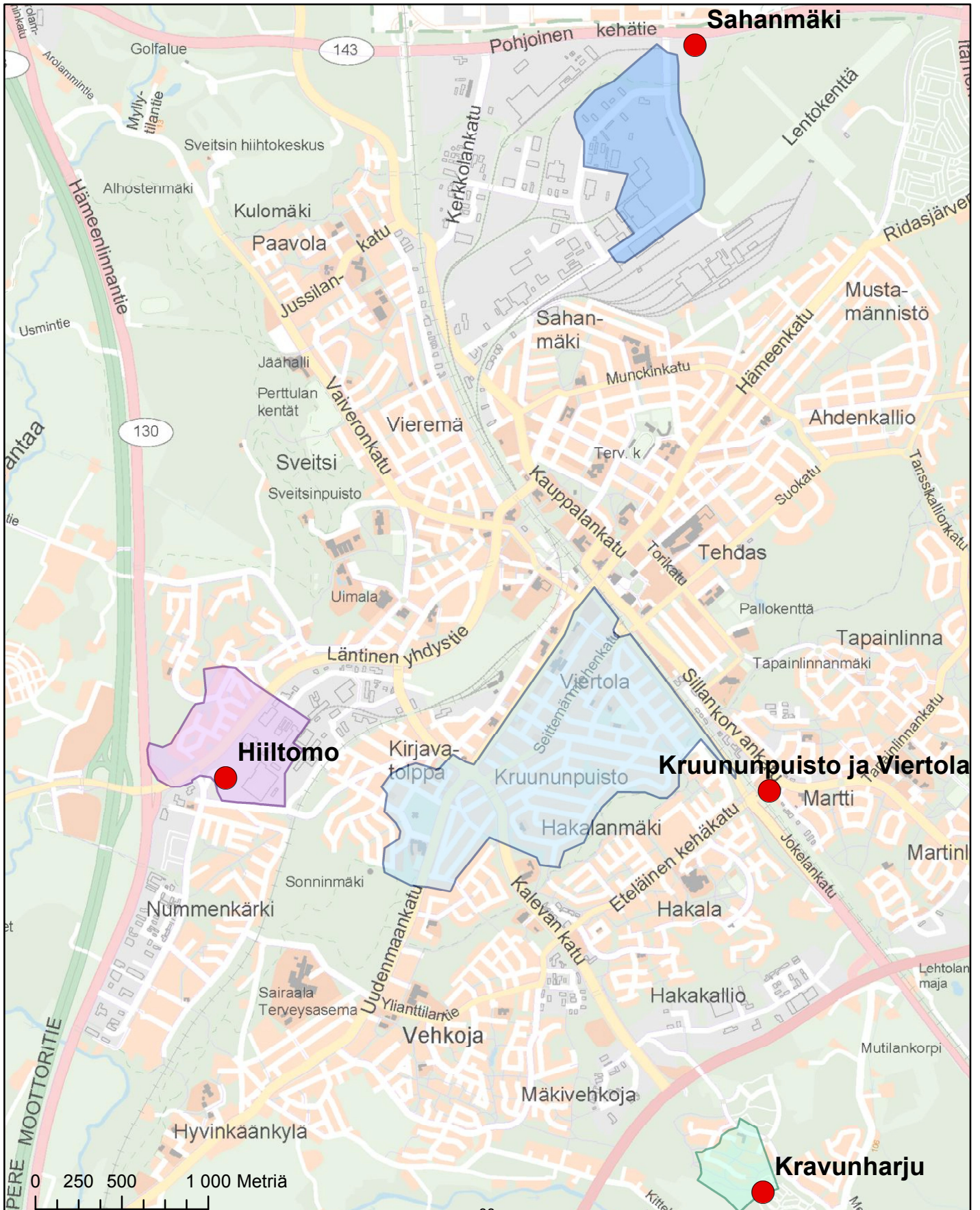
Liite 1. Vesinäytteiden analyysimenetelmät

		Määrittäjä vähintään	DB-koodi esim.
Kokonaistyyppipitoisuus	SFS-EN ISO 11905-1 (1998)	100 µg/l	323
Kokonaisfosfori	SFS 3026: 1986, kumottu	5 µg/l	315
Liuenut fosfaattifosfori	SFS-EN ISO 6878: 2004	3 µg/l	493
Kiintoaine, GF/C	SFS-EN 872:1996	2 mg/l	360
Kiintoaine 0,4 µm	SFS-EN 872:1996	2 mg/l	364
Sameus	SFS-EN ISO 7027 (2000)	0,5 FTU	76
pH	SFS 3021 (1979)		307
Sähkönjohtavuus	SFS-EN 27888 (1994)	1 mS/m	318
COD _{Mn}	SFS 3036 (1981)	0,5 mg/l	27
Suolistoperäiset enterokokit	SFS-EN ISO 7899-2 (2000)	1/100 ml	312
<i>Escherichia coli</i>	Colilert Quanti Tray	1/100 ml	636
Sulfaatti	SFS-EN ISO 10304-1(1997)	0,5 mg/l	330
Kloridi	SFS-EN ISO 10304-1 (1997)	0,5 mg/l	332
Kadmium	SFS-EN ISO 17294-2	0,1 µg/l	596
Kromi	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	598
Kupari	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	523
Nikkeli	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	605
Lyijy	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	606
Sinkki	SFS-EN ISO 17294-2	2 µg/l	625
Elohopea	SFS-EN 1483:2007 muunneltu	<0,2 µg/l	
	SFS-EN ISO 17294-2	<0,05 µg/l	
PAH	SFS-EN ISO 17993:2004	yhdistekohtainen	
VOC	EN-ISO 1568:2004	yhdistekohtainen	

Hulevesien laadun seuranta Hyvinkäällä - Kruununpuiston ja Viertolan, Kravunharjun, Sahamäen sekä Hiiltomon seuranta-alue

- Seurantapiste
- Sadevesien valumaalue Kruununpuisto ja Viertola, 152 ha
- Sadevesien valumaalue Kravunharju, 15 ha
- Sadevesien valumaalue Sahamäki, 54 ha
- Sadevesien valumaalue Hiiltomo, 45 ha

6.5.2014



Hyvinkään hulevesiseuranta

Veden laadun seurantatulokset vuosilta 2011-2013

Hiiltoimo teollisuusalue

	30.8.2011	13.9.2011	10.10.2011	24.11.2011	17.4.2012	29.7.2012	23.8.2012	23.9.2012	17.10.2012	24.4.2013	13.6.2013	9.9.2013	23.9.2013	23.10.2013	4.11.2013
Lämpötila, °C	14,5	15	7,7		4,2				7,6		13,5				
<i>Escherichia coli</i> , mpn/100 ml	240	2400	230	17		1100	1200	280	580	180	1100	520	1700	170	
Enterokokit, pmy/100 ml	1900	4400	1400	1800		4900	4100	580	2600	10	2600	1500	6600	2900	
Kiintoaine, GF/C, mg/l	3,4	11	5	86											
Kiintoaine, 0,45 µm					25	3	<2	5,3	14,8	4	8,4	8,8	3,2	5	15
pH, titraattori	6,8	6,8	6,7	6,8	6,8	6,2	6,6	7,1	6,7	6,6	5,9	6,5	6,6	6,6	6,7
Sähkönjohtavuus, mS/m	3,8	1,9	2,6	6,8	4	2,7	7,6	1,4	1	12,3	3,7	3,5	3,3	1,6	1,3
CODMn-arvo, mg/l	8	5,1	3	13	5,4	10	6,1	2,2	3,5	13	17	7,5	6,2	3,2	3,3
Kokonaistyyppi, µg/l	500	480	380	2700	570	1500	660	260	330	2300	1800	760	420	270	270
Kokonaisfosfori, µg/l	210	140	90	1100	250	300	200	97	100	99	290	160	220	120	110
Fosfaattifosfori, µg/l					128	149		42		41		95	136	91	60
Kloridi, mg/l	1,5	0,9	0,8	5,8	3,4	<0,5	4,4	<0,5	<0,5	12	1,1	1,9	1,2		0,8
Sulfaatti, mg/l	2,1	0,9	1,4	5,6	2,3	3,1	6,4	0,7	<0,5	16	3,4	3,2	2		0,7
Kadmium, µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,2	0,14	0,19	0,05	0,05	0,05
Kromi, µg/l	<2	<2	<2	63	3	<2	5	<2	<2	1,2	0,95	1	0,76	1,1	1,1
Kupari, µg/l	21	13	8	26	11	23	16	6	6	34	38	14	17	5,3	5,3
Lyijy, µg/l	<1	1	<1	6	2	<1	<1	<1	<1	0,7	0,9	1,2	1,2	1,1	1,7
Nikkeli, µg/l	<3	<3	<3	8	<3	<3	3	<3	<3	2,5	3	1,8	1,3	1,1	0,8
Sinkki, µg/l	75	72	73	269	194	101	93	52	86	210	190	99	95	67	100
Elohopea, µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		<0,2	<0,2				0,4	0,15	0,37	0,22

Sahanmäen teollisuusalue

	17.4.2012	17.6.2012	29.7.2012	23.8.2012	23.9.2012	17.10.2012	24.4.2013	13.6.2013	9.9.2013	23.9.2013	23.10.2013	4.11.2013
Lämpötila, °C	4					7,8		14				6,5
<i>Escherichia coli</i> , mpn/100 ml			650	430		36	1 >2400		230	730	84	
Enterokokit, pmy/100 ml			3500	630		120	7	5600	1200	1900	1200	
Kiintoaine, GF/C, mg/l	66											
Kiintoaine, 0,45 µm		22	15,5	17	3	44	3,5	63				
pH, titraattori	7	6,5	6,6	6,4	6,9	6,7	7	6,9	7	7,1	6,8	6,9
Sähkönjohtavuus, mS/m	7,4	2,7	4,2	4,5	2,7	2,3	11,9	7,8	6,7	7,7	4,5	3,6
CODMn-arvo, mg/l	9,8	9,1	11	22	7,6	5,6	16	18	7,5	6,7	4,8	5,1
Kokonaistyyppi, µg/l	700	960	1300	710	300	400	830	2500	870	460	390	440
Kokonaisfosfori, µg/l	78	99	52	260	18	52	11	170	18	24	20	36
liuk. fosfaattifosfori							6		3		10	
Kloridi, mg/l	4,9	2,5	2,2	2,3	1,3	1,1	9,2	6,1	2,8	3,2		1,7
Sulfaatti, mg/l	7,3	1,5	3,9	5,1	2,1	1,6	12	6,1	6,7	6,9		3,1
Kadmium, µg/l	<0,5	<0,5	2,4	<0,5	0,7	<0,5	0,05	0,06	0,09	0,05	0,03	0,02
Kromi, µg/l	5	4	<2	6	<2	2	0,56	1,8	1,2	1,4	2,6	2,6
Kupari, µg/l	15	14	14	9	16	8	3,7	14	8,3	6,9	8,2	8,7
Lyijy, µg/l	2	<1	<1	1	<1	2	0,5	0,6	0,6	1,6	1,4	1,8
Nikkeli, µg/l	3	<3	<3	<3	<3	<3	<0,1	2,5	1,4	1	2,1	1,9
Sinkki, µg/l	83	72	60	59	36	69	16	120	46	52	58	61
Elohopea, µg/l	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			0,41	0,15	0,36	0,17

Kruununpuisto asuntoalue

	30.8.2011	13.9.2011	10.10.2011	24.11.2011	19.3.2012	17.4.2012	17.6.2012	29.7.2012	23.8.2012	23.9.2012	17.10.2012	24.4.2013	13.6.2013	9.9.2013	23.9.2013	23.10.2013	4.11.2013
Lämpötila, °C	14,2	14,1	9,3		4,1	4,0					8		14				6,7
<i>Escherichia coli</i> , mpn/100 ml	7300	19000	4100	25000	2400	870		2400	11000	2000	1700	2000 >2400		7700	4400	820	
Enterokokit, pmy/100 ml	2800	9900	2500	6200	210	1100		7700	7500	11000	4400	96	3000	8500	8900	5200	
Kiintoaine, GF/C, mg/l	2,4	24	10	240	14	37											
Kiintoaine, 0,45 µm							64	7,5	31	16,7	48	266	23,3	12,4	7	28	82
pH, titraattori	7,5	6,9	7,1	7,2	7,4	7	6,1	6,7	7,1	6,9	6,8	7,2	7	6,6	7,2	6,8	7
Sähkönjohtavuus, mS/m	12,6	2,8	7,8	7,9	19,9	9,1	2,3	4,1	7,1	1,8	2,1	19,5	11,3	2,1	6,9	4,6	2,6
CODMn-arvo, mg/l	3,3	8,4	8,5	34	3,1	6,4	37	8,5	8	5,7	11	18	17	9,5	9,7	26	11
Kokonaistyyppi, µg/l	1600	610	740	2600	1800	1400	970	1300	930	370	640	3200	2200	590	740	700	650
Kokonaisfosfori, µg/l	72	72	100	440	130	70	200	110	110	65	150	250	140	100	78	620	130
liuk. fosfaattifosfori												18		26	30	353	18
Kloridi, mg/l	6,7	0,9	4	7,1	17	4,1	0,7	1,4	4,5	0,5	0,7	10	4,8	0,6	2,9		0,8
Sulfaatti, mg/l	10	1,4	5,5	3,8	15	9	0,6	3	4,3	0,9	0,9	22	11	1,2	4,7		1,4
Kadmium, µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	2,7	<0,5	0,7	<0,5	0,16	0,28	0,11	0,07	0,08	0,05
Kromi, µg/l	<0,2	2	<2	10	<2	<2	5	<2	5	<2	2	13	1,7	1,4	0,67	2,3	3,4
Kupari, µg/l	6	9	7	47	8	17	19	16	16	6	9	42	40	11	16	16	11
Lyijy, µg/l	<1	1	<1	9	<1	1	<1	<1	2	<0,2	2	6,7	2,4	0,8	0,8	1,8	2,5
Nikkeli, µg/l												7	2,4	1,2	0,4	2	2,2
Sinkki, µg/l	28	48	34	237	47	64	131	79	63	41	69	150	320	51	65	95	74
Elohopea, µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		<0,05	0,37	0,18	0,42	0,23

Kravuharjun asuinalue

		13.6.2013	9.9.2013	23.9.2013	23.10.2013	4.11.2013
Lämpötila	oC	13,5				6,4
pH		7,6	6,8	7,2	6,9	7
Sähkönjohtavuus	mS/m	18,8	7,2	21,9	17	18,2
Kem. hapen kulutus, COD _{Mn}	mg/l	5,8	12	3,8	3,6	9,9
Kokonaisfosfori	µg/l	29	500	18	47	49
Fosfaattifosfori suod. 0,4	µg/l				6	
Kokonaistyyppipitoisuus	µg/l	1600	1500	2200	1800	2800
<i>E.coli</i> (Colilert)	kpl/100 ml	1	2400	26		
Fekaaliset enterokokit, tark.	kpl/100 ml	37	15000	82		
Sulfaatti	mg/l	30	11	35		33
Kloridi	mg/l	12	3	14		11
Kiintoaine, 0,45 µm	mg/l	11	259	4	27,3	32

Metallit, kokonaispitoisuudet

Sinkki	µg/l	7	83	16	23	23
Kadmium	µg/l	0,03	0,22	0,03	0,08	0,09
Kromi	µg/l	1,4	25	0,73	1,9	3,5
Kupari	µg/l	5,3	53	3,5	6,3	7,9
Nikkeli	µg/l	2,7	19	1,7	3,2	4,6
Lyijy	µg/l	1	11	0,6	1,2	1,3
Elohopea	µg/l		<0,05	0,17	0,3	0,21

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



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry