



Raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun

Antti Pönkä, Kirsi Hiillos, Lotta Kivikoski,
Kirsti Nikkola, Veli-Pekka Vuorilehto ja Seija Kalso

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2011

Antti Pönkä¹, Kirsi Hiillos², Lotta Kivikoski¹,
Kirsti Nikkola³, Veli-Pekka Vuorilehto² ja Seija Kalso³

¹ Helsingin kaupungin ympäristökeskus,

² Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän vesihuolto, ³ Metropolilab

Raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2011

Kannen kuva: © HSY/Mikko Harma

ISSN 1235-9718
ISBN 978-952-223-949-5
ISBN (PDF) 978-952-223-950-1

Painopaikka: Kopio Niini Oy
Helsinki 2011

Sisällysluettelo

Yhteenveto	2
Sammanfattning.....	3
1 Johdanto.....	4
2 Aineisto ja menetelmät.....	4
2.1 Näytteenotto	4
2.2 Tutkitut muuttujat	4
2.3 Analyysit	5
3 Tulokset.....	7
3.1 Mikrobiologiset tutkimukset.....	7
3.2 Metallit ja anionit	7
3.3 Muut pintavesivalumia kuvaavat yhdisteet	7
3.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	8
3.5 Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)	8
3.6 Kloorifenolit	8
3.7 Torjunta-aineet.....	8
3.8 Haju ja maku	8
3.9 Muut muuttujat	9
4 Pohdinta	9
Kirjallisuusviitteet.....	13
Liite 1. Talousveden muuttujien pitoisuuksien keskiarvot sekä korkeimmat ja matalimmat arvot käytettäessä raakavetenä Päijänteen tai Vantaanjoen vettä.	

Yhteenveto

Helsingin kaupungin talousvesihuollosta vastaavat Pitkälän ja Vanhankaupungin vedenpuhdistuslaitokset ottivat talousvedeksi puhdistettavan raakaveden Vantaanjoesta vielä vuonna 1981. Vuodesta 1982 alkaen raakavesi on tullut kalliotunnelissa Päijänteen Asikkalanselältä tunnelin huolto- ja korjaustyöjaksoja lukuun ottamatta. Viimeksi tunneli oli suljettuna 15.4.–18.12.2008 peruskorjauksen vuoksi, jolloin raakavesi otettiin Vantaanjoesta. Kuten aiemminkin raakaveden puhdistusta tehostettiin tuolloin veden ominaisuuksia vastaaviksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää, miten Vantaanjoen raakaveden käyttäminen vaikutti Helsingin talousveden laatuun verrattuna tilanteeseen, jolloin raakavesi otetaan Päijänteestä.

Näytteitä otettiin kaikkiaan 15 ajanjaksona 14.4.2008–16.6.2009, yhden kerran ennen tunnelin sulkemista, kahdeksan kertaa aikana 16.5.–16.12.2008 raakaveden tullessa Vantaanjoesta ja kuusi kertaa sen jälkeen, kun siirryttiin taas käyttämään Päijänne-tunnelin vettä. Tutkittuja muuttujia oli 95. Näistä kuusi oli mikrobiologisia, 18 metalleja ja anioneja, 56 orgaanisia haitallisia yhdisteitä ja seitsemän ravinteisiin, seitsemän tekniseen tai aistinvaraiseen laatuun ja yksi radioaktiivisuuteen liittyviä.

Talousvesiasetus antaa 23:lle tutkituista muuttujista enimmäispitoisuusvaatimuksen ja 15:lle enimmäispitoisuussuosituksen. Kaikkien näiden muuttujien analyysitulokset alittivat selvästi vaatimus- ja suositusraja-arvot, oli raakavetenä sitten Päijänteen tai Vantaanjoen vesi. Näihin kuuluivat muun muassa kaikki tutkitut metallit ja anionit. Kuitenkin poikkeamia asetuksen suosituksista todettiin sekä Vantaanjoen että Päijänteen vedestä puhdistetun talousveden maussa ja hajussa, jälkimmäisessä vähemmän.

Haitallisista orgaanisista yhdisteistä kolmea havaittiin erittäin pieninä pitoisuuksina. Nämä olivat peräisin puhdistusprosessista. Muita, 53 muuttujaa, ei todettu lainkaan mitattavina pitoisuuksina. Näihin kuuluivat kaikki tutkitut torjunta-aineet, polyaromaattiset hiilivedyt, kloorieteenit, kloorifenolit ja syanidit.

Vantaanjoen vedestä puhdistetussa talousvedessä oli havaittavissa pintavesivalumien ja tehostetun puhdistusprosessin vaikutus jonkin verran tavanomaista korkeampina nitraatti-, nitriitti-, ammonium-, kloridi- ja sulfaattipitoisuuksina sekä arseeni-, bromaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksina. Toisaalta Päijänteen kalliotunnelin vaikutus näkyi hieman korkeampina rauta- ja radonpitoisuuksina verrattuna Vantaanjoen vedestä valmistettuun talousveteen. Kaikki pitoisuudet olivat kuitenkin vaatimus- ja suositusarvojen alapuolella eikä eroilla ole terveydellistä merkitystä kuluttajalle.

Veden laatu todettiin tässä tutkimuksessa hyväksi kuten yleensä maamme suurilta vedenpuhdistuslaitoksilta toimitetun veden laatu. Myös ongelmallisesta Vantaanjoen vedestä saatiin puhdistettua hyvälaatuista vettä, joka täyttää talousvedelle asetettavat laatuvaatimukset. Poikkeuksena edellä mainitusta ovat etenkin Vantaanjoen vedestä puhdistetun talousveden maku ja haju, jossa aistinvaraisessa arvioinnissa havaittiin kaikissa näytteissä makuvirhe ja puolessa näytteistä sivuhaju. Haju- ja makuvirheiden varmaa syytä ei tunneta mutta ainakin osasyntyksenä pidetään Vantaanjoesta saatavan raakaveden Päijänne-tunnelin vettä korkeampaa lämpötilaa. Lisäksi on huomattava, että veden aistinvaraisen arvioinnin laboratoriossa suorittivat koulutetut, vähäistenkin muutosten havaitsemiseen kykenevät arvioijat.

Sammanfattning

Långforsens och Gammelstadens vattenreningsverk som ansvarar för försörjningen av hushållsvatten inom Helsingfors stad tog ännu år 1981 från Vanda å det råvatten som skulle renas till hushållsvatten. Från och med 1982 har råvattnet kommit via bergtunneln från Asikkalanselkä i Päijänne förutom under service- och reparationsperioder. Senast var tunneln stängd 15.4.–18.12.2008 på grund av grundlig renovering och då togs råvattnet från Vanda å. Precis som tidigare effektiviserades även då reningen av råvattnet så att den skulle motsvara vattnets egenskaper. Syftet med denna undersökning har varit att reda ut hur användningen av råvattnet i Vanda å påverkade hushållsvattnets kvalitet i Helsingfors jämfört med situationen då råvattnet tas ur Päijänne.

Man tog prov under perioden 14.4.2008–16.6.2009, en gång innan tunneln stängdes, åtta gånger under perioden 16.5.–16.12.2008 då råvattnet kom från Vanda å och sex gånger efter det att man åter började använda vattnet från Päijännetunneln. Totalt undersöktes 95 parametrar. Av dem var sex mikrobiologiska, 18 metaller och anjoner, 56 organiska skadliga föreningar och sju hörde samman med näringsämnen, sju med teknisk eller sensorisk kvalitet och en med radioaktivitet.

Förordningen om hushållsvatten ger för 23 av de undersökta parametrarna ett krav på ett hygieniskt gränsvärde och för 15 rekommendation för ett hygieniskt gränsvärde. Analysresultaten för alla dessa parametrar understeg klart de krävda och rekommenderade gränsvärdena, vare sig råvattnet kom från Päijänne eller Vanda å. Till dessa hörde bl.a. alla undersökta metaller och anjoner. Ändå konstaterades avvikelser från rekommendationerna i förordningen beträffande renat hushållsvatten både från Vanda å och Päijänne när det gällde smak och lukt, i det senare i mindre omfattning.

Av organiska skadliga föreningar upptäcktes tre med mycket låga halter. De härstammade från reningsprocessen. De övriga 53 parametrarna upptäcktes inte alls i omfattande halter. Till dem hörde alla undersökta bekämpningsmedel, polyaromatiska kolväten, kloreten, klorfenol och cyanid.

I renat hushållsvatten från Vanda å kunde man märka påverkan av ytvattenavrinningar och effektiviserade reningsprocesser i form av något större halter av nitrat, nitrit, ammonium, klorid och sulfat samt arsin, bromat, mangan och natrium. Å andra sidan märktes påverkan av bergtunneln i Päijänne i form av något större halter av järn och radon jämfört med hushållsvattnet tillverkat från vattnet i Vanda å. Alla halter var ändå lägre än de krävda och rekommenderade värdena och skillnaderna har ingen märkbar betydelse för konsumenten.

Vattenkvaliteten konstaterades i den här undersökningen vara bra, vilket i allmänhet är fallet med kvaliteten på det vatten som levererats från de största vattenreningsverken i vårt land. Även från den problematiska Vanda å kunde man rena vatten av bra kvalitet eftersom båda vattenreningsverken i Helsingfors är utrustade med exceptionellt mångsidiga reningsmetoder som förutom traditionell kemisk sedimentering och filtrering också omfattar behandling med UV, ozon och aktivt kol. Undantaget från det som nämnts ovan är särskilt smaken och lukten hos det renade hushållsvatten som tagits ur Vanda å. Å andra sidan ska man lägga märke till att den sensoriska bedömningen i laboratoriet genomfördes av utbildade bedömare som är kapabla att upptäcka även de minsta förändringarna.

1 Johdanto

Helsingin kaupungin Pitkäkösken ja Vanhankaupungin vedenpuhdistuslaitokset ottivat talousvedeksi puhdistettavan raakaveden Vantaanjoesta vielä vuonna 1981. Päijänne-tunneli valmistui vuonna 1982, ja raakavesi on sittemmin tullut Päijänteen Asikkalanselältä tunnelin huolto- ja korjaustyöjaksoja lukuun ottamatta. Viimeksi tunneli oli suljettuna 15.4.–18.12.2008 peruskorjauksen vuoksi, jolloin raakavesi otettiin Vantaanjoesta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää, miten raakaveden ottaminen Vantaanjoesta vaikutti Helsingin talousveden laatuun verrattuna tilanteeseen, jolloin raakavesi otetaan Päijänteestä.

Jäljempänä Päijänteen raakavedestä puhdistetusta talousvedestä käytetään nimitystä Päijänteen vesi ja vastaavasti Vantaanjoen vedestä puhdistetusta vedestä nimitystä Vantaanjoen vesi.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Näytteenotto

Vesinäytteitä otettiin valvontaviranomaisena toimivan Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen tavanomaisen käytännön mukaan vesihanoista. Yhteensä otettiin kaikkiaan 15 näytettä. Ennen Vantaanjoen veden käyttöön siirtymistä otettiin yksi näyte 14.4.2008, jokiveden käytön aikana kahdeksan näytettä 14.5.–16.12.2008 ja sen jälkeen kuusi näytettä 14.1.–16.6.2009.

Näytteenoton aikatauluun vaikutti se, että kuluttajalle tulevan puhdistetun veden lähde vaihtui eri tahtiin riippuen siitä, tuliko talousvesi Vanhankaupungin vai Pitkäkösken vedenpuhdistamolta. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän vesihuollon (HSY:n vesihuolto, entinen Helsingin Vesi) mukaan 2/3 kaupunkilaisista eli Vanhankaupungin vedenpuhdistamon piirissä asuvat saivat Vantaanjoen vedestä puhdistettua talousvettä jo parin-kolmen päivän kuluessa. Sen sijaan Pitkäkösken vedenpuhdistamon piirissä asuvilla käytössä oleva vesi oli kokonaisuudessaan peräisin Vantaanjoesta vasta noin kahden kuukauden kuluttua käyttöönotosta, koska aloitettaessa Vantaanjoen veden käyttö raakavetenä tämän ohella käytettiin samanaikaisesti Silvolan tekoaltaan vettä. Silvolan altaan vesi oli peräisin Päijänteestä.

2.2 Tutkitut muuttujat

Tutkittuja muuttujia oli 95. Näistä kuusi oli mikrobiologisia, 18 metalleja tai anioneja, 56 orgaanisia haitallisia yhdisteitä ja seitsemän ravinteisiin, seitsemän tekniseen tai aistinvaraiseen laatuun ja yksi radioaktiivisuuteen liittyviä (radon).

Mikrobiologisista muuttujista määritettiin heterotrofinen pesäkeluku (mikrobien pesäkkeiden kokonaismäärä), *Escherichia coli* (*E. coli*), koliformiset bakteerit sekä hiiva-, home- ja sädesienipitoisuudet. *E. colille* on annettu talousvesiasetuksessa laatuvaatimus (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, 461/2000).

Kaikkien niiden metallien ja anionien pitoisuudet, joille talousvesiasetus antaa enimmäispitoisuusvaatimuksia tai -suosituksia (N=18), tutkittiin. Laatuvaatimus

on annettu metalleista antimonille, arseenille, elohopealle, kadmiumille, kromille, kuparille, lyijylle, nikkelille sekä seleenille ja boorille, anioneista bromaatille ja fluoridille. Laatusuositus on puolestaan annettu metalleista alumiinille, mangaanille, natriumille ja raudalle, anioneista kloridille ja sulfaatile.

Haitallisista aineista tutkittiin ns. haihtuvista orgaanisista yhdisteistä (VOC) 11 yhdistettä, polyaromaattisista hiilivedyistä viisi yhdistettä, kloorifenoleista viisi, torjunta-aineista 34 yhdistettä ja syanidi.

Haihtuvista orgaanisista yhdisteistä tutkittiin mm. trihalometaanit (kloroformi, bromididikloorimetaani, dibromidikloorimetaani ja bromoformi ja näiden yhteismäärä), kolme kloorieteeniä (di-, tri- ja tetrakloorieteenit ja näiden yhteismäärä) sekä vinyylidikloridi, 1-2-dikloorimetaani ja bentseeni. Näistä kolmelle viimeksi mainitulle ja tri- ja tetrakloorieteenin yhteismäärälle sekä trihalometaanien yhteismäärälle on asetettu talousvesiasetuksessa enimmäispitoisuusvaatimus.

Polyaromaattisista hiilivedyistä (PAH) tutkittiin viisi yhdistettä, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, indeno(1,2,3-cd)-pyreeni, bentso(g,h,i)perylenei sekä näiden yhteispitoisuudet. Näistä bentso(a)pyreenille ja PAH-yhdisteiden yhteispitoisuudelle on asetettu enimmäispitoisuusvaatimukset.

Kloorifenoleista tutkittiin tri-, tetra- ja pentakloorifenolien pitoisuudet ja näiden yhteispitoisuudet.

Torjunta-aineista tutkittiin 34 eri yhdistettä. Nämä käsittivät muun muassa seuraavat: 16 yhdistettä joita tai joiden hajoamistuotteita havaittiin vuosina 2006–2007 Suomessa talousvesien valvonnassa (1,2). Nämä yhdisteet olivat seuraavat: atratsiini, bentatsoli, bromasiili, desetyyliatratsiini, desisopropyliatratsiini, 2,6-diklooribentsoamidi, dikloropropi, heksatsinoni, linuroni, MCPA, metamitroni-desamino, prometryni, simatsiini, terbutylatsiini, terbutylatsiini-desamoni ja terbutylatsiini-desetyyli.

2.3 Analyysit

Seuraavassa luettelossa on esitetty tutkimuksiin käytetyt vesi analyysimenetelmät. Analyysit tehtiin MetropoliLabissa.

Mikrobiologiset analyysit:

Heterotrofinen pesäkeluku 22 °C	SFS-EN ISO 6222:1999
Koliformiset bakteerit	Colilert Quanti Tray
<i>Escherichia coli</i>	Colilert Quanti Tray
Hiivat	2 % mallasagar, 25 °C, 7 vrk
Homeet	2 % mallasagar, 25 °C, 7 vrk
Sädesienet	TH-agar, 25 °C, 14 vrk

Kemialliset analyysit:

Elohopea	SFS-EN 1483:2007, muunneltu
Muut metallit	EN ISO 17294-2:2005
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	ISO 15680:2004
Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)	Laboration sisäinen menetelmä
Kloorifenolit	SFS-EN 12673:1999
Torjunta-aineet	Laboration sisäinen menetelmä SPE/LCMS/MS
Bromaatti	SFS-EN ISO 15061:2001
Fluoridi	SFS 3027:1976
Kloridi	ISO 10304-1:2007
Sulfaatti	ISO 10304-1:2007
Syanidi	SFS 5747:1992

Aistinvarainen arviointi:

Haju	JTTM-1969
Maku	JTTM-1969

Muut veden laatutekijät:

Kokonaiskovuus	SFS 3003 autom.
Sameus	SFS-EN ISO 7027-c:2000
Väriluku	SFS-EN ISO 7887-4/95
pH	SFS 3021/1979
Sähkönjohtavuus	SFS-EN 27888:1994
COD _{Mn} (hapettuvuus)	SFS 3036/1981
Kloori, vapaa ja kokonainen	SFS-EN ISO 7393-2:2000
Ammonium, nitraatti, nitriitti	Sisäinen menetelmä, Aquakem

3 Tulokset

Yhteenveto tuloksista on esitetty liitteessä 1. Taulukossa on esitetty kunkin tutkitavan muuttujan osalta tulosten keskiarvo sekä matalin ja korkein arvo erikseen, silloin kun raakavesi otettiin Päijänteestä ja silloin kun se otettiin Vantaanjoesta. Taulukon sarakkeessa 2 on ilmoitettu talousvesiasetuksessa määrätty muuttujaa koskeva korkein hyväksyttävä pitoisuus tai muu ominaisuus sekä se, onko kyseessä enimmäispitoisuusvaatimus vai -suositus. Mikäli sarakkeessa ei ole mitään mainintaa, kumpaakaan ei ole annettu.

3.1 Mikrobiologiset tutkimukset

Puhdistetun veden mikrobiologinen laatu oli erittäin hyvä sekä Vantaanjoen että Päijänteen vettä raakavetenä käytettäessä. *E. coli*a, koliformisia bakteereita tai sädesieniä ei löytynyt yhdessäkään näytteessä.

Vedenpuhdistuksen tehoa osoittava heterotrofinen pesäkeluku 22 °C oli hyvin alhainen molemmissa ryhmissä, enimmillään kaksi pesäkettä muodostavaa yksikköä millilitrassa (pmy/ml). Hiivoja ja homeitiöitä löytyi kumpiakin vain yksi pesäke 100 ml:ssa ja ainoastaan kahdessa näytteessä, joista toinen oli Päijänteen ja toinen Vantaanjoen vettä.

3.2 Metallit ja anionit

Maa- ja kallioperästä sekä valumista ja laskeumasta veteen joutuvien metallien pitoisuudet alittivat selvästi talousvesiasetuksen enimmäispitoisuusvaatimukset tai -suositukset sekä Päijänteen että Vantaanjoen vedestä puhdistetussa talousvedessä.

Kun käytetään pitoisuuksien eron kriteerinä vähintään kaksinkertaista keskimääräistä pitoisuutta, elohopean ja raudan pitoisuudet olivat korkeammat Päijänteen vedessä, kun taas arseenin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet olivat korkeammat Vantaanjoen vedessä.

Anioneista bromatin, kloridin, fluoridin ja sulfaatin pitoisuudet olivat korkeammat Vantaanjoen vedessä. Enimmäispitoisuussuositusarvoja ei kuitenkaan ylitetty eikä fluoridin osalta vaatimuksia. Kloridin ja sulfaatin keskiarvopitoisuudet olivat noin kolminkertaiset Päijänteen veteen verrattuna.

3.3 Muut pintavesivalumia kuvaavat yhdisteet

Ammonium, nitraatti ja nitriitti kuvaavat ainakin osittain maaperän kautta tulevia valumia, jotka ovat usein peräisin maataloudesta tai haja-asutuksesta. Näiden kaikkien keskiarvopitoisuudet olivat korkeampia Vantaanjoen vedessä. Selvimät erot todettiin nitraatti-, nitriitti-, kloridi- ja sulfaattipitoisuuksissa, joiden keskiarvot olivat noin kolmekertaiset verrattuna Päijänteen veteen.

3.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Tutkitut haihtuvat orgaaniset yhdisteet ovat ympäristömyrkkyjä tai veden kloorauksessa syntyviä yhdisteitä, joista tutkittiin 11 muuttujaa. Näistä enimmäisohjearvot on annettu vinyylikloridille, 1,2-dikloorietaanille, bentseenille, tetra- ja trikloorieteenin yhteispitoisuudelle sekä bromidikloorimetaanin, dibromikloorimetaanin, ja kloroformin yhteispitoisuudelle (trihalometaanien yhteispitoisuus). Tutkituista yhdisteistä ei todettu muita kuin kolmea eri trihalometaania ja niitäkin erittäin vähäisinä pitoisuuksina kahdessa näytteessä, joista yksi oli Vantaanjoen ja yksi Päijänteen vettä. Trihalometaanien summapitoisuus oli alle määritysrajan (kolmen erikseen määritettävän osalta 0,5 µg/l) asetuksen enimmäispitoisuusvaatimuksen ollessa 100 µg/l. Yhdisteet ovat todennäköisesti peräisin veden kloorauksesta.

3.5 Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polyaromaattisista hiilivedyistä tutkittiin viisi yhdistettä, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, indeno(1,2,3.cd)pyreeni, bentso(ghi)peryleeni sekä näiden yhteismäärät. Näistä bentso(a)pyreenille ja yhteismäärälle on asetettu enimmäispitoisuusvaatimukset. Mitään yhdisteistä ei todettu.

3.6 Kloorifenolit

Kloorifenoleista tutkittiin niiden yhteispitoisuus ja eri yhdisteistä 2,4,5-trikloorifenolin, 2,4,6- trikloorifenolin, 2,3,4,6-tetrakloorifenolin ja pentakloorifenolin pitoisuudet. Yhteispitoisuudelle on asetettu enimmäisohjearvo. Mitään yhdisteistä ei todettu.

3.7 Torjunta-aineet

Torjunta-aineista tutkittiin 34 eri yhdistettä. Nämä käsittivät muun muassa ne 16 yhdistettä, joita tai joiden hajoamistuotteita havaittiin vuosina 2006–2007 Suomessa talousvesien valvonnassa. Mitään tutkituista yhdisteistä ei todettu.

3.8 Haju ja maku

Neljässä seitsemästä Päijänteen raakavedestä puhdistetussa vesinäytteessä ei todettu sivumakua, kolmessa makua pidettiin karvaana. Vain yhdessä todettiin sivuhaju, jota kuvattiin ilmaisulla "seissyt".

Kaikissa kahdeksassa Vantaanjoen raakavedestä puhdistetussa talousvesinäytteessä havaittiin sivumaku, kuudessa sitä pidettiin karvaana ja yhdessä painu-neena ja yhdessä "hieman karvaana". Neljässä näytteessä ei todettu sivuhajua, kahdessa aistittiin kloori ja kahdessa tunkkaisuus.

3.9 Muut muuttujat

Kokonaiskovuus ja sähkönsäilyvyys olivat suuremmat Vantaanjoen vedestä puhdistetussa vedessä kuin Päijänteen vedestä peräisin olevassa vedessä. Tilanne oli päinvastainen hapettavuuden ja orgaanisen hiilen kokonaismäärän suhteen.

4 Pohdinta

Helsingin Vesi on todennut omiin käyttötarkkailututkimuksiinsa perustuen toimintakertomuksessaan vuodelta 2008, että Vantaanjoen veden käyttäminen aiheutti runsaasti asiakaskyselyjä talousveden laadusta. Vedenpuhdistusprosessi toimi kuitenkin erinomaisesti ja talousveden laatu pysyi hyvänä koko jokijakson ajan (3). Nyt käsiteltävä tutkimus haluttiin kuitenkin toteuttaa laajemmin analyysin ja lakisääteisen valvontaviranomaisen toimesta yhteistyössä tutkimukset suorittaneen laboratorion ja HSY:n vesihuollon kanssa.

Tutkimus on perusteltu, koska Vantaanjoen vesi on raakavetenä huomattavasti Päijänteen vedestä poikkeavaa vaikka molemmat ovat pintavesiä. Virtavetenä Vantaanjoen veden laadun vaihtelut ovat huomattavasti suurempia kuin Päijänteen järviveden. Vantaanjoen vedelle on ominaista maatalouden valumien vaikutus sekä suurempi hule- ja jätevesikuormitus ja näiden vaikutuksena suurempi hiukkaspitoisuus, sameus ja korkeampi humuspitoisuus. Nämä voidaan havaita laboratoriotutkimuksin korkeampana hapettavuutena, suurempina orgaanisen kokonaishiilen sekä nitraatin ja nitriitin pitoisuutena kuin Päijänteen raakavedessä. Esimerkiksi orgaanisen kokonaishiilen ja hapettavuuden lukemat ovat noin 1,5–2-kertaisia Vantaanjoen raakavedessä verrattuna Päijänteen veteen. Pitkäkosken ja Vanhankaupungin korkealaatuisilla vedenpuhdistusmenetelmillä nämä haitat voitiin kuitenkin hyvin tehokkaasti torjua siten että hapettavuuden ja orgaanisen kokonaishiilen poistoteho tehostui huomattavasti jokijakson aikana.

Varautuminen vesilähteen vaihtumiseen oli huolellista. Huomioon otettiin raakaveden riittävyys, puhdistuksen tehokkuus, laaduntarkkailu ja asiakaspalautteet. Vantaanjoen raakaveden laatu on välttävää, jonka vuoksi puhdistusprosessia jouduttiin muuttamaan sitä vastaavaksi sillä Päijänteen raakaveden laatu on erinomainen. Puhdistustehon turvaamiseksi saostuskemikaalina käytettävän ferrisulfaatin määrä lisättiin yli kaksinkertaiseksi. Kesän 2008 aikana ammoniakkia ja hypokloriittia lisättiin veteen suurempia määriä siten että laitokselta lähtevän veden kokonaisklooripitoisuus oli 0,6 mg/l, kun Päijänteen ja kylmän veden aikaan pitoisuus on 0,35–0,40 mg/l. Desinfiointin varmuutta tehostettiin uusimalla otsonointi ennen jokijaksoa sekä varmistamalla UV-desinfiointi ja otsonointi kloorinsyöttömahdollisuudella. Käyttötarkkailututkimusten määrää lisättiin. Helsingin Veden laboratorio teki vuonna 2007 noin 33 000 analyysiä ja vuonna 2008 yli 60 000 analyysiä.

Talousvesiasetuksen enimmäispitoisuusvaatimukset on annettu terveydellisin perustein. Enimmäispitoisuusvaatimuksia on annettu laitteistoihin kohdistuvia haittoja, kuten syöpymiä estämään tai toisaalta muuttujille jotka vaikuttavat tai viittaavat epäsuotavien ominaisuuksien mahdollisuuteen.

Tutkittuja muuttujia oli kaikkiaan 95. Niistä muuttujista, joille talousvesiasetuksessa on annettu enimmäispitoisuusvaatimus, 23 sisältyi tutkimukseen. Toisin sanoen kaikki muuttujat, joita voidaan määrittää laboratoriotutkimuksin, tutkittiin lukuun

ottamatta enterokokki-bakteereita. Enterokokit kuvastavat ulosteperäistä saastumista *E. coli*n tavoin, joita nyt ei havaittu. Niistä muuttujista, joille asetuksessa on annettu suositusenimmäisarvo, tutkittiin 15 eli kaikki tavanomaisesti määritettävät lukuun ottamatta *Clostridium perfringens* -bakteereita. Kaikkien näiden analyysitulokset alittivat enimmäisohjearvot ja -suositukset, oli raakavetenä Päijänteen tai Vantaanjoen vesi. Poikkeuksia olivat kuitenkin aistinvarainen maun ja hajun arviointi, joissa poikkeamia todettiin etenkin Vantaanjoen vesinäytteissä.

Veden laatu oli hyvä kuten yleensä maamme suurilla puhdistamoilla puhdistetussa vedessä (1,2,4). Myös ongelmallisesta Vantaanjoen vedestä saatiin puhdistettua hyvälaatua vettä, koska Helsingin molemmat vedenpuhdistamot on varustettu poikkeuksellisen monipuolisilla puhdistusmenetelmin, jotka käsittävät perinteisen kemiallisen saostuksen ja suodatuksen lisäksi otsoni-, aktiivihiihi- ja UV-käsittelyn.

Mikrobiologiset tutkimukset

Puhdistetun veden mikrobiologinen laatu osoittautui nyt tehdyssä selvityksessä erittäin hyväksi oli raakavesi otettu Päijänteestä tai Vantaanjoesta. Ulostesaastumista osoittavaa *E.colia* ei löytynyt yhdestäkään näytteestä, ei myöskään koliformisia bakteereita. Koliformisia bakteereita, *E. coli*a lukuun ottamatta, esiintyy ihmisten ja tasalämpöisten eläinten suolistojen ja ulosteiden lisäksi kasveissa, maaperässä ja teollisuusjätevesissä. *E. coli*n esiintyminen on aina osoitus ulosteperäisestä saastumisesta.

Veden puhdistus- ja desinfiointitehokkuutta kuvaava heterotrofinen pesäkeluku 22 °C oli hyvin alhainen, useimmiten bakteereita ei todettu lainkaan millilitrassa tutkittua vettä. Pesäkkeiden lukumäärällä pyritään arvioimaan vedessä elävien aerobisten heterotrofisten bakteerien sekä hiivojen ja homeiden kokonaismäärää (4). Vertailun vuoksi todettakoon, että niiden pitoisuus maamme vähittäiskaupoissa myytävissä pullotetuissa vesissä on useimmiten nolla tai hyvin pieni, mutta voi olla myös useita satoja pesäkkeitä millilitrassa, jopa enemmän (5,6). Maa- ja metsätalousministeriön uuden asetuksen (166/2010) mukaan pesäkkeiden ohjearvo pakatussa vedessä on alle 50 000 pmy/ml. Hiivoja, homeita ja sädesieniä ei löydetty käytännössä juuri lainkaan, vaikka esimerkiksi kaivovesissä ne ovat melko maassamme yleisiä maaperävaikutuksesta johtuen (7,8).

Metallit ja anionit

Metallien ja epämetallien pitoisuudet olivat hyvin alhaisia ja useimmiten niiden keskiarvopitoisuudet eivät eronneet merkitsevästi Päijänteen ja Vantaanjoen vedessä. Kuitenkin elohopean ja raudan pitoisuudet olivat yli kaksi kertaa suuremmat Päijänteen vedessä, kun taas arseenin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet olivat korkeammat Vantaanjoen vedessä. Näistä aineista arseeni ja elohopea ovat terveydelle haitallisia suurina pitoisuuksina. Korkeimmat yksittäiset arseenipitoisuudet olivat 0,51 µg/l ja elohopeapitoisuudet 0,19 µg/l, jotka ovat 5 ja 19 % sallitusta enimmäispitoisuustasosta. Vastaavat keskiarvopitoisuudet olivat 3 ja 7 % enimmäispitoisuuksista. Täten veden kautta tapahtuvalla arseeni- ja elohopeasaannilla ei voida katsoa olevan merkittävää vaikutusta, koska enimmäispitoisuusrajat sisältävät merkittävän turvamarginaalin.

Anioneista bromaatin, kloridin, fluoridin ja sulfaatin pitoisuudet olivat korkeammat Vantaanjoen vedessä. Kohonneet kloridipitoisuudet kuvaavat maanteiden suola-

uksessa käytetyn kalsiumkloridin joutumista raakaveteen. Korkeat kloridi- ja sulfaattipitoisuudet lisäävät veden korroosiovaikutusta. Fluoridia esiintyy yleensä niukasti raakavedessä rapakivialueita lukuun ottamatta. Bromaattia ei talousvedessä ole luonnostaan, vaan se muodostuu otsonoitaessa bromidipitoista vettä.

Pintavesivalumia ja kallioperän vaikutusta kuvaavat yhdisteet

Maaperävalumiin viittaavia yhdisteitä kuten nitraatteja, nitriittejä, ammoniumia, sulfaatteja, klorideja, natriumia ja fluoridia todettiin korkeampina pitoisuuksina käytettäessä raakavetenä Vantaanjoen vettä. Kuitenkin pitoisuudet alittivat selvästi ohje- ja suositusten arvojen. Mainitut yhdisteet ovat peräisin yleensä joko maaperästä sinänsä tai maatalouden, hulevesien ja jätehuollon vaikutuksesta. Kloridi- ja sulfaattipitoisuudet liittyvät myös käytettyjen puhdistuskemikaalien määrään. Päijänteen raakavettä käytettäessä kalliotunnelin vaikutus näkyi hie- man korkeampina rauta- ja radonpitoisuuksina. Edellä mainituilla eroilla ei kuiten- kaan ole käytännön merkitystä kuluttajalle.

Orgaaniset haitalliset yhdisteet

Tutkituista 56 haitallisesta orgaanisesta yhdisteestä todettiin ainoastaan kolmea mitattavina, ja erittäin pieninä pitoisuuksina. Kyseiset yhdisteet (kloroformi, bro- midikloorimetaani, diboorikloorimetaani) olivat peräisin ilmeisesti raakaveden puhdistusprosessista, sillä niitä ei ole havaittua Päijänteen alueella vuosittain tehdyissä raakavesitutkimuksissa (10,11). Polyaromaattisia hiilivetyjä, kloori- fenoleita, torjunta-aineita, kloorieteeneitä ja syanideja ei todettu lainkaan.

Torjunta-aineista tutkittiin 34 yhdistettä, joista ainoatakaan ei havaittu. Yleensäkin torjunta-aineiden toteaminen suurten vesilaitosten toimittamasta vedestä on har- vinaista maassamme verrattuna esimerkiksi Keski-Eurooppaan. Tämä johtuu lähinnä torjunta-aineiden vähäisestä käytöstä maassamme, jonka mahdollistaa muun muassa talvien kylmyys. Vuonna 2007 maassamme todettiin eri laitosten talousvesitutkimuksissa 1206 näytteen joukosta 45 kertaa jotain torjunta-ainetta, yhteensä 11 eri yhdistettä (2). Tuolloin kuitenkin yhdessäkään tapauksessa laatuvaatimukset pitoisuuden suhteen eivät ylittyneet. Nämä havainnot osoittavat sen, että torjunta-aineita esiintyy maassamme suhteellisen harvoin talousvedes- sä, vaikka niitä tutkitaan talousvedestä yleensä vain epäiltäessä niiden esiinty- mistä. Talousvesiasetuksen soveltamisoppaan mukaan ”torjunta-aineiden tutki- minen on aiheellista, jos vedenottopaikan läheisyydessä on viljelyksiä tai taimi- tarhoja”(9). Tällöin selvitetään, mitä torjunta-aineita alueella on käytetty, ja määri- tetään niiden ja niiden hajoamistuotteiden pitoisuudet vedessä.

Polyaromaattisia hiilivetyjä syntyy tavallisimmin polttoprosesseissa ja talousve- dessä ne ovat yleensä peräisin putkiston bitumipinnoitteista. Maaperän ja veden kloorifenolit ovat usein peräisin lahonsuojakemikaaleista, torjunta-aineiden ha- joamisesta tai metsäteollisuuden valkaisuprosesseista. Niitä on todettu yleisesti vanhojen sahojen maaperässä. Nyt tehdyissä analyyseissä ei todettu näitä yhdis- teitä.

Vedenpuhdistuksen tehostamisen aiheuttamat muutokset

Vantaanjoen vedestä puhdistetussa talousvedessä todettiin korkeammat kloridi- ja sulfaattipitoisuudet, koska puhdistusprosessissa käytettiin tarkoituksellisesti

enemmän ferrisulfaattia ja klooria kuin Päijänteen vettä puhdistettaessa. Myös maaperävalumilla on osuutensa näihin eroihin. Vaikka jälkikloorauksessa lisättiin kesällä 2008 kloorin käyttöä, eivät veden käyttäjät juurikaan havainneet muutoksia vesijohtovedessä, koska kloori myös kului nopeasti muun muassa veden lämpötilasta johtuen. Kloorin lisäsyötöstä huolimatta sen vaikutus kloridipitoisuuden oli kuitenkin hyvin pieni verrattuna ferrisulfaatin aiheuttamaan sulfaattipitoisuuden nousuun. Veden korkeampi alkaliteetti ja suuremmat saostuskemikaalit tarpeet lisäsivät kalkin kulutusta, mikä kovensi vettä entisestään. Talousvesi oli pääsääntöisesti keskikovaa mutta veden kovuus ja johtokyky vaihtelivat jokijakson aikana. Vedenpuhdistusprosessin tehostamisella ei voida katsoa olleen olennaista vaikutusta talouksissa lukuun ottamatta kovuuden lisääntymistä mikä oli kuluttajien havaittavissa sakan muodostumisena esimerkiksi pesukoneisiin ja hanoihin. Vaikutus oli havaittavissa myös pesuloissa ja voimalaitoksilla.

Kaikki tutkitut muuttajat täyttivät talousvesiasetuksessa annetut ohjearvot ja suositukset lukuun ottamatta aistinvaraista maun ja hajun arviointia, jotka olivat poikkeavampia Vantaanjoen vesinäytteissä.

Yhteenvedon voidaan todeta, että nyt tehdyssä tutkimuksessa puhdistetun veden laatu oli hyvä kuten yleensä maamme suurilta puhdistamoilta toimitetun veden laatu. Myös ongelmallisesta Vantaanjoen vedestä saatiin puhdistettua hyvälaatuista vettä, koska Helsingin molemmat vedenpuhdistamot on varustettu poikkeuksellisen monipuolisilla puhdistusmenetelmin. Poikkeuksena edellä mainitusta ovat Vantaanjoen vedestä valmistetun talousveden maku ja haju. Toisaalta on huomattava, että näiden aistinvaraiset arvioitsijat laboratoriossa on valittu tehtävänsä tarkkojen aistiensa vuoksi. Sen lisäksi he ovat saaneet koulutuksen tehtävänsä. Lisäksi Vantaanjoen veden käyttöjakson aikaan kuului myös kesä, jolloin puhdistettu vesi on lämpimämpää kuin kylmänä kautena sen lisäksi että Vantaanjoen vesi on lähtökohtaisesti lämpimämpää kuin Päijänne-tunnelin vesi. Lämpimässä vedessä todetaan yleisemmin makuvirheitä kuin kylmässä.

Kirjallisuusviitteet

1. Zacheus O. Yhteenveto Euroopan komissiolle raportoivien laitosten toimit-taman talousveden valvonnasta ja laadusta vuonna 2006. Kansanterveys-laitoksen selvityksiä. www.thl.fi
2. Zacheus O. Yhteenveto Euroopan komissiolle raportoivien laitosten toimit-taman talousveden valvonnasta ja laadusta vuonna 2007. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen selvityksiä. www.thl.fi
3. Helsingin Vesi. Vuosikertomus ja yhteiskuntavastuuraportti 2008. Helsinki, 2009.
4. Keinänen-Toivola MM, Ahonen MH, Kaunisto T. Talousveden laatu Suo-messa vuosina 1984–2006. Vesi-Instituutin julkaisuja 2, 2007; www.vesi-instituutti.fi
5. Pönkä A, Klemetilä-Kirjavainen E. Pullotettuna myytävän veden laatu Helsingissä kesällä 2009. Julkaisematon raportti, Helsingin kaupungin ympäristökeskus.
6. Miettinen I, Pursiainen A. Pullotetut vedetkö talousvettä parempia? Kan-santerveyslehti 2008; (2) www.ktl.portal 15532
7. Korhonen LK, Malaska K, Lignell U ym. Aktinomykeettien ja homeiden esiintyminen verkostovedessä. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 15, 2006.
8. Putus T. Juomaveden homeet ja sädesienet. Ympäristö ja terveys 2009;40 (3):30-33.
9. Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000 . Vesi- ja viemärilai-tosyhdistys ja Kuntaliitto. Helsinki, 2001.
10. Pellikka K. Päijänteen alueen raakavesitutkimus 2008. Helsingin kaupun-gin ympäristökeskus.
11. Pellikka K. Päijänteen alueen raakavesitutkimus 2009. Helsingin kaupun-gin ympäristökeskus.

Liite 1. Talousveden muuttujien pitoisuuksien keskiarvot sekä korkeimmat ja matalimmat arvot käytettäessä raakavetenä Päijänteen tai Vantaanjoen vettä.

		RAAKAVESI PÄIJÄNTEESTÄ	RAAKAVESI VANTAANJOESTA	
PARAMETRI	LAATUVAATIMUS TAI - SUOSITUS	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Määrittäysraja*
Mikrobiologiset tutkimukset				
Pesäkkeiden lukumäärä (heterotrofinen pesäkeluku) 22 °C pmy/ml	ei epätavallisia muutoksia (suositus)	0,43 (0 - 2)	0,5 (0 - 2)	-
Koliformiset bakteerit pmy/100 ml	0 pmy/100 ml (suositus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	-
<i>Escherichia coli</i> pmy/100 ml	0 pmy/100 ml (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	-
Hiivapitoisuus pmy/ 100 ml		0,1 (0 -1)	0 (0 - 0)	-
Homepitoisuus pmy/ 100 ml		0 (0 - 0)	0,1 (0 -1)	-
Sädesienet pmy/ 100 ml		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	-
Ravinneindikaattorit				
Hapettuvuus (COD _{Mn} -O ₂) mg/l	5,0 mg/l (suositus)	0,69 (0,47 - 0,92)	0,53 (0,20 - 0,84)	0,5 mg/l
Ammonium (NH ₄) mg/l	0,50 mg/l (suositus)	0,15 (0,14 - 0,17)	0,19 (0,16 - 0,23)	0,01 mg/l
Nitraatti (NO ₃) mg/l	50 mg/l (vaatimus)	1,81 (1,2 - 5,1)	5,58 (2,1 - 8,3)	0,5 mg/l
Nitriitti, (NO ₂) mg/l	0,5 mg/l (vaatimus)	0,04 (0,02 - 0,06)	0,13 (0,03 - 0,34)	0,01 mg/l
Syanidi (CN) µg/l	50 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	5 µg/l
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) mg/l	ei epätavallisia muutoksia (suositus)	1,63 (1,43 - 2,14)	1,43 (1,18 - 1,88)	0,5 mg/l

		RAAKAVESI PÄIJÄNTEESTÄ	RAAKAVESI VANTAANJOESTA	
PARAMETRI	LAATUVAATIMUS TAI - SUOSITUS	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Määritysraja*
Metallit ja anionit				
Antimoni (Sb) µg/l	5,0 µg/l (vaatimus)	0,21 (0,02 - 0,44)	0,15 (0 - 0,41)	1 µg/l
Arseeni (As) µg/l	10 µg/l (vaatimus)	0,13 (0 - 0,38)	0,27 (0,01 - 0,51)	1 µg/l
Boori (B) mg/l	1,0 mg/l (vaatimus)	0,01 (0 - 0,02)	0,02 (0 - 0,03)	0,05 mg/l
Bromaatti µg/l	10 µg/l (vaatimus)	0,24 (0 - 1,34)	0,91 (0 - 4,0)	5 µg/l
Fluoridi mg/l	1,5 mg/l (vaatimus)	0,1 (0,01, - 0,22)	0,18 (0 - 0,27)	0,1 mg/l
Kadmium (Cd) µg/l	5,0 µg/l (vaatimus)	0,04 (0 - 0,15)	0,05 (0 - 0,27)	0,5 µg/l
Kromi (Cr) µg/l	50 µg/l (vaatimus)	0,29 (0 - 0,75)	0,32 (0,02 - 0,59)	2 µg/l
Kupari (Cu) mg/l	2,0 mg/l (vaatimus)	0,1 (0,05 - 0,28)	0,07 (0,04 - 0,11)	0,001 mg/l
Lyijy (Pb) µg/l	10 µg/l (vaatimus)	0,31 (0,11 - 0,63)	0,26 (0,07 - 0,46)	1 µg/l
Elohopea (Hg) µg/l	1,0 µg/l (vaatimus)	0,07 (0,01 - 0,19)	0,03 (0,01 - 0,08)	0,2 µg/l
Nikkeli (Ni) µg/l	20 µg/l (vaatimus)	0,83 (0,54 - 1,2)	1,41 (0,84 - 2,1)	3 µg/l
Seleen (Se) µg/l	10 µg/l (vaatimus)	0,26 (0 - 0,63)	0,35 (0 - 0,85)	1 µg/l
Alumiini (Al) µg/l	200 µg/l (suositus)	14,42 (4,1 - 22)	10,34 (6,9 - 20,16)	5 µg/l
Mangaani (Mn) µg/l	50 µg/l (suositus)	2,63 (0,85 - 4,13)	10,26 (3,0 - 21,71)	1 µg/l
Rauta (Fe) µg/l	200 µg/l (suositus)	23,45 (15,18 - 43,51)	6,14 (3,76 - 11,07)	3 µg/l
Natrium (Na) mg/l	200 mg/l (suositus)	6,37 (6,05 - 6,56)	12,84 (7,44 - 15,54)	-
Kloridi mg/l	250 mg/l (suositus)	6,25 (5,88 - 6,64)	16,89 (9,38 - 20,52)	0,5 mg/l
Sulfaatti mg/l	250 mg/l (suositus)	28,84 (26,22 - 30,62)	74,94 (67,79 - 80,95)	0,5 mg/l

		RAAKAVESI PÄIJÄNTEESTÄ	RAAKAVESI VANTAANJOESTA	
PARAMETRI	LAATUVAATIMUS TAI - SUOSITUS	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Määrittäysraja*
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)				
Vinyylidikloridi µg/l	0,5 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	-	2 µg/l
1,2-Dikloorietaani µg/l	3,0 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0,01)	0,3 µg/l
Bentseeni µg/l	1,0 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,4 µg/l
THM yhteensä µg/l	100 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	-
Kloroformi µg/l		0,01 (0 - 0,09)	0,01 (0 - 0,09)	0,5 µg/l
Bromidikloorimetaani µg/l		0,01 (0 - 0,07)	0,01 (0 - 0,05)	0,5 µg/l
Dibromidikloorimetaani µg/l		0 (0 - 0,01)	0 (0 - 0,02)	0,5 µg/l
Bromoformi µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,5 µg/l
Tetra- ja trikloorieteeni yhteensä µg/l	10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	-
Trikloorieteeni µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,5 µg/l
Tetrakloorieteeni µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,5 µg/l
PAH-yhdisteet				
Bentso(a)pyreeni µg/l	0,010 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,003 µg/l
PAH-yhdisteet yhteensä µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	-
Bentso(b)fluoranteeni µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
Bentso(k)fluoranteeni µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
Bentso(ghi)peryleeni µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l

		RAAKAVESI PÄIJÄNTEESTÄ	RAAKAVESI VANTAANJOESTA	
PARAMETRI	LAATUVAATIMUS TAI - SUOSITUS	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Määritysraja*
Kloorifenolit				
Kloorifenolit yhteensä µg/l	10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
2,4,5-Trikloorifenoli µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
2,4,6-Trikloorifenoli µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
2,3,4,6-Tetrakloorifenoli µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
Pentakloorifenoli µg/l		0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,010 µg/l
Torjunta-aineet µg/l				
Torjunta-aineet yhteensä µg/l	0,50 µg/l (vaatimus)			-
2,6-diklooribentsamidi(BAM)	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,02 µg/l
Atratsiini µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,003 µg/l
Bentatsoni µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,05 µg/l
Bromasiili µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,02 µg/l
Deisopropyli-atrasiini (DIA) µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,03 µg/l
Desetyyli-atrasiini (DEA) µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,01 µg/l
Diklorproppi µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,02 µg/l
Heksakinoni µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,003 µg/l
Linuroni µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,02 µg/l
MCPA µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,02 µg/l
Metamitroni µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,02 µg/l
Prometryyni	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,01 µg/l
Simatsiini µg/l	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,005 µg/l
Terbutryyni	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,01 µg/l
Terbutylatsiini	0,10 µg/l (vaatimus)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,003 µg/l

		RAAKAVESI PÄIJÄNTEESTÄ	RAAKAVESI VANTAANJOESTA	
PARAMETRI	LAATUVAATIMUS TAI - SUOSITUS	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Keskiarvo sekä matalimmat ja korkeimmat pitoisuudet	Määritysraja*
Tekninen laatu				
Haju	ei epätavallisia muutoksia (suositus)			
Maku	ei epätavallisia muutoksia (suositus)			
Vapaa kloori Cl ₂ mg/l		0,01 (0 - 0,02)	0,03 (0 - 0,11)	0,03 mg/l
Kokonaiskloori Cl ₂ mg/l		0,18 (0,1 - 0,22)	0,29 (0,2 - 0,44)	0,03 mg/l
Kokonaiskovuus mmol/l		0,55 (0,2 - 0,64)	1,19 (1,07 - 1,33)	0,05 mmol/l
Sameus FTU	käyttäjien hyväksytyävis- sä, ei epätavallisia muu- toksia (suositus)	0,13 (0,02 - 0,27)	0,16 (0 - 0,89)	0,05
Väriluku mg Pt/l	käyttäjien hyväksytyävis- sä, ei epätavallisia muu- toksia (suositus)	0,4 (0 - 2,5)	0 (0 - 0)	5
pH	6,5 - 9,5 (suositus)	7,9 (7,8 - 8,0)	8,0 (7,6 - 8,3)	-
Sähkönjohtavuus µS/cm	alle 2500 µS/cm (suosi- tus)	171 (167 - 174)	334 (281 - 380)	1
Radioaktiivisuus				
Radon (Rn-222) Bq/l	100 Bq/l (suositus)	18,0 (16 - 20)	7,3 (5 - 11)	30

*=Taulukossa on esitetty laboratorion ilmoittamat sisäiset tulokset, jotka osassa muuttujia ovat alle määritysrajan. Laboratorion ilmoittama mit-
tausepävarmuus koskee määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia.

KUVAILULEHTI / PRESENTATIONSBLAD / DOCUMENTATION PAGE

Julkaisija Utgivare Publisher	Helsingin kaupungin ympäristökeskus Helsingfors stads miljöcentral City of Helsinki Environment Centre	Julkaisuaika/Utgivningstid/ Publication time Maaliskuu 2011 / Mars 2011 / March 2011
Tekijä(t)/Författare/Author(s)	Antti Pönkä, Kirsi Hiillos, Lotta Kivikoski, Kirsti Nikkola, Veli-Pekka Vuorilehto ja Seija Kalso	
Julkaisun nimi Publikationens titel Title of publication	Raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun Råvattenkällans inverkan på kvaliteten av hushållsvatten i Helsingfors The effect of raw water source on the quality of tap water in Helsinki	
Sarja Serie Series	Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja Helsingfors stads miljöcentrals publikationer Publications by City of Helsinki Environment Centre	Numero/Nummer/No. 4/2011
ISSN 1235-9718	ISBN 978-952-223-949-5	ISBN (PDF) 978-952-223-950-1
Kieli Språk Language	Koko teos / Hela verket / The work in full Yhteenvedo/Sammandrag/Summary Taulukot/Tabeller/Tables Kuvatekstit/Bildtexter/Captions	fin fin, sve fin fin
Asiasanat Nyckelord Keywords	raakavesi, veden puhdistus, talousveden laatu råvatten, vattenreningsverk, kvaliteten av hushållsvatten raw water, water treatment, the quality of raw water	
Lisätietoja Närmare upplysningar Further information	Antti Pönkä puh./tel. (09) 310 32010 Sähköposti/e-post/e-mail: antti.ponka@hel.fi/	
Tilaukset Beställningar Distribution	Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Asiakaspalvelu PL 500, 00099 Helsingin kaupunki Helsingfors stads miljöcentral, Kundtjänst PB 500, 00099 Helsingfors stad City of Helsinki Environment Centre, Customer Service P.O. Box 500, FIN-00099 CITY OF HELSINKI Puh./tel. +358-9-310 13000 Sähköposti/e-post/e-mail: ymk@hel.fi	

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2010

1. Saarijärvi, P., Laine, K., Klemettilä-Kirjavainen, E. Voileipien mikrobiologinen laatu Helsingissä 2009
2. Pahkala, E., Saltiola, H., Åberg, R. Ulkotapahtumissa ja toreilla tarjoiltavan ruoan hygieeninen laatu Helsingissä
3. Pirjola, L., Loukkola, K., Koskentalo, T., Väkevä, O. Ilmanlaatu Helsingin tietunneleissa
4. Muurinen, J., Pääkkönen, J.-P., Räsänen, M., Sopanen, S. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2009. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu.
5. Päivänen, J., Leppänen, P. Helsingin hiljaiset alueet - asukaskyselyn tuloksia
6. Salla, A. Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet sekä pitoisuudet puistoissa ja kerrostalojen pihilla Helsingissä. Östersundomin liitosalueen tuloksilla täydennetty versio.
7. Yrjölä, R. Vuosaaren satamahankkeen linnustoseuranta 2008
8. Harju, I. Helsingin kaupungin Itämerihaaste-toimenpiteiden toteutumisen arviointi
9. Vaitomaa, J., Nurmi, P., Puttonen, J. Merivesitulvan aikana ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat riskikohteet Helsingissä
10. Hokkanen, P., Åberg, R., Klemettilä-Kirjavainen, E. Jauhelihan ja marinoidun lihan laatu helsinkiläisissä vähittäismyymälöissä
11. Pönkä, A., Pukkala, E. Syöpä Myllypuron entisen kaatopaikan alueella aiemmin asuneilla – seuranta vuoteen 2009 saakka
12. Hakkarainen, T., Kivikoski, L. Yleisten uimarantojen hygieniä ja kuluttajaturvallisuus Helsingissä vuonna 2010
13. Espoon seudun ympäristöterveys, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, Vantaan ympäristökeskus, Metropolilab. Tuoreen kalan hygieeninen laatu ja jäljitettävyyys pääkaupunkiseudulla vuonna 2010
14. Lehto, T., Kuningas, I. Uppopaistorasvan laatu helsinkiläisissä leipomoissa ja ravintoloissa

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2011

1. Pakarinen, R., Hahkala, V. (toim.) Östersundomin yhteisen yleiskaava-alueen luontoselvityksiä
2. Rämö, S., Sjövall, A. Yhteenveto eurooppalaisten kaupunkien ympäristöpoliittisista linjauksista
3. Luontotieto Keiron Oy. Jakomäen muinaisrantakivikon luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma
4. Pönkä, A., Hiillos, K., Kivikoski, L., Nikkola, K., Vuorilehto, V.-P., Kalso, S. Raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun