

Helsinki

# Marjaniemen alueen veden hygieeninen laatu

## Veden laadun seuranta 2022

Markus Lauha ja Emil Nyman



## Sisällys

Toteutetut seurannat.....	3
Tulokset ja tarkastelu.....	4
Mahdolliset päästölähteet.....	6
Kirjallisuus.....	7
Liitteet .....	8

# Johdanto

Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut valvoo Helsingin yleisten uimarantojen uimaveden laatua sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (177/2008) mukaisesti. Uimaveden laadun arviointi ja luokitus perustuu kahden indikaattorimikrobin, *Escherichia coli* -bakteerin ja suolistoperäisten enterokokkien, mitattuihin pitoisuuksiin, jotka kuvaavat uimaveden suolistoperäistä saastumista. Suolistoperäinen saastuminen lisää uimarin riskiä uimavesivälitteisen suolistoinfektion saamiseen. Uimavedet luokitellaan neljän uimakauden aikana otettujen näytteiden valvontatutkimustulosten perusteella neljään eri luokkaan, erinomainen, hyvä, tyydyttävä tai huono.

Helsingin Marjaniemen uimarannan vedessä on useissa valvontatutkimuksissa havaittu Valviran asettamien toimenpideraja-arvojen ylittäviä pitoisuuksia sekä *E. coli* -bakteerin (500 mpn/100 ml) että suolistoperäisten enterokokkien (200 mpn/100 ml) osalta. Ensimmäisen kerran raja-arvot ylittävät bakteeripitoisuudet havaittiin vuoden 2018 heinäkuussa, jonka jälkeen kummankin indikaattorimikrobin pitoisuudet ovat ylittäneet asetetut raja-arvot kolmella valvontakerralla. Marjaniemen uimarannan uimaveden laatu on luokiteltu seuraavasti: 2011–2017 erinomainen tai hyvä, 2018–2019 tyydyttävä ja 2021–2022 huono. Marjaniemen uimarannalle asetettiin suositus uinnin välttämiseksi uimakaudeksi 2021 ja 2022.

Syksyllä 2020 Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut aloitti kartoittamaan Marjaniemen uimarannan indikaattorimikrobien mahdollisia päästölähteitä ja kesällä 2022 suoritettiin tehostettu bakteeripitoisuuksien seuranta päästölähteen selvittämiseksi.

## Toteutetut seurannat

Vuodesta 2016 lähtien osana yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta säädetyn asetuksen (177/2008) mukaista valvontaa on Marjaniemen uimarannalta otettu bakteerinäytteitä (kuva 1), joista Metropolilab Oy on laboratoriomenetelmin analysoinut indikaattorimikrobien (*E. coli* ja suolistoperäiset enterokokit) pitoisuudet. Vuosina 2016–2020 näytteitä otettiin viisi kertaa uimakauden aikana (kesäkuu–elokuu) ja vuosina 2021–2022 kahdeksan.

Heinä–elokuussa 2022 Luode Consulting Oy toteutti Helsingin kaupungin tilauksesta kuuden viikon mittaisen tutkimusjakson, jonka aikana tehtiin jatkuvatoimisia mittauksia (mittaus joka 30 minuutti) välittömästi Marjaniemen uimarannan itäpuolelta TriOS microFlu TRP tryptofaanifluorometrista ja YSI EXO2 -sondista koostuvalla mittalaitepakettilla. Vedestä mitatut suureet olivat suolapitoisuus, tryptofaaninomaisten yhdisteiden fluoresenssi (TLF) (eksitaatio 275 nm, emissio 360 nm), liuenneen orgaanisen aineen fluoresenssi (fDOM) (eksitaatio 365 nm, emissio 480 nm), sameus, sähkönjohtavuus ja happipitoisuus. Mittauskertoja kertyi jakson aikana yhteensä 2016 kappaletta. TLF kuvaa tryptofaanin ja muiden samalla aallonpituudella fluoresoivien aminohappojen pitoisuutta vedessä (Fellman ym. 2010). Näiden aineiden korkea pitoisuus viittaa mikrobiologiseen aktiivisuuteen vedessä ja siksi TLF:a käytetään yleisesti myös kuvaamaan veden mikrobiperäistä saastumista (Mendoza ym. 2020). Jatkuvatoimisesti mitatun datan laadun varmentamiseksi otettiin viikoittain bakteerinäytteet sekä mittariyhdistelmän kohdalta että Marjaniemen uimarannan länsipuolelta, tavanomaisten uimarannan veden hygieenisen laadun seurannan näytteiden lisäksi (Kuva 1).



**Kuva 1. Marjaniemen uimarannan näytteenottopiste (oranssi), Marjaniemen uimarannan itäpuolen seurantalaitteiston asennuspaikka (keltainen) ja Marjaniemen uimarannan länsipuoleinen näytepiste (punainen).**

Marjaniemen uimarannan länsipuolelle laskevasta Mustapurosta otettiin bakteerinäytteitä viisi kertaa kesän 2022 aikana, yhteensä 17 havaintopisteestä (liite 1). Mustapuroon kesäkuun 2022 alussa asennettu jatkuvatoiminen vedenkorkeusmittari tuottaa tietoa hetkellisestä virtaamasta Mustapurossa ja samalla Marjaniemen uimarannan länsipuolelle purkautuvasta vesimäärästä.

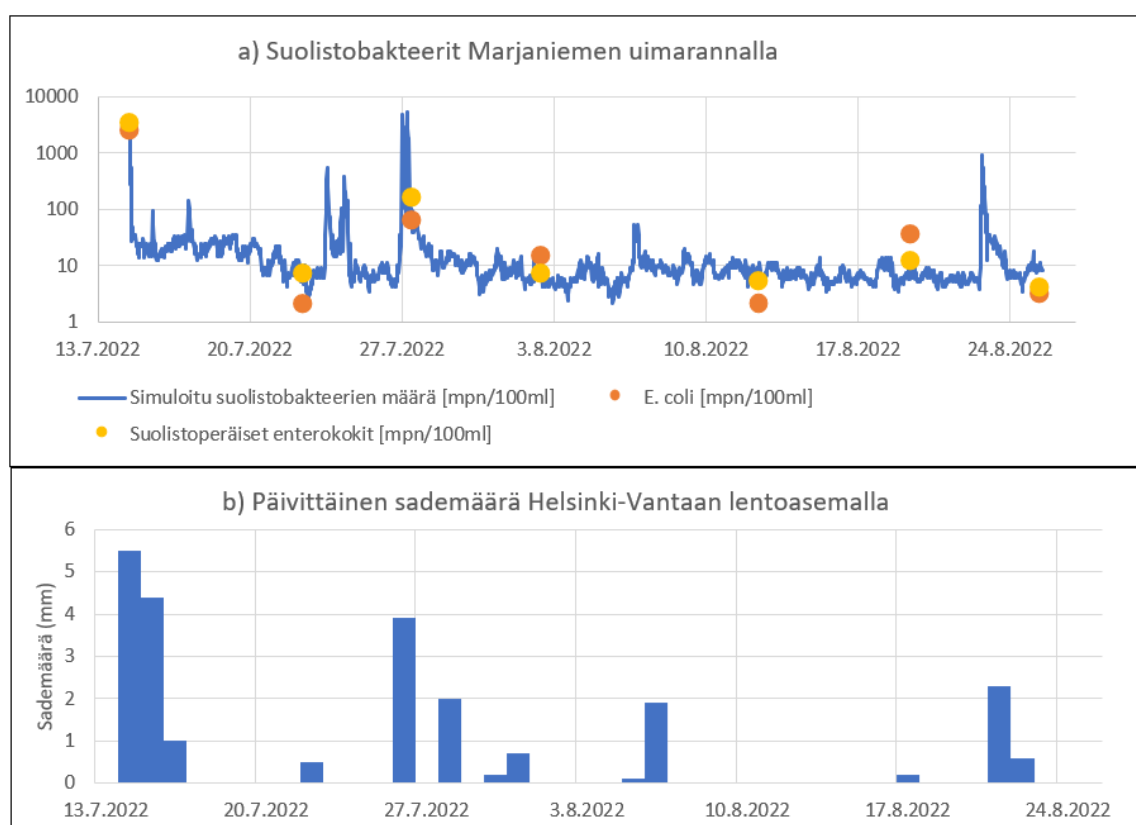
Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut toteuttaa vuosittain Helsingin lähivesien tarkkailuohjelman sekä Helsingin ja Espoon merialueiden yhteistarkkailuohjelman, joihin kuuluvat kuukausittaiset vesinäytteenotot määrättyiltä asemilta Helsingin merialueelta, joista tehtyihin analyyseihin sisältyy *E. coli* -pitoisuuden määrittäminen. Kesän 2022 ajalta neljän aseman (Liite 2) analyysituloksia käytetään tässä raportissa arvioimaan Marjaniemen alueen *E. coli* -taustapitoisuus.

## Tulokset ja tarkastelu

Kesän 2022 aikana Marjaniemen uimarannan ympäristössä havaittiin toimenpiderajoja suurempia indikaattorimikrobipitoisuuksia kolmena päivänä (Liite 3). Mittauspäivien ja havaintopaikkojen väliset erot pitoisuuksissa ovat suuria, mikä viittaa voimakkaisiin hetkellisiin kontaminaatiotaphtumiin. Kuitenkin läpi kesän 2022 Marjaniemen ympäristön indikaattorimikrobipitoisuudet olivat huomattavasti ympäröivien merialueiden vertailuasemia suurempia (liite 3), joskin välittömästi Vantaanjoen vaikutuksen alaisella Vanhankaupunginselällä havaittiin hieman muita verrokkiasemia korkeampia *E. coli* -pitoisuuksia, etenkin korkeamman virtaaman aikoina. Huomionarvoista on myös, että samoina näytteenottopäivinä Marjaniemen uimarannan länsipuolelta mitattiin

pääsääntöisesti itäpuolta korkeampia bakteeripitoisuuksia (liite 3), mikä osaltaan viittaa siihen, että kontaminaatiolähde sijaitsee Marjaniemen uimarannan länsipuolella.

Marjaniemen uimarannan itäpuolen jatkuvatoimisten vedenlaatuanturien tuottamista TLF:n ja fDOM:n avulla pyrittiin mallintamaan bakteeripitoisuuksien (*E. coli* ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuuksien summa) vaihtelua. Mitatun TLF ja fDOM fluoresenssin ja logaritmuutettujen bakteeripitoisuuksien välille sovittiin lineaariset regressiomallit, joiden perusteella mallinnettiin bakteeripitoisuuksien vaihtelu 30 minuutin välein. Muutokset bakteeripitoisuuksissa selityivät hyvin fDOM fluoresenssin vaihteluilla (selityksaste  $R^2=0,898$ ), mutta TLF:n vastaava selityksaste oli vaatimaton ( $R^2=0,2837$ ). Tämän johdosta käytimme fDOM:n vaihteluun perustuvaa mallia simuloimaan bakteeripitoisuuksia mittausjakson aikana (kuva 2). Bakteeripitoisuus oli simuloitujen arvojen mukaan mittausjakson aikana ajoittain erittäin korkea, korkeimmillaan yli 5000 mpn/100 ml (27.7.2022) ja liki tai yli 1 000 mpn/100ml 14.7.2022 sekä 22.8.2022. Heikentyneen veden laadun jaksot kestivät joistakin tunteista noin vuorokauteen. Simuloitujen bakteeripitoisuuksien kohonneilla arvoilla on ajallinen yhteys sateisiin, jos verrataan simuloituja bakteeripitoisuuksia Helsinki-Vantaan lentoaseman vuorokausittaisiin sademääriin (kuva 2). Tämän perusteella sateet säätelevät ainakin osittain päästölähdettä.



**Kuva 2. a) fDOM perusteella simuloitu *E. coli* ja suolistoperäisten enterokokkien yhtenlaskettu pitoisuus sekä vesinäytteistä analysoidut *E. coli* ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet Marjaniemen uimarannan itäpuolella. b) Helsinki-Vantaan lentoaseman säähavaintoasemalla mitatut vuorokautiset sademäärät (Ilmatieteen laitos).**

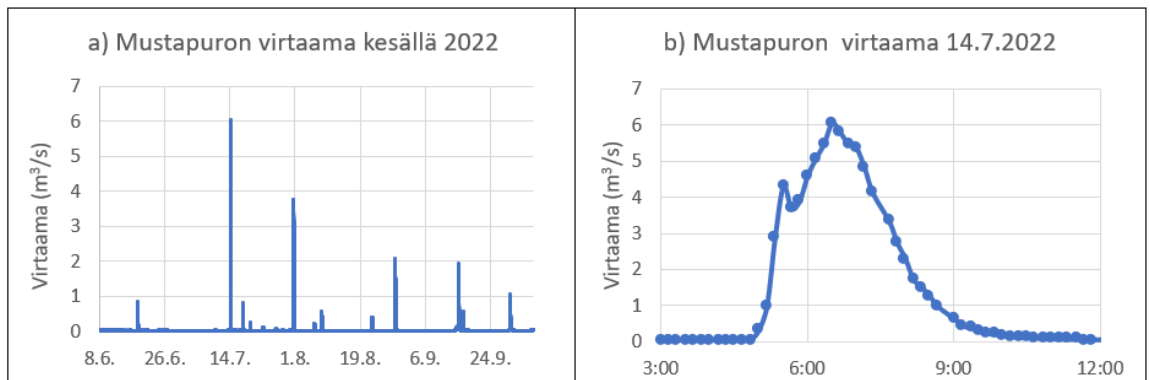
Marjaniemen uimarannan länsipuolelle laskevalta Mustapuroilta mitattiin kesän 2022 aikana erittäin korkeita indikaattoribakteeripitoisuuksia (liite 4). *E. coli* -pitoisuudet olivat usealla näytteenotokerralla niin korkeat, että laboratorioanalyyseiden luonnonvesien indikaattoribakteerien ylempi määrittäysraja, 2400 mpn/100 ml ylittyi. Myöhemmillä näytteenottokerroilla laboratorioanalyysejä teutettiin laimennetuilla näytteillä, jolloin suuremmatkin pitoisuudet saatiin määritettyä.



Suurimman mitatun *E. coli* -pitoisuuden ollessa 25 000 mpn/100 ml (Havaintopiste MP18, liite 1), indikoiden raakajäteveden vaikutusta puron veden laatuun. Suolistoperäisten enterokokkien osalta korkeimmat pitoisuudet mitattiin syyskuussa, jolloin pitoisuus oli Mustapuron pääuomassa korkeimmillaan 16 000 mpn/100 ml (Havaintopisteet MP5, MP6 ja MP10). Myös Mustapuron bakteeripitoisuudet olivat rajatun otoskoon perusteella selvästi korkeammat sateiden yhteydessä.

Mustapuron virtaama vaihtelee melko voimakkaasti sateiden mukaan, kesällä 2022 vaihteluvälin arvioitiin olevan noin 0,02–6,0 m<sup>3</sup>/s (kuva 3). Torstaina 14.7. voimakas sade aiheutti Mustapurolla virtaamapiikin, jossa yhteensä 17 tunnin aikana Mustapurolta purkautui Strömsinlahteen Marjaniemen uimarannan länsipuolelle noin 50 000 m<sup>3</sup> vettä (kuva 3). Samana päivänä (14.7.2022) Mustapurolta otetusta bakteerinäytteestä analysoitiin yli 2 400 mpn/ 100 ml *E. coli* -pitoisuus. Strömsinlahden vesialue, jonka rannalla Marjaniemen uimaranta sijaitsee, on vesitilavuudeltaan noin 660 000 m<sup>3</sup>, ja sen arvioitu keskimääräinen viipymä on karkeasti arvioituna noin 2 vrk. Laskennallisesti tämä Mustapuron virtaamapiikki olisi aiheuttanut Strömsinlahdella keskimäärin yli 1 500 mpn/100 ml *E. coli* -pitoisuuden, olettaen, että purosta purkautuva vesi laimeenee tasaisesti koko Strömsinlahden vesimassaan. Saman päivän Marjaniemen uimarannan itäpuolen bakteerinäytteestä mitattiin 2400 mpn/ 100 ml *E. coli* -pitoisuus ja simuloitujen bakteeripitoisuuksien Marjaniemen uimarannan itäpuolella olivat noin 5 000 mpn/100ml (kuva 2).

Toisaalta 26-27.7.2022 havaittu huomattavan veden hygieenisen laadun heikkenemisen (kuva 2) yhteydessä ei havaittu sitä edeltävää tai sen aikaista merkittävää Mustapuron virtaaman muutosta (kuva 3). Vastaavasti puron 31.7. – 1.8.2022 havaittu virtaamapiikki ei aiheuttanut jatkuva-toimisten anturien havaitsemaa veden hygieenisen laadun heikkenemistä (kuvat 2 ja 3).



**Kuva 3. Pinnankorkeusmittarin avulla laskettu Mustapuron virtaama a) koko kesän 2022 aikana ja b) kesän voimakkaimman virtaamapiikin aikana.**

## Mahdolliset päästölähteet

Marjaniemen uimarannan veden hygieenisen laadun heikentymisen aiheuttavan päästölähteen on oltava sellainen, joka ajoittain aiheuttaa tarpeeksi suurta bakteerikuormitusta (sekä tilavuudeltaan että bakteeripitoisuuksiltaan) Strömsinlahden melko suuren vesimassan bakteeripitoisuuden nostamiseksi mitatuille pitoisuuksille. Vaikka etenkin pienempiä päästölähteitä lienee alueella useita, aiheutuvat näin vahvat kuormitukset todennäköisesti jätevesivuodosta, joka todennäköisimmin laskee alueelle Mustapuron kautta, mutta kuten yksittäinen voimakas veden hygieenisen laadun heikkeneminen, joka ei ollut yhteydessä puron virtaamiin osoittaa, lienee alueella muitakin päästölähteitä.

Marjaniemen uimarannan veden korkeiden bakteeripitoisuuksien ajoittuminen sateiden yhteyteen sekä sateiden yhteydessä esiintyvät Mustapuron virtaamapiikit ja erittäin korkeat bakteeripitoisuudet meressä viittaavat siihen, että Mustapurosta purkautuva kontaminoitunut vesi on yksi syy Marjaniemen uimarannan hygieniaongelmille. Mustapuron bakteerinäytteiden perusteella päästölähde sijaitsee melko kaukana ylävirrassa, mahdollisesti Kehä I:n itäpuolella, jossa Mustapuroon laskevan hulevesiputken läheisyydessä mitattiin seurannan korkein *E. coli* -pitoisuus, 25 000 mpn/100 ml. Näin korkea pitoisuus viittaa siihen, että Mustapuroon pääsee mahdollisesti lähialueelta vuotamaan raakajätevettä. Tarkempi päästölähteen selvittäminen vaatii kuitenkin lisää näytteenottoja Mustapurosta, etenkin kyseisen hulevesiputken ympäristöstä. HSY tarkasti kyseisen hulevesiputken ja siihen liittyvät putkistot lokakuun alussa, eikä putkistosta löytynyt poikkeamia (esim. hulevesi- ja viemäriputkistojen ristiliitoksia tai merkittäviä vuotokohtia).

Muita potentiaalisia, mutta huomattavasti pienempiä päästölähteitä Mustapuron varrella ovat Marjaniemen siirtolapuutarha, jonka vaikutusalueella Mustapuron *E. coli* -pitoisuuden mitattiin kasvavan hieman, sekä eläinperäiset jätökset, joita Mustapuroon saattaa päätyä hulevesien tai pienempien uomien mukana. Nämä lähteet kuitenkin tuskin aiheuttavat tarpeeksi suurta bakteerikuormitusta.

Yksi päästölähteeksi epäilty kohde on myös Strömsinlahden alittava paineviemäriputki. HSY on kuitenkin kuvannut putken, eikä mahdollista vuotoa ole havaittu. Toteutetut tutkimukset eivät myöskään viittaa siihen, että kyseinen putki vaikuttaisi Marjaniemen uimarannan bakteeripitoisuuksiin. Mustapuron Itäväylän alitustyömaan alueella rakennustöiden yhteydessä alueen hulevesiputkien huomattiin myös olevan heikkokuntoisia, joskin putkistot ovat korjattu, mutta alueella voi olla muita vanhoja huonokuntoisia putkistoja jotka mahdollisesti vuotavat Mustapuroon.

Yhteenvedona voidaan todeta, että päästölähde alueelle on todennäköisesti vesimäärältään suuri ja lähde on mitä todennäköisemmin jätevettä, joka kulkeutuu alueelle Mustapuron kautta. Alueella on mahdollisesti myös muita päästölähteitä, mutta korkeat bakteeripitoisuudet viittaavat jätevesiin veden hygieenisen laadun heikkenemisen syynä. Pienemmät tai laimeammat päästölähteet eivät arvioiden mukaan riitä kasvattamaan bakteeripitoisuuksia sille tasolle, mitä mittauksissa Strömsinlahdella havaittiin.

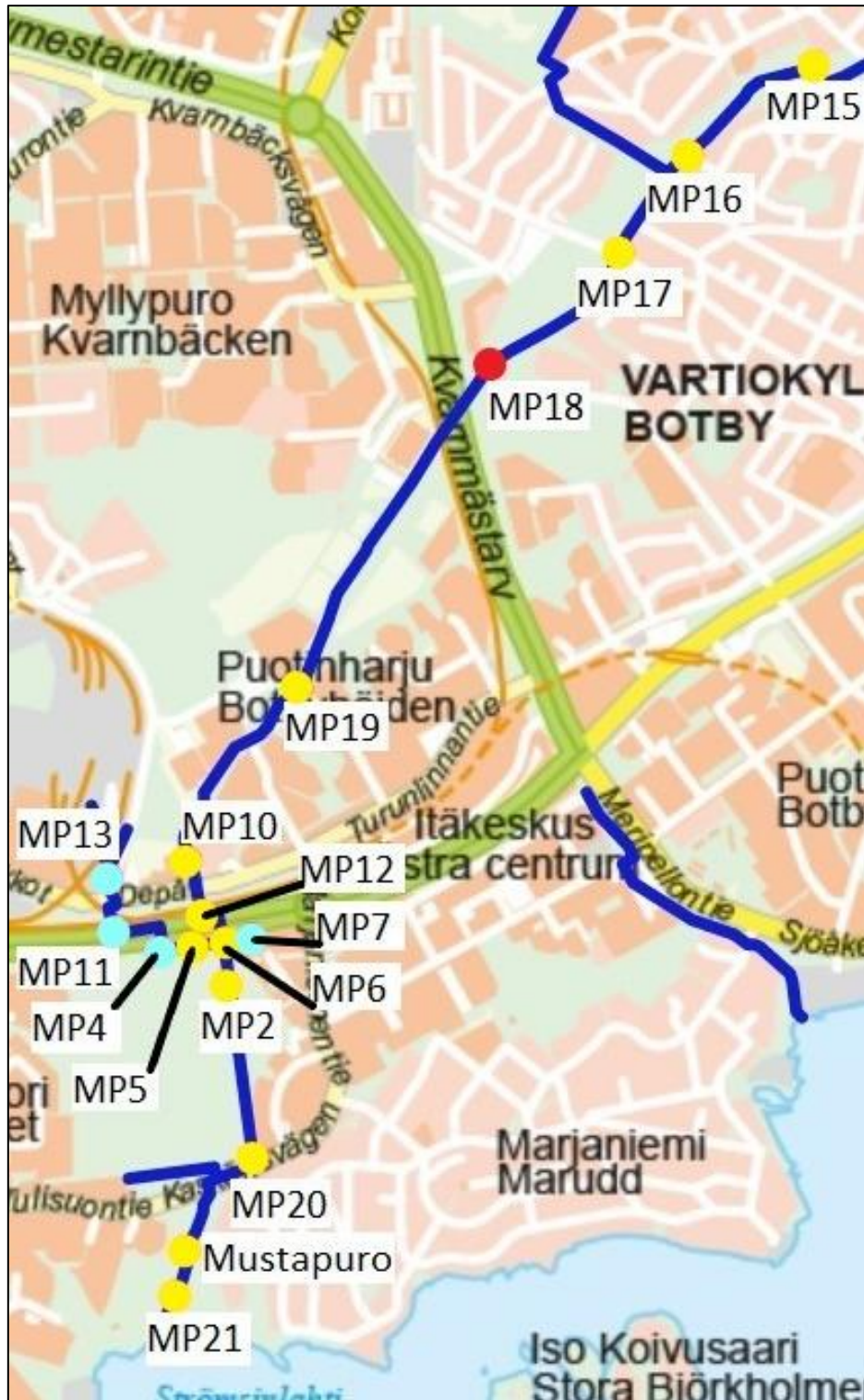
## Kirjallisuus

Fellman, J. B., Hood, E. ja Spencer, R. G. 2010: Fluorescence spectroscopy opens new windows into dissolved organic matter dynamics in freshwater ecosystems: A review. *Limnology and oceanography* 55(6): 2452-2462.

Mendoza, L. M., Mladenov, N., Kinoshita, A. M., ym. 2020: Fluorescence-based monitoring of anthropogenic pollutant inputs to an urban stream in Southern California, USA. *Science of The Total Environment* 718: 137206.

## Liitteet

**Liite 1.** Mustapuron bakteerinäytteiden havaintopisteet kartalla. Mustapuron pääuoman havaintopisteet (keltainen), sivu-uomien havaintopisteet (turkoosi) sekä pääuoman havaintopiste, jolta mitattiin havaintojakson korkein *E. coli* -pitoisuus (MP18, punainen).





**Liite 2.** Helsingin lähivesien tarkkailuohjelman sekä Helsingin ja Espoon merialueiden yhteistarkkailuohjelman näytesteet, joiden tuloksia käytettiin tässä raportissa: Vanhankaupunginselkä (4), Vasikkasaari (18), Vartiokylänlahti (25) ja Kallvikinselkä (110).





**Liite 4. Taulukko Mustapuron näytepisteistä sekä määritetyistä suolistobakteeripitoisuuksista.**

Asema	Sijainti	Aseman etäisyys merestä (km)	14.7.2022		24.8.2022		8.9.2022		15.9.2022		30.9.2022	
			E. coli (pmv/100 ml)	E. coli (pmv/100 ml)	E. coli (pmv/100 ml)	E. coli (pmv/100 ml)	Suolistoperäiset enterokokit (pmv/100 ml)	E. coli (pmv/100 ml)	E. coli (pmv/100 ml)	Suolistoperäiset enterokokit (pmv/100 ml)	E. coli (pmv/100 ml)	Suolistoperäiset enterokokit (pmv/100 ml)
MP21	25.0689811, 60.1997619	0,11										
Mustapuro	25.06941, 60.20059	0,20	>24000	310								740
MP20	25.0723533, 60.2028323	0,54			2400							1900
MP2	25.0714407, 60.2070813	1,02				200 >2400						16 000
MP6	25.0711718, 60.2081233	1,13		>2400		150 >2400						630
MP5	25.0703091, 60.2080732	1,18			1700	100 >2400						14000
MP12	25.0701852, 60.2086077	1,24				>2400						16000
MP7	25.0718374, 60.2081238	1,27			100 >200	>2400						14000
MP4	25.0684322, 60.2079114	1,29			0	65						27000
MP10	25.0698385, 60.2093352	1,33		>2400		200 >2400						8000
MP11	25.0686132, 60.2083143	1,44										16000
MP13	25.0661156, 60.2089389	1,55										4300
MP19	25.0744477, 60.2138453	1,96										10000
MP18	25.0633902, 60.2212597	2,95										1100
MP17	25.0897134, 60.241338	3,44										25000
MP16	25.0929132, 60.263477	3,75										1400
MP15	25.1009981, 60.2283504	4,27										1200
												6200
												10000