

Raportti 5/2022



Tuusulan pohjavesiyhteis- tarkkailun vuosiraportti 2021

Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymä,
Betoni Center Oy,
Hio-Mex Oy, Parma Oy,
Teollisuusmaalaamo VTM Oy
Tuusulan kunta

Harri Turtiainen
Anna-Liisa Kivimäki



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Raportti 5/2022

Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun vuosiraportti 2021

1.2.2022

Laatijat: Harri Turtiainen ja Anna-Liisa Kivimäki

Tarkastaja: Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun tilaajat

Hyväksyjä: Jari-Pekka Pääkkönen

Kannen valokuvat: Anna-Liisa Kivimäki, VHVSY ry

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailualueen kuvaus	5
2.1	Hydrogeologiset olosuhteet	5
2.1.1	Hyrylän pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet	6
2.1.2	Lahelan pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet	6
2.1.3	Rusutjärven pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet	7
2.2	Riskitekijät	7
2.2.1	Ympäristöluvanvaraiset toiminnot.....	7
2.2.2	Muu teollisuus ja yritystoiminta	8
2.2.3	Pilaantuneet ja mahdollisesti pilaantuneet alueet	9
2.2.4	Vanhat maa-aineksen ottoalueet.....	10
2.2.5	Liikenne ja tienpito.....	11
2.2.6	Rakentaminen	11
2.2.7	Rantaimetyminen pohjavedenottamoiden vedenottoalueilla.....	11
3	Sademäärät vuonna 2021	12
4	Pohjavedenotto	13
4.1	Vedenottamot	13
4.2	Vedenottamoiden suoja-alueet.....	13
4.3	Vedenottomäärät vuonna 2021	13
5	Poikkeustilanteet ottamoilla tai laitosalueilla vuonna 2021	14
6	Pohjavesinäytteenotto, kenttämittaukset ja laboratoriomääritykset	15
6.1	Havaintopaikat	15
6.2	Näytteenottomenetelmät	16
6.3	Laboratoriomääritykset.....	16
7	Tulokset ja tulosten tarkastelu	19
7.1	Pohjaveden pinnankorkeudet	19
7.2	Pohjaveden laatu.....	24
7.2.1	Kenttämittaukset ja aistinvaraiset kenttähavainnot.....	24
7.2.2	Koliformiset bakteerit, <i>E.coli</i> -bakteerit ja heterotrofinen pesäkeluku ...	26
7.2.3	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä	26
7.2.4	Happi, rauta ja mangaani	29
7.2.5	Hiilidioksidi	31
7.2.6	Kloridi ja sulfaatti	33
7.2.7	Typpiyhdisteet.....	37
7.2.8	Raskasmetallit ja puolimetallit	38
7.2.9	Orgaaniset haitta-aineet	41
7.2.10	Fluoridi ja syanidi	42
8	Yhteenveto toimijoittain	42
8.1	Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymä	43
8.2	Betoni Center Oy	43
8.3	Hio-Mex Oy ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy	44
8.4	Parma Oy	44
8.5	Hyrylän ampumahiihtostadion	45
9	Jatkotoimenpiteet	45
	Lähdeluettelo	46

LIITTEET (poistettu julkisesta versiosta)

- 1/1** Hyrylän pohjavesialueen tarkkailuputket (kartta 1:8 000)
- 1/2** Lahelan pohjavesialueen tarkkailuputket (kartta 1:8 000)
- 1/3** Rusutjärven pohjavesialueen tarkkailuputket (kartta 1:8 000)
- 2** Pohjaveden laadun tarkkailuputkien putkikortit
- 3** Metropolilab Oy:n analyysilaboratorion testausselesteet 2021 (erillinen liite)

1 Johdanto

Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailu käynnistettiin vuoden 2017 alussa. Yhteistarkkailua toteutetaan Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven pohjavesialueilla. Hyrylän ja Lahelan pohjavesialueet on luokiteltu riskipohjavesialueiksi (Avoin tieto-palvelun Pohjavesitietojärjestelmä). Alueilla on toiminnassa Koskenmäen ja Lahelan pohjavedenottamot. Rusutjärven pohjavesialue ei ole riskipohjavesialue, mutta alueella on keskeinen merkitys vedenhankinnassa, koska sille sijoittuu Rusutjärven tekopohjavesilaitos.

Vuonna 2021 yhteistarkkailuun osallistuivat Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymä, Tuusulan kunta sekä alueiden yrityksistä Betoni Center Oy, Hio-Mex Oy, Parma Oy ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy. Hio-Mex Oy:n kiinteistöllä on ympäristöluvan mukainen metallien pintakäsittely päätynyt ja ympäristöluva on rauetettu, joten prosessijäteveden tarkkailu päättyi. Hio-Mex Oy on kuitenkin velvoitettu jatkamaan pohjaveden tarkkailua vähintään kahden vuoden ajan ympäristöluvan rauettamisesta. Tarkkailussa noudatetaan yhteistarkkailusuunnitelmaa (Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry 25.8.2016), joka laadittiin osana pohjavesien yhteistarkkailun kehittämishanketta (Kivimäki ym. 2017). Yhteistarkkailuun osallistuvien yritysten ympäristölupiin perustuvien pohjavesivelvoitetarkkailujen valvojana toimii Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, jolla hyväksyttiin yritysten tarkkailuohjelmiin tehdyt päivitykset. Prosessijätevesinäytteet otettiin ympäristöluvissa esitettyjen määräysten ja myöhemmin hyväksytyjen tarkkailuohjelmien mukaisesti. Pohjavedenottamoiden vedenottolupiin liittyvien pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailuvelvoitteiden lisäksi ottamoiden tarkkailuihin lisättiin pohjaveden laadun ennakoiva tarkkailu valikoiduista havaintoputkista.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry (VHVSY ry) vastasi vuonna 2021 yhteistarkkailuun osallistuvien tahojen toimeksiannosta tarkkailun toteutuksesta. Näytteenotosta vastasi ympäristöasiantuntija Jari Männynsalo, joka on sertifioitu ympäristönäytteenottaja. Työn koordinoinnista vastasi pohjavesiasiantuntija Anna-Liisa Kivimäki ja raportoinnista suunnittelija Harri Turtiainen. Prosessijätevesitarkkailujen tuloksista laaditaan erilliset vuosiraportit, joten niiden tuloksia ei käsitellä tässä vuosiraportissa. Prosessijätevesitarkkailujen vuosiraportit laatii Jari Männynsalo, joka on jätevesien laadun ja käsittelyn asiantuntija.

2 Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailualueen kuvaus

2.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven vierekkäiset pohjavesialueet sijaitsevat suurelta osin taajama-alueella, jossa asuinalueiden, yrityskeskittymien ja liikenneverkon rakentaminen ovat vaikuttaneet pohjavesiolosuhteisiin. Tässä luvussa on lyhyesti kuvattu pohjavesimuodostumakohtaisesti näiden pohjavesialueiden hydrogeologiset olosuhteet.

2.1.1 Hyrylän pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet

Hyrylän pohjavesialue on muodostunut pohjois-eteläsuuntaiseen kalliopainanteeseen, joka rajoittuu idässä, etelässä ja lännessä kallioselänteisiin. Hyrylän-Koskenmäen pitkittäisharju ja deltalaaientuma ovat osa luode-kaakkosuuntaista harjujaksoa. Hyrylän pohjavesialtaassa pohjavesivyöhykkeen paksuus vaihtelee 5 – 15 metrin välillä. Pohjavesimuodostuman etelä- ja keski-osassa pohjavedenpinnan yläpuoliset maakerrokset koostuvat pääasiassa hiekasta, mutta syvemmällä aines on karkeata hiekkaa ja soraa. Muodostuman laidoilla esiintyy yleisesti jopa useita metrejä paksuja savikiiloja, joiden yläpuolisissa rantakerrostumahiekoissa saattaa esiintyä orsivesiä varsinaisen pohjavesivyöhykkeen yläpuolella. Lahelan ja Hyrylän pohjavesialueiden välillä on hydraulinen yhteys Lahelanrinteen-Koskenmäen alueen hienoainessedimenttien alapuolisten hiekka- ja sorakerrostumien kautta (Breilin ym. 17.6.2005)

Pohjaveden päävirtaussuunta on etelästä pohjoiseen kohti Koskenmäen vedenottamoa. Urheilukeskuksen koillis- ja lounaispuolella sijaitsevat kallioselänteet patoavat altaassa kohti pohjoista suuntautuvaa pohjaveden virtausta. Sulan teollisuusalueen ja Koskenmäen vedenottamon välillä ei kuitenkaan ole pohjaveden virtausta kokonaan estäviä kalliokynnyksiä. Pohjavesialueen pohjoisosassa sijaitsee Hyrylän ja Rusutjärven pohjavesialueet erottava Nummenkankaan vedenjakaja-alue, joka jakaa pohjaveden virtauksen luoteeseen ja kaakkoon. Pääosa Nummenkankaan vedenjakajan eteläpuolisista pohjavesistä virtaa kaakkoon kohti Koskenmäen vedenottamoa, mutta osa virtauksesta saattaa suuntautua myös kohti Tuusulanjärveä (Breilin ym. 17.6.2005).

Vuonna 2018 laaditun selvityksen (Pöyry Finland Oy 6.7.2018) mukaan Koskenmäen vedenottamon arvioidulla valuma-alueella muodostuu pohjavettä nykyisin merkittävästi vähemmän kuin on aikaisemmin arvioitu. Hyrylän taajama-alueen tiiviin rakentamisen seurauksena muodostuvan pohjaveden määrä voi olla vain noin 1 500 m³/d. Useissa tutkimuksissa (Kivimäki ym. 2013; Pöyry Finland Oy 2015) on todettu, että Koskenmäen pohjavedenottamolta pumpattava vesi on osittain (ja ajoittain) Tuusulanjoesta rantaimetyntynyt vettä. Toisaalta, pohjavettä voi kertyä Tuusulanjoen kohdalla olevaa kalliopainannetta pitkin myös laajemmalla alueella.

2.1.2 Lahelan pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet

Lahelan pohjavesialueen hiekka- ja sora muodostumassa on reunamuodostuman maakerrosrakennepiirteitä. Hienohiekkavaltaiset ja soravaltaiset kerrokset vaihtelevat, ja pohjavesialueen kaakkois- ja eteläosassa paksut savikot peittävät vettä johtavia kerroksia (Kaipainen ym. 29.6.2016). Pohjavesivyöhykkeen paksuus vaihtelee nolasta (kallionpinta pohjavedenpinnan yläpuolella) noin 50 metriin. Paksuimmillaan pohjavesivyöhyke on alueen kaakkoisosassa lähellä Lahelan vedenottamoa (Breilin ym. 17.6.2005).

Pohjaveden päävirtaussuunta on luoteesta kaakkoon ja kallioalueilta kohti savikoita. Vain alueen länsiosassa, jossa sijaitsee Ristikiven teollisuusalue, virtaussuunta kääntyy kohti lounasta. Laajalle alueelle ulottuva kallioalue rajoittaa pohjaveden virtausta Ristikiven teollisuusalueelta vedenottamolle. Pohjavesialueen itäosassa pohjavesikerros on paksun savikerroksen salpaama.

Savipeitteen alla paineellisen pohjaveden virtaus suuntautuu kohti kaakkoa ja eteläkaakkoa (Kai-painen ym. 29.6.2016).

2.1.3 Rusutjärven pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet

Rusutjärven pohjavesialueella kallionpinta on ylimmillään kaakkoisosassa Nummenkankaalla sijaitsevalla kalliopaljastuma-alueella. Alimmillaan kallionpinta on Rusutjärven koillisreunalla sijaitsevan Vuohikkaanojan maastopainanteen alueella. Pohjavesialue muodostuu pitkittäisharjusta, ja maakerrokset harjualueella koostuvat pääasiassa sorasta. Harjun ydinosa on hyvin karkeaa kivistä soraa, ja harjun reuna-alueilla aines muuttuu hiekkavaltaiseksi. Harjuselänteiden alueella pohjavesikerroksen paksuus on suurimmillaan noin 50 m. Vuohikkaanojan maastopainanne on savipeitteinen. Sen pohjois- ja eteläpuolelle on muodostunut kapeita ja katkonaisia harjuselänteitä, joiden välisissä painanteissa pintamaalajina on savi-siltti. Savipeitteisellä alueella pohjavesi on paineellista (Suunnittelukeskus Oy ja Suomen Pohjavesitekniikka Oy 1995).

Nummenkankaan pohjavedenjakajalta ja pohjavesialueen eteläosasta pohjaveden virtaus suuntautuu kohti luodetta. Harjumuodostuma rajoittuu noin 1,5 km:n matkalla Rusutjärveen. Maakerrosten koostuessa hiekasta ja sorasta on pohjavesimuodostuman ja Rusutjärven välillä vuorovaikutusyhteys eli pohjaveden pinnan laskiessa pohjavesimuodostumassa alle järven veden pinnan tason on rantaimetyminen mahdollista. Pohjaveden virtauksia ja muodostuvan pohjaveden määrää säädellään tekopohjaveden muodostamisella. Päijännetunnelin pintavettä imeytetään tekopohjavedeksi kaivoimeytyksellä Rusutjärven uimarannan itäpuolella sijaitsevalla imeytysalueella (Suunnittelukeskus Oy ja Suomen Pohjavesitekniikka Oy 1995).

2.2 Riskitekijät

Tässä luvussa on kuvattu Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven pohjavesialueiden pohjaveden laadun merkittävimmät riskit. Aineistona on käytetty suojelusuunnitelmien laadinnan yhteydessä tehtyjen riskikartoitusten tuloksia. Tietoja on täydennetty Maaperän tilan tietojärjestelmän kohdetiedoilla sekä yhteistarkkailusuunnitelman laadinnan yhteydessä vuosina 2015 - 2016 kootuilla tiedoilla. Kaikilta pohjavesialueilta on käytettävissä päivitetty suojelusuunnitelmat: Lahelan pohjavesialueelta vuodelta 2016 (Pöyry Finland Oy 22.12.2016) sekä Hyrylän ja Rusutjärven pohjavesialueilta vuodelta 2019 (Kivimäki ja Luodeslampi 10.12.2019).

2.2.1 Ympäristöluvanvaraiset toiminnot

Hyrylän pohjavesialueella sijaitsevat toiminnot, joilla on joko Tuusulan kunnan ympäristölautakunnan tai Etelä-Suomen aluehallintoviraston myöntämä ympäristölupa, ja siinä määrätty pohjaveden tarkkailuvelvoite, on esitetty taulukossa 1. Vuonna 2021 pohjavesiyhteistarkkailussa oli mukana Parma Oy ja lisäksi Tuusulan urheilukeskuksen alueella sijaitseva ampumahiihtostadion, jonne asennettiin Vuoden 2020 lopussa uusi pohjaveden havaintoputki. Ampumahiihtostadionin pohjavesitarkkailu liitettiin yhteistarkkailuun vuonna 2021.

Taulukko 1. Hyrylän pohjavesialueella sijaitsevat ympäristöluvanvaraiset toiminnot, joilla on pohjaveden tarkkailuvelvoite.

Luvan haltija	Toiminta	Luvan myöntöpvm
Parma Oy	Betonielementtitehdas	UUDYMPKE 3.9.2009, ymp.lu- van muutos KUYmpltk 9.6.2020
Erik Winqvist ky	Hiekkamäen murskauslaitos	ESAVI 9.1.2012
Neste Markkinointi Oy	Kylmäasema D-piste	Tuusulan YmpLa 3.3.1998
Tuusulan kunta	Ampumahiihtostadion	Sijoituspaikkalupa 30.8.1984, KUYK määrännyt pohjaveden tarkkailuvelvoitteen

Lahelan pohjavesialueella sijaitsevat ympäristöluvanvaraiset toiminnot, joilla on pohjaveden tarkkailuvelvoite, on esitetty taulukossa 2. Vuonna 2021 pohjavesiyhteistarkkailussa olivat mukana Betoni Center Oy, Hio-Mex Oy ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy.

Taulukko 2. Lahelan pohjavesialueella sijaitsevat ympäristöluvanvaraiset toiminnot.

Luvan haltija	Toiminta	Luvan myöntöpvm
Betoni Center Oy	Betoniasema	Tuusulan YmpLa 2.10.2001, Lupamääräystark. 3.6.2008
Hio-Mex Oy	Pintakäsittelylaitos	Tuusulan YmpLa 15.12.2009, Lupamääräystark. 19.12.2016 Lupa rauetettu 9.2.2021, mutta jäl- kitarkkailuvelvoite jatkuu 2 vuotta
Teollisuusmaalaamo VTM Oy	Pintakäsittelylaitos	Tuusulan YmpLa 9.12.2008, tarkkailuohjelma 15.3.2010 Lupamääräystark. 19.12.2016
Rudus Betonituote Oy	Betonituotetehdas	Tuusulan YmpLa 11.10.2011

Rusutjärven pohjavesialueella ei ole voimassa olevia ympäristölupia, joihin liittyisi pohjavesitarkkailuvelvoitteita.

2.2.2 Muu teollisuus ja yritystoiminta

Hyrylän pohjavesialueelle on keskittynyt runsaasti pienteollisuus- ja yritystoimintaa, mm. korjaamoja, autoliikkeitä ja polttoaineen jakelupisteitä (joista osa on lopettanut toimintansa). Pienteollisuusyritykset ovat keskittyneet Sulantien teollisuusalueelle.

Lahelan pohjavesialueen länsiosassa sijaitsevalla Ristikiven teollisuusalueella on runsaasti pienyritystoimintaa, johon liittyy pohjavedelle haitallisten aineiden, mm. liuottimien, pesuaineiden, maalien ja öljytuotteiden käsittelyä. Kemikaaleja säilytetään työpisteissä tai varastoissa, ja usealla kiinteistöllä toiminnassa kertyy jäteöljyä. Suojelusuunnitelman päivityksen yhteydessä (Pöyry Finland Oy 22.12.2016) todettiin teollisuusalueella 24 riskiksi luokiteltavaa yritystoimintaa.

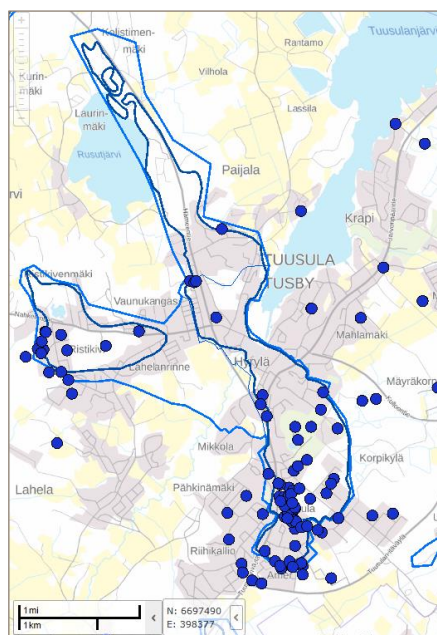
Rusutjärven pohjavesialuetta ei ole luokiteltu riskialueeksi kuten Hyrylän ja Lahelan pohjavesialueet, eikä sille sijoitu vastaavanlaista yritys- ja teollisuustoimintaa kuin em. alueille. Alueen eteläosa on taajaan rakennettua asuinalueita.

2.2.3 Pilaantuneet ja mahdollisesti pilaantuneet alueet

Hyrylän pohjavesialueella sijaitsee 53 kpl Maaperän tilan tietojärjestelmään sisällytettyä kohdetta (pilaantuneeksi epäilty tai todetut alueet), ja kohteet ovat keskittyneet pohjavesialueen eteläosaan Sulan teollisuusalueelle (kuva 1). Kohteita, joilla on selvitystarve, arviointitarve tai jo todettu puhdistustarve, on kaikkiaan 23 kpl (Kivimäki ja Luodeslampi 2019). Kahdessa pohjavesialueen keskiosassa sijaitsevassa kohteessa, entisillä Shellin (nykyisin St1) ja Teboilin polttoainejakeluasemakiinteistöillä on maaperä ja kalliopohjavesi todettu pilaantuneeksi polttoainehiilivedyillä. Kiinteistöillä on tehty pilaantuneen maaperän puhdistustoimenpiteitä ja pohjaveden suojapumppausta. Molemmilla on käynnissä pilaantuneiden alueiden kunnostuksiin liittyvät pohjaveden laadun jälkitarkkailut (taulukko 3). Yhteistarkkailun käynnistämisyhteistyössä käytiin neuvotteluja myös näiden PIMA-tarkkailujen liittämiseksi yhteistarkkailuun, mutta tarkkailuvelvoitteiden määräaikaisuuden vuoksi ne eivät liittyneet mukaan.

Taulukko 3. Hyrylän pohjavesialueen sijaitsevat PIMA-kunnostusten pohjavesijälkitarkkailukohteet.

Luvan haltija	Toiminta	Luvan myöntöpvm
St1 Energy Oy	Jakeluaseman pilaantuneen alueen kunnostuksen jälkitarkkailu	UUDELY 20.6.2013
Oy Teboil Ab	Jakeluaseman pilaantuneen alueen kunnostuksen jälkitarkkailu	UUDELY 5.7.2013



Kuva 1. Pilaantuneeksi epäilty tai todetut kohteet Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailualueella (lähde Ympäristökarttapalvelu Karpalo).

St1 Energy Oy:n (entinen Shell) omistamalla huoltoasemakiinteistöllä ei nykyään enää ole polttoaineen jakelupistettä. Kiinteistön kalliopohjavedestä poistetaan suojapumppausella polttoainehiilivetyjä pumppaamalla kalliopohjavettä neljästä porakaivosta. Kiinteistöllä on myös tehty useita kertoja pilaantuneen maaperän puhdistusta massanvaihdoilla, viimeisimpänä vuonna 2013 (Ramboll Finland Oy 22.1.2014). Vuoden 2020 tarkkailutulosten mukaan kalliopohjavedessä esiintyy edelleen korkeita pitoisuuksia bensiinihiilivetyjä C₅-C₁₀, BTEX-yhdisteitä sekä bensiinin lisäaineita MTBE:tä ja TAME:a. Vuoden 2020 tarkkailussa suojapumppauskaivo 2:n bensiinihiilivetyjen pitoisuus oli keväällä alle 3mg/l, mutta nousi syksyllä edellisvuosien tasolle n. 7,5 mg/l. Suojapumppauskaivon 3 bensiinihiilivetyjen pitoisuus kasvoi vuonna 2020 ja oli koko tarkkailujakson korkeimmalla tasollaan syksyllä 2020. Kahdessa muussa suojapumppauskaivossa pitoisuudet ovat pysytelleet alle 1 mg/l:ssa. Bensiinin lisäaineita, erityisesti MTBE:tä esiintyi useassa havaintoputkessa, sekä kaikissa suojapumppauskaivoissa. MTBE- ja bentseenipitoisuudet olivat kasvaneet viime vuoteen verrattuna suojapumppauskaivoissa 2 ja 3 (Ramboll Finland Oy 23.2.2021).

Myös Oy Teboil Ab:n entisellä jakeluasemakiinteistöllä tehdään suojapumppausta viidestä suojapumppauskaivosta sekä pohjaveden laadun seuranta Teboilin kiinteistön ja Koskenmäen vedenottamon välisellä alueella. Vuoden 2020 tarkkailutulosten perusteella suurimmat BTEX-yhdisteiden, MTBE:n ja TAME:n pitoisuudet on havaittu edellisten vuosien tapaan Teboilin jakeluasemakiinteistöllä kalliopohjavedessä. MTBE:tä on kulkeutunut irtomaakerroksiin varastointuneen pohjaveden virtauksen mukana myös etämmälle luoteeseen, kohti Koskenmäen vedenottamo. Vuonna 2020 Teboilin kiinteistön ja Koskenmäen vedenottamon väliseltä alueelta otettiin tarkkailunäytteet vain havaintoputkesta HP36, jossa kaikkien tutkittujen VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle määrittärajän (Golder Associates Oy 12.4.2021).

Lahelan pohjavesialueella on 11 pilaantuneeksi epäiltyä tai todettua kohdetta. Ne sijaitsevat pääasiassa pohjavesialueen länsiosassa Ristikiven teollisuusalueella ja kohteista neljä sijaitseekin edelleen toimivan teollisuuslaitoksen alueella. Neljän kohteen osalta on arvioitu, että puhdistustarvetta ei ole (Pöyry Finland Oy 22.12.2016).

Rusutjärven pohjavesialueella on vain yksi Maaperän tilan tietojärjestelmän kohde. Se sijaitsee pohjaveden muodostumisalueen itäreunalla.

2.2.4 Vanhat maa-aineksen ottoalueet

Hyrylän pohjavesialueen entisillä maa-aineksen ottoalueilla on monenlaista yritystoimintaa. Myös Hyrylän urheilukeskus sijaitsee entisellä ottoalueella, missä pohjavesikerrosta suojaava vedellä kyllästymätön kerros on ohut.

Lahelan pohjavesialueen keskiosassa on laaja vanha maa-aineksen ottoalue, joka on käytössä virkistysalueena (ulkoilunalue ja frisbeegolfrata). Pohjavesialueen luoteisosassa on vanhalla ottoalueella muodostunut pohjavesilampi, joka on uimarantakäytössä (Pöyry Finland Oy 22.12.2016).

Rusutjärven pohjavesialueen eteläosassa sijaitsevat vanhat maa-aineksen ottoalueet on pääosin jälkihoidettu ja rakennettu. Pohjavesialueen pohjoisosassa Kolistimenmäellä on sorapintaisia osa-alueita, joilla ei ole suojaavaa maannos- ja kasvillisuuskerrosta.

2.2.5 Liikenne ja tienpito

Tiealueiden kunnossapito (liukkaudentorjunta) ja vaarallisten aineiden kuljetukset ovat riski pohjaveden laadulle. Vilkkaasti myös raskaan liikenteen osalta liikennöity kantatie 45 kulkee Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven pohjavesialueiden läpi. Hyrylän pohjavesialueella tie kulkee pohjavesimuodostuman länsireunaan. Rusutjärven pohjavesialueella tie kulkee sora- ja hiekkavaltaista harjua pitkin pohjaveden muodostumisalueella. Tie kulkee myös aivan Lahelan pohjavesialueen itäisimmän osan läpi. Lahelan, ja osittain myös Hyrylän pohjavesialueella on lisäksi tie 139, jolla kulkee runsaasti myös teollisuusalueen raskasta liikennettä. Lahelan pohjavesialueella tie kulkee pitkäsuunnassa pohjaveden muodostumisalueella, jossa irtomaakerrokset ovat hyvin läpäisevää hiekkaa ja soraa. Osaan teistä on rakennettu pohjavesisuojuukset Hyrylän ja Rusutjärven pohjavesialueilla, mutta monin paikoin tieosuuksia on vielä suojaamatta.

2.2.6 Rakentaminen

Erityisesti Hyrylän pohjavesialueelle kohdistuu voimakkaita rakentamisen paineita. Rykmentinpuiston osayleiskaava-alue rajautuu Kulloontiehen (mt 148) ja Sulan teollisuusalueeseen, sijoittuen osittain pohjaveden muodostumisalueelle. Rykmentinpuiston alueelle on kaavailtu noin 15 000 ihmisen asuin- ja työpaikka-alueita. Pohjavesialueen eteläosaan osittain sijoittuva Sulan alue on vanhaa teollisuusaluetta ja suurelta osin jo rakennettu. Hyrylän pohjavesialueen antoisuusselvityksen (Pöyry Finland Oy 6.7.2018) mukaan tiiviin rakentamisen seurauksena pohjaveden muodostuminen on vähentynyt jopa 40 %. Toisaalta hulevesien imeyttäminen alueella, jossa on suurella todennäköisyydellä erilaisilla haitta-aineilla pilaantuneita maakerroksia (erityisesti Sulan alueella), voi aiheuttaa muutoksia pohjaveden laadussa.

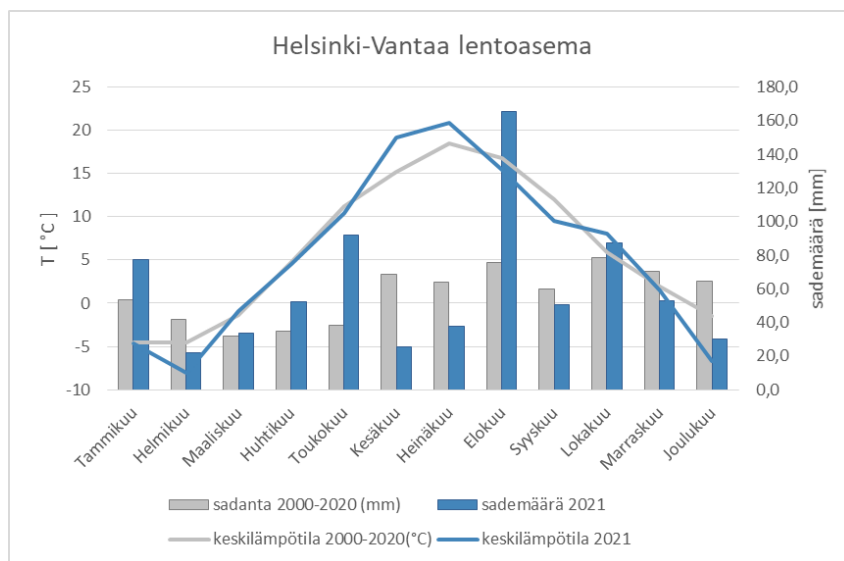
2.2.7 Rantaimetyminen pohjavedenottamoiden vedenottoalueilla

Tuusulanjoki katkaisee Hyrylän pohjavesimuodostuman pitkäisharjun ydinosaan alueella, jossa esiintyy harjukson karkein maa-aines (sora). Tällä alueella pohjaveden ja pintaveden hydraulinen yhteys on hyvä, ja pohjavettä purkautuu Tuusulanjokeen. Ylivirtaamakausiin jokiveden pinnan on kuitenkin havaittu ajoittain nousevan Koskenmäen vedenottoalueen pohjavedenpintaa ylemmälle tasolle. Pohjaveden purkautuminen jokeen voi vaihtua hyvin lyhyellä matkalla jokiveden imeytymiseksi pohjavesimuodostumaan. Ylivirtaamakausiin jokiveden sekoittuminen pohjaveteen voi heikentää pohjaveden laatua (Kivimäki ym. 2013).

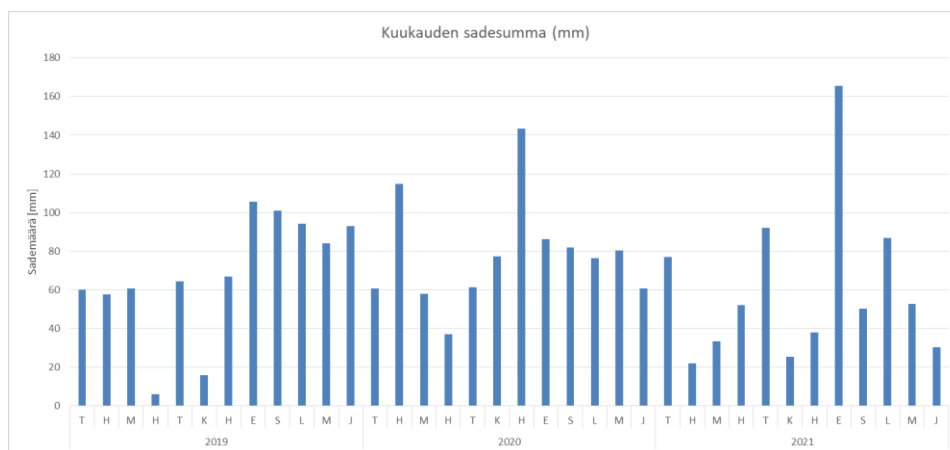
Myös Rusutjärven pohjavesialueella pohjaveden laatua voi heikentää ei-toivottu rantaimetyminen Rusutjärvestä. Sitä voidaan kuitenkin estää tekopohjavesilaitoksella imeytysvesimääriä ja vedenottoaivojen pumppaustehoja säätelemällä.

3 Sademäärät vuonna 2021

Kuukausittaiset sadesummat ja keskilämpötilat Helsinki-Vantaan lentoaseman havaintoasemalla vuonna 2021 on esitetty kuvassa 2. Vuoden sadesumma oli 727 mm, mikä on keskimääräistä koko vuoden sadesummaa (681 mm) hieman suurempi. Vuonna 2021 erittäin runsaana erottuivat etenkin touko- ja elokuu. Kesä-, heinä- ja joulukuu olivat selkeästi vähäsatempia kuin keskimäärin. Keskimääräiset lämpötilat olivat vuoden 2021 kesä-heinäkuussa myöskin selkeästi korkeammat. Sen sijaan joulukuussa ja helmikuussa keskilämpötilat olivat poikkeuksellisen matalat, 5,2°C ja 3,7°C alle 2000–2020 keskiarvon.



Kuva 2. Kuukausittaiset sadesummat ja keskilämpötilat Vantaan lentoaseman sääasemalla vuonna 2021 ja pitkän aikavälin vertailuarvot vuosilta 2000–2020 (Ilmatieteen laitos).



Kuva 3. Kuukausittaiset sadesummat Vantaan lentoaseman sääasemalla 2019–2021 (Ilmatieteen laitos).

4 Pohjavedenotto

4.1 Vedenottamot

Hyrylän pohjavesialueen A-osa-alueella sijaitsevilla Koskenmäen ottamolla on lupa ottaa vettä enintään 2 700 m³/d vuosikeskiarvona (LSVEO 8/1999/1). Koskenmäen ottamolla vesi pumpataan yhden siiviläputkikaivon kautta. Veden käsittely sisältää ilmastuksen, kalkkikivialkaloinnin ja UV-desinfiointin. Lahelan ottamolle on myönnetty lupa vedenottoon enintään 1 200 m³/d viikkokeskiarvona laskettuna (LSVEO 56/1964). Lahelan ottamoalueella on kolme siiviläputkikaivoa. Vesi käsitellään vastaavasti kuin Koskenmäen vedenottokaivosta pumpattava vesi. Rusutjärven tekopohjavesilaitoksella on lupa tekopohjaveden muodostamiseen ja pohjavedenottamisen enintään 20 000 m³/d kuukausikeskiarvona (LSYV 87/2000/1). Päijännetunnelista otettava raakavesi imeytetään tekopohjavedeksi kaivoimeytyksellä. Kolmasosa imeytyksestä tehdään Rusutjärven koillisreunalla sijaitsevilla Ämmänhaudanmäellä, ja loput entisille imeytysaltaille rakennetun kuilukaivon kautta. Tekopohjavettä pumpataan kahdelta kaivoalueelta, joilla on yhteensä kahdeksan siiviläputkikaivoa. Kaivoilta pumpattava vesi johdetaan Rusutjärven laitokselle, josta se kalkkikivialkaloinnin ja UV-desinfiointin jälkeen johdetaan verkostoon (Pöyry Finland Oy. 31.1.2016).

4.2 Vedenottamoiden suoja-alueet

Koskenmäen vedenottamolle on määrätty suoja-alue (LSVEO 12/1990/1), joka käsittää vain vedenottamoalueen ilman lähi- ja kaukosuojavyöhykettä. Hyrylän pohjavesialueen eteläisellä osa-alueella sijaitsevilla Amerin käytöstä poistetuilla vedenottamoilla on voimassa oleva suoja-alue, jolle on määrätty lähi- ja kaukosuojavyöhykkeet (LSVEO 118/1979A). Myös Rusutjärven vedenottamolle on määrätty suoja-alue (LSVEO 29/1975). Rusutjärven suoja-alue sisältää n. 18 ha:n kokoisen lähisuojavyöhykkeen sekä n. 40 ha:n kokoisen kaukosuojavyöhykkeen (Ranta-Pere 2013). Alueilla ei toteuteta suoja-alueisiin liittyvää pohjavesitarkkailua.

4.3 Vedenottomäärät vuonna 2021

Vedenottomäärät eri kuukausina Koskenmäen, Lahelan ja Rusutjärven ottamoilla vuonna 2021 on esitetty taulukossa 4. Koskenmäen ottamolla vettä otettiin eniten touko- ja lokakuussa ja vähiten elo-syyskuussa. Myös Lahelan ottamolla otettiin vettä tavallista vähemmän samoina kuukausina kuin Koskenmäellä, ja enimmillään vedenotto oli ajanjaksolla maaliskuusta kesäkuuhun. Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen osalta on esitetty kahden kaivoalueen kokonaisvedenottomäärä. Rusutjärven tekopohjavesilaitokselta otettiin vettä eniten heinäkuussa. Tekopohjaveden muodostaminen mitoitettiin siten, että useimpina kuukausina tekopohjavettä pumpattiin kutakuinkin sama määrä kuin Päijännetunnelin vettä imeytettiin (taulukko 4). Helmikuussa veden imeytymäärät olivat kuitenkin keskimäärin jopa yli 1000 m³/vrk enemmän kuin ottomäärät. Kesäkuussa vedenotto oli n. 50 m³/vrk enemmän kuin imeytetyn veden määrä.

Taulukko 4. Vedenottomäärät (vo) Koskenmäen, Lahelan ja Rusutjärven ottamoilla ja Rusutjärven imeytysmäärät (im) vuonna 2021 (vuorokauden keskimääräinen vedenottomäärä laskettu ko. kuukauden kokonaisvesimäärästä).

Kuukausi	Koskenmäki (ka m ³ /vrk)	Lahela (ka m ³ /vrk)	Rusutjärvi vo (ka m ³ /vrk)	Rusutjärvi im (ka m ³ /vrk)
tammi	960	731	8012	8226
helmi	1054	878	7568	8767
maalis	1040	907	7194	7257
huhti	1034	937	7791	7857
touko	1062	981	8251	8334
kesä	961	1022	8774	8719
heinä	949	767	9067	9168
elo	898	640	8715	8733
syys	958	689	8883	8984
loka	1084	804	7739	7919
marras	1050	809	8403	8399
joulu	1011	883	8546	8671
YHT. m³/v	366724	305352	3010677	3071835

5 Poikkeustilanteet ottamoilla tai laitosalueilla vuonna 2021

Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymältä saatujen tietojen mukaan Rusutjärven, lahelan tai Koskenmäen vedenottamoilla tai imeytyslaitoksilla ei ollut merkittäviä poikkeustilanteita vuonna 2021.

Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen vedenottokaivoissa K2 ja K3 tehtiin tehostettua raakaveden laadun tarkkailua vuosina 2020 ja 2021. Raakavedessä ei esiintynyt öljyhiilivetyjä tai VOC-yhdisteitä vuonna 2021 ja tehostettu valvonta lopetettiin terveysvalvontaviranomaisen luvalla vuoden vaihteessa.

Parman Hyrylän tehdasalueella aloitettiin marraskuussa 2021 kaivutyöt tankkausaseman rakentamiseen liittyen tehdasalueen itänurkassa. Muita poikkeustilanteita ei Parmalta saatujen tietojen mukaan ollut.

Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n laitosalueella ei ollut VTM:n laitoksesta johtuneita poikkeustilanteita vuonna 2021, mutta naapurikiinteistöillä tapahtui pieniä kemikaali-, rasva- ja öljyvuoja, jotka ovat osittain valuneet VTM:n hulevesiviemäriin.

Muiden yritysten laitosalueilla ei ollut vuoden 2021 aikana poikkeustilanteita, jotka olisivat voineet vaikuttaa pohjaveden laatuun.

6 Pohjavesinäytteenotto, kenttämittaukset ja laboratoriomääritykset

6.1 Havaintopaikat

Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun pohjaveden laadun tarkkailuohjelman mukaiset kenttämittaukset ja näytteenotto tehtiin 24.–27.5.2021 ja 22.–24.11.2021. Näytteet otettiin taulukossa 5 luetelluista havaintoputkista. Havaintoputkien sijainti esitetty liitteissä 1/1 – 1/3 ja saatavilla olevat pohjaveden laadun tarkkailuputkien putkikortit liitteessä 2.

Taulukko 5. Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun pohjaveden laadun havaintopaikat.
KUVesi=Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymä.

Pohjavesialue	Putken haltija	Havaintoputken tunnus
Hyrylä	Tuusulan kunta	HP11/2020
Hyrylä	Tuusulan kunta	HP0601
Hyrylä	KUVesi	HP 01/00
Hyrylä	KUVesi	HP9701
Hyrylä	Parma Oy	PB1
Hyrylä	Parma Oy	PB2
Hyrylä	Parma Oy	PB3-18
Hyrylä	Parma Oy	H1
Lahela	KUVesi	GTK17-15
Lahela	KUVesi	HP0103
Lahela	Betoni Center Oy	BC_HP uusi
Lahela	VTM Oy ja Hio-Mex Oy	pv-putki
Rusutjärvi	KUVesi	HP105
Rusutjärvi	KUVesi	HP112
Rusutjärvi	KUVesi	HP104

Taulukko 6. Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun pohjaveden pinnankorkeuden mittauspaikat.

Pohjavesialue	Manuaaliset pvp-mittaukset 1 krt/kuukausi	Paineanturimittaukset 1 krt/vuorokausi
Hyrylä	53, HP10/99, HP9701, HP9706, HP11/2020	Tuusulanjoen pinta, HP9705, HP0601 (mitattu toistaiseksi manuaalisesti), HP9703 (vuonna 2021 toimintahäiriö)
Lahela	GTK17/15, HP0101, HP0103, 99/1, BC_Uusi	GT5/05, 99/9
Rusutjärvi	Ei manuaalisia mittauksia	HP102, HP104, HP106, HP113, HP115, HP121, HP123, HP124, HP125

Näytteenoton yhteydessä tehtyjen pohjaveden pinnankorkeuden mittausten lisäksi mitattiin pohjavedenpintoja manuaalisesti kerran kuukaudessa valikoiduissa havaintoputkissa. Lisäksi Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän asennuttamat paineanturit mittasivat pohjaveden painetasoa valikoiduissa havaintoputkissa kerran vuorokaudessa (taulukko 6).

6.2 Näytteenottomenetelmät

Ennen näytteenottoa mitattiin pohjaveden pinnankorkeus ja putken kokonaissyvyys. Öljyhiiliveytymääriä varten näytteet otettiin kertakäyttönoutimella ennen esipumppausta pohjavesikerroksen pintaosasta. Tämän jälkeen putkista esipumpattiin vettä pois 3 x putken vesitilavuus. Pumppausteho säädettiin kunkin havaintoputken antoisuuden mukaisesti siten, että saavutettiin tasapainotila. Mikäli putken antoisuus oli erittäin niukka, esipumpattiin vettä pois vähintään 1 x putken vesitilavuus. Näytteenoton yhteydessä mitattiin veden lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus ja hapetus-pelkistyspotentialiaali YSI Professional Plus Quatro-kenttämittarilla. Kenttämittari oli kytketty tiiviiseen läpivirtauskammioon, jonka läpi pohjavesi pumpattiin. Lisäksi kirjattiin näytteenoton havaintolomakkeisiin aistinvaraiset arvioinnit (ulkonäkö, väri, haju). Näytteet otettiin Twister- tai Super Twister-näytteenottopumpulla käyttämällä puhdasta letkumateriaalia (kontaminaation välttämiseksi jokaista havaintoputkea varten varattu oma näytteenottoletku).

6.3 Laboratoriomääritykset

Pohjavesinäytteet säilytettiin maastossa kylmälaukuissa ja toimitettiin seitsemän tunnin kuluessa näytteenotosta laboratorioon. Vesianalyseistä vastasi Metropolilab Oy:n laboratorio, joka on Finas-akkreditoitu laboratorio T058. Näytteistä tehdyt laboratoriomääritykset on esitetty taulukoissa 7 ja 8. Määritysmenetelmät, määritysrajat ja mittausepävarmuudet on esitetty taulukossa 9. Raskasmetallit ja puolimetallit määritettiin 0,45 µm huokoskoon suodattimella suodatetuista näytteistä. VOC-yhdisteiden (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden) määrityksessä käytettiin laajaa analyysipakettia, joka sisältää 63 VOC-yhdisteen pitoisuuden määritykset.

Taulukko 7. Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun pohjavesinäytteistä toukokuun näytekierroksella tehdyt laboratoriomääritykset (määritetty laboratoriossa X:llä merkityt).

Laatumuuttuja	KUVesi	Parma	Betoni Center	Hio-Mex	VTM	Tuusulan kunta
	7 putkea	4 putkea	1 putki	1 putki ⁽¹⁾	1 putki ⁽¹⁾	2 putkea
ulkonäkö, väri ja hajua	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto
lämpötila	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
hapetus-pelkistys-potentiaali	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
pH	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
sähkönjohtavuus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
sameus (FNU)	X	X	X	X	X	X
TOC (mg/l)	X	X	X	X	X	X
hiilidioksidi (mg/l)	X	X				X
happipitoisuus (mg/l ja kyll-%)	X	X	X	X	X	X
kloridi (mg/l)	X	X	X	X	X	X
sulfaatti (mg/l)	X	X	X	X	X	X
nitraattityppi (µg/l)	X					X
nitriittityppi (µg/l)	X					X
ammoniumtyppi (µg/l)	X					X
Fe (suodatettu) (µg/l)	X					X
Mn (suodatettu) (µg/l)	X					X
koliformiset bakteerit ja <i>E.coli</i> (pmy/100 ml)	X					
fluoridi (µg/l)				X	X	
syaniidi (µg/l)				X	X	
raskasmetallit ja puolimetallit As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Mo, Ni, Zn, Sn (suodatettu) (µg/l)	X	X	X	X	X	X
öljyhiilivedyt C10-C40 (µg/l)		X ⁽²⁾	X			
PAH-yhdisteet (µg/l)				X		
VOC-yhdisteet LAAJA (µg/l)	X	X		X	X	

Huom (1): Hio-Mex Oy:lla ja VTM Oy:llä on yksi yhteinen havaintoputki.

Huom (2) Öljyhiilivedyt C10-C40 määritetään Parma Oy:n kiinteistöllä vain havaintoputkista H1 ja PB3-18.

Taulukko 8. Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun pohjavesinäytteistä marraskuun näytekierroksella tehdyt laboratoriomääritykset (määritetty laboratoriossa X:llä merkityt).

Laatumuuttuja	KUVesi	Parma	Betoni Center	Hio-Mex	VTM	Tuusulan kunta
	7 putkea	4 putkea	1 putki	1 putki ⁽¹⁾	1 putki ⁽¹⁾	2 putkea
ulkonäkö, väri ja haju	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto	kenttähavainto
lämpötila	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
hapetus-pelkistys-potentiaali	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
pH	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
sähkönjohtavuus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus	kenttämittaus
sameus (FNU)	X	X	X	X	X	X
TOC (mg/l)	X	X	X	X	X	X
hiilidioksidi (mg/l)	X	X				X
happipitoisuus (mg/l ja kyll-%)	X	X	X	X	X	X
kloridi (mg/l)	X	X	X	X	X	X
sulfaatti (mg/l)	X	X	X	X	X	X
nitraattityppi (µg/l)	X					X
nitriittityppi (µg/l)	X					X
ammoniumtyppi (µg/l)	X					X
Fe (suodatettu) (µg/l)	X					X
Mn (suodatettu) (µg/l)	X					X
koliformiset bakteerit ja <i>E.coli</i> (pmy/100 ml)	X					
fluoridi (µg/l)				X	X	
syanidi (µg/l)				X	X	
raskasmetallit ja puolimetallit As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Mo, Ni, Zn, Sn (suodatettu) (µg/l)		X	X	X	X	X
öljyhiilivedyt C10-C40 (µg/l)		X ⁽²⁾	X			
PAH-yhdisteet (µg/l)				X		
VOC-yhdisteet LAAJA (µg/l)		X		X	X	

Huom (1): Hio-Mex Oy:lla ja VTM Oy:llä on yksi yhteinen havaintoputki.

Huom (2) Öljyhiilivedyt C10-C40 määritetään Parma Oy:n kiinteistöllä vain havaintoputkista H1 ja PB3-18.

Taulukko 9. Pohjavesinäytteistä MetropoliLab Oy:ssä tehdyt määriykset, määrittymenetelmät, määrittysrajat ja mittausepävarmuudet.

Laatumuuttuja	Määrittymenetelmä	Määrittysraja	Epävarmuus-%
koliformiset bakteerit ja <i>Escherichia coli</i>	ISO 9308-2:2012	0 mpn/100 ml	
sameus	SFS-EN ISO 7027:2000	0,2 FNU	15
TOC	SFS-EN 1484:1997	0,5 mg/l	15
hiilidioksidi	SFS 3005: 1981	0,5 mg/l	10
happipitoisuus	SFS-EN 25813:1996	0,2 mg/l	10
kloridi	SFS-EN ISO 10304-1:2009	0,5 mg/l	10
sulfaatti	SFS-EN ISO 10304-1:2009	0,5 mg/l	10
nitraattityppi	sis.menet. DA	0,1 mg/l	15
nitriittityppi	SFS 3029:76 autom.	0,002 mg/l	15
ammoniumtyppi	ISO 7150:1984 DA	0,008 mg/l	15
Fe (suodatettu)	SFS-EN ISO 11885:2009	15 µg/l	20
Mn (suodatettu)	SFS-EN ISO 11885:2009	3 µg/l	20
fluoridi	SFS-EN ISO 10304-1:2009	0,1 mg/l	15
syaniidi	SFS 5747:1992	5 µg/l	20
raskasmetallit ja puolimetallit	SFS-EN ISO 17294-2:2005 SFS-EN ISO 11885:2009	0,02–0,2 µg/l	15–25
öljyhiilivedyt C ₁₀ -C ₄₀	SFS-EN ISO 9377-2:2001 mod	20–50 µg/l	40
PAH-yhdisteet	ISO/TS 28581:2012 mod	0,002–0,02 µg/l	30
VOC-yhdisteet	SFS-EN ISO 15680:2004	0,15–1 µg/l	20–30

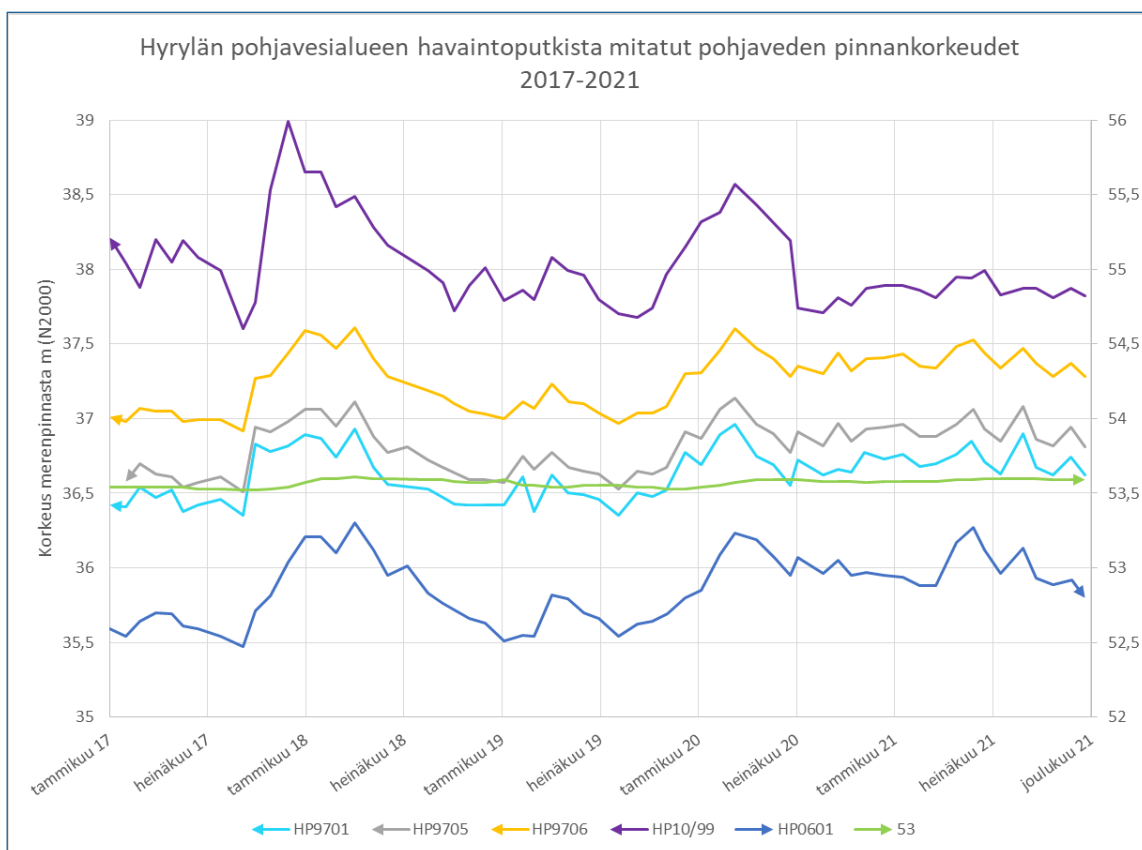
7 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Alla on esitetty pohjaveden pinnankorkeudessa havaitut vaihtelut ja mahdolliset muutostrendit sekä yhteenveto vuoden 2021 pohjaveden laadun tarkkailutuloksista laatuparametreittain. Pinnankorkeuksien mittaustulokset on viety Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän EMMI-tiedonhallintajärjestelmään, josta alla olevat kuvaajat on poimittu. Käytössä oli myös Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän vedenottamoiden raakavesien analyysituloksia vuodesta 2014 alkaen. Raakavesien laatu vedenottamoilla tutkitaan neljä kertaa vuodessa. Raakavesituloksia on verrattu myös aikaisempien vuosien tarkkailutuloksiin. Parma Oy:n tehdasalueelta on käytettävissä pohjaveden laatu tietoja vuodesta 2009 alkaen. Hio-Mex Oy ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n tarkkailutuloksia on saatavilla vuodesta 2010 alkaen. Aikaisempina vuosina yritysten velvoite-tarkkailujen analyysiohjelma on kuitenkin ollut nykyistä suppeampi.

7.1 Pohjaveden pinnankorkeudet

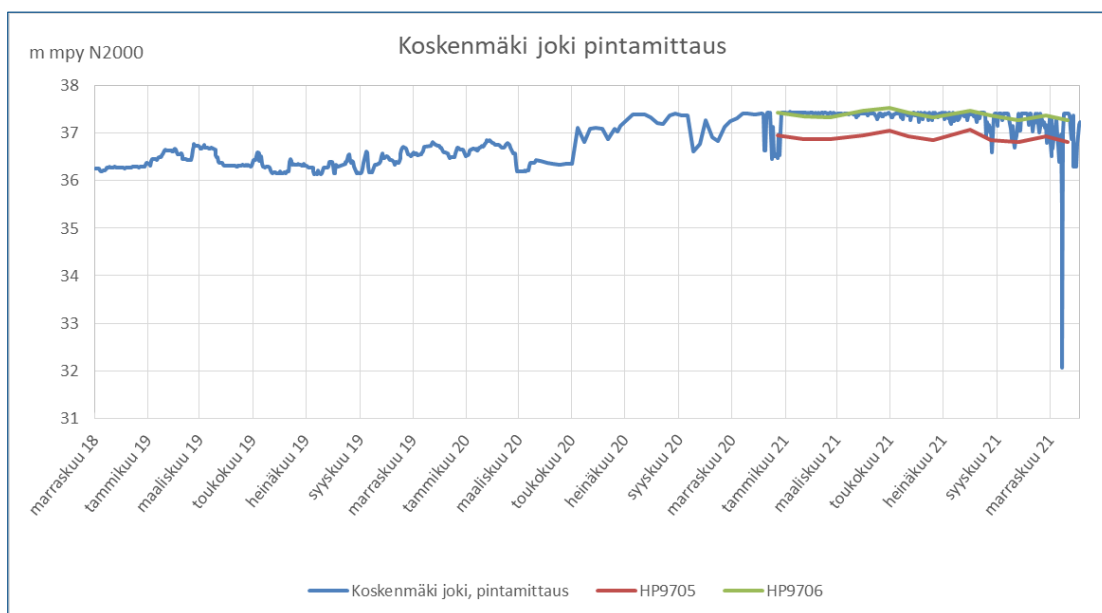
Hyrylän pohjavesialueelta oli käytettävissä vuodelta 2021 kuukausittaisten manuaalisten pinnankorkeuden mittaustulosten lisäksi (Kuva 4) Tuusulanjoen pinnanmittauspisteeltä (kuva 5). Alkuvuodesta 2021 pohjavedenpinnat pysyttelivät tasaisina huhtikuuhun asti, jolloin pinnat

kääntyivät nousuun. Toukokuu oli vuonna 2021 runsassateisempi vuosien 2000–2020 keskiarvoon verrattuna ja pohjavedenpinnat saavuttivat silloin vuoden maksimiarvonsa. Selkeästi keskimääräistä kuivempi ja lämpimämpi kesä laskivat pohjaveden pintoja kaikissa putkissa. Suurin pinnanlasku Hyrylän pohjavesialueella havaittiin Urheilukeskuksen kakkoispuolen putkessa HP0601, jossa pohjaveden pinta laski touko- ja elokuun välillä 31 cm. Pohjaveden pinnankorkeuksien vaihtelu oli vuonna 2021 kuitenkin vähäisempää kuin viime vuosina, jolloin pinnat ovat vaihdelleet jopa yli metrin vuoden aikana. Pohjavedenpinnat olivat koko vuoden ajan korkeammalla kuin keskimäärin vuosina 2017–2020. Hyrylän ja Rusutjärven pohjavesialueita erottavan kalliokynnyksen alueella sijaitsevassa putkessa 53 pohjaveden tason vaihtelut ovat pienempiä kuin muissa putkissa, vuonna 2021 vaihtelut olivat 2 cm sisällä.



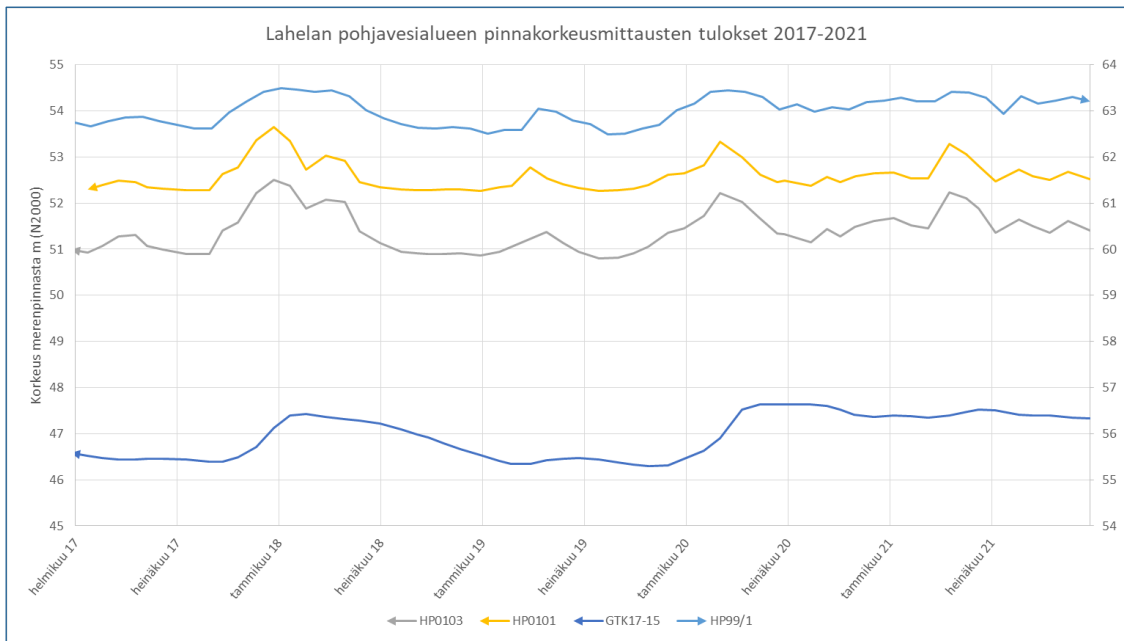
Kuva 4. Pohjaveden pinnankorkeudet (+m N2000) Hyrylän pohjavesialueen tarkkailuputkissa mittausjaksolla tammikuu 2017 – joulukuu 2021. Kuvaajat Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän EMMI-järjestelmästä. Huomioi oikeanpuoleinen akseli havaintoputkille HP0601 ja 53.

Koskenmäen vedenottamon läheisen paineanturiputken 9703 anturin akku oli tyhjentynyt ja siitä ei saatu mittausdataa vuodelta 2021. Putken 9703 paineanturin toiminta on ollut epävarmaa myös vuonna 2020. Tuusulanjoen pinta oli tammikuussa n. 10 vuorokautta tasolla +36,5 m, jonka jälkeen pinta nousi tasolle +37,4, missä se pysytteli muutamaa pientä notkahdusta lukuun ottamatta aina joulukuulle asti. Joulukuun 11. päivänä vedenpinta laski +32 metriin, jonka jälkeen taso palautui entiselleen jo seuraavana päivänä. Veden pinta oli melko tasainen koko vuoden ajan ja vuoden 2021 taso oli korkeampi kuin vuoden 2019 taso. Vuoteen 2020 verrattuna veden pinnan taso vaihteli vähemmän, mutta oli suunnilleen samaa luokkaa kuin vuoden 2020 toukokuusta joulukuuhun (kuva 5). Vuoden 2020 pinnankorkeuksien mittausdata on 17.4.2020–31.12.2020 muodostettu pinnankorkeuden viikkokeskiarvosta ja siten hieman epätarkempi kuin muuten kuvaajassa. Tuusulanjoen vedenpinta oli lähes koko vuoden korkeammalla kuin pohjaveden pinta Koskenmäen vedenottamon läheisyydessä joen eteläpuolella sijaitsevassa havaintoputkessa HP9705. Itäpuolella sijaitsevan havaintoputken HP9706 pohjaveden pinta oli suunnilleen samalla tasolla jokiveden pinnan kanssa koko vuoden ajan. Pohjaveden pinta oli hieman alempana kuin jokiveden pinta helmi-, maaliskuu-, heinä- ja lokakuussa (Kuva 5).



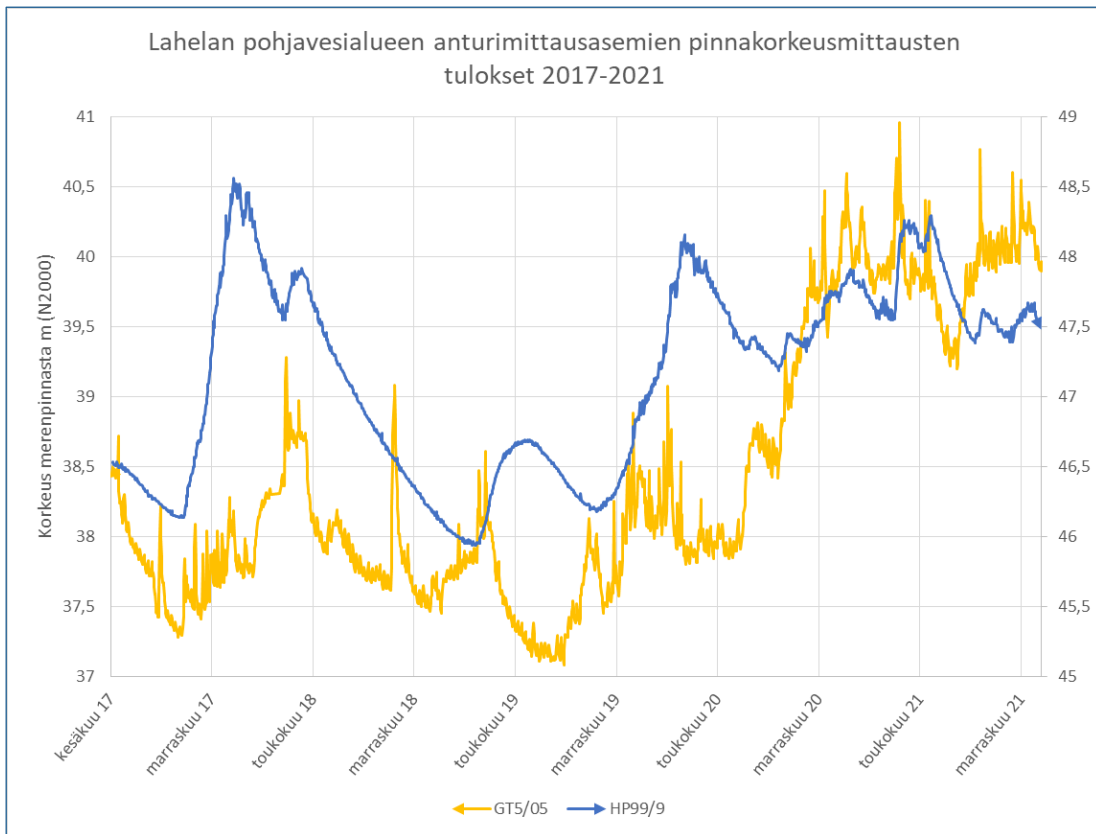
Kuva 5. Hyrylän pohjavesialueen Koskenmäen vedenottamon alueen jokiveden pinnankorkeus ja joen viereisten pohjavesiputkien pinnankorkeusmittaukset vuodelta 2021. (Tiedot Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymältä).

Lahelan pohjavesialueen havaintoputkissa oli havaittavissa vuonna 2021 samankaltaiset pinnanvaihtelut kuin Hyrylän pohjavesialueella (kuva 6). Kallionpinnan vaihteluiden ja pohjavesialueen keskiosassa olevan kallioalueen vuoksi pohjavesimuodostuma jakautuu osa-alueisiin, joilla pohjavedenpinta on merkittävästi eri tasolla. Kalliokohoumat toimivat myös pohjavedenjakajina. Pohjaveden pinnankorkeuksien vaihtelu oli samansuuruista kuin vuonna 2020 ja pohjavesien keskimääräinen pinnankorkeus on hieman noussut viime vuosina.



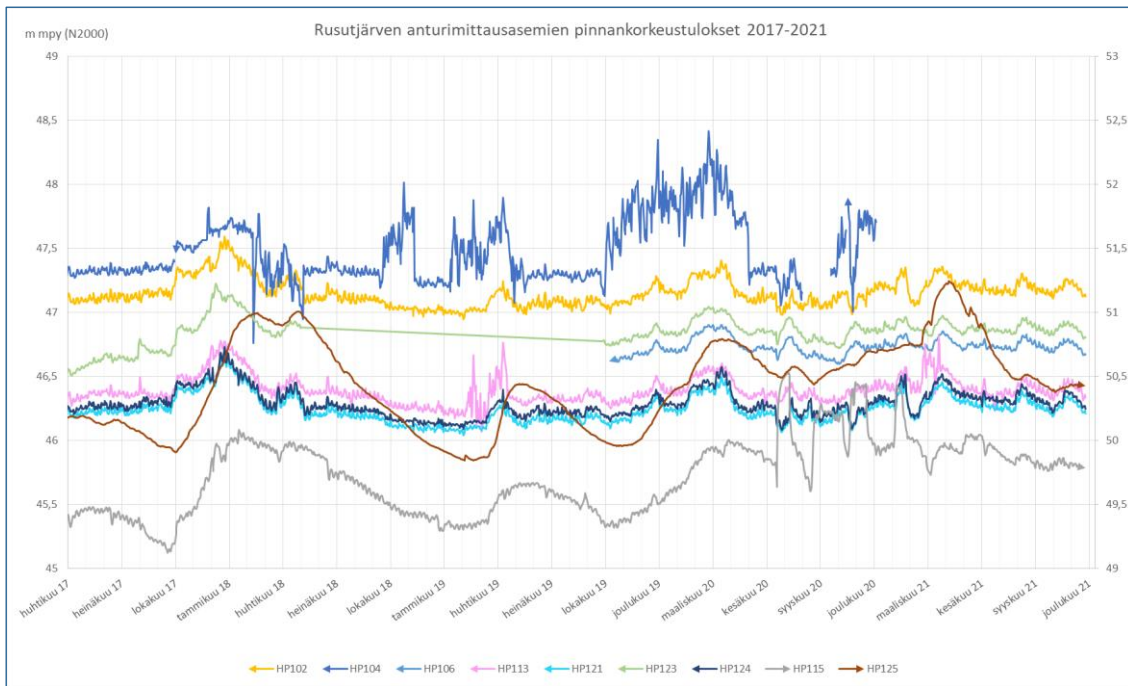
Kuva 6. Pohjaveden pinnankorkeudet (+m N2000) Lahelan pohjavesialueen tarkkailuputkissa (manuaaliset mittaukset) mittausjaksolla tammikuu 2017 – joulukuu 2021. Kuvaajat Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän EMMI-järjestelmästä. Putken HP99/1 korkeus oikeanpuoleisessa akselissa.

Lahelan pohjavesialueelle asennettiin kaksi paineanturia (putkiin 99/9 ja GT5/05) kesäkuun 2017 alussa. Putki GT5/05 sijaitsee paineellisen pohjaveden alueella, jossa vettä johtavia hiekka- ja sorakerroksia peittää paksu savikerros. Painetasossa näkyvät sateiden vaikutuksen lisäksi vaihtelut Lahelan vedenottamon vedenottomäärissä. Kun Lahelan ottamon pumput olivat pysähdyksissä viisi päivää lokakuun 2018 puolivälissä, nousi pohjaveden painetaso nopeasti putkessa GT5/05 noin 1,3 m. Kun pumput jälleen käynnistettiin, laski painetaso vähitellen toimintahäiriötä edeltävälle tasolle, ja jopa sitä alemmas (kuva 7). Pohjaveden pinta putkessa GT5/05 kävi huhtikuussa ennätyskorkealla tasolla. Lahelan vedenottamon suurimmat pumppausmäärät vuonna 2021 ajoittuivat touko- ja kesäkuulle, josta lähtien myös pohjaveden pinta kävi alhaisimmalla tasollaan molemmissa alueen putkissa. Lahelan vedenottamon pienimmät pumppausmäärät olivat heinä-, elo- ja syyskuu, joiden aikana myös pohjaveden pinta putkessa GT5/05 palautui aiemmalle tasolle. Yleisesti ottaen pohjaveden pinta oli vuonna 2021 putkessa GT5/05 selkeästi korkeammalla kuin vuosina 2017–2020. Tämä johtui vedenoton vähenemisestä.



Kuva 7. Pohjaveden pinnankorkeudet (+m N2000) Lahelan pohjavesialueen tarkkailuputkissa (paineanturimittaukset) mittausjaksolla tammikuu 2017 – joulukuu 2021. Kuvaajat Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän EMMI-järjestelmästä.

Rusutjärven pohjavesialueella on tarkkailtu tekopohjaveden muodostamisen ja vedenoton vaikutuksia useilla paineantureilla jo useita vuosia. Pohjavesialueen pohjoisosassa pohjavedenpinoissa on havaittavissa pienipiirteistä vaihtelua. Pintojen vaihtelut liittyvät tekopohjaveden muodostamiseen liittyvän imeytysvedenotto vesitaseen ylläpitämiseen. Rusutjärven havaintoputkissa oli kuitenkin havaittavissa vuonna 2021 myös sateiden aiheuttama pinnankorkeuksien nousu elokuussa 2021 (Kuva 8). Pohjoisin tarkkailuputki HP104 sijaitsee Rusutjärvestä lähtevän Vuohikkaanojan välittömässä läheisyydessä, joten se pintoihin voivat vaikuttaa myös Vuohikkaanojan vedenpintojen vaihtelut. Eteläisimpänä sijaitsevassa putkessa HP115 pintojen vaihtelut ovat yleensä hieman muissa putkissa havaittuja vähäisempiä. Havaintoputkessa HP125 pohjaveden pinta vaihtelee luonnollisemmin kuin alueen muissa putkissa, eikä siinä esiinny pienipiirteistä vaihtelua kuten muissa alueen putkissa. HP125 sijaitsee lähellä Nummenkankaan pohjavedenjakajaa (kalliokynnys) etäällä Rusutjärven vedenottokaivoista ja imeytysalueista. Siinä näkyy selkeästi pinnannousu keväällä lumien sulamisen aikaan. Pinta kuitenkin laski kesällä, eikä enää noussut selvästi syksyllä.



Kuva 8. Pohjaveden pinnankorkeudet (+m N2000) Rusutjärven pohjavesialueen tarkkailuputkissa (painanturimittaukset) mittausjaksolla huhtikuu 2017 – joulukuu 2021. Kuvaajat Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän EMMI-järjestelmästä. HP102 ja HP104 korot päivitetty EMMI:ssä v. 2020 aikana. Huomaa kaksi pystyakselia, joista oikeanpuoleinen putkille HP115 ja HP125.

7.2 Pohjaveden laatu

Koska Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven pohjavesialueilla on toiminnassa pohjavedenottamoita, on tässä raportissa verrattu pohjavesinäytteiden analyysituloksia pääasiassa sosiaali- ja terveysministeriön talusvesiasetuksen 1352/2015 talusveden laatuvaatimuksiin ja -tavoitteisiin. Toisina viitearvoina on käytetty valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 mukaisia ympäristönlaatusuoritteita, ja joidenkin yhdisteiden osalta WHO:n esittämiä juomaveden raja-arvopitoisuuksia.

7.2.1 Kenttämittaukset ja aistinvaraiset kenttähavainnot

Pohjavedenpinnat olivat toukokuun 2021 näytteenottokierroksella marraskuun näytteenottoajankohtaa ylempänä kaikissa näytteenottoputkissa paitsi Rusutjärven putkissa HP105 ja HP112, joissa pinnat olivat 0,02–0,04 metriä matalammalla toukokuussa (taulukot 10 ja 11). Hyrylän putkissa pinnat olivat 0,11–0,35 metriä ylempänä, Lahelan putkissa 0,14–0,5 m ylempänä ja Rusutjärven putkissa HP104 0,01 m ylempänä. Havainnot ovat yhteneväisiä pinnankorkeuden tarkkailuputkien havaintojen kanssa, joiden mukaan pohjavedenpinnat olivat vuonna 2021 korkeimmillaan keväällä.

Taulukko 10. Kenttämittausten tulokset toukokuun 2021 näytteenottokierroksella.

SPC=sähkönjohtokyky.

Havaintoputki	pvp +m N2000	T °C	pH	Happi (kyll-%)	SPC mS/m
<i>Hyrylä</i>					
KUVesi HP01/00	+37,58	8,4	6,12	71	29,2
KUVesi HP9701	+36,85	6,9	6,47	0	33,6
Tuusulan kunta HP0601	+53,27	6,6	6,07	1,2	43,4
Tuusulan kunta HP11/2020	+52,96	7,4	6,03	10,6	28,5
Parma PB1	+53,99	6,6	5,85	33	12,8
Parma PB2	+51,16	8,4	5,75	1,0	27,6
Parma PB3-18	+53,24	8,8	5,75	0,7	42,8
Parma H1	+53,61	10,8	5,73	30	39,0
<i>Lahela</i>					
KUVesi GTK17-15	+47,48	6,9	6,41	1,3	19,7
KUVesi HP0103	+52,11	7,3	6,34	65	21,2
Betoni Center BC-HP uusi	+63,94	6,3	6,22	47	31,5
VTM/Hio-Mex pv-putki	+63,56	8,4	6,68	35	15,7
<i>Rusutjärvi</i>					
KUVesi HP105	+47,85	6,5	6,31	39	62,5
KUVesi HP104	+47,45	6,2	6,00	26	20,7
KUVesi HP112	+46,15	6,4	6,24	41	9,0

Taulukko 11. Kenttämittausten tulokset marraskuun 2021 näytteenottokierroksella.

SPC=sähkönjohtokyky.

Havaintoputki	pvp +m N2000	T °C	pH	Happi (kyll -%)	SPC mS/m
<i>Hyrylä</i>					
KUVesi HP01/00	+37,47	8,2	6,57	17,4	28,1
KUVesi HP9701	+36,74	6,8	6,96	0,9	34,1
Tuusulan kunta HP0601	+52,92	8,4	6,51	1,4	39,4
Tuusulan kunta HP11 /2020	+52,67	7,5	6,46	9,3	29,8
Parma PB1	+53,74	6,3	6,55	31,8	12,9
Parma PB2	+50,91	7,8	6,23	2,7	26,0
Parma PB3-18	+52,98	8,3	6,77	3,2	41,4
Parma H1	+53,50	10,8	6,49	53	35,3
<i>Lahela</i>					
KUVesi GTK17-15	+47,34	6,7	6,9	1,4	19,7
KUVesi HP0103	+51,61	8,8	7,04	65,8	23,8
Betoni Center BC-HP uusi	+63,72	8,8	6,87	16,5	22,4
VTM/Hio-Mex pv-putki	+63,34	9,8	6,83	31,1	16,4
<i>Rusutjärvi</i>					
KUVesi HP105	+47,87	6,4	7,13	42,0	63,6
KUVesi HP104	+47,44	6,2	6,62	27,8	20,4
KUVesi HP112	+46,19	6,7	6,78	37,8	8,9

Kuten vuosina 2017–2020, pohjavesialueen taustapitoisuutta korkeampia sähkönjohtavuusarvoja todettiin havaintoputkissa HP01/00, HP9701, HP105 sekä Parman tehdasalueen putkissa. Sähkönjohtavuuteen vaikuttavat useat ionit ja sitä pidetään yleisenä ihmistoiminnan aiheuttaman kuormituksen indikaattorina. Havaintoputken HP105 sähkönjohtavuutta nostaa tiealueiden liukkaudentorjunta (NaCl:n käyttö).

Näytteenoton yhteydessä todettiin aistinvaraisesti seuraavat poikkeamat: Parman putkissa PB1 ja PB3-18 esiintyi lievä tai selvä rikkivedyn haju ja vesi oli kellertävää (ja putkessa PB1 rautasaostumiin viittaavaa oranssia väriä). Putkessa PB2 todettiin sameutta ja keltainen/harmaa väri ja lisäksi kemikaalimainen haju keväällä; Koskenmäen ottamon pohjoispuolella sijaitsevassa putkessa HP9701 todettiin selvä rikkivedyn haju ja vesi oli keltaista; Lahelan putkessa GTK17-15 todettiin selvä rikkivedyn haju ja vesi oli sameaa; Hyrylän putkessa HP0601 todettiin voimakas rikkivedyn haju ja pumppauksen aikana harmaansamea ulkonäkö, joka muuttui kirkkaaksi ja kellertäväksi; Rusutjärven putkessa HP104 Veden ulkonäkö vaihtelee esipumppauksen aikana oranssin, keltaisen ja ruskean sameasta kirkkaaseen. Samankaltaisia aistinvaraisia havaintoja on todettu näistä putkista myös vuosina 2017–2020.

7.2.2 Koliformiset bakteerit, *E.coli*-bakteerit ja heterotrofinen pesäkeluku

Kaikissa pohjavedenottamoiden ennakoivan tarkkailun havaintoputkissa pohjaveden hygieeninen laatu oli molemmilla näytteenottokierroksilla moitteeton.

Koskenmäen ottamon raakaveden hygieeninen laatu oli kaikilla näytteenottokierroksilla moitteeton, eikä mitään tutkituista bakteereista tai mikrobeista havaittu.

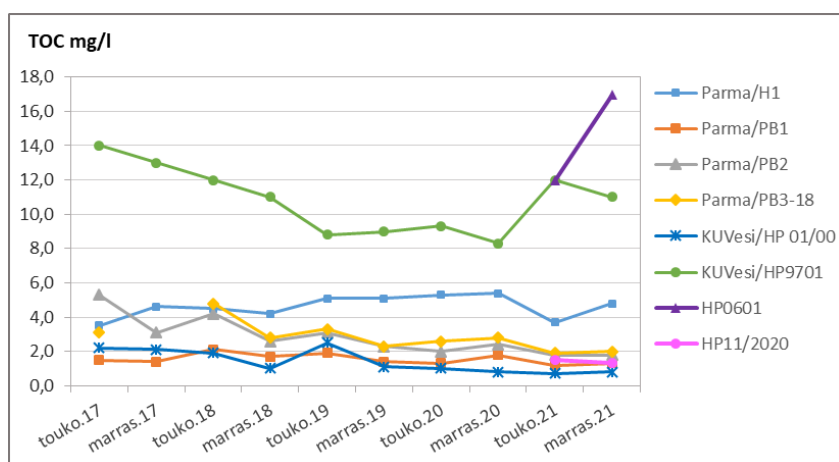
Lahelan ottamon kaikkien kaivojen raakaveden hygieeninen laatu oli kaikilla näytteenottokierroksilla moitteetonta, paitsi kaivosta 3 marraskuussa (8.11.2021) otetun näytteen, jossa heterotrofinen pesäkeluku oli 1 pmy/ml.

Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen kolmessa kaivossa (yhteensä kuusi vedenottoaivoa) esiintyi ajoittain lievästi kohonneita määriä heterotrofisia mikrobeja, välillä 1–9 pmy/ml. Heterotrofinen pesäkeluvun suuruuteen vaikuttaa mm. orgaanisen aineksen ja ravinteiden määrä, joten havaitut erot eri kaivoissa voivat johtua sijoittumisesta suhteessa imeytysalueisiin. Suurimmat pitoisuudet mitattiin pohjoisen imeytysalueen kaivosta 2 marraskuussa ja kaivosta 3 tammi- ja huhtikuussa. Tekopohjavesilaitoksen eteläosan vedenottoaivoissa ei havaittu hygieenisää laatu poikkeamia vuoden 2021 näytteissä. Koliformisia bakteereita ja *E.coli*-bakteereita ei raakavesissä esiintynyt.

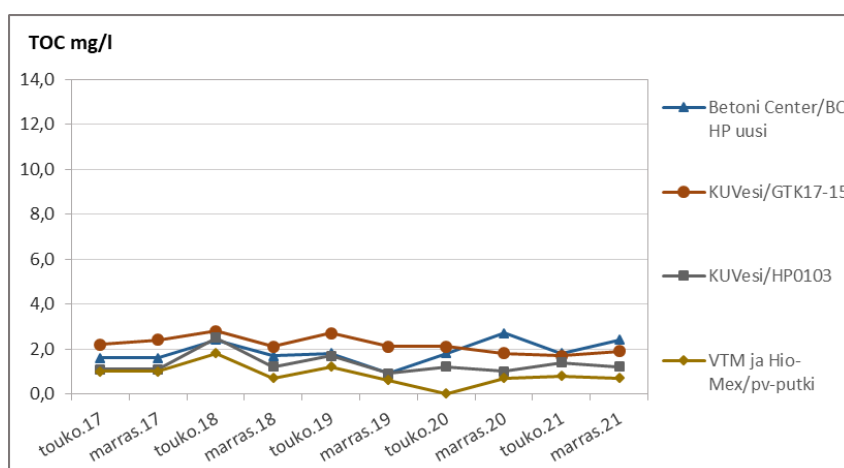
7.2.3 Orgaanisen hiilen kokonaismäärä

Yhteistarkkailun havaintoputkista on tarkkailutuloksia orgaanisen hiilen kokonaismäärästä (TOC) vuodesta 2017 lähtien. Vuonna 2021 yhteistarkkailuun otettiin mukaan kolme uutta havaintoputkea (HP0601, HP11/2020, HP104), joista ei ole yhtä kattavaa tutkimusaineistoa. Vuonna 2021 TOC-pitoisuudet olivat tarkkailuputkissa pääosin samoilla tasoilla edellisvuoteen

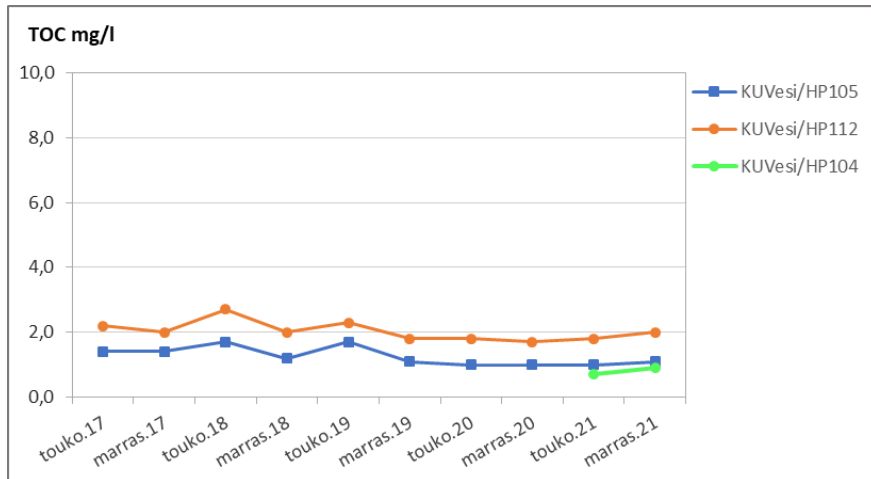
verrattuna. Hyrylän pohjavesialueella Parma Oy:n tehdasalueen havaintoputkissa H1, PB2 ja PB3-18 TOC-arvot ovat olleet vuodesta 2017 lähtien hieman taustapitoisuutta korkeampia. Hyrylän pohjavesialueella Koskenmäen ottamon pohjoispuolella sijaitsevassa havaintoputkissa HP9701 on todettu poikkeuksellisen korkeita TOC-pitoisuuksia koko mittausajanjaksolta. TOC-pitoisuus oli laskussa putkissa HP9701 vuodesta 2017, mutta nousi jälleen vuonna 2021. Havaintoputki HP9701 sijoittuu samaan valtakunnallisesti merkittävään kallioperän ruhjevöhykkeeseen, mihin Tuusulanjärven järviallas on muodostunut (Breilin ym. 17.6.2005). Rikkonaisen kallioperän kautta pohjavesikerroksessa voi olla yhteys syvempien kerrosten kalliopohjaveteen, jossa tapahtuu orgaanisen aineksen anaerobista biohajoamista. Hyrylän ampumahiihtostadionin taustaputkena toimivassa putkissa HP0601 todettiin korkeita TOC-pitoisuuksia molemmilla näytteenottokerroilla (Kuva 9a). Putken vesi on hapetonta ja siinä on todettu voimakas rikkivedyn haju näytteenoton yhteydessä osoittaen orgaanisen aineksen hajoamista aerobisesti ja nitraattia ja sulfaattia pelkistävien mikrobien toimesta.



Kuva 9a. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC mg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

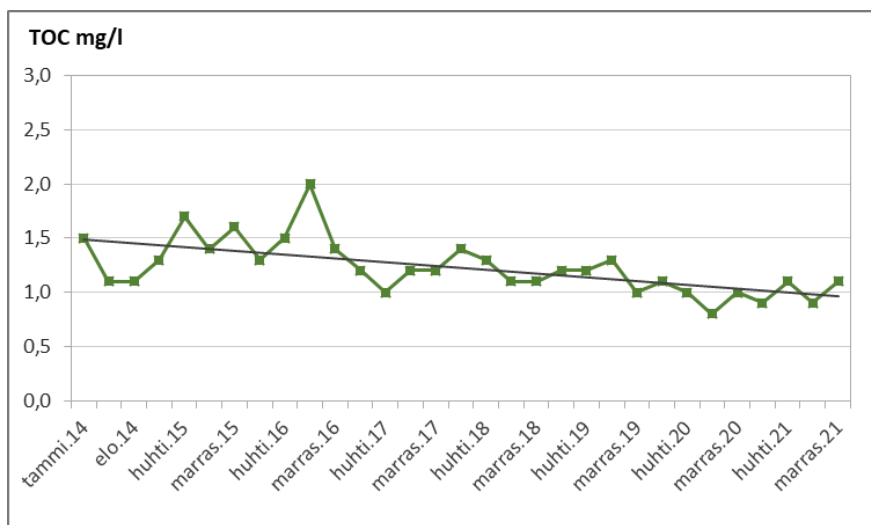


Kuva 9b. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC mg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

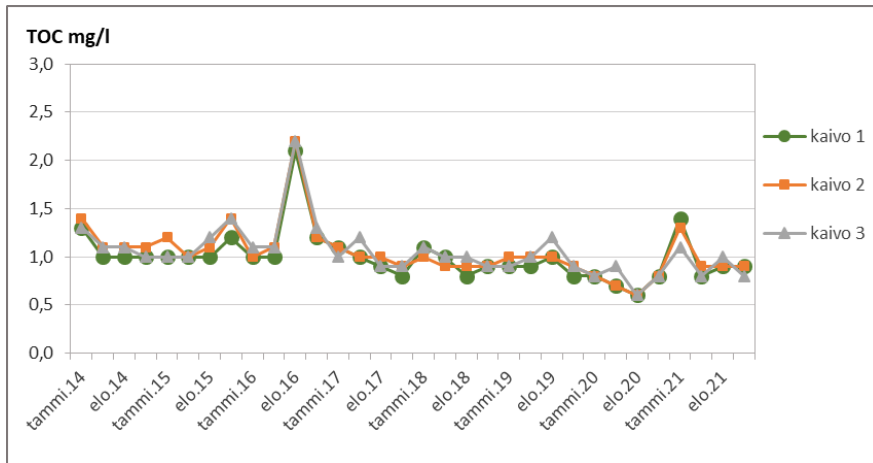


Kuva 9c. Organisen hiilen kokonaismäärä (TOC mg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

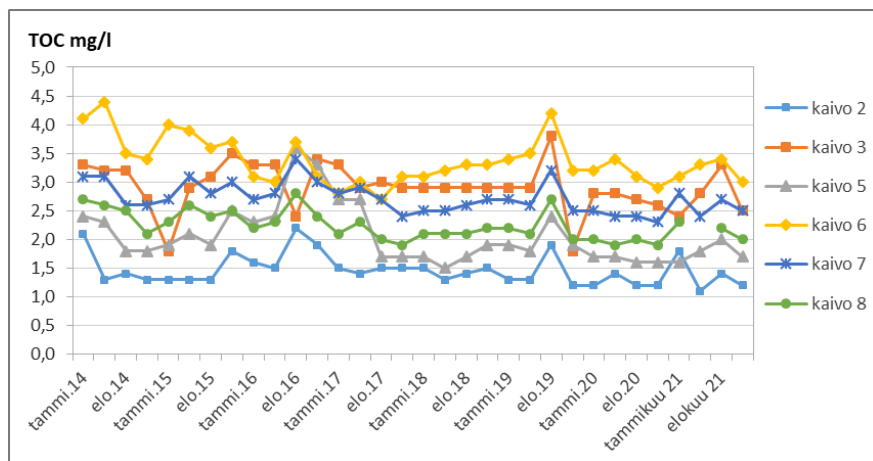
Kaikissa vedenottoaivoissa TOC-pitoisuudessa on havaittavissa lievä laskeva trendi vuosilta 2014–2021 (kuvat 10–12). Koskenmäen ja Lahelan vedenottoaivoissa TOC-pitoisuus on melko alhaisella tasolla, ja Rusutjärven vedenottoaivoissa keskimäärin hieman korkeammalla tasolla. Syynä on Päijännetunnelin pintaveden imeytys ja sekoittuminen pohjaveteen. Lahelan vedenottoaivoissa havaittiin piikki TOC-pitoisuudessa tammikuussa, mutta pitoisuus oli tällöinkin alhainen.



Kuva 10. TOC-pitoisuus (mg/l) Koskenmäen vedenottamon raakavedessä 2014–2021.



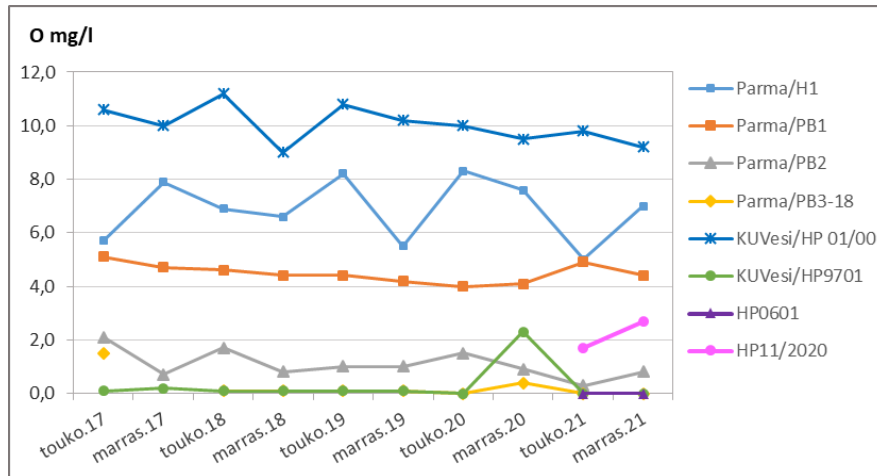
Kuva 11. TOC-pitoisuus (mg/l) Lahelan vedenotto-kaivojen raakavesissä 2014–2021.



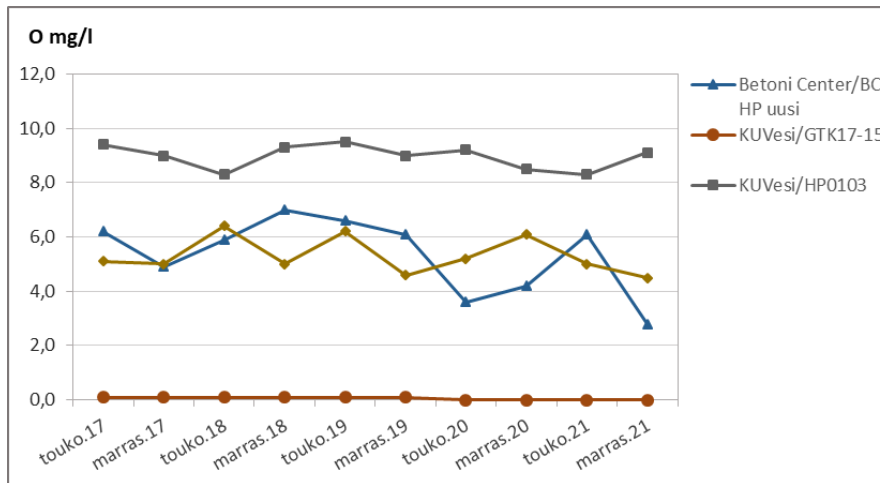
Kuva 12. TOC-pitoisuus (mg/l) Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen raakavesissä 2014–2021.

7.2.4 Happi, rauta ja mangaani

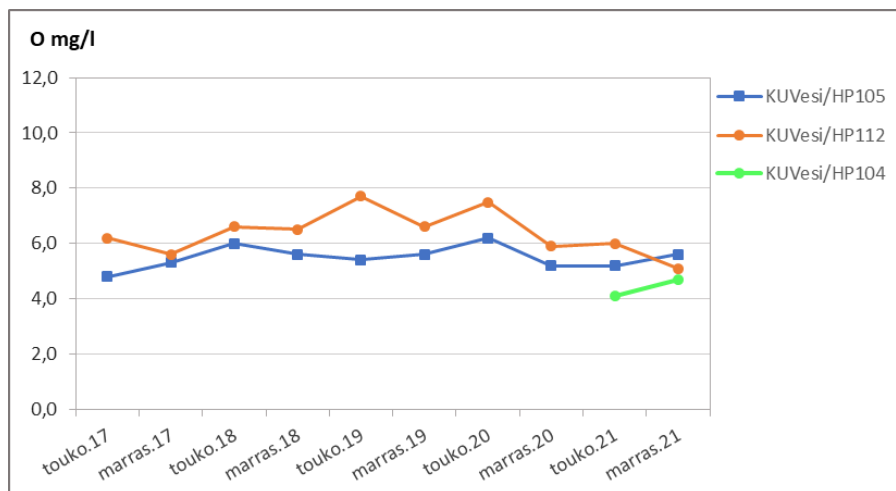
Happipitoisuus vaihteli pohjavesialueiden eri osissa, johtuen joko luontaisista syistä (maakerrosten vaihtelut, savi- ja silttikerrosten esiintyminen pintaosissa) tai erilaisten toimintojen aiheuttamasta orgaanisen aineksen kuormituksesta ja pohjavesikerroksessa tapahtuvasta biohajoamisesta, mikä kuluttaa happea. Niukimmin happea on vuosina 2017–2021 esiintynyt Parma Oy:n tehdasalueen putkissa PB2 ja PB3-18, Hyrylän putkessa HP9701 (kuva 13a) sekä Lahelan putkessa GTK17-15 (kuva 13b). Myös Hyrylän pohjavesialueella sijaitsevassa havaintoputkessa HP0601 pohjavesi on hapetonta. Kaikki edellä mainitut putket sijaitsevat hiekkamuodostuman alueella, jossa ei esiinny pohjavettä peittäviä hienoaineskerroksia. Niukkahappisuus ei siis johdu geologisista olosuhteista.



Kuva 13a. Happipitoisuus (mg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 13b. Happipitoisuus (mg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 13c. Happipitoisuus (mg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

Liunneen raudan ja mangaanin pitoisuudet määritettiin vain vesilaitoksen ennakoivan tarkkailun havaintoputkista. STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatutavoitteiden sallimat pitoisuudet molemmille alkuaineille ylittyivät merkittävästi putkissa HP9701, HP0601 (Hyrylä) ja GTK17-15 (Lahela). Vuonna 2021 liunneen mangaanin pitoisuudet olivat näissä putkissa 250–720 µg/l ja rautapitoisuudet 7 900–19 000 µg/l. Samoissa havaintoputkissa, pois lukien Hyrylässä sijaitseva HP0601, todettiin vastaavia korkeita pitoisuuksia myös vuosina 2017–2020. Lisäksi Rusutjärven pohjavesialueella Vuohikkaanojan viereisessä havaintoputkessa HP104 kevään näytteessä rautapitoisuus (300 µg/l) ylitti STM:n talousvesiasetuksen laatutavoitteen.

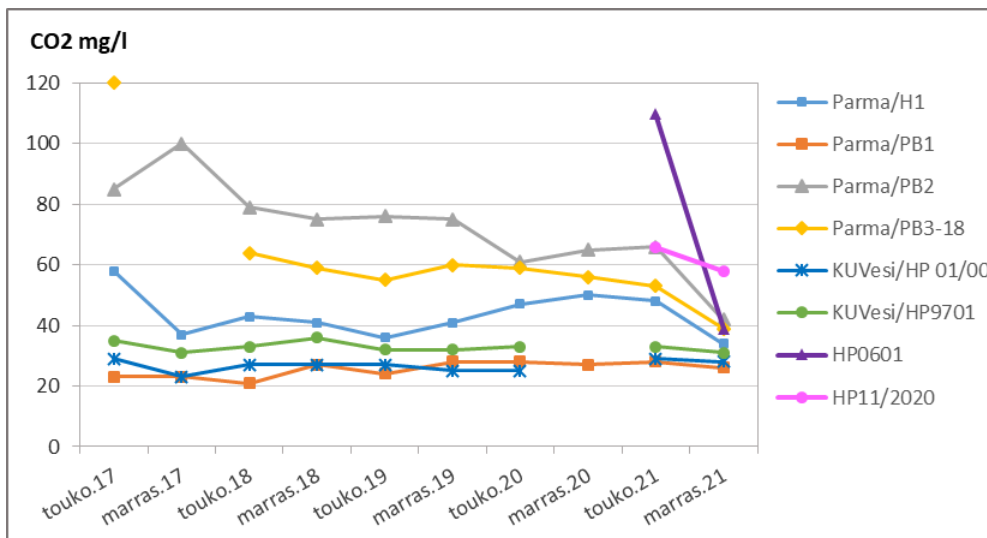
Koskenmäen ja Lahelan ottamoiden raakavesissä raudan ja mangaanin pitoisuudet olivat vuosina 2014–2021 lähes kaikkina näyteajankohtina alle määritysrajojen (määritysraja mangaanilla 3,0 µg/l, raudalla 15 µg/l). Vuonna 2018 Koskenmäen kaivossa ja yhdessä Lahelan ottamon vedenottokaivossa todettiin määritysrajat ylittäviä pitoisuuksia mangaania (5 – 44 µg/l). Rusutjärven vedenottokaivoissa esiintyy vaihtelevasti pieniä pitoisuuksia rautaa ja mangaania. Vuoden 2021 aikana suurimmat todetut pitoisuudet olivat 140 µg/l rautaa ja 68 µg/l mangaania, mitkä ovat samansuuruisia kuin edellisvuonna havaitut pitoisuudet, ja joista mangaanin pitoisuudet ylittivät talousvesiasetuksen enimmäispitoisuuden rajan 50 µg/l.

7.2.5 Hiilidioksidi

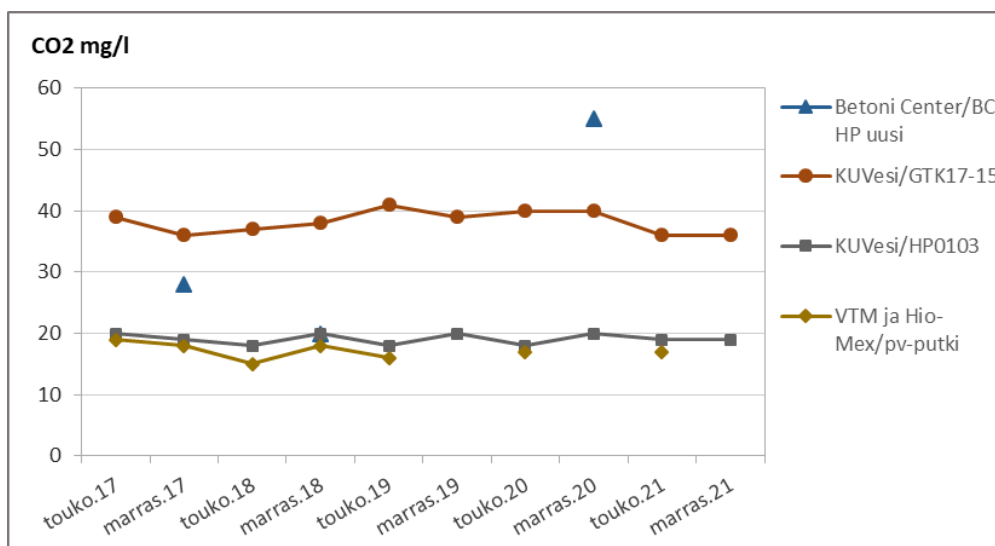
Hiilidioksidia muodostuu ja vapautuu pohjaveteen orgaanisen aineksen hapellisen biohajoamisen seurauksena. Hiilidioksidi reagoi vedessä muodostaen hiilihappoa ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$). Reaktio tapahtuu molempiin suuntiin eli hiilihappo hajoaa takaisin hiilidioksidiksi ja vedeksi. Karbonaattisysteemissä hiilellä on kolme esiintymismuotoa (hiilihappo H_2CO_3 – bikarbonaatti HCO_3^- – karbonaatti CO_3^{2-}), joiden osuudet vedessä määräytyvät pH-arvon ja hapetus-pelkistys-olosuhteiden perusteella. pH-arvon ollessa alle 6,0 hiilidioksidin/hiilihapon suhteellinen osuus on suurin, ja pH-arvon noustessa yli 6,4:n on vallitseva esiintymismuoto bikarbonaatti (Hitchon ym. 1999).

Hiilidioksidipitoisuus oli pienimmillään Rusutjärven pohjavesialueella, jossa on vähiten ihmistoiminnan aiheuttamaa kuormitusta. Vuohikkaanojan viereisessä putkessa HP104 hiilidioksidipitoisuus oli korkeampi kuin kahdessa muussa Rusutjärven putkessa. Kohdealueiden taustapitoisuutena voidaan pitää hiilidioksidipitoisuutta ≤ 20 mg/l. Tästä pitoisuustasoa selvästi korkeampia pitoisuuksia todettiin Parma Oy:n tehdasalueen havaintoputkissa (H1, PB2, PB3-18). Parma Oy:n tehdasalueen havaintoputkissa havaitut kohonneet hiilidioksidipitoisuudet selittyvät osittain betonin sisältämien yhdisteiden reaktioilla pohjavesiympäristössä. Betonin yhtenä pääraaka-aineena käytettävä sementti sisältää kalkkikiveä (CaCO_3) ja kipsiä (CaSO_4). Kalkkikiven liuetessa veteen muodostuu bikarbonaattia. Parma Oy:n tehdasalueella pohjaveden pH on paikoitellen $\leq 5,7$ – $6,8$ (taulukot 10 ja 11), joten veteen vapautuu hiilidioksidia. Hiilidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2021 suunnilleen samalla tasolla kuin edellisenä vuonna (kuva 14a). Parman kaikissa putkissa hiilidioksidipitoisuus laski syksyllä ja putkissa PB3-18 ja PB2 lasku näyttää olevan jatkoa pidempiaikaiselle trendille. Havaintoputkissa HP01/00, HP9701 ja GTK17-15 kohonneet pitoisuudet liittyvät orgaanisten yhdisteiden hajoamiseen. Niissä pitoisuudet olivat vuonna 2021 samaa tasoa edellisvuosiin verrattuna. Hyrylän urheilukeskuksen ja Parman laitosalueen välissä sijaitsevassa putkessa HP0601 hiilidioksidipitoisuus oli keväällä hyvin korkea (110 mg/l), josta

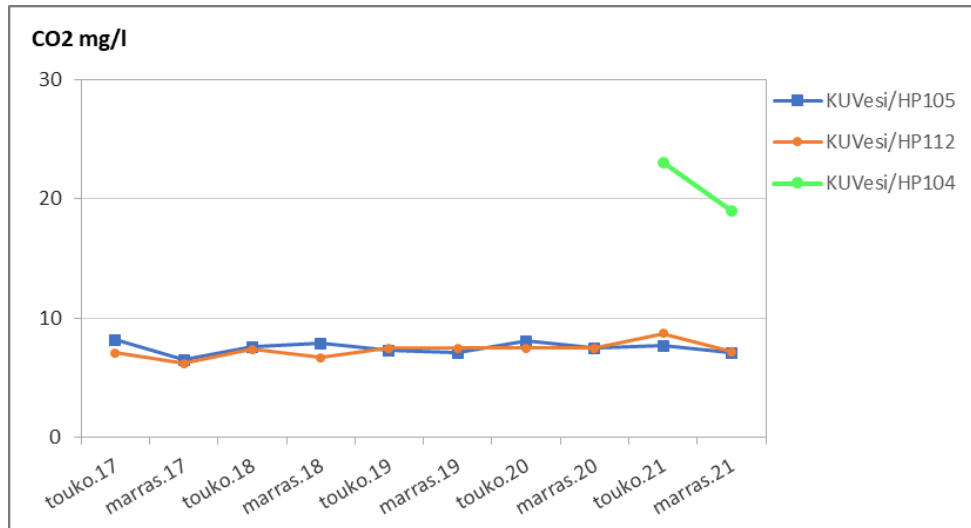
pitoisuus laski syksyllä (39 mg/l). Tässä putkessa on myös korkeat TOC pitoisuudet ja orgaanisen aineksen hajoaminen vaikuttaa hiilidioksidin määrään putkessa.



Kuva 14a. Hiilidioksidipitoisuus (mg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



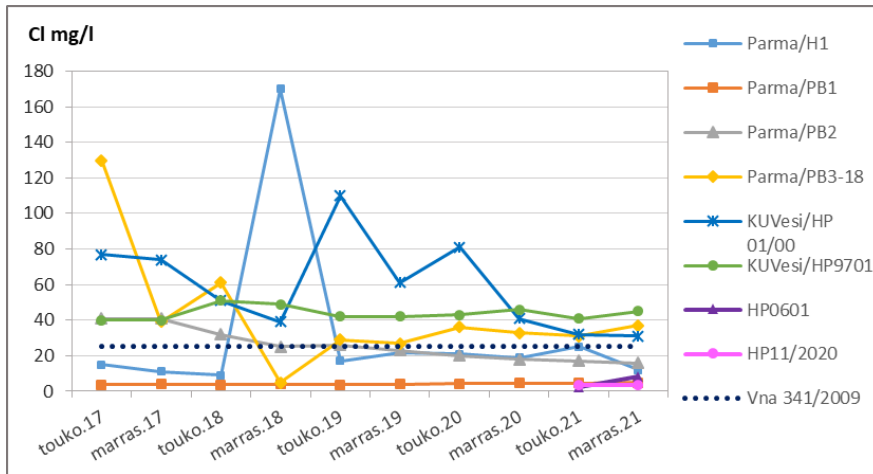
Kuva 14b. Hiilidioksidipitoisuus (mg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



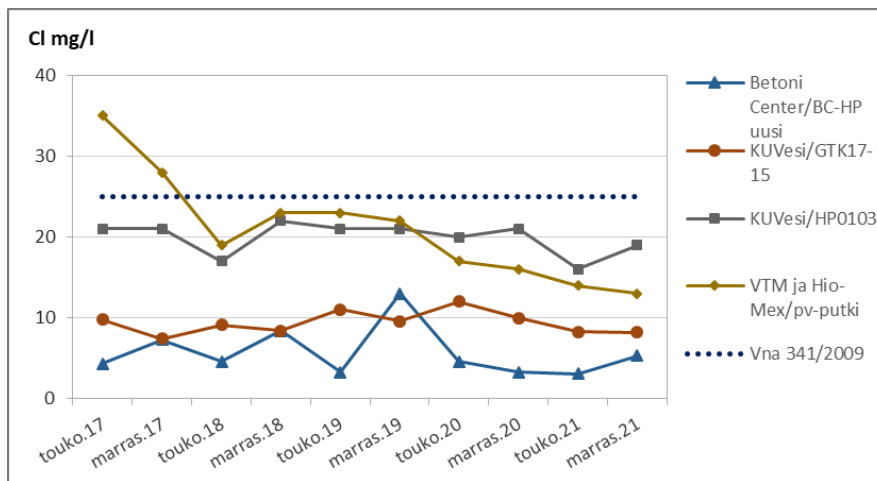
Kuva 14c. Hiilidioksidipitoisuus (mg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

7.2.6 Kloridi ja sulfaatti

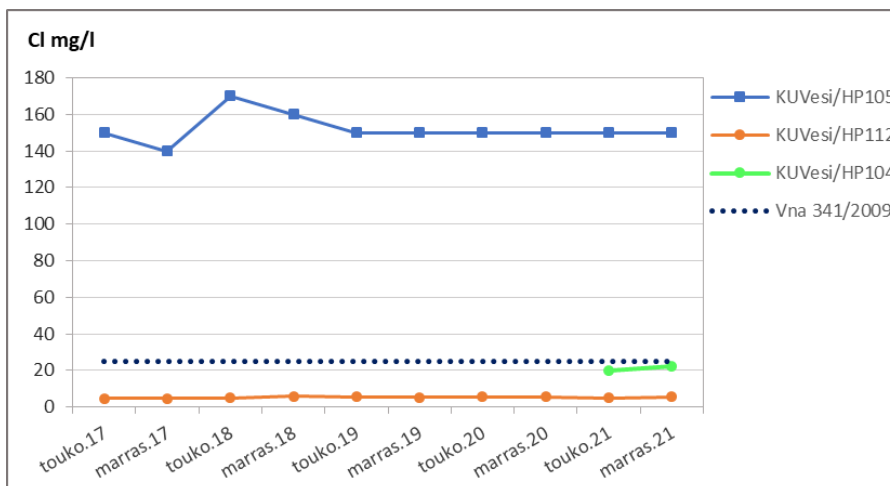
Kloridipitoisuuksissa todettiin poikkeamat taustapitoisuuksista samoissa havaintoputkissa, joissa sähkönjohtavuudet olivat koholla. Vuoden 2021 kloridipitoisuudet olivat pääasiassa samalla tasolla kuin edellisinä vuosina. Pohjavesialueen taustapitoisuutta korkeampia kloridipitoisuuksia todettiin Hyrylän havaintoputkessa HP9701, Parman tehdasalueen putkissa H1, PB2 ja PB3-18 (kuva 15a) sekä Rusutjärven putkessa HP105 (kuva 15c). Kloridipitoisuus oli kaikissa tarkkailuputkissa kuitenkin alle STM:n asetuksen 1352/2015 laatutavoitteiden mukaisen raja-arvon 250 mg/l. Parman putkessa H1 marraskuussa 2018 todetun poikkeuksellisen veden laadun vuoksi otettiin uusintanäytteet joulukuussa 2018, jolloin kloridipitoisuus oli 12 mg/l (samalla tasolla kuin vuonna 2017). Putkessa PB3-18 kloriditaso tasaantui jyrkän laskun jälkeen vuonna 2019 ja asettui vuonna 2020 hieman korkeammalle tasolle. Putken HP01/00 kloridiarvoissa oli 2019–2020 suurempia vaihteluja kuin aiempina vuosina, mutta vuonna 2021 putken kloridipitoisuus oli laskenut alhaisimmalle tasolle. Ko. havaintoputkesta noin 200 m etelään olevalta alueelta on kaivettu maata vuonna 2019 kerrostalon purkutöiden yhteydessä, ja alueelle on läjitetty väliaikaisesti muilta työmailta peräisin olevaa soraa ja maa-ainesta. Kaivuualueelta pohjavesi virtaa putken HP01/00 suuntaan, joten toiminnot ovat voineet vaikuttaa kloridipitoisuuksien vaihteluun ja nousuun. Lahelan pohjavesialueella kloridipitoisuus on ollut laskussa viimeiset kaksi vuotta putkissa VTM/HioMex-pv putki ja GTK17-15.



Kuva 15a. Kloridipitoisuus (mg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021. Katkoviiva = Vna1040/2006 ympäristönläätunormi.

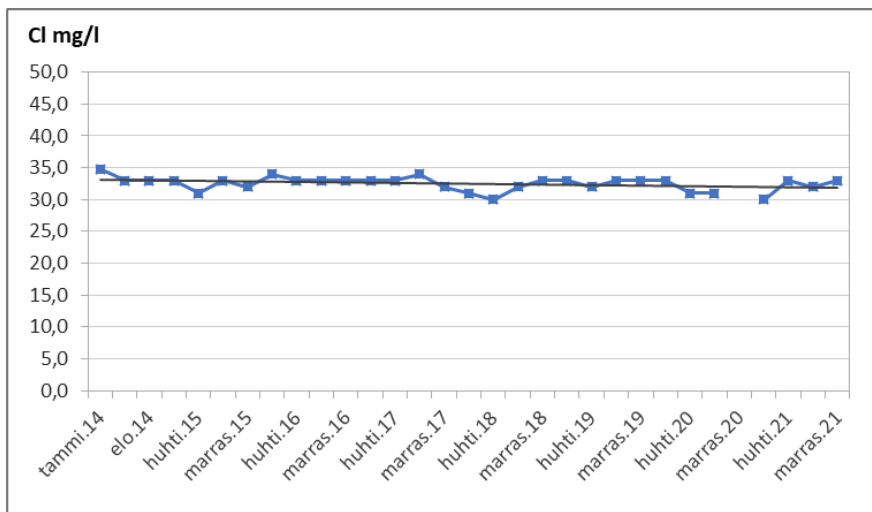


Kuva 15b. Kloridipitoisuus (mg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021. Katkoviiva = Vna1040/2006 ympäristönläätunormi.

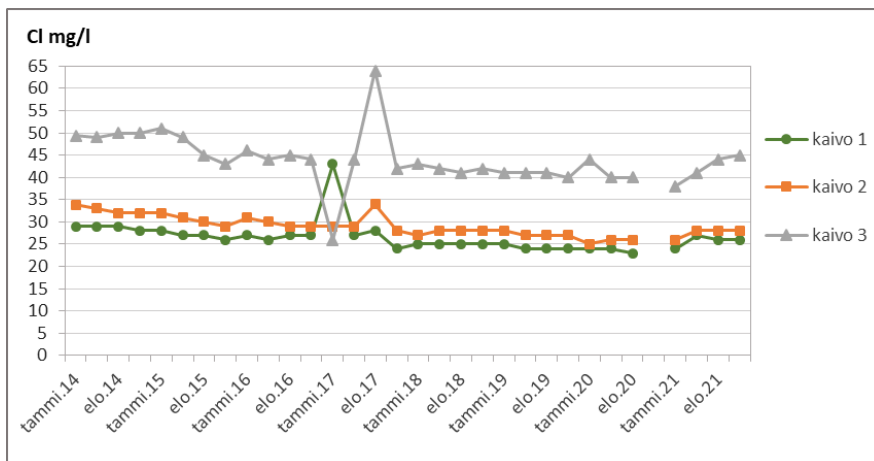


Kuva 15c. Kloridipitoisuus (mg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021. Katkoviiva = Vna1040/2006 ympäristönläätunormi.

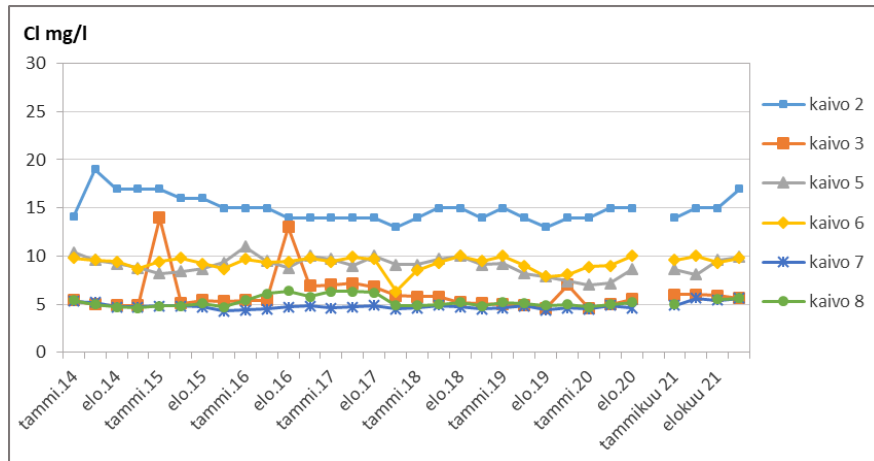
Rusutjärven pohjavesialueella sijaitsevan havaintoputken HP105 sähkönjohtavuutta nostaa tie-alueiden liukkaudentorjunta (NaCl:n käyttö). Taajama-alueella myös katuverkon liukkaudentorjunnassa käytetään tiesuolaa. Kloridipitoisuus on luontaista taustapitoisuutta korkeampi myös Koskenmäen ja Lahelan vedenottokaivoissa. Kloridipitoisuuksissa tapahtui lievä kasvu tammi-kuun ja huhtikuun välillä usean vedenottokaivon raakavesinäytteissä (kuvat 16 ja 17). Lahelan vedenottamon kaivossa 3 kloridipitoisuus kasvoi jokaisella näytteenotokerralla hieman. Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen kaivoissa kloridipitoisuudet ovat selvästi alemmalla tasolla kuin Koskenmäen ja Lahelan kaivoissa (kuva 18), vaikka tien 45 läheisyydessä (HP105) todettiin poikkeuksellisen korkeita kloridipitoisuuksia (kuva 15c). Päijännetunnelin pintaveden sekoittuminen pohjaveteen laimentaa Rusutjärven pohjavesialueen kloridipitoisuuksia.



Kuva 16. Kloridipitoisuus (mg/l) Koskenmäen vedenottamon raakavedessä 2014–2021.

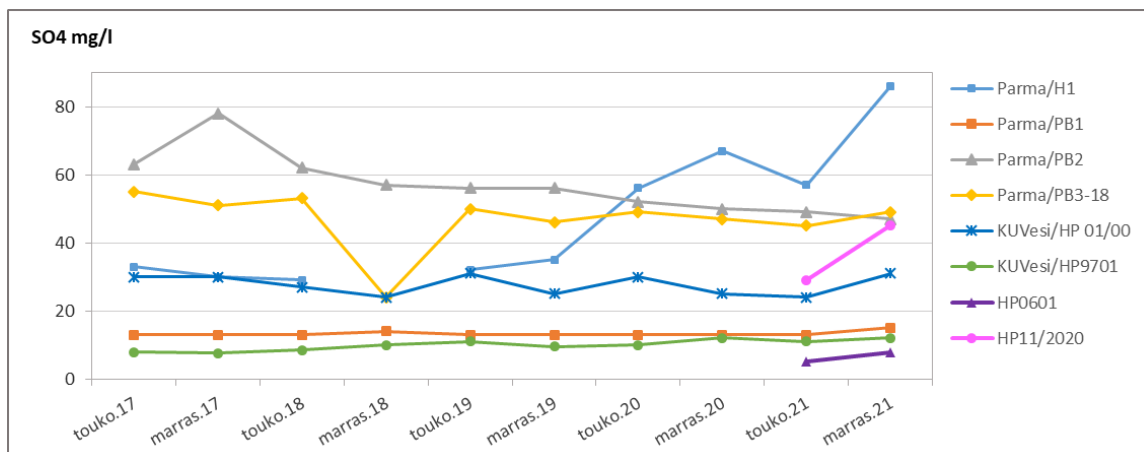


Kuva 17. Kloridipitoisuus (mg/l) Lahelan vedenottokaivojen raakavesissä 2014–2021.

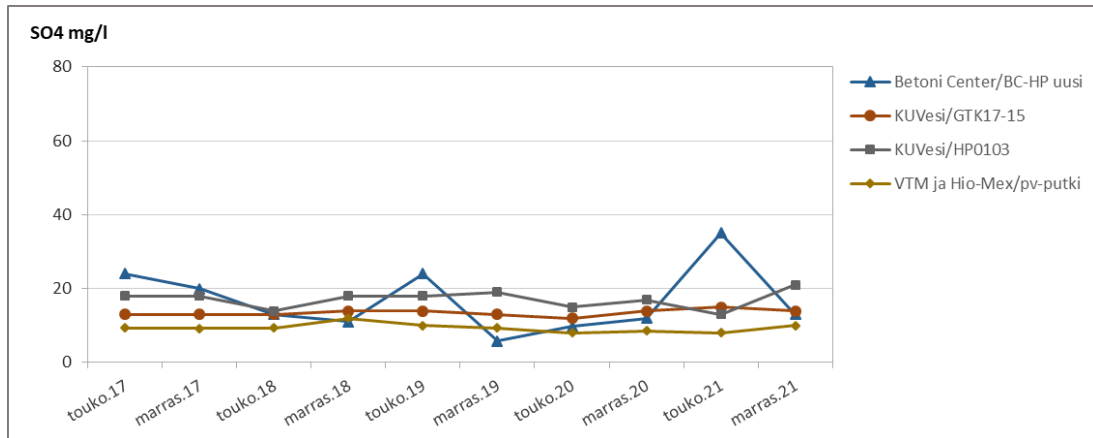


Kuva 18. Kloridipitoisuus (mg/l) Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen raakavesissä 2014–2021.

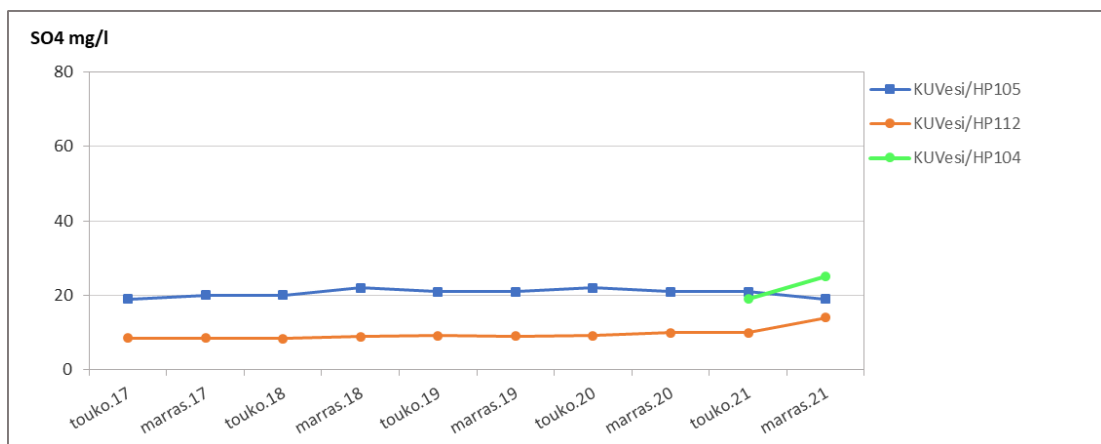
Taustapitoisuutta korkeampia sulfaattipitoisuuksia esiintyi vuonna 2021 Parma Oy:n tehdasalueen havaintoputkissa, Lahelassa sijaitsevassa Betoni Center Oy:n havaintoputkessa sekä Hyrylän havaintoputkissa HP01/00 ja HP11/2020 (kuva 19a). Parman putken H1 sulfaattipitoisuudet ovat nousseet selvästi vuoden 2019 pitoisuuksista. Pitoisuudet olivat kuitenkin alle STM:n talousveden laatutavoitteiden raja-arvon (250 mg/l) ja asetuksen 1040/2006 ympäristölaatu normin (150 mg/l). Betonituotelaistosten vaikutusalueilla pohjavedessä esiintyy usein kohonneita sulfaattipitoisuuksia, koska betonin valmistuksessa käytettävä keskeinen raaka-aine sementti sisältää kipsiä (CaSO₄). Hyrylän havaintoputkessa HP0601 on todennäköisesti sulfaattia pelkistävän mikrobitoiminnan tuloksena hyvin alhainen sulfaattipitoisuus.



Kuva 19a. Sulfaattipitoisuus (mg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021. (H1 marraskuun 2018 arvopoiikkeama 14 000 mg/l ei näy asteikossa).



Kuva 19b. Sulfaattipitoisuus (mg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 19c. Sulfaattipitoisuus (mg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

7.2.7 Typpiyhdisteet

Typpiyhdisteet (nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtyppi) määritettiin vain vesilaitoksen ennakoivan tarkkailun havaintoputkista ja Hyrylän ampumahiihtostadionin tarkkailuputkista. Suurimmat nitraattityyppipitoisuudet (3,2–2,6 mg/l NO₃-N) todettiin Hyrylän ampumahiihtostadionin havaintoputkessa HP11/2020. Myös suurimmat ammoniumtyyppipitoisuudet (1400–2000 µg/l NH₄-N) todettiin Hyrylän urheilukeskuksen lähellä sijaitsevassa putkessa HP0601. Ammoniumtyyppipitoisuudet ylittivät STM:n talusvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimuksen (400 µg/l). Kaikki todetut nitraattityyppipitoisuudet olivat selvästi alle STM:n talusvesiasetuksen laatuvaatimusten ja laatuvaatimusten sallimien enimmäisarvojen. Ampumahiihtostadionin putkista ei ole analyysituloksia aiemmilta vuosilta, mutta niissä näkyy typpikuormitusta. Nitraattityyppipitoisuus on koholla myös Hyrylän keskustassa sijaitsevassa havaintoputkessa HP01/00 (2400–2700 µg/l) ja Lahelan putkessa HP0103 (1100–1600 µg/l). Hyrylän Koskenmäen vedenottamon pohjoispuolella sijaitsevassa havaintoputkessa HP9701 todettiin myös kohonneita ammoniumtyyppipitoisuuksia (110–120 µg/l). Samat laatuvaatimukset on todettu myös vuosina 2017–2020. Nitriittityyppipitoisuudet olivat kaikissa tutkituissa näytteissä alle määrittämissä (2 µg/l).

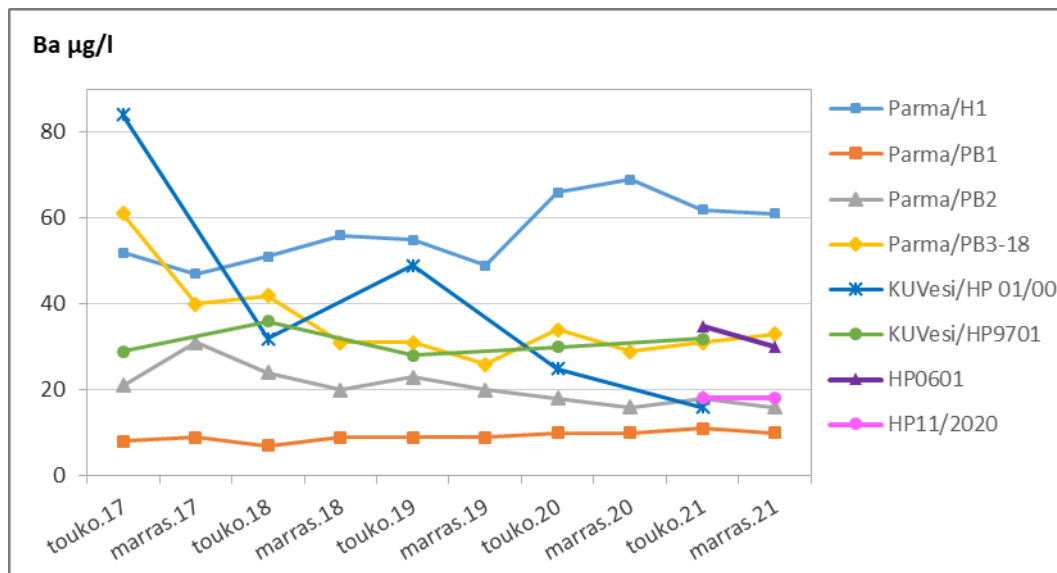
7.2.8 Raskasmetallit ja puolimetallit

Tässä luvussa on esitetty alkuaineittain lyhyt yhteenveto raskasmetallien ja puolimetallien pitoisuuksista yhteistarkkailuputkissa. **Pitoisuudet määritettiin suodatetuista pohjavesinäytteistä eli ne ovat liukoisia pitoisuuksia.**

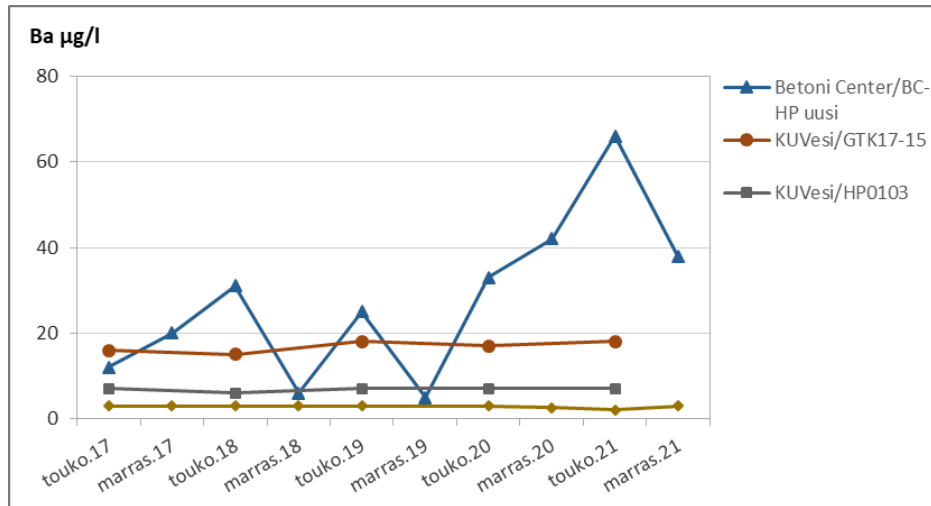
Arseeni: Todetut arseenipitoisuudet olivat pääosin pieniä ja olivat selvästi alle STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimusten salliman enimmäisarvon 10 µg/l sekä valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormin 5 µg/l. Poikkeuksina Hyrylän ampumahiihtostadionin taustaputki HP0601, jossa arseenipitoisuudet olivat keväällä **9,9 µg/l** ja syksyllä **13 µg/l** ja ylittävät ympäristölaatunormin ja syksyllä myös talousvesiasetuksen laatuvaatimuksen. Myös Lahelan havaintoputkessa GTK17-15 arseenipitoisuus oli hieman koholla keväällä (4,9 µg/l).

Barium: Vuonna 2021 muissa putkissa esiintyneitä pitoisuuksia korkeampi bariumpitoisuus todettiin molemmilla näytteenottokierroksilla Parman tehdasalueen putkessa H1 (61–62 µg/l), ja pitoisuustaso laski hieman viime vuodesta. Betoni Center Oy:n havaintoputken bariumpitoisuudet olivat myös korkeammalla tasolla edellisvuosiin verrattuna, etenkin toukokuussa (kuva 20b).

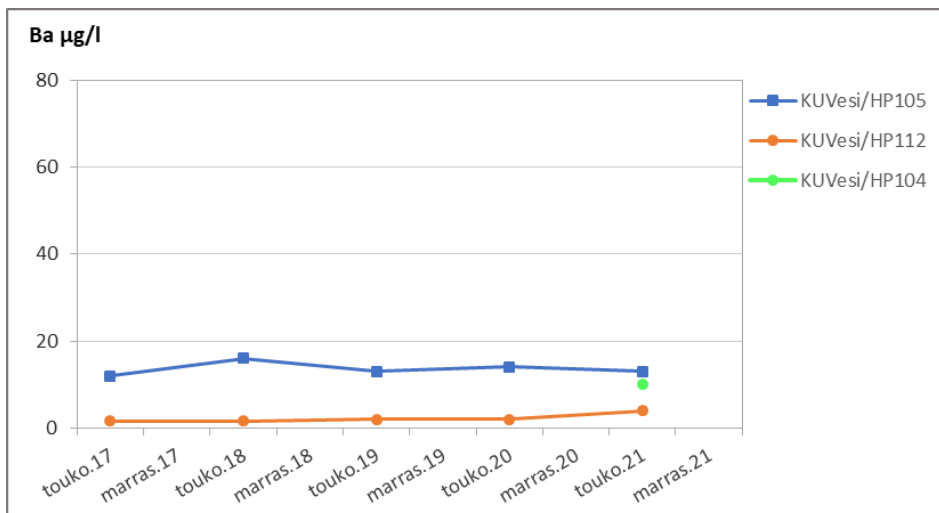
Kadmium: Todetut kadmiumpitoisuudet olivat pieniä ja olivat selvästi alle STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimusten salliman enimmäisarvon 5,0 µg/l sekä valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormin 0,4 µg/l. Suurin kadmiumpitoisuus 0,2 µg/l todettiin Parma Oy:n putkessa PB2, mikä oli samaa tasoa kuin vuosina 2019 ja 2020.



Kuva 20a. Bariumpitoisuus (µg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 20b. Bariumpitoisuus (µg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 20c. Bariumpitoisuus (µg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

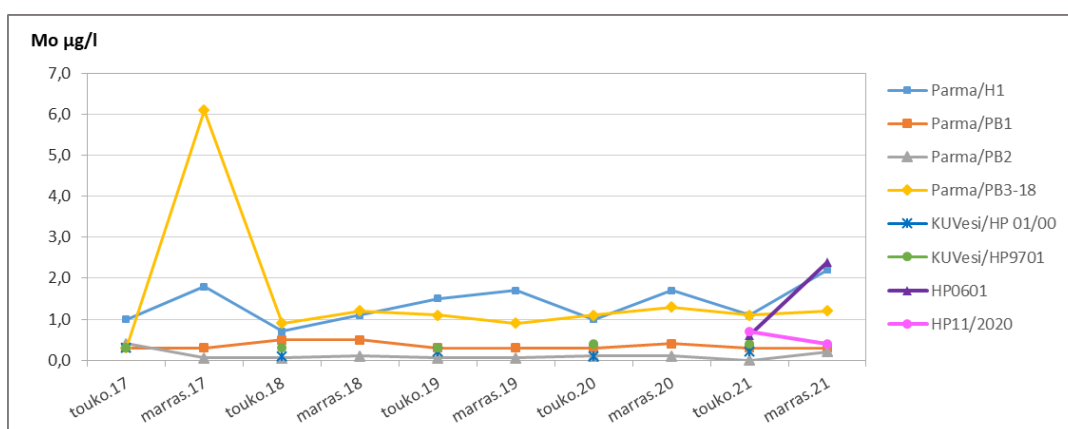
Koboltti: Todetut kobolttipitoisuudet olivat useimmissa havaintoputkissa pieniä. Valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormin (2 µg/l) ylityksiä havaittiin Hyrylän putkessa HP0601 (Co: 1,6–2,4 µg/l) ja Parman putkessa PB2 (Co: 3,1–3,6 µg/l).

Kromi: Todetut kromipitoisuudet olivat pieniä ja olivat selvästi alle STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimusten salliman enimmäisarvon 50 µg/l sekä valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormin 10 µg/l. Suurin kromipitoisuus 1,4 µg/l todettiin havaintoputkessa HP9701, mikä on suunnilleen samaa tasoa aiempien vuosien pitoisuuksien kanssa.

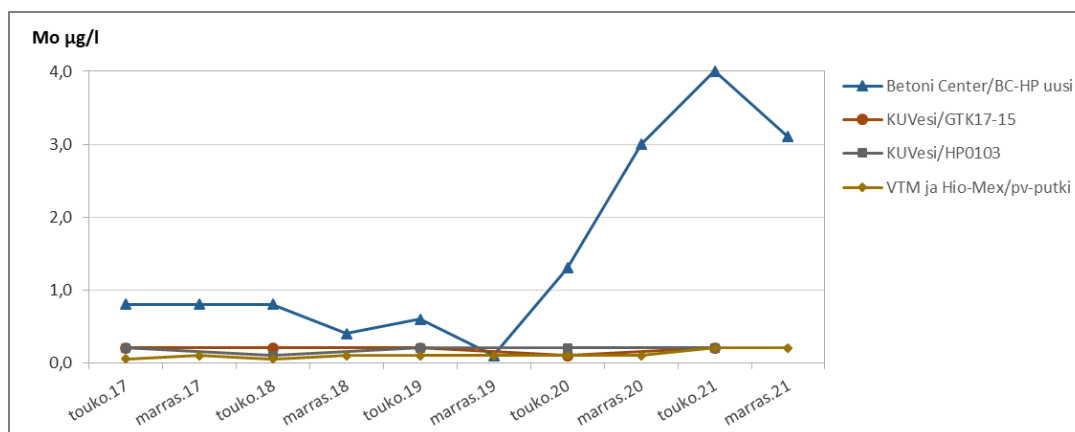
Kupari: Todetut kuparipitoisuudet olivat pieniä ja olivat selvästi alle STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimusten salliman enimmäisarvon 2,0 mg/l sekä valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormin 20 µg/l. Suurin kuparipitoisuus 1,4 µg/l todettiin Parma Oy:n havaintoputkessa H1.

Lyijy: Lyijypitoisuus oli vuonna 2021 kaikissa tarkkailuputkissa alle määrittäysrajan 0,1 µg/l. STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimusten sallima enimmäisarvo lyijylle on 10 µg/l ja valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatuunormi 5 µg/l.

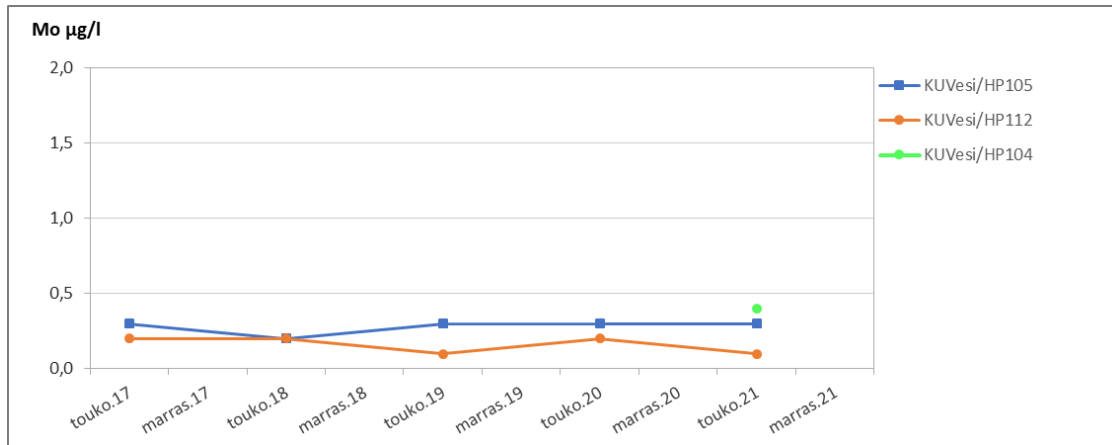
Molybdeeni: Betonituotetehtaiden (Parma Oy, Betoni Center Oy) alueilla todettiin hieman korkeampia molybdeenipitoisuuksia kuin muissa tarkkailuputkissa. Myös Hyrylän putkessa HP0601 havaittiin syksyllä hieman kohonnut molybdeenipitoisuus (2,4 µg/l). Vuonna 2020 Betoni Center Oy:n putkessa havaitut pitoisuudet nousivat alle 1 µg/l:sta lähes 3 µg/l:aan (kuva 21b). Molybdeenipitoisuuden kasvu jatkui vielä 2021 toukokuun näytteessä (4 µg/l), mutta marraskuussa 2021 pitoisuus taas laski hieman (3,1 µg/l). STM:n talousvesiasetuksessa 1352/2015 tai valtioneuvoston asetuksessa 1040/2006 ei ole raja-arvoa molybdeenille. WHO:n ohjeellinen raja-arvo molybdeenipitoisuudelle juomavedessä on 70 µg/l.



Kuva 21a. Molybdeenipitoisuus (µg/l) Hyrylän pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 21b. Molybdeenipitoisuus (µg/l) Lahelan pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.



Kuva 21c. Molybdeenipitoisuus (µg/l) Rusutjärven pohjavesialueen yhteistarkkailuputkissa vuosina 2017–2021.

Nikkeli: Tarkkailuputkissa todetut nikkelpitoisuudet olivat pääosin pieniä ja olivat selvästi alle STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 laatuvaatimusten salliman enimmäisarvon 20 µg/l sekä valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormin 10 µg/l. Parma Oy:n havaintoputkessa PB2 on todettu vuosina 2017–2020 ympäristölaatunormin niukasti ylittäviä pitoisuuksia, ja vuonna 2021 laatunormi ylittyi niinkään niukasti keväällä, jolloin pitoisuus oli 12 µg/l. Lievästi kohonnut nikkelpitoisuus havaittiin myös putkessa PB3-18 (4,8–5,7 µg/l). Myös Hyrylän ampumahiihtostadionin putkessa HP11/2020 oli hieman koholla oleva nikkelpitoisuus (3,1–3,7 µg/l).

Sinkki: Sinkkipitoisuus oli kaikissa tarkkailuputkissa alhainen tai alle määrittämissä 5,0 µg/l. Ainoat todetut määrittämissä ylitykset olivat Parman putkessa PB2 (6–7 µg/l) ja määrittämissä oleva pitoisuus syksyllä putkessa HP0601 (5 µg/l). Valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormi sinkille on 60 µg/l.

Tina: Kaikissa tutkituissa näytteissä tinapitoisuus oli alle määrittämissä 1,0 µg/l.

7.2.9 Orgaaniset haitta-aineet

Lahelan, Koskenmäen ja Rusutjärven vedenottamoiden kaivojen raakavesistä tutkittiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet) vuonna 2021 huhtikuun näytekierroksella, ja kaikkien tutkittujen yhdisteiden pitoisuudet olivat alle yhdistekohtaisten määrittämissä rajojen. Vuonna 2021 tehty öljyhiilivetyjen määrittäminen Rusutjärven pohjoisen vedenottoalueen kaivoista liittyi kaivojen K2 ja K3 veden laadun tehostettuun tarkkailuun. Vedenotto-kaivoissa K2 ja K3 ei havaittu öljyhiilivety-yhdisteitä eikä PAH-yhdisteitä vuonna 2021 ja tehostettu öljyhiilivetyjen seuranta lopetettiin terveysviranomaisen päätöksellä vuoden 2021 lopussa. Bensiinin lisäaineet tutkittiin vedenotto-kaivoista huhtikuussa ja Rusutjärven kaivoista K2 ja K3 myös elo- ja marraskuussa; kaikki pitoisuudet olivat alle määrittämissä rajojen.

Öljyhiilivetyjen (jakeet C₁₀ - C₂₁ ja C₂₁ - C₄₀) pitoisuudet olivat kaikissa kolmessa tutkitussa havaintoputkissa alle jakekohtaisten määrittämissä rajojen (25 µg/l) vuonna 2021.

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC-yhdisteet) esiintyi vuonna 2021 yhdessä havaintoputkessa, Lahelan pohjavesialueella sijaitsevassa Hio-Mex Oy:n ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n yhteisessä tarkkailuputkessa. Hio-Mex/VTM -putkessa todettiin trikloorieteeniä kevään näytekerroksella 0,8 µg/l. Trikloorieteeni on hyvin yleisesti käytetty liuotinyhdiste. Pieniä pitoisuuksia trikloorieteeniä todettiin tässä samassa putkessa myös vuosina 2017–2020. Marraskuussa 2018 havaittuja pieniä pitoisuuksia bensiinin lisäaine MTBE:tä ja TAME:a ei ko. putkessa ole sen jälkeen kuitenkaan havaittu. Putki sijaitsee Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n laitoksen piha-alueella. Ko. kiinteistön naapurikiinteistöillä on ollut vuokralaisina autonkorjaamo- ja huoltotoimintaan keskittyviä pienyrityksiä ja harrasteautotoimintaa, joten on mahdollista, että maaperään on vuotanut pieniä määriä bensiiniä esim. hulevesiviemäriin kautta. Teollisuusmaalaamo VTM Oy:ltä saatujen tietojen mukaan naapurikiinteistöillä on havaittu muutamaan otteeseen sadevesien mukana hulevesiviemäriin valunutta öljymäistä ainesta (pienehköjä määriä). Toisella naapurikiinteistöillä on havaittu kuljetuskalustosta öljyvuojoja, jotka niin ikään ovat valuneet sadevesien mukana VTM:n kiinteistön hulevesiviemäriin.

PAH-yhdisteiden pitoisuudet määritettiin vain Hio-Mex Oy:n ja VTM Oy:n yhteisestä tarkkailuputkesta. Vuonna 2021 kaikkien määritettyjen PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle yhdistekohtaisten määrittämissä rajojen (0,002–0,02 µg/l).

7.2.10 Fluoridi ja syanidi

Fluoridi- ja syanidipitoisuudet määritettiin lupamääräysten mukaisesti vain Hio-Mex Oy:n ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n yhteisestä havaintoputkesta. Fluoridipitoisuus oli kevään näytekerroksella 31 µg/l ja syksyllä alle määrittämissä rajojen (<20 µg/l). Aikaisempina tarkkailuvuosina (2012–2020) fluoridipitoisuus on ollut 15–79 µg/l tai alle määrittämissä rajojen. Syanidipitoisuus oli molemmilla näytteenottokerroksilla alle määrittämissä rajojen 5 µg/l.

8 Yhteenveto toimijoittain

Taulukossa 13 on esitetty pohjavesiyhteistarkkailun piirissä olevilla pohjavesialueilla (Hyrylä, Lahela, Rusutjärvi) vuonna 2021 havaitut pohjaveden laatupoikkeamat. Niiden perusteella on tunnistettu kriittiset aineet ja yhdisteet, joiden esiintyminen pohjavedessä voi heikentää veden käyttökelpoisuutta talousvetenä. Alla on esitetty toimijakohtaisesti lyhyet yhteenvedot keskeisistä tuloksista. Yleisenä havaintoja orgaanisten haitta-aineiden osalta voidaan todeta, että niitä esiintyi yhteistarkkailussa mukana olevissa havaintoputkissa vuonna 2021 selvästi vähemmän kuin vuonna 2020. Öljyhiilivetyjä ja PAH-yhdisteitä ei todettu lainkaan ja VOC-yhdisteitä todettiin vain yhdessä havaintoputkessa hyvin pienenä pitoisuutena.

Taulukko 13. Kriittiset aineet ja yhdisteet yhteistarkkailun piirissä olevilla pohjavesialueilla.

Pohjavesialue	Kriittiset aineet, yhdisteet ja laatupoikkeamat
Hyrylä	kloridi, rauta, mangaani, (öljyhiilivedyt C ₂₁ -C ₄₀), PIMA-kohteet: bensiinijakeet C ₅ -C ₁₀ , BTEX-yhdisteet, MTBE, TAME
Lahela	rauta, mangaani, trikloorieteeni
Rusutjärvi	kloridi, rauta, mangaani, (öljyhiilivedyt C ₁₀ -C ₄₀)

Vuosi 2021 oli selkeästi vähäsateisempi ja lämpimämpi kuin vuodet 2019 ja 2020. Pohjaveden pinnakorkeuksien vaihtelu oli vähäisempää vuonna 2021 kuin vuosina 2019–2020 kaikilla Tuusulan tarkkailluilla pohjavesialueilla. Pinnat olivat keskimäärin korkeammalla kuin vuonna 2019 ja paikoin myös korkeammalla kuin 2020. Lahelan pohjavesialueella vedenottamon läheisyydessä sijaitsevassa anturiputkessa pohjaveden pinta nousi kuitenkin selkeästi viime vuosien tasoon nähden. Samaan aikaan vedenotto on vähentynyt Lahelan ottamalla.

8.1 Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymä

Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymän pohjavedenottamoilla (Koskenmäki, Lahela, Rusutjärvi) pohjaveden laatu oli vuonna 2021 pääasiassa moitteetonta. Ajoittain heterotrofinen pesäkeluku oli Rusutjärven kaivojen raakavesissä hieman koholla kuvastaen runsaiden sateiden tai imeytyneen pintaveden (tekopohjaveden imeytys Rusutjärven tekopohjavesilaitoksella) vaikutusta. Myös Lahelan vedenottamon kaivossa 3 havaittiin heterotrofisen pesäkeluvun tulos marraskuussa (1 pmy/ml). Hyrylän pohjavesialueella, Koskenmäen ottamon pohjoispuolella sijaitsevan havaintoputken HP9701 poikkeuksellisen korkea TOC-pitoisuus kasvoi laskettuaan vuosien 2017–2020 aikana. Samassa putkessa muut laatu poikkeamat (niukkahappisuus, kohonnut hiilidioksidipitoisuus, korkea rauta- ja mangaanipitoisuus, koholla oleva ammoniumtyppi ja rikkivedyn haju) viittasivat orgaanisen aineksen tehokkaaseen biohajoamiseen. Koskenmäen ottamon eteläpuolella sijaitsevan havaintoputken HP01/00 kloridipitoisuudet ovat laskeneet aiempien vuosien ajoittain korkeista lukemista. Rusutjärven pohjavesialueella kantatie 45:n välittömässä läheisyydessä sijaitsevassa havaintoputkessa HP105 todettiin edellisvuosien tapaan muita havaintopaikkoja selvästi korkeampi kloridipitoisuus (150 mg/l), pitoisuustaso oli samalla tasolla kuin vuonna 2020. Todennäköinen aiheuttaja on liukkaudentorjunta eli natriumkloridin käyttö tiealueella. Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen pohjoisella kaivoalueella todettiin marraskuussa 2020 öljyhiilivetyjä, painottuen raskaisiin jakeisiin C₂₁-C₄₀. Havainto käynnisti lisäselvitykset ja orgaanisten haitallisten aineiden tihennetyn tarkkailun, joka päättyi vuonna 2021 jolloin haitallisia orgaanisia aineita ei enää havaittu kaivojen raakavesissä.

8.2 Betoni Center Oy

Vuonna 2021 Betoni Centerin havaintopisteen pohjaveden sulfaattipitoisuus oli toukokuussa selkeästi taustapitoisuutta korkeampi. Betonituotannossa käytettävät raaka-aineet sisältävät kalkkikiveä (CaCO₃) ja kipsiä (CaSO₄), joiden liukeneminen ja reaktiot pohjavesiympäristössä selettävät laatu poikkeamat em. arvoissa. Vuonna 2021 molybdeenin ja bariumin pitoisuudet olivat

havaintopisteessä aiempia vuosia enemmän koholla keväällä; molempien pitoisuudet laskivat syksyn 2021 näytteissä syksyn 2020 tasolle. Raskasmetallipitoisuudet olivat pieniä ja öljyhiilivetyjen (jakeet C₁₀ - C₂₁ ja C₂₁ - C₄₀) pitoisuudet olivat molemmilla näytteenottokierroksilla alle jaekohtaisten määräysrajojen (25 µg/l).

8.3 Hio-Mex Oy ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy

Hio-Mex Oy:n ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n yhteisessä tarkkailuputkessa kloridipitoisuus vuonna 2021 jatkoi laskuaan vuoden 2017 korkeista pitoisuuksista. Syanidipitoisuudet olivat alle ainekohtaisten määräysrajojen molemmilla näytteenottokerroilla ja fluoridin syksyllä, keväällä mitattiin fluoridin pitoisuudeksi 31 µg/l. Vuoden 2021 kevään näytteenottokerralla todettiin pohjavedessä pieni pitoisuus trikloorieteeniä (0,8 µg/l), jota esiintyi tässä havaintoputkessa myös vuosina 2017–2020. Todettu pitoisuustaso oli selvästi alle STM:n talousvesiasetuksen 1352/2015 kemiallisten laatuvaatimusten salliman enimmäispitoisuuden (raja-arvo 10 µg/l). Viime vuonna havaittua PAH-yhdisteisiin kuuluvaa naftaleenia ei havaittu, eikä muitakaan PAH-yhdisteitä. Vuonna 2018 havaintoputkesta todettuja pieniä pitoisuuksia bensiinin lisäaineita MTBE:tä ja TAME:a ei vuoden 2021 näytekierroksilla havaittu. Havaintoputki sijaitsee Teollisuusmaalaamo VTM Oy:n laitoksen piha-alueella. Ko. kiinteistön naapurikiinteistöillä on ollut vuokralaisina autonkorjaamo- ja huoltotoimintaan keskittyviä pienyrityksiä ja harrasteautotoimintaa, joten on mahdollista, että maaperään on vuotanut pieniä määriä bensiiniä esim. hulevesiviemärin kautta.

8.4 Parma Oy

Parma Oy:n tehdasalueella todettiin vuonna 2021 pohjavedessä taustapitoisuutta korkeampia sulfaattipitoisuuksia. Sulfaattipitoisuudet olivat koholla tehdasalueen havaintoputkissa H1, PB2 ja PB3-18 (45–86 mg/l). Kohonneita hiilidioksidipitoisuuksia on todettu näissä samoissa putkissa aiempina vuosina. Vuonna 2021 syksyllä hiilidioksidipitoisuudet laskivat huomattavasti putkissa. Putkessa H1 sulfaattipitoisuus kasvoi syksyllä selvästi edellisvuosien tasoon verrattuna. Aikaisempina vuosina ja vielä toukokuussa 2021 havaitut kohonneet hiilidioksidipitoisuudet selittyvät osittain betonin sisältämien yhdisteiden reaktioilla pohjavesiympäristössä. Betonin yhtenä pääraaka-aineena käytettävä sementti sisältää kalkkikiveä (CaCO₃) ja kipsiä (CaSO₄). Kalkkikiven liuessa veteen muodostuu bikarbonaattia. Parma Oy:n tehdasalueella pohjaveden pH on paikoitellen ≤ 5,8–6,4, joten veteen vapautuu hiilidioksidia. Myös orgaanisen aineksen biohajoamista tapahtuu (tehdasalueen putkissa on hieman kohonneita orgaanisen hiilen pitoisuuksia ja niukasti happea), mikä tuottaa hiilidioksidia.

Parma Oy:n tehdasalueen havaintoputkissa vuonna 2021 todetut raskasmetallien liukoiset pitoisuudet olivat pääasiassa pieniä. Liuenneet barium-, kadmium-, koboltti-, kupari-, molybdeenin-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet olivat kuitenkin useissa putkissa hieman koholla verrattuna alueen taustapitoisuuteen. Havaintoputkessa PB2 todettiin vuoden 2021 kevään näytteenottokierroksella nikkelpitoisuus 12 µg/l, joka ylitti ympäristönlaatunormin, mutta alittaen talousvesiasetuksen raja-arvon. Kohonnut nikkelpitoisuus havaittiin putkessa PB2 myös vuosina 2017–2020.

Samassa putkessa todettiin myös ympäristölaatunormin (2 µg/l) ylittävä kobolttipitoisuus vuoden 2021 molemmilla näytteenottokerroilla (3,1–3,6 µg/l).

Öljyhiilivetyjen (jakeet C₁₀ – C₂₁ ja C₂₁ – C₄₀) pitoisuudet olivat alle jaekohtaisten määräysrajojen (25 µg/l) vuonna 2021. Kaikkien tutkittujen VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat molemmilla näytteenottokerroksilla alle yhdistekohtaisten määräysrajojen.

8.5 Hyrylän ampumahiihtostadion

Hyrylän ampumahiihtostadionin pohjaveden tarkkailu liitettiin vuoden 2021 alussa osaksi Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailua. Tarkkailuvelvoite koskee kahta pohjavesiputkea, joista toinen toimii vaikutusten arviointiputkena (HP11/2020) ja toinen taustapitoisuusputkena (HP0601). Taustapitoisuusputkessa HP0601 todettiin useita laatupoikkeuksia muihin yhteistarkkailuun kuuluviin putkiin nähden. Liuenneen orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli kaikista tarkkailuista putkista korkein (12–17 mg/l). Samoin myös ammoniumtyyppipitoisuudet (2000–1400 µg/l), arseenipitoisuudet (9,9–13 µg/l), hiilidioksidipitoisuus (110–39 mg/l), mangaani- (670–720 µg/l) ja rautapitoisuudet (18 000–19 000 µg/l). Näistä rauta-, mangaani-, ammoniumtyppi- ja arseenipitoisuudet ylittivät STM:n talousvesiasetuksen 1325/2015 laatutavoitteet- tai -suositukset. Lisäksi näytteenoton yhteydessä pohjavesi on alussa hyvin sameaa ja väriltään keltaista tai ruskeaa ja lisäksi siinä on voimakas rikkivedyn haju. Useiden raskasmetallien pitoisuudet ovat putkessa myös hieman korkeampia kuin muissa lähialueen putkissa. Putkessa vallitsee voimakkaan pelkistävät olosuhteet, joiden vuoksi nitraatti- ja sulfaattipitoisuudet sekä happipitoisuus ovat hyvin matalat, kun taas liuenneen raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat vastaavasti hyvin korkeita.

Varsinainen vaikutusarviointiputki HP11/2020 vastaa laadultaan enemmän alueen muita putkia. Kyseisessä putkessa on hieman koholla olevat hiilidioksidi-, sulfaatti-, nikkeli-, mangaani-, rauta- ja nitraattipitoisuudet. Nämä pitoisuudet alittavat kuitenkin reilusti VNa 1040/2006 ympäristölaatunormin ja STM:n talousvesiasetuksen 1325/2015 raja-arvot.

9 Jatkotoimenpiteet

Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailua jatketaan vuonna 2022 samalla näytteenotto- ja analyysiohjelmalla kuin vuonna 2021. Pohjaveden pinnankorkeutta mittaavien jatkuvatoimisten paineantureiden toimintavarmuus pyritään varmistamaan. Syitä havaintoputken HP0601 poikkeukselliseen pohjaveden laatuun pyritään selvittämään. Pintaveden osuutta Koskenmäen ja Rusutjärven vedenottoaivoissa voidaan tarvittaessa selvittää ottamalla näytteitä hapen ja vedyn isotooppikoostumuksen määrittämiseksi.

Lähdeluettelo

Breilin, O., Paalijärvi, M. ja Valjus, T. 17.6.2005. Pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys Tuusulanharjulla Mätäkivennummen-Vaunukankaan välisellä alueella. Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportti. 17 s. + liitteet.

Golder Associates Oy. 12.4.2021. Pohjaveden seurantaraportti 2019-2020 Oy Teboil Ab, Hyrylä, Asemanumero 7052. 14 s. + liitteet.

Hitchon, B., Perkins, E.H., Gunter, W.D. 1999. Introduction to Ground Water Geochemistry. Geoscience Publishing Ltd. Sherwood Park, Alberta, Canada. 310 p.

Kaipainen, T., Sallasmaa, O., Ahonen, J. & Valjus, T. 29.6.2016. Pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys Lahelan pohjavesialueella Tuusulassa. Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportti. 16 s. + liitteet.

Kivimäki, A.-L., Rautio, A., Korkka-Niemi, K., Brander, M., Nygård, M., Vahtera, H., Karhu, J., Salonen, V.-P., Kiirikki, M. & Lahti, K. 2013. Vantaanjoen ja sen sivujokien hydrauliset yhteydet pohjavesimuodostumiin ja vaikutukset veden laatuun. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesien-suojeluyhdistys ry. Julkaisu 69/2013. 133 s + liitteet.

Kivimäki, A.-L., Lahti, K., Loikkanen, H., Lindholm, J., Ahonen, J., Backman, B., Kaipainen, T., Luoma, S., Pullinen, A., Kiirikki, M., Oksanen, A. & Pönni, J. 2017. Pohjavesien yhteistarkkailun kehittäminen – Loppuraportti. VHVSY ry:n Julkaisu 77/2017. 54 s.

Kivimäki, A.-L. ja Luodeslampi, P. 10.12.2019. Tuusulan Hyrylän ja Rusutjärven pohjavesialueiden suojelusuunnitelma - Päivitys 2019. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesien-suojeluyhdistys ry:n Raportti 23/2019. 84 s. + liitteet.

Pöyry Finland Oy. 6.9.2013. Hyrylän pohjavesialue – Muodostuvan pohjaveden laadun ja määrän turvaaminen Rykmentinpuiston ja Sulan kaavoituksen toteutuksessa. 14 s.

Pöyry Finland Oy. 31.1.2016. Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, WSP – Riskienhallintasuunnitelma. 51 s. + liitteet.

Pöyry Finland Oy. 22.12.2016. Lahelan pohjavesialueen suojelusuunnitelman päivitys. Tuusulan kunta. 38 s. + liitteet.

Pöyry Finland Oy. 6.7.2018. Hyrylän pohjavesialueen antoisuus selvitys – selvitys vedenoton ja kaavoituksen yhteensovittamisesta. Tuusulan kunta. 21 s. + liitteet.

Pöyry Finland Oy. 25.9.2019. Rusutjärven vedenottamon pohjavesitutkimukset, Vedenjohtavuusmittaukset 2.7.2019. 13 s. + liitteet.

Ramboll Finland Oy. 22.1.2014. Shell Hyrylä Kievarinportti 1, Pilaantuneen maaperän kunnostus. 6 s. + liitteet.

Ramboll Finland Oy. 23.2.2021. Pohjaveden tarkkailuraportti – Entinen Shell Hyrylä. 7 s. + liitteet.

Ramboll Finland Oy. 22.12.2020. Öljyvahinko, Palkkitie 3, Tuusula. Pilaantuneen maaperän kunnostus. 2 s. + liitteet.

Ranta-Pere, T. 2013. Pohjavesialueiden vedenottoon liittyvät luvat Tuusulan seudun vesilaitoksella. Tampereen teknillinen yliopisto. 35 s.

Rimpiläinen, J. 16.6.2020. Parman Hyrylän tehtaan alueella tapahtuneen hydraulikkaöljyvuodon poikkeustilanneraportti. 1 s.

Suunnittelukeskus Oy ja Suomen Pohjavesitekniikka Oy. 1995. Tutkimus Rusutjärven pohjavedenottamon laajentamisesta tekopohjavesilaitokseksi. 26 s. + liitteet.

Uudenmaan ELY-keskus. 19.7.2017. Lausunto, Pilaantuneen maaperän kunnostusten loppuraporttien ja pohjaveden seurantaraportin tarkastaminen. 6 s. + liitteet.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. 25.8.2016. Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailusuunnitelma – Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven pohjavesialueet. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 9/2016. 27 s. + liitteet.

Tuusulan pohjavesiyhteistarkkailun vuosiraportti 2021

Keski-Uusimaan Vesi Kuntayhtymä, Betoni Center Oy, Hio-Mex Oy, Parma Oy ja Teollisuusmaalaamo VTM Oy ovat toteuttaneet vuoden 2017 alusta alkaen yhteistyössä Tuusulan Hyrylän, Lahelan ja Rusutjärven pohjavesialueilla pohjavesiyhteistarkkailua. Vuonna 2021 yhteistarkkailuun liittyi Tuusulan kunta. Pohjaveden laadun yhteistarkkailussa on 15 havaintoputkea, joista otetaan pohjavesinäytteitä kaksi kertaa vuodessa. Vedenottoon liittyen tarkkaillaan pohjaveden pinnankorkeuksia sekä paineantureilla että kuukausittain tehtävillä mittauksilla. Tässä yhteenvetoraportissa on raportoitu vuoden 2021 pohjaveden laadun ja pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailutulokset. Tarkasteltavana ovat myös vedenottamoiden vedenottomäärät ja raakavesien tarkkailutulokset.



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

Ratamestarinkatu 7 b (3. krs), 00520 Helsinki

vhvsy@vantaanjoki.fi

www.vantaanjoki.fi