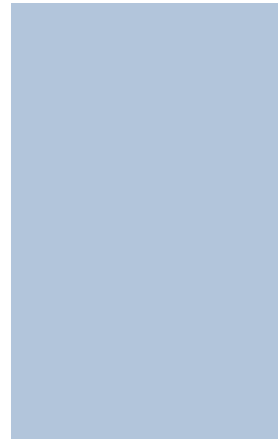


Raportti 6/2022



Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu Vuosiraportti 2021

Harri Turtiainen
Anna-Liisa Kivimäki



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Raportti 6/2022

Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu – Vuosiraportti 2021

9.2.2022

Laatija: Harri Turtiainen & Anna-Liisa Kivimäki

Tarkastaja: Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailun ohjausryhmä

Hyväksyjä: Jari-Pekka Pääkkönen

Valokuvat: VHVSY ry (Anna-Liisa Kivimäki)

Tiivistelmä

Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu käynnistettiin vuoden 2016 alussa Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymän sekä Helsingin, Vantaan ja Espoon kaupunkien yhteistyönä. Yhteistarkkailussa tarkkaillaan pohjaveden laatua ja pinnankorkeuksia yhdellätoista Helsingin, Vantaan, Espoon ja Tuusulan pohjavesialueella. Tarkkailussa mukana olevilla pohjavesialueilla ei ole tällä hetkellä toiminnassa olevia pohjavedenottamoita muualla kuin Tuusulan Mätäkiven pohjavesialueella, jolla sijaitsee Kuninkaanlähteen pohjavedenottamo. Muilla pohjavesialueilla sijaitsevilla ottamoilla on kuitenkin vedenhankinnallinen merkitys varavedenottamoina. Vuonna 2017 yhteistyö laajeni, kun yhteistarkkailuun liittyi Vantaan Valkealähteen pohjavesialueella toimivia yrityksiä: Neles Oy, St1 Oy ja Stena Recycling Oy. Vuonna 2018 tarkkailuun liittyi Remeo Oy, ja vuonna 2019 tarkkailuun liittyi Tuusulan Mätäkivi B -pohjavesialueella sijaitsevalla Sammonmäen teollisuusalueella toimivia yrityksiä: Peab Industri Oy ja Rudus Oy.

Pääkaupunkiseudun pohjavesialueiden veden laatua ja määrää vaarantavat tiheä asuinalueiden ja liikenneverkon rakentaminen sekä taajama-alueille keskittynyt yritystoiminta. Riskien tunnistaminen ja hallinta on tärkeää, jotta varavedenottamoilta pystytään tarvittaessa ottamaan vedenottolupien mukaiset määrät pohjavettä, joka on laadultaan talousvedeksi soveltuvaa. Tämän vuoksi pohjaveden laadun tarkkailu painottuu varavedenottamoiden vedenottokaivojen veden laadun tarkkailuun. Kuormitetuimmilla alueilla ja yrityskeskittymäalueilla pohjaveden laatua tarkkaillaan myös havaintoputkista.

Pääkaupunkiseudun pohjavesissä on tyypillisesti niukasti happea ja matala pH-arvo. Nämä veden käyttökelpoisuutta välillisesti heikentävät ominaisuudet ovat pääasiassa luonnonolosuhteiden aiheuttamia, ja ovat tyypillisiä käsittelyä edellyttäviä ominaisuuksia Suomen pohjavesissä. Vuonna 2021 pohjaveden pH alitti STM:n talousvesiasetuksen (STM 1352/2015) mukaisen laadutavoitteen (6,5–9,5) alarajan viidessä varavedenottokaivossa.

Niissä savipeitteisillä alueilla sijaitsevissa varavedenottokaivoissa, joissa vesi oli käytännössä hapetonta (vuonna 2021 erityisesti Espoon Puolarmetsän kaivo), todettiin pohjavedessä runsaasti liuenutta rautaa ja mangaania. Kauklahden varavedenottamon kaivossa vuonna 2020 havaittu erittäin korkea rautapitoisuus oli laskenut alle määritysrajan vuonna 2021. Puolarmetsän kaivossa liunneen raudan ja mangaanin pitoisuudet ylittivät merkittävästi talousvesiasetuksen 1352/2015 laadutavoitteiden sallimat enimmäisarvot. Myös Vantaan Koivukylän varavedenottamolla vuonna 2020 todettu poikkeuksellisen korkea talousveden enimmäispitoisuuden ylittävä liunneen raudan pitoisuus oli laskenut alle määritysrajan. Vantaan Kaivokselan varavedenottamolla todettiin jälleen hyvin korkea mangaanipitoisuus. Tuusulan Mätäkiven pohjavesialueella rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat paikoin korkeita vuonna 2021. Niukkahappisuutta voi aiheuttaa savipeitteisyyden lisäksi pohjavesikerrokseen kulkeutuneen orgaanisen aineksen hajoaminen. Liunneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat keväällä 2021 lähes kaikissa vedenottokaivoissa ja havaintoputkissa noin samalla tai jopa alemmalla tasolla kuin keväällä 2020. Kaivokselan varavedenottamon kaivossa DOC-pitoisuus oli noussut 0,9 mg/l. DOC-pitoisuudet olivat kaikilla ottamoilla suurempia kuin luonnontilaisessa pohjavedessä havaittavat pitoisuudet.

Vuonna 2021 varavedenottokaivoista otetuissa vesinäytteissä todettiin useita pohjaveden hygieenistä laatua kuvaavia bakteerilöydöksiä. Veden hygieenisessä laadussa todettiin poikkeamia

STM:n talousvesiasetuksen (STM 1352/2015) laatuvaatimuksista ja -tavoitteista neljässä varavedenottokaivossa, mikä on saman verran kuin vuosina 2019 ja 2020. *E.coli*-bakteereita ei todettu, mutta suolistoperäisiä enterokokkeja todettiin syksyllä Vartiokylän pohjavesialueen varavedenottokaivossa. Varavedenottokaivot eivät ole aktiivisessa käytössä eivätkä näin ollen ole säännöllisten huolto- ja puhdistustoimenpiteiden piirissä. Hygieenisen laadun heikkeneminen liittyy useimpien kaivojen kohdalla rapautuneisiin ja vaurioituneisiin kaivorakenteisiin, minkä vuoksi kaivoihin pääsee pintavaluntavesiä.

Yleisin ihmistoiminnan aiheuttama pohjaveden kemiallisen laadun muutos pääkaupunkiseudun pohjavesialueilla on kohonnut kloridipitoisuus. Lähes kaikissa varavedenottokaivoissa, lukuun ottamatta Espoon Kauklahten, Puolarmetsän ja Kalajärven varavedenottamoita, kloridipitoisuus ylitti pohjaveden ympäristölaatu normin 25 mg/l (Vna 1040/2006) mutta ei STM:n talousvesiasetuksen laatuvaatimusten sallimaa enimmäisarvoa 250 mg/l. Useimmissa kaivoissa ja havaintoputkissa kloridipitoisuudet olivat vuonna 2021 samaa tasoa kuin vuonna 2020. Korkeimmat kloridipitoisuudet olivat edelleen Helsingin Tattarisuon havaintoputkissa, Vantaan Kaivokselan varavedenottamolla sekä Vantaalla Remeo Oy:n havaintoputkessa (300 mg/l), missä vuonna 2019 havaittu erityisen korkea kloridipitoisuus jo laski vuonna 2020. Poikkeuksellisen korkean kloridipitoisuuden päästölähdettä ei onnistuttu jäljittämään vuonna 2019 ja sen oletettiin olevan väliaikainen. Kloridipitoisuus Remeo Oy:n havaintoputkessa nousi kuitenkin jälleen syksyllä 2021 ja on edelleen merkittävästi taustapitoisuutta suurempi. Laitosalueen länsiosassa, jossa myös kloridipitoisuus oli hyvin korkea vuonna 2019, pitoisuus laski taustapitoisuuden tasolle vuonna 2021, mutta on mahdollista, että pohjavesi reagoi viiveellä kloridipitoisuuden nousuun itäosassa. Mahdollisia yleisiä kohonneen kloridipitoisuuden aiheuttajia ovat mm. katu- ja tiealueiden liukkaudentorjunta (NaCl:n käyttö), vanha meren pohja, meren läheisyys ja jätevesien vaikutus.

Vuosaarossa Hautalan varavedenottoalueella pohjavesinäytteet on muista varavedenottoalueista poiketen otettu alueella sijaitsevasta pohjavesiputkesta. Pohjavesiputkeen oli asennettuna Helsingin kaupungin näytteenotin eikä putkesta saatu otettua yhteistarkkailua varten näytteitä. Esitetty tulokset perustuvat erilliselvityksen yhteydessä toukokuussa 2021 teetettyihin analyysiin. Alueen pohjavedessä on tarkkailutulosten perusteella muita alueita runsaammin kuormitusta, mikä ilmenee mm. kovuuden ja alkaliteetin arvoissa sekä kohonneina kloridi- ja sulfaattipitoisuuksina.

VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat vuonna 2021 paikoitellen laskeneet edellisvuosiin verrattuna. Niitä kuitenkin havaittiin Helsingissä kaikilla pohjavesialueilla useissa havaintoputkissa, ja Vantaalla Valkealähteen varavedenottamon kaivossa sekä alueen havaintoputkissa. Todetut yhdisteet olivat tetra- ja trikloorieteeni sekä bensiinin lisäaine MTBE. Valkealähteen varavedenottamolla tetra- ja trikloorieteenin summapitoisuus oli laskenut hieman ja alitti STM:n talousvesiasetuksen salliman enimmäispitoisuuden. Stena Recycling Oy:n havaintoputkessa tetra- ja trikloorieteenin summapitoisuudet ylittivät keväällä ja syksyllä talousvesiasetuksen enimmäispitoisuuden rajan. Vartiokylän havaintoputkessa 12243/04P tetra- ja trikloorieteenin summapitoisuus ylitti pohjaveden ympäristölaatu normin rajan. Toisessa Vartiokylän havaintoputkessa MTBE:n pitoisuus oli laskenut alimmalle tasolle kuuden vuoden seurannan ajalta. Mätäköiven pohjavesialueella Tuusulassa sijaitsevan Rudus Oy:n betonituotetehtaan tarkkailuputkissa ha-

vaittiin pieniä pitoisuuksia kloorattuja hiilivetyjä ja Peab industri Oy:n asfalttiaseman pohjavesitarkkailuun liittyvästä kalliopohjavesiputkesta P4 todettiin uutena löydöksenä pieni pitoisuus bentseeniä.

Valkealähteen pohjavesialueella ei havaittu lainkaan öljyhiilivety-yhdisteitä pohjavesinäytteissä vuoden 2021 tarkkailussa. Valkealähteellä Remeo Oy:n havaintoputkessa havaittiin pieni pitoisuus PAH-yhdisteisiin kuuluvaa bentso(a)pyreenia, muita aiemmin havaittuja PAH-yhdisteitä ei tavattu. Tuusulassa Mätäkiven pohjavesialueella ei havaittu pohjavedessä öljyhiilivety-yhdisteitä vuonna 2021.

Varavedenottoaivoissa ei todettu sellaisia raskasmetallipitoisuuksia, jotka heikentäisivät merkittävästi veden käyttökelpoisuutta talousvetenä. Yksittäisiä poikkeamia havaittiin liuenneen nikkelin, koboltin, lyijyn ja sinkin pitoisuuksissa, joista koboltin pitoisuus ylitti Puolarmetsän vedenottoaivossa ympäristölaatunormin enimmäisarvon. Valkealähteen pohjavesialueen joisakin havaintoputkissa alumiinin ja Vartiokylän pohjavesialueella arseenin talousveden enimmäisarvot ylittyivät. Mätäkiven pohjavesialueella raskasmetallien talousveden ylittäviä pitoisuuksia esiintyi alumiinin ja nikkelin osalta.

Pohjaveden pinnankorkeudet nousivat huhtikuun loppuun asti, josta pinnat laskivat elokuuhun asti. Loppuvuodesta pinnat pysyttelivät keskimääräistä korkeammalla tasolla tai laskivat hieman. Erot keskimääräisiin pinnankorkeuden tasoihin vaihtelivat muodostumatyyppistä ja alueesta riippuen. Pohjaveden paineantureiden mittaustulokset ja manuaaliset mittaustulokset korreloivat vuonna 2021 useimmilla alueilla hyvin. Keskimäärin pinnankorkeuksien vaihtelu oli vähäisempää kuin viimeisenä kahtena vuotena, mutta vuodenaikaisvaihtelu oli kuitenkin hyvin selvä. Vuosi 2021 oli 2000-luvun keskiarvoa hieman sateisempi vuosi, mutta vähäsateisempi kuin vuodet 2019–2020.

Sisällysluettelo

	Tiivistelmä	3
1	Johdanto	9
2	Pohjavesien yhteistarkkailuohjelma	9
	2.1 Pohjaveden pinnankorkeuden havaintopaikat	10
	2.2 Pohjaveden laadun havaintopaikat	11
	2.3 Näytteenotto ja kenttämittaukset	12
3	Analyysitulosten arvioinnissa käytetyt viitearvot	14
4	Säätö vuonna 2021	14
5	Tulokset ja tulosten tarkastelu	16
	5.1 Helsingin pohjavesialueet.....	16
	5.1.1 Yleiskuvaus	16
	5.1.2 Pohjaveden pinnankorkeudet.....	17
	Tattarisuo	17
	Vartiokylä	20
	Vuosaari	21
	5.1.3 Pohjaveden laatu	24
	Perusparametrit.....	24
	Raskasmetallit.....	34
	Orgaaniset haitta-aineet.....	35
	5.2 Espoon pohjavesialueet.....	36
	5.2.1 Yleiskuvaus	36
	5.2.2 Pohjaveden pinnankorkeudet.....	37
	Brinkinmäki	37
	Puolarmetsä	39
	Lahnus	40
	Metsämaa	41
	5.2.3 Pohjaveden laatu	44
	Perusparametrit.....	44
	Raskasmetallit.....	49
	Orgaaniset haitta-aineet.....	49
	5.3 Vantaan pohjavesialueet.....	50
	5.3.1 Yleiskuvaus	50
	5.3.2 Pohjaveden pinnankorkeudet.....	51
	Valkealähde (vuoteen 2020 asti)	51
	Koivukylä	53
	Kaivoksela	54
	5.3.3 Pohjaveden laatu	55
	Perusparametrit.....	55
	Raskasmetallit.....	64
	Orgaaniset haitta-aineet.....	65
	5.3.4 Laitoskohtaiset yhteenvedot, Valkealähteen pohjavesialue	68
	5.4 Tuusulan Mätäksen Sammonmäen alue	70
	5.4.1 Yleiskuvaus alueesta	71
	5.4.2 Pohjaveden pinnankorkeudet.....	71
	5.4.3 Pohjaveden laatu	72

Perusparametrit.....	73
Raskasmetallit.....	80
Orgaaniset haitta-aineet.....	81
5.4.4 Laitoskohtaiset yhteenvedot, Mätäksen-Sammonmäen alue.....	82
6 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	83
Lähdeluettelo.....	87

LIITTEET

- 1 Analyysilaboration (MetropoliLab Oy) analyysipakettien sisältämät yhdisteet
- 2 Havaintoputkikartat (erillinen liite)

1 Johdanto

Vuoden 2016 alussa käynnistettiin pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu 11 Helsingin, Vantaan ja Espoon pohjavesialueella. Tarkkailussa mukana olevilla pohjavesialueilla ei ole toiminnassa olevia pohjavedenottamoja mutta ne on priorisoitu vesihuollon kannalta merkittäviksi varavedenottoalueiksi. Pohjaveden laatua tarkkaillaan ottamalla näytteitä varavedenottamoiden vedenottoaivoista sekä valikoiduista havaintoputkista. Pohjaveden pinnankorkeuden vaihteluja tarkkaillaan pohjavesialueilla kattavasti lukuisissa havaintoputkissa mm. taajama-alueiden rakentamiseen liittyen. Vuonna 2017 yhteistyö laajeni, kun Vantaan Valkealähteen pohjavesialueella toimivat yritykset Neles Oy, St1 Oy ja Stena Recycling Oy liittyivät yhteistarkkailuun. Vuonna 2018 tarkkailuun liittyi Remeo Oy. Valkealähteen pohjavesialueella pohjaveden laatua tarkkaillaan varavedenottoaivojen lisäksi kahdeksasta eri puolilla pohjavesialuetta olevasta havaintoputkesta. Tuusulan Mätäkivi B-pohjavesialueella Sammonmäen teollisuusalueella toimivat yritykset liittyivät yhteistarkkailuun vuoden 2019 alusta alkaen. Sammonmäen yrityksillä on velvoite tarkkailla sekä pohjaveden että ojavesien laatua. Mätäkiven pohjavesialueella sijaitsee myös HSY:n Kuninkaanlähteen pohjavedenottamo.

Yhteistarkkailuun osallistuvat Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä (HSY), Helsingin kaupungin Ympäristöpalvelut – yksikkö, Helsingin kaupungin Maa- ja kallioperäyksikkö, Vantaan kaupungin ympäristökeskus, Vantaan kaupungin kuntatekniikan keskus, Espoon kaupungin ympäristökeskus, Espoon kaupungin kaupunkitekniikan keskuksen geotekniikkayksikkö, Neles Oy, St1 Oy, Stena Recycling Oy, Remeo Oy, Peab Industri Oy ja Rudus Oy.

Vuonna 2021 yhteistarkkailun näytteenotosta vastasi HSY. Näytteenottajana toimi Tero Saari, joka on sertifioitu ympäristönäytteenottaja (pätevyysalueina vesi- ja vesistönäytteet sekä talous- ja uimavedet). Ojavesinäytteenottoon ja ojien virtaamamittauksiin osallistui myös VHVSY:n ympäristöasiantuntija Asko Särkelä. Näytteiden laboratoriomääritykset tehtiin Metropolilab Oy:n Helsingin Viikissä sijaitsevassa akkreditoidussa analyysilaboratoriossa. Pohjaveden pinnankorkeuden mittauksista vastasivat Espoon, Helsingin ja Vantaan geotekniikan yksiköt. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry (VHVSY) koordinoi tarkkailua ja vastaa tulosten raportoinnista.

Tässä pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailun vuosiraportissa esitetään yhteenveto vuoden 2021 yhteistarkkailun tuloksista. Keskeisten laatumuuttujien osalta tuloksia on verrattu vuosien 2016–2010 tarkkailutuloksiin.

2 Pohjavesien yhteistarkkailuohjelma

Pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailussa noudatettiin vuonna 2021 Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen laatimaa tarkkailuohjelmaa (Kivimäki 2018a). Tarkkailuohjelma tarkistetaan vuosittain ja sitä päivitetään tarvittaessa siten, että kaikkien tarkkailuun osallistuvien yritysten lupamääräyksissä esitetyt tarkkailuvelvoitteet täyttyvät. Lisäksi yri-

tysten analyysivalikoimiin on lisätty yhtenäisen aineiston keräämiseksi ja toimintojen mahdollisten vaikutusten arvioimiseksi vapaaehtoisia ylimääräisiä perusparametrejä (esim. happipitoisuus, kloridi).

2.1 Pohjaveden pinnankorkeuden havaintopaikat

Pohjaveden pinnankorkeuden vaihteluja mitattiin niistä havaintoputkista, jotka ovat olleet Espoon, Helsingin ja Vantaan kaupunkien säännöllisessä tarkkailussa jo aikaisemminkin. Pinnat mitattiin kaikilla kymmenellä pohjavesialueella vähintään kolme kertaa vuodessa. Mittauskuukaudet vaihtelivat jonkin verran mutta tavoitteena oli mitata pohjaveden pinnankorkeutta vähintään alkukeväällä ennen lumien sulamista (helmi-maaliskuu), myöhemmin keväällä sulamisvesien aikaan (huhti-toukokuu) sekä syksyllä syyssateiden aikaan (syys-marraskuu). Lisäksi jokaisella pohjavesialueella on valittu 1–2 edustavaa havaintoputkea, joissa paineanturit mittaavat painetasoa kerran vuorokaudessa (Taulukko 1). Havaintoputkien sijainti on esitetty erillisessä liitteessä olevilla kartoilla. Vantaan pohjavesialueilla mitataan pohjaveden pintoja vain manuaalisesti paineantureiden kanssa ilmenneiden ongelmien takia ja henkilöresurssipulan vuoksi mitausaineisto on puutteellista Vantaan pohjavesialueilta vuodelta 2021.

Useimmilla alueilla, erityisesti Helsingin pohjavesialueilla, on ao. taulukossa esitettyä enemmän havaintoputkia, joista kaupunkien tekniset keskuskeskukset mittauksia suorittavat. Toisaalta useita havaintoputkia on tuhoutunut mm. rakentamisen yhteydessä. Vuosina 2019–2021 pinnankorkeuden havaintoputkia on tuhoutunut Espoon Brinkinmäestä, Vantaan Valkealähdeeltä, Helsingin Tattarisuolta ja Vuosaaresta.

Taulukko 1. Raportissa tarkastellut pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailun pinnankorkeuden havaintopaikat.

Pohjavesialue (suluissa ottamon nimi, jos poikkeaa pv-alueen nimestä)	Pinnankorkeuden havaintoputket (kpl)
Vartiokylä (Broända), Helsinki	7 kpl, paineanturi putkessa 6126/1012P
Vuosaari (Huvilamäki ja Hautala), Helsinki	19 kpl, paineanturi putkessa 4997/02P
Tattarisuo, Helsinki	10 kpl, paineanturi putkessa 11399/18P
Valkealähde (Valkealähde ja Grönberg), Vantaa	13 (2021: 0) kpl
Kaivoksela (Vantaanlaakso), Vantaa	4 kpl
Koivukylä, Vantaa	11 kpl
Brinkinmäki (Kauklahti), Espoo	6 kpl, paineanturi putkessa 7/1145
Puolarmetsä, Espoo	15 kpl, paineanturi putkessa 1/683
Lahnus, Espoo	5 kpl, ei paineanturia (putkessa ylivuoto)
Metsämaa (Kalajärvi), Espoo	16 kpl, paineanturi putkessa 1/877 ja 7/883
Mätäkiivi (Kuninkaanlähde), Tuusula	12 kpl Peab Industri Oy:n asfalttiasema P1– P5 ja louhinta-alue KPV1, P2, (PVP 2021/1 asennettiin 15.10.2021), Rudus HP22, HP23, HP103, GTK22-15

2.2 Pohjaveden laadun havaintopaikat

Pohjavesinäytteitä otettiin pohjavesialueilla sijaitsevien varavedenottamoiden kaivoista sekä useiden yritysten veloitettarkkailuihin liittyvistä havaintoputkista, jotka sijaitsevat toimintojen mahdollisella vaikutusalueella. Helsingin pohjavesialueilla pohjaveden laatua tarkkaillaan lisäksi kahdesta eri puolelta pohjavesialuetta sijaitsevasta havaintoputkesta. Mätäkiven pohjavesialueella pohjaveden taustapitoisuuksia tarkkaillaan yhdestä havaintoputkesta. Varavedenottamoiden vedenotto-kaivot sijaitsevat pohjaveden luontaisilla purkautumisalueilla, usein alueella, jossa ennen vedenottamon rakentamista on ollut suurituottoisia lähteitä. Vedenoton tehokkuuden varmistamiseksi kaivot on rakennettu vettä hyvin johtaviin maakerrostumiin. Näin ollen vedenotto-kaivoista otettavat näytteet edustavat parhaiten ko. pohjavesialueiden pääasiallisiin pohjavesimuodostumiin varastoituneen pohjaveden yleistä tilaa.

Taulukossa 2 on lueteltu vuoden 2021 näyteenotto- ja havaintopaikat. Havaintoputkien sijainti on esitetty liitteenä olevilla kartoilla. Vartiokylän ja Tattarisuon pohjavesialueilla kaksi näytehavaintoputkea korvattiin uusilla läheisillä putkilla edellisten putkien tuhouduttua vuonna 2020 (12243/08P → 12243/04P, 11399/14P → 11399/18P). Tattarisuon alueella vuonna 2021 tuhoutuneen putken 11399/19P tilalle otettiin putki 11399/09P.

Taulukko 2. Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailun pohjaveden laadun havaintopaikat.

Pohjavesialue (suluissa ottamon nimi, jos poikkeaa pv-alueen nimestä)	Pohjaveden laadun havaintopaikat
Vartiokylä (Broända), Helsinki	varavedenottamon vedenotto-kaivo, havaintoputket 12243/04P ja 6126/951P
Vuosaari (Huvilamäki ja Hautala), Helsinki	varavedenottamon (Huvilamäki) vedenotto-kaivo, havaintoputket 6126/994P (Hautala vedenotto-alue), 6126/883P ja 10146/02P
Tattarisuo, Helsinki	varavedenottamon vedenotto-kaivo, havaintoputket 11399/18P ja 11399/09P
Valkealähde (Valkealähde ja Grönberg), Vantaa	varavedenottamoiden (Valkealähde ja Grönberg) vedenotto-kaivot, havaintoputket HP66/83, HP66/85, 103, St1 HP2/14, Metso HP2/09, HV1, Stena-kaivo, Remeo Hputki
Kaivoksela (Vantaanlaakso), Vantaa	varavedenottamon vedenotto-kaivo
Koivukylä, Vantaa	varavedenottamon vedenotto-kaivo
Brinkinmäki (Kauklahti), Espoo	varavedenottamon vedenotto-kaivo
Puolarmetsä, Espoo	varavedenottamon vedenotto-kaivo
Lahnus, Espoo	varavedenottamon vedenotto-kaivo
Metsämaa (Kalajärvi), Espoo	varavedenottamon vedenotto-kaivo
Mätäkivi (Kuninkaanlähde), Tuusula	havaintoputket GTK22-15, P1, P2, P3, P4, P5 HP22, HP23, 103A, Lem-vo, KPV1, (PVP2021/1 asennettiin 15.10.2021)
Yhteensä	13 kaivoa ja 24 havaintoputkea

2.3 Näytteenotto ja kenttämittaukset

Keväällä 2021 otettiin pohjavesinäytteet 11 varavedenottamon vedenottokaivosta, kahdesta muusta kaivosta (Stena Recycling Oy:n kaivo Valkealähteen pohjavesialueella ja ns. Lemminkäisen kaivo Ruduksen tehdasalueella Mätäkiven pohjavesialueella) sekä 24 havaintoputkista (Taulukko 2). Näytteet otettiin kevään kierroksella huhti-toukokuussa eli suunnilleen samana ajankohtana kuin vuosina 2019 ja 2020. Mätäkiven pohjavesialueen läheisistä Metsälinnuntien ja Mäkinityn kaivoista ei louhinta-alueen muuttuneen tarkkailuohjelman johdosta otettu näytteitä vuonna 2021. Syyskierroksen vesinäytteet otettiin Mätäkiven-Sammonmäen havaintoputkista syyskuussa ja Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista lokakuussa. Näytteet Helsingin pohjavesialueiden (Vartiokylä, Vuosaari, Tattarisuo) varavedenottamoiden vedenottokaivoista otettiin marraskuun alussa. Näytteenottokuukaudet sovittiin 21.11.2018 pidetyssä yhteistyöryhmän kokouksessa, ja ne noudattavat yhteistarkkailuun osallistuvien yritysten lupamääräyksissä esitettyjä veloitettarkkailujen tarkkailuajankohtia.

Näytteiden edustavuus varmistettiin tekemällä esipumppaus (3 x kaivon/havaintoputken vesitilavuus) ennen näytteenottoa. Havaintoputkien esipumppaus tehtiin näytteenoton yhteydessä, mutta varavedenottokaivot tyhjennettiin edellisenä päivänä. Niistä havaintoputkista, joista tutkittiin öljyhiilivetyjen C₁₀-C₄₀ pitoisuus, otettiin öljynäyte ennen esipumppausta kertakäyttöisellä noutimella pohjavesikerroksen pintaosasta.

Varavedenottamoilla näytteet otettiin suoraan vedenottokaivoista Monsoon-näytteenotto-pumpulla. Helsingin pohjavesialueiden ennakoivan tarkkailun havaintoputkissa on pääsääntöisesti 2 m siivilää (putken pohjasta 2 m ylöspäin), ja pohjavedenpinta on jatkuvasti siiviläosaa ylempänä. Havaintoputkista pumpattiin näytteet noin 2 m pohjan yläpuolelta eli siiviläosan yläreunan tasolta. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa, joissa on pitkä siiviläosa, näytteet pumpattiin noin 2 m pohjavedenpinnan alapuolelta. Näytteenottosyvyydet olivat näin ollen samat kuin aikaisemmillä näytteenottokierroksilla. Mätäkiven-Sammonmäen havaintoputkista pumpattiin näytteet siiviläosan tasolta huomioiden hyvin vettä johtavien maakerrosten ja kalliion rakojen (kalliopohjavesiputkissa) sijainnin.

Näytteenoton jälkeen mitattiin kenttämittarilla pohjaveden laatu (lämpötila, pH, happi). Kenttämittausten tulokset ja aistinvaraiset havainnot (haju, ulkonäkö, sameus) kirjattiin näytteenoton havaintolomakkeisiin.

Näytteet toimitettiin analyysilaboratorioon näytteenottopäivänä viimeistään noin klo 14, jotta näytteille ehdittiin tehdä saman päivän aikana tarvittavat esikäsittelyt (esim. 0,45 µm suodatus alkuainemääritystä varten).

2.4 Laboratoriomääritykset

Pohjavesinäytteiden laboratoriomääritykset tehtiin Helsingin Viikissä sijaitsevassa MetropoliLab Oy:n analyysilaboratoriossa. MetropoliLab Oy on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T058.

Taulukko 3. Pohjavesinäytteistä MetropoliLab Oy:ssä tehdyt määritykset, määrittymenetelmät, määrittysrajat ja mittausepävarmuudet.

Laatumuuttuja	Määrittymenetelmä	Määrittysraja	Epävarmuus-%
koliformiset bakteerit ja <i>Escherichia coli</i>	SFS-EN ISO 9308-2:2014	0 mpn/100 ml	
enterokokit	SFS-EN ISO 7899-2:2000	0 pmy/100 ml	
väri	SFS-EN ISO 7887:2012	2 mg Pt/l	10
sameus	SFS-EN ISO 7027-1:2016	0,2 FNU	15
pH	SFS 3021:1979		3
sähkönjohtavuus	SFS-EN 27888:1994	0,1 mS/m	5
COD _{Mn}	SFS 3036:1981	0,5 mg/l	15
DOC	SFS-EN 1484:1997	0,5 mg/l	25
kokonaiskovuus	laskennallinen		20
alkaliteetti	SFS-EN ISO 9963-1:1996 muunn.		10
happi	sis. menet. perustuen SFS- EN 25813:1993	0,2 mg/l	10
kloridi	SFS-EN ISO 10304-1:2009 SFS-ISO 15923-1:2018, DA	0,5 mg/l	10
sulfaatti	SFS-ISO 15923-1:2018 SFS-EN ISO 10304-1:2009	0,5 mg/l	10
nitraattityppi	Sis. menet. DA SFS-ISO 15923-1:2018, DA	0,1 mg/l	15
nitriittityppi	SFS 3029 DA	0,002 mg/l	15
ammoniumtyppi	SFS-ISO 15923:2018 DA	0,008 mg/l	15
alkuainepaketti	SFS-EN ISO 11885:2009 SFS-EN ISO 17294-2:2016	0,02–0,2 µg/l	15–20
bensiinijakeet C ₅ -C ₁₀	SFS-EN ISO 15680:2004	20 µg/l	40
öljyhiilivedyt C ₁₀ -C ₄₀	SFS-EN ISO 9377-2 ISO 20595:2018	25–50 µg/l	40
VOC-yhdisteet	ISO 20595:2018	0,001–10 µg/l	20–50
torjunta-aineet (37 yh- distettä)	Sis. UHPLC-MS/MS	0,003–0,1 µg/l	30–40
glyfosaatti ja AMPA	Sis. UHPLC-MS/MS	0,1 µg/l	35
alkoholit ja aldehydit	SFS-EN ISO 15680:2004 muunneltu	2 mg/l	40
PAH-yhdisteet	ISO/TS 28581:2012	0,0008–0,02 µg/l	30–40

Kaikista pohjavesinäytteistä määritettiin ns. perusmääritykset, joita käytetään arvioitaessa veden käyttökelpoisuutta talousvetenä (Taulukko 3). Kevään näytteenottokierroksella (huhti-toukokuussa) kaikista näytteistä, lukuun ottamatta Neles Oy:n ja Peab Industri Oy:n asfalttiaseman

putkia P1, P3, P4 ja P5 määritettiin myös laaja alkuainepaketti (Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn). Alkuaineet määritettiin liuenneena pitoisuutena 0,45 µm huokoskoon suodattimella suodatetuista näytteistä. Neles Oy:n havaintoputkesta laaja alkuainepaketti määritettiin marraskuussa 2021.

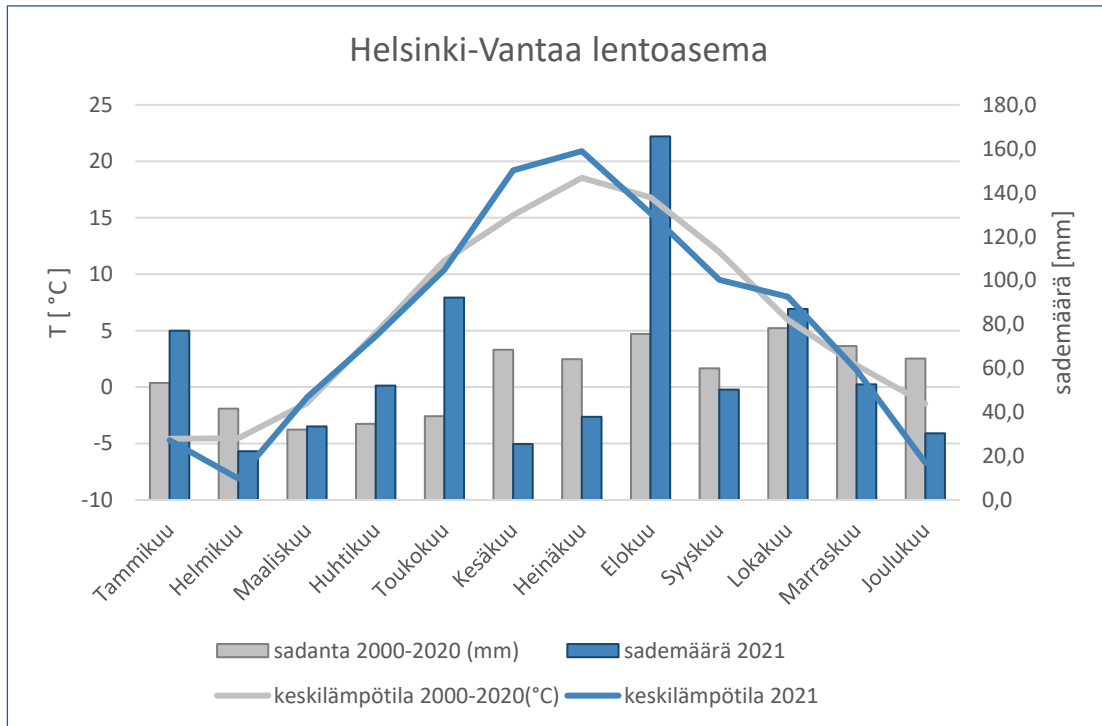
Orgaanisten haitta-aineiden (bensiinijakeet C₅-C₁₀, öljyhiilivedyt C₁₀-C₄₀ ja VOC-yhdisteet) pitoisuuksia määritettiin niistä havaintopaikoista, joissa ympäristölupamääräykset velvoittavat siihen tai joissa on aikaisemmassa tarkkailussa ja haitta-ainaselvityksessä (Kivimäki 2015) todettu ko. yhdisteitä, tai joissa on tunnistettu alueelle sijoittuneiden toimintojen vuoksi riski niiden esiintymiseen. Valkealähteen pohjavesialueella VOC-yhdisteet määritettiin kaikista havaintoputkista sekä kevään että syksyn näytteenottokierroksilla, lukuun ottamatta St1 Oy:n ja Remeo Oy:n havaintoputkia, joista ne määritettiin vain kevään kierroksella, ja Grönbergin varavedenotantoa, josta niitä ei määritetty ollenkaan. Alkoholit ja aldehydit määritettiin ainoastaan St1 Oy:n havaintoputkesta molemmilla vuoden 2021 näytteenottokerroilla. PAH-yhdisteet määritettiin Remeo Oy:n havaintoputkesta kevään näyttekierroksella. Torjunta-aineet määritettiin vuoden 2021 keväällä niistä havaintopaikoista, joissa on aikaisemmassa tarkkailussa ja/tai haitta-ainaselvityksessä (Kivimäki 2015) todettu esiintyvän ko. yhdisteitä. Analyysipakettien sisältämät yhdisteet ja yhdistekohtaiset määritysrajat on esitetty liitteessä 1. Taulukossa 3 on esitetty tutkitut vedenlaatuparametrit, määritysmenetelmät, määritysrajat ja mittausepävarmuudet.

3 Analyysitulosten arvioinnissa käytetyt viitearvot

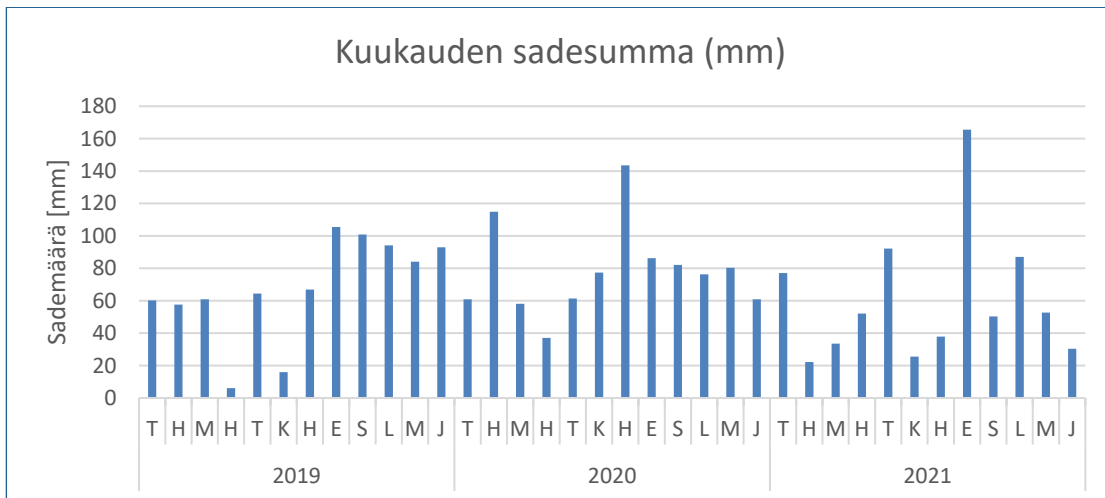
Tässä raportissa käytetään analyysitulosten arvioinnissa viitearvoina pääasiassa sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetuksen (1352/2015) talousveden laatuvaatimusten ja -tavoitteiden sallimia enimmäispitoisuuksia. Lisäksi analyysituloksia verrataan valtioneuvoston asetuksessa 1040/2006 esitettyihin pohjavettä pilaavien aineiden ympäristölaatuunormeihin. Niiden laatuparametrien osalta, joille em. asetuksissa ei anneta raja-arvoja, käytetään WHO:n asettamia ohjearvoja haitta-aineiden pitoisuuksille juomavedessä (WHO 2017).

4 Säätila vuonna 2021

Kuukausittaiset sadesummat ja keskilämpötilat Helsinki-Vantaan lentoaseman havaintoasemalla vuodelta 2021 on esitetty kuvassa 1. Koko vuoden sadesumma oli 727 mm, mikä on keskimääräistä koko vuoden sadesummaa (680 mm) hieman suurempi. Vuosien 2000–2020 keskimääräisiin kuukausittaisiin sadesummiin verrattuna vuoden 2021 tammi-, touko- ja elokuun sademäärät olivat keskimääräistä runsaammat (kuvat 1 ja 2). Helmi-, kesä-, heinä- ja joulukuu erottuvat selkeästi keskimääräistä vähäsateisimpina. Keskimääräinen lämpötila oli vuonna 2021 helmi-, syys- ja joulukuussa poikkeuksellisen alhainen (3,6°C, 2,5°C ja 5,2°C alle 20-vuoden keskiarvon). Kesä-, heinä- ja lokakuu erottuvat puolestaan jonkin verran keskimääräistä lämpimämpinä.



Kuva 1. Kuukausittaiset sademäärät ja keskilämpötilat Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemalla vuonna 2021 ja pitkän aikavälin vertailuarvot vuosilta 2000–2020 (Ilmatieteen laitos).



Kuva 2. Kuukausittaiset sademäärät Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemalla vuosina 2019–2021 (Ilmatieteen laitos).

5 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tässä luvussa on raportoitu pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailun tarkkailutulokset vuodelta 2021. Pohjavesinäytteiden laboratoriomääritysten tulokset eli Metropolilab Oy:n testausselostet on toimitettu väliraportoinnin yhteydessä toiminnanharjoittajille ja valvontaviranomaisille. Laboratoriomääritysten tulokset ovat myös saatavilla Avoimet ympäristötietojärjestelmät -palvelun Pohjavesitietojärjestelmästä (ns. POVET-tietokanta), joten testausselesteita ei ole liitetty tähän raporttiin.

Pohjaveden pinnankorkeudet sekä laatumuuttujat on tarkasteltu kunnittain. Vedenlaadun muuttujista on laadittu viivadiagrammikuvaajia havaintopaikkakohtaisten erojen sekä pohjaveden laadun mahdollisten muutostrendien havainnollistamiseksi. Varavedenottamoiden vedenottokaivojen ja havaintoputkien tulokset on esitetty erillisissä kuvaajissa, koska havaintoputkista otetut näytteet edustavat pohjaveden laatua paikallisemmin kuin pohjaveden purkautumisalueille vettä hyvin johtaviin maakerroksiin sijoitetut vedenottokaivot. Poikkeuksena on Vuosaaren pohjavesialueella sijaitseva Hautalan vedenottoaluetta edustava havaintoputki 6126/994P, jonka tulokset on esitetty vedenottokaivojen kuvaajissa. Putkesta 6126/994P ei kuitenkaan saatu vuoden 2021 kevään tai syksyn kierroksella näytteitä otettua putkeen asennetun näytteenottimen vuoksi. Kyseisestä putkesta oli saatavilla Golder Associates Oy:n 5.5.2021 otetun näytteen analyysituloksia (PAH-yhdisteet, VOC-yhdisteet ja öljyhiilivedyt; kaikki alle määrittärajien) ja kenttämittausten tulokset. Vantaan Valkealähteen pohjavesialueen ja Mätäkiiven-Sammommäen havaintoputkien tarkkailutulokset on esitetty omissa erillisissä kuvaajissaan.

5.1 Helsingin pohjavesialueet

5.1.1 Yleiskuvau

Pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailussa ovat mukana Helsingistä Tattarisuon, Vartiokylän sekä Vuosaaren pohjavesialueet. Tattarisuon pohjavesialue on kallioperän ruhjevöhykkeeseen kerrostunut pohjois-eteläsuuntainen reunamuodostuma ja se sijaitsee erillään kahdesta muusta pohjavesialueesta. Vartiokylän ja Vuosaaren pohjavesialueet rajautuvat toisiinsa, Vartiokylä sijaitsee pohjoisempaan ja Vuosaaren pohjavesialue sen kaakkois-/eteläpuolella. Vartiokylän pohjavesialue on muodostunut voimakkaaseen koillis-lounaissuuntaiseen ruhjevöhykkeeseen, joka jatkuu merenlahtena alueen lounaispuolelle. Vuosaaren pohjavesialue on hiekkavaltainen deltamuodostuma, joka on osa laajempaa reunamuodostumaa.

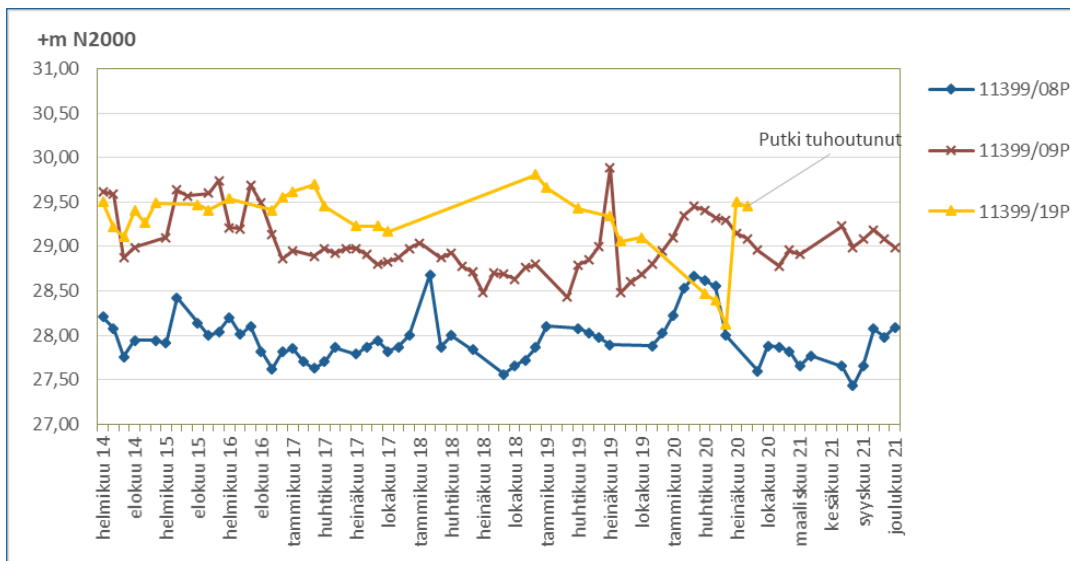
Pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailussa mukana olevat Helsingin pohjavesialueet on luokiteltu huonossa kemiallisessa tilassa oleviksi riskipohjavesialueiksi, pääasiallinen pohjavettä pilaava aine kaikilla kolmella pohjavesialueella on kloridi (Kivimäki ja Luodeslampi 2014).

5.1.2 Pohjaveden pinnankorkeudet

Tattarisuo

Tattarisuon pohjavesialueella pohjaveden pinnankorkeus vaihtelee välillä noin +18...+33 m (N2000). Pohjavesi on syvimmillään muodostuman keskiosissa pohjavesialueen pohjoisosassa. Pohjaveden päävirtaus suuntautuu muodostuman keskiosissa pohjoisesta etelään. Tattarisuon varavedenottamon tuntumassa pohjavesi on lähempänä maanpintaa.

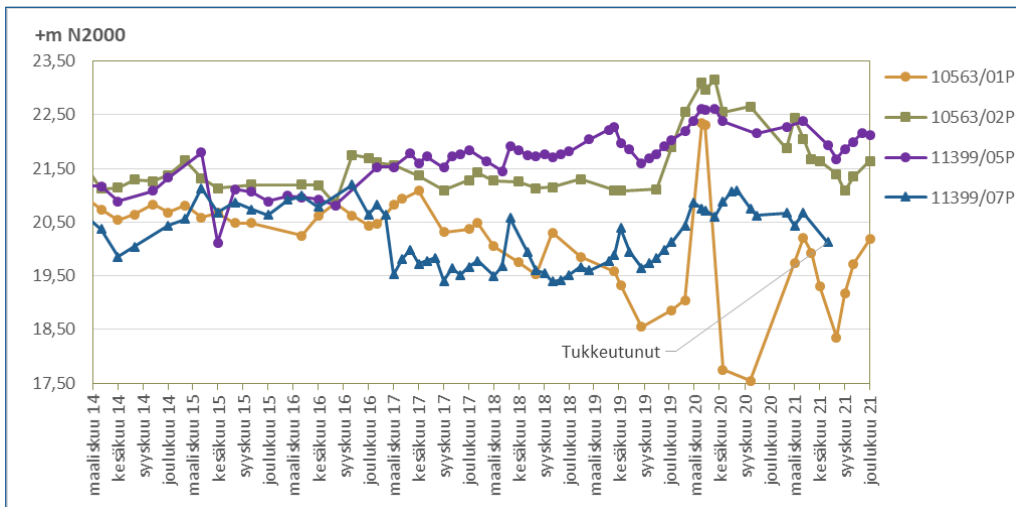
Korkeimmillaan pohjaveden pinnankorkeus on pohjavesialueen koillisosassa Jakomäen kalliomäen reuna-alueella sijaitsevilla havaintoputkissa (kuva 3). Muuta pohjavesialuetta selvästi ylempi pohjaveden pinnankorkeus aiheutuu kalliokynnyksestä, joka estää virtausta ja muodostaa koillisosaan erillisen pohjavesialtaan. Koillisosan havaintoputkissa pohjaveden pinnankorkeudet ovat vaihdelleet pääasiassa noin metrin, mutta ajoittain enemmänkin, esim. vuonna 2020 kesä- ja heinäkuun välisinä mittausajankohtina putkessa 11399/19P pohjaveden pinta nousi lähes 1,4 metrillä. Kyseinen putki tuhoutui rakentamisen yhteydessä 2021 loppukesän - syksyn aikana, eikä siitä saatu mittauksia koko vuonna. Vuonna 2021 pohjaveden pinnankorkeuksissa Tattarisuon pohjavesialueen koillisosassa ei nähty suuria poikkeamia. Putkessa 11399/08P pohjaveden pinnankorkeus oli loppukesästä matalalla, mutta nousi loppuvuonna yli puoli metriä.



Kuva 3. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Tattarisuon pohjavesialueen koillisosassa sijaitsevilla havaintoputkissa.

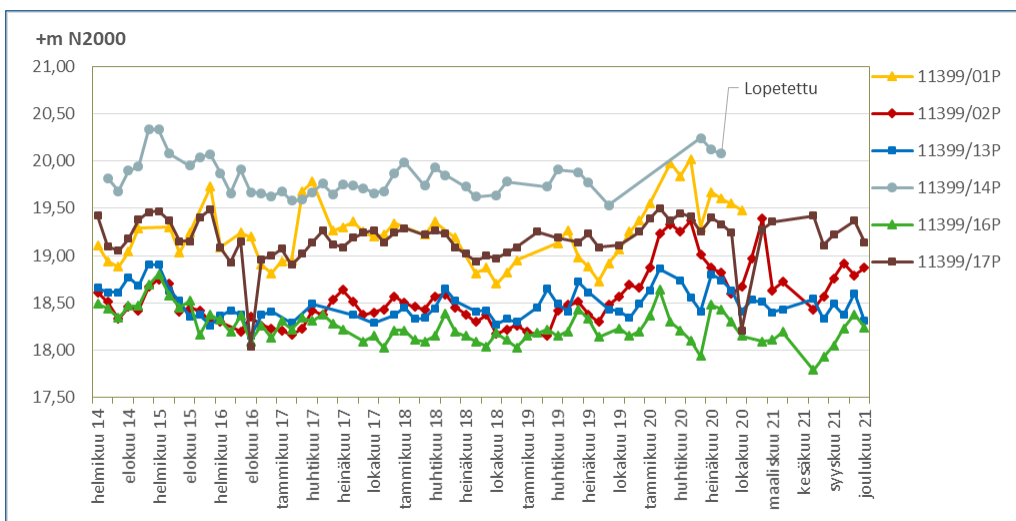
Pohjavesialueen pohjoisosassa pohjaveden pinnankorkeudet vaihtelevat melko runsaasti. Alueen luoteisreunassa sijaitsevassa havaintoputkessa 10563/01P pohjaveden pinnankorkeus käyttäytyy hieman poikkeavasti muihin alueen putkiin nähden (kuva 4). Pohjaveden pinnankorkeus vaihteli erittäin paljon putkessa vuonna 2020. Vuonna 2021 vaihtelu oli edelleen runsasta, mutta selkeästi vähäisempää ja pohjaveden pinta on pysytellyt korkeammalla kuin vuonna 2020 keskimäärin. Muissa havaintoputkissa pinnankorkeudet ovat laskeneet vuoden 2020 kesästä aina

syyskuuhun 2021 asti, jolloin pinta kääntyi kaikissa putkissa jälleen nousuun runsassateisen elokuun jälkeen. Tiheän rakentamisen alueella sijaitseva havaintoputki 11399/07P ilmeisesti tukkeutui heinäkuun 2021 jälkeen, josta eteenpäin siitä ei ole saatu mittauksia.



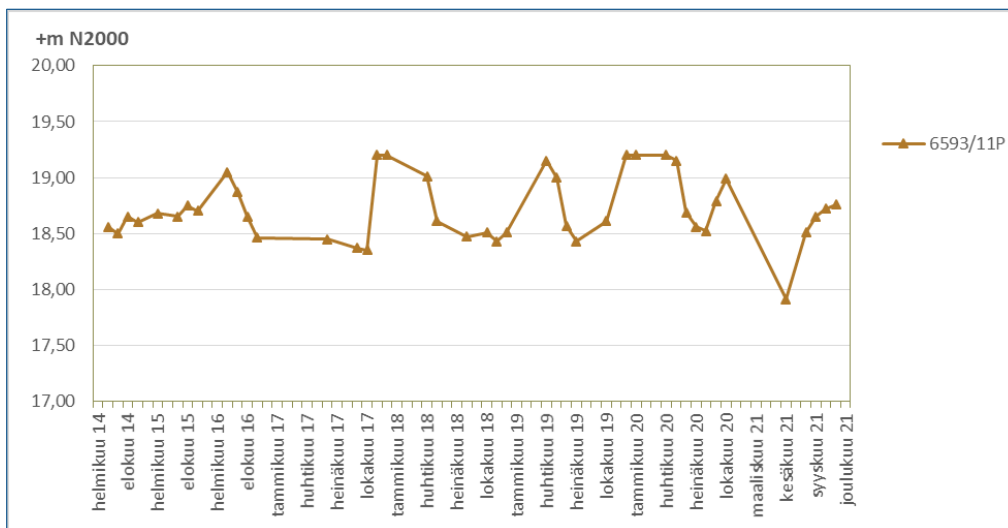
Kuva 4. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Tattarisuon pohjavesialueen pohjoisosissa sijaitsevista havaintoputkista.

Pohjavesimuodostumasta purkautuu pohjavettä myös alueen länsipuolelle Tattarisuolle, jossa esiintyy myös savenalaisesti paineellista pohjavettä. Tattarisuon teollisuusalueen reunalla pohjaveden pinnankorkeus oli alkuvuonna matalalla eteläisimmässä putkessa 11399/16P ja pinta laski koko seuranta-ajan alhaisimmalle tasolle heinäkuussa (kuva 5). Putkessa 11399/17P syksyllä 2020 tapahtuneen äkillisen pinnanlaskun jälkeen pohjavesi palautui keskimääräiselle tasolle alkuvuodesta 2021. Pohjoisemmassa putkessa 11399/02P havaittiin runsas piikki pohjaveden pinnankorkeudessa, joka tasoittui loppuvuoden aikana ja asettui keskimääräistä korkeammalle. Putkien 11399/01P ja 11399/14P osalta ei saatu mittauksia vuonna 2021 ja niiden seuranta on lopetettu.

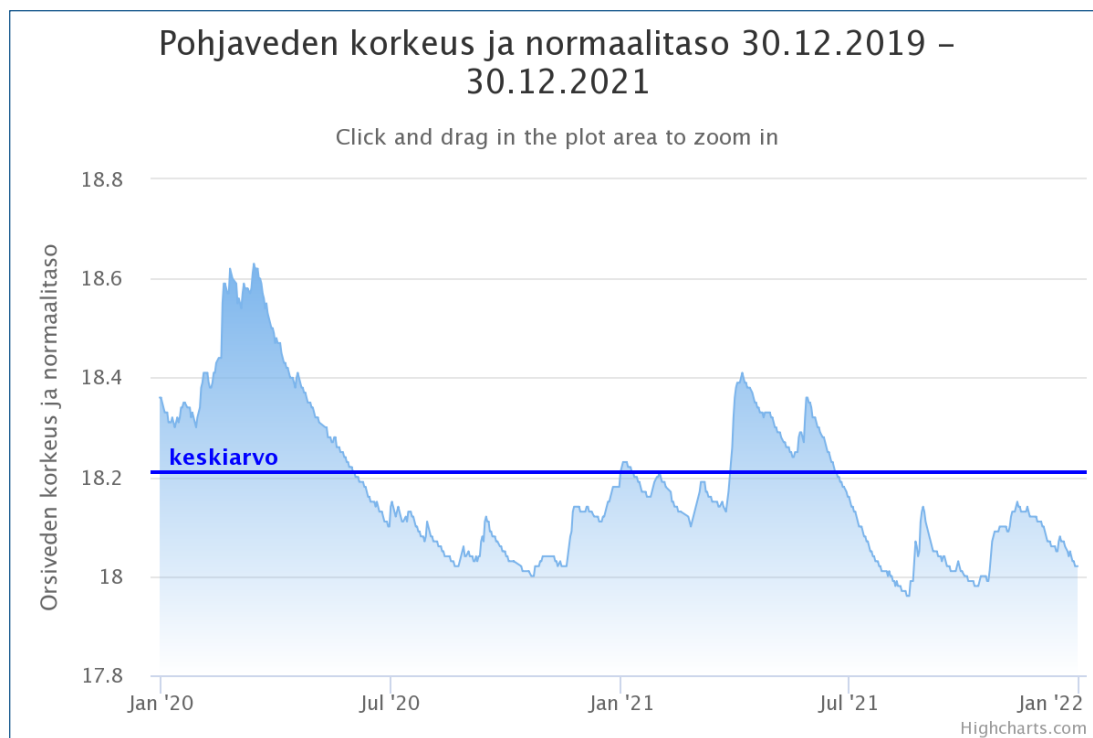


Kuva 5. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Tattarisuon pohjavesialueen länsireunalla ja keskiosissa sijaitsevista havaintoputkista.

Tattarisuon varavedenottamon pohjoispuolella sijaitsevassa havaintoputkessa 11399/18P on pinnanmittauksen paineanturi. Pohjaveden pinnankorkeus oli vuonna 2021 keskimääräistä alhaisemmalla tasolla, etenkin loppuvuodesta (Kuva 7). Kuivan alkukesän ja elokuun runsaiden sateiden vaikutus näkyy paineanturiputkessa ja myös Tattarisuon varavedenottamon läheisessä havaintoputkessa 6593/11P (Kuva 6). Havaintoputkessa 6593/11P nähtiin kesäkuussa 2021 seuranta-ajan alhaisin pohjaveden pinnantas (+17,72 m N2000), jonka jälkeen pinta palautui jopa hieman keskimääräistä korkeammalle.



Kuva 6. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Tattarisuon varavedenottamon läheisyydessä sijaitsevassa havaintoputkessa.

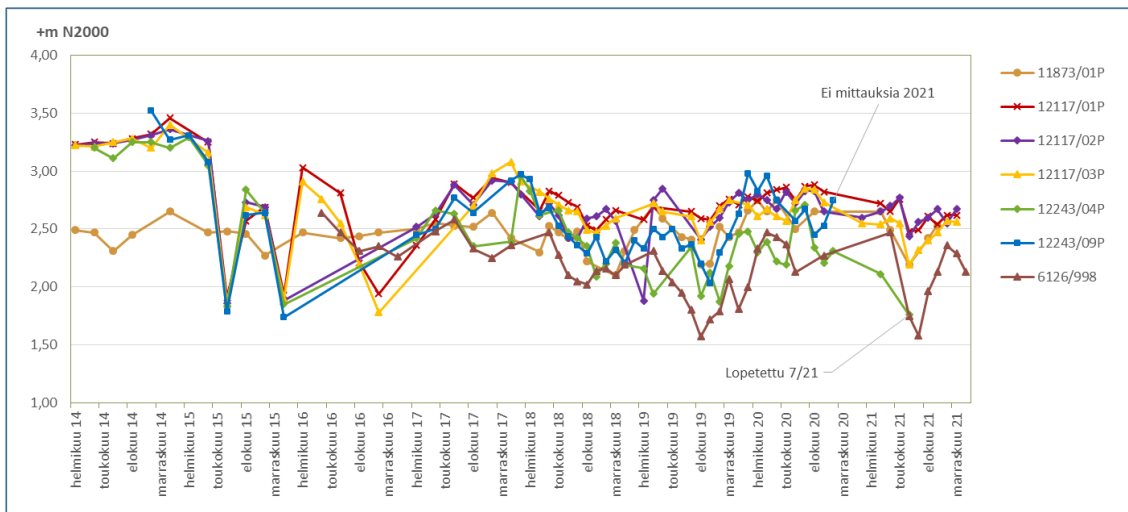


Kuva 7. Pohjaveden pinnankorkeus Tattarisuon paineanturiputkessa 11399/18P tammikuusta 2020 joulukuuhun 2021 asti (mittaustulokset ja kuvaaja Helsingin kaupungin datapalvelu <http://pohjavesi.hel.fi/>).

Vartiokylä

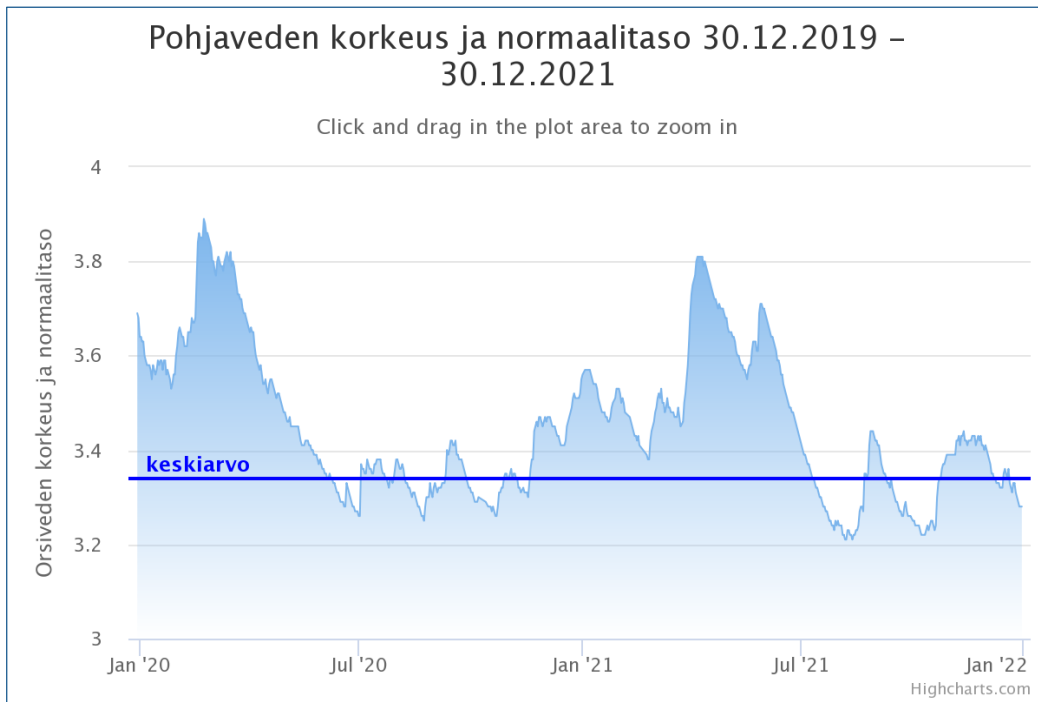
Vartiokylän pohjavesialueella pohjaveden pinnankorkeus on vaihdellut välillä noin +1,5...+3,5 m (N2000). Muodostuman keskiosan kallioperän rikkonaisuusvyöhykkeessä pohjavesi on paineellista ja näytteenottoputken 61216/951P kohdalla jopa arteesista. Pohjaveden päävirtaussuunta on pohjoisesta etelään/lounaaseen kallioruhjetta pitkin. Osa alueen eteläosissa sijaitsevalle varavedenottamolle kertyvästä pohjavedestä on peräisin ottamon itäpuolelta, osittain Vuosaaren pohjavesialueelta (Suomen ympäristökeskus, 2019). Pohjavesi on muodostuman reuna-alueilla noin parin metrin syvyydellä maanpinnasta.

Alueen keski- ja länsiosassa on viime vuosina toteutettu mittavia rakennushankkeita, joihin on liittynyt maankaivua. Tämän seurauksena pohjaveden painetaso laski useissa putkissa vuosina 2015–2016 yli metrin aiempaa matalammalle tasolle (Kuva 8). Vuoden 2017 aikana painetason vaihtelut tasaantuivat ja pinnat nousivat lähemmäs aikaisempien vuosien keskimääräistä painetasoa. Vuonna 2019 pohjaveden painetaso oli ennätysalhaisella tasolla monin paikoin. Vartiokylän pohjavesialueen havaintoputkissa pohjaveden pinnantasot nousi alkuvuodesta 2021 runsaiden lumien sulamisen seurauksena, mutta laski kuivan alkukesän vuoksi keskimääräistä alemmalle tasolle ja palautui jälleen syksyllä. Vuonna 2021 pohjavesi oli hieman keskimääräistä alemmalla tasolla kaikissa putkissa, paitsi pohjavesialueen keskialueella sijaitsevassa putkessa 11873/01P, jossa pinta oli hieman korkeammalla. Putken 11243/09P osalta ei saatu mittaustuloksia vuonna 2021 ja putken 12243/04P osalta seuranta lopetettiin heinäkuussa.



Kuva 8. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Vartiokylän pohjavesialueella sijaitsevilla havaintoputkissa.

Vartiokylän pohjavesialueelle vuonna 2016 asennetun paineanturiputken 12243/01P tuhouduttua puistoalueen rakentamisen yhteydessä sen läheisyyteen (15 m:n päähän) asennettiin uusi putki 6126/1012P. Ko. havaintoputkesta on tehty paineanturimittauksia heinäkuusta 2017 lähtien (Kuva 9). Paineanturiputkessa pohjaveden pinta oli keskimääräistä korkeammalla suurimman osan vuodesta. Keväällä pohjaveden pinta oli n. 40 cm keskiarvoa korkeammalla, mutta laski kuivan ja lämpimän kesän vuoksi reilusti. Runsassateisen elokuun aiheuttama pohjaveden pinnannousu ei jäänyt pysyväksi, mutta loppuvuonna pinta jälleen nousi.

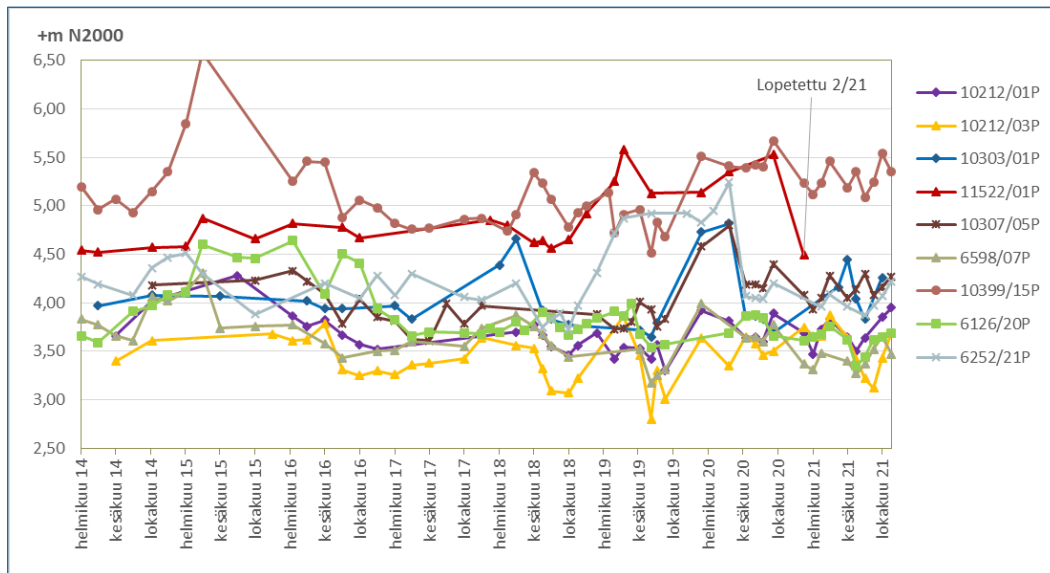


Kuva 9. Pohjaveden pinnankorkeus Vartiokylän paineanturiputkessa 6126/1012P tammikuusta 2020 joulukuuhun 2021 asti (mittaustulokset ja kuvaaja Helsingin kaupungin datapalvelu <http://pohjavesi.hel.fi/>).

Vuosaari

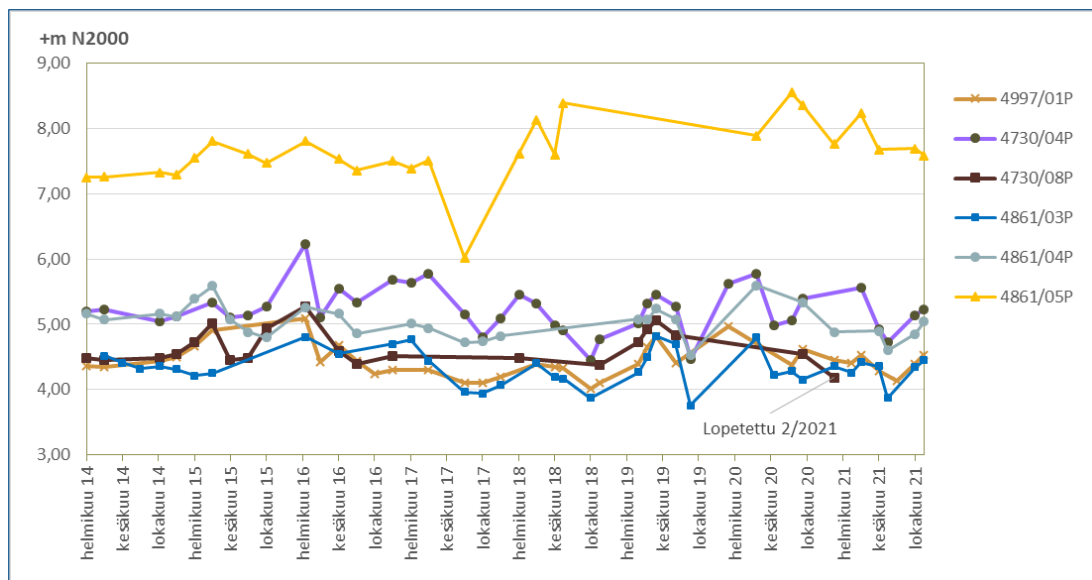
Vuosaaren pohjavesialueella pohjaveden pinnankorkeus vaihtelee havaintoputkissa välillä noin +3...+8,5 m (N2000). Pohjaveden päävirtaus suuntautuu pohjavesialueen reunoilta muodostuman keskiosiin. Keskiosan ruhjevyyöhykkeessä pohjaveden virtaus suuntautuu pohjoisesta etelään Huvilamäen vedenottamolle sekä Hautalan alueelle, jossa on ollut aiemmin vedenottamo. Eteläosan virtauskuva on monimutkainen (Suomen ympäristökeskus, 2019).

Huvilamäen vedenottamon lähialueen havaintoputkissa pohjaveden pinnankorkeudet vaihtelivat melko maltillisesti vuonna 2021 noudattaen tyypillistä pohjaveden vuodenaikaista pinnanvaihtelua (Kuva 10). Kuiva kesä näkyi alueen putkista mitatuissa pohjaveden pinnankorkeuksissa pintojen laskuna kevään ja kesän aikana. Huvilamäen vedenottamon länsipuolella sijaitsevassa havaintoputkessa 10303/01P pohjaveden pinta nousi toukokuusta kesäkuuhun 30 cm, kun muissa lähialueen putkissa pohjaveden pinnat laskivat. Suurin pinnanvaihtelu esiintyi putkessa 10212/03P, jossa pohjaveden pinta laski lumien sulamisen jälkeisestä tasosta 40 cm kesän aikana. Pohjavesialueen keskiosassa sijaitsevan putken 11522/01P pohjaveden pinnantasoa saatiin mitattua vuonna 2021 vain tammikuussa, jonka jälkeen putken seuranta lopetettiin työmaan takia.



Kuva 10. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Vuosaaren Huvilamäen vedenottamon läheisyydessä sijaitsevista havaintoputkista.

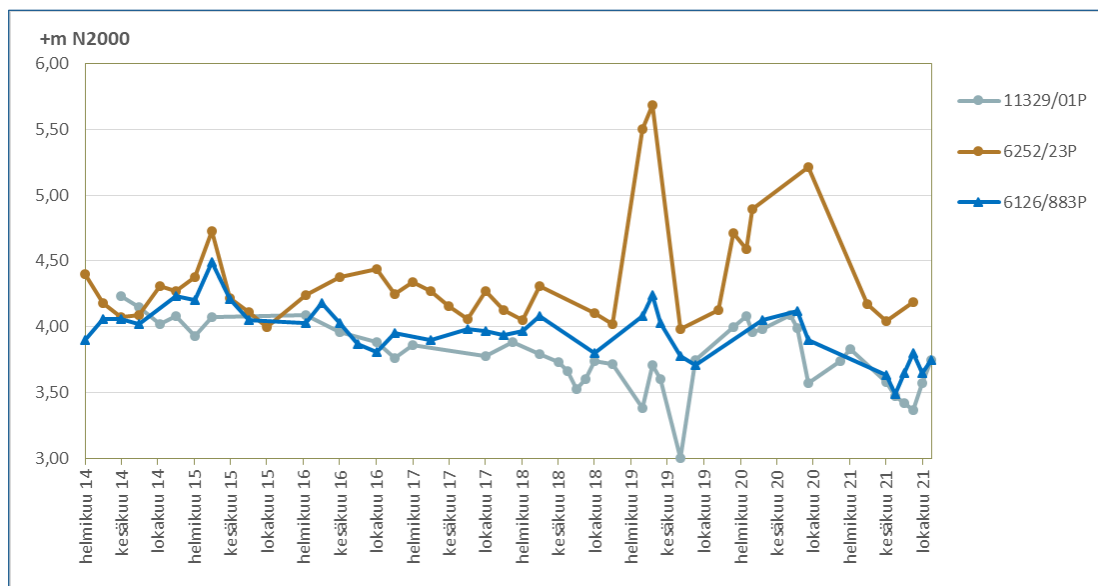
Hautalan alueella pohjaveden pinnankorkeudet mitattiin harvemmin kuin Huvilamäen alueella ja alkuvuoden mittaukset ovat puutteellisia. Pinnankorkeuksissa ei esiinny poikkeavia arvoja vuodelta 2021 (Kuva 11). Hautalan alueen putkissa pohjaveden pinta laski selvästi kuivan ja lämpimän kesän aikana ja nousi taas syksyllä muissa putkissa, paitsi putkessa 4861/05P. Havaintoputkessa 4861/05P pohjaveden pinta on hieman laskenut viime vuoden erityisen korkeasta tasosta. Putkesta 4730/08P saatiin mitattua pinnankorkeus vain tammikuussa, jonka jälkeen putken todettiin olevan tukossa helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa ja seuranta lopetettiin.



Kuva 11. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Vuosaaren pohjavesialueen Hautalan alueella sijaitsevista havaintoputkista.

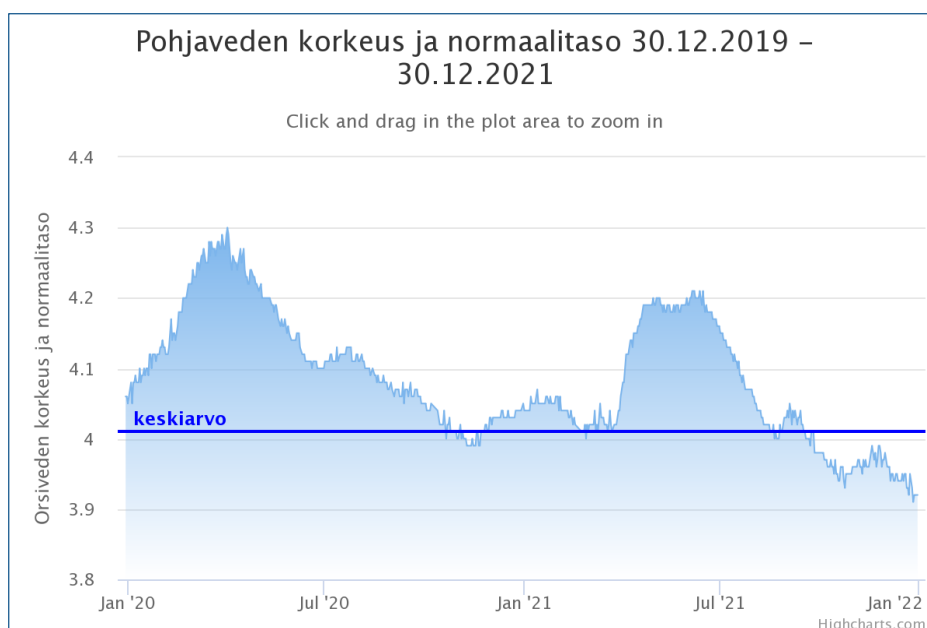
Vuosaaren pohjavesialueen keskiosan havaintoputkissa pohjaveden pinnankorkeudet vaihtelivat vuonna 2020 melko paljon, mutta ei yhtä rajusti kuin vuonna 2019 (Kuva 12). Vuoden 2021

alkuvuoden mittaukset ovat puutteellisia putkien 6252/23P ja 6126/883P osalta ja ensimmäiset mittaukset osuvat kesäkuulle, jolloin pohjavesi on oletettavasti jo laskenut reilusti kevään luke-
mista. Harvempien mittausten perusteella pohjaveden pinnankorkeus ei näytä kuitenkaan vaih-
delleen poikkeuksellisesti.



Kuva 12. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Vuosaaren pohjavesialueen keskiosan havaintoputkissa.

Vuosaaren pohjavesialueen varavedenottoalueiden välissä sijaitsevan paineanturiputken 4997/02P pinnankorkeus oli suurimman osan vuodesta 2021 keskimääräistä hieman korkeam-
malla tasolla. Loppuvuodesta pinnankorkeus kuitenkin laski tavallista kylmemmän ja vähäsatei-
semman marras-joulukuun vuoksi (Kuva 13).



Kuva 13. Pohjaveden pinnankorkeus Vuosaaren paineanturiputkessa 4997/02P tammikuusta 2020 joulukuuhun 2021 asti (mittaukset ja kuvaaja Helsingin kaupungin datapalvelu <http://pohjavesi.hel.fi/>).

5.1.3 Pohjaveden laatu

Helsingin pohjavesialueilla varavedenottoamoilta otettiin vedenlaatusäytteet vuonna 2021 sekä keväällä että syksyllä. Pohjavesialueilla olevista näytteenottoputkista vesinäytteet otettiin keväällä. Helsingin pohjavesialueiden vedenlaatua on havainnollistettu kuvissa 14–25. Kuvaajissa on esitetty havaintoputkien osalta kevään näytekierrosten tulokset. Syksyn tuloksia on vain vedenottoamoilta ja niitä on kuvaajien lisäksi käsitelty tekstissä.

Perusparametrit

Aistinvaraiset havainnot

Helsingin varavedenottokaivoista otetut vesinäytteet olivat aistinvaraisesti arvioiden kirkkaita/värittömiä ja hajuttomia, paitsi Vuosaaren Huvilamäen näyte syksyltä, jossa oli mädäntynyt haju ja sameutta. Pohjavesialueilla olevista havaintoputkista otetut vesinäytteet olivat pääosin värittömiä, mutta putken 10146/02P näyte oli sameaa ja ruskeaa sekä putken 11399/09P näyte samea ja punertava. Näytteiden sameus aiheutuu usein vesinäytteen mineraaliperäisestä hienoineksestä (savi/siltti, hieno hiekka).

Hygieeninen laatu

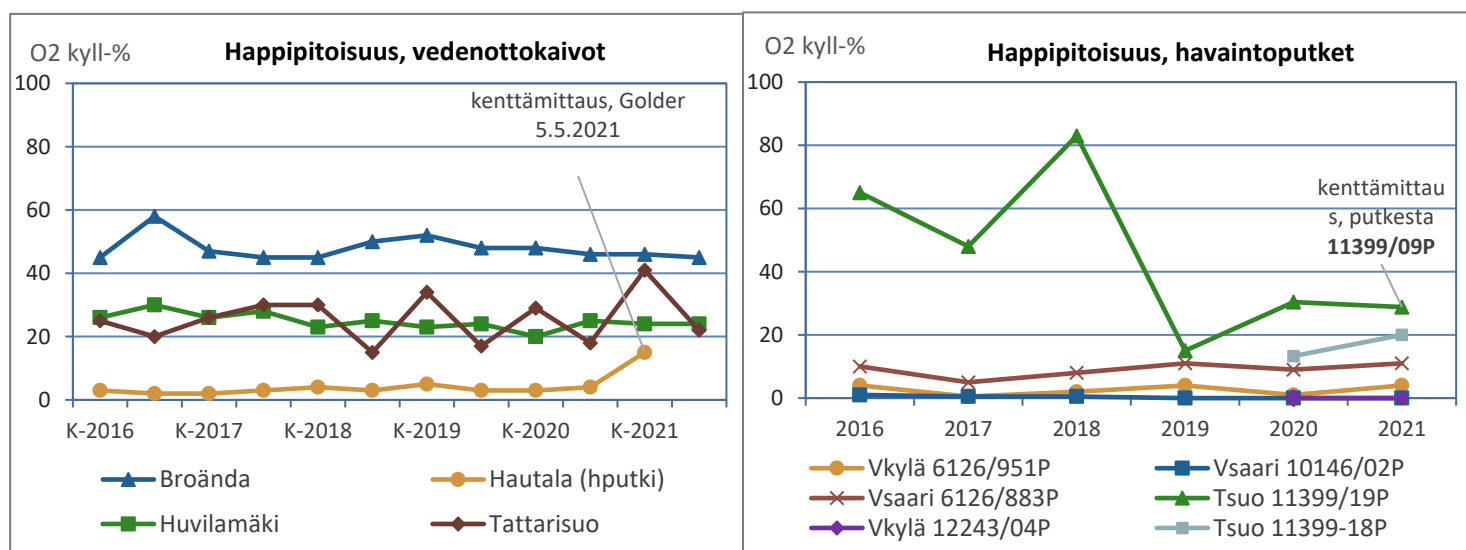
Pohjaveden hygieeninen laatu oli vuonna 2021 Helsingin pohjavesialueilta otetuissa vesinäytteissä pääasiassa hyvä. Vuosaaren Huvilamäen kaivossa ja Vartiokylän Broändan vedenotomolla todettiin koliformisia bakteereja sekä keväällä että syksyllä. Lisäksi Broändan vedenotomolla havaittiin suolistoperäisiä enterokokkeja syksyllä. Kaikki mitatut pitoisuudet olivat pieniä (1–11 mpn/pmy /100 ml) (Taulukko 4). Talousveden laatutavoite on kaikille bakteereille 0 pmy/100 ml (STM 1352/2015). Koliformiset bakteerit ovat maaperässä hyvin yleisiä, todetut pitoisuudet ovat vähäisiä eivätkä ilmennä varsinaista likaantuneisuutta. Jos havaintoputkiin tai kaivoihin on päässyt sekoittumaan pintavesiä, voi bakteereja päätyä pohjavesinäytteisiin. Kaivorakenteiden rapautuminen edesauttaa pintavesien pääsyä vedenottokaivoihin.

Taulukko 4. Bakteeripitoisuudet Helsingin pohjavesialueilta otetuissa vesinäytteissä vuonna 2021.

Ajankohta	Havaintopaikka	Koliformiset bakteerit mpn/100ml	<i>Escherichia coli</i> mpn/100ml	Suolistoperäiset enterokokit pmy/100ml
Kevät 2021	Vuosaari (Huvilamäki)	11	0	0
Syky 2021	Vuosaari (Huvilamäki)	4	0	0
Kevät 2021	Broända	1	0	0
Syky 2021	Broända	5	0	2

Happi

Pohjavesi on Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilla melko vähäpäästä. Tähän voi vaikuttaa mm. pohjavesimuodostumien savi-/silttipeitteisyys sekä maankäyttö, mm. rakentaminen ja alueiden asfaltointi. Kevään 2021 pohjaveden happipitoisuudet olivat varavedenottamoilla korkeammalla tai samalla tasolla kuin edellisenä vuonna. Tattarisuon havaintoputket sijaitsevat hiekkamuodostuman karkearakeisessa ydinosassa, mikä selittää niiden muita havaintoputkia paremman happitilanteen (Kuva 14). Havaintoputken 11399/19P happipitoisuudessa on ollut runsaasti vaihtelua yhteistarkkailun aikana. Syynä tähän voi olla lähialueella tapahtunut maanmuokkaus, ympäröivää aluetta on rakennettu tasaiseen tahtiin 2010-luvulla ja mm. aivan putken vieressä sijaitseva metsikön tilalle on rakennettu ilmakuviin perusteella vuosien 2017–2019 aikana kokonainen asuinkortteli.

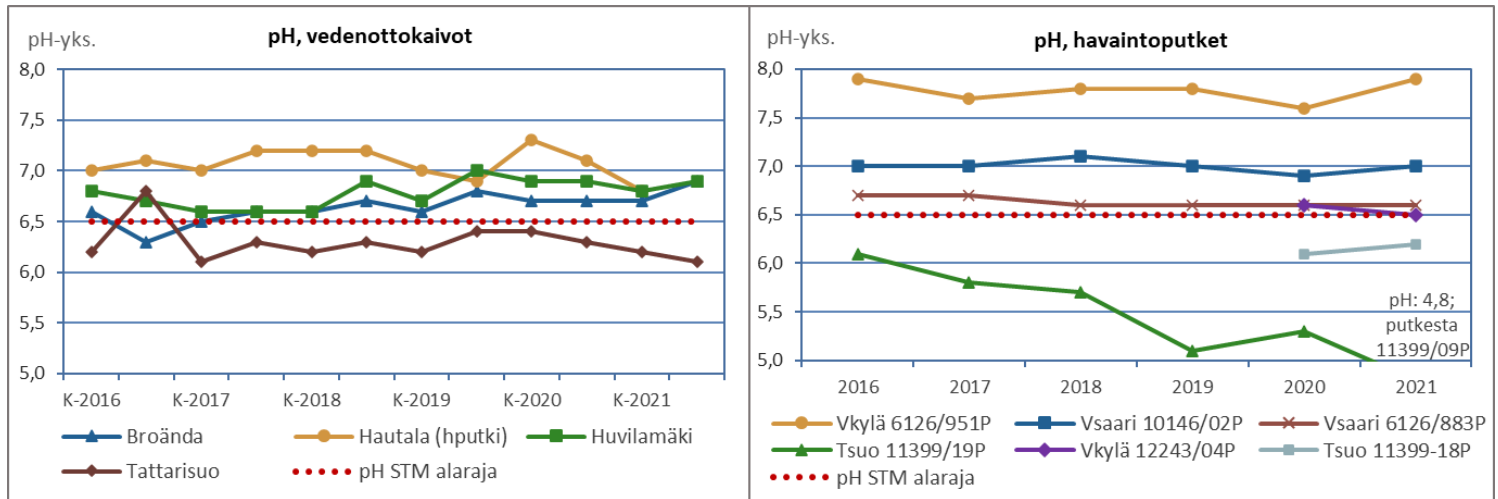


Kuva 14. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden happipitoisuudet vuosina 2016–2021.

Putki 11399/19P oli jäänyt rakentamisen alle kevään 2021 näytteenottojen aikaan. Korvaava näyte otettiin erittäin huonoantoisesta havaintoputkesta 11399/09P, joka sijaitsee 75 metriä länteen 11399/19P:n sijainnista. Huonoantoisuuden vuoksi putkesta 11399/09P ei saatu happinäytettä laboratorioanalyysia varten ja kuvaajassakin ilmoitettu happipitoisuus on kenttämittauksen tulos.

pH

Pohjavesi on Helsingin varavedenottoalueilla enimmäkseen lievästi hapanta (Kuva 15). Talousveden tavoitetaso (pH 6,5–9,5) alittui Tattarisuolla sekä varavedenottamolta että havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä. Varavedenottamoilla pH-tasot olivat olleet pääosin lievässä nousussa vuodesta 2018 lähtien. pH on laskenut Huvilamäen ja Tattarisuon vedenottamoilta otetuissa näytteissä kevästä 2020. Korkeimmat pH-arvot mitattiin Vartiokylän pohjavesialueen havaintoputkesta 6126/951P. Tattarisuon havaintoputken 11399/19P pohjaveden happamuus oli lisääntynyt selvästi ennen tuhoutumistaan. Lähellä sijaitsevassa korvaavassa havaintoputkessa pH:n laskun trendi näyttää jatkuneen keväällä 2021 pH oli 4,8.



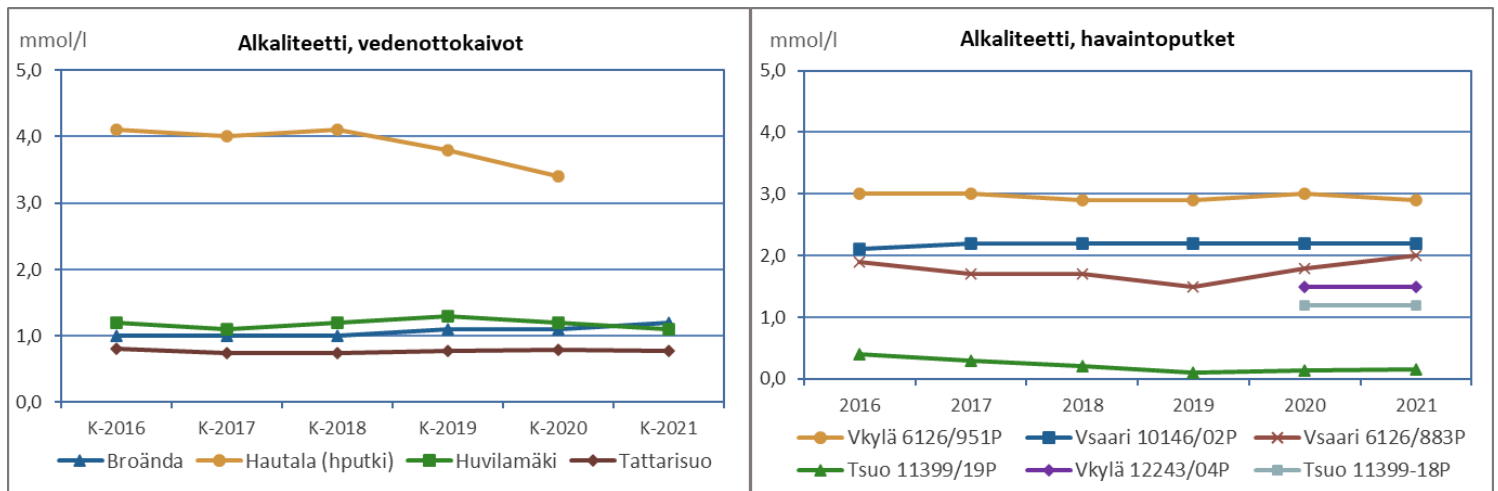
Kuva 15. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottoamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteen pH-arvot vuosina 2016–2021.

Alkaliteetti ja kovuus

Pohjaveden alkaliteetti kuvastaa veden puskurointikykyä happolisäystä vastaan. Mitä pienempi alkaliteetti on, sitä helpommin veden pH muuttuu. Toisaalta alkaliteetti ilmentää bikarbonaatin, joka on hiilihapon suola, määrää vedessä. Talousveden alkaliteetille ei ole annettu raja-arvoa, mutta veden syövyttävyyden vähentämiseksi alkaliteetin suositustaso on > 0,6 mmol/l.

Pohjaveden alkaliteetti Helsingin pohjavesialueilta otetuissa vesinäytteissä oli vuonna 2021 aikaisempien vuosien tasolla (Kuva 16). Varavedenottoamoilta otettujen vesinäytteen alkaliteettiarvot olivat Hautalan aluetta lukuun ottamatta välillä 0,77–1,1 mmol/l ja ylittivät lievästi suositustason (0,6 mmol/l). Vuosaaren Hautalan varavedenottoalueelta ei saatu vedenlaatunäytteitä vuonna 2021 putkessa asennettuna olleen näytteenottimen vuoksi. Vuosaaren pohjavesialueen havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä alkaliteetti oli koholla, ja erityisesti Vartiokylän pohjavesialueella havaintoputkessa 6126/951P. Likaantumattoman pohjaveden alkaliteetti on yleensä enimmillään luokkaa 1,5 mmol/l. Kohonnut alkaliteetti voi johtua luontaisista syistä, mm. emäksisestä kivilajikoostumuksesta, mutta se voi toisaalta ilmentää myös likaantuneisuutta, kuten jätevesien tai jätetäyttöjen suotovesien vaikutusta.

PH-välillä 7,5–8,0 pohjaveden alkaliteetti aiheutuu pääasiassa bikarbonaatista (HCO_3^-). Orgaanisen aineksen biologinen hajoaminen hapellisessa ympäristössä tuottaa hiilidioksidia. Anaerobisessa ympäristössä orgaanisten yhdisteiden biohajoaminen aiheuttaa kohonneita bikarbonaattipitoisuuksia (Salminen 2005). Pohjaveden happipitoisuus on Vuosaaren pohjavesialueella sekä Vartiokylän havaintoputkessa 6126/951P matala, joten olosuhteet ovat anaerobiset. Vuosaaren pohjavesialueella sekä Vartiokylän havaintoputkessa 6126/951P todetut kohonneet alkaliteettiarvot ilmentävät orgaanisen aineksen hajoamisen vaikutusta.



Kuva 16. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottoamailta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteen alkaliteettiarvot vuosina 2016–2021.

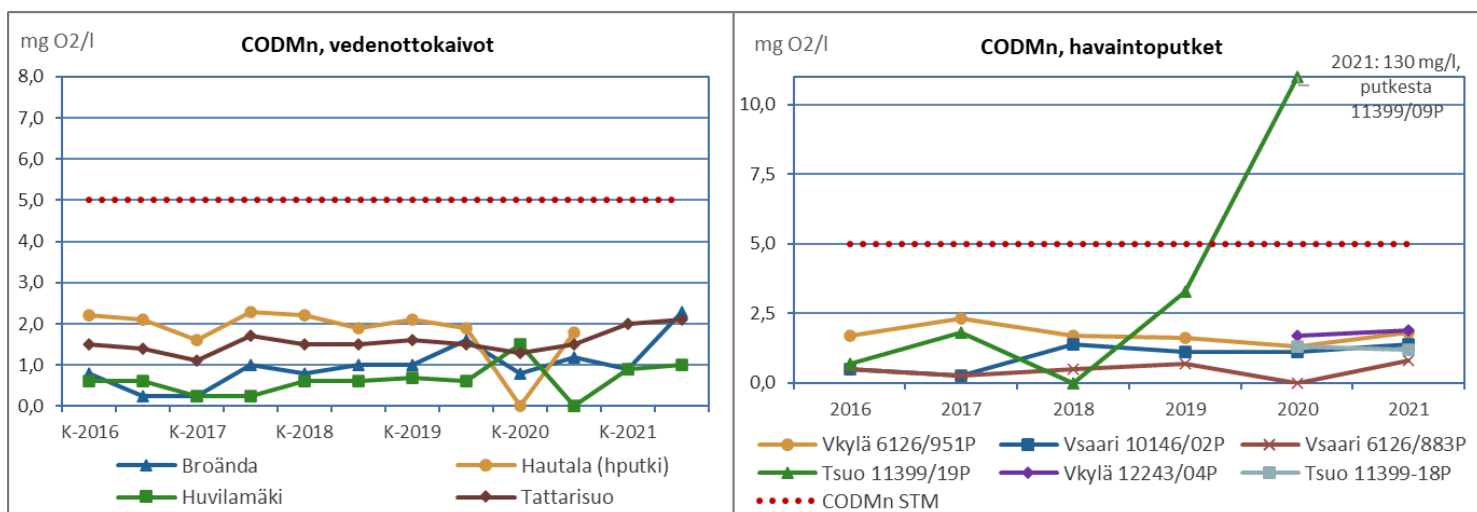
Pohjaveden kovuus on ollut viime vuosina suurin Vuosaaren Hautalan vedenottamoalueelta otetuissa vesinäytteissä. Vuonna 2021 ei saatu näytettä Hautalan vedenottamoalueelta, joten ei selviä jatkuuko laskeva trendi kokonaiskovuudessa. Muilla vedenottoamailta ja tutkituissa havaintoputkissa (Tattarisuo) pohjavesi oli pehmeää (kokonaiskovuus 0,55–1,10). Myös korkea kovuusarvo viittaa ihmisperäiseen kuormitukseen (esimerkiksi jätevedet).

Organisen aineksen määrä

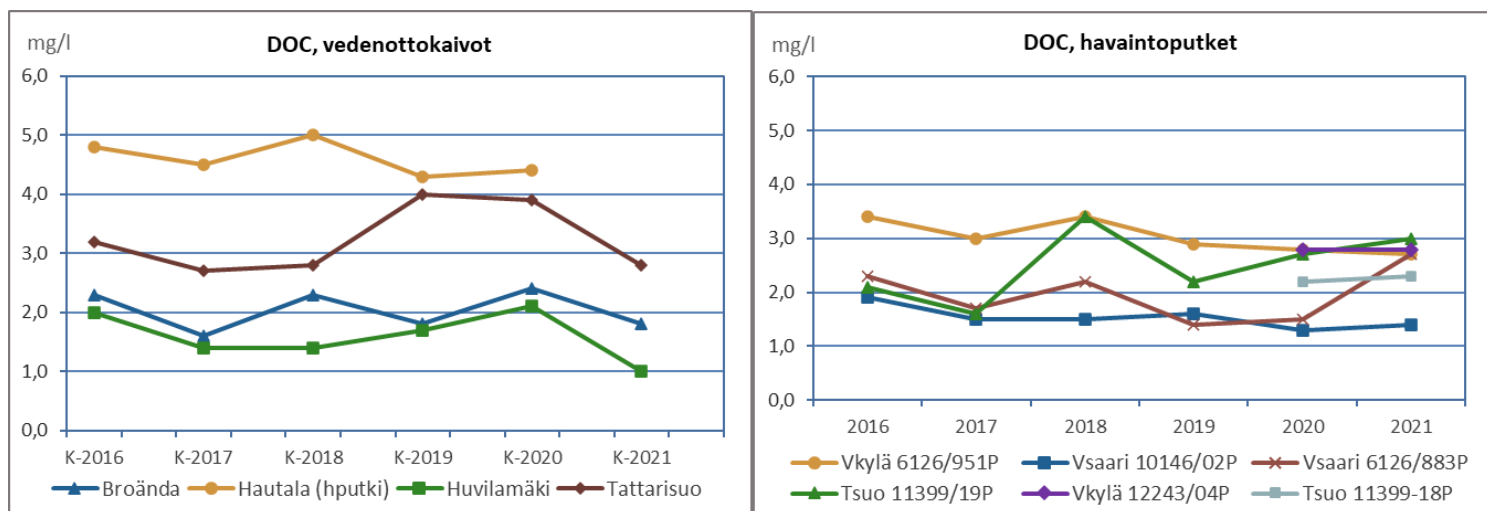
Pohjaveden organisen aineksen määrää on pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailussa tutkittu määrittämällä pohjaveteen liuenneen organisen hiilen määrää (DOC) sekä pohjaveden kemiallista hapenkulutusta (COD_{Mn}). Kemiallinen hapenkulutus ei ilmennä vain organisen aineksen määrää, vaan laboratoriomäärityksessä voivat hapettua organisen aineksen ohella pelkistyneet epäorgaaniset aineet, kuten esim. kaksiarvoinen rauta (Kivimäki 2018b).

Korkeimmat kemiallisen hapenkulutuksen arvot sekä liuenneen organisen hiilen pitoisuudet on vuoteen 2018 asti mitattu Vuosaaren pohjavesialueelta Hautalan vedenottamon alueella sijaitsevasta havaintoputkesta (Kuvat 17 ja 18). Vuonna 2020 Huvilamäen ja Hautalan COD_{Mn} -arvoissa oli aiempia vuosia enemmän vaihtelua. Vuonna 2021 Huvilamäen COD_{Mn} arvo tasoittui hieman kohonneelle tasolle. Tattarisuon ja Vartiokylän vedenottamoalueilta otettujen näytteiden COD_{Mn} arvot nousivat selkeästi samalla kun niiden DOC arvot laskivat. Vuodesta 2019 kemiallisen hapenkulutuksen arvo Tattarisuon havaintoputkessa 11399/19P lähti jyrkkään nousuun ja arvo ylitti vuonna 2020 talousveden laatutavoitteen arvon (5 mg/l) yli kaksinkertaisesti (11 mg/l). Vuonna 2021 varaputkesta 11399/09P otetun näytteen COD_{Mn} arvo oli 130 mg/l, joka on jo merkittävästi poikkeava tulos. Muissa havaintoputkissa COD_{Mn} -arvot pysyttelevät lähellä pohjaveden luontaisen kemiallisen hapenkulutuksen arvoa (enimmillään noin 1,3 mg/l).

DOC:lle ei ole määritelty talousveden raja-arvoa. Luonnontilassa olevan pohjaveden orgaanisen hiilen määrä on yleensä tasolla 0,5–1 mg/l. Ko. pitoisuustaso ylittyi Helsingin pohjavesialueilla vuonna 2021 kaikissa tutkituissa vesinäytteissä.



Kuva 17. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden kemiallisen hapenkulutuksen arvot vuosina 2016–2021.



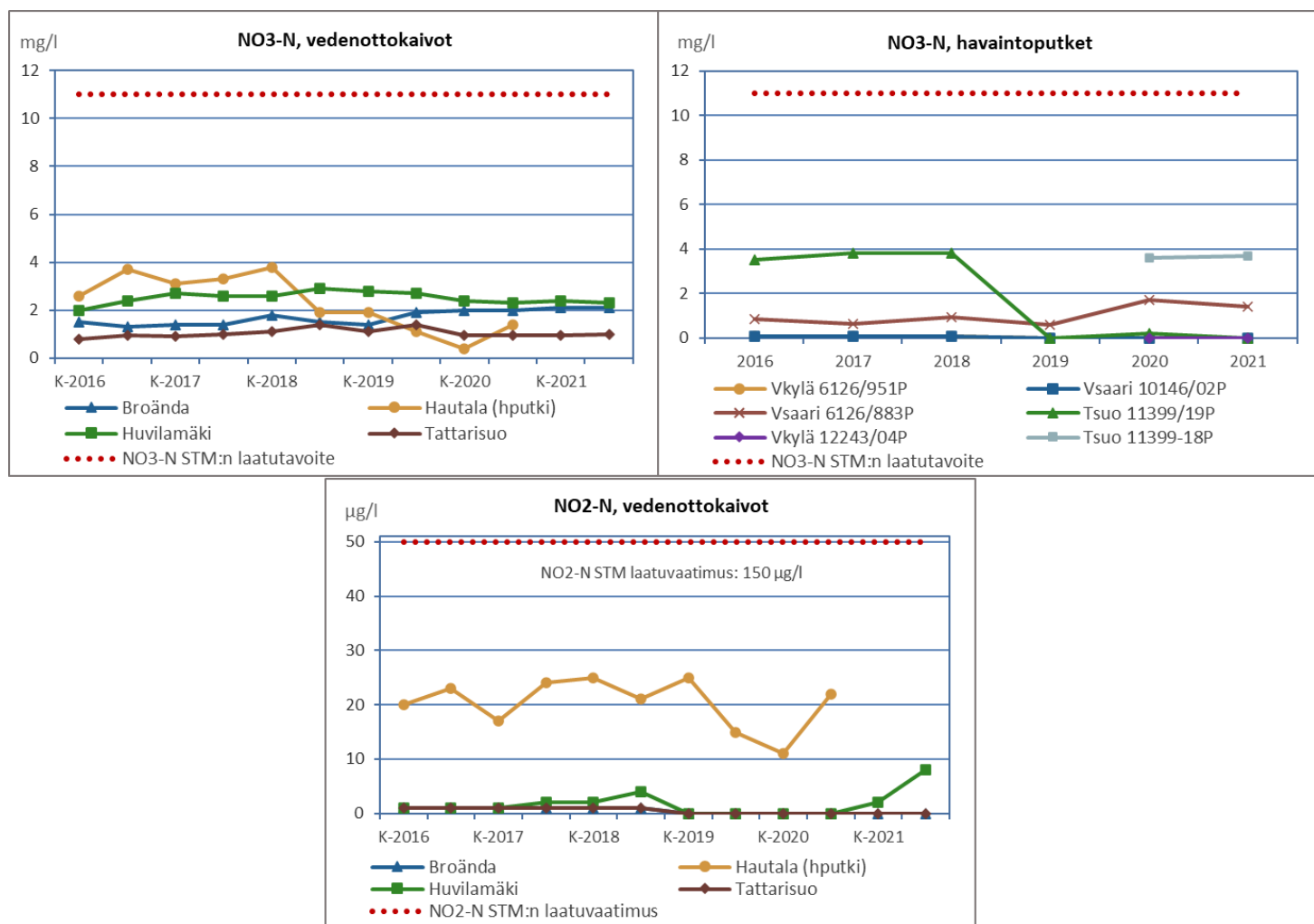
Kuva 18. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden liuennon orgaanisen hiilen määrän arvot vuosina 2016–2021.

Typpiyhdisteet

Typpiyhdisteiden pitoisuudet Helsingin pohjavesialueilta otetuissa vesinäytteissä olivat vuonna 2021 aiemmilla tasoillaan lukuun ottamatta Huvilamäen vedenottamoaluetta, jossa nitriitti- ja ammoniumtyypin pitoisuudet olivat nousseet (Kuvat 19 ja 20). Nitraattityypin pitoisuus alitti kaikilla havaintopaikoilla talousvedelle asetetun enimmäispitoisuuden ($\text{NO}_3\text{-N}$ 11 mg/l). Pohjavesialueiden kemiallisen tilan arvioinnissa ja riskialueiden nimeämisessä käytetään raja-arvona nitraattityypipitoisuutta 3,3 mg/l. Tämä taso alittui kaikilla havaintopaikoilla paitsi Tattarisuon uudella havaintoputkella 11399/18P, missä nitraattityypipitoisuus oli 3,7 mg/l. Myös Tattarisuon

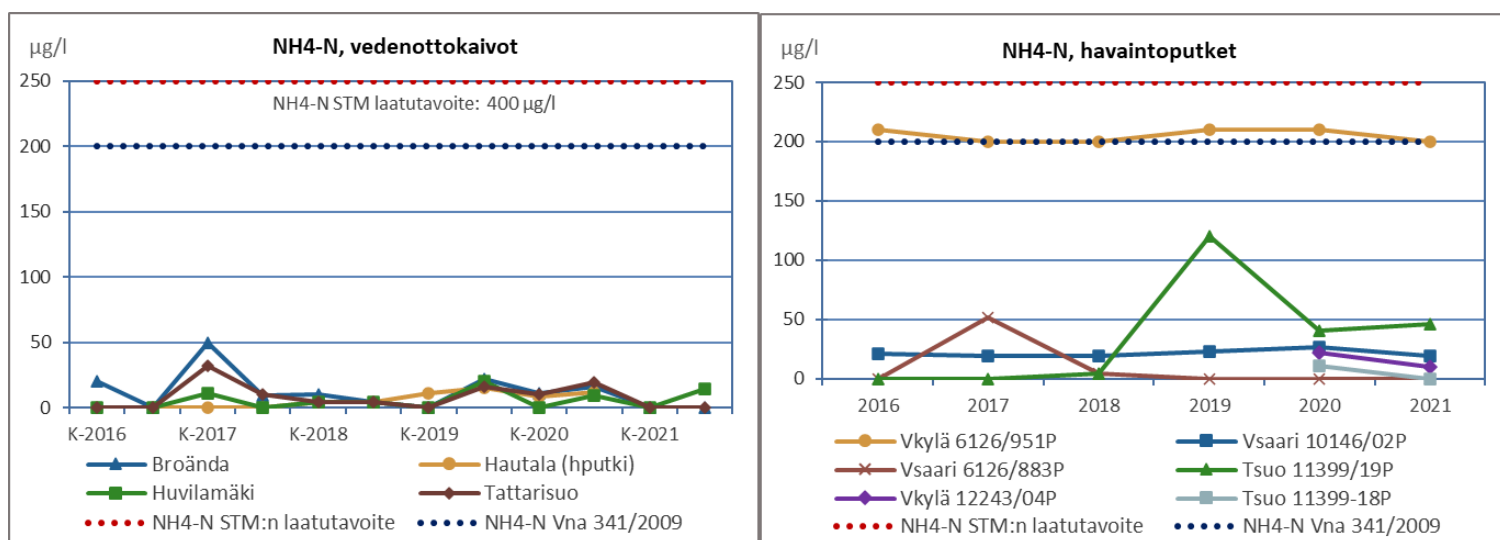
havaintoputken 11399/19P nitraattityppitaso oli aikaisemmin ollut lähes 4 mg/l tasolla, mutta vuosina 2019–2020 nitraattityppipitoisuus on laskenut tasolle < 0,1–0,18 mg/l. Vuonna 2021 alkuperäisen havaintoputken korvanneessa varaputkessa 11399/09P nitraattityppipitoisuus oli alle määritysrajan. Varavedenottamoilla syksyllä ja keväällä mitatuissa pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja.

Nitriittityppipitoisuudet Helsingin pohjavesialueilta otetuissa vesinäytteissä alittivat pääasiassa laboratorion määritysrajan 2 µg/l. Ainoa havaittu pitoisuus (8 µg/l) mitattiin Huvilamäen vara-vedenottoalueen havaintoputkesta. Talousveden laatuvaatimusarvo 150 µg/l alittui selvästi.



Kuva 19. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden nitraatti- ja nitriittityppipitoisuudet vuosina 2016–2021.

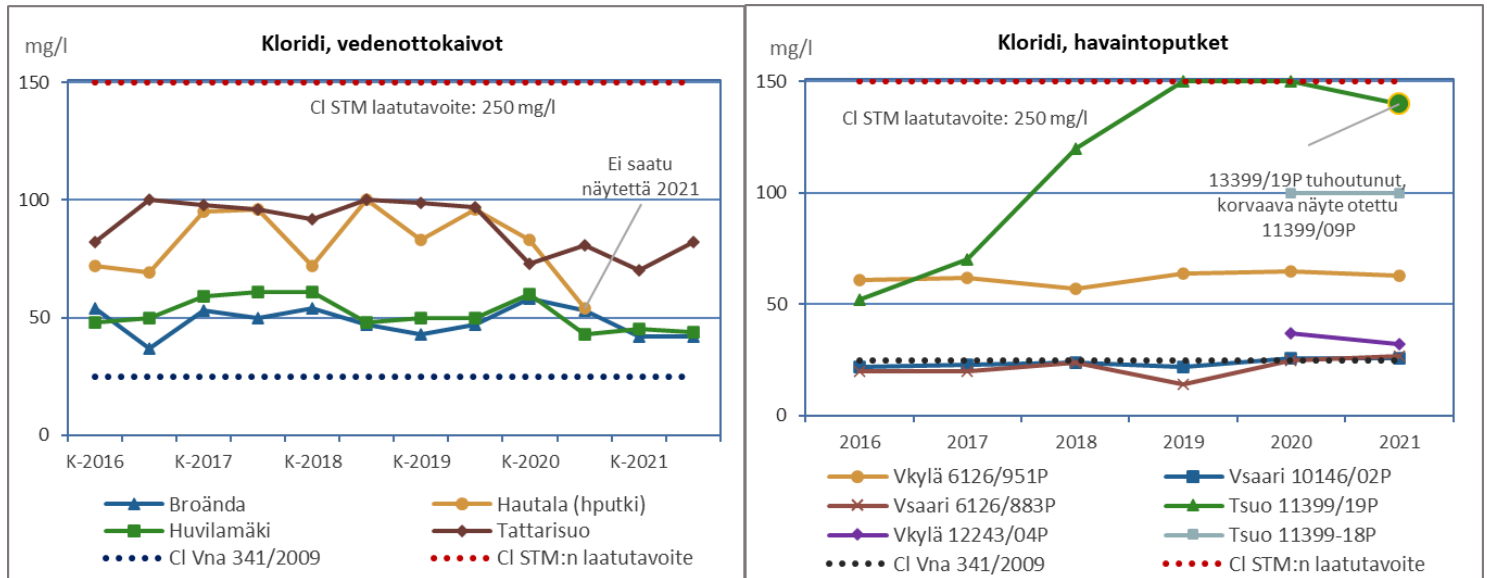
Ammoniumtyppipitoisuudet varavedenottamoiden näytteissä olivat vuonna 2021 alle määrittäjärajän, poikkeuksena Huvilämäki, jossa ammoniumtyppipitoisuus oli syksyllä 14 µg/l. Lähes kaikissa havaintoputkissa ammoniumtyppiä oli mitattavana pitoisuuksina, vain Vuosaaren pohjavesialueen pohjoisosan putkessa 6126/883P määrittäjäraja ei ylittynyt. Tattarisuon putkessa 11399/18P ammoniumtyppipitoisuus alitti määrittäjärajän syksyllä 2021. Vartiokylässä havaintoputken 6126/951P ammoniumtyppipitoisuustaso on pysytellyt viime vuodet pohjaveden ympäristölaatunormin 200 µg/l tuntumassa, vuonna 2021 pitoisuus oli 200 µg/l (Kuva 20). Talousvedelle asetettu laatutavoite (400 µg/l, STM 1352/2015) kuitenkin alittui. Tattarisuon havaintoputken 11399/09P pitoisuustaso on samaa luokkaa aiemman putken 11399/19P kanssa. Muissa havaintoputkissa pitoisuudet olivat matalat.



Kuva 20. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden ammoniumtyppipitoisuudet vuosina 2016–2021.

Kloridi

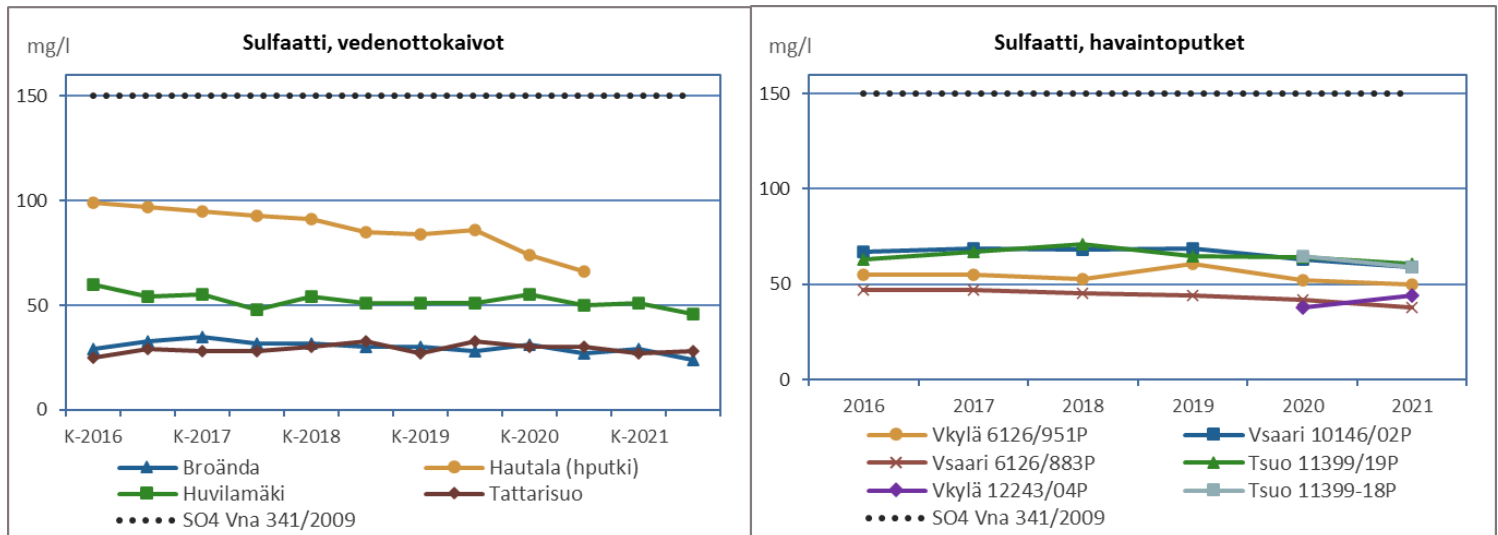
Pohjaveden kloridipitoisuudet ylittivät Helsingin pohjavesialueilla vuonna 2021 pohjaveden ympäristölaatunormin 25 mg/l (Kuva 21). Vuosaaren havaintoputkissa pitoisuudet olivat alhaisimmat ja rajan tuntumassa (25–27 mg/l). Talousveden laatutavoite 250 mg/l (STM 1352/2015) alittui kaikilla alueilla. Korkeimmat kloridipitoisuudet mitattiin vuonna 2020 Tattarisuon pohjavesialueen havaintoputkista (100–140 mg/l). Varavedenottamoista korkein pitoisuus (82 mg/l) mitattiin myös Tattarisuon vedenottopaikan havaintopisteeltä syksyllä. Tattarisuon varavedenotamolla kevään pitoisuus oli hieman matalampi kuin syksyn (70 vs 82 mg/l) ja pitoisuustaso oli alhaisempi kuin ennen vuotta 2020. Vedenottamon valuma-alueella korkein kloridipitoisuus, 140 mg/l, mitattiin havaintoputkesta 11399/09P. Tämä putki korvasi aiemman pohjavesialueen pohjoisosassa sijaitsevan havaintoputken 11399/19P, jossa kloridipitoisuus oli noussut voimakkaasti vuosina 2016–2019 nykyiselle tasolle. Tattarisuon toisessa havaintoputkessa 11399/18P kloridipitoisuus oli myös korkea (100 mg/l), putki sijaitsee lähellä Lahden- ja Porvoonväylän tieramppia. Muiden havaintopisteiden kloridipitoisuuksissa ei todettu merkittävää muutosta aiempien vuosien tarkkailutuloksiin verrattuna. Lahdenväylän talvikunnossapito on todennäköisesti syynä Tattarisuon alueen pohjaveden korkeisiin kloridipitoisuuksiin.



Kuva 21. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottoamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden kloridipitoisuudet vuosina 2016–2021.

Sulfaatti

Helsingin pohjavesialueiden pohjavedessä on mitattu pääosin lievästi koholla olevia sulfaattipitoisuuksia. Pohjaveden ympäristölaatu normi (150 mg/l, VNa 1040/2006) ja talousveden laatu tavoite (250 mg/l, STM 1352/2015) kuitenkin alittuivat kaikilla tutkituilla havaintopaikoilla (Kuva 22). Matalimmat pitoisuudet on vuosina 2016–2021 mitattu Tattarisuon ja Broändan varavedenottoamoilta. Korkeimmat sulfaattipitoisuudet mitattiin aiempien vuosien tapaan Vuosaaren alueelta, jossa pitoisuudet ovat kuitenkin laskevassa trendissä. Poikkeaman syyksi on arveltu Vuosaaren alueella esiintyviä vanhan merenpohjan sulfidisedimenttejä, jotka aiheuttavat kohonneita sulfaatin taustapitoisuuksia. Esimerkiksi rakentamisen yhteydessä ja pohjavedenpinnan laskiessa em. sedimentit joutuvat kosketuksiin hapen kanssa, jolloin pohjaveteen vapautuu sulfaattia. Vuosaaren pohjavesialueen pohjaveden sulfaattipitoisuuksiin voi vaikuttaa myös satama-alueen rikkipäästöjen laskeuma (Kivimäki 2015).

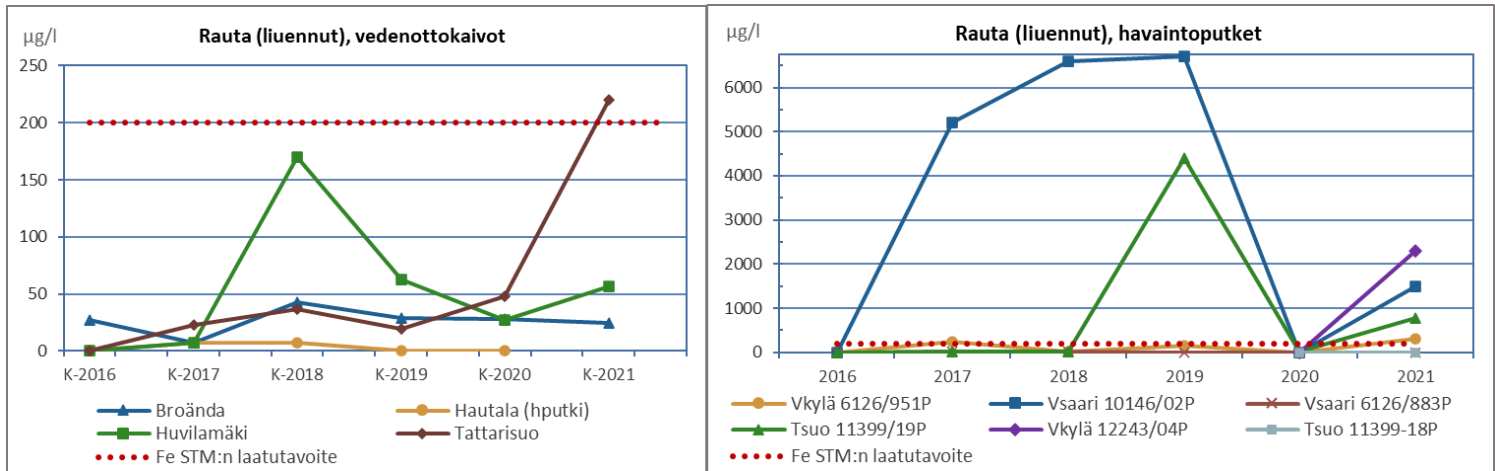


Kuva 22. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteen sulfaattipitoisuudet vuosina 2016–2021 (STM:n laatutavoite sulfaatile on 250 mg/l).

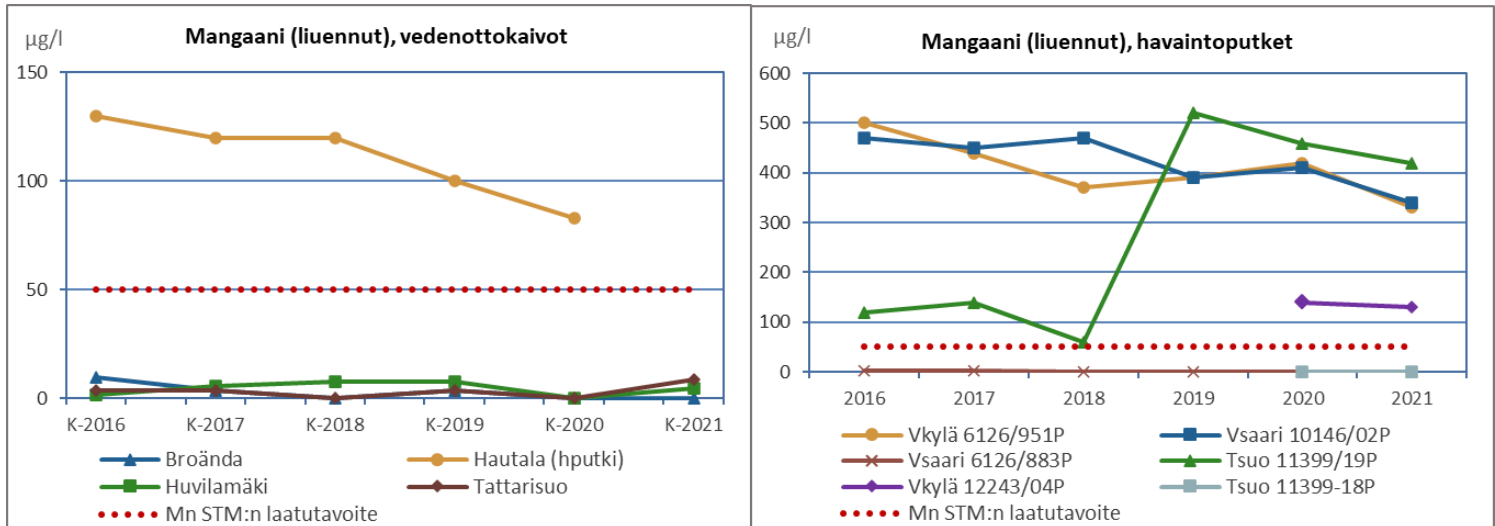
Rauta ja mangaani

Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoiden kaivoista otettujen vesinäytteiden rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat vuonna 2021 pääosin matalat ja alittivat talousveden laatutavoitteet (rauta 200 µg/l, mangaani 50 µg/l). Raudan pitoisuus keväällä 2021 Tattarisuon varavedenottamon kaivossa oli kuitenkin poikkeuksellisen korkea (220µg/l) ja STM:n talousveden laatutavoite ylittyi (Kuva 23). Huvilamäen kaivon rautapitoisuus kääntyi nousuun laskettuaan viimeiset kolme vuotta poikkeusarvosta (170 µg/l vuonna 2018). Korkein mangaanipitoisuus mitattiin Tattarisuon varavedenottamon kaivosta (9 µg/l), mutta pitoisuus jäi reilusti alle STM:n talousvesi-asetuksen tavoitetason, kuten muillakin varavedenottamoalueilla.

Pohjavesiputkista otetuissa vesinäytteissä pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat olleet vuosina 2016–2021 huomattavasti korkeammat kuin ottamoiden kaivoissa. Vuosien 2017–2019 erityisen korkeat rautapitoisuudet Vuosaaren havaintoputkessa 10146/02P ja Tattarisuon putkessa 11399/19P laskivat kuitenkin vuonna 2020 talousvesi-asetuksen laatutavoitteen sallimiin rajoihin. Vuonna 2021 Ainoastaan Vuosaaren putkessa 6126/883P ja Tattarisuon putkessa 11399/18P rautapitoisuus jäi alle määritysrajan, kaikissa muissa putkissa rautapitoisuus oli nousut ja ylitti STM:n talousvesi-asetuksen laatutavoitteen. Liukoista mangaania todettiin samoissa havaintoputkissa kuin rautaakin ja näissäkin talousveden laatutavoite ylittyi selvästi (Kuva 24). Mangaanipitoisuuksissa oli tapahtunut lievää laskua vuodesta 2020. Havaintoputkien sijainti peitteisillä alueilla laskee pohjaveden happipitoisuutta, mikä puolestaan lisää raudan ja mangaanin liukenemistä pohjaveteen.



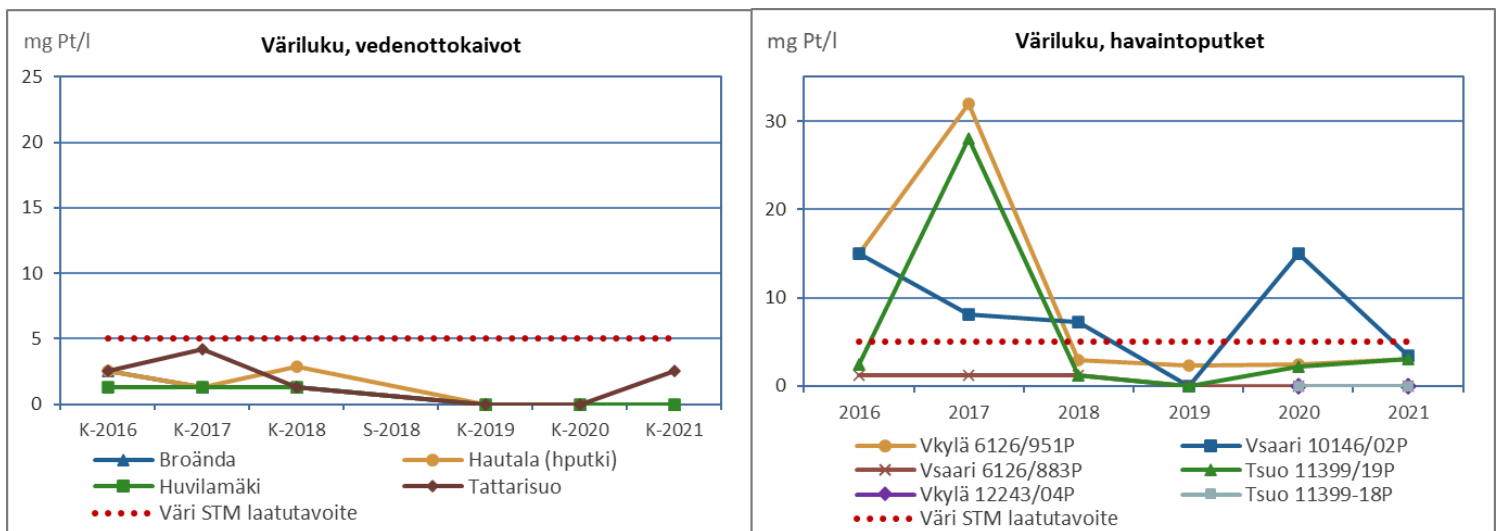
Kuva 23. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden liukoisin raudan pitoisuudet vuosina 2016–2020. Huom. asteikkojen erot.



Kuva 24. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden liukoisin mangaanin pitoisuudet vuosina 2016–2021.

Väri

Helsingin varavedenottamoilta otetuissa pohjavesinäytteissä ei ollut merkittävästi väriä, talousveden laatuavoite (väriluku <5, STM 1352/2015) täyttyi kaikilla ottamoilla. Havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä väriluvut ovat ennen vuotta 2018 olleet korkeita, jonka jälkeen havaintoputkista otettujen näytteiden väriluku on pääosin alittanut laatuavoitteen rajan. Vain Vuosaaren pohjavesialueen keskiosan havaintoputkessa 10146/02P väriluku kohosi laatuavoitteen rajan yläpuolelle vuonna 2020, josta se kuitenkin laski vuonna 2021 arvoon 3,1 (Kuva 25).



Kuva 25. Helsingin pohjavesialueiden varavedenottoilta ja havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden väriluvut vuosina 2016–2021.

Raskasmetallit

Raskasmetallipitoisuudet määritettiin pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailussa kevään näytekerralla. Helsingin varavedenottoilta ja pohjavesialueiden havaintoputkista vuonna 2021 otettujen vesinäytteiden raskasmetallipitoisuudet olivat enimmäkseen pieniä. Viitearvojen ylityksiä todettiin muutamassa havaintoputkessa. Raskasmetallipitoisuudet on esitetty alla taulukossa 5.

Vartiokylän Broändan varavedenottamon pohjavedestä todettiin jälleen kohonnut kuparipitoisuus 37 µg/l, mikä ylittää pohjaveden ympäristölaatunormin 20 µg/l. Pitoisuus jäi kuitenkin kauas talousvesiasetuksen enimmäisrajasta (2 mg/l). Vuosaaren Huvilamäen varavedenottoalueen näytteessä oli korkeahko sinkkipitoisuus (29 µg/l), joka ei kuitenkaan ylittänyt ympäristölaatunormia VNa 1040/2006 (60 µg/l).

Tattarisuon pohjavesialueella putken 11399/19P korvanneesta putkesta 11399/09P todettiin samoja raskasmetalleja samoilla pitoisuustasoilla kuin alkuperäisestä putkesta. Kohonnut bariumpitoisuus (73 µg/l) jäi reilusti alle WHO:n määrittelemän juomaveden enimmäispitoisuuden 1300 µg/l (WHO 2017). Pohjaveden bariumpitoisuudet ovat usein koholla jätettyttöjen tai vanhojen kaatopaikkojen vaikutusalueilla. Havaintoputken 11399/09P kobolttipitoisuus (5 µg/l) ylitti pohjaveden ympäristölaatunormin 2 µg/l, kuten myös alkuperäisessä putkessa vuosina 2017 ja 2019. Havaintoputkessa 11399/09P todettiin myös pohjaveden ympäristölaatunormin (60 µg/l) ylittävä pitoisuus sinkkiä (68 µg/l). Samalla havaintoalueella myös nikkelin pitoisuus on ollut vuosina 2016 ja 2017 korkea ja talousveden laatuvaatimusten enimmäisarvo (20 µg/l) on ylittynyt. Vuodesta 2018 nikkelin pitoisuus on ollut matalammalla tasolla ja vuonna 2021 pitoisuus on 7,0 µg/l, mikä alittaa nikkelin ympäristölaatunormin (10 µg/l).

Vartiokylän havaintoputkessa 6126/951P liukoisen arseenin pitoisuus oli 14 µg/l; pitoisuus ylitti pohjaveden ympäristölaatunormin (5 µg/l, VNa 1040/2006) ja talousveden enimmäispitoisuuden (10 µg/l). Arseenia on todettu ko. havaintoputkessa samansuuruisina pitoisuuksina myös

vuosina 2016–2020. Vartiokylän pohjavesialueen havaintoputkessa 12243/04P todettiin korkea pitoisuus alumiinia (390 µg/l), joka ylittää STM:n talousvesiasetuksen laatutavoitteen (200 µg/l). Samassa putkessa havaittiin myös korkea titaanipitoisuus (30 µg/l); titaanille ei ole määritetty raja-arvoja talousvesikäytössä tai pohjavedessä.

Taulukko 5. Helsingin pohjavesialueiden havaintopaikoilta vuonna 2021 todetut koholla olevat pohjaveden raskasmetallipitoisuudet. Talousveden laatuvaatimukset ylittävät pitoisuudet on esitetty lihavoituna ja ympäristölaatunormin ylitykset alleviivattuina.

Havaintopaikka	Huomioitavat raskasmetallipitoisuudet
Huvilamäki	sinkki 29 µg/l
Broända	<u>Kupari 37 µg/l</u>
Tattarisuo 11399/09P	Barium 73 µg/l; <u>koboltti 5,0 µg/l</u> ; nikkeli 7,0 µg/l; sinkki 68 µg/l
Vartiokylä 6126/951P	Arseeni 14 µg/l
Vartiokylä 12243/04P	Alumiini 390 µg/l

Orgaaniset haitta-aineet

Orgaanisten yhdisteiden havaintopaikkakohtainen analyysivalikoima perustuu aikaisempiin tarkkailutuloksiin ja alueilla tehtyyn riskikartoitukseen (Kivimäki ja Luodeslampi 2014; Kivimäki 2015; Kivimäki 2017).

Helsingin varavedenottamoilta tutkittiin keväällä 2021 haihtuvat orgaaniset yhdisteet (Volatile organic compounds, VOC). Varavedenottamoiden kaivoista otetuissa näytteissä ei todettu VOC-yhdisteitä; tutkittujen yhdisteiden pitoisuudet alittivat laboratorion määrittämissä rajoissa.

Havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä todettiin VOC-yhdisteitä kaikilla pohjavesialueilla. Vartiokylän pohjavesialueella havaintoputkessa 12243/04P todettiin tetrakloorieteeniä 11 µg/l ja trikloorieteeniä 1,1 µg/l, mikä ylittää tetra- ja trikloorieteenille asetetun summapitoisuuden pohjaveden ympäristölaatunormin 5 µg/l (VNa 1040/2006) ja talousveden enimmäispitoisuuden (10 µg/l, STM 1352/2015). Alueella on havaittu tetra- ja trikloorieteeniä myös vuosina 2017–2019 aiemmin käytössä olleesta havaintoputkesta (12243/08P) ja tetrakloorieteeniä myös putkesta 12243/04P vuonna 2020.

Vartiokylän pohjavesialueen toisessa näytteenottoputkessa 6126/951P todettiin MTBE:tä pohjaveden ympäristölaatunormin (7,5 µg/l) alittavana pitoisuutena (4,7 µg/l). Pitoisuus on vaihdellut vuosina 2016–2021 välillä 4,7–11 µg/l. MTBE:n pohjavettä pilaavat hajua ja makukynnys ovat niin matalat, että MTBE pilaava pohjavettä jo hyvin pieninä pitoisuuksina. MTBE:lle ei ole annettu talousveden terveysperusteisia raja-arvoja. Vuonna 2016 ko. havaintoputkessa todettiin myös TBA:ta (tert-butanoli), joka on MTBE:n synteesissä käytetty yhdiste. Tämän jälkeen TBA:ta ei ole ko. havaintoputkessa todettu. Pohjaveden virtaussuunnassa havaintoputken 6126/951P yläpuolella on sijainnut polttonesteiden jakeluasema, jonka alueella on tehty pilaantuneen maa-alueen kunnostusta vuonna 2005 (Maaperän tilan tietojärjestelmän kohdetiedot 02/2012). Kohteesta on todennäköisesti päässyt kulkeutumaan MTBE:tä alueen heikkousvyöhykkeeseen ja

pohjaveteen. Broändan varavedenottamo sijaitsee saman ruhjevyöhykkeen alueella ja pohjaveden virtaussuunta on havaintoputken 6126/951P alueelta kohti vedenottamo. On mahdollista, että MTBE:tä päätyy myös varavedenottamolle. Alueella todetut pitoisuudet ovat kuitenkin melko matalat.

Vuosaaren pohjavesialueella havaintoputkessa 10146/02P Hautalan varavedenottoalueen pohjoispuolella todettiin pieni pitoisuus (0,74 µg/l) trikloorieteeniä, pitoisuus oli hieman alhaisempi kuin vuosina 2016–2020 ja alitti talousveden enimmäispitoisuuden sekä pohjaveden ympäristönlautunormin.

Tattarisuon pohjavesialueella todettiin havaintoputkessa 11399/19P pieni pitoisuus MTBE:tä (0,62 µg/l), mikä alitti pohjaveden ympäristölaatuunormin 7,5 µg/l. MTBE:tä havaittiin ensimmäistä kertaa tällä havaintoputkialueella vuonna 2019, hieman korkeammalla pitoisuudella (1 µg/l).

Bensiinihiilivedyt (C₅-C₁₀) tutkittiin Helsingin pohjavesialueiden havaintoputkista, Vartiokylän pohjavesialueen havaintoputkista määritettiin myös öljyhiilivedyt (C₁₀-C₄₀). Havaintoputkissa ei todettu viitteitä bensiini- tai öljyhiilivedyistä. Vedenottokaivoista bensiini- tai öljyhiilivetymääriä ei tehty.

Keväällä 2021 tutkittiin myös torjunta-aineet Vartiokylän ja Vuosaaren pohjavesialueen Huvilamäen varavedenottamoalueilta. Vartiokylän vedenottamon näytteestä havaittiin diklobeniilin hajoamistuotetta, 2,6-diklooribentsamidia (BAM:ia) 0,04 µg/l, ja Huvilamäen näytteestä 0,007 µg/l simatsiinia. Torjunta-ainepitoisuudet eivät ylittäneet VNa 1040/2006 ympäristönlautunormia, joka on torjunta-aineille ja niiden merkityksellisille hajoamistuotteille 0,1 µg/l.

5.2 Espoon pohjavesialueet

5.2.1 Yleiskuvauus

Espoossa pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailua suoritetaan Brinkinmäen, Puolarmetsän, Lahnuksen ja Metsämaan pohjavesialueilla. Alueet sijaitsevat hajallaan eri puolilla Espoota: Lahnus ja Metsämaa Espoon pohjoisosissa, Puolarmetsä ja Brinkinmäki meren lähellä Espoon eteläosissa. Espoon pohjavesialueet ovat kallioperän ruhjevyöhykkeisiin tai vähäisempiin kalliopainanteisiin kerrostuneita savi-silttipeitteisiä pohjavesimuodostumia, joissa karkeat lajituneet ja vettä hyvin johtavat kerrokset ovat suojassa hienoaineskerrostumien alapuolella.

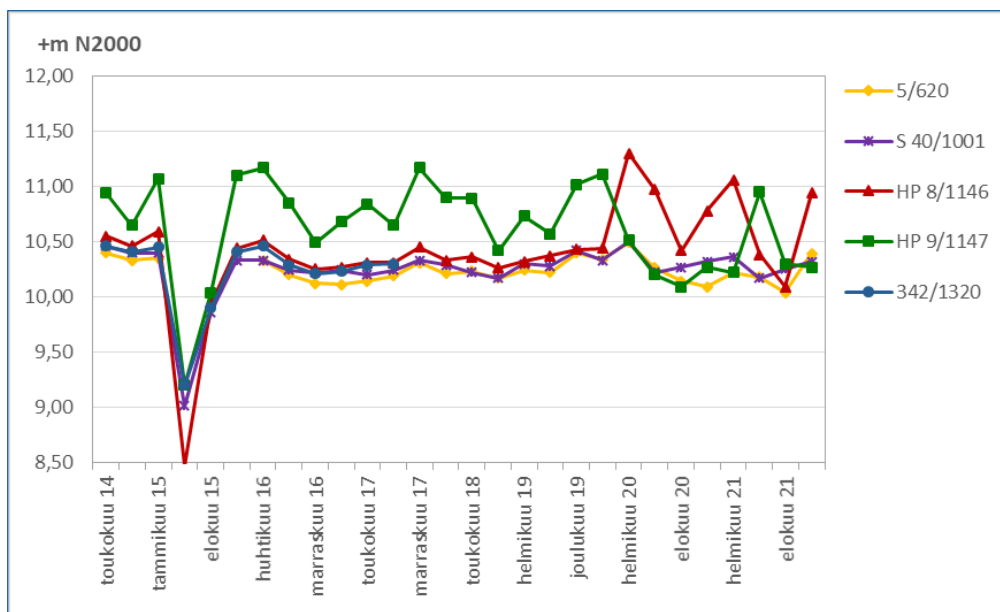
Pohjaveden kemiallinen tila on Brinkinmäen ja Puolarmetsän alueilla hyvä. Metsämaa ja Lahnus on luokiteltu riskipohjavesialueiksi ja niissä pääasiallisena pohjaveden kemiallista tilaa heikentävän aineena on kloridi (Kivimäki ja Luodeslampi 2014).

5.2.2 Pohjaveden pinnankorkeudet

Brinkinmäki

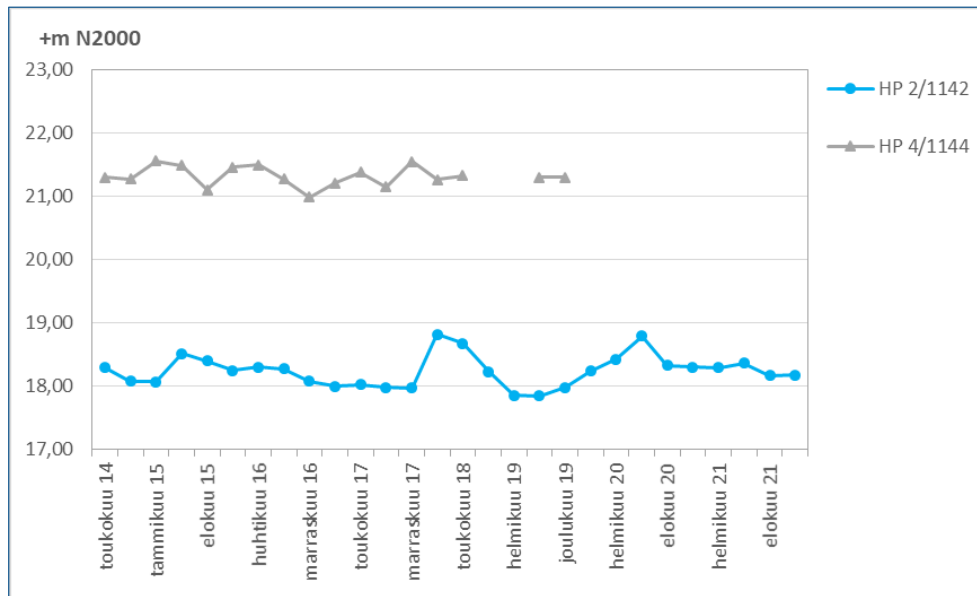
Brinkinmäen pohjavesialueen keskiosan havaintoputket sijaitsevat kallioperän heikkousvyöhykkeessä, missä lajittuneita maakerroksia peittää paksu savikerros. Pohjavesi on alueella savipeitteisyydestä johtuen paineellista ja lähellä maanpintaa, mittaustulosten perusteella ajoittain jopa maanpinnan yläpuolella. Pohjaveden pinnankorkeus vaihtelee keskiosan havaintoputkissa vain vähän, mikä kuvastaa hyviä hydraulisia yhteyksiä.

Brinkinmäen alueella on toteutettu viime vuosina laaja-alaisia rakennushankkeita. Rakentaminen ja maankaivu selittänevät keväällä 2015 havaitun 1–2 m aleneman pohjaveden painetasoissa. Tämän jälkeen pinnat kuitenkin palautuivat aikaisempien vuosien keskimääräisille tasolle (Kuva 26). Vuonna 2021 pinnankorkeuden vaihtelut olivat havaintopisteissä HP 9/1147 ja HP 8/1146 suuria. Putkessa HP 8/1146 pinnantaso oli korkealla helmikuussa, josta pinta laski elokuuhun asti lähes metrin. Lokakuussa pohjavesi oli noussut elokuun alhaisesta tasosta n. 80 cm runsaiden sateiden myötä. Putkessa HP 9/1147 sen sijaan pinnankorkeus oli korkeimmillaan myöhempään keväällä, toukokuussa, jonka jälkeen taso laski loppuvuodeksi alemmalle tasolle. Putket ovat melko lähellä toisiaan, erot pinnankorkeuksien käyttäytymisessä voivat johtua alueella edelleen jatkuvasta aktiivisesta rakentamisesta. Muissa Brinkinmäen keskialueella sijaitsevista putkista pohjaveden pinnankorkeus ei vaihdellut yhtä voimakkaasti vuonna 2021.



Kuva 26. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Brinkinmäen pohjavesialueen keskiosassa sijaitsevista havaintoputkista.

Brinkinmäen pohjavesialueen reuna-alueiden havaintoputket sijaitsevat kalliokohoumien rinteillä tai kalliomäkien välisissä painanteissa. Niissä pohjaveden pinta on pohjavesialueen keskiosaa korkeammalla. Vain yksi reuna-alueen putki on vielä olemassa. Muodostuman pohjoisosassa sijaitsevassa havaintoputkessa HP2/1142 pinnankorkeuden vaihtelu oli vuonna 2021 maksimissaan 20 cm toukokuun ja elokuun mittausten välillä (Kuva 27).



Kuva 27. Pohjaveden pinnankorkeudet 2014–2021 Brinkinmäen pohjavesialueen reuna-alueella sijaitsevassa kallio/moreenialueen havaintoputkessa.

Brinkinmäen pohjavesialueen keskiosassa sijaitsevassa havaintoputkessa HP7/1145 on paineanturi, joka on mitannut pohjaveden pinnan vaihteluita kerran vuorokaudessa kesäkuusta 2016 alkaen (Kuva 28). Alkuvuonna 2021 pohjavesi oli matalalla lumien sulamiseen asti, jonka jälkeen pohjaveden pinta nousi korkealle huhtikuun alussa. Keskimääräistä kuivempi ja lämpimämpi alkukesä johti pohjaveden pinnan hyvin tasaiseen laskuun, joka kääntyi elokuun alussa taas nousuun. Syyskuussa anturiin tuli toimintahäiriö ja mittaukset lopetettiin. Anturimittauksia on tarkeitus jatkaa anturin huoltamisen jälkeen.

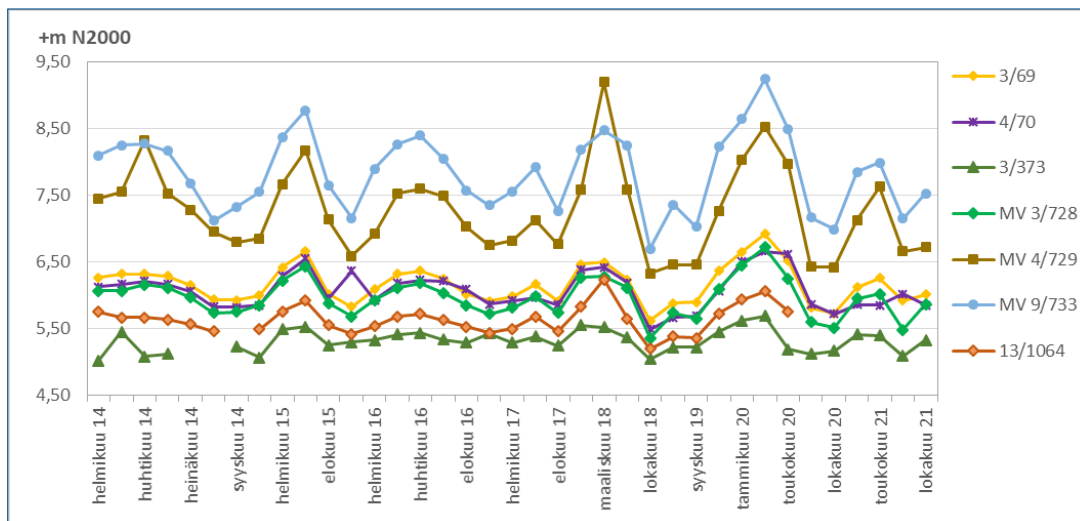


Kuva 28. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2016–2021 (7.9. asti) Brinkinmäen pohjavesialueen keskiosan paineanturiputkessa HP7/1145.

Puolarmetsä

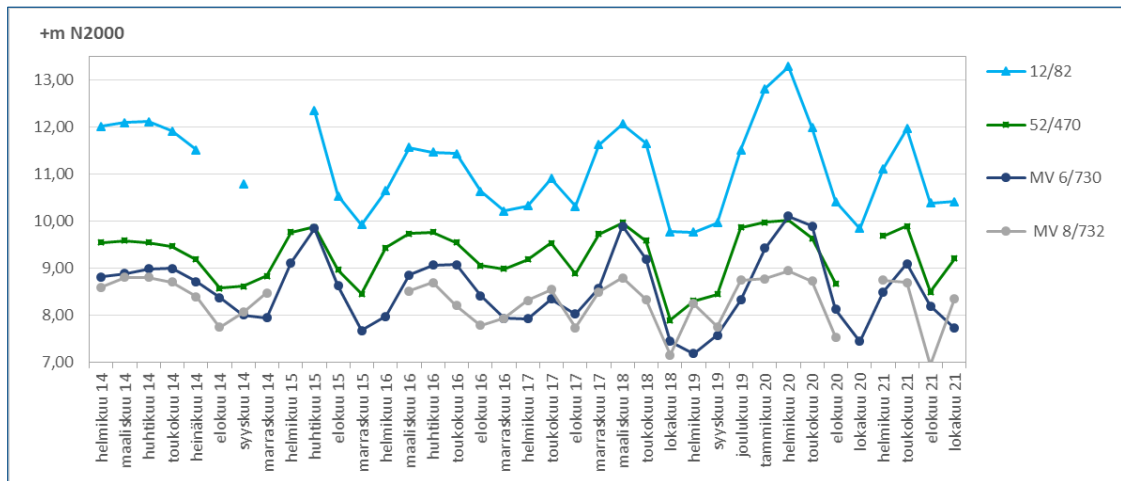
Puolarmetsän pohjavesialueen keskiosan havaintoputket sijaitsevat savipeitteisellä alueella, luoteis-kaakko-suuntaisen kallioperän rikkonaisuusvyöhykkeen ympäristössä. Puolarmetsän varavedenottamon läheisyydessä pohjavesi on maanpinnan tasossa ja nousee ajoittain maanpinnan yläpuolelle. Rikkonaisuusvyöhykkeen tuntumassa olevissa havaintoputkissa sekä vedenottamon lähialueella pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu on pääosin vähäisempää kuin muualla pohjavesialueella (Kuva 29). Pohjavesialueen reunoilla pinnankorkeuden vaihtelu on voimakasta, jopa muutamia metrejä.

Vuonna 2021 pohjaveden pinnankorkeudet olivat korkeimmillaan toukokuussa. Kesän aikana pinnantasot laskivat n. 30–100 cm. Muutosten voimakkuus vaihteli havaintopaikkakohtaisesti. Havaintoputkessa MV4/729 pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu on keskiosan havaintoputkista voimakkainta (vaihteluväli noin 97 cm vuonna 2021). Pohjavesialueen länsi-luoteisosassa ruhjevyyhykkeellä sijaitsevassa MV 9/733:ssa pinnankorkeuden vaihtelut ovat myös huomattavia.



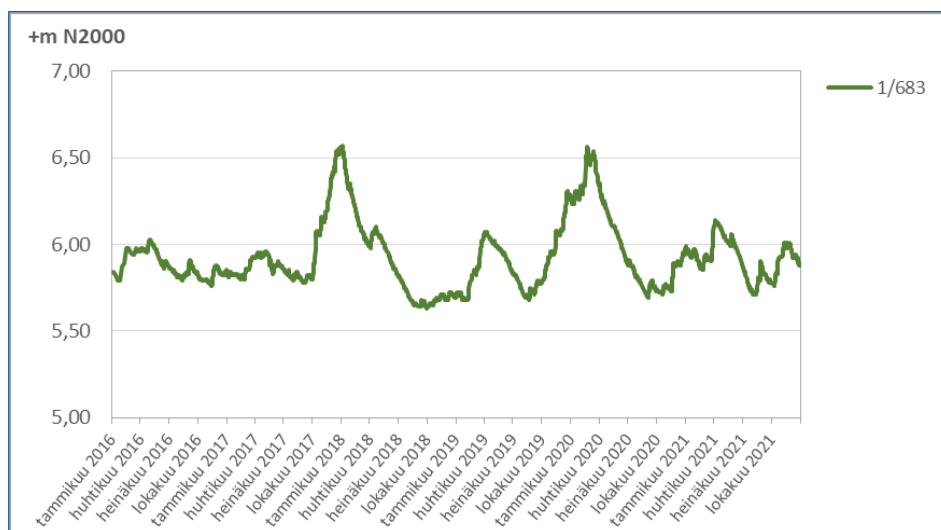
Kuva 29. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Puolarmetsän pohjavesialueen keskiosassa ja ruhjevyyhykkeellä sijaitsevissa havaintoputkissa.

Pohjaveden muodostumisalueen reunamilla sijaitsevat putket ovat kalliokohoumien rinteillä tai kalliopainanteiden suppea-alaisissa pohjavesialtaissa. Niissä pohjaveden pinnat ovat korkeammalla ja pintojen vaihtelu on suurempaa kuin muodostuman keskiosissa (Kuva 30). Vuonna 2021 reuna-alueilla sijaitsevissa putkissa näkyi samanlainen pintojen vaihtelu kuin keskiosan putkisakin, mutta suuremmalla vaihteluvälillä. Alkuvuonna pinnat nousivat helmikuun ja toukokuun mittausten välillä, ja laskivat kesän aikana. Putkessa MV6/730 pohjaveden pinta laski vielä elokuun ja lokakuun mittausten välillä, muissa reuna-alueen putkissa pinnat nousivat loppusyksystä jonkin verran.



Kuva 30. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Puolarmetsän pohjavesialueen reuna-alueilla sijaitsevilla havaintoputkissa.

Puolarmetsän pohjavesialueen keskiosassa, lähellä vedenottamoita sijaitsevassa havaintoputkessa 1/683 on paineanturi, joka mittaa pohjaveden painetasoa kerran vuorokaudessa (Kuva 31). Pohjaveden pinnantasotaso oli alempana vuonna 2021 viime vuoteen verrattuna ja pinnankorkeuden vaihtelu oli huomattavasti vähäisempää kuin vuosina 2017–2020. Pohjaveden pinta oli korkeimmillaan huhtikuun lopulla, tämän jälkeen pinnantasotaso laski aina elokuun puoleen väliin, josta se vielä nousi maltillisesti loppuvuotta kohden.

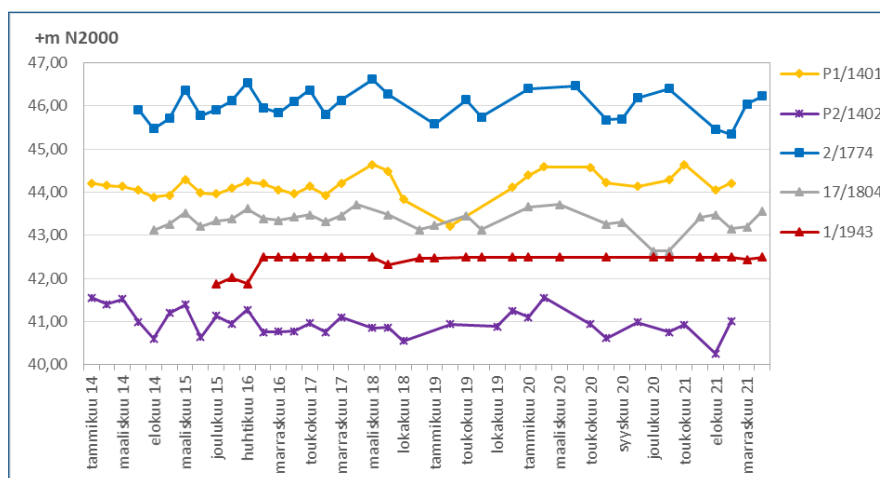


Kuva 31. Pohjaveden pinnankorkeus vuosina 2016–2021 Puolarmetsän pohjavesialueen keskiosassa sijaitsevassa havaintoputkessa 1/683 (paineanturiputki).

Lahnus

Lahnusen pohjavesialue on muodostunut kalliopainanteisiin kerrostuneista hiekkakerroksista. Pohjavesialueen pitkittäis- ja poikittaissuunnassa on useita alueellisia ja paikallisia kallioperän heikkousvyöhykkeitä. Kallionpinnan vaihteluiden seurauksena pohjaveden pinnankorkeus alueen eri osissa vaihtelee tasojen noin +40,5...+47 välillä. Vuonna 2021 pinnankorkeudet mitattiin

kevällä vain kahdesta putkesta, joissa pinnankorkeuksien maksimi oli juuri toukokuussa. Muissa putkissa korkein pinta mitattiin helmikuussa, ja lokakuussa putkessa P2/1402 (Kuva 32).

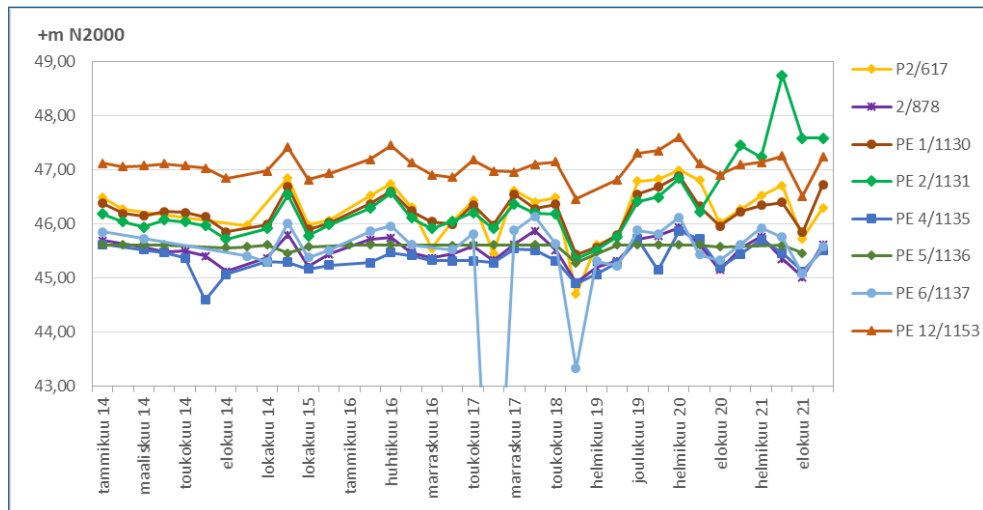


Kuva 32. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Lahnuksen pohjavesialueen tarkkailuputkissa.

Lahnuksen pohjavesialueelle joulukuussa 2015 asennettuun havaintoputkeen 1/1943 oli vuonna 2016 tarkoitus asentaa paineanturi mittaamaan pohjaveden painetasoa kerran vuorokaudessa. Savipeitteisyydestä johtuen pohjavesi on paineellista ja vesi nousee putken pään tasoon, joten putkeen ei saatu asennettua paineanturia. Havaintoputkea on jatkettu vuonna 2016, joten pinnankorkeus saadaan mitattua manuaalisesti. Vuosien 2019–2021 aikana ainoastaan marraskuussa 2021 pohjaveden pinta oli 5 cm putken päätä alempana. Muina mittauskertoina putkessa oli paineellisen pohjaveden ylivirtausta.

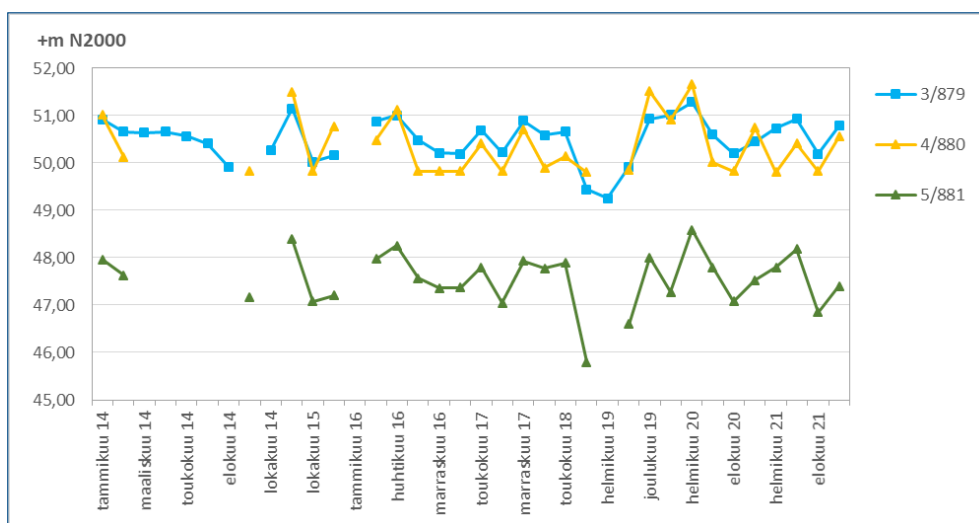
Metsämaa

Metsämaan pohjavesialueen pohjoisosa muodostuu kalliomäkialueesta, jonka rinteillä on moreenikerrostumia. Pohjavesialueen pohjoisosan havaintoputket sijoittuvat näihin moreenikerroksiin. Kallio nousee korkealle myös pohjavesialueen itä- ja länsiosissa sekä kaakkoiskulmassa. Pohjavesialueen keskiosassa on kalliopainanne. Pohjaveden pinnankorkeuden erot pohjavesialueen pohjois- ja keskiosassa ovat kalliopinnan tason vaihteluista johtuen suuret (Kuvat 33–35). Vedenottamon lähialueella pinnankorkeuden vaihtelu on vähäisempää, mikä viittaa hyvin vettä johtavien kerrosten esiintymiseen ja hyviin hydraulisiin yhteyksiin.

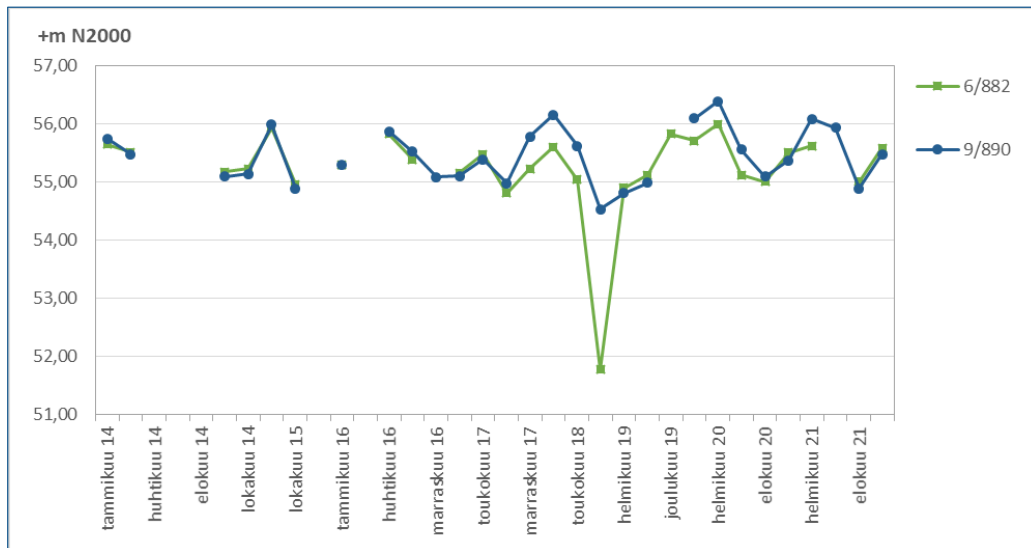


Kuva 33. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Metsämaan pohjavesialueen keskiosan tarkkailuputkissa.

Vuoden 2021 alussa pohjaveden pinnankorkeudet laskivat n. 20–40 cm neljässä havaintoputkessa, muissa putkissa pinnankorkeus nousi n. 5–150 cm. Espoon muiden pohjavesialueiden tapaan Metsämaallakin kaikissa havaintopisteissä pohjaveden pinnat laskivat elokuuhun saakka ja lähtivät taas syysateiden ansiosta syksyllä nousemaan. Ainoastaan Metsämaan keskiosassa sijaitsevassa putkessa PE2/1131 pohjaveden pinta pysyi lokakuussa samalla tasolla kuin elokuussa. Kyseisestä putkesta mitattiin tarkkailuhistorian korkein pinnankorkeus toukokuussa 2021 ja kahden metrin pinnannousu on ollut melko voimakkaan tasaista vuoden 2018 minimistä. Aikaisempien vuosien tapaisia voimakkaita pinnankorkeuden hyppäyksiä ei havaittu vuonna 2021 putkissa PE 6/1137 eikä 6/882 (pohjoisosan kallioalueen putki). Putkessa PE6/1137 todettiin vuonna 2017 poikkeuksellinen pohjaveden pinnankorkeuden alenema (noin 7 metriä), mikä varmistettiin uusintamittauksella. Havaintoputki sijaitsee savikolla, Vihdintien välittömässä läheisyydessä. Vesipinta havaintoputkessa P2/617 vaihtelee samalla tavoin kuin havaintoputkessa PE6/1137, vaihteluväli on kuitenkin selvästi pienempi (Kuva 33). Putket sijaitsevat Vihdintien pohjoispuolella, mutta melko etäällä toisistaan.

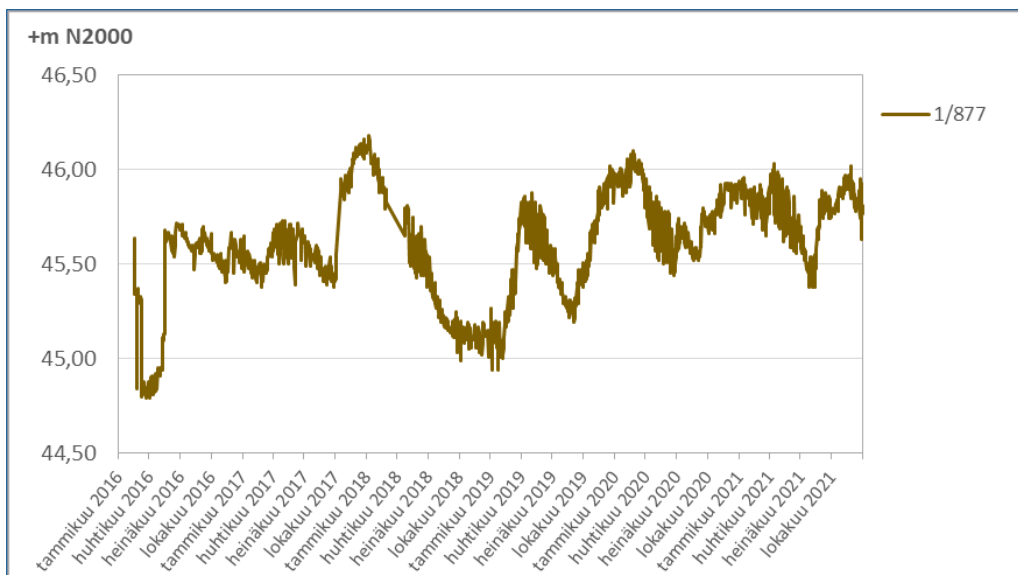


Kuva 34. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Metsämaan pohjavesialueen reunaosien tarkkailuputkissa.



Kuva 35. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Metsämaan pohjavesialueen reunaosien tarkkailuputkissa.

Metsämaan pohjavesialueella kahteen putkeen on asennettu pohjaveden pinnankorkeutta mittaava automaattianturi, joista toinen antaa epäluotettavia tuloksia (HP7/883). Havaintoputki 1/877, johon asennettu paineanturi mittaa luotettavasti pohjavedenpinnan tasoa kerran vuorokaudessa, sijaitsee Kalajärven varavedenottamon välittömässä läheisyydessä. Vuonna 2021 painenaturiputkessa mitattiin samanlainen pinnankorkeuden kehitys kuin muillakin Espoon pohjavesialueilla. Alkuvuonna pohjaveden pinta oli tasaisen korkealla huhtikuuhun asti, jolloin pinta vielä nousi entisestään ja kääntyi laskuun. Pohjaveden pinnan lasku jatkui elokuun puoleenväliin asti, jolloin pinta lähti jyrkkään nousuun. Marraskuussa pinnannousu tasaantui ja lähti hieman laskuun joulukuussa (Kuva 36).



Kuva 36. Pohjaveden pinnankorkeus vuosina 2016–2021 Metsämaan pohjavesialueen keskiosassa sijaitsevassa havaintoputkessa 1/877 (paineanturiputki).

5.2.3 Pohjaveden laatu

Espoon pohjavesialueilla vedenlaatu­näytteet otettiin keväällä 2021 kaikilta varavedenot­ta­moilta. Espoon pohjavesialueiden varavedenottamoiden vedenlaatua on havainnollistettu ku­vissa 37–42.

Perusparametrit

Aistinvaraiset havainnot

Espoon varavedenottokaivoista otetut näytteet olivat aistinvaraisesti arvioiden värittömiä ja kirkkaita sekä hajuttomia. Kaukla­hden ja Lahnuksen vesinäytteiden ulkonäkö oli opalisoi­va.

Hygieeninen laatu

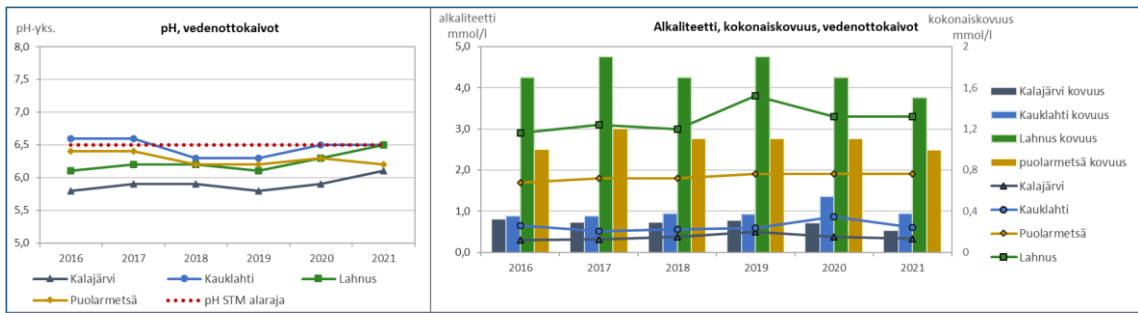
Pohjaveden hygieeninen laatu oli kaikilla havaintopaikoilla hyvä; suolistoperäisiä *E.coli*- tai en­terokokki-bakteereja ei todettu. Kaivoista otetuissa vesinäytteissä ei todettu myöskään kolifor­misiä bakteereja.

pH

Pohjavesi on Espoon varavedenottoalueilla lievästi hapanta. Kaukla­hden ja Lahnuksen vedenot­tamoiden näytteissä pH-arvot (6,5) täyttivät talousvedelle asetetun tavoitetason (pH 6,5–9,5) (Kuva 37). Pohjavesi on Suomessa tyypillisesti lievästi hapanta. Lahnuksen varavedenottamoilla pH-taso oli juuri talousveden alarajalla ollen hieman korkeampi kuin kahtena edellisenä vuo­tena. Kalajärven ja Puolarmetsän vedenottamoilla pH on alittanut tavoitetason kaikilla vuosien 2016–2021 näytteenotto­kerroilla.

Alkaliteetti ja kovuus

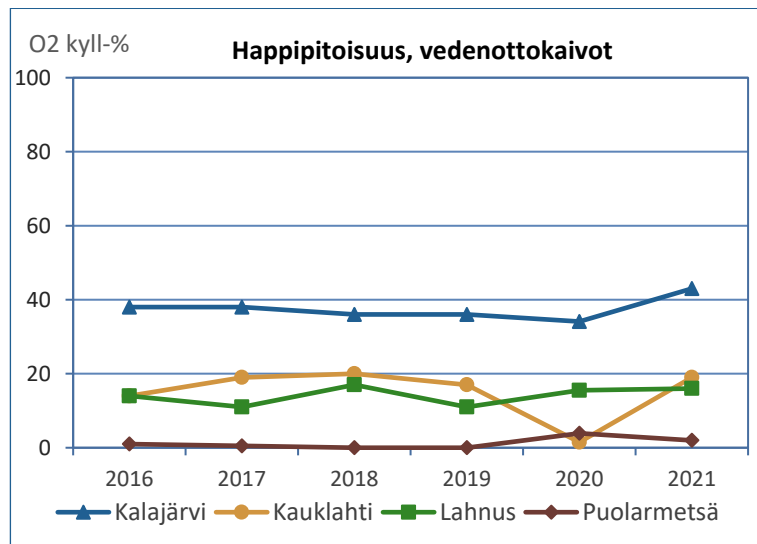
Espoon varavedenottamoilta otettujen vesinäytteiden alkaliteetti on Lahnuksen pohjavesialu­etta lukuun ottamatta suomalaisille pohjavesille melko tyypillinen, enimmillään noin 1,5 mmol/l. Kaukla­hden ja Kalajärven varavedenottamoilla pohjaveden alkaliteetti on hyvin matala ja hyvälle talousvedelle asetettu korroosio-ominaisuuksien ehkäisyyn perustuva suositustaso alittuu (Kuva 37). Lahnuksen pohjavesialueella veden alkaliteetti on lievästi koholla, vuosien 2016–2018 noin 3 mmol/l:sta alkaliteetti­arvo kohosi vuonna 2019 3,8 mmol/l:ssa ja on pysynyt vuodesta 2020 3,3 mmol/l:ssa. Kokonais­kovuus korreloi vahvasti positiivisesti alkaliteetin kanssa. Lahnuksen varavedenottamolla pohjavesi on ollut keskikovaa ja kovahkoa koko tarkkailun ajan, Puolarmet­ssä pohjaveden kovuus on vaihdellut keskikovan ja pehmeän välillä ja muilla varavedenotta­moilla vesi on pehmeää.



Kuva 37. Espoon pohjavesialueiden varavedenotto-kaivoilta tutkittujen vesinäytteiden pH-, alkaliteetti ja kokonaiskovuus vuosina 2016–2021.

Happi

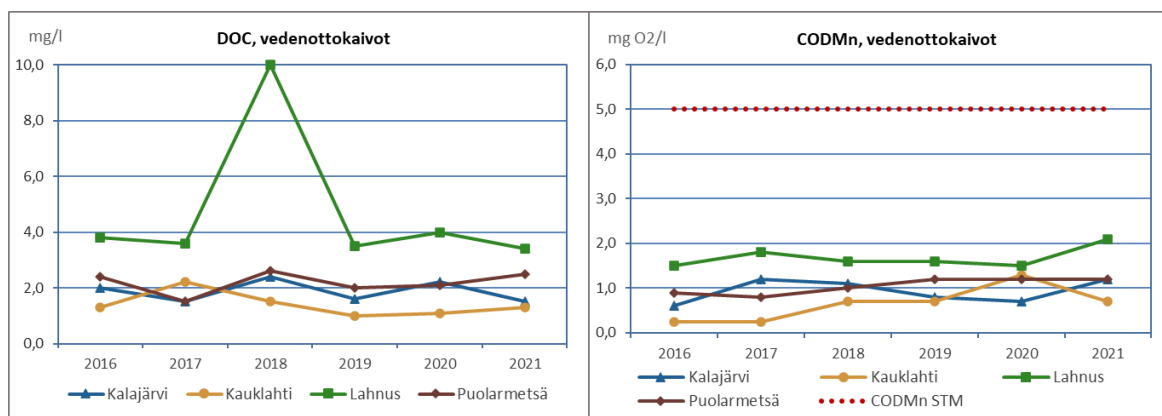
Pohjaveden happipitoisuudet Espoon pohjavesialueiden varavedenotto-kaivoissa ovat matalalla tasolla. Kaivot sijaitsevat tyypillisesti savipeitteisillä alueilla, joissa pohjavesi on luontaisista syistä vähähappista. Heikoin happitilanne on ollut koko seurannan ajan Puolarmetsän varavedenotto-kaivossa, jossa pohjavesi on hapetonta. Muilla ottamoilla happitilanne on ollut parempi, mutta vuonna 2020 Kauklahtien varavedenotto-kaivon pohjavesi oli lähes hapetonta ja happipitoisuus oli jopa alhaisempi kuin Puolarmetsässä (Kuva 38). Kauklahtien happipitoisuus oli noussut jälleen tavanomaiselle tasolle vuonna 2021. Kalajärven varavedenotto-kaivossa happipitoisuus on ollut koko seurannan ajan Espoon varavedenotto-kaivoista korkein. Vuonna 2021 Kalajärven varavedenotto-kaivosta otetun näytteen hapen kylläisyysprosentti oli 43 %, mikä oli 9 prosenttiyksikköä korkeampi kuin vuonna 2020, jota ennen happipitoisuus näytti olleen lievässä laskevassa trendissä.



Kuva 38. Espoon pohjavesialueiden varavedenotto-kaivoilta tutkittujen vesinäytteiden happipitoisuudet vuosina 2016–2021.

Orgaanisen aineksen määrä

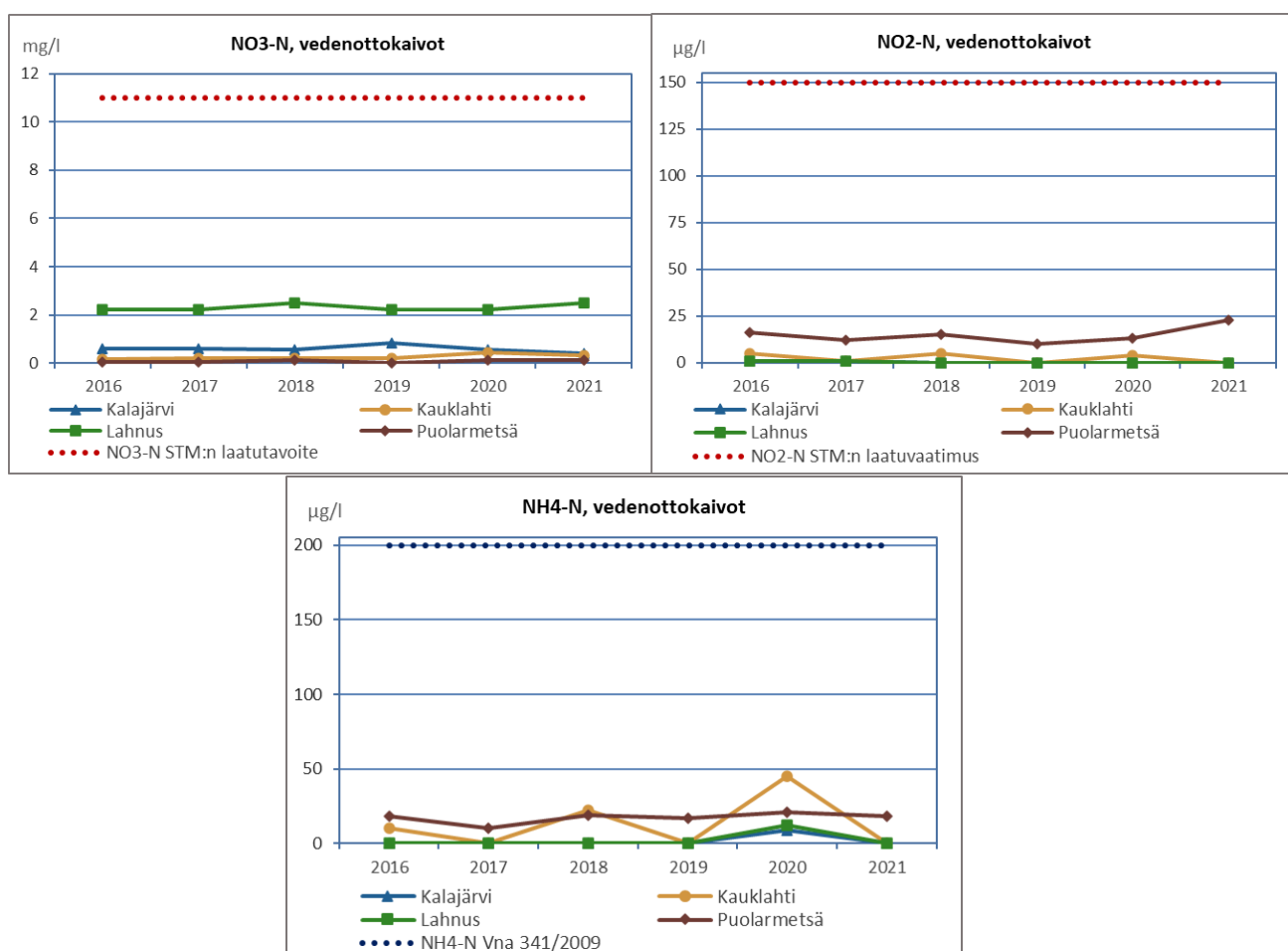
Pohjaveden happitilannetta voi savipeitteisyyden ohella heikentää pohjavedessä oleva orgaaninen aine, joka käyttää hajotessaan pohjaveteen liuennutta happea. Korkeimmat kemiallisen hapenkulutuksen ja orgaanisen aineksen määrää kuvastavien laatuparametrien arvot on tarkkailujaksolla 2016–2021 mitattu Lahnuksen varavedenottamon kaivosta (Kuva 39). DOC-pitoisuus nousi keväällä 2018 selvästi aiempien vuosien tasosta, pitoisuus oli 10 mg/l, mutta palautui aiemmalle tasolle vuonna 2019 ja on pysytellyt tasaisena vuoteen 2021 asti (2021: 3,4 mg/l). Myös kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat olleet ko. varavedenottamolla korkeimmat. Vuonna 2020 Kauklahten varavedenottamolla todettu nousu kemiallisen hapenkulutuksen arvossa ei jatkunut vuonna 2021 ja kemiallinen hapenkulutus palasi tavanomaiselle tasolle. Sen sijaan Lahnuksen varavedenottamolta otetun näytteen kemiallinen hapenkulutus oli noussut aikasempiin vuosiin verrattuna hieman. Kohonnut COD_{Mn} -arvo selittää osittain alhaisen happipitoisuuden Kauklahten ottamolla vuonna 2020. Talousveden laatuavoite (STM 1352/2015) kemialliselle hapenkulutukselle on alle 5 mg/l. Tavoitetaso alittui selvästi kaikilla varavedenottoamoilla vuonna 2021. Luonnontilassa olevan pohjaveden orgaanisen hiilen määrä on yleensä tasolla 0,5–1 mg/l, tämä pitoisuustaso ylittyi kaikilla varavedenottoamoilla.



Kuva 39. Espoon pohjavesialueiden varavedenottoamoilta tutkittujen vesinäytteiden DOC ja COD_{Mn} vuosina 2016–2021.

Typpiyhdisteet

Typpiyhdisteiden pitoisuudet Espoon pohjavesialueiden varavedenottamoilla olivat vuonna 2021 pääosin matalat ja alittivat talousvedelle asetetut enimmäispitoisuudet (STM 1352/2015). Nitraatti- ja nitriittitypen pitoisuuksissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia vuosina 2016–2021 (Kuva 40). Pohjavesien kemiallisen tilan luokittelussa ja riskialueiden nimeämisessä käytetty nitraatin raja-arvo 3,3 mg/l alittui kaikilla varavedenottamoilla. Nitriittitypen pitoisuudessa tapahtui kuitenkin pientä kasvua Puolarmetsän varavedenottamolla. Puolarmetsän varavedenottamon veden nitriittipitoisuus on ollut jokaisella tarkkailukerralla korkein ja vastaavasti happipitoisuus Puolarmetsässä on alhaisin. Keväällä 2021 kaikilla varavedenottamoilla pohjaveden ammoniumtyppipitoisuudet laskivat edellisvuoden korkeammasta tasosta. Kauklahdessa pitoisuus laski eniten, tasolta 45 µg/l alle määritysrajan (< 8 µg/l). Ammoniumtyppipitoisuuden lasku Kauklahdessa liittyy kasvaneeseen happipitoisuuteen viime vuoden tilanteeseen verrattuna.



Kuva 40. Espoon pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden typpiyhdistepitoisuudet vuosina 2016–2021.

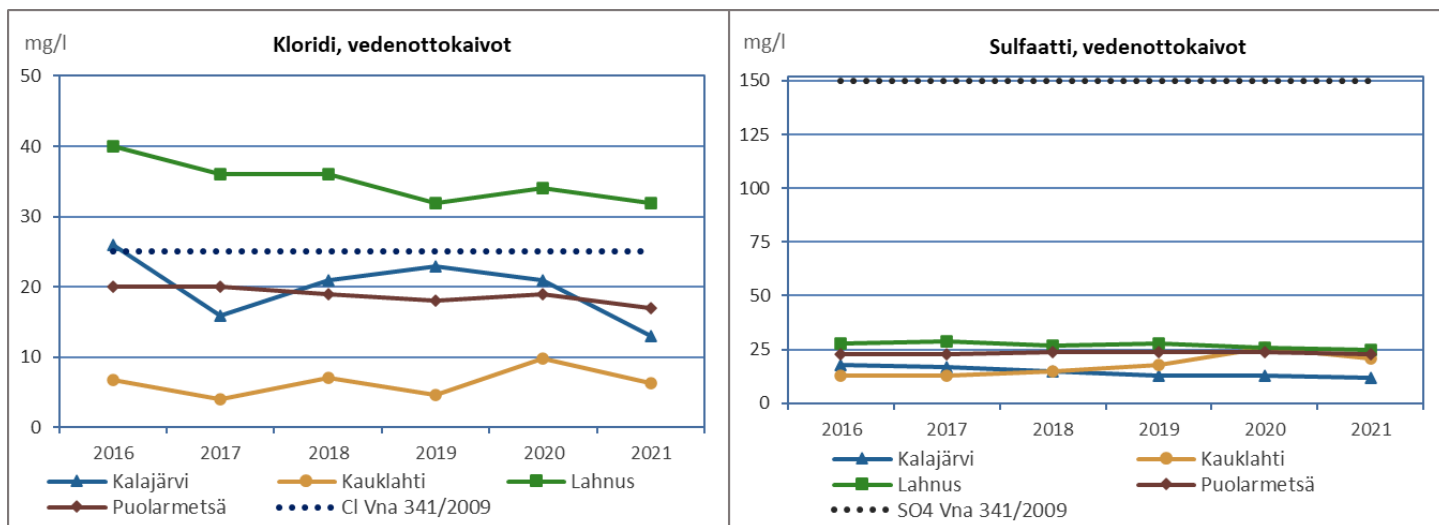
Kloridi

Pohjaveden kloridipitoisuus alitti vuonna 2021 pohjaveden ympäristölaatunormin (25 mg/l) Espoon varavedenottamoilla, lukuun ottamatta Lahnuksen pohjavesialuetta. Lahnuksen varavedenottamolla kloridipitoisuus on ylittänyt pohjaveden ympäristölaatunormin kaikilla vuoden 2016–2021 näytteenottokerroilla, vuonna 2021 pitoisuus oli 32 mg/l. Myös Kalajärven ottamolla

on mitattu muutamana vuonna kohonnut kloridipitoisuus. Kalajärvellä kloridipitoisuus laski kuitenkin reilusti vuodesta 2020 ja vuonna 2021 siellä todettiin alhaisin kloridipitoisuus tarkkailujakson aikana (13 mg/l) (Kuva 41).

Sulfaatti

Pohjaveden sulfaattipitoisuudet Espoon pohjavesialueiden varavedenottamoilla olivat matalat, pohjaveden ympäristölaatunormi (150 mg/l) ja talousveden enimmäispitoisuus (250 mg/l) alituivat vuonna 2021 selvästi (Kuva 41). Kauklahten varavedenottamolla on havaittavissa sulfaattissa lievä nouseva trendi, pitoisuus on noussut hiljalleen vuodesta 2016 (13 mg/l) vuoteen 2021 (21 mg/l).

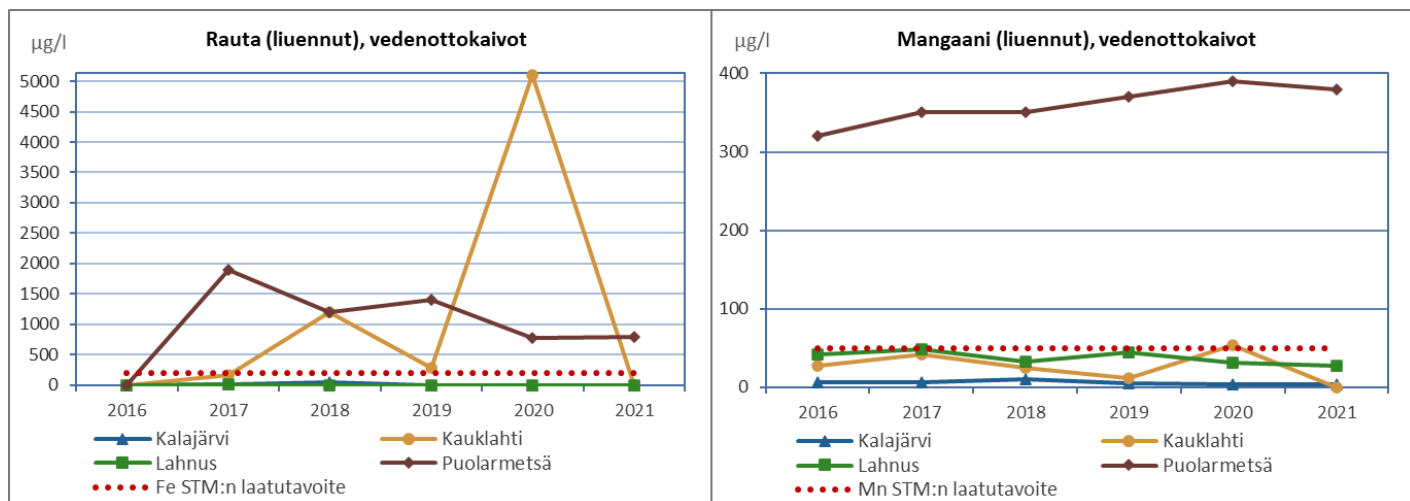


Kuva 41. Espoon pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden kloridi- ja sulfaattipitoisuudet vuosina 2016–2021.

Rauta ja mangaani

Pohjaveteen liuenneen raudan pitoisuus vuonna 2021 ylitti laboratorion määrittämissä ainoastaan Puolarmetsän vedenottokaivosta otetussa vesinäytteessä, jossa sen pitoisuus oli 790 µg/l, mikä ylittävää hyvälle talousvedelle asetetun laatutavoitteen (200 µg/l) (Kuva 42). Kauklahten varavedenottamolla vuoden 2020 rautapitoisuuden radikaali nousu tapahtui samaan aikaan happettomuuden kanssa. Vuonna 2021 Kauklahten varavedenottamon vedessä oli reilusti enemmän happea, joka on vaikuttanut raudan esiintymiseen niukkaliukoisemmassa muodossa ja sen pitoisuus jäi alle määrittämissä. Brinkinmäen pohjavesialueella ja Kauklahten ottamon lähialueilla rakentaminen on myös ollut ilmakuviin perusteella vilkasta koko 2010-luvun ja erityisesti ottamon pohjoispuolisella savikolla vuodesta 2015 lähtien. Rakentamiseen liittyvä maankaivu on todennäköisesti vaikuttanut vaihteleviin rautapitoisuuksiin.

Liukoista mangaania mitattiin korkeimpana pitoisuutena Puolarmetsän varavedenottamon kaivon vedestä (380 µg/l), pitoisuus ylitti moninkertaisesti talousveden laatutavoitteen (50 µg/l). Vesi on muodostuman savipeitteisyydestä johtuen hapetonta, mikä lisää raudan ja mangaanin liukenemistä pohjaveteen. Kauklahten varavedenottamolla havaittiin mangaanipitoisuudessa yhtä selvä lasku mitä aikaisemmin kuvailtiin rautapitoisuuden tapauksessa. Lahnuksen ja Kalajärven varavedenottamoilla mangaanipitoisuudet olivat alhaisia (28 ja 4 µg/l) ja pysytelleet melko tasaisina koko tarkastelujakson ajan.



Kuva 42. Espoon pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden liukoisen raudan ja mangaanin pitoisuudet vuosina 2016–2021.

Raskasmetallit

Espoon varavedenottamoilta vuonna 2021 otettujen pohjavesinäytteiden raskasmetallipitoisuudet olivat enimmäkseen hyvin pieniä. Useiden metallien, mm. elohopean, lyijyn ja sinkin pitoisuudet alittivat kaikissa havaintopisteissä laboratorion määritysrajat. Talousveden kemialliset laatuvaatimukset ja laatutavoitteet (STM 1352/2015) alittuivat kaikkien tutkittujen metallien osalta selvästi, samoin pohjaveden ympäristölaatunormit (VNa 1040/2006) yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Puolarmetsän varavedenottokaivosta otetun vesinäytteen kobolttipitoisuus oli keväällä 2021 otetussa vesinäytteessä 5,6 µg/l ja pohjaveden ympäristölaatunormi 2 µg/l ylittyi. Vastaavia pitoisuuksia on mitattu kaivon vedestä myös vuosina 2016–2020 (pitoisuudet 4,8–5,6 µg/l). Koboltille ei ole määritelty talousveden raja-arvoa tai WHO:n ohjearvoa.

Organiset haitta-aineet

Espoon varavedenottamoilta organiset haitta-aineet tutkittiin vuonna 2021 Puolarmetsän varavedenottamolta, josta tutkittiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Organisten yhdisteiden havaintopaikkakohtainen analyysivalikoima perustuu aikaisempiin tarkkailutuloksiin ja alueille tehtyyn riskikartoitukseen (Kivimäki ja Luodeslampi 2014; Kivimäki 2015; Kivimäki 2017). Puolarmetsän vesinäytteessä ei todettu VOC-yhdisteitä. Lahnuksen varavedenottokaivosta tut-

kittiin torjunta-aineet, joista diklobeniilin hajoamistuotetta 2,6-diklooribentsamidia (BAM) todettiin 0,03 µg/l. Kyseinen haitta-aine tavattiin myös viimeksi vuoden 2019 tarkkailukerralla pitoisuuden ollessa silloin 0,04 µg/l.

Bensiinihiilivetyjen (C₅-C₁₀) ja öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) määrittämisä ei tehty vedenottoaivoista.

5.3 Vantaan pohjavesialueet

Vantaan Valkealähteen pohjavesialueella on suoritettu pohjavesien yhteistarkkailua jo vuodesta 2012 lähtien, ja vuonna 2017 Valkealähteen yhteistarkkailu liitettiin pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailuun. Tämän kappaleen kuvaajissa Valkealähteen pohjavesiputkista on laadittu omat erilliset kuvaajat. Valkealähteen ja Grönbergin varavedenottamoiden tulokset on käsitelty muiden Vantaan varavedenottamoiden kanssa.

5.3.1 Yleiskuvaus

Pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailussa ovat mukana Vantaan Valkealähteen, Koivukylän ja Kaivokselan pohjavesialueet. Valkealähteen pohjavesialue on alueista antoisuudeltaan merkittävien. Sen antoisuudeksi on arvioitu 5000 m³/d. Muodostuma on laajalti peitteinen ja sillä on kaksi erillistä muodostumisaluetta, Hiekkaharju Keravanjoen länsipuolella ja Hakkilanharjujoen itäpuolella. Hiekkaharju on luode-kaakkosuuntainen pitkittäisharju, joka koostuu hiekasta ja sorasta. Hakkilanharju on muodostumatyypiltään reunamuodostuma mutta se on tasoittunut ja lajittunut rantakerrostumiksi. Hakkilanharjun alueella esiintyy orsivesiä. Muodostuman poikki kulkee laaja alueellinen lounais-koillissuuntainen kallioperän murrosvyöhyke, jossa Keravanjoki virtaa; lisäksi esiintyy useita vähäisempiä heikkousvyöhykkeitä. Valkealähteen alueella suoritetaan jatkuvaa suojapumppausta mm. radan alikulkuun liittyen. (Suomen ympäristökeskus 2019).

Koivukylän pohjavesialue rajoittuu eteläosistaan Valkealähteen pohjavesialueeseen. Kalliopintanousee pohjavesialueiden välillä ja erottaa ne toisistaan. Koivukylän pohjavesialue on tyyppiltään pitkittäisharjumuodostuma ja sitä ympäröivät kallio-moreenialueet.

Kaivokselan pohjavesialue on myös kallio-moreenialueiden rajaama savipeitteinen muodostuma. Muodostuma on hydraulisessa yhteydessä Vantaanjokeen. Alue sijaitsee erillään Valkealähteen ja Koivukylän pohjavesialueista.

Valkealähteen pohjavesialue on luokiteltu huonossa kemiallisessa tilassa olevaksi riskipohjavesialueeksi. Pääasialliset pohjavettä pilaavat aineet ovat torjunta-aineet, lyijy ja muut raskasmetallit. Kaivokselan ja Koivukylän pohjavesialueet on luokiteltu hyvään kemialliseen tilaan.

5.3.2 Pohjaveden pinnankorkeudet

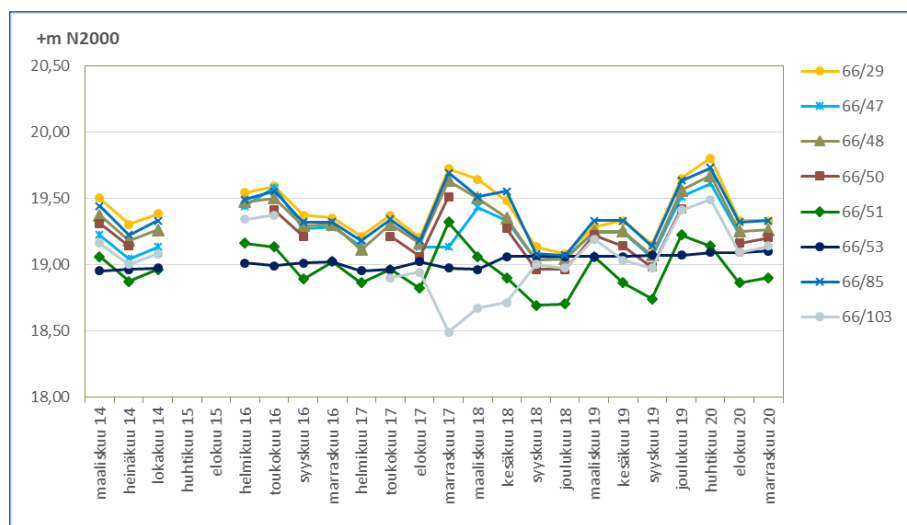
Vantaan pohjavesialueilla valikoituihin havaintoputkiin asennettujen paineantureiden kanssa on ollut toistuvasti teknisiä ongelmia, ja anturit on poistettu käytöstä vuoden 2019 aikana. Mittausaineiston katkonaisuuden ja epäluotettavuuden vuoksi tässä luvussa esitetään vain pohjaveden pinnankorkeuden manuaalimittausten tulokset. Vantaan pohjavesialueella pinnanmittaukset on tehty Vantaan kaupungin toimesta. Kaupungin pohjavesimittaja eläköityi keväällä 2021 ja mittaukset tehtiin ainoastaan alkuvuodesta, helmi–maaliskuussa Koivukylän ja Kaivokselan pohjavesialueilta. Valkealähteen pohjavesialueella pohjaveden pinnankorkeudet mitattiin näyttöön yhteydessä niistä putkista, joista otettiin näytteitä. Erillisiä pinnankorkeuden mittauskierroksia ei tehty vuonna 2021.

Valkealähde (vuoteen 2020 asti)

Valkealähteen pohjavesialueella pääosa pinnankorkeuden tarkkailuputkista sijaitsee Keravanjoen tuntumassa savipeitteisen kallioruhjeen alueella. Pohjaveden virtaus suuntautuu Valkealähteen varavedenottamon suuntaan, joka sijaitsee pohjaveden muodostumisalueen luoteisosassa lähellä Keravanjokea.

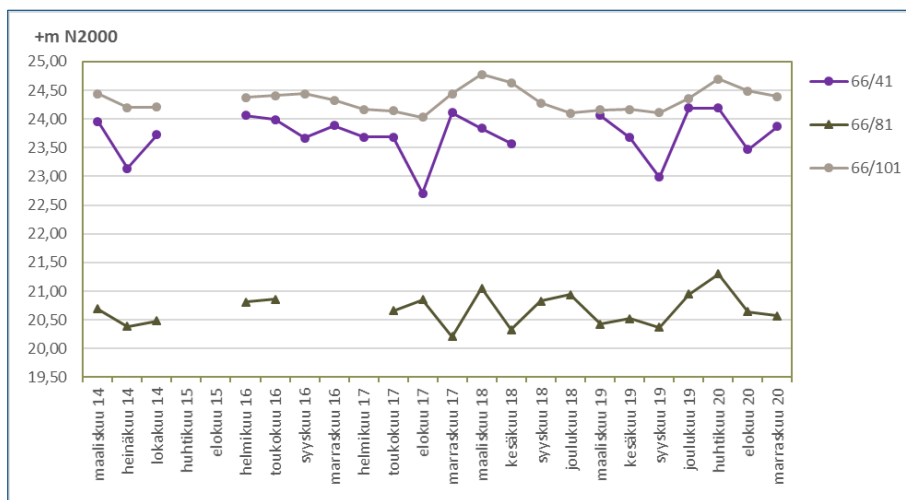
Vuoden 2019 lopulla alkanut pohjaveden pinnankorkeuksien nousu jatkui keväälle 2020 saakka, jolloin pinnat olivat useilla havaintopisteillä korkealla ja jopa ennätyslukemissa (Kuva 43). Pinnankorkeudet olivat alimmillaan elokuun mittauskerralla, ja tasot eivät painuneet yhtä alas kuin kahtena edellisellä vuotena.

Valkealähteen varavedenottamon läheisyydessä havaintoputkessa 66/53 pohjaveden pinnankorkeus on ollut koko tarkkailuhistoriansa ajan lievässä nousussa; vuoden 2020 lopulla pohjaveden pinnat ko. havaintoputkessa on mittaushistorian korkeimmalla tasolla. Nousu on kuitenkin ollut viime vuosina hidasta.

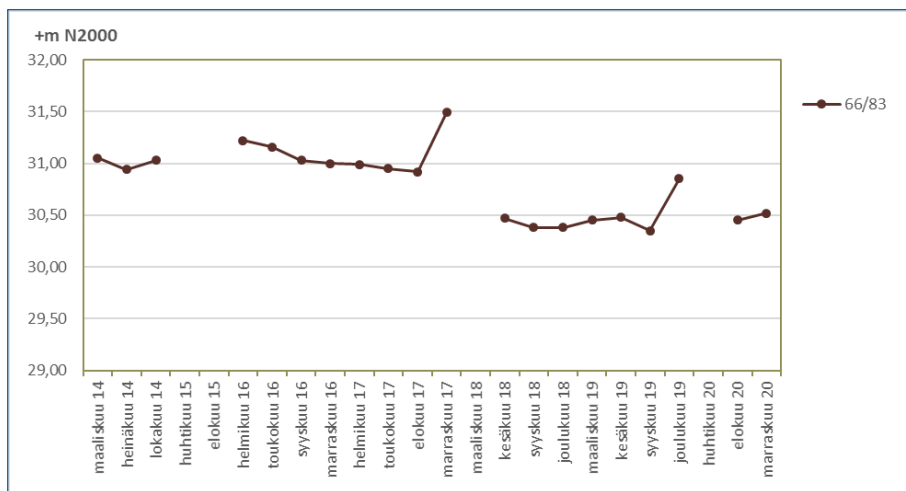


Kuva 43. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2020 Valkealähteen vedenottamon lähialueella sijaitseissa havaintoputkissa.

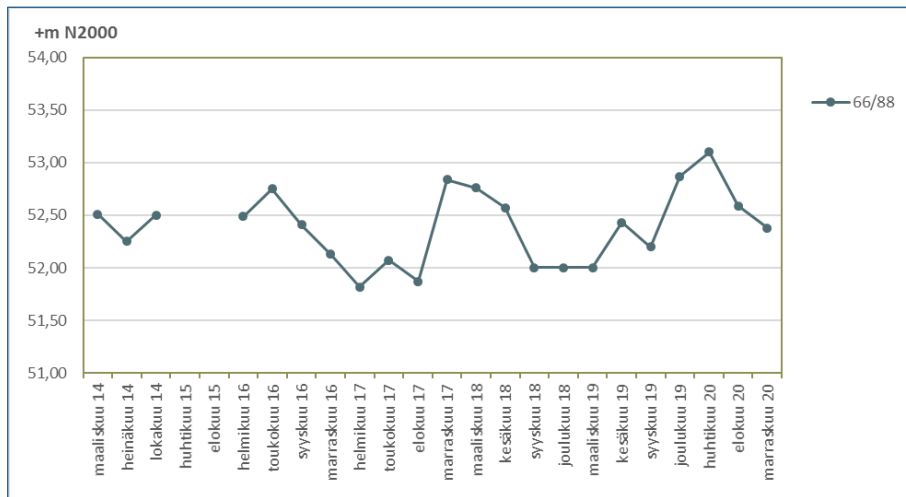
Kallioalueet aiheuttavat suuria eroja pohjaveden pinnankorkeuksissa eri puolilla Valkealähteen pohjavesialuetta (Kuvat 44–46). Kallioiden rajaamina esiintyy pohjavesialueen rajojen sisäpuolella myös pienialaisia pohjavesialtaita, joissa pinnan tason vaihtelu on suurempaa kuin keskellä pohjavesimuodostumaa sijaitsevissa putkissa. Havaintoputkessa 66/83 pohjaveden pinnantason vaihtelut olivat samalla tasolla kuin vuonna 2019, n. puoli metriä aikaisempia vuosia alemmalla tasolla (kuva 45).



Kuva 44. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2020 Hakintien teollisuusalueen läheisyydessä sijaitsevissa havaintoputkissa.



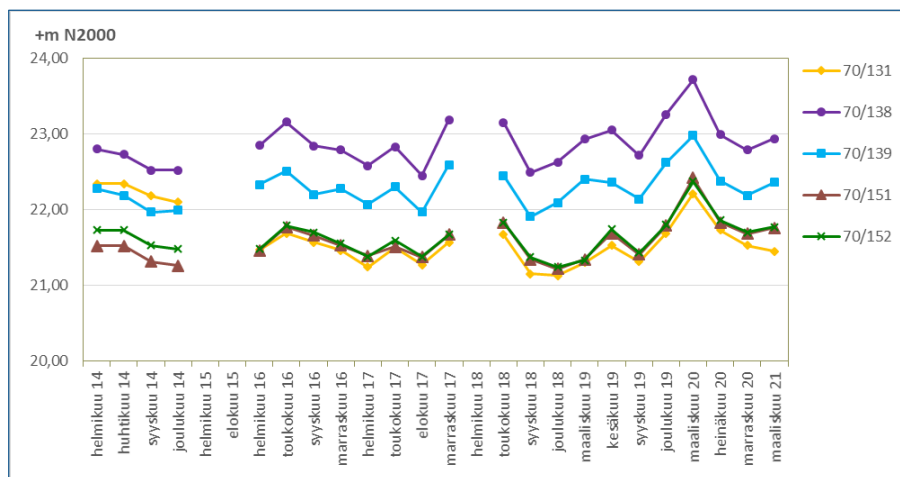
Kuva 45. Pohjaveden pinnankorkeus vuosina 2014–2020 Hakintien teollisuusalueen pohjoisreunalla sijaitsevassa havaintoputkessa 66/83.



Kuva 46. Pohjaveden pinnankorkeus vuosina 2014–2020 Rusokallion itäpuolella sijaitsevassa havaintoputkessa 66/88.

Koivukylä

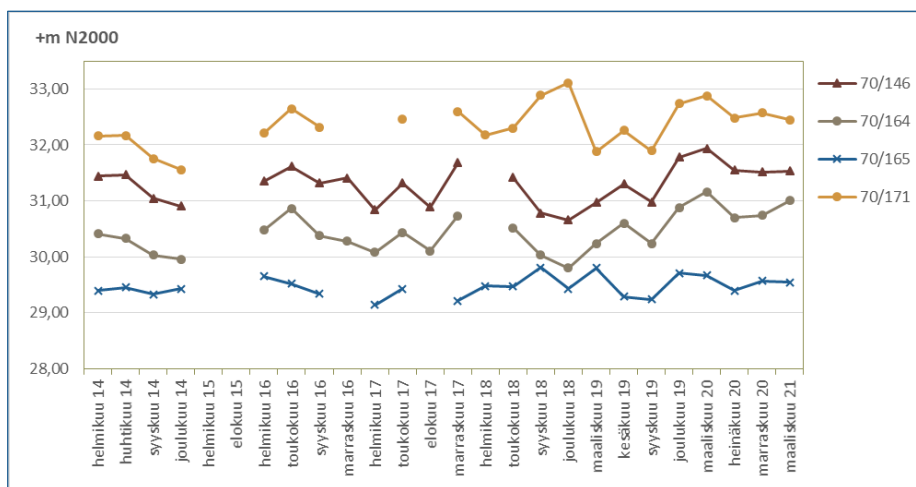
Koivukylän pohjavesialueen itäosassa on koillinen-lounas -suuntainen kallioperän rikkonaisuusvyöhyke, jossa virtaa Rekolanoja. Pohjavesialueen itäosassa sijaitsevat havaintoputket ovat tämän kalliopainanteen alueella ja niissä pohjaveden pinnat ovat useita metrejä alemmalla tasolla kuin pohjavesialueen keskiosassa. Myös pohjavesialueen eteläosassa olevissa havaintoputkissa pohjaveden pinnankorkeus on matalammalla kuin muodostuman keskiosissa. Pohjaveden pinnankorkeus on eteläosan havaintoputkissa tasolla noin +21...+23 m (N2000) (Kuva 47). Pohjaveden pinnankorkeudet olivat vuoden 2021 maaliskuussa huomattavasti matalammalla kuin vuoden 2020 maaliskuussa, mutta aiempiin vuosiin nähden pinnankorkeudet olivat tavanomaisia.



Kuva 47. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Koivukylän pohjavesialueen itä- ja eteläosissa sijaitsevassa havaintoputkissa. Vuonna 2021 mittauksia on vain maaliskuulta.

Koivukylän pohjavesialueen keskiosan hiekkamuodostuma on kerrostunut kalliokohouma-alueelle. Vuonna 2021 pohjaveden pinnankorkeudet maalikuussa olivat tavanomaisella tasolla

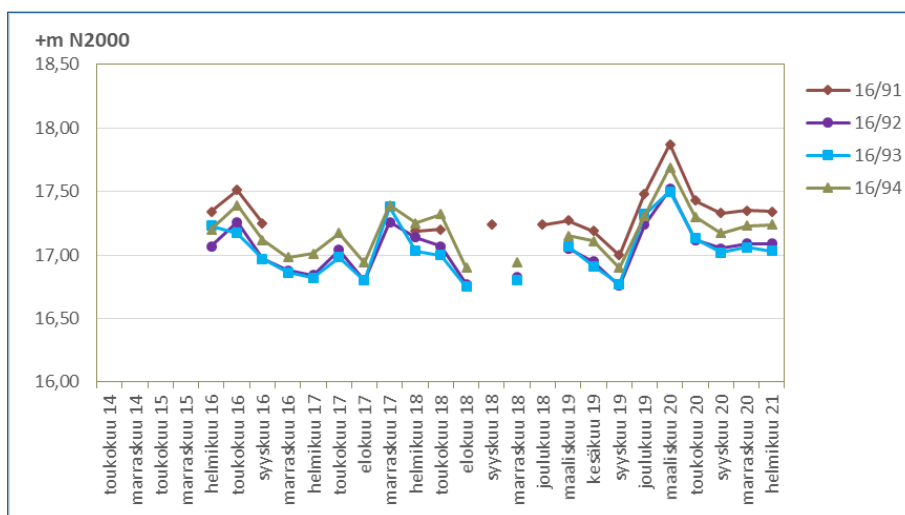
kaikissa keskiosan putkissa, putkessa 70/164 hieman tyypillisiä maaliskuisia lukemia korkeammalla (kuva 48).



Kuva 48. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Koivukylän pohjavesialueen keskiosissa sijaitsevista havaintoputkista. Vuonna 2021 mittauksia on vain maaliskuulta.

Kaivoksela

Kaivoksen pohjavesialueella pohjaveden pinnankorkeudet nousivat syksyllä 2019 lähtien, ja olivat ennätyskorkealla kaikissa mittauspisteissä maaliskuussa 2020. Tästä pinnat laskivat ja ovat pysytelleet noin puoli metriä alemmalla tasolla helmikuuhun 2021 asti (kuva 49).



Kuva 49. Pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2014–2021 Kaivoksen pohjavesialueen havaintoputkissa. Vuonna 2021 mittauksia on vain helmikuulta.

5.3.3 Pohjaveden laatu

Pohjaveden laatua tutkittiin Vantaan pohjavesialueilla varavedenottamoilta keväällä. Valkealähteen pohjavesialueella toimivien yritysten pohjaveden laatumääritykset tehtiin yritysten ympäristölupien mukaisesti keväällä ja syksyllä. Pohjavesinäytteistä tehtiin laboratoriomääritykset pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailuohjelman (Kivimäki 2018a) mukaisesti. St1 Oy:n havaintoputken HP2/14 todettiin vaurioituneen jo kevään näytteenoton yhteydessä ja näytteet jouduttiin ottamaan putkesta kertakäyttönoutimilla, ilman kunnollista esipumppausta. Näytteiden edustavuus saattaa olla heikentynyt vuoden 2021 osalta.

Perusparametrit

Aistinvaraiset havainnot

Vantaan varavedenottamoiden kaivoista otetut vesinäytteet olivat värittömiä ja kirkkaita tai opalisovia, paitsi Kaivokselan pohjavesialueen Vantaanlaakson ottamolla, jossa vesi oli kellertävää ja opalisovaa. Näytteet olivat hajuttomia kaikilla ottamoilla. Havaintoputkista otetut vesinäytteet olivat kaikki sameita ja väri vaihteli värittömästä ruskeasta kellertävään. Ainoastaan putkesta 66-85 syksyllä 2021 otettu näyte oli väritön. Havaintoputkessa 103 todettiin keväällä polttoaineen haju ja syksyn näytekierroksella heikko maan haju.

Yhteistarkkailussa mukana olevien yritysten havaintoputkista otetut vesinäytteet olivat vuonna 2021 hajuttomia, paitsi Remeon putki HP1/18, jossa todettiin keväällä mutamainen haju. St1 Oy:n ja Remeo Oy:n havaintoputkista ja Stena Recycling Oy:n HV1 näytepisteestä otetuissa vesinäytteissä oli sameutta ja väriä. Stenan kaivonäytteet olivat kirkkaita ja värittömiä. Neles Oy:n havaintoputken kevään näyte oli kirkas ja kellertävä.

Hygieeninen laatu

Pohjaveden hygieenistä laatua tutkittiin Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja havaintoputkista, ja vuonna 2021 pohjaveden hygieeninen laatu oli pääosin hyvä. Koliformisia bakteereja todettiin keväällä Vantaanlaakson varavedenottamon kaivossa 5 mpn/100 ml ja Valkealähteen kaivossa 4 mpn/100 ml. Pitoisuudet ylittävät talousveden laatutavoitteen mutta ovat pieniä. Suolistoperäisiä enterokokkeja tai *E.coli*-bakteereja ei näytteistä todettu. Vantaan pohjavesialueilta vuonna 2021 otetuissa vesinäytteissä todetut bakteeripitoisuudet on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Bakteeripitoisuudet Vantaan pohjavesialueilta otetuissa vesinäytteissä vuonna 2021.

Ajankohta	Havaintopaikka	Koliformiset bakteerit mpn/100ml	<i>Escherichia coli</i> mpn/100ml	Suolistoperäiset enterokit pmy/100ml
Kevät 2021	Vantaanlaakso	5	0	0
Kevät 2021	Valkealähde	4	0	0

Happi

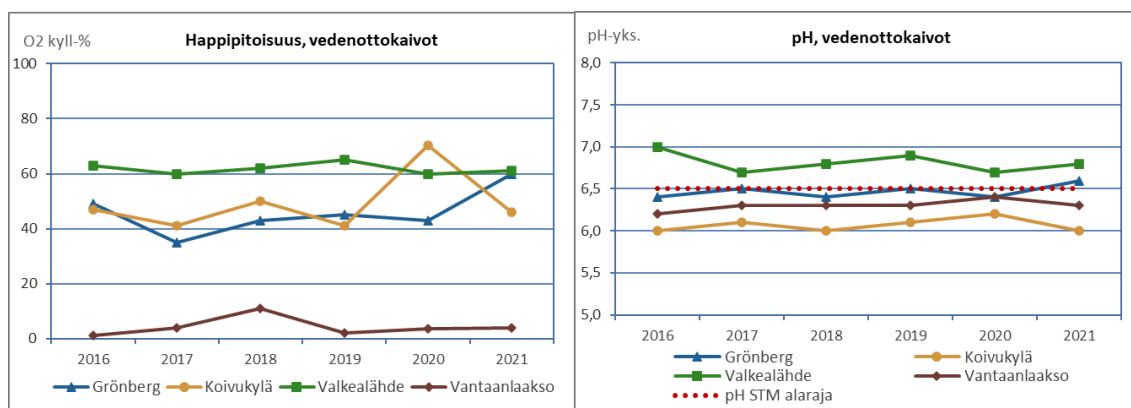
Pohjaveden happipitoisuus Vantaan varavedenottamoilla on kohtalainen, vain Vantaanlaakson vedenottokaivosta otetussa vesinäytteessä happipitoisuus oli vuonna 2021 matala. Koivukylän ottamolla happipitoisuus on vaihdellut enemmän kuin muilla ottamoilla ja vuonna 2021 Koivukylän pohjaveden happipitoisuus laski jälleen aiemmalle tasolle (Kuva 50).

Valkealähteen havaintoputkessa 66 83 happipitoisuuden lasku kääntyi nousuun ja saavutti yli 80 %:n tason molemmilla näytteenottokerroilla 2021. Viime vuoden tapaan St1 Oy:n havaintoputkessa keväällä mitattu happipitoisuus oli selvästi korkeampi kuin syksyllä. Paksujen savikerrosten peittämällä alueella sijaitsevassa havaintoputkessa 103 pohjavesi oli lähes hapetonta kuten aiempinakin vuosina.

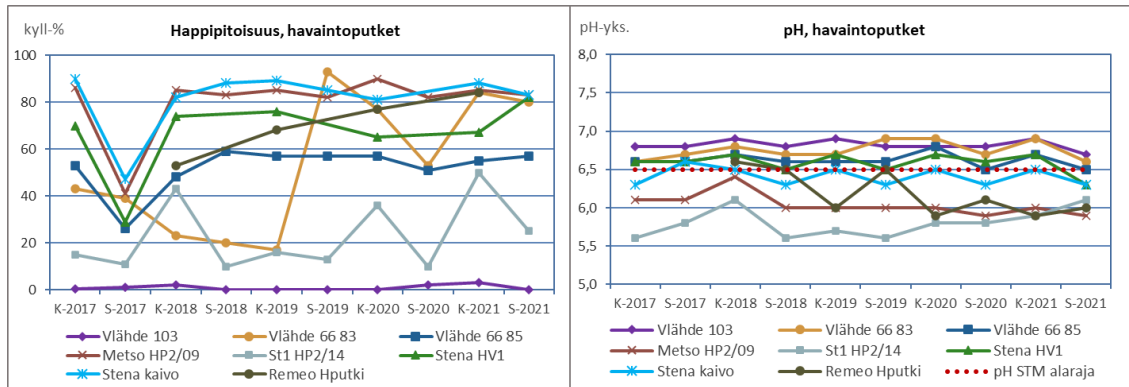
pH

Pohjavesi on ollut Vantaan varavedenottamoilla lievästi hapanta. Valkealähteen ja Grönbergin varavedenottamoilla hyvälle talousvedelle asetettu tavoitetaso (6,5–9,5) täyttyi (Kuva 50). pH-arvoissa ei ole ollut merkittävää vaihtelua.

Pohjaveden pH:n talousveden laatutavoite alittui vuonna 2021 kaikissa Valkealähteen pohjavesialueella tarkkailtavien yritysten havaintoputkissa, paitsi kevään näytekierroksella Stenan putkessa HV-1 ja Stenan kaivossa. Havaintoputkissa (103, 66 83 ja 66 85) pH pysytteli STM:n talousvesiasetuksen laatutavoitteen sisällä. Pohjaveden pH oli keväällä useimmissa havaintopisteissä korkeampi kuin syksyllä, poikkeuksena tästä Remeo Oy:n ja St1 Oy:n havaintoputket, joissa pH on vaihdellut epä johdonmukaisemmin aiemminkin (Kuva 51).



Kuva 50. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden happipitoisuudet ja pH vuosina 2016–2021.

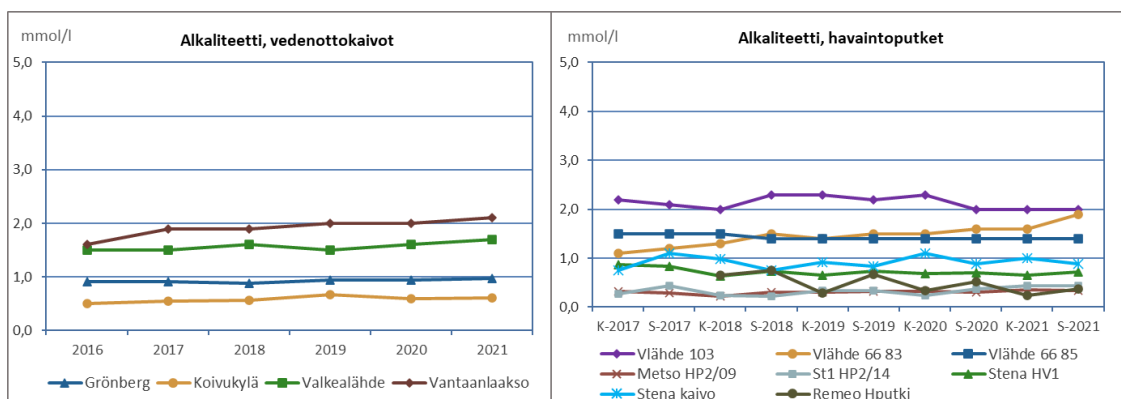


Kuva 51. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otettujen vesinäytteiden happipitoisuudet ja pH vuosina 2017–2021.

Alkaliteetti

Vantaan varavedenottamoilta otettujen vesinäytteiden alkaliteetti oli vuonna 2021 suomalaisen pohjavesien tyypillistä tasoa, noin 0,5-1,5 mmol/l. Talousveden suositustaso (alkaliteetti > 0,6 mmol/l) täyttyi kaikilla varavedenottamoilla, matalin alkaliteetti (0,61 mmol/l) mitattiin Koivukylän vedenottamolta otetusta vesinäytteestä. Korkeimmat alkaliteettiarvot on vuosina 2016–2021 mitattu Vantaanlaakson varavedenottamolta, missä alkaliteetilla on lievä nouseva trendi. Alkaliteettiarvoissa ei ollut vuonna 2021 merkittäviä muutoksia aiempiin vuosiin verrattuna (Kuva 52).

Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa otettujen vesinäytteiden alkaliteettiarvot olivat melko tyypillisellä tasolla. Erityisen matalia alkaliteettiarvoja (0,24–0,34 mmol/l) mitattiin havaintoputkista Metso HP2/09 ja Remeo Hputki. Remeon havaintoputkessa alkaliteetti on vaihdellut kevään ja syksyn välillä kaikkein huomattavimmin (Kuva 52). Matala alkaliteetti laskee pohjaveden puskurointikykyä happolisäystä vastaan ja pH-arvo muuttuu herkästi. Remeon havaintoputkesta otetuissa vesinäytteissä onkin todettu suurimpia pH-arvojen muutoksia ko. pisteen tarkkailun aloituksesta lähtien vuodesta 2018 (Kuva 51).

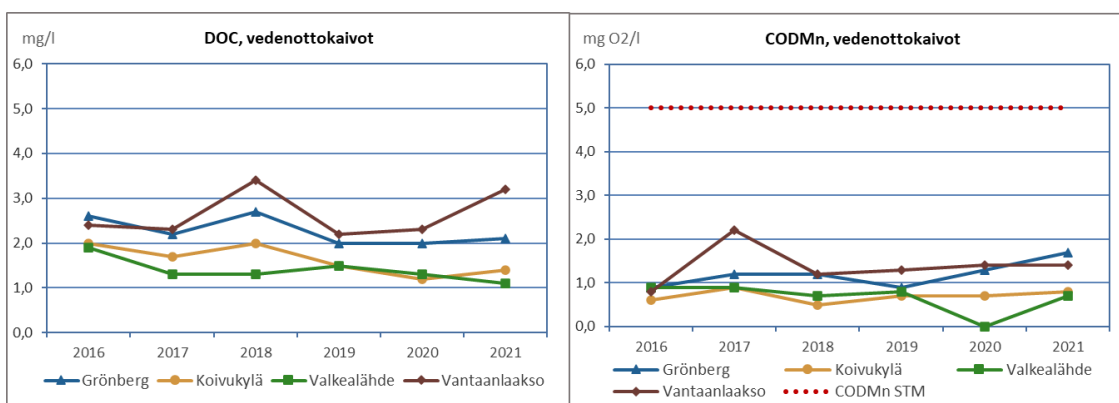


Kuva 52. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja Valkealähteen havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden alkaliteetti vuosina 2016/2017–2021.

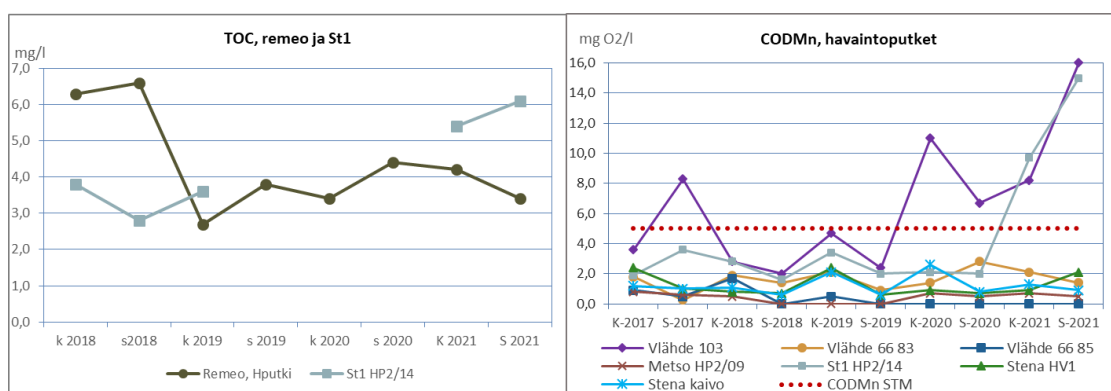
Orgaanisen aineksen määrä

Pohjaveden liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuuksissa ei tapahtunut kovin suuria muutoksia viime vuoteen nähden. Ainoastaan Vantaanlaakson varavedenottamon näytteen liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuus oli noussut selkeästi (2,3→3,2 mg/l). Vantaanlaakson ottamalla orgaanisen aineksen määrä on vaihdellut runsaasti myös vuosina 2017–2019. Orgaanisen aineksen kohonnut määrä vaikuttaa myös veden happitilanteeseen, joka on Vantaanlaakson ottamalla heikoin muihin ottamoihin verrattuna.

Kemiallisen hapenkulutuksen arvot täyttivät kaikissa varavedenottoaivoissa talousveden laatu-tavoitteen ($\text{COD}_{\text{Mn}} < 5 \text{ mg/l}$). Pohjavedessä COD_{Mn} -arvo on luontaisesti enimmillään noin 1,3 mg/l ja tämä taso alittui Koivukylän ja Valkealähden varavedenottoamoilla vuonna 2021 (Kuva 53). Vantaanlaaksossa COD_{Mn} -arvo oli hieman luontaista pohjaveden tasoa korkeampi 1,4 mg/l ja samoin Grönbergissä 1,7 mg/l.



Kuva 53. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottoamoilta tutkittujen vesinäytteiden DOC ja COD_{Mn} vuosina 2016–2021.



Kuva 54. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä ja kemiallinen hapenkulutus Valkealähden pohjavesialueen havaintoputkissa vuosina 2017–2021.

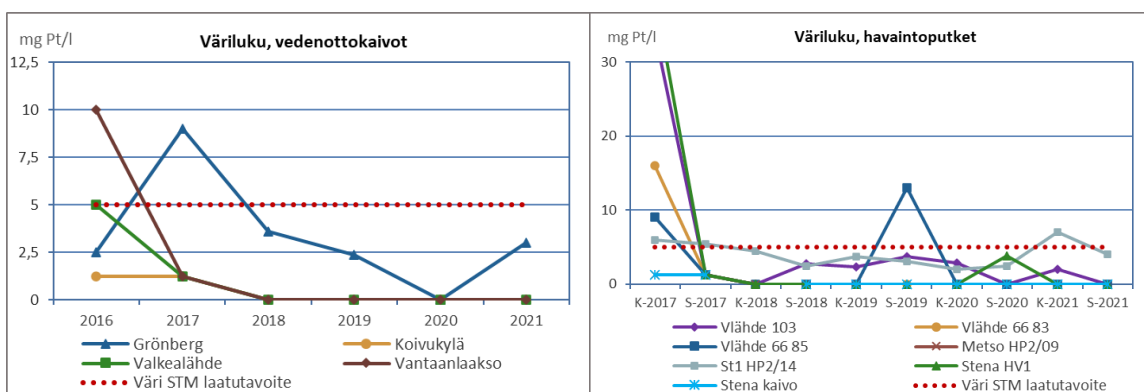
Pohjavesiputkista otetuista vesinäytteistä tutkittiin orgaanisen aineksen määrää määrittämällä COD_{Mn} . Lisäksi orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) määritettiin Remeo Oy:n ja St1 Oy:n havaintoputkista. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä Remeon havaintoputkessa vuonna 2021 oli suunnilleen samalla tasolla kuin viime vuonna, kuitenkin selkeästi matalammalla kuin vuonna

2018. Orgaanisen hiilen kokonaismäärän mittaustuloksia on St1:n putkesta saatavilla ennen vuotta 2021 viimeksi keväältä 2019 ja vuodelta 2018, josta pitoisuus on kasvanut (Kuva 54).

Kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) arvot olivat edellisvuosien tapaan vuonna 2021 useissa havaintoputkissa keväällä korkeammat kuin syksyllä. Valkealähteen havaintoputken 103 ja St1 Oy:n havaintoputken COD_{Mn} -arvot ylittivät talousveden laatutavoitteen raja-arvon sekä keväällä että syksyllä. Kohonneet COD_{Mn} -arvot voivat ilmentää humuspitoisten pintavesien pääsyä havaintoputkiin.

Väri

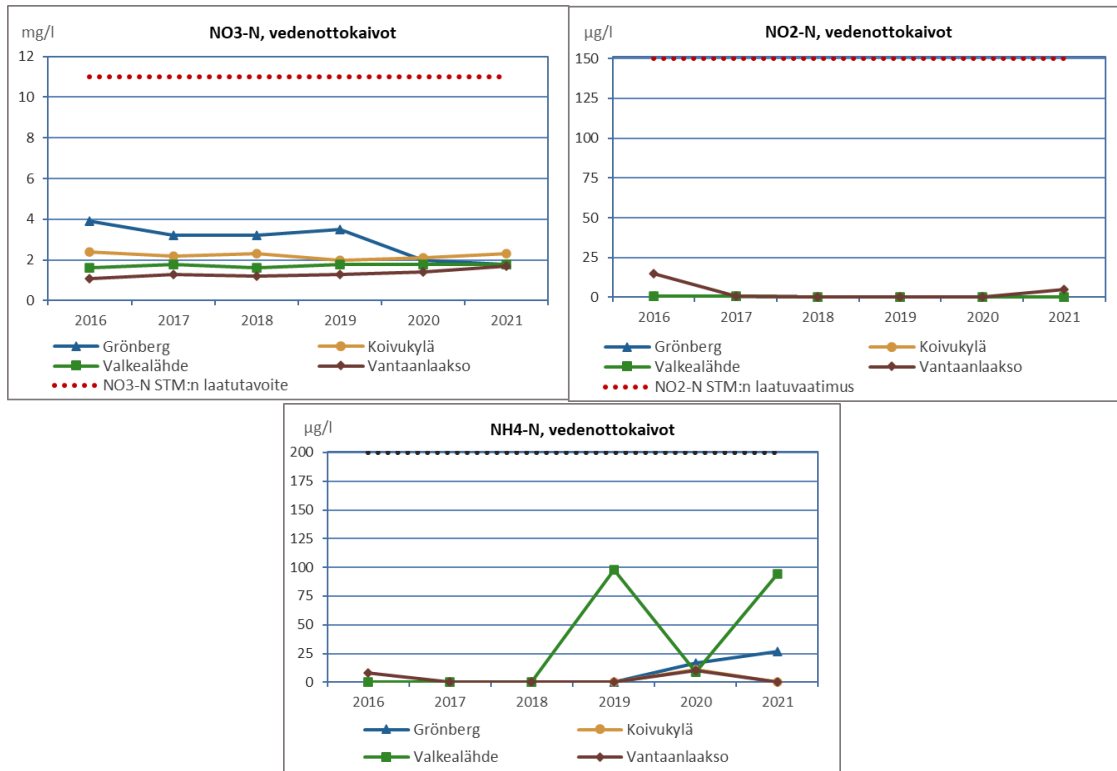
Vuonna 2021 Vantaan vedenottamoilta otetuissa vesinäytteissä ei todettu merkittävää väriä Grönbergin varavedenottamo lukuun ottamatta ja talousveden laatutavoite alittui kaikilla ottamoilla. Grönbergin ja Vantaanlaakson varavedenottamoilla on aiempina vuosina todettu viitearvon (5 mg Pt/l, STM 1352/2015) ylityksiä. Myös kaikkien pohjaveden havaintoputkien, paitsi St1:n havaintoputken, värilukuarvot alittivat STM:n talousveden laatutavoitteen rajan (Kuva 55).



Kuva 54. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta ja Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista tutkittujen vesinäytteiden väriluvut vuosina 2016–2021.

Typpiyhdisteet

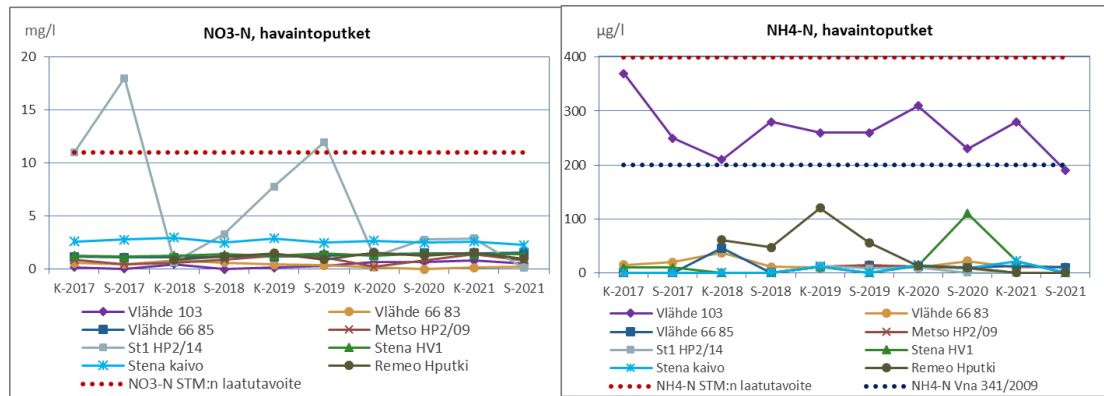
Typpiyhdisteiden pitoisuudet Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilla olivat vuonna 2021 matalalla tasolla ja alittivat talousvedelle asetetut enimmäispitoisuudet (STM 1352/2015). Nitriittitypen pitoisuudet alittivat kevään näytteenotokerralla laboratorion määrittämissä kaikissa varavedenottokaivoissa, paitsi Vantaanlaaksossa. Valkealähteen varavedenottamolla ammoniumtyppipitoisuus oli kohonnut vuoden 2019 tasolle. Grönbergin varavedenottamolla ammoniumtyppipitoisuus oli noussut korkeimmalle tasolle tarkkailujakson aikana (27 $\mu\text{g/l}$). Havaitut ammoniumtyppipitoisuudet jäivät selvästi alle pohjaveden ympäristölaatu normin (200 $\mu\text{g/l}$) ja talousveden enimmäispitoisuuden (400 $\mu\text{g/l}$). Vantaanlaakson ja Koivukylän varavedenottamoilla ammoniumtyppipitoisuudet jäivät alle määrittämissä. Nitraattitypeä todettiin korkeimpana pitoisuutena Koivukylän varavedenottamolla; pitoisuus oli 2,3 mg/l, ja se alitti pohjavesialueiden kemiallisen tilan arvioinnissa käytettävän viitearvon (3,3 mg/l). Nitraattitypen laatuvaatimus talousvedessä alittui selvästi (Kuva 56). Grönbergin varavedenottamon nitraattitypitaso on ollut aikaisempina vuosina korkeampi (3,2–3,9 mg/l), ja vuonna 2021 pitoisuus putosi tasolle 1,8 mg/l.



Kuva 55. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden tyyppipitoisuudet vuosina 2016–2021.

Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otettujen pohjavesinäytteiden tyyppiyhdisteiden pitoisuudet olivat pääosin samaa luokkaa kuin varavedenottamoilla. Nitriittitypen pitoisuudet alittivat kaikissa havaintopisteissä laboratorion määräysrajan (2 µg/l), paitsi putkessa 103 (5 µg/l kevät, 3 µg/l syysy). Korkeimmat ammoniumtyppipitoisuudet mitattiin Valkealähteen havaintoputkesta 103 (280 µg/l kevät, 190 µg/l syysy) ja Stena Oy:n havaintoputkesta HV1 (21 µg/l kevät) ja Stenan kaivosta (22 µg/l kevät). Havaintoputken 103 kevään pitoisuus ylittää pohjaveden ympäristölaatu normin rajan 200 µg/l, mutta jää STM:n talousvesiasetuksen rajan 400 µg/l alle.

Nitraattityppeä mitattiin korkeimpina pitoisuuksina havaintoputkesta St1 HP2/14 sekä Stena Recycling Oy:n kaivosta otetuissa vesinäytteissä. Stena Recycling Oy:n kaivossa pitoisuus oli keväällä 2,6 mg/l ja syysyllä 2,3 mg/l. Havaintoputkessa St1 HP2/14 pitoisuus oli keväällä 2,9 mg/l ja syysyllä 0,11 mg/l. Vuoden 2021 pitoisuudet eivät ylittäneet talousvedelle asetetun nitraattityypin enimmäispitoisuutta (11 mg/l). St1 Oy:n havaintoputkessa nitraattipitoisuudet ovat vaihdelleet muutaman vuoden välein korkeista nitraattityppipitoisuuksista (11–18 mg/l) alhaisempiin lukemiin, kuten vuonna 2021 (Kuva 57).



Kuva 56. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otettujen vesinäytteiden nitraatti- ja ammoniumtyppipitoisuudet vuosina 2017–2021.

Kloridi

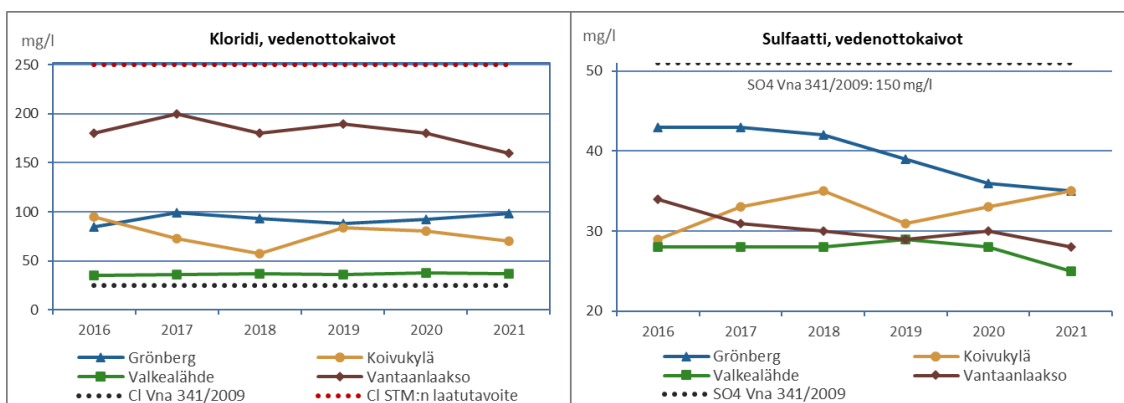
Pohjaveden kloridipitoisuudet olivat Vantaan varavedenottamoilta otetuissa vesinäytteissä koholla. Pohjaveden ympäristölaatunormi (25 mg/l, VNa 1040/2006) ja talousveden korroosio-ominaisuuksien ehkäisemiseksi määritelty tavoitetaso (25 mg/l) ylittyivät kaikilla varavedenottamoilla. Talousveden laatutavoite (250 mg/l, STM 1352/2015) alittui. Korkeimmat kloridipitoisuudet mitattiin aiempien vuosien tapaan Vantaanlaakson vedenottamolta, jossa kloridipitoisuus oli vuoden 2021 keväällä 160 mg/l. Pitoisuus on ollut hieman korkeampi vuosina 2016–2020 (Kuva 58). Hämeenlinnanväylä kulkee vedenottamon länsipuolella ja sen talvikunnossapito todennäköisesti nostaa Vantaanlaakson varavedenottamon kloridipitoisuutta. Matalimmat kloridipitoisuudet (37 mg/l vuonna 2021) mitattiin Valkealähteen vedenottamolta otetusta vesinäytteestä.

Valkealähteen pohjavesialueella mitattiin vuonna 2021 kohonneita kloridipitoisuuksia kaikista tarkkailluista havaintoputkista. Korkeimmat pitoisuudet todettiin Remeo Oy:n havaintoputkesta, keväällä 170 mg/l ja syksyllä 300 mg/l, mitkä molemmat ylittivät reilusti pohjaveden ympäristölaatunormin ja syksyllä todettu pitoisuus myös talousveden enimmäispitoisuuden. Ko. havaintopisteessä on mitattu tarkkailun aloittamisesta vuodesta 2018 lähtien korkeita kloridipitoisuuksia, ja vuonna 2019 pitoisuudet olivat erittäin korkeat (400–560 mg/l, Kuva 59). Remeon laitoksella ei tuolloin tunnistettu korkean kloridipitoisuuden aiheuttavaa päästölähdettä, koska laitoksella ei käsitellä kloridiliuoksia. Päästö lienee tapahtunut Remeon havaintoputken HP1-18 läheisyydessä, missä pohjavesikerros on ohut ja laimentava vaikutus vähäinen. Päästötilanne ei ilmeisesti ollutkaan lyhytaikainen, koska kloridipitoisuus putkessa HP1-18 nousi jälleen reilusti tasolle 300 mg/l. Päästölähde on tarpeen selvittää, jotta kloridipitoisuuden nousu saataisiin esitettyä. Myös läheisessä St1 Oy:n havaintoputkessa HP2/14 kloridipitoisuudet olivat vuosina 2019–2020 erityisen korkeita. Keväällä 2021 pitoisuus oli kuitenkin laskenut tasolle 42 mg/l ja syksyllä vielä tasolle 35 mg/l. Pohjaveden virtaussuunta on länteen ko. havaintoputkelle päin n. 150 metrin päässä sijaitsevalta Remeo Oy:n havaintoputkelta, mikä selittää HP2/14:n kloridipitoisuuden nousua viiveellä. Muissa Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa kloridipitoisuudet olivat vuonna 2021 välillä 24–40 mg/l. Valkealähteen varavedenottamon lähialueella sijaitsevilla havaintoputkissa pohjaveden kloridipitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin ottamalla.

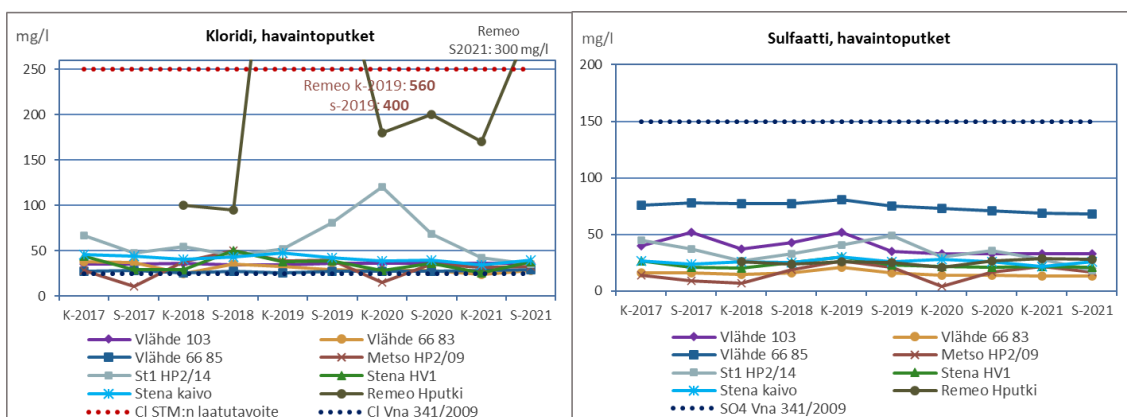
Sulfaatti

Sulfaattia Vantaan varavedenottamoiden kaivoissa on mitattu melko matalina pitoisuuksina. Pohjaveden ympäristölaatunormi (150 mg/l, VNa 1040/2006) ja talousveden laatu tavoite (250 mg/l) alittuivat kaikilla ottamoilla. Pohjaveden sulfaattipitoisuudet eivät ole merkittävästi vaihdelleet varavedenottamoilla vuosina 2016–2021 (Kuva 58). Grönbergin ja Vantaanlaakson varavedenottamoilla pitoisuudet ovat olleet hitaassa laskussa ja Koivukylän varavedenottamolla nousussa.

Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä todettiin enimmäkseen pieniä sulfaattipitoisuuksia, talousveden ja pohjaveden viitearvot alittuivat kaikissa havaintoputkissa. Tyypillisesti pitoisuudet olivat välillä noin 15–35 mg/l. Korkeimmat sulfaattipitoisuudet mitattiin savipeitteisellä alueella sijaitsevan havaintoputken 66 85 pohjavedestä, kevään näytteenottokerralla 69 mg/l ja syksyllä 68 mg/l. Lievästi kohonnut pitoisuus on todennäköisesti luontaista ja liittyy alueella mahdollisesti esiintyviin sulfidisaviin. Havaintoputkien sulfaattipitoisuudet ovat vaihdelleet vuosien varrella niin, että vuosina 2019 ja 2017 pitoisuustasot ovat olleet pääosin hieman korkeammalla kuin vuosina 2018 ja 2020–2021 (Kuva 59).



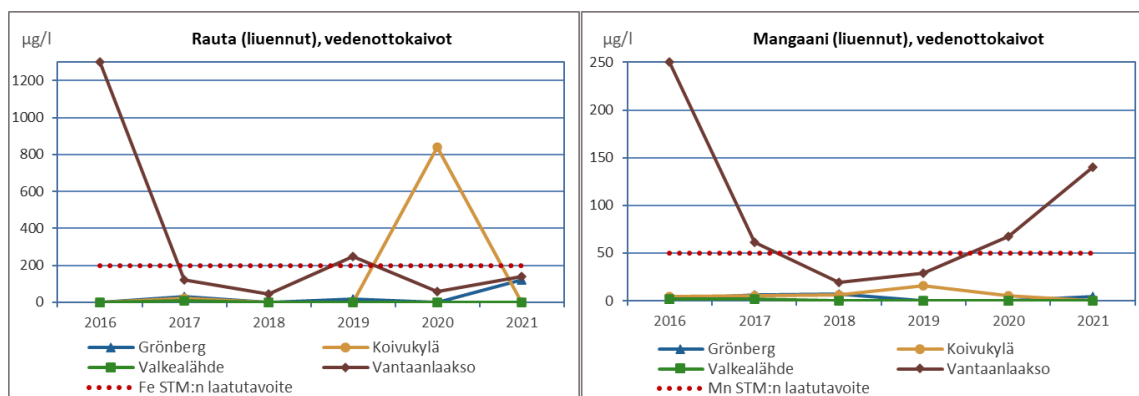
Kuva 57. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden kloridi- ja sulfaattipitoisuudet vuosina 2016–2021.



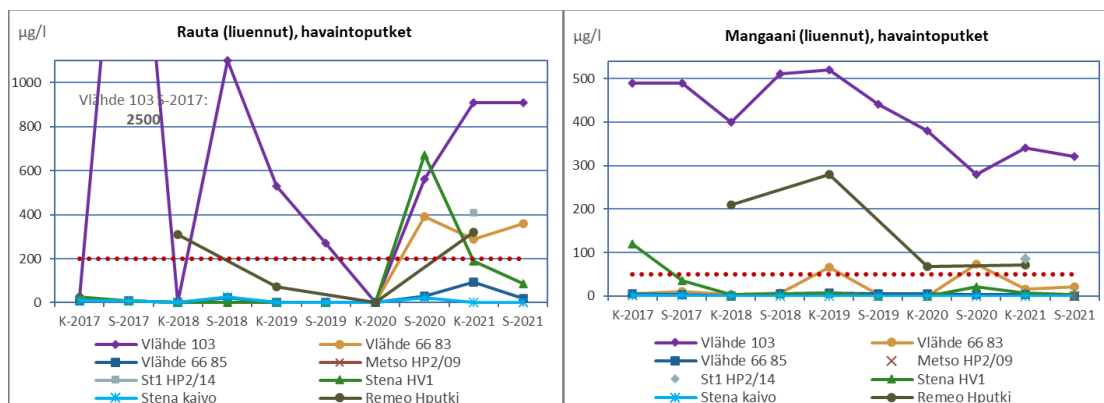
Kuva 58. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otettujen vesinäytteiden kloridi- ja sulfaattipitoisuudet vuosina 2017–2021.

Rauta ja mangaani

Liukoisen raudan ja mangaanin pitoisuudet Vantaan varavedenottamoilla olivat vuonna 2021 pääasiassa matalat. Talousveden laatutavoite täyttyi kaikilla vedenottamoilla raudan osalta. Vantaanlaakson varavedenottamolla rautapitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2017–2020 välillä 45–1300 µg/l, ollen vuonna 2021 140 µg/l, talousveden tavoitetason asettamissa rajoissa. Ko. ottamolla mangaanin pitoisuus romahti vuoden 2016 talousveden laatutavoitteen selvästi ylittävältä tasolta vuosien 2018–2019 alhaisemmalle tasolle, mutta nousi vuonna 2020 taas yli tavoitetason 50 µg/l ja vuonna 2021 edelleen tasolle 140 µg/l ylittäen tavoitetason reilusti (Kuva 60).



Kuva 59. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden rauta- ja mangaanipitoisuudet vuosina 2016–2021.



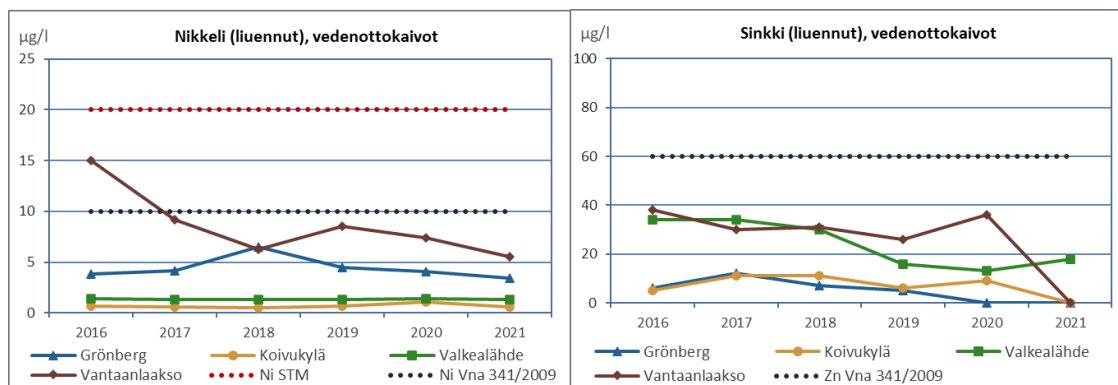
Kuva 60. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otettujen vesinäytteiden rauta- ja mangaanipitoisuudet vuosina 2017–2021.

Valkealähteen pohjavesialueen pohjavesiputkista otetuissa vesinäytteissä todettiin yleisemmin kohonneita liukoisen raudan ja mangaanin pitoisuuksia kuin varavedenottokaivoissa. Talousveden laatutavoite 200 µg/l ylittyi raudan osalta havaintoputkissa 103, 66 83, St1 Oy:n putkessa ja Remeo Oy:n putkessa (Kuva 61). Savikolla sijaitsevassa havaintoputkessa 103 rautapitoisuus on vaihdellut runsaasti mittaushistorian aikana (pitoisuudet välillä < 15–2500 µg/l) ja happipitoisuus on hyvin alhaisella tasolla. Havaintoputkissa 103, Remeo Hputki ja St1 HP2/14 vuonna 2021

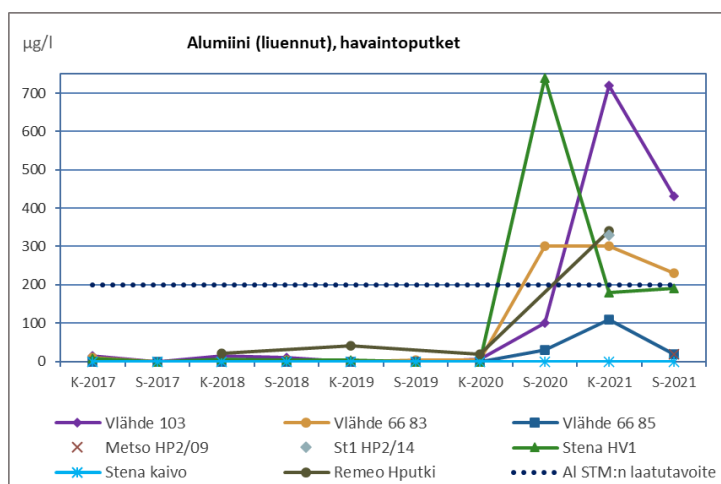
ylittyi myös mangaanin talousvesiasetuksen tavoitepitoisuus 50 µg/l, putkessa 103 moninkertaisesti kuten aikaisempinakin vuosina. Pitoisuustaso on kuitenkin laskevassa trendissä ko. havaintopisteessä.

Raskasmetallit

Vantaan varavedenottamoiden kaivoista vuonna 2021 otettujen pohjavesinäytteiden raskasmetallipitoisuudet olivat enimmäkseen hyvin pieniä. Talousveden laatuvaatimusten mukaiset enimmäispitoisuudet tai laatuvaatimet (STM 1352/2015) alittuivat kaikkien tutkittujen metallien osalta, samoin pohjaveden ympäristölaatuormit (VNa 1040/2006). Valkealähteen vedenottamalla sinkkipitoisuus oli hieman noussut viime vuoteen nähden, muilla vedenottamoilla oli tapahtunut sinkkipitoisuuden laskua. Nikkelipitoisuudet olivat myös laskeneet viime vuoden tasolta hieman kaikilla vedenottamoilla (Kuva 62).



Kuva 61. Vantaan pohjavesialueiden varavedenottamoilta tutkittujen vesinäytteiden nikkeli- ja sinkkipitoisuudet vuosina 2016–2021.



Kuva 63. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkien liukoisien alumiinin pitoisuudet 2017–2021.

Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä todettiin raskasmetallipitoisuuksia, mutta pitoisuudet olivat pääosin alhaisia ja alittivat talousveden ja pohjaveden

viitearvot. Viime vuoden tapaan kohonneita alumiinin pitoisuuksia todettiin havaintoputkissa 103 (100 µg/l) ja 66 83 (300 µg/l), joista putkien 103 ja 66 83 pitoisuudet ylittivät talousveden enimmäispitoisuuden alumiinille 200 µg/l. Alumiinipitoisuudet ovat nousseet merkittävästi lähes kaikissa putkissa vuonna 2020, jota ennen pitoisuudet olivat hyvin pieniä (Kuva 63).

Remeo Oy:n havaintoputken vesinäytteen raskasmetallipitoisuudet ovat pysyneet matalammalla tasolla kuin vuonna 2019 ollen kuitenkin korkeammalla kuin vuonna 2020. Nikkelin ja kobolttin pitoisuudet ylittivät pohjaveden ympäristölaatunormin Remeon havaintoputkessa keväällä 2021. Lisäksi Alumiinipitoisuus Remeo Oy:n ja St1 Oy:n havaintoputkissa ylitti keväällä STM:n talousvesiasetuksen laatutavoitteen. Korkeita liukoisen alumiinin pitoisuuksia todettiin myös Stena Recycling Oy:n havaintoputkessa HV1, mutta pitoisuudet jäivät hieman alle talousvesiasetuksen raja-arvon. Myös monet muut raskasmetallipitoisuudet olivat koholla edellisvuosien tapaan havaintoputkessa HV1.

Vantaan pohjavesialueilla vuonna 2021 todettuja huomioitavia raskasmetallipitoisuuksia on esitetty taulukossa 7. Talousveden laatuvaatimukset ylittävät pitoisuudet on esitetty lihavoituna ja ympäristölaatunormin ylityksen alleviivattuina.

Taulukko 7. Vantaan pohjavesialueilta otettujen vesinäytteiden raskasmetallipitoisuuksia vuonna 2021.

Havaintopaikka	Huomioitavat raskasmetallipitoisuudet
Vantaanlaakso	Nikkeli 5,5 µg/l
Vlähde 66 85	Alumiini 110 µg/l
Vlähde 66 83	Alumiini 230–300 µg/l
Vlähde 103	Alumiini 430–720 µg/l
Remeo Hputki	Alumiini 340 µg/l, Koboltti 2,4 µg/l, Nikkeli 11 µg/l, Sinkki 23 µg/l
Stena HV1	Alumiini 180–190 µg/l, Nikkeli 5,5–7,8 µg/l, Sinkki 36–46 µg/l, Molybdeeni 17–23 µg/l, Kupari 5,6 µg/l

Orgaaniset haitta-aineet

VOC-yhdisteet tutkittiin Grönbergiä lukuun ottamatta kaikilta Vantaan varavedenottamoilta keväällä 2021. Useimmista Vantaan pohjavesiputkista VOC-yhdisteet tutkittiin sekä keväällä että syksyllä. Remeo Oy:n havaintoputkesta tutkittiin lisäksi PAH-yhdisteet ja havaintoputkesta St1 HP2/14 lisäksi alkoholit ja aldehydit. Bensiinijakeet C₅-C₁₀ ja öljyhiilivedyt C₁₀-C₄₀ tutkittiin kaikista havaintoputkista. Torjunta-aineet tutkittiin Valkealähteen pohjavesialueella sijaitsevista varavedenottamoista sekä Stena Recycling Oy:n kaivosta.

VOC-yhdisteet ja öljyhiilivedyt

Valkealähteen ottamolta todettiin tetrakloorieteeniä 8,7 µg/l, mikä ylittää pohjaveden ympäristölaatunormin (5 µg/l, VNa 1040/2006). Ainetta havaittiin ensi kerran varavedenottamon pohjavedessä vuonna 2018 ja pitoisuus kasvoi vuoteen 2020 asti, mutta laski hieman vuonna 2021.

Valkealähteen varavedenottamon lähialueen havaintoputkessa 103 todettiin sekä kevään että syksyn näytekierroksilla myös pieniä määriä tetrakloorieteeniä (3,6–4,0 µg/l). PCE:tä havaittiin ko. havaintoputkessa syksyllä 2019 ensi kertaa, josta lähtien pitoisuus on ollut kasvussa.

Havaintoputkissa 66 83 ja 66 85 on aiemmin todettu useasti raskaita öljyhiilivetyjä (C₂₁-C₄₀), vuonna 2021 öljyhiilivetyjä ei todettu yhdessäkään Vantaan pohjavesinäytteessä.

Taulukko 8. Öljyhiilivety-yhdisteiden esiintyminen Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa 66-83 ja 66-85 vuosina 2017 – 2021.

Päivämäärä	C ₁₀ -C ₄₀ putki 66-83	pvp putki 66-83	C ₁₀ -C ₄₀ putki 66-85	pvp putki 66-85
15.6.2017	< 50 µg/l	+31,00	< 50 µg/l	+19,26
23.10.2017	< 50 µg/l	+31,00	110 µg/l jakeita C21-C40	+19,66
23.4.2018	57 µg/l jakeita C21-C40	+31,22	98 µg/l jakeita C21-C40	+19,65
24.10.2018	< 50 µg/l	+30,85	< 50 µg/l	+19,12
16.4.2019	270 µg/l 40 µg/l C10-C21 230 C21-C40	+30,78	110 jakeita C21-C40	+19,64
9.10.2019	100 µg/l jakeita C21-C40	+30,93	120 µg/l jakeita C21-C40	+19,14
28.4.2020	150 µg/l jakeita C21-C40	+31,01	150 µg/l jakeita C21-C40	+19,61
19.10.2020	100 µg/l jakeita C21-C40	+30,94	430 µg/l jakeita C21-C40	+19,32
26.4.2021	< 50 µg/l	+30,87	< 50 µg/l	+19,75
25.10.2021	< 50 µg/l	+30,95	< 50 µg/l	+20,00

Stena Recycling Oy:n havaintoputkessa todettiin vuonna 2021 tetrakloorieteeniä sekä keväällä että syksyllä otetuissa vesinäytteissä. Keväällä mitattu pitoisuus (13 µg/l) ylitti talousveden laatuvaatimusarvon (summapitoisuus tetra- ja trikloorieteenille yhteensä 10 µg/l). Syksyllä 2021 pitoisuus oli 11 µg/l. Aiempina vuosina pitoisuus on vaihdellut 1,9–24 µg/l välillä. Tetrakloorieteeniä on havaittu Stena Recycling Oy:n havaintoputkesta jokaisella näytteenottokierroksella vuodesta 2017. Muiden yritysten havaintoputkista ei vuonna 2021 havaittu VOC-yhdisteitä.

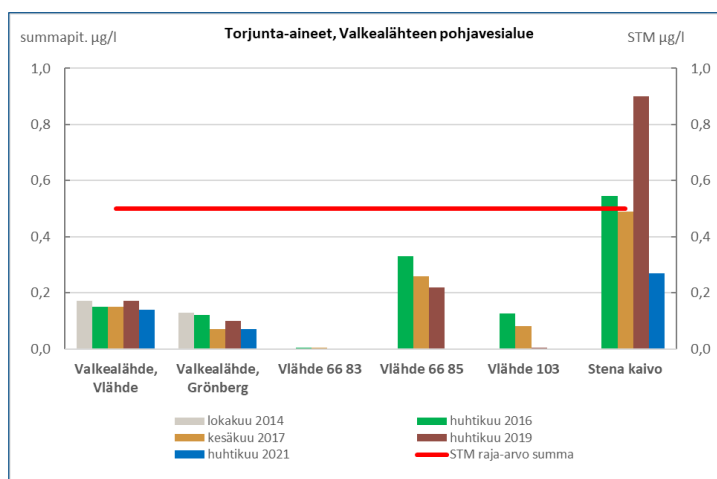
Valkealähteen yritysten havaintoputkien pohjavedessä ei todettu öljyhiilivety-yhdisteitä eikä alkoholeja tai aldehydejä. Remeon havaintoputkessa todettiin kevään näytekierroksella PAH-yhdisteisiin kuuluvaa bentso(a)pyreeniä 0,002 µg/l, joka on kyseisen yhdisteen analyysimenetelmän määritysrajalla. Havaintopisteessä todettiin PAH-yhdisteitä myös vuoden 2019 syksyllä ja keväällä 2020. Aiemmin todetut PAH-yhdisteet ovat olleet paremmin veteen liukenevia ja pienempimolekyylisiä (2,3,5-trimetyyliinaftaleeni, 1-metyyliinaftaleeni ja 2-metyyliinaftaleeni). Metyyliinaftaleeni on pääraaka-aine dispersiovärien lisäaineiden valmistuksessa ja komponenttina kreosoottikyllästysaineissa, mutta sitä voidaan käyttää myös mm. liuottimena ja pinta-aktiivisena aineena. Bentso(a)pyreeniä muodostuu orgaanisen aineksen epätäydellisessä palamisessa.

Remeon laitosalueen hulevesinäytteissä öljyhiilivety-pitoisuudet ovat vaihdelleet merkittävästi eri näytteenottoajankohtina. Vuoden 2021 näytteenottoajankohtina hulevesissä todettiin sekä keskiraskaita jakeita C₁₀-C₂₁ että raskaita jakeita C₂₁-C₄₀, painottuen kuitenkin raskaisiin jakeisiin.

Raskaat jakeet ovat pääkomponenttina voitelu- ja moottoriöljyissä. Suurimmat pitoisuudet on todettu pääasiassa näytteenottokaivossa NO-kaivo2. Laitoksen ympäristöluvan (ESAVI 5.9.2017) lupamääräyksen 26 mukaan laitoksen asfaltoiduilla alueilla muodostuvat hulevedet on käsiteltävä hiekan- ja öljynerottimissa niin, että pois johdettavan veden mineraaliöljypitoisuus on enintään 5 mg/l. Tämä raja-arvo ylittyi vuoden 2021 keväällä hulevesinäytteissä, jossa NO-kaivo2:sta todettu öljyhiilivetypitoisuus oli 41 mg/l. Varikkoalueella on päivittäin parkissa raskasta kuljetuskalustoa (useita kymmeniä ajoneuvoja), joten niistä voi valua pieniä määriä öljy-yhdisteitä, jotka huuhtoutuvat sadevesien mukana hulevesiviemäriin. Biologinen hapenkulutus hulevesinäytteissä on ollut 6,1–33,0 mg/l, COD_{Mn} 3,9–22,0 mg/l. Poikkeavan korkeat pitoisuudet todettiin samana ajankohtana (huhtikuussa 2019), kuin pohjavedessä todettiin merkittävää pohjaveden laadun heikkenemistä.

Torjunta-aineet

Torjunta aineita on havaittu Valkealähteen pohjavesialueen näytteissä toistuvasti. Kaikissa tarkkailtavissa kohteissa pitoisuudet näyttävät kuitenkin olevan laskussa. Torjunta-aineille on määriteltä yksittäisen aineen maksimipitoisuus (0,1 µg/l) sekä kaikkien todettujen torjunta-aineiden yhteen laskettu maksimipitoisuus (0,50 µg/l). Raja-arvot ovat yhtä suuret valtioneuvoston asetuksessa 1040/2006 ja STM:n talousvesiasetuksessa 1352/2015. Yksittäisen torjunta-aineen maksimipitoisuus ylittyi vuonna 2021 Valkealähteen varavedenottamolla, jossa havaittiin diklobeniilin hajoamistuotetta, 2,6-diklooribentsamidia (BAM) raja-arvon ylittävänä pitoisuutena 0,11 µg/l. Valkealähteen varavedenottamolta havaittiin myös pieni pitoisuus atratsiinia (0,03 µg/l), joka vaikuttaa torjunta-aineiden summapitoisuuteen. Toinen raja-arvon ylitys havaittiin Stena Recycling Oy:n kaivossa, jossa sekä BAM että des-isopropyylitratsiini (DIA) ylittivät sallitun maksimipitoisuuden (BAM 0,14 µg/l, DIA 0,12 µg/l). Samassa näytteessä todettiin lisäksi myös pieni pitoisuus simatsiinia (0,01 µg/l). Simatsiinia todettiin myös Grönbergin varavedenotamolta, raja-arvon alittavana pitoisuutena 0,07 µg/l.



Kuva 64. Torjunta-aineiden summapitoisuudet Valkealähteen pohjavesialueella.

5.3.4 Laitoskohtaiset yhteenvedot, Valkealähteen pohjavesialue

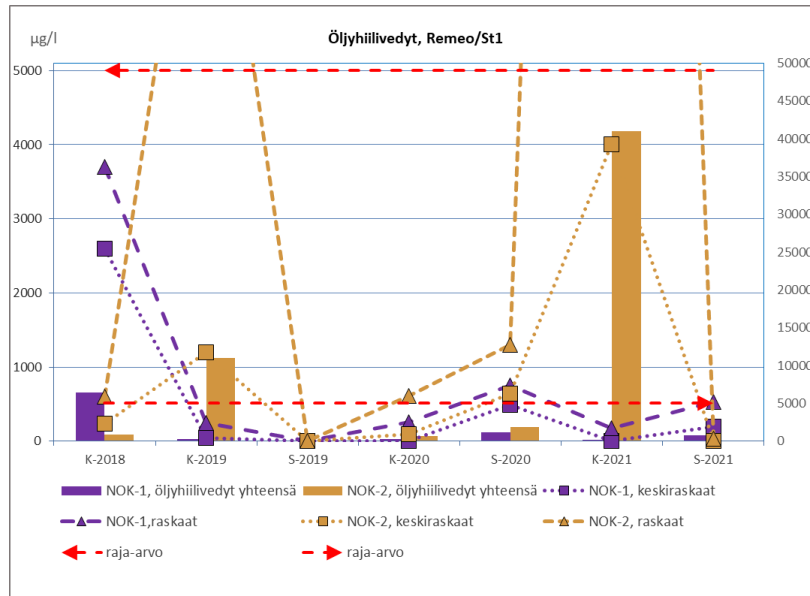
Stena Recycling Oy

Stena Recycling Oy:n laitosalueen pohjoisreunalla sijaitseva pohjaveden havaintoputki (HV1) on hyvin niukka-antoinen, ja siitä otettavat näytteet ovat kaikilla näytteenottokierroksilla olleet hyvin sameita. Perusparametritmuuttujien osalta pohjaveden laatu täytti vuoden 2021 näytteenottoajankohtina talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja -tavoitteet (STM 1352/2015), lukuun ottamatta alhaista pH:ta, joka oli lokakuussa sekä havaintoputkessa HV1 että kaivossa 6,3. Havaintoputkessa todettiin huhtikuussa 13 µg/l tetrakloorieteeniä, jota on alueella todettu toistuvasti myös aikaisemmin. Tämä huhtikuussa 2021 todettu pitoisuus ylitti sekä talousveden laatuvaatimusarvon (summapitoisuus tetra- ja trikloorieteenille yhteensä 10 µg/l) että pohjaveden ympäristölaatunormin (5 µg/l, VNa 1040/2006). Kaivovesinäytteessä tetrakloorieteenin pitoisuus oli alle määrittärajän (0,5 µg/l). Lokakuussa havaintoputkessa todettiin jälleen 11 µg/l tetrakloorieteeniä. Tetrakloorieteenin välihajoamistuotteiden pitoisuudet olivat kuitenkin alle yhdistekohtaisten määrittärajöjen. Myös öljyhiilivety-yhdisteiden C₅-C₄₀ pitoisuudet olivat molemmissa pohjavesinäytepaikoissa alle määrittärajöjen (määrittärajä eri jakeille 20–25 µg/l). Liuenneen alumiinin, sinkin, nikkelin, molybdeenin ja kuparin pitoisuudet pohjavedessä olivat koholla, kuten vuonna 2020. Pitoisuudet eivät kuitenkaan ylittäneet talousvesiasetuksen raja-arvoja, eivätkä myöskään asetuksen 1040/2006 ympäristölaatunormeja. Kaivonäytteessä havaittiin lisäksi keväällä talousvesiasetuksen raja-arvon ylittävät pitoisuudet kahta torjunta-ainetta, BAM ja DIA, pitoisuuksina 0,14 µg/l ja 0,12 µg/l. Lisäksi todettiin hyvin alhainen pitoisuus simatsiinia (0,01 µg/l).

Stenan laitosalueen hulevedessä todettiin vuonna 2021 molempina näytteenottoajankohtina öljyhiilivetyjä (kok.pitoisuus 410-2800 µg/l), koostuen pääasiassa raskaista jakeista C₂₁-C₄₀ (350-2400 µg/l). Hulevesinäytteissä esiintyi myös pieniä pitoisuuksia useita VOC-yhdisteitä, mm. BTEX-yhdisteitä, pentaania, metyylietyyliketonia (MEK) ja metyyli-isobutyryliketonia (MIBK). Hulevedessä todettiin lokakuussa huomattavan korkea pitoisuus sinkkiä (440 µg/l). Myös titaania, kuparin, lyijyn ja nikkelin pitoisuudet olivat lokakuussa kohonneet.

Remeo Oy

Remeo Oy:n Linjatien jätteenkäsittelylaitoksen vuosien 2018–2021 tarkkailutulosten perusteella laitosalueen hulevesien laatua heikentävät öljy-yhdisteet, joita on öljynerottimien jälkeen esiintynyt ajoittain yli laitoksen ympäristölövan (ESAVI 5.9.2017) salliman mineraaliöljyn enimmäispitoisuuden 5 mg/l. Vuoden 2021 keväällä raja-arvo ylittyi NO-kaivo2:ssa, jossa todettiin raskaita öljyhiilivetyjä 37 000 µg/l ja keskiraskaita öljyhiilivetyjä 4000 µg/l. Pitoisuus on korkein tarkkailujakson aikana mitattu (Kuva 65). Laitoksella pitää kiinnittää erityistä huomiota öljynerottimien säännölliseen tyhjennykseen ja huoltoon.



Kuva 65. Öljyhiilivetyjen pitoisuudet Remeo Oy:n/St1 Oy:n hulevesikaivonäytteissä 2018–2021. Öljyhiilivetyjen (C₁₀–C₄₀) kokonaispitoisuus oikeanpuoleisessa akselissa.

Pohjaveden laadussa merkittävin poikkeama oli huhtikuussa 2019 laitosalueen itäreunalla havaittu korkea kloridipitoisuus (560 mg/l). Mahdollista kemikaalivuotoa ja päästölähdettä ei tuolloin pystytty laitoksella jäljittämään. Samana ajankohtana pohjavedessä esiintyi myös hieman kohonneita raskasmetallipitoisuuksia (kadmium, koboltti, nikkeli ja sinkki). Päästötilanteen arviointiin olleen lyhytaikainen. Laitosalueen itäreunalla kloridipitoisuus laski vuonna 2020 vähitellen tasolle 200 mg/l. Keväällä 2021 kloridipitoisuus oli itäreunan putkessa 170 mg/l, josta se nousi syksyllä taas hyvin korkeaksi (300 mg/l), antaen syyä arvioida päästölähdettä uudestaan. Muissa Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa kloridipitoisuudet olivat vuonna 2021 välillä 24–40 mg/l. pH on ollut laskevassa trendissä itäosan havaintoputkessa jo vuodesta 2018. Vuonna 2021 keväällä pH oli putkessa 5,9 ja syksyllä 6,0. Öljyhiilivetyjen ja VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat vuoden 2021 näytteissä alle määrittäysrajojen, mutta keväällä 2021 Remeo Oy:n havaintoputkesta todettiin määrittäysrajalla oleva pitoisuus PAH-yhdisteisiin kuuluvaa bentso(a)pyreenia.

St1 Oy

Vuonna 2021 St1 Oy:n havaintoputkessa havaittiin ulkoisia merkkejä vaurioitumisesta ja näytteet jouduttiin ottaa kertäkäyttönoutimilla johtuen pohjavesipumpun jumiutumista putkeen. Otetuissa vesinäytteissä havaittiin runsaasti sameutta (130–280 FNU) ja reilusti kohonneet kemiallisen hapenkulutuksen arvot (9,7–15 mg/l). Putken epäillään vaurioituneen ja päästävän hienoaainesta näytteisiin, jonka vuoksi vaurioituneen putken läheisyyteen on suunniteltu asennettavaksi uusi tarkkailuputki keväällä 2022.

St1 Oy:n laitosalueen havaintoputken kloridipitoisuus oli keväällä 2021 tasolla 42 mg/l, ja syksyllä pitoisuus laski tasolle 35 mg/l. Pitoisuudet ylittivät talousveden korroosio-ominaisuuksien ehkäisemiseksi määritellyn tavoitetason ja pohjaveden ympäristölaatu normin. Havaintoputken kloridipitoisuus on laskenut merkittävästi keväällä 2020 havaituista korkeista lukemista,

mutta toisaalta on myös havaittavissa kyseisen putken reagoiminen viiveellä itäosassa tapahtuvaan kloridipitoisuuden kasvuun. Pohjaveden pH on St1:n havaintopisteessä alhaisella tasolla ja alittaa talousveden tavoitetason (pH 6,5–9,5). Havaintoputken nitraattityypipitoisuus on ajoittain kohonnut yli talousvedessä sallitun enimmäispitoisuuden (11 mg/l), viimeksi syksyllä 2019. Vuoden 2021 aikana pitoisuus on kuitenkin pysytellyt tasolla 0,11–2,9 mg/l. Pohjaveden happipitoisuus oli molemmilla näytteenotto-kerroilla keskimääräistä korkeampi. Pohjavedessä ei todettu aldehydejä tai alkoholeja. Myöskään vuonna 2019 havaittuja pentaania ja styreeniä eikä muitakaan VOC-yhdisteitä vuonna 2021 havaittu.

Neles Oy

Neles Oy:n havaintoputkesta (Metso HP2/09) otettujen vesinäytteiden laatu täytti vuonna 2021 pääosin hyvälle talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja -tavoitteet (STM 1352/2015). Kloridipitoisuus ylitti molemmilla näytekerroksilla talousveden korroosio-ominaisuuksien ehkäisemiseksi asetetun tavoitetason ja pohjaveden ympäristölaatu normin (molemmat 25 mg/l), pitoisuudet olivat keväällä 32 ja syksyllä 33 mg/l. Pohjaveden pH oli lievästi hapan ja alitti tavoitetason (pH 6,5–9,5). Vuonna 2019 havaintoputkessa todettiin pieniä pitoisuuksia VOC-yhdisteitä pentaania ja styreeniä. Vuonna 2021 vesinäytteissä ei havaittu VOC-yhdisteitä eikä myöskään öljyhiilivetyjä. Syksyllä 2021 tutkitut raskasmetallipitoisuudet olivat hyvin pieniä tai alle määrittämissä rajan.

5.4 Tuusulan Mätäksen Sammonmäen alue

Tuusulan Mätäksen B-osa-alueella (ja sen eteläreunan välittömässä läheisyydessä) sijaitsevilla Sammonmäen teollisuusalueella sijaitsevat yritykset liittyivät pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailuun vuoden 2019 alusta alkaen. Alueella sijaitsevat Rudus Oy:n betonituotetehdas, Peab Industri Oy:n asfalttiasema sekä useiden toimijoiden suunnitellut louhintaluhat, joista toistaiseksi vain Peab Industri Oy:llä on alueella louhintatoimintaa. Yritysten tarkkailuvelvoitteisiin sisältyy pohjaveden laadun tarkkailun lisäksi ojavesien ja huleveden laadun tarkkailua. Niiden tulokset on käsitelty yrityskohtaisissa väliraporteissa eikä niitä käsitellä tässä luvussa.

Louhintaluhat pohjaveden, huleveden ja ojavesien tarkkailuohjelma päivitettiin vuoden 2020 aikana tarkoituksenmukaisemmaksi nykyisen louhintatoiminnan vaikutusten tarkkailun kannalta. Tarkkailusuunnitelman muutokset hyväksyttiin maaliskuussa 2021. Tarkkailu suoritettiin vuoden 2021 aikana päivitetyn tarkkailusuunnitelman mukaisesti kahdesta pohjavesiputkesta aikaisemman neljän sijasta. Päivitetystä tarkkailusuunnitelmasta esitettyä uutta pohjavesiputkesta PVP 2021/1 ei kuitenkaan sisällytetty näytteenotto-ohjelmaan, sillä se asennettiin vasta lokakuussa 2021.

Louhintaluhat tarkkailuun ja Mätäksen pohjavesialueen taustapitoisuuksien tarkkailuun liittyvistä havaintoputkista otettiin näytteet vain keväällä (huhtikuussa). Rudus Oy:n betonituotetehtaan ja Peab Industri Oy:n asfalttiaseman havaintoputkista pohjavesinäytteet otettiin kah-

desti; huhtikuussa ja syyskuussa. Pohjavesinäytteistä tehtiin laboratoriomääritykset pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailuohjelman (Kivimäki 2018a) mukaisesti. Ohjelma päivitettiin joulukuussa 2018 Sammonmäen yritysten ympäristölupien tarkkailuvelvoitteiden mukaiseksi.

5.4.1 Yleiskuvaus alueesta

Mätäkiiven pohjavesialue muodostuu pohjois-eteläsuuntaisesta harjasta ja sen yhteydessä olevasta deltamuodostumasta. Pääasialliset pohjavesialtaat ovat muodostuneet pohjoispäässä olevaan kalliopainanteeseen (pohjavesivyöhykkeen paksuus 15–30 m) ja eteläosassa Tuusulanväylän kohdalla olevaan kalliopainanteeseen (pohjavesivyöhykkeen paksuus 15–40 m). Mätäkiiven pohjavesialueen ulkoraja on pääpiirteissään määritelty kallioalueille, jotka toimivat pohjavedenjakajina. Kallioalueiden pieniin painanteisiin ja kalliokohoumien rinteille on kerrostunut moreenia ja hienohiekkaa. Näiltä kallio- ja moreenialueilta sade- ja sulamisvedet valuvat osittain kallion pintaa pitkin pohjavesimuodostumaan. Eteläisen Mätäkiivi B-alueen läntisellä reuna-alueella pohjamaalaji on Geologian tutkimuskeskuksen maaperätietojen (1:20 000) mukaan pääasiassa savea. Kiinteistökohtaisissa pohjatutkimuksissa on kuitenkin monin paikoin todettu maakerrosten koostuvan saven sijasta hiekasta, hienohiekasta tai moreenista. Reuna-alueiden savi-kerrosten yhtenäisyydestä, paksuudesta ja vedenpidätyskyvystä ei näin ollen ole varmuutta. Saven alapuolella esiintyy vettä läpäiseviä maakerroksia, joihin vettä kerääntyy myös reuna-alueiden kalliorinteille kerrostuneiden hiekka- ja moreenikerrosten kautta (Kivimäki ja Fagerlund 5.1.2018).

Mätäkiivi B-alueen pääasiallinen pohjavesivarasto (ns. pääallas) sijaitsee koillinen-lounas-suuntaisessa kallioperän heikkousvyöhykkeessä. Pohjavesivyöhykkeen paksuus tässä pääaltaassa on enimmillään 35–40 m (Ahonen ym. 6.7.2016). Kuninkaanlähteen pohjavedenottamo sijaitsee tässä pääaltaassa. Mätäkiiven B-alueella pohjaveden pääasiallinen virtaussuunta on pohjoisesta lounaaseen, kohti Kuninkaanlähteen vedenottamo. Kuninkaanlähteen ottamon eteläpuolella sijaitsevalla Sammonmäen teollisuusalueella pohjaveden päävirtaussuunta on kuitenkin kohti pohjoiskoillista. Sammonmäen teollisuusalueen lounaisreunalla pohjavesialueen ulkorajan kohdalla on kalliokynnys, joka ohjaa pohjaveden virtauksen ulkorajan tuntumasta kohti Kuninkaanlähteen ottamo (Ahonen 6.7.2016; Pöyry Finland Oy 28.2.2017).

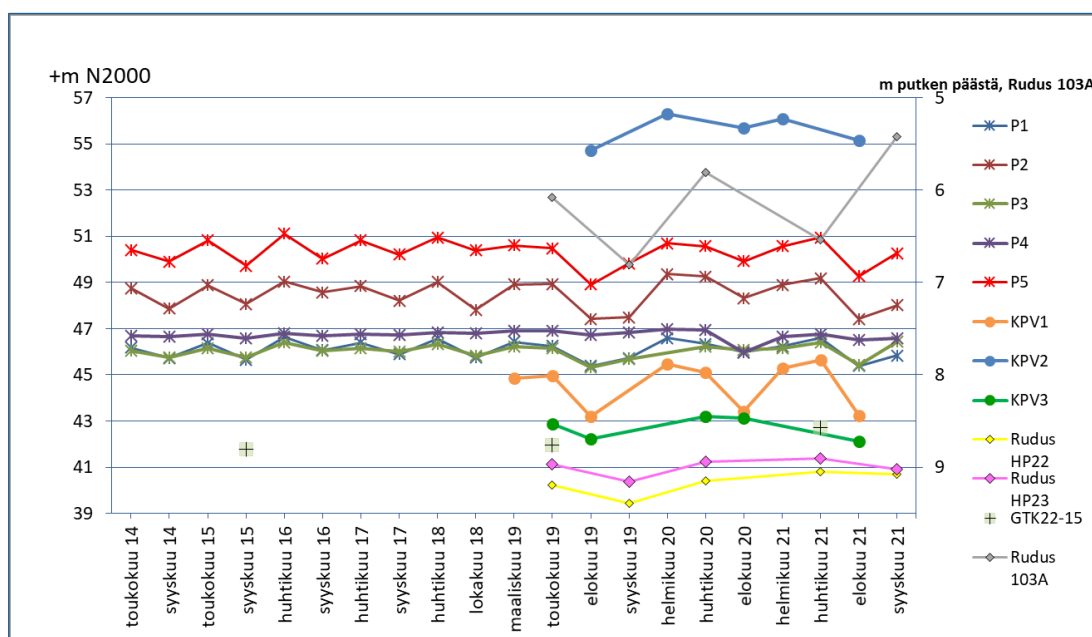
Kuninkaanlähteen ottamon ohella pohjavettä pumpataan Sammonmäen teollisuusalueella sijaitsevalla betonituotetehtaalla prosessivedeksi ns. Lemminkäisen ottamolta, joka sijaitsee noin 100 m Kuninkaanlähteen ottamolta etelälounaaseen. Prosessivesiä osittain kierrätetään, mutta osa johdetaan neutralointilaitoksen kautta Skålbäckin puroon. Skålbäckinpuro laskee edelleen Tuusulanjoen kautta Vantaanjokeen. B-alueen kaakkoisreunalla pohjavettä purkautuu tihkumalla alueen ojiin, joista ne laskevat edelleen Kylmäojaan.

5.4.2 Pohjaveden pinnankorkeudet

Louhinta-alueiden pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailuohjelman ns. Focus-havaintoputkista putket KPV1 ja KPV2 edustavat kalliopohjavettä. Myös KPV3 oli alun perin suunniteltu kalliopoh-

javesiputkeksi, mutta sen siiviläosa asennettiin kallionpinnan yläpuolella olevaan hiekkamoreenikerrokseen. Pohjaveden pinnankorkeuksia mitattiin vuonna 2021 louhinta alueen putkien lisäksi kaikista Peab Industri Oy:n asfalttiaseman havaintoputkista ja myös Rudus Oy:n betonituotetehtaan putkista, koska nykyinen louhinta-alue sijaitsee asfalttiaseman läheisyydessä. Asfalttiaseman putkista ja louhinta alueen putkista mittaukset tehtiin neljä kertaa vuoden aikana, muista putkista näytteenottojen yhteydessä (1–2 krt). Asfalttiaseman tarkkailuputkista kolme edustaa maakerrokseen varastoitunutta pohjavettä (P1, P2, P3) ja kaksi kalliopohjavettä (P4, P5). Putkissa P2 ja P5 pohjavedenpinta on selvästi muita mittaustaikkoja ylemmällä tasolla, koska ne sijaitsevat asfalttiasemaa ympäröivillä kalliokohoumilli. Putki P4 sijoittuu vettä hyvin johtavaan kallioperän ruhjeeseen, joka kulkee asfalttiaseman poikki, ja putki P1 sijoittuu hiekkakerrokseen asfalttiaseman luoteisreunan välittömässä läheisyydessä (pohjaveden virtaus ohjautuu kohti luodetta).

Vuonna 2021 pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu tarkkailuputkissa oli pääosin hieman suu-
rempaa kuin vuonna 2020 (Kuva 66). Pohjaveden pinnat olivat huhtikuussa keskimäärin korkeammalla kuin vuoden 2020 huhtikuussa ja vastaavasti hieman alempana elo-/syyskuussa. Lemminkäisen vedenottamon läheisyydessä sijaitsevassa putkessa Rudus 103A pohjaveden pinnan korkeus nousi syyskuussa 2021 korkeammalle kuin aiempina vuosina.



Kuva 66. Peab Industri Oy:n asfalttiaseman, Rudus Oy:n betonituotetehtaan ja louhinta-alueen tarkkailuputkista mitatut pohjaveden pinnantasot. Asfalttiaseman putkista P1-P5 pidempi aikasarja, Focus-putkista mittaukset aloitettiin vuonna 2019. Havaintoputken Rudus 103A korkotietoja ei saatavilla, joten mittaustulos on ilmoitettu metreinä havaintoputken päästä (oikeanpuoleinen pysty akseli).

5.4.3 Pohjaveden laatu

Sammonmäen pohjaveden laadun tarkkailutulokset on esitetty alla kuvaajissa 67–75. Yksityisistä talousvesikaivoista (Metsälinnuntien porakaivo ja Mäkiniityn rengaskaivo) ei otettu näytteitä vuoden 2021 aikana päivitetyn tarkkailuohjelman päätöksen mukaisesti. Peab Industri Oy:n

asfalttiaseman tarkkailutuloksista on saatavilla pidemmän aikavälin laatutietoja ja ne on esitetty pääosin alkaen vuodesta 2014. Muiden havaintoputkien tulokset on esitetty alkaen vuodesta 2019, jolloin ne liittyivät osaksi pääkaupunkiseudun pohjavesien yhteistarkkailua.

Perusparametrit

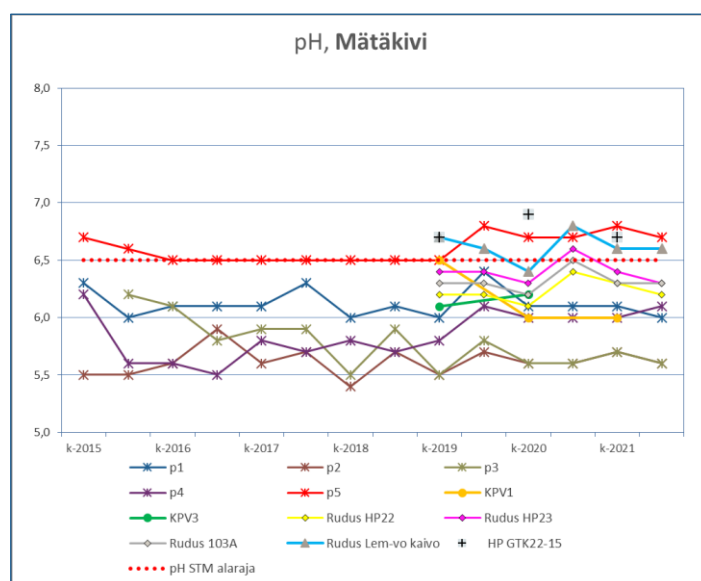
Aistinvaraiset havainnot

Ruduksen betonituotetehtaan havaintoputkissa HP22 ja 103A ja Lemminkäisen vedenottokai-vossa pohjavesi oli keväällä 2021 kirkasta ja hajutonta. Havaintoputkessa HP23 havaittiin imelä haju ja vesi oli harmaansameaa. Syksyn näytekierroksella kaikki betonituotetehtaan näytteet olivat hajuttomia, mutta lievää sameutta oli putkissa 103A ja HP22, jossa oli myös harmahtavan ruskea väri. HP23:n näyte oli syksyllä hajuton, harmaa ja samea. Taustapitoisuusputkessa GTK22-15 ei havaittu sivuhajua ja vesi oli kirkasta ja väritöntä.

Asfalttiaseman tarkkailuputkissa P1–P5 vesi oli vuoden 2021 keväällä sameata ja kellertävää. Syyskierroksella kaikissa putkissa vesi oli sameaa ja väritöntä, paitsi putkissa P4 ja P5, joissa vesi oli kirkasta ja keltaista. Putkessa P4 havaittiin syksyllä polttoaineen haju, muutoin kaikissa putkissa todettiin luonnonveden/maan/mullan tai heikosti tunkkainen haju. P3:n pohjavesi oli keväällä rusehtavaa. Focus louhinta-alueen putkessa KPV1 vesi oli keväällä hajutonta ja kirkasta.

pH

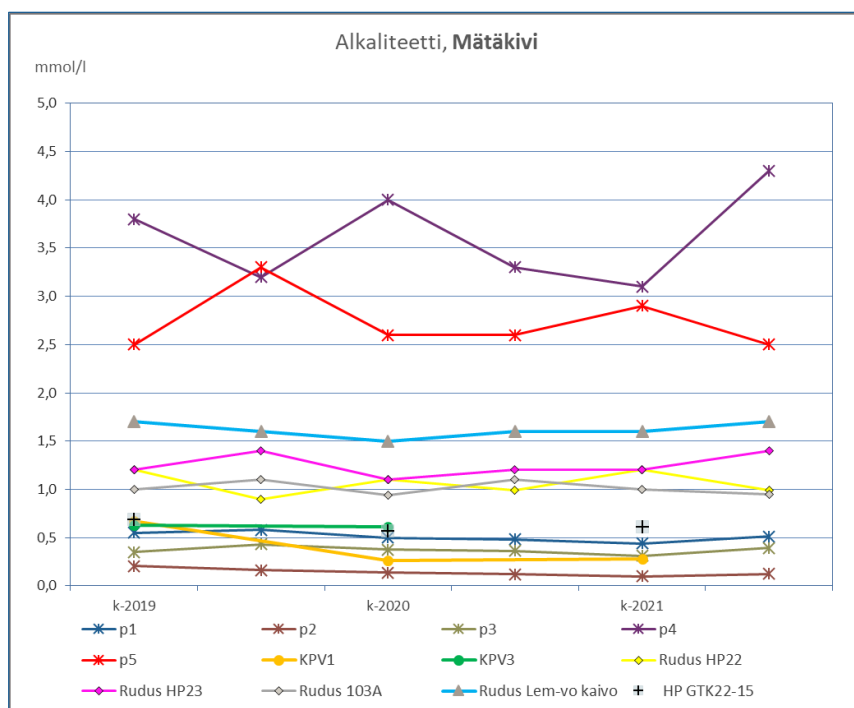
Pohjaveden pH oli vuonna 2021 useimmissa Sammonmäen tarkkailuputkissa talousvesiasetuksen laatutavoitteen alarajan 6,5 alapuolella. Taustapitoisuusputkessa (GTK22-15), jossa ei ole teollisuusalueen toimintojen vaikutusta, pohjaveden pH oli keväällä 6,7 (Kuva 67). Muut näytesteet, joissa pH oli talousvesiasetuksen tavoitetasolla, olivat asfalttiaseman tarkkailuputki P5 ja Rudus Oy:n Lemminkäisen vedenottamo.



Kuva 62. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista ja lemminkäisen vedenottamolta otettujen vesinäytteiden pH vuosina 2014–2021.

Alkaliteetti

Alkaliteetin taustapitoisuustaso (putki GTK22-15) Sammonmäen alueella oli 0,61 mmol/l. Kai-kissa Rudus Oy:n betonituotetehtaan tarkkailuputkissa todettiin hieman taustapitoisuutta korkeampia alkaliteettiarvoja (Kuva 68). Betonin yhtenä pääraaka-aineena käytettävä sementti sisältää kalkkikiveä (CaCO_3) ja kipsiä (CaSO_4). Kalkkikiven liuetessa veteen muodostuu bikarbonaattia. Alkaliteetti puolestaan aiheutuu karbonaatti- ja bikarbonaatti-ioneista. Pitkään jatkunut betonituotteiden raaka-aineiden käsittely on vaikuttanut pohjaveden alkaliteettiarvoihin.



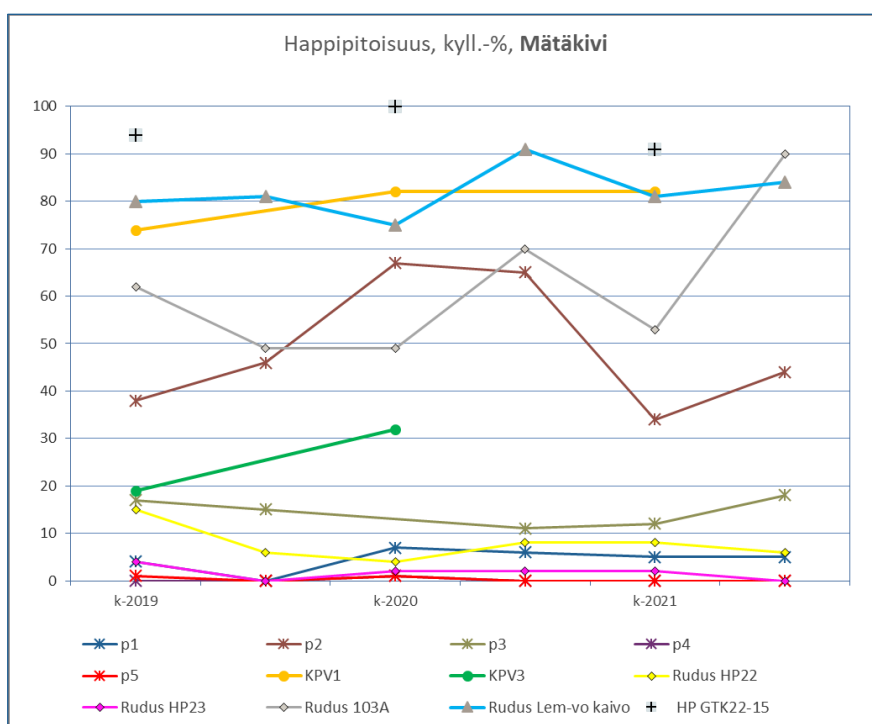
Kuva 63. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista ja lemminkäisen vedenottamolta otettujen vesinäytteiden alkaliteettiarvot vuosina 2019–2021.

Peab Industri Oy:n asfalttiaseman havaintoputkista otetuista näytteistä aloitettiin alkaliteetin määritykset vuonna 2019. Asfalttiaseman kalliopohjavesiputkissa (P4 ja P5) alkaliteettiarvot ovat merkittävästi muissa tarkkailuputkissa todettuja arvoja korkeampia, ja niissä esiintyy suurimpia vaihteluja alkaliteetissa. Kalliopohjavesiputket P4 ja P5 ovat olleet koko tarkkailujakson ajan hapettomia, joten orgaanisten yhdisteiden anaerobinen biohajoaminen aiheuttanee korkean alkaliteetin putkissa. Louhinta-alueen kalliopohjavesiputkessa KPV1 alkaliteetti on ollut hyvin alhainen, keväällä 2021 0,28 mmol/l. Putken KPV1 happitilanne on myös erinomainen.

Happi

Happipitoisuus vaihteli suuresti Sammonmäen tarkkailuputkissa, johtuen luontaisista olosuhteista ja mahdollisesti pohjavesikerrokseen kulkeutuneista orgaanisista yhdisteistä. Rudus Oy:n betonituotetehtaan tarkkailuputkissa HP22 ja HP23 liuennutta happea oli niukasti (Kuva 69). Ne sijaitsevat pohjavesialueen savipeitteisellä reuna-alueella, mikä selittää vähäisen happipitoisuuden. Tehtaan vedenottokaivo (Lem vo-kaivo) ja vedenottokaivon viereinen

havaintoputki Rudus 103A sijaitsevat sora muodostuman ydinosa, ja niissä esiintyvä vesi kertyy vettä hyvin johtavista kerroksista koillisesta ja lounaasta. Taustapitoisuusputkessa (GTK22-15) pohjavesi oli myös erittäin happirikasta.

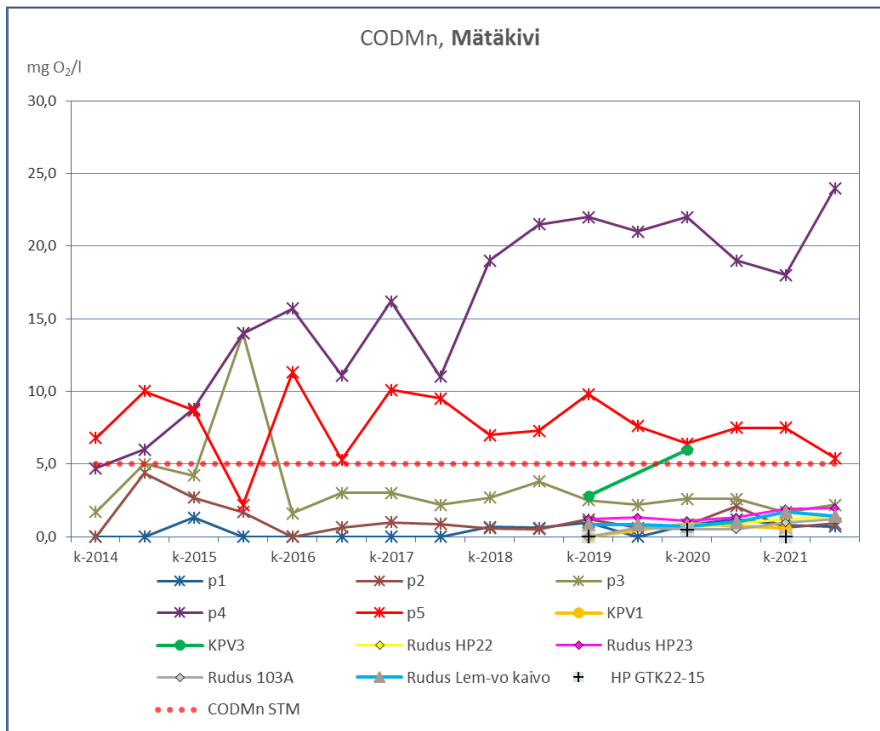


Kuva 69. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista ja -kaivoista otettujen vesinäytteiden happipitoisuudet (kyll.-%) vuosina 2019–2021.

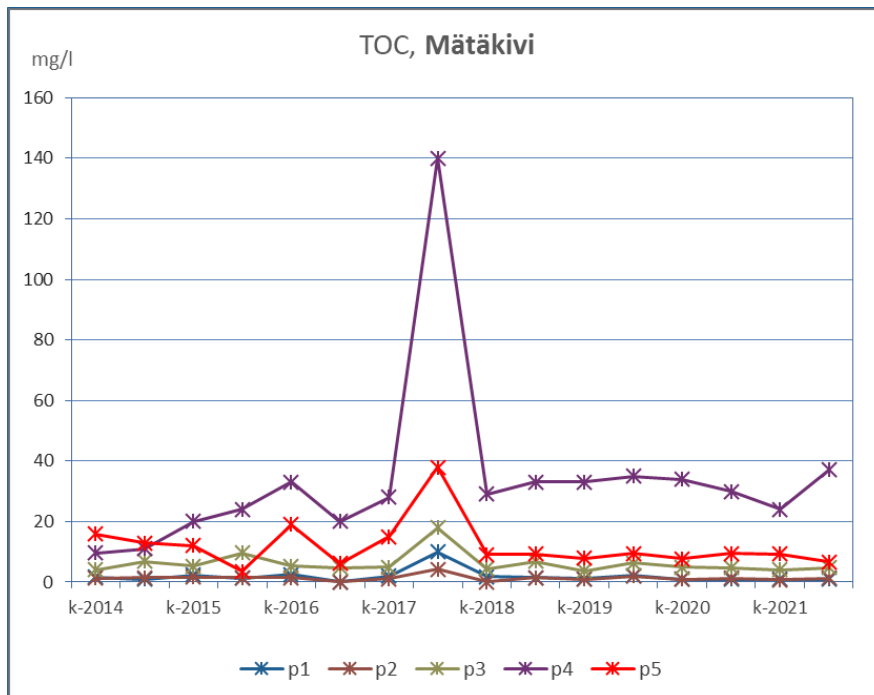
Peab Industri Oy:n asfalttiaseman, Rudus Oy:n ja Focus louhinta-alueen havaintoputkista otetuista näytteistä aloitettiin happipitoisuuden määrittäykset vuonna 2019. Vuonna 2021 happipitoisuus asfalttiaseman tarkkailuputkissa oli < 1–44 kyll.-%. Myös happipitoisuuden osalta kallio-pohjavesiputkien P4 ja P5 veden laatu on poikkeava; kallio-pohjavesi oli vuosina 2019–2021 kaikilla näytteenottokierroksilla hapetonta. Vuonna 2021 havaintoputkissa P1–P3 happipitoisuudet olivat välillä 5–44 kyll.-%. Kahdesta muusta kallio-pohjavesiputkesta poiketen, louhinta-alueen havaintoputken KPV1 happipitoisuus on korkea (kevät 2021, 82 kyll.-%)

Orgaanisen aineksen määrä

Orgaanisen aineksen määrää kuvastava kemiallisen hapenkulutuksen COD_{Mn} -arvo oli betonituotetehtaan ja Focus-louhinta-alueen tarkkailuputkissa pääosin alhainen (Kuva 70). Asfalttiaseman irtomaakerrokseen asennetuissa tarkkailuputkissa COD_{Mn} -arvot olivat pieniä (0,6–2,2 mg/l). Sen sijaan asfalttiaseman kallio-pohjavesiputkissa P4 ja P5 COD_{Mn} ylitti talousvesiasetuksen salliman enimmäispitoisuuden 5 mg/l, putkessa P4 kemiallinen hapenkulutus oli hyvin korkealla (COD_{Mn} 18–24 mg/l). Havaintoputkessa P4 orgaanisen aineksen määrä (sekä COD_{Mn} että TOC) on ollut aikaisempiin vuosiin nähden korkeammalla tasolla noin vuodesta 2017 lähtien, jolloin orgaanisen aineksen kokonaismäärässä nähtiin huomattava pitoisuuspiikki useissa putkissa (Kuva 71).



Kuva 70. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista ja -kaivoista otettujen vesinäytteiden COD_{Mn}-arvo vuosina 2014–2021.

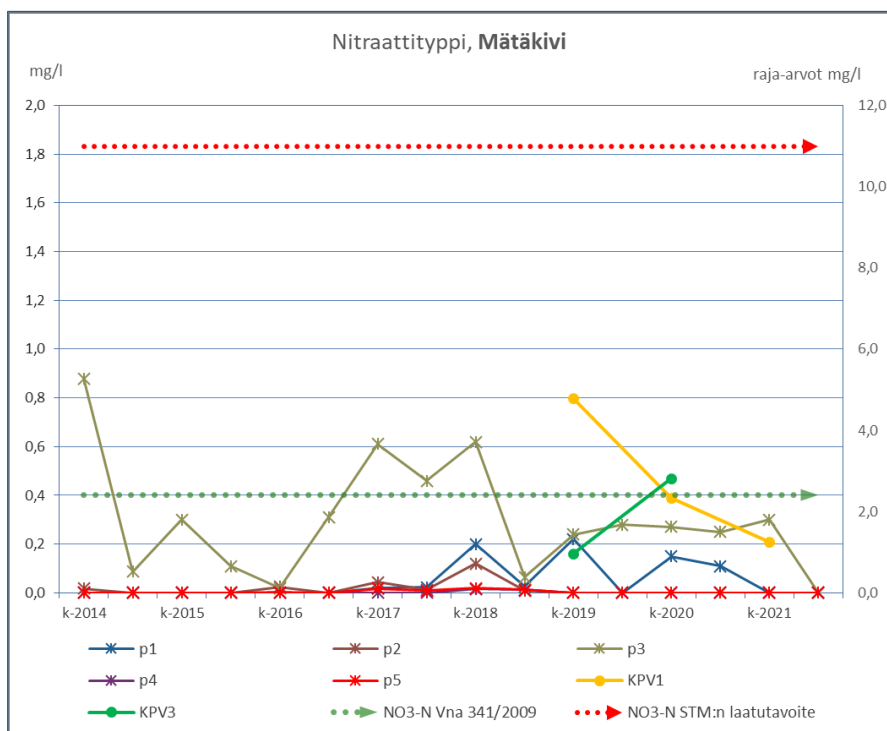


Kuva 64. Pohjaveden TOC-pitoisuus Peab Industri Oy:n asfalttiaseman havaintoputkissa 2014–2021.

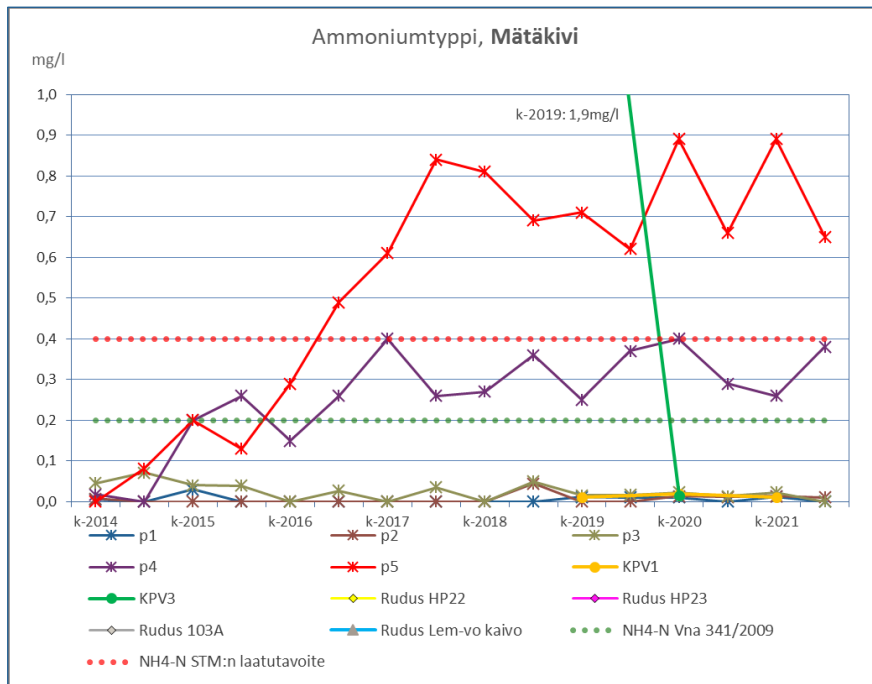
Typpiyhdisteet

Typpiyhdisteiden pitoisuudet määritetään vain Peab Industri Oy:n asfalttiaseman ja Focus-louhinta-alueen tarkkailuputkista (Kuvat 72 ja 73). Vuoden 2019 kohonneeseen ammoniumtyyppi-pitoisuuteen pisteessä KPV3 on voinut vaikuttaa putken sijainti keskellä avohakkuualueetta, joka on voinut vaikuttaa paikallisesti pohjaveden kemiallisiin olosuhteisiin. Kyseisen putken tarkkailuvelvoite loppui tarkkailuohjelman muutoksen myötä vuoteen 2020, jolloin pitoisuus oli laskeutunut alhaiselle tasolle. Typpiyhdisteiden pitoisuudet olivat pieniä keväällä 2021 Focus-louhinta-alueen havaintoputkessa KPV1, jossa nitraattipitoisuus on laskusuunnassa.

Peab Industri Oy:n asfalttiaseman tarkkailuputkissa typpiyhdisteiden pitoisuudet olivat niin ikään pieniä. Nitraattipitoisuus jäi kahta näytettä lukuun ottamatta alle määritysrajan kaikissa pisteissä. Ainoat todetut nitraattityypin määritysrajan ylitykset havaittiin keväällä putkissa P3 ja KPV1 (0,30 ja 0,21 mg/l). Kalliopohjavesiputkissa P4 ja P5 todettiin kohonneita ammoniumtyyppi-pitoisuuksia kuten aikaisempinakin vuosina, ja talousveden enimmäisarvo ammoniumtyypelle ylittyi putkessa P5 (raja 400 µg/l, pitoisuudet 650–890 µg/l). Viime vuosina ammoniumtyyppi-pitoisuus on putkessa P4 vakiintunut tasolle, joka on yli ympäristölaatu normin mutta alle talousveden laatu tavoitteen salliman enimmäisarvon (Kuva 73).



Kuva 65. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista otettujen vesinäytteiden nitraattityyppi-pitoisuudet vuosina 2014–2021. Raja-arvojen pitoisuudet oikeanpuoleisessa akselissa.

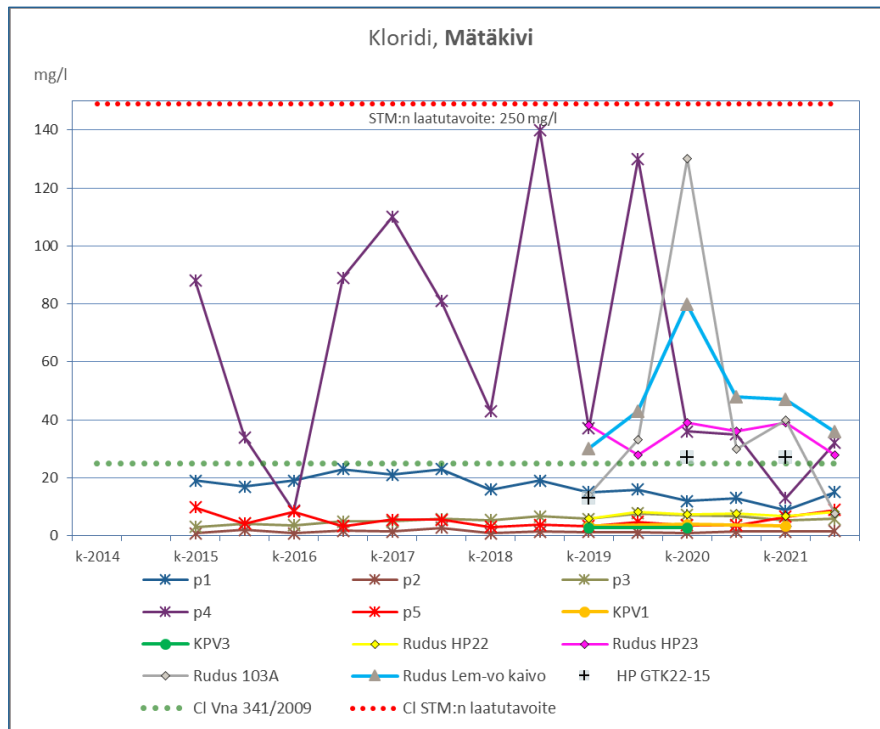


Kuva 66. Pohjaveden ammoniumtyppipitoisuudet Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkissa 2014–2021.

Kloridi

Kloridipitoisuudessa todettiin Rudus Oy:n betonituotetehtaan alueella kohonneita pitoisuuksia kaikissa muissa tarkkailuputkissa, putkea HP22 lukuun ottamatta. Pitoisuuksissa oli myös suurta vuodenaikaisvaihtelua. Havaintoputkessa 103A kloridipitoisuus laski syksyllä selvästi aikaisemmista hyvinkin korkeista pitoisuuksista (130 mg/l) alemmalle tasolle. Vielä keväällä putkessa 103A todettiin 40 mg/l kloridia, joka syksyllä oli enää 7,8 mg/l. Kloridipitoisuus oli niin ikään laskenut laajemmalla alueella pohjavettä keräävässä vedenottokaivossa (Lem vo-kaivo) ja asfalttiaseman kalliopohjavesiputkessa P4. Muissa Peab Industri Oy:n asfalttiaseman tarkkailuputkissa ja louhinta-alueen tarkkailupisteessä kloridipitoisuudet olivat pieniä (Kuva 74).

Putken P4 kloridipitoisuus kasvoi syksyllä (34 mg/l) ja ylitti ympäristölaatunormin. Putken P4 pitoisuudet olivat kuitenkin alhaisempia kuin aiempina vuosina, jolloin kloriditasot ovat vaihdelleet vuodenaikojen mukaan jopa 100 mg/l. Putkissa P1 ja P4 asfalttiaseman toimintojen vaikutus pohjaveden laatuun näkyy todennäköisimmin, koska putki P4 sijoittuu vettä hyvin johtavaan kallioperän ruhjeeseen, joka kulkee asfalttiaseman poikki, ja putki P1 sijoittuu hiekkakerroksiin asfalttiaseman luoteisreunan välittömässä läheisyydessä (pohjaveden virtaus ohjautuu kohti luodetta). Taustapitoisuusputkessa GTK22-15 kloridipitoisuus oli keväällä 2021 ympäristölaatunormin ylittävä 27 mg/l, kuten vuonna 2020.

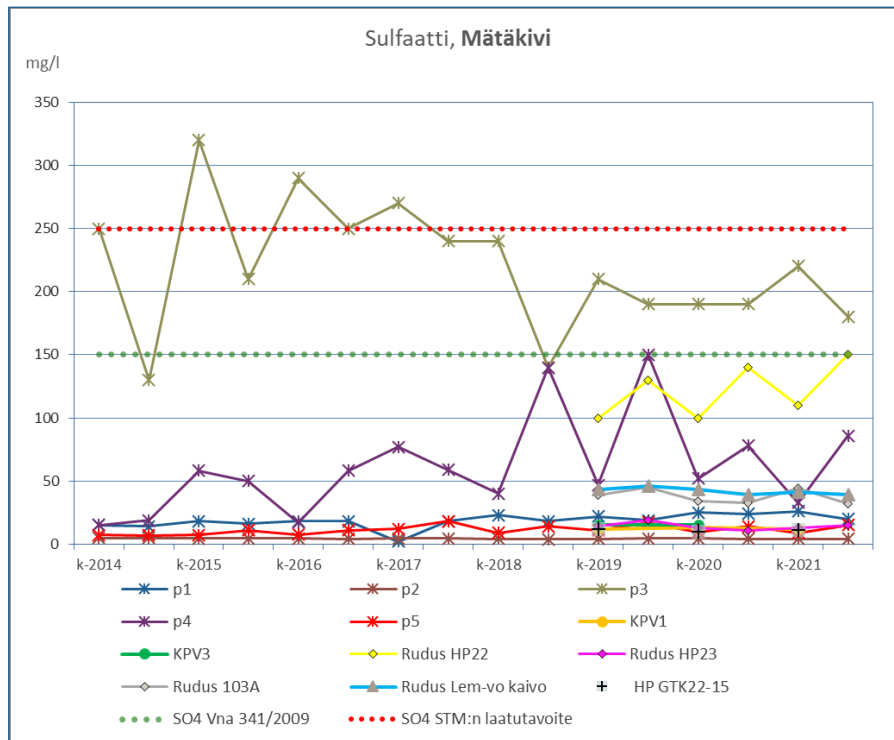


Kuva 74. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista otettujen vesinäytteiden kloridipitoisuudet vuosina 2015–2021.

Sulfaatti

Sulfaattipitoisuus oli lähes kaikissa Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkissa taustapitoisuutta (11 mg/l) korkeampi (Kuva 75). Rudus Oy:n betonituotetehtaan havaintoputkista putken HP23 pitoisuudet olivat alhaisimmat, 13–15 mg/l. Betonituotelaitosten vaikutusalueilla pohjavedessä esiintyy usein kohonneita sulfaattipitoisuuksia, koska betonin valmistuksessa käytettävä keskeinen raaka-aine sementti sisältää kipsiä (CaSO₄). Suurin sulfaattipitoisuus todettiin edellisvuosien tapaan syksyn näytteenottokierroksella tarkkailuputkessa HP22 (150 mg/l), mikä sivuaa VNa 341/2009 ympäristölaatunormia (150 mg/l), mutta ei kuitenkaan ylitä STM:n talousvesiasetuksen laatutavoitearvoa (250 mg/l). HP22-putki sijaitsee betonilietteen täyttöalueen läheisyydessä, mikä voi selittää putken korkeampia sulfaattipitoisuuksia. Louhinta-alueen tarkkailupisteessä sulfaattipitoisuus oli pieni.

Peab Industri Oy:n asfalttiasemalla kohonneita sulfaattipitoisuuksia todettiin tarkkailuputkissa P3 ja P4. Putkessa P4 sulfaattipitoisuuden vaihtelu on suurta ja se vaihtelee samankaltaisesti ko. putken kloridipitoisuuden kanssa. Vuonna 2021 sulfaattipitoisuuksien vaihtelu oli hieman suurempaa kuin vuonna 2020, mutta pienempää kuin edellisinä vuosina. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin putkessa P3 (220 mg/l kevät 180 mg/l syksy). Mahdollinen kohonneen sulfaattipitoisuuden aiheuttaja on putken P3 välittömässä läheisyydessä läjitettävä hienoainespitoinen maa-ainekas. Havaintoputki P4 puolestaan sijoittuu vettä hyvin johtavaan kallioperän ruhjeeseen, joka kulkee asfalttiaseman poikki. Putkessa P3 on aikaisempinakin tarkkailuvuosina todettu poikkeuksellisen korkeita sulfaattipitoisuuksia. Vuonna 2021 todetut sulfaattipitoisuudet ylittivät sulfaatille määritellyn ympäristölaatunormin (150 mg/l), mutta ei kuitenkaan STM:n talousvesiasetuksen laatutavoitearvoa, joka on 250 mg/l.



Kuva 67. Sammonmäen teollisuusalueen tarkkailuputkista otettujen vesinäytteiden sulfaattipitoisuudet vuosina 2014–2021.

Raskasmetallit

Laaja alkuainepaketti, joka sisältää mm. raudan, mangaanin ja raskasmetallit, määritettiin Rudus Oy:n betonituotetehtaan tarkkailuputkista, Focus-louhinta-alueen tarkkailuputkista sekä taustapitoisuusputkesta (GTK22-15). Pitoisuudet määritettiin 0,45 µm huokoskoon suodattimella suodatetuista näytteistä. Vuonna 2021 todettuja huomioitavia alkuaine- ja raskasmetallipitoisuuksia on esitetty Taulukossa 9.

Betonituotetehtaan alueella liuenneet raskasmetallipitoisuudet olivat pääosin pieniä. Havaintoputkessa HP22 ylittyivät STM:n talousvesiasetuksen kemiallisten laatuvaatimusten sallimat enimmäispitoisuudet nikkelin ja mangaanin osalta (pitoisuudet Ni 60–67 µg/l, raja-arvo 20 µg/l; Mn 92–95 µg/l, raja-arvo 50µg/l). Putkessa HP23 todettiin aikaisempien vuosien tapaan ympäristölaatonormin (2 µg/l) ylittäviä kobolttipitoisuuksia ja lisäksi kohonnut nikkelpitoisuus. Seleenipitoisuus putkessa oli laskenut alle määrittämissä viime vuoden korkeasta pitoisuudesta.

Kohonneita liuenneen mangaanin pitoisuuksia mitattiin kaikista havaintoputkista sekä kevään että syksyn näytekertoilla paitsi Ruduksen putkesta 103A, taustapitoisuusputkesta GTK22-15 ja Focus louhinta-alueen havaintoputkesta KPV1. Talousveden raja-arvo 50 µg/l ylittyi HP23:ssa moninkertaisesti (Taulukko 9). Liuenneen raudan pitoisuudet olivat pääosin pieniä, mutta syksyllä koholla putkissa P3 ja HP22. Putkessa HP23 rautapitoisuus oli aiempien vuosien tapaan korkea ja reilusti yli talousvesiasetuksen enimmäispitoisuuden (200 µg/l). HP22:ssa ja HP23:ssa pohjavesi on niukkahappista, mikä selittää kohonneita liuenneita mangaani- ja rautapitoisuuksia. Rudus Oy:n betonitehtaan vedenottamon (Lem-vo-kaivo) näytteissä mangaanipitoisuus ylitti

syksyllä talousvesiasetuksen salliman enimmäispitoisuuden, lisäksi kupari- ja sinkkipitoisuudet olivat koholla.

Peab Industri Oy:n asfalttiaseman putkesta P2 otettiin myös näytteet liuenneiden alkuainepitoisuuksien määrittämiseksi, koska tämä putki sisältyy myös Focus-louhinta-alueiden pohjavesitarkkailuun. Liuenneet raskasmetallipitoisuudet olivat pääosin pieniä, mutta alumiinipitoisuus oli koholla ja talousvesiasetuksen enimmäisarvo (200 µg/l) ylittyi.

Taulukko 9. Sammonmäen teollisuusalueelta otettujen pohjavesinäytteiden alkuaine- ja raskasmetallipitoisuuksia vuonna 2021. Talousveden laatuvaatimukset ylittävät pitoisuudet on esitetty lihavoituna.

Havaintopaikka	Huomioitavat alkuaine- ja raskasmetallipitoisuudet
Rudus HP22	Nikkeli 60–67 µg/l, mangaani 92–95 µg/l
Rudus HP23	Koboltti 4,7–5,3 µg/l, rauta 1600–1800 µg/l, mangaani 920–1000 µg/l , nikkeli 14–16 µg/l
Lem-vo-kaivo	Mangaani 41–51 µg/l, kupari 14 µg/l, sinkki 20–27 µg/l
P2 (Peab industri)	Alumiini 120-290 µg/l

Orgaaniset haitta-aineet

VOC-yhdisteiden ja öljyhiilivety-yhdisteiden pitoisuudet määritettiin kaikista Mätäksen-Sammonmäen pohjaveden tarkkailuputkista.

VOC-yhdisteistä tetra- ja trikloorieteeniä sekä vinyylidikloridia todettiin pieniä pitoisuuksia betonituotehtaan tarkkailuputkessa HP22 (PCE-pitoisuudet 2,4–3,6 µg/l ja TCE-pitoisuus syksyllä 0,92 µg/l, vinyylidikloridi keväällä 0,19 µg/l). Lemminkäisen vedenotto-kaivossa todettiin tetrakloorieteeniä 1,0–1,4 µg/l. Lemminkäisen vedenotto-kaivon vettä käytetään pääasiassa betonituotehtaan prosessi- ja pesu-vedenä, pieniä määriä myös ns. kahveittovetenä. Kloorattujen hiilivetyjen päästölähteen on todettu sijaitsevan betonitehtaan eteläpuolella, josta pohjaveden virtaussuunta on koilliseen päin kohti Kuninkaanlähteen vedenottamo. Lemminkäisen ottamon vedessä kloorattuja hiilivetyjä havaittiin ensimmäistä kertaa vuonna 2001, mistä lähtien ottamon pumppausmäärä on pyritty rajoittamaan niin, että se toimii suoja-pumppauksena estäen haitta-aineiden kulkeutumisen pohjavedessä Kuninkaanlähteen ottamolle. Vuosien 2019–2021 havainnot viittaavat siihen, että suoja-pumppauksesta huolimatta Lemminkäisen ottamon länsipuolelta (kts. havaintoputken HP22 sijainti karttaliitteessä) tapahtuu ohivirtausta.

Peab industri Oy:n asfalttiaseman kalliopohjaveden havaintoputkesta P4 havaittiin keväällä uutena löydöksenä vain hieman määritysrajan korkeampi pitoisuus bentseeniä (0,11 µg/l), jonka pitoisuus oli syksyllä hieman suurempi (0,14 µg/l). Pitoisuus on kuitenkin alhaisempi kuin bentseenille määritetty ympäristölaatu-normi 0,5 µg/l ja talousvesiasetuksen mukainen sallittu maksimiarvo 1 µg/l.

Mätäksen-Sammonmäen tarkkailuputkista otetuissa pohjavesinäytteistä öljyhiilivetyjen C₅-C₄₀ pitoisuudet olivat alle määritysrajojen kaikissa pisteissä vuonna 2021.

5.4.4 Laitoskohtaiset yhteenvedot, Mätäkiven-Sammonmäen alue

Rudus Oy:n betonituotetehdas

Rudus Oy:n betonituotetehtaan alueella todettiin pohjavedessä kohonneita alkaliteettiarvoja ja sulfaattipitoisuuksia, jotka liittyvät betonituotteiden raaka-aineista liukeneviin yhdisteisiin. Betonin yhtenä pääraaka-aineena käytettävä sementti sisältää kalkkikiveä (CaCO₃) ja kipsiä (CaSO₄). Kloridin pitoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2020 ja pitoisuudet laskivat syksyllä edelleen. Paikoitellen todettiin myös kohonneita raskasmetalli- ja rauta- ja mangaanipitoisuuksia. Korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet selittyvät luonnonolosuhteilla, pohjavesialueen reumamilla vettä johtavat kerrokset ovat savipeitteisiä, minkä seurauksena pohjavedessä on niukasti happea ja runsaasti liukoisessa muodossa esiintyvää rautaa ja mangaania. Tehtaan alueella todettiin pohjavedessä myös pieniä pitoisuuksia tri- ja tetrakloorieteeniä sekä vinyylidikloridia, joita on esiintynyt toistuvasti aiemminkin. Niiden päästölähteeksi on tunnistettu Puusepäntien eteläpuolinen kiinteistö. Päästölähteen alueella on tehty kunnostustoimenpiteitä, ja klooratuilla hiilivety-yhdisteillä pilaantunutta pohjavettä suojapumpataan, jotta yhdisteet eivät kulkeutuisi Kuninkaanlähteen vedenottamolle.

Peab Industri Oy:n asfalttiasema

Peab Industri Oy:n asfalttiaseman kalliopohjavesiputkissa P4 ja P5 pohjavesi oli hapetonta ja niissä todettiin korkeita alkaliteettiarvoja sekä korkeat kemiallisen hapenkulutuksen luvut ja orgaanisen aineksen määrät. Typpiyhdisteiden pitoisuudet olivat asfalttiasemalla pääasiassa pieniä, kalliopohjavesiputkissa todettiin koholla olevia ammoniumtyypipitoisuuksia. Kloridi- ja sulfaattipitoisuudet olivat alhaisemmalla tasolla edellisvuosiin verrattuna kalliopohjavesiputkessa P4, joka sijoittuu asfalttiaseman poikki kulkevaan vettä hyvin johtavaan kallioperän ruhjeeseen. Sulfaattipitoisuus havaintoputkessa P3 on koholla, mutta alle STM:n talousvesiasetuksen laatu-tavoitteen enimmäisarvon 250 mg/l. Havaintoputkessa P2 todettiin talousveden laatu-tavoitteen enimmäisarvon ylittävä pitoisuus alumiinia (290 µg/l) syksyn näytekierroksella. Kalliopohjavesiputkessa P4 havaittiin keväällä ensimmäistä kertaa yhteistarkkailun aikana pieni pitoisuus bentseeniä, joka ei kuitenkaan ylitä ympäristölaatunormia, bentseenipitoisuus kasvoi hieman syksyllä.

Peab Industri Oy:n louhinta-alue (osa Focus-louhinta-alueetta)

Louhinta-alueen päivitetyn tarkkailuohjelman mukaisissa kahdessa tarkkailupisteessä pohjaveden laatu oli hyvää. Havaintoputkessa KPV1 veden pH on alle talousvesiasetuksen tavoitetason, liuenneiden aineiden pitoisuudet ovat putkessa hyvin pieniä eikä haitallisia pitoisuuksia esiintynyt minkään alkuaineen tai yhdisteen osalta. Putkessa P2 sen sijaan happipitoisuus on hieman alhaisempi kuin myös pH. Liuenneiden yhdisteiden ja alkuaineiden pitoisuudet olivat hyvin pieniä, lukuun ottamatta alumiinia, jonka pitoisuus ylitti talousveden laatuvaatimuksen enimmäisarvon syksyllä 2021. Lokakuussa 2021 asennettiin pohjavesitarkkailua varten uusi havaintoputki PVP 2021/1, josta tarkkailua suoritetaan vuodesta 2022 lähtien.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Pohjaveden pinnankorkeudet olivat useimmilla pääkaupunkiseudun varavedenottoalueilla vuoden 2021 alussa hieman keskimääräistä tasoa ylempänä. Vuosi 2021 oli keskimääräistä vain hieman sateisempi vuosi. Vuoden keskilämpötila oli selkeästi vuosien 2000–2020 keskiarvoa alhaisempi ja yli kaksi astetta alhaisempi kuin vuosi 2020. Useilla pohjavesialueilla pinnat nousivat lumien sulamisen jälkeen maaliskuussa jyrkästi. Vähäsateisempi ja lämpimämpi alkukesä vaikutti pohjavesien pintojen tasaiseen laskuun. Pohjaveden pinnat nousivat useimmilla pohjavesialueilla elokuussa ja loppuvuodesta pinnat pysyivät keskimääräistä korkeammalla tasolla. Pohjaveden pinnankorkeuksien vaihtelu oli lievempää kuin vuonna 2020. Erot keskimääräisiin pinnankorkeuden tasoihin vaihtelivat muodostumatyypistä ja alueesta riippuen.

Taulukossa 10 on esitetty yhteenveto pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailun piirissä olevien varavedenottamoiden kaivoissa ja niiden lähialueilla esiintyneistä pohjaveden laatueroista vuonna 2021. Niiden perusteella on tunnistettu vedenottoaluekohtaiset kriittiset aineet ja yhdisteet, joiden esiintyminen pohjavedessä heikentää veden käyttökelpoisuutta talousvetenä. Vuonna 2021 tutkittiin orgaanisista haitta-aineista VOC-yhdisteet, bensiini- ja öljyhiilivedyt, alkoholit ja aldehydit sekä PAH-yhdisteet valikoiduista havaintoputkista.

Taulukko 10. Kriittiset aineet ja yhdisteet tutkituilla varavedenottoalueilla sekä niiden ympäristössä vuoden 2021 näytteenottojen perusteella.

Pohjavesialue (suluissa ottamon nimi)	Kriittiset aineet, yhdisteet ja laatueroamat
Vartiokylä (Broända), Helsinki	koliformiset bakteerit, suolistoperäiset enterokokit, kloridi, mangaani, arseeni, kupari, PCE, MTBE, torjunta-aineet
Vuosaari (Huvilamäki), Helsinki	kloridi, torjunta-aineet, hapettomuus
Vuosaari (Hautala), Helsinki	kohonnut alkaliteetti ja kovuus, DOC, kloridi, sulfaatti, mangaani, uraani, barium, TCE, hapettomuus
Tattarisuo, Helsinki	koliformiset bakteerit, matala pH, DOC, korkea kemiallinen hapenkulutus, kloridi, rauta, raskasmetallit (Al, Ba, Co, Ni, Zn), MTBE
Brinkinmäki (Kauklahti), Espoo	happipitoisuuden vaihtelut
Puolarmetsä, Espoo	hapettomuus, rauta, mangaani, koboltti, matala pH
Lahnus, Espoo	kohonnut alkaliteetti, kloridi, DOC
Metsämaa (Kalajärvi), Espoo	matala pH, alumiini
Valkealähde (Valkealähde), Vantaa	koliformiset bakteerit, korkea kemiallinen hapenkulutus, kloridi, rauta, mangaani, raskasmetallit (Al, As, Ni, Zn), PCE, torjunta-aineet
Valkealähde (Grönberg), Vantaa	kloridi, torjunta-aineet
Kaivoksela (Vantaanlaakso), Vantaa	koliformiset bakteerit, hapettomuus, kloridi, mangaani, nikkeli, matala pH
Koivukylä, Vantaa	matala pH, kloridi, rauta
Mätäkiivi, Tuusula	matala pH, hapettomuus, kohonnut alkaliteetti, ammoniumtyppi, kloridi, sulfaatti, raskasmetallit (Al, Co, Ni, Fe, Mn), klooratut hiilivedyt, bentseeni, korkea kemiallinen hapenkulutus, korkea TOC

Helsingin varavedenottamoilla todettiin vuonna 2021 kloridia pohjaveden ympäristölaatu- normin ja talousveden korroosio-ominaisuuksien ehkäisemiseksi määritellyn tavoitetason (molemmat 25 mg/l) ylittävinä pitoisuuksina. Suurten liikenneväylien läheisyys nostaa pohjaveden kloridipitoisuuksia myös ottamoilla. Talousveden laatutavoite kloridille (250 mg/l) alittui.

Pohjaveden huono hygieeninen laatu liittyy useiden vedenottokaivojen kohdalla vaurioituneisiin kaivorakenteisiin ja sitä kautta kaivoihin pääsevään pintavaluntavesien vaikutukseen. Vuonna 2021 Helsingin pohjavesialueilla kaivovesissä todettiin koliformisia bakteereja ja yhdessä varavedenttokaivossa (Broända) suolistoperäisiä enterokokkeja.

Vartiokylän pohjavesialueella ottamon yläpuolella pohjaveden virtaussuunnassa sijainneen polttoaineiden jakeluaseman pilaantunutta maaperää on kunnostettu, mutta bensiinin lisäainetta MTBE:tä on kulkeutunut myös pohjaveteen. Pohjavedessä on todettu toistuvasti myös tetrakloorieteeniä. Broändan varavedenottamon kaivossa näitä orgaanisia haitta-aineita ei toistaiseksi ole todettu. Virtaussuunta on kuitenkin pilaantuneen kohteen alueelta kohti vedenottamoaa. Sen sijaan torjunta-aineisiin kuuluvaa yhdistettä 2,6-diklooribentsamidia (BAM) havaittiin Broändan varavedenottokaivossa pieni määrä keväällä 2021.

Vuosaaren pohjavesialueen Hautalan varavedenottoalueella pohjavesi on ollut selvästi kuormitunutta, mitä ilmentävät pohjaveden kohonneet alkaliteetti, kovuus, liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuus sekä kloridi- ja sulfaattipitoisuudet. Tämän kaltaiset laatu muutokset ovat tyyppillisiä esimerkiksi jätetäyttöjen tai vanhojen kaatopaikkojen vaikutusalueilla. Hautalan vedenottoalueen tarkkailuputkesta ei saatu näytteitä otettua vuonna 2021 siihen asennettuna olleen laitteen vuoksi. Käytettävissä oli ainoastaan erilliseen tutkimukseen liittyvät kenttämittaukset ja suppeat haitta-aineanalyysit toukokuulta, joissa PAH-, VOC- ja öljyhiilivety-yhdisteiden pitoisuudet jäivät kaikki alle laboratorion määrittämissä rajojen.

Vuosaaren Huvilamäen varavedenottoalueella pohjaveden kemiallinen laatu on Hautalan alueella parempi. Huvilamäen kaivossa hygieeninen laatu on kuitenkin ollut toistuvasti huonontunut, myös vuonna 2021, jolloin kaivossa todettiin pieni määrä koliformisia bakteereja keväällä ja syksyllä. Vuonna 2020 pohjavedessä todetut poikkeavan korkeat nikkeli- ja lyijypitoisuudet olivat laskeneet merkittävästi. Huvilamäen kaivossa todettiin pieni pitoisuus torjunta-aineyhdisteisiin kuuluvaa simatsiinia keväällä 2021.

Espoon varavedenottamoiden kaivoista otettujen vesinäytteiden hygieeninen laatu oli vuonna 2021 hyvä, bakteereja ei todettu. Pohjavesi oli kaikilla ottamoilla lievästi hapanta, alhaisin pH-arvo mitattiin Kalajärven ottamolta. Pohjavesimuodostumien savipitteisyydestä johtuen pohjaveden happipitoisuudet ovat Espoon varavedenottamoilla matalat, mikä vaikuttaa pohjaveden raudan ja mangaanin ajoittain korkeisiin pitoisuuksiin. Raudan pitoisuudet olivat vuonna 2021 alle määrittämissä rajoilla muilla vedenottamoilla, paitsi Puolarmetsässä, jossa rautapitoisuus oli hieman korkeampi kuin vuonna 2020 ja ylitti edelleen STM:n laatutavoitteen. Myös mangaanipitoisuus on Puolarmetsässä huomattavan korkea ja on ylittänyt STM:n laatutavoitteen jokaisella näytteenotokerralla vuodesta 2016. Pohjaveden kloridipitoisuudet olivat Espoon varavedenottamoilla matalat lukuun ottamatta Lahnuksen ottamoaa, jossa pitoisuus ylitti pohjaveden ympäristölaatu- normin rajan 25 mg/l. Lahnuksen vedenottamolla myös alkaliteetti on koholla.

Vantaan varavedenottamoista veden hygieeninen laatu oli heikoin Vantaanlaakson ja Valkealähteen varavedenottamoiden kaivoissa, joissa todettiin pienet pitoisuudet koliformisia bakteereja. Muilla alueilla veden hygieeninen laatu oli hyvä. Pohjaveden pH alittaa STM:n talousvesiasetuksen vaatimuksen talousvedelle Vantaanlaakson ja Koivukylän varavedenottamoilla. Pääasiallinen pohjaveden laatua heikentävä aine on kloridi, jota todettiin vuonna 2021 pohjaveden ympäristölaatunormin ja talousveden tavoitetason ylittävinä pitoisuuksina kaikilla Vantaan varavedenottamoilla. Vantaanlaakson ottamolla kloridipitoisuus oli korkein. Merkittävien liikenneväylien läheisyys ja niiden talvikunnossapito nostavat pohjaveden kloridipitoisuuksia. Rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat olleet aiempina vuosina korkeat Vantaanlaakson vedenottamolla, mutta vuonna 2021 rautapitoisuus oli talousveden enimmäistason alapuolella. Mangaanipitoisuus sen sijaan kohosi talousveden enimmäisrajan yläpuolelle. Koivukylän varavedenottamolla vuonna 2020 todettu poikkeuksellisen korkea rautapitoisuus oli laskenut määritysrajan alittavaan pitoisuuteen. Myös Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa havaittiin kohonneita rauta- ja mangaanipitoisuuksia.

Typpiyhdisteiden pitoisuudet ovat Vantaan vedenottamoilla enimmäkseen matalalla tasolla paitsi ammoniumtyyppipitoisuudet, jotka olivat nousseet Valkealähteen ja Grönbergin varavedenottamoilla. Valkealähteen pohjavesialueen havaintoputkissa havaittiin myös joitakin kohonneita typpiyhdisteiden pitoisuuksia.

Vantaanlaakson varavedenottamolla on viime vuosina todettu hieman koholla olevia nikkelipitoisuuksia, joista taso oli laskenut hieman vuonna 2021. Myös useasti aikaisemmin todettu korkeahko sinkkipitoisuus oli laskenut ja oli alle määritysrajan vuonna 2021. Valkealähteen pohjavesialueen neljässä havaintoputkessa alumiinin pitoisuudet ylittivät talousvedessä sallitut enimmäispitoisuudet ja kahdessa muussa putkessa alumiinipitoisuus oli selkeästi koholla. Nikkelipitoisuus oli myös hieman koholla kahdessa Valkealähteen putkessa, muilta osin raskasmetallien pitoisuudet olivat melko alhaisia.

Valkealähteen varavedenottamon kaivossa todettiin vuonna 2021 tetrakloorieteeniä talousveden enimmäisviitearvon alittavana pitoisuutena. Pitoisuus laski hieman viime vuodesta. Tetrakloorieteeniä todettiin pieni pitoisuus myös yhdestä varavedenottamon lähistöllä sijaitsevasta pohjavesiputkesta.

Valkealähteen varavedenottamon lähialueella on todettu aiempina vuosina öljyhiilivety-yhdisteitä kolmessa havaintoputkessa. Vuonna 2021 yhdessäkään Valkealähteen pohjavesinäytteenä ei havaittu öljyhiilivetyjä. Pitoisuudet ovat aiemmin olleet verraten vähäisiä mutta toistuvia. Öljyhiilivetyjen alkuperä ei ole tiedossa.

Valkealähteen pohjavesialueella pohjaveden laatua tarkkaillaan myös yritysten havaintoputkista. Vuonna 2021 kaikista havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä kloridipitoisuus ylitti pohjaveden ympäristölaatunormin ja talousveden syövyttävyyden ehkäisemiseksi määritellyn tason. Remeo Oy:n havaintoputkessa kloridipitoisuus oli keväällä laskenut vuoden 2019 poikkeuksellisen korkeasta tasosta, mutta nousi taas syksyllä reilusti ylittäen talousvesiasetuksen laatu-tavoitteen. Muutamissa havaintoputkissa mitattiin kohonneita raskasmetallipitoisuuksia, pääasiassa nikkeliä, sinkkiä, molybdeenia ja kobolttia. Alumiinin ja raudan pitoisuudet Stena Oy:n havaintoputkessa olivat viime vuoden tapaan koholla, mutta eivät ylittäneet talousveden enimmäisarvoa. Sen sijaan Remeon ja St1:n putkissa alumiini-, rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat talousveden laatu-tavoitteen yläpuolella. VOC-yhdisteistä havaittiin tetrakloorieteeniä Stena

Oy:n putkessa talousveden enimmäisarvon ylittävänä pitoisuutena keväällä ja syksyllä. PAH-yhdisteistä määrittämisrajaa sivuva pitoisuus bentso(a)pyreenia todettiin Remeo Oy:n havaintoputkessa. Putkessa on todettu aikaisemmin suurempia pitoisuuksia muita PAH-yhdisteitä.

Torjunta-aineet tutkittiin vedenottamoilta ja havaintoputkista vuonna 2021 valikoidusti aiempiin havaintoihin perustuen. Vantaan vedenottamoista Valkealähteellä todettiin atratsiinia ja BAM:ia, joista BAM:in pitoisuus ylitti talousveden laatuvaatimuksen raja-arvon. Grönbergin varavedenottamon näytteessä havaittiin myös torjunta-aineisiin kuuluvaa simatsiinia pieni pitoisuus. Simatsiinia on havaittu Grönbergin vedenottamolta viimeksi 2019, hieman matalampana pitoisuutena. Stena Recycling Oy:n kaivosta torjunta-aineyhdisteisiin kuuluvat BAM- ja DIA-pitoisuudet ylittivät talousvesiasetuksen raja-arvon, ja lisäksi havaittiin myös simatsiinia, jonka pitoisuus oli pienempi.

Mätäksen pohjavesialueella sijaitsevan Sammonmäen pohjaveden laadussa vuonna 2021 oli huomioitavaa kohonneet sulfaatti- ja kloridipitoisuudet, matala pH sekä kohonneet alkaliteettiarvot. Paikoitellen esiintyviin korkeisiin, talousveden enimmäisrajojen ylittäviin rauta- ja mangaanipitoisuuksiin vaikuttaa luonnonolosuhteet (kalliopohjaveden ja savipeitteisen pohjavesimuodostuman hapettomuus). Alueella myös joidenkin raskasmetallien pitoisuudet ylittivät talousveden laatusuosituksen enimmäisarvot. Mätäksen pohjavesialueen eteläosassa pohjavedessä esiintyy edelleen pieniä pitoisuuksia kloorattuja hiilivetyjä, vinyylikloridia sekä tetra- ja trikloorieteeniä. Niiden päästölähde ei liity nykyisiin ympäristöluvanvaraisiin toimintoihin, joiden mahdollisia vaikutuksia alueella tarkkaillaan. Kloorattujen hiilivety-yhdisteiden levinneisyysalue ulottuu kuitenkin usealle Sammonmäen teollisuusalueen kiinteistölle, ja ne kulkeutuvat liuenneena pohjaveden virtauksen mukana kohti Kuninkaanlähteen pohjavedenottamo. Tämän vuoksi tetra- ja trikloorieteenin pitoisuuksien sekä niiden väliahjoamistuotteiden tarkkailu sekä suojapumppauksen toimivuuden varmistaminen osana alueen pohjavesiyhteistarkkailua on tärkeää.

Lähdeluettelo

Ahonen, J., Sallasmaa, O., Kaipainen, T., Rauhaniemi, T., Valjus, T. 6.7.2016. Pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys Tuusulan Mätäkiven (A ja B) pohjavesialueella. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti 51/2016. 15 s. + liitteet.

Suomen ympäristökeskus, 2019. Avoin Tieto – ympäristötietojärjestelmä. Pohjavesitietojärjestelmä. syke.fi/avointieto. Useita hakuja helmi-maaliskuussa 2019.

Kivimäki, A.-L., 2018a. Pohjavesiyhteistarkkailuohjelma pääkaupunkiseudun pohjavesialueilla.

Kivimäki, A.-L., 2018b. Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu - Vuosiraportti 2017. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 17/2018.

Kivimäki, A.-L., 2017. Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu – Vuosiraportti 2016. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 9/2017.

Kivimäki, A.-L., 2015. Haitallisten aineiden pitoisuuksien kartoitus pääkaupunkiseudun pohjavesialueilla. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 6/2015.

Kivimäki, A.-L. ja Luodeslampi, P., 2014. HSY:n toimialueen pohjavesialueiden käyttömahdollisuus pääkaupunki-seudun vedenhankinnassa. Selvitystyön loppuraportti. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry.

Kivimäki, A.-L. ja Fagerlund, M. 5.1.2018. Mätäkiven pohjavesialueen suojelusuunnitelma – Päivitys 2017. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 20/2017. 64 s. + liitteet.

Lindgren, V. ja Kivimäki, A.-L. 2020. Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu – Vuosiraportti 2019. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 7/2020. 82 s. + liitteet.

Loikkanen, H. ja Kivimäki, A.-L. 2019. Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu – Vuosiraportti 2018. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n Raportti 6/2019. 65 s. + liitteet.

Pöyry Finland Oy 28.2.2017. Lemminkäinen Oyj, Sammonmäki, Tuusula. Uuden suojauspumpauskaivon ja puhdistuskontin vaikutusten seuranta. Vuosiraportti 2016. 15 s. + liitteet.

Ramboll. 20.12.2010. Focus-alueen louhinta-alue, Tuusula, Lisäselvitykset YVA-vaiheen jälkeen. Morenia Oy, Lemminkäinen Infra Oy, Finavia Oy. 26 s. + liitteet

WHO, 2017. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first appendix.

LIITTEET

1 Analyysilaboratorion (MetropoliLab Oy) analyysipakettien sisältämät yhdisteet

2 Havaintoputkikartat (erillinen liite)

LIITE 1 Analyysilaboratorion (MetropoliLab Oy) analyysipakettien sisältämät yhdisteet

VOC-yhdisteet

	Määrittäysraja	Yksikkö	Mittausepävarmuus-%
VOC-yhdisteet LAAJA:			
1,1,1,2-Tetrakloorietaani	0,5	µg/l	30
1,1,1-Trikloorietaani	0,5	µg/l	30
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	2	µg/l	50
1,1,2-Trikloorietaani	0,5	µg/l	20
1,1-Dikloorietaani	0,5	µg/l	30
1,1-Dikloorieteeni	1	µg/l	25
1,2,3-Triklooribentseeni	0,1	µg/l	30
1,2,3-Triklooripropaani	0,5	µg/l	20
1,2,3-Trimetyylibentseeni	1	µg/l	30
1,2,4-Triklooribentseeni	0,1	µg/l	30
1,2,4-Trimetyylibentseeni	1	µg/l	30
1,2-Diklooribentseeni	0,09	µg/l	30
1,2-Dikloorietaani	0,3	µg/l	30
1,2-Dikloorieteeni, cis-	0,5	µg/l	30
1,2-Dikloorieteeni, trans-	0,5	µg/l	40
1,2-Diklooripropaani	0,5	µg/l	30
1,2-Ksyleeni	0,5	µg/l	20
1,3- ja 1,4-Ksyleeni	0,5	µg/l	20
1,3,5-Triklooribentseeni	0,1	µg/l	30
1,3,5-Trimetyylibentseeni	1	µg/l	30
1,3-Diklooribentseeni	0,1	µg/l	30
1,3-Diklooripropaani	0,5	µg/l	30
1,3-Diklooripropeeni, cis-	0,1	µg/l	50
1,3-Diklooripropeeni, trans-	0,1	µg/l	50
1,4-Diklooribentseeni	0,1	µg/l	30
1-Hekseeni	0,001	mg/l	40
1-Okteeni	0,001	mg/l	40
2-Kloorieteenivinyylieetteri	0,5	µg/l	30
2-Klooritolueeni	0,5	µg/l	30
4-Klooritolueeni	0,5	µg/l	30
Bentseeni	0,1	µg/l	30
Bromibentseeni	0,5	µg/l	30
Bromidikloorimetaani	0,5	µg/l	30
Bromoformi	0,5	µg/l	20
Butyylibentseeni	1	µg/l	30
Dekaani	1	µg/l	30
Dibromidikloorimetaani	0,5	µg/l	20
Dikloorimetaani	0,5	µg/l	40
DIPE (Di-isopropyylieetteri)	0,5	µg/l	30

ETBE (Etyylitertbutyylietteri)	0,5	µg/l	30
Etyylibentseeni	1	µg/l	30
iso-Propyylibentseeni	1	µg/l	30
Klooribentseeni	0,1	µg/l	20
Kloroformi	0,5	µg/l	30
MEK (2-butanoni)	5	µg/l	40
MIBK (4-metyyli-2-pentanoni)	0,5	µg/l	30
MTBE (Metyyli-tertbutyylietteri)	0,5	µg/l	40
Naftaleeni	0,02	µg/l	30
n-Propyylibentseeni	1	µg/l	30
Pentaani	0,5	µg/l	40
p-iso-Propyyli-tolueneeni	1	µg/l	30
sec-Butyylibentseeni	1	µg/l	30
Styreeni	0,5	µg/l	20
TAAE (Tertamyylitetyylietteri)	0,5	µg/l	30
TAME (Tertamyylimetyylietteri)	0,5	µg/l	30
TBA (t-Butanoli)	0,003	mg/l	40
tert-Butyylibentseeni	1	µg/l	30
Tetrakloorieteeni	0,5	µg/l	30
Tetrakloorimetaani	0,5	µg/l	30
Tolueneeni	0,5	µg/l	20
Trikloorieteeni	0,5	µg/l	30
Trikloorifluorimetaani	1	µg/l	30
Vinyylilokloridi	0,09	µg/l	30

Torjunta-aineet

	Määritysraja	Yksikkö	Mittausepävarmuus-%
2,4- D	0,01	µg/l	30
Atratsiini	0,003	µg/l	30
Atsinfossi-metyyli	0,1	µg/l	40
2,6-diklooribentsamidi (BAM)	0,02	µg/l	30
Bentatsoni	0,05	µg/l	30
Bitertanoli	0,05	µg/l	40
Bromasiili	0,02	µg/l	30
Desetyyli-atratsiini (DEA)	0,01	µg/l	30
DEDIA	0,05	µg/l	30
Deisopropyli-atratsiini (DIA)	0,03	µg/l	40
Diflubentsuroni	0,01	µg/l	40
Dikloropropi	0,02	µg/l	30
Dimetoaatti	0,05	µg/l	30
Diuroni	0,05	µg/l	30
Fenmedifaami	0,03	µg/l	30
Fluatsifoppi-P-butyli	0,05	µg/l	30
Fluatsinami	0,03	µg/l	30
Heksatsinoni	0,003	µg/l	30
Isoproturoni	0,02	µg/l	30
Kinometionaatti	0,02	µg/l	30
Linuroni	0,02	µg/l	30
Malationi	0,05	µg/l	30
MCPA	20	ng/l	40
Mekopropi (MCP)	20	ng/l	30
Metalaksyyli	0,02	µg/l	30
Metamitroni	0,02	µg/l	30
Metatsaklori	0,01	µg/l	30
Metributsiini	0,01	µg/l	30
Penkonatsoli	0,02	µg/l	30
Pirimikarbi	0,01	µg/l	40
Propatsiini	0,01	µg/l	30
Simatsiini	0,005	µg/l	30
Sulfoteppi	0,05	µg/l	40
Terbutylatsiini	0,003	µg/l	30
Terbutylatsiini desetyyli	0,01	µg/l	30
Triadimefoni	0,02	µg/l	30
Triasulfuroni	0,01	µg/l	30

Pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu Vuosiraportti 2021

Vuoden 2016 alussa käynnistettiin pääkaupunkiseudun pohjavesiyhteistarkkailu, jossa tarkkaillaan pohjaveden laatua ja pinnankorkeuksia yhdellätoista Helsingin, Vantaan, Espoon ja Tuusulan pohjavesialueella. Yhteistarkkailun käynnistivät Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston geotekninen osasto, Vantaan kaupungin ympäristökeskus, Vantaan kaupungin kuntatekniikan keskus, Espoon kaupungin ympäristökeskus, Espoon kaupungin kaupunkitekniikan keskuksen geotekniikkayksikkö sekä Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Vuonna 2017 yhteistyö laajeni, kun yhteistarkkailuun liittyi Vantaan Valkealähteen pohjavesialueella toimivia yrityksiä. Vuoden 2019 alusta alkaen yhteistarkkailuun liittyi Tuusulan Sammonmäen teollisuusalueella toimivia yrityksiä. Tässä raportissa esitetään vuoden 2021 tarkkailutulokset.



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

Ratamestarinkatu 7 b, 00520 Helsinki
vhvsy@vantaanjoki.fi
www.vantaanjoki.fi