



Sotkamo Silver Oy

Hopeakaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailu 2024

20.3.2025

Käyttö- ja kuormitustarkkailu, Heliminna Modig, Sotkamo Silver Oy

Vesistö- ja pohjavesivaikutusten tarkkailu,  
Tuomas Puranen, Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy

Kaivannaisjätteiden tarkkailu, Joonas Kellokumpu, Eurofins Ahma Oy

## Sisällys

|        |                                                                     |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | Johdanto .....                                                      | 5  |
| 1.1    | Lupatilanne .....                                                   | 6  |
| 2      | Tarkkailusta annetut lupamääräykset.....                            | 8  |
| 3      | Kaivosalueen ympäristöolosuhteet.....                               | 10 |
| 3.1    | Maaperä.....                                                        | 10 |
| 3.1.1  | Kaivosalueen pintamaat ja niiden läjitysalueet .....                | 10 |
| 3.2    | Pohjavedet .....                                                    | 12 |
| 3.3    | Alueen pintavesistö .....                                           | 13 |
| 3.4    | Virtaamat.....                                                      | 16 |
| 3.5    | Vedenlaatu .....                                                    | 17 |
| 3.6    | Vesistön ekologinen ja kemiallinen tilaluokitus .....               | 17 |
| 3.7    | Purkuvesistöön kohdistuva kuormitus .....                           | 19 |
| 3.8    | Purkuvesistön nykytila .....                                        | 19 |
| 3.9    | Sedimentit .....                                                    | 25 |
| 3.10   | Pohjaeläimet .....                                                  | 25 |
| 3.10.1 | Syväneasemat .....                                                  | 27 |
| 3.10.2 | Virtavesiasemat .....                                               | 29 |
| 3.11   | Kasviplanktontarkkailu .....                                        | 30 |
| 3.12   | Kalastus ja kalat .....                                             | 31 |
| 3.13   | Vesisammalet .....                                                  | 33 |
| 3.14   | Kaivosalueen sää .....                                              | 34 |
| 4      | Käyttötarkkailu 2024 .....                                          | 36 |
| 4.1    | Tuotantotiedot .....                                                | 36 |
| 4.2    | Kaivostoiminnassa syntyneet jätteet.....                            | 36 |
| 4.2.1  | Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet.....            | 38 |
| 4.3    | Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet .....                         | 39 |
| 4.4    | Energian kulutus .....                                              | 40 |
| 5      | Vastuullisuus .....                                                 | 42 |
| 5.1    | Kaivoksen toiminnassa syntyneet hiilidioksidipäästöt .....          | 42 |
| 5.2    | Sidosryhmätoiminta .....                                            | 45 |
| 5.3    | Ympäristöpoikkeamat .....                                           | 46 |
| 6      | Vesien hallinta .....                                               | 48 |
| 6.1    | Vedenpuhdistamolla ja bioreaktoreilla käsiteltävät vesimäärät ..... | 51 |
| 6.2    | Pintavalutuskentille PVK1 ja PVK6 johdetut vedet.....               | 52 |
| 6.3    | Koivupuroon johdetut vesimäärät.....                                | 53 |
| 6.3.1  | Maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet .....                        | 54 |
| 7      | Toimenpiteet typpipäästöjen vähentämiseksi .....                    | 55 |
| 8      | Sisäisten vesien tarkkailu .....                                    | 58 |
| 8.1    | Sisäisten vesien omavalvonta .....                                  | 58 |

|        |                                              |     |
|--------|----------------------------------------------|-----|
| 8.2    | Sisäisten vesien velvoitetarkkailu .....     | 63  |
| 8.2.1  | Maanalaisen kaivoksen kuivatusvedet.....     | 63  |
| 8.2.2  | Vedenpuhdistamolta lähtevä vesi .....        | 64  |
| 8.2.3  | Pintavalutuskentille johdetut vedet.....     | 72  |
| 8.2.4  | Toksisuus ja perustuotantokyky .....         | 83  |
| 9      | Päästö- ja kuormitustarkkailu .....          | 85  |
| 9.1    | Lähtevät vedet.....                          | 85  |
| 9.1.1  | Lähtevän veden laatu, Mittakaivo 1 .....     | 85  |
| 9.2    | Kuormitustiedot .....                        | 89  |
| 9.2.1  | Pintavesistöön johdettu kuormitus 2024 ..... | 89  |
| 9.3    | Saniteettipuhdistamo.....                    | 91  |
| 10     | Vesistötarkkailu.....                        | 92  |
| 10.1   | Purkuvesistön nykytila .....                 | 92  |
| 10.2   | Vesistön kemiallinen tila.....               | 95  |
| 10.2.1 | Koivupuro ja sen alapuoliset vesistöt .....  | 96  |
| 10.2.2 | Pieni Tipasjärvi, Olkilahti .....            | 119 |
| 10.2.3 | Taivaljärvi .....                            | 126 |
| 10.3   | Pintavesien bioottinen tila .....            | 130 |
| 10.3.1 | Pintavesien klorofylli.....                  | 130 |
| 10.3.2 | Kasviplankton.....                           | 131 |
| 10.3.3 | Pohjaeläimet .....                           | 133 |
| 10.3.4 | Vesisammalet .....                           | 134 |
| 10.3.5 | Sedimentit .....                             | 134 |
| 10.4   | Arvio ekologisen tilan muutoksesta.....      | 137 |
| 11     | Pohjavesitarkkailu .....                     | 139 |
| 11.1   | Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta .....    | 140 |
| 11.2   | Pohjaveden laadun seuranta .....             | 141 |
| 11.2.1 | Pohjavesiputket .....                        | 141 |
| 11.2.2 | Talousvesikaivot .....                       | 147 |
| 12     | Kaivannaisjätteet ja -jätealueet.....        | 154 |
| 12.1   | Sivukivi.....                                | 154 |
| 12.2   | Rikastushiekka.....                          | 156 |
| 12.3   | Pyriitti.....                                | 158 |
| 13     | Melu .....                                   | 158 |
| 14     | Pöly .....                                   | 159 |
| 15     | Tärinä .....                                 | 160 |
| 16     | Kalat ja kalastus.....                       | 160 |
| 17     | Biologinen tarkkailu maa-alueilla .....      | 160 |
| 18     | Yhteenveto .....                             | 160 |

## Liitteet

- Liite 1.1 Sisäiset vesi- ja päästötarkkailutulokset, velvoitetarkkailu 2024
- Liite 1.2 Saniteettipuhdistamon tarkkailun tulokset 2024
- Liite 1.3 Laaja alkuaineanalyysi, mittakaivo MK1 ja vedenpuhdistamolta lähtevä vesi
- Liite 1.4 Sisäisten vesien toksisuustulokset
- Liite 2 Vesistötarkkailun havaintopisteet
- Liite 3 Vesistötarkkailun tulokset, Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy, 2024
- Liite 3.1 Vesistöjen kerrostuneisuuden mittaukset, Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy, 2024
- Liite 4 Pohjavesitarkkailun havaintopaikat
- Liite 5 Pohjavesiputkien, kaivojen ja kairareikien tarkkailutulokset 2024
- Liite 6 Kemikaaliluettelo, Liite kemikaalien valvontaan, Kemidigi
- Liite 7 Kaivannaisjätteiden tarkkailu 2024, Eurofins Ahma Oy
- Liite 8 Pintavesistön biosaatavien metallien pitoisuuslaskenta, Biomet AA-EQS 2024
- Liite 9 Pohjaeläinten tarkkailuraportti 2024, Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy ja KVVY Tutkimus Oy, *toimitetaan myöhemmin*
- Liite 10 Kasviplanktontarkkailu 2024, KVVY Oy, 2024
- Liite 11 Klorofylli a, Tutkimustulokset 2024, Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy
- Liite 12 Melumittaukset ja melumallinnos 2024 (rikastushiekka-allasalueen laajentamisen meluselvitys, Envineer)

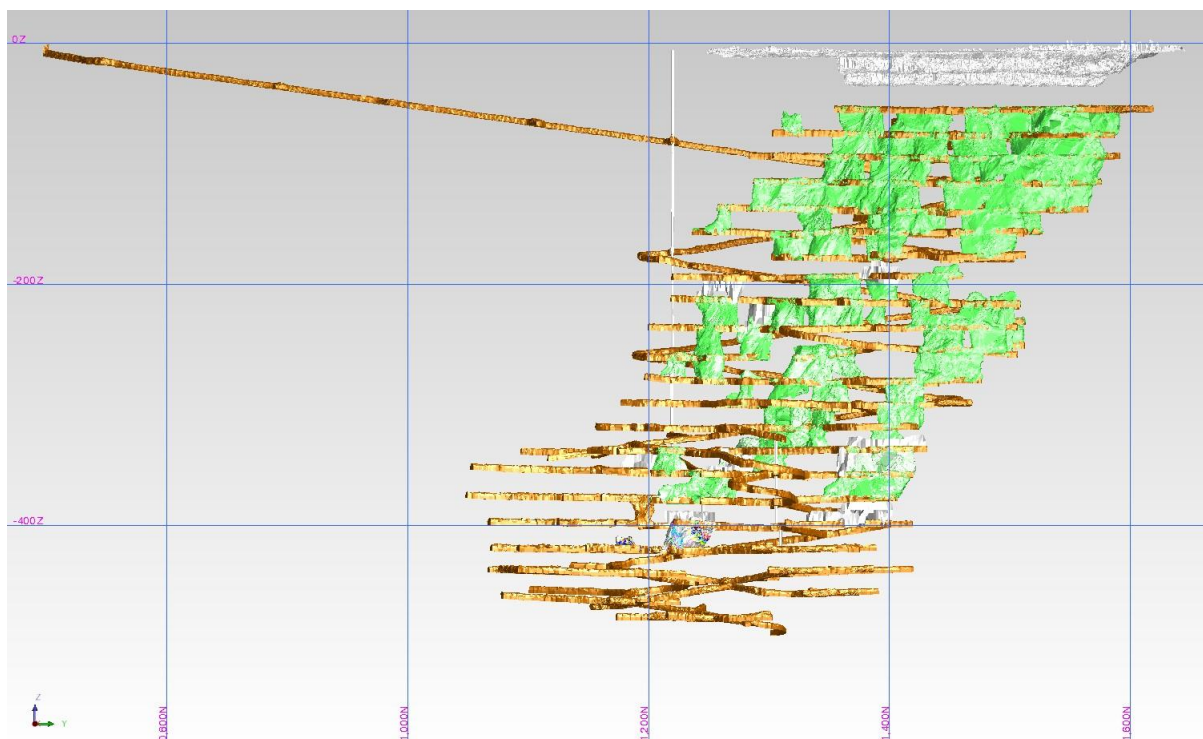
# 1 Johdanto

Sotkamo Silverin hopeakaivos sijaitsee Sotkamon kunnassa, noin 40 km Sotkamon kuntakeskuksesta kaakkoon (Kuva 3-4). Kaivosalueen pohjoispuolella kulkee tie 9005. Kaivosalueen ympäristö on harvaan asuttua, ja lähin selkeä asutuskeskus on Tipasojan kylä noin 19 km kaivosalueelta Sotkamoon päin.

Hopeakaivoksen tuotanto on aloitettu maaliskuussa 2019 voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaisesti. Ennen tuotannon aloittamista kaivosalueelle rakennettiin kaivostoiminnassa vaaditut rakenteet ja toiminnot. Maanalaisen kaivoksen nykytila on esitetty kuvassa 1-1.

Kaivos hyödyntää Sotkamon Tipaksen hopeaesiintymää ja tuottaa hopea- ja kultapitoista lyijyrikastetta (Ag-Au-Pb-rikaste), hopeaa sisältävää sinkkirikastetta (Zn-Ag-rikaste) ja rikkirikastetta, joka on pääosin pyriittiä ( $\text{FeS}_2$ ).

Hopeakaivoksen tuotantoprosessi koostuu seuraavista vaiheista: louhinta, murskaus, jauhatus, rikastus, kuivaus ja varastointi. Malmi on louhittu vuoden 2024 aikana maanalaisesta kaivoksesta. Ympäristöluvan, nro 155/2020, mukainen kokonaislouhintamäärä on yhteensä 1,8 Mt/v.



**Kuva 1-1. Maanalainen kaivos nykytilanteessa.**

## 1.1 Lupatilanne

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on myöntänyt 7.12.2020 päätöksellään nro 155/2020 (Dnro PSAVI/5663/2018) Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivokselle ympäristö- ja vesitalousluvan toiminnan laajentamiseksi ja muuttamiseksi. Aluehallintovirasto on päätöksellään poistanut ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksessä nro 33/2013/1 (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 16.3.2013) määrätyn lyijyn sekoittumisvyöhykkeen käsiteltyjen jätevesien purkureitillä Koivupuron alapuolisella Ollinjoella Pirttilampeen saakka. Lupapäätöksestä valitettiin. Vaasan hallinto-oikeus antoi asiassa päätöksen 27.11.2023 nro 1575/2023. Hallinto-oikeus jätti valituksen tutkimatta siltä osin kuin siinä oli vaadittu maa- ja vesialueiden ja kaivojen käytölle aiheutuneiden haittojen ja kalatalousvahingon korvaamista ja muutti aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksen ratkaisuosan ensimmäisen kappaleen kuulumaan seuraavasti (muutos kursivilla): Aluehallintovirasto myöntää Sotkamo Silver Oy:lle ympäristöluvan Sotkamon hopeakaivoksen toiminnan laajentamiseen ja muuttamiseen.

*Louhintamäärä ja vaahdotusrikastukseen syötettävä malmimäärä saavat ylittää Pohjois-Suomen aluehallintoviraston 16.4.2013 antamassa päätöksessä nro 33/2013/1 tarkoitetut määrät ja sivukiven jätealueen ja rajamalmin varastoalueen laajennus saadaan ottaa käyttöön sen jälkeen, kun aluehallintovirasto on hyväksynyt lupamääräyksessä 31 tarkoitetun kaivannaisjätteiden jätehuoltosuunnitelman ja lupamääräyksessä 62 tarkoitetun sulkemis-, maisemointi- ja jälkihoitosuunnitelman. Hallinto-oikeuden päätöksen antamisen jälkeen toimintaa saadaan vuoden 2023 loppuun tai sitä ennen tapahtuvaan jätehuoltosuunnitelman ja sulkemissuunnitelman hyväksymiseen saakka harjoittaa siten, että louhinta- ja vaahdotusrikastusmäärä saa olla keskimääräisesti tarkasteltuna enintään 42 000 tonnia kuukaudessa. Vuoden 2024 alusta alkaen on noudatettava päätöksessä nro 33/2013/1 tarkoitettua louhinta- ja vaahdotusrikastusmäärää, kunnes edellä mainitut suunnitelmat on hyväksytty.*

Pohjois-Suomen Aluehallintovirasto hyväksyi Sotkamo Silverin kaivannaisjätteen jätehuolto- ja sulkemissuunnitelmat päätöksellä 94/2024 (Dnro PSAVI/3560/2022), jonka myötä edellä mainitut kokonaislouhinta- ja vaahdotusrikastusmäärää koskevat vuosirajoitukset poistuivat.

Pohjois-Suomen aluehallinto virasto on hakemuksesta muuttanut kaivoksen toiminta-aikoja koskevaa lupamääräystä 19 avolouhoksen toiminta-aikojen osalta, (PSAVIn päätös nro 148, dnro PSAVI/6249/2021, 2.12.2022). Muutettuna lupamääräys 19 kuuluu kokonaisuudessaan seuraavasti (muutetut kohdat kursivoitu):

*"19. Avolouhoksesta ei saa louhia (poraus ja räjäytys) eikä lastata ja kuljettaa malmia ja sivukiveä 15.6.–31.7. Kielto ei kuitenkaan koske maanalaiseen kaivostäyttöön käytettävän, jo irrotetun sivukiven lastausta ja kuljettamista, jota saa tehdä 15.6.–31.7. arkipäivinä (ma–pe) klo 8–18.*

*Avolouhoksessa saa 1.5.–14.6. ja 1.8.–31.8. tehdä malmin ja sivukiven louhintaan liittyvää poraus- ja panostustyötä sekä malmin ja sivukiven lastausta ja kuljetusta arkipäivisin (ma–pe) klo 8–18. Lisäksi sivukiven kuljetusta maanalaisen kaivoksen täyttöön saa tehdä viikonloppuisin (la–su) klo 8–18.*

*Avolouhoksesta saa 1.9.–30.4. louhia ja lastata sekä kuljettaa malmia ja sivukiveä arkipäivisin (ma–pe) klo 07–22. Lisäksi avolouhoksesta saa kuljettaa sivukiveä maanalaisen kaivoksen täyttöön viikonloppuisin (la–su) klo 8–18.*

*Avolouhoksen räjäytykset on pääsääntöisesti suoritettava arkipäivisin 07–22. Kesäaikana 1.5.–14.6. ja 1.8.–31.8. räjäytyksiä saa tehdä kerran viikossa klo 12–18. Kaikista räjäytyksistä on ennalta ilmoitettava vaikutusalueen asukkaille.*

*Avolouhoksessa saa murskata hyödynnettävää sivukiveä 1.9.–31.5. arkipäivisin (ma–pe) klo 7–22.*

*Maanalaisen kaivoksen ja rikastamon toimintaa saa harjoittaa vuoden ympäri kaikkina vuorokaudenaikoina.*

*Malmia saa murskata rikastamon yhteydessä olevassa murskaamossa vuoden ympäri arkipäivisin (ma–pe) klo 6–22 ja poikkeuksellisesti viikonloppuisin klo 10–18, jos se on rikastamon toiminnan kannalta välttämätöntä. Poikkeustilanteista on raportoitava Kainuun ELY-keskukselle.*

*Isokokoisten malmikivien rikotusta saa tehdä murskaamon kentällä sitä varten toteutetulla alueella arkipäivisin (ma–pe) klo 8–18. Raskaan liikenteen kuljetukset kaivosalueelle tai sieltä pois on 1.6.–31.8. tehtävä pääsääntöisesti klo 7–22.*

*Tarvekiveä voidaan louhia, räjäyttää ja murskata hakemuksessa esitetystä tarvekilouhoksesta 1.9.–30.4. kaikkina viikonpäivinä klo 6–22 ja 1.5.–31.8. vain arkipäivisin (ma–pe) klo 6–22."*

Pohjois-Suomen aluehallintoviraston myöntämän ympäristölupapäätöksen nro 162, dnro PSAVI/12270/2022 määräaikaisuus on päättynyt 30.4.2023. Lupa koski rikastamon yhteydessä olevan murskaamoalueen poikkeuksellista toiminta-aikaa kaikkina viikonpäivinä ja kaikkina vuorokaudenaikoina, jos se rikastamon toiminnan kannalta oli välttämätöntä.

## 2 Tarkkailusta annetut lupamääräykset

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 7.12.2020 antamassaan päätöksessä nro 155/2020 (Dnro PSAVI/5663/2018) määrännyt, että kaivoksen tarkkailu on tehtävä siten kuin lupahakemuksessa esitettyssä tarkkailusuunnitelmassa on esitetty, ottaen lisäksi huomioon lupamääräyksissä ja päätöksen liitteessä 2 määrättyt asiat sekä ELY-keskuksen tarkkailusuunnitelman hyväksymisen yhteydessä tarkkailuun määräämät tarkennukset ja määräykset. Muutoksenhausta huolimatta sekä päästötarkkailussa että ympäristövaikutusten tarkkailussa noudatetaan tässä luvassa annettuja lupamääräyksiä.

Lupapäätöksessä kaivoksen päästö- ja vaikutustarkkailusta on annettu seuraavat lupamääräykset:

**Lupamääräys 8.** *Rikastamon vesikierrossa olevat vedet, louhitun malmin, sivukiven, rajamalmin tai hylkykiven kanssa kosketuksiin joutuvat sade-, suoto- ja valumavedet, avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen kuivatusvedet, kaivosalueen likaantuneet hulevedet, pyriittialtaan ja rikastushiekka-altaan patojen suotovedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet on kerättävä ja palautettava kaivoksen vesikiertoon tai käsiteltävä.*

*Jätevesien käsittely on tehtävä hakemuksessa esitettyssä tai vastaavan tehoisessa laitospöytäkirjassa prosessijätevedenpuhdistamossa ennen niiden johtamista pintavalutuskentän 1 tai 6 kautta tai suoraan mittakaivo MK1:lle johtavaan ojaan siten, että lupamääräyksessä 9 määrätty pitoisuusraja-arvot alittuvat.*

*Selkeytysaltaalta 2 saa kuitenkin johtaa vesiä suoraan pintavalutuskentälle 6 tilanteessa, jossa vesimäärä altaassa uhkaa nousta pato- ja ympäristöturvallisuuden kannalta liian suureksi. Johdettavan veden haitta-ainepitoisuuksien on alitettava johtamisajanjaksona lupamääräyksessä 9 kuukausikeskiarvona määrätty pitoisuusraja-arvot. Vesien johtamisen aloittamisesta on ilmoitettava hyvissä ajoin Kainuun ELY-keskukselle. Ilmoituksessa on esitettävä selkeytysaltaan 2 ajantasaiset vesien laatu tiedot sekä johtamisen syy.*

*Selkeytysaltaiden 4 ja 6 vedet saa johtaa selkeytysaltaaseen 2 siten, että ne sekoittuvat tehokkaasti rikastushiekka-altaasta selkeytysaltaaseen 2 johdettavaan emäksiseen veteen.*

*Maapohjaiseen selkeytysaltaaseen 3 johdettavien vesien kokonaislyijypitoisuus saa olla enintään 1,0 mg/l.*

*Jätevesien käsittelyä on tyypin poiston osalta tehostettava vuodesta 2023 alkaen laitospöytäkirjassa vesienkäsittelyllä.*

*Pintavalutuskentät 1 ja 6 voivat olla toistaiseksi käytössä kaivoksen toiminnan aikaisina vesien jälkikäsittely-yksikköinä.*

**Lupamääräys 9.** *Prosessijätevedenpuhdistamolta lähtevien käsiteltyjen jätevesien haitta-ainepitoisuuksien on alitettava kuukausikeskiarvona seuraavat pitoisuusraja-arvot:*

| Aine                                                                       | Raja-arvo | Yksikkö |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
| Arseeni, As                                                                | 0,1       | mg/l    |
| Lyijy, Pb                                                                  | 0,05      | mg/l    |
| Sinkki Zn                                                                  | 0,2       | mg/l    |
| Antimoni, Sb                                                               | 0,2       | mg/l    |
| Alumiini, Al                                                               | 0,5       | mg/l    |
| Liukoinen elohopea, Hg                                                     | 5         | µg/l    |
| Liukoinen kadmium, Cd                                                      | 10        | µg/l    |
| Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                                    | 1 000     | mg/l    |
| pH                                                                         | 6–9,5*    |         |
| Kiintoaineen hehkutusjäännös (virtaama-painotteen neljännesvuosikeskiarvo) | 10        | mg/l    |

\*) koskee mittakaivolta MK1 Koivupuroon johdettavan veden pH:ta

*Yksittäisen näytteen lyijypitoisuus on oltava alle 0,30 mg/l, sinkkipitoisuus alle 0,50 mg/l, arseenipitoisuus alle 0,30 mg/l ja antimonipitoisuus alle 0,50 mg/l.*

**Lupamääräys 9.** Mittakaivolta MK1 Koivupuroon johdettavan veden vuotuinen kuormitus saa olla enintään:

| Aine                   | Raja-arvo | Yksikkö |
|------------------------|-----------|---------|
| Kokonaistyyppi         | 12 400    | kg      |
| - vuodesta 2023 alkaen | 7 000     | kg      |
| Kokonaisfosfori        |           |         |
| - vuodesta 2021 alkaen | 40        | kg      |

**Lupamääräys 11.** Käsiteltyjen jätevesien johtamisesta ei saa aiheutua vesistössä valtioneuvoston asetuksen vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) liitteen 1 kohdissa C2 tai D lueteltujen aineiden ympäristölaatumormien ylityksiä.

**Lupamääräys 14.** Talousjätevedet on käsiteltävä biologisesti tai vastaavalla tavalla siten, että saavutettava puhdistusteho on vuosikeskiarvona BHK<sub>7</sub>:n osalta 90 % ja kokonaisfosforin osalta 90 %. Käsitelty jätevesi on johdettava pintavalutuskentän 1 kautta Koivupuroon. Lisäksi jätevedenpuhdistamon toiminnan ja tarkkailun osalta on noudatettava yhdyskuntajätevesistä annetun valtioneuvoston asetuksen nro 888/2006 vaatimuksia.

**Lupamääräys 18.** Malmin murskauksen ja rikastuksen pölyämistä aiheuttavat kohteet on varustettava pölyn keräävällä järjestelmällä. Kerätty ilma on johdettava puhdistettavaksi. Pölynpoistojärjestelmistä pois johdettavan puhdistetun ilma hiukkaspitoisuus saa olla enintään 10 mg/m<sup>3</sup>(n)

**Lupamääräys 20.** Toiminnan ja siihen liittyvän kaivosalueella tapahtuvan liikenteen aiheuttama ympäristömelu ei saa kaivosalueen ympäristössä asuinkiinteistöjen ja loma-asuntojen piha-alueilla ylittää päivällä melutasoa Lea 55 dB(A) eikä yöllä (klo 22–7) Lea 50 dB(A). Melun ollessa luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista raja-arvoon.

Kesällä 15.6.–31.7. toiminnasta aiheutuva melutaso ei saa kaivosalueen ympäristössä asuinkiinteistöjen ja loma-asuntojen piha-alueilla ylittää päivällä (klo 07–22) A-painotettua ekvivalenttitasoa 45 dB(A) ja yöllä (klo 22–07) A-painotettua ekvivalenttitasoa 40 dB(A).

**Lupamääräys 22.** Räjähdyksistä aiheutuvaa tärinää on ehkäistävä räjäytysteknisin toimenpitein, kuten käyttämällä aikahidastenalleja ja rajoittamalla räjäytettävien kenttien kokoa sekä kehittämällä ja ottamalla käyttöön muita työ- ja toimintatapoja. Räjähdykset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä ei aiheudu heilahdusnopeuksia, jotka voivat vahingoittaa kaivosalueen ulkopuolella olevia rakennuksia.

Räjähdyksistä aiheutuvan tärinän heilahdusnopeus ei saa ylittää yöaikana klo 22–07 ohjearvoa 2 mm/s asuinkäyttöön käytettävällä kiinteistöllä.

## 3 Kaivosalueen ympäristöolosuhteet

### 3.1 Maaperä

Kaivospiirin alueen topografia vaihtelee pitkänomaisista moreeniselänteistä alaviin suoalueisiin. Turpeen paksuus on suoalueilla keskimäärin 2–3 m ja paksuimmillaan noin 6,5 m. Kaivospiirin alueella maakerrokset ovat keskimäärin 6 m paksuja ja paksuimmat maakerrokset ovat noin 20 m luokkaa. Kaivosalue ei sijoitu happamien sulfaattimaiden alueelle mutta kaivosalueella esiintyy mustaliuskeita, jolloin niillä voi olla vaikutusta alueen maaperän happamoitumispotentiaaliin. (AFRY Finland Oy, 2024a; Ramboll Finland Oy, 2018.)

SYK:n paikkatietoaineiston (2024) perusteella kaivospiirin alueella ei sijaitse valtakunnallisesti arvokkaita kivikkoja, kallioalueita, moreenimuodostumia tai tuuli- ja rantakerrostumia. Lähin valtakunnallisesti arvokas kallioalue, Vuoriniemi-Kalliolammen maasto (KAO110115), sijaitsee kaivospiirin koillispuolella, noin 500 metrin etäisyydellä kaivospiirin rajalta.

Kaivosalueella tehtyjen vedenjohtavuusmittausten perusteella alueen moreenin vedenläpäisevyys (k) on heikkoa, välillä  $2,5 \times 10^{-8}$ – $4,0 \times 10^{-7}$  m/s, keskiarvon ollessa  $1,37 \times 10^{-7}$ . Kaivospiirin turvealueilla ei ole tehty vedenjohtavuustestejä eikä sen maatuneisuusaste ole tiedossa. GTK:n maaperäaineiston perusteella alueen turve on tyypiltään rahkaturvetta. Rahkaturpeen vedenjohtavuus vaihtelee välillä  $2,3 \times 10^{-8}$ – $1,9 \times 10^{-5}$  m/s, riippuen sen syvyydestä ja maatuneisuusasteesta (Kesäniemi 2009). Kuormituskokeissa turpeen vedenläpäisevyydet vaihtelivat välillä  $5 \times 10^{-10}$ – $4 \times 10^{-11}$  m/s. (Ramboll Finland Oy, 2018; AFRY Finland Oy, 2024)

GTK Kallioperä (1:200 000) aineiston perusteella kaivospiirin kallioperä muodostuu pääosin felsisestä ja ultramafisista vulkaniiteista sekä Mg-basaltista. GTK:n mustaliuskeaineiston perusteella kaivospiirin alueella esiintyy kolme mustaliuskevyöhykettä, joista yksi kulkee Hanhipetäiköltä rikastushiekka-altaan laajennusalueen läpi Olkilahteen, keskimäärin pohjoiskoillinen-etelälounas-suuntaisesti. Rikastushiekka-altaan laajennusalueen läpi kulkee kaksi keskimäärin kaakko-luode-suuntaista siirrosrakennetta ja kolmas keskimäärin pohjois-eteläsuuntaisesti. Näistä kaksi esiintyy laajennusalueen lounaisosan reuna-alueella. Kaivospiirin alueella ei esiinny merkittäviä ruhje- tai siirrosvyöhykkeitä vaan ruhjeet ovat enemmänkin paikallisia (Ramboll Finland Oy, 2018). Kallio on rikkonaisinta ensimmäisen 50 metrin syvyydellä, jonka jälkeen rikkonaisuus vähenee asteittain syvyyden kasvaessa. Kaivosalueella RQD on keskimäärin 87 %, joka on merkki hyvästä kalliolaadusta. (Ramboll Finland Oy, 2018; AFRY Finland Oy, 2024.)

#### 3.1.1 Kaivosalueen pintamaat ja niiden läjitysalueet

Pintamaita on syntynyt lähinnä kaivosalueen infrarakentamisen ja avolouhoksen sekä vinotunnelin avaamisesta. Lisäksi pintamaita on muodostunut myöhemmin pieniä määriä mm. allaslaajennusten ja bioreaktoreiden rakentamisen yhteydessä. Kaivoksen ympäristöluvan mukaisesti poistettavia pintamaita ei luokitella jätteiksi, silloin kun ne käytetään kaivoksen rakentamis- tai muussa toiminnassa ja PIMA-asetuksen mukainen alempi ohjearvo ei näytteissä ylity.

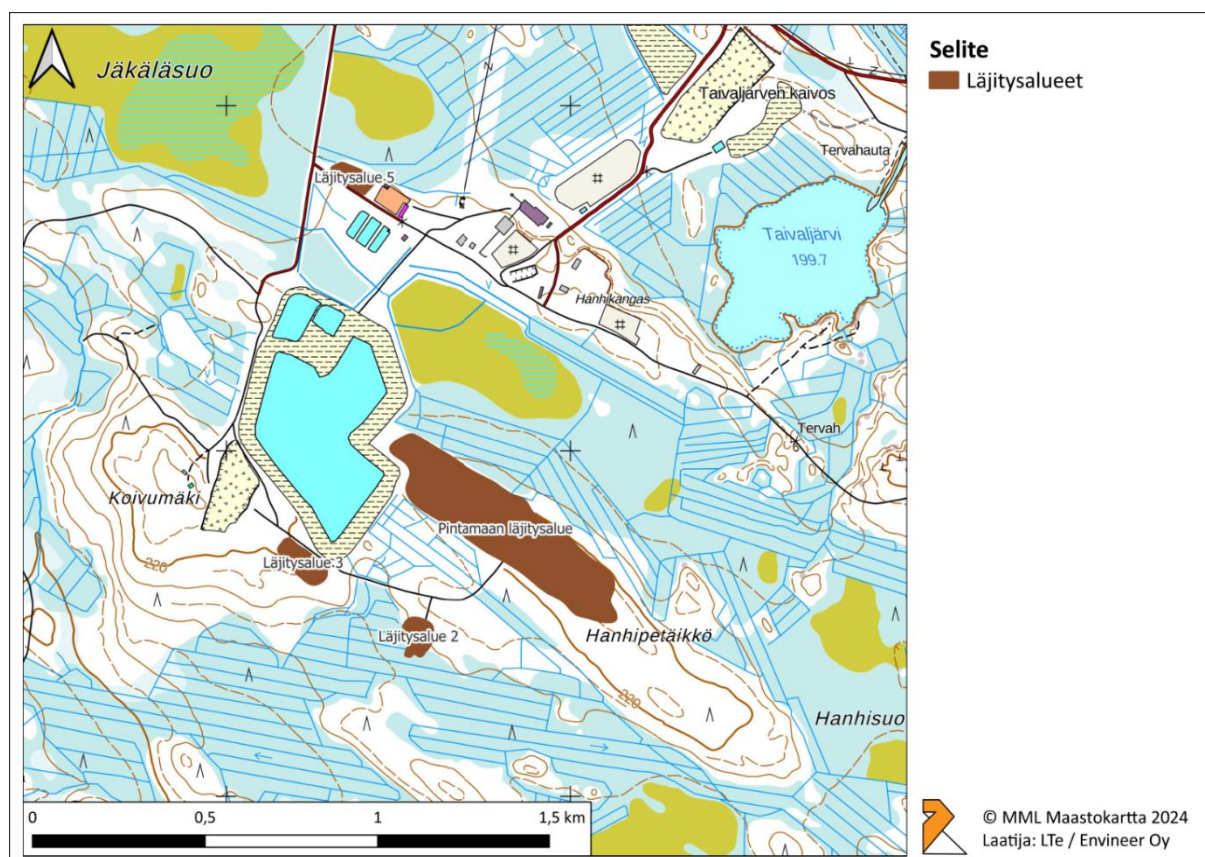
Vuonna 2011 tehdyn pintamaiden geokemiallisen karakterisoinnin perusteella kaivosalueen pintamaissa arseenin ja lyijyn pitoisuudet ylittivät paikoittain nk. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007)

kynnysarvot. Pintamaa oli kuitenkin pääosin happoa tuottamatonta. Vuoden 2011 näytteistä vain yksi näyte luokiteltiin potentiaalisesti happoa tuottavaksi sen rikkipitoisuuden ja neutralointikapasiteetin perusteella. Pintamaat luokitellaan kaivannaisjäteasetuksen mukaisesti ei-pysyväksi ja ei-happoa tuottavaksi.

Turvetta arvioidaan muodostuvan kaivostoiminnan aikana noin 100 000 m<sup>3</sup>, moreenia noin 120 000 m<sup>3</sup> ja hiekkaa muutamia tuhansia kiintokuutiometrejä. Tutkimustulosten perusteella pintamaiden metallipitoisuudet eivät ylitä valtioneuvoston asetuksessa nro 214/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annettua alempaa ohjearvoa. Pintamaiden fysikaalis-kemialliset ominaisuudet on kuvattu tarkemmin kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa ja ympäristölupahakemuksissa.

Moreenia on hyödynnetty patorakenteiden, teiden, varikkoalueiden ja ympäristönsuojelun edellyttämissä rakenteissa. Ylijäävä moreeni ja muut maa-ainekset (turve ja kasvukerros) on varastoitu ja ne varastoidaan meluvalliin ja pintamaiden läjitysalueille.

Erilaiset pintamaamateriaalit on sijoitettu omille läjitysalueilleen (kuva 3-1). Varastoidut ja vielä varastoitavat maa-ainekset hyödynnetään tulevassa pato- tai muussa infrarakentamisessa ja alueen sulkemisvaiheessa maisemoinnissa. Turve hyödynnetään pääosin allasrakentamisessa tiivisrakenteen materiaalina ja yli jäänyt heikommin maatunut turve kaivoksen jälkihoitotöissä. Pintamaan läjitysalueet ovat luonteeltaan tilapäisiä, eivätkä ne ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavia kaivannaisjätealueita.



**Kuva 3-1. Pintamaiden läjitysalueet.**

### 3.2 Pohjavedet

Sotkamon kaivosalueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Kaivosaluetta lähimmät luokitellut pohjavesialueet Kukkoharjun pohjavesialueet 1176518 A (luokka 2E) ja 1176518 B (luokka 2) sijaitsevat noin kolmen kilometrin etäisyydellä kaivosalueesta. Kolmen kilometrin etäisyydellä kaivokselta koilliseen on lähin asutus, jossa vedenhankinta perustuu omiin kaivoihin. Karttatarkastelun perusteella kaivosaluetta lähin lähde sijaitsee kaivosalueen rajalta länteen, kahden kilometrin etäisyydellä.

Kaivosalueen pohjavettä luonnehtii korkea rauta- ja sinkkipitoisuus. Suoalueelle tyypillisesti pohjavesi sisältää runsaasti eloperäistä ainesta. Keskimääräiset pitoisuudet ylittivät pohjaveden ympäristölaatunormin ammoniumtyypen ja sinkin osalta lähes kaikissa pohjavesiputkissa. Lisäksi pohjavesiputkessa PVP301 keskimääräiset koboltti- ja nikkelpitoisuudet ylittivät pohjaveden ympäristölaatunormin.

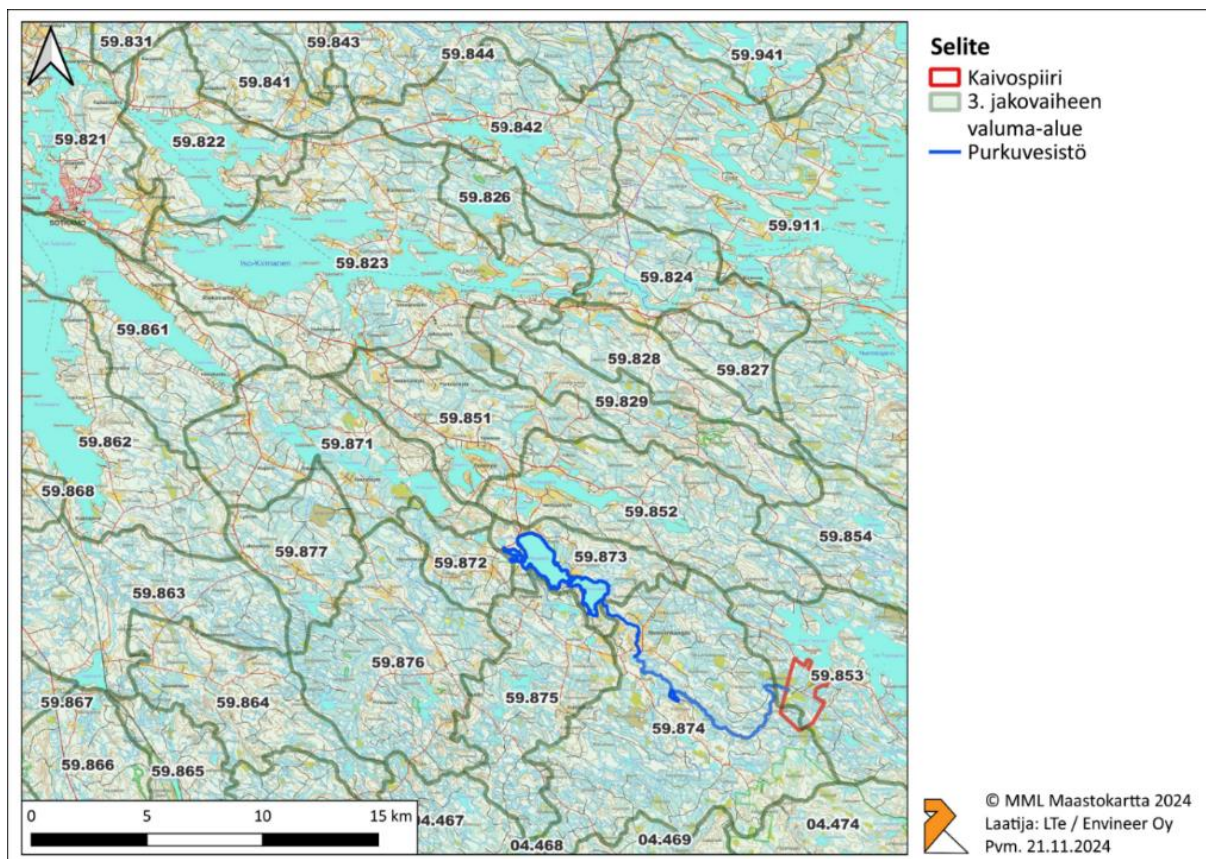
Sotkamo Silverin kaivosalueen pohjaveden pinnakorkeuden vuodenaikaisvaihtelu on ollut melko vähäistä. Kaivostoiminnan seurauksena syntyvää alenemaa ei ole havaittu maaperän pohjavesiputkissa. Maapohjaveden pinnakorkeuden perusteella alueen yleinen virtaussuunta on pohjoiseen/koilliseen kohti Olkilahtea, sekä kohti avolouhosta.

Kaivoksen kuivanapito aiheuttaa kaivoksen lähialueelle alenemakartion, jonka alueella pohjavesipinta on alentunut ja pohjaveden virtaussuunta on kohti avolouhosta. Kaivoksen kuivanapidon vaikutusta alueen pohjaveden pinnankorkeuksiin on arvioitu konseptuaalisen ja numeerisen 3D-pohjavesimallin avulla. (AFRY Finland Oy, 2024)

Mallinnettu pohjaveden pinnankorkeuden alenema on suurin louhoksen välittömässä läheisyydessä ja pienenee etäisyyden kasvaessa louhokseen. Alenema-alue ei ulotu asuinkiinteistöjen alueelle, eikä kaivoksen läheisyydessä sijaitseville Natura-alueille. Kaivoksen itäpuolella sijaitsee Taivaljärvi, jossa ei ole havaittu kaivoksen kuivanapidon vaikutuksia.

### 3.3 Alueen pintavesistö

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen vesistöalueella (59) vedenjakaja-alueella, pääosin Tipasjärven vesistöalueen (59.85) Tipasjärven 3. jakovaiheen valuma-alueella (59.853) (pinta-ala 77,39 km<sup>2</sup>, järvisyys 16,2 %) ja pieneltä osin Sapsojoen vesistöalueen (59.87) Nimisenjoen valuma-alueella (59.874) (pinta-ala 91,6 km<sup>2</sup> ja järvisyys 1,3 %) (Kuva 3-2, Kuva 3-4) (AFRY Finland Oy, 2024.)

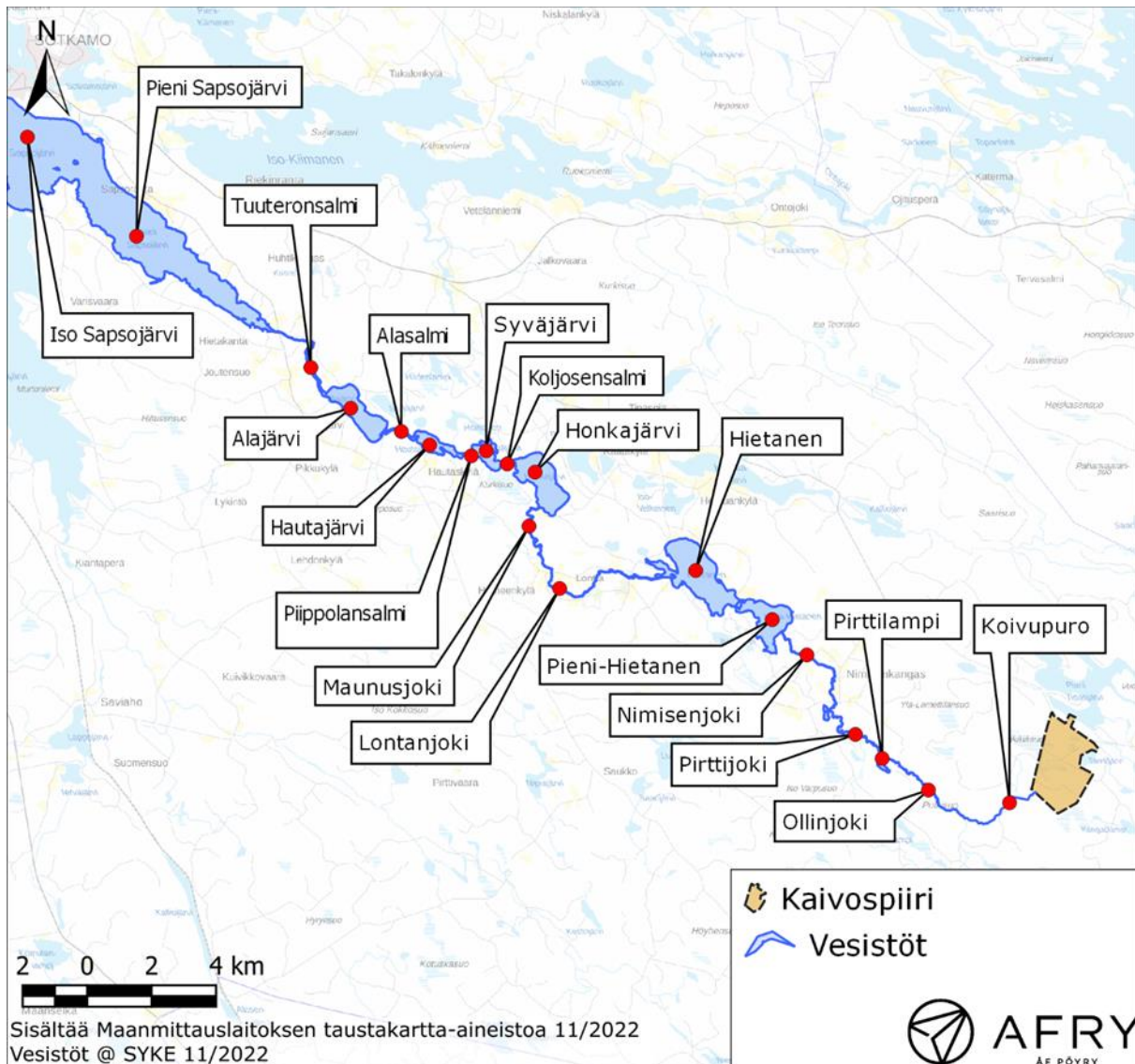


**Kuva 3-2. Kolmannen jakovaiheen valuma-alueet, Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivoksen sijainti ja Koivupuron purkureitti.**

Kaivosalueen purkuvedet johdetaan ojaa pitkin Koivupuron purkureitille. Koivupurosta vedet laskevat edelleen Ollinjokeen, Pirttilampeen, Pirttijokeen, Nimisenjokeen ja lopulta Hietanen – Pieni-Hietanen vesimuodostumaan (Kuva 3-3). Vesireitti jatkuu kohti Isoa Sapsojärveä.

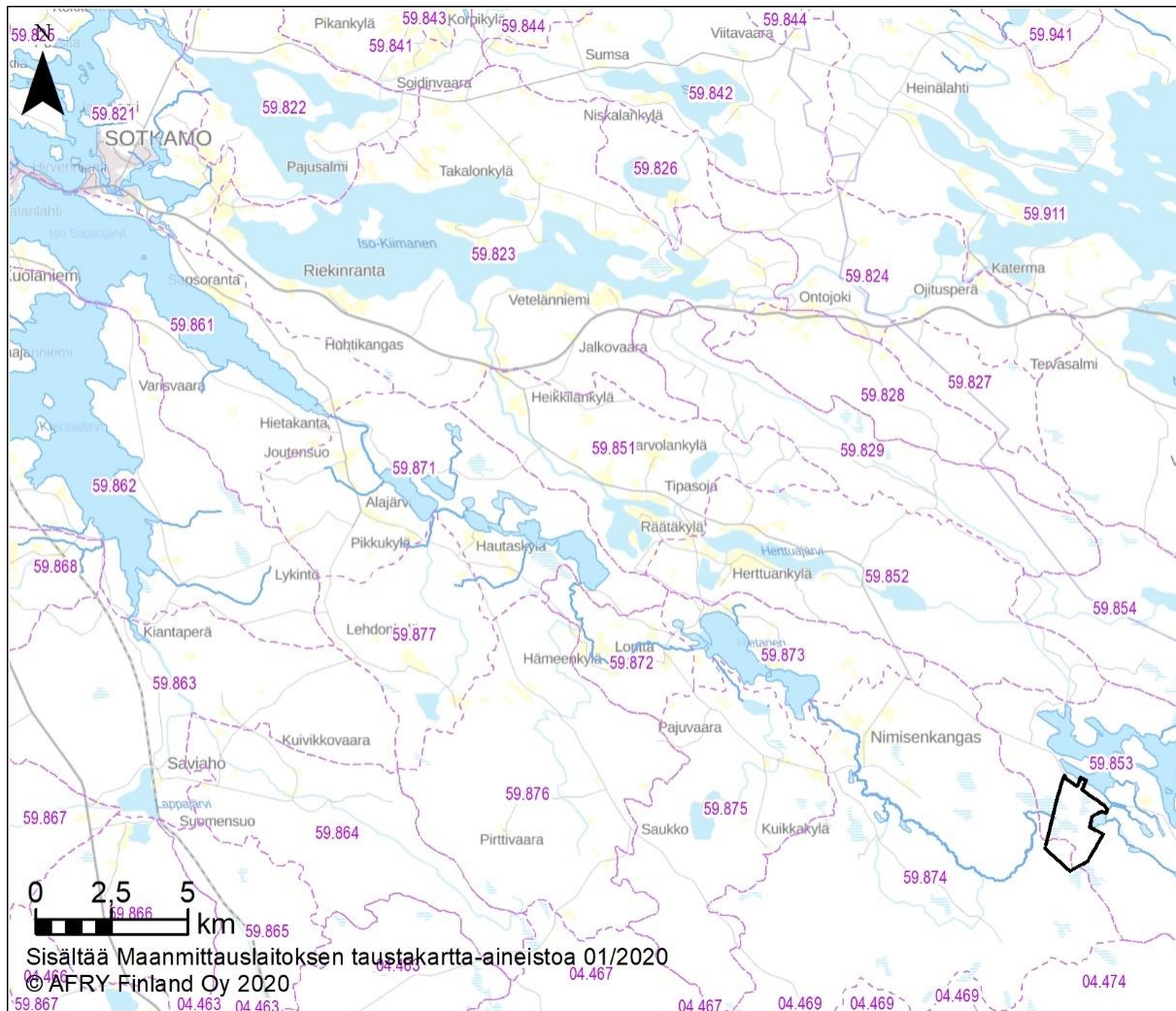
Alueella on runsaasti pieniä soita ja kangasmaita, ja soista suurin osa on ojitettu metsätalouden tarpeisiin. Kaivosalue sijaitsee vedenjakaja-alueella, pääosin Tipasjärven vesistöalueella (59.85) ja pieneltä osin Sapsojoen vesistöalueella (59.87). Valuma-alueelta tulevat vedet virtaavat luoteeseen ja yhdistyvät lopulta Sotkamon kuntakeskuksen kohdalla Pirttijärvessä, josta vedet laskevat Tenetin kautta Nuasjärveen.

Hietasen ja Pieni-Hietasen yhteenlaskettu pinta-ala on noin 400 ha ja valuma-alue 153 km<sup>2</sup>. Lontanjoen luusuassa keskivirtaama on noin 1,9 m<sup>3</sup>/s. (Ramboll Finland Oy 2020). Hietasesta alkunsa saava Lontanjoki laskee Montanjoki-nimisenä Honkajärveen, josta vedet kulkeutuvat Syväjärven, Hautajärven ja Alajärven kautta Tuuteronsalmeen ja edelleen Pieneen Sapsojärveen.



**Kuva 3-3. Sotkamo Silver Oy:n kaivospiiri ja Koivupuron purkureitti (AFRY Finland Oy).**

Kaivosalueen purkuvedet ohjataan purkuojaa pitkin Koivupuroon. Koivupuro alkaa kaivosalueen länsipuolelta Jäkälsuon vieriseltä ojitusalueelta, ja sen pituus on noin 4 km ja valuma-alueen koko noin 6 km<sup>2</sup>. Koivupuron virtaamaa ei mitata, mutta luontaiseksi virtaamaksi on arvioitu keskimäärin 0,074 m<sup>3</sup>/s pisteessä, joka sijaitsee noin 600 m koilliseen Pehkolan tilalta. Keskivirtaamatilanteessa Koivupuron yläosalla virtaus on enintään 0,03–0,1 m<sup>3</sup>/s. Koivupuron virtaama laskussa Ollinjokeen on arviolta suuruusluokkaa 0,006–0,24 m<sup>3</sup>/s. (Ramboll Finland Oy 2020)



**Kuva 3-4 Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivoksen sijainti.**

Ollinjoen pituus on noin 5 km ja se laskee Pirttilampeen. Koivupuron suun yläpuolella Ollinjoen valuma-alue on noin 12 km<sup>2</sup> ja laskussa Pirttilampeen noin 30 km<sup>2</sup>.

Jaksolla 2000–2015 simuloitu keskivirtaama Ollinjoen laskussa Pirttilampeen oli 0,41 m<sup>3</sup>/s ja vuoden 2023 osalta keskivirtaama oli arviolta 0,60 m<sup>3</sup>/s. Ennen Koivupuron suuta Ollinjokeen laskee pienialaisen, alle 5 hehtaarin kokaisen, entisen turvetuotantoalueen vesiä. Koivupuron suun ja Pirttilammen välinen alue on ojitettua suoaluetta (Ramboll Finland Oy 2020)

Pirttilampi on pieni, noin 5 hehtaarin kokoinen lampi. Ollinjoki laskee Pirttilammen koillisosaan, ja Pirttijoki lähtee lammen pohjoispäästä vain noin 150 metrin päästä Ollinjoen suusta, joten jokivesien sekoittuminen lammen vesiin on varsin rajoittunutta.

Pirttijoen pituus on noin 2 km, ja joen nimi vaihtuu Nimisenjoeksi Nimisenkankaan kohdalla. Nimisenjoen simuloitu keskivirtaama jaksolla 2000–2015 oli 1,32 m<sup>3</sup>/s ja vuonna 2023 keskivirtaaman on arvioitu olevan 1,64 m<sup>3</sup>/s.

Kaivosalueen pohjoispuolella sijaitseva Pieni Tipasjärvi muodostaa Ison Tipasjärven kanssa pinta-alaltaan noin 10,9 km<sup>2</sup> kokaisen järvaltaan. Tipasjärvien keskisyvyys on noin neljä metriä, suurin syvyys 23 metriä ja valuma-alueen pinta-ala noin 77 km<sup>2</sup>. Järven syvin kohta sijaitsee Pienen

Tipasjärven itäosassa Vuorisaaren länsipuolella. Tipasjärven luusuassa keskivirtaama on noin 0,95 m<sup>3</sup>/s. (Ramboll Finland Oy 2017). Rikastamon vesipumppaamo sijaitsee Pieni Tipasjärven Olkilahdessa.

Kaivosalueen itäpuolella sijaitseva Taivaljärvi on luonnonravintolammikko, jossa on kasvatettu kuhanpoikasia vuoteen 2020 asti. Allas on tällöin täytetty keväisin sulamisvesillä ja tyhjennetty poikasten keräämistä varten Pienen Tipasjärven Olkilahteen vuosittain elo-syyskuussa. Talviajoiksi järven pintaa ei ole nostettu takaisin, ettei sinne olisi jäänyt ylivuotisia kalanpoikasia. Kalankasvatuksen päätyttyä syksyllä 2020 Taivaljärven vedenpinta jäi tyhjennyskorkoon ja oli koko vuoden matalalla. Sotkamo Silver on vuoden 2022 kesällä nostanut hieman Taivaljärven lammikkoalueen vedenpintaa tarkoituksena seurata sen soveltuvuutta lintukosteikoksi.

### 3.4 Virtaamat

Koivupuron purkureitti alkaa kaivosalueen länsipuolelta, josta Jäkäläsuon viereiseltä ojitusalueelta lähtee Koivupuro. Koivupuron pituus on noin 4 km, jonka jälkeen se yhdistyy Ollinjokeen. Valuma-alueen koko on noin 6 km<sup>2</sup>. Virtaamat on simuloitu ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmällä Afry Finland Oy:n toimesta. Koivupuron keskimääräinen simuloitu virtaama alajuoksulla vuosina 2010–2020 on ollut 0,07 m<sup>3</sup>/s.

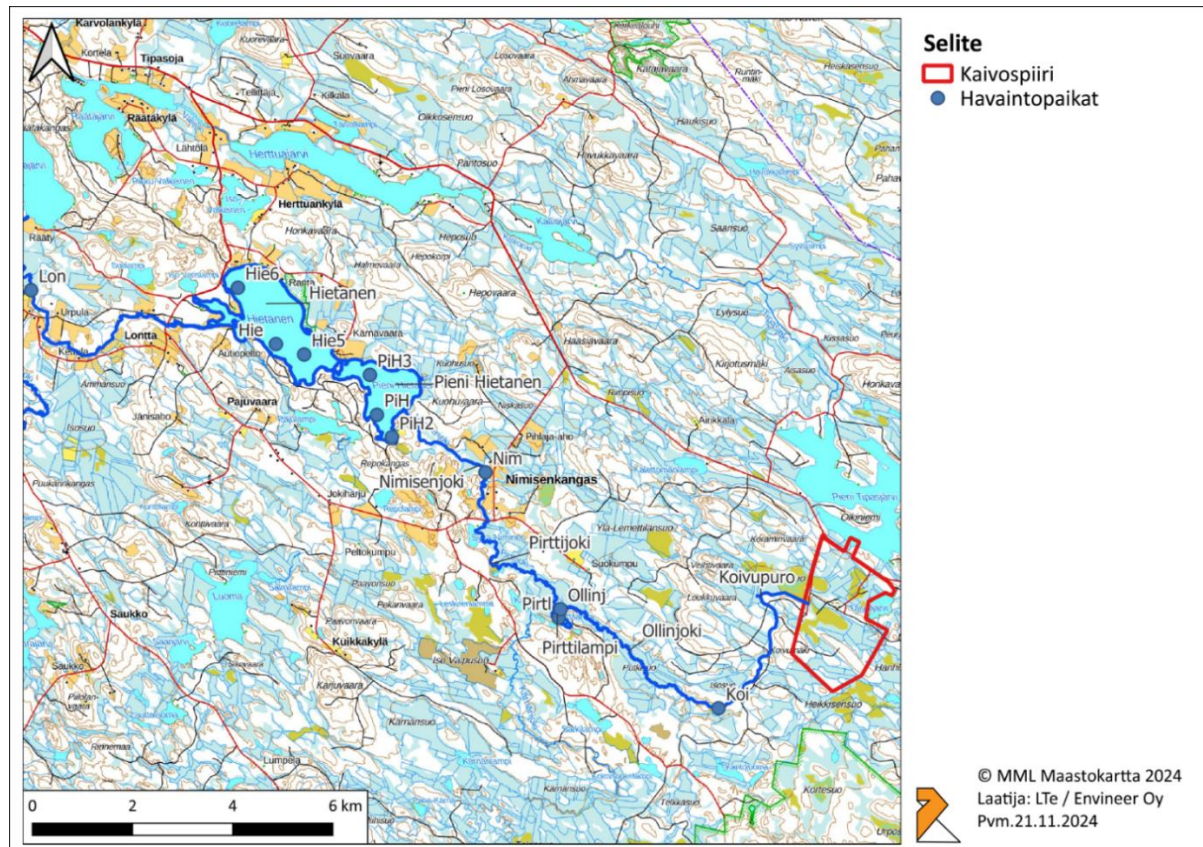
Koivupuro yhdistyy Ollinjokeen noin 3,5 km ennen Pirttilampea. Yhteensä matkaa kaivosalueelta on siis noin 7,5 km. Ollinjoella on pituutta noin 5 km ennen Pirttilampea, eli ennen Koivupuron yhdistymistä se on noin 1,5 km pituinen. Ollinpuron valuma-alueen koko ennen Pirttilampea on noin 30 km<sup>2</sup>. Vuosien 2010–2020 simuloitu keskivirtaama oli 0,48 m<sup>3</sup>/s.

Matka kaivospiiriltä Nimisenjoen alajuoksulle, ennen Pieni-Hietasta, on noin 14,5 km. Valuma-alueen koko on noin 81 km<sup>2</sup>. Pirttijokeen yhdistyy etelän suunnalta Kärnänojoki, jolloin valuma-alueen pinta-ala kasvaa huomattavasti. Vuosien 2010–2020 keskimääräinen simuloitu virtaama Nimisenjoella oli 1,54 m<sup>3</sup>/s.

Valuma-alueen pinta-ala suurenee edelleen Hietasen luusuan kohdalla. Matka kaivospiiriltä Hietasen luusuaan on yhteensä noin 19 km. Hietanen–Pieni Hietanen vesimuodostuman eteläpuolelta tulee mukaan valuma-alueelle pienehköjä järviä (Lauttoluoma, Saarijärvi, Luoma ja Pajulampi). Valuma-alueen koko on yhteensä noin 155 km<sup>2</sup>. Simuloitu virtaama Hietasen luusuan kohdalla on 2,46 m<sup>3</sup>/s vuosina 2010–2020.

### 3.5 Vedenlaatu

Pintavesien laatua tarkkaillaan nykyisen 30.9.2021 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmassa on 4 tarkkailupistettä ennen Hietanen – Pieni Hietanen vesimuodostumaa (Kuva 3-5). Pieni-Hietasessa tarkkailupisteitä on kaksi, ja Hietasessa kolme. Kymmenes tarkkailupiste Koivupuron reitillä on Lontanjoki, joka sijaitsee Hietasen jälkeen. Nimisenjoen näytepistettä siirrettiin tarkkailuohjelman päivityksen yhteydessä loppuvuodesta 2021, joten Nimisenjoen tarkkailutulokset käsittävät ajanjakson ennen vuotta 2021 ja Nimisenjoki, uusi muutoksen jälkeen.



**Kuva 3-5. Koivupuron purkureitti ja vedenlaadun tarkkailupisteet.**

### 3.6 Vesistön ekologinen ja kemiallinen tilaluokitus

Kaivosalueen lähimmät luokitellut pintavesimuodostumat ovat Iso-Tipasjärvi, Pieni-Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen. Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen ovat pintavesityypiltään runsashumuksisia järviä (Rh).

Ensimmäinen luokiteltu vesimuodostuma purkureitillä on Hietanen - Pieni Hietanen vesimuodostuma, joka kuuluu pintavesityypiltään runsashumuksisiin järviin (SYKE avoin tieto). Ekologinen tila on luokiteltu vesienhoidon kolmannella kaudella erinomaiseen tilaluokkaan (Taulukko 3-1). Luokittelu perustuu biologisiin muuttujiin (kasviplankton, syvännepohjaeläimet), fysikaalis-kemiallisiin muuttujiin (ravinteet) ja hydrologis-morfologisiin muuttujiin (esteettömyys, hydrologia, ja morfologia). Vesienhoidon kolmannella kaudella arvioinnit perustuvat ajanjaksoon 2012–2017.

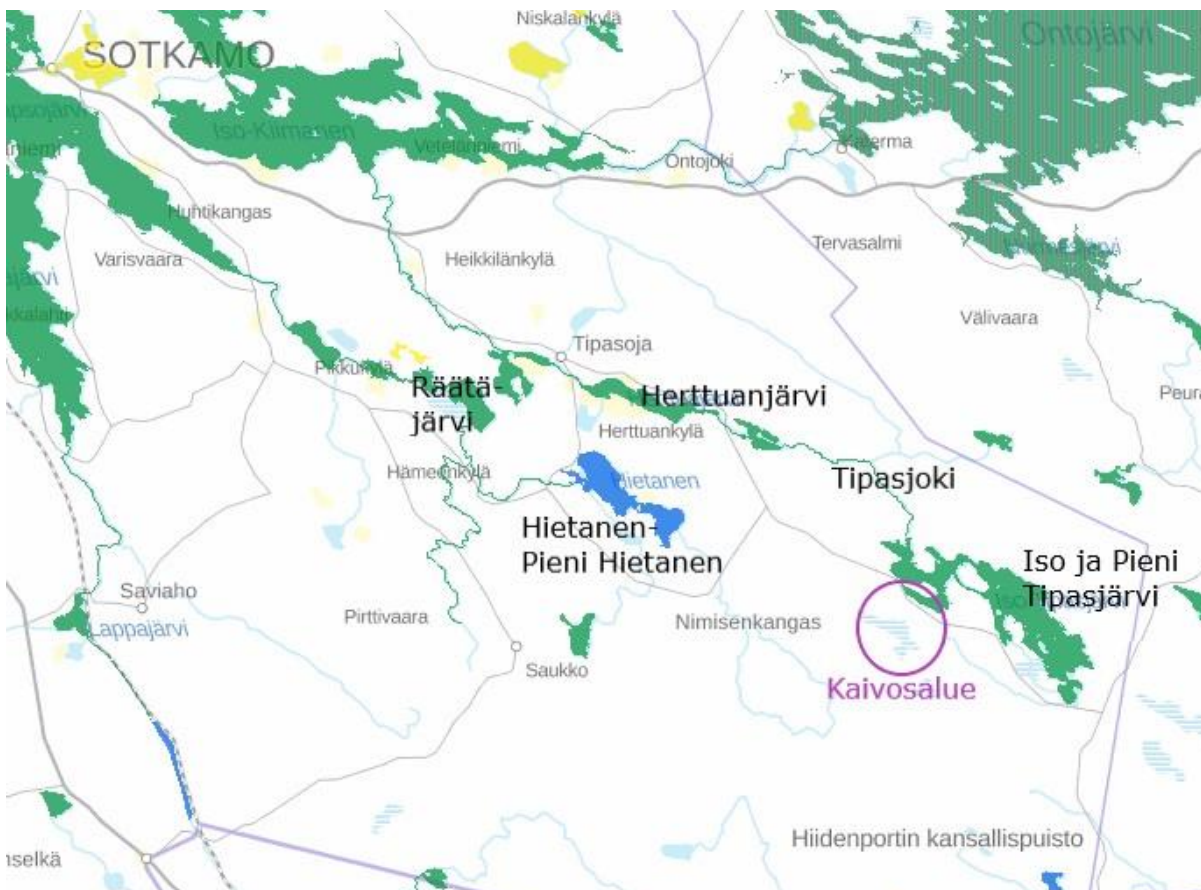
**Taulukko 3-1. Hietanen - Pieni-Hietanen-vesimuodostelman tilaluokitus.**

| Muuttuja                      |                     | Tila        |
|-------------------------------|---------------------|-------------|
| <b>Biologinen</b>             | Kasviplankton       | Erinomainen |
|                               | Syvännepohjaeläimet | Erinomainen |
| <b>Fysikaalis-kemiallinen</b> | Kokonaisfosfori     | Erinomainen |
|                               | Kokonaistyyppi      | Erinomainen |
| <b>Hydro-Morfologinen</b>     | Esteettömyys        | Erinomainen |
|                               | Hydrologia          | Erinomainen |
|                               | Morfologia          | Hyvä        |

Hietanen - Pieni Hietanen vesimuodostuman kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi. Tilaa heikentävät bromatut difenyylietterit, jotka ylittyvät asiantuntija-arviona, kuten kaikissa Suomen pintavesissä. Lisäksi elohopeapitoisuus kaloissa ylittyy kaukokulkeumariskin ja luonnonolosuhteiden perusteella. Myös aiemmin palonestoaineina käytettyjen bromattujen difenyylietterien (PBDEt) pitoisuudet ylittävät ympäristölaatunormin tason kaikkialla Suomessa ja Euroopassa, sillä yhdisteet ovat kaukokulkeutuvia ja erittäin hitaasti hajoavia (Suomen ympäristökeskus, tiedote 28.8.2020).

Hajakuormituksen aiheuttamat ja laskeuman mukana kaukokulkeutuvat haitta-aineet ja erityisesti prioriteettiaineet vaikuttavat oleellisesti mitattuihin pitoisuuksiin, silloin kun ne ovat luontaisesti tai paikallisesti pieniä.

Ison ja Pienen Tipasjärven sekä Tipasjoen ekologinen tila on hyvä. Kemiallinen tila oli vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella määritelty hyvää huonommaksi. Vesimuodostumien ekologinen tila on esitetty kuvassa (Kuva 3-6).



**Kuva 3-6. Vesimuodostumien ekologinen tila.**

### 3.7 Purkuvesistöön kohdistuva kuormitus

Vesistöjen tilaluokittelun yhteydessä on arvioitu kuormituspaineeet ja niiden merkittävyys. Hietanen – Pieni- Hietanen vesimuodostuman merkittävimmäksi kuormituspaineeeksi on kolmannella vesienhoitokaudella arvioitu laskeuma (arviointi perustuu ajanjaksoon 2012–2017). Sotkamo Silver, jonka tuotannollinen kaivostoiminta aloitettiin vuonna 2019 on nykyisin merkittävin pistekuormittaja alueella. Kaivoksen toiminnan aikana kaivosalueen puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Koivupuroon. Purkureitin alueella on ojituksia ja Nimisenjoen lähettyvillä ojitettuja peltoalueita, joiden vedet laskevat samalle vesireitille. Nimisenjoen valuma-alueelta (59.874) lähtevästä kokonaisravinnekuormituksesta 36–43 % on luonnonhuuhtoumaa ja noin 20–59 % on peräisin maa- ja metsätaloudesta. Pistekuormituksen osuus valuma-alueelta lähtevästä kuormituksesta on kokonaisfosforin osalta n. 3 prosenttia. Kokonaistypen osalta osuus on selvästi suurempi. Kokonaistyyppikuormituksesta 37 % on peräisin pistekuormituksesta. Pistekuormituksen aiheuttajina ovat kaivostoiminta, turvesuo sekä hulevedet. (AFRY Finland Oy, 2024.)

Suurin osa luonnonhuuhtoumasta sekä maa- ja metsätalouden kuormituksesta päättyy vesistöön suurten valumien mukana kevättulvan aikaan. Muiden aineiden osalta vertailua ei ole mahdollista tehdä, sillä ympäristöhallinnon WSFS-Vemala-järjestelmästä ei ole tällä hetkellä saatavilla luotettavaa arviota esimerkiksi alueen metallikuormituksesta. (AFRY Finland Oy, 2024.)

Koivupuron purkureitillä laskuojan, Koivupuron, Ollinjoen, Pirttilammen tai Pirttijoen varrella ennen Syvä-Nimistä ei ole tiettävästi erityisessä käytössä olevia kiinteistöjä. Ensimmäiset merkittävät virkistyskäytössä olevat vesistöt ovat Pieni-Hietanen ja Hietanen. Niiden rannoilla on useita loma-asuntoja ja runsaasti loma-asuntokäyttöön kaavoitettuja tontteja. (AFRY Finland Oy, 2024.)

### 3.8 Purkuvesistön nykytila

Koivupuron purkureitin herkkyyttä muutoksille voimistaa, etenkin purkureitin yläjuoksulla, melko vähäinen virtaama, joka heikentää laimenemisolosuhteita. Nykytilassa Sotkamo Silver Oy:n pistekuormitus kohdistuu Koivupuron purkureitille.

Kaivoksen toiminnan aikana, ajanjaksolla 2019–2023, Koivupuron vesi on ollut keskimäärin lievästi sameaa, ruskeaa ja humuspitoista. Alueen vedet ovat luontaisesti pehmeitä, melko happamia ja puskurikyky on verrattain huono. Kaivokselta tulevat purkuvedet ovat vesienkäsittelyn jäljiltä usein neutraaleja tai lievästi emäksisiä ja melko kovia. Veden sähkönjohtavuudet ja sulfaattipitoisuudet ovat olleet kaivoksen purkuvesien vaikutuksesta selvästi luonnontasoa suuremmat. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat selvästi koholla, ja myös kokonaisfosforipitoisuudessa on todettu nousua luonnontasoon nähden.

Ollinjoessa ja Pirttilammessa on myös todettu kaivokselta tulevien purkuvesien vaikutuksia, vaikka vedenlaatu on ollut selvästi parempi kuin Koivupurossa. Vaikutukset ovat näkyneet selvimmin veden sähkönjohtavuuksissa, sulfaattipitoisuuksissa ja kokonaistyyppipitoisuuksissa. Ollinjoen ja Pirttilammen vesi on ollut keskimäärin erittäin ruskeaa ja humuspitoista. Ollinjoen vesi on ollut huomattavasti Koivupuroa ja Pirttilampea sameampaa. Koivupuron, Ollinjoen ja Pirttilammen vedenlaatu vuosina 2019–2023 on esitetty taulukossa 3-2.

**Taulukko 3-2. Koivupuron ja Ollinjoen vedenlaatu vuosina 2019–2023 sekä Pirttilammen pintaveden vedenlaatu vuosina 2018–2023, n=näyttemäärä.**

|             | Syv. | Happi |       | pH    | Alkaliniteetti | Sähkönjohtavuus | Sameus | COD <sub>Mn</sub> | Kiintoaine, karkea |
|-------------|------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|--------|-------------------|--------------------|
| Yksikkö     | m    | mg/l  | %     |       | mmol/l         | mS/m            | FNU    | mg/l              | mg/l               |
| Koivupuro   |      |       |       |       |                |                 |        |                   |                    |
| ka          | 0,2  | 11    | 85    | 5,2   | 0,2            | 35              | 3,0    | 25                | 2,6                |
| min         | 0,0  | 8     | 74    | 4,4   | 0,005          | 4,2             | 1,1    | 1,9               | 0,5                |
| max         | 0,5  | 14    | 94    | 7,4   | 1,4            | 100             | 11     | 62                | 6,4                |
| n           | 48   | 31    | 29    | 44    | 32             | 33              | 33     | 32                | 32                 |
| Ollinjoki   |      |       |       |       |                |                 |        |                   |                    |
| ka          | 0,4  | 6,1   | 51    | 5,7   | 0,1            | 8               | 14     | 29                | 4,7                |
| min         | 0,0  | 1,4   | 15    | 4,9   | 0,01           | 2,0             | 1,2    | 7,5               | 0,5                |
| max         | 1,0  | 12    | 92    | 6,8   | 0,4            | 19              | 270    | 47                | 16                 |
| n           | 47   | 33    | 33    | 43    | 35             | 35              | 35     | 35                | 35                 |
| Pirttilampi |      |       |       |       |                |                 |        |                   |                    |
| ka          | 0,8  | 6,8   | 59    | 6     | 0,13           | 6,8             | 4,6    | 27                | 3,5                |
| min         | 0,2  | 2,9   | 29    | 5     | 0,01           | 2,1             | 1,2    | 2,1               | 0,5                |
| max         | 1    | 11,6  | 95    | 7     | 0,3            | 39,5            | 15     | 43                | 8,0                |
| n           | 42   | 35    | 35    | 39    | 37             | 38              | 38     | 37                | 36                 |
|             | Syv. | Väri  | Kok.P | PO4-P | Kok.N          | NO2+NO3-N       | NH4-N  | Näkösyvyys        |                    |
| Yksikkö     | m    | mg/l  | µg/l  | µg/l  | µg/l           | µg/l            | µg/l   | m                 |                    |
| Koivupuro   |      |       |       |       |                |                 |        |                   |                    |
| ka          | 0,2  | 179   | 40    | 5,2   | 9490           | 7297            | 753    | 0,4               |                    |
| min         | 0,0  | 37    | 10    | 1     | 660            | 280             | 2,0    | 0,2               |                    |
| max         | 0,5  | 360   | 210   | 24    | 27 000         | 27 000          | 4800   | 0,7               |                    |
| n           | 48   | 33    | 35    | 33    | 35             | 35              | 35     | 24                |                    |
| Ollinjoki   |      |       |       |       |                |                 |        |                   |                    |
| ka          | 0,4  | 251   | 36    | 10    | 1622           | 832             | 199    | 0,4               |                    |
| min         | 0,0  | 130   | 14    | 3,0   | 360            | 2,0             | 4,0    | 0,2               |                    |
| max         | 1,0  | 500   | 94    | 32    | 5100           | 4100            | 850    | 0,7               |                    |
| n           | 47   | 35    | 37    | 37    | 37             | 37              | 37     | 22                |                    |
| Pirttilampi |      |       |       |       |                |                 |        |                   |                    |
| ka          | 0,8  | 223   | 31    | 6,8   | 1023           | 477             | 89     |                   |                    |
| min         | 0,2  | 35    | 7,3   | 1     | 180            | 2,0             | 2,0    |                   |                    |
| max         | 1    | 450   | 100   | 19    | 7000           | 6700            | 950    |                   |                    |
| n           | 42   | 38    | 38    | 38    | 38             | 38              | 38     |                   |                    |

Koivupurosta ja Ollinjoesta vuosina 2019–2023 sekä Pirttilammesta vuosina 2018–2023 otettujen näytteiden alkuainepitoisuudet on esitetty taulukossa 3-3. Koivupuron rauta-, mangaani- ja alumiinipitoisuudet ovat olleet keskimäärin alueelle tyypilliseen tapaan suuria. Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan Koivupuro ei ole vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatunormia koskevia säännöksiä. Seuraavassa on kuitenkin esitetty Koivupuron ainepitoisuuksien vertailu ympäristölaatunormeihin pitoisuustasojen havainnollistamiseksi.

Vuosina 2020–2023 liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvot ovat ylittäneet Koivupurossa sallitun vuosikeskiarvoon perustuvan ympäristölaatunormin. Kadmiumin ympäristölaatunormi vaihtelee veden kovuuden mukaan (AA-EQS 0,08–0,25µg/l, MAC-EQS 0,45–1,5 µg/l). Liukoisen kadmiumin enimmäispitoisuudet eivät ole Koivupurossa ylittäneet hetkellistä suurinta sallittua enimmäispitoisuutta. Sulfaatin ehdotettu ympäristölaatunormi (AA-EQS 39 mg/l) ylittyy Koivupurossa. Sulfaatin maksimipitoisuus Koivupurossa ylittää ehdotetun sallitun enimmäispitoisuuden (MAC-EQS 279 mg/l). Lyijyn, nikkelin tai elohopean osalta ei ole todettu ympäristölaatunormien (AA-EQS, MAC-

EQS) ylityksiä. Talousvesien vaatimukset/suosituksset ylittyvät alumiinin (suositus <200 µg/l), raudan (suositus <200 µg/l) ja mangaanin osalta (suositus <50 µg/l). Suuret alumiini- ja rautapitoisuudet selittyvät taustapitoisuuksilla, ja näiden pitoisuudet ovat suurempia Ollinjoessa kuin Koivupurossa. Mangaanipitoisuus ylittää talousvesien suosituksen myös Ollinjoessa, mutta ei enää Pirttilammessa. Ollinjoessa ei ole todettu kadmiumin, lyijyn, nikkelin, elohopean tai sulfaatin osalta ympäristölaatumien ylityksiä. Pirttilammessa ei myöskään ole todettu ympäristölaatumien ylityksiä.

Nimisenjoen vesi on ollut keskimäärin hapanta, erittäin ruskeaa ja humuspitoista. Nimisenjoessa veden sähkönjohtavuus on ollut sisävesien tavanomaisella tasolla. Sen sijaan sulfaattipitoisuudessa on todettavissa nousua luonnontasoon verrattuna. Myös typpipitoisuuksissa on todettavissa nousua, mikä viittaa kaivosvesien vaikutukseen.

Hietasen ja Pienen-Hietasen vedenlaatu on kokonaisuudessaan samankaltaista, mutta Pienen-Hietasen vesi on hieman ravinteikkaampaa, humuspitoisempaa ja ruskeampaa kuin Hietasen altaan vesi. Järvien vesi on ollut keskimäärin hapanta, erittäin ruskeaa ja humuspitoista. Nimisenjoen, Pienen-Hietasen ja Hietasen vedenlaatu on esitetty taulukossa (taulukko 3-4).

Kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet kaivoksen toiminnan aikana Hietasessa keskimäärin lievästi rehevien ja Pienessä-Hietasessa lievästi rehevien tai rehevien vesien tasolla. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat puolestaan vaihdelleet Hietasessa keskimäärin karujen ja lievästi rehevien tasolla sekä Pienessä-Hietasessa lievästi rehevien ja rehevien vesien tasolla. Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet Hietasessa erinomaista ekologista tilaa. Pienessä-Hietasessa kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet erinomaista tai hyvää ekologista tilaa lukuun ottamatta vuotta 2020, jolloin Pienen-Hietasen keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus kohosi voimakkaammin ja ilmensi tyydyttävää ekologista tilaa.

Hietasessa ja Pienessä-Hietasessa ei ole havaittu kaivoksen purkuvesien selviä vaikutuksia. Veden sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa on todettavissa kuitenkin loiva nouseva suuntaus, etenkin Pienessä-Hietasessa, mikä viittaa kaivosvesien lievään vaikutukseen. Pienessä-Hietasessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissa vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana. Hietasessakin on happivajausta todettu, mutta se jää lievemmäksi kuin Pienen-Hietasen puolella.

Nimisenjoesta, Pienestä-Hietasesta ja Hietasesta otetuista näytteistä on määritetty myös alkuainepitoisuudet (taulukko 3-5). Alkuainepitoisuudet ovat keskimäärin luonnonvesille tyypillistä tasoa, lukuun ottamatta rautaa ja alumiinia, joita todetaan melko runsaasti. Ympäristölaatumien tason ylityksiä ei ole havaittu nikkelin, kadmiumin, lyijyn tai elohopean osalta.

**Taulukko 3-3. Koivupuron ja Ollinjoen vedenlaatu vuosina 2019-2023 sekä Pirttilammen pintaveden vedenlaatu vuosina 2018-2023, n=näytemäärä.**

| Koivupuro   |      |       |          |      |          |      |      |          |       |          |                       |
|-------------|------|-------|----------|------|----------|------|------|----------|-------|----------|-----------------------|
|             | Ca   | Cd    | Cd liuk. | Cl   | Hg liuk. | Mg   | Ni   | Ni liuk. | Pb    | Pb liuk. | SO <sub>4</sub> liuk. |
| yksikkö     | mg/l | µg/l  | µg/l     | mg/l | µg/l     | mg/l | µg/l | µg/l     | µg/l  | µg/l     | mg/l                  |
| ka          | 46   | 0,3   | 0,3      | 6,2  | 0,05     | 5,1  | 3,8  | 3,9      | 0,4   | 0,3      | 109                   |
| min         | 4,0  | 0,046 | 0,027    | 0,4  | 0,01     | 0,55 | 1,0  | 0,94     | 0,077 | 0,025    | 7,9                   |
| max         | 250  | 1,2   | 1,1      | 23   | 0,065    | 16   | 20   | 19       | 0,9   | 0,83     | 360                   |
| n           | 43   | 33    | 48       | 33   | 36       | 33   | 33   | 48       | 33    | 48       | 33                    |
|             | Al   | As    | Co       | Cr   | Cu       | Fe   | Mn   | Na       | Sb    | Zn       | U                     |
| yksikkö     | µg/l | µg/l  | µg/l     | µg/l | µg/l     | µg/l | µg/l | mg/l     | µg/l  | µg/l     | µg/l                  |
| ka          | 225  | 0,5   | 1,7      | 0,5  | 0,81     | 1081 | 133  | 12,2     | 11,8  | 52       | 0,16                  |
| min         | 28   | 0,25  | 0,17     | 0,31 | 0,3      | 290  | 15   | 1,3      | 1,3   | 7,1      | 0,018                 |
| max         | 530  | 2,4   | 5,6      | 1,1  | 8,6      | 1700 | 400  | 35       | 33    | 170      | 0,25                  |
| n           | 33   | 33    | 33       | 33   | 33       | 33   | 33   | 33       | 33    | 33       | 33                    |
| Ollinjoki   |      |       |          |      |          |      |      |          |       |          |                       |
|             | Ca   | Cd    | Cd liuk. | Cl   | Hg liuk. | Mg   | Ni   | Ni liuk. | Pb    | Pb liuk. | SO <sub>4</sub> liuk. |
| yksikkö     | mg/l | µg/l  | µg/l     | mg/l | µg/l     | mg/l | µg/l | µg/l     | µg/l  | µg/l     | mg/l                  |
| ka          | 9    | 0,1   | 0,048    | 1,6  | 0,05     | 1,4  | 1,5  | 1,3      | 0,4   | 0,3      | 20                    |
| min         | 2,3  | 0,005 | 0,005    | 0,2  | 0,01     | 0,4  | 0,5  | 0,3      | 0,18  | 0,075    | 2,6                   |
| max         | 21   | 0,19  | 0,18     | 4,2  | 0,065    | 2,4  | 5,8  | 9,9      | 1,9   | 1,4      | 71                    |
| n           | 43   | 35    | 47       | 35   | 35       | 35   | 35   | 47       | 35    | 47       | 35                    |
|             | Al   | As    | Co       | Cr   | Cu       | Fe   | Mn   | Na       | Sb    | Zn       | U                     |
|             | µg/l | µg/l  | µg/l     | µg/l | µg/l     | µg/l | µg/l | mg/l     | µg/l  | µg/l     | µg/l                  |
| ka          | 322  | 0,3   | 0,6      | 0,6  | 0,87     | 2445 | 97   | 15,2     | 1,7   | 13       | 0,20                  |
| min         | 104  | 0,25  | 0,15     | 0,43 | 0,21     | 120  | 6    | 0,86     | 0,38  | 2,3      | 0,017                 |
| max         | 4100 | 0,62  | 1,3      | 1,1  | 9,6      | 5300 | 240  | 430      | 5,7   | 51       | 1,9                   |
| n           | 35   | 35    | 35       | 35   | 35       | 35   | 35   | 35       | 35    | 35       | 35                    |
| Pirttilampi |      |       |          |      |          |      |      |          |       |          |                       |
|             | Ca   | Cd    | Cd liuk. | Cl   | Hg liuk. | Mg   | Ni   | Ni liuk. | Pb    | Pb liuk. | SO <sub>4</sub> liuk. |
| yksikkö     | mg/l | µg/l  | µg/l     | mg/l | µg/l     | mg/l | µg/l | µg/l     | µg/l  | µg/l     | mg/l                  |
| ka          | 8    | 0,048 | 0,033    | 1,3  | 0,04     | 1,3  | 1,9  | 1,4      | 0,3   | 0,2      | 16,0                  |
| min         | 2,1  | 0,005 | 0,005    | 0,2  | 0,01     | 0,4  | 0,5  | 0,3      | 0,055 | 0,039    | 2,2                   |
| max         | 48   | 0,2   | 0,25     | 7,8  | 0,065    | 5,1  | 22   | 18       | 1,3   | 0,6      | 150                   |
| n           | 39   | 39    | 42       | 36   | 33       | 38   | 38   | 42       | 38    | 42       | 38                    |
|             | Al   | As    | Co       | Cr   | Cu       | Fe   | Mn   | Na       | Sb    | Zn       | U                     |
| yksikkö     | µg/l | µg/l  | µg/l     | µg/l | µg/l     | µg/l | µg/l | mg/l     | µg/l  | µg/l     | µg/l                  |
| ka          | 203  | 0,3   | 0,5      | 0,7  | 0,8      | 2025 | 74   | 2,8      | 1,2   | 10       | 0,15                  |
| min         | 25   | 0,07  | 0,1      | 0,15 | 0,18     | 370  | 22   | 0,73     | 0,058 | 2,2      | 0,005                 |
| max         | 430  | 0,6   | 1,2      | 2,8  | 10,5     | 4100 | 170  | 19       | 11    | 34       | 0,25                  |
| n           | 38   | 38    | 36       | 36   | 38       | 38   | 38   | 38       | 38    | 38       | 36                    |

**Taulukko 3-4. Nimisenjoen (vuodet 2022-2023), Pieni-Hietasen ja Hietasen vedenlaatu vuosina 2019-2023, n=näyttemäärä.**

|                       | Syv. | Happi |    | pH  | Alkaliniteetti | Sähkönjohtavuus | Sameus | COD <sub>Mn</sub> | Kiintoaine, karkea |
|-----------------------|------|-------|----|-----|----------------|-----------------|--------|-------------------|--------------------|
|                       | m    | mg/l  | %  |     | mmol/l         | mS/m            | FNU    | mg/l              | mg/l               |
| <b>Nimisenjoki</b>    |      |       |    |     |                |                 |        |                   |                    |
| ka                    | 0,4  | 6,8   | 56 | 5,7 | 0,10           | 4,4             | 3,7    | 28                | 4,3                |
| min                   | 0,1  | 3,9   | 41 | 5   | 0,01           | 1,8             | 0,8    | 15                | 0,5                |
| max                   | 1    | 10,2  | 78 | 6,4 | 0,21           | 6,1             | 12     | 45                | 10                 |
| n                     | 18   | 18    | 18 | 18  | 18             | 18              | 18     | 18                | 18                 |
| <b>Pieni-Hietanen</b> |      |       |    |     |                |                 |        |                   |                    |
| ka                    | 1,0  | 7,9   | 69 | 5,3 | 0,09           | 3,1             | 2,6    | 27                | 2,6                |
| min                   | 0,4  | 4,6   | 46 | 3,9 | 0,021          | 1,9             | 1,1    | 17                | 0,5                |
| max                   | 1,0  | 11    | 92 | 6,8 | 0,17           | 4,7             | 14     | 41                | 13                 |
| n                     | 36   | 31    | 31 | 33  | 32             | 32              | 32     | 32                | 32                 |
| <b>Hietanen</b>       |      |       |    |     |                |                 |        |                   |                    |
| ka                    | 1,0  | 8,8   | 76 | 5,9 | 0,07           | 3,2             | 1,6    | 25                | 1,7                |
| min                   | 1,0  | 6,5   | 61 | 5,5 | 0,033          | 2,6             | 0,81   | 18                | 0,5                |
| max                   | 1,0  | 11,9  | 94 | 6,3 | 0,1            | 4,0             | 3,3    | 34                | 3                  |
| n                     | 16   | 15    | 15 | 16  | 15             | 15              | 15     | 15                | 15                 |

|                       | Syv. | Väri    | Kok.P | PO4-P | Kok.N | NO2+NO3-N | NH4-N | Klorofylli | Näkösyv. |
|-----------------------|------|---------|-------|-------|-------|-----------|-------|------------|----------|
|                       | m    | mg/l Pt | µg/l  | µg/l  | µg/l  | µg/l      | µg/l  | µg/l       | m        |
| <b>Nimisenjoki</b>    |      |         |       |       |       |           |       |            |          |
| ka                    | 0,4  | 277     | 36    | 10    | 828   | 279       | 72    | 0,5        | 0,4      |
| min                   | 0,1  | 150     | 15    | 1,5   | 330   | 9         | 2     | 0,5        | 0,2      |
| max                   | 1    | 400     | 68    | 25    | 1500  | 830       | 190   | 0,5        | 1        |
| n                     | 18   | 18      | 18    | 18    | 18    | 18        | 18    | 1          | 8        |
| <b>Pieni-Hietanen</b> |      |         |       |       |       |           |       |            |          |
| ka                    | 1,0  | 217     | 23    | 6,2   | 605   | 129       | 28    | 6          | 0,8      |
| min                   | 0,4  | 150     | 14    | 2,0   | 380   | 2,0       | 2,0   | 1          | 0,4      |
| max                   | 1,0  | 360     | 38    | 16    | 1400  | 510       | 96    | 13         | 1,4      |
| n                     | 36   | 32      | 32    | 31    | 32    | 31        | 31    | 15         | 24       |
| <b>Hietanen</b>       |      |         |       |       |       |           |       |            |          |
| ka                    | 1,0  | 195     | 24    | 4,9   | 595   | 170       | 17    | 4          | 0,9      |
| min                   | 1,0  | 150     | 6,4   | 1,0   | 370   | 32        | 2     | 1          | 0,5      |
| max                   | 1,0  | 300     | 44    | 10    | 830   | 390       | 34    | 11         | 1,3      |
| n                     | 16   | 15      | 15    | 14    | 15    | 14        | 14    | 13         | 17       |

**Taulukko 3-5. Nimisenjoen, Pieni-Hietasen ja Hietasen alkuainepitoisuudet vuosina 2019–2023, n=näyttemäärä.**

[illegible][illegible][illegible]

### 3.9 Sedimentit

Sedimenttitarkkailua on tehty Koivupurossa, Ollinjoessa ja Nimisenjoessa (vuodet 2013, 2021, 2023) ja Pirttilammessa (2008, 2013 ja 2021) sekä Pieni-Hietasessa (2008, 2013, 2021 ja 2023). Sedimenttitarkkailu tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti loppuvuodesta myös 2023. Pirttilammen näyte jäi kuitenkin hankalien sääolosuhteiden (mm. heikko jäättilanne) takia syksyllä ottamatta. Näytteet on otettu maaliskuussa 2024.

Purkuvesien laskusuunnassa kalsiumin ja lievästi myös natriumin pitoisuudet ovat olleet suurimmillaan Koivupuron tarkkailupisteellä viitaten kuivatusvesien vaikutukseen. Typen ja rikin osalta pitoisuustaso oli Koivupurossa vuonna 2021 suurempi kuin aiemmin, mutta taso oli purosedimenttien mediaanitasoa (Tenhola & Tarvainen 2008) pienempi. Typen ja rikin osalta kuivatusvesien purkureitillä maksimipitoisuudet on mitattu Pieni-Hietasen syvänteen tarkkailupisteellä, mikä selittynee paremmilla sedimentaatio-olosuhteilla. Puro- ja jokivesistöissä sekä pienikokoisessa Pirttilammessa sedimentaatio-olosuhteet ovat heikommalla nopean virtauksen sekä veden vaihtuvuuden seurauksena. Fosforin, kaliumin ja raudan osalta ei Koivupuron tarkkailupisteeltä ole käytettävissä aiempia tuloksia, mutta pitoisuustaso oli vuonna 2021 purosedimenttien mediaanitasoon verrattuna pieni. Etenkin fosforin, mutta myös raudan ja lyijyn osalta alempana vesistössä todettiin suurempia pitoisuuksia kuin Koivupurossa. Lyijyn ja sinkin osalta pitoisuudet olivat vuonna 2021 Koivupurossa hiukan pienemmät kuin vuonna 2013, ja myös kadmiumin ja arseenin osalta pitoisuudet olivat erittäin pienet tai alle laboratorion määrittämissä.

Sedimenttien metallipitoisuuksien suuruutta voidaan arvioida suuntaa antavasti vertailemalla pitoisuuksia PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) raja-arvoihin. Vuoden 2021 sedimenttinäytteiden metallipitoisuudet alittivat PIMA-asetuksen alemman ohjearvon kaikissa näytteissä. (AFRY Finland Oy, 2024). Seuraavan kerran sedimenttitarkkailu on vuorossa vuonna 2029. Pieni-Hietasen pisteellä tarkkaillaan sedimenttejä lisäksi vuonna 2025. Sedimenttien tarkkailutulokset vuodelta 2013–2024 on esitetty kokonaisuudessaan vuoden 2024 tarkkailutulosten yhteydessä luvussa 10.4.

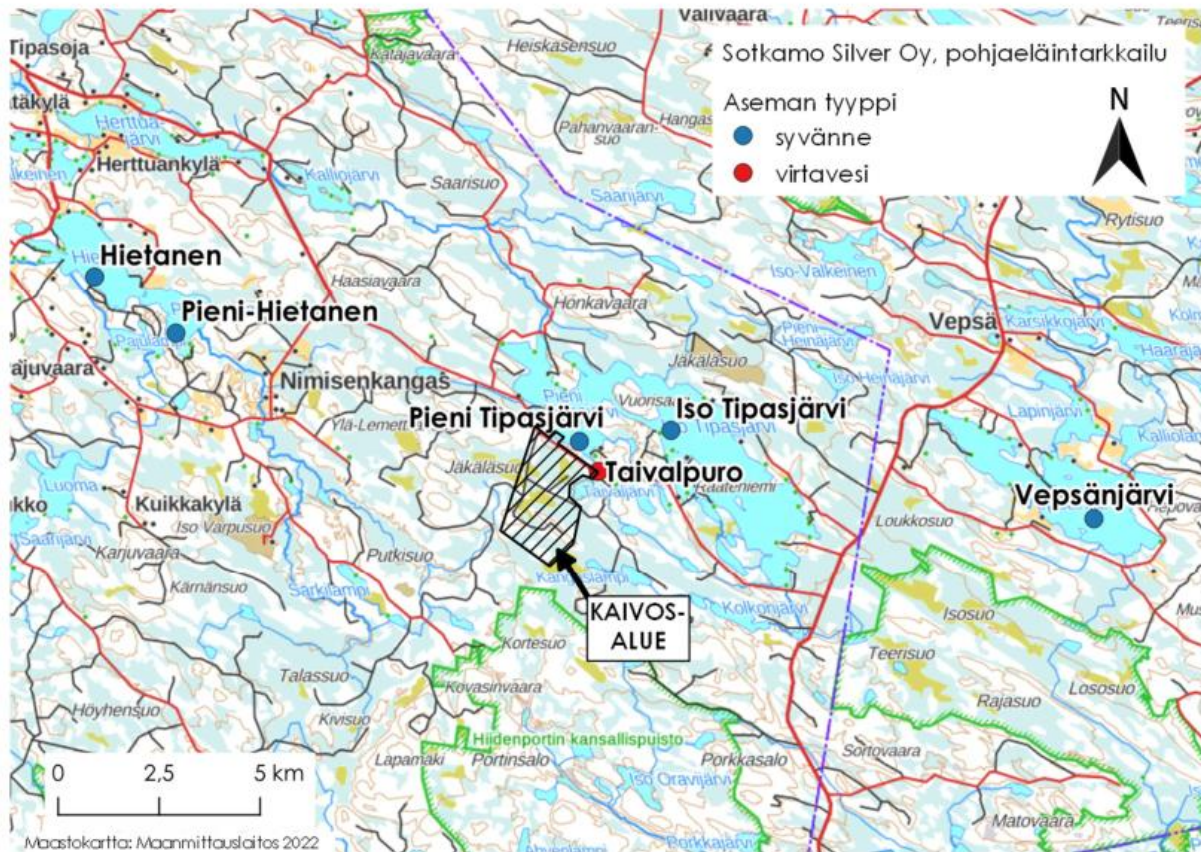
### 3.10 Pohjaeläimet

Tarkkailuohjelman mukaista pohjaeläintarkkailua aikaistettiin vuodelle ja se tehtiin vuoden 2023 loppupuolella ja tarkkailuohjelman mukaisesti myös vuonna 2024. Edelliset tarkkailut ovat vuosilta 2021 (AFRY 2022) ja 2018 (Eurofins Ahma Oy 2018). Vuoden 2024 raportti ei ole vielä valmistunut tämän raportin valmistumiseen mennessä ja se lähetetään sen valmistuttua.

Ohjelman mukaisesti pohjaeläimiä seurataan Koivupuron reitillä kahdella virtavesipaikalla Koivupurossa ja Nimisenjoessa ja viideltä järvi- ja lampipaikalla; Pieni Hietanen, Hietanen ja Pieni Tipasjärvi sekä Tipasjärvi ja Kuhmon Vepsänjärvi (kuva 3-7).

Näytteitä on yritetty ottaa myös aiemmin tarkkailun kohteena olleilta Koivupuroilta ja Nimisenjoelta, mutta ne eivät soveltuneet näytteenottoon ainakaan lokakuussa 2023. Koivupuro kulkee havaintopaikalla maanpintatason alle kovertuneessa, jyrkkäreunaisessa uomassa uoman leveyden ollessa vain joitain kymmeniä senttejä. Koivupuron soveltumattomuus on todettu myös aiemmassa

tarkkailuraportissa (AFRY 2022). Nimisenjoella syksyn sateiden aiheuttama suuri virtaama esti pohjaeläinnäytteenoton vuonna 2023. Normaalisyksyinä paikka soveltuu näytteenottoon.



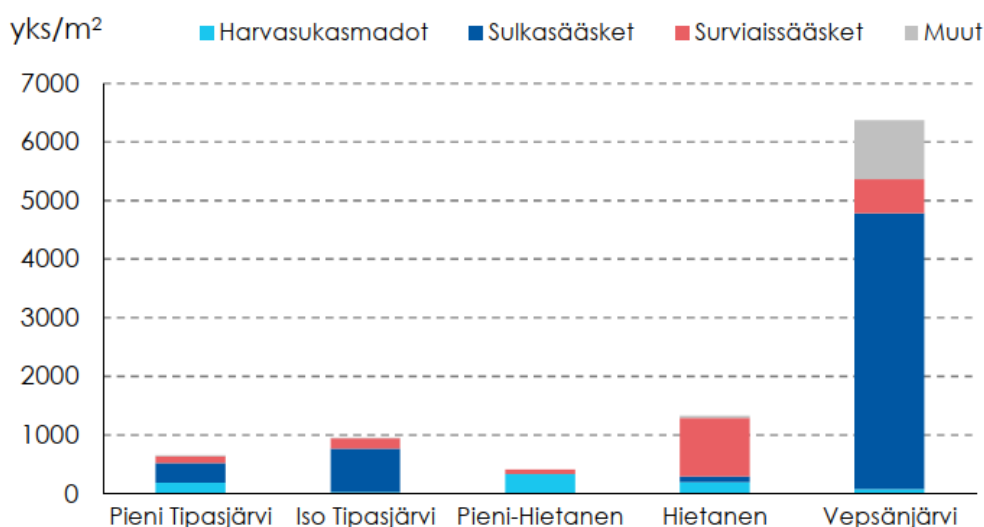
**Kuva 3-7. Sotkamo Silver Oy:n pohjaeläintarkkailun näyteasemien sijainti vuonna 2023.**

Taivaljärveltä oli myös tarkoitus ottaa näytteet vuonna 2023. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, koska järvestä oli tehty kosteikko ja vedenpintaa oli laskettu niin alas, että järvi oli käytännössä kadonnut. Tämän takia uudeksi tarkkailukohteeksi valittiin järven laskuoja Taivalpuro, josta löytyi virtavesinäytteenottoon soveltuva paikka. Pohjaeläinnäytteet otettiin siten 18.–19.10.2023 viideltä syväneasemalta ja vain yhdeltä virtavesiasemalta.

Koivupuroa ja Nimisenjokea ei ole virallisesti tyypitelty pintavesityypiltään, mutta pohjaeläinselvityksessä ne on arvioitu kuuluvaksi hyvin pienet turvemaiden joet -pintavesityyppiin. Koska ne kuuluvat Oulujoen vesistöalueeseen, niille käytetään eteläisen Suomen vertailuarvoja. Indeksien laskentaa varten Taivalpuro määritettiin kuuluvan Etelä-Suomen hyvin pienet turvemaiden joet -jokityyppiin (PtHE). Puroja ei ole virallisesti luokiteltu. Järvistä Pieni Tipasjärvi, Iso Tipasjärvi, Pieni Hietanen ja Hietanen kuuluvat runsashumuksisten järvien järvityyppiin (Rh). Vepsänjärvi kuuluu keskikokoisten humusjärvien tyyppiin (Kh).

### 3.10.1 Syväneaset

Kaivosaluetta lähinnä olevan Pienen Tipasjärven pohjaeläimistön taksoniluku oli kahdeksan, ja pohjaeläimistö kuuden metrin näyteasemalla koostui enimmäkseen sulkasääsken toukista (*Chaoborus flavicans*) ja *Potamothrix/Tubifex* -harvasukasmadoista (kuva 3-8). Surviaissääsken toukista runsaimpia olivat tummavetisille järville tyypilliset *Zalutschia zalutschicola* -toukat. Lisäksi tavattiin keskiravinteisilla pohjilla viihtyviä *Sergentia coracina* -toukkia, monenlaisilla pohjilla viihtyviä *Procladius* -toukkia ja ravinteisille pohjille tyypillisiä *Chironomus anthracinus* -toukkia. Chironomidi-indeksin perusteella pohja oli lievästi rehevä (taulukko 3-6).



**Kuva 3-8. Pohjaeläintiheydet ryhmittäin Sotkamo Silver Oy:n tarkkailun näyteasemilla vuonna 2023.**

**Taulukko 3-6. Tarkkailualueen pohjaeläimistön tunnuslukuja vuonna 2023.**

| Näyteasema       | Näytteenotto-syvyys (m) | Yksilötiheys (yks/m <sup>2</sup> ) | Yksilömäärä | Taksoniluku | Chironomidi-indeksi |
|------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|---------------------|
| Pieni Tipasjärvi | 6,5–6,7                 | 655,3                              |             | 8           | 2,3                 |
| Iso Tipasjärvi   | 20,0–20,8               | 954,4                              |             | 6           | 2,5                 |
| Pieni-Hietanen   | 23,3–23,8               | 413,1                              |             | 5           | 2,5                 |
| Hietanen         | 22,3–24                 | 1331,9                             |             | 7           | 2,5                 |
| Vepsänjärvi      | 13,6                    | 6367,5                             |             | 14          | 1,8                 |
| Taivalpuro       | 0,1–0,2                 |                                    | 10047       | 13          |                     |

Pienen Tipasjärven vieressä sijaitsevan Ison Tipasjärven pohjan (20 m) taksoniluku oli kuusi, ja sulkasääsken osuus pohjaeläimistössä oli suurempi kuin Pienellä Tipasjärvellä (kuva 3-8). Sulkasääsken toukkien jälkeen runsaimpia olivat *Procladius* -suvun surviaissääsketoukat. Ainoa havaittu Chironomidi-indeksilaji oli keskiravinteisten pohjien *Sergentia coracina* -toukat. Chironomidi-indeksi osoitti keskiravinteista pohjaa (taulukko 3-6).

Pieni-Hietanen sijaitsee noin 10 kilometrin päässä kaivosalueen länsipuolella. Järven taksoniluku (5) oli tutkituista järvistä pienin. Näyteaseman syvyys oli noin 23 metriä. Pohjaeläimistö koostui valtaosin *Potamothrix/Tubifex* -harvasukasmadoista, toiseksi yleisimpiä olivat *Sergentia coracina* -surviaissääsketoukat. Sulkasääsken toukkaa todettiin vain yksittäin.

Pohjaeläimistön perusteella laskettu PICM-arvo ilmentää erinomaista ekologista tilaa vuonna 2023. Humuspitoisista järvistä ei lasketa PMA-indeksiä. Luokittelumuuttujien arvot ovat vaihdelleet vuosien välillä ja esimerkiksi vuonna 2018 PICM-arvo ilmensi välttävää tilaluokkaa ja vuonna 2021 hyvää tilaluokkaa.

Myös Pieni-Hietasen asemalla *Sergentia coracina* oli ainoa Chironomidi-indeksilaji, ja indeksi osoitti siten keskiravinteista pohjaa.

Hietasen näyteasemalla (22–24 m) pohjaeläimistöä dominoivat *Sergentia coracina* -toukat. Näiden jälkeen toiseksi yleisimpiä olivat *Potamothrix/Tubifex* -harvasukasmadot. Sulkasääsken toukkia todettiin runsaammin kuin Pieni-Hietasen asemalla. Pohjaeläimistön taksoniluku oli seitsemän. Myös Pieni-Hietasen asemalla *Sergentia coracina* oli ainoa Chironomidi-indeksilaji, ja indeksi osoitti siten keskiravinteista pohjaa.

Kuhmon puolella sijaitsevan Vepsänjärven (13 m) pohjaeläintiheys oli syväneasemista korkein, mutta pohjaeläimistössä dominoivat sulkasääsken toukat. Sulkasääsken toukkien lisäksi havaittiin runsaasti *Psidium*- ja *Sphaerium* -sukujen piensimpukoita. Aseman taksoniluku oli syväneasemista korkein, ja etenkin surviaissääskilajisto oli monipuolinen. Surviaissääskilajistoon kuului sekä keskirehevien pohjien lajeja (*Polypedilum pullum*, *Sergentia coracina*) että rehevien pohjien lajeja (*Chironomus anthracinus*, *C. plumosus*). Chironomidi-indeksi osoitti rehevää pohjaa (1,8).

Syvänealueen ekologista luokkaa kuvaavan PICM-indeksin mukaan pohjaeläimistön tila oli kaikilla järvillä erinomainen (taulukko 3-7). Vepsänjärven pohjaeläimistö oli myös PMA-indeksin perusteella erinomaisessa tilassa.

**Taulukko 3-7. Näyteasemien syvännepohjaeläinindeksi PICM, prosentuaalinen mallinkaltaisuus (PMA), luokkarajat ja ekologinen luokitus 2023.**

| Vesimuodostuman tyyppi:        |      | Rh               | Rh             | Rh             | Rh          | Kh          |
|--------------------------------|------|------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|
| Havainnon nimi:                |      | Pieni Tipasjärvi | Iso Tipasjärvi | Pieni-Hietanen | Hietanen    | Vepsänjärvi |
| PICM havaittu arvo:            |      | 1,382            | 1,255          | 1,689          | 1,711       | 1,235       |
| PICM:n vertailuarvo (Malli 1): |      | 0,933            | 1,524          | 2,021          | 2,021       | 1,435       |
| PICM, luokkarajat:             | E/Hy | 0,747            | 1,219          | 1,617          | 1,617       | 1,148       |
|                                | Hy/T | 0,560            | 0,914          | 1,213          | 1,213       | 0,861       |
|                                | T/V  | 0,373            | 0,610          | 0,809          | 0,809       | 0,574       |
|                                | V/Hu | 0,187            | 0,305          | 0,404          | 0,404       | 0,287       |
| Ekologinen luokka              |      | erinomainen      | erinomainen    | erinomainen    | erinomainen | erinomainen |
| PMA havaittu arvo:             |      |                  |                |                |             | 0,467       |
| PMA:n vertailuarvo:            |      |                  |                |                |             | 0,406       |
| PMA, luokkarajat:              | E/Hy |                  |                |                |             | 0,334       |
|                                | Hy/T |                  |                |                |             | 0,250       |
|                                | T/V  |                  |                |                |             | 0,167       |
|                                | V/Hu |                  |                |                |             | 0,083       |
| Ekologinen luokka              |      |                  |                |                |             | erinomainen |

Pienen Tipasjärven, Ison Tipasjärven, Pieni-Hietasen ja Hietasen pohjaeläimistö koostui pääasiassa keskiravinteisille tai lievästi reheville pohjille tyypillisistä lajeista. Vähähappisille pohjille ja humusvesille tyypillisiä sulkasääsken toukkia todettiin vaihtelevia määriä. Vepsänjärven

pohjaeläimistön koostumus erosi jonkin verran muista syväneasemista, ja etenkin sulkasääsken toukkien osuus oli erittäin korkea.

Vuonna 2021 kaikki näyteasemat Vepsänjärveä lukuun ottamatta luokituivat indeksin perusteella erinomaiseen tai hyvään tilaluokkaan (AFRY 2022). Vepsänjärven tila oli vuonna 2021 tyydyttävä. Vuoden 2018 tarkkailussa ainoastaan Pieni Tipasjärvi oli erinomaisessa tilassa PICT-indeksin perusteella, Ison Tipasjärven, Pieni-Hietasen ja Hietasen pohjaeläimistön ilmentäessä vain välttävää ekologista tilaa (AFRY 2022). Sulkasääsken toukat ovat olleet yleisiä kaikilla näyteasemilla aiemminkin, mutta muu pohjaeläinlajisto on monipuolistunut vuodesta 2018, mikä selittää ekologisen tilan indeksien nousun. Edellisen tarkkailukerran alhaisempia indeksejä saattaa jossain määrin selittää se, että silloin rinnakkaisia näytteitä oli vain viisi. Vuonna 2023 rinnakkaisia näytteitä oli ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukaisesti kuusi.

### 3.10.2 Virtavesiasemat

Taivalpuron virtavesiasemalla vuonna 2023 pohjaeläinten kokonaisuusilömäärä oli 10047 yksilöä (taulukko 12.1). Taivalpuron pohjaeläimistö koostui suurelta osin mäkärän toukista, ja vesiperhosten, päivänkorentojen ja koskikorentojen lajisto oli köyhää. Tästä huolimatta EPT<sub>h</sub>-indeksi sai arvon hyvä, ja PMA:n perusteella Taivalpuro luokitui erinomaiseen luokkaan. Tyypipiimaisten taksonien indeksi jäi tyydyttäväksi.

Taivalpurossa dominoivat mäkärän toukat (Simuliidae), toiseksi runsain taksoni olivat Nemoura -suvun koskikorennot. Taksoniluku oli vain 13, mikä on virtavesiasemaksi hyvin alhainen. Etenkin vesiperhosten, koskikorentojen ja päivänkorentojen lajisto jäi vaatimattomaksi. Koskikorennoista todettiin vain edellä mainittuja Nemoura -toukkia, päivänkorennoista ainoa havaittu taksoni oli Leptophlebia ja vesiperhosista Taivalpurossa tavattiin vain kolme taksonia (Rhyacophila, Plectrocnemia conspersa ja Limnephilidae).

Kaksisiipisten toukkia puroissa tavattiin runsaasti. Mäkärän toukkien lisäksi surviaissääsket, polttiaiset ja pikkuvaaksiaiset olivat runsaita. Puroissa tavattiin myös harvemmin tavattavaa ja lähinnä kalattomissa lammissa ja puroissa viihtyvää Chaoborus obscuripes -lajin sulkasääsken toukkaa. Havainto saattaa selittyä sillä, että Taivaljärvi on muutettu kosteikoksi.

Taivalpuron ekologinen tila oli TT-indeksin perusteella tyydyttävä, EPT<sub>h</sub>-indeksin perusteella hyvä ja PMA-indeksin perusteella erinomainen.

Taivalpuron pohjaeläimistöä ei ole tutkittu aiemmilla tarkkailukierroksilla (AFRY 2022). Virtavesiasemaksi yksipuolinen pohjaeläimistö viittaa merkittäviin olosuhdemuutoksiin. Todennäköisin selitys on puron suuri vedenpinnan vaihtelu Taivaljärven säännöstelyn myötä. Kaivostoimintakin on saattanut vaikuttaa pohjaeläinyhteisöä köyhdyttävästi, mutta alkutilanteen tietojen puuttuessa ja vain yhden tarkkailukerran perusteella ei sen mahdollisia vaikutuksia pystytä erittelemään. Kaivoksen varsinaiset purkuvedet johdetaan kuitenkin toisaalle, ei Taivaljärven suuntaan.

Koivupuron tyypipiimaisten taksonit (TT) ja EPT-heimojen lukumäärä ilmensivät vuonna 2021 hyvää ekologista tilaa. Prosenttinen mallinkaltaisuus (PMA) ilmensi tyydyttävää tilaa. Taksoniluku oli verrattain pieni (17 taksonia). Koivupuron näytteissä havaittiin runsaasti purohoikkakorria (Leuctra

nigra), joka suosii kylmiä vesiä ja sietää muita koskikorentoja paremmin kohonneita metallipitoisuuksia ja matalaa pH:ta (Vuori ym. 1999). Yhden lajin runsas esiintyminen yhteisössä laskee PMA-indeksiä, minkä vuoksi PMA oli heikentynyt (AFRY Finland Oy, 2022). Koivupuron pohjaeläinpaikka on hienojakoista pohjaa, eikä siten ole täysin vertailukelpoinen, sillä ohjeistuksen (Aroviita ym. 2019) mukaan näytteet pitää ottaa paikasta, jossa on isoa ja/tai pientä kivikkoa. Nämä tekijät yhdessä ovat heikentäneet PMA-indeksiä.

Koivupuron purkureitin pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuutta arvioitiin PUROHELMI-hankkeessa tuotetun paikkatietopohjaisen mallinnetun aineiston avulla, joka kuvaa pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuutta. Koivupuro on luokiteltu PURO-HELMI-aineistossa luonnontilaisuusluokkaan 1 (suojeluarvo vähäinen, keskitarkka). Ollinjoki on luokiteltu Koivupuron liittymän alapuolella luonnontilaisuusluokkaan 4 (tila vain hieman heikentynyt, keskitarkka). Ollinjoen ja Pienen-Hietasen välisellä alueella on lisäksi luokiteltu joitakin lyhyitä uomaosuuksia eniten muuttuneisiin luonnontilaisuusluokkiin 1 (suojeluarvo vähäinen) ja 2 (tila voimakkaasti heikentynyt). (AFRY Finland Oy, 2024.)

Nimisenjoen tyyppiominaiset taksonit ja EPT-heimojen lukumäärä ilmentävät erinomaista ekologista tilaa, mutta prosenttinen mallinkaltaisuus ilmentää tyydyttävää tilaa vuoden 2021 näytteiden perusteella. Vuonna 2018 tyyppiominaiset taksonit ilmensivät erinomaista ekologista tilaa ja PMA hyvää tilaa (Eurofins Ahma Oy, 2018). Vuoden 2021 PMA-indeksiä heikensi hankikorrin (Taeniopteryx nebulosa) runsas osuus. Hankikorraa voi esiintyä paikoitellen runsaasti. Taksoniluku Nimisenjoella oli 29. Nimisenjoen lajisto oli varsin samankaltainen vuonna 2021 kuin vuonna 2018 (AFRY Finland Oy, 2022.)

### 3.11 Kasviplanktontarkkailu

Kasviplanktontarkkailu on osa kaivoksen ympäristötarkkailua. Havaintopaikat sijaitsevat Pieni-Hietanen ja Hietanen järvissä Koivupuron purkureitillä. Kasviplanktontutkimuksia on tehty vuosina 2016, 2019, 2023 ja 2024 (Zwerver 2017, Eurofins Ahma Oy 2020, KVVY Tutkimus Oy 2023 ja 2024).

Kasviplanktontarkkailussa arvioidaan järvien ekologista tilaa. Ekologinen tila luokitellaan neljän rehevöitymiselle herkän muuttujan avulla (Aroviita ym. 2019). Muuttujat ovat levämäärää kuvaava a-klorofyllipitoisuus ja kasviplanktonin kokonaisbiomassa sekä trofiaindeksi (eli TPI-indeksi) ja haitallisten sinilevien osuus kokonaisbiomassasta.

Tutkimusjärvien (Pieni-Hietanen, Hietanen ja Pieni-Tipasjärvi) keskimääräinen kasviplanktonbiomassa ja klorofyllipitoisuus olivat melko pieniä kuvastaen niukkatuottoisuutta. Myös pienet TPI-arvot ja sinilevien pieni biomassaosuus viittaavat vähäravinteisuuteen. Kaikissa järvissä kasviplanktonin ekologisen tilan luokittelumuuttujat sijoittuivat erinomaiseen tilaluokkaan.

Vuoden 2023 kasviplanktontarkkailun tulokset ilmensivät erinomaista ekologista tilaa Pieni-Hietanen–Hietanen vesimuodostumassa (KVVY Tutkimus Oy, 2024). Klorofylli a-pitoisuudet ilmentävät karuja vesiä. Sinilevien osuus biomassasta vuonna 2023 oli pieni. Vuonna 2019 kasviplanktonbiomassa on ollut melko pieni molemmissa järvissä ja TPI-arvot ovat viitanneet vähäravinteisuuteen. Vuonna 2016 kasviplanktonbiomassa on myös ilmentänyt karua järveä.

Havaintokertojen yleisimmät leväryhmät ovat olleet kulta-, nielu- ja piilevät sekä joskus piisuomukultalevät ja limalevä. Hietasen ja Pienen Hietasen näytteissä limalevää oli deni kuin edellisinä tutkimusvuosina. Pieni Tipasjärvessä elokuussa 2023 limalevää oli enemmän kuin muilla havaintokerroilla.

### 3.12 Kalastus ja kalat

Koivupuron purkureitin kalastoa on selvitetty sähkökoekalastuksilla ensimmäisen kerran vuonna 2022. Pieni-Hietanen – Hietanen vesimuodostumassa on tehty verkkokoekalastuksia vuosina 2013, 2018 ja 2022. Alueen kalastusta on selvitetty kalastustiedustelulla koskien vuosien 2013 ja 2017 kalastusta. Kaloista on selvitetty haitallisia aineita raskasmetallianalyysillä vuosina 2013 ja 2022.

Nimisenjoen Pekankosken koealalta saatiin syksyn 2022 koekalastuksissa ahventa, särkeä ja madetta, yhteensä n. 13,4 kpl/aari (Afry Finland Oy, 2023). Hietanen järvestä lähtevän Lontanjoen koealan kalasto oli hyvin samankaltainen, mutta lisäksi saatiin haukea ja yksi taimen (163 mm). Molempien koealojen saaliit koostuivat pääosin ahvenista, ja muita lajeja saatiin vain yksittäisiä. Yksilötiheys Lontanjoella oli n. 14 kpl/aari. Vuoden 2022 sähkökoekalastukset olivat tarkkailuhistorian ensimmäiset.

Pieni Hietanen – Hietanen vesimuodostumassa käsiteltiin verkkokoekalastuksissa yhtenä järvenä. Verkkokoekalastus suoritettiin vuonna 2022. Verkkokoekalastuksia on tehty myös vuosina 2013 ja 2018. Saaliiksi vuonna 2022 saatiin ahventa, kiiskeä, kuhaa, lahnaa, madetta, muikkua ja särkeä. Kappalemäärän mukaan tarkasteltuna 56 % saaliista oli ahventa ja 29 % oli särkeä. Kuhan osuus oli 5 % ja muiden lajien osuudet alle 5 %. Painon perusteella tarkasteltuna ahvenen osuus saaliista oli 39 %, kuhan 31 % ja särjen 16 %. Pieni Hietanen – Hietanen vesimuodostumalle laskettu keskimääräinen koeverkkokalastuksen yksikkösaalis oli 5,2 kpl ja 303,4 g/verkkoyö. Pyydysyksikkösaaliin tulos on biomassaperusteisesti tyydyttävä ja yksilömäärään perustuen välttävä (Afry Finland Oy, 2022). Särkikalojen (särki ja lahna) osuus koekalastuspyynnin kokonaispainosta oli vain 27 %. Kalaindeksien perusteella järven kalasto ilmensi indeksistä riippuen välttävää, tyydyttävää, tai erinomaista tilaa (Afry Finland Oy, 2023). Indeksejä tarkasteltiin runsashumuksisten järvien vertailuarvojen avulla. Yksikkösaaliin kappalemäärän perusteella saalis ilmensi välttävää tilaa ja painon perusteella tyydyttävää tilaa. Särkikalojen vähäinen osuus kuvasi erinomaista tilaa. Indeksejä laskiessa kuivatusvesien oletettiin pienentävän kappale- ja massamääräisiä yksikkösaaliita (AFRY Finland Oy, 2023).

Verkkokoekalastusta voidaan vertailla vuoden 2018 tuloksiin. Vuonna 2013 koekalastus toteutettiin pääosin matalien alueiden pohjaverkkopyynnillä, jolloin saalista tuli merkittävästi enemmän. Vuosina 2018 ja 2022 osa verkoista oli pinta- ja välivesiverkkoja. Vuonna 2018 kokonaissaalis oli suurempi lukumääräisesti ja painon mukaan tarkasteltuna kuin vuoden 2022 saalis. Lajiston koostumus oli melko samanlainen molempina vuosina. Vuonna 2022 ei saatu saaliiksi haukea eikä salakkaa, mutta saatiin made, jota ei saatu saaliiksi vuonna 2018. Särkikalojen osuus kalastossa on pysynyt samansuuruisena.

Vuonna 2017 alueella selvitettiin kalastusta tiedustelulla (Eurofins Ahma Oy, 2018). Kysely toteutettiin Maunusjoen, Lontanjoen ja Nimisenjoen vesireitillä järviolueet mukaan lukien. Tiedustelualueella

kalasti yhteensä noin 120 taloutta. Järvistä tyypillisimmät kalastuskohteet olivat Hietanen, Honkajärvi ja Alajärvi.

Tiedustelun mukaan Pieni-Hietasella kalasti 13 taloutta, jotka kaikki harjoittivat virvelikalastusta ja lisäksi käytettiin myös vähän verkkoja, mato-onkea ja pilkkiä. Saalis oli yhteensä 332 kg, josta lähes puolet oli kuhaa (46 %), kolmasosa haukea (32 %) ja ahventa noin neljännes (23 %). Keskimäärin yksi talous sai saalista noin 26 kg.

Hietasella kalasti arviolta 32 taloutta. He kalastivat virvelillä, katiskoilla, verkoilla ja pienessä määrin mato-ongella, pilkillä ja pitkäsiimalla. Kokonaissaalis oli 578 kg, josta lähes puolet oli haukea (44 %). Kuhaa saatiin lähes kolmannes (29 %) ja ahventa neljännes (25 %). Kalastaneiden talouksien keskimääräinen saalis oli 18 kg.

Jokialueista kalastus kohdistui lähinnä Lontanjokeen. Lontanjoki alkaa Hietasen luusuasta. Lontanjoella kalasti arvion mukaan 29 taloutta. Tyypillisin kalastusmuoto oli virvelikalastus. Kalastajien kokonaissaalis oli noin 200 kg, josta suurin osa oli haukea (44 %), ahventa (19 %) ja istutettua kirjolohta (19 %).

Lontanjoen ja Nimisenjoen kalojen lihasnäytteistä mitatut nikkelin, lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet olivat vuonna 2022 hyvin pieniä kaikilla näytekalloilla. Ainoa enimmäispitoisuuden raja-arvon lievä ylitys oli Nimisenjoelta saadun ahvenen elohopeapitoisuus (0,51 mg/kg). Muut näytekalojen mitatut metallipitoisuudet jäivät huomattavasti enimmäispitoisuuksien raja-arvojen alapuolelle. (AFRY Finland Oy, 2023.)

Pieni-Hietasella kalasti vuonna 2017 saalistiedustelun perusteella 13 taloutta, joista kaikki harjoittivat virvelikalastusta (virveli/vetouistelu). Muita pyydyksiä käytettiin selvästi satunnaisemmin. Kalastaneiden talouksien kokonaissaalis oli 332 kg, josta kuhaa oli 46 %, haukea 32 % ja ahventa 23 %. Yli puolet saaliista saatiin virvelillä. Keskimääräinen talouskohtainen saalis oli noin 26 kg. Vastaavasti vuonna 2013 Pieni-Hietasella oli kalastanut yhdeksän taloutta. Valtaosa kalansaaliista (562 kg) saatiin katiskalla ja virvelillä (virveli/vetouistelu) ja tavallisimmat saalisajit olivat hauki (56 %) ja ahven (22 %). Talouksien keskisaalis oli noin 65 kg/talous. (Sotkamo Silver Oy 2022) (AFRY Finland Oy, 2024.)

Hietasella kalasti vuonna 2017 arviolta 32 taloutta. Yleisimmin harjoitettuja pyyntimuotoja olivat virveli-, katiska- ja verkkokalastus. Virvelikalastusta (virveli/vetouistelu) harjoitti talouksista 78 %. Kokonaissaalis oli 578 kg, josta haukea 44 %, kuhaa 29 % ja ahventa 25 %. Lähes puolet kokonaissaaliista saatiin virvelikalastamalla. Talouksien keskisaalis oli 18 kg/talous. Vuonna 2013 Hietasella kalasti arviolta 20 taloutta ja kokonaissaalis oli 511 kg. Yleisimmät saalisajit olivat tuolloin kuha (43 %), hauki (36 %) ja särkikalat (13 %). Talouksien keskisaalis oli n. 25 kg/talous. (Sotkamo Silver Oy 2022) (AFRY Finland Oy, 2024.)

Pieni-Hietasessa kalojen raskasmetallien pitoisuudet olivat lyijyn, kadmiumin ja nikkelin osalta pieniä. Kadmiumin osalta pitoisuustaso jäi alle määritysrajan kaikissa näytekalloissa. Lyijyn ja nikkelin osalta sen sijaan todettiin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia. Nikkelin pitoisuus ylitti määritysrajan kahden näytekalan osalta. Mitatut pitoisuudet olivat kuitenkin pieniä (0,06–0,19 mg/kg). Lyijyn pitoisuudet ylittivät määritysrajan viiden näytekalan osalta, mutta pitoisuudet alittivat kalojen käyttökelpoisuudelle asetetun enimmäispitoisuuden (0,3 mg/kg). Pieni-Hietasessa näyteahventen

elohopeapitoisuus oli keskimäärin 0,6 mg/kg, näytehaukien 1,1 mg/kg ja näytekuhien 1,3 mg/kg. Hietasessa–Pienessä Hietasessa ja Tipasjoessa elohopean ympäristönlautunormin ylitys kalojen elohopeapitoisuudessa voi olla seurausta kaukolaskuunasta. Kaivoksen toiminnasta ei aiheudu elohopeakuormitusta alapuoliseen vesistöön. (AFRY Finland Oy, 2023.)

### 3.13 Vesisammalet

Kaivoksen alapuolisista virtavesistä tutkitaan vesisammalten metallipitoisuuksia osana ympäristötarkkailun biologista tarkkailua. Vesisammalten metallipitoisuuksia on tarkasteltu vuosina 2013, 2018 ja 2022.

Pohjassa kasvavina ja pitkäikäisinä eliöinä vesisammalet kuvaavat uoman pohjan myötäistä kuormitusta ja virtavesien tilaa. Vesisammalten tuoreiden versosien lehtisolukoihin kertyy mm. metalleja nopeasti ja kohonneet pitoisuudet säilyvät niissä pitkään (Ruoppa ja Heinonen 2004). Vesisammaliin kertyvät raskasmetallit ovat peräisin valuma-alueen maaperästä, josta liukenee ja kulkeutuu metalleja luontaisesti, sekä kuormituksesta kuten kaivosalueen jäte- ja sulamisvesistä, ja myös pienessä määrin ilmalaskuunasta. (AFRY Finland Oy, 2023.)

Raskasmetallipitoisuuksia on selvitetty vesisammalista tarkkailuohjelman mukaisesti. Vesisammalten metallipitoisuuksia tutkittiin vuonna 2022 kolmella näytepaikalla: Nimisenjoessa, Lontanjoessa ja Tipasjoessa. Laboratoriossa sammalnäytteestä määritettiin hopean, nikkelin, kromin, sinkin, lyijyn ja kadmiumin pitoisuudet.

Vesisammalten metallipitoisuudet olivat pääosin pienimmät Nimisenjoessa, jossa metallien pitoisuudet olivat sekä Ruotsin ympäristöviranomaisten ehdottamiin viitteellisiin ohjearvoihin nähden että vastaaviin suomalaisen aineiston perusteella määritettyihin ohjearvoihin nähden hyvin alhaiset tai alhaiset.

Lontanjoessa todettiin lyijyä ja hopeaa lukuun ottamatta tutkituista näytepaikoista suurimmat pitoisuudet. Lontanjoessa lyijyn pitoisuus oli ohjearvoihin nähden alhainen tai hyvin alhainen, kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet olivat kohtalaisen korkeat ja sinkin pitoisuus korkea.

Tipasjoessa puolestaan lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat alhaiset, kadmiumin pitoisuus alhainen tai kohtalaisen korkea ja nikkelin pitoisuus kohtalaisen korkea.

Vesisammalnäytteiden metallipitoisuudet on esitetty taulukossa 3-8. Vesisammalten metallipitoisuudet olivat pääosin pienimmät Nimisenjoessa. Nimisenjoessa metallien pitoisuudet olivat molempien ohjearvojen perusteella hyvin alhaiset tai alhaiset.

Lontanjoessa on todettu lyijyä ja hopeaa lukuun ottamatta suurimmat pitoisuudet. Lontanjoessa lyijyn pitoisuus oli ohjearvoihin nähden alhainen tai hyvin alhainen, kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet olivat kohtalaisen korkeat ja sinkin pitoisuus korkea. Tipasjoessa puolestaan lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat alhaiset, kadmiumin alhainen tai kohtalaisen korkea ja nikkelin pitoisuus kohtalaisen korkea.

Verrattaessa tuloksia aikaisempiin tutkimusajankohtiin, voidaan havaita vuosien kesken selvää vaihtelua. Tipasjoessa lyijyn pitoisuudet ovat vähentyneet tasaisesti vuodesta 2013 vuoteen 2022. Myös Nimisenjoessa ja Lontanjoessa lyijypitoisuus oli vuonna 2022 pienempi kuin vuonna 2013.

Nimisenjoessa kuitenkin mitattiin vuonna 2018 suurempi lyijypitoisuus. Sinkin ja nikkelin osalta sekä Nimisenjoessa että Tipasjoessa on todettavissa laskua vuoteen 2013 verrattuna. Lontanjoessa sen sijaan havaittiin aiempaa selvästi suurempi, ohjearvoihin nähden korkea, sinkkipitoisuus. Lontanjoen nikkelpitoisuudessa ei sen sijaan ole todettavissa muutosta. Kromin osalta suurimmat pitoisuudet on havaittu vuonna 2018.

**Taulukko 3-8. Vesisammalnäytteiden metallipitoisuudet vuonna 2022.**

| Näytepaikka | Kadmium<br>mg/kg ka | Kromi<br>mg/kg ka | Lyijy<br>mg/kg ka | Nikkeli<br>mg/kg ka | Sinkki<br>mg/kg ka | Hopea<br>mg/kg ka |
|-------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Tipasjoki   | 0,6                 | 1,1               | 2,4               | 12                  | 96                 | 1,2               |
| Nimisenjoki | 0,07                | 0,8               | 1,8               | 2,2                 | 42                 | <0,05             |
| Lontanjoki  | 1,7                 | 2                 | 1,7               | 22                  | 510                | <0,05             |

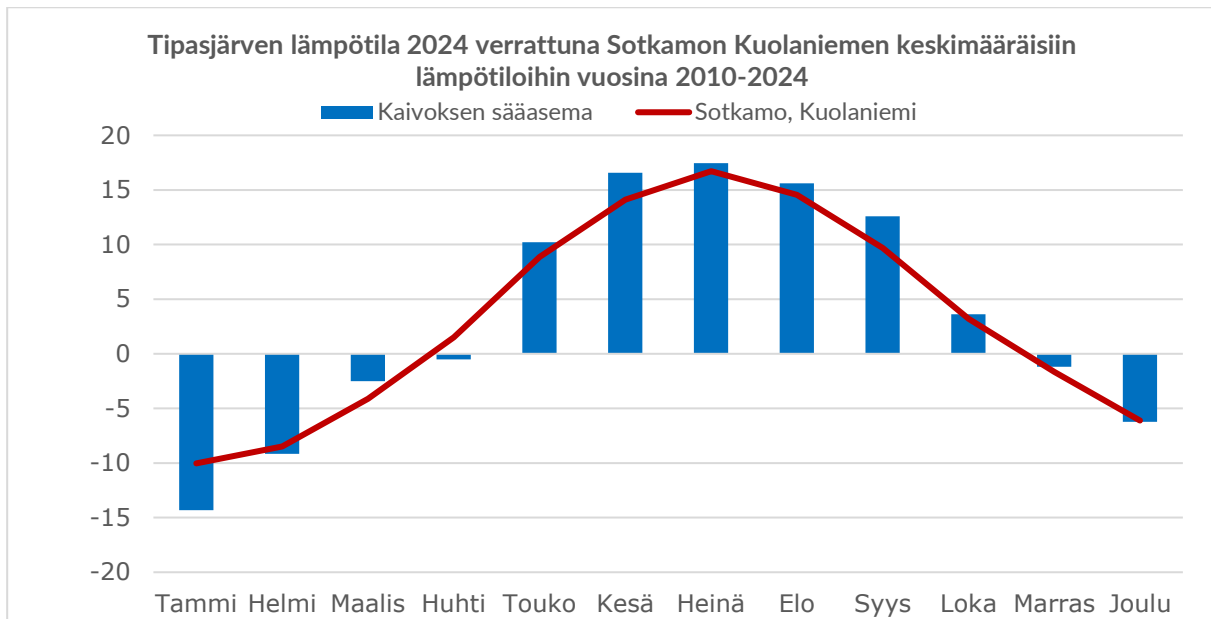
Kadmiumin, kromin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat pienempiä Nimisenjoessa kuin Lontanjoessa. Lontanjoki sijaitsee näistä kahdesta kauempana kaivospiiristä, joten suuremmat pitoisuudet ilmentävät ympäristöstä tulevaa muuta kuormitusta, eikä kaivokselta tulevaa kuormitusta. Nimisenjoen vesisammalten raskasmetallipitoisuudet ilmentävät hyvin alhaisia – alhaisia pitoisuuksia sekä Ruotsin viranomaisten viitteellisten arvojen mukaan että vastaavien ohjearvojen mukaan suomalaisen aineiston perusteella. Lontanjoen sammalten lyijypitoisuus ilmensi alhaista pitoisuutta ja kadmium-, nikkeli ja sinkkipitoisuudet kohtalaisen korkeita – korkeita pitoisuuksia. Kromille ja hopealle ei ole viitteellisiä ohjearvoja. Hopeapitoisuus oli alle määrittäysrajan molempien paikkojen vesisammalissa.

### 3.14 Kaivosalueen sää

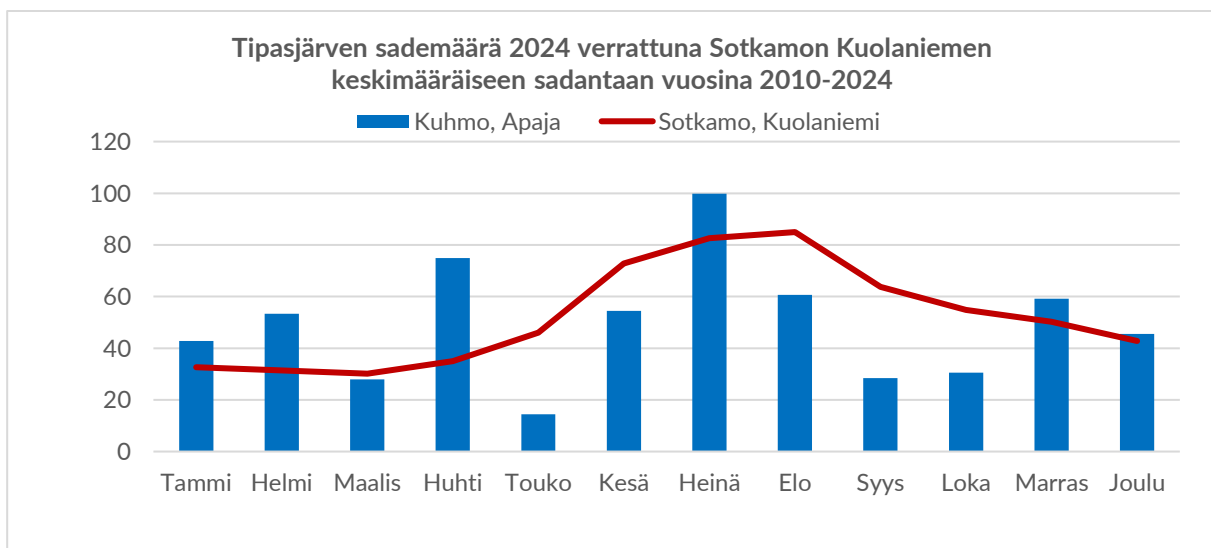
Kaivokselle on asennettu vuonna 2014 oma sääasema, jolla on mitattu lämpötilaa ja sademäärää. Sääasema on ollut toiminnassa, mutta sen kyky kerätä lunta on ollut vuosittain heikohko, mikä on näkynyt vertailtaessa kaivoksen ja Sotkamon Kuolaniemen sääasemien sadantatietoja. Sateet voivat toki olla myös paikallisia. Sääaseman sademäärän mittausta on poistettu käytöstä ja sademääränä käytetään lähimmän sääaseman Kuhmon Apajan sademääriä. Kaivoksen sääaseman lämpötilalukemat ovat kuitenkin hyvin lähellä Ilmatieteen laitoksen Sotkamon Kuolaniemen sääaseman lämpötiloja.

Kaivoksella mitattu vuoden 2024 keskilämpötila oli +2,8 °C ja se on 0,3 °C alempi kuin Kuolaniemen pitkän aikavälin keskimääräinen lämpötila vuosina 2010–2024. Hieman matalampia lämpötiloja mitattiin tammi-helmikuussa kesäkuu ja varsinkin syyskuu olivat vastaavasti hieman lämpimämpiä kuin Kuolaniemellä (3-9).

Verrattaessa kaivosalueen sademäärää Kuolaniemellä mitattuihin pitkän aikavälin keskiarvoihin (2010–2024), vuosi 2024 oli kaivosalueella hieman vähäsateisempi (673,7 mm) keskimääräiseen Kuolaniemen sademäärään (689,5 mm) verrattuna (3-10). Vuoden vähäsateisin kuukausi oli toukokuu ja sateisimmat kuukaudet olivat huhti- ja heinäkuu.



**Kuva 3-9. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärä 2024 sekä Sotkamon Kuolaniemen vastaavat pitkän aikavälin (2010-2024) keskiarvot (Ilmatieteen laitos 2024).**



**Kuva 3-10. Kuukausittaiset sademäärät verrattuna Sotkamon Kuolaniemen keskimääräiseen sadantaan vuosina 2010-2024.**

## 4 Käyttötarkkailu 2024

### 4.1 Tuotantotiedot

Vuonna 2024 rikastamon syöte oli 497 000 t malmia. Hopea- ja kultapitoinen lyijyrikaste (2 573 t) toimitettiin jatkojalostukseen asiakkaalle Rönnskäriin Ruotsiin ja hopeapitoinen sinkkirikaste (3 140 t) Kokkolaan. Pyriittirikastetta tuotettiin yhteensä 14,4 tonnia, josta suurin osa myytiin. Rikasteet sisälsivät 1 166 000 unssia hopeaa, 2 595 unssia kultaa, 729 tonnia lyijyä ja 1 642 tonnia sinkkiä.

Avolouhoksessa ei ole ollut maanpäällistä louhintaa vuoden 2022 heinäkuun jälkeen, joten tuotantolouhintaa on ollut ainoastaan maanalaisessa kaivoksessa kokonaislouhintamäärän ollessa 720 731 tonnia. Tästä määrästä louhos- ja perämalma oli 502 605 tonnia ja sivukiveä 218 126 tonnia. Sivukiveä käytettiin kaivostäyttöön 235 600 t, eikä sitä ole läjitetty maanpäälliselle sivukivialueelle. Rikastushiekkaa muodostui yhteensä 478 153 t ja sen keskimääräinen virtauspainotettu rikki-pitoisuus oli 0,26 %. Rikastushiekkaa käytettiin patoalueen korotuksiin ja kaivoksen täyttöön yhteensä 89 301 t. Koivumäestä ei ole louhittu tarvekiveä vuonna 2024.

### 4.2 Kaivostoiminnassa syntyneet jätteet

Sotkamo Silverin toiminnassa syntyneet jätteet on koottu taulukkoon 4-1 ja urakoitsijoiden toiminnassa syntyneet erilliskerätyt jätteet taulukkoon 4-2. Muilta osin urakoitsijat ovat käyttäneet Sotkamo Silverin järjestämää jätehuoltoa. Jätehuollon kuljetuksista, vastaanotosta ja asianmukaisesta jatkokäsittelystä on huolehtinut Lassila & Tikanoja Oy, Lokapalvelu Kähkönen Oy sekä Kuljetus ja maarakennus Perätaalo Oy.

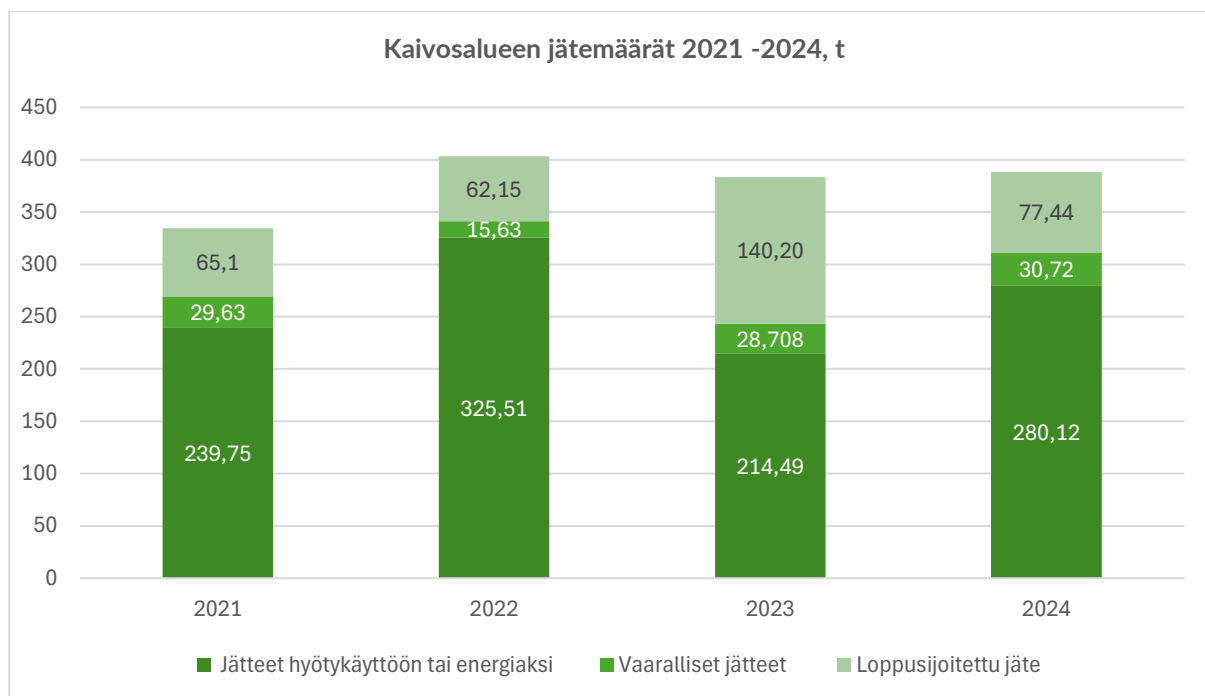
Kierrätysmetallit ja kaapelit on toimitettu Kajaanin Romu Oy:lle. Jätteet on raportoitu valtion hallinnon tietojärjestelmään YLVA:an kaikkien toimijoiden yhteismäärinä. Kaivosalueella ei ole syntynyt POP-jätettä. Koko alueella syntyneet jätemäärät ja niiden loppusijoitus on esitetty seuraavissa kuvissa 4-1 ja 4-2.

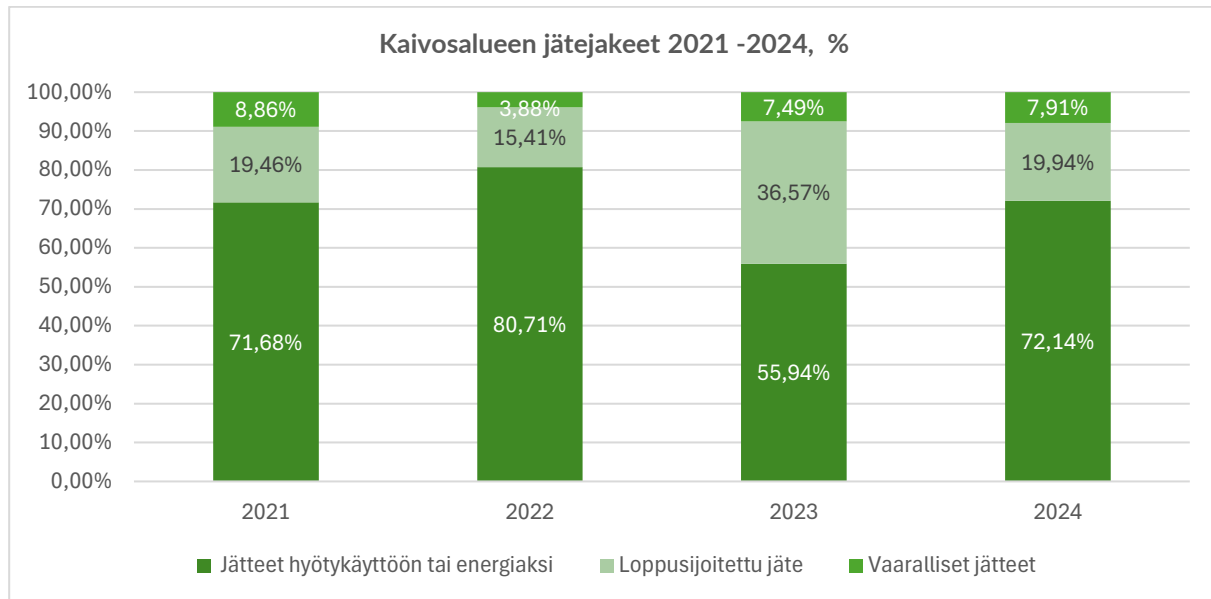
**Taulukko 4-1. Sotkamo Silverin toiminnassa syntyneet jätteet ja jätemäärät vuonna 2024.**

| Jätelaji                                    | kg/a   | EWC-koodi | R/D -koodi |
|---------------------------------------------|--------|-----------|------------|
| <b>Vaaralliset jätteet</b>                  |        |           |            |
| Käytetty voiteluöljy                        | -      | 13 02 05* | R12B       |
| Kirkas voiteluöljy, vesipitoisuus alle 10 % | 1663   | 13 01 13* | R12B       |
| Aerosolijäte                                | -      | 16 05 04* | D14        |
| Öljyinen jäte                               | 6 597  | 16 07 08* | R12.2      |
| Sähkö- ja elektroniikkajäte                 | 280    |           |            |
| <b>Hyödynnettävät jätteet</b>               |        |           |            |
| Sekapelti + pienmetalli                     | 42 440 | 17 04 07  | R12B       |
| Sekakaapeli                                 | 2700   | 17 04 11  | R12B       |
| Rakennusjäte                                | 35 440 | 17 09 04  | R12B       |
| Pahvi                                       | 900    | 20 01 01  | R13        |
| Puhdas puu                                  | 20 900 | 20 01 38  | R12B       |
| Muovi                                       | 100    | 20 01 39  | R13        |
| <b>Loppusijoitetut jätteet</b>              |        |           |            |
| Sekajäte energiaksi                         | 5 094  | 20 03 01  | R12A       |
| Sakokaivo ja umpikaivolietteet              | 42 000 | 20 03 04  | R12B       |
| Biojäte                                     | 4 704  | 20 01 08  | R03B       |

**Taulukko 4-2. Urakoitsijoiden toiminnassa syntyneet jätteet ja jätemäärät vuonna 2024.**

| Jätelaji, kg/a                      | Veljekset<br>Toivanen Oy | CRS | Tipaskone<br>Oy |
|-------------------------------------|--------------------------|-----|-----------------|
| <b>Vaaralliset jätteet</b>          |                          |     |                 |
| Nestemäinen syanidijäte             |                          | 700 |                 |
| Kiinteä syanidijäte                 |                          | 100 |                 |
| Käytetty voiteluöljy                | 9 900                    |     | 120             |
| Öljy ja pesuaine-erotin, pintaneste | 5 300                    |     |                 |
| Hydrauliikkaletkujäte               | 1 987                    |     | 7               |
| Aerosolijäte                        | 96                       |     |                 |
| Lyijyakkujäte                       | 500                      |     | 60              |
| Öljyinen jäte*                      | 4 079                    |     | 52              |
| <b>Hyödynnettävät jätteet</b>       |                          |     |                 |
| Sekajäte energiaksi                 | 21 357                   |     | 420             |


**Kuva 4-1. Sotkamo Silverin kaivosalueella syntyneet jätteet 2021-2024.**

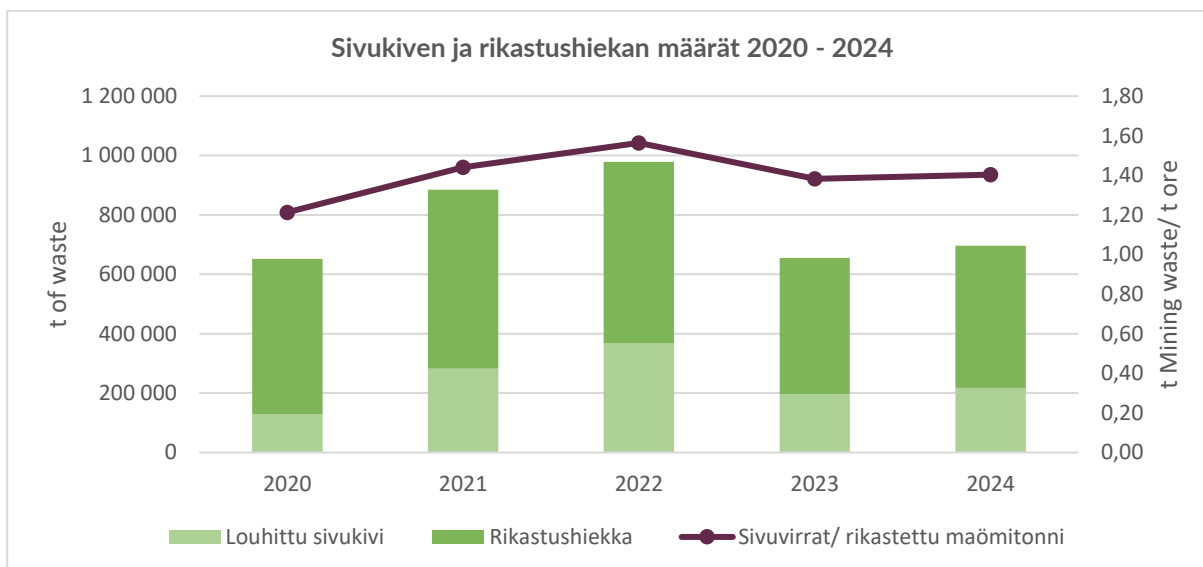


**Kuva 4-2. Sotkamo Silverin kaivosalueella syntyneiden jätteiden loppusijoitus, % 2021- 2024.**

#### 4.2.1 Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet

Sotkamo Silverin kaivostoiminnassa syntyy kaivannaisjätteinä sivukiveä ja rikastushiekkaa. Kaivannaisjätteen hallintaa ohjaavat ympäristöluvan vaatimukset sekä yhtiön periaatteet jätteen synnyn minimoimisesta ja uusiokäytön edistämisestä. Jätteen syntyä ehkäistään suunnittelulla ja kaivostoiminnan aikataulutuksella, ympäristöluvan mukaisesti suoraan maanalaisen kaivoksen täyttöön sijoitettu sivukivi ei ole kaivannaisjätettä. Sivukiven louhinta ajoitetaan siten, että materiaalit kyetään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti suoraan maanalaisen kaivoksen täydyssä, eikä sivukiveä kuljeteta sivukivialueelle varastoitavaksi.

Louhittu sivukivi on hyödynnetty vuoden 2024 aikana kokonaan kaivostäytössä. Rikastushiekkaa hyödynnetään rakennusmateriaalina rikastushiekka-altaan patokorotuksissa. Tavoitteena on lisätä rikastushiekan hyödyntämistä ja tämän vuoksi vuonna 2023 aloitettiin sen käyttö kaivostäytössä. Hyödyntämätön rikastushiekka loppusijoitetaan rikastushiekka-altaaseen, joka suljetaan toiminnan päätyttyä kaivoksen sulkemissuunnitelman mukaisesti. Sivukivialueelle ei jää toiminnan jälkeen loppusijoitettua sivukiveä, koska se hyödynnetään kokonaisuudessaan toiminnan aikana kaivostäytössä. Sivukivialueelle läjitetty sivukivi on tämän hetken arvion mukaisesti hyödynnetty kokonaan kaivoksen täyttöön vuoden 2025 aikana.



**Kuva 4-3. Sivukiven ja rikastushiekan määrät sekä niiden suhde rikastettua malmimäärää kohti.**

Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet on esitetty taulukossa 4-3 ja kaivannaisjättemäärien kehittyminen kaivostoiminnan aikana rikastettuun malmimäärän suhteutettuna vuosina 2020–2024 kuvassa 4-3.

**Taulukko 4-3. Toiminnassa syntyneet käsitellyt sivukivi- ja rikastushiekkamäärät, sekä niiden hyödyntäminen.**

| Vuosi                | 2021      |                 | 2022      |                 | 2023      |                 | 2024      |                 |
|----------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| Sivuvirrat           | Sivu-kivi | Rikastus-hiekka | Sivu-kivi | Rikastus-hiekka | Sivu-kivi | Rikastus-hiekka | Sivu-kivi | Rikastus-hiekka |
| Tuotettu määrä, t    | 282 861   | 602 000         | 368 262   | 611 109         | 197 368   | 458 551         | 218 126   | 478 153         |
| Hyödynnetty määrä, t | 282 861   | 16 000          | 344 373   | 165 750         | 197 368   | 41 644          | 235 639   | 89 301          |
| Hyödynnetty osuus, % | 100       | 3               | 94        | 27              | 100       | 9               | 100       | 19              |

### 4.3 Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet

Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivoksen vaarallisten kemikaalien käsittelylle ja varastoinnille on myönnetty Tukesin lupa 1759/36/2014. Kemikaalien käytön valvojana on toiminut vuoden 2023 maaliskuun loppuun asti rikastamon päällikkö ja sen jälkeen rikastamon tuotantovastaava/käyttöpäällikkö.

Taulukossa (taulukko 4-4) on esitetty vuoden 2024 aikana käytetyt prosessi- ja laboratoriokemikaalit, polttoaineet ja räjähteet sekä niiden määrät. Määrät sisältävät alueella toimivien urakoitsijoiden käyttämät kemikaalit sekä polttoaineet ja ne on kirjattu TUKESin tietojärjestelmään Kemidigiin. Räjähdyksineiden varastointilupa siirrettiin vuoden 2023 alussa Tapojärvi Oy:ltä Veljekset Toivanen Oy:lle, matriisin ja sen kiihdyttimen varastointilupa on edelleen Forcit Oy:llä. Nestekaasulaitoksen käytönvalvojana toimii Nevel Oy.

**Taulukko 4-4. Kemikaalien, polttoaineiden ja räjähteiden käyttömäärät 2024.**

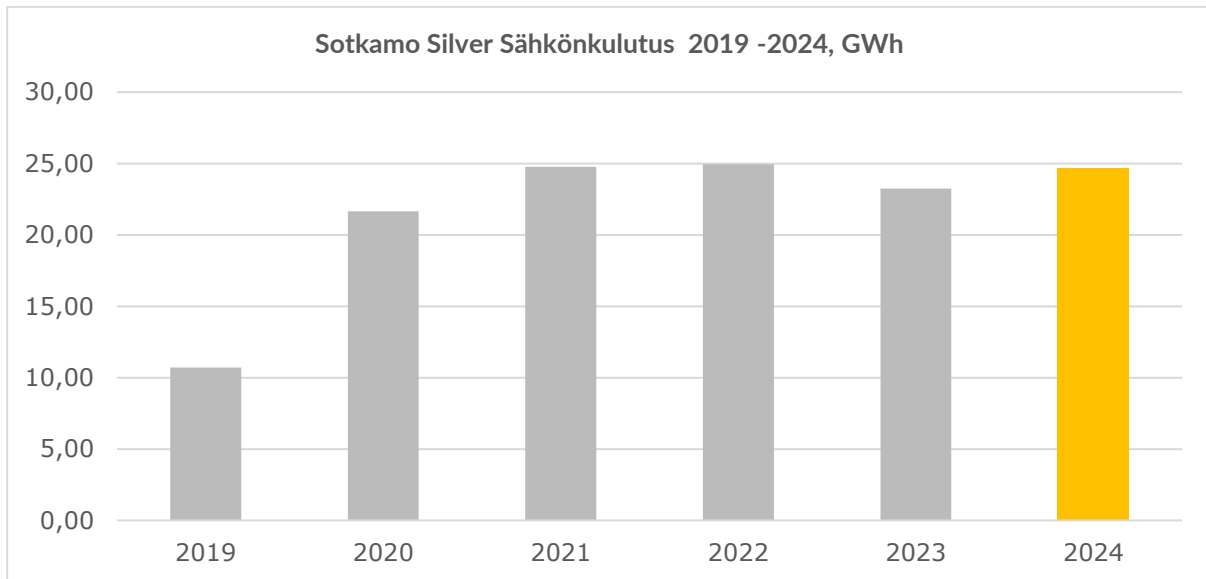
| <b>Kemikaalin käyttökohde</b>            | <b>Kulutus (t)</b> |
|------------------------------------------|--------------------|
| <b>Tuotantokemikaalit</b>                |                    |
| Prosessikemikaalit                       | 156                |
| Sammutettu kalkki                        | 344                |
| <b>Polttoaineet</b>                      |                    |
| Nestekaasu                               | 201                |
| Lämmityspolttoöljy                       | 8,54               |
| Polttoöljy                               | 718                |
| Diesel                                   | 60,2               |
| <b>Vesienkäsittelykemikaalit</b>         | 61,1               |
| <b>Laboratoriokemikaalit</b>             | 0,73               |
| <b>Voiteluaineet ja huoltokemikaalit</b> | 89,1               |
| <b>Räjähteet</b>                         |                    |
| Matriisi ja herkistin                    | 624                |
| Räjähdyksineet                           | 23,7               |
| Nallit ja langat (kpl)                   | 57 600             |

Sotkamo Silverin kemikaalilupa on päivitetty ja täydennetty hakemuksesta vuoden 2023 aikana, (Tukes 8449/03.04/2023, 14.2.2024). Kemikaaliturvallisuuslain mukainen määräaikaistarkastus pidettiin kaivoksella 1.11.2024, (TUKES). Tarkastukseen sisältyi prosessiturvallisuusjärjestelmän arviointi.

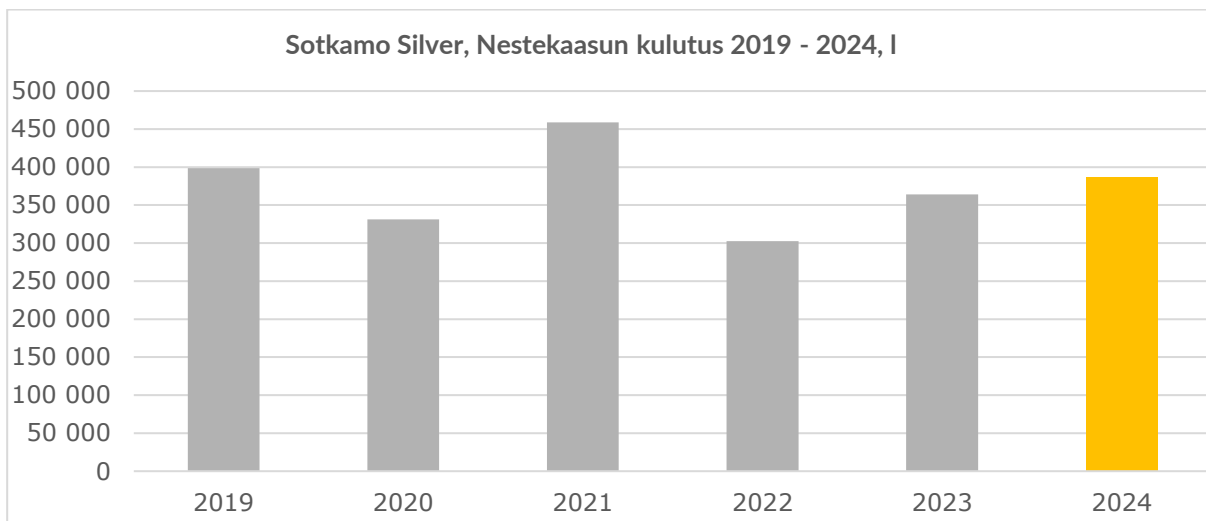
Kemidigissä sähköisenä ylläpidettävä ja päivitetty kemikaaliluettelo määrä- ja varastointitietoineen on tämän vuosiraportin liitteenä 6. Markkinoille luovutettuja kemikaalisäädösten mukaisia valmisteita ovat rikasteet ja Suomen alueelle maahantuotu kemikaali Aerophine, joiden määrätietoilmoitukset raportoidaan sähköisesti TUKESille vuosittain maaliskuun loppuun mennessä.

#### 4.4 Energian kulutus

Vuonna 2024 sähkön kulutus oli yhteensä 24 5379 MWh, loistehoon kului tämän lisäksi 5,326 MWh. Maanalaisen kaivoksen lämmityspolttoaineena käytettävän nestekaasun määrä oli 201,2 t ja rikastesiilon lämmittämiseen käytettiin kevyttä polttoöljyä 10 048 l. Kuvassa 4-4 on esitetty sähkönkulutus ja kuvassa 4-5 nestekaasun kulutus kaivoksen tuotantotoiminnan aikana.



**Kuva 4-4. Sähköenergian kulutus kaivoksen toimintavuosina 2019–2024.**



**Kuva 4-5. Nestekaasun kulutus kaivoksen toimintavuosina 2019–2024.**

## 5 Vastuullisuus

Sotkamo Silverin vastuullisuusraportti, joka julkaistaan vuosittain yhtiön internet sivuilla, kertoo toiminnastamme vuonna 2024. Se käsittää yhtiön vastuullistyön keskeiset tavoitteet, toimenpiteet ja mittarit. Raportti mukaillee kansainvälisen Global Reporting Initiative -standardin (GRI) ohjeistusta. Sotkamo Silverin julkaisee vastuullisuusraportin osana Sotkamo Silver AB:n vuosikertomusta neljäntenä peräkkäisenä vuotena, linkki vuoden 2023 raporttiin ([Vuosikertomus-ja-vastuullisuusraportti-2023-sotkamo-silver](#)).

Sotkamo Silverin toiminta perustuu vahvasti vastuullisuuteen ja paikallisuuteen. Yhtiön vastuullisuustyön suoritustasoa arvioidaan toimialakohtaisella Towards Sustainable Mining (TSM) Suomi -standardilla, jossa yhtiö saavutti vähintään A-tason kaikissa standardin osa-alueissa ulkoisen arvioijan todentamana joulukuussa 2024. A-tason saavuttaminen edellyttää sitoutumista vastuullista toimintaa edistäviin periaatteisiin ja päämääriin, osa-aluekohtaisten toimintasuunnitelmien toimeenpanoa, niistä raportointia ja viestintää. Teemme yhteistyötä kyläyhdistysten, kalastusosakaskuntien, paikallisten asukkaiden ja viranomaisten kanssa.

Kaivostoiminnan vastuujärjestelmä, joka tunnetaan nykyisin virallisesti nimellä TSM Suomi, perustuu kansainväliseen Towards Sustainable Mining (TSM) -standardiin. TSM on maailmanlaajuisesti tunnustettu kestävyysohjelma, joka tukee kaivosyhtiöitä keskeisten ympäristö- ja sosiaalisten vastuullisuustehtävien hallinnassa. TSM oli ensimmäinen kaivosalan standardi, joka edellytti raportointia ulkopuolisen arvioijan varmentamana.

Tällä hetkellä TSM Suomen kaivostoiminnan vastuujärjestelmään kuuluu kahdeksan osa-aluetta: Sidosryhmäyhteistyö (1), Luonnon monimuotoisuuden hallinta (2), Rikastushiekan hallinta (3), Vesienhallinta (4), Ilmastonmuutoksen hallinta (5), Työterveys ja -turvallisuus (6), Kriisinhallinta (7) ja Kaivoksen sulkeminen (8). Tasoluokitus on jaettu viiteen luokkaan (C, B, A, AA, AAA), joista alin C-luokka edustaa Suomessa voimassa olevaa lainsäädäntöä. Kaivostoiminnan vastuullisuustaso arvioidaan edellä mainituilla viidellä tasolla, lukuun ottamatta kriisinhallinnan vastuullisuustasoa, joka arvioidaan joko hyväksytyksi tai ei-hyväksytyksi.

Sotkamo Silver saavutti AA-tason sidosryhmäyhteistyössä, A-tason kaikissa muissa osa-alueissa ja täytti vaatimukset kriisinhallinnassa. Ulkopuolinen asiantuntija todensi kaikki osa-alueet joulukuussa 2024.

### 5.1 Kaivoksen toiminnassa syntyneet hiilidioksidipäästöt

Vuodesta 2023 alkaen Sotkamo Silverin hiilijalanjälki on laskettu noudattaen World Resources Instituten (WRI) ja World Business Council for Sustainable Developmentin (WBCSD) kasvihuonekaasuprotokollaa (GHG-protokolla). Vuosien 2022–2024 CO<sub>2</sub>-päästöt on esitetty taulukossa 5-1.

Vuoden 2024 laskennan Scope 1 - ja scope 2 -päästöt sisältävät Sotkamo Silverin omien ja urakoitsijoiden ajoneuvojen sekä koneiden ja laitteiden polttoaineen kulutuksen (scope 1) sekä ostosähkön (scope 2). Ostosähkön aiheuttamat päästöt on laskettu sekä markkina- että sijaintiperusteisesti. Markkinaperusteinen huomioi uusiutuvan energian alkuperätakuut ja on laskettu

käyttäen The Association of Issuing Bodies, AIB (2023), European Residual Mixes -kertoimia. Sijaintiperusteinen perustuu Carbon Footprint Ltd:n kansalliseen sähkön päästökertoimeen, (2024). Päästöt on raportoitu näillä molemmilla tavoilla GHG-protokollan mukaisesti.

**Taulukko 5-1. Kaivosalueen CO<sub>2</sub>-päästöt (tCO<sub>2e</sub>).**

| Vuosi                                           | 2022          | 2023          | 2024          |
|-------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Scope 1</b>                                  |               |               |               |
| Räjähteiden käyttö <sup>1)</sup>                | 170           | 92            | 91            |
| Ajoneuvot (2)                                   | 3 068         | 2 805         | 2 543         |
| Oma lämmöntuotanto                              | 487           | 637           | 625           |
| <b>Scope 1 yhteensä</b>                         | <b>3 725</b>  | <b>3 533</b>  | <b>3 259</b>  |
| <b>Scope 2</b>                                  |               |               |               |
| Ostosähkö – Markkinaperusteinen <sup>3)</sup>   | 14 619        | 13 450        | 13 872        |
| Ostosähkö – Sijaintiperusteinen <sup>4)</sup>   | 1 768         | 1 142         | 2 332         |
| <b>Scope 2 yhteensä</b>                         | <b>3 725</b>  | <b>3 533</b>  | <b>3 259</b>  |
| <b>Scope 3</b>                                  |               |               |               |
| Ostetut tuotteet ja palvelut                    | 1 589         | 1 362         | 4 790         |
| Pääomahyödykkeet <sup>5)</sup>                  | -             | -             | 696           |
| Polttoaineiden valmistus ja sähkön loisteho     | 1 269         | 1 215         | 1 640         |
| Kuljetus ja jakelu (Saapuvat) <sup>6)</sup>     | 215           | 191           | 414,97        |
| Toiminnasta syntyvät jätteet <sup>7)</sup>      | 34            | 27            | 93,76         |
| Työmatkustus                                    | -             | -             | 5,09          |
| Työmatkaliikenne                                | 140           | 140           | 195,08        |
| Kuljetus ja jakelu (Lähtevä)                    | 267           | 545           | 562,34        |
| <b>Scope 3 yhteensä</b>                         | <b>3 514</b>  | <b>3 480</b>  | <b>8 397</b>  |
| <b>CO<sub>2</sub>-päästöt yhteensä</b>          |               |               |               |
| <b>Scope 1, 2 (markkinaperusteinen) &amp; 3</b> | <b>21 857</b> | <b>20 463</b> | <b>25 528</b> |
| <b>Scope 1, 2 (sijaintiperusteinen) &amp; 3</b> | <b>9 007</b>  | <b>8 154</b>  | <b>13 988</b> |

1) Sisältää urakoitsijoiden käyttämät räjähdysaineet

2) Sisältää urakoitsijoiden käyttämät polttoaineet

3) [https://www.aib-net.org/sites/-default/files/assets/facts/residual-mix/2023/AIB\\_2023 - Residual Mix FINALResults09072024](https://www.aib-net.org/sites/-default/files/assets/facts/residual-mix/2023/AIB_2023_-_Residual_Mix_FINALResults09072024).

4) [https://www.carbonfootprint.com/international\\_electricity\\_factors.html](https://www.carbonfootprint.com/international_electricity_factors.html)

5) vuosina 2022–2023 ei mukana laskennassa, ei sisällä kaivoksella vakituisesti urakoivia yrityksiä

6) Sisältää myös urakoitsijan räjähdysaineiden ja polttoaineiden kuljetukset

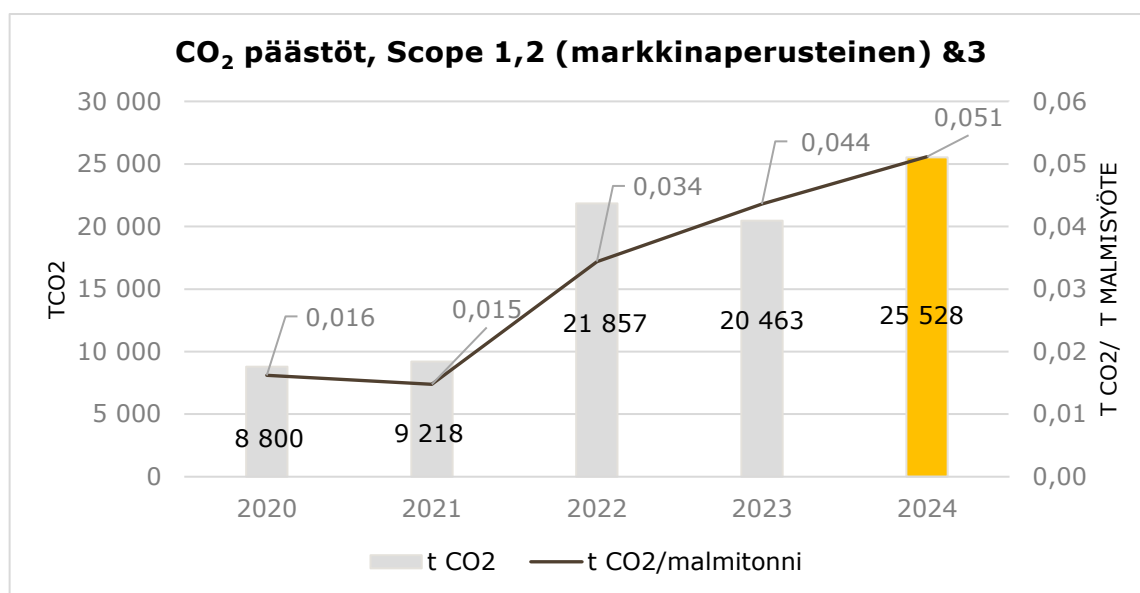
7) Sisältää kaivosalueella muodostuvat jätteet ml. urakoitsijat

Kaivosteollisuuden yleisen käytännön mukaisesti myös urakoitsijoiden kaivosalueella käyttämät räjähteet ovat osa scope 1- ja 2-laskentaa. Scope 3:ssa on vuoden 2024 osalta huomioitu taulukon 4-4 mukaiset olennaisimmat kategoriat sisältäen myös urakoitsijan hankkimat kaivoksen tumentatarvikkeet ja varustelut sekä niiden kuljetukset.

Kaivoksella muodostuneet hiilidioksidipäästöt olivat sähkömarkkinaperusteisesti laskettuna vuonna 2023 yhteensä 25 528 t ja edellisvuonna 20 463 t. Scope 1 ja 2 päästöt koostuivat sähköstä, kaivoksella käytetyistä polttoaineista ja maanalaisen kaivoksen lämmitykseen käytetystä kaasusta. Edellisvuosia korkeammat päästöt 2023–2024 päästöjen kasvaminen johtuu Scope 2 raportoinnissa

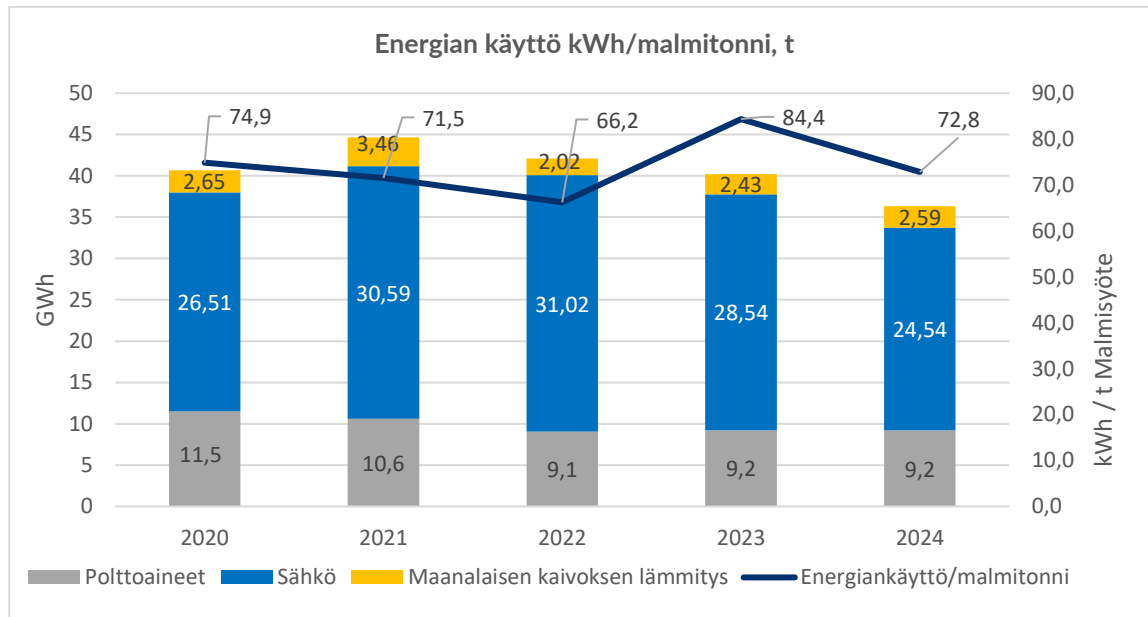
markkinaperusteisen sähkön päästökertoimen käyttämiseen siirtymiseen, Scope 3:n kuuluvien ostettujen tuotteiden, palveluiden ja pääomahyödykkeiden yksityiskohtaisemmasta raportoinnista, lisätyihin kategorioihin kuuluu myös liikematkustus. Hiilidioksidipäästöjen määrä vuosina 2020–2024 suhteutettuna rikastettua malmitonnia kohti on esitetty seuraavassa kuvassa 5-1.

Sähkön markkinaperusteinen laskennallinen päästökerroin on vuonna 2024 on edelleen kasvanut. Tämä kuitenkin ohjaa paljon energiaa käyttävää teollisuutta käyttämään uusiutuvia energialähteitä. Sijaintiperusteinen päästökerroin ei huomioi sähköntuotannon alkuperää, vaan ainoastaan keskimääräisen sähköenergian tuotannon päästöt.



**Kuva 5-1. Kaivosalueen sijaintiperusteisesti 2020-2021 ja vuodesta 2022 lähtien markkinaperusteisesti raportoidut hiilidioksidipäästöt.**

Kaivosalueella käytettävän energian käyttöä seurataan kuukausittain ja energiatehokkuusindeksi lasketaan rikastettua malmimäärää kohti. Tämä kuvaa hyvin yhtiön energiankäytön tehostamista käytännössä, koska se huomioi myös tuotantomäärässä tapahtuvan muutoksen. Energiatehokkuuden kehittyminen on kuvattu kuvassa 5-2.



**Kuva 5-2. Kaivosalueen energiatehokkuuden kehittyminen.**

## 5.2 Sidosryhmätoiminta

Sotkamo Silverillä olemme sitoutuneet läpinäkyvään ja avoimeen toimintaan. Haluamme rakentaa luottamusta ja vahvoja suhteita sidosryhmiimme.

Teemme aktiivista yhteistyötä sidosryhmiemme kanssa, ja esittelemme mielellämme heille toimintaamme ja sen vaikutuksia. Keskeisimmät sidosryhmämme, heidän odotuksensa ja yhteistyömenetelmät on tunnistettu. Tunnistetut sidosryhmät ovat kiinnostuneita toiminnastamme ja odottavat siltä jatkuvuutta.

Paikallisyhteisöjen edustajista koostuva seurantaryhmä kokoontui vuonna 2024 viisi kertaa. Seurantaryhmään kuuluu kaivoksen lähialueen vakituksia ja kesäasukkaita, maanomistajia, kyläyhdistyksiä, kalastusosakaskuntia, Suomen luonnonsuojeluliiton Kainuun piiri, Sotkamon kunta, Metsähallitus ja paikallisviranomaiset. Kokouksissa käsiteltiin kaivoksen lupa-asioita ja päivittäisiä ympäristöasioita, vesienhallinnan ja käsittelyn muutoksia, meneillään olevaa rikastushiekka-altaan laajennuksen lupahakemusta ja ympäristövaikutustenarviointia, kaivosvastuujärjestelmän (TSM) osajärjestelmien kehittämistä, sekä esiteltiin kaivoksen tuotannollista toimintaa.

Seurantaryhmän kokousten lisäksi järjestimme Sotkamon kuntakeskuksessa kaksi lupaprosesseihimme liittyvää yleisötilaisuutta.

Seuraamme toimintaamme ympäristövaikutuksia tasoa viranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti ja julkaisemme kuukausittain tarkkailukonsultin lausunnon sekä vuosittain ympäristönsuojelun vuosiraportin. Nämä raportit sekä tiedot luvistamme löytyvät yhtiön verkkosivuilta. Sisäisen tarkkailun tulokset ja ympäristöasioiden raportti ELY-keskukselle ja Sotkamon kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle lähetettiin kuukausittain. Tarkkailukonsultin kuukausilausunnot vuoden 2021 alusta lähtien ovat olleet nähtävillä myös Sotkamo Silverin verkkosivuilla, [www.silver.fi](http://www.silver.fi).

### 5.3 Ympäristöpoikkeamat

Kaikki kaivoksen toimintaan liittyvät havainnot ja poikkeamat kootaan vuosittain yhteiseen poikkeamatietokantaan, johon kirjataan tapahtuman kuvaus, suunnitellut ja toteutetut korjaavat toimenpiteet. Vuonna 2024 raportoimme kaksi luparajan ylitystä. Lisäksi raportoimme yhden ympäristöpoikkeaman, jolla oli vähäisiä ympäristövaikutuksia, 13 ympäristöhavaintoa, joilla ei ole ympäristövaikutuksia kaivoksen ulkopuolella ja yhden yhteydenoton kaivoksen ulkopuolelta.

Ympäristöluparaja ylittyi vuonna 2024 kokonaistypen ja -fosforin vesistökuormituksen osalta. Ravinneylityksistä huolimatta tarkkailutiedot osoittavat edelleen erinomaista ekologista tilaa eikä lähimmissä luokitelluissa järvissä ole viitteitä rehevöitymisestä. Poikkeamat jaotellaan seuraavasti:

- Ympäristöluparajan ylitys
- Ympäristöpoikkeama, josta aiheutuu vaikutuksia kaivoksen ulkopuolelle, mutta ei luparajaylitystä
- Ympäristöhavainto, jolla ei vaikutusta kaivosalueen ulkopuolelle
- Huomautus tai yhteydenotto kaivoksen ulkopuolelta kaivostoimintaa koskien

Taulukkoon 5-2 on koottu vuoden 2024 ympäristöpoikkeamat jaoteltuna vakavuuden ja poikkeamaan johtaneen syyn mukaan.

**Taulukko 55-2. Ympäristöpoikkeamat 2024.**

| Poikkeamaan johtanut syy             | Huomautus tai yhteydenotto | Ympäristö-havainto | Ympäristö-poikkeama | Ympäristöluparajan ylitys |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| Koneet ja laitteet                   |                            | 5                  |                     |                           |
| Kemikaalien käsittely ja varastointi |                            | 2                  |                     |                           |
| Vesien ja rikastushiekan hallinta    |                            | 6                  | 1                   | 2                         |
| Kaivostoiminta                       | 1                          |                    |                     |                           |
| <b>YHTEENSÄ</b>                      | <b>1</b>                   | <b>13</b>          | <b>1</b>            | <b>2</b>                  |

Ympäristöluvan luparajan ylityksiä oli kaksi ja sisäisiä poikkeamia tai havaintoja oli 13 kappaletta:

- Ympäristöluvasta poikkeamiset ovat typpi- ja fosforikuormituksen ylittyminen ja kevään sulamisaikaan tapahtunut ylivuoto kaivoksen selkeytysaltaalla S3. Ympäristöluvasta poikkeamisista on raportoitu Kainuun ELY-keskukselle.
- Vesienkäsittelyyn tai rikastushiekan hallintaan liittyvät 6 sisäistä havaintoa johtuivat mm. putkivuodoista kaivoksessa, linjojen ulkoisista vaurioitumisista ja bioreaktorien toimintahäiriöistä, sekä S3-altaan pinnan nousemisesta ylivuotoputken tasolle. Kemikaalien käsittelyyn liittyvät havainnot on kirjattu valuma-altaan puuttumisesta ja kiinteän kemikaalin säkin rikkoutumisesta. Sisäisistä poikkeamista ei ole aiheutunut vaikutuksia kaivosalueen ulkopuolelle.
- Koneiden ja laitteiden sisäiset poikkeamat liittyivät öljy- tai jäähdytysainevuotoihin, jotka aiheutuivat maanalaisen kaivoksen tai maanpäällisen kunnossapidon työkonien letkujen vuodoista.
- Yhteydenotto kaivoksen ulkopuolelta koski melua, jota epäiltiin räjähdysainevuotoihin, jotka aiheutuivat maanalaisen kaivoksen tai maanpäällisen kunnossapidon työkonien letkujen vuodoista.

Ympäristölupamääräysten mukainen luparaja ylitettiin sekä typen että fosforin kohdalla. Tehtyjen toimenpiteiden ansiosta typpikuormitus alapuoliseen vesistöön pieneni huomattavasti. Kaivoksen alapuolisissa vesistöissä rehevöitymistä rajoittava minimiravinne on fosfori. Fosforin vesistöjä rehevöittävä vaikutus perustuu fosforinkiertoon, jossa kokonaisfosfori hajoaa fosforihapon rehevöittävään fosfaattimuotoon. Valtaosa kaivoksen fosforikuormituksen aiheuttaa fosfinaattifosforiyhdiste, joka ei tarkkailutietojen ja tutkimustiedon perusteella hajoa rehevöitymistä aiheuttavaksi fosfaattifosforiksi.

Tarkkailun perusteella Pieni-Hietasen ja Hietasen fosfaattipitoisuus on kohonneesta kokonaisfosforikuormituksesta huolimatta pysynyt kaivoksen alapuolisessa vesistössä hyvin alhaisena, eikä myöskään pintavesistön tilan klorofyllitarkkailussa kasvukaudella ole havaittu normaalista poikkeavaa levänmuodostumista. Klorofyllipitoisuus mittaa lehtivihreällisten planktonlevien runsautta vedessä. Tulos on suoraan verrannollinen levän määrään ja siten järven rehevyystasoon.

Kokonaisravinnekuormituksesta ei siten ole aiheutunut vesistöjen sisäistä kuormitusta eikä havaittavaa vaikutusta vesistöjen leväntuotantoon tai rehevöitymiseen. Tehtyjen selvitysten mukaisesti (Weeefiner Oy, 2024) rikastamon prosessikemikaalina käytettävän ditiofosfinaatin ei ole todettu hajoavan rehevöittäväksi fosfaatiksi. Vuonna 2024 hopeakaivokselta vesistöön johdettu kokonaistypen ravinnekuormitus on näkynyt jonkin verran kohonneina pitoisuuksina Koivupuron sekä lievemmin Ollinjoen tarkkailupisteissä. Pitoisuudet laimenevat merkittävästi jo Ollinjoessa ennen Pirttilampea. Vuosien 2020–2024 tarkkailutulosten perusteella kasvukauden aikaista ravinteille asetettujen erinomaisen tilan raja-arvojen ylityksiä ei ole tapahtunut, lukuun ottamatta Pieni-Hietasen kokonaistyyppiä vuosina 2020 ja vähäisessä määrin vuonna 2023 (Kuva 5). Kokonaisvaikutuksen ei katsota heikentävän vastaanottavan vesistön tilaa. Typpipitoisuuksien tilapäisen kasvun ei arvioida lisäävän enää oleellisesti näiden järvien perustuotantoa tai aiheuttavan muita merkittäviä muutoksia vesimuodostuman biologisiin tekijöihin, koska perustuotantoa rajoittavana ravinteena on fosfori.

Aiemmin tehtyjen vaikutusarviointien ja sittemmin tehdyn tarkkailun mukaan ravinnepitoisuuksien kasvaminen tai tilapäinen nousu Hietanen – Pieni-Hietanen vesimuodostumassa ei johda ekologisen tilaluokan heikentymiseen hyvää alhaisemmalle tasolle. Kaivoksen purkuvedessä oleva kokonaisfosfori on pääosin fosfinaattifosforia, joka ei saostu sedimenttiin, eikä siten lisää vesistön ravinnekuormaa. Typen poistamiseksi vesistä kaivoksen puhdistetut ylijäämävedet on johdettu bioreaktoreiden kautta, pintavalutuskentille, joilla on tarkkailutulosten perusteella tapahtunut edelleen typen poistoa. Pintavalutuskenttiä on kunnostettu syksyn 2024 aikana ja niiden tarkkailua on laajennettu tarkkailulaboratorion ottamin näyttein.

Vaikka kokonaistypen määrää on pystytty pienentämään bioreaktoreiden käyttöönottamisella ja pintavalutuskenttien kunnostamisella, yhtiön näkemyksen mukaan niiden toimintaa ja kosteikkokäsittelyä voidaan edelleen kehittää ja tehostaa typenpoistoa siten. Yhtiö pitää edelleen mahdollisena typettömän räjähdysaineen käyttöön siirtymistä kun räjähdysaine on kaupallisesti saataville ja sen käyttö todetaan turvalliseksi. Sitä ennen veteen päätyvän räjähdysaineen määrää vähennetään työmenetelmillä ja teknisin keinoin.

Rikastamon prosessikemikaalina käytettävä kokooja on fosforin happihapojohdannainen fosfiinihappo, jonka rikin kanssa muodostamat yhdisteet ovat erittäin liukoisia fosfinaatteja. Yhtiö selvittää edelleen fosfinaattien saostamista ja niiden mahdollista hajoamista vesistössä. Tähän mennessä tehtyjen tutkimusten sekä kaivoksen purkuvesien ja pintavesistön matalan fosfaattipitoisuuden perusteella fosfinaattien ei ole luonnon olosuhteissa todettu hajoavan rehevöittäväksi fosfaatiksi.

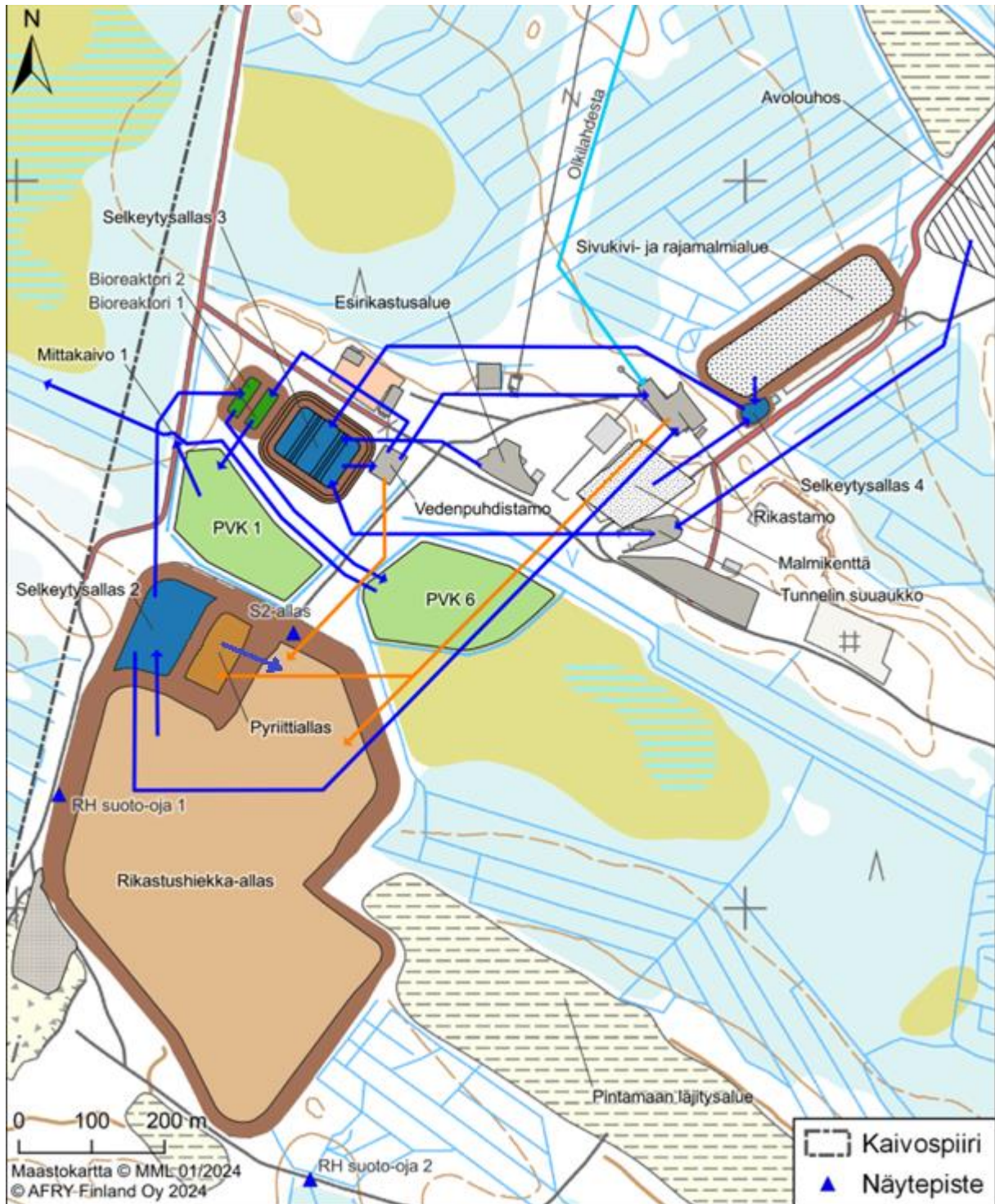
## 6 Vesien hallinta

Kaivosalueelta pois johdettavat vedet puhdistetaan ennen niiden laskemista vesistöön. Vedenkäsittelylaitoksen prosessi sisältää kemiallisen saostuksen ja kiintoaineen poiston hiekkasuodattimilla. Vedenpuhdistamolta poistuva puhdistettu vesi johdetaan typen poistamiseksi bioreaktoreille, josta ne johdetaan edelleen kosteikkokäsittelyyn. Kaivoksen toiminnan alussa syksyyn 2021 asti puhdistamolalle johdettiin vain maanalaisen kaivoksen kuivatusvesiä. Syksystä 2021 lähtien vedenpuhdistamolalle on johdettu myös sivukivi- ja rajamalmialueen sekä rikastamoalueen valumavedet.

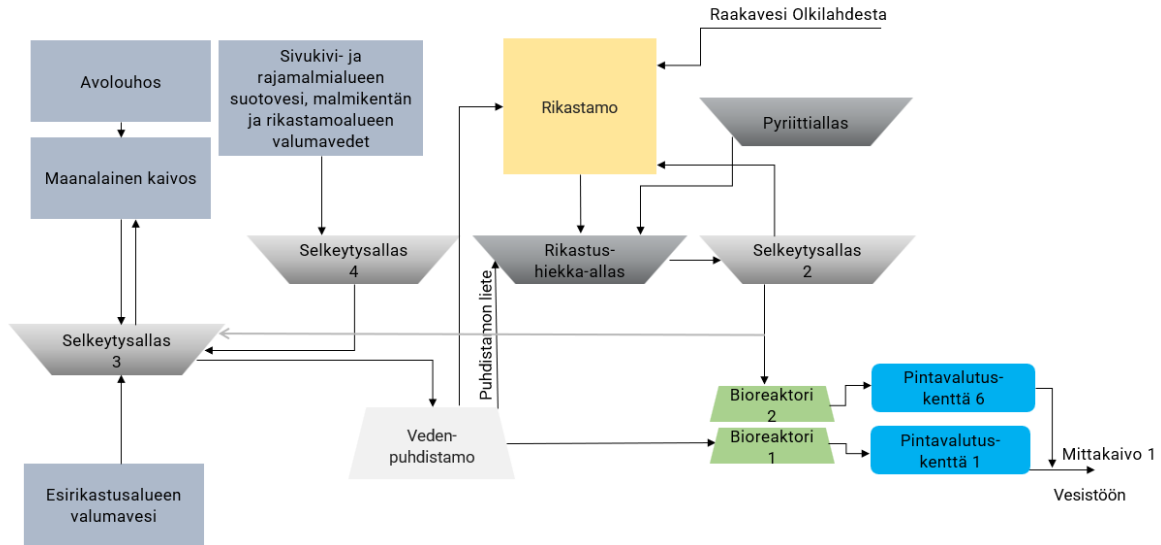
Typen poiston tehostamiseksi rakennetuista bioreaktoreista ensimmäinen valmistui joulukuun 2023 aikana. Bioreaktori 1:n kautta johdetaan pääsääntöisesti suurin osa vedenpuhdistamolta tulevasta vedestä pintavalutuskentälle PVK1. Bioreaktori 2 otettiin käyttöön huhtikuussa 2024. Sen kautta on johdettu pääosin rikastamon selkeytysaltaan S2-vettä pintavalutuskentälle PVK6. S2-Altaan juoksutusten loputtua marraskuun alussa on vedenpuhdistamon vesistä ohjattu n. 30 % Bioreaktori 2:n kautta pintavalutuskentälle PVK1. Kaivoksen vesien johtaminen on esitetty kuvassa 6-1.

Rikkirikaste altaaseen kertynyt vesi on pumpattu kalkkikäsittelyä käyttäen rikastushiekka-altaaseen.

Hopeakaivoksen vesikiertokaavio on esitetty kuvassa 6-1. Vesitasetta (kuva 6-2, kuva 6-3) seurataan jatkuvasti ja se raportoidaan valvovalle viranomaiselle kuukausittain. Avolouhokseen ja maanalaiseen kaivokseen purkautuvasta vedestä noin 75 prosenttia pumpataan käsittelyn kautta ulos kaivosalueelta ja noin 25 prosenttia tuotannossa käytettäväksi vedeksi rikastamolle. Tavoitteen mukaisesti yli 95 prosenttia kaivosalueella käytettävästä vedestä on kierrätysvettä, joka pumpataan rikastamolle allasalueelta tai vedenpuhdistamolta. Prosessissa käytettävä rikastushiekka-altaan kuivatusvesi ja allasalueelta palautettava vesi lasketaan sisäisen kierron vedeksi, jonka perusteella määritetään kuvassa 6-5 esitetty tuotannon vedenkäytön kierrätysaste. Järvivettä käytetään tuotannossa vain vähän ja prosessivesikiertoon otettavan veden määrää on vähennetty viime vuosina merkittävästi (kuva 6-4).



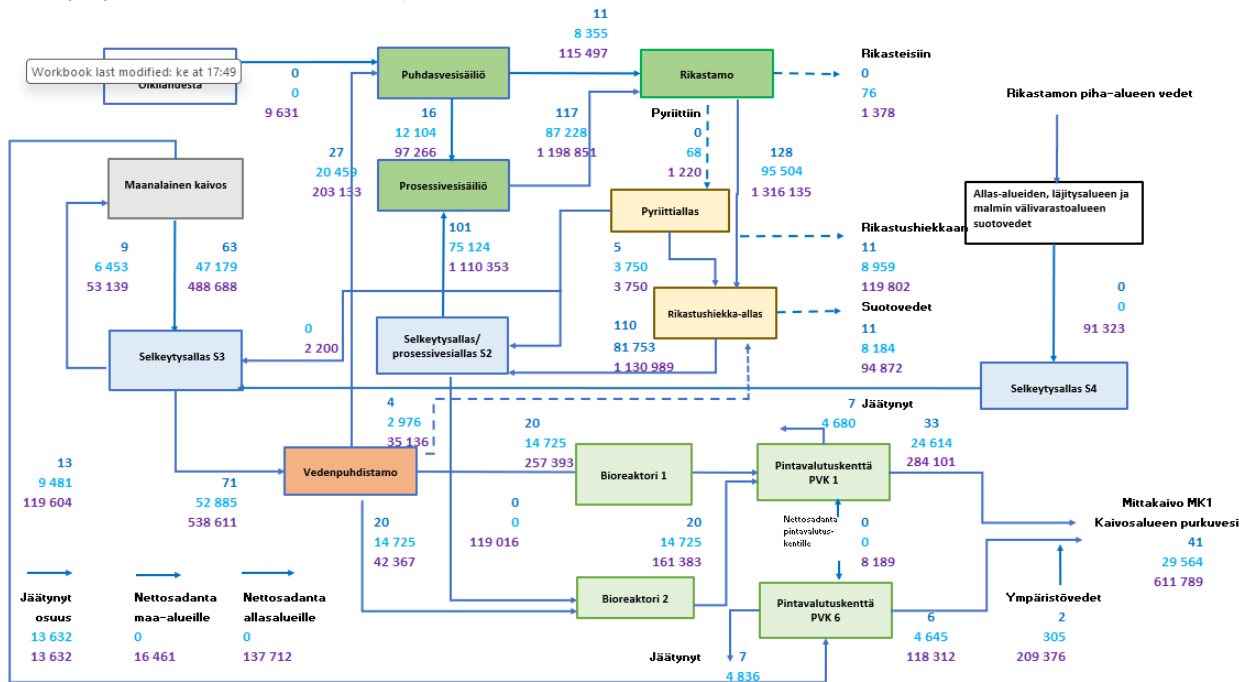
**Kuva 6-1. Kaivoksen vesien johtaminen on kuvattu sinisillä nuolilla ja lietteiden johtaminen sekä pyriitin lätjittäminen oranssilla nuolella.**



**Kuva 6-2. Hopeakaivoksen vesikiertokaavio.**

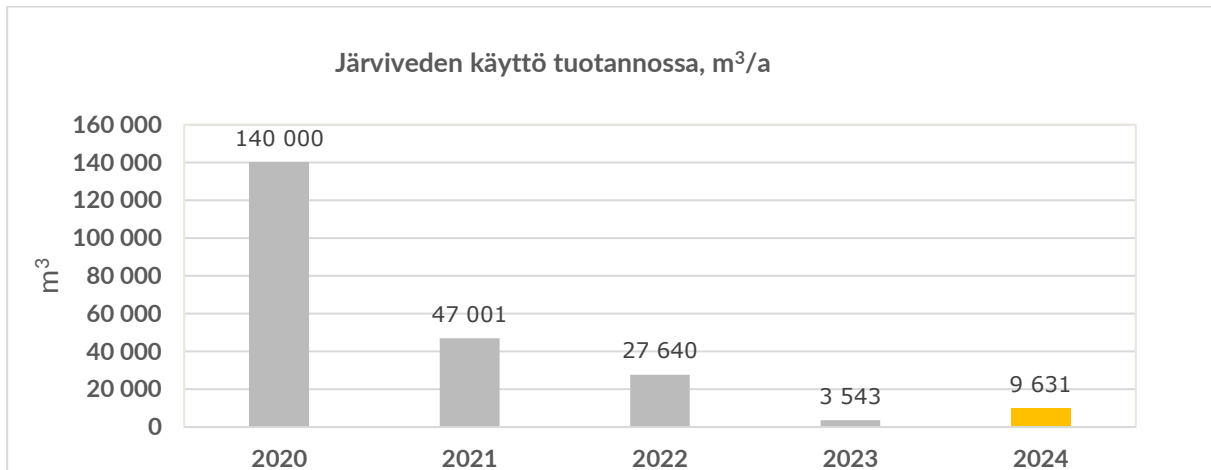
Vesien hallinta  
Kuukausiraportti joulukuun 2024

m<sup>3</sup>/kk, kk kumulatiivinen kertymä  
m<sup>3</sup>/v vuoden kumulatiivinen kertymä

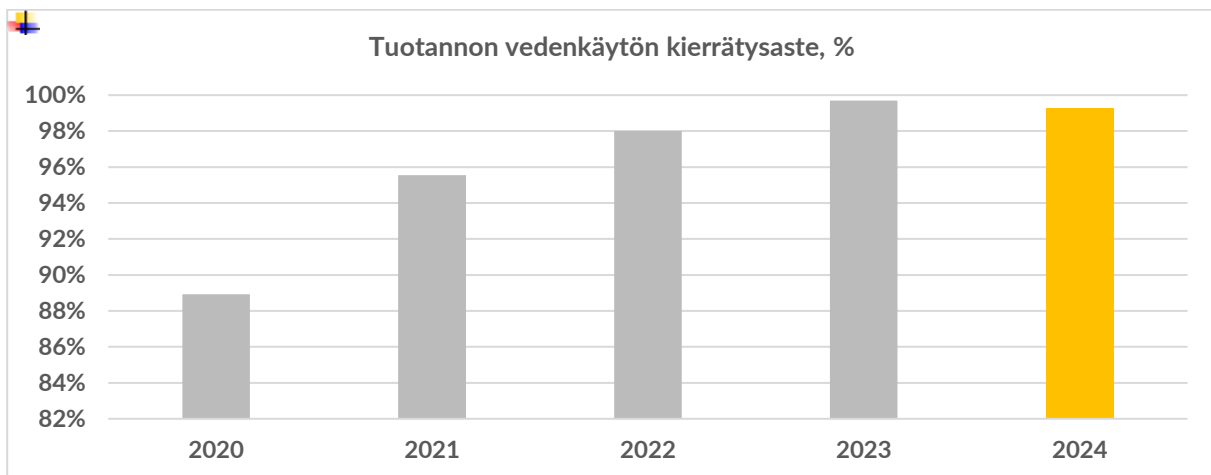


**Kuva 6-3. Kaivoksen vesitase joulukuun 2024 lopulla.**

Vuonna 2024 rikastusprosessissa käytettiin yhteensä 1,31 miljoonaa kuutiometriä vettä. Kulutus nousi hieman edellisestä vuodesta, koska käytetyn tuotantoveden määrä yhtä malmitonnia kohti kasvoi edelleen (2,65 m<sup>3</sup>/malmitonni). Veden korkeaa kierrätysastetta tuotantoprosessissa pystyttiin kuitenkin ylläpitämään kierrättämällä enemmän vedenpuhdistamon vettä rikastamolle, joten Pieni Tipasjärvestä otettavan raakaveden määrä voitiin pitää pienenä. Vuonna 2024 Pieni Tipasjärven Olkilahdesta otettiin rikastamon käyttöön lisävettä 9 600 m<sup>3</sup>. Veden kierrätysaste kaivosalueella vuonna 2024 oli yli 99 %.



Kuva 6-4. Pieni Tipasjärven Olkilahdesta pumpatun veden määrät, m<sup>3</sup>.



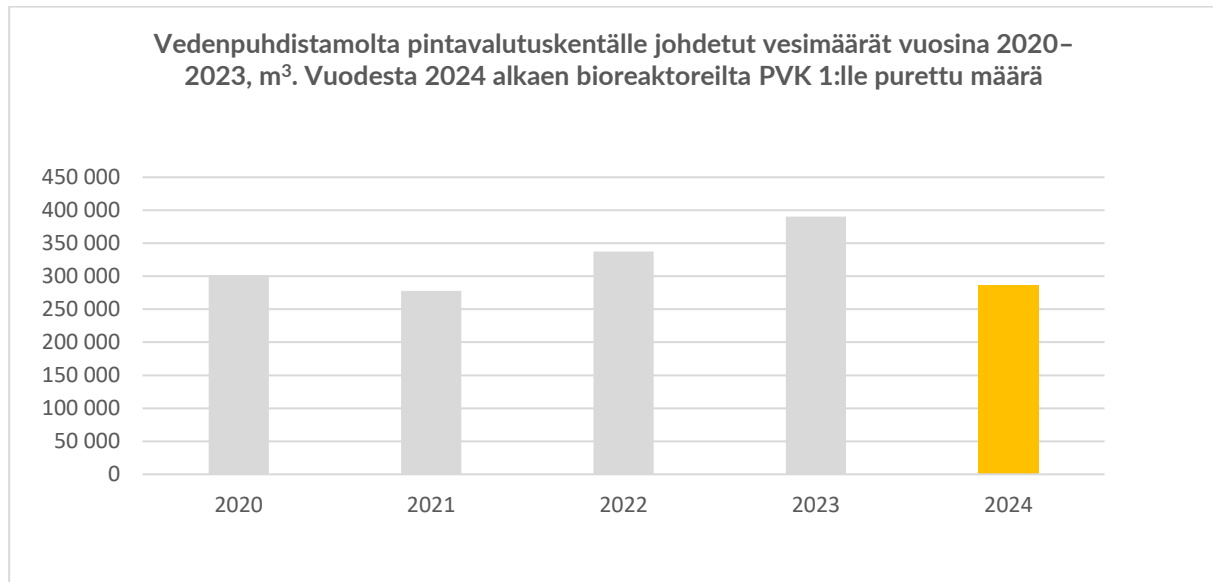
Kuva 6-5. Tuotannon vedenkäytön kierrätysaste, %.

## 6.1 Vedenpuhdistamolla ja bioreaktoreilla käsiteltävät vesimäärät

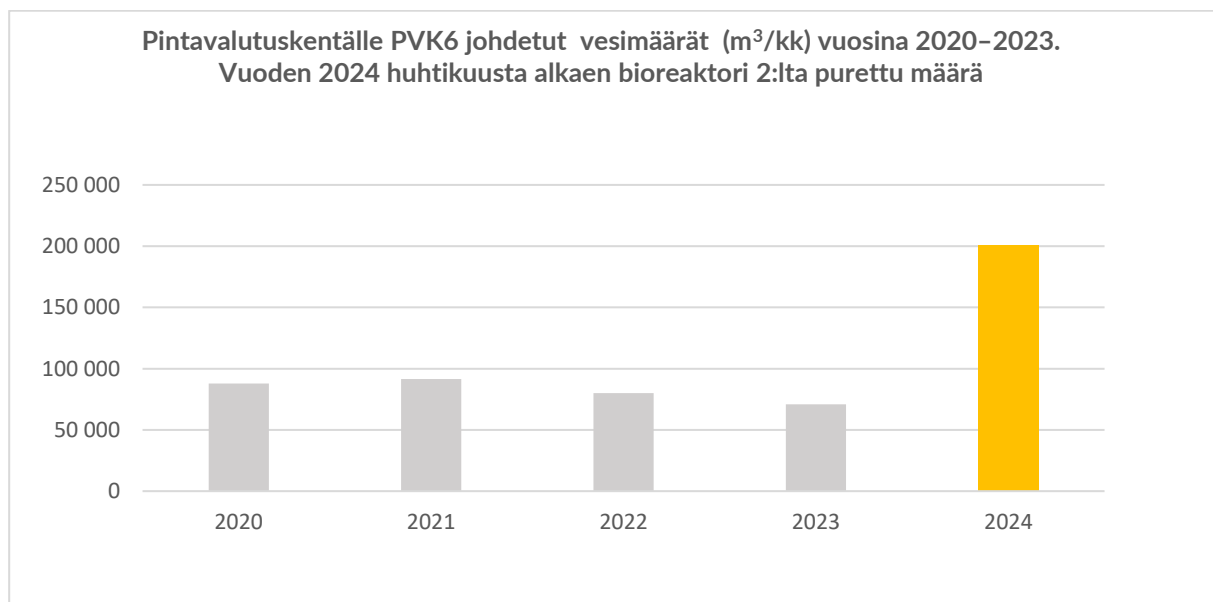
Vedenpuhdistamolla on käsitelty vuoden 2024 aikana 538 611 m<sup>3</sup> vettä. Bioreaktorin 1 kautta pintavalutuskentälle PVK1 purettu kokonaisvesimäärä oli 285 854 m<sup>3</sup> (Kuva 6-6) ja S2-altaalta huhtimarraskuussa purettu prosessiveden määrä pintavalutuskentälle PVK6 70 800 m<sup>3</sup>, Koivupuroon purettiin siten vedenpuhdistamolta ja prosessivesikierrrosta bioreaktoreiden ja kosteikkoalueiden kautta vettä yhteensä 461 241 m<sup>3</sup>. Vuoden 2024 purkuveden kokonaismäärä mittakaivolla MK1 oli 603 452 m<sup>3</sup>. 6 ja 6-7 on esitetty pintavalutuskentälle purettu vesimäärät (m<sup>3</sup>) vuosina 2020–2024 ja mittakaivo MK1:n kuukausivirtaamatiedot kuvissa 6-8 ja 6-9. Pintavalutuskenttien PVK1, PVK6 sekä kaivoksen purkupisteen mittakaivo MK1:n sijainti Koivupuron yläjuoksulle johtavassa ojassa on esitetty kuvassa 6-10. Typen poistamista varten rakennettavista bioreaktoreista ensimmäinen valmistui joulukuun lopussa 2023 ja toinen huhtikuussa 2024. Bioreaktorit sijaitsevat vedenpuhdistamon ja pintavalutuskenttien välissä.

## 6.2 Pintavalutuskentille PVK1 ja PVK6 johdetut vedet

Kaivoksen toiminnan aikana pintavalutuskentille johdetut vesimäärät on esitetty kuvissa 6-6 ja 6-7. Vuonna 2024 huhtikuun ja lokakuun 2024 välisenä aikana selkeytysaltaasta S2 Bioreaktori 2:n kautta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatutiedot on esitetty myöhemmin luvussa 8, jossa käsitellään sisäisten vesien kuormitusta pintavalutuskentille.



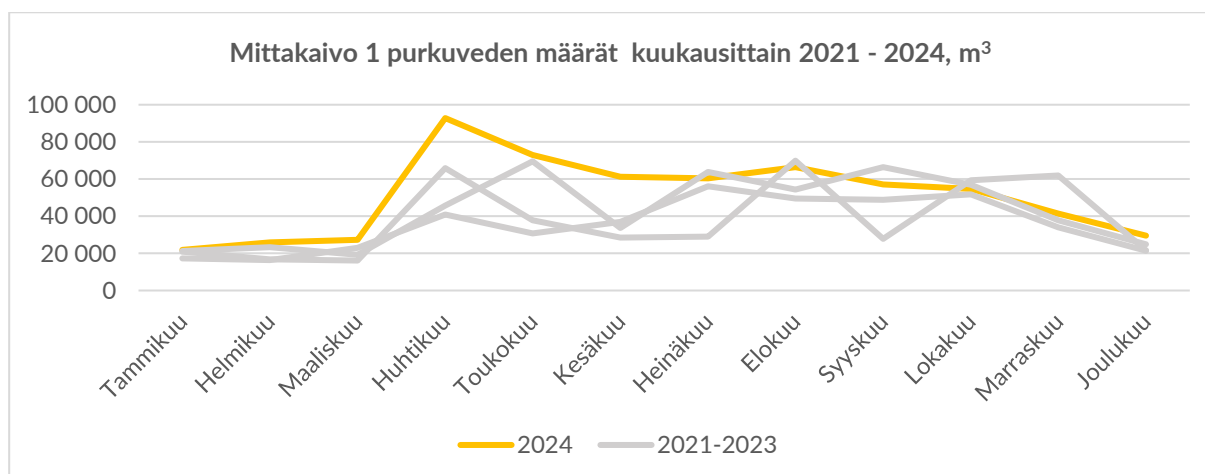
**Kuva 6-6. Vuosien 2020 -2024 aikana pintavalutuskentälle PVK1 johdettu vesimäärä, m<sup>3</sup>.**



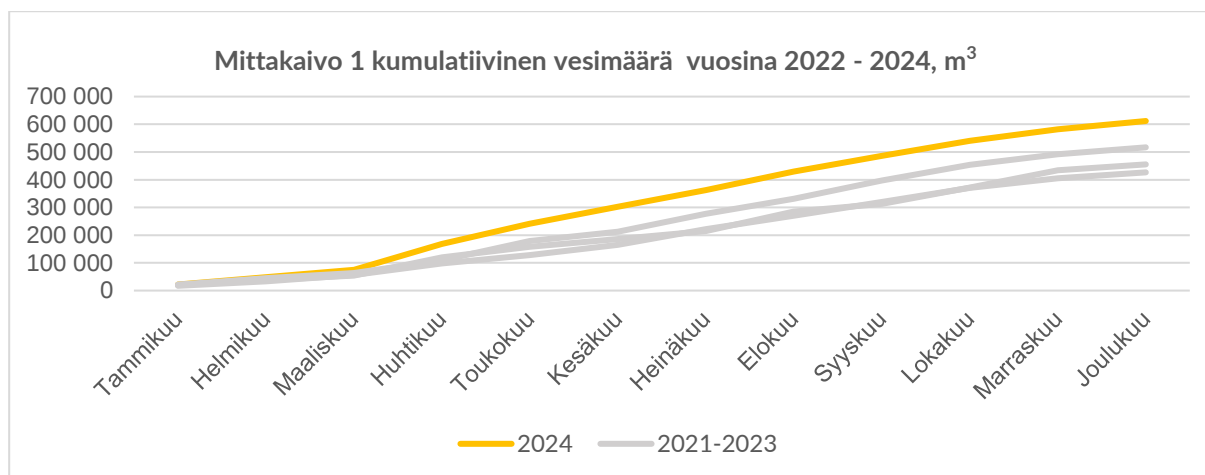
**Kuva 6-7. Vuosien 2020- 2024 aikana pintavalutuskentälle PVK6 johdettu vesimäärä, m<sup>3</sup>.**

### 6.3 Koivupuroon johdetut vesimäärät

Mittakaivo MK1:n virtaamatiedot vuosina 2021–2024 on esitetty seuraavassa kuvissa (kuva 6-8, kuva 6-9). Normaali virtaaman aikaan V-patoon perustuva mittaus vaikuttaa toimivan luotettavasti, mutta suuren virtaaman aikaan mittauksissa on ollut epävarmuutta. Kaivoksen purkuveden määränä on tällöin käytetty pintavalutuskentille johdettuja vesimääriä huomioiden alueen nettosadanta (maa- ja allasalueiden sadanta ja haihtumat) ja talviaikana veden jäätyminen. Koivupuroon laskevan purkuojoa ruopattiin ja kunnostettiin vuonna 2023. Mittakaivo MK1:n ja pintavalutuskenttien PVK1 ja PVK6 sijainnit on esitetty kuvassa (kuva 6-10).



**Kuva 6-8. Mittakaivo 1:n kuukausivirtaamatiedot (m<sup>3</sup>/kk) vuosina 2021–2024.**



**Kuva 6-9. Mittakaivo 1:n kumulatiivinen virtaama, (m<sup>3</sup>) vuosina 2021–2024.**

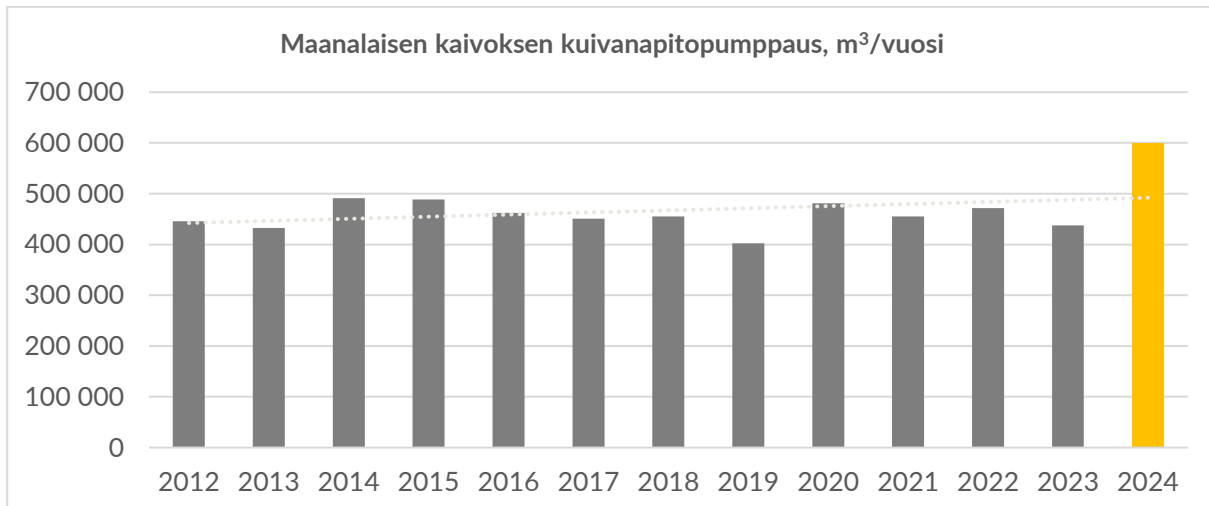


**Kuva 6-10. Pintavalutuskentät PVK1 ja PVK6 sekä kaivoksen purkupisteen mittakaivo MK1:n sijainti.**

### 6.3.1 Maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet

Maanalaisesta kaivoksen kuivanapitoveden määrä on pysynyt suhteellisen tasaisena kaivostuotannon alkamisen jälkeen. Kaivoksen vinotunnelin malmimineralisaation ulkopuolella muodostuva tyytön sade- ja pintavalumavesi on kerätty tasolle 85, josta se johdetaan erillistä linjaa pitkin maan pintaan. Pumppausjärjestelyllä estetään sade- ja valumavesien sekoittuminen aktiivilouhinnan alueilla syntyvään räjähdysainetyppeä sisältävään veteen, tämän veden virtaamamittausta parannettiin vuonna 2024, minkä vuoksi vuoden 2024 kuivanapitopumppausmäärä on edellisvuosia korkeampi. Pumppausjärjestely pienentää myös vedenpuhdistamolle pumpattavaa vesimäärää. Kaivoksesta ylös pumpattavan pintaveden kiintoaines erotetaan maanpinnassa pengersuodatuksella, jonka jälkeen vesi ohjautuu kosteikkokäsittelyyn PVK 6:lle.

Avolouhokseen kertyvät vedet päätyvät myös maanalaisen kaivoksen pumppaamoihin, josta ne pumpataan S3 altaan kautta vedenpuhdistamolle raportoidaan maanalaisen kaivoksen kuivatusvesinä. Vuonna 2024 on maanalaisesta kaivoksesta pumpattu pinta- ja pohjavesiä yhteensä 599 269 m<sup>3</sup>. Kuvassa 6-11 on esitetty vesimäärät ajalta 2012–2024.



Kuva 6-11. Maanalaisen kaivoksen kuivanapitoveden määrä vuosina 2012–2024, m<sup>3</sup>.

## 7 Toimenpiteet tyypipäästöjen vähentämiseksi

Pääosa kaivoksen vesissä esiintyvistä tyypeistä on peräisin räjähteistä. Louhinnassa käytettävät räjähteet ovat pääosin ammoniumnitraattia (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), joten myös kaivoksen kuivatusvedessä esiintyy sekä ammonium- että nitraattityyppiä. Ennen bioreaktoreiden käyttöönottoa ainoastaan pintavalutuskentillä poistui tyyppiä biologisten prosessien avulla. Tärkeimmät prosessit bioreaktoreilla ja pintavalutuskentillä ovat nitrifikaatio ja denitrifikaatio.

Nitrifikaatio on biologinen hapetusprosessi, jossa bakteerit muuttavat ammoniumtyypin (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ensin nitriitiksi (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ja sitten nitraatiksi (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Denitrifikaatio on prosessi, jossa bakteerit muuttavat nitraatit (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) tyypikaasuksi (N<sub>2</sub>) tai typpioksideiksi (N<sub>2</sub>O), jotka vapautuvat ilmakehään. Tämä tapahtuu hapettomissa eli anaerobisissa olosuhteissa. Denitrifikaatiota eli nitraattityypin pelkistymistä tyypikaasuksi tapahtuu bioreaktoreilla selvästi enemmän kuin nitrifikaatiota, pintavalutuskentillä tapahtuu molempia näitä reaktioita. Molemmat reaktiot ovat lämpötila- ja viipymäriippuvaisia siten eli tapahtuvat nopeammin korkeammassa lämpötilassa ja vaativat riittävän pitkän viipymäajan toteutuakseen.

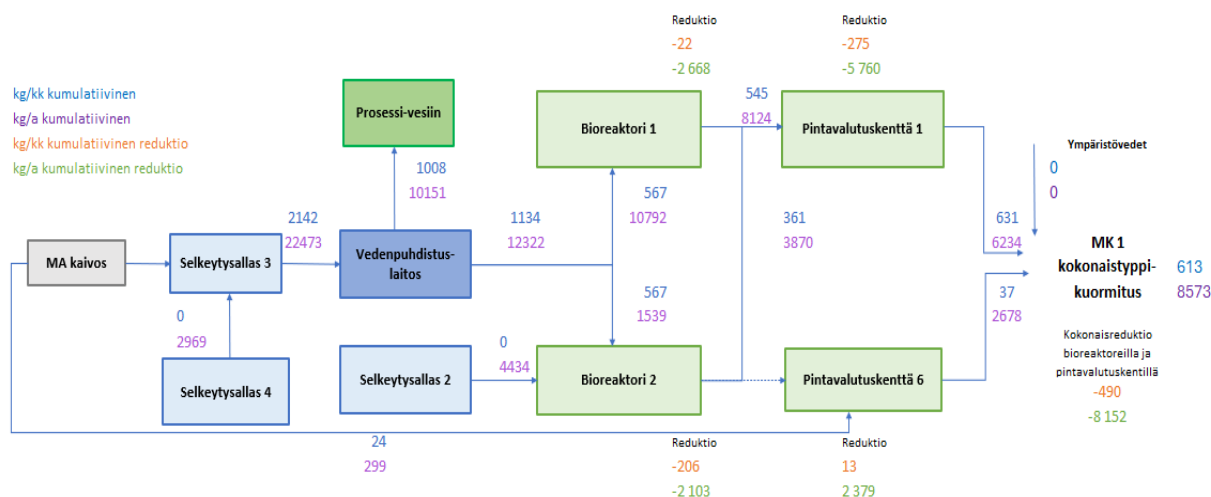
Vuoden 2023 lopussa käyttöönotetun bioreaktori 1:n ja huhtikuussa 2024 käyttöönotetun bioreaktori 2:n jälkeen hopeakaivokselta vesistöön johdettu purkuvesi on muodostunut vedenpuhdistamolla vedestä, joka johdetaan bioreaktori 1:n tai 2:n kautta pintavalutuskentälle PVK1 tai PVK6, selkeytysaltaalta 2 bioreaktori 2:n kautta pintavalutuskentälle PVK6 johdetusta rikastamon prosessivedestä ja saniteettilaitoksella puhdistetusta vedestä.

Bioreaktorit sijoittuvat nykyisen selkeytysallas 3:n lounaispuolelle. Reaktorit on perustettu moreenipohjalle ja ympäröity matalilla moreenipenkereillä. Tiivisterakenteena on moreenirakenteen päälle asennettu bentoniittimatto. Bioreaktorissa 1 käytetään hiilenlähteenä pääosin koivuhaketta ja bioreaktorissa 2 sekapuuhaketta.

Bioreaktoreiden, yhdistettynä pintavalutuskenttiin, on todettu toimivan erittäin hyvin typpikuorman vähentämiseksi. Vaihtoehtoisten johtamisjärjestelyiden avulla niiden ja pintavalutuskenttien tehokkuus voidaan maksimoida ja vesimäärä säätää riittävän viipymääjan saavuttamiseksi.

Yhtiö on seurannut erikseen myös pintavalutuskenttien puhdistustehokkuutta kaivostoiminnan alkamisesta vuodesta 2019 lähtien. Tarkkailutulosten mukaan typen reduktio pintavalutuskentällä PVK1 on vaihdellut 0–58 % välillä, ollen vuositasolla keskimäärin 16 %.

Kaivoksen tyypitaseeseen suurin typpikuorma on peräisin maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesistä sekä prosessivesistä. Typpikuormitusta saadaan tehokkaasti vähennettyä bioreaktoreilla sekä pintavalutuskentillä. Vuoden 2024 aikana typpeä on vesienkäsittelyssä poistettu yhteensä yli 8000 kg. Bioreaktorit ja pintavalutuskentät ovat siten poistaneet purkuvesien kokonaistypestä yhteensä 48,7 %. Kaivoksen tyypitase vuoden joulukuun 2024 lopussa on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 7-1) ja kokonaistypen kuormitus ympäristöön kuvassa (kuva 7-2).

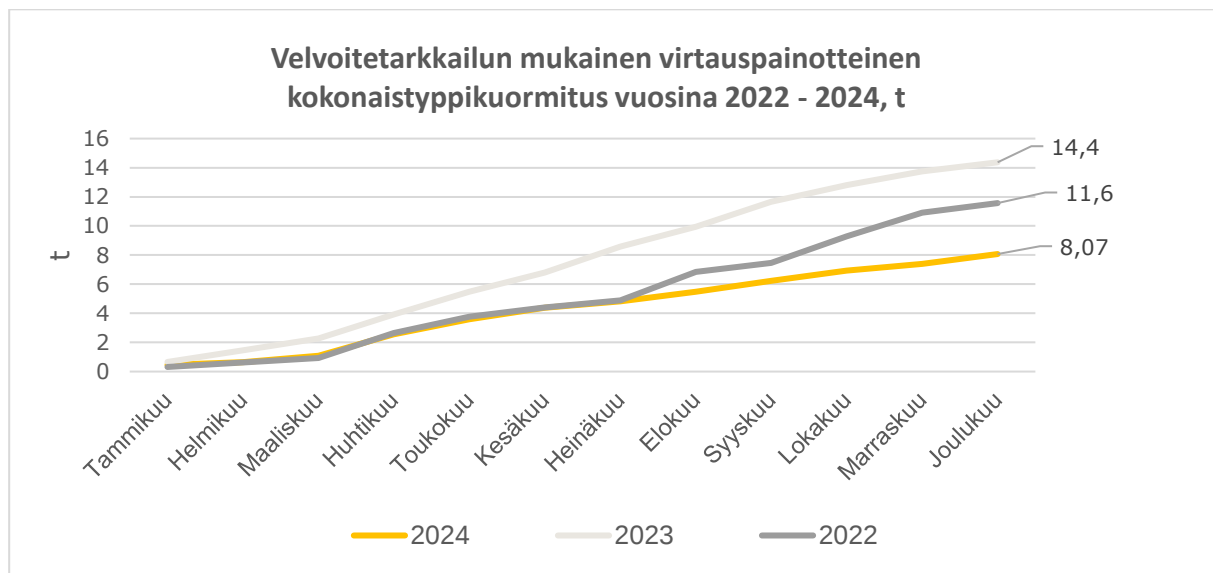


**Kuva 7-1. Kaivoksen typpitase tammi-joulukuun 2024.**

Tavoitteena on vähentää myös kaivosvesien typpipitoisuutta optimoimalla maanalaista louhintaa ja räjähdysaineiden käyttämistä, minimoimalla räjähdysaineen määrää sekä vähentämällä louhosveden pääsyä kosketuksiin räjäytetyn kiven kanssa. Kaivoksen yläosaan kertyvät pintavedet ohjataan kosteikkokäsittelyyn maan pinnalle, joten ne eivät pääse sekoittumaan aktiivilouhinnan alueelta tulevien typpipitoisten vesien kanssa. Pintavalumavesien kerääminen ja pumppausjärjestelyt on rakennettu kaivoksen tasolle 85, josta vesi pumpataan erilliseen maan pinnalle tulevaan linjaan. Passiivisen typenpoiston käyttöönoton lisäksi yhtiö tutkii yhtenä mahdollisena typenhallinta-keinona myös typen talteenottoa ja edelleen typettömän räjähdysaineen käyttöönottoa kun se tulee kaupallisesti saataville ja sen käyttö todetaan turvalliseksi.

Vaikka kokonaistypen määrää on pystytty pienentämään bioreaktoreiden käyttöönottamisella ja pintavalutuskenttien kunnostamisella, yhtiön näkemyksen mukaan niiden toimintaa voidaan vielä kehittää ja tehostaa typenpoistoa siten. Sitä ennen veteen päätyvän räjähdysaineen määrää vähennetään työmenetelmillä ja teknisin keinoin:

- Passiivisen typenpoiston tehostaminen
- Rikastushiekan käyttäminen kaivostäytössä, jonka avulla voidaan pienentää kokonaislouhintamäärää
- Jatkuva henkilökunnan kouluttaminen räjähdysaineen käsittelyyn
- Panostuksen hallinta siten, että räjähtämättömän räjähdysaineen määrä minimoidaan
- Pidetään ominaispanostusmäärä mahdollisimman pienenä
- Kaivoksen vesienhallinnan parantamisella ohjataan maan alle purkautuva vesi pois päin täytettävistä/täytetyistä louhoksista, jotta typpeä ei huuhtoudu kuivatusveteen. Puhtaat kerätyt pintavedet ohjataan suoraan pintavalutuskenkille.
- Avolouhoksen ympäröivät valumavedet ohjataan pois päin avolouhoksesta tai suoraan vedenpuhdistamolle



**Kuva 7-2. Kokonaistypen kuormitus ympäristöön vuosina 2022–2024.**

## 8 Sisäisten vesien tarkkailu

### 8.1 Sisäisten vesien omavalvonta

Sisäisesti tarkkailtavia vesijakeita olivat vedenpuhdistamolle tuleva vesi (S3-selkeytysaltaan vesi), vedenpuhdistamolta lähtevä vesi, veden puhdistamolta rikastushiekka-altaalle menevä liete, rikastushiekka-altaan vesi, rikastushiekka-altaan suotovedet (RH-suotovesiojat 1 ja 2) ja juurisalaojat, selkeytysaltaan S2 vesi, sivukivialueen suotovesi S4, mittakaivo MK1, mittakaivo MK2, bioreaktoreilta pintavalutuskentille johdettava vesi, Reaktori1 ja reaktori 2, pintavalutuskentän PVK1 kaivo, oja Pieneen Tipasjärveen ja pintavalutuskenttä PVK6:n kaivo silloin, kun kentälle on purettu vettä bioreaktorilta 2.

Vesistä on määritetty viikoittain seuraavat parametrit; pH, kiintoaine, kokonaistyyppi, sulfaatti, alumiini (Al), arseeni (As), kadmium (Cd), kupari (Cu), rauta (Fe), mangaani (Mn), lyijy (Pb), antimoni (Sb) ja sinkki (Zn) ja lokakuusta 2023 alkaen myös kokonaisfosfori. Vuoden 2024 aikana analyysihin on lisätty myös ammonium-typen määrittäminen. Kuparikloridin tuotantokäyttöönoton jälkeen rikastushiekka-altaan, S2-selkeytysaltaan ja Mittakaivo 1:n vedestä on lisäksi analysoitu kloridipitoisuus joka toisella näytteenotokerralla kahden viikon välein. Sisäisten vesien omavalvonnan analyysit on tehty CRS Laboratories Oy:n laboratoriossa, jonka Sotkamon toimipaikka sijaitsee Sotkamo Silver Oy:n rikastamolla. Omavalvontaisen tarkkailun tulosten minimi-, maksimi- ja keskiarvot vuonna 2024 on esitetty taulukoissa 8-1–8-3.

Rikastushiekka-altaalta ja sivukivialueelta on mahdollista koota suotovesiä niiden ympärille rakennetuista suotovesiojista. Rikastushiekka-altaassa on tiiviit rakenteet, joten lähtökohtaisesti suotovesiojiin ei kuulu suotautua vettä. Sotkamo Silverillä on nykyisellä rikastushiekka-altaalla neljä juurisalaojapumppaamoja, joiden pumppausmäärä ylittää padon ja pohjan läpi virtaavan teoreettisen suotovesimäärän. Koska altaassa on tiiviit rakenteet ja pumppauskapasiteetti on riittävä, suotovesiojiin ei ole suotautunut teoreettisesti laskettua suotovesimäärää. Myöskään pohjavesien tarkkailutuloksista ei ole nähtävissä, että altaasta suotautuisi vettä, vaan vedet saadaan hallittua hyvin tiivisrakenteella sekä juurisalaojapumppauksilla. Toiminnanharjoittaja jatkaa pumppausta juurisalaojista ja seuraa pohjavesivaikutuksia tarkkailuputkista varmistukseksi, että pohjaveden pilaantumista tai sen vaaraa ei aiheudu jatkossakaan. Juurisalaojien ja suotovesiojien vedet pumpataan selkeytysaltaaseen.

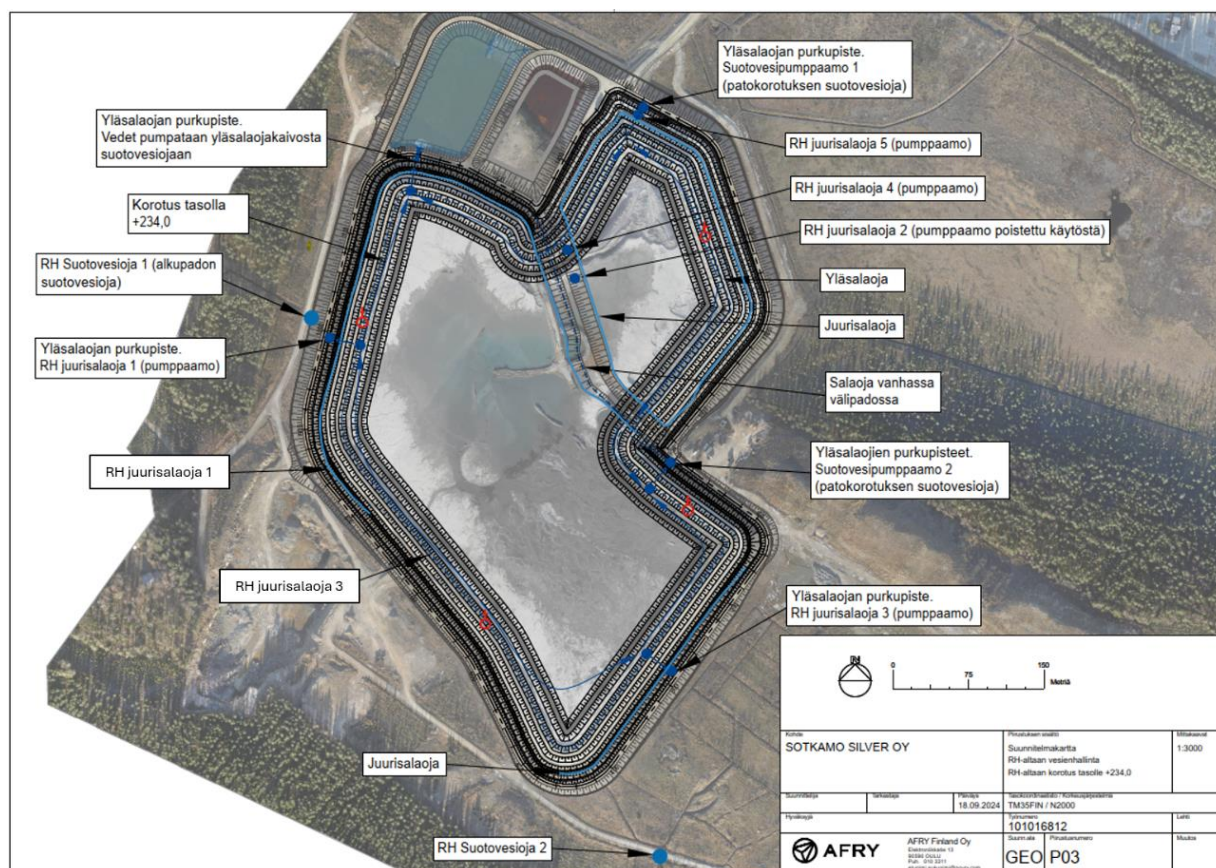
Suotovesiojan 1 vedenlaadussa näkyy todennäköisesti rikastushiekka-altaan patomateriaali sekä suovesi, eikä suotovesi rikastushiekka-altaasta. Rikastushiekka-altaan vesi on emäksistä ja tyypipitoisuus on korkeahko, mutta suotovesiojan 1 vesi on hapanta ja tyypipitoisuus alhainen.

Rikastushiekka-altaan vesien johtamisjärjestelyt, altaan sisäpuolella olevien juurisalaojien sijainti, niiden pumppauspaikat sekä aloituspadon suoto-ojien sijainti on esitetty kuvassa 8-1. Altaan vedestä otettiin näytteet viikoittain. Sulan veden aikana juurisalaojien vettä ja altaan alkupadon suoto-ojia tarkkailtiin kerran kuukaudessa.

Pintavalutuskentälle 1 on johdettu vedenpuhdistamolla puhdistettua vettä bioreaktori 1:n kautta koko vuoden ajan. Marraskuun alusta 2024 lähtien vedenpuhdistamon vettä on johdettu pintavalutuskentälle 1 myös bioreaktorin 2 kautta.

Pintavalutuskentältä PVK6, otettiin näytteet omavalvontaisesti vähintään viikoittain niinä ajankohtina, jolloin bioreaktori 2:lta purettiin S2-altaalta reaktorille johdettua prosessivettä.

Pintavalutuskenttien tilaa on tutkittu omavalvontaisesti myös maanäytteistä. Näytteet on otettu molempien alueiden alkupäästä ja loppupäästä kahdelta eri syvyydeltä ja niistä on määritetty haitta-ainepitoisuudet sekä kuningasvesiutolla ja typpihappouutolla vuosina 2022 ja 2021. Pintavalutuskentän PVK 1 lähtöpään pintakerroksessa (0,5–1 m) sinkki ja antimoni ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon molemmilla uuttomenetelmillä analysoiduissa näytteissä. Pintavalutuskentän PVK6 pintakerroksessa (0,5–1 m) ylittyivät kuningasvesiututtomenetelmällä analysoidut sinkki ja antimoni, typpihappouutto-menetelmällä vain antimoni. Asetuksen mukaisesti maaperän pilaantuneisuuden arvioinnin raja-arvona käytetään teollisuusalueilla ylempää ohjearvoa. Kummallakaan kosteikolla ei todettu ylemmän ohjearvon ylityksiä. Pintavalutuskenttien tilaa seurataan jatkuvasti niiden puhdistustehokkuuden perusteella. Maatutkimuksia jatketaan tarvittaessa, mikäli vesitulosten perusteella havaitaan muutoksia kosteikkojen osalta.



**Kuva 8-1. Rikastushiekka-allasalueen vesien johtamisjärjestelyt, juurisalaojen ja alkupadon suotojen tarkkailupisteet.**

**Taulukko 8-1. Vesienkäsittelyn vedet, omavalvontaisten analyysitulosten minimi-, maksimi- ja keskiarvot 2024.**

|                                                        | pH   | Kiintoaine<br>mg/l | Kokonais-<br>typpi mg/l | Sulfaatti,<br>mg/l | Al<br>mg/l | As<br>mg/l | Cd<br>mg/l | Cu<br>mg/l | Fe<br>mg/l | Mn<br>mg/l | Pb<br>mg/l | Sb<br>mg/l | Zn<br>mg/l | P kok<br>mg/l | Cl<br>mg/l | Nitraatti-<br>typpi mg/l | Ammonium-<br>typpi, mg/l |
|--------------------------------------------------------|------|--------------------|-------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Vedenpuhdistamolta lähtevä, n=50</b>                |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 6,10 | 1,00               | 29                      | 5                  | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,02       | 0,07       | 0,02       | 0,05       | 0,03       | 0,01          | -          | -                        | -                        |
| Max                                                    | 9,13 | 5,00               | 70                      | 574                | 0,28       | 0,01       | 0,01       | 0,02       | 1,09       | 3,87       | 0,02       | 0,18       | 0,34       | 0,17          | -          | -                        | -                        |
| Keskiarvo                                              | 8,63 | 2,48               | 43                      | 341                | 0,06       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,06       | 1,96       | 0,02       | 0,10       | 0,12       | 0,02          | -          | -                        | -                        |
| <b>Bioreaktori 1, n=45</b>                             |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 6,69 | 1                  | 15                      | 242                | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,02       | 0,15       | 0,02       | 0,05       | 0,05       | 0,01          |            | 10                       | 4                        |
| Max                                                    | 7,39 | 45                 | 63                      | 565                | 0,36       | 0,01       | 0,01       | 0,03       | 0,66       | 2,76       | 0,04       | 0,17       | 0,22       | 0,09          |            | 27                       | 12,00                    |
| Keskiarvo                                              | 7,06 | 7                  | 32                      | 332                | 0,07       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,09       | 1,14       | 0,02       | 0,09       | 0,12       | 0,03          |            | 19                       | 6,87                     |
| <b>Bioreaktori 2, n=31 (23.4. -31.12.2024)</b>         |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 6,65 | 1                  | 12                      | 237                | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,02       | 0,33       | 0,02       | 0,05       | 0,01       | 0,01          |            | 2                        | 3,00                     |
| Max                                                    | 7,81 | 16                 | 45                      | 1050               | 0,23       | 0,03       | 0,00       | 0,02       | 0,39       | 2,87       | 0,03       | 0,26       | 0,30       | 1,20          |            | 23                       | 13,00                    |
| Keskiarvo                                              | 7,36 | 4                  | 25                      | 677                | 0,07       | 0,02       | 0,00       | 0,01       | 0,06       | 0,83       | 0,02       | 0,13       | 0,09       | 0,51          |            | 11                       | 8,74                     |
| <b>Pintavalutuskenttä 1, n=50</b>                      |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 6,87 | 1                  | 1                       | 195                | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,02       | 0,01       | 0,02       | 0,05       | 0,01       | -             | -          | -                        | -                        |
| Max                                                    | 7,74 | 11                 | 49                      | 520                | 0,29       | 0,01       | 0,01       | 0,03       | 0,31       | 4,57       | 0,02       | 0,17       | 0,33       | -             | -          | -                        | -                        |
| Keskiarvo                                              | 7,24 | 4                  | 23                      | 338                | 0,06       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,05       | 1,28       | 0,02       | 0,07       | 0,09       | -             | -          | -                        | -                        |
| <b>Pintavalutuskenttä 6, n=28, (23.4. -12.11.2024)</b> |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 6,89 | 1                  | 2                       | 224                | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,02       | 0,02       | 0,02       | 0,05       | 0,01       | 0,05          | -          | 5                        | 2,00                     |
| Max                                                    | 7,83 | 7                  | 27                      | 857                | 0,11       | 0,01       | 0,00       | 0,04       | 1,09       | 1,14       | 0,09       | 0,16       | 0,19       | 0,61          | -          | 16                       | 7,00                     |
| Keskiarvo                                              | 7,31 | 3                  | 11                      | 542                | 0,06       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,11       | 0,16       | 0,02       | 0,07       | 0,07       | 0,37          | -          | 8                        | 2,87                     |
| <b>Mittakaivo 1, n=52</b>                              |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 6,19 | 1                  | 4                       | 169                | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,00       | 0,02       | 0,06       | 0,02       | 0,05       | 0,05       | 0,01          | 10,10      | 5                        | 1,00                     |
| Max                                                    | 7,75 | 17                 | 30                      | 663                | 1,29       | 0,01       | 0,01       | 0,04       | 8,27       | 3,31       | 0,03       | 0,15       | 0,76       | 0,42          | 53,70      | 17                       | 4,00                     |
| Keskiarvo                                              | 7,09 | 4                  | 14                      | 350                | 0,17       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,54       | 0,91       | 0,02       | 0,06       | 0,17       | 0,14          | 23,29      | 12                       | 2,34                     |
| <b>Mittakaivo 2, n=52</b>                              |      |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                          |                          |
| Min                                                    | 4,53 | 1                  | 3                       | 43                 | 0,05       | 0,01       | 0,00       | 0,01       | 0,08       | 0,05       | 0,02       | 0,05       | 0,02       | 0,02          | -          | -                        | -                        |
| Max                                                    | 7,45 | 15                 | 17                      | 556                | 7,43       | 0,02       | 0,03       | 1,90       | 23,66      | 20,62      | 0,30       | 0,07       | 5,21       | 0,87          | -          | -                        | -                        |
| Keskiarvo                                              | 6,52 | 4                  | 8                       | 204                | 0,35       | 0,01       | 0,00       | 0,05       | 1,62       | 0,87       | 0,03       | 0,05       | 0,24       | 0,11          | -          | -                        | -                        |

**Taulukko 8-2. Kaivosalueen selkeytsaltaiden omavalvontaisten analyysitulosten minimi-, maksimi- ja keskiarvot 2024.**

|                                                                                                                    | pH    | Kiintoaine<br>mg/l | Kokonais-<br>typpi mg/l | Sulfaatti,<br>mg/l | Al<br>mg/l | As<br>mg/l | Cd<br>mg/l | Cu<br>mg/l | Fe<br>mg/l | Mn<br>mg/l | Pb<br>mg/l | Sb<br>mg/l | Zn<br>mg/l | P kok<br>mg/l | Cl<br>mg/l | Nitraatti-<br>typpi<br>mg/l | Ammonium-<br>typpi, mg/l |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>Selkeytysallas S3, vedenpuhdistamolle menevä vesi, n= 50, Maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesi ja S4-allas</b> |       |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                             |                          |
| <i>Min</i>                                                                                                         | 6,19  | 3,00               | 29,00                   | 246                | 0,16       | 0,01       | 0,04       | 0,01       | 0,22       | 1,62       | 0,02       | 0,05       | 4,60       | 0,01          | -          | -                           | -                        |
| <i>Max</i>                                                                                                         | 7,86  | 43,00              | 70,00                   | 563                | 2,13       | 0,01       | 0,17       | 0,05       | 4,93       | 7,19       | 0,08       | 0,19       | 21,34      | 0,04          | -          | -                           | -                        |
| <i>Keskiarvo</i>                                                                                                   | 7,38  | 12,68              | 42,80                   | 350                | 0,52       | 0,01       | 0,07       | 0,02       | 0,80       | 3,41       | 0,03       | 0,12       | 9,28       | 0,01          | -          | -                           | -                        |
| <b>Selkeytysallas S2, Prosessivesiallas, n=50, RH-altaan ja juurisalaajien vesi</b>                                |       |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                             |                          |
| <i>Min</i>                                                                                                         | 7,41  | 4,00               | 30,40                   | 643                | 0,11       | 0,01       | 0,002      | 0,01       | 0,03       | 0,07       | 0,02       | 0,07       | 0,02       | 0,33          | 60         | 11                          | 8,00                     |
| <i>Max</i>                                                                                                         | 10,14 | 60,00              | 64,10                   | 1112               | 0,60       | 0,05       | 0,002      | 0,02       | 1,03       | 1,24       | 0,05       | 0,73       | 0,23       | 0,93          | 117        | 29                          | 23,00                    |
| <i>Keskiarvo</i>                                                                                                   | 8,87  | 11,20              | 41,37                   | 864                | 0,22       | 0,03       | 0,002      | 0,01       | 0,29       | 0,40       | 0,02       | 0,23       | 0,08       | 0,63          | 86         | 19                          | 11,13                    |
| <b>Selkeytysallas S4, n=18, Sivukiven läjitysalueen ja rikastamon piha-alueen suotovedet</b>                       |       |                    |                         |                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |               |            |                             |                          |
| <i>Min</i>                                                                                                         | 4,81  | 6,00               | 8,00                    | 195                | 0,33       | 0,01       | 0,01       | 0,01       | 0,07       | 0,50       | 0,04       | 0,05       | 0,00       | -             | -          | -                           | -                        |
| <i>Max</i>                                                                                                         | 7,63  | 67,00              | 69,00                   | 960                | 5,21       | 0,05       | 0,62       | 0,17       | 2,17       | 17,90      | 2,00       | 0,05       | 92,70      | -             | -          | -                           | -                        |
| <i>Keskiarvo</i>                                                                                                   | 6,50  | 17,67              | 36,12                   | 437                | 1,40       | 0,01       | 0,23       | 0,06       | 0,52       | 6,39       | 0,54       | 0,05       | 30,61      | -             | -          | -                           | -                        |

**Taulukko 8-3. Rikastushiekka-allasalueen vedet, omavalvontaisten analyysitulosten minimi-, maksimi- ja keskiarvot 2024.**

|                                                                                                | pH    | Kiintoaine mg/l | Kokonaistyyppi mg/l | Sulfaatti, mg/l | Al mg/l | As mg/l | Cd mg/l | Cu mg/l | Fe mg/l | Mn mg/l | Pb mg/l | Sb mg/l | Zn mg/l | P kok mg/l | Cl mg/l | Nitraattityppi mg/l | Ammoniumtyppi, mg/l |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------------------|---------------------|
| <b>Rikastushiekka-altaan vesi, RH-allas, n=48</b>                                              |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 7,64  | 0,00            | 12,00               | 199             | 0,11    | 0,01    | 0,00    | 0,01    | 0,05    | 0,01    | 0,02    | 0,05    | 0,01    | 0,18       | 31      | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 11,35 | 2601,00         | 92,00               | 1286            | 4,37    | 0,25    | 0,26    | 0,27    | 7,72    | 5,97    | 0,74    | 0,93    | 1,22    | 1,23       | 164     | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 9,86  | 83,92           | 50,97               | 806             | 0,51    | 0,04    | 0,01    | 0,03    | 0,70    | 0,28    | 0,05    | 0,30    | 0,09    | 0,65       | 99      | -                   | -                   |
| <b>RHjuurisolaoja 1, n=8</b>                                                                   |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 7,56  | 1,00            | 19,00               | 733             | 0,05    | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,02    | 0,05    | 0,02    | 0,11    | 0,01    | 0,64       | -       | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 9,11  | 17,00           | 24,00               | 1036            | 0,21    | 0,03    | 0,00    | 0,01    | 0,52    | 0,69    | 0,03    | 0,12    | 0,09    | 0,73       | -       | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 8,77  | 6,13            | 20,95               | 858             | 0,07    | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,11    | 0,18    | 0,02    | 0,12    | 0,03    | 0,68       | -       | -                   | -                   |
| <b>RHjuurisolaoja 3, n=8</b>                                                                   |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 8,31  | 1,00            | 25,00               | 635             | 0,05    | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,04    | 0,03    | 0,02    | 0,12    | 0,01    | 0,58       | -       | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 8,92  | 21,00           | 40,00               | 823             | 0,18    | 0,03    | 0,00    | 0,01    | 0,51    | 0,35    | 0,02    | 0,18    | 0,09    | 0,76       | -       | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 8,69  | 5,75            | 31,19               | 747             | 0,07    | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,13    | 0,09    | 0,02    | 0,13    | 0,03    | 0,66       | -       | -                   | -                   |
| <b>RHjuurisolaoja 4, n=8, 2022 lähtien juurisolaojaan johdetaan myös juurisolaojan 2 vedet</b> |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 7,96  | 1,00            | 25,00               | 854             | 0,05    | 0,01    | 0,00    | 0,01    | 0,02    | 0,02    | 0,02    | 0,10    | 0,01    | 0,53       | -       | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 9,50  | 25,00           | 35,00               | 1124            | 0,24    | 0,03    | 0,00    | 0,01    | 0,52    | 1,59    | 0,02    | 0,33    | 0,43    | 0,81       | -       | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 8,67  | 8,63            | 29,29               | 948             | 0,17    | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,34    | 0,69    | 0,02    | 0,17    | 0,17    | 0,70       | -       | -                   | -                   |
| <b>RHjuurisolaoja 5, n=7, 5. juurisolaojaan tulee myös laajennusosan ympärysojan suotovesi</b> |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 7,22  | 4,00            | 18,00               | 1026            | 0,06    | 0,01    | 0,00    | 0,01    | 0,13    | 1,09    | 0,02    | 0,05    | 0,20    | 0,71       | -       | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 8,41  | 17,00           | 23,40               | 1276            | 0,58    | 0,03    | 0,00    | 0,02    | 1,57    | 2,24    | 0,02    | 0,05    | 0,61    | 0,79       | -       | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 7,74  | 8,14            | 19,91               | 1173            | 0,26    | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,42    | 1,66    | 0,02    | 0,05    | 0,36    | 0,77       | -       | -                   | -                   |
| <b>RH alkupadon suotovesioja 1, n=5</b>                                                        |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 4,34  | 6,00            | 1,00                | 131             | 4,57    | 0,01    | 0,01    | 0,05    | 0,36    | 1,49    | 0,02    | 0,05    | 1,58    | 0,02       | -       | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 4,64  | 42,00           | 2,00                | 270             | 11,85   | 0,01    | 0,01    | 0,08    | 3,73    | 2,55    | 0,03    | 0,05    | 2,14    | 0,04       | -       | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 4,42  | 20,60           | 1,20                | 218             | 7,45    | 0,01    | 0,01    | 0,07    | 1,17    | 2,07    | 0,02    | 0,05    | 1,97    | 0,03       | -       | -                   | -                   |
| <b>RH alkupadon suotovesioja 2, n=21</b>                                                       |       |                 |                     |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |                     |                     |
| Min                                                                                            | 4,47  | 3,00            | 0,50                | 9               | 0,14    | 0,01    | 0,00    | 0,00    | 0,56    | 0,12    | 0,02    | 0,05    | 0,01    | -          | -       | -                   | -                   |
| Max                                                                                            | 7,01  | 56,00           | 1,40                | 138             | 5,03    | 0,01    | 0,00    | 0,03    | 3,32    | 1,34    | 0,03    | 0,05    | 0,33    | -          | -       | -                   | -                   |
| Keskiarvo                                                                                      | 6,06  | 15,14           | 0,93                | 39              | 1,15    | 0,01    | 0,00    | 0,01    | 1,56    | 0,29    | 0,02    | 0,05    | 0,06    | -          | -       | -                   | -                   |

## 8.2 Sisäisten vesien velvoitetarkkailu

Velvoitetarkkailun mukaisen näytteenoton suoritti ja analyysit teetettiin Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa kuukausittain. Näytteenottopisteet ovat samat kuin omavalvontaisessa tarkkailussa poissulkien pintavalutuskenttien kaivot ja rikastushiekka-altaan juurisalaojat. Kuukausittain tehtävässä velvoitetarkkailussa on lisäksi pyriittiallas sekä sen suoto-oja ja avolouhoksen vesienkeräysallas, mikäli siinä on ollut vettä.

Maanalaisesta kaivoksesta ylös pumpattavasta kuivanapitovedestä on määritetty kuukausittain lyijypitoisuus. Lyijypitoisuuden luparaja S3-altaan vedelle on 1 mg/l.

Kaivosalueen sisäisen velvoitetarkkailun tiedot on vuoden 2024 osalta esitetty liitteessä 1.1. Lupamääräyksen 8 ja 9. mukaisen pintavalutuskentille johdetun veden tarkkailun tiedot on esitetty taulukoissa (taulukko 8-7, taulukko 8-8, taulukko 8-9). kuvissa (kuva 8-12-21). Lupamääräys on annettu arseenille, lyijylle, sinkille, antimonille, alumiinille, sulfaatile sekä liukoille elohopealle ja kadmiumille. Lisäksi pintavalutuskentälle ohjattavan veden kiintoaineen hehkutusjäännöksen tulee alittaa 10 mg/l.

Vedenpuhdistamolta lähtevän veden toksisuutta on selvitetty Kainuun ELY-keskuksen 15.6.2022 tekemän tarkkailu- ja tutkimussuunnitelmien hyväksyntäpäätöksen mukaisesti vuonna 2022 ja viimeisemmin vuonna 2024. Lisäksi vedenpuhdistamolta lähtevästä vedestä määritetään kerran vuodessa rikkihiili, tiosulfaatit ja sulfidi.

### 8.2.1 Maanalaisen kaivoksen kuivatusvedet

Maanalaisesta kaivoksesta tulevaa vettä on tarkkailtu kuukausittain lupamääräyksen mukaisesti. Lupamääräys on annettu kokonaislyijylle, joka on Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa määritetty happoliukoisena. Vedenpuhdistamon ja bioreaktoreiden toimintaan vaikuttavan puskurointikyvyn seuraamiseksi, vedestä on määritetty myös alkaliteetti ja asiditeetti, sekä happamuus. Niinä aikoina kun S4-altaasta ei pumpata vettä, S3 altaan vedestä otetut näytteet edustavat pelkästään maanalaisen kaivoksen kuivatusvettä (taulukko 8-4). Vuoden 2024 aikana maanalaisesta kaivoksesta S3-altaaseen johdetun veden kokonaislyijypitoisuus on ollut lupamääräyksen mukainen, alle 1 mg/l.

**Taulukko 8-4. Maanalaisen kaivoksen kuivatusveden tarkkailutulokset.**

| Maanalaisen kaivoksen kuivatusvesi (S3 tuleva) | Alkaliniteetti<br>mmol/l | HCO <sub>3</sub><br>mg/l | Asiditeetti<br>mmol/l | Kokonaislyijy<br>Pb, µg/l | pH  |
|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-----|
| 9.1.2024                                       |                          |                          |                       | 170                       |     |
| 6.2.2024                                       |                          |                          |                       | 880                       |     |
| 21.3.2024                                      | 1,6                      | 98,2                     | 0,14                  | 230                       | 7,8 |
| 29.4.2024                                      | 1,2                      | 70,9                     | 0,38                  | 48                        | 7,5 |
| 28.5.2024                                      | 1                        | 61,5                     | 0,43                  | 100                       | 7,3 |
| 24.6.2024                                      | 1                        | 61,8                     | 0,28                  | 80                        | 7,5 |
| 23.7.2024                                      | 0,97                     | 58,9                     | 0,5                   | 71                        | 7,5 |
| 20.8.2024                                      | 1,1                      | 63,8                     | 0,29                  | 42                        | 7,6 |
| 16.9.2024                                      | 1,2                      | 70,9                     | 0,12                  | 35                        | 7,7 |
| 22.10.2024                                     | 1,2                      | 73,1                     | 0,15                  | 30                        | 7,6 |
| 26.11.2024                                     | 1,4                      | 82,1                     | 0,13                  | 75                        | 7,6 |
| 9.12.2024                                      | 1,2                      | 74,4                     | 0,14                  | 43                        | 7,5 |

### 8.2.2 Vedenpuhdistamolta lähtevä vesi

Vesien käsittelylle on annettu lupamääräykset, joiden mukaisesti jätevesien käsittely on tehtävä hakemuksessa esitetystä tai vastaavan tehoisessa laitosmaisessa prosessijätevedenpuhdistamossa ennen niiden johtamista pintavalutuskentän 1 tai 6 kautta tai suoraan mittakaivo MK1:lle johtavaan ojaan siten, että lupamääräyksessä 9 määritetyt pitoisuusraja-arvot alittuvat. Jätevesien käsittelyä on typen poiston osalta tehostettava vuodesta 2023 alkaen laitosmaisella vesienkäsittelyllä.

Pintavalutuskentät 1 ja 6 voivat olla toistaiseksi käytössä kaivoksen toiminnan aikaisina vesien jälkikäsittely-yksikköinä.

Prosessijätevedenpuhdistamolta (tässä tekstissä vedenpuhdistamo) lähtevien käsiteltyjen jätevesien haitta-ainepitoisuuksien on alitettava kuukausikeskiarvona seuraavat pitoisuusraja-arvot: arseeni 1,0 mg/l, lyijy 0,05 mg/l, sinkki ja antimoni 0,2 mg/l, alumiini 0,5 mg/l, liukoinen elohopea 5 µg/l, liukoinen kadmium 10 µg/l ja sulfaatti 1000 mg/l. Lisäksi käsitellyn veden happamuuden (pH) tulee olla välillä 6,0–9,5 ja kiintoaineen hehkutusjäännöksen virtaamapainotteisen neljännesvuosikeskiarvon alle 10 mg/l.

Yksittäisen näytteen lyijypitoisuus on oltava alle 0,30 mg/l, sinkkipitoisuus alle 0,50 mg/l, arseenipitoisuus alle 0,30 mg/l ja antimonipitoisuus alle 0,50 mg/l. Haitta-aineiden pitoisuudet on esitetty kuvissa (kuva 8-2–8-11).

Vedenpuhdistamolta lähtevän veden tarkkailu suoritettiin 2024 vuoden jokaisena kuukautena. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden keskiarvotulokset, maksimi-, minimi- ja mediaani vuoden 2024 aikana on esitetty luvun 8. taulukossa 8-6.

Käsitellyn veden sisältämän hapen kyllästysaste määritettiin jokaisena kuukautena ja se oli toukokuussa ja joulukuussa 120 %, muina kuukausina 110 %. Käsitelty vesi pysyy ns.

ylikäyllästyneenä. Hapen kyllästysasteen keskiarvo on ollut myös neljän edellisvuoden ajan yli 100 %, (2023: 112 %, 2022: 117 %, 2021: 109 % ja 2020: 101 %).

Kaivoksen vesipäästöjen laaja veden laadun selvitys on aiemmin tehty vuonna 2022 ja se toistettiin vuoden 2024 marraskuussa vedenpuhdistamolta ja mittakaivo 1:ltä lähtevälle vedelle. Laajassa selvityksessä analysoitiin 71 alkuaineen pitoisuus. Alkuaineita, jotka voitiin havaita, ja joiden pitoisuudet ylittivät laboratorion analyttisen määritysrajan, oli mittakaivolla 58 kpl ja vedenpuhdistamon vedessä 55 kpl. Nämä olivat tyypillisesti kaivoksen malmissa tai luontaisesti maaperässä esiintyviä harvinaisia maametalleja. Alkuaineita, joita esiintyy purkuvedessä pieninä pitoisuuksina, olivat mm. jodi, boori, barium, dysprosium, erbium, lutetium, rubidium, seleeni, strontium ja wolframi. Laajassa selvityksessä pitoisuudeltaan alle määritysrajan olevia alkuaineita, joita ei havaittu oli siten mittakaivolla 13 kpl ja vedenpuhdistamolla 18 kpl. Laajan alkuaineanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 8-5 ja niiden analyysitodistukset liitteessä 1.3.

#### **pH ja COD<sub>Mn</sub>**

Vedenpuhdistamolta lähtevän veden pH oli 2024 vuonna otetuissa näytteissä 8,4–9,1. Vuonna 2023 lähtevän veden pH-mittaustulosten vaihteluväli oli 6,2–7,6, vuonna 2022 8,4–9,0 ja vuonna 2021 8,1–9,0. Vedenpuhdistamon vesi on vuoden 2024 alusta lähtien johdettu pintavalutuskentälle 1. bioreaktorin kautta, jossa pH putoaa matalammaksi ollen viime vuonna 6,8–7,4. Pintavalutuskentälle 1 johdettavan veden pH on ollut yleisesti korkeampi kuin porakaivovesien pH-arvojen mediaani Suomessa, mutta useiden haitta-aineiden mm. sinkin saostuminen on tehokkaampaa, mikäli pH nostetaan vedenpuhdistamolla arvoon yli 8,5 ja näin ollen haitta-aineiden pitoisuudet ovat pysyneet pieninä.

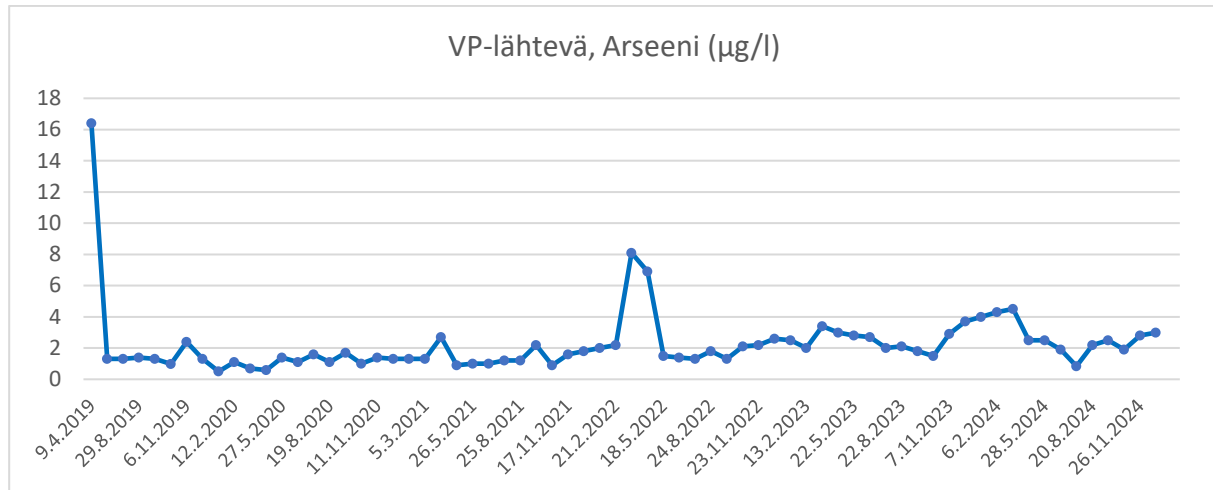
Veden kokonaisrautapitoisuus analysoitiin myös jokaisena kuukautena. Pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2024 välillä 0,012–0,050, keskiarvon ollessa 0,026. Rautapitoisuuden keskiarvo on siten pienentynyt huomattavasti edellisvuodesta 2023, jolloin vastaavat luvut olivat 0,021–0,13 mg/l keskiarvon ollessa 0,51 mg/l, mikä on tyypillinen pitoisuus myös alueen muissa pohja- ja porakaivovesissä. Raudan tehokkaampi saostuminen johtuu vuoden 2023 keväällä Vedenpuhdistamolla tapahtuneeseen saostuskemikaalin muutoksesta, ja aiempaa korkeammasta pH:sta.

Kemiallinen hapenkulutus COD<sub>Mn</sub> vaihteli välillä 1,8–2,6 mgO<sub>2</sub>/l, ollen hieman alempi kuin edellisvuonna (1,9–3,0 mgO<sub>2</sub>/l). COD<sub>Mn</sub> on samaa suuruusluokkaa kuin alueen porakaivo- ja pohjavesissä keskimäärin.

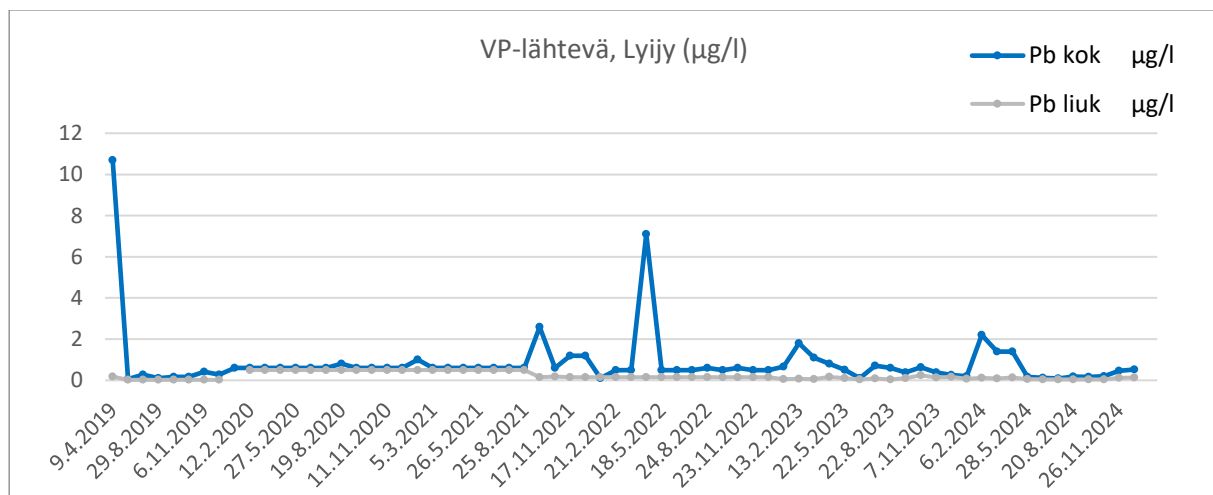
Kerran vuodessa analysoitavat, vedenpuhdistamolta lähtevän veden, tiosulfaatti- (< 1000 µg/l) rikkihiili- (<1 µg/l) ja sulfidipitoisuudet (<50 µg/l) olivat aiempien vuosien tapaan alle laboratorion määritysrajan.

### Kiintoaineen hehkutusjäännös

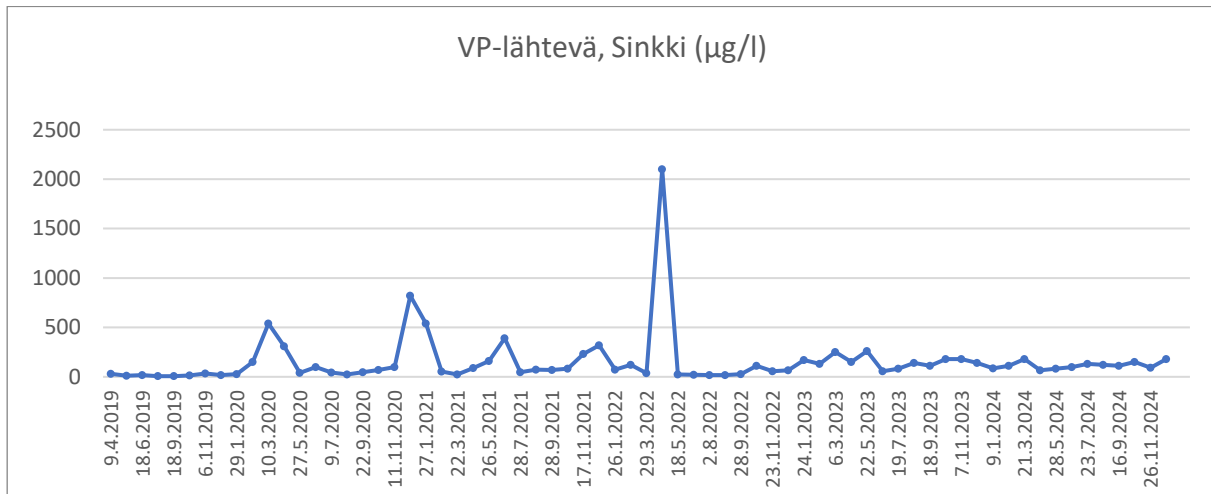
Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kiintoainepitoisuus on vuoden 2024 vesinäytteissä vaihdellut alle määrittysrajan – 1,7 mg/l. Kiintoaineen hehkutusjäännös on vuonna 2024 ollut alle määrittysrajan 1 mg/l kaikkina kuukausina.



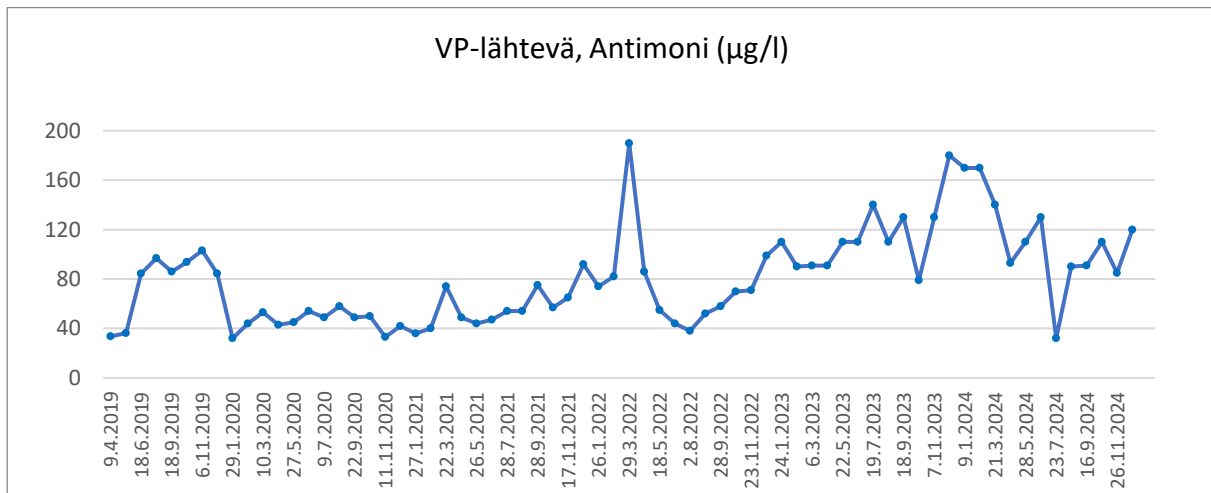
**Kuva 8-2. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden arseenipitoisuudet.**



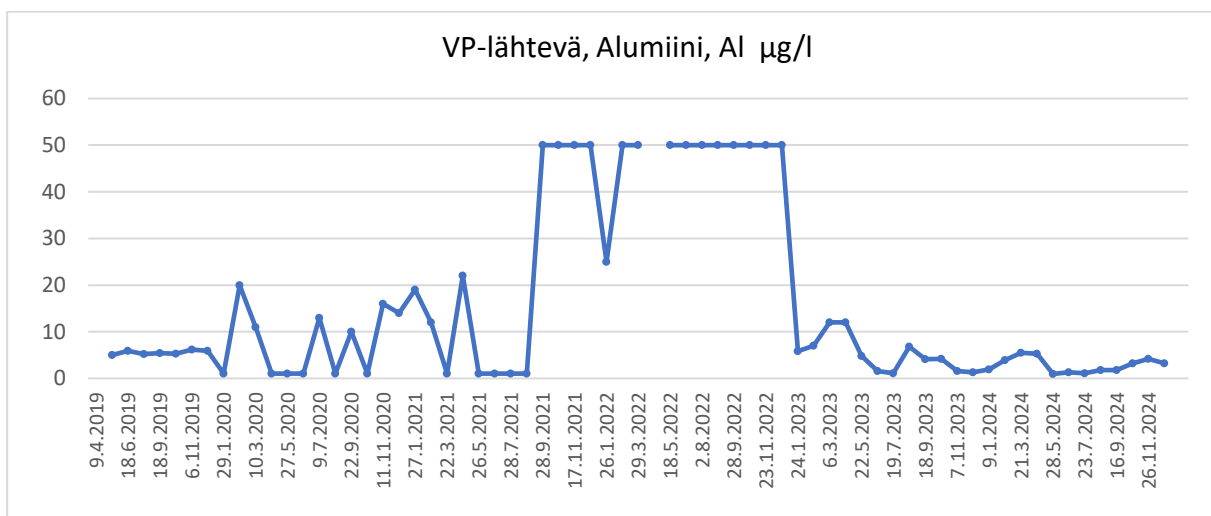
**Kuva 8-3. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden lyijypitoisuudet.**



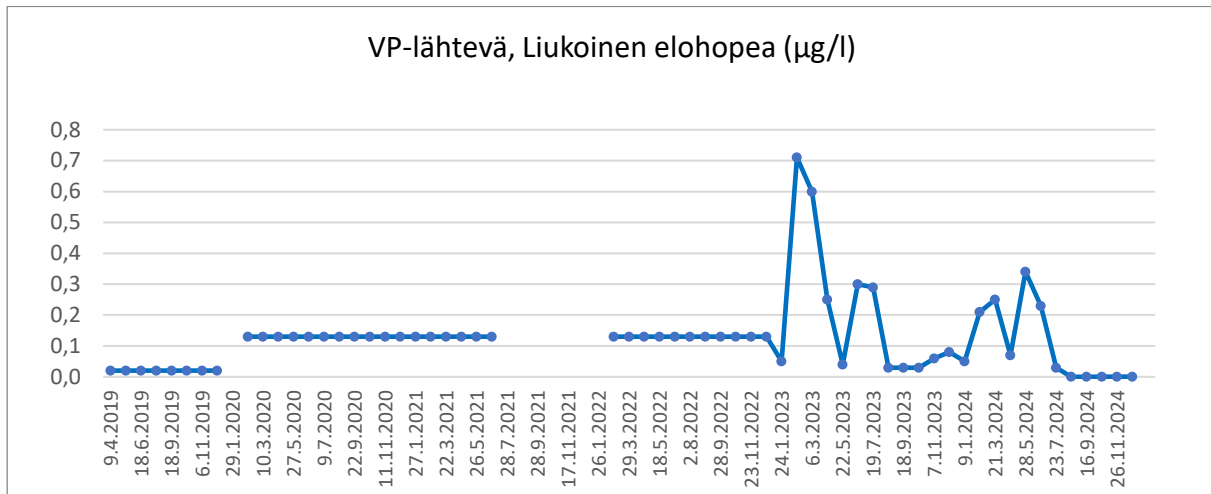
**Kuva 8-4. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden sinkkipitoisuudet.**



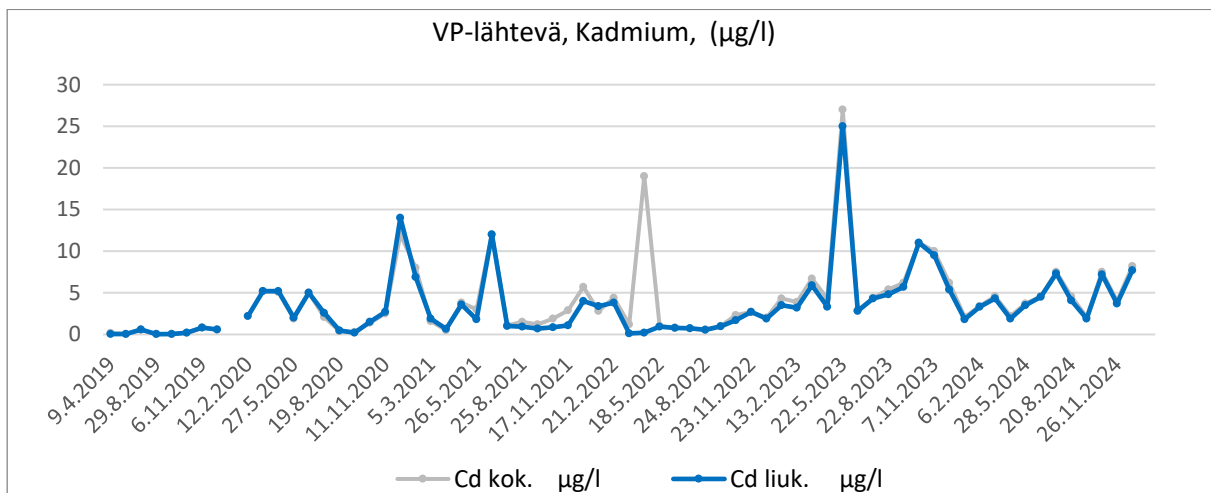
**Kuva 8-5. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden antimonipitoisuudet.**



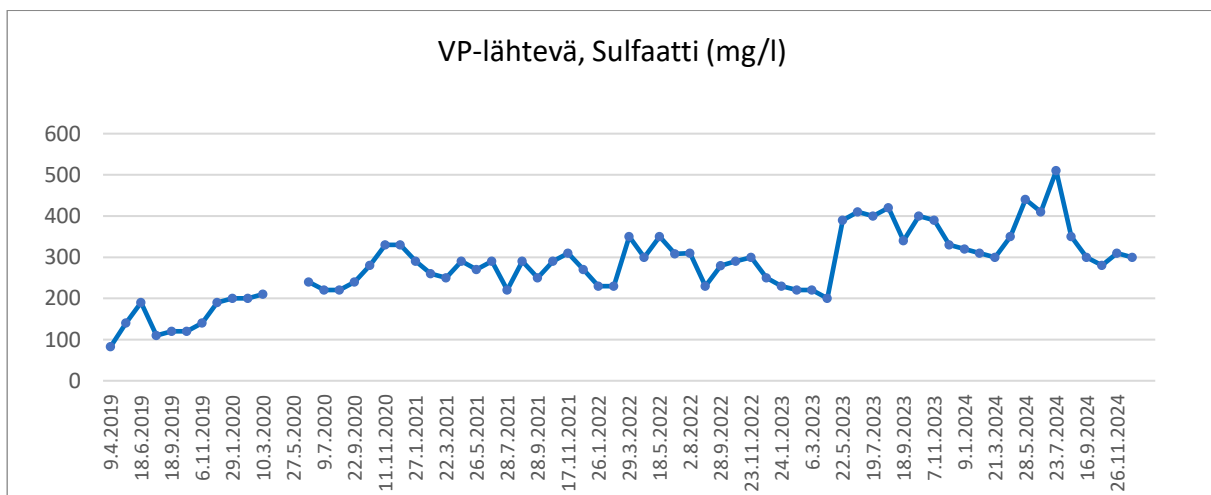
**Kuva 8-6. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden alumiinipitoisuudet**



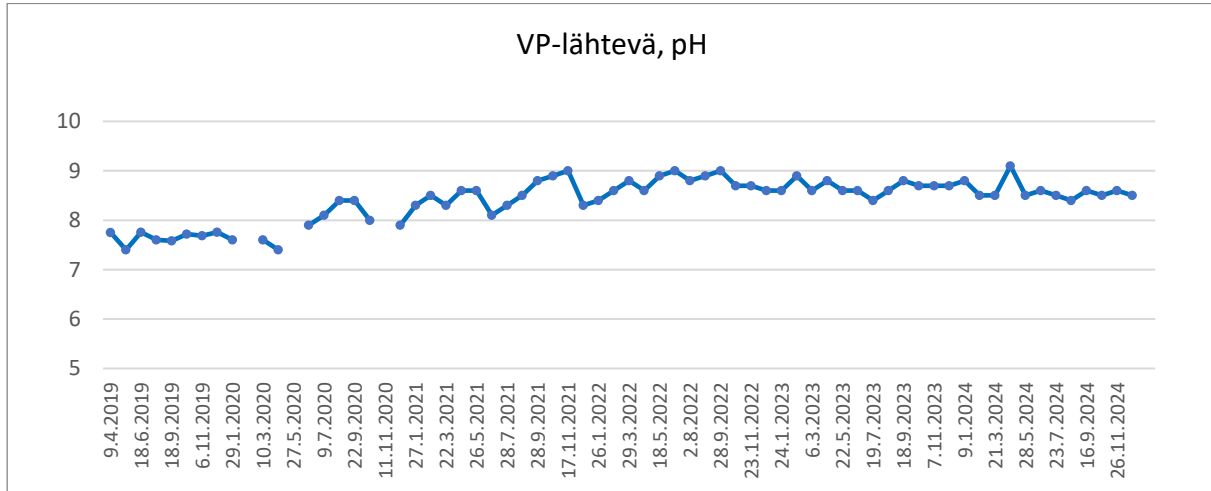
Kuva 8-7. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden elohopeapitoisuudet.



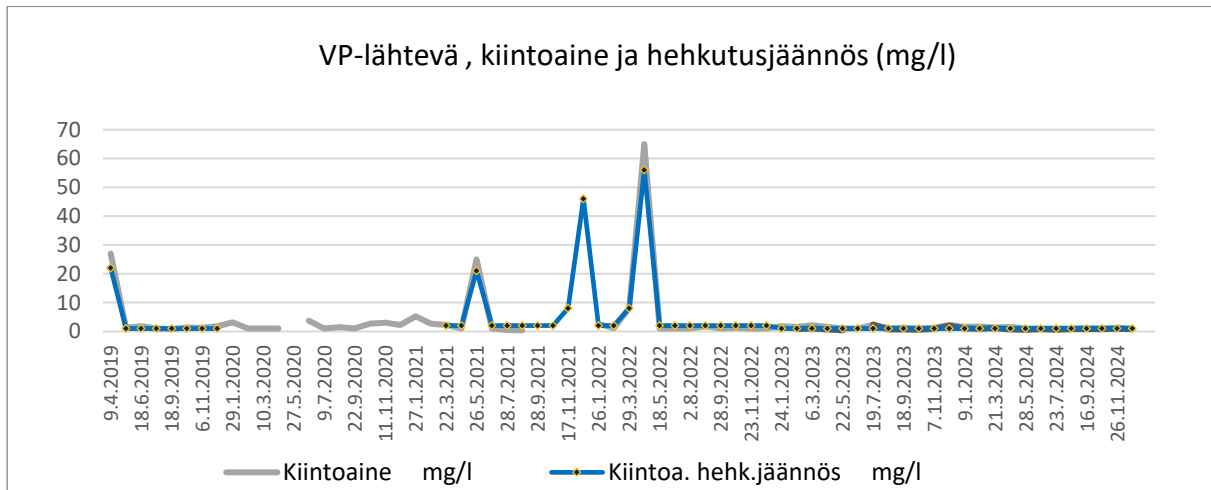
Kuva 8-8. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kadmiumpitoisuudet.



Kuva 8-9. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden sulfaattipitoisuudet.



**Kuva 8-10. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden pH.**



**Kuva 8-11. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kiintoaine ja hehkutusjäännös.**

**Taulukko 8-5. Vedenpuhdistamon lähtevän veden ja Mittakaivo MK 1:n laajojen haitta-aine-analyyysien tulokset 2024.**

| <b>Alkuaine</b> | <b>Yksikkö</b> | <b>Alumiini</b>   | <b>Antimoni</b> | <b>Arseeni</b>   | <b>Barium</b>    | <b>Beryllium</b> | <b>Vismutti</b> | <b>Boori</b>      | <b>Bromi</b>       | <b>Kadmium</b>  |
|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 530               | 33              | 1,8              | 9,2              | 0,059            | 0,001           | 5,8               | 64                 | 0,92            |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 2,8               | 120             | 2,9              | 20               | 0,003            | 0,001           | 13                | 24                 | 7,4             |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Kalsium</b>    | <b>Kerium</b>   | <b>Kesium</b>    | <b>Kromi</b>     | <b>Koboltti</b>  | <b>Kupari</b>   | <b>Dysprosium</b> | <b>Erbium</b>      | <b>Europium</b> |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 79000             | 14              | 0,43             | 0,21             | 3,6              | 4,7             | 0,92              | 0,41               | 0,21            |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 110000            | 0,07            | 0,3              | 0,28             | 7,9              | 2,7             | 0,0095            | 0,0061             | 0,001           |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Gadolinium</b> | <b>Gallium</b>  | <b>Germanium</b> | <b>Kulta</b>     | <b>Hafnium</b>   | <b>Holmium</b>  | <b>Jodi</b>       | <b>Iridium</b>     | <b>Rauta</b>    |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 1,1               | 0,002           | 0,01             | 0,005            | 0,001            | 0,17            | 9,1               | 0,001              | 3300            |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 0,0089            | 0,084           | 0,11             | 0,14             | 0,001            | 0,0019          | 11                | 0,001              | 13              |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Lantaani</b>   | <b>Lyijy</b>    | <b>Litium</b>    | <b>Lutetium</b>  | <b>Magnesium</b> | <b>Mangaani</b> | <b>Elohopea</b>   | <b>Molybdeeni</b>  | <b>Neodyymi</b> |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 8,2               | 2,8             | 6,8              | 0,03             | 11000            | 680             | 0,012             | 0,94               | 6,6             |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 0,056             | 0,35            | 13               | 0,001            | 18000            | 2600            | 0,002             | 5,1                | 0,03            |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Nikkeli</b>    | <b>Niobium</b>  | <b>Osmium</b>    | <b>Palladium</b> | <b>Fosfori</b>   | <b>Platina</b>  | <b>Kalium</b>     | <b>Praseodyymi</b> | <b>Renium</b>   |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 6,5               | 0,0055          | 0,005            | 180              | 0,005            | 0,005           | 17000             | 1,7                | 0,0048          |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 24                | 0,0013          | 0,001            | 0,04             | 18               | 0,001           | 17000             | 0,008              | 0,0085          |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Rodium</b>     | <b>Rubidium</b> | <b>Rutenium</b>  | <b>Samarium</b>  | <b>Skandium</b>  | <b>Seleen</b>   | <b>Pii</b>        | <b>Hopea</b>       | <b>Natrium</b>  |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 0,005             | 17              | 0,005            | 1,1              | 0,065            | 0,1             | 6700              | 0,012              | 20000           |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 0,002             | 29              | 0,001            | 0,0062           | 0,0032           | 1,2             | 7900              | 0,014              | 42000           |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Strontium</b>  | <b>Rikki</b>    | <b>Tantaali</b>  | <b>Telluuri</b>  | <b>Terbium</b>   | <b>Tallium</b>  | <b>Torium</b>     | <b>Tulium</b>      | <b>Tina</b>     |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 130               | 78000           | 0,001            | 0,029            | 0,16             | 0,016           | 10,14             | 0,049              | 0,02            |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 230               | 120000          | 0,001            | 0,0039           | 0,0017           | 0,18            | 0,001             | 0,001              | 0,02            |
| <b>Alkuaine</b> |                | <b>Titaani</b>    | <b>Volframi</b> | <b>Uraani</b>    | <b>Vanadiini</b> | <b>Ytterbium</b> | <b>Yttrium</b>  | <b>Sinkki</b>     | <b>Zirkonium</b>   |                 |
| Mittakaivo 1    | µg/l           | 1,1               | 0,019           | 0,46             | 0,14             | 0,27             | 5,4             | 350               | 0,055              |                 |
| Vedenpuhdistamo | µg/l           | 0,045             | 16              | 2,8              | 0,18             | 0,0045           | 0,078           | 160               | 0,0045             |                 |

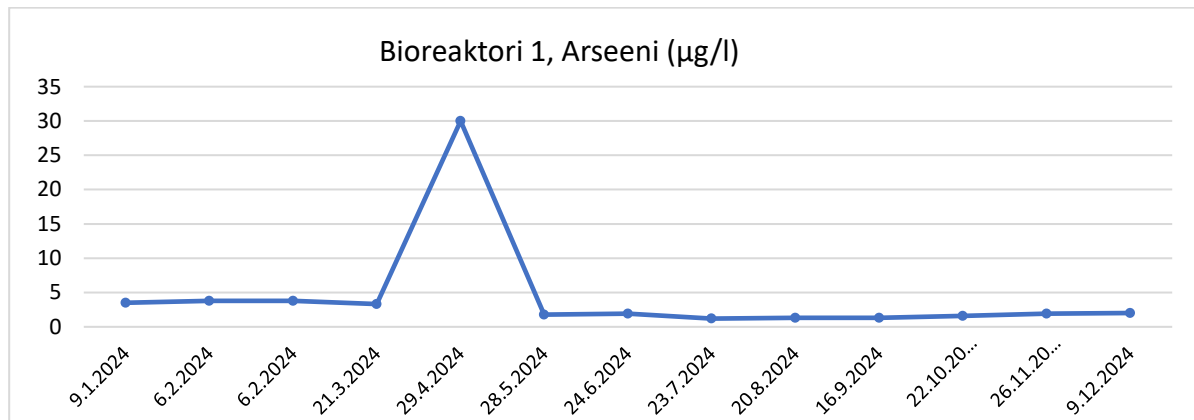
*Kursiivilla merkitty tulos on alle analyysirajan*

**Taulukko 8-6. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden puretun veden laatutiedot.**

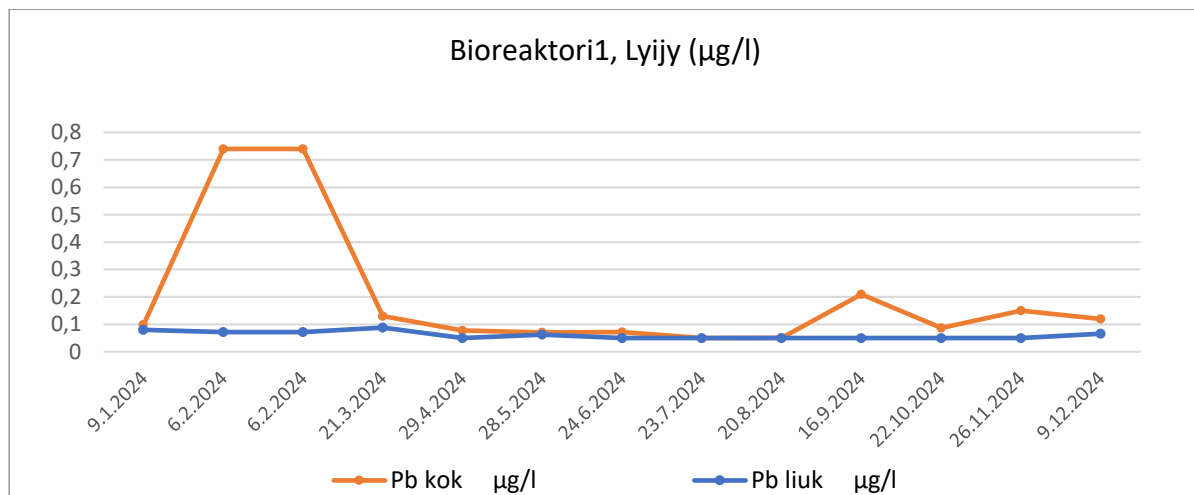
| Määrittys                                       | Yksikkö             | Vedenpuhdistamolta lähtevä vesi |         |          |           | Luparaja |
|-------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------|----------|-----------|----------|
|                                                 |                     | minimi                          | maksimi | mediaani | keskiarvo |          |
| Lupamääräyksen mukaiset määritykset             |                     |                                 |         |          |           |          |
| As                                              | µg/l                | 1,5                             | 3,7     | 2,6      | 2,5       | 100/300* |
| Pb                                              | µg/l                | 0,11                            | 1,8     | 0,615    | 0,66      | 50/300*  |
| Zn                                              | µg/l                | 58                              | 260     | 145      | 154       | 200/500* |
| Sb                                              | µg/l                | 79                              | 180     | 110      | 114,25    | 200/500* |
| Al                                              | µg/l                | 1,1                             | 12      | 4,5      | 5         | 500      |
| Hg liuk.                                        | µg/l                | 0,015                           | 0,71    | 0,08     | 0,22      | 5,00     |
| Cd liuk.                                        | µg/l                | 2,8                             | 25      | 5,1      | 7,03      | 10       |
| SO <sub>4</sub>                                 | mg/l                | 200                             | 420     | 365      | 329       | 1000     |
| Kiintoaineen<br>hehkutusjäännös                 | mg/l                | 0,5                             | 1       | 0,5      | 0,55      | 10       |
| pH                                              |                     | 8,4                             | 8,9     | 8,7      | 8,7       | 6–9,5    |
| Muut tarkkailusuunnitelmassa olevat määritykset |                     |                                 |         |          |           |          |
| Lämpötila.                                      | °C                  | 2,4                             | 18,7    | 5,1      | 9,04      |          |
| COD <sub>Mn</sub>                               | mg/l O <sub>2</sub> | 1,9                             | 3       | 2,65     | 2,62      |          |
| Happi                                           | mg/l                | 10,8                            | 17,2    | 14,0     | 13,3      |          |
| Happi, O <sub>2</sub> Kyll                      | %                   | 110                             | 120     | 110      | 112       |          |
| Kiintoaine                                      | mg/l                | 0,5                             | 2,3     | 1,45     | 1,44      |          |
| Sähkönjoht                                      | mS/m                | 89                              | 130     | 115      | 111       |          |
| TOC                                             | mg/l                | 1,8                             | 2,6     | 2,2      | 2,2       |          |
| N                                               | µg/l                | 36 000                          | 60 000  | 46 000   | 46 250    |          |
| NH <sub>4</sub> N                               | µg/l                | 6 600                           | 13 000  | 10 500   | 10 333    |          |
| NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N             | µg/l                | 29 000                          | 52 000  | 35 000   | 36 750    |          |
| P                                               | µg/l                | 1,5                             | 10      | 4,5      | 4,50      |          |
| Fosfaattifosfori                                | µg/l                | 15                              | 15      | 15       | 15        |          |
| Cl                                              | mg/l                | 13                              | 22      | 18       | 18,2      |          |
| Ag                                              | µg/l                | 0,5                             | 0,5     | 0,5      | 0,50      |          |
| Ca                                              | mg/l                | 100                             | 150     | 140      | 131       |          |
| Cd                                              | µg/l                | 2,9                             | 27      | 5,8      | 7,7       |          |
| Co                                              | µg/l                | 2,8                             | 20      | 6        | 8,4       |          |
| Cr                                              | µg/l                | 0,03                            | 0,41    | 0,13     | 0,15      |          |
| Cu                                              | µg/l                | 0,6                             | 2,8     | 1,6      | 1,6       |          |
| Fe                                              | µg/l                | 14                              | 130     | 24,5     | 54        |          |
| K                                               | mg/l                | 14                              | 22      | 18       | 17        |          |
| Mg                                              | mg/l                | 13                              | 22      | 20       | 19        |          |
| Mn                                              | µg/l                | 1 900                           | 5 000   | 3 200    | 3 183     |          |
| Na                                              | mg/l                | 29                              | 58      | 44       | 42        |          |
| Ni                                              | µg/l                | 13                              | 54      | 19,5     | 25,0      |          |
| Ni liuk.                                        | µg/l                | 13                              | 52      | 19,5     | 24,4      |          |
| Pb liuk.                                        | µg/l                | 0,025                           | 0,24    | 0,093    | 0,10      |          |
| S                                               | µg/l                | 67 000                          | 140 000 | 130 000  | 113 250   |          |
| Th                                              | µg/l                | 0,05                            | 0,05    | 0,05     | 0,05      |          |
| U                                               | µg/l                | 0,78                            | 3,1     | 2,6      | 2,27      |          |

### 8.2.3 Pintavalutuskentille johdetut vedet

Pintavalutuskentille 1 ja 6 johdettavasta vedestä otettiin velvoitetarkkailun mukaisia näytteitä kuukausittain silloin, kun niille johdettiin vettä. Velvoitetarkkailun tulosten mukaisesti pintavalutuskentille johdetut pitoisuudet ovat olleet lupamääräysten mukaisia. Lupamääräyksillä säädellyt haitta-ainepitoisuudet vuoden 2024 aikana on esitetty kuvissa 8.12–8-31 ja taulukossa 8-7. Pintavalutuskentille johdetut kuormitukset on vastaavasti esitetty taulukoissa 8-8 ja 8-10. S-altaasta Bioreaktori 2:n kautta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatutiedot on esitetty taulukossa 8-9.



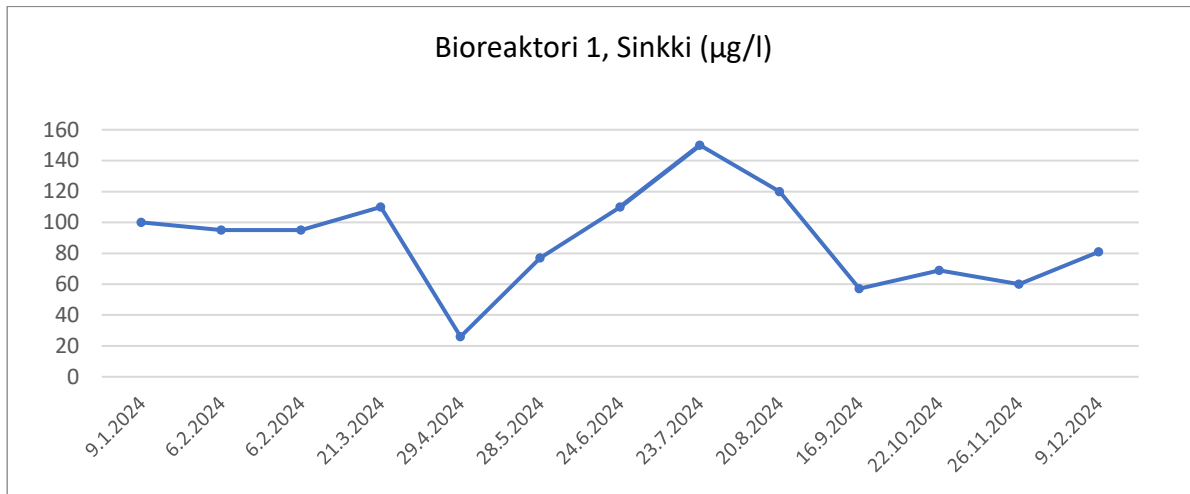
**Kuva 8-12. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen arseenipitoisuus, luparaja 100 µg/l, yksittäiselle näytteelle 300 µg/l.**



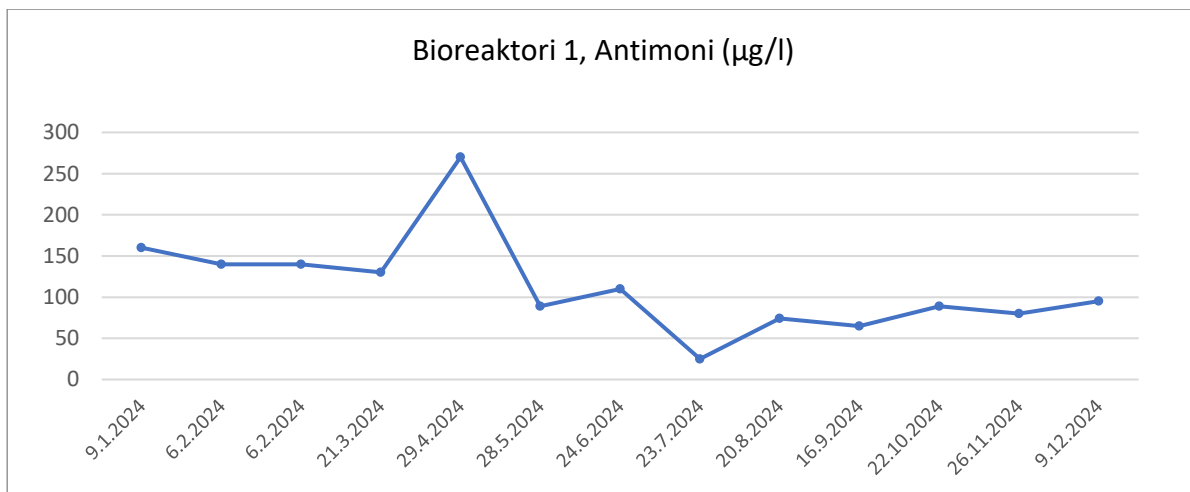
**Kuva 8-13. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen lyijypitoisuus, luparaja 50 µg/l, yksittäiselle näytteelle 300 µg/l.**

**Taulukko 8-7. Bioreaktoreilta 1 ja 2 pintavalutuskentille johdetun veden laatu. Bioreaktori 2 on ollut toiminnassa huhtikuusta lähtien ja sen vedet on johdettu pintavalutuskentälle 1. marraskuun alusta alkaen.**

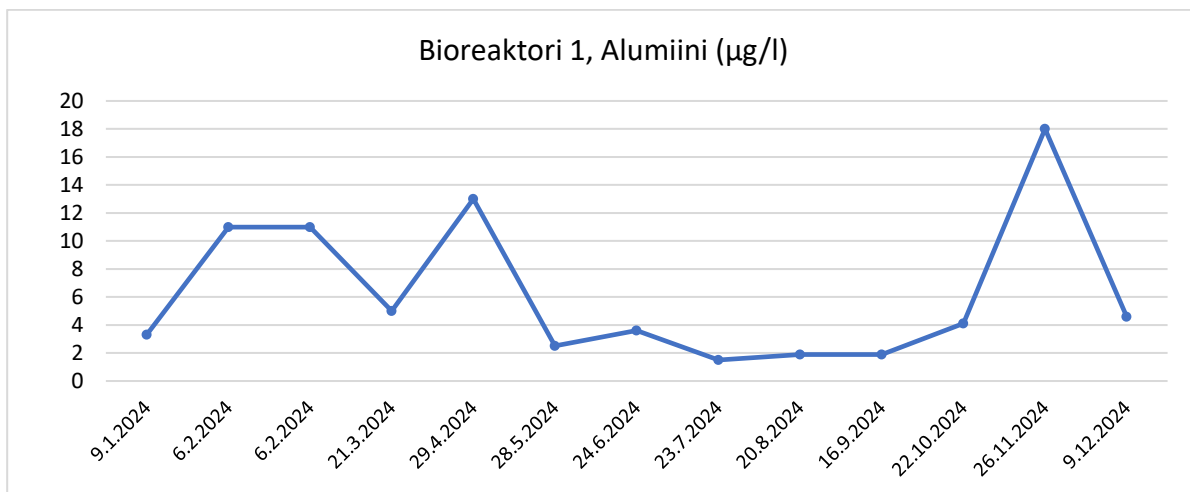
| Analysoitu aine ja sen luparaja                  | Yksikkö             | Bioreaktori 1:ltä lähtevä vesi |         |          |           | Bioreaktori 2:lta lähtevä vesi |         |          |           |
|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------|----------|-----------|--------------------------------|---------|----------|-----------|
|                                                  |                     | minimi                         | maksimi | mediaani | keskiarvo | minimi                         | maksimi | mediaani | keskiarvo |
| Ympäristöluvan lupamääräysten mukainen tarkkailu |                     |                                |         |          |           |                                |         |          |           |
| As, 300 µg/l                                     | µg/l                | 1,2                            | 30      | 1,9      | 4,6       | 2,2                            | 44      | 16       | 15,53     |
| Pb, 300 µg/l                                     | µg/l                | 0,025                          | 0,74    | 0,087    | 0,2       | 0,055                          | 0,6     | 0,23     | 0,26      |
| Zn, 500 µg/l                                     | µg/l                | 26                             | 150     | 81       | 86,8      | 18                             | 260     | 52       | 70,67     |
| Sb, 500 µg/l                                     | µg/l                | 25                             | 270     | 89       | 106       | 40                             | 230     | 97       | 122       |
| Al, 500 µg/l                                     | µg/l                | 1,5                            | 18      | 4,1      | 6,1       | 1,2                            | 24      | 8,5      | 11,08     |
| Hg liuk. 5 µg/l                                  | µg/l                | 0,0025                         | 0,03    | 0,015    | 0,0       | 0,0025                         | 0,08    | 0,04     | 0,03      |
| Cd liuk. 10 µg/l                                 | µg/l                | 0,17                           | 6,8     | 2,6      | 2,8       | 0,029                          | 2,9     | 0,32     | 0,79      |
| SO <sub>4</sub> , 1000 mg/l                      | mg/l                | 250                            | 610     | 320      | 365       | 260                            | 970     | 770      | 656       |
| pH, 6-9,5                                        |                     | 6,8                            | 7,2     | 7,1      | 7,1       | 7,0                            | 7,7     | 7,5      | 7,43      |
| Kiintoaineen hehkutusjäännös, 10 mg/l            | mg/l                | 0,5                            | 0,5     | 0,5      | 0,5       | 0,5                            | 1,5     | 0,5      | 0,61      |
| Tarkkailusuunnitelman mukainen muu tarkkailu     |                     |                                |         |          |           |                                |         |          |           |
| Lämpötila.                                       | °C                  | 3                              | 17,3    | 10,3     | 10,4      | 5,7                            | 17,5    | 15,2     | 12,23     |
| COD <sub>Mn</sub>                                | mg/l O <sub>2</sub> | 2,3                            | 27      | 6,3      | 10,2      | 2,1                            | 14      | 6        | 6,38      |
| Happi                                            | mg/l                | 4,4                            | 4,6     | 4,5      | 4,5       | 3,4                            | 5,9     | 4,65     | 4,65      |
| Happi, O <sub>2</sub> Kyll                       | %                   | 35                             | 38      | 36,5     | 36,5      | 27                             | 47      | 37       | 37,00     |
| Kiintoaine                                       | mg/l                | 0,5                            | 28      | 1,2      | 3,8       | 0,5                            | 8,4     | 1,5      | 2,20      |
| Sähkönjoht                                       | mS/m                | 86                             | 160     | 100      | 108,2     | 85                             | 220     | 180      | 162       |
| TOC                                              | mg/l                | 2,3                            | 26      | 4,1      | 8,1       | 2,3                            | 12      | 5,5      | 5,42      |
| N                                                | µg/l                | 14 000                         | 38 000  | 28 000   | 26 636    | 14 000                         | 38 000  | 20 000   | 22 556    |
| NH <sub>4</sub> N                                | µg/l                | 4 300                          | 12 000  | 8 100    | 8 482     | 4 200                          | 10 000  | 9 400    | 8 722     |
| NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N              | µg/l                | 2 400                          | 27 000  | 20 000   | 18 764    | 4 700                          | 30 000  | 13 000   | 14 633    |
| P                                                | µg/l                | 13                             | 440     | 20       | 75,4      | 17                             | 780     | 660      | 403       |
| Fosfaattifosfori                                 | µg/l                | 15                             | 15      | 15       | 15,0      | 15                             | 15      | 15       | 15,00     |
| Cl                                               | mg/l                | 14                             | 140     | 19       | 32,1      | 15                             | 81      | 59       | 45,11     |
| Ag                                               | µg/l                | 0,5                            | 2,5     | 0,5      | 0,8       | 0,5                            | 0,5     | 0,5      | 0,50      |
| Ca                                               | mg/l                | 90                             | 230     | 110      | 123       | 93                             | 350     | 280      | 236       |
| Cd                                               | µg/l                | 0,21                           | 7       | 2,8      | 2,9       | 0,034                          | 3,6     | 0,32     | 0,88      |
| Co                                               | µg/l                | 0,27                           | 4       | 0,81     | 1,3       | 1,3                            | 3,6     | 2,4      | 2,20      |
| Cr                                               | µg/l                | 0,025                          | 0,16    | 0,025    | 0,0       | 0,025                          | 0,057   | 0,025    | 0,03      |
| Cu                                               | µg/l                | 0,29                           | 3,3     | 0,48     | 0,9       | 0,22                           | 3,4     | 0,79     | 1,02      |
| Fe                                               | µg/l                | 4,7                            | 100     | 11       | 19,0      | 4,7                            | 35      | 16       | 16,83     |
| K                                                | mg/l                | 14                             | 84      | 16,5     | 22,6      | 14                             | 120     | 97       | 65,67     |
| Mg                                               | mg/l                | 3,8                            | 28      | 17       | 17,7      | 3,7                            | 28      | 6,6      | 11,16     |
| Mn                                               | µg/l                | 400                            | 2 700   | 800      | 1 047     | 370                            | 2 900   | 920      | 1 151     |
| Na                                               | mg/l                | 30                             | 64      | 42       | 43,4      | 29                             | 61      | 51       | 48,78     |
| Ni                                               | µg/l                | 1,6                            | 17      | 11       | 9,9       | 1,7                            | 14      | 3,5      | 5,16      |
| Ni liuk.                                         | µg/l                | 1,6                            | 17      | 11       | 9,7       | 1,6                            | 14      | 3,5      | 5,04      |
| Pb liuk.                                         | µg/l                | 0,025                          | 0,088   | 0,025    | 0,0       | 0,069                          | 0,19    | 0,098    | 0,11      |
| S                                                | µg/l                | 86 000                         | 220 000 | 100 000  | 123 273   | 82 000                         | 340 000 | 270 000  | 219 111   |
| Th                                               | µg/l                | 0,05                           | 0,25    | 0,05     | 0,1       | 0,05                           | 0,05    | 0,05     | 0,05      |
| U                                                | µg/l                | 0,034                          | 0,39    | 0,12     | 0,1       | 0,06                           | 1,3     | 0,67     | 0,65      |



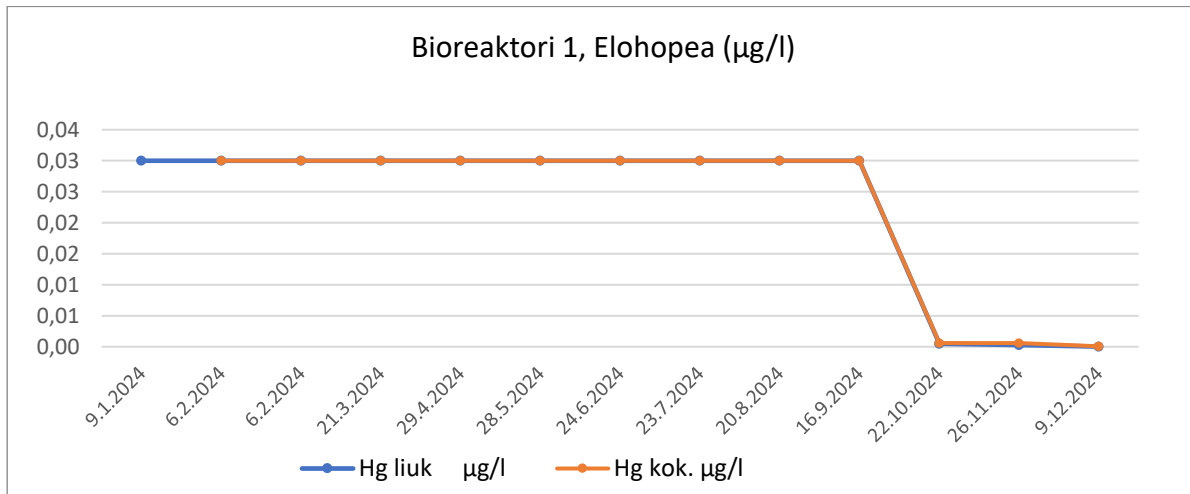
**Kuva 8-14. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen sinkkipitoisuus, luparaja 200  $\mu\text{g/l}$ , yksittäiselle näytteelle 500  $\mu\text{g/l}$ .**



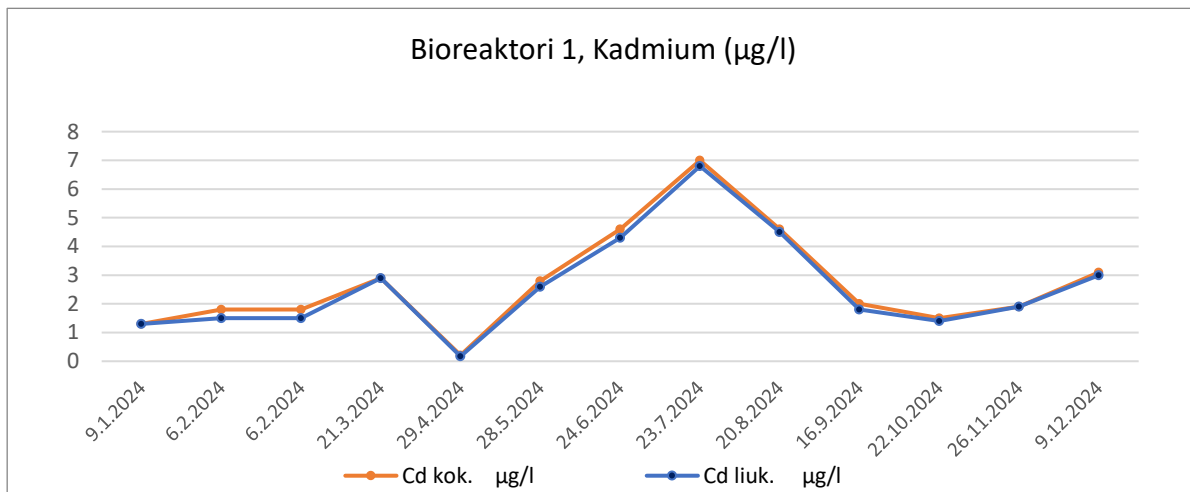
**Kuva 8-15. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen antimonipitoisuus, luparaja 200  $\mu\text{g/l}$ , yksittäiselle näytteelle 500  $\mu\text{g/l}$ .**



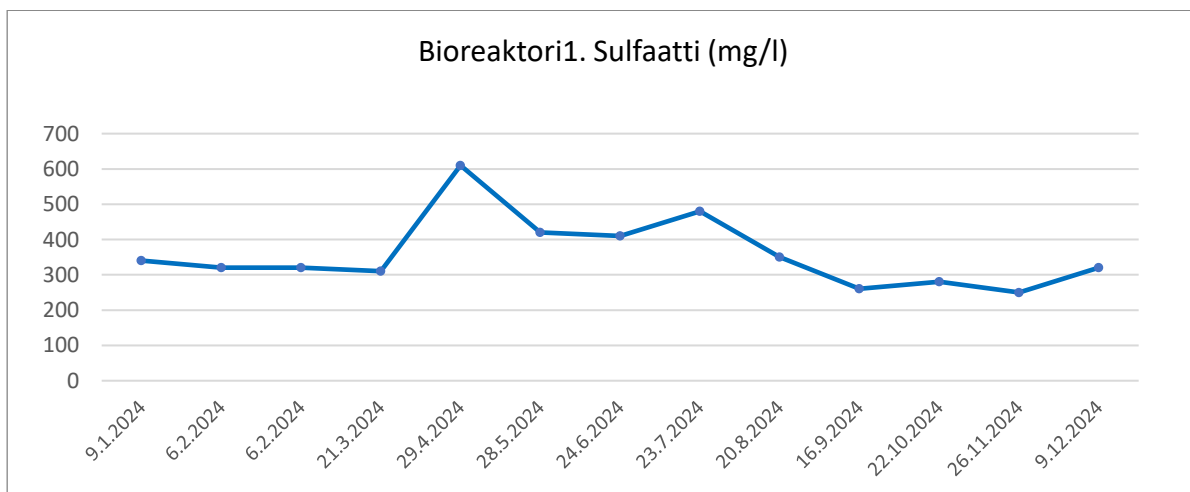
**Kuva 8-16. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen alumiinipitoisuus, luparaja 500  $\mu\text{g/l}$ .**



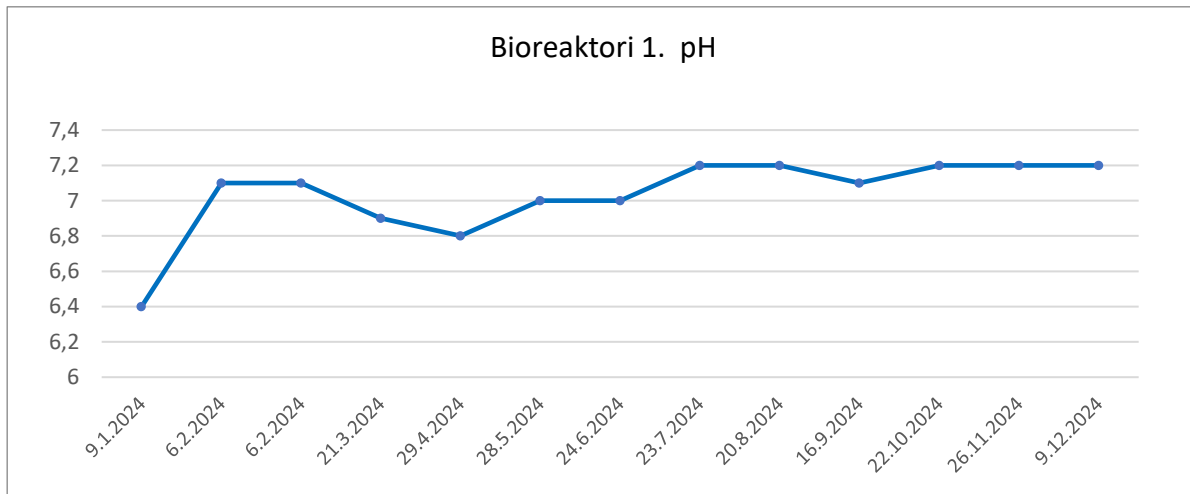
**Kuva 8-17. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen liukoinen elohopeapitoisuus, luparaja 5  $\mu\text{g/l}$ .**



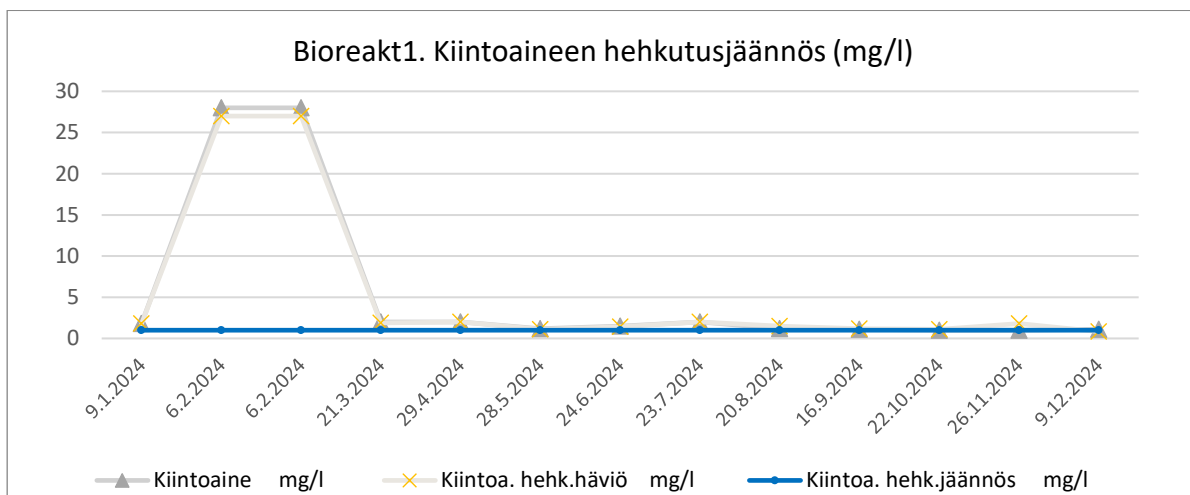
**Kuva 8-18. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen kadmiumpitoisuus, luparaja liukoiselle kadmiumille 10  $\mu\text{g/l}$ .**



**Kuva 8-19. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen sulfaattipitoisuus, luparaja 1000  $\text{mg/l}$ .**



**Kuva 8-20. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien happamuus, luparaja pH 6–9,5.**



**Kuva 8-21. Bioreaktori 1:ltä pintavalutuskentälle PVK1 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen kiintoaineen hehkutusjäännös.**

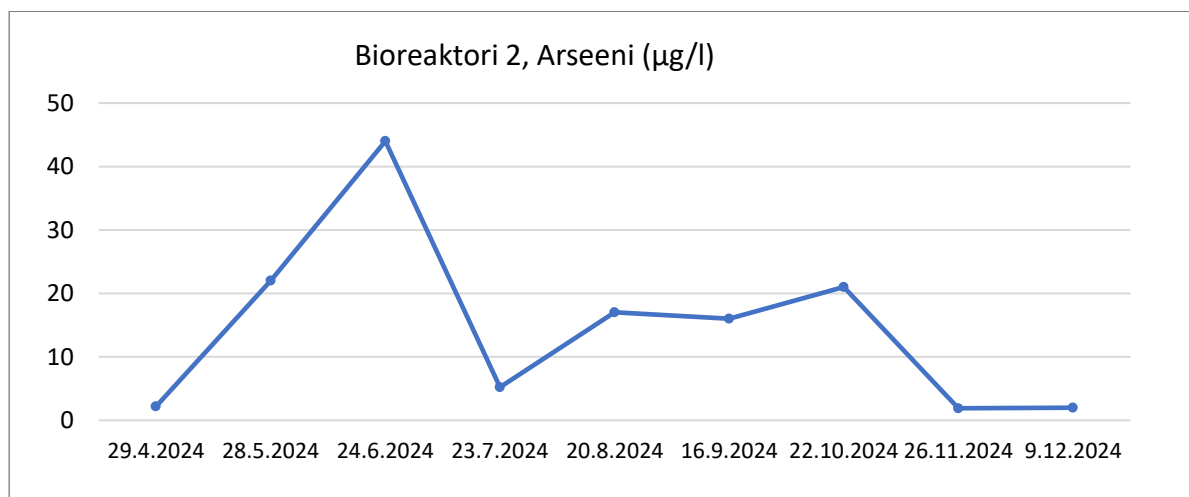
**Taulukko 8-8. Pintavalutuskentälle PVK1 johdettu virtauspainotteinen kuukausi- ja vuosikuormitus 2024 tarkkailuohjelman mukaisten velvoitetarkkailun tulosten ja mitatun virtaaman mukaisesti.**

| Kuormitus, kg | Ki-aine | Typpi | Ammonium-<br>typpi |  | Nitraatti-<br>nitriittityppi |  | Fosfori | Fosfaatti-<br>fosfori | Cl    | SO4     | Ag   | Al   | As   | Ca     | Cd   | Cd<br>liuk. | Co   | Cr   |
|---------------|---------|-------|--------------------|--|------------------------------|--|---------|-----------------------|-------|---------|------|------|------|--------|------|-------------|------|------|
| Tammikuu      | 61      | 425   | 135                |  | 299                          |  | 1,2     | 0,24                  | 512   | 5 814   | 0,02 | 0,10 | 0,07 | 1 956  | 0,05 | 0,04        | 0,02 | 0,00 |
| Helmikuu      | 355     | 178   | 140                |  | 30                           |  | 2,2     | 0,19                  | 266   | 4 061   | 0,01 | 0,14 | 0,05 | 1 193  | 0,02 | 0,02        | 0,05 | 0,00 |
| Maaliskuu     | 32      | 492   | 191                |  | 334                          |  | 0,3     | 0,24                  | 286   | 4 924   | 0,03 | 0,08 | 0,05 | 1 906  | 0,05 | 0,05        | 0,05 | 0,00 |
| Huhtikuu      | 49      | 689   | 295                |  | 517                          |  | 10,8    | 0,37                  | 1 255 | 15 008  | 0,05 | 0,32 | 0,74 | 5 659  | 0,01 | 0,00        | 0,04 | 0,00 |
| Toukokuu      | 39      | 1 018 | 239                |  | 700                          |  | 0,6     | 0,48                  | 445   | 13 364  | 0,03 | 0,08 | 0,06 | 4 136  | 0,09 | 0,08        | 0,03 | 0,00 |
| Kesäkuu       | 44      | 906   | 196                |  | 789                          |  | 0,6     | 0,44                  | 556   | 11 988  | 0,03 | 0,11 | 0,06 | 3 509  | 0,13 | 0,13        | 0,03 | 0,00 |
| Heinäkuu      | 50      | 471   | 124                |  | 347                          |  | 1,9     | 0,37                  | 495   | 11 889  | 0,12 | 0,04 | 0,03 | 3 468  | 0,17 | 0,17        | 0,04 | 0,00 |
| Elokuu        | 34      | 600   | 123                |  | 486                          |  | 0,6     | 0,43                  | 4 000 | 10 000  | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 3 143  | 0,13 | 0,13        | 0,02 | 0,00 |
| Syyskuu       | 24      | 641   | 186                |  | 420                          |  | 0,4     | 0,33                  | 420   | 5 749   | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 1 990  | 0,04 | 0,04        | 0,01 | 0,00 |
| Lokakuu       | 23      | 617   | 185                |  | 457                          |  | 0,3     | 0,34                  | 412   | 6 401   | 0,02 | 0,09 | 0,04 | 2 515  | 0,03 | 0,03        | 0,01 | 0,00 |
| Marraskuu     | 29      | 601   | 205                |  | 419                          |  | 0,4     | 0,42                  | 433   | 7 114   | 0,03 | 0,57 | 0,12 | 2 624  | 0,03 | 0,03        | 0,02 | 0,00 |
| Joulukuu      | 38      | 1 031 | 297                |  | 722                          |  | 0,5     | 0,44                  | 486   | 9 424   | 0,03 | 0,24 | 0,11 | 3 387  | 0,05 | 0,05        | 0,05 | 0,00 |
| Vuosi 2024    | 778     | 7 669 | 2 315              |  | 5 520                        |  | 20      | 4                     | 9 566 | 105 736 | 0    | 2    | 1,4  | 35 484 | 0,81 | 0,77        | 0,36 | 0,02 |

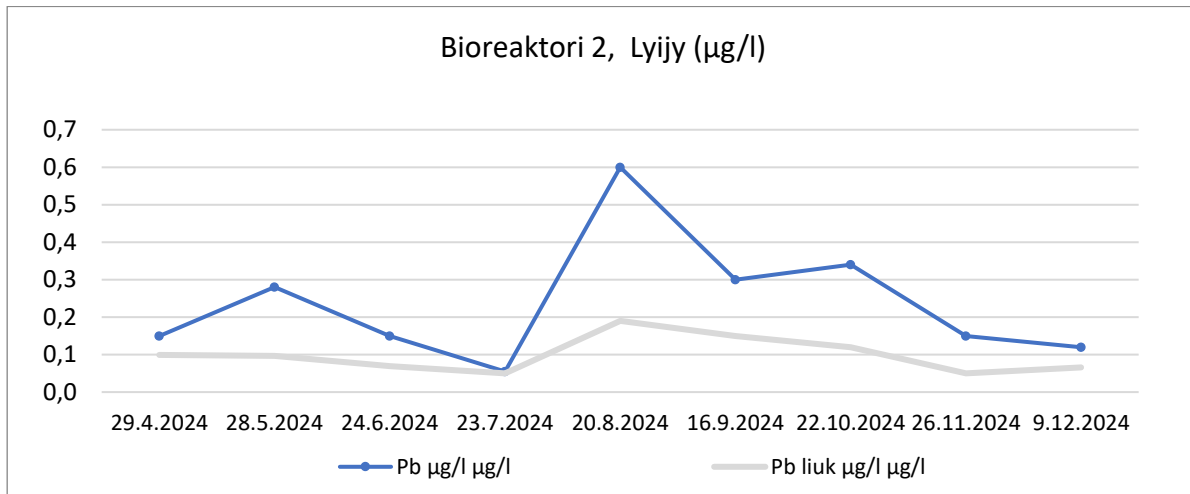
| Kuormitus, kg | Cu   | Fe   | Hg   | K     | Mg    | Mn    | Na     | Ni   | Ni<br>liuk. | Pb   | Pb<br>liuk. | S      | Sb   | Th   | U    | Zn   |
|---------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|------|-------------|------|-------------|--------|------|------|------|------|
| Tammikuu      | 0,01 | 0,30 | 0,00 | 352   | 282   | 16,70 | 692    | 0,16 | 0,15        | 0,00 | 0,00        | 1 966  | 1,69 | 0,00 | 0,00 | 1,38 |
| Helmikuu      | 0,01 | 1,27 | 0,00 | 216   | 216   | 26,65 | 482    | 0,15 | 0,14        | 0,01 | 0,00        | 1 269  | 1,78 | 0,00 | 0,00 | 1,21 |
| Maaliskuu     | 0,01 | 0,19 | 0,00 | 286   | 270   | 27,00 | 588    | 0,22 | 0,21        | 0,00 | 0,00        | 1 588  | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 1,75 |
| Huhtikuu      | 0,01 | 0,25 | 0,00 | 2 067 | 93    | 9,84  | 1 107  | 0,04 | 0,04        | 0,00 | 0,00        | 5 413  | 6,64 | 0,00 | 0,00 | 0,64 |
| Toukokuu      | 0,11 | 0,25 | 0,00 | 573   | 700   | 17,18 | 2 036  | 0,35 | 0,35        | 0,00 | 0,00        | 4 773  | 2,83 | 0,00 | 0,00 | 2,45 |
| Kesäkuu       | 0,03 | 0,21 | 0,00 | 468   | 614   | 23,39 | 1 637  | 0,41 | 0,41        | 0,00 | 0,00        | 3 801  | 3,22 | 0,00 | 0,00 | 3,22 |
| Heinäkuu      | 0,01 | 0,12 | 0,00 | 421   | 694   | 66,87 | 1 387  | 0,42 | 0,42        | 0,00 | 0,00        | 3 963  | 0,62 | 0,01 | 0,00 | 3,72 |
| Elokuu        | 0,01 | 0,15 | 0,00 | 400   | 543   | 28,00 | 1 200  | 0,31 | 0,31        | 0,00 | 0,00        | 3 429  | 2,11 | 0,00 | 0,00 | 3,43 |
| Syyskuu       | 0,05 | 0,24 | 0,00 | 310   | 376   | 9,51  | 973    | 0,15 | 0,15        | 0,00 | 0,00        | 2 145  | 1,44 | 0,00 | 0,00 | 1,26 |
| Lokakuu       | 0,01 | 0,32 | 0,00 | 320   | 389   | 10,52 | 686    | 0,12 | 0,12        | 0,00 | 0,00        | 2 126  | 2,03 | 0,00 | 0,00 | 1,58 |
| Marraskuu     | 0,02 | 0,63 | 0,00 | 391   | 405   | 23,14 | 838    | 0,13 | 0,13        | 0,01 | 0,00        | 2 345  | 2,47 | 0,00 | 0,02 | 1,33 |
| Joulukuu      | 0,01 | 0,41 | 0,00 | 501   | 530   | 49,18 | 1 031  | 0,19 | 0,18        | 0,01 | 0,00        | 2 945  | 3,02 | 0,00 | 0,02 | 2,02 |
| Vuosi 2024    | 0,29 | 4    | 0,01 | 6 303 | 5 112 | 308   | 12 657 | 2,7  | 2,6         | 0,04 | 0,02        | 35 763 | 30   | 0,04 | 0,07 | 24   |

**Taulukko 8-9. S-altaasta Bioreaktori 2:n kautta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatu tiedot.**

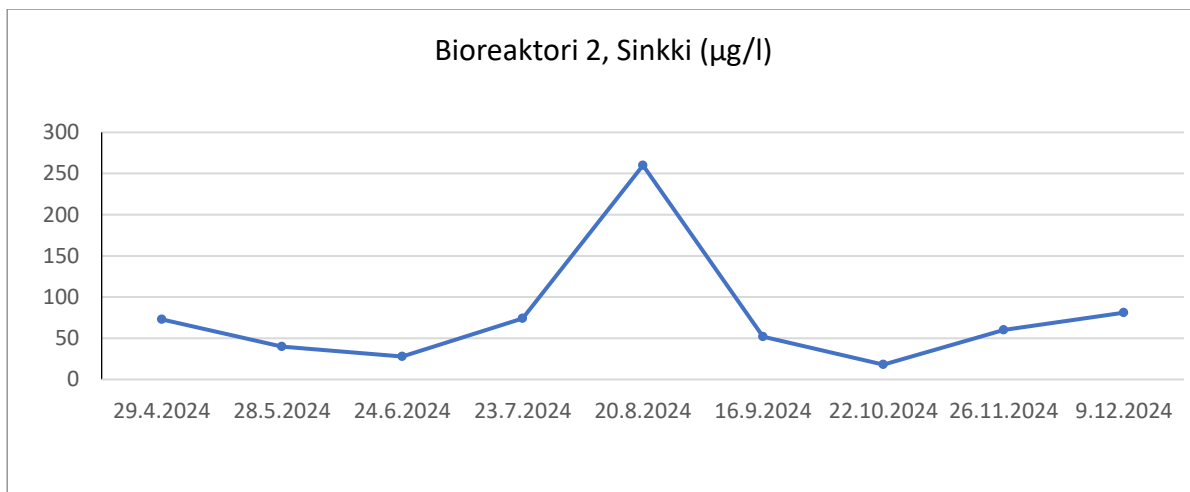
| Aine                        | Raja-arvo | Yksikkö | Raja-arvon tyyppi                            | Velvoite-tarkkailu | Omavalvontainen tarkkailu, CRS |
|-----------------------------|-----------|---------|----------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Arseeni                     | 0,1       | mg/l    | Keskiarvo                                    | 0,015              | 0,02                           |
| Arseeni                     | 0,30      | mg/l    | Korkein yksittäinen pitoisuus                | 0,044              | 0,03                           |
| Lyijy                       | 0,05      | mg/l    | Keskiarvo                                    | 0,0002             | 0,02                           |
| Lyijy                       | 0,30      | mg/l    | Korkein yksittäinen pitoisuus                | 0,0006             | 0,03                           |
| Sinkki                      | 0,20      | mg/l    | Keskiarvo                                    | 0,076              | 0,09                           |
| Sinkki                      | 0,50      | mg/l    | Korkein yksittäinen pitoisuus                | 0,260              | 0,3                            |
| Antimoni                    | 0,20      | mg/l    | Keskiarvo                                    | 0,119              | 0,13                           |
| Antimoni                    | 0,50      | mg/l    | Korkein yksittäinen pitoisuus                | 0,23               | 0,26                           |
| Alumiini                    | 0,5       | mg/l    | Keskiarvo                                    | 0,01               | 0,07                           |
| Sulfaatti                   | 1 000     | mg/l    | Keskiarvo                                    | 654                | 677                            |
| Elohopea, liukoinen         | 0,5       | µg/l    | Keskiarvo                                    | 0,03               | –                              |
| Kadmium, liukoinen          | 10        | µg/l    | Keskiarvo                                    | 1,27               | –                              |
| Kiintoaineen hehkutusjäätös | 10        | mg/l    | Virtaamapainotteinen Neljännesvuosikeskiarvo | 1,0                | –                              |



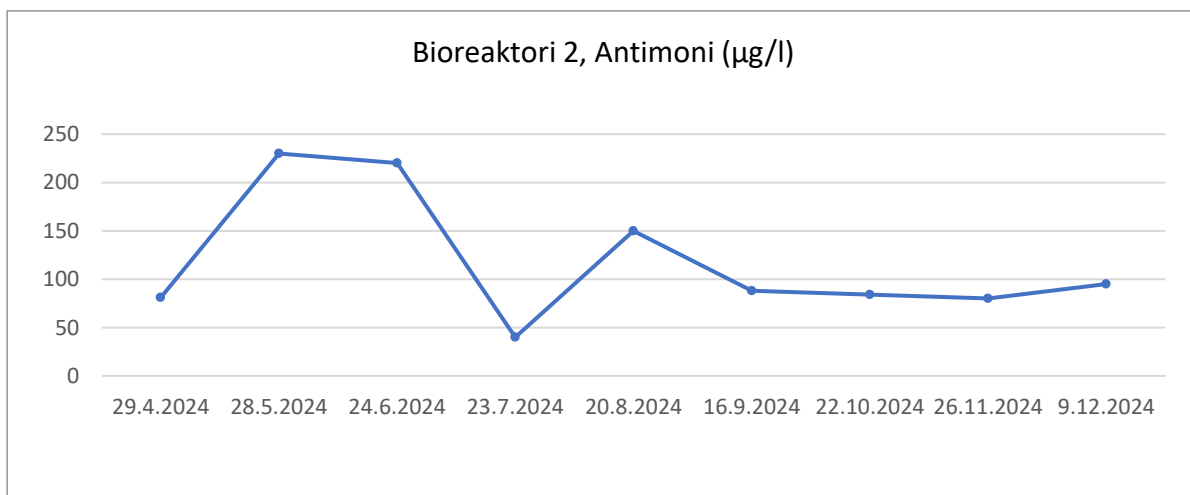
**Kuva 8-22. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset arseenipitoisuudet.**



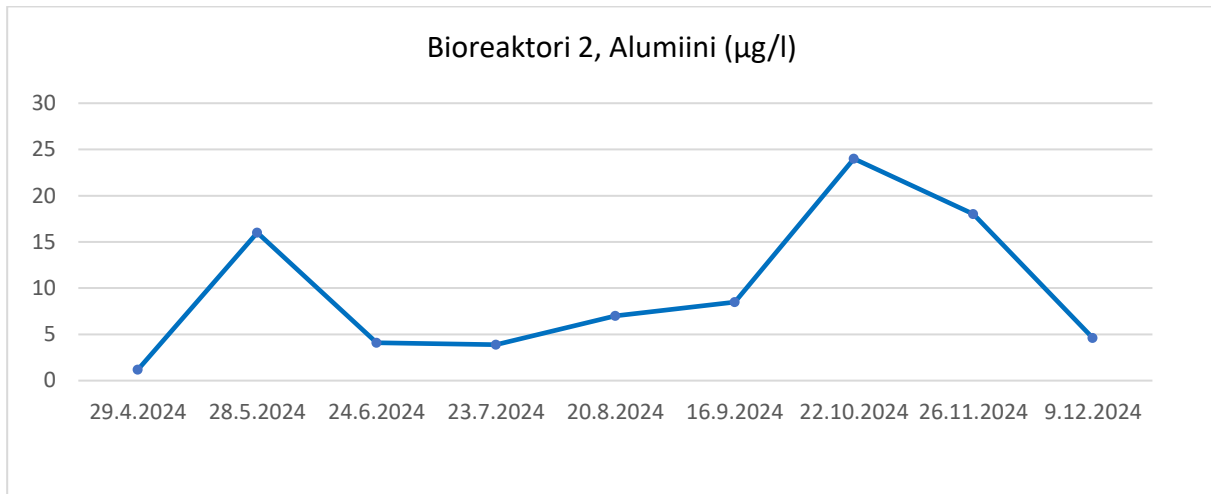
**Kuva 8-23. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset lyijypitoisuudet.**



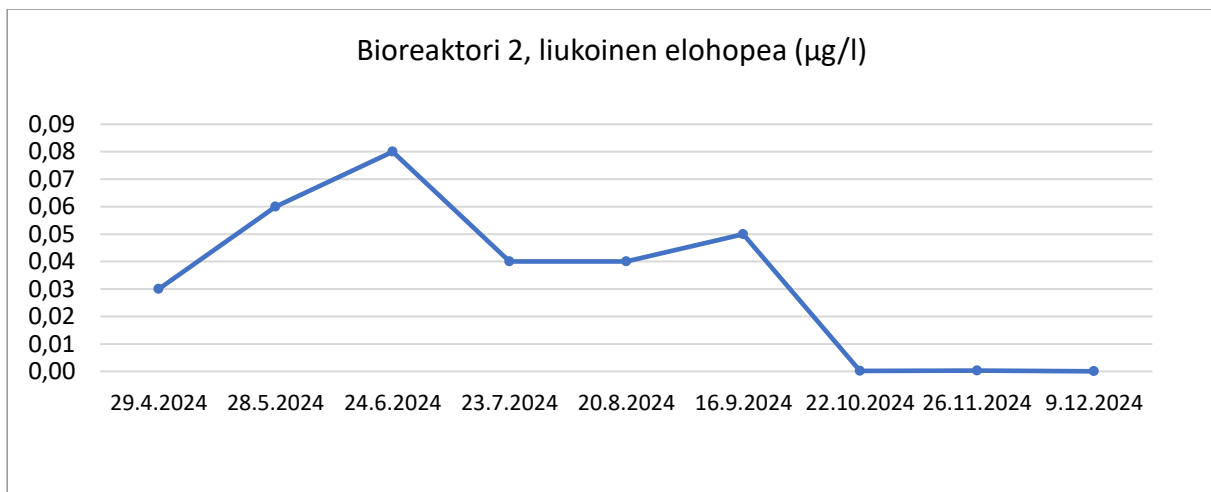
**Kuva 8-24. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset sinkkipitoisuudet.**



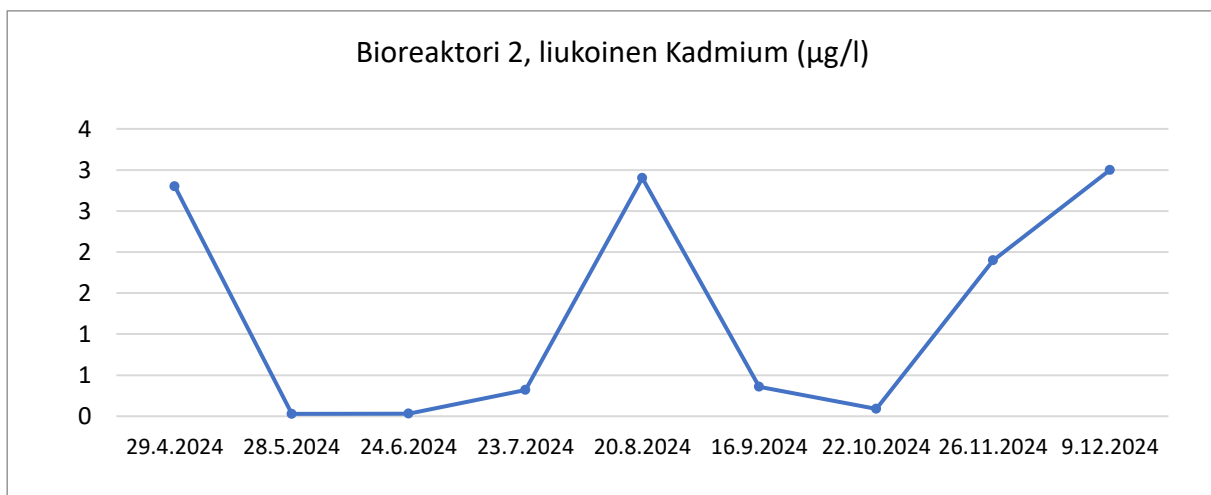
**Kuva 8-25. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset antimonipitoisuudet.**



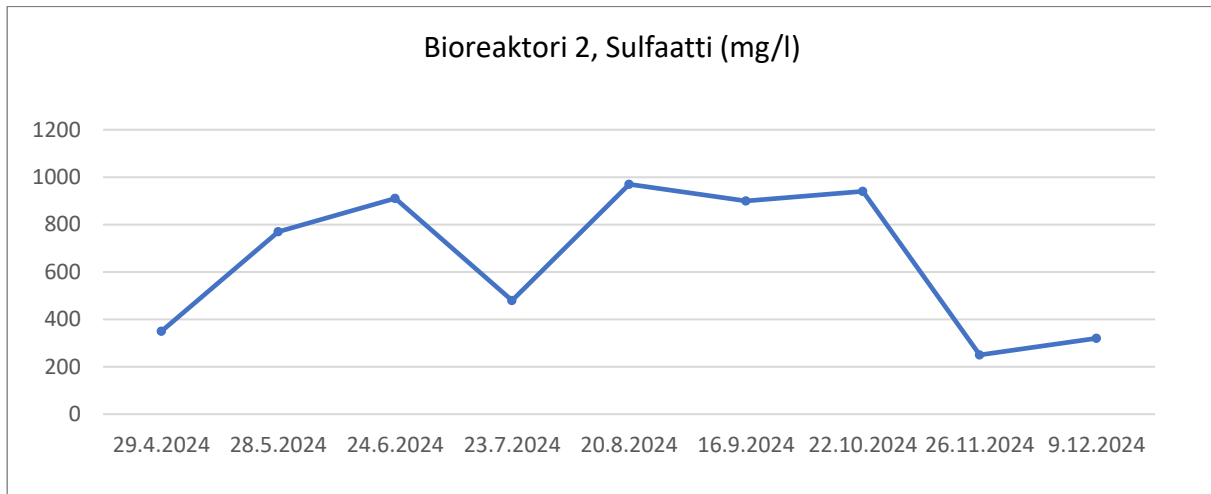
**Kuva 8-26. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset alumiinipitoisuudet.**



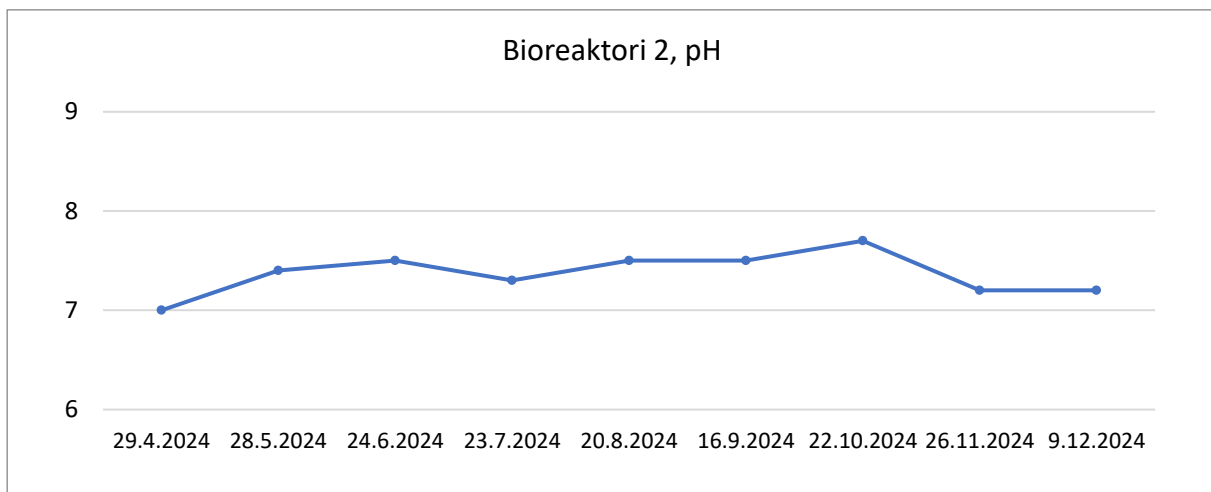
**Kuva 8-27. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset elohopeapitoisuudet.**



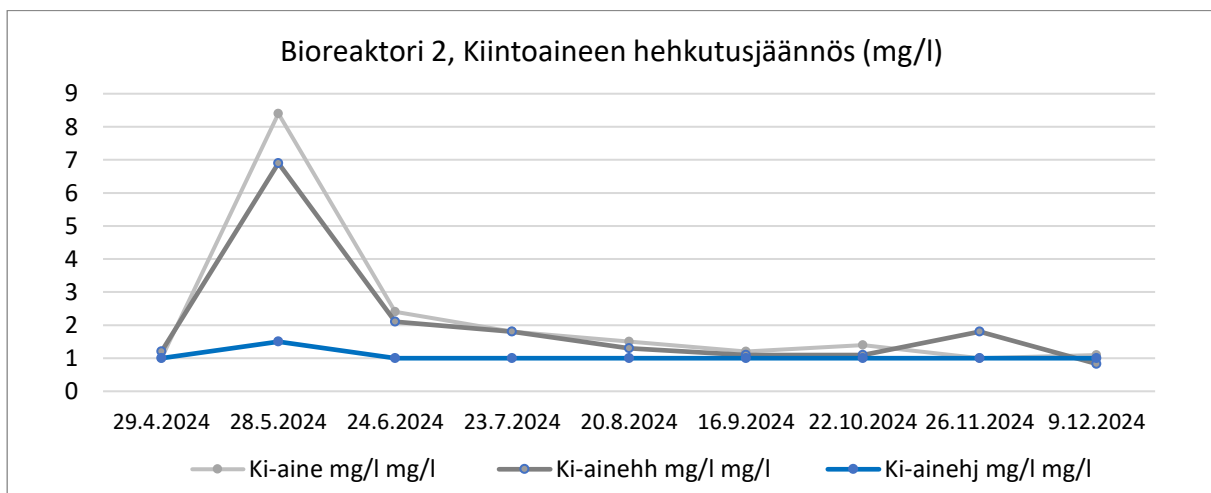
**Kuva 8-28. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset liukoisien kadmiumin pitoisuudet.**



**Kuva 8-29. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukaiset sulfaattipitoisuudet.**



**Kuva 8-30. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien happamuus, luparaja pH 6–9,5.**



**Kuva 8-31. Bioreaktori 2:lta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien velvoitetarkkailun mukainen kiintoaineen hehkutusjäännös.**

**Taulukko 8-10. Pintavalutuskenttä PVK6:lle johdettu haitta-ainekuormitus 2024, kg.**

| Kuormitus,<br>kg  | Kiinto-<br>aine | Kok.N        | NH4-N       | NO2+<br>NO3-N | Kok.P       | PO4-P      | Cl           | SO4           | Ag         | Al kok      | As kok      | Ca            | Cd kok      | Cd<br>liuk  | Co kok      | Cr kok      |
|-------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|---------------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tammikuu          | 44,64           | 22           |             |               | 1,43        |            |              | 1 214         |            | 61          | 0,16        |               | 0,03        |             | 0,18        |             |
| Helmikuu          | 40,32           | 20           |             |               | 1,29        |            |              | 1 097         |            | 55          | 0,14        |               | 0,02        |             | 0,16        |             |
| Maaliskuu         | 44,64           | 22           |             |               | 1,43        |            |              | 1 214         |            | 61          | 0,16        |               | 0,03        |             | 0,18        |             |
| Huhtikuu          | 52,94           | 312          | 97          | 292           | 4,60        | 0,15       | 146          | 4 585         | 0,01       | 59          | 0,17        | 1 072         | 0,05        | 0,03        | 0,19        | 0,00        |
| Toukokuu          | 225,88          | 507          | 216         | 101           | 12,80       | 0,32       | 1 273        | 17 828        | 0,02       | 61          | 0,63        | 6 041         | 0,03        | 0,00        | 0,23        | 0,00        |
| Kesäkuu           | 93,31           | 418          | 208,80      | 313           | 15,24       | 0,31       | 1 608        | 20 176        | 0,02       | 59          | 1,07        | 7 308         | 0,03        | 0,00        | 0,20        | 0,00        |
| Heinäkuu          | 85,89           | 479          | 78,57       | 281           | 9,36        | 0,28       | 337          | 10 400        | 0,02       | 71          | 0,28        | 2 806         | 0,04        | 0,01        | 0,26        | 0,00        |
| Elokuu            | 82,71           | 528          | 183,85      | 215           | 7,24        | 0,29       | 1 213        | 20 445        | 0,02       | 6           | 0,44        | 6 846         | 0,09        | 0,06        | 0,18        | 0,00        |
| Syyskuu           | 23,22           | 438          | 57,48       | 59            | 14,88       | 0,10       | 416          | 6 403         | 0,01       | 0           | 0,14        | 2 312         | 0,01        | 0,00        | 0,05        | 0,00        |
| Lokakuu           | 23,67           | 552          | 63,20       | 72            | 14,35       | 0,10       | 533          | 6 581         | 0,01       | 20          | 0,19        | 2 107         | 0,01        | 0,00        | 0,07        | 0,00        |
| Marraskuu         | 43,57           | 26           |             |               | 4,98        |            |              | 932           |            | 232         | 0,35        |               | 0,05        |             | 0,44        |             |
| Joulukuu          | 47,40           | 24           |             |               | 1,52        |            |              | 1 289         |            | 65          | 0,17        |               | 0,03        |             | 0,19        |             |
| <b>Vuosi 2024</b> | <b>808</b>      | <b>3 349</b> | <b>905</b>  | <b>1335</b>   | <b>89</b>   | <b>1,6</b> | <b>5 526</b> | <b>92 166</b> | <b>0</b>   | <b>750</b>  | <b>3,89</b> | <b>28 492</b> | <b>0,41</b> | <b>0,09</b> | <b>2,31</b> | <b>0,01</b> |
| Kuormitus,<br>kg  | Cu kok          | Hg kok       | Hg liuk     | K kok         | Mg kok      | Mn kok     | Na           | Ni kok        | Ni<br>liuk | Pb kok      | Pb liuk     | S kok         | Sb kok      | Th<br>kok   | U kok       | Zn kok      |
| Tammikuu          |                 |              |             |               |             | 9,62       |              |               |            | 0,00        |             |               | 0,45        |             |             | 2,39        |
| Helmikuu          |                 |              |             |               |             | 8,69       |              |               |            | 0,00        |             |               | 0,40        |             |             | 2,16        |
| Maaliskuu         |                 |              |             |               |             | 9,62       |              |               |            | 0,00        |             |               | 0,45        |             |             | 2,39        |
| Huhtikuu          | 0,003           | 0,000        | 0,000       | 166           | 175         | 18,28      | 594          | 0,10          | 0,09       | 0,89        | 0,00        | 1 169         | 1,22        | 0,00        | 0,00        | 3,02        |
| Toukokuu          | 0,073           | 0,001        | 0,001       | 2 093         | 82          | 20,19      | 1 100        | 0,07          | 0,07       | 0,92        | 0,00        | 5 826         | 5,41        | 0,00        | 0,01        | 3,25        |
| Kesäkuu           | 0,013           | 0,002        | 0,002       | 2 297         | 86          | 18,08      | 1 148        | 0,04          | 0,04       | 0,89        | 0,00        | 6 264         | 5,03        | 0,00        | 0,01        | 2,90        |
| Heinäkuu          | 0,004           | 0,001        | 0,001       | 318           | 524         | 65,51      | 1 029        | 0,10          | 0,10       | 1,07        | 0,00        | 2 993         | 1,27        | 0,00        | 0,00        | 4,18        |
| Elokuu            | 0,018           | 0,001        | 0,001       | 2 347         | 129         | 31,83      | 1 037        | 0,27          | 0,27       | 0,23        | 0,00        | 6 650         | 3,47        | 0,00        | 0,02        | 7,86        |
| Syyskuu           | 0,009           | 0,000        | 0,000       | 661           | 28          | 6,46       | 324          | 0,03          | 0,03       | 0,06        | 0,00        | 2 114         | 0,73        | 0,00        | 0,01        | 0,53        |
| Lokakuu           | 0,005           | 0,000        | 0,000       | 652           | 24          | 5,55       | 329          | 0,01          | 0,01       | 0,30        | 0,00        | 1 843         | 0,70        | 0,00        | 0,00        | 0,89        |
| Marraskuu         |                 |              |             |               |             | 13,40      |              |               |            | 0,00        |             |               | 0,44        |             |             | 6,01        |
| Joulukuu          |                 |              |             |               |             | 10,22      |              |               |            | 0,00        |             |               | 0,47        |             |             | 2,54        |
| <b>Vuosi 2024</b> | <b>0,13</b>     | <b>0,005</b> | <b>0,01</b> | <b>8 533</b>  | <b>1048</b> | <b>217</b> | <b>5 562</b> | <b>0,6</b>    | <b>0,6</b> | <b>4,36</b> | <b>0,01</b> | <b>26 859</b> | <b>20,0</b> | <b>0,01</b> | <b>0,05</b> | <b>38</b>   |

#### 8.2.4 Toksisuus ja perustuotantokyky

##### ***Vedenpuhdistamon ja selkeytysaltaan S2 vedet***

Vedenpuhdistamolta ja selkeytysaltaasta S2 lähtevän veden myrkyllisyyttä on selvitetty vesikirppu ja valobakteeritestein vuosina 2019, 2021, 2022 ja 2024.

Vesikirpputesti mittaa veden toksisuutta vesikirpuille (*Daphnia magna*), jotka ovat herkkiä vedessä esiintyville haita-aineille.

Valobakteeritesti mittaa veden myrkyllisyyttä valoa tuottaville bakteereille (esim. *Vibrio fischeri*), joiden valontuotto vähenee myrkyllisten aineiden vaikutuksesta. Inhibitio laimennuksessa 800 mL/L, kertoo valobakteerituotannon vähenemisen prosentteina. EC20 (15/15)-arvo on pitoisuus, jossa bakteerien valontuotosta 20 % estyy sekä vastaavasti EC50 pitoisuus, jossa 50 % valontuotosta estyy.

Vedenpuhdistamon vedessä ei ole havaittu akuuttia vesieliötoksisuutta, mutta Selkeytysaltaan S2 vesi oli vuoden 2019 selvityksen mukaan ekotoksista eliöille. S2-altaan toksisuutta selvitettiin vuonna 2022 uudelleen kesäkuussa ja marraskuussa sekä vedenpuhdistamolta lähtevän veden toksisuutta marraskuussa 2022. Tällöin toksisuutta ei havaittu.

Vuonna 2024 selkeytysaltaalta S2 ja vedenpuhdistamolta lähtevälle vedelle tehtiin *Daphnia magna*-vesikirpun liikkuvuustesti standardin SFS-EN ISO 6341:2012 mukaisesti ja *Vibrio fischeri* -valobakteerin bioluminesenssitesti standardin NF EN ISO 11348-3 mukaisesti. Valobakteeritesti tehtiin erillisnäytteistä (27.8.2024), koska kuljetusliikkeen virheen takia alkuperäisiä näytteitä oli säilytetty väärin.

Perustuotantotestejä levän kasvun selvittämiseksi ei tehty koska bioreaktorit olivat uusia ja niiden välittömästi näytteenottoa edeltävä käyttöönotto ei olisi antanut luotettavaa kuvaa niillä ja pintavalutuskentillä tai purkuvesistössä tapahtuvasta leväkasvusta.

Testien optimi-pH-alue on välillä 6–8. Jos pH:ta ei säädetä, voi emäksinen pH olla jo sellaisenaan toksinen vesieliöille. Vastaavasti pH:n säätö voi myös osaltaan aiheuttaa liukenemis- ja saostumisreaktioita joidenkin aineiden osalta.

Testitulokset *Daphnia magna* EC50, 24 h >97 % tarkoittaa sitä, ettei näytteillä ole todettu toksisuutta testauksessa. *Vibrio fischeri* -valobakteereiden CE50 on yli 80 % molemmille näytteille, joten tuloksista voidaan päätellä, että kumpikaan näyte ei ole voimakkaasti toksinen valobakteereille. Mitä pitempään testi kestää (5, 15, 30 min), sitä tarkemmin voidaan arvioida mahdolliset pitkäaikaiset vaikutukset. Tuloksien perusteella ei muutosta havaittu, mikä viittaa siihen että vedessä ei ole merkittäviä määriä sellaisia aineita, jotka aiheuttaisivat valobakteereille yli 20 % valontuotokyvyn heikkenemisen tai yli 50 % heikkenemisen.

Vuoden 2024 tulosten perusteella S2-selkeytysaltaan vesi ja vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle PVK1 purettava vesi eivät olleet vesikirpuille ja valobakteereille myrkyllisiä.

S2-altaan ja vedenpuhdistamolta lähtevän veden toksisuustestien analyysitodistukset on esitetty liitteessä 1.4.

### **Rikastushiekka-altaan- juurisalaojat**

Sotkamo Silverillä on nykyisellä rikastushiekka-altaalla neljä juurisalaojapumppaamoja, joiden pumppausmäärä ylittää padon ja pohjan läpi virtaavan teoreettisen suotovesimäärän. Tarkkailuohjelman ulkopuolella haluttiin selvittää myös rikastushiekka-altaan juurisalaojien vesien toksisuutta. Rikastuskemikaaleista esim. ksantaatien kohdalla käyttöturvallisuustiedotteissa ei ole annettu tietoja niiden akuutista myrkyllisyydestä vesieliöille tai bakteereille. Juurisalaojien toksisuustestien tulokset on esitetty taulukossa 8-11.

**Taulukko 8-11. Rikastushiekka-altaan veden toksisuustestaukset 2024.**

| Parametri                                               | Juurisalaoja 1 | Juurisalaoja 3 | Juurisalaoja 4 | Juurisalaoja 5 |
|---------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Ekotoksikologian parametrit - Daphnia magna</b>      |                |                |                |                |
| immobilisaatio (alkup. näyte), %                        | 0              | 0              | 0              | 0              |
| 48 h EC50, mL/L                                         | N/A            | N/A            | N/A            | N/A            |
| TU - D. m.                                              | N/A            | N/A            | N/A            | N/A            |
| <b>Ekotoksikologiset parametrit - Valobakteeritesti</b> |                |                |                |                |
| inhibitio laimennuksessa 800 mL/L, %                    | 22,6           | 27,2           | 19,10          | 25,6           |
| EC20 (15/15), mL/L                                      | 541            | 386            | N/A            | 493            |
| EC50 (15/15), mL/L                                      | N/A            | N/A            | N/A            | N/A            |
| TU-BBTT                                                 | N/A            | N/A            | N/A            | N/A            |
| pH                                                      | 8,8            | 8,5            | 9,20           | 8,8            |
| sähkönjohtavuus, mS/m                                   | 158            | 153            | 158            | 137            |

Kaikissa näytteissä Daphnia magnan immobilisaatio on 0 %, mikä osoittaa etteivät Daphnia magna -vesikirput ole reagoineet haitallisesti näytteisiin. Juurisalaojien vedet eivät siten ole akuutisti myrkyllisiä vesikirpuille.

Valobakteerien valontuoton väheneminen (inhibitio laimennuksessa 800 mL/L), on juurisalaojissa 1, 3 ja 5 yli 20 %, mikä viittaa kohtalaisen toksisuuteen ja salaojassa 4. alle 20 %, lievään toksisuuteen. Arvot eivät kuitenkaan ole erityisen korkeita. Inhibitio-% laimennuksessa 800 mL/L, tarkoittaa, että vesinäytteen vaikutuksesta valobakteerien valontuotto vähenee. Yli 20 %:n väheneminen viittaa kohtalaiseen toksisuuteen. EC50 pitoisuutta, missä 50 % valontuotosta estyy ei kuitenkaan saavutettu.

Testitulokseen saattaa vaikuttaa myös testausolosuhde, jossa pH on ollut n. 9. Veden happamuus tai emäksisyys voi itsessään vaikuttaa eliöihin, jos se poikkeaa suuresti niiden sietämistä rajoista.

## 9 Päästö- ja kuormitustarkkailu

Kaivoksen päästö- ja kuormitustarkkailu toteutettiin 30.9.2021 päivätyn tarkkailuohjelman mukaisesti (AFRY Finland Oy 2021). Päästö- ja kuormitusvesinäytteet on otettu lähtevästä vedestä mittakaivo 1:ltä kuukausittain.

Kaivoksen sisäisten vesien käsittelyssä ja johtamisessa on toteutettu useita muutoksia typenpoiston tehostamiseksi, muutoksia on tarkemmin kuvattu edellä kappaleissa Typenpoiston tehostaminen ja kaivoksen sisäinen vesikierto.

Vesiä voidaan nykyisin johtaa ja puhdistaa tehokkaammin johtamalla vettä vaihtoehtoisesti molempien bioreaktoreiden ja kosteikkojen kautta, jolloin haitta-aineiden ja etenkin typen poistaminen voidaan maksimoida. Mittakaivolle johdetut vedet koostuvat siten bioreaktoreiden kautta pintavalutuskentille johdetusta vedestä sekä ympäristön valumavesistä ja sadannasta.

Lupamääräyksen mukaisesti vesistöön purettavan veden happamuuden tulee olla välillä 6,0–9,5. Lisäksi ravinteille on asetettu kuormitusrajat siten, että typen kokonaiskuormitus saa olla enintään 7000 kg ja kokonaisfosforin kuormitus enintään 40 kg vuodessa.

### 9.1 Lähtevät vedet

#### 9.1.1 Lähtevän veden laatu, Mittakaivo 1

Vuoden 2024 aikana mittakaivolta MK1 on purettu vettä Koivupuroon johtavaan ojaan 611 789 m<sup>3</sup>. Mittakaivolla 1 mitattiin virtaaman lisäksi jatkuvatoimisesti Koivupuroon johdettavan veden sähkönjohtavuutta (kuva 9-1), happamuutta (pH-arvoa) ja kiintoainepitoisuutta.

Veden myrkyllisyys tutkittiin vesikirppu- ja valobakteeritestein ja lisäksi määritettiin kesäkuussa ELY-keskuksen 15.6.2022 tekemän erillispäätöksen mukaisesti rikkihiili, tiosulfaatti ja helposti hajoava sulfidi, joiden pitoisuudet alittivat laboratorion määritysrajan, rikkihiili (< 2 µg/l), tiosulfaatti (< 0,001 µg/l) ja helposti vapautuva sulfidi (< 50 µg/l).

Mittakaivolta MK1 Koivupuroon johtavaan ojaan johdetun purkuveden laatutiedot on esitetty taulukossa 9-1. Tulokset on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.3.

#### **pH ja CODMn**

Mittakaivolla MK1 veden pH vaihteli välillä 6,1–7,5, ollen hieman korkeampi kuin edellisvuonna 2023: 5,9–7,0. Purkuveden pH on ollut luparajojen mukainen.

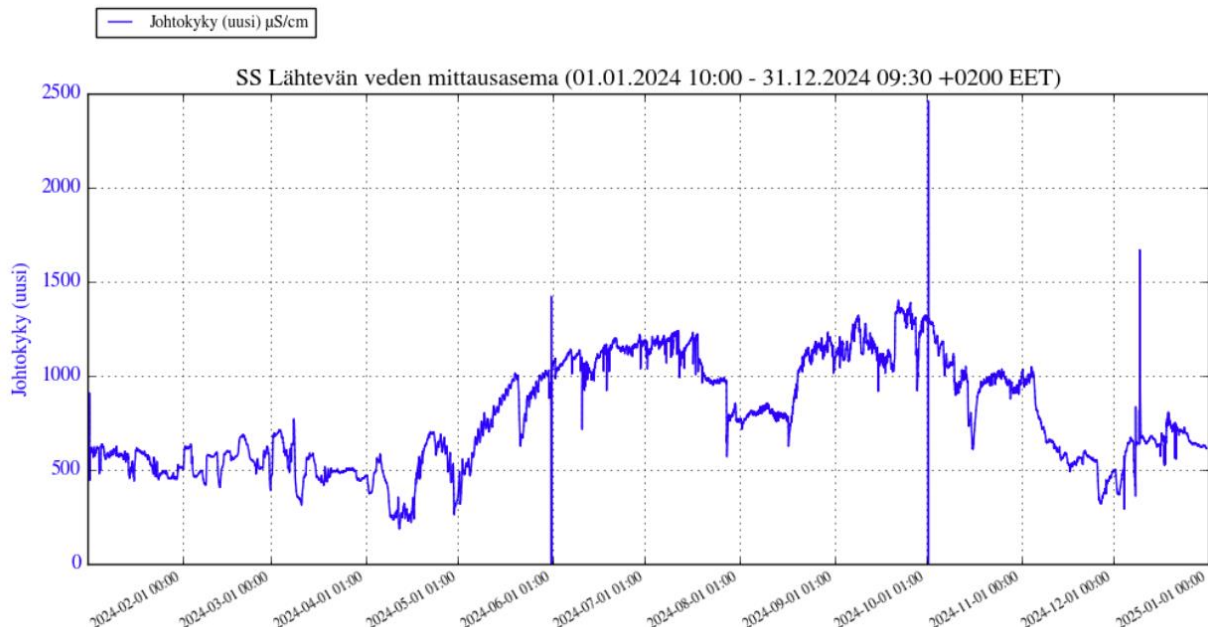
Mittakaivon veden kemiallinen hapenkulutus COD oli poikkeavan korkea tammikuussa ollen 74 mg/l O<sub>2</sub>, muilla näytteenottokertoilla se oli 3,2–4,0 mg/l O<sub>2</sub>. Korkea hapenkulutus viittaa suureen orgaanisen aineksen määrään vedessä, mikä johtuu bioreaktori1:n rakennusvaiheen ja käyttöönoton aiheuttamasta orgaanisesta kuormasta mittakaivolle. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden COD-arvo on ollut samalla näytteenottokerralla 2,0 mg/l O<sub>2</sub> ja kiintoaineen hehkutusjäännös alle määritysrajan.

### Kiintoaineen hehkutusjäännös

Laboriomittauksen mukaan kiintoainepitoisuus mittakaivolla 1 vaihteli välillä 0,5–7,0 mg/l. Kiintoaineen hehkutusjäännös oli tammikuussa 2,20 mg/l, muutoin se oli edellisvuosien tapaan alle määritysrajan 1 mg/l.

### Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus

Kuvassa 9-1 on esitetty Mittakaivolla 1, jatkuvatoimisesti mitattu sähkönjohtavuus ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Sähkönjohtavuus vaihteli vuoden 2024 aikana välillä 14–246 mS/m ja sen vuosikeskiarvo oli 83 mS/m. Sähkönjohtavuus on hyvin riippuvainen sulfaattipitoisuudesta, joka vaihteli välillä 290–460 mg/l. Sulfaattipitoisuus on ollut viime vuosina loivasti nouseva, vuoden 2023 aikana sulfaattipitoisuuden vaihteluväli oli 200–390 mg/l.



Kuva 9-1. Sähkönjohtavuus ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) mittakaivolla MK1.

### Fosfori- ja typpiyhdisteet

Mittakaivolta purettavan veden kokonaisfosforipitoisuus oli aiempaa huomattavasti korkeampi, ja fosfaattifosforin pitoisuus on ollut jokaisella näytteenotokerralla edelleen alle määritysrajan 30  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Kokonaisfosforipitoisuuden mediaani oli vuonna 2024 103,50  $\mu\text{g}/\text{l}$  ja edellisenä vuonna 4,5  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Fosfaattifosforin määritysraja on muuttunut vuoden 2023 alussa, jolloin velvoitetarkkailua suorittava laboratorio vaihtui. Laboratorion määritysraja on 30  $\mu\text{g}/\text{l}$ , joten tulokset on puolitettu, mediaanin ollessa puolet määritysrajasta, 15  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Kokonaisfosforin korkea pitoisuus johtuu rikastamon käyttämästä prosessikemikaalista, dialkyyliditiofosfinaatista, joka ei saostu vesienkäsittelyssä.

Typpipitoisen räjähdysaineen käyttäminen, louhintamäärät ja erityisesti prosessiveden kierrättäminen ovat näkyneet aiemmin kaivoksen purkuveden typpipitoisuuden kasvuna, koska tyyppiä ei voida poistaa vedenpuhdistamon saostusprosessissa. Vuonna 2024 käyttöönotetut bioreaktorit, joiden toiminta perustuu biologiseen typenpoistoon ovat yhdistettyinä

pintavalutuskenttiin poistaneet typpeä purkuvedestä erittäin tehokkaasti. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on ollut 36,3 mg/l ja mittakaivolla MK1 13,7 mg/l, josta ammoniumtyppeä 2,3 µg/l ja nitraatti-nitriittityppeä 11,3 mg/l.

Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kokonaistyyppipitoisuus koostuu tyypillisesti 25–30 %:sta ammoniumtyppeä ja 70–75 %:sta nitraatti-nitriittityppeä. Typen poistoa ja tehtyjä toimenpiteitä on tarkasteltu aiemmin luvussa 7.

**Taulukko 9-1. Mittakaivolta puretun veden laatutiedot.**

| Määrittys                                   | Yksikkö             | Mittakaivo 1:ltä lähtevä purkuvesi |         |          |           |          |
|---------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------|----------|-----------|----------|
|                                             |                     | minimi                             | maksimi | mediaani | keskiarvo | Luparaja |
| Lupamääräyksen mukaiset määritykset         |                     |                                    |         |          |           |          |
| pH                                          |                     | 5,9                                | 7       | 6,7      | 6,6       | 6–9,5    |
| Kokonaistyyppi N*                           | µg/l                | 20 000                             | 43 000  | 29 500   | 30 417    | 7 000 kg |
| kokonaisfosfori, P*                         | µg/l                | 10                                 | 270     | 65       | 79,17     | 40 kg    |
| Muut tarkkailuohjelman mukaiset määritykset |                     |                                    |         |          |           |          |
| Lämpötila.                                  | °C                  | 0                                  | 20,1    | 2,6      | 7,37      |          |
| COD <sub>Mn</sub>                           | mg/l O <sub>2</sub> | 2,8                                | 3,7     | 2,9      | 3,13      |          |
| Happi                                       | mg/l                | 6,4                                | 8,2     | 8,1      | 7,6       |          |
| Happi, O <sub>2</sub> Kyll                  | %                   | 44                                 | 87      | 68       | 66        |          |
| Kiintoaine                                  | mg/l                | 0,5                                | 7       | 2,3      | 3,03      |          |
| Kiintoaineen<br>hehkutusjäännös             | mg/l                | 0,5                                | 0,5     | 0,5      | 0,50      |          |
| Sähkönjohtavuus                             | mS/m                | 78                                 | 140     | 95       | 103       |          |
| TOC                                         | mg/l                | 3,4                                | 4,5     | 4,2      | 4,0       |          |
| NH <sub>4</sub> -N                          | µg/l                | 250                                | 7 600   | 27 50    | 3 129     |          |
| NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N         | µg/l                | 18 000                             | 39 000  | 28 000   | 27 727    |          |
| Fosfaattifosfori, PO <sub>4</sub> -P        | µg/l                | 15                                 | 15      | 15       | 15        |          |
| Cl                                          | mg/l                | 11                                 | 22      | 19       | 17,3      |          |
| Sulfaatti, SO <sub>4</sub>                  | mg/l                | 250                                | 390     | 340      | 327       |          |
| Ag                                          | µg/l                | 0,5                                | 0,5     | 0,5      | 0,50      |          |
| Al                                          | µg/l                | 90                                 | 280     | 140      | 170       |          |
| As                                          | µg/l                | 0,91                               | 1,4     | 1,2      | 1,2       |          |
| Ca                                          | mg/l                | 86                                 | 140     | 130      | 119       |          |
| Cd                                          | µg/l                | 1                                  | 2,2     | 1,2      | 1,5       |          |
| Cd liuk.                                    | µg/l                | 1                                  | 2,2     | 1,2      | 1,5       |          |
| Co                                          | µg/l                | 1,7                                | 2,6     | 2,4      | 2,2       |          |
| Cr                                          | µg/l                | 0,06                               | 0,08    | 0,06     | 0,06      |          |
| Cu                                          | µg/l                | 0,7                                | 1,4     | 0,9      | 1,0       |          |
| Fe                                          | µg/l                | 110                                | 600     | 190      | 300       |          |
| Hg liuk.                                    | µg/l                | 0,003                              | 0,015   | 0,015    | 0,01      |          |
| K                                           | mg/l                | 13                                 | 27      | 24       | 21        |          |
| Mg                                          | mg/l                | 13                                 | 15      | 14       | 14        |          |
| Mn                                          | µg/l                | 150                                | 620     | 310      | 360       |          |
| Na                                          | mg/l                | 28                                 | 36      | 34       | 33        |          |
| Ni                                          | µg/l                | 4,8                                | 12      | 8,6      | 8,5       |          |
| Ni liuk.                                    | µg/l                | 4,8                                | 12      | 8,6      | 8,5       |          |
| Pb                                          | µg/l                | 0,21                               | 0,92    | 0,47     | 0,53      |          |
| Pb liuk.                                    | µg/l                | 0,15                               | 0,19    | 0,17     | 0,17      |          |
| S                                           | µg/l                | 74 000                             | 130 000 | 120 000  | 108 000   |          |
| Sb                                          | µg/l                | 35                                 | 51      | 46       | 44        |          |
| Th                                          | µg/l                | 0,05                               | 0,05    | 0,05     | 0,05      |          |
| U                                           | µg/l                | 0,089                              | 0,2     | 0,17     | 0,15      |          |
| Zn                                          | µg/l                | 160                                | 240     | 230      | 210       |          |

\*luparaja on määrätty vuosikuormitukselle

## 9.2 Kuormitustiedot

### 9.2.1 Pintavesistöön johdettu kuormitus 2024

Kaivoksen ympäristöluvassa nro 155/2020 on määrätty kaivosalueelta alapuoliseen vesistöön purettavan veden pH:sta sekä kokonaistypen ja kokonaisfosforin vuosikuormituksesta. Koivupuroon johtavaan purkuojaan saa johtaa vettä, jonka happamuus on 6–9,5. Kokonaisvuosikuormitus saa typen ja fosforin osalta olla enintään 7000 kg ja 40 kg. Vuoden 2024 aikana sekä typen, että fosforin kuormitukset ylitettiin. Luparajan ylityksiä on kuvattu tarkemmin edellä luvussa 5.3 Ympäristöpoikkeamat.

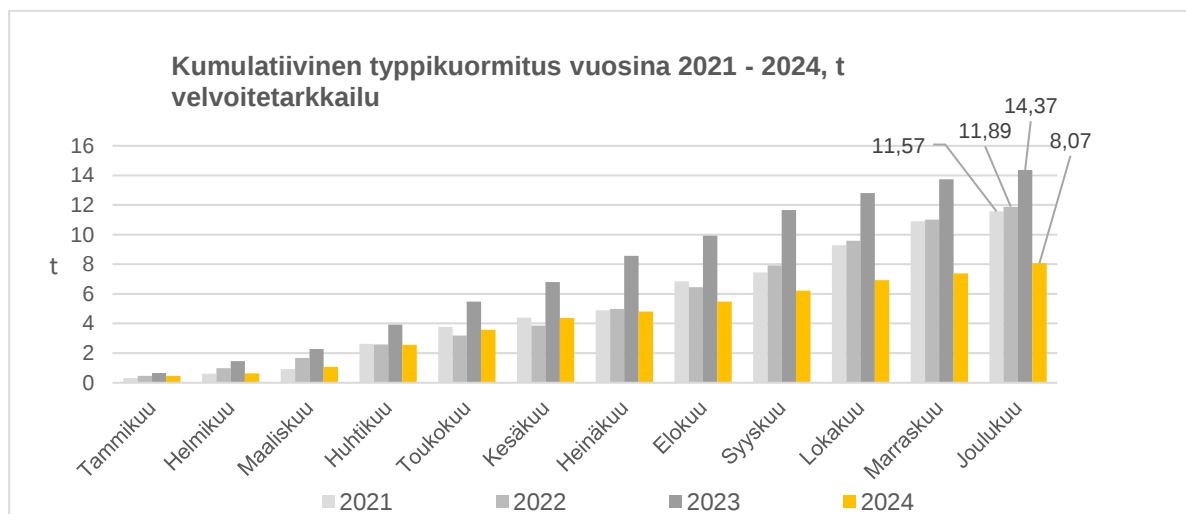
Vuoden 2024 kokonaispäästöt pintavalutuskentälle 1 ja 6 sekä kuormitus Koivupuroon on raportoitu aluehallinnon asiointipalvelun YLVAan. Mittakaivolta MK1 vesistöön johdetut lupamääräyksen mukaiset ravinnekuormitukset on esitetty vuoden 2024 osalta taulukossa 9–2 ja kuormitusten kumulatiiviset kertymät vuosittain kuvissa (kuva 9-2, kuva 9-3). Kokonaiskuormitukset on laskettu kuukausittain virtaamapainotteisina keskiarvoina mittakaivo MK1:n analyysitulosten ja jatkuvan virtaamamittauksen tietojen perusteella. Vaikka purkuveden kokonaisfosforikuormitus on ylittänyt lupamääräyksen vuonna 2024, rehevöittävän fosfaattifosforin osuus kuormituksesta on ollut erittäin pieni. Kokonais- ja fosfaattifosforin kuormitukset vuosina 2021–2024 on esitetty kuvassa 9-4.

**Taulukko 9-2. Typen ja fosforin kokonaiskuormitus mittakaivolla 1.**

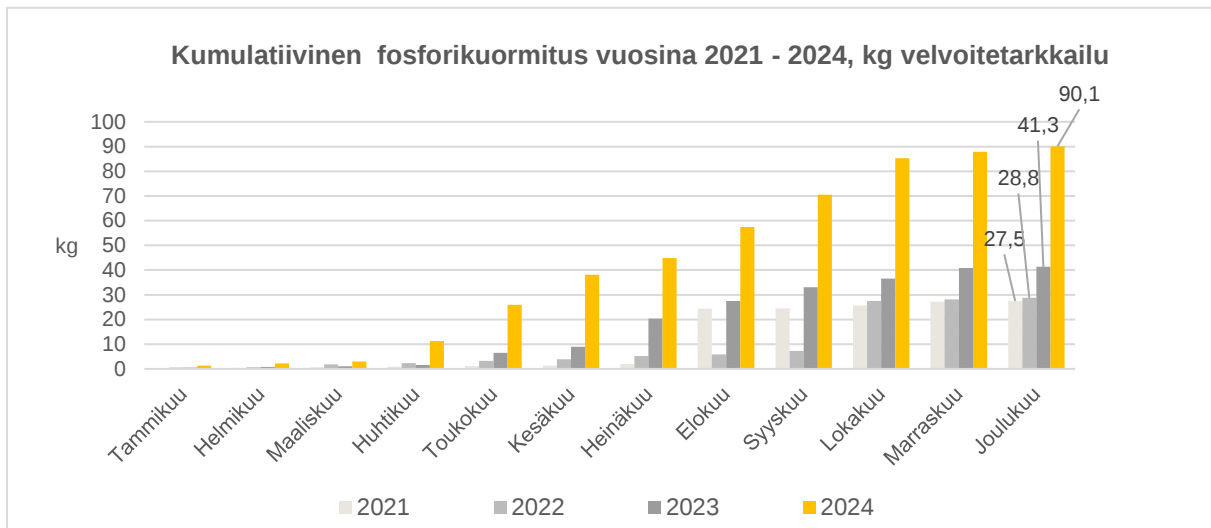
| Haitta-aine      | Yksikkö | 2021   | 2022   | 2023   | 2024  |
|------------------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Kokonaisfosfori  | kg      | 27,3   | 10,57  | 41,02  | 90,1  |
| Kokonaistyyppi*  | kg      | 11 570 | 11 887 | 14 371 | 8 070 |
| Kokonaistyyppi** | kg      | 12 310 | 12 170 | 15 785 | 8 573 |

\* Kokonaistyyppipitoisuuden laskentaan käytetty Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:n analyysituloksia

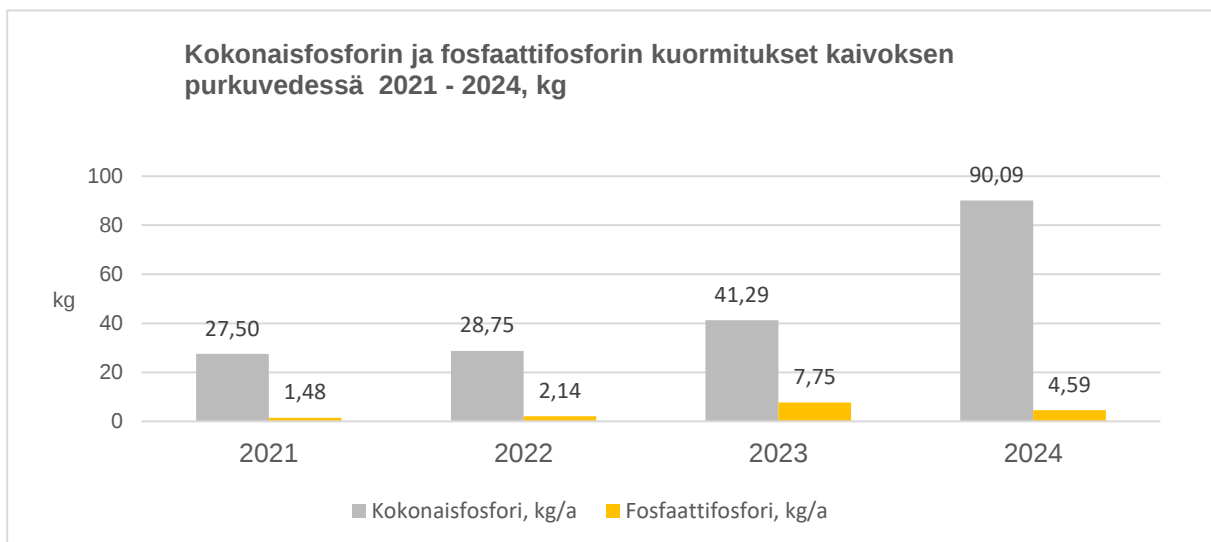
\*\*Kokonaistyyppipitoisuuden laskentaan käytetty CRS Laboratories Oy:n analyysituloksia



**Kuva 9-2. Kumulatiivinen tyyppikuormitus vuosina 2021–2024, t.**



**Kuva 9-3. Kumulatiivinen fosforikuormitus vuosina 2021–2024, t.**



**Kuva 9-4. Kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin kuormitukset kaivoksen purkuvedessä vuosina 2021–2024, kg.**

### 9.3 Saniteettipuhdistamo

Kaivosalueella muodostuvat saniteettivedet käsitellään biologisessa panospuhdistamossa. Sosiaalituloissa muodostuu jätevesiä arviolta 3 m<sup>3</sup> vuorokaudessa ja vuoden kokonaisvirtaama on 1098 m<sup>3</sup>. Puhdistettu jätevesi johdetaan rikastushiekka-altaan ja vesienkäsittelyaltaan ohi suoraan pintavalutukseen ja edelleen Koivupuroon. Saniteettivesi ei päädy rikastamon kierrätysveden mukana rikastamolle.

Puhdistamon toimintaa tarkkaillaan kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä. Näytteet otetaan kertaanäytteinä tulevasta ja lähtevästä vedestä. Tarkkailunäytteet on otettu kaivoksella omavalvonnan yhteydessä ja analyysit on tehty Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa. Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.2. ja puhdistamolta lähteneen jäteveden arvopitoisuudet, puhdistustehot sekä lupaehdot taulukossa 9-3. Puhdistamo toimi koko vuoden moitteettomasti ja sen puhdistusteho oli lupaehtojen mukainen. Valtioneuvoston asetuksen (888/2006) mukainen vähimmäisvaatimus jäi vuositason saavuttamatta kiintoaineen puhdistustehon osalta. Asetuksen mukaan jäännöspitoisuus ja puhdistusteho voivat kuitenkin olla vaihtoehtoisia. Saniteettipuhdistamon analyysitulokset on esitetty liitteessä 1.2.

**Taulukko 99-3. Saniteettipuhdistamolta lähteneen jäteveden keskimääräiset pitoisuudet ja puhdistustehot vuonna 2024 sekä lupamääräys.**

|                         | BOD7<br>mg/l | BOD7<br>teho<br>% | Kok.<br>P<br>mg/l | Kok.P<br>teho % | Kiinto-<br>aine<br>mg/l | Kiinto-<br>aine teho<br>% | COD <sub>Cr</sub><br>mg/l | COD <sub>Cr</sub><br>teho<br>% |
|-------------------------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <b>Vuosi 2024</b>       | 2,3          | 99                | 0,7               | 93              | 38                      | 87                        | 54                        | 89                             |
| <b>Luparaja</b>         |              | 90                |                   | 90              |                         |                           |                           |                                |
| <b>Vna<br/>888/2006</b> | 30           | 70                | 3                 | 80              | 35                      | 90                        | 12                        | 75                             |

## 10 Vesistötarkkailu

### 10.1 Purkuvesistön nykytila

Sotkamo Silver Oy:n kaivoksen purkuvesikuormitus kohdistuu Koivupuron purkureitille, jonka herkkyyttä muutoksille voimistaa, etenkin purkureitin yläjuoksulla, melko vähäinen luontainen virtaama, joka heikentää laimenemisolosuhteita.

Kaivosalueen lähimmät luokitellut pintavesimuodostumat ovat Iso-Tipasjärvi, Pieni-Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen. Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen ovat pintavesityypiltään runsashumuksisia järviä (Rh).

Ensimmäinen luokiteltu vesimuodostuma purkureitillä on Hietanen - Pieni Hietanen vesimuodostuma, joka kuuluu pintavesityypiltään runsashumuksisiin järviin (SYKE avoin tieto). Ekologinen tila on luokiteltu vesienhoidon kolmannella kaudella erinomaiseen tilaluokkaan. Luokittelu perustuu biologisiin muuttujiin (kasviplankton, syvännepohjaeläimet), fysikaalis-kemiallisiin muuttujiin (ravinteet) ja hydrologis-morfologisiin muuttujiin (esteettömyys, hydrologia, ja morfologia).

Kaivoksen toiminnan aikana, ajanjaksolla 2019–2024, Koivupuron vesi on ollut keskimäärin lievästi sameaa, ruskeaa ja humuspitoista. Alueen vedet ovat luontaisesti pehmeitä, melko happamia ja puskurikyky on verrattain huono. Kaivokselta tulevat purkuvedet ovat vesienkäsittelyn jäljiltä usein neutraaleja tai lievästi emäksisiä ja melko kovia. Veden sähkönjohtavuudet ja sulfaattipitoisuudet ovat olleet kaivoksen purkuvesien vaikutuksesta selvästi luonnontasoa suuremmat. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat selvästi koholla, ja myös kokonaisfosforipitoisuudessa on todettu nousua luonnontasoon nähden.

Ollinjoessa ja Pirttilammessa on myös todettu kaivokselta tulevien purkuvesien vaikutuksia, vaikka vedenlaatu on ollut selvästi parempi kuin Koivupurossa. Vaikutukset ovat näkyneet selvimmin veden sähkönjohtavuuksissa, sulfaattipitoisuuksissa ja kokonaistyyppipitoisuuksissa. Ollinjoen ja Pirttilammen vesi on ollut keskimäärin erittäin ruskeaa ja humuspitoista. Ollinjoen vesi on ollut huomattavasti Koivupuroa ja Pirttilampea sameampaa.

Vuosina 2019–2024 Koivupuron rauta-, mangaani- ja alumiinipitoisuudet ovat olleet keskimäärin alueelle tyypilliseen tapaan suuria. Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan Koivupuro ei ole vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatunormia koskevia säännöksiä.

Vuosina 2019–2024 liukoisien kadmiumin vuosikeskiarvot ovat ylittäneet Koivupurossa sallitun vuosikeskiarvoon perustuvan ympäristölaatunormin. Kadmiumin ympäristölaatunormi vaihtelee veden kovuuden mukaan (AA-EQS 0,08–0,25 µg/l, MAC-EQS 0,45–1,5 µg/l). Liukoisien kadmiumin enimmäispitoisuudet eivät ole Koivupurossa ylittäneet hetkellistä suurinta sallittua enimmäispitoisuutta, MAC.

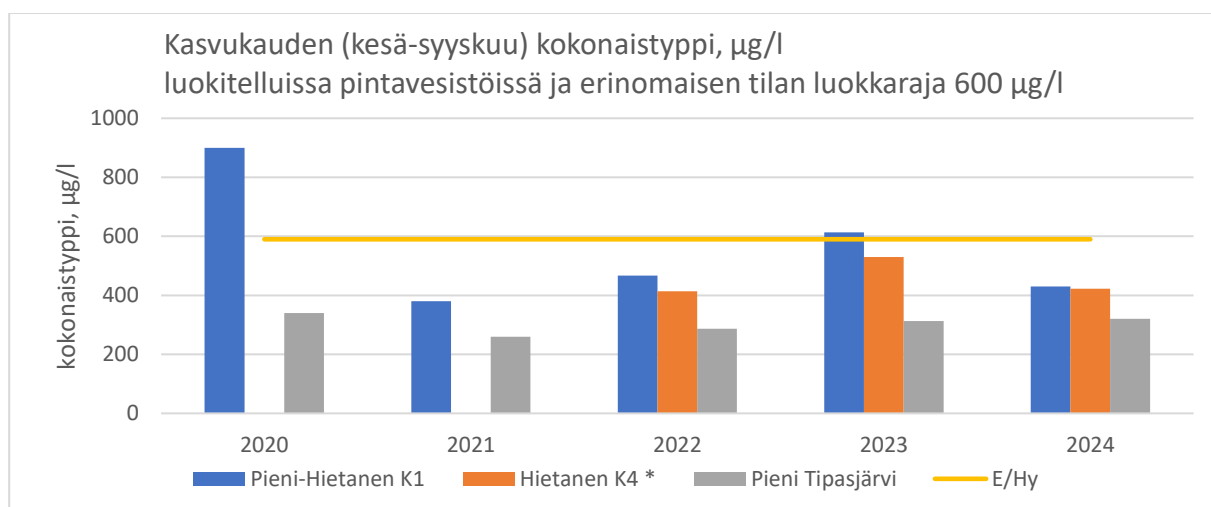
Myös sulfaatin ehdotettu ympäristölaatunormi (AA-EQS 39 mg/l) ylittyy Koivupurossa. Sulfaatin maksimipitoisuus Koivupurossa ylittää ehdotetun sallitun enimmäispitoisuuden (MAC-EQS 279 mg/l).

Lyijyn, nikkelin tai elohopean osalta ei ole todettu ympäristölaatunormien (AA-EQS, MAC-EQS) ylityksiä. Suuret alumiini- ja rautapitoisuudet selittyvät taustapitoisuuksilla, ja näiden pitoisuudet ovat suurempia Ollinjoessa kuin Koivupurossa. Ollinjoessa ei ole todettu kadmiumin, lyijyn, nikkelin, elohopean tai sulfaatin osalta ympäristölaatunormien ylityksiä. Pirttilammessa ei myöskään ole todettu ympäristölaatunormien ylityksiä.

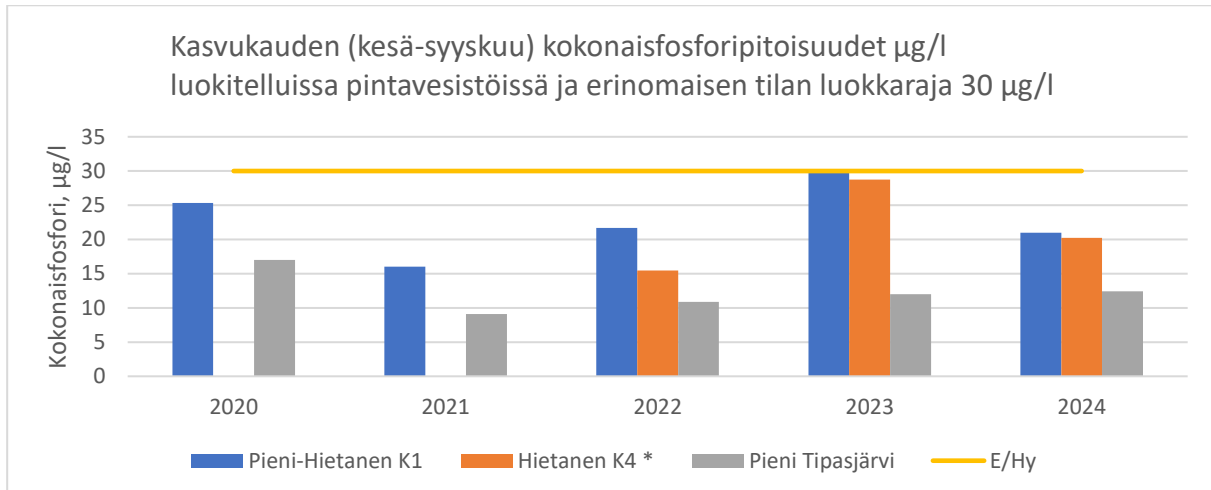
Nimisenjoen näytepistettä siirrettiin tarkkailuohjelman päivityksen yhteydessä loppuvuodesta 2021. Nimisenjoen vesi on ollut keskimäärin hapanta, erittäin ruskeaa ja humuspitoista. Nimisenjoessa veden sähkönjohtavuus on ollut sisävesien tavanomaisella tasolla. Sen sijaan sulfaattipitoisuudessa on todettavissa nousua luonnontasoon verrattuna. Myös typpipitoisuuksissa on todettavissa nousua, mikä viittaa kaivosvesien vaikutukseen.

Hietasen ja Pienen-Hietasen vedenlaatu on kokonaisuudessaan samankaltaista, mutta Pienen-Hietasen vesi on hieman ravinteikkaampaa, humuspitoisempaa ja ruskeampaa kuin Hietasen altaan vesi. Järvien vesi on ollut keskimäärin hapanta, erittäin ruskeaa ja humuspitoista.

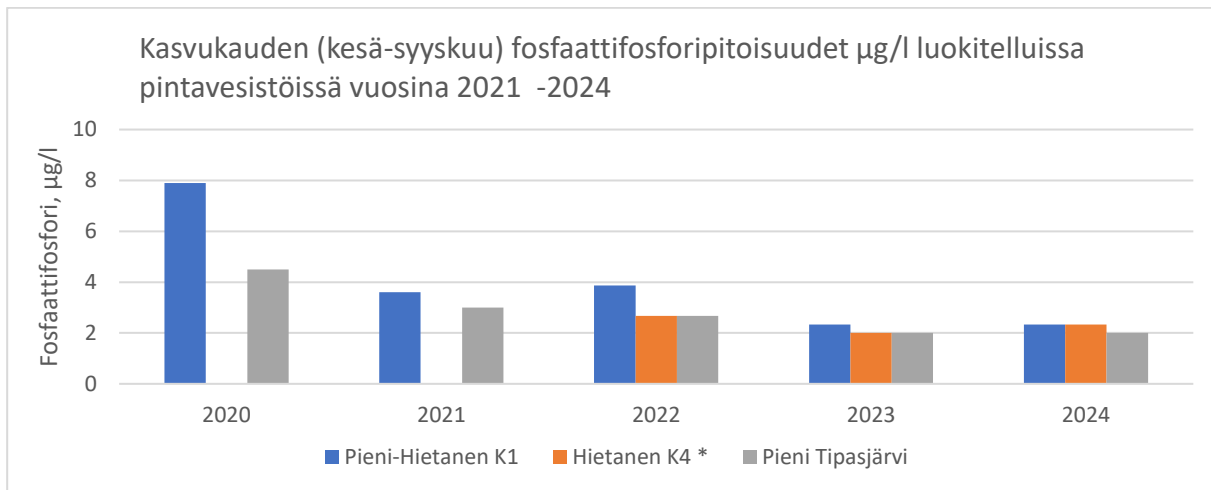
Kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet kaivoksen toiminnan aikana Hietasessa keskimäärin lievästi rehevien ja Pienessä-Hietasessa lievästi rehevien tai rehevän vesien tasolla. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat puolestaan vaihdelleet Hietasessa keskimäärin karujen ja lievästi rehevien tasolla sekä Pienessä-Hietasessa lievästi rehevien ja rehevien vesien tasolla. Ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet Hietasessa erinomaista ekologista tilaa. Pienessä-Hietasessa kokonaisravinnepitoisuudet ovat ilmentäneet erinomaista tai hyvää ekologista tilaa lukuun ottamatta vuotta 2020, jolloin Pienen-Hietasen keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus kohosi voimakkaammin ja ilmensi tyydyttävää ekologista tilaa. Kasvukauden (kesä-syyskuu) kokonaistyyppi-,  $\mu\text{g/l}$  ja kokonaisfosforipitoisuudet  $\mu\text{g/l}$  ja niiden erinomaisen tilan luokkaraja on esitetty seuraavissa kuvissa 10-1 ja 10-2 sekä luokiteltujen vesistöjen fosfaattifosforipitoisuudet kuvassa 10-3. Fosfaattifosforille ei ole määritetty kasvukauden vertailuololoja eikä luokkarajoja.



**Kuva 10-1. Kasvukauden (kesä-syyskuu) kokonaistyyppipitoisuudet  $\mu\text{g/l}$  luokitelluissa pintavesistöissä vuosina 2021-2024.**



**Kuva 10-2. Kasvukauden (kesä-syyskuu) kokonaisfosforipitoisuudet  $\mu\text{g/l}$  luokitelluissa pintavesistöissä vuosina 2021-2024.**



**Kuva 10-3. Kasvukauden (kesä-syyskuu) fosfaattifosforipitoisuudet  $\mu\text{g/l}$  luokitelluissa pintavesistöissä vuosina 2021-2024.**

Hietasessa ja Pienessä-Hietasessa ei ole havaittu kaivoksen purkuvesien selviä vaikutuksia. Veden sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa on todettavissa kuitenkin loiva nouseva suuntaus, etenkin Pienessä-Hietasessa, mikä viittaa kaivosvesien lievään vaikutukseen. Pienessä-Hietasessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissa vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana. Hietasessakin on happivajausta todettu, mutta se jää lievemmäksi kuin Pienessä-Hietasessa.

Nimisenjoesta, Pienestä-Hietasesta ja Hietasesta otetuista näytteistä on määritetty myös alkuainepitoisuudet. Pitoisuudet ovat keskimäärin luonnonvesille tyypillistä tasoa, lukuun ottamatta rautaa ja alumiinia, joita todetaan melko runsaasti. Ympäristölaatunormien tason ylityksiä ei ole havaittu nikkelin, kadmiumin, lyijyn tai elohopean osalta.

## 10.2 Vesistön kemiallinen tila

Vuonna 2024 vesistötarkkailu toteutettiin 30.9.2021 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti 13 vesistöpisteessä (Taulukko 10-1, liite 2). Näytteenotosta ja näytteiden analysoinnista vastasi Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, osa analytiikasta on teetetty alihankintana. Tarkkailupisteiden sijainti kartalla on esitetty liitteessä 2 ja tulokset vuoden 2024 osalta on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

**Taulukko 10-1. Vesistötarkkailun näytepisteet.**

| Havaintopaikka                  | Tunnus  | Koordinaatit<br>(ETRS-TM35FIN) |        | Vesistöalue |
|---------------------------------|---------|--------------------------------|--------|-------------|
| 1. Koivupuro                    | Koi     | 7089521                        | 597423 | 59.874      |
| 2. Ollinjoki                    | Ollinj  | 7091495                        | 594268 | 59.874      |
| 3. Pirttilampi                  | Pirttil | 7091371                        | 594228 | 59.874      |
| 4. Nimisenjoki, uusi            | NimU    | 7093270                        | 592825 | 59.874      |
| 5 ja 6. Pieni-Hietanen          | PiH     | 7095382                        | 590582 | 59.873      |
| 7.-9. Hietanen                  | Hie     | 7096794                        | 588591 | 59.873      |
| 10. Lontanjoki                  | Lon     | 7097869                        | 583680 | 59.872      |
| 11. Taivaljärvi                 | Tai     | 7091905                        | 600985 | 59.853      |
| 12. Oja Pieneen Tipasjärveen    | Ojtip   | 7092710                        | 599888 | 59.853      |
| 13. Pieni Tipasjärvi, Olkilahdi | Tip     | 7092729                        | 600587 | 59.853      |

Pienen virtaamaan tai jäätyamisen vuoksi näytteitä ei saatu kertaalleen Ojasta Pieneen-Tipasjärveen (18.3.2024, kuiva). Ollinjoen näytettä ei saatu myöskään marraskuussa, uoma oli tulvinut asemaa ympäröivälle metsäalueelle ja tulvinut vesi oli myös osittain jäässä. Tulvavesi ja heikko jäätilanne esti pääsyn havaintopaikalle.

Poikkeavat olosuhteet ja puuttuvat näytteet on kirjattu näytepistekohtaisiin tarkkailutuloksiin, jotka on esitetty tämän vuosiraportin liitteessä.

Virtavesissä ja järvien päänlyysvesinäytteissä näytteenottosyvyys on tarkkailuohjelman mukaisesti alle 2 m syvyisissä pisteissä 1 m tai puolet näytepisteen vesisyvyydestä. Mikäli vesisyvyys on yli 3 m, järvipisteillä otetaan näyte lisäksi alusvedestä 1 m pohjan yläpuolelta. Mikäli näytepisteen syvyys on yli 10 m, otetaan lisäksi näyte vesipatsaan puolivälistä.

Näytteistä analysoidaan laboratoriossa happi (mg/l ja kyll.%), pH, alkaliniteetti, kokonaiskovuus, sähkönjohtavuus, väri, sameus, kemiallinen hapenkulutus (COD<sub>Mn</sub>), liukoinen kokonaishiili (DOC), kiintoaine, kiintoaineen hehkutushäviö, kokonaisravinteet, fosfaattifosfori, nitriitti-nitraattitypen summa, ammoniumtyppi, sulfaatti, alkuaineiden kokonaispitoisuudet (antimoni, alumiini, arseeni, kadmium, kalium, kalsium, kloridi, koboltti, kromi, kupari, lyijy, magnesium, mangaani, natrium, nikkeli, rauta, sinkki, uraani) ja metallien liukoiset pitoisuudet (elohopea, kadmium, lyijy, nikkeli). Pieni-Hietasesta ja Hietasesta määritettiin touko-lokakuussa kuukausittain 0–2 metrin kokoomanäytteistä klorofylli-a-pitoisuus sekä kasviplanktonin biomassa ja lajisto. Pienestä-Tipasjärvestä määritettiin myös 0–2 metrin kokoomanäytteistä klorofylli-a-pitoisuus touko-lokakuussa, kasviplanktonin biomassa ja lajistomääritykset tehtiin kesä - ja elokuun näytteistä. Kasviplanktonraportti on esitetty kokonaisuudessaan tämän vuosiraportin liitteessä.

Pohjaeläintarkkailu tehtiin ohjelman mukaisesti loppusyksyllä 2023 ja toistettiin vuonna 2024, vuoden 2024 tulokset raportoidaan erikseen raportin valmistuttua.

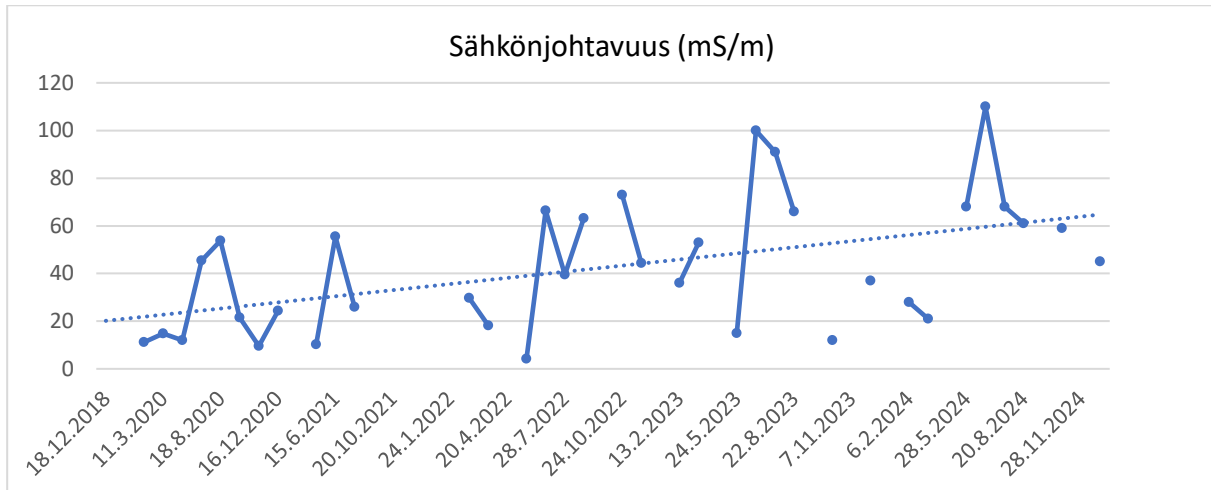
Näytteenoton yhteydessä mitattiin kenttämittarilla (YSI-sondi) havaintopaikkojen vertikaaliprofiilit (lämpötila, happipitoisuus, sameus, sähkönjohtavuus, redox-potentiaali ja pH-arvot). Kenttämittaukset tehtiin Pienestä Tipasjärvestä, Pieni-Hietasesta ja Hietasesta maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa ja lokakuussa. Kenttämittaukset tehtiin koko vesipatsaasta metrin välein, alkaen 0,5–1 m pinnan alapuolelta. Kenttämittausten tulokset on esitetty liitteessä 3.1. Pienessä Tipasjärvessä, Hietasessa ja Pieni-Hietasessa ei ole todettu kaivostoiminnasta johtuvaa veden kerrostumista.

#### 10.2.1 Koivupuro ja sen alapuoliset vesistöt

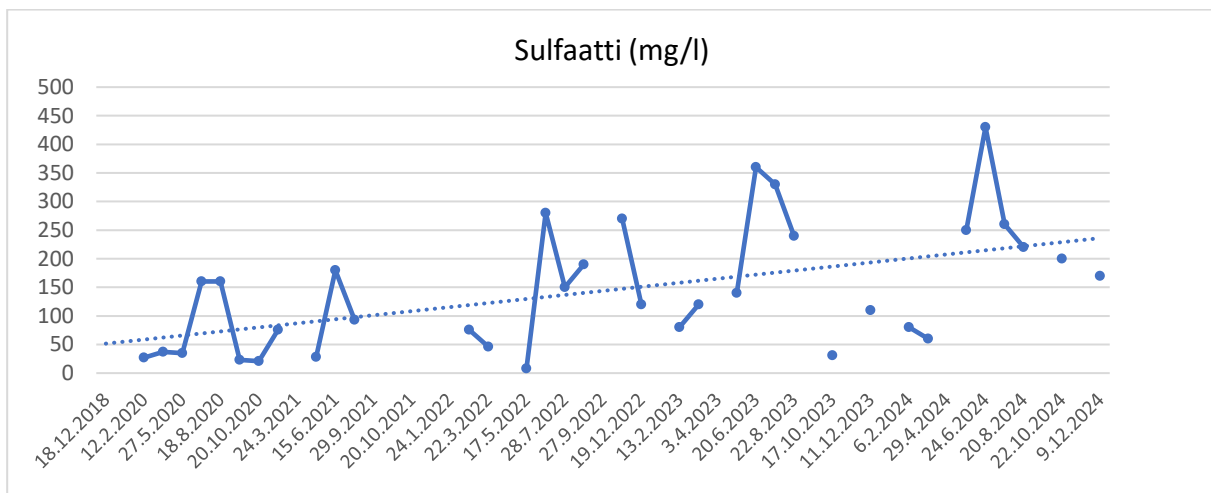
Koivupuroon johdetaan pintavalutuskentän kautta kaivoksen käsitellyt vedet ja pintavalutuskenttä PVK6:n kautta rikastamon sisäisessä kierrossa olevat vedet, mikäli selkeytysaltaasta S2 on tarvetta purkaa vettä. Ympäristölupapäätöksen 16.3.2013 mukaisesti Koivupuro ei ole vesilain (264/1961 ja 687/2011) mukainen vesistön uoma tai virtaavan vesistön osa.

**Koivupuron** vesi oli vuonna 2024 aiempaan tapaan runsashappista ja yleisesti myös humuspitoista, humusleimaisuus oli kesäkuussa selvästi muita havaintokertoja lievempää. Humusleimaisuutta kuvaavien veden väriluvun (47–190 mg/l Pt) ja CODMn-pitoisuuksien (5,8–27 mg/l O<sub>2</sub>) vaihtelu vuoden aikana oli myös huomattava. Sameus oli yleisesti lievää (1,8–5,7 FNU). Veden pH-taso vaihteli edellisvuosien tapaan: runsaamman sulamis- ja valumaveden aikaan huhtikuussa sekä loppuvuodesta marras-joulukuussa Koivupuron vesi oli selvästi hapanta (pH 4,8–5,2), muina havaintokertoina happamuus oli selvästi lievempää (pH-arvot 6,5–7,4). Alueen vedet ovat luontaisesti pehmeitä, melko happamia ja etenkin pienien uomien puskurikyky on verrattain huono. Kaivokselta tulevat purkuvedet ovat vesienkäsittelyn jäljiltä usein neutraaleja tai lievästi emäksisiä ja melko kovia.

Koivupuron sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat vuoden 2024 aikana välillä 21–110 mS/m (kuva 10–4). Kaivosvesien vaikutus oli havaittavissa mm. kohonneena sulfaattipitoisuutena (kuva 10–5). Vaikutus oli voimakkaimmillaan touko-heinäkuussa (kuvat 10–4 ja 10–5). Alkaliniteetti ja veden kovuus oli esimerkiksi heinäkuussa myös selvästi korkeammalla alueen luontaiseen tasoon nähden. Koivupuron pH-arvoissa ei ole havaittavissa merkittävää muutosta kaivostoiminnan (2019–2024) aikana, se on vaihdellut koko ajan kuormitustilanteen ja virtaaman mukaisesti välillä 4,4–7,4 mutta sähkönjohtavuusarvoissa ja sulfaattipitoisuuksissa on havaittavissa selvä kasvu vuosien 2018–2024 aikana (kuvat 10–4 ja 10–5).



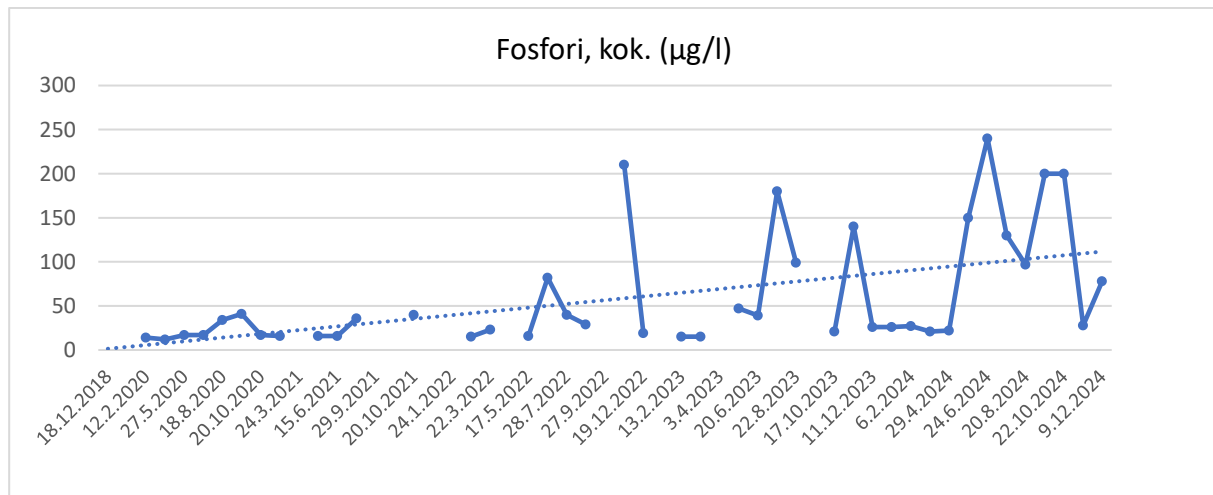
**Kuva 10-4. Koivupuron sähkönjohtavuusarvojen kehitys vuosina 2019–2024.**



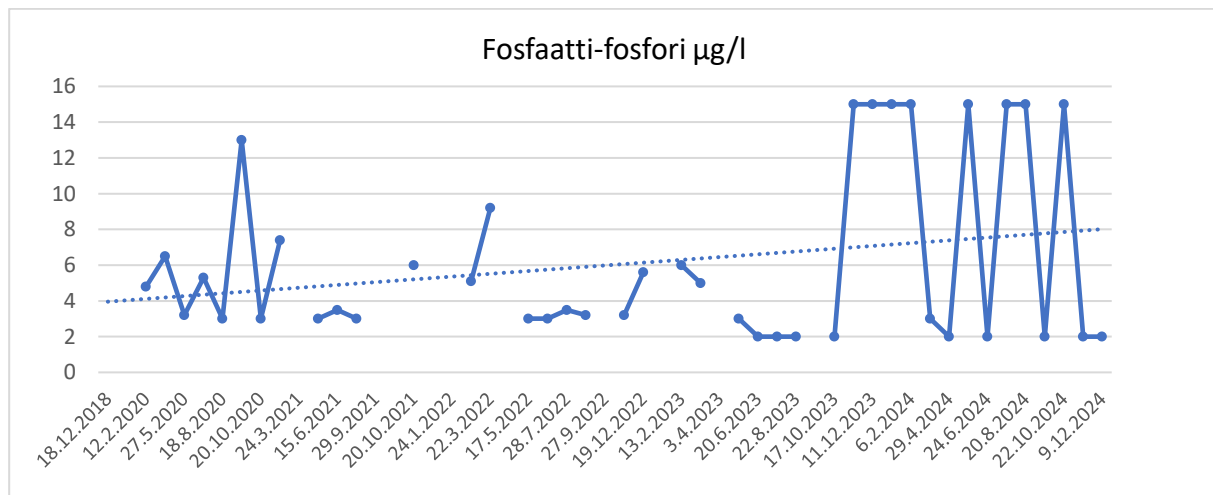
**Kuva 10-5. Koivupuron sähkönjohtavuusarvojen ja sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2019–2024.**

Koivupuron kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2024 välillä 21–230 µg/l (v. 2023 15–180 µg/l) ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 1400–9 700 µg/l (v. 2023 2 200–27 000 µg/l). Fosforipitoisuudet vaihtelivat lievästi rehevästä vedestä selvästi ylirehevään veteen, kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo oli myös noussut selvästi edellisvuodesta, ollen 102 µg/l (kuva 10-6). Fosfaattifosforia esiintyi kuitenkin kasvukaudella niukasti (kuva 10-7). Kokonaistypen määrä on ollut vuosina 2019–2024 selvästi kaivostoimintaa edeltävää tasoa suurempi (kuva 10-8). Nitriitti-nitraattityypin pitoisuudet olivat yleisesti läpi vuoden luonnontasoon verrattuna suuria, 750–8 200 µg/l (v. 2023 1 700–27 000 µg/l) (kuva 10-9). Kokonaistypen ja nitraatti-nitriittityypen maksipitoisuudet olivat kuitenkin selvästi edellisvuotta pienemmät (kuvat 10-8 ja 10-9). Ammoniumtypen määrä oli sulan veden aikana erittäin pieni <3–99 µg/l (v. 2023 8–45 µg/l), mutta talvikuukausina korkeampi, mikä johtuu sen hitaammasta nitrifikaatiosta. Pintavalutuskentillä ei myöskään tapahdu denitrifikaatiota talviaikana.

Koivupuron rauta-, magnesium- ja alumiinipitoisuuksissa esiintyi vuoden 2024 aikana runsaasti vaihtelua ja keskimäärin pitoisuudet ovat korkeita. Arseenin, kromin, koboltin, kuparin, mangaanin ja liukoisen lyijyn pitoisuudet olivat yleisesti yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Kadmiumin ja nikkelin liukoiset pitoisuudet sekä antimonin ja sinkin kokonaispitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin ennen kaivostoiminnan aloittamista, vuosien 2016–2018 tasoon verrattuna (kuvat 10-10–10-14). Kalsiumin, kaliumin, magnesiumin, natriumin ja sulfaatin pitoisuudet olivat vuonna 2024 korkeampia kuin luonnontaso, mikä viittaisi myös kaivoksen purkuvesien vaikutukseen. Klordin maksimipitoisuudet ovat myös olleet vuosina 2022–2024 aiempaa suuremmat, pitoisuusvaihtelu on ollut kuitenkin huomattava (taulukko 10-2, taulukko 10-3). Koivupurosta todettiin joulukuussa mm. poikkeuksellisen suuret sinkin (850 µg/l) ja koboltin (9,1 µg/l) pitoisuudet. Toisaalta mittakaivolta samana päivänä mitattu sinkkipitoisuus (35 µg/l) oli selvästi pienempi, joten tuloksiin liittyy epävarmuutta.



**Kuva 10-6. Koivupuron kokonaisfosforipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana.**

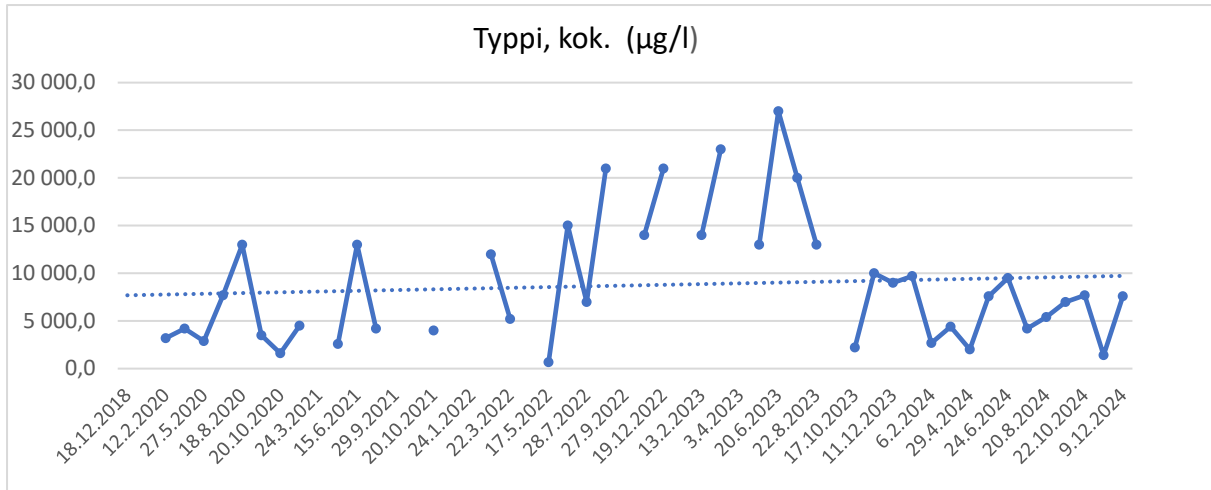


**Kuva 10-7. Koivupuron fosfaattifosforipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana.**

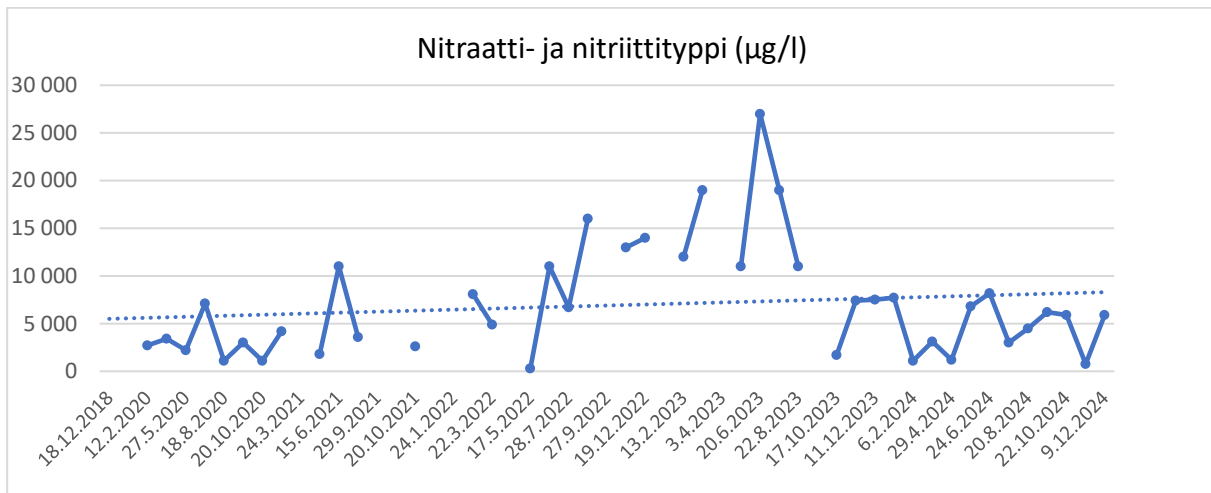
**Kuvaajassa tulokset 15 µg/l ja 2 µg/l ovat alle määritysrajan ja riippuvat laboratorion määritysmenetelmästä. PO4-P, <30 µg olevat tulokset on puolitetu.**

**Taulukko 10-2. Koivupuron ja sen alapuolisten vesistöjen veden laadun minimi-, maksimi- ja keskiarvot vuonna 2024.**

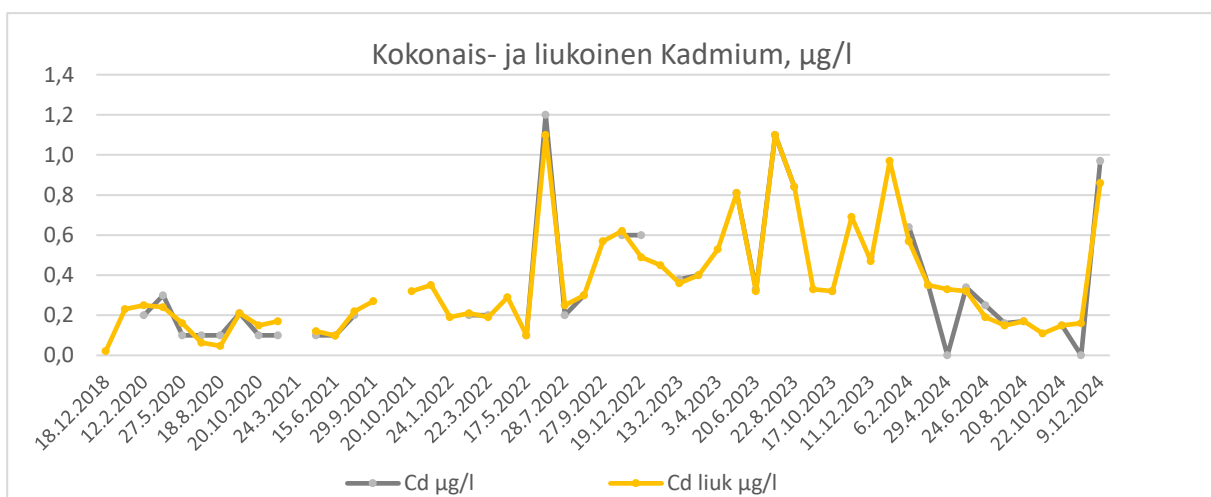
| Havaintopaikka              | Näytesyvyys  | Määrittäminen ja yksikkö | Lämp. vesi °C | Alkalinit mmol/l | COD Mn mg/l O <sub>2</sub> | Happi mg/l | Happi O <sub>2</sub> Kyll % | Ki-aine mg/l | Ki-ainehj mg/l | pH  | Sameus FNU | Sähkönj. mS/m | Väri mg/l Pt | DOC mg/l | N µg/l | NH <sub>4</sub> N µg/l | NO <sub>2</sub> +N O <sub>3</sub> N µg/l | P µg/l | Fosfori II µg/l | Fosfaatti µg/l | Cl mg/l | SO <sub>4</sub> mg/l | Kok. kovuus mmol/l |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------------|------------------|----------------------------|------------|-----------------------------|--------------|----------------|-----|------------|---------------|--------------|----------|--------|------------------------|------------------------------------------|--------|-----------------|----------------|---------|----------------------|--------------------|
| Koivupuro ( Koi )           | 0,1          | Keskiarvo                | 6,3           | 0,4              | 17                         | 10         | 81                          | 3,4          | 1,5            | 6,5 | 3,2        | 57,5          | 136          | 17       | 5 767  | 473                    | 4 529                                    | 102    | 95              | 9              | 12,3    | 208,8                | 2,3                |
|                             |              | Minimi                   | -0,2          | 0,0              | 6                          | 8          | 76                          | 2,1          | 1,0            | 4,8 | 1,8        | 21,0          | 47           | 7        | 1 400  | 3                      | 750                                      | 21     | 16              | 2              | 3,2     | 60,0                 | 0,7                |
|                             |              | Maksimi                  | 14,7          | 0,7              | 27                         | 13         | 87                          | 5,7          | 3,3            | 7,4 | 5,7        | 110,0         | 190          | 35       | 9 700  | 2 000                  | 8 200                                    | 240    | 230             | 15             | 29,0    | 430,0                | 4,6                |
| Ollinjoki(Ollinj)           | 0,1 -0,5     | Keskiarvo                | 7,6           | 0,2              | 23                         | 7          | 57                          | 5,3          | 1,4            | 6,1 | 6,8        | 12,8          | 203          | 19       | 1 217  | 157                    | 570                                      | 44     | 25              | 6              | 2,9     | 34,8                 | 0,4                |
|                             |              | Minimi                   | -0,1          | 0,0              | 17                         | 4          | 36                          | 2,2          | 1,0            | 5,1 | 2,2        | 6,6           | 170          | 15       | 540    | 9                      | 40                                       | 19     | 12              | 2              | 1,5     | 14,0                 | 0,2                |
|                             |              | Maksimi                  | 21,9          | 0,3              | 29                         | 9          | 83                          | 9,0          | 2,9            | 6,7 | 17,0       | 21,0          | 250          | 24       | 2 400  | 610                    | 1 600                                    | 90     | 44              | 11             | 4,6     | 63,0                 | 0,7                |
| Pirttilampi ( Pirtl )       | 1,0          | Keskiarvo                | 10,4          | 0,2              | 20                         | 6          | 52                          | 4,0          | 1,0            | 6,2 | 5,4        | 11,1          | 177          | 16       | 787    | 89                     | 283                                      | 44     | 30              | 5              | 2,4     | 29,7                 | 0,4                |
|                             |              | Minimi                   | 0,4           | 0,0              | 15                         | 5          | 38                          | 2,3          | 1,0            | 5,7 | 2,7        | 6,0           | 140          | 12       | 510    | 8                      | 41                                       | 26     | 16              | 3              | 1,1     | 14,0                 | 0,2                |
|                             |              | Maksimi                  | 19,0          | 0,3              | 27                         | 8          | 66                          | 8,0          | 1,0            | 6,5 | 11,0       | 19,0          | 240          | 22       | 1 200  | 280                    | 600                                      | 89     | 69              | 9              | 4,5     | 58,0                 | 0,7                |
|                             | 4,5 -4,8     | Keskiarvo                | 5,2           | 0,1              | 25                         | 3          | 19                          | 8,0          | 1,9            | 5,8 | 23,9       | 8,1           | 270          | 20       | 1 060  | 274                    | 362                                      | 69     | 47              | 29             | 1,7     | 20,2                 | 0,3                |
|                             |              | Minimi                   | 3,6           | 0,0              | 18                         | 0          | 0                           | 2,3          | 1,0            | 5,4 | 2,1        | 4,7           | 200          | 16       | 740    | 66                     | 8                                        | 38     | 30              | 4              | 0,9     | 9,4                  | 0,2                |
|                             |              | Maksimi                  | 7,4           | 0,2              | 38                         | 8          | 65                          | 19,0         | 4,4            | 6,3 | 90,0       | 14,0          | 510          | 27       | 1 500  | 590                    | 840                                      | 110    | 66              | 52             | 3,5     | 40,0                 | 0,5                |
| Nimisenjoki, uusi ( NimU )  | 0,1 -0,2     | Keskiarvo                | 9,0           | 0,1              | 25                         | 7          | 57                          | 4,4          | 1,2            | 6,0 | 4,4        | 5,0           | 213          | 19       | 651    | 54                     | 130                                      | 38     | 24              | 8              | 1,1     | 9,1                  | 0,2                |
|                             |              | Minimi                   | 0,0           | 0,0              | 15                         | 4          | 38                          | 1,5          | 1,0            | 5,3 | 2,0        | 2,7           | 140          | 12       | 430    | 3                      | 11                                       | 25     | 16              | 4              | 0,5     | 3,8                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 19,4          | 0,2              | 32                         | 9          | 68                          | 7,6          | 1,9            | 6,3 | 8,2        | 6,6           | 290          | 26       | 890    | 170                    | 370                                      | 76     | 49              | 13             | 1,8     | 14,0                 | 0,2                |
| Lontanjoki ( Lon )          | 0,2          | Keskiarvo                | 9,4           | 0,1              | 19                         | 10         | 85                          | 2,5          | 1,0            | 6,3 | 1,9        | 3,1           | 180          | 17       | 524    | 14                     | 96                                       | 31     | 19              | 6              | 1,6     | 3,1                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 0,0           | 0,1              | 15                         | 8          | 80                          | 1,4          | 1,0            | 6,0 | 1,1        | 2,6           | 120          | 14       | 350    | 6                      | 7                                        | 19     | 11              | 2              | 0,6     | 0,1                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 19,9          | 0,1              | 26                         | 13         | 88                          | 3,7          | 1,1            | 6,7 | 4,1        | 3,8           | 240          | 22       | 660    | 23                     | 200                                      | 50     | 32              | 11             | 4,6     | 4,9                  | 0,1                |
| Pieni-Hietanen (K1), syväne | 1,0          | Keskiarvo                | 10,9          | 0,1              | 20                         | 8          | 70                          | 2,5          | 1,0            | 6,1 | 2,0        | 4,1           | 177          | 16       | 571    | 33                     | 150                                      | 26     | 20              | 6              | 1,0     | 7,4                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 0,4           | 0,0              | 17                         | 7          | 49                          | 1,4          | 1,0            | 5,7 | 1,2        | 2,2           | 140          | 14       | 400    | 3                      | 5                                        | 21     | 17              | 2              | 0,4     | 2,9                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 20,3          | 0,2              | 22                         | 10         | 87                          | 3,3          | 1,0            | 6,4 | 4,5        | 5,4           | 220          | 19       | 880    | 100                    | 430                                      | 33     | 22              | 10             | 1,3     | 9,2                  | 0,2                |
| Pieni-Hietanen (K2)         | 1,0/6,0/11,5 | Keskiarvo                | 3,0           | 0,1              | 21                         | 4          | 26                          | 1,8          | 1,0            | 5,9 | 1,5        | 4,3           | 181          | 18       | 773    | 7                      | 387                                      | 27     | 18              | 9              | 1,6     | 4,3                  | 0,2                |
|                             |              | Minimi                   | 0,7           | 0,1              | 10                         | 2          | 17                          | 1,1          | 1,0            | 5,6 | 0,9        | 3,9           | 63           | 6        | 760    | 3                      | 250                                      | 11     | 5               | 3              | 1,2     | 2,3                  | 0,2                |
|                             |              | Maksimi                  | 4,3           | 0,3              | 29                         | 5          | 37                          | 2,7          | 1,0            | 6,3 | 2,0        | 5,1           | 250          | 26       | 790    | 14                     | 620                                      | 40     | 26              | 15             | 2,3     | 5,6                  | 0,2                |
| Pieni-Hietanen (K3)         | 1,0/05/9,7   | Keskiarvo                | 2,7           | 0,1              | 24                         | 5          | 37                          | 1,9          | 1,0            | 5,8 | 1,7        | 4,3           | 201          | 20       | 762    | 53                     | 300                                      | 28     | 20              | 10             | 1,3     | 5,3                  | 0,2                |
|                             |              | Minimi                   | 0,3           | 0,0              | 10                         | 2          | 17                          | 1,1          | 1,0            | 5,4 | 0,9        | 3,8           | 63           | 6        | 720    | 3                      | 170                                      | 11     | 5               | 3              | 0,9     | 2,3                  | 0,2                |
|                             |              | Maksimi                  | 4,3           | 0,3              | 31                         | 8          | 57                          | 2,7          | 1,0            | 6,3 | 3,6        | 5,1           | 270          | 27       | 800    | 190                    | 620                                      | 40     | 26              | 15             | 2,3     | 7,0                  | 0,2                |
| Hietanen (K4)               | 1,0          | Keskiarvo                | 10,8          | 0,1              | 20                         | 8          | 75                          | 1,9          | 1,0            | 6,0 | 1,4        | 3,1           | 181          | 18       | 530    | 11                     | 119                                      | 25     | 17              | 5              | 0,7     | 4,7                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 0,5           | 0,0              | 16                         | 7          | 56                          | 1,3          | 1,0            | 5,8 | 0,9        | 2,5           | 120          | 15       | 370    | 3                      | 10                                       | 17     | 8               | 2              | 0,6     | 3,7                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 20,4          | 0,1              | 26                         | 10         | 87                          | 3,0          | 1,0            | 6,5 | 2,1        | 4,1           | 240          | 23       | 720    | 18                     | 280                                      | 32     | 22              | 10             | 0,9     | 6,6                  | 0,2                |
|                             | 12,0         | Keskiarvo                | 5,1           | 0,1              | 22                         | 7          | 55                          | 2,1          | 1,0            | 5,8 | 1,3        | 3,1           | 199          | 19       | 584    | 9                      | 161                                      | 29     | 20              | 7              | 0,7     | 4,6                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 1,7           | 0,0              | 17                         | 4          | 35                          | 1,6          | 1,0            | 5,5 | 0,8        | 2,7           | 180          | 16       | 520    | 3                      | 120                                      | 24     | 14              | 4              | 0,6     | 3,7                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 6,8           | 0,1              | 26                         | 10         | 81                          | 2,5          | 1,0            | 6,2 | 2,1        | 3,6           | 230          | 23       | 690    | 20                     | 230                                      | 38     | 24              | 10             | 0,8     | 5,9                  | 0,1                |
|                             | 12,0         | Keskiarvo                | 5,1           | 0,1              | 22                         | 7          | 55                          | 2,1          | 1,0            | 5,8 | 1,3        | 3,1           | 199          | 19       | 584    | 9                      | 161                                      | 29     | 20              | 7              | 0,7     | 4,6                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 1,7           | 0,0              | 17                         | 4          | 35                          | 1,6          | 1,0            | 5,5 | 0,8        | 2,7           | 180          | 16       | 520    | 3                      | 120                                      | 24     | 14              | 4              | 0,6     | 3,7                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 6,8           | 0,1              | 26                         | 10         | 81                          | 2,5          | 1,0            | 6,2 | 2,1        | 3,6           | 230          | 23       | 690    | 20                     | 230                                      | 38     | 24              | 10             | 0,8     | 5,9                  | 0,1                |
|                             | 22,5         | Keskiarvo                | 4,9           | 0,1              | 22                         | 5          | 42                          | 3,5          | 1,0            | 5,8 | 2,2        | 3,0           | 230          | 19       | 587    | 17                     | 151                                      | 43     | 29              | 13             | 0,7     | 4,4                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 2,7           | 0,0              | 17                         | 2          | 12                          | 1,6          | 1,0            | 5,6 | 1,4        | 2,7           | 180          | 16       | 510    | 3                      | 120                                      | 24     | 14              | 4              | 0,6     | 3,7                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 6,3           | 0,1              | 27                         | 10         | 81                          | 6,0          | 1,0            | 6,2 | 4,3        | 3,5           | 350          | 23       | 670    | 47                     | 190                                      | 85     | 51              | 37             | 0,8     | 5,5                  | 0,1                |
| Hietanen (K5)               | 1/8,0/14,0   | Keskiarvo                | 2,5           | 0,1              | 29                         | 9          | 66                          | 3,2          | 1,0            | 5,9 | 2,0        | 3,9           | 283          | 25       | 733    | 24                     | 260                                      | 45     | 31              | 18             | 1,0     | 6,4                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 0,3           | 0,1              | 25                         | 8          | 55                          | 2,0          | 1,0            | 5,7 | 1,2        | 3,5           | 220          | 22       | 640    | 6                      | 190                                      | 29     | 22              | 10             | 0,8     | 5,5                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 6,3           | 0,1              | 36                         | 10         | 81                          | 6,0          | 1,0            | 6,2 | 4,3        | 4,7           | 350          | 33       | 960    | 47                     | 380                                      | 85     | 51              | 37             | 1,3     | 8,0                  | 0,2                |
| Hietanen (K6)               | 1,0/9,0/18,0 | Keskiarvo                | 1,4           | 0,1              | 27                         | 8          | 59                          | 2,0          | 1,0            | 5,7 | 1,2        | 3,7           | 247          | 24       | 663    | 4                      | 210                                      | 31     | 22              | 10             | 0,9     | 5,7                  | 0,1                |
|                             |              | Minimi                   | 0,3           | 0,1              | 25                         | 7          | 49                          | 1,8          | 1,0            | 5,7 | 1,2        | 3,4           | 230          | 22       | 620    | 3                      | 190                                      | 29     | 20              | 10             | 0,8     | 5,3                  | 0,1                |
|                             |              | Maksimi                  | 2,1           | 0,1              | 29                         | 10         | 70                          | 2,1          | 1,0            | 5,7 | 1,3        | 4,2           | 270          | 28       | 730    | 6                      | 240                                      | 33     | 24              | 11             | 0,9     | 6,2                  | 0,1                |



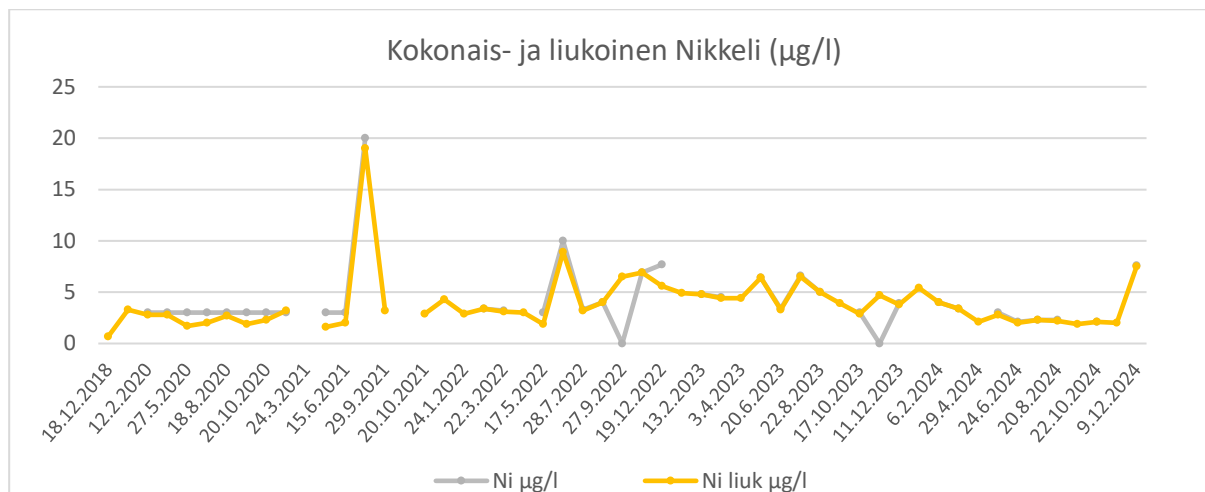
**Kuva 10-8. Koivupuron kokonaistyyppipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana.**



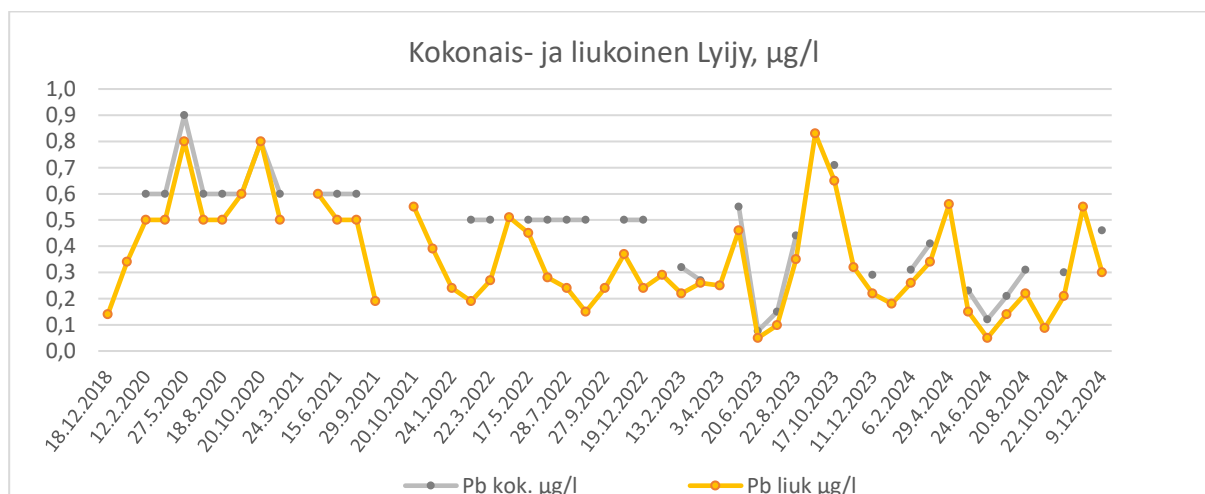
**Kuva 10-9. Koivupuron nitraatti- ja nitriittityppipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana.**



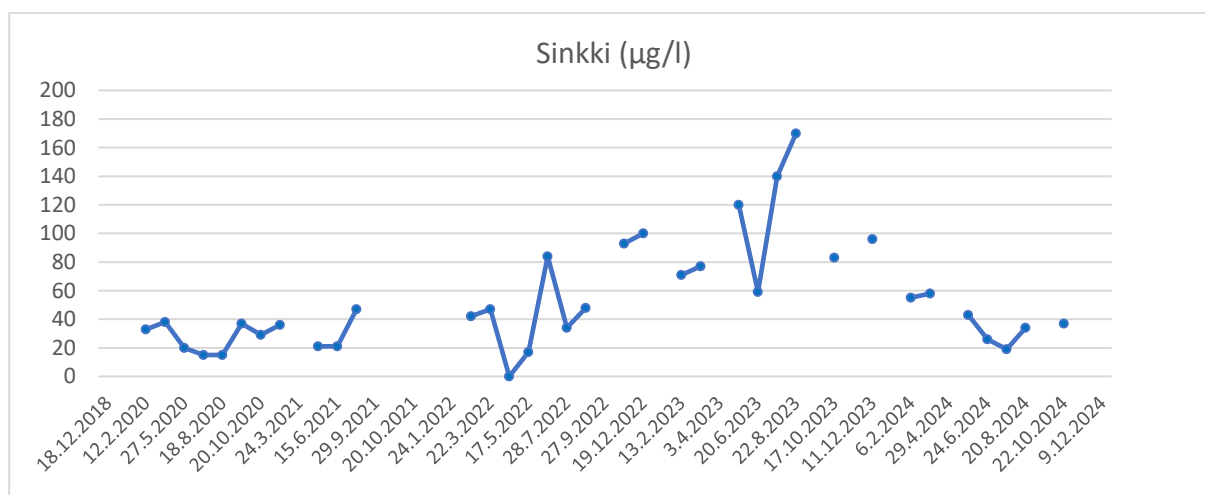
**Kuva 10-10. Kadmiumpitoisuudet Koivupurossa vuosina 2019–2024. Määritysrajan allittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu (Pb,  $<0,05 \mu\text{g/l}$ , 20.6.2023).**



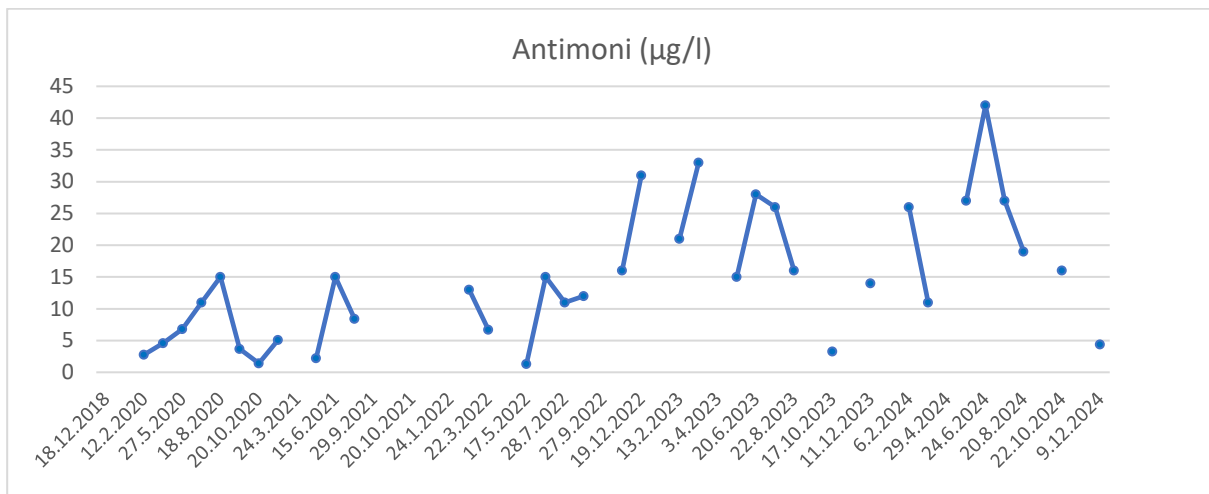
**Kuva 10-11. Nikkelipitoisuudet Koivupurossa vuosina 2019–2024.**



**Kuva 10-12. Lyijypitoisuudet Koivupurossa vuosina 2019–2024. Määrittäysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu (Pb,  $<0,05 \mu\text{g/l}$ , 20.6.2023)**



**Kuva 10-13. Koivupuron sinkkipitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2024.**



**Kuva 10-14. Koivupuron antimonipitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2024.**

Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan Koivupuro ei ole vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (868/2010) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatunormia koskevia säännöksiä. Seuraavassa on kuitenkin esitetty Koivupuron ainepitoisuuksien vertailu ympäristölaatunormeihin pitoisuustasojen havainnollistamiseksi. Koivupurossa ei havaittu vuonna 2024 muuten nikkelin, lyijyn tai kadmiumin laatunormin ylityksiä yksittäisissä näytteissä (MAC-EQS), tammikuussa liukoisen kadmiumin pitoisuus (0,97 µg/l) ylitti kertaalleen enimmäispitoisuuden. Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat edelleen alle määritysrajan kaikissa näytteissä. Liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,36 µg/l ylitti vuositasolla ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotason (AA-EQS) (0,1 µg/l, tausta 0,02 µg/l + AA-EQS 0,08 µg/l).

Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo (AA-EQS) oli 0,42 µg/l eli se alitti selvästi ympäristölaatunormin (tausta 1 µg/l + AA-EQS 4 µg/l) tason. Biosaatavan lyijyn vuosikeskiarvo (AA-EQS) 0,01 µg/l oli myös edelleen selvästi laatunormia (tausta 0,5 µg/l + AA-EQS 1,2 µg/l) pienempi.

**Taulukko 10-3. Koivupuron ja sen alapuolisten vesistöjen alkuaineepitoisuuksien keski- ja ääriarvot vuonna 2024.**

| Havaintopaikka              | Näytesyvyys  | Määrittäminen ja yksikkö | Al µg/l | As µg/l | Ca mg/l | Cd µg/l | Cd liuk µg/l | Co µg/l | Cr µg/l | Cu µg/l | Fe µg/l | Hg liuk µg/l | K mg/l | Mg mg/l | Mn µg/l | Na mg/l | Ni µg/l | Ni liuk µg/l | Pb kok. µg/l | Pb liuk µg/l | Sb µg/l | U µg/l | Zn µg/l |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|---------|--------|---------|
| Koivupuro ( Koi )           | 0,1          | Keskiarvo                | 186     | 0,7     | 67,0    | 0,38    | 0,36         | 2,2     | 0,5     | 0,8     | 1 633   | 0,023        | 16,6   | 8,2     | 438     | 19,3    | 3,4     | 3,1          | 0,3          | 0,3          | 21,6    | 0,1    | 140     |
|                             |              | Minimi                   | 47      | 0,4     | 9,5     | 0,15    | 0,11         | 0,7     | 0,2     | 0,5     | 410     | 0,000        | 3,9    | 3,6     | 51      | 7,1     | 2,1     | 1,9          | 0,1          | 0,1          | 4,4     | 0,0    | 19,0    |
|                             |              | Maksimi                  | 370     | 1,2     | 170,0   | 0,97    | 0,97         | 9,1     | 0,7     | 1,7     | 6 300   | 0,030        | 39,0   | 12,0    | 2 000   | 37,0    | 7,6     | 7,5          | 0,5          | 0,6          | 42,0    | 0,1    | 850     |
| Ollinjoki(Ollinj)           | 0,1 -0,5     | Keskiarvo                | 198     | 0,4     | 13,8    | 0,06    | 0,06         | 0,5     | 0,6     | 2,0     | 2 163   | 0,025        | 3,3    | 1,9     | 109     | 4,6     | 1,1     | 1,1          | 0,3          | 0,2          | 3,4     | 0,0    | 17,3    |
|                             |              | Minimi                   | 120     | 0,3     | 4,8     | 0,01    | 0,01         | 0,3     | 0,5     | 0,3     | 1 700   | 0,001        | 1,1    | 1,2     | 50      | 2,7     | 0,8     | 0,6          | 0,1          | 0,1          | 1,9     | 0,0    | 2,8     |
|                             |              | Maksimi                  | 280     | 0,5     | 23,0    | 0,17    | 0,15         | 0,8     | 0,7     | 11,0    | 2 800   | 0,030        | 5,9    | 2,6     | 250     | 6,7     | 1,6     | 1,6          | 0,4          | 0,3          | 9,2     | 0,0    | 64,0    |
| Pirttilampi ( Pirtl )       | 1,0          | Keskiarvo                | 170     | 0,3     | 12,4    | 0,05    | 0,04         | 0,4     | 0,6     | 0,5     | 1 829   | 0,026        | 3,0    | 1,7     | 94      | 4,1     | 1,1     | 1,0          | 0,3          | 0,2          | 2,5     | 0,0    | 9,2     |
|                             |              | Minimi                   | 120     | 0,3     | 6,0     | 0,02    | 0,01         | 0,3     | 0,5     | 0,3     | 1 500   | 0,001        | 1,6    | 0,9     | 62      | 2,4     | 0,8     | 0,8          | 0,2          | 0,1          | 1,9     | 0,0    | 2,8     |
|                             |              | Maksimi                  | 220     | 0,5     | 23,0    | 0,09    | 0,09         | 0,6     | 0,6     | 1,0     | 2 500   | 0,030        | 6,0    | 2,5     | 180     | 6,5     | 1,4     | 1,4          | 0,4          | 0,2          | 3,4     | 0,0    | 14,0    |
|                             | 4,5 -4,8     | Keskiarvo                | 253     | 0,4     | 9,0     | 0,06    | 0,05         | 0,6     | 0,6     | 0,7     | 5 043   | 0,026        | 2,1    | 1,2     | 85      | 2,6     | 1,1     | 1,0          | 0,3          | 0,2          | 1,8     | 0,0    | 12,7    |
|                             |              | Minimi                   | 220     | 0,3     | 5,0     | 0,04    | 0,02         | 0,4     | 0,5     | 0,3     | 2 000   | 0,001        | 1,2    | 0,7     | 63      | 1,6     | 0,8     | 0,7          | 0,2          | 0,2          | 1,1     | 0,0    | 9,1     |
| Nimisenjoki, uusi ( NimU )  | 0,1 -0,2     | Maksimi                  | 320     | 0,7     | 17,0    | 0,09    | 0,08         | 0,8     | 0,9     | 1,0     | 15 000  | 0,030        | 4,3    | 1,7     | 110     | 4,6     | 1,5     | 1,4          | 0,4          | 0,3          | 2,8     | 0,1    | 21,0    |
|                             |              | Keskiarvo                | 236     | 0,4     | 5,2     | 0,03    | 0,02         | 0,4     | 0,8     | 0,7     | 2 213   | 0,023        | 1,3    | 1,2     | 73      | 2,2     | 1,0     | 1,0          | 0,3          | 0,2          | 0,9     | 0,0    | 6,4     |
|                             |              | Minimi                   | 180     | 0,3     | 2,4     | 0,01    | 0,01         | 0,3     | 0,6     | 0,4     | 1 500   | 0,001        | 0,6    | 0,6     | 43      | 1,3     | 0,8     | 0,8          | 0,3          | 0,1          | 0,4     | 0,0    | 3,0     |
| Lontanjoki ( Lon )          | 0,2          | Maksimi                  | 320     | 0,6     | 6,9     | 0,06    | 0,06         | 0,5     | 1,0     | 1,2     | 3 100   | 0,030        | 2,0    | 1,4     | 160     | 2,8     | 1,3     | 1,3          | 0,4          | 0,3          | 2,4     | 0,1    | 10,0    |
|                             |              | Keskiarvo                | 251     | 0,3     | 3,0     | 0,02    | 0,02         | 0,3     | 0,7     | 1,0     | 1 738   | 0,023        | 0,8    | 0,9     | 88      | 1,3     | 0,9     | 0,8          | 0,2          | 0,2          | 0,3     | 0,0    | 3,9     |
|                             |              | Minimi                   | 190     | 0,2     | 2,5     | 0,01    | 0,01         | 0,2     | 0,6     | 0,5     | 1 000   | 0,000        | 0,8    | 0,8     | 63      | 1,1     | 0,8     | 0,7          | 0,1          | 0,1          | 0,3     | 0,0    | 3,2     |
| Pieni-Hietanen (K1), syväne | 1,0          | Maksimi                  | 310     | 0,3     | 3,4     | 0,03    | 0,03         | 0,4     | 0,9     | 1,7     | 2 300   | 0,030        | 0,9    | 1,1     | 120     | 1,5     | 1,0     | 1,0          | 0,3          | 0,3          | 0,4     | 0,1    | 4,5     |
|                             |              | Keskiarvo                | 219     | 0,3     | 4,2     | 0,02    | 0,02         | 0,3     | 0,7     | 0,7     | 1 614   | 0,026        | 1,1    | 1,0     | 64      | 1,8     | 0,9     | 0,9          | 0,2          | 0,2          | 0,6     | 0,0    | 4,9     |
|                             |              | Minimi                   | 190     | 0,2     | 2,3     | 0,01    | 0,01         | 0,1     | 0,6     | 0,4     | 1 000   | 0,001        | 0,7    | 0,6     | 48      | 1,0     | 0,7     | 0,6          | 0,1          | 0,1          | 0,4     | 0,0    | 3,3     |
| Pieni-Hietanen (K2)         | 1,0/6,0/11,5 | Maksimi                  | 250     | 0,4     | 5,5     | 0,04    | 0,04         | 0,5     | 0,8     | 1,3     | 2 600   | 0,030        | 1,4    | 1,4     | 100     | 2,4     | 1,1     | 1,0          | 0,3          | 0,2          | 1,1     | 0,0    | 7,9     |
|                             |              | Keskiarvo                | 222     | 0,2     | 4,1     | 0,03    | 0,03         | 0,4     | 0,6     | 0,4     | 1 817   | 0,030        | 1,3    | 1,5     | 77      | 2,0     | 1,4     | 1,3          | 0,3          | 0,3          | 0,2     | 0,0    | 4,8     |
|                             |              | Minimi                   | 25      | 0,1     | 3,7     | 0,02    | 0,02         | 0,2     | 0,3     | 0,1     | 650     | 0,030        | 1,1    | 1,1     | 24      | 1,6     | 1,2     | 1,2          | 0,1          | 0,3          | 0,1     | 0,0    | 2,5     |
| Pieni-Hietanen (K3)         | 1,0/0,05/9,7 | Maksimi                  | 340     | 0,3     | 4,4     | 0,05    | 0,04         | 0,6     | 0,8     | 0,6     | 2 600   | 0,030        | 1,6    | 2,1     | 120     | 2,6     | 1,5     | 1,5          | 0,4          | 0,3          | 0,4     | 0,0    | 6,3     |
|                             |              | Keskiarvo                | 255     | 0,3     | 4,3     | 0,04    | 0,03         | 0,5     | 0,8     | 0,5     | 2 090   | 0,030        | 1,2    | 1,3     | 84      | 1,9     | 1,2     | 1,2          | 0,3          | 0,3          | 0,6     | 0,0    | 5,5     |
|                             |              | Minimi                   | 25      | 0,1     | 3,7     | 0,02    | 0,02         | 0,2     | 0,3     | 0,1     | 650     | 0,030        | 1,0    | 1,0     | 24      | 1,6     | 0,9     | 0,9          | 0,1          | 0,2          | 0,1     | 0,0    | 2,5     |
| Hietanen (K4)               | 1,0          | Maksimi                  | 360     | 0,5     | 4,7     | 0,05    | 0,05         | 0,7     | 1,0     | 0,6     | 2 600   | 0,030        | 1,6    | 2,1     | 120     | 2,6     | 1,5     | 1,5          | 0,4          | 0,3          | 1,7     | 0,1    | 6,9     |
|                             |              | Keskiarvo                | 249     | 0,3     | 3,0     | 0,03    | 0,02         | 0,3     | 0,7     | 1,2     | 1 586   | 0,026        | 0,9    | 0,8     | 99      | 1,3     | 0,9     | 0,9          | 0,2          | 0,2          | 0,4     | 0,0    | 5,3     |
|                             |              | Minimi                   | 190     | 0,2     | 2,4     | 0,02    | 0,01         | 0,1     | 0,6     | 0,6     | 870     | 0,000        | 0,8    | 0,7     | 31      | 1,1     | 0,8     | 0,7          | 0,1          | 0,1          | 0,3     | 0,0    | 3,2     |
|                             | 12,0         | Maksimi                  | 310     | 0,4     | 4,2     | 0,05    | 0,05         | 0,5     | 1,0     | 2,0     | 2 300   | 0,030        | 1,0    | 1,0     | 180     | 1,7     | 1,1     | 1,1          | 0,4          | 0,2          | 0,7     | 0,0    | 9,4     |
|                             |              | Keskiarvo                | 276     | 0,3     | 3,0     | 0,02    | 0,02         | 0,4     | 0,7     | 1,1     | 1 986   | 0,026        | 0,8    | 0,8     | 133     | 1,2     | 0,9     | 0,9          | 0,3          | 0,2          | 0,4     | 0,0    | 5,5     |
|                             |              | Minimi                   | 230     | 0,2     | 2,6     | 0,02    | 0,02         | 0,4     | 0,7     | 0,5     | 1 800   | 0,000        | 0,8    | 0,7     | 100     | 1,1     | 0,8     | 0,8          | 0,2          | 0,2          | 0,3     | 0,0    | 3,4     |
|                             | 12,0         | Maksimi                  | 320     | 0,3     | 3,7     | 0,03    | 0,03         | 0,5     | 0,8     | 2,2     | 2 300   | 0,030        | 0,9    | 0,9     | 180     | 1,5     | 1,1     | 1,1          | 0,3          | 0,2          | 0,5     | 0,0    | 6,7     |
|                             |              | Keskiarvo                | 276     | 0,3     | 3,0     | 0,02    | 0,02         | 0,4     | 0,7     | 1,1     | 1 986   | 0,026        | 0,8    | 0,8     | 133     | 1,2     | 0,9     | 0,9          | 0,3          | 0,2          | 0,4     | 0,0    | 5,5     |
|                             |              | Minimi                   | 230     | 0,2     | 2,6     | 0,02    | 0,02         | 0,4     | 0,7     | 0,5     | 1 800   | 0,000        | 0,8    | 0,7     | 100     | 1,1     | 0,8     | 0,8          | 0,2          | 0,2          | 0,3     | 0,0    | 3,4     |
|                             | 22,5         | Maksimi                  | 320     | 0,3     | 3,7     | 0,03    | 0,03         | 0,5     | 0,8     | 2,2     | 2 300   | 0,030        | 0,9    | 0,9     | 180     | 1,5     | 1,1     | 1,1          | 0,3          | 0,2          | 0,5     | 0,0    | 6,7     |
|                             |              | Keskiarvo                | 299     | 0,3     | 3,1     | 0,02    | 0,02         | 0,6     | 0,8     | 0,8     | 2 871   | 0,026        | 0,8    | 0,8     | 204     | 1,2     | 1,0     | 0,9          | 0,4          | 0,3          | 0,4     | 0,0    | 5,3     |
|                             |              | Minimi                   | 230     | 0,2     | 2,7     | 0,02    | 0,02         | 0,4     | 0,7     | 0,5     | 1 800   | 0,001        | 0,8    | 0,7     | 100     | 1,1     | 0,8     | 0,8          | 0,2          | 0,2          | 0,3     | 0,0    | 3,2     |
| Hietanen (K5)               | 1/8,0/14,0   | Maksimi                  | 400     | 0,5     | 3,6     | 0,03    | 0,03         | 1,2     | 1,1     | 1,2     | 6 000   | 0,030        | 0,9    | 0,9     | 380     | 1,4     | 1,3     | 1,3          | 0,9          | 0,6          | 0,4     | 0,0    | 6,2     |
|                             |              | Keskiarvo                | 360     | 0,4     | 4,1     | 0,03    | 0,02         | 0,7     | 1,0     | 1,0     | 3 300   | 0,030        | 1,0    | 1,0     | 208     | 1,6     | 1,2     | 1,2          | 0,5          | 0,4          | 0,5     | 0,0    | 6,5     |
|                             |              | Minimi                   | 300     | 0,3     | 3,6     | 0,02    | 0,02         | 0,5     | 0,9     | 0,7     | 2 200   | 0,030        | 0,9    | 0,9     | 120     | 1,4     | 1,0     | 1,0          | 0,3          | 0,2          | 0,4     | 0,0    | 5,7     |
| Hietanen (K6)               | 1,0/9,0/18,0 | Maksimi                  | 430     | 0,5     | 5,0     | 0,03    | 0,03         | 1,2     | 1,2     | 1,4     | 6 000   | 0,030        | 1,3    | 1,3     | 380     | 2,1     | 1,5     | 1,5          | 0,9          | 0,6          | 0,6     | 0,1    | 8,4     |
|                             |              | Keskiarvo                | 330     | 0,4     | 3,8     | 0,03    | 0,03         | 0,5     | 0,9     | 0,7     | 2 400   | 0,030        | 0,9    | 0,9     | 153     | 1,4     | 1,2     | 1,1          | 0,3          | 0,2          | 0,4     | 0,0    | 5,8     |
|                             |              | Minimi                   | 310     | 0,3     | 3,5     | 0,03    | 0,02         | 0,4     | 0,9     | 0,6     | 2 300   | 0,030        | 0,8    | 0,9     | 140     | 1,3     | 1,1     | 1,0          | 0,3          | 0,2          | 0,4     | 0,0    | 5,2     |
|                             |              | Maksimi                  | 360     | 0,4     | 4,1     | 0,03    | 0,03         | 0,5     | 1,0     | 0,8     | 2 500   | 0,030        | 1,0    | 1,0     | 170     | 1,6     | 1,3     | 1,3          | 0,3          | 0,3          | 0,5     | 0,1    | 6,5     |

Suomessa ei ole asetettu ympäristölaatumnormia esimerkiksi kuparille, sulfaatile, sinkille tai antimoniille. Sulfaatin ehdotettu ympäristölaatumnormi (AA-EQS 39 mg/l) ylittyi Koivupurossa kaikilla havaintokerroilla. Sulfaatin maksimipitoisuus ylitti Koivupurossa ehdotetun sallitun enimmäispitoisuuden (MAC-EQS 279 mg/l) myös kertaalleen kesäkuussa (kuva 10-5).

Ruotsissa on määritelty raja-arvo liukoiseksi sinkille (5,5 µg/l, ei sisällä taustapitoisuutta) (Havs- och vattenmyndigheten 2019) ja EU:n vesipuitedirektiivin muutosehdotuksen AA-EQS-arvo biosaatavalle sinkille olisi 10,9 µg/l. Koivupuron luontainen liukoisen sinkin pitoisuus on GTK:n purokartoituksen (1990) perusteella noin 9 µg/l, jolloin liukoisen sinkin ruotsalainen ympäristölaatumnormi olisi taustapitoisuus huomioiden 14,5 µg/l. Vuonna 2024 Koivupuron keskimääräinen kokonaissinkkipitoisuus oli 140 µg/l, eli keskiarvo oli Ruotsin liukoisen sinkin raja-arvoa selvästi suurempi. Koska Koivupurosta ei ole tehty liukoisen sinkin määrittäviä, liukoisen sinkin esiintymistä ja raja-arvon ylityksen mahdollisuutta ei ole mahdollista suoraan arvioida. Toisaalta joulukuun poikkeuksellisen suuri yksittäinen sinkkipitoisuus (850 µg/l) nostaa keskiarvotasoa merkittävästi, joulukuun tulokseen liittyy epävarmuutta. Ilman joulukuun tulosta sinkin keskiarvopitoisuus oli huomattavasti pienempi (39 µg/l). Kokonaissinkkipitoisuudesta Biomet-työkalulla laskettu biosaatavan sinkkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2024, 40 µg/l. Koivupuro ei ole kuitenkaan pintavesistö, jolle biosaatavat metallipitoisuudet tulee asetuksen mukaisesti määrittää.

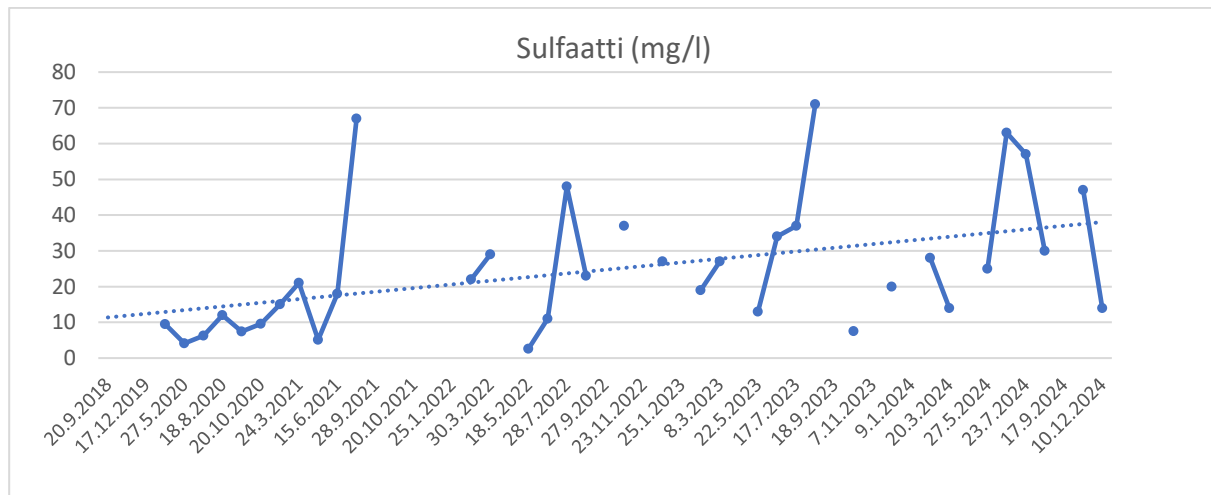
Antimonille ei ole tietävästi asetettu ympäristölaatumnormia Euroopan unionin alueella, Pohjois-Amerikassa tai Australiassa. Euroopan kemikaaliviraston tietojen (ECHA 2020) mukaan antimonin PNEC-arvo (Predicted No-Effect Concentration; pitoisuus, joka ei aiheuta haittaa vesieliöstölle) on 113 µg/l. Koivupurosta vuonna 2024 mitattu suurin antimonipitoisuus 27 µg/l (k.a 22 µg/l) alitti tämän arvon selvästi.

Kaivoksen vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle lähtevän veden pitoisuudet täyttivät lupamääräysten pitoisuusrajat. Kaivokselta lähtevissä vesissä oli vuonna 2024 edelleen runsaasti typpeä, ja luparaja, joka on vuodesta 2023 lähtien 7000 kg ylittyi. Myös kokonaisfosforin luparaja kokonaiskuormituksen osalta ylittyi vuonna 2024. Koivupurossa havaittiin mm. selvää sähköjohtavuusarvojen sekä typpi-, fosfori- ja sulfaattipitoisuuksien kasvua luonnontasoon nähden. Sinkin, kadmiumin, antimonin ja nikkelin pitoisuudet ovat myös nousseet kaivosta edeltäviin vuosiin verrattuna, nikkelpitoisuudet ovat kuitenkin kokonaisuudessaan pieniä.

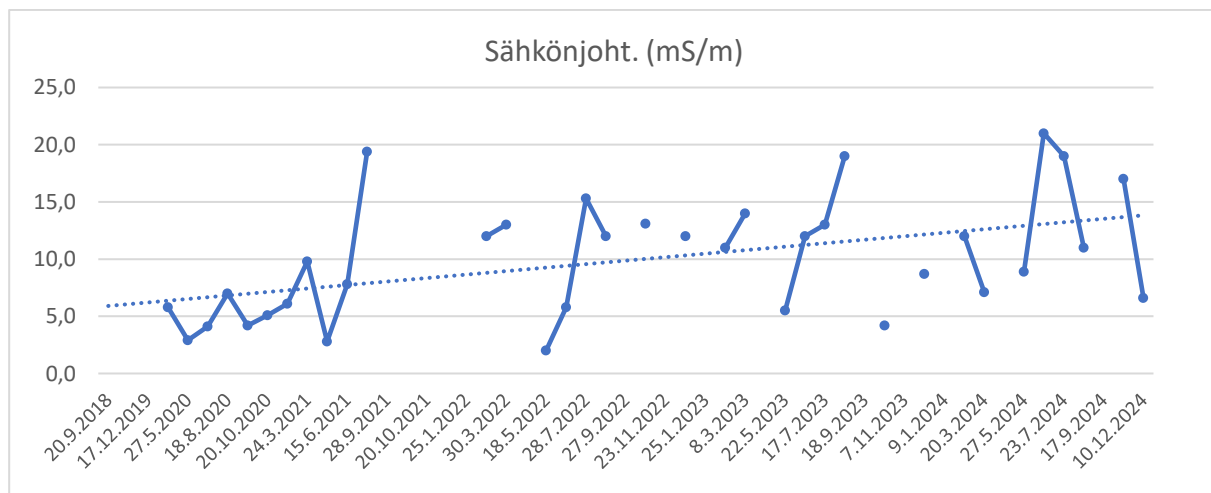
**Ollinjoen** vesi oli vuonna 2024 yleisesti hapanta (pH 5,1–6,7), väriltään ruskeaa ja humuspitoista edustaen alueelle tyypillistä suomaaperäistä vettä. Kiintoainepitoisuus oli ajoittain hieman koholla (7,8–9,0 mg/l) edellisvuoden tapaan, muuten kiintoainetta esiintyi niukemmin. Sameusarvoissa todettiin myös muutama suurempi arvo kesä- ja elokuussa (10–17 FNU), muuten sameusarvot olivat pienemmät (2,2–6,1 FNU). Yläpuolisen Koivupuron sameus on ollut samoina ajankohtina yleisesti Ollinjoessa havaittua matalampi, joten kyse on todennäköisesti Ollinjoen luontaisesta, vuodenajasta, virtaamasta, säästä ja riippuvasta jokivesistön lievistä samentumasta.

Ollinjoen happipitoisuudet ovat vaihdelleet jo vuosien ajan yleisesti välttävää tyydyttävään, happitilanne oli vuonna 2024 keskimäärin lähellä edellisvuotta (ka. 6,8 mg/l), selvästi heikoin

happitilanne todettiin edellisvuoden tapaan elokuussa. Muilla havaintokerroilla happitilanne oli tyydyttävä – erinomainen. Näytteenottopiste sijaitsee Ollinjoen luusuassa Pirttilampeen, ja tulosten perusteella vaikuttaa, että veden vaihtuvuus on näytteenottopisteellä ajoittain huonoa. Happipitoisuutta voi alentaa myös leväkasvu, joka voi heikon virtauksen vuoksi olla loppukesällä runsasta, runsaan levämassan hajoaminen lisää hapenkulutusta. Alkaliniteetin arvot vaihtelivat Ollinjoen pisteellä välttävästä erinomaiseen, ja suurimmillaan arvot olivat helmi- ja heinäkuussa, kun virtaama joessa on ollut pieni. Heikoimmillaan alkaliniteetti oli suurempien virtaamien aikaan touko- ja joulukuussa. Vesi oli jokaisella näytteenottokerralla hyvin pehmeää tai pehmeää. Ollinjoen pisteen sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat vuonna 2024 välillä 6,6–21 mS/m, kesäkuun maksimi oli hieman edellisvuotta suurempi (kuva 10-16). Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 14–63 mg/l, (v. 2023 7,5–71 mg/l), eli lievää nousua alueen luonnontasoon nähden oli yleisesti havaittavissa (kuva 10-15).



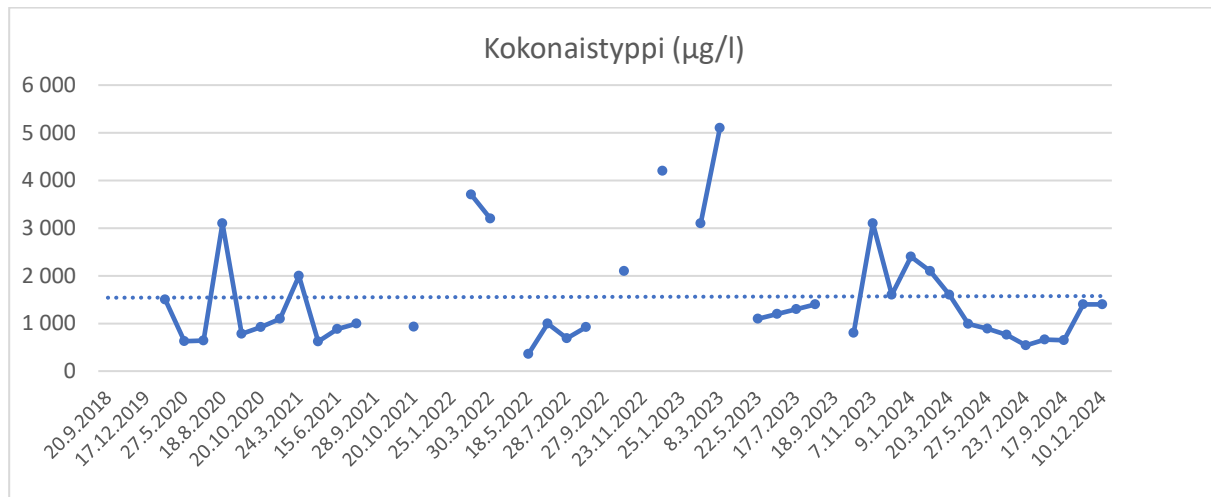
**Kuva 10-15. Ollinjoen sulfaattipitoisuuden kehittyminen vuosina 2019–2024.**



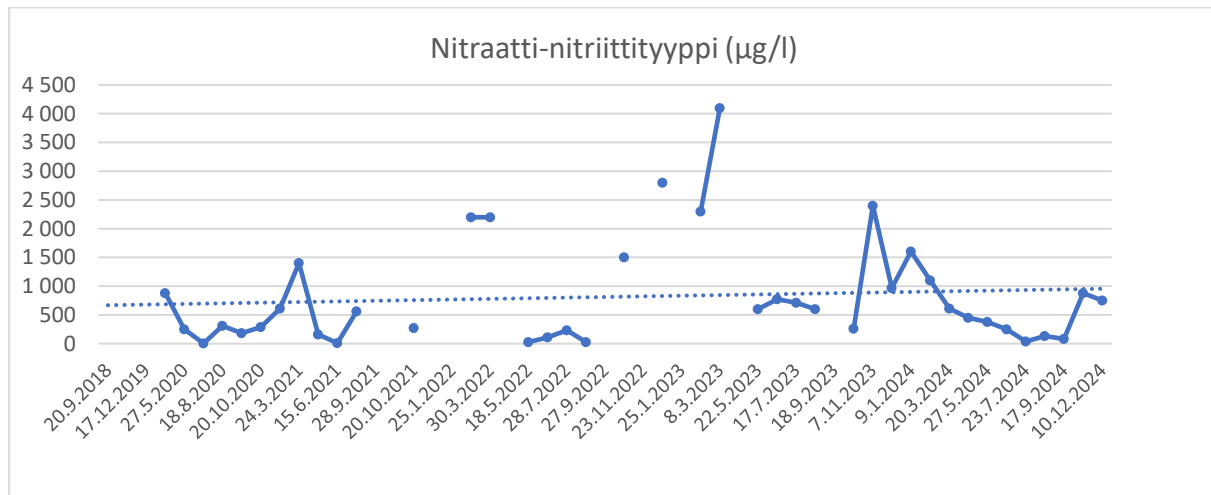
**Kuva 10-16. Ollinjoen sähkönjohtavuusarvojen kehittyminen vuosina 2019–2024.**

Ollinjoen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 19–90 µg/l (v. 2023 20–68 µg/l), eli jokialueen luokitus fosforin perusteella vaihteli vuoden aikana lievästi rehevästä vedestä erittäin rehevään veteen (kuva 10-19). Ollinjoesta on saatavilla vain niukasti vertailuaineistoa ajalta ennen kaivoksen

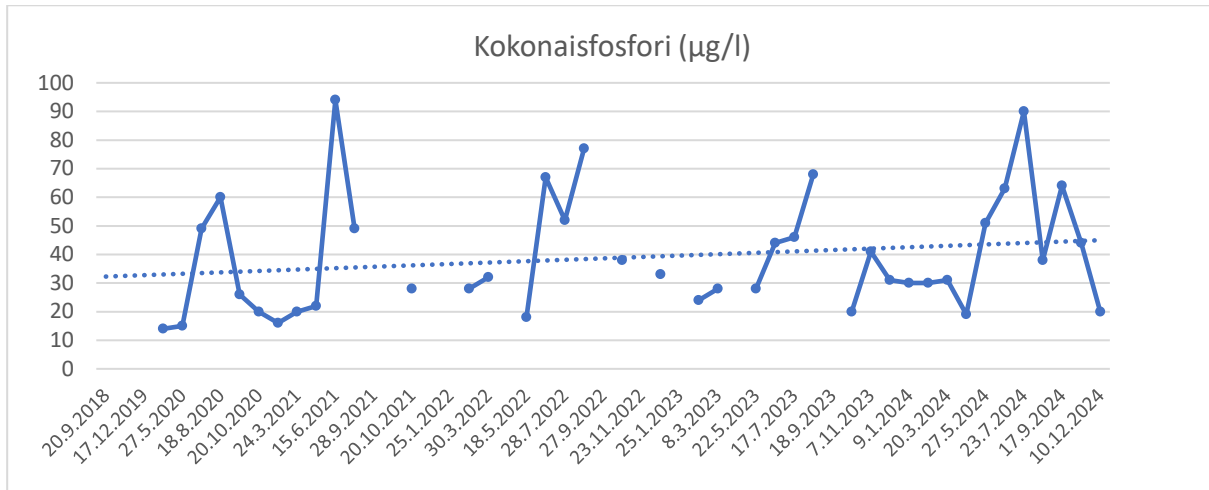
toimintaa, mutta tulokset viittaavat siihen, että myös aiempina vuosina fosforipitoisuus on ollut koholla. Fosfaattifosforin pitoisuudet olivat Koivupuron tavoin yleisesti pieniä tai alle määritysrajan, maksimipitoisuus todettiin kasvukauden ulkopuolella helmikuussa (kuva 10-20). Vuosina 2018–2024 Ollinjoen pisteellä on havaittu selvää nousua typpipitoisuuksien osalta aikaisempien vuosien tasoon verrattuna, ainakin ajoittain (kuvat 10-17 ja 10-18). Ollinjoen kokonaistyppipitoisuudet olivat vuonna 2024 edellisvuosia pienemmät ollen 540–2 400 µg/l (v. 2023 800–5 100 µg/l). Ammoniumtyypen pitoisuudet olivat välillä 9–610 µg/l (v. 2023 4–670 µg/l) ja nitriitti-nitraattityypen pitoisuudet välillä 40–1 600 µg/l (v. 2023 260–4 100 µg/l) (kuva 10-18). Pitoisuudet ovat luonnonvesille tyypilliseen tasoon verrattuna kohonneet, ainakin ajoittain.



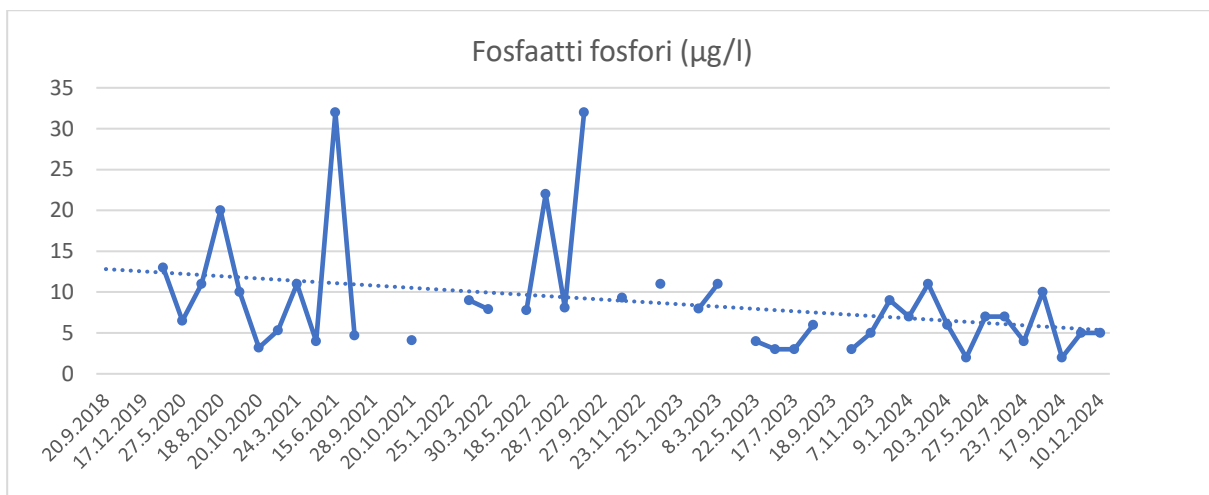
**Kuva 10-17. Ollinjoen kokonaistypen kehittyminen vuosina 2018–2024.**



**Kuva 10-18. Ollinjoen nitraatti-nitriittityypen kehittyminen vuosina 2018–2024.**

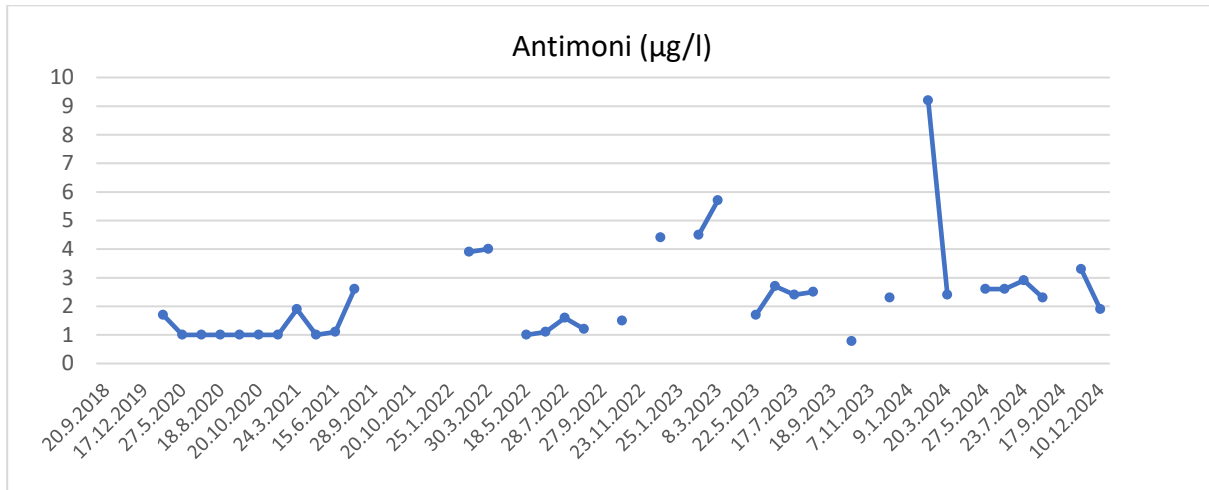


**Kuva 10-19. Ollinjoen kokonaisfosforin kehittyminen vuosina 2018–2024.**

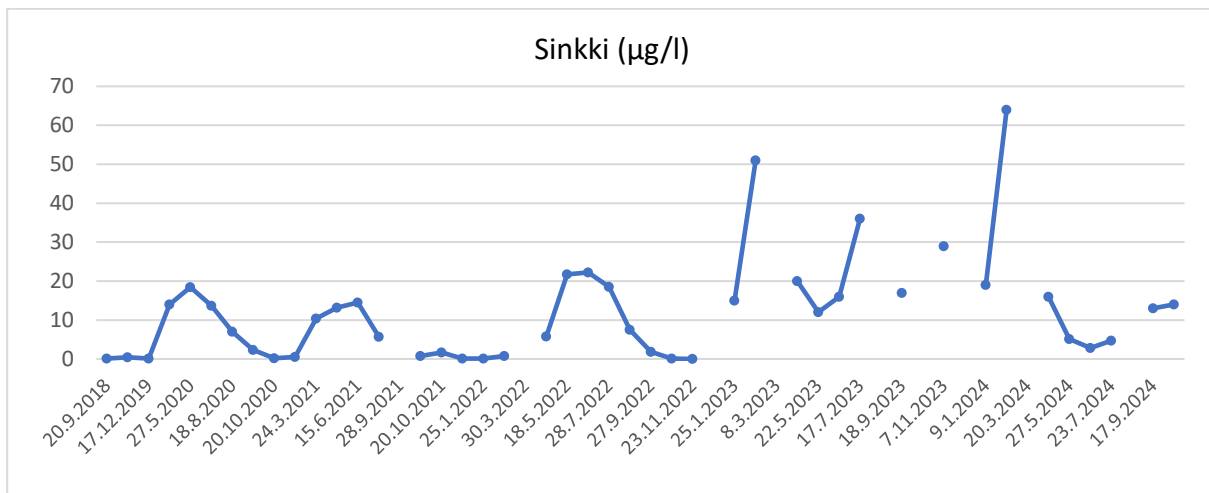


**Kuva 10-20. Ollinjoen fosfaattifosforin kehittyminen vuosina 2018–2024.**

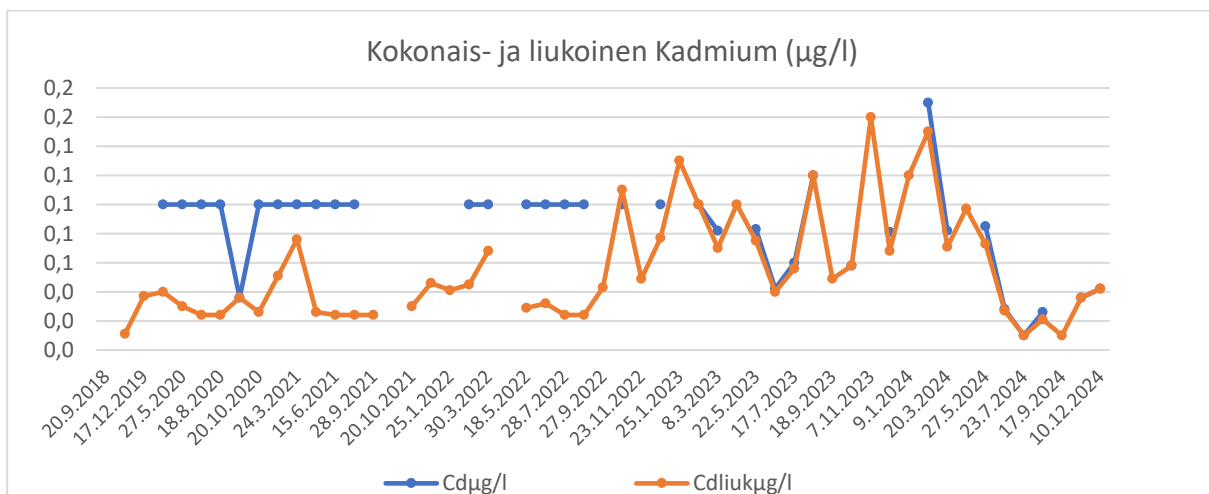
Ollinjoessa alumiinin, arseenin, kromin, magnesiumin, mangaanin ja nikkelin pitoisuudet olivat edelleen yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Rautaa ja alumiinia esiintyi runsaasti kaikilla näytteenottokerroilla, mikä on alueelle tyypillistä. Antimonin, kalsiumin, natriumin ja sulfaatin pitoisuudet olivat ajoittain koholla. Antimonin kohdalla havaittiin helmikuussa aikana aiempia vuosia korkeampi maksimipitoisuus (kuva 10-21). Myös sinkki- ja kadmiumipitoisuuksien maksimit olivat aiempaa korkeampia helmikuun näytteessä (kuvat 10-22 ja 10-23). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet ovat vuosina 2019–2024 kohonneet aiemmin havaittuun luonnontasoon nähden. Liukoisen kadmiumin keskiarvopitoisuus oli kuitenkin hieman edellisvuotta pienempi (v. 2024 k.a 0,054 µg/l) (kuva 10-23). Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat vuonna 2024 pieniä (kuva 10-24). Nikkelin tavoin liijyn pitoisuudet olivat vuoden 2024 havaintokerroilla pieniä (kuva 10-25).



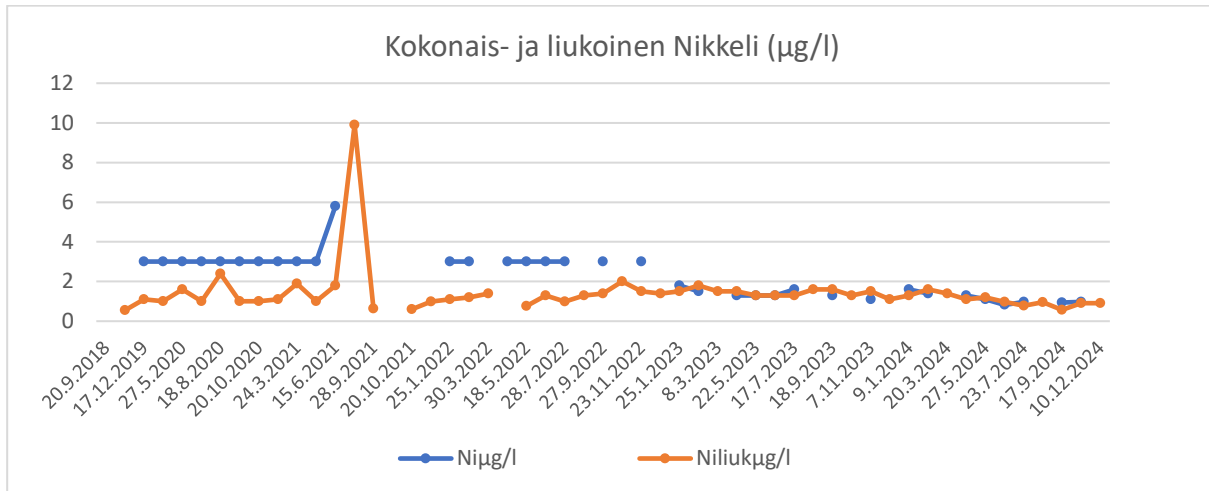
**Kuva 10-21. Ollinjoen antimonipitoisuuden kehittyminen vuosina 2018–2024.**



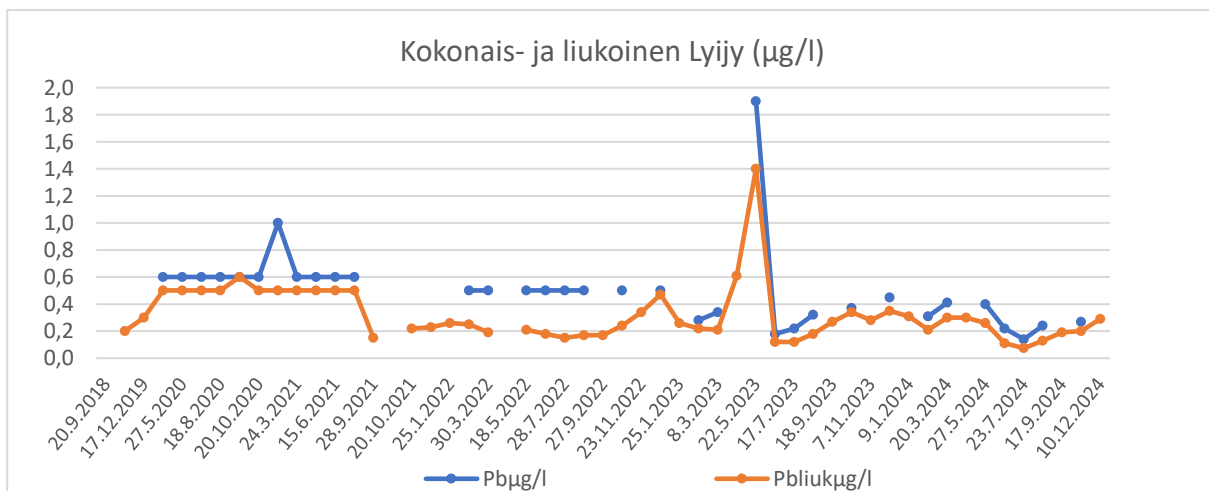
**Kuva 10-22. Ollinjoen sinkkipitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2023. Määritysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu.**



**Kuva 10-23. Ollinjoen kadmumpitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2023. Määritysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu.**



**Kuva 10-24. Nikkelpitoisuudet Ollinjoessa vuosina 2019–2024. Määritysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu.**

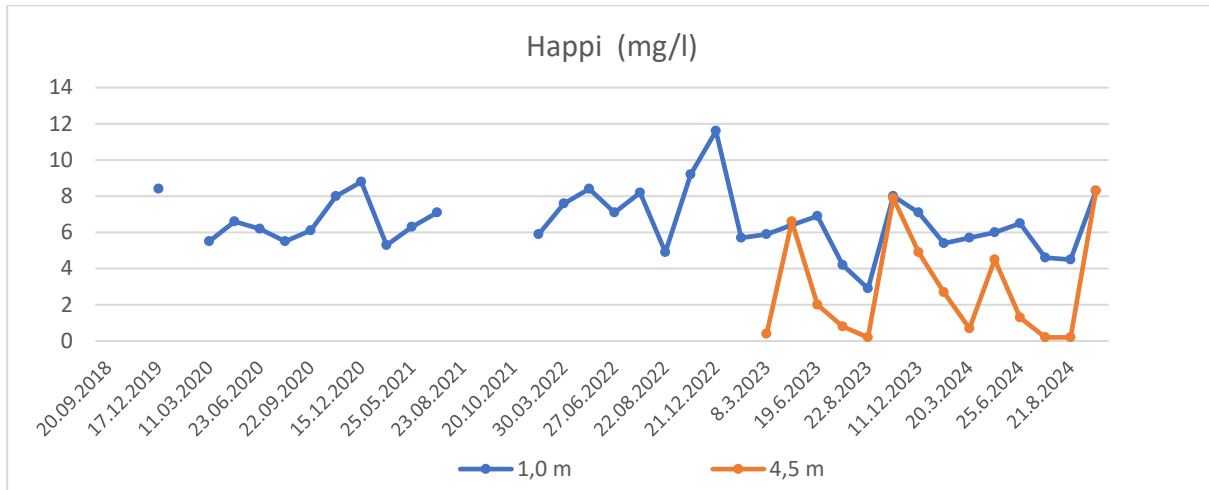


**Kuva 10-25. Lyijypitoisuudet Ollinjoessa vuosina 2019–2024. Määritysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu.**

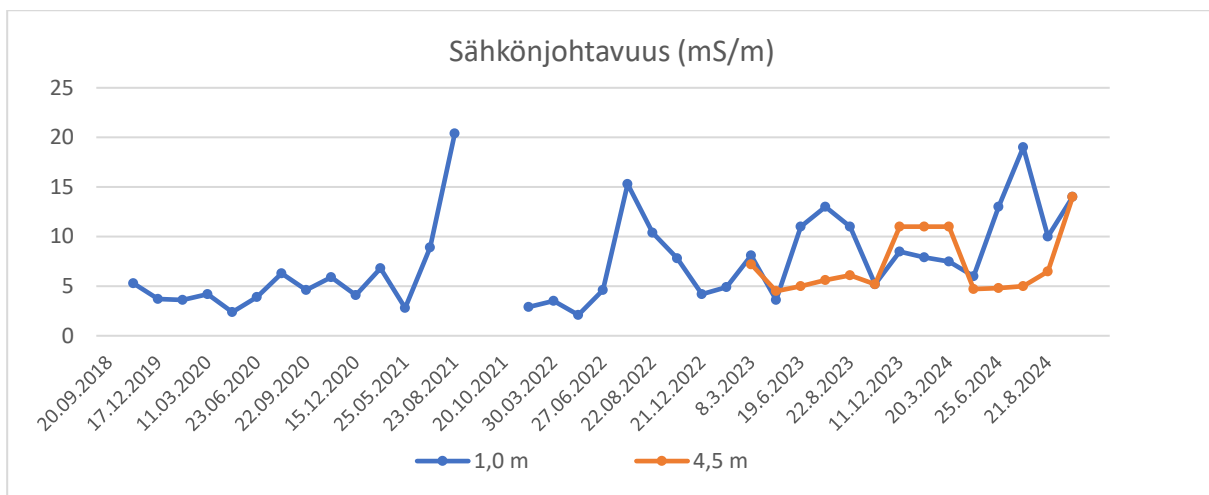
Ollinjoen pisteellä ei havaittu vuonna 2024 nikkelin, lyijyn ja kadmiumin laatu normin (MAC-EQS) ylityksiä yksittäisissä näytteissä, liite 13. Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat alle määritysrajan kaikilla havaintokerroilla. Liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,054 µg/l alitti ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason (AA-EQS, 0,1 µg/l). Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo (AA-EQS) oli 0,13 µg/l eli se alitti selvästi ympäristölaatu normin tason 5 µg/l. Biosaatavan lyijyn vuosikeskiarvo 0,01 µg/l oli myös selvästi laatu normia (tausta 0,5 µg/l + AA-EQS 1,2 µg/l) pienempi.

Ollinjoessa oli vuonna 2024 havaittavissa ajoittain kaivoksen purkuvesien vaikutusta, mm. sähköjohtavuusarvoissa sekä sulfaatti- ja typpipitoisuuksissa havaittiin nousua alueen luonnontasoon nähden. Myös antimonin, sinkin ja kadmiumin maksimipitoisuudet kasvoivat edellisvuosiin verrattuna ja alueen tyypilliseen pitoisuustasoon nähden.

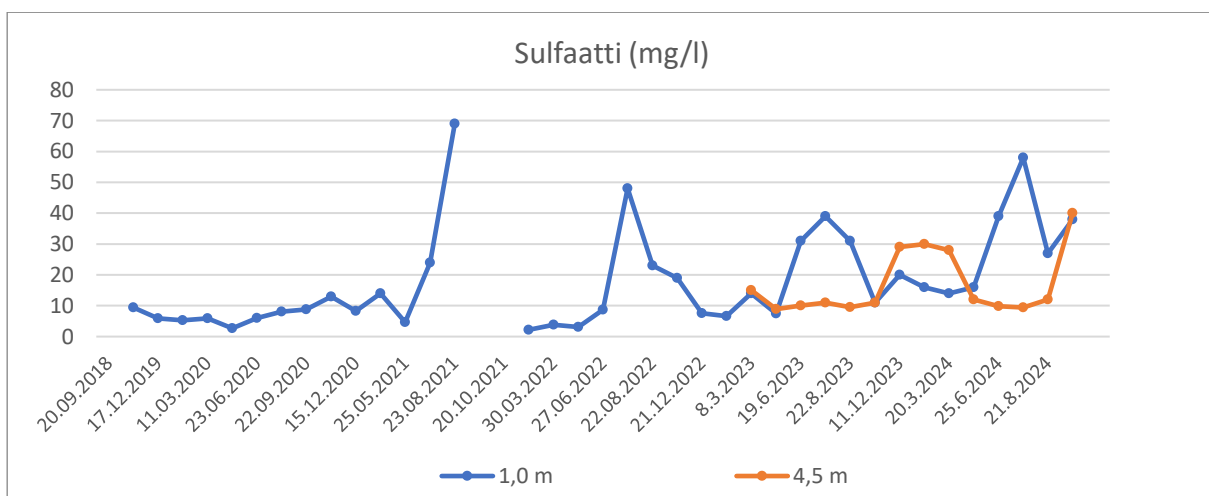
**Pirttilammen** vesi oli vuonna 2024 aiempaan tapaan hyvin pehmeää tai pehmeää, humuspitoista ja ruskeaa. Päälyysvesi oli yleisesti hapanta pH 5,7–6,5 (v. 2023 4,9–6,1) ja happipitoisuudet vaihtelivat päälyysvedessä välttävästä hyvään. Alusvedessä happitilanne oli useilla havaintokerroilla heikko, kesäkerrostuneisuuskaudella heinä-elokuussa alusvesi oli täysin hapeton (kuva 10-26). Kohonneita kiintoainepitoisuuksia esiintyi myös alusvedessä hapettomina ajankohtina heinä-elokuussa, jolloin vesi oli myös selvästi sameimmillaan. Muilla havaintokerroilla kiintoaineen pitoisuudet ja sameusarvot olivat selvästi pienemmät. Alusveden heikentynyt happitilanne tai hapettomuus näkyi myös mm. raudan ja fosforin nousuna alusvedessä, eli sisäisenä kuormituksena (kuva 10-29). Myös kokonaistypen nousua alusvedessä oli havaittavissa osalla havaintokerroista (kuva 10-30). Sähkönjohtavuusarvoissa, sulfaatin ja kokonaisfosforin pitoisuuksissa oli havaittavissa nousua alueen luonnontasoon, joka viittasi kaivosvesien vaikutukseen (kuvat 10-27, 10-28 ja 10-29). Sulfaattipitoisuus vaihteli vesimassassa vuoden 2024 aikana välillä 9,8–58 mg/l (v.2023 7,5–39 mg/l) ja sähkönjohtavuus välillä 4,7–19 mS/m (v.2023 3,6–13 mS/m).



**Kuva 10-26. Happipitoisuudet Pirttilammessa vuosina 2018–2024.**



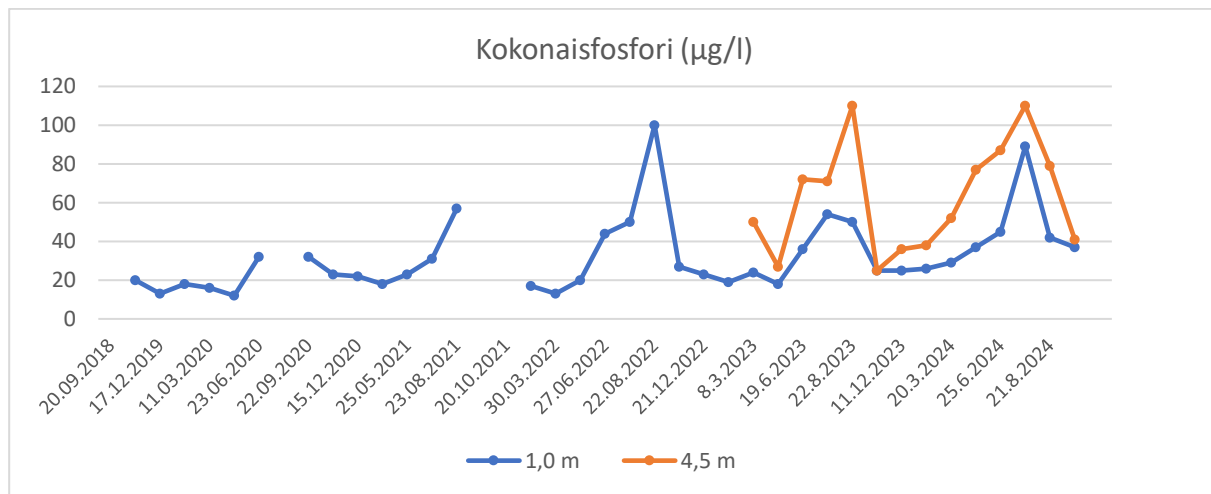
**Kuva 10-27. Sähkönjohtavuusarvot Pirttilammessa vuosina 2018–2024.**



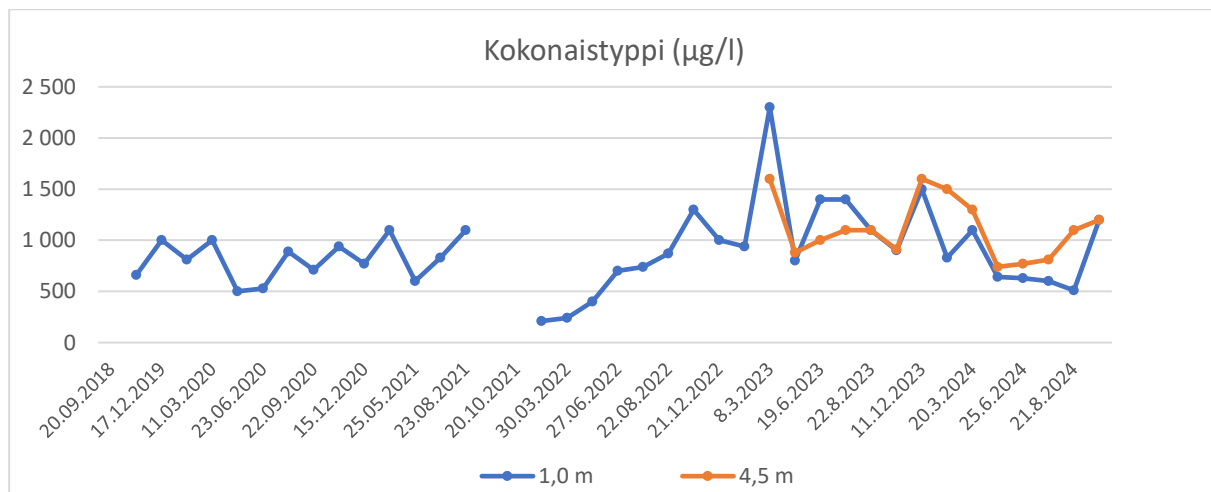
**Kuva 10-28. Sulfaattipitoisuudet Pirttilammessa vuosina 2018–2024.**

Alkaliniteetin arvot vaihtelivat välttävästä erinomaiseen. Päälysveden fosforipitoisuus oli suurimmillaan kesä-elokuussa ja typpipitoisuuden nousua oli havaittavissa selvimmin maalisi- ja lokakuussa (kuvat 10-29 ja 10-30).

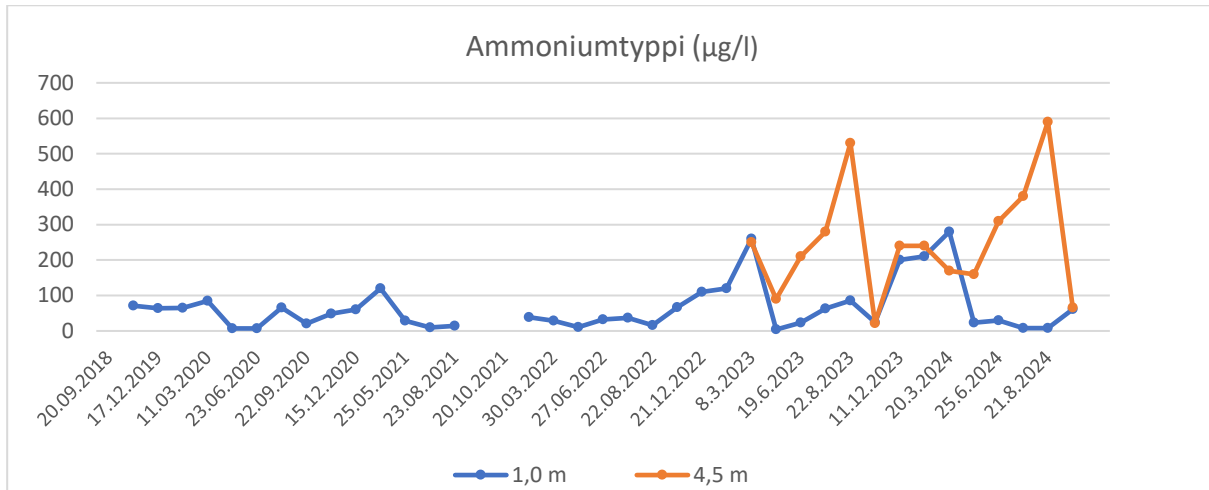
Pirttilammen päälysveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat välillä 26–89 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 600–1 200 µg/l. Fosforipitoisuudet vaihtelivat lievästi rehevästä vedestä erittäin rehevään veteen. Pitoisuuksissa on havaittu runsasta vaihtelua myös vuosina 2019–2023 (kuva 10-29). Fosfaattifosforia todettiin päälysvedestä yleensä pieniä pitoisuuksia, alusvedessä fosfaattifosforia todettiin runsaammin maaliskuussa sekä touko-elokuussa, jolloin myös alusveden happitilanne oli yleisesti heikoin, ja fosforipitoisuuksia nostaa myös sisäinen kuormitus. Päälysveden ammoniumtyypin pitoisuudet olivat pääosin pienet, enimmillään ammoniumtypeä (280 µg/l) todettiin helmikuussa (kuva 10-31). Ammoniumtyypin maksimi todettiin alusvedessä elokuussa, jolloin alusvesi oli hapeton. Nitriitti-nitraattityypin pitoisuus vaihteli päälysvedessä välillä 41–600 µg/l ja alusvedessä välillä 8–840 µg/l. Typen yhdisteiden ajoittain kohonneet pitoisuudet viittaavat todennäköisesti myös kaivosvesien vaikutukseen.



**Kuva 10-29. Kokonaisfosforipitoisuudet Pirttilammessa vuosina 2018–2024.**



**Kuva 10-30. Kokonaistyyppipitoisuudet Pirttilammessa vuosina 2018–2024.**



**Kuva 10-31. Ammoniumtyppipitoisuudet Pirttilammessa vuosina 2018–2024.**

Pirttilammen alkuainepitoisuudet olivat pääosin yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Pirttilammessa ei havaittu vuonna 2024 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatunormien (MAC-EQS tai AA-EQS) ylityksiä. Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat koko vuoden pieniä (vuoden k.a 1,0 µg/l), elohopean pitoisuus oli alle määritysrajan (0,03–0,005 µg/l) kaikilla havaintokerroilla ja liukoisen lyijyn pitoisuuskeskiarvo oli päälly- ja alusvedessä noin 0,2 µg/l.

Pirttilammessa mm. sähkönjohtavuusarvoissa ja sulfaatin pitoisuuksissa oli havaittavissa nousua alueen luonnontasoon nähden, joka viittasi kaivosvesien vaikutukseen. Typen yhdisteiden ja kokonaisfosforin ajoittain kohonneet pitoisuudet viittaavat todennäköisesti myös kaivosvesien vaikutukseen. Alusveden heikentynyt happitilanne tai hapettomuus näkyi myös mm. raudan ja fosforin nousuna alusvedessä, eli sisäisenä kuormituksena. Pirttilammessa ei todettu ympäristölaatunormien ylityksiä. Liukoisen nikkelin, kadmiumin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määritysrajan.

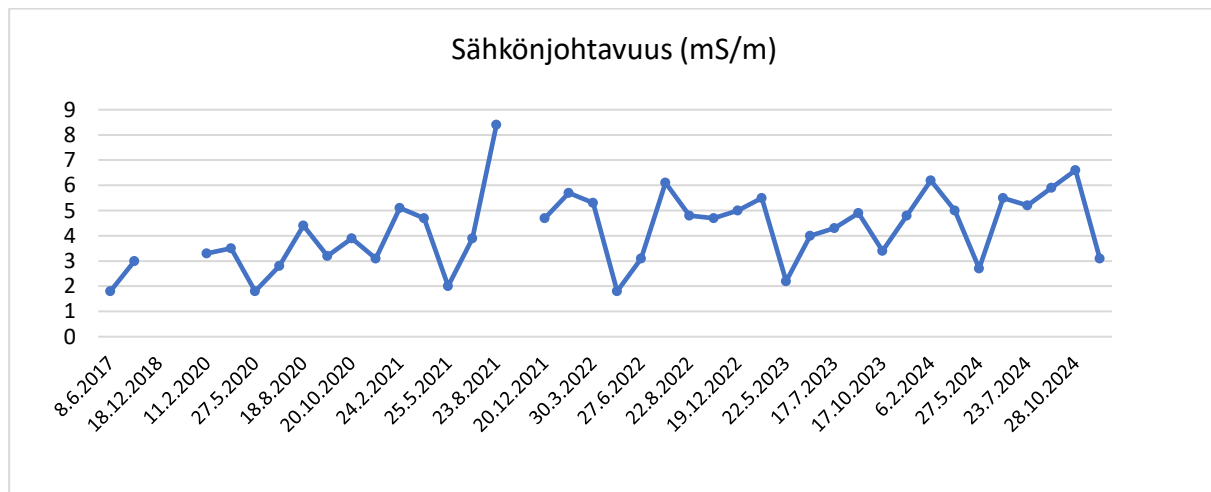
**Nimisenjoen** vesi oli alueelle tyypilliseen tapaan vuonna 2024 hapanta (pH 5,3–6,3), hyvin pehmeää, väriltään ruskeaa (väriluku, 140–290 mg/l Pt) ja humuspitoista. Alkaliniteetin arvot vaihtelivat välttävistä erinomaiseen. Happitilanne vaihteli vuonna 2024 välttävistä hyvään. Kiintoainepitoisuudet olivat pääosin melko pieniä, kesä-elokuussa hieman muita havaintokertoja suuremmat (5,5–7,6 mg/l). Aiempien vuosien tapaan aseman vedessä esiintyi lievää sameutta.

Nimisenjoen näytepisteen sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat vuonna 2024 välillä 2,7–6,6 mS/m ja sulfaattipitoisuudet välillä 3,8–14 mg/l. Sulfaatin pitoisuudet ovat olleet lähes poikkeuksetta korkeammat kuin alueen luonnontaso tai ennen kaivostoimintaa havaittu taso, mutta olivat kuitenkin kokonaisuudessaan melko pieniä (kuva 10-33). Suurimmat sähkönjohtavuusarvot sekä sulfaatin pitoisuudet todettiin kesä-lokakuussa ja suurimmat typen yhdisteiden pitoisuudet helmi-maaliskuussa, jotka saattavat viitata kaivosvesien vaikutukseen (kuva 10-34). Kokonaistypen

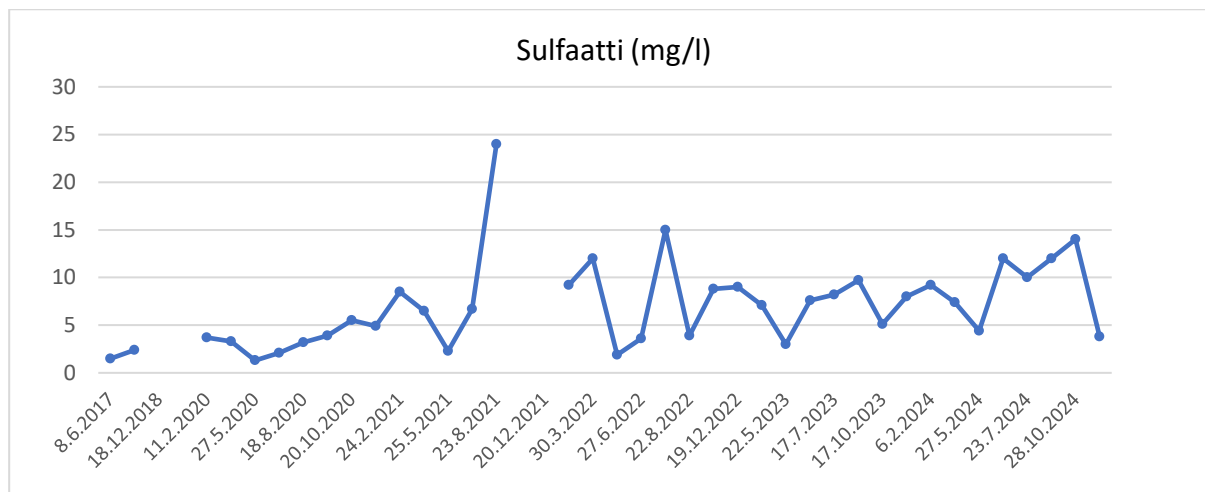
maksimipitoisuudet olivat kuitenkin viime vuosia pienemmät (kuva 10-34). Rautaa ja alumiinia todettiin havaintopaikalle tyypillisen runsaasti, muuten metallien pitoisuudet olivat kokonaisuudessaan pieniä. Antimonin pitoisuudet olivat kuitenkin alkuvuodesta helmi-maaliskuussa muita havaintokertoja suuremmat (kuva 10-35).

Nimisenjoen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 25–76 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 430–890 µg/l, kokonaisfosforin perusteella havaintopaikka oli luokiteltavissa lievästi reheväksi – erittäin reheväksi. Kokonaisfosforin pitoisuus oli Pirttilammen tavoin heinäkuussa selvästi muita havaintokertoja suurempi, joka saattaa viitata myös kaivosvesien vaikutukseen. Esimerkiksi heinäkuussa kokonaisfosforin nousua oli myös havaittavissa MK1-aseamalla ja sen jälkeisellä purkureitillä yleisemminkin. Ammoniumtyypen pitoisuudet olivat alkuvuodesta helmi-maaliskuussa lievästi koholla tasolla 150 – 170 µg/l, mutta pitoisuus laski kesäaikana jopa alle määritysrajan (< 3 µg/l). Nitriitti-nitraattityypen pitoisuus vaihteli samoin erittäin paljon elokuun pitoisuudesta 11 µg/l maaliskuun pitoisuuteen 370 µg/l.

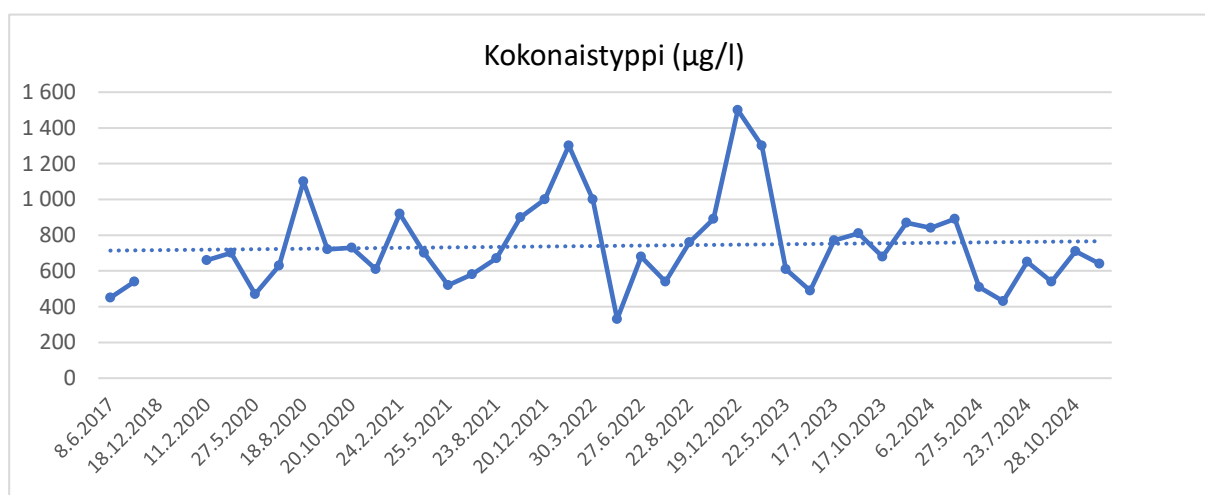
Nimisenjoen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2024 edelleen yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Lieviä poikkeamia pitoisuuksissa todettiin yksittäisten metallien osalta läpi koko vuoden, mm. antimonin pitoisuudet olivat helmi-maaliskuussa muita havaintokertoja selvästi suuremmat (kuva 10–35), pitoisuuksien vaihtelut voi johtua myös joen virtaaman ja nettosadannan tai valunnan vaihtelusta. Nimisenjoessa ei havaittu vuonna 2024 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatu normien (MAC-EQS ja AA-EQS) ylityksiä. Liukoisen nikkelin keskiarvopitoisuus oli vuonna 2024 0,96 µg/l, lyijyn 0,22 µg/l ja kadmiumin 0,024 µg/l. Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat koko vuoden alle määritysrajan (0,03–0,005 µg/l).



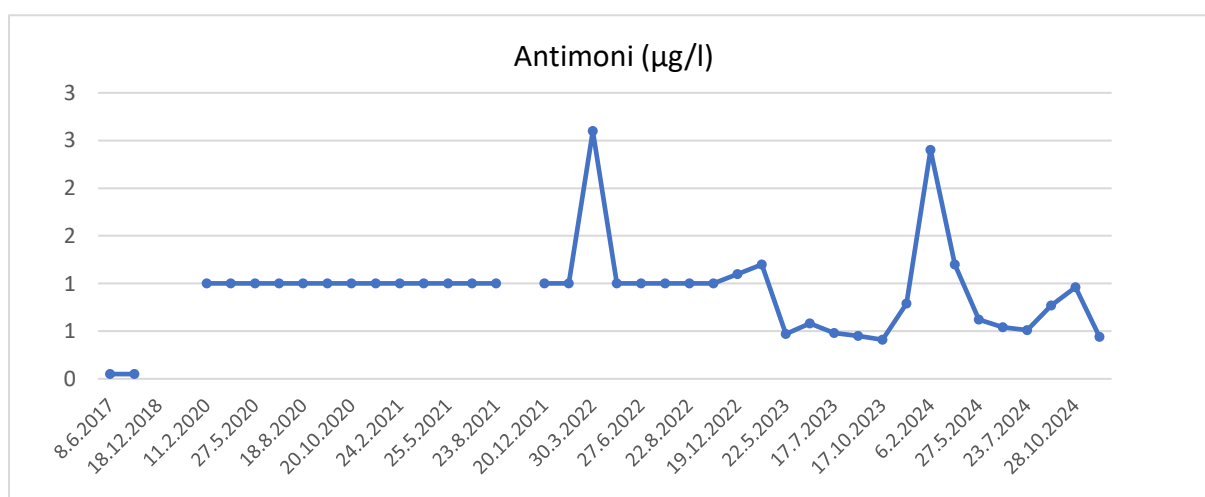
**Kuva 10-32. Nimisenjoen sähkönjohtavuuden kehittyminen vuosina 2017–2024.**



**Kuva 10-33. Nimisenjoen Sulfaattipitoisuuden kehittyminen vuosina 2017–2024.**



**Kuva 10-34. Nimisenjoen kokonaistyyppipitoisuudet vuosina 2017–2024.**



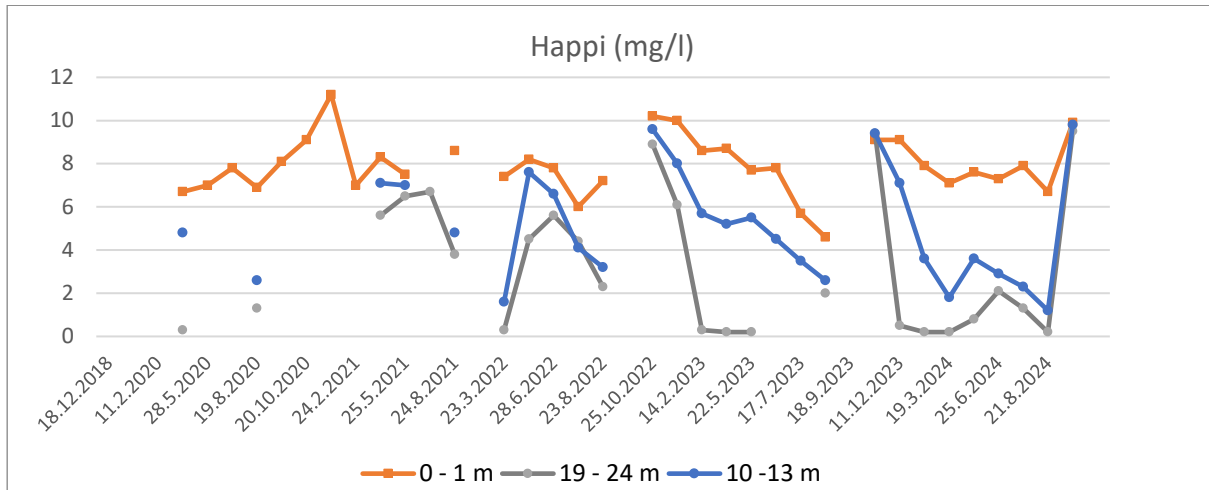
**Kuva 10-35. Nimisenjoen antimonipitoisuudet vuosina 2017–2024.**

Nimisenjoessa oli vuonna 2024 osalla havaintokerroista havaittavissa viitteitä hopeakaivoksen vesien vaikutuksesta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin ja typen yhdisteiden perusteella. Kokonaisfosforin pitoisuus oli myös esimerkiksi heinäkuussa selvästi muita havaintokertoja suurempi, joka saattaa viitata myös kaivosvesien vaikutukseen. Metallien osalta yksittäisiä pieniä pitoisuusvaihteluita voitiin havaita ympäri vuoden. Typpipitoisuudet olivat korkeimmillaan alkuvuodesta helmi-maaliskuussa, kokonaistypen maksimipitoisuus oli kuitenkin viime vuosia pienempi. Ympäristölaatonormilla säädeltyjen metallien liukoiset pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määritysrajan.

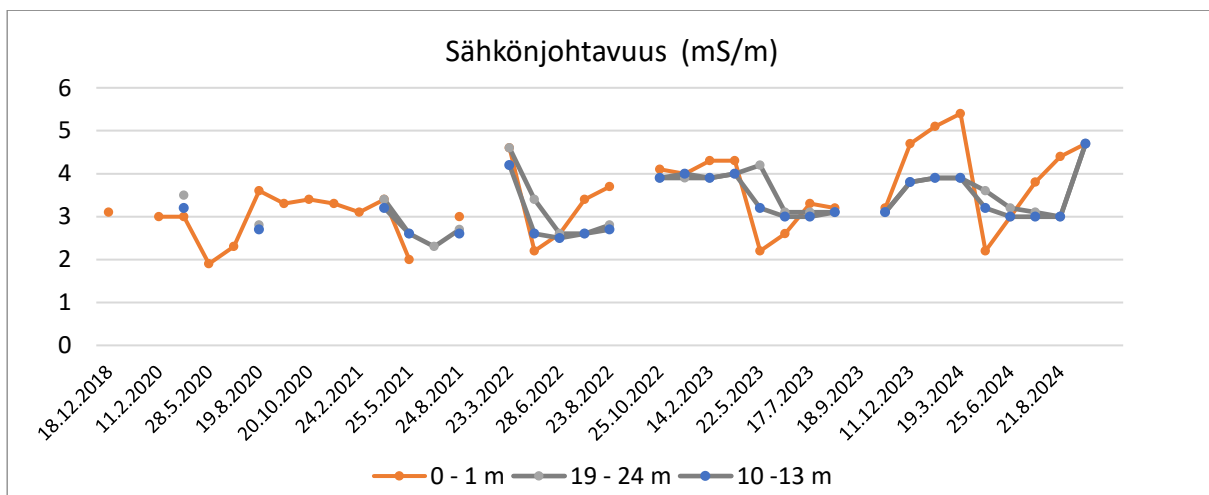
**Pieni-Hietasen** vesi oli vuonna 2024 yleisesti hapanta (pH 5,4–6,4), hyvin pehmeää ja voimakkaan humuspitoista. Alkaliniteetti osoitti hyvää - välttävää puskurikykyä. Päälyys- ja välivedessä sameus oli lievää, mutta pohjan lähellä todettiin useilla havaintokeroilla selvää sameutta (maksimi, 64 FNU). Sameuden nousu johtunee heikosta happitilanteesta tai hapettomuudesta ja sen myöstä mm. rauta ja mangaaniyhdisteiden noususta. Veden sähkönjohtavuus oli yleisesti alueen luontaisella tasolla kaikissa syvyyksissä maksimiarvon ollessa 5,4 mS/m.

Pieni-Hietasen kerrosteisuuden selvittämiseksi tehdyt kenttämittaustulokset on esitetty liitteissä. Pieni-Hietasen vesirunko oli kaikilla havaintokerroilla lämpötilakerrostunut, lokakuussa syystäyskierto oli kuitenkin jo käynnissä ja vesirunko oli myös hyvin tasalaatuinen pinnasta pohjaan, vaikka lievää lämpötilakerrostuneisuutta oli edelleen havaittavissa. Alusveden happitilanne vaihteli vuoden 2024 havaintokerroilla erinomaisesta heikkoon, täysin hapeton alusvesi oli helmi-maaliskuussa (kuva 10-36). Myös touko- ja elokuussa alusveden happipitoisuus oli <1 mg/l (kuva 10-36). Myös välivedessä happitilanne oli ajoittain heikko. Päälyysvedessä happitilanne oli tyydyttävä – erinomainen. Lokakuussa koko vesipatsaan hapen kylläisyysaste oli edellisvuoden tapaan yli 70 %. Runsas humuksen määrä voimistaa mm. hapen kulumista. Alusveden heikko happitilanne ja hapettomuus näkyi myös selvänä ravinteiden, raudan ja mangaanin nousuna alusvedessä, eli sisäisenä kuormituksena. Päälyysvedessä oli havaittavissa ajoittain mm. sulfaatin ja sähkönjohtavuuden lievää nousua, joka viittaa mahdollisesti kaivosvesien vaikutukseen.

Pieni-Hietasessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissa vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana. Järvien syvänteissä happipitoisuus on yleensä heikommillaan kerrosteisuusajan loppuilla lopputalvella ja loppukesällä. Pienialaiset syvänteet saattavat kuitenkin olla jo luontaisien tekijöiden takia vähähappisia, vaikka järvi on muutoin puhdasvetinen. Happitilanne oli siten järvelle tyypillinen.



**Kuva 10-36. Pieni-Hietasen happipitoisuudet vuosina 2018–2024.**



**Kuva 10-37. Pieni-Hietasen sähkönjohtavuus vuosina 2018–2024.**

Pieni-Hietasen (K1) päällysveden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2024 välillä 21–33  $\mu\text{g/l}$  ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 400–880  $\mu\text{g/l}$ , kokonaisfosforin pitoisuudet luokittivat aseman lievästi reheväksi - reheväksi. Epäorgaanisia ravinteita esiintyi jonkin verran kaikissa näytteissä. Kasvukauden (kesä – syyskuu) klorofylli-a-pitoisuuksien keskiarvo 8,7  $\mu\text{g/l}$  (6,1 – 10  $\mu\text{g/l}$ ) viittasi veteen lievään rehevyyteen. Klorofylli-a:n pitoisuudet olivat yleisesti edellisvuotta suuremmat. Levämäärässä on luontaista vaihtelua mm. kesän olosuhteiden mukaan (esimerkiksi lämpötila, sateet, tuulet, ravinnepitoisuudet). Lokakuussa vesien jo viilennettyä klorofylli-a-pitoisuus jäi pieneksi (1,3  $\mu\text{g/l}$ ). Pieni-Hietasessa on havaittu yksittäisiä kohonneita tyyppipitoisuuksia vuosina 2019–2024, mutta kokonaisuutena päällysveden kokonaistyyppipitoisuudet ovat pysyneet vakaina kaivoksen toiminnan aikana. Väliveden ravinnepitoisuudet olivat yleisesti Pieni-Hietasessa hieman suurempia kuin päällysveden pitoisuudet, ja suurimmat pitoisuudet on mitattu alusvedestä. Alusveden typen yhdisteiden, ja myös kokonaisfosforin, maksimipitoisuudet olivat 2024 alusvedessä hieman edellisvuosia suuremmat, joka johtuu sisäisestä kuormituksesta.

Pieni-Hietasen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2024 pääosin alueen luonnontasoa vastaavia. Pieni-Hietasessa ei havaittu vuonna 2024 ympäristölaatunormien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä metallien (kadmium, lyijy, nikkeli, elohopea) osalta. Metallipitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää kehitystä vuosina 2010–2024.

Viitteitä hopeakaivoksen kuormitusvaikutuksesta oli havaittavissa ajoittain Pieni-Hietasen päällysvedessä mm. sulfaatin ja sähkönjohtavuuden perusteella. Muuten vedenlaatu oli järvelle tyypillinen.

**Hietasen** vedenlaatua tutkittiin ensimmäisen kerran vuonna 2021 lokakuussa. Hietasen vesirunko oli tarkkailuajankohtina 2024 Pieni-Hietasen tavoin lämpötilakerrostunut lokakuuta lukuun ottamatta. Hietasessa alusveden happitilanne säilyi kuitenkin Pieni-Hietasta parempana, eikä esimerkiksi hapettomuutta todettu yhdelläkään havaintokerralla. Alusveden happitilanne vaihteli heikosta erinomaiseen. Ravinteiden ja raudan pitoisuuksien nousua alusvedessä päällysveteen nähden oli havaittavissa osalla havaintokerroista, mutta selvästi Pieni-Hietasta lievempänä. Vesi oli myös aiempaan tapaan hapanta pH-arvojen vaihdella välillä 5,7–6,5. Maaliskuussa oli havaittavissa mahdollisia lieviä viitteitä kaivosvesien vaikutuksesta Hietasenkin asemien K4, K5 ja K6 päällysvedessä, mm. sulfaatin pitoisuudet ja sähkönjohtavuusarvot olivat hieman koholla ja myös muita havaintokertoja suuremmat.

Kasvukauden (kesä – syyskuu) klorofylli-a-pitoisuuksien keskiarvo 6,3 µg/l (4,8 – 7,7 µg/l) viittasi lievään rehevyyteen. Touko- ja lokakuussa klorofylli-a-pitoisuudet olivat Pieni-Hietasen tavoin muita havaintokertoja pienemmät (1,5 – 3,0 µg/l).

Hietasen alkuainepitoisuudet olivat yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Hietasessa ei myöskään havaittu vuonna 2024 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatunormien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä.

**Lontanjoen** vedenlaatua on tutkittu vuoden 2017 aikana kahdesti ja se otettiin kaivoksen tarkkailuohjelmaan vuoden 2021 lopulla. Vesi oli vuonna 2024 vähintään lievästi hapanta (pH 6,0–6,7), hyvin pehmeää ja voimakkaan humuspitoista. Happitilanne oli koko vuoden hyvä – erinomainen, kylläisyysaste 80–88 %. Sameus oli koko vuoden lievä ja kiintoaineen pitoisuudet olivat kokonaisuudessaan pieniä. Sähkönjohtavuus osoitti humusvesille tyypillistä niukkaelektrolyyttisyyttä, sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat välillä 2,9–3,8 mS/m. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli vuonna 2024 välillä 19–50 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuus oli enimmillään 660 µg/l, kokonaisravinteiden maksimipitoisuudet olivat hieman edellisvuotta suuremmat. Ammoniumtypen pitoisuus oli maksimissaan 23 µg/l ja nitriitti-nitraattitypen pitoisuus 200 µg/l.

Lontanjoen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2024 yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Lontanjoessa ei havaittu vuonna 2024 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatunormien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä.

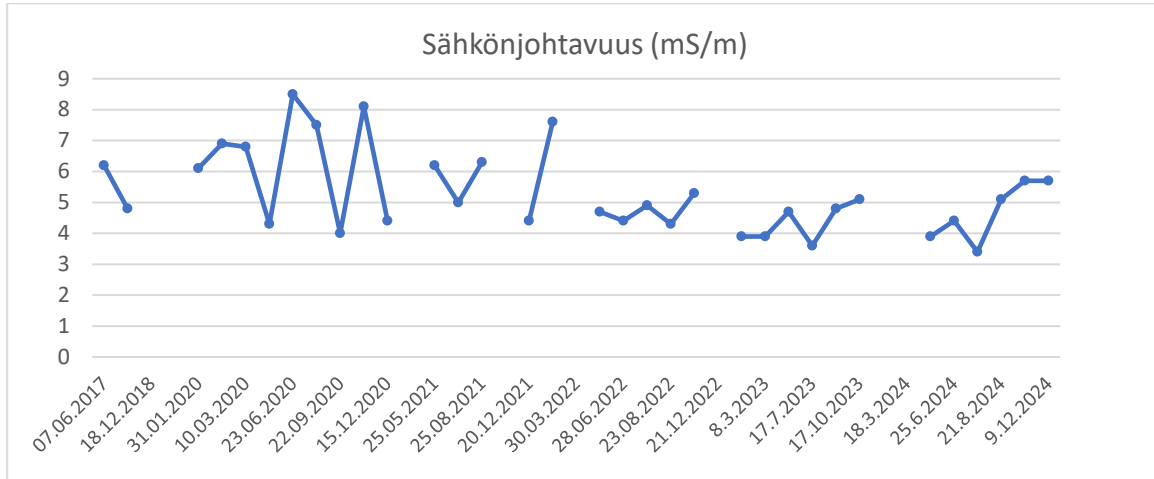
#### 10.2.2 Pieni Tipasjärvi, Olkilahti

Pienen Tipasjärven näytepiste sijaitsee Olkilahden syvänteessä, jossa vesisyvyys on enimmillään noin kuusi metriä. Olkilahteen laskeva oja (Oja Pieneen Tipasjärveen) sijaitsee kaivosalueen länsireunassa. Ojan virtaama on pieni, joten oja on kesäaikana ajoittain kuiva ja talviaikana pohjaan asti jäässä.

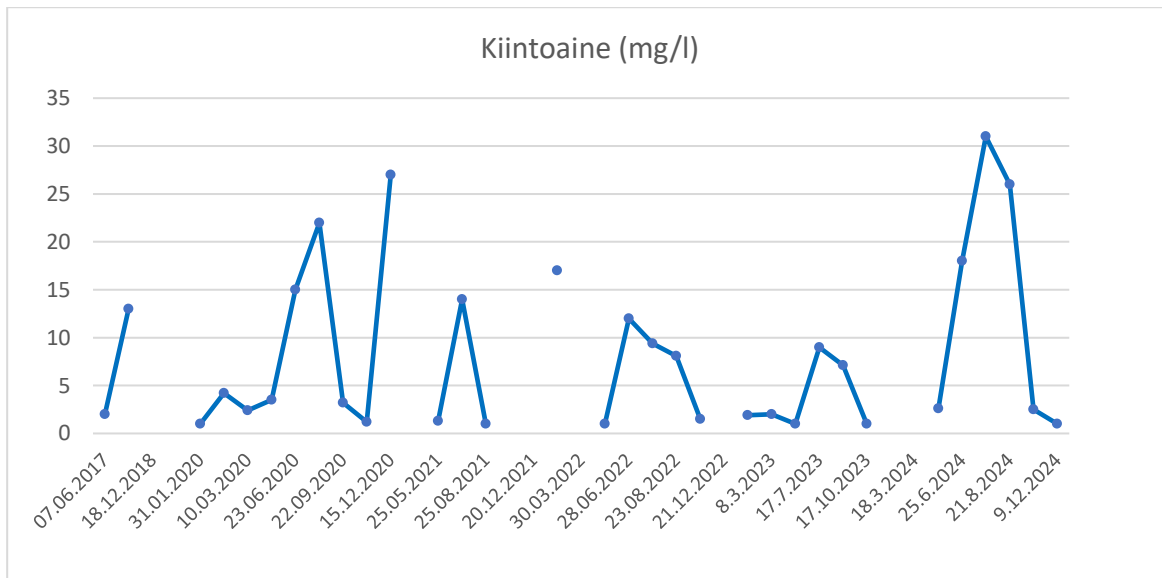
**Pieneen Tipasjärveen laskevan ojan** veden pH oli vuonna 2024 tutkittuina ajankohtina yleensä selvästi hapanta (pH 4,4–6,0). Ojavedelle tyypilliseen tapaan vedenlaadussa oli myös havaittavissa melko suurta vaihtelua, mutta vesi oli yleisesti voimakkaan humusleimaista, kiintoainetta ja selvää sameutta esiintyi ajoittain (kuva 10-39). Happitilanne oli välttävä – hyvä. Ravinnepitoisuuksissakin todettiin suurta vaihtelua, kesä- ja heinäkuussa varsinkin fosforin pitoisuudet olivat vuoden keskiarvoa huomattavasti suuremmat. Fosfaattifosforin, ammoniumtypen ja nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet vaihtelivat myös vuoden aikana huomattavasti. Pienissä ojissa virtaaman vaihtelu vaikuttaa merkittävästi vedenlaatuun. Alueelle mm. tyypillisiä metalleja alumiinia ja rautaa oli ojan vedessä myös runsaasti, pitoisuusmaksimit todettiin heinäkuussa.

Keväällä 2019 tapahtuneen viettoviemärin vuodon jälkeen ojassa havaittiin kohonneita ainepitoisuuksia. Ainepitoisuudet kohosivat uudestaan loppuvuonna 2019, jolloin rajamalmi- ja sivukivialueella vesiä pakkautui alueen pohjoisreunaan, eivätkä vedet virranneet selkeytysaltaaseen 4. Vesiä oli mahdollisesti suotautunut pengertien läpi ja päätynyt Tipasjärveen johtavaan ojaan. Vuosina 2020–2024 Tipasjärveen johtavan ojan pitoisuudet ovat laskeneet selvästi ja ovat vuotta 2019 pienempiä. Sähkönjohtavuusarvot olivat vuonna 2024 välillä 3,1–5,7 mS/m eli lähellä luonnonvesille tyypillistä tasoa (kuva 10-38). Kokonaistypen pitoisuuksien vaihteluväli oli myös lähellä edellisvuotta, 770–1 400 µg/l (kuva 10-40).

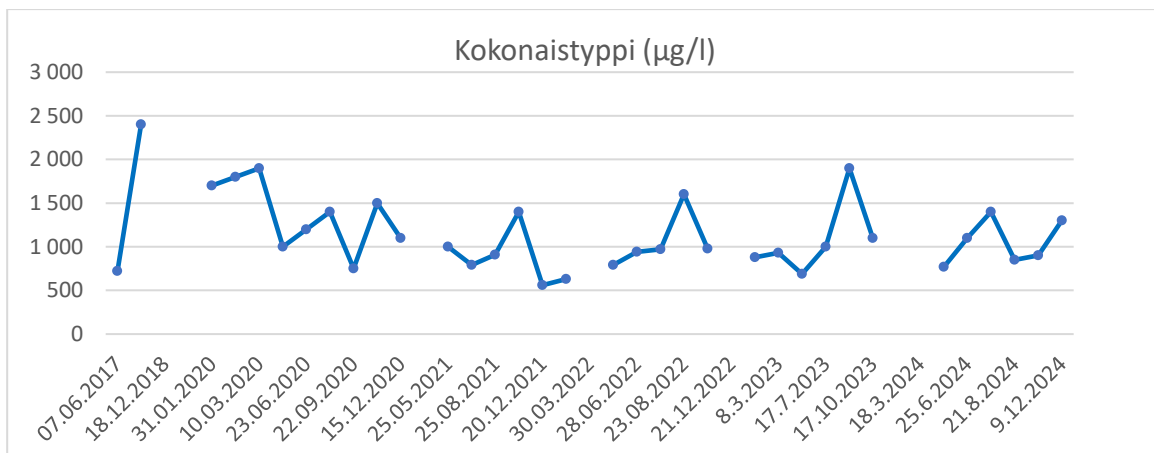
Tipasjärveen johtavan ojan vuoden 2024 sinkkipitoisuudet (14–110 µg/l) olivat kuitenkin edelleen alueen luontaista tasoa selvästi suuremmat, mikä viittaisi vieläkin kaivosvesien vaikutukseen (kuva 10-41). Myös mm. alumiinin, kadmiumin ja sulfaatin pitoisuudet olivat vuonna 2024 korkeammat kuin alueen luontainen taso. Liukoisen kadmiumin maksimipitoisuus (0,57 µg/l) ylitti ympäristölaatunormin enimmäispitoisuuden (MAC-EQS) ja myös liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo (AA-EQS, 0,27 µg/l) ylitti ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotason 0,1 µg/l (tausta 0,02 µg/l + AA-EQS 0,08 µg/l). Lyijyn ja nikkelin osalta ympäristölaatunormit eivät ylittyneet ja liukoinen elohopeapitoisuus oli koko vuoden ajan laboratorion määritysrajan (0,03–0,005 µg/l) alapuolella. Tulosten luotettavuuden vuoksi näytepisteen siirtämistä pois Kissamäentien (paikallistie 9005) ojarummasta tulisi harkita. Ojaan kertyy talven aikana tielumet ja kesäaikana maantiepölyä ja tien pintamoreenia. Kiintoaineen kertyminen varsinkin kesäaikaan näkyy selkeästi myös vuoden 2024 tuloksissa (kuva 10-39).



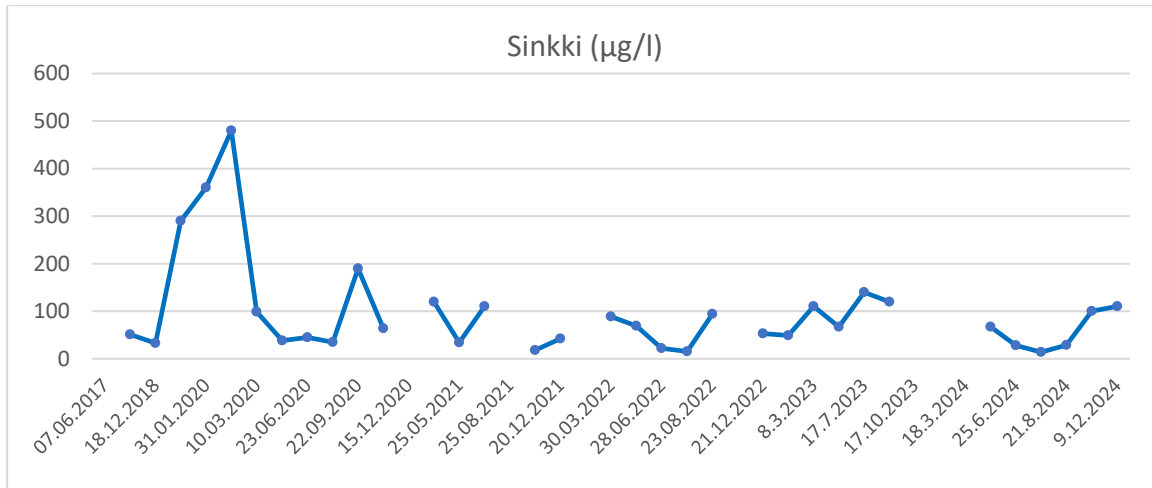
Kuva 10-38. Sähkönjohtavuus kaivosalueelta Pieneen Tipasjärveen johtavassa ojassa.



Kuva 10-39. Kiintoaineen määrä kaivosalueelta Pieneen Tipasjärveen johtavassa ojassa.



Kuva 10-40. Tyypipitoisuus kaivosalueelta Pieneen Tipasjärveen johtavassa ojassa.



**Kuva 10-41. Sinkkipitoisuus kaivosalueelta Pienen Tipasjärveen johtavassa ojassa.**

**Pienen Tipasjärven** vesi oli yleisesti hapanta (5,8–6,3) ja humusleimaista. Kiintoainetta esiintyi yleensä niukasti (<1–13 mg/l) ja vesi oli kirkasta (0,33–18 FNU), elokuussa alusvedessä kiintoaineen pitoisuus ja sameusarvo nousivat selvästi muita havaintokertoja suuremmiksi, joka liittyyneen alusveden hapettomuuteen. Veden sähkönjohtavuus (1,5–3,3 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (1,1–2,9 mg/l) olivat alueen luonnonvesille tyypillistä tasoa.

Pienessä Tipasjärvestä todettiin näytteenottoaikoina yleensä lämpötilakerrosteisuutta, lokakuussa vedenlaatu oli täyskierron jälkeen hyvin tasalaatuinen pinnasta pohjaan. Alusveden happitilanne oli heikoin kerrostuneisuuskausien loppuilla maaliskuu- ja elokuussa, elokuussa alusvesi oli hapeton. Heikentynyt happitilanne ja hapettomuus näkyi alusvedessä lievänä ravinteiden (kuvat 10-43 ja 10-44), ja selvemmin raudan ja mangaanin sisäisenä kuormituksena. Päälyys- ja välivedessä happitilanne säilyi tyydyttävänä – erinomaisena kaikilla havaintokerroilla. Olkilahden alusvedessä on 2010-luvun alussa otettujen vesinäytteiden perusteella esiintynyt ajoittain selvää happivajasta sekä kevättälvellä että loppukesästä, joten happitilanne oli siten Olkilahdelle tyypillinen.

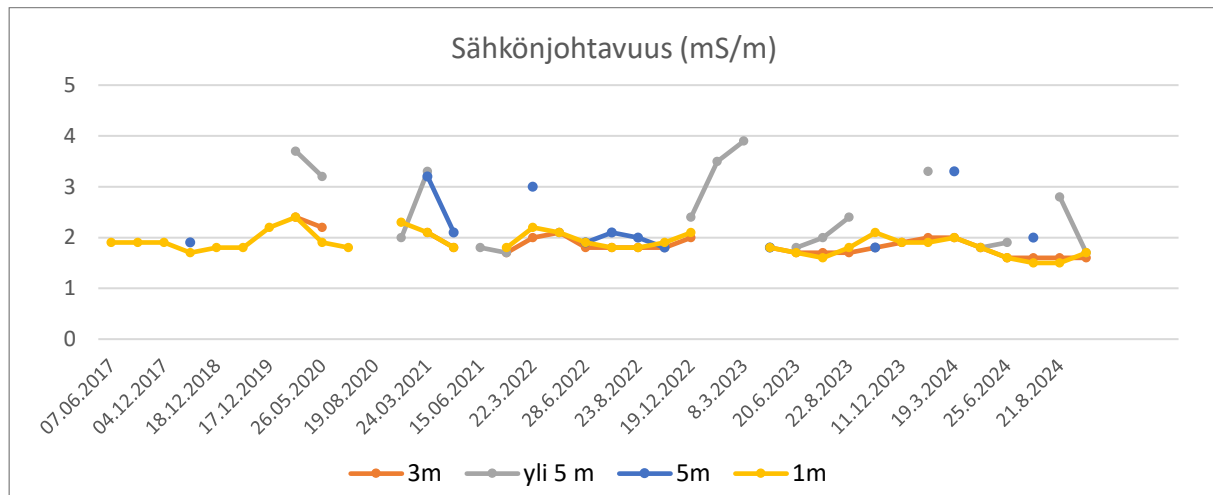
Järven päälyysveden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat karusta – lievästi rehevään veteen. Kasvukaudella epäorgaanisia ravinteita esiintyi verrattain vähän, fosfaattifosforin pitoisuudet olivat pääosin alle määrittäysrajan. Kasvukauden ulkopuolella pitoisuudet olivat alueen järville tyypillistä tasoa. Kasvukauden (kesä – syyskuu) klorofylli-a-pitoisuuksien keskiarvo 5,1 µg/l (3,2–6,9 µg/l) viittasi lievästi rehevyyteen. Touko- ja lokakuussa klorofylli-a-pitoisuudet olivat Pieni-Hietasen-Hietasen tavoin pieniä (1,2–2,6 µg/l).

Pienen Tipasjärven alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2024 yhteneväisiä alueen taustatason kanssa. Yksittäinen hieman suurempi sinkkipitoisuus (16 µg/l) todettiin helmikuussa alusvedestä. Elohopean pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan (0,03–0,005 µg/l). Kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet alittivat sekä yksittäisille näytteille (MAC-EQS) että vuosikeskiarvoille (AA-EQS) asetetut ympäristölaatu-normit.

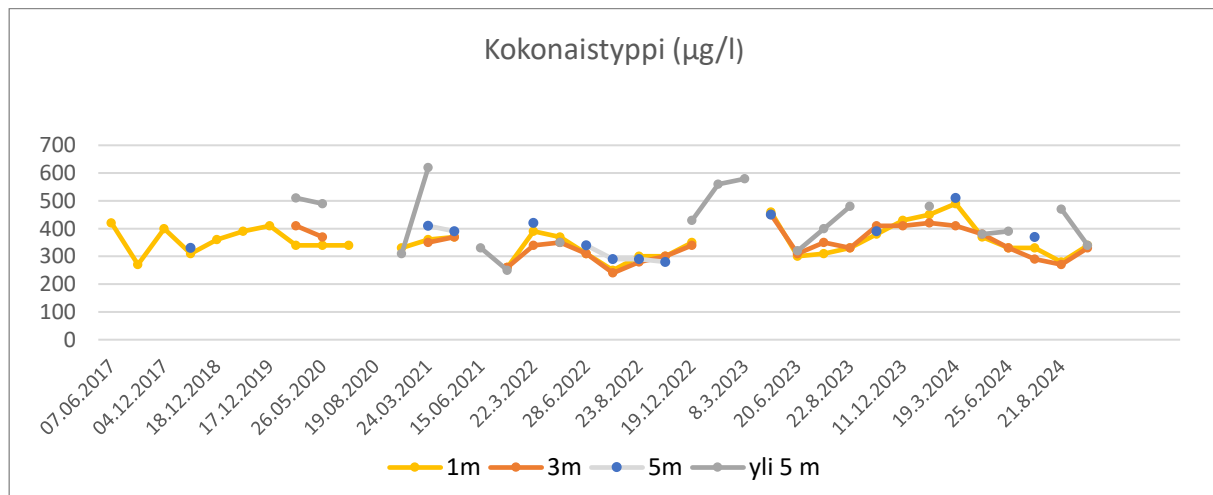
Pieni Tipasjärven vedenlaatu oli hyvä vuonna 2024, eikä vedenlaadussa havaittu kaivostoiminnasta johtuvia muutoksia. Pieni Tipasjärven vedenlaadussa ei ole 2010-luvulla havaittavissa selkeää kehitystä, ja vedenlaatu on ollut hyvä koko tarkastelujakson ajan. Järven vedessä esiintyy ajoittain

alueelle tyypillisesti mm. rautaa, mangaania, magnesiumia, natriumia ja kalsiumia ja alumiinia. Muiden metallien pitoisuudet ovat yleisesti hyvin pieniä tai alle laboratorion määrittäysrajan.

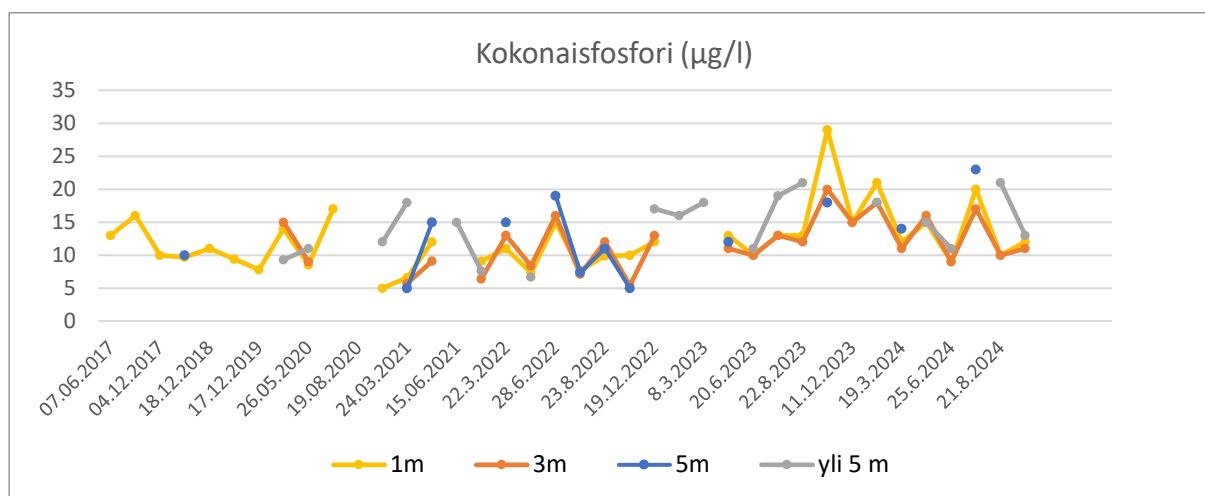
Pienen Tipasjärveen johtavan ojan vedenlaadussa oli vuosina 2019–2021 havaittavissa huonontumista aikaisempien vuosien tasoon nähden kaivosalueelta peräisin olevan kuormituksen takia. Vuosina 2020–2024 ojan vedenlaatu oli kokonaisuutena selvästi parempi kuin vuonna 2019. Kaivosvesien vaikutukseen viittasi kuitenkin mm. kohonnut sinkkipitoisuus.



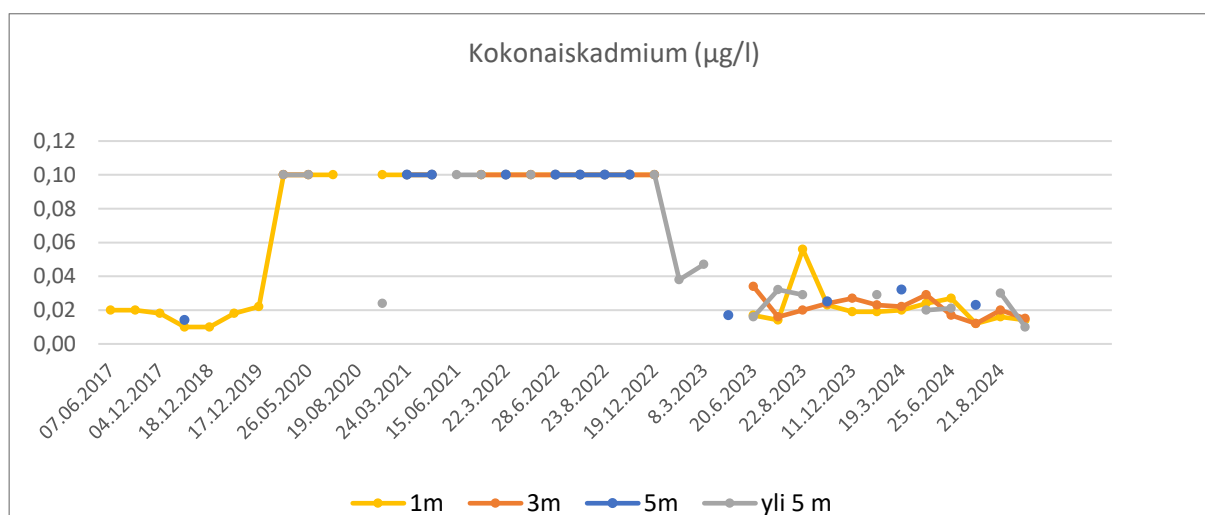
**Kuva 10-42. Pienen Tipasjärven sähkönjohtavuusarvot vuosina 2017–2024.**



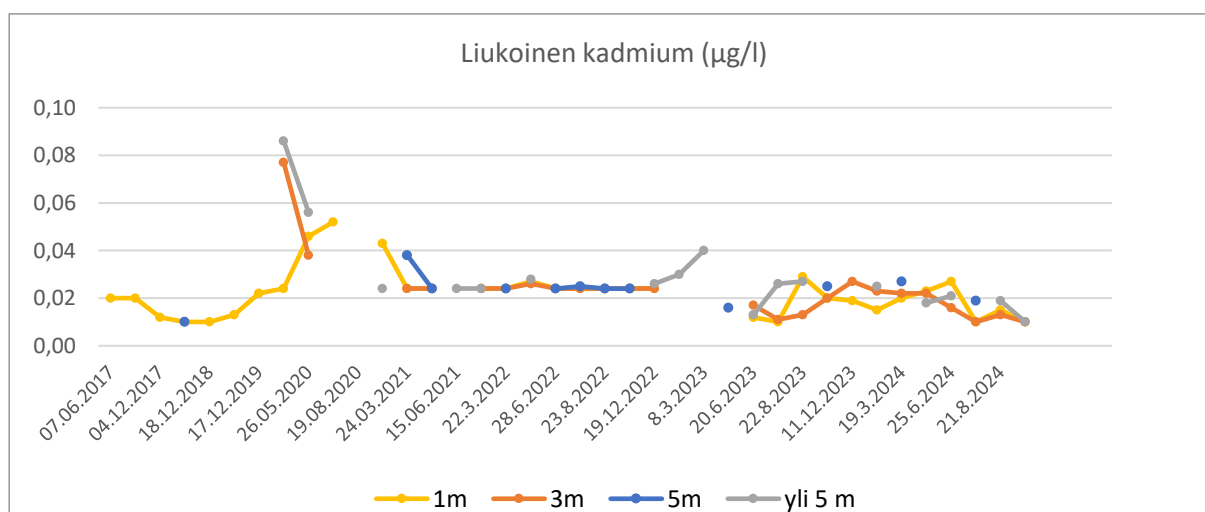
**Kuva 10-43. Pienen Tipasjärven kokonaistyyppien pitoisuudet vuosina 2017–2024.**



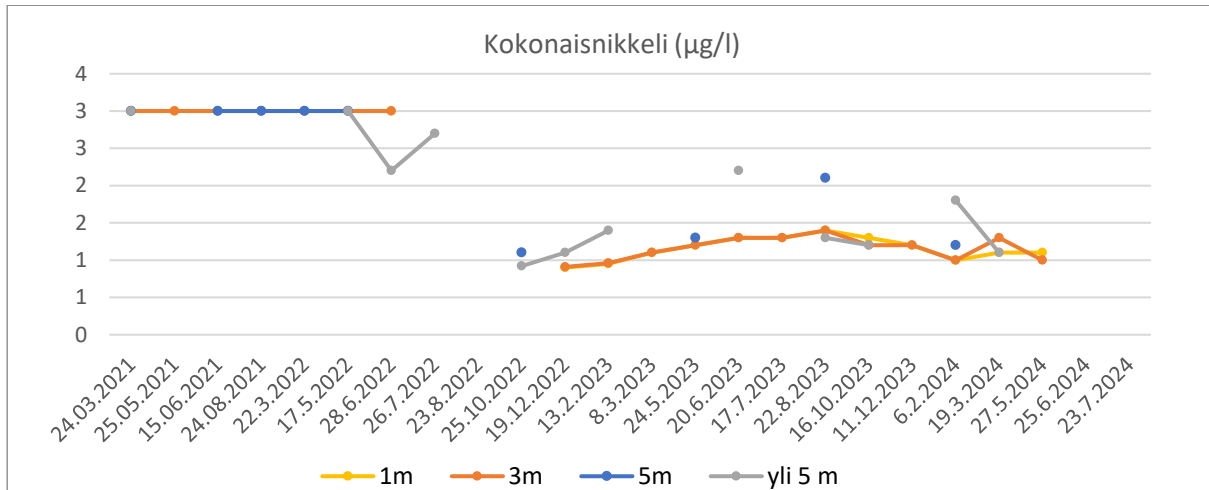
**Kuva 10-44. Pienen Tipasjärven kokonaisfosforin pitoisuudet vuosina 2017–2024.**



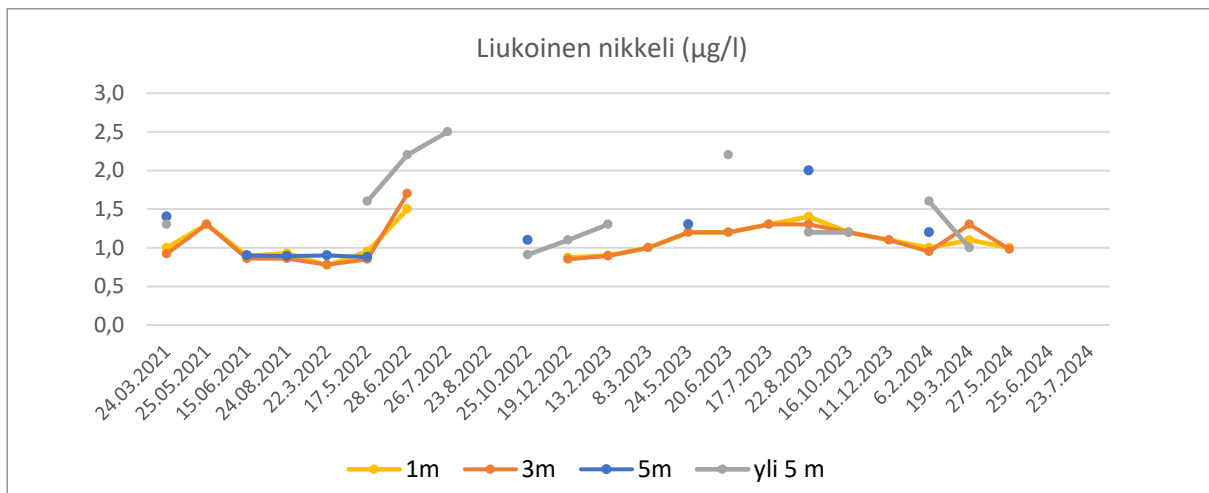
**Kuva 10-45. Pienen Tipasjärven kokonaiskadmiumin pitoisuudet vuosina 2017–2024.**



**Kuva 10-46. Pienen Tipasjärven veden kadmiumin liukoiset pitoisuudet vuosina 2019–2024.**



**Kuva 10-47. Pienen Tipasjärven veden kokonaisnikkelin pitoisuudet vuosina 2021–2024.**



**Kuva 10-48. Pienen Tipasjärven veden nikkelin liukoiset pitoisuudet vuosina 2021–2024.**

Pieneen Tipasjärveen johtavassa ojassa havaittiin vuonna 2024 ajoittaista raskasmetallipitoisuuksien nousua, ja mm. sinkkipitoisuudet olivat edelleen koholla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus ylitti ympäristölaatunormit (MAC-EQS ja AA-EQA). Ojan vedenlaatu oli edellisvuoden tavoin muutoin selvästi parempi kuin vuonna 2019.

Pienen Tipasjärven Olkilahdessa vedenlaatu oli vuonna 2024 kokonaisuutena hyvä, eikä kaivostoiminnasta aiheutuvia muutoksia ollut todettavissa.

**Taulukko 1010-4. Pienen Tipasjärven ja siihen laskevan ojan veden laatuominaisuudet vuonna 2023.**
**Alle määrittämissä olevat pitoisuudet on merkitty vihreällä, eikä niitä ole puolitettu.** (\*Oja Pieneen Tipasjärveen oli jäässä 18.3.2024)

| Päivämäärä                        | Syvyysm                           | Al<br>µg/l | As<br>µg/l | Ca<br>mg/l | Cd<br>µg/l | Cd liuk<br>µg/l | Co<br>µg/l | Cr<br>µg/l | Cu<br>µg/l | Fe<br>µg/l | Hg liuk<br>µg/l | K<br>mg/l | Mg<br>mg/l | Mn<br>µg/l | Na<br>mg/l | Ni<br>µg/l | Ni liuk<br>µg/l | Pb<br>µg/l | Pb liuk<br>µg/l | Sb<br>µg/l | U<br>µg/l | Zn<br>µg/l |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------|------------|
| Pieni Tipasjärvi, Olkilahti (Tip) |                                   |            |            |            |            |                 |            |            |            |            |                 |           |            |            |            |            |                 |            |                 |            |           |            |
| 6.2.2024                          | 1                                 | 190        | 0,70       | 2,00       | 0,02       | 0,02            | 0,14       | 0,72       | 0,89       | 1 000      | 0,03            | 0,29      | 0,54       | 120        | 0,76       | 1,30       | 1,30            | 0,37       | 0,35            | 0,05       | 0,03      | 4,2        |
| 19.3.2024                         |                                   | 200        | 0,78       | 2,50       | 0,02       | 0,02            | 0,17       | 0,71       | 1,40       | 1 100      | 0,03            | 0,33      | 0,62       | 130        | 0,88       | 1,40       | 1,40            | 0,51       | 0,48            | 0,06       | 0,03      | 4,4        |
| 27.5.2024                         |                                   | 190        | 0,70       | 2,10       | 0,02       | 0,02            | 0,36       | 0,62       | 1,90       | 1 200      | 0,03            | 0,30      | 0,49       | 290        | 0,69       | 1,30       | 1,20            | 0,52       | 0,36            | 0,06       | 0,03      | 4,7        |
| 25.6.2024                         |                                   | 170        | 0,57       | 1,90       | 0,03       | 0,03            | 0,26       | 0,59       | 0,75       | 970        | 0,03            | 0,29      | 0,47       | 200        | 0,65       | 1,20       | 1,10            | 0,43       | 0,31            | 0,05       | 0,02      | 3,4        |
| 23.7.2024                         |                                   | 150        | 0,65       | 1,90       | 0,01       | 0,01            | 0,09       | 0,53       | 0,92       | 780        | 0,03            | 0,29      | 0,45       | 75         | 0,66       | 1,00       | 1,00            | 0,28       | 0,17            | 0,05       | 0,02      | 2,4        |
| 21.8.2024                         |                                   | 130        | 0,75       | 1,70       | 0,02       | 0,02            | 0,10       | 0,47       | 1,30       | 760        | 0,03            | 0,33      | 0,48       | 92         | 0,76       | 1,10       | 1,10            | 0,26       | 0,17            | 0,05       | 0,03      | 2,6        |
| 28.10.2024                        | 3                                 | 150        | 0,86       | 1,70       | 0,01       | 0,01            | 0,18       | 0,52       | 0,61       | 1 200      | 0,005           | 0,28      | 0,48       | 150        | 0,70       | 1,10       | 1,00            | 0,47       | 0,40            | 0,05       | 0,03      | 2,4        |
| 6.2.2024                          |                                   | 200        | 0,82       | 2,10       | 0,02       | 0,02            | 0,18       | 0,65       | 0,79       | 1 100      | 0,03            | 0,29      | 0,57       | 120        | 0,78       | 1,30       | 1,30            | 0,39       | 0,36            | 0,05       | 0,02      | 5,3        |
| 19.3.2024                         |                                   | 180        | 0,77       | 2,40       | 0,02       | 0,02            | 0,17       | 0,65       | 0,75       | 1 100      | 0,03            | 0,30      | 0,58       | 130        | 0,80       | 1,40       | 1,30            | 0,41       | 0,41            | 0,05       | 0,03      | 4,6        |
| 27.5.2024                         |                                   | 190        | 0,72       | 2,00       | 0,03       | 0,02            | 0,33       | 0,62       | 1,60       | 1 200      | 0,03            | 0,30      | 0,50       | 300        | 0,70       | 1,20       | 1,20            | 0,62       | 0,39            | 0,06       | 0,03      | 4,5        |
| 25.6.2024                         |                                   | 170        | 0,61       | 1,80       | 0,02       | 0,02            | 0,27       | 0,60       | 2,70       | 970        | 0,03            | 0,28      | 0,46       | 200        | 0,65       | 1,20       | 1,10            | 0,43       | 0,31            | 0,05       | 0,02      | 3,4        |
| 23.7.2024                         |                                   | 150        | 0,66       | 1,90       | 0,01       | 0,01            | 0,09       | 0,53       | 1,20       | 820        | 0,03            | 0,29      | 0,43       | 87         | 0,67       | 1,00       | 0,95            | 0,29       | 0,18            | 0,05       | 0,02      | 2,6        |
| 21.8.2024                         | 5,0 - 5,5                         | 140        | 0,69       | 1,90       | 0,02       | 0,01            | 0,09       | 0,50       | 3,20       | 770        | 0,03            | 0,35      | 0,47       | 94         | 0,84       | 1,30       | 1,30            | 0,28       | 0,17            | 0,05       | 0,03      | 2,7        |
| 28.10.2024                        |                                   | 140        | 0,92       | 2,00       | 0,02       | 0,01            | 0,17       | 0,44       | 0,57       | 1 200      | 0,005           | 0,28      | 0,44       | 150        | 0,67       | 1,00       | 0,98            | 0,48       | 0,40            | 0,05       | 0,02      | 2,4        |
| 19.3.2024                         |                                   | 190        | 1,70       | 4,10       | 0,03       | 0,03            | 0,65       | 0,90       | 0,83       | 1 700      | 0,03            | 0,35      | 0,98       | 640        | 0,97       | 2,10       | 2,00            | 0,58       | 0,46            | 0,05       | 0,03      | 7,9        |
| 23.7.2024                         |                                   | 180        | 1,20       | 2,00       | 0,02       | 0,02            | 0,39       | 0,61       | 1,10       | 1 800      | 0,03            | 0,31      | 0,49       | 550        | 0,68       | 1,20       | 1,20            | 0,84       | 0,51            | 0,05       | 0,02      | 4,6        |
| 28.10.2024                        |                                   | 160        | 0,79       | 1,90       | 0,01       | 0,01            | 0,17       | 0,52       | 0,60       | 1 200      | 0,005           | 0,29      | 0,48       | 150        | 0,71       | 1,10       | 1,00            | 0,49       | 0,40            | 0,05       | 0,03      | 2,3        |
| 6.2.2024                          |                                   | 230        | 1,50       | 3,80       | 0,03       | 0,03            | 0,58       | 0,85       | 1,00       | 1 600      | 0,03            | 0,37      | 0,95       | 310        | 1,10       | 2,20       | 2,20            | 0,64       | 0,49            | 0,06       | 0,02      | 16,0       |
| 27.5.2024                         | Oja Pieneen Tipasjärveen (Ojtip)* | 190        | 0,71       | 2,00       | 0,02       | 0,02            | 0,35       | 0,64       | 1,50       | 1 200      | 0,03            | 0,30      | 0,51       | 310        | 0,70       | 1,30       | 1,20            | 0,56       | 0,36            | 0,05       | 0,03      | 4,6        |
| 25.6.2024                         |                                   | 190        | 0,86       | 2,10       | 0,02       | 0,02            | 0,35       | 0,60       | 1,50       | 1 400      | 0,03            | 0,29      | 0,50       | 290        | 0,67       | 1,20       | 1,20            | 0,75       | 0,50            | 0,05       | 0,02      | 5,4        |
| 21.8.2024                         |                                   | 200        | 3,00       | 3,00       | 0,03       | 0,02            | 2,10       | 0,71       | 0,98       | 5 400      | 0,03            | 0,42      | 0,62       | 2 400      | 0,84       | 1,80       | 1,60            | 1,50       | 0,75            | 0,06       | 0,05      | 5,4        |
| 18.3.2024                         |                                   |            |            |            |            |                 |            |            |            |            |                 |           |            |            |            |            |                 |            |                 |            |           |            |
| 27.5.2024                         |                                   | 550        | 1,30       | 3,60       | 0,34       | 0,34            | 0,78       | 1,10       | ~ 4,3      | 2 700      | 0,03            | 0,80      | 0,83       | 82         | 0,98       | 1,10       | 1,10            | 3,80       | 3,40            | 0,47       | 0,04      | 67,0       |
| 25.6.2024                         |                                   | 730        | 1,80       | 5,60       | 0,09       | 0,08            | 0,77       | 2,60       | 2,00       | 8 900      | 0,03            | 0,91      | 1,20       | 150        | 1,60       | 1,80       | 1,80            | 3,30       | 2,30            | 0,22       | 0,12      | 28,0       |
| 23.7.2024                         | 0,10                              | 760        | 1,80       | 4,70       | 0,06       | 0,04            | 0,63       | 2,60       | 1,30       | 11 000     | 0,03            | 0,68      | 1,40       | 170        | 1,80       | 0,98       | 0,93            | 2,30       | 1,20            | 0,13       | 0,07      | 14,0       |
| 21.8.2024                         |                                   | 580        | 1,30       | 0,50       | 0,10       | 0,08            | 0,88       | 1,90       | 1,40       | 8 400      | 0,03            | 0,50      | 0,50       | 160        | 0,50       | 1,50       | 1,40            | 2,20       | 0,95            | 0,23       | 0,06      | 29,0       |
| 22.10.2024                        |                                   | 450        | 0,90       | 5,60       | 0,57       | 0,57            | 1,10       | 0,76       | 1,10       | 2 700      | 0,005           | 0,99      | 1,40       | 120        | 1,20       | 1,10       | 1,20            | 2,10       | 1,90            | 0,42       | 0,03      | 100,0      |
| 9.12.2024                         |                                   | 530        | 1,00       | 4,80       | 0,49       | 0,48            | 1,00       | 0,76       | 1,20       | 2 100      | 0,005           | 0,59      | 1,20       | 94         | 1,10       | 1,20       | 1,20            | 3,20       | 3,00            | 0,35       | 0,02      | 110,0      |

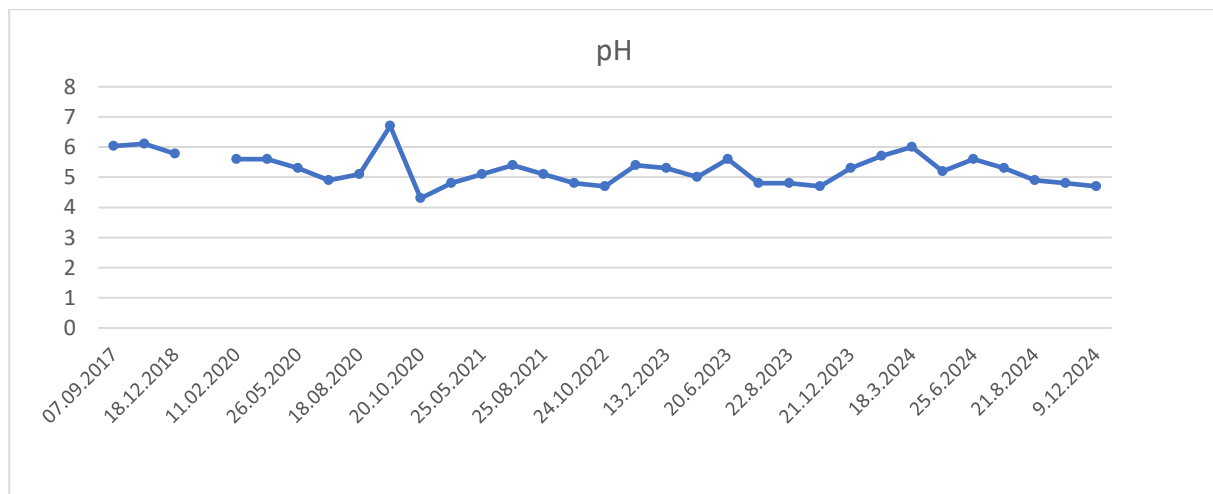
### 10.2.3 Taivaljärvi

Taivaljärven vedenlaatua ei tarkkailuohjelman mukaisesti tullut tarkkailla enää vuosina 2023–2024, koska kalanpoikasten viljely oli lopetettu. Sotkamo Silver kunnosti Taivaljärven kosteikkoalueeksi kesän 2022 aikana ja näytteenottoa päätettiin jatkaa tarkkailuvelvoitteen loppumisesta huolimatta. Taivaljärven kunnostustyö ja maamassojen huuhtoutuminen vesiin padon purkamisen jälkeen näkyi loppuvuonna 2022 otetuissa näytteissä kohonneena kiintoainepitoisuutena ja lähes kaikkien ominaisuuksien osalta suurina muutoksina.

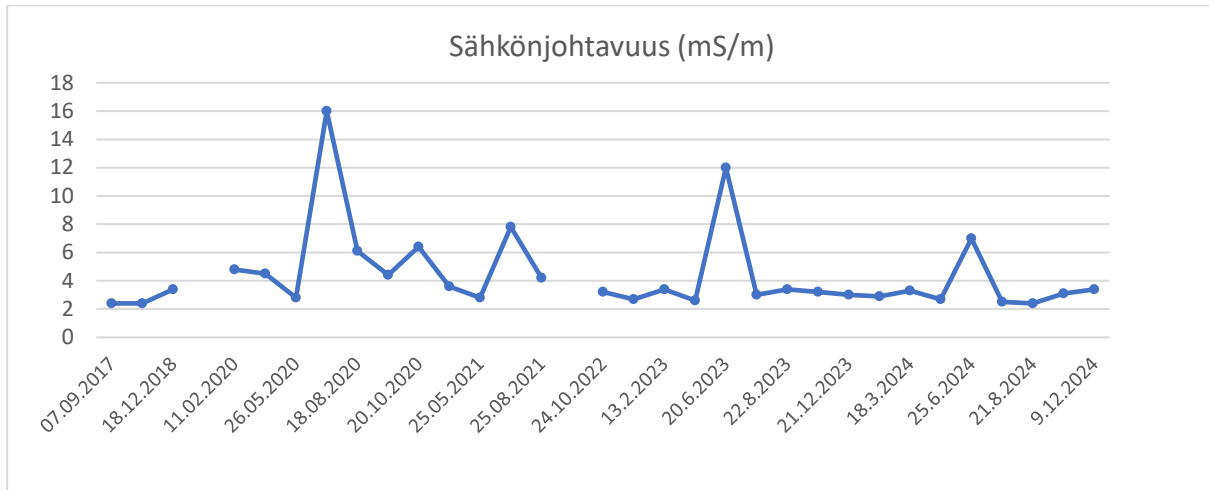
Näyte otetaan järven koillisosasta lähtevästä purkukanavasta tai hieman sen alapuolelta.

Taivaljärven laskuojan happitilanne vaihteli vuonna 2024 tyydyttävästä erinomaiseen. Laskuojan vesi oli hapanta (pH 4,7–6,0), tummaa ja humuspitoista. Puskurikyky oli parhaimmillaan hyvä, useilla havaintokerroilla myös huono (kuva 10-53). Sähkönjohtavuus (kuva 10-50) ja sulfaattipitoisuus olivat selvimmin kohonneet alueen luontaiseen tasoon nähden kesäkuussa, muuten pitoisuudet olivat selvästi pienemmät. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli lievästi rehevystä vedestä rehevään veteen.

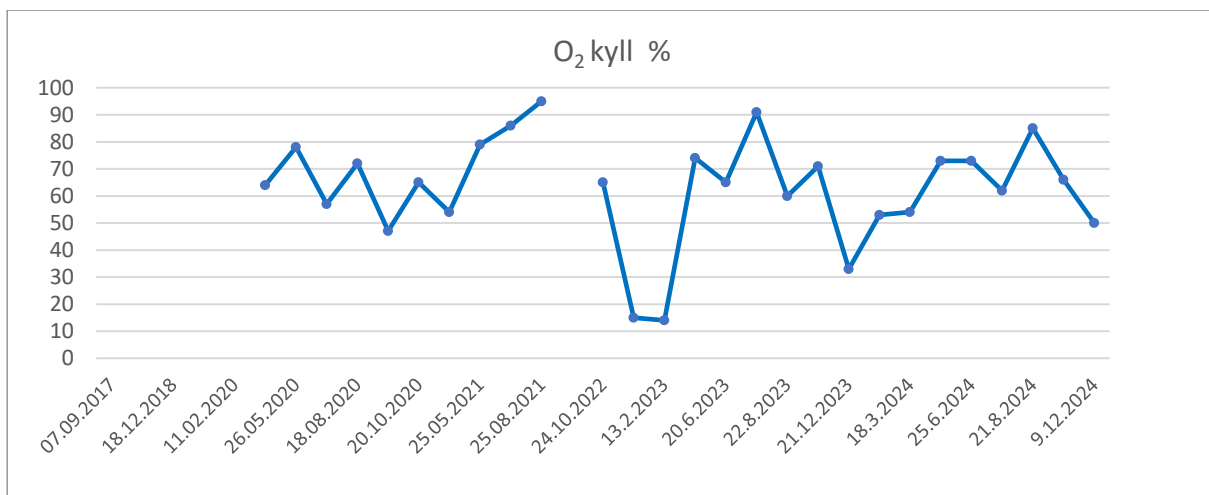
Vuoden 2024 havaintokerroilla kadmiumin pitoisuudet eivät ylittäneet yksittäisen näytteen ympäristölaatu normitasoa (MAC-EQS, 0,45 µg/l) (kuva 10-55) ja myös keskiarvopitoisuus alitti ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason (AA-EQS, 0,1 µg/l). Lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät myöskään ylittäneet ympäristölaatu normin pitoisuuksia (kuvat 10-54 ja 10-56), elohopeapitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla alle määrittäysrajan (0,03 – 0,005 µg/l). Sinkin pitoisuus oli aiempaan tapaan alueen luonnotasoa suurempi (maksimi 2024, 250 µg/l)



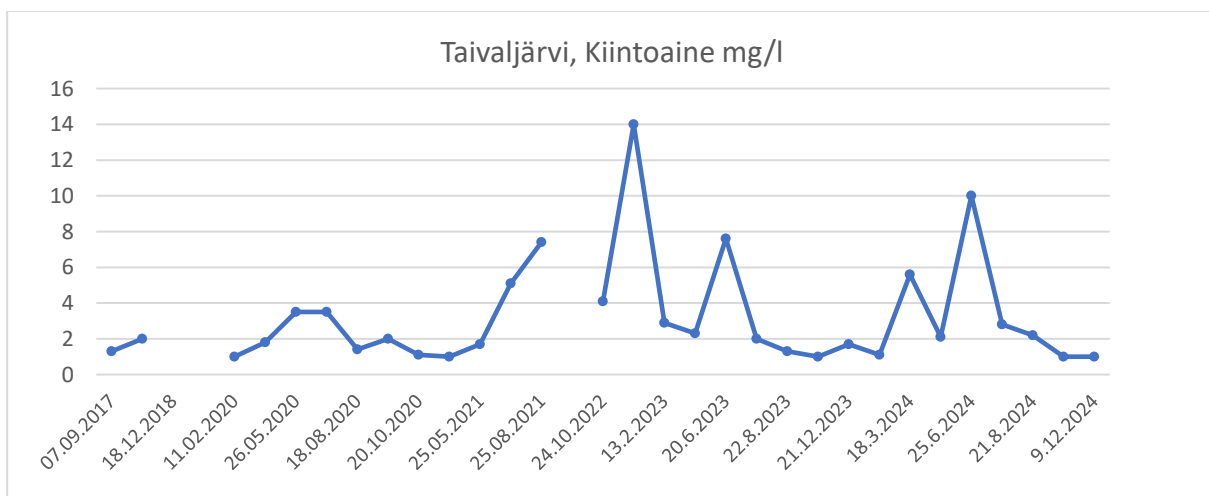
**Kuva 10-49. Taivaljärven veden happamuus, pH.**



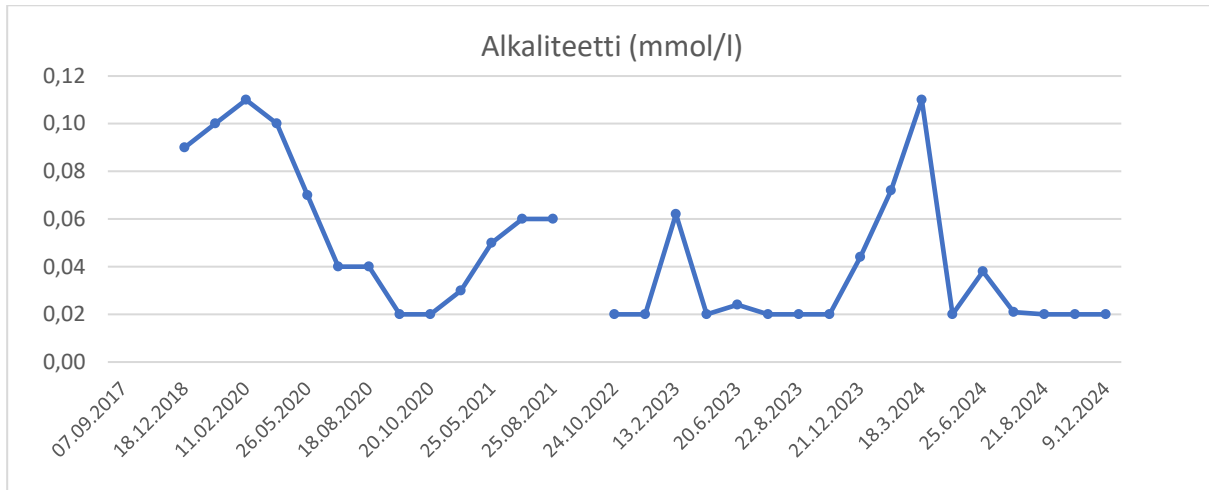
**Kuva 10-50. Taivaljärven veden sähkönjohtavuus, mS/m.**



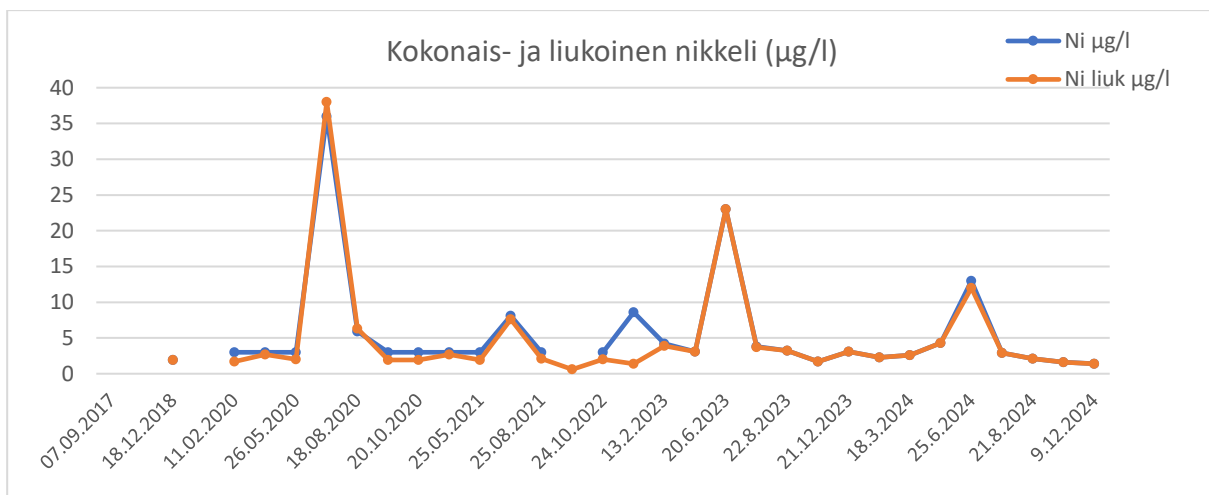
**Kuva 10-51. Taivaljärven veden happipitoisuuden kyllästysaste, %.**



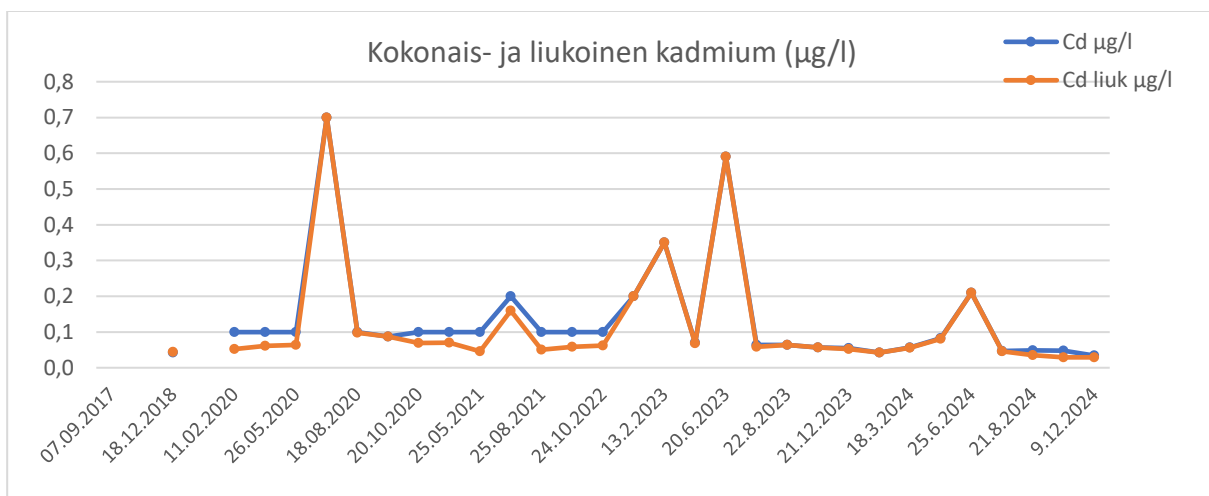
**Kuva 10-52 Taivaljärven veden kiintoainepitoisuus, %.**



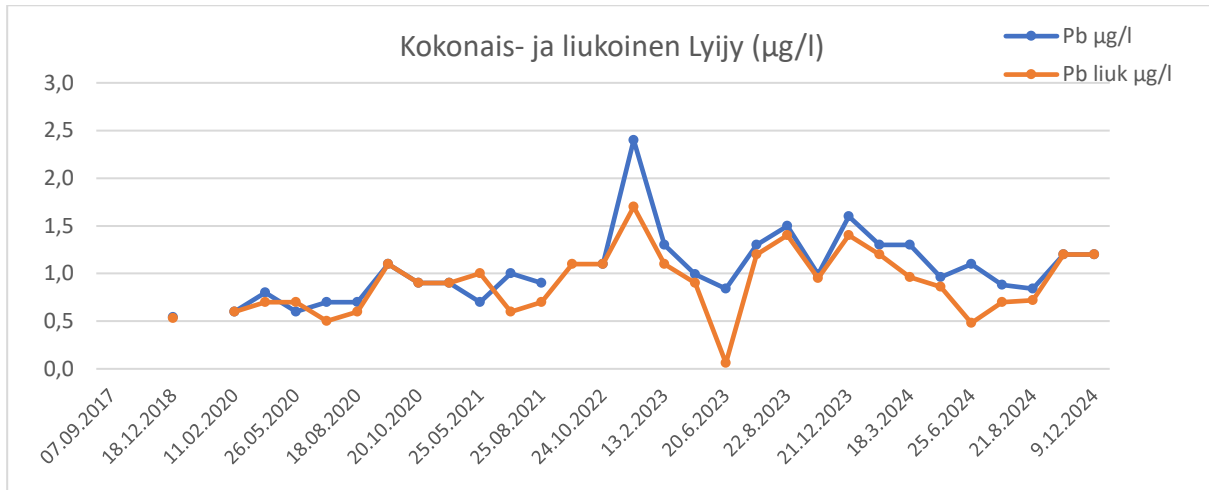
**Kuva 10-53. Taivaljärven veden alkaliteetti (alkalinen m-arvo) mmol/l.**



**Kuva 10-54 Taivaljärven veden kokonais- ja liukoinen nikkeli µg/l.**



**Kuva 10-55. Taivaljärven veden kokonais- ja liukoinen kadmium µg/l.**



**Kuva 10-56. Taivaljärven veden kokonais- ja liukoinen lyijy µg/l.**

Taivaljärvi on kesällä 2022 kunnostettu kosteikoksi ja kalanpoikasten kasvatusta varten rakennettu padotus on purettu. Kaivosyhtiö jatkaa tarkkailuvelvoitteen loppumisesta huolimatta Taivaljärven tarkkailua ohjelman mukaisesti. Taivaljärvestä tulevassa vedessä laskuojan vesi oli hapanta, tummaa ja humuspitoista. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus ovat ajoittain kohonneet lievästi alueen luontaiseen tasoon nähden, kesäkuussa 2024 todettiin jälleen selvästi muita havaintokertoja suurempia arvoja, mutta kuitenkin selkeästi pienempiä pitoisuuksia kuin edellisenä vuonna. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli lievästi rehevästä vedestä rehevään veteen. Kadmiumin, lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatunormin pitoisuuksia (MAC-EQS, AA-EQS). Elohopean pitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla alle määrittäysrajan.

## 10.3 Pintavesien bioottinen tila

### 10.3.1 Pintavesien klorofylli

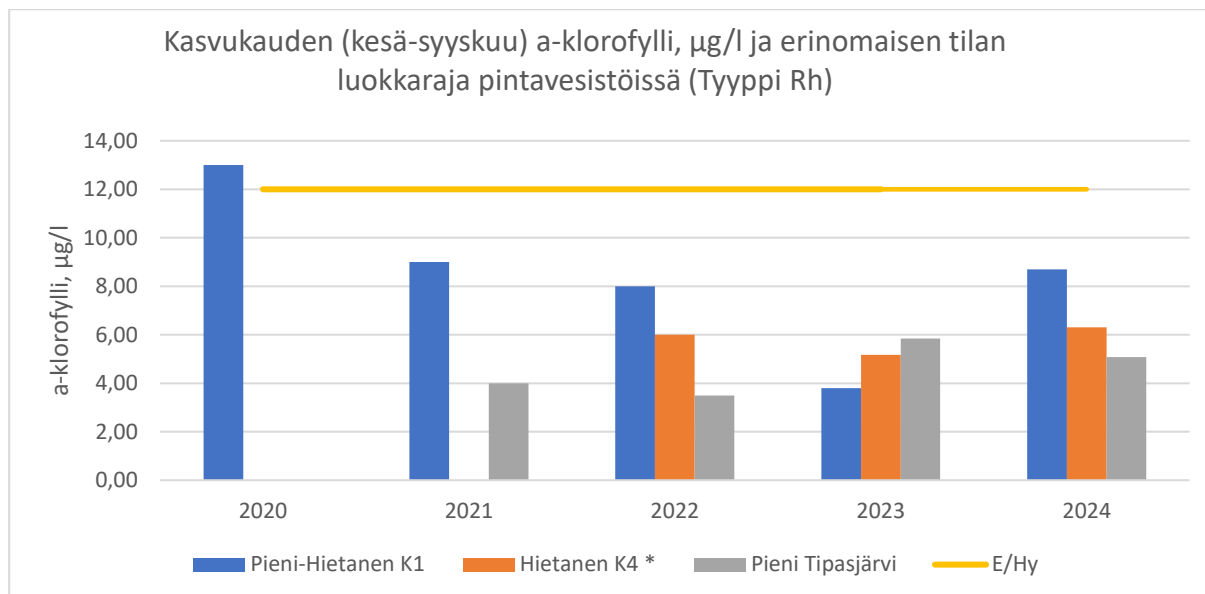
Vuonna 2024 klorofylli-pitoisuuksia tutkittiin touko-lokakuussa tarkkailuohjelman mukaisesti kolmesta järvestä Hietanen, Pieni Hietanen ja Pieni Tipasjärvi, joista Hietasen vesimuodostelma sijaitsee kaivosvesien purkureitillä. Näytteet otti ja analysoinnin suoritti Savo-Karjalan Ympäristötutkimuksen näytteenottajat ja laboratorio. Järvien kasviplanktonin luokittelun vertailuarvot (VA) ja luokkarajat on esitetty taulukossa (taulukko 10-5). Kuukausittaiset tulokset touko- lokakuun ajalta on esitetty liitteessä 11 ja vuosien 2020–2024 tulokset kuvassa (kuva 10-57). Kasvukauden klorofyllipitoisuudet on raportoitu kasviplankton-tutkimuksen yhteydessä Hietasesta ja Pieni Hietasesta kesä-, heinä- ja elokuussa sekä Pieni Tipasjärvestä heinä- ja elokuussa. KVVY Oy, Kasviplanktonitutkimus 2024, liite10.

**Hietasen** klorofyllipitoisuus vaihteli 0–2 metrin syvyydellä välillä 3,0–7,7 µg/l touko-syyskuussa vuonna 2024. Klorofyllipitoisuus oli pienimmillään syyskuussa ja suurimmillaan kesäkuussa. Touko-syyskuun 2024 näytteenottojen klorofyllipitoisuuden keskiarvon (5,6 µg/l) perusteella Hietanen voitiin luokitella lievästi reheväksi.

**Pienen Hietasen** klorofyllipitoisuus vaihteli 0–2 metrin syvyydellä vuonna 2024 välillä 4,7–10 µg/l. Klorofyllipitoisuus oli pienimmillään toukokuussa ja suurimmillaan elokuussa. Kaikkien vuoden 2024 näytteenottojen klorofyllipitoisuuden keskiarvon (7,9 µg/l) perusteella Pieni Hietanen voitiin luokitella lievästi reheväksi.

**Pienen Tipasjärven** klorofyllipitoisuus vaihteli 0–2 metrin syvyydellä vuonna 2024 välillä 2,6–6,9 µg/l. Klorofyllipitoisuus oli pienimmillään toukokuussa ja suurimmillaan heinäkuussa. Vuoden 2024 klorofyllipitoisuuden keskiarvon (4,6 µg/l) perusteella Pieni Tipasjärvi voitiin luokitella lievästi reheväksi. KVVY Oy, 2024, liite 10.

Järvien ekologisen tilan luokituksen vertailu ja luokkarajat on esitetty taulukossa 10-5. Kaivoksen kaikki lähimmät tilaluokitellut pintavedet luokittevat KVVY:n tekemän tutkimuksen mukaisesti luokkaan Rh. Tarkkailuohjelman mukaisen kasvukauden (kesä-syyskuu) a-klorofylli-pitoisuudet, µg/l ja erinomaisen tilan luokkaraja pintavesistöissä (Tyyppi Rh) on esitetty kuvassa 10-57. Hietasen tarkkailu on otettu tarkkailuohjelmaan vuodesta 2022 alkaen ja Pieni Tipasjärven klorofyllien tarkkailu vuodesta 2021.



**Kuva 10-57. Tarkkailuohjelman mukaisen kasvukauden (kesä-syyskuu) a-klorofylli-pitoisuudet, µg/l ja erinomaisen tilan luokkaraja pintavesistöissä (Tyyppi Rh).**

**Taulukko 10-5. Järvien kasviplanktonin luokittelun vertailuarvot (VA) ja luokkarajat neljälle muuttujalle, N=vertailupaikkojen lukumäärä. HuAlar=Luokan huono alaraja.**

| Tyyppi       | N         | a-klorofylli (µg/l)      |           |           |           |           |            |
|--------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |           | VA                       | E/Hy      | Hy/T      | T/V       | V/Hu      | HuAlar     |
| Vh           | 57        | 3                        | 4         | 7         | 14        | 27        | 42         |
| Ph           | 23        | 4,5                      | 6         | 11        | 20        | 40        | 72         |
| Kh           | 20        | 4,5                      | 6         | 11        | 20        | 40        | 72         |
| SVh          | 40        | 3                        | 4         | 7         | 14        | 27        | 40         |
| Sh           | 13        | 4,5                      | 6         | 11        | 20        | 40        | 60         |
| <b>Rh</b>    | <b>12</b> | <b>8,5</b>               | <b>12</b> | <b>20</b> | <b>40</b> | <b>80</b> | <b>100</b> |
| MVh          | 10        | 3,3                      | 5         | 8         | 15        | 30        | 45         |
| Mh           | 26        | 6,4                      | 12        | 20        | 40        | 60        | 80         |
| MRh          | 13        | 8,5                      | 13,5      | 25        | 50        | 100       | 150        |
| Lv           | 2         | 4                        | 5         | 8         | 20        | 35        | 50         |
| PoLa         | 8         | 2                        | 3         | 5         | 10        | 20        | 25         |
| Rr           |           | 7                        | 12        | 20        | 40        | 60        | 80         |
| Rk           | 7         | 3                        | 7         | 12        | 25        | 50        | 80         |
| ELS-laskenta |           | ELS = VA / MuuttujanArvo |           |           |           |           |            |

### 10.3.2 Kasviplankton

Vuonna 2024 kasviplanktonitutkimus tehtiin kolmesta järvestä Hietanen, Pieni Hietanen ja Pieni Tipasjärvi, joista Hietasen vesimuodostelma sijaitsee kaivosvesien purkureitillä. Näytteet otti Savo-Karjalan Ympäristötutkimuksen ja analysoinnin suoritti KVVY Tutkimus Oy. Kasviplanktonitutkimus toteutettiin myös edellisenä vuonna 2023. Kaivoksen purkuvesien ravinnekuormitusten vuoksi yhtiö haluaa seurata vesistön tilaa tarkkailemalla sitä omaehtoisesti tarkkailuohjelmaa useammin.

Kasviplanktonnäytteet otettiin vuonna 2024 Hietasesta ja Pieni Hietasesta kesä-, heinä- ja elokuussa sekä Pieni Tipasjärvestä heinä- ja elokuussa. Näytteistä määritettiin

kasviplanktonlajisto, lajien tiheydet sekä biomassat. Lisäksi tarkasteltiin järvien rehevyytasoa kasviplanktonin kokonaisbiomassan ja klorofyllipitoisuuksien perusteella. Laskenta suoritettiin Suomen ympäristökeskuksen Env-Phyto-laskentaohjelmalla sisävesien laji- ja tilavuustaulukkoa käyttäen.

Tulokset on tallennettu suoraan ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin ja näytekohtaiset laji- ja biomassatiedot ovat Hertan kasviplanktonrekisterissä näytenumeron tai havaintopaikan mukaisesti. Kasviplanktonitarkkailun raportti 2024 on tämän vuosiraportin liitteenä 10.

Tutkimusjärvien keskimääräiset kasviplanktonbiomassat kuvastivat niukkatuottoisuutta ja keskimääräiset klorofyllipitoisuudet lievää rehevyyttä. Myös pienet TPI-arvot ja sinilevien pieni biomassaosuus viittasivat vähäravinteisuuteen. Kaikkien tutkimusjärvien kasviplanktonin ekologisen tilan luokittelumuuttujat sijoituivat erinomaiseen tilaluokkaan vuonna 2024.

**Hietasessa** kasviplanktonin kokonaisbiomassa vaihteli vuonna 2024 välillä 0,23–0,40 mg/l. Biomassat olivat keskimäärin samalla tasolla kuin edellisinä tutkimusvuosina. Biomassat olivat samalla tasolla kesä- ja heinäkuussa. Biomassamaksimi oli elokuussa. Kasviplanktonin keskimääräinen kokonaisbiomassa (0,29 mg/l) oli karuille järville tyypillinen edellisvuosien tapaan. Vähäravinteisuuteen viittaavat myös havaintokertojen pienet TPI-arvot ja sinilevien pienet prosentuaaliset osuudet kokonaisbiomassasta. Hietasen kasviplanktonin ekologisen tilan luokittelumuuttujat sijoituivat erinomaiseen tilaluokkaan vuonna 2024 (taulukko 10-6).

**Pieni Hietasessa** kasviplanktonin kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,34–0,64 mg/l. Biomassa oli suurimmillaan kesäkuussa ja pienimmillään heinäkuussa. Kasviplanktonin keskimääräinen kokonaisbiomassa (0,499 mg/l) oli karuille järville tyypillinen edellisvuoden tapaan. Vähäravinteisuuteen viittaavat myös havaintokertojen pienet TPI-arvot ja sinilevien pienet prosentuaaliset osuudet kokonaisbiomassasta. Pienen Hietasen kasviplanktonin ekologisen tilan luokittelumuuttujat sijoituivat erinomaiseen tilaluokkaan vuonna 2024.

Pienen Tipasjärven Heinä-elokuun kasviplanktonin kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,16–0,40 mg/l. Biomassat olivat keskimäärin samalla tasolla kuin edellisinä tutkimusvuosina. Biomassa oli suurimmillaan heinäkuussa. Kasviplanktonin keskimääräinen kokonaisbiomassa (0,28 mg/l) oli karuille järville tyypillinen. Vähäravinteisuuteen viittaavat myös havaintokertojen pienet TPI-arvot ja sinilevien pienet prosentuaaliset osuudet kokonaisbiomassasta. Pienen Tipasjärven kasviplanktonin ekologisen tilan luokittelumuuttujat sijoituivat erinomaiseen tilaluokkaan vuonna 2024. Taulukossa (taulukko 10-6) on esitetty vuoden 2024 kasviplanktonitulosten perusteella laskettuja tunnuslukuja ja taulukossa (taulukko 10-7) tutkittujen järvien tyyppi ja kasviplanktonin luokittelumuuttujien sijoittuminen eri luokkiin vuonna 2024.

**Taulukko 10-6. Vuoden 2024 kasviplanktontulosten perusteella laskettuja tunnuslukuja (Rh = Runsashumuksiset järvet, TPI = kasviplanktonin trofiaindeksi).**

| Havaintopaikka           | Pvm        | Järvi-<br>tyyppi | Kasvi-<br>plankton-<br>rekisterin<br>koodi | $\alpha$ -klorofylli<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Kokonais-<br>biomassa<br>(mg/l) | TPI     | Haitallisten sinile-<br>vien osuus (%) |
|--------------------------|------------|------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------|----------------------------------------|
| Hietanen 2               | 27.05.2024 | Rh               |                                            | 3,0                                         |                                 |         |                                        |
| Hietanen 2               | 25.06.2024 | Rh               | 31127                                      | 7,7                                         | 0,236                           | -2,0786 | 0                                      |
| Hietanen 2               | 23.07.2024 | Rh               | 31128                                      | 6,9                                         | 0,233                           | -2,145  | 0,981                                  |
| Hietanen 2               | 21.08.2024 | Rh               | 31129                                      | 5,8                                         | 0,402                           | -1,1381 | 0,854                                  |
| Hietanen 2               | 19.09.2024 | Rh               |                                            | 4,8                                         |                                 |         |                                        |
| Pieni Hietanen           | 27.05.2024 | Rh               |                                            | 4,7                                         |                                 |         |                                        |
| Pieni Hietanen           | 25.06.2024 | Rh               | 31124                                      | 9,8                                         | 0,635                           | -1,9367 | 0,009                                  |
| Pieni Hietanen           | 23.07.2024 | Rh               | 31122                                      | 8,9                                         | 0,342                           | -2,4074 | 0                                      |
| Pieni Hietanen           | 21.08.2024 | Rh               | 31126                                      | 10,0                                        | 0,520                           | -0,7942 | 0,296                                  |
| Pieni Hietanen           | 19.09.2024 | Rh               |                                            | 6,1                                         |                                 |         |                                        |
| Pieni Tipasjärvi, Olkila | 27.05.2024 | Rh               |                                            | 2,6                                         |                                 |         |                                        |
| Pieni Tipasjärvi, Olkila | 25.06.2024 | Rh               |                                            | 5,9                                         |                                 |         |                                        |
| Pieni Tipasjärvi, Olkila | 23.07.2024 | Rh               | 30937                                      | 6,9                                         | 0,395                           | -1,8097 | 0,285                                  |
| Pieni Tipasjärvi, Olkila | 21.08.2024 | Rh               | 30938                                      | 3,2                                         | 0,159                           | -0,7605 | 6,184                                  |
| Pieni Tipasjärvi, Olkila | 19.09.2024 | Rh               |                                            | 4,3                                         |                                 |         |                                        |

**Taulukko 10-7. Tutkittujen järvien tyyppi (Rh = Runsashumuksiset järvet) ja kasviplanktonin luokittelumuuttujien sijoittuminen eri luokkiin vuonna 2024 ekologiseen luokitukseen perustuen (Aroviita ym. 2019). TPI = kasviplanktonin trofiaindeksi.**

| Paikka                   | Järvityyppi | $\alpha$ -klorofylli<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Kokonais-<br>biomassa<br>(mg/l) | TPI     | Haitallisten<br>sinilevien<br>osuus (%) |
|--------------------------|-------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------|-----------------------------------------|
| Keskiarvo kuukausilta    |             | VI-IX                                       | VI-VIII                         | VI-VIII | VII-VIII                                |
| Hietanen 2               | Rh          | 6,3                                         | 0,29                            | -1,787  | 0,92                                    |
| Pieni Hietanen           | Rh          | 8,7                                         | 0,50                            | -1,713  | 0,15                                    |
| Pieni Tipasjärvi, Olkila | Rh          | 5,1                                         | 0,28                            | -1,285  | 3,2                                     |

|                                  |             |      |            |          |       |
|----------------------------------|-------------|------|------------|----------|-------|
| Ekologisen tilaluokan värikoodit | Erinomainen | Hyvä | Tyydyttävä | Välttävä | Huono |
|----------------------------------|-------------|------|------------|----------|-------|

### 10.3.3 Pohjaeläimet

Pohjaeläintarkkailua aikaistettiin valvojan kanssa sovitusti vuodelle ja tarkkailuohjelmasta poiketen se toteutettiin jo vuonna 2023. Pohjaeläin tutkimus haluttiin tehdä tästä huolimatta myös vuonna 2024. Pohjaeläintutkimuksen tulokset eivät ole vielä valmistuneet ja ne raportoidaan myöhemmin erikseen.

#### 10.3.4 Vesisammalet

Vesisammaltutkimus on tehty vuonna 2022. Se toistetaan tarkkailuohjelman mukaisesti 3 vuoden välein ja toteutetaan seuraavan kerran vuoden 2025 aikana. Vesisammalten tarkkailu on sovitettu yhteen kalataloustarkkailun kanssa.

#### 10.3.5 Sedimentit

Sedimenttitarkkailua on tehty tarkkailuohjelman mukaisesti Koivupurossa, Ollinjoessa ja Nimisenjoessa (vuodet 2013, 2021, 2023) ja Pirttilammessa (2008, 2013 ja 2021) sekä Pieni-Hietasessa (2008, 2013, 2021 ja 2023). Sedimenttitarkkailu tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti loppuvuodesta 2023. Pirttilammen näyte jäi kuitenkin hankalien sääolosuhteiden takia ottamatta. Näytteet on otettu maaliskuussa 2024. Sedimenttien tarkkailutulokset vuosilta 2013–2024 on esitetty kokonaisuudessaan taulukossa 10-8.

Edellisvuosien tutkimustulosten keskiarvoihin verrattuna Pirttilammen sedimentissä ei ole havaittavissa oleellisia muutoksia. Kokonaistypen ja kalsiumipitoisuuksien kohdalla voidaan kuitenkin havaita nousua edellisvuosien keskiarvoon verrattuna. Vuonna 2024 mitattu sedimentin kuiva-aineen typpipitoisuus oli 11 000 mg/kg ja aiempien näytetulosten keskiarvo (0–3 cm) 5770 mg/kg ja vastaavasti vuonna 2024 havaittu kalsiumpitoisuus 6 800 mg/kg ja keskiarvo 3668 mg/kg.

Sedimenttien sisältämien alkuaineiden pitoisuuksien vaihteluväli on ollut erittäin suurta ja vuonna 2013 on raportoitu useita korkeampia pitoisuuksia Pirttilammessa kuin vuoden 2024 sedimenttitutkimuksessa. Näitä ovat alumiini, rauta, mangaani, fosfori, arseeni, kromi, nikkeli, torium ja vanadiini. Tulosten suuret vaihtelut voivat johtua 0–3 cm sedimenttipaksuuden näytteenoton epävarmuudesta, silloin kun varsinaisen sedimentin yläpuolella on kerrostunutta löyhää orgaanista maa-ainesta. Tätä puoltaisi myös vuonna 2024 otetun Pirttilammen näytteen melko alhainen hehkutusjäännös, (69,9 %).

Sedimenttien metallipitoisuuksien tasoa voidaan arvioida suuntaa antavasti vertailemalla pitoisuuksia PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) raja-arvoihin. Vuonna 2023–2024 kaikissa näytepisteissä sedimentin metallipitoisuudet alittivat PIMA-asetuksen alemman ohjearvon lukuun ottamatta Pieni-Tipasjärven sedimentin arseenipitoisuutta 53 mg/kg, joka ylitti alemman ohjearvon 50 mg/kg. Seuraavan kerran sedimenttitarkkailu toteutetaan vuonna 2029. Pieni-Hietasen näytepisteillä sedimenttitutkimus tehdään kuitenkin tarkkailusta annetun päätöksen mukaisesti myös vuonna 2025.

| Havaintopaikka                 | Tunnus | Vuosi | Syvyys | Kuiva-<br>aine            | Hehk-<br>jäännös | Red/Ox | pH  | TOC/Ka         | Kok.N  | S      | Al     | B      | Ba    | Ca    | Fe      | K      | Mg    | Mn    | Mo    | Na    |     |
|--------------------------------|--------|-------|--------|---------------------------|------------------|--------|-----|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Yksikkö                        |        |       | cm     | paino-%                   | paino-%<br>ka    | mV     |     | paino-<br>% ka | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg   | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |     |
| Pieni Tipasjärvi,<br>Olkilahti | S3     | 2023  | 0-3    | 6,4                       | 70,3             |        | 5,3 | 15             | 8 700  | 4 100  | 27 600 |        |       | 8 500 | 130 000 | 2 100  | 5 500 | 2 600 | 5     | 490   |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | 5,6                       | 59               |        | 6,0 | 13             | 16 000 | 2 000  | 19 700 |        |       | 4 701 | -       | 628    | 1 546 | 1 246 | 10    | 166   |     |
|                                |        | 2013  | 0-3    |                           |                  |        | 273 | 5,4            | 13     | 10 000 | 2 800  | 15 700 | 5     | 111   | 6 320   | 61 100 | 1 650 | 3 830 | 1 900 | 2     | 311 |
|                                |        | 2013  | 10 -12 |                           |                  |        | 193 | 5,7            | 22     | 16 000 | 3 200  | 19 800 | 5     | 98    | 4 690   | 80 200 | 500   | 1 230 | 1 270 | 3     | 102 |
|                                |        | 2008  | 0-3    | 14                        |                  |        |     |                |        | 6 000  | 1 600  | 16 000 | 24    | 94    | 6 500   | 49 000 | 1 800 | 4 300 | 850   | 2     | 740 |
| Pieni-Hietanen                 | S4     | 2023  | 0-3    | 25                        | 92               |        | 5,6 | 5              | 2 900  | 660    | 12 000 |        |       | 4 000 | 35 000  | 1 900  | 5 100 | 1 100 | 1     | 240   |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | 29                        | 91               |        | 6,0 | 4              | 3 000  | 457    | 13 180 |        |       | 5 081 | -       | 1 996  | 5 098 | 989   | 10    | 368   |     |
|                                |        | 2013  | 0-3    |                           |                  |        | 207 | 5,4            | 6      | 3 000  | 700    | 12 900 | 5     | 99    | 4 490   | 40 900 | 1 920 | 5 020 | 1 370 | 1     | 272 |
|                                |        | 2013  | 10 -12 |                           |                  |        | 112 | 6,1            | 5      | 3 000  | 500    | 9 950  |       | 95    | 3 140   | 20 000 | 1 540 | 3 960 | 967   | 1     | 185 |
|                                |        | 2008  | 0-3    | 25                        |                  |        |     |                |        | 5 000  | 580    | 13 000 | 4     | 72    | 3 800   | 24 000 | 1 700 | 4 300 | 330   |       | 320 |
| Pieni-Hietanen,<br>syväanne    | S5     | 2023  | 0-3    | 5,7                       | 63,2             |        | 5,7 | 18             | 11 000 | 5 100  | 13 000 |        |       | 4 500 | 76 000  | 1 400  | 3 400 | 790   | 2     | 290   |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | 21                        | 84               |        | 5,8 |                |        | 6 200  | 1 219  | 15 080 |       |       | 5 660   | -      | 2 659 | 5 834 | 384   | 10    | 405 |
| Pirttilampi                    | S7     | 2024  | 0-3    | 7,3                       | 69,9             |        | 6,4 | 13             | 11 000 | 10 000 | 13 200 |        |       | 6 800 | 44 000  | 1 400  | 4 200 | 220   |       | 340   |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | 7,7                       | 99               |        | 6,7 | 0,6            | 310    | 112    | 4 574  |        |       | 1 544 | 9 102   | 743    | 1 654 | 77    |       | 132   |     |
|                                |        | 2013  | 0-3    |                           |                  |        | 87  | 5,5            | 19     | 11 000 | 4 300  | 16 100 | 5     | 177   | 5 860   | 50 700 | 1 340 | 3 980 | 295   | 2     | 286 |
|                                |        | 2013  | 10 -12 |                           |                  |        | 98  | 6,2            | 12     | 8 000  | 1 600  | 12 800 | 5     | 83    | 4 780   | 24 500 | 1 040 | 3 600 | 240   | 0     | 294 |
|                                |        | 2008  | 0-3    | 19                        |                  |        |     |                |        | 6 000  | 920    | 10 000 | 3     | 58    | 3 600   | 17 000 | 440   | 2 900 | 170   | 1     | 340 |
| Koivupuro                      | S8     | 2023  |        |                           |                  |        |     |                |        |        |        |        |       |       |         |        |       |       |       |       |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | 35                        | 89               |        | 6,5 | 4              | 4 200  | 740    | 8 087  |        |       | 7 488 | 9 664   | 817    | 2 516 | 159   | 10    | 395   |     |
|                                |        | 2013  | 0-3    |                           | 83               | 200    | 5,7 | 6              | 2 870  | 350    |        |        |       |       |         |        |       | 140   | 1     |       |     |
| Ollinjoki                      | S9     | 2023  | 0-3    | 26                        | 85               |        | 5,9 | 6              | 3 600  | 1 300  | 6 090  |        |       | 3 300 | 10 000  | 570    | 2 800 | 96    | 0,7   | 200   |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | Näytettä ei saatu otettua |                  |        |     |                |        |        |        |        |       |       |         |        |       |       |       |       |     |
|                                |        | 2013  | 0-3    |                           | 54               | 300    | 5,4 | 3              | 760    | 180    |        |        |       |       |         |        |       | 99    | 1     |       |     |
| Nimisenjoki                    | S10    | 2023  | 0-3    | 45                        | 93               |        | 5,6 | 4              | 1 600  | 1 100  | 4 140  |        |       | 1 600 | 6 100   | 500    | 1 900 | 68    | 1     | 200   |     |
|                                |        | 2021  | 0-3    | 37                        | 90               |        | 5,7 | 5              | 3 000  | 564    | 7 468  |        |       | 3 794 | 13 030  | 1 048  | 3 569 |       |       |       |     |

| Havaintopaikka              | Tunnus | Vuosi | Syvyys | P     | Si    | Zn    | Ag    | As    | Cd    | Cr    | Cu    | Mo    | Ni    | Pb    | Sb    | Se    | Th    | U     | V     |
|-----------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Yksikkö                     |        |       | cm     | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Pieni Tipasjärvi, Olkilahti | S3     | 2023  | 0-3    | 2 800 | 1 400 | 353   | 0,5   | 53    | 2,1   | 83    | 33    |       | 46    | 111   | 0,5   | 3     | 1     | 2     | 94,7  |
|                             |        | 2021  | 0-3    | 1 953 |       | 150   |       | 29    | 0,3   | 52    | 20    | 10    | 19    | 24    | 1     | 10    |       |       | 59    |
|                             |        | 2013  | 0-3    | 1 330 |       | 189   |       | 29    | 1,02  | 49    | 18    | 2     | 29    | 54    | 0,1   | 2     | 3     | 1     | 54,1  |
|                             |        | 2013  | 10 -12 | 2 110 |       | 162   |       | 27    | 0,74  | 52    | 20    | 3     | 18    | 39    | 0,1   | 2     | 2     | 1     | 67,5  |
|                             |        | 2008  | 0-3    |       | 630   | 150   | 1     | 20    | 0,60  | 47    | 21    |       | 24    | 54    | 2     | 2     |       | 2     |       |
| Pieni-Hietanen              | S4     | 2023  | 0-3    | 1 000 | 500   | 60    | 0,5   | 4     | 0,35  | 39    | 11    |       | 19    | 12    | 0,5   | 1,0   | 3     | 1     | 49,5  |
|                             |        | 2021  | 0-3    | 731   |       | 56    |       | 2     | 0,3   | 39    | 12    | 10    | 18    | 8     | 1     | 10    |       |       | 53    |
|                             |        | 2013  | 0-3    | 1 010 |       | 53    |       | 7     | 0,29  | 38    | 9     | 1     | 20    | 11    | 0,1   | 1     | 4     | 1     | 50,2  |
|                             |        | 2013  | 10 -12 | 615   |       | 54    |       | 3     | 0,22  | 32    | 7     | 1     | 16    | 6     | 0,1   | 1     | 4     | 1     | 40,9  |
|                             |        | 2008  | 0-3    |       | 310   | 46    | 1,0   | 2     | 0,20  | 37    | 13    |       | 16    | 9     | 2     | 2     |       | 1     |       |
| Pieni-Hietanen, syväne      | S5     | 2023  | 0-3    | 3 400 | 860   | 63    | 0,5   | 7     | 0,32  | 39    | 17    |       | 19    | 28    | 0,5   | 2     | 1     | 1     | 95,8  |
|                             |        | 2021  | 0-3    | 853   |       | 54    |       | 3     | 0,3   | 45    | 17    | 10    | 21    | 14    | 1     | 10    |       |       | 65    |
| Pirttilampi                 | S7     | 2024  | 0-3    | 1 700 | 2 000 | 74,4  | 1     | 5     | 0,44  | 38    | 16    | 2     | 18,4  | 31    | 0,5   | 1     | 1     | 1     | 75,1  |
|                             |        | 2021  | 0-3    | 95    |       | 8     |       | 0,7   | 0,3   | 21    | 4     | 10    | 5     | 1     | 1     | 10    |       |       | 17    |
|                             |        | 2013  | 0-3    | 2 950 |       | 64    |       | 8     | 0,36  | 41    | 17    | 2     | 21    | 32    | 0,1   | 2     | 4     | 1     | 108   |
|                             |        | 2013  | 10 -12 | 1 090 |       | 50    |       | 4     | 0,24  | 37    | 7     | 0     | 15    | 14    | 0,1   | 2     | 3     | 1     | 58,6  |
|                             |        | 2008  | 0-3    |       | 290   | 43    | 1     | 1     | 0,10  | 30    | 8     |       | 11    | 6     | 2     | 2     |       | 1     |       |
| Koivupuro                   | S8     | 2023  |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |        | 2021  | 0-3    | 334   |       | 11    |       | 1     | 0,3   | 21    | 3     | 10    | 6     | 7     | 1     | 10    |       |       | 27    |
|                             |        | 2013  | 0-3    |       |       | 15    | 0,06  | 3     | 0     | 16    | 3     |       | 6     | 7     | 3     | 3     |       | 1     | 22    |
| Ollinjoki                   | S9     | 2023  | 0-3    | 420   | 500   | 43    | 0,5   | 1     | 0,19  | 20    | 5     |       | 11    | 8     | 0,5   |       | 2     | 2     | 22    |
|                             |        | 2021  | 0-3    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |        | 2013  | 0-3    |       |       | 13    | 0,06  | 3     | 0,3   | 16    | 4     |       | 7     | 3     | 3     | 3     |       | 0     | 18    |
| Nimisenjoki                 | S10    | 2023  | 0-3    | 200   | 500   | 21    | 0,5   | 1     | 0,07  | 16    | 3     |       | 9,34  | 2     | 0,5   | 1     | 2     | 3     | 14,4  |
|                             |        | 2021  | 0-3    | 349   |       | 20    |       | 2     | 0,3   | 40    | 7     | 10    | 12    | 4     | 1     | 10    |       |       | 20    |
|                             |        | 2013  | 0-3    |       |       | 8     | 0,02  | 3     | 0,3   | 5     | 2     |       | 3     | 3     | 3     | 3     |       | 0     | 9,6   |

## 10.4 Arvio ekologisen tilan muutoksesta

Kaivosalueen purkuvedet johdetaan bioreaktoreiden ja pintavalutuskenttien kautta Koivupuroon johtavaan ojaan ja edelleen alapuoliselle purkureitille. Vesistötarkkailua toteutetaan tarkkailuohjelman mukaisesti kymmenellä Koivupuron purkureitin tarkkailupisteellä. Lisäksi tarkkailua tehdään Tipasjärven suunnalla, mutta tässä yhteenvedossa tarkastellaan vain Koivupuron suuntaan ohjattavan purkuveden mahdollisia vaikutuksia.

Koivupurossa ja Ollinjoessa havaitaan viitteitä kaivosvesien vaikutuksesta, mm. sähkönjohtavuusarvoissa. Pirttilammen kohdalla kaivosvedet ovat laimentuneet jo melko hyvin, ja siellä havaitaan lieviä viitteitä kaivosvesien vaikutuksesta mm. typen yhdisteiden, sulfaatin ja sähkönjohtavuuden perusteella. Nimisenjoessa, Pieni-Hietasessa, Hietasessa ja Lontanjoessa ei havaita selviä kaivosvesien vaikutuksia.

Toksisuustestien perusteella purkuvesi ei ole toksista. Vuonna 2019 havaittiin toksisuutta S2-altaan vedessä, mutta pH-arvojen säätämisen jälkeen vuoden 2022 ja 2024 valobakteeri- eikä vesikirppu testeissä ei ole havaittu toksisuutta.

Sedimenttitarkkailua on tehty tarkkailuohjelman mukaisesti Koivupurossa, Ollinjoessa ja Nimisenjoessa (vuodet 2013, 2021, 2023) ja Pirttilammessa (2008, 2013 ja 2021, 2024) sekä Pieni-Hietasessa (2008, 2013, 2021 ja 2023).

Sedimenteissä ei ole havaittavissa oleellisia muutoksia. Kokonaistypen ja kalsiuminpitoisuuksien kohdalla voidaan Pirttilammessa kuitenkin havaita nousua edellisvuosien keskiarvoon verrattuna. Sedimenttien sisältämien alkuaineiden pitoisuuksien vaihteluväli on ollut erittäin suurta ja vuonna 2013 on raportoitu useita korkeampia pitoisuuksia Pirttilammessa kuin vuoden 2024 sedimenttitutkimuksessa. Näitä ovat alumiini, rauta, mangaani, fosfori, arseeni, kromi, nikkeli, torium ja vanadiini. Tulosten suuret vaihtelut voivat johtua 0–3 cm sedimenttipaksuuden näytteenoton epävarmuudesta, silloin kun varsinaisen sedimentin yläpuolella on kerrostunutta löyhää orgaanista maa-ainesta.

Sedimenttien metallipitoisuuksien tasoa voidaan arvioida suuntaa antavasti vertailemalla pitoisuuksia PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) raja-arvoihin. Vuonna 2023–2024 kaikissa näytepisteissä sedimentin metallipitoisuudet alittivat PIMA-asetuksen alemman ohjearvon lukuun ottamatta Pieni-Tipasjärven sedimentin arseenipitoisuutta 53 mg/kg, joka ylitti alemman ohjearvon 50 mg/kg.

Kasviplanktonitarkkailua tehdään Hietanen – Pieni Hietanen -vesimuodostumassa. Kasviplanktonin tila ei ole heikentynyt kaivoksen toiminnan aikana, ja kasviplanktonyhteisö ilmentää vuoden 2024 mukaan erinomaista ekologista tilaluokkaa ja a-klorofylli lievästi rehevää vedenlaatua.

Pohjaeläimiä tarkkaillaan Koivupurossa, Nimisenjoessa ja Hietanen – Pieni Hietanen vesimuodostumassa. Vuonna 2023 virtavesistä ei saatu pohjaeläinnäytteitä haastavien vesiolosuhteiden vuoksi. Koivupuron pohjaeläimet ilmensivät vuonna 2021 tyyppiominaisten taksonien ja EPT-heimojen osalta hyvää tilaluokkaa, mutta prosenttinen mallinkaltaisuus ilmensi tyydyttävää tilaluokkaa.

Koivupurossa ei ole ympäristöhallinnon ohjeistuksen (Järvinen ym. 2024) mukaista kivikkoista pohjaa, vaan pohja on hienojakoista, joka osaltaan vaikuttaa heikentävästi indekseihin.

Hietanen – Pieni Hietanen vesimuodostumasta tarkkaillaan syvännepohjaeläimiä. Tulokset ovat vaihdelleet vuosittain. Vuonna 2018 molemmissa vesimuodostumissa tulokset ilmensivät välttävää tilaa, ja vuonna 2021 hyvää – erinomaista ja vuonna 2023 molempien järvien PICM-indeksi ilmensi erinomaista tilaluokkaa.

Hietanen – Pieni Hietanen vesimuodostuman kalaston tilaa on tarkkailtu koekalastuksilla. Koekalastusten perusteella laskettavat indeksit ilmensivät indeksistä riippuen välttävää, tyydyttävää, tai erinomaista tilaa. Indeksejä tarkasteltiin runsashumuksisten järvien vertailuarvojen avulla. Yksikkösaaliin kappalemäärän perusteella saalis ilmensi välttävää tilaa ja painon perusteella tyydyttävää tilaa. Särkikalojen vähäinen osuus kuvasi erinomaista tilaa. Lajiston koostumus oli melko samanlainen vuosina 2018 ja 2022. Särkikalojen osuus kalastossa on pysynyt samansuuruisena.

Kaloista on tarkasteltu raskasmetallipitoisuuksia. Kadmiumpitoisuudet olivat alle määritysrajan vuonna 2022. Lyijy- ja nikkelpitoisuudet olivat pieniä ja alittivat käyttökelpoisuudelle asetetun enimmäispitoisuuden. Elohopeapitoisuus ylittyi hieman kaloilla, mutta elohopeakuormitus on todennäköisesti laskeumaperäistä, sillä kaivokselta ei tule elohopeakuormitusta.

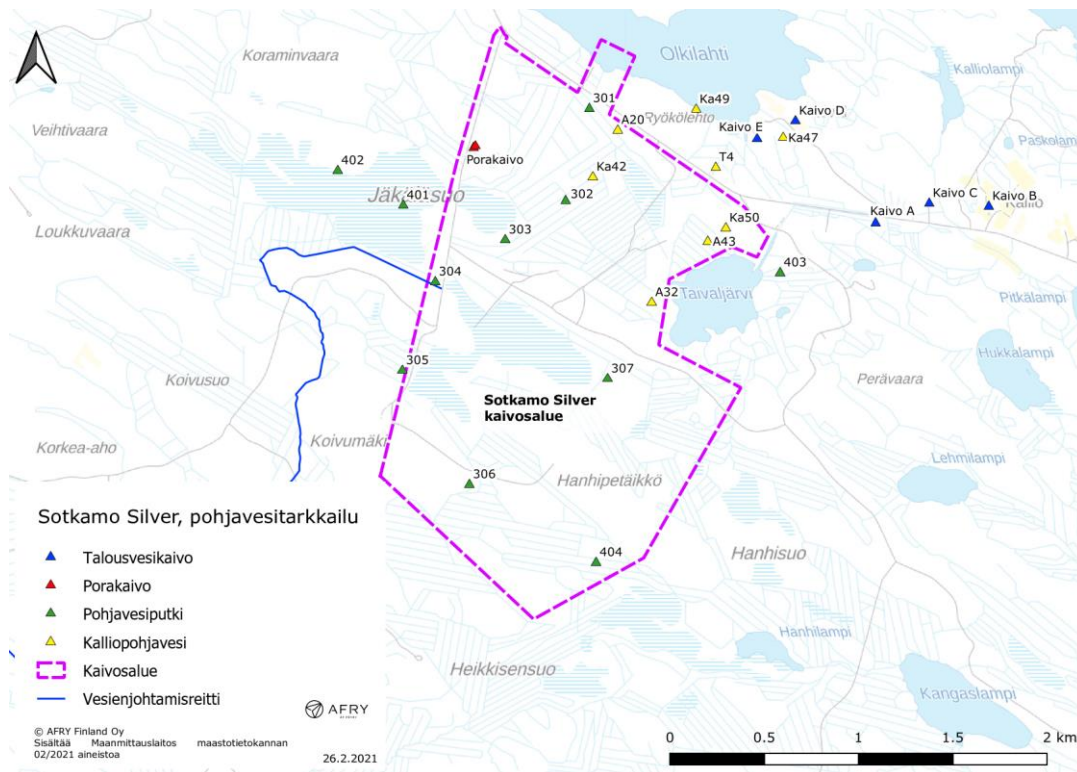
Purkureitin vesisammalista on tutkittu raskasmetallipitoisuuksia. Vuoden 2022 näytteiden perusteella Nimisenjoen vesisammalten raskasmetallipitoisuudet olivat hyvin alhaisia. Lontanjoen sammalten lyijypitoisuus ilmensi alhaista pitoisuutta ja kadmium-, nikkeli ja sinkkipitoisuudet kohtalaisen korkeita – korkeita pitoisuuksia. Kromille ja hopealle ei ole viitteellisiä ohjearvoja. Hopeapitoisuus oli alle määritysrajan molempien paikkojen vesisammalissa.

Hietanen – Pieni Hietanen on ensimmäinen tyypitelty vesimuodostuma Koivupuron purkureitillä. Vesienhoidon kolmannella kaudella se on luokiteltu erinomaiseen ekologiseen tilaluokkaan. Kasviplanktonitutkimusten (2023–2024) ja pohjaeläintutkimusten (2023) perusteella tarkkailualueen (Iso- ja Pieni-Tipasjärvi, Pieni-Hietanen ja Hietanen) ekologinen luokka on ollut erinomainen.

## 11 Pohjavesitarkkailu

Tarkkailuohjelman mukaan pohjavesitarkkailua suoritetaan kaivospiirialueen pohjavesiputkista, kairanrei'istä sekä lähialueen talousvesikaivoista neljä kertaa vuodessa, maaliskuu-, touko-, heinä- ja syyskuussa. Pohjavesiputkista 301, 303, 304 ja 305 lisäksi tammi- ja marraskuussa. Pohjaveden pinnankorkeutta mitataan näytteenottokierroksen yhteydessä pohjavesiputkista ja kairanrei'istä. Näytteenotto tehtiin vuonna 2024 tarkkailuohjelman mukaisesti (Taulukko 11-1). Pohjavesiputkia 401, 402, 403 ja 404 ei ole asennettu.

Pohjavesiputkista tutkitaan vedenlaatua ja mitataan pohjavedenpinnan korkeus. Kairanrei'istä tarkkaillaan vain pohjaveden pinnan korkeutta, ja talousvesikaivoista vain veden laatua. Tarkkailupaikkojen sijainti on esitetty kuvassa 11-1 sekä liitteessä 5. Pohjavesitarkkailun tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 5.



**Kuva 11-1. Pohjavesitarkkailupisteet.**

**Taulukko 11-1. Pohjavesitarkkailun näytteenottopisteet 2024.**

| Tarkkailupiste ja -<br>tarkoitus                                  | Lyhenne                   | Sijainti<br>(ETRS-tm35fin) |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>Pohjavesi-putket</b>                                           | <i>Asennettu v. 2018:</i> |                            |
| Vedenlaatu ja pinnankorkeus neljästi vuodessa kuukausina: 3,5,7,9 | 301                       | 7092559 599994             |
|                                                                   | 302                       | 7092071 599868             |
|                                                                   | 303                       | 7091863 599548             |
|                                                                   | 304                       | 7091641 599177             |
|                                                                   | 305                       | 7091171 599003             |
|                                                                   | 306                       | 7090567 599358             |
| Putket 301, 303, 304 ja 305 lisäksi kuukausina: 1 ja 11           | 307                       | 7091127 600091             |
| <b>Kairanreiät</b>                                                |                           |                            |
| Vedenpinnan korkeus neljästi vuodessa kuukausina:3,5,7,9          | A20                       | 7092442 600149             |
|                                                                   | A32                       | 7091531 600325             |
|                                                                   | A43                       | 7091855 600622             |
|                                                                   | Ka42                      | 7092196 600013             |
|                                                                   | Ka47                      | 7092405 601022             |
|                                                                   | Ka49                      | 7092554 600560             |
|                                                                   | Ka50                      | 7091926 600718             |
|                                                                   | T4                        | 7092247 600664             |
| <b>Talousvesi-kaivot</b>                                          |                           |                            |
| Vedenlaatu neljästi vuodessa kuukausina:3,5,7,9                   | A                         |                            |
|                                                                   | B                         |                            |
|                                                                   | C                         |                            |
|                                                                   | D                         |                            |
|                                                                   | E                         |                            |
|                                                                   | Porakaivo 2, Hopeatie     | 7092353 599380             |
|                                                                   | Porakaivo 1               | 7092360 599390             |

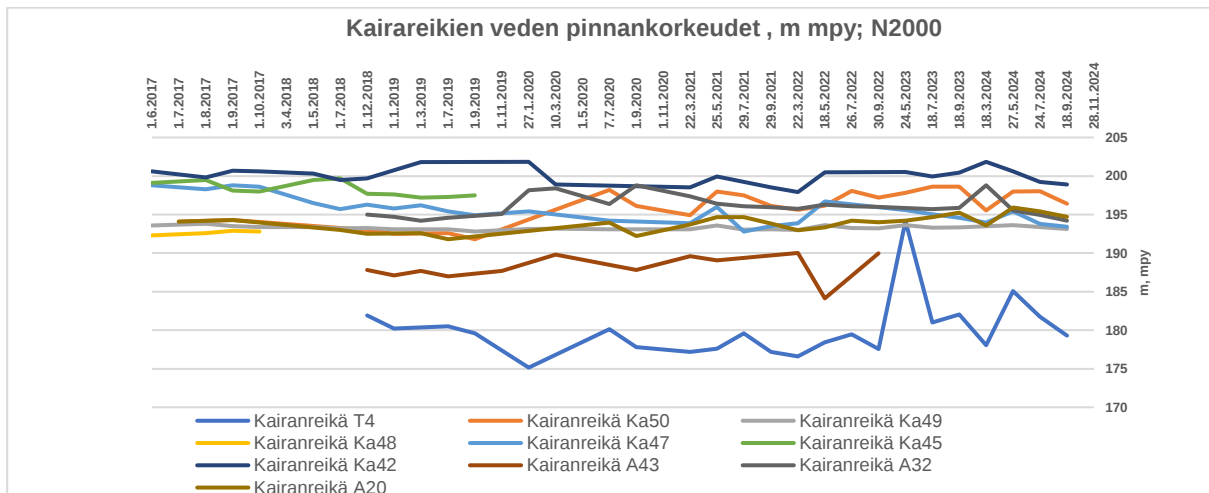
## 11.1 Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta

Kaivospiirialue on melko tasainen. Etelässä sijaitsevat Hanhipetäikkö ja Koivumäki muodostavat kaivospiirialueen korkeimman kohdan ja samalla vedenjakajan alueen lounaiskulman ja muun alueen välille. Putket 301–303 sijaitsevat rikastamon pohjoispuolella, maanalaisen kaivoksen yläpuolella, ja putket 304–307 sijaitsevat rikastushiekka-alueen ympärillä, kaivospiirin eteläpuoliskolla. Talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin koillispuolella, ja porakaivo alueen luoteisreunassa (Kuva 11-1).

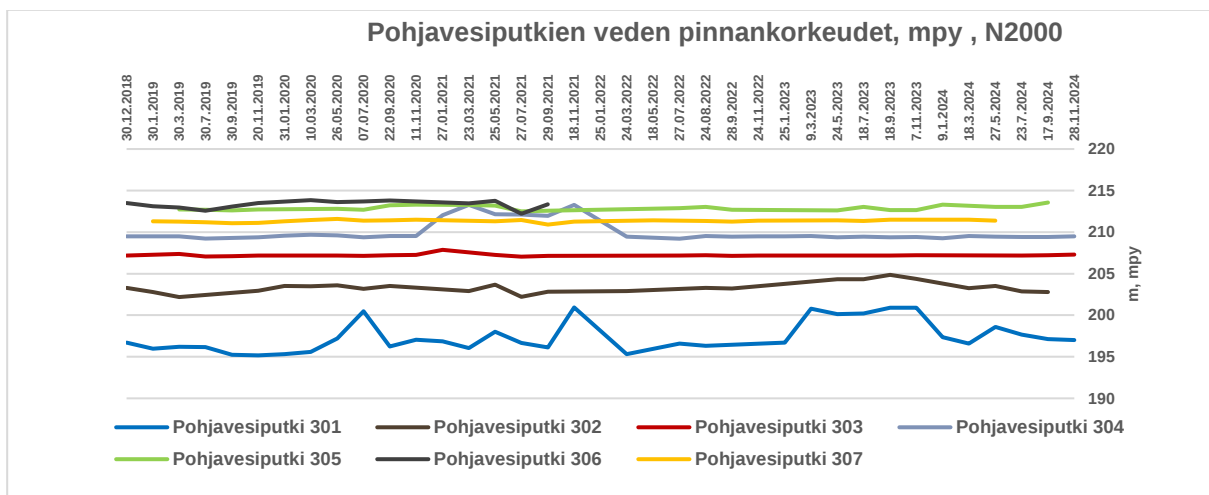
Vuonna 2024 mitattiin pohjaveden pinnankorkeus kairanrei'issä ja pohjavesiputkissa maaliskuu-, touko-, heinä- ja syyskuussa. Pohjavesiputkissa 301, 303 ja 304 pohjaveden pinnankorkeus mitattiin myös tammikuussa ja marraskuussa. Talousvesi- ja porakaivoista ei mitata pinnankorkeutta.

Pohjavedenpinnan vaihtelu on ollut pohjavesiputkissa pääosin melko vähäistä (Kuva 11-3) Seuranta on kestoltaan vielä lyhytaikainen, mutta toistaiseksi kaivostoiminnalla ei näytä olleen oleellista vaikutusta pohjaveden pinnan korkeuteen lukuun ottamatta tarvekilouhoksen vieressä ollutta pintavesipohjaputkea, joka on kuivunut jo heti toiminnan käynnistymisen jälkeen. Varsinkin kaivospiirin eteläpuoliskolla olevien putkien pohjavedenpinta on pysynyt hyvin vakaana.

Kairarei'issä pohjavedenpinnan korkeutta on mitattu vuodesta 2017 lähtien (kuva 11-2). Pinnankorkeus on vaihdellut eniten kairarei'issä T4, Ka47 ja Ka50, jotka sijaitsevat kaivospiirialueesta koilliseen. Vaihtelusta huolimatta veden pinnan korkeudet eivät ole laskeneet kaivostoiminnan aikana.



**Kuva 11-2. Kairareikien veden pinnankorkeus, m (mpy; N2000).**



**Kuva 11-3. Pohjavedenpinnan vaihtelu kairarei'issä ja pohjavesiputkissa 2017–2024.**

## 11.2 Pohjaveden laadun seuranta

### 11.2.1 Pohjavesiputket

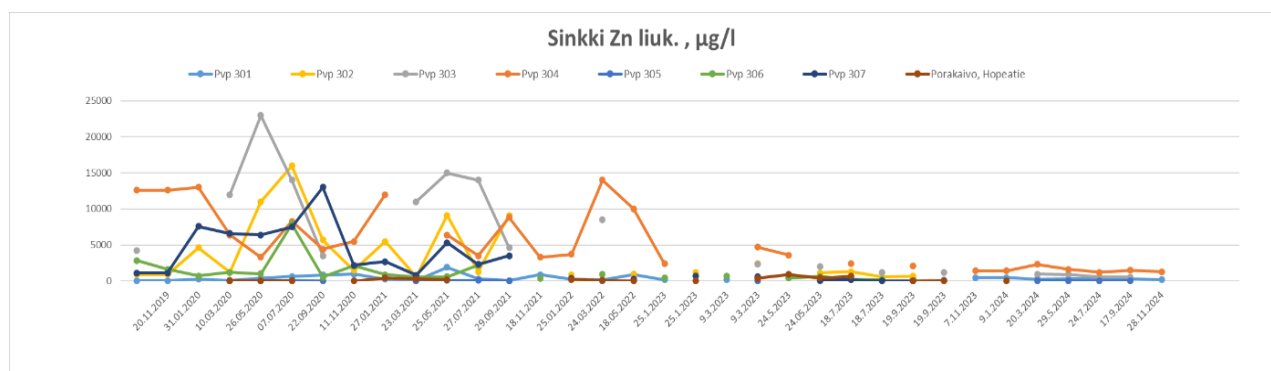
Pohjavesiputkien vesi oli vuonna 2024 pääosin tummaa, sameaa ja se sisälsi runsaasti eloperäistä aineista, mikä on hyvin tyypillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Vesi oli myös useimmissa putkissa täysin hapeton vähintään yhdellä havaintokerralla ja muissakin putkissa happitilanne oli yleensä heikko. Useiden putkien vesi oli varsin hapanta, putkien pH-arvot vaihtelivat välillä 4,6–6,6. Happaminta vesi oli putkissa 301 ja 304. Useissa putkissa kemiallinen hapenkulutus (CODMn) oli varsin korkea, joka kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää, eli vedessä on runsaasti eloperäistä ainetta. Tumma väri johtuu korkeasta mm. humus- ja rautapitoisuudesta.

Alueen pohjavesiputkien vesissä oli tulosten mukaan runsaasti mm. rautaa, mangaania ja sinkkiä sekä ravinnepitoisuudet olivat useimmiten suuria. Mangaani- ja rautapitoisuudet olivat lähes poikkeuksetta suuria. Liukoisten raudan ja mangaanin pitoisuuksia nostaa osaltaan putkien

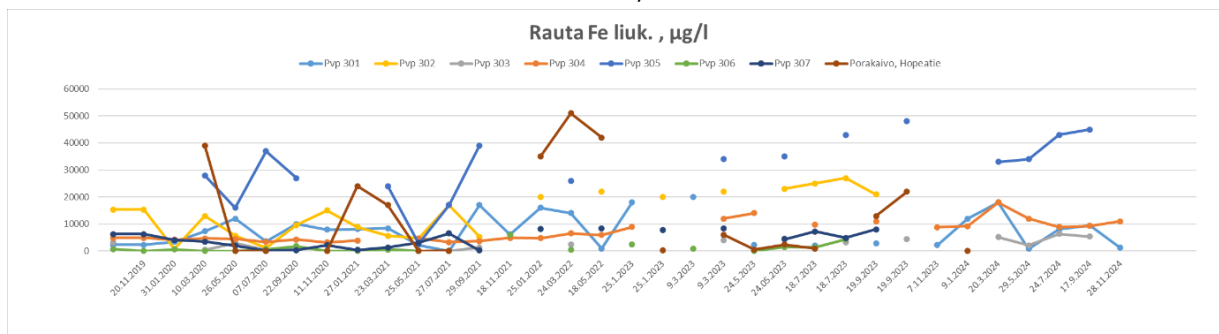
hapettomuus tai heikkohappisuus ja samasta syystä myös ammoniumtypen osuus kokonaistypestä oli huomattava. Sinkkipitoisuus ylitti ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotason (60 µg/l) kaikissa putkissa lukuun ottamatta pohjavesiputkea 305 (kuva 11-3). Putkesta 301 todettiin poikkeamat ympäristölaatunormin vuosikeskiarvopitoisuuteen myös nikkelin (10 µg/l) ja koboltin (2,0 µg/l) osalta.

Talousvesille asetettu enimmäispitoisuus (STM 401/2001) raudalle (400 µg/l) ylittyi monikertaisesti jokaisessa pohjavesiputkessa vähintään kertaalleen. Talousvesille asetettu enimmäispitoisuus mangaanille (100 µg/l) ylittyi myös kaikissa putkissa vähintään yhdellä näytekerralla. Ammoniumtypen ympäristölaatunormin (250 µg/l) ylittävä pitoisuus havaittiin jokaisella havaintokerralla kaikissa pohjavesiputkissa putkea 306 lukuun ottamatta. Ammoniumtypen määrä on ollut koko kaivostoiminnan aikana suurin pintavalutuskenttä PVK1:n ja kaivoksen purkuvesiojan läheisyydessä sijaitsevassa pohjavesiputkessa 304 (kuva 11-8). Putki on asennettu märkään suohon ja se on matala ns. pintapohjavesiputki, johon mitä ilmeisemmin kulkeutuu kaivoksen purkuojan vettä.

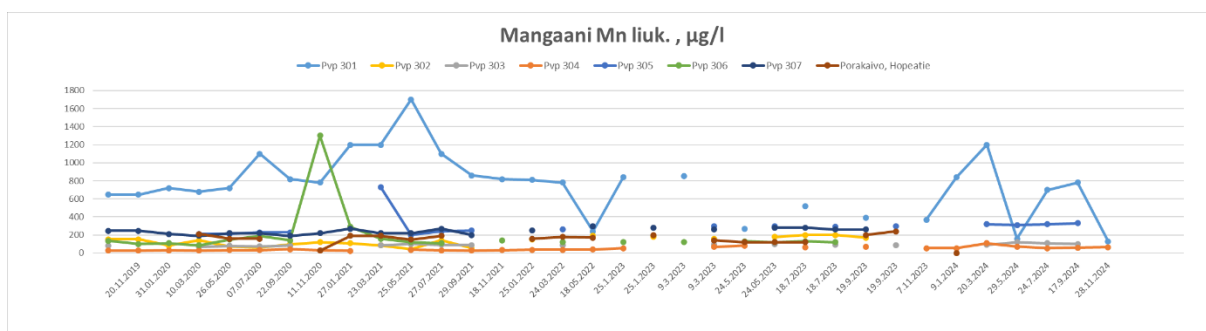
Alueen pohjaveden antimoni-, kadmium-, kromi- ja kuparipitoisuudet sekä sähkönjohtavuusarvot olivat pääosin pieniä tai alle määritysrajan. Sulfaatin ja useiden metallien osalta pitoisuustaso oli selvästi suurin putkessa 301, joka sijaitsee kaivosalueen pohjoispuolella Kissanimentien välittömässä läheisyydessä. Sulfaatin ympäristölaatunormin (150 mg/l) ylityksiä ei vuonna 2024 todettu. Elohopeatulokset alittivat määritysrajan (0,03–0,05 µg/l) lähes kaikissa näytteissä, putkessa 307 elohopean pitoisuudet olivat määritysrajalla. Sähkönjohtavuuden enimmäisarvo kaivovesissä (STM 401/2001) on 250 mS/m, enimmäisarvon ylityksiä ei vuonna 2024 havaittu. Alueen pohjavesiputkien sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat välillä 2,8–29 mS/m. Pohjavesissä ei havaittu toriumia ja havaitut uraanipitoisuudet olivat pieniä. Öljyhiilivetyjakeita todettiin pieniä pitoisuuksia marraskuussa putkesta 303, muuten pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Pohjavesiputket 303 ja 305 jäätyvät talviaikana, eikä niistä ole saatu näytteitä tammi-maaliskuussa. Pohjavesiputkien mittaustulokset on esitetty taulukossa 11-2.



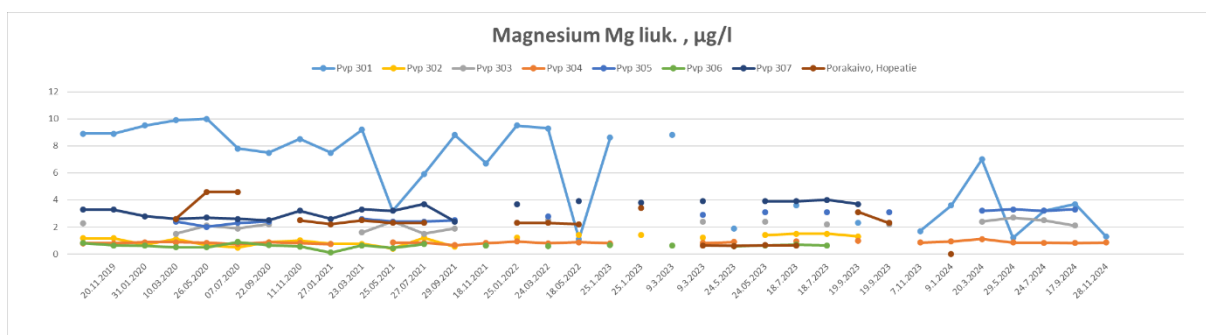
**Kuva 11-4. Pohjaveden sinkkipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



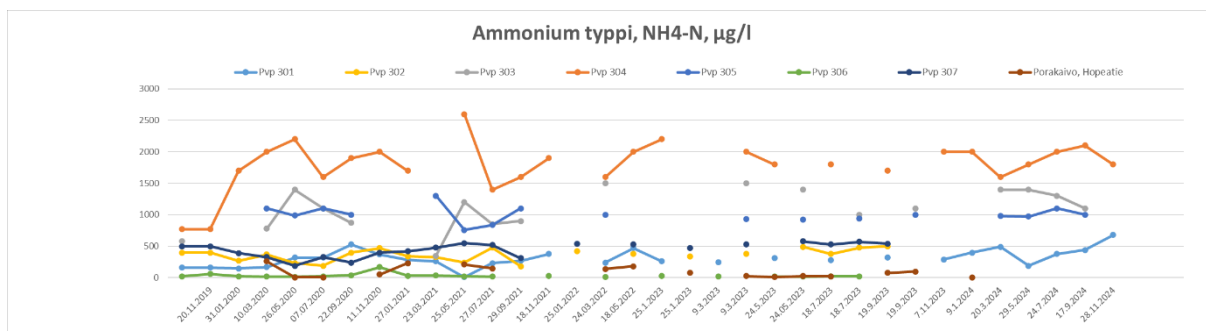
**Kuva 11-5. Pohjaveden rautapitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



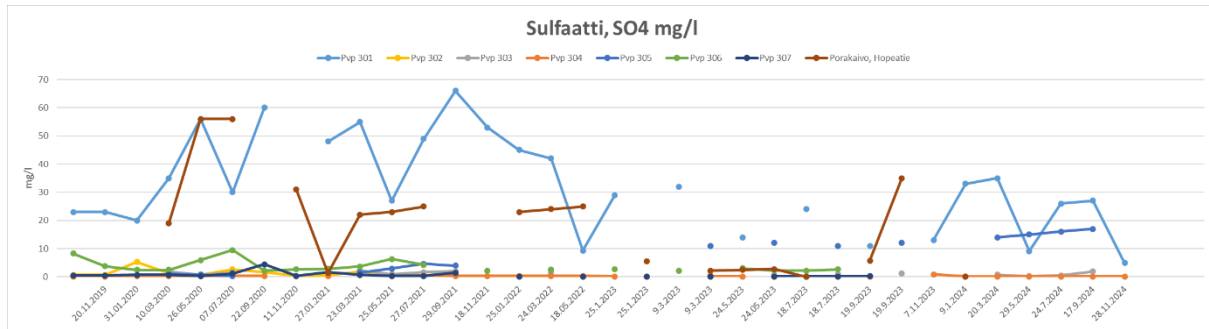
**Kuva 11-6. Pohjaveden mangaanipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



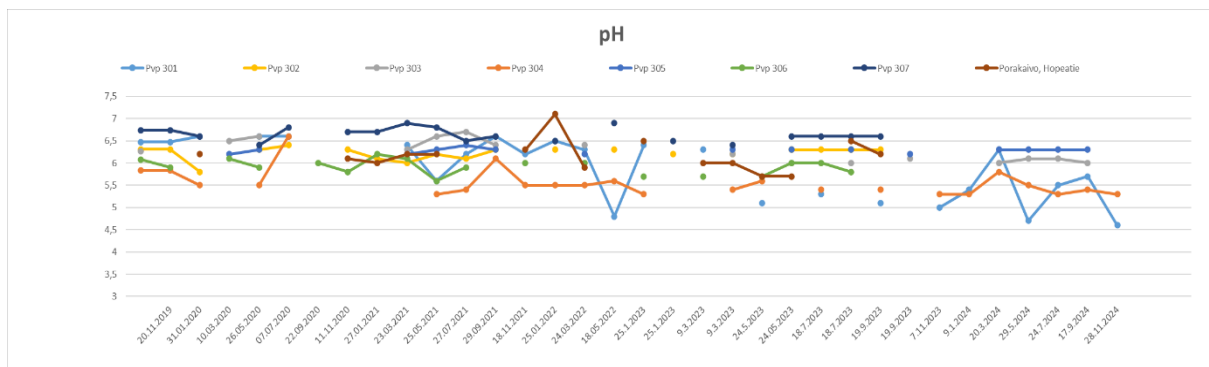
**Kuva 11-7. Pohjaveden magnesiumpitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



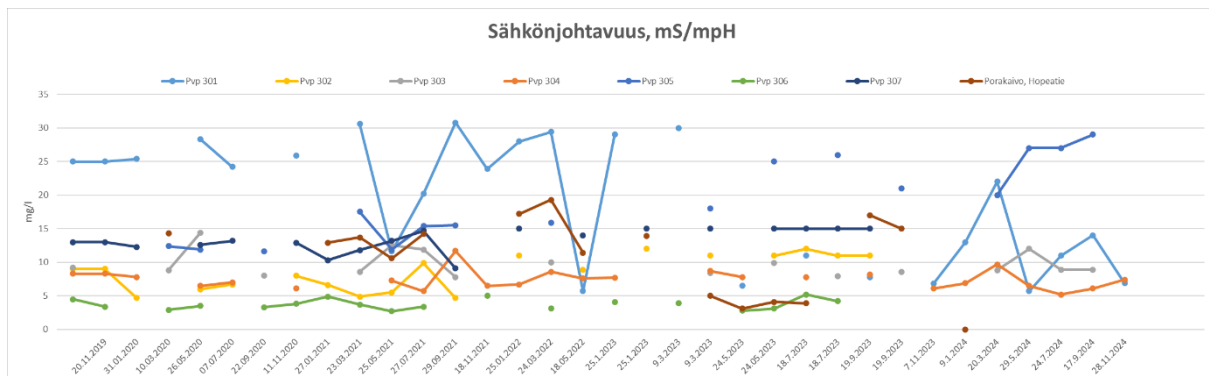
**Kuva 11-8. Pohjaveden ammoniumpitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



**Kuva 11-9. Pohjaveden sulfaattipitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



**Kuva 11-10. Pohjaveden pH:n kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**



**Kuva 11-11. Pohjaveden sähkönjohtavuuden kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**

**Taulukko 11-2. Pohjavesiputkien mittaustulokset vuoden 2024 aikana. Vihreällä merkitty tulos on ollut menetelmän määritysrajaa pienempi, ko. tuloksia ei ole puolitettu**

| Otto pvm.                  | Lämpö-tila | COD <sub>Mn</sub> | O <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> kyl% | pH  | Sameus | Sähk. joht. | Väri    | Kok.N | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N | Kok.P | PO <sub>4</sub> -P | SO <sub>4</sub> | Öljyvhv 10-40 | Öljyvhv 10-21 | Öljyvhv 21-40 |
|----------------------------|------------|-------------------|----------------|---------------------|-----|--------|-------------|---------|-------|--------------------|-------------------------------------|-------|--------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Näytepaikka                | °C         | mg/l              | mg/l           | %                   |     | FNU    | mS/m        | mg Pt/l | µg/l  | µg/l               | µg/l                                | µg/l  | µg/l               | mg/l            | mg/l          | mg/l          | mg/l          |
| <b>Pohjavesiputki 301</b>  |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 9.1.2024                   | 5,40       | 25,00             | 0,2            | 0,0                 | 5,4 | 6,3    | 13,0        | 140     | 940   | 400                | 6,00                                | 25    | 7                  | 33,00           |               |               |               |
| 20.3.2024                  | 5,00       | 17,00             | 0,2            | 0,0                 | 6,3 | 1,9    | 22,0        | 180     | 930   | 490                | 5,00                                | 30    | 9                  | 35,00           |               |               |               |
| 29.5.2024                  | 8,20       | 21,00             | 0,8            | 6,70                | 4,7 | 5,5    | 5,7         | 110     | 1 500 | 190                | 690                                 | 29    | 4                  | 9,10            |               |               |               |
| 24.7.2024                  | 8,10       | 19,00             | 0,2            | 0,0                 | 5,5 | 2,9    | 11,0        | 110     | 860   | 380                | 9,00                                | 30    | 5                  | 26,00           |               |               |               |
| 17.9.2024                  | 6,10       | 20,00             | 0,2            | 0,0                 | 5,7 | 1,6    | 14,0        | 120     | 860   | 440                | 5,00                                | 18    | 4                  | 27,00           |               |               |               |
| 28.11.2024                 | 6,70       | 43,00             | 1,5            | 12,0                | 4,6 | 4,1    | 6,9         | 190     | 4 800 | 680                | 2600                                | 56    | 5                  | 4,90            |               |               |               |
| <b>Pohjavesiputki 302</b>  |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 20.3.2024                  | 4,10       | 15,00             | 0,2            | 0,0                 | 6,3 | 11,0   | 11,0        | 460     | 730   | 490                | 5,00                                | 220   | 180                | 0,10            |               |               |               |
| 29.5.2024                  | 5,10       | 13,00             | 0,2            | 0,0                 | 6,3 | 21,0   | 12,0        | 430     | 610   | 380                | 5,00                                | 230   | 190                | 0,10            |               |               |               |
| 24.7.2024                  | 5,10       | 14,00             | 0,2            | 0,0                 | 6,3 | 9,3    | 11,0        | 490     | 700   | 480                | 5,00                                | 290   | 190                | 0,10            |               |               |               |
| 17.9.2024                  | 5,50       | 17,00             | 0,2            | 0,0                 | 6,3 | 19,0   | 11,0        | 230     | 680   | 500                | 5,00                                | 190   | 180                | 0,11            |               |               |               |
| <b>Pohjavesiputki 303*</b> |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 29.5.2024                  | 6,00       | 7,90              | 0,2            | 0,0                 | 6,0 | 84,0   | 8,8         | 85      | 1 700 | 1 400              | 5,00                                | 98    | 52                 | 0,77            | 0,05          | 0,025         | 0,025         |
| 25.7.2024                  | 5,70       | 8,40              | 0,2            | 0,0                 | 6,1 | 150,0  | 12,0        | 120     | 1 600 | 1 400              | 5,00                                | 95    | 35                 | 0,22            | 0,05          | 0,025         | 0,025         |
| 17.9.2024                  | 5,50       | 7,20              | 0,2            | 0,0                 | 6,1 | 26,0   | 8,9         | 68      | 1 300 | 1 300              | 5,00                                | 81    | 46                 | 0,49            | 0,05          | 0,025         | 0,025         |
| 28.11.2024                 | 5,70       | 5,70              | 0,20           | 0,0                 | 6,0 | 27,0   | 8,9         | 47      | 1 200 | 1 100              | 5,00                                | 67    | 37                 | 1,90            | 0,05          | 0,025         | 0,04          |
| <b>Pohjavesiputki 304</b>  |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 9.1.2024                   | 4,80       | 50                | 0,2            | 0,0                 | 5,3 | 12,0   | 6,9         | 240     | 2 800 | 2 000              | 5,00                                | 190   | 140                | 0,10            |               |               |               |
| 18.3.2024                  | 4,60       | 33                | 2,1            | 16,0                | 5,8 | 11,0   | 9,7         | 210     | 2 200 | 1 600              | 5,00                                | 140   | 120                | 0,10            |               |               |               |
| 27.5.2024                  | 10,10      | 48                | 0,2            | 0,0                 | 5,5 | 6,5    | 6,5         | 270     | 2 700 | 1 800              | 6,00                                | 190   | 130                | 0,10            |               |               |               |
| 23.7.2024                  | 7,30       | 52                | 0,2            | 0,0                 | 5,3 | 7,0    | 5,2         | 300     | 2 900 | 2 000              | 6,00                                | 240   | 130                | 0,11            |               |               |               |
| 17.9.2024                  | 6,60       | 48                | 0,2            | 0,0                 | 5,4 | 6,2    | 6,1         | 260     | 2 700 | 2 100              | 5,00                                | 170   | 130                | 0,10            |               |               |               |
| 28.11.2024                 | 6,00       | 48                | 0,2            | 0,0                 | 5,3 | 7,1    | 7,4         | 230     | 2 700 | 1 800              | 6,00                                | 180   | 120                | 0,10            |               |               |               |
| <b>Pohjavesiputki 305*</b> |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 28.5.2024                  | 5,90       | 4,20              | 0,2            | 0,00                | 6,3 | 150    | 20          | 180     | 1 200 | 980                | 5,00                                | 180   | 26                 | 14,00           |               |               |               |
| 25.7.2024                  | 6,00       | 7,60              | 0,2            | 0,00                | 6,3 | 77     | 27          | 240     | 1 200 | 970                | 5,00                                | 120   | 35                 | 15,00           |               |               |               |
| 18.9.2024                  | 5,60       | 11,00             | 0,2            | 0,00                | 6,3 | 21     | 27          | 21      | 1 100 | 1 100              | 5,00                                | 280   | 18                 | 16,00           |               |               |               |
| 28.11.2024                 | 5,70       | 11,00             | 0,2            | 0,00                | 6,3 | 42     | 29          | 380     | 1 200 | 1 000              | 7,00                                | 150   | 150                | 17,00           |               |               |               |
| <b>Pohjavesiputki 306</b>  |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 18.3.2024                  | 3,10       | 2,40              | 5,0            | 37,00               | 5,7 | 36     | 2,8         | 7       | 110   | 17                 | 8,00                                | 41    | 5                  | 3,00            |               |               |               |
| 28.5.2024                  | 13,00      | 0,54              | 4,8            | 45,00               | 6,0 | 20     | 3,1         | 5       | 62    | 18                 | 5,00                                | 14    | 4                  | 2,30            |               |               |               |
| 25.7.2024                  | 10,70      | 1,00              | 0,5            | 4,10                | 6,0 | 29     | 5,2         | 7       | 75    | 24                 | 5,00                                | 40    | 3                  | 2,20            |               |               |               |
| 18.9.2024                  | 10,90      | 1,70              | 1,0            | 8,70                | 5,8 | 7      | 4,2         | 26      | 53    | 23,00              | 5,00                                | 61    | 16                 | 2,60            |               |               |               |
| <b>Pohjavesiputki 307</b>  |            |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |       |                    |                 |               |               |               |
| 19.3.2024                  | 4,30       | 4,40              | 0,2            | 0,00                | 6,6 | 14     | 15,0        | 180     | 620   | 580                | 5,00                                | 43    | 35                 | 0,10            |               |               |               |
| 29.5.2024                  | 4,40       | 3,30              | 0,2            | 0,62                | 6,6 | 44     | 15,0        | 170     | 600   | 530                | 5,00                                | 77    | 51                 | 0,10            |               |               |               |
| 25.7.2024                  | 6,00       | 3,60              | 0,2            | 0,00                | 6,6 | 8      | 15,0        | 190     | 600   | 570                | 5,00                                | 80    | 50                 | 0,10            |               |               |               |
| 18.9.2024                  | 7,10       | 3,90              | 0,2            | 0,00                | 6,6 | 2      | 15,0        | 150     | 570   | 540                | 5,00                                | 54    | 51                 | 0,15            |               |               |               |

\* Putki jäänytynyt 9.1.2024 ja 18.3.2024

| Otto pvm.                 | Al liuk | As liuk | Ca liuk | Cd liuk | Co liuk | Cr liuk | Cu liuk | Fe liuk | Hg liuk | K liuk | Mg liuk | Mn liuk | Na liuk | Ni liuk | Pb liuk | S kok  | Sb liuk | Th liuk | U liuk | Zn liuk |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| Näytepaikka               | µg/l    | µg/l    | mg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l   | mg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l   | µg/l    | µg/l    | µg/l   | µg/l    |
| <b>Pohjavesiputki 301</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 9.1.2024                  | 710     | 1,10    | 10,00   | 0,12    | 11,00   | 3,30    | 4,40    | 12 000  | 0,03    | 0,85   | 3,60    | 840     | 1,80    | 54,00   | 0,15    | 11 000 | 0,10    | 0,50    | 0,18   | 470     |
| 20.3.2024                 | 290     | 1,80    | 21,00   | 0,03    | 6,90    | 3,10    | 0,73    | 18 000  | 0,03    | 1,40   | 7,00    | 1 200   | 3,00    | 38,00   | 0,11    | 12 000 | 0,05    | 0,50    | 0,13   | 240     |
| 29.5.2024                 | 950     | 0,55    | 5,20    | 0,07    | 5,00    | 1,20    | 5,60    | 780     | 0,03    | 0,50   | 1,20    | 160     | 0,81    | 17,00   | 0,12    | 3 300  | 0,05    | 0,50    | 0,09   | 290     |
| 24.7.2024                 | 550     | 0,84    | 8,90    | 0,08    | 8,10    | 2,50    | 3,60    | 8 000   | 0,03    | 0,67   | 3,20    | 700     | 1,50    | 40,00   | 0,11    | 8 900  | 0,05    | 0,50    | 0,11   | 350     |
| 17.9.2024                 | 510     | 1,10    | 10,00   | 0,07    | 7,10    | 2,80    | 4,50    | 9 400   | 0,03    | 0,86   | 3,70    | 780     | 1,90    | 29,00   | 0,13    | 8 900  | 0,06    | 0,50    | 0,14   | 290     |
| 28.11.2024                | 1200    | 0,97    | 6,30    | 0,03    | 1,80    | 0,77    | 13,00   | 1 200   | 0,0004  | 0,50   | 1,30    | 130     | 0,77    | 6,30    | 0,21    | 2 000  | 0,06    | 0,50    | 0,08   | 170     |
| <b>Pohjavesiputki 302</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 20.3.2024                 | 180     | 0,60    | 7,60    | 0,01    | 0,81    | 5,00    | 0,76    | 23 000  | 0,03    | 0,82   | 1,40    | 180     | 2,80    | 1,00    | 0,11    | 2 000  | 0,05    | 0,50    | 0,12   | 1100    |
| 29.5.2024                 | 120     | 0,66    | 7,70    | 0,01    | 1,30    | 3,70    | 0,70    | 25 000  | 0,03    | 0,97   | 1,50    | 200     | 2,90    | 1,30    | 0,07    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,11   | 1300    |
| 24.7.2024                 | 150     | 0,69    | 7,80    | 0,01    | 1,10    | 4,50    | 0,95    | 27 000  | 0,03    | 0,94   | 1,50    | 200     | 2,90    | 1,20    | 0,07    | 2 100  | 0,05    | 0,50    | 0,10   | 550     |
| 17.9.2024                 | 180     | 0,68    | 7,30    | 0,01    | 0,90    | 4,50    | 0,94    | 21 000  | 0,03    | 1,00   | 1,30    | 170     | 2,80    | 1,20    | 0,08    | 730    | 0,05    | 0,50    | 0,11   | 680     |
| <b>Pohjavesiputki 303</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 9.1.2024                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 18.3.2024                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 29.5.2024                 | 22      | 0,11    | 5,30    | 0,01    | 0,10    | 0,48    | 0,15    | 5 200   | 0,03    | 1,50   | 2,40    | 93      | 3,50    | 0,15    | 0,05    | 730    | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 950     |
| 25.7.2024                 | 9       | 0,10    | 5,80    | 0,01    | 0,09    | 0,25    | 0,53    | 2 100   | 0,03    | 1,60   | 2,70    | 120     | 3,50    | 0,20    | 0,05    | 2 100  | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 900     |
| 17.9.2024                 | 18      | 0,10    | 5,30    | 0,01    | 0,11    | 0,48    | 0,61    | 6 300   | 0,03    | 1,50   | 2,50    | 110     | 3,30    | 0,18    | 0,05    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,02   | 550     |
| 28.11.2024                | 18      | 0,11    | 4,70    | 0,01    | 0,17    | 0,46    | 0,30    | 5 400   | 0,00    | 1,40   | 2,10    | 99      | 3,40    | 0,23    | 0,05    | 1 400  | 0,05    | 0,50    | 0,02   | 530     |
| <b>Pohjavesiputki 304</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 9.1.2024                  | 640     | 0,29    | 2,90    | 0,01    | 0,35    | 1,60    | 0,42    | 9 200   | 0,03    | 1,40   | 0,93    | 55      | 1,60    | 0,75    | 0,05    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,04   | 1 400   |
| 18.3.2024                 | 410     | 0,41    | 3,60    | 0,01    | 0,31    | 4,10    | 2,90    | 18 000  | 0,03    | 1,20   | 1,10    | 110     | 2,30    | 0,84    | 0,06    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,04   | 2 300   |
| 27.5.2024                 | 640     | 0,32    | 2,90    | 0,01    | 0,30    | 1,60    | 1,20    | 12 000  | 0,03    | 1,20   | 0,85    | 70      | 1,40    | 0,69    | 0,07    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,04   | 1 600   |
| 23.7.2024                 | 700     | 0,34    | 2,90    | 0,01    | 0,31    | 1,30    | 0,84    | 8 900   | 0,03    | 1,20   | 0,83    | 55      | 1,30    | 0,69    | 0,05    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,06   | 1 200   |
| 17.9.2024                 | 670     | 0,28    | 2,90    | 0,01    | 0,31    | 1,60    | 1,60    | 9 300   | 0,03    | 1,20   | 0,81    | 58      | 1,50    | 0,66    | 0,06    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,06   | 1 500   |
| 28.11.2024                | 690     | 0,38    | 2,90    | 0,01    | 0,30    | 1,90    | 0,87    | 11 000  | 0,00    | 1,20   | 0,85    | 65      | 1,50    | 0,67    | 0,05    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,05   | 1 300   |
| <b>Pohjavesiputki 305</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 9.1.2024                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 18.3.2024                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 28.5.2024                 | 0,99    | 0,11    | 14      | 0,01    | 1,20    | 0,52    | 0,31    | 33 000  | 0,03    | 1,50   | 3,20    | 320     | 4,40    | 2,00    | 0,05    | 4 800  | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 46,00   |
| 25.7.2024                 | 1,30    | 0,14    | 14      | 0,01    | 1,20    | 0,55    | 2,50    | 34 000  | 0,03    | 1,50   | 3,30    | 310     | 4,30    | 2,00    | 0,05    | 5 000  | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 3,10    |
| 18.9.2024                 | 3,30    | 0,18    | 14      | 0,01    | 1,20    | 1,10    | 0,05    | 43 000  | 0,03    | 1,50   | 3,20    | 320     | 4,40    | 2,00    | 0,05    | 5 400  | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 1,70    |
| 28.11.2024                | 4,50    | 0,17    | 14      | 0,01    | 1,20    | 1,30    | 0,06    | 45 000  | 0,00    | 1,50   | 3,30    | 330     | 4,60    | 2,10    | 0,05    | 5 700  | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 3,30    |
| <b>Pohjavesiputki 306</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 18.3.2024                 | 9,60    | 0,10    | 2,00    | 0,01    | 1,60    | 0,17    | 0,72    | 10      | 0,03    | 0,98   | 0,57    | 130     | 1,40    | 1,40    | 0,05    | 970    | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 400     |
| 28.5.2024                 | 5,90    | 0,10    | 2,20    | 0,02    | 2,20    | 0,12    | 1,30    | 1 500   | 0,03    | 0,96   | 0,64    | 120     | 1,50    | 2,00    | 0,05    | 760    | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 620     |
| 25.7.2024                 | 2,70    | 0,10    | 2,30    | 0,01    | 1,60    | 0,11    | 5,60    | 1 300   | 0,03    | 1,10   | 0,70    | 130     | 1,80    | 1,30    | 0,05    | 800    | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 200     |
| 18.9.2024                 | 20      | 0,29    | 2,20    | 0,01    | 1,70    | 0,49    | 1,00    | 4 400   | 0,03    | 1,20   | 0,64    | 120     | 1,80    | 1,50    | 0,05    | 820    | 0,05    | 0,50    | 0,03   | 160     |
| <b>Pohjavesiputki 307</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |        |         |         |        |         |
| 19.3.2024                 | 3,70    | 0,23    | 14      | 0,03    | 0,23    | 0,33    | 0,10    | 4 400   | 0,03    | 2,40   | 3,90    | 280     | 4,90    | ~ 0,15  | 0,05    | 500    | 0,21    | 0,50    | 0,01   | 150     |
| 29.5.2024                 | 6,50    | 0,10    | 14      | 0,01    | 0,05    | 0,55    | 0,13    | 7 200   | 0,03    | 2,40   | 3,90    | 280     | 4,90    | 0,09    | 0,05    | 2 500  | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 180     |
| 25.7.2024                 | 2,10    | 0,10    | 14      | 0,01    | 0,05    | 0,45    | 0,34    | 4 900   | 0,05    | 2,40   | 4,00    | 260     | 4,70    | 0,07    | 0,05    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 10      |
| 18.9.2024                 | 3,90    | 0,10    | 13      | 0,01    | 0,05    | 0,79    | 0,09    | 8 000   | 0,05    | 2,40   | 3,70    | 260     | 4,60    | 0,07    | 0,05    | 500    | 0,05    | 0,50    | 0,01   | 21      |

### 11.2.2 Talousvesikaivot

Talousvesikaivojen vesi täytti pääosin STM:n asetuksessa 401/2001 yksityistalouksien kaivovedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset. Suuri osa alkuaineista on kuitenkin analysoitu liukoisine pitoisuuksina, kun taas asetuksessa mainitut raja-arvot on annettu kokonaispitoisuuksina. Talousvesikaivojen veden laatu vuonna 2024 on esitetty taulukossa 11-3.

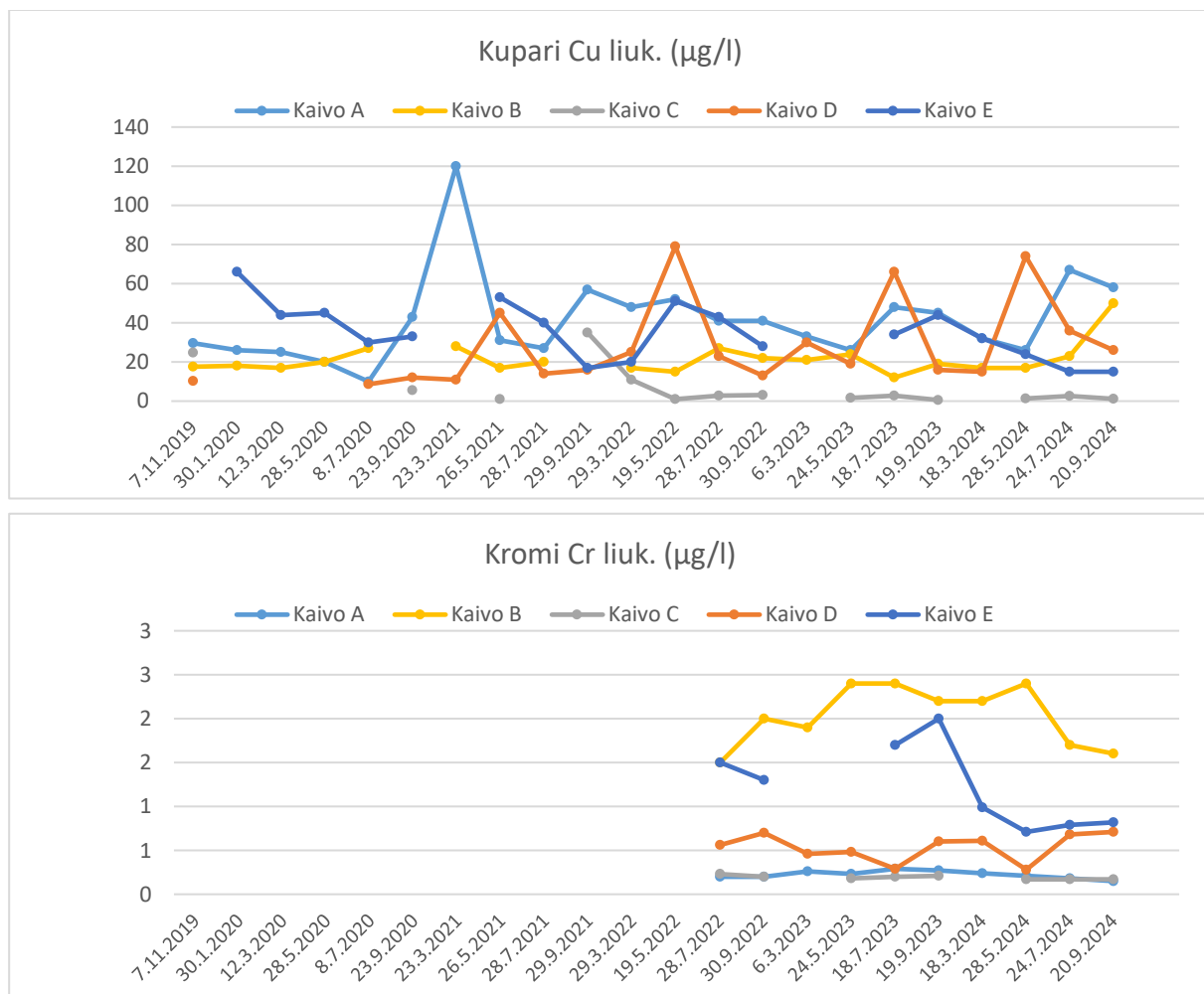
**Kaivossa A** (porakaivo) vesi täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja suositukset lähes täysin, väriluku ja sameusarvo ylittivät sekä veden pH-arvo alitti talousveden suositustasot osalla havaintokerroista. Vesi oli kirkasta tai vain lievästi sameaa, ja kemiallisen hapenkulutuksen määrä oli pieni. Happipitoisuus vaihteli heikosta hyvään ja veden pH-arvot selvästi happamasta vedestä emäksiseen veteen (pH-arvot 4,0–7,5). Ravinnepitoisuudet olivat kokonaisuudessaan pieniä. Kuparin, nikkelin ja sinkin vuosikeskiarvopitoisuudet olivat pohjaveden ympäristölaatu normitasoa suuremmat, ympäristölaatu normin ylityksiä on havaittu myös vuosina 2018–2023 useiden laatuparametrien kohdalla (kuva 11-12). Kaivo on syvä porakaivo ja näyte otetaan hanasta. Talossa on vedenpuhdistin sekä UV-lamppu bakteerien käsittelyyn.

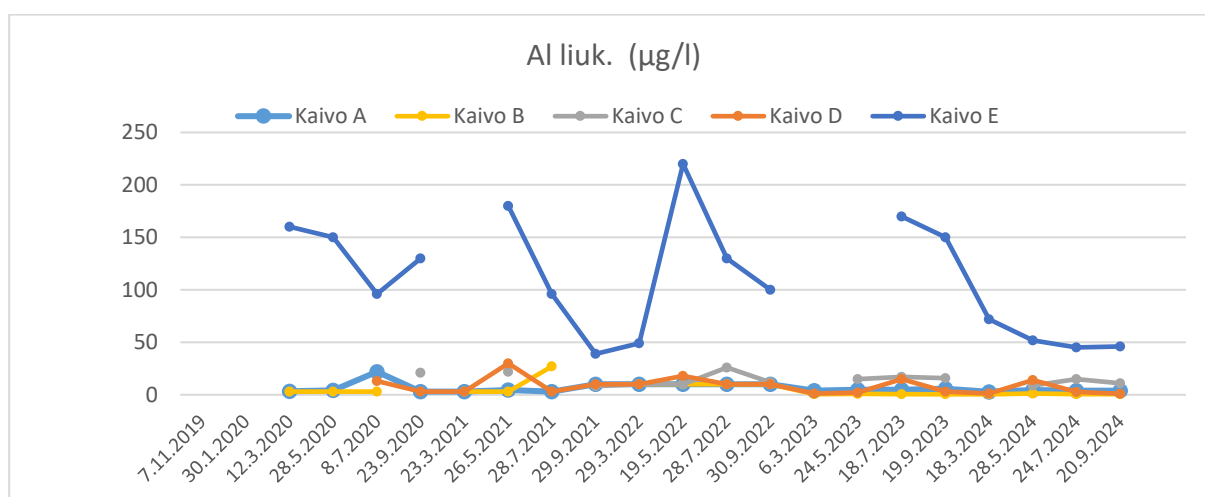
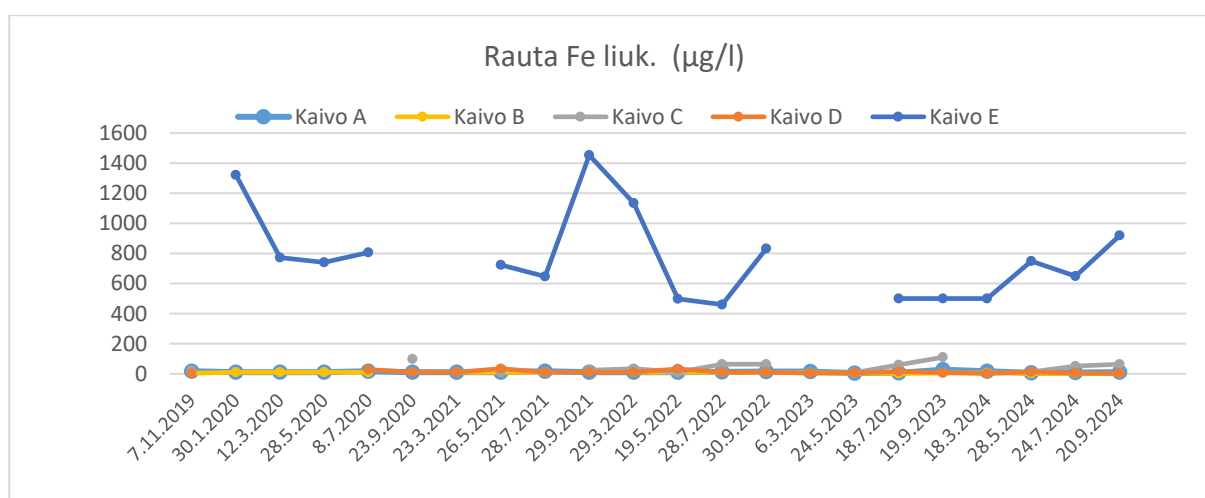
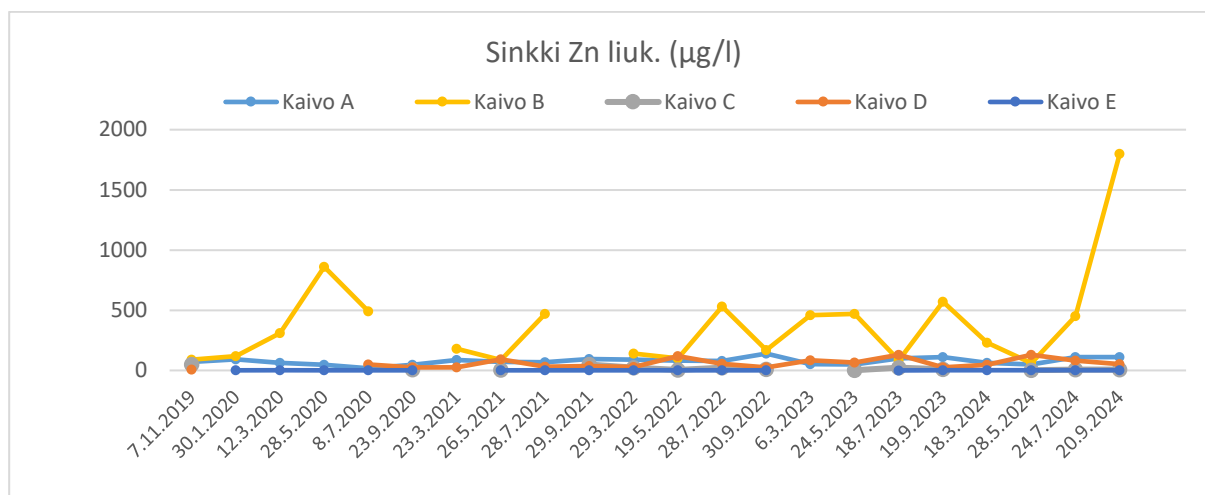
**Kaivon B** (porakaivo) veden pH-arvot olivat lähellä neutraalia vettä. Vesi oli väritöntä, kirkasta ja pääosin runsashappista. Fosforin pitoisuudet olivat pääosin alle määrittämissä, mutta typen yhdisteitä todettiin edellisvuoden tapaan runsaasti. Nitraatti-nitriittityypin pitoisuus on edelleen korkea, mutta jäi kuitenkin talousvesiasetuksessa nitraattityypille asetettua enimmäispitoisuuden raja-arvoa pienemmäksi. Ammoniumtypen pitoisuudet olivat alle määrittämissä. Nikkelin pitoisuudet ylittivät juomaveden raja-arvon kaikilla havaintokerroilla. Myös liukoista sinkkiä todettiin edellisvuosien tapaan runsaasti ja pitoisuudet ylittivät myös selvästi pohjaveden ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason. Kuparin pitoisuudet ylittivät myös niukasti ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason.

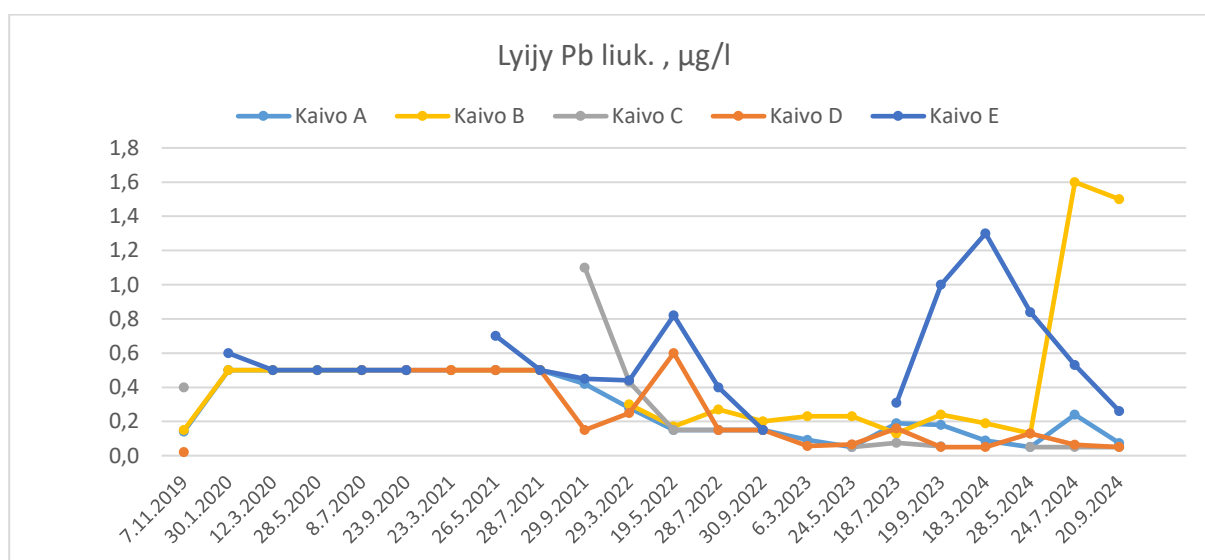
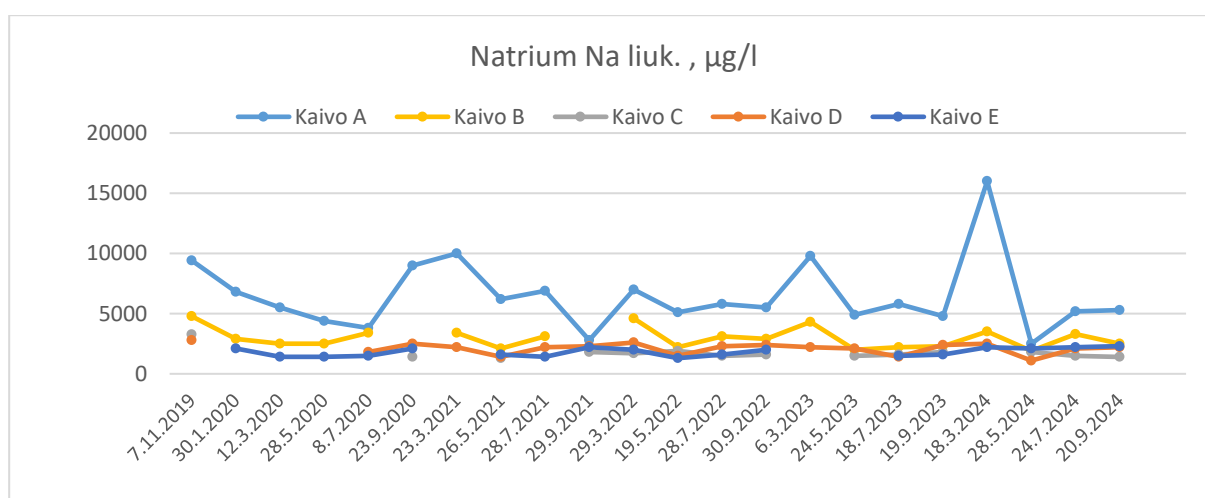
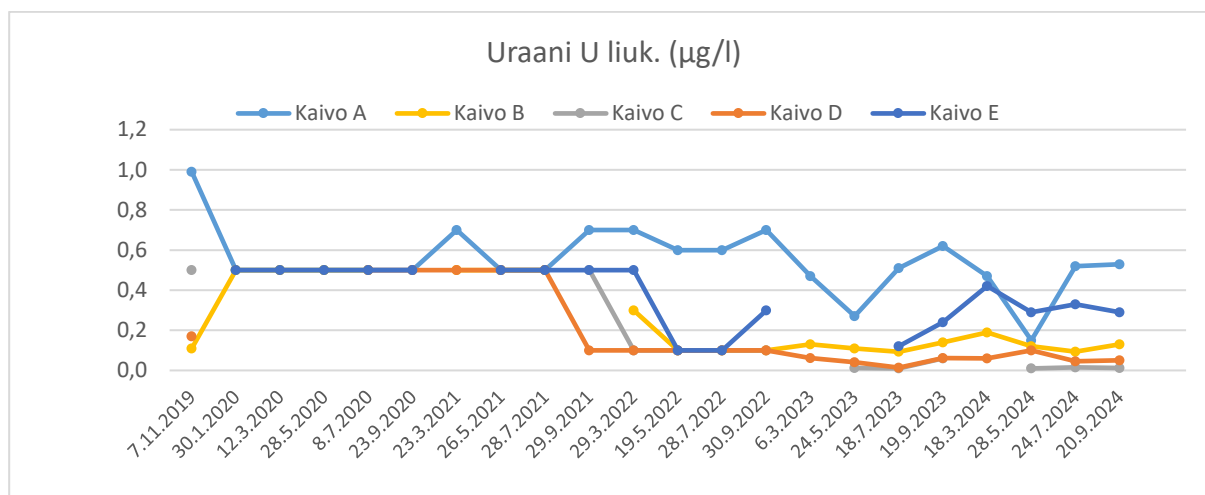
**Kaivosta C** (rengaskaivo) otettiin kolme näytettä vuonna 2024. Talosta kauempana oleva kaivo peittyy talvisin lumeen, eikä kantta saa auki maaliskuun tarkkailukierroksella. Vesi oli lievästi hapanta ja vähähumuksista. Vesi oli väritöntä tai lähes väritöntä. Kaivon vesi täytti muuten kaikki talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja suositukset, väriarvot olivat niukasti yli suositustason kahdella havaintokerralla. Samoin veden pH-arvot alittivat suositustason kahdella havaintokerralla. Aiemmin havaitun kohonneen kuparin pitoisuus alitti ympäristölaatu normin koko tarkkailuvuoden ajan (kuva 11-12). Kaivosta todettiin toukokuussa pieni määrä fekaaleja (2 pmy/100 ml). Fekaalisten koliformisten esiintyminen on useimmiten merkki, että kaivovesi on saastunut ulosteperäisesti, joka voi johtua esim. pintaveden pääsystä kaivoon tai eläinten ulosteen päätyemisestä kaivoveteen.

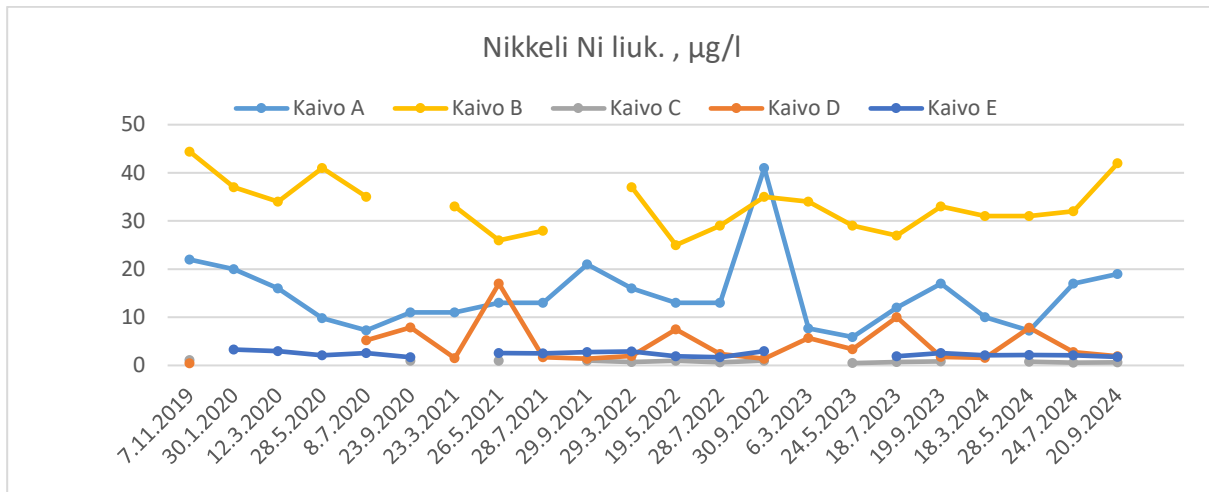
**Kaivon D** (porakaivo) veden pH-arvot osoittivat vähintään lievää emäksisyyttä. Vesi oli yleensä väritöntä ja vain lievästi sameaa. Väriluku ja sameusarvot ylittivät talousvedelle asetetun laatusuosituksen kuitenkin vähintään kertaalleen. Ympäristölaatu normin vuosikeskiarvon ylityksiä todettiin kuparin ja sinkin osalta (kuva 11-12).

**Kaivon E** (rengaskaivo) vesi oli edelleen tutkituista kaivovesistä selvästi ruskeinta, ja myös kemiallinen hapenkulutus oli kaivoista suurin. Veden väriluku, sameus ja kemiallinen hapenkulutus ylittivät talousvedelle annetut laatusuosituksset vähintään kertaalleen. Myös raudan pitoisuudet olivat juomaveden suositustasoa suuremmat kahdella havaintokerralla (kuva 11-12). Typpipitoisuudet olivat edelleen pieniä. Kuparin pitoisuudet ylittivät ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotason niukasti (kuva 11-12). Muita ympäristölaatunormin ylityksiä ei todettu. Kaivosta todettiin heinä- ja syyskuussa pieniä määriä fekaaleja koleja (1–6 pmy/100 ml). Fekaalisten koliformisten esiintyminen on useimmiten merkki, että kaivovesi on saastunut ulosteperäisesti, joka voi johtua esim. pintaveden pääsystä kaivoon tai eläinten ulosteen päätyemisestä kaivoveteen.









**Kuva 11-12. Talousvesikäytössä olevien kaivojen laatuvaatimusten ja suositusten mukaisten laatuvaatimuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2024.**

**Taulukko 11-3. Talousvesikaivojen veden laatu vuonna 2024. Alle määritysrajan olevat tulokset on merkitty vihreällä, niitä ei ole puolitettu.**

| Havaintopaikka | Lämpötila                   | COD <sub>Mn</sub> | O <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> kyll | pH  | Sameus | Sähk. joht. | Väri    | Typpi | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N | Fosfori | PO <sub>4</sub> -P | Cl   | SO <sub>4</sub> | Kokonais kovuus |
|----------------|-----------------------------|-------------------|----------------|---------------------|-----|--------|-------------|---------|-------|--------------------|-------------------------------------|---------|--------------------|------|-----------------|-----------------|
| Otto pvm.      | °C                          | mg/l              | mg/l           | %                   |     | FNU    | mS/m        | mg Pt/l | µg/l  | µg/l               | µg/l                                | µg/l    | µg/l               | mg/l | mg/l            | mmol/l          |
| <b>Kaivo A</b> |                             |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |         |                    |      |                 |                 |
| 18.3.2024      | 0,6                         | 1,4               | 5,6            | 39                  | 7,3 | 0,4    | 41          | 6,0     | 440   | 3,0                | 370                                 | 4,0     | 0,2                | 13,0 | 19              | 1,7             |
| 28.5.2024      | 6,6                         | 0,9               | 9,2            | 75                  | 7,5 | 8,9    | 19          | 16,0    | 83    | 3,0                | 23                                  | 14,0    | 3,0                | 0,5  | 14              | 0,9             |
| 24.7.2024      | 12,1                        | 1,6               | 3,7            | 34                  | 4,0 | 0,6    | 9           | 7,0     | 150   | 3,0                | 36                                  | 7,0     | 0,2                | 7,2  | 23              | 1,7             |
| 20.9.2024      | 12,2                        | 1,5               | 1,4            | 13                  | 6,7 | 1,8    | 38          | 5,0     | 110   | 3,0                | 18                                  | 3,0     | 2,0                | 5,1  | 22              | 1,8             |
| <b>Kaivo B</b> |                             |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |         |                    |      |                 |                 |
| 18.3.2024      | 4,2                         | 0,7               | 3,6            | 28                  | 7,1 | 0,1    | 34          | 5,0     | 4100  | 3,0                | 4000                                | 3,0     | 0,2                | 2,5  | 16              | 1,4             |
| 27.5.2024      | 5,6                         | 1,2               | 9,6            | 76                  | 7,0 | 0,3    | 28          | 5,0     | 1600  | 3,0                | 1500                                | 3,0     | 7,0                | 1,6  | 10              | 1,2             |
| 24.7.2024      | 12,0                        | 1,0               | 8,9            | 83                  | 6,9 | 0,1    | 28          | 5,0     | 5000  | 3,0                | 4400                                | 6,0     | 0,2                | 4,6  | 12              | 1,1             |
| 19.9.2024      | 11,1                        | 2,2               | 8,7            | 79                  | 6,8 | 0,1    | 30          | 5,0     | 3100  | 3,0                | 2700                                | 3,0     | 2,0                | 2,6  | 11              | 1,3             |
| <b>Kaivo C</b> |                             |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |         |                    |      |                 |                 |
| 18.3.2024      | Kaivo lumen alla peitettynä |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |         |                    |      |                 |                 |
| 27.5.2024      | 5,8                         | 0,5               | 5,2            | 42                  | 6,7 | 0,6    | 3,4         | 5,0     | 50    | 3,0                | 5,0                                 | 3,0     | 0,2                | 0,3  | 3,8             | 0,1             |
| 24.7.2024      | 11,1                        | 0,6               | 3,6            | 32                  | 6,4 | 0,4    | 3,9         | 6,0     | 53    | 3,0                | 6,0                                 | 6,0     | 0,2                | 0,4  | 1,7             | 0,1             |
| 19.9.2024      | 10,1                        | 0,7               | 3,6            | 32                  | 6,4 | 0,4    | 4,3         | 6,0     | 50    | 3,0                | 5,0                                 | 3,0     | 2,0                | 0,3  | 1,3             | 0,2             |
| <b>Kaivo D</b> |                             |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |         |                    |      |                 |                 |
| 18.3.2024      | 4,5                         | 0,5               | 3,4            | 26                  | 7,9 | 8,1    | 20          | 5,0     | 380   | 3,0                | 340                                 | 5,0     | 4,0                | 0,2  | 9               | 0,9             |
| 27.5.2024      | 7,1                         | 2,4               | 4,8            | 40                  | 7,1 | 1,0    | 13          | 10,0    | 210   | 3,0                | 47                                  | 3,0     | 2,0                | 0,6  | 3,5             | 0,6             |
| 24.7.2024      | 12,2                        | 2,7               | 5,7            | 53                  | 7,6 | 2,3    | 18          | 5,0     | 480   | 3,0                | 420                                 | 10,0    | 2,0                | 0,2  | 5,6             | 0,8             |
| 19.9.2024      | 12,1                        | 0,5               | 3,8            | 35                  | 7,6 | 4,0    | 19          | 5,0     | 390   | 3,0                | 330                                 | 3,0     | 2,0                | 0,2  | 5,8             | 0,8             |
| <b>Kaivo E</b> |                             |                   |                |                     |     |        |             |         |       |                    |                                     |         |                    |      |                 |                 |
| 18.3.2024      | 1,5                         | 5,6               | 4,7            | 33                  | 7,5 | 1,0    | 29          | 43      | 180   | 3,0                | 38                                  | 11      | 5                  | 0,2  | 2,3             | 1,5             |
| 27.5.2024      | 5,0                         | 4,1               | 2,5            | 19                  | 7,5 | 2,2    | 27          | 32      | 120   | 3,0                | 22                                  | 13      | 6                  | 0,2  | 3,9             | 1,3             |
| 24.7.2024      | 11,0                        | 4,2               | 2,9            | 26                  | 7,4 | 1,8    | 26          | 34      | 210   | 18,0               | 55                                  | 22      | 11                 | 0,2  | 3,4             | 1,3             |
| 19.9.2024      | 10,5                        | 4,0               | 1,4            | 12                  | 7,4 | 1,2    | 25          | 34      | 270   | 3,0                | 150                                 | 12      | 7                  | 0,2  | 3,1             | 1,2             |

| Havaintopaikka | Al liuk | As liuk | Ca   | Ca liuk | Cd liuk | Co liuk | Cr liuk | Cu liuk | Fe liuk | Hg liuk | K liuk | Mg   | Mg liuk | Mn liuk | Na liuk | Ni liuk | Pb liuk | S kok | Sb liuk | Th liuk | U liuk | Zn liuk |
|----------------|---------|---------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|--------|---------|
| Otto pvm.      | µg/l    | µg/l    | mg/l | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l   | mg/l | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l    | µg/l  | µg/l    | µg/l    | µg/l   | µg/l    |
| Kaivo A        |         |         |      |         |         |         |         |         |         |         |        |      |         |         |         |         |         |       |         |         |        |         |
| 18.3.2024      | 2,9     | 0,2     | 45   | 44      | 0,0     | 0,1     | 0,2     | 32      | 17,0    | 0,0     | 3,8    | 15   | 15,0    | 3,3     | 16      | 10,0    | 0,1     | 5900  | 0,3     | 0,5     | 0,5    | 63      |
| 28.5.2024      | 4,7     | 0,1     | 22   | 22      | 0,0     | 0,1     | 0,2     | 26      | 7,1     | 0,0     | 2,0    | 7    | 7,1     | 1,0     | 2,5     | 7,2     | 0,1     | 4600  | 0,2     | 0,5     | 0,2    | 49      |
| 24.7.2024      | 3,9     | 0,3     | 45   | 44      | 0,1     | 0,1     | 0,2     | 67      | 8,8     | 0,0     | 3,8    | 15   | 15,0    | 2,7     | 5,2     | 17,0    | 0,2     | 7000  | 0,3     | 0,5     | 0,5    | 110     |
| 20.9.2024      | 3,9     | 0,2     | 48   | 47      | 0,1     | 0,1     | 0,2     | 58      | 9,9     | 0,0     | 4,3    | 15   | 14,0    | 9,4     | 5,3     | 19,0    | 0,1     | 7300  | 0,2     | 0,5     | 0,5    | 110     |
| Kaivo B        |         |         |      |         |         |         |         |         |         |         |        |      |         |         |         |         |         |       |         |         |        |         |
| 18.3.2024      | 0,5     | 0,2     | 46   | 46      | 0,0     | 0,1     | 2,2     | 17      | 6,0     | 0,0     | 10,0   | 6,8  | 6,8     | 0,5     | 3,5     | 31,0    | 0,2     | 4700  | 0,1     | 0,5     | 0,2    | 230     |
| 27.5.2024      | 1,2     | 0,2     | 38   | 38      | 0,0     | 0,1     | 2,4     | 17      | 2,2     | 0,0     | 8,1    | 6,1  | 6,1     | 0,6     | 1,9     | 31,0    | 0,1     | 3100  | 0,1     | 0,5     | 0,1    | 61      |
| 24.7.2024      | 0,7     | 0,2     | 36   | 36      | 0,0     | 0,1     | 1,7     | 23      | 3,2     | 0,0     | 8,9    | 5,5  | 5,5     | 4,0     | 3,3     | 32,0    | 1,6     | 3800  | 0,1     | 0,5     | 0,1    | 450     |
| 19.9.2024      | 0,6     | 0,1     | 40   | 39      | 0,0     | 0,1     | 1,6     | 50      | 2,2     | 0,0     | 8,6    | 6,3  | 6,2     | 6,5     | 2,5     | 42,0    | 1,5     | 3800  | 0,1     | 0,5     | 0,1    | 1800    |
| Kaivo C        |         |         |      |         |         |         |         |         |         |         |        |      |         |         |         |         |         |       |         |         |        |         |
| 18.3.2024      |         |         |      |         |         |         |         |         |         |         |        |      |         |         |         |         |         |       |         |         |        |         |
| 27.5.2024      | 8,9     | 0,1     | 3,9  | 3,9     | 0,0     | 0,1     | 0,2     | 1,4     | 12      | 0,0     | 0,7    | 0,7  | 0,6     | 2,0     | 1,8     | 0,8     | 0,1     | 1300  | 0,1     | 0,5     | 0,0    | 2,0     |
| 24.7.2024      | 15,0    | 0,2     | 4,7  | 4,7     | 0,0     | 0,1     | 0,2     | 2,7     | 52      | 0,0     | 0,9    | 0,6  | 0,6     | 6,3     | 1,5     | 0,6     | 0,1     | 570   | 0,1     | 0,5     | 0,0    | 5,8     |
| 19.9.2024      | 11,0    | 0,2     | 5,5  | 5,5     | 0,0     | 0,1     | 0,2     | 1,2     | 63      | 0,0     | 0,9    | 0,6  | 0,6     | 4,8     | 1,4     | 0,6     | 0,1     | 500   | 0,1     | 0,5     | 0,0    | 6,2     |
| Kaivo D        |         |         |      |         |         |         |         |         |         |         |        |      |         |         |         |         |         |       |         |         |        |         |
| 18.3.2024      | 1,1     | 4,4     | 26   | 26      | 0,0     | 0,1     | 0,6     | 15      | 2,1     | 0,0     | 2,0    | 6,7  | 6,7     | 0,5     | 2,5     | 1,6     | 0,1     | 2600  | 0,1     | 0,5     | 0,1    | 46      |
| 27.5.2024      | 14      | 0,9     | 16   | 16      | 0,0     | 0,1     | 0,3     | 74      | 12,0    | 0,0     | 0,6    | 5,4  | 5,3     | 1,8     | 1,1     | 7,8     | 0,1     | 960   | 0,2     | 0,5     | 0,1    | 130     |
| 24.7.2024      | 2,7     | 1,8     | 23   | 23      | 0,0     | 0,1     | 0,7     | 36      | 3,9     | 0,0     | 1,7    | 6,6  | 6,6     | 0,5     | 2,1     | 2,8     | 0,1     | 1700  | 0,1     | 0,5     | 0,0    | 82      |
| 19.9.2024      | 1,0     | 2,8     | 24   | 23      | 0,0     | 0,1     | 0,7     | 26      | 1,9     | 0,0     | 1,8    | 6,2  | 6,1     | 0,5     | 2,2     | 1,9     | 0,1     | 1900  | 0,1     | 0,5     | 0,1    | 53      |
| Kaivo E        |         |         |      |         |         |         |         |         |         |         |        |      |         |         |         |         |         |       |         |         |        |         |
| 18.3.2024      | 72      | 1,7     | 57   | 57      | 0,0     | 0,5     | 1,0     | 32      | 530     | 0,0     | 4,7    | 1,5  | 1,5     | 31,0    | 2,2     | 2,1     | 1,3     | 500   | 0,4     | 0,5     | 0,4    | 15      |
| 27.5.2024      | 52      | 1,5     | 50   | 49      | 0,0     | 0,5     | 0,7     | 24      | 390     |         | 4,4    | 1,4  | 1,4     | 36,0    | 2,1     | 2,2     | 0,8     | 750   | 0,3     | 0,5     | 0,3    | 19      |
| 24.7.2024      | 45      | 1,5     | 48   | 49      | 0,0     | 0,5     | 0,8     | 15      | 410     | 0,0     | 4,7    | 1,3  | 1,3     | 36,0    | 2,2     | 2,1     | 0,5     | 650   | 0,3     | 0,5     | 0,3    | 9,4     |
| 19.9.2024      | 46      | 2,2     | 46   | 46      | 0,0     | 0,2     | 0,8     | 15      | 360     | 0,0     | 4,8    | 1,0  | 1,0     | 18,0    | 2,3     | 1,8     | 0,3     | 920   | 0,4     | 0,5     | 0,3    | 5,7     |

## 12 Kaivannaisjätteet ja -jätealueet

Toiminnassa muodostuvia ympäristöluvan mukaisesti kaivannaisjätteiksi luokiteltuja ovat sivukivi, rikastushiekka ja pyriittirikaste, silloin kun se loppusijoitetaan altaaseen. Pyriittirikaste (rikkirikaste) on kuitenkin ensisijaisesti myytävä tuote. Kaivannaisjätteiden ominaisuudet on kuvattu vuonna 2022 päivitetyn jätehuoltosuunnitelman sekä vuosien 2023 ja 2024 uusien näytetulosten perusteella. Vuoden 2024 analyysitulokset ja vuoden 2024 aikana muodostuneiden kaivannaisjätteiden luokittuminen on esitetty liitteessä 7.

Sotkamo Silver on toimittanut Säteilyturvakeskukselle (STUK) 17.5.2021 säteilylain mukaisen ilmoituksen hopeakaivoksen toiminnasta ja testausselostet malmin, sivukiven, rikastushiekan, rikasteiden ja kaivosvesien radioaktiivisuustutkimuksista. Tutkittujen aineiden uraani-238- ja torium-232-pitoisuudet sekä näiden tuotteiden hajoamistuotteiden aktiivisuuspitoisuudet olivat vapauttamisrajaa 1 Bq/g pienempiä. Mineralogisissa tutkimuksissa ei ole tavattu tunnettua radioaktiivisia mineraaleja eivätkä radioaktiivisten alkuaineiden pitoisuudet poikkeaa maankuoren keskimääräisistä pitoisuuksista. Sotkamo Silverin kaivoksella asbestia on tutkittu työhygieenisten selvitysten mittauksissa ja niiden perusteella asbestia ei esiinny kaivosprosessin eri vaiheissa eikä tällä perusteella myöskään kaivannaisjätteissä.

### 12.1 Sivukivi

Kaivoksella muodostuu louhinnassa rikastukseen kelpaamatonta sivukiveä noin 280 000—380000 t vuodessa. Sitä on muodostunut aiemmin myös avolouhoksella, ja avolouhinnan päättymisen jälkeen vain maanalaisessa kaivoksessa. Kaivoksen sivukivi muodostuu felsisestä metavulkaniitista, jonka koostumus vastaa dasiittia tai ryoliittia. Avolouhos ja maanalainen kaivos ovat sivukiven litologioiltaan samanlaisia.

Päämineraaleja ovat kvartsi, serisiitti (muskoviitin muoto) ja biotiitti. Sivumineraaleja sivukivessä ovat erilaiset karbonaattimineraalit ja pyriitti. Kallio on kauttaaltaan liuskeista. Sivukiven mineraloginen koostumus on esitetty tarkemmin kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmassa.

Vuosien 2018, 2020, 2022–2024 avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen näytteiden mediaanipitoisuuksista kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia ovat arseeni-, kadmium- ja antimonipitoisuudet. Alemman ohjearvon ylittää lyijypitoisuus ja ylemmän ohjearvon sinkkipitoisuus. Kynnysarvojen ylityksen vuoksi sivukivi on luokiteltu ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi.

Avolouhoksen sivukivissä pitoisuudet ovat maanalaisen kaivoksen pitoisuuksia alhaisempia. Minimi- ja maksimipitoisuuksissa on nähtävissä kohtuullisen suuri vaihtelu geokemiallisissa ominaisuuksissa, mutta pitoisuuksien keskiarvot kuvastavat kohtuullisen hyvin keskimääräistä sivukiveä.

Sivukivi luokituu ABA-testin keskiarvotulosten perusteella mahdollisesti happoa tuottavaksi, sillä rikkipitoisuus on alle 1 % ja hapontuottokyvyn ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR) on alle kolme.

Sivukivi tunnistetaan kaivosgeologin toimesta silmämääräisesti ja perustuen kaira- ja soijanäyt-teistä tehtyihin kemiallisiin analyysihin. Sivukiven ja malmin erottaminen perustuu kiven arvometallipitoisuuksiin, päämineraalit ja niiden määrä on likimäärin sama.

Sivukivi hyödynnetään nykyisin kokonaan maanalaisen kaivoksen louhostäytöissä. Vuoden 2024 aikana kaikki louhittu sivukivi on sijoitettu suoraan kaivoksen täyttöön, eikä sitä ole tuotu sivukivialueelle.

Tarkkailuohjelmasta poiketen kokoomanäytteet kerättiin sivukivestä jokaisesta louhintaerästä. Koska sivukiveä ei enää läjitetä sivukivialueelle, eikä se luvan mukaisesti ole kaivannaisjätettä, silloin kun se sijoitetaan suoraan kaivostäyttöön, tarkkailuohjelman tarkoittamia sivukiviä ei muodostu. Yhtiö haluaa kuitenkin selvittää ja seurata kaivokseen sijoittamaa sivukiven laatua ja sen ominaisuuksia jatkuvasti, joten tarkkailun jatkaminen sivukiven osalta on perusteltua.

Näytteet on kerätty kuukausinäytteiksi päivittäisistä tuotannon tarkkailunäytteistä yhtiön geologien ja CRS:n laboratorion toimesta. Määritykset tehtiin XRF- ja alkuaineanalyysien osalta Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa sekä fysikaalis-kemiallisten tutkimusten ja ABA- ja NAG-testien osalta Eurofins Environment Testing Oy:n Jyväskylän laboratoriossa.

Sivukivien laatua seurataan lisäksi analysoimalla kuningasvesiliukoiset metalli-pitoisuudet ICP-menetelmällä neljä kertaa vuodessa. Kuningasvesiliukoisia metallipitoisuuksia verrataan yleensä PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvoihin. Sivukiven ympäristövaarallisuutta voidaan arvioida vertaamalla kuningasvesiuutto-ICP menetelmällä analysoituja kokonaispitoisuuksia neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukaisiin pitoisuustasoihin.

Sivukiven liukoisuusominaisuuksia on selvitetty myös 2-vaiheisella ravistelutestillä (2-vaiheinen liukoisuustestaus) ja NAG-uuttomenetelmällä, joka kuvaa liukoisuustestiä paremmin metallien vapautumista kiviaineksesta hapetusreaktioissa.

Kaivannaisjätteiden jäteluokittelussa ei ole olemassa vaarallisen jätteen luokkaa sivukiville, vaan louhinnassa syntyvät kaivannaisjätteet ovat metallimineraalien tai muiden mineraalien louhinnassa syntyvää jätettä, joka Valtioneuvoston asetuksen kaivannaisjätteistä (VnA 190/2013) liitteen 1 perusteella luokitellaan joko pysyväksi tai ei-pysyväksi.

Sivukiven tarkkailutuloksen 2024, fysikaaliset ominaisuudet ja mineralogia sekä geokemialliset- ja haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuudet on esitetty liitteessä 7.

Sivukiven pitkäaikaiskäyttäytymistä ja ominaisuuksia on selvitetty myös vuoden 2022 aikana aloitetuilla pitkäaikais-kosteuskammiotesteillä, jotka ovat edelleen käynnissä. Kosteuskammiotestaus ei kuulu kaivoksen veloitettarkkailuohjelmaan, joten se raportoidaan erikseen, sen valmistumisen jälkeen.

## 12.2 Rikastushiekka

### **Rikastushiekka-allas**

Rikastushiekka-allas sijoittuu rikastamoalueen ja selkeytysaltaiden eteläpuolelle ja sen kokonaispinta-ala on vuoden 2022 aikana toteutetun laajennuksen jälkeen noin 20 hehtaaria. Rikastusprosessissa syntyvä rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen ja sitä hyödynnetään rikastushiekka-altaan patojen korotuksissa sekä maanalaisen kaivoksen täytöissä. Rikastushiekka- ja allasalueen sijainti on esitetty kuvassa 13-1.

Viimeisin määräaikaistarkastus rikastushiekka-altaan, pyriittialtaan ja selkeytysaltaiden padoille on pidetty 26.10- 27.10.23. Altaan patokorotusten viimeisimmän valmistuneen korotusosan (mpy. +230 m) käyttöönottotarkastus pidettiin 28.10.24. +230.0 m mpy korotus otetaan käyttöön, kun läjitystaso ylittää patokorotuksen +227.5 m mpy tason arviolta kevään 2025 aikana. Vahingonvaara-arvio tasolle +234 m mpy päivitetään korotustason huhtikuun 2025 aikana. Patotarkkailuohjelma on yhtenäistetty ja ohjelma on päivitetty sisäiseen käyttöön. Sotkamo Silver toimittaa viimeistellyn ja päivitetyn tarkkailuohjelman patoviranomaiselle huhtikuun 2025 loppuun mennessä.

Sotkamo Silver Oy on toimittanut 12.6.2024 Sotkamon hopeakaivoksen rikastushiekka-altaan korottamista (korkein patokorotus +234 m mpy) koskevan ympäristölupahakemuksen Pohjois-Suomen aluehallintovirastoon. Hakemusta on täydennetty 23.9.2024 ja 10.12.2024. Hakemus on kuulutettu 9.1.2025 ja Sotkamo Silver on antanut selityksen hakemuksesta annettuihin lausuntoihin 17.3.2025.

Vuoden 2024 aikana ei ole ollut patoturvallisuuteen vaikuttavia rikastushiekka-altaan rakenteisiin, rikastushiekkan purkulinjan toimintaan tai palautusveden pumppaukseen liittyviä poikkeustilanteita. Rakenteelliseen vakavuuteen, vaarallisen jätteen määrään sekä ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien määrään perustuen rikastushiekka-allas ei ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava jätealue.



**Kuva 12-1. Rikastushiekka- ja allasalue.**

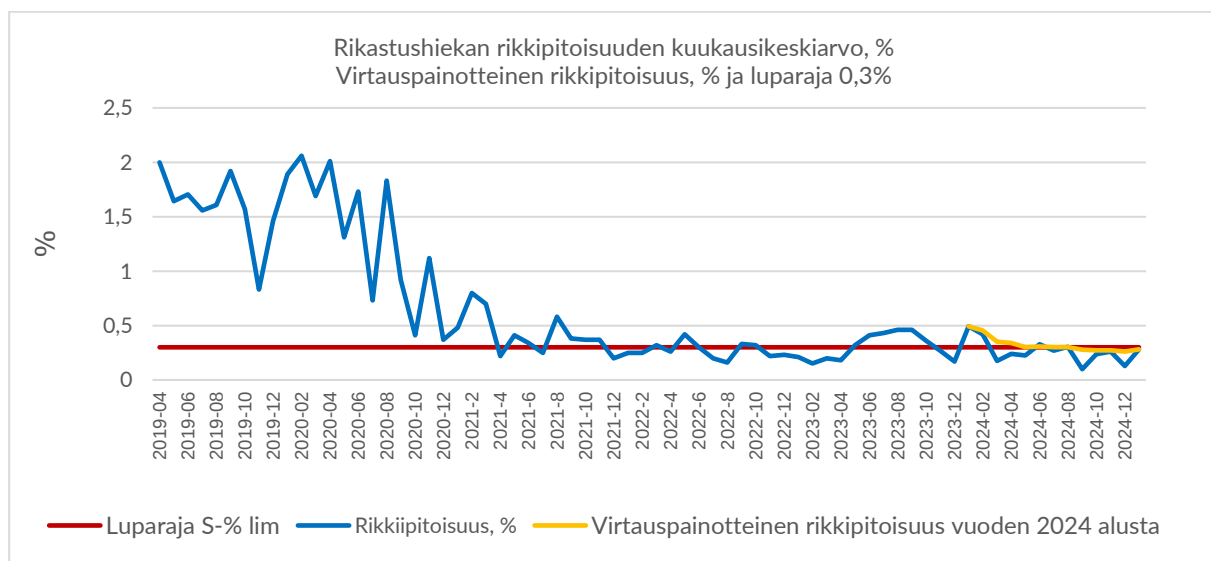
## Rikastushiekan ominaisuudet

Rikastushiekan mineraloginen koostumus muistuttaa pääpiirteissään sivukiveä. Päämineraalit ovat kvartsi ja muskoviitti). Pyriittirikasteen rikastusprosessin tehokkuuden parantuminen on nähtävissä rikastushiekan rikkipitoisuuden pienentymisenä tuotannon aloittamiseen verrattuna. Rikastushiekan koostumusta on tarkkailtu tuotannon laadunvarmistusseurannassa ICP-tekniikalla vuodesta 2019 lähtien. Rikastusjakeista on analysoitu hopean, kuparin, lyijyn, rikin, antimonin, sinkin sekä raudan pitoisuudet. Laadunvarmistusseurannan päivittäisistä tuloksista lasketut kuukausikeskiarvot on esitetty taulukossa 13-1.

**Taulukko 12-1. Rikastushiekan vuoden 2019-2024 omaavaltontaisen laadunseurannan metalli- ja metalloidipitoisuudet. Pitoisuudet on laskettu vuosittain kuukausikeskiarvoista.**

| Rikastushiekka | Alkuaine |       |       |        |       |       |        |
|----------------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
|                | Ag       | Cu    | Pb    | S      | Sb    | Zn    | Fe     |
| Vuosi          | mg/kg    | mg/kg | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg  |
| 2019 keskiarvo | 21       | 40    | 570   | 15 000 | 22    | 890   | 25 000 |
| 2020 keskiarvo | 15       | 26    | 330   | 13 000 | 17    | 620   | 22 000 |
| 2021 keskiarvo | 9        | 18    | 295   | 3 966  | 13    | 404   | 14 347 |
| 2022 keskiarvo | 11       | 17    | 249   | 2 404  | 12    | 439   | 13 865 |
| 2023 keskiarvo | 15       | 22    | 279   | 3 070  | 13    | 408   | 12 400 |
| 2024 keskiarvo | 13       | 11    | 327   | 2 737  | 14    | 482   | 13 042 |

Rikastushiekan kuningasvesiuutolla ja ICP-menetelmällä määritetty virtauspainotettu rikkipitoisuus kuukausittain vuosina 2019–2024 on esitetty kuvassa 13-2. Vuoden 2024 tuotannon laadunseurannan ICP-tuloksista laskettu koko vuoden virtauspainotettu rikkipitoisuus oli 0,26 % ja kuukausivirtauspainotettujen pitoisuuksien keskiarvo 0,27 %. Pyriitin rikastusprosessin tehostamisen ansiosta rikastushiekan rikkipitoisuus on pienentynyt merkittävästi toiminnan alkuvaiheeseen verrattuna.



**Kuva 12-2. Rikastushiekan rikkipitoisuuden kuukausikeskiarvot vuosina 2019 - 2024. Näytteet ovat rikastamon laadunvarmistusnäytteitä.**

## 12.3 Pyriitti

Pyriittirikaste (rikkirikaste) vaahdotetaan omaksi tuotteekseen rikastusprosessissa. Se sisältää pyriitin lisäksi pieniä määriä pyrroitiittia. Pyriittirikasteen vaahdotusprosessin saanti vaikuttaa suoraan rikastushiekan ominaisuuksiin ja rikkipitoisuuteen. Pyriittirikasteen määrä on vuositason vaihdellut 15 000–20 000 t/v ja vuonna 2024 sitä tuotettiin 14 400 tonnia. Pyriittirikaste on tuote ja se pyritään ensisijaisesti toimittamaan tuotteena asiakkaalle. Vuonna 2024 asiakkaalle toimitettiin 10 600 tonnia pyriittirikastetta. Kaivosalueelle varastoitu rikaste sijoitetaan kuivaläjityksenä pyriittialtaaseen, jonka pinta-ala on 1 ha. Suodatettu pyriittirikaste siirretään rikastamon siilosta traktorikuormina pyriittialtaaseen. Pyriittiallas on rikastushiekka-altaan välittömässä läheisyydessä, kuvassa 13-1 rikastushiekka-altaan vasemmassa yläkulmassa.

Pyriitin laadun tarkkailu on toteutettu samalla tavalla kuin sivukiven ja rikastehiekan tarkkailu. Näytteet kerätään vuorokohtaisesti. Kokoomanäyte sekoitetaan vuoronäytteistä ja analysoidaan kuukausittain ulkopuolisessa laadunvalvonta laboratoriossa. Taulukossa (taulukko 13-2) on esitetty rikkirikasteen vuosien 2022–2024 omavalvontaisen laadunseurannan metalli- ja metalloidipitoisuudet.

**Taulukko 12-2. Rikkirikasteen vuosien 2022–2024 omavalvontaisen laadunseurannan metalli- ja metalloidipitoisuudet. Vuosien keskiarvopitoisuudet on laskettu kuukausikeskiarvoista.**

| Rikkirikaste   | Alkuaine |       |       |        |       |       |       |
|----------------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                | Ag       | Cu    | Pb    | S      | Sb    | Zn    | Fe    |
| Vuosi          | mg/kg    | mg/kg | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| 2022 keskiarvo | 23       | 53    | 848   | 9 521  | 15    | 2 260 | 23    |
| 2023 keskiarvo | 19       | 36    | 444   | 11 867 | 12    | 1 587 | 19    |
| 2024 keskiarvo | 20       | 47    | 511   | 13 434 | 15    | 1 744 | 20    |

## 13 Melu

Melumittaukset häiriintyvissä kohteissa on suoritettu vuosina 2018 ja 2020. Yöaikaiset melumittaukset on tehty vuonna 2023 sekä pistemäiset melulähteet mitattu ja melun leviäminen mallinnettu vuoden 2024 aikana. Melumittauksia on myös tehty melutorjuntatoimenpiteiden valmistumisen jälkeen elokuussa 2021. Vuonna 2024 melumittaukset suoritettiin ja melumalli päivitettiin osana rikastushiekka-allasalueen laajentamisen meluselvitystä. Tulokset on esitetty liitteessä 12.

Mittaukset toistetaan aina kun toiminta-alueelle tulee uusi melupäästölähde ja kun toiminta-alueella toteutetaan meluntorjuntatoimenpiteitä (esimerkiksi kun rakennetaan meluvalleja tai -seiniä) tai vähintään kolmen vuoden välein. ELY-keskus voi tulosten perusteella tarvittaessa lisätä melumittauksen pisteitä sekä velvoittaa melumittauksia tehtäväksi esitettyä useammin.

Melumallinnus on laadittu ns. myötätuuliolosuhteisiin, jolloin olosuhteet ovat koko laskenta-ajan samanlaiset ja melun leviämiselle suotuisat. Käytännössä tällaisia säätilanteita ovat mm. tyynyt ja viilenevät kesäillat, joten ne ovat vuositason suhteellisen harvinaisia. Tulosten tulkinnassa on huomioitava lisäksi, etteivät mitattujen melulähteiden keskiäänitasot toteudu mallinnusten mukaisina samanaikaisesti ja jatkuvasti joka puolella tarkastelualueita, vaan melun leviämiseen vaikuttavat voimakkaasti mm. vallitsevat sääolosuhteet ja tuotannon yhtäaikaisten toimintojen

ajoittuminen. Melun leviämislaskelmissa ei ole huomioitu toiminta-alueen ja kiinteistöjen välissä olevaa puustoa, joka vaimentaa melutasoja jonkin verran.

Melumallinnusten tuloksia on tarkasteltu toiminnan aikaisten päivä- (klo 7–22) ja yöaikaisten (klo 22–7) keskiäänitasojen (LAeq) osalta nykytilanteessa. Toiminta-alueen meluvaikutuksia tarkasteltaessa on huomioitu toiminta-aluetta lähimmät vakituiset ja vapaa-ajan kiinteistöt, Taivaljärven vesialue sekä Hiidenportin kansallispuisto. Voimassa olevan ympäristöluvan mukainen raja-arvo asuin- ja vapaa-ajankiinteistöjen piha-alueilla on päiväajalle 55 dB (LAeq) ja yöajalle 50 dB (LAeq). Lomakaudella 15.6.–31.7. välisenä aikana päiväaikainen raja-arvo on 45 dB (LAeq) ja yöaikainen raja-arvo 40 dB (LAeq). Melulle asetetut raja-arvot eivät koske Taivaljärven vesistön eikä Hiidenportin kansallispuiston aluetta. Keskiäänitasot tarkastelupisteillä on esitetty seuraavassa taulukossa 13-1.

**Taulukko 13-1. Päivä- (klo 7–22) ja yöaikaiset (klo 22–7) keskiäänitasot [dB(A)] tarkastelupisteillä.**

| Mittauspiste | Kohde           | Päivä | Yö |
|--------------|-----------------|-------|----|
| L1           | Lomakiinteistö  | 36    | 33 |
| L2           | Lomakiinteistö  | 38    | 35 |
| L3           | Lomakiinteistö  | 35    | 33 |
| L4           | Lomakiinteistö  | 34    | 21 |
| As1          | Asuinkiinteistö | 29    | 25 |
| As2          | Asuinkiinteistö | 40    | 27 |
| As3          | Asuinkiinteistö | 19    | 10 |
| Taivaljärvi  | Vesistö         | 48    | 42 |

Lomakaudella 15.6.–31.7. melutasot ylittivät päiväaikaisen raja-arvotason 45 dB ja yöaikaisen raja-arvotason 40 dB Taivaljärven tarkastelupisteellä. Päivä- ja yöaikaiset raja-arvotason eivät ylity muilla tarkastelupisteillä eikä mallinnetut melualueet ulotu Hiidenportin kansallispuiston alueelle.

Lomakauden ulkopuolella päiväaikainen raja-arvo 55 dB ja yöaikainen raja-arvo 50 dB eivät ylity millään tarkastelupisteellä. Mallinnuksessa huomioitujen toimintojen ja liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset tarkastelluille asuin- ja lomakiinteistöille eivät ylitä ympäristöluvan mukaisia päivä- ja yöaikaisia raja-arvoja.

## 14 Pöly

Ilmanlaadun tarkkailua toteutetaan leijuma- ja laskeumatarkkailun avulla. Pölyn laskeuma- tarkkailun perusteella arvioidaan toiminnasta aiheutuvan hajapölyn määrää ja siitä maaperän laatuun aiheuttavia vaikutuksia. Pölylaskeumaa tarkkaillaan pölyämistä aiheuttavien kaivostoimintojen, kuten rikastamoalueen ja murskauksen sekä rikastushiekka-alueen läheisyydessä sekä kaivospiirin lähialueille sijoittuvan vakituisen ja loma-asutuksen läheisyydessä. Laskeumatarkkailu on tehty ELYn

hyväksymän tarkkailusuunnitelmasta poikkeavan mittausuunnitelman mukaisesti vuonna 2022 ja leijumatakkailu Ilmatieteenlaitoksen mittausuunnitelman 13.11.2020 mukaisesti.

## 15 Tärinä

Tärinämittaukset suoritettiin toimintavaiheessa ensimmäisen kerran kaivoksen rikastamon aloitettua toimintansa marras-joulukuussa 2019 ja mittaukset toistettiin vuonna 2022. Mittauksissa ei ole havaittu raja-arvojen ylityksiä. Mittauksia jatketaan kolmen vuoden välein.

## 16 Kalat ja kalastus

Vuonna 2024 ei ole ollut kalastusta, eikä kalastustutkimusta. Koekalastukset suoritetaan seuraavan kerran vuonna 2025 ja kalastuskysely vuoden 2026 alussa.

## 17 Biologinen tarkkailu maa-alueilla

Maa-alueilla kaivostoiminnan vaikutusten biologista seurantaä toteutetaan metsäsammalten, männynneulasten sekä männyn runkojäkäälälajiston (epifyyttijäkälistö) avulla. Näiden lisäksi metallien kertymistä maaeliöstöön tarkkaillaan muurahaisten, marjojen ja sienten avulla.

Seurantaä toteutetaan yhteensä 16 näytealalla eri puolilla kaivosaluetta. Osa niistä jouduttiin vuonna 2023 vaihtamaan alueella tapahtuneiden metsähakkuiden vuoksi. Seurannassa huomioidaan mm. Hiidenportin kansallispuisto sekä läheinen asutus. Vuonna 2024 ei ole tehty biologista seurantaä maa-alueilla.

## 18 Yhteenveto

Sotkamon hopeakaivoksen tarkkailua tehtiin vuonna 2024 Kainuun ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailun muutosesityksen mukaisesti. Tarkkailuohjelma on otettu käyttöön 30.9.2021 ja sen on laatinut AFRY Finland Oy.

Vuoden 2024 tarkkailu käsitti sisäisten vesien ja päästövesien tarkkailun sekä ympäristövaikutusten tarkkailun. Ympäristövaikutusten tarkkailu sisälsi vuonna 2024 vesistötarkkailun, pohjavesitarkkailun, sekä vesistöjen biologisesta tarkkailusta klorofyllit. Laaja kasviplankton keräys tehtiin alkaen toukokuusta 2024 kesäkaudella lokakuun loppuun asti. Vaikka pohjaeläintutkimus tehtiin jo vuonna 2023, se toistettiin vuoden 2024 aikana.

Vuonna 2024 rikastamon syöte oli 499 000 t malmia. Hopea- ja kultapitoinen lyijyrikaste (3 036 t) toimitettiin jatkojalostukseen asiakkaalle Rönnskäriin Ruotsiin ja hopeapitoinen sinkkirikaste (3 471 t) Kokkolaan. Pyriittirikastetta tuotettiin yhteensä 12 457 tonnia, josta suurin osa myytiin. Rikasteet sisälsivät 1 166 000 unssia hopeaa, 2 595 unssia kultaa, 729 tonnia lyijyä ja 1 642 tonnia sinkkiä.

Avolouhoksessa ei ole ollut maanpäällistä louhintaa vuoden 2022 heinäkuun jälkeen, joten tuotantolouhintaa on ollut ainoastaan maanalaisessa kaivoksessa kokonaislouhintamäärän ollessa 720 731 tonnia. Tästä määrästä louhos- ja perämalma oli 502 605 tonnia ja sivukiveä 218 126 tonnia. Sivukivi käytettiin kaivostäyttöön 235 000 t, eikä sitä ole läjitetty maanpäälliselle sivukivialueelle.

Rikastushiekkaa muodostui yhteensä 478 153 t ja sen keskimääräinen virtauspainotettu rikkipitoisuus oli 0,26 %. Rikastushiekkaa käytettiin patoalueen korotuksiin ja kaivoksen täyttöön 89 301 t.

Vuonna 2024 rikastusprosessissa käytettiin yhteensä 1,31 miljoonaa kuutiometriä vettä. Veden korkeaa kierrätysastetta tuotantoprosessissa pystyttiin ylläpitämään ja Pieni Tipasjärvestä otettavan raakaveden määrää pitää pienenä. Vuonna 2024 Pieni Tipasjärven Olkilahdesta otettiin rikastamon käyttöön lisävettä 9 600 m<sup>3</sup>. Rikastamon prosessiveden kierrätysaste oli yli 99 %.

Vedenpuhdistamolla on käsitelty vuoden 2024 aikana 538 611 m<sup>3</sup> vettä. Typen poistamista varten rakennettavista bioreaktoreista ensimmäinen valmistui joulukuun lopussa 2023 ja toinen huhtikuussa 2024. Bioreaktorit sijaitsevat vedenpuhdistamon ja pintavalutuskenttien välissä. Bioreaktorin 1 kautta pintavalutuskentälle PVK1 purettu kokonaisvesimäärä oli 285 854 m<sup>3</sup> ja S2-altaalta huhti-marraskuussa puretun prosessiveden määrä pintavalutuskentälle PVK6 oli 70 800 m<sup>3</sup>, Koivupuroon purettiin siten vedenpuhdistamolta ja prosessivesikierrrosta bioreaktoreiden ja kosteikkoalueiden kautta vettä yhteensä 461 241 m<sup>3</sup>.

Vuoden 2024 purkuveden kokonaismäärä mittakaivolla MK1 oli 603 452 m<sup>3</sup>.

Vuonna 2024 pintavalutuskentälle johdettavan veden keskimääräinen laatu täytti ympäristöluvassa (nro 155/2020) asetetut pitoisuusraja-arvot. Koivupuroon johdettavan veden kokonaistypikuormitus pintavalutuskentältä oli 8 070 kg ja kokonaisfosforikuormitus 90,1 kg, joten ympäristölupamääräysten mukaiset kuormitusraja-arvot ylittyivät molempien osalta. Typpipäästöjen pienentämiseksi kaivokselle on otettu käyttöön bioreaktorit. Tehtyjen toimenpiteiden ansiosta typpikuormitus alapuoliseen vesistöön pieneni kuitenkin huomattavasti edellisvuoteen verrattuna. Typpikuormitusta saadaan tehokkaasti vähennettyä bioreaktoreilla sekä pintavalutuskentillä. Vuoden 2024 aikana typpeä on vesienkäsittelyssä poistettu yhteensä yli 8000 kg. Bioreaktorit ja pintavalutuskentät ovat siten poistaneet purkuvesien kokonaistypestä yhteensä 48,7 %.

Kaivoksen alapuolisissa vesistöissä rehevöitymistä rajoittava minimiravinne on fosfori. Fosforin vesistöjä rehevöittävä vaikutus perustuu fosforinkiertoon, jossa kokonaisfosfori hajoaa fosforihapon rehevöittävään fosfaattimuotoon. Valtaosa kaivoksen fosforikuormituksen aiheuttaa fosfinaattifosforiyhdiste, joka on fosforihapokkeen johdannainen. Se ei tarkkailutietojen ja tutkimustiedon perusteella hajoa rehevöitymistä aiheuttavaksi fosfaattifosforiksi.

Saniteettipuhdistamon toimintaa tarkkailtiin ohjelman mukaisesti kaksi kertaa vuodessa. Puhdistamo toimi koko vuoden moitteettomasti ja sen puhdistusteho oli luparajojen mukainen. Valtioneuvoston asetuksen (888/2006) mukaiset vähimmäisvaatimukset jäivät vuositasolla saavuttamatta kiintoaineen puhdistustehon ja kemiallisen hapenkulutuksen osalta. Asetuksen mukaan jäännöspitoisuus ja puhdistusteho voivat olla vaihtoehtoisia.

Poikkeamia, joista olisi aiheutunut haitallisia vaikutuksia kaivoksen ulkopuolelle ei ollut. Kaivoksen ulkopuolisia huomautuksia tai yhteydenottoja oli yksi kappale. Yhteydenotto koski kaivosräjäytyksiä.

Vesistötarkkailun näytteitä otettiin näytepisteiltä tarkkailuohjelman mukaisesti. Yksittäisiä näytteitä jäi mm. sää- ja hydrologisten olosuhteiden (asema kuivillaan tai pohjaan asti jäässä) vuoksi ottamatta. Hietasen ja Pieni-Hietasen jäille ei päästy näytteenottoon joulukuussa.

Koivupurossa havaittiin mm. selkeää sähkönjohtavuusarvojen sekä typpi-, fosfori- ja sulfaattipitoisuuksien kasvua luonnontasoon nähden. Sinkin, kadmiumin, antimonin ja nikkelin pitoisuudet ovat myös nousseet kaivoksen toimintaa edeltäviin vuosiin verrattuna. Nikkelipitoisuudet ovat kuitenkin kokonaisuudessaan pieniä.

Myös Ollinjoessa oli vuonna 2024 havaittavissa ajoittain kaivoksen purkuvesien vaikutusta. Muun muassa sähkönjohtavuusarvoissa sekä sulfaatti- ja typpipitoisuuksissa havaittiin nousua alueen luonnontasoon nähden. Myös antimonin, sinkin ja kadmiumin maksimipitoisuudet kasvoivat edellisvuosiin verrattuna ja alueen tyypilliseen pitoisuustasoon nähden.

Pirttilammessa mm. sähkönjohtavuusarvoissa ja sulfaatin pitoisuuksissa oli havaittavissa nousua alueen luonnontasoon nähden, joka viittasi kaivosvesien vaikutukseen. Typen yhdisteiden ja kokonaisfosforin ajoittain kohonneet pitoisuudet viittaavat todennäköisesti myös kaivosvesien vaikutukseen. Alusveden heikentynyt happitilanne tai hapettomuus näkyi myös mm. raudan ja fosforin nousuna alusvedessä, eli sisäisenä kuormituksena. Pirttilammessa ei todettu ympäristölaatumien ylityksiä. Liukoisen nikkelin, kadmiumin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittäysrajan.

Nimisenjoessa oli vuonna 2024 osalla havaintokerroista havaittavissa viitteitä hopeakaivoksen vesien vaikutuksesta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin ja typen yhdisteiden perusteella. Kokonaisfosforin pitoisuus oli myös esimerkiksi heinäkuussa selvästi muita havaintokertoja suurempi, mikä saattaa viitata myös kaivosvesien vaikutukseen. Metallien osalta yksittäisiä pieniä pitoisuusvaihteluja voitiin havaita ympäri vuoden. Typpipitoisuudet olivat korkeimmillaan alkuvuodesta helmi-maaliskuussa, kokonaistypen maksimipitoisuus oli kuitenkin viime vuosia pienempi. Ympäristölaatumilla säädeltyjen metallien liukoiset pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittäysrajan.

Hietanen – Pieni Hietanen on ensimmäinen tyypitelty vesimuodostuma Koivupuron purkureitillä. Vesienhoidon kolmannella kaudella se on luokiteltu erinomaiseen ekologiseen tilaluokkaan. Kasviplanktonitutkimusten (2023–2024) ja pohjaeläintutkimusten (2023) perusteella tarkkailualueen (Iso- ja Pieni-Tipasjärvi, Pieni-Hietanen ja Hietanen) ekologinen luokka on ollut erinomainen. Viitteitä hopeakaivoksen kuormitusvaikutuksesta oli havaittavissa ajoittain Pieni-Hietasen päällysvedessä mm. sulfaatin ja sähkönjohtavuuden perusteella. Muuten vedenlaatu oli järvelle tyypillinen.

Hietasen alkuainepitoisuudet olivat yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Hietasessa ei myöskään havaittu vuonna 2024 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatumien mukaisia biosaatavien metallipitoisuuksien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä.

Lontanjoen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2024 yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Lontanjoessa ei havaittu vuonna 2024 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatumien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä.

Piienen Tipasjärveen johtavassa ojassa havaittiin vuonna 2024 ajoittaista raskasmetallipitoisuuksien nousua, ja mm. sinkkipitoisuudet olivat edelleen koholla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus ylitti ympäristölaatumit (MAC-EQS ja AA-EQA). Ojan vedenlaatu oli edellisvuoden tavoin muutoin

selvästi parempi kuin vuonna 2019. Näytepiste sijaitsee kuitenkin sorapäälysteisen Kissalammentien rumpuojassa ja liikenteellä sekä tien pölyämisellä voi olla vaikutusta varsinkin kesäajan tuloksiin.

Pienen Tipasjärven Olkilahdessa vedenlaatu oli vuonna 2024 kokonaisuutena hyvä, eikä kaivostoiminnasta aiheutuvia muutoksia ollut todettavissa.

Taivaljärvi on kesällä 2022 kunnostettu kosteikoksi ja kalanpoikasten kasvatusta varten rakennettu padotus on purettu. Kaivosyhtiö jatkaa tarkkailuvelvoitteen loppumisesta huolimatta Taivaljärven tarkkailua ohjelman mukaisesti. Taivaljärvestä tulevassa vedessä laskuojan vesi oli hapanta, tummaa ja humuspitoista. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus ovat ajoittain kohonneet lievästi alueen luontaiseen tasoon nähden, kesäkuussa 2024 todettiin jälleen selvästi muita havaintokertoja suurempia arvoja, mutta kuitenkin selkeästi pienempiä pitoisuuksia kuin edellisellä vuonna. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli lievästi rehevästä vedestä rehevään veteen. Kadmiumin, lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatunormin pitoisuuksia (MAC-EQS, AA-EQS). Elohopean pitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla alle määritysrajan.

Pohjavesiputket 303 ja 305 jäätyvät talviaikana, eikä niistä ole saatu näytteitä tammi-maaliskuussa. Kaikkien pohjavesiputkien vesi oli vuonna 2024 pääosin tummaa, sameaa ja se sisälsi runsaasti eloperäistä ainesta, mikä on hyvin tyypillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Vesi oli myös useimmissa putkissa täysin hapeton vähintään yhdellä havaintokerralla ja happitilanne oli yleensä heikko. Useiden putkien vesi oli varsin hapanta ja kemiallinen hapenkulutus (CODMn) oli varsin korkea, joka kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää, eli vedessä on runsaasti eloperäistä ainetta. Tumma väri johtuu mm. korkeasta humus- ja rautapitoisuudesta.

Alueen pohjavesiputkien vesissä oli tulosten mukaan runsaasti mm. rautaa, mangaania ja sinkkiä sekä ravinnepitoisuudet olivat useimmiten suuria. Mangaani- ja rautapitoisuudet olivat lähes poikkeuksetta suuria. Alueen pohjaveden antimoni-, kadmium-, kromi- ja kuparipitoisuudet sekä sähkönjohtavuusarvot olivat pääosin pieniä tai alle määritysrajan. Sulfaatin ja useiden metallien osalta pitoisuustaso oli selvästi suurin putkessa 301, joka sijaitsee kaivosalueen pohjoispuolella Kissaniementien välittömässä läheisyydessä. Sulfaatin ympäristölaatunormin (150 mg/l) ylityksiä ei vuonna 2024 todettu. Elohopeatulokset alittivat määritysrajan (0,03–0,05 µg/l) lähes kaikissa näytteissä, putkessa 307 elohopean pitoisuudet olivat määritysrajalla. Pohjavesissä ei ole havaittu toriumia ja havaitut uraanipitoisuudet olivat pieniä. Öljyhiilivetyjakeita todettiin pieniä pitoisuuksia marraskuussa putkesta 303, muuten pitoisuudet olivat alle määritysrajan.

Talousvesikaivojen vesi täytti pääosin STM:n asetuksessa 401/2001 yksityistalouksien kaivovedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset.

Kaivannaisjätejakeiden tarkkailua suoritettiin ja toteutui vuonna 2024 voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti.

Rikastushiekka luokitui sen sisältämien kokonaismetallipitoisuuksien vuoksi ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi vuoden 2024 kokoomänäytteiden perusteella. Jätteessä kadmiumin kokonaispitoisuuden vuosikeskiarvo ylitti PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvon. Lisäksi alemman ohjearvon ylittivät antimonin, arseenin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet. Liukoisten pitoisuuksien osalta antimonin pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon.

Kaivannaisjätteen hapontuottokyvyn arviointiin soveltuvien ABA- ja NAG-testien perusteella rikastushiekka luokitui ei-happoa tuottavaksi jätteeksi (NAF).

Rikastushiekan kokonaisrikkipitoisuudelle on asetettu kaivoksen ympäristöluvassa luparaja 0,3 % vuosikeskiarvona laskettuna. Vuonna 2024 kokonaisrikin keskiarvopitoisuus alitti luparajan ja oli 0,26 %. Pyriitin rikastusprosessin tehostamisen ansiosta rikastushiekan rikkipitoisuus on pienentynyt toiminnan alkuvaiheeseen verrattuna.

Pyriitti-rikaste, joka läjitettiin pyriittialtaaseen, luokitui sen sisältämien kokonaismetallipitoisuuksien vuoksi ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Useiden metallien kokonaispitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon tai ohjearvot. Lisäksi useiden haitta-aineiden liukoisten pitoisuuksien perusteella varastoitava pyriitti-rikaste ei täytä kaatopaikkakelpoisuusvaatimuksia. ABA- ja NAG-testien perusteella pyriittirikaste luokitui mahdollisesti happoa tuottavaksi jätteeksi (PAF) ja oli siten myös hapontuottokyvyn perusteella ei pysyvää kaivannaisjätettä. Pyriitti-rikaste on tuote, joka pääosin myydään asiakkaalle.

Sivukivi luokitui sen sisältämien kokonaismetallipitoisuuksien vuoksi ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Jätteessä kadmiumin kokonaispitoisuuden vuosikeskiarvo ylitti PIMA-asetuksen kynnysarvon. Lisäksi alemman ohjearvon ylittivät lyijyn ja antimonin pitoisuudet ja ylemmän ohjearvon ylittivät arseenin ja sinkin pitoisuudet.

Liukoisten pitoisuuksien osalta antimonin pitoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon. Sivukivi luokitui ABA-testin perusteella mahdollisesti happoa tuottavaksi jätteeksi (PAF), mutta NAG-testin perusteella ei-happoa tuottavaksi jätteeksi (NAF). Sivukiveä lukuun ottamatta ABA- ja NAG- testit antoivat saman luokituksen muille jätejakeille.