



Sotkamo Silver Oy

Ympäristönsuojelun vuosiraportti

Sotkamon hopeakaivoksen tarkkailu 2023

Käyttö- ja kuormitustarkkailu, Heliminnna Modig, Sotkamo Silver Oy

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

Kaivannaisjätteiden tarkkailu, Joonas Kellokumpu, Eurofins Ahma Oy

Bioindikaattorit ja keruutuotteet, Milla Yksjärvi, Eurofins Ahma Oy





## Sisältö

1	Johdanto .....	4
1.1	Lupatilanne .....	4
2	Tarkkailusta annetut lupamääräykset.....	6
3	Alueen pintavesistö .....	7
4	Käyttötarkkailu 2023 .....	11
4.1	Tuotantotiedot .....	11
4.2	Toimenpiteet typpipäästöjen vähentämiseksi .....	12
4.2.1	Kaivostoiminnassa syntyneet, jätteet.....	13
4.2.2	Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet.....	14
4.3	Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet .....	15
4.4	Energian kulutus .....	17
4.5	Vastuullisuus .....	18
4.5.1	Kaivoksen toiminnassa syntyneet hiilidioksidipäästöt .....	18
4.6	Kaivosalueen sää .....	20
4.7	Vesien hallinta .....	21
4.7.1	Kaivokselta pintavalutuskentille purettu vesimäärä.....	23
4.7.2	Maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet .....	25
5	Sidosryhmätoiminta.....	26
6	Sisäisten vesien oma tarkkailu .....	26
7	Päästö- ja kuormitustarkkailu .....	27
7.1	Lähtevät vedet.....	27
7.1.1	Lähtevän veden laatu .....	27
7.1.2	Selkeytsaltaasta S2 pintavalutuskentälle PVK6 johdetut vedet .	30
7.2	Kuormitustiedot .....	31
7.2.1	Pintavesistöön johdettu kuormitus 2023 .....	31
7.2.2	Pintavalutuskentille PVK1 ja PVK6 johdettu kuormitus 2023 .....	32
7.3	Ympäristöpoikkeamat .....	36
7.4	Saniteettipuhdistamo.....	37
7.5	Kaivannaisjätteet ja -jätealueet .....	37
7.5.1	Kaivosalueen maaperä ja pintamaat .....	37
7.5.2	Rikastushiekka .....	39



7.5.3	Pyriitti .....	41
8	Vesistötarkkailu.....	41
8.1	Koivupuro ja sen alapuoliset vesistöt .....	42
8.2	Pieni Tipasjärvi, Olkilahti .....	54
8.3	Taivaljärvi .....	57
9	Pohjavesitarkkailu .....	59
9.1	Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta .....	60
9.2	Pohjaveden laadun seuranta .....	61
9.2.1	Pohjavesiputket .....	61
9.2.2	Talousvesikaivot .....	65
9.3	Johtopäätökset .....	69
10	Sedimenttitarkkailu .....	69
11	Pohjaeläintarkkailu .....	70
12	Kasviplanktontarkkailu .....	70
13	Yhteenveto .....	71



## Liitteet

- Liite 1.1 Sisäiset vesitarkkailutulokset ja päästötarkkailutulokset 2023
- Liite 1.2 Saniteettipuhdistamon tarkkailun tulokset 2023
- Liite 2 Vesistötarkkailun havaintopisteet
- Liite 3 Vesistötarkkailun tulokset 2023
- Liite 3.2 Vesistöjen kerrostuneisuuden anturimittaukset
- Liite 4 Kaivosalueen ilmakuvia lokakuussa 2023
- Liite 5 Pohjavesitarkkailun havaintopaikat
- Liite 6 Pohjavesiputkien, kaivojen ja kairareikien tarkkailutulokset 2023
- Liite 7 Bioindikaattori- ja keruutuotetarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy, 18.1.2024
- Liite 8 Selvitys typpikuormituksen vähentämisestä, Envineer Oy
- Liite 9 Kemikaaliluettelo
- Liite 10 Kaivannaisjätteiden tarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy
- Liite 11 Pintavesistön biosaatavien metallien pitoisuuslaskenta, Biomet AA-EQS 2023
- Liite 12 Pohjaeläinraportti 2023, Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy
- Liite 13 Kasviplanktonraportti 2023, Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy

### Tekijät

**Helimina Modig**  
EHSQ-asiantuntija  
Sotkamo Silver Oy

**Tuomas Puranen**  
Limnologi  
Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy

**Joonas Kellokumpu**  
Ympäristöasiantuntija (EHS)  
Eurofins Ahma Oy

**Milla Yksjärvi**  
ympäristöasiantuntija  
Eurofins Ahma Oy

### Tarkastaja/hyväksyjä

**Arttu Ohtonen**  
Vastuullisuusjohtaja  
Sotkamo Silver Oy



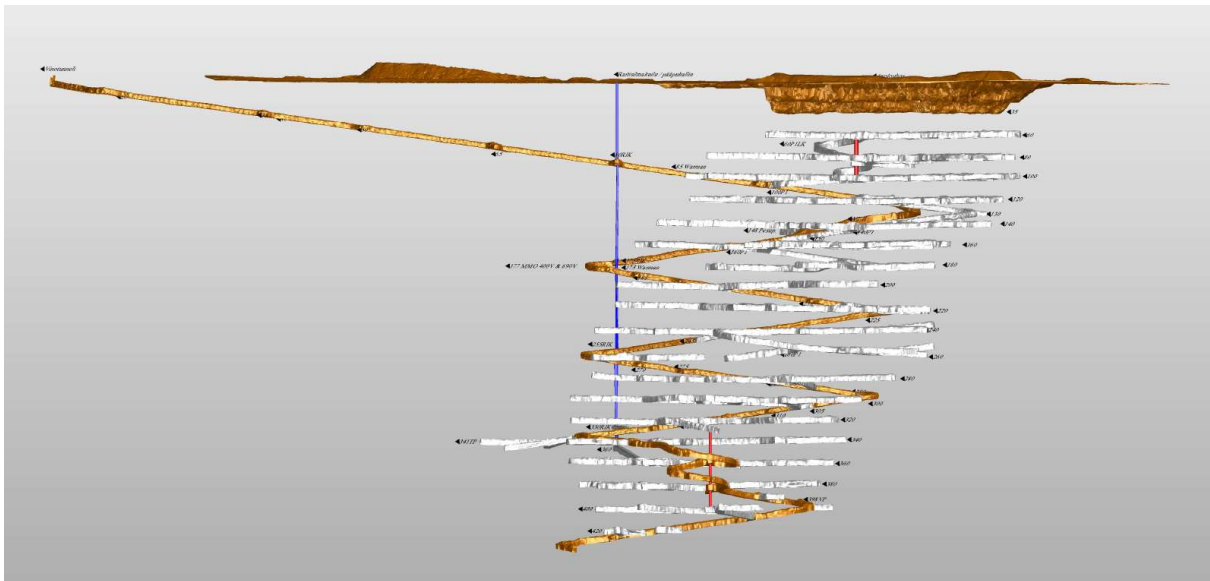
## 1 Johdanto

Sotkamo Silverin hopeakaivos sijaitsee Sotkamon kunnassa, noin 40 km Sotkamon kuntakeskuksesta kaakkoon (Kuva 3-). 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 ja kaivosalueelta vuonna 2023 otettuja ilmakuvia on liitteessä 3.

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 2023 aikana maanalaisesta kaivoksesta. Ympäristöluvan, nro 155/2020, mukainen kokonaislouhintamäärä on yhteensä 800 000 tonnia vuodessa.



**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 kursiivilla): 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 rajamalmien 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. Vaasan Hallinto-oikeuden päätöksestä on valitettu Korkeimpaan Hallinto-oikeuteen.*

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 rikutusta 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 esitetyistä tarvekilouhoksesta 1.9.–30.4. kaikkina viikonpäivinä klo 6–22 ja 1.5.–31.8. vain arkipäivisin (ma–pe) klo 6–22."*



Pohjois-Suomen aluehallinto viraston myöntämän ympäristölupapäätöksen nro 162, dnro PSAVI/12270/2022 määräaikaisuus on päättynyt 30.4.2023. Lupa koski rikastamon yhteydessä olevan murskaamo-alueen 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 esitetystä 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 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-painotteinen 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 ympäristölaatumien 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.*

Kaivosalueelta pois johdettavat vedet puhdistetaan ennen niiden laskemista vesistöön. Vedenkäsittelylaitoksen prosessi sisältää kemiallisen saostuksen ja kiintoaineen poiston hiekkasuodattimilla. Vedenpuhdistamolle on johdettu syksyyn 2021 asti vain maanalaisen kaivoksen kuivatusvesiä. Syksystä 2021 lähtien vedenpuhdistamolle on johdettu myös sivukivi- ja rajamalmialueen sekä rikastamoalueen valumavesiä. Puhdistettu vesi on johdettu kokonaisuudessaan pintavalutuskenttä PVK 1:n ja mittakaivo 1:n kautta Koivupuroon laskevaan ojaan. Joulukuun 2023 aikana valmistui ensimmäinen bioreaktori, jonka kautta johdetaan n. puolet vedenpuhdistamolta tulevasta vedestä edelleen pintavalutuskentälle.

Rikastusprosessin vesiä ei ole ollut tarvetta käsitellä vedenpuhdistamolla. Lupamääräysten mukaiset prosessivedet on johdettu suoraan kosteikkokäsittelyyn pintavalutuskentälle PVK 6.

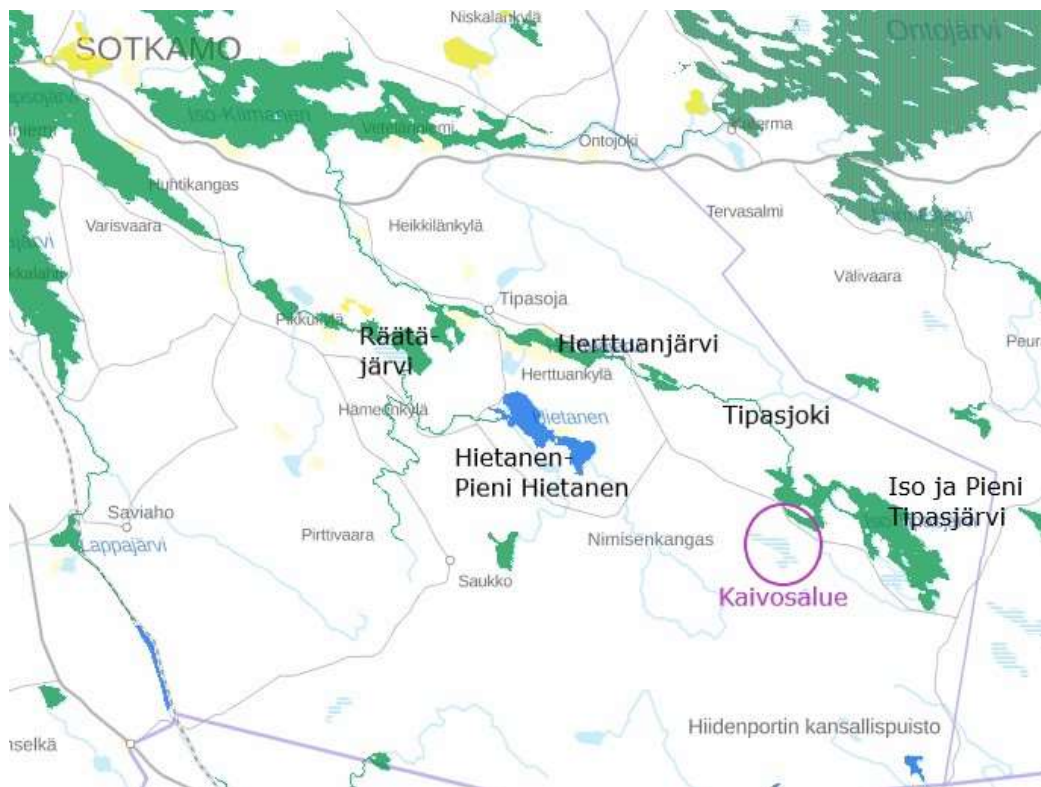
Vuoden 2023 aikana tuotettu rikkirikaste on pääosin myyty tuotteena asiakkaalle. Altaaseen kertynyt sadevesi on tarpeen mukaan pumpattu rikastamon selkeytsaltaaseen S2.

### 3 Alueen pintavesistö

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.

Kaivosalueen lähimmät luokitellut pintavesimuodostumat ovat Iso-Tipasjärvi, Pieni-Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen (Kuva 3-). Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen ovat pintavesityypiltään runsashumuksisia järviä (Rh).



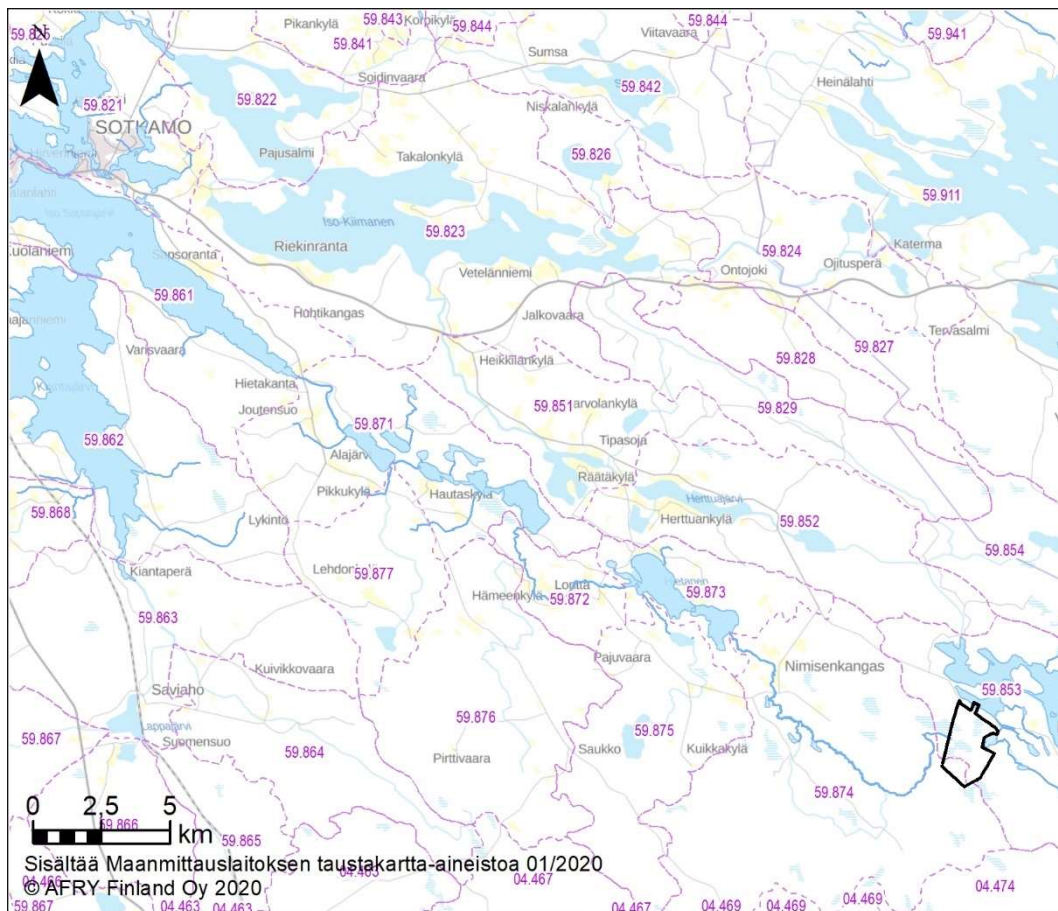


**Kuva 3-1 Lähivesistöjen ekologinen tila pintavesien kolmannella luokittelukierroksella (Suomen ympäristökeskus ja ELY-keskukset 2021). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila.**

Hietasen-Pienen Hietasen ekologinen tila on erinomainen ja Ison ja Pienen Tipasjärven sekä Tipasjoen tila on hyvä. Kaikkien em. vesimuodostumien kemiallinen tila oli vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella määriteltä hyvä huonommaksi. Aiemmin palonestoaineina käytettyjen bromattujen difenyylietterien (PBDEt) pitoisuudet ylittivät ympäristölaatu normin tason kaikkialla Suomessa ja Euroopassa, sillä yhdisteet ovat kaukokulkeutuvia ja erittäin hitaasti hajoavia (Suomen ympäristökeskus, tiedote 28.8.2020).

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.

Kaivosalueen purkuvedet ohjataan purkuojaa pitkin Koivupuroon. Koivupuro alkaa kaivosalueen länsipuolelta Jäkäläsuon viereiseltä 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)



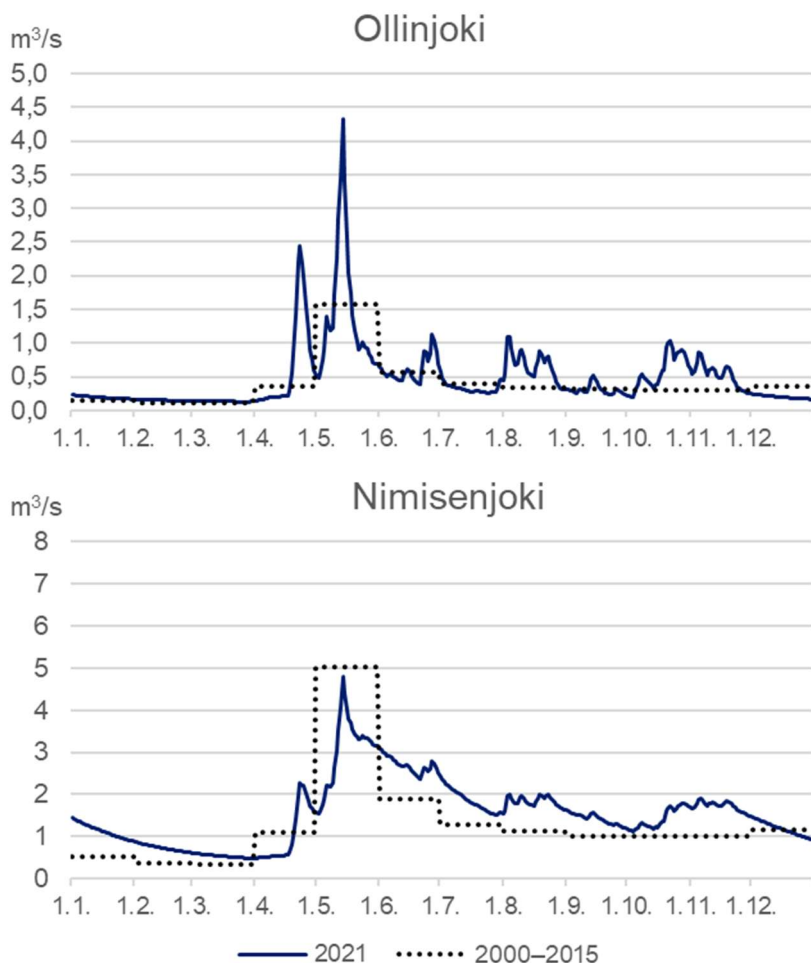
**Kuva 3-2 Sotkamo Silver Oy:n hopea-aiuvoksen sijainti.**

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>.

Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmän (VEMALA) simuloima Ollinjoen virtaama laskussa Pirttilampeen on esitetty kuvassa 3-3. Jaksolla 2000–2015 simuloitu keskivirtaama 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 kokoisen, 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 (Kuva 3-3).



**Kuva 3-3 Ollinjoen ja Nimisenjoen simuloitu virtaama vuonna 2021 sekä kuukausitasolla vuosina 2000–2015 (Suomen ympäristökeskus, 2021a. Vuoden 2023 virtaama VEMALA 13.3.2024).**

Kaivosalueen pohjoispuolella sijaitseva Pieni Tipasjärvi muodostaa Ison Tipasjärven kanssa pinta-alaltaan noin 10,9 km<sup>2</sup> kokoisen järviältaan. 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.



## 4 Käyttötarkkailu 2023

### 4.1 Tuotantotiedot

Vuonna 2023 rikastamon syöte oli 478 000 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 1 411 000 unssia hopeaa, 3 048 unssia kultaa, 909 tonnia lyijyä ja 1 857 tonnia sinkkiä.

Avolouhoksessa ei ole ollut maanpäällistä louhintaa vuoden 2022 heinäkuun jälkeen, joten tuotantolouhintaa on ollut ainoastaan maanalaisessa kaivoksessa kokonaislouhintamäärän ollessa 681 384 tonnia. Tästä määrästä louhos- ja perämalmia oli 484 000 tonnia ja sivukiveä 197 400 tonnia. Sivukivi käytettiin kokonaisuudessaan suoraan kaivostäyttöön, eikä sitä ole läjitetty maanpäälliselle sivukivialueelle. Vuoden 2023 lopussa rajamalmiksi luokiteltua malmia oli varastoituna kentälle n. 27 900 t. Rikastushiekkaa muodostui yhteensä 458 551 t ja sen keskimääräinen virtauspainotettu rikkipitoisuus oli 0,32 %. Rikastushiekkaa käytettiin patoalueen korotuksiin ja kaivoksen täyttöön 41 644 t.

Määräaikainen lupamääräys 19a mahdollisti malmin murskauksen kaikkina viikonpäivinä ja kaikkina vuorokaudenaikoina vuoden 2022 joulukuun puolesta välistä huhtikuun 2023 loppuun saakka (15.12.2022–30.4.2023), jos se rikastamon toiminnan kannalta oli välttämätöntä. Yöaikainen murskaustoiminta aloitettiin 26.12.2022 ja siitä ilmoitettiin valvovalle viranomaiselle YLVA tietojärjestelmän kautta. Muina aikoina poikkeavat murskausajat on ilmoitettu valvovalle viranomaiselle kuukausiraportointien yhteydessä. Koivumäestä ei ole louhittu tarvekiveä vuonna 2023.



## 4.2 Toimenpiteet typpipäästöjen vähentämiseksi

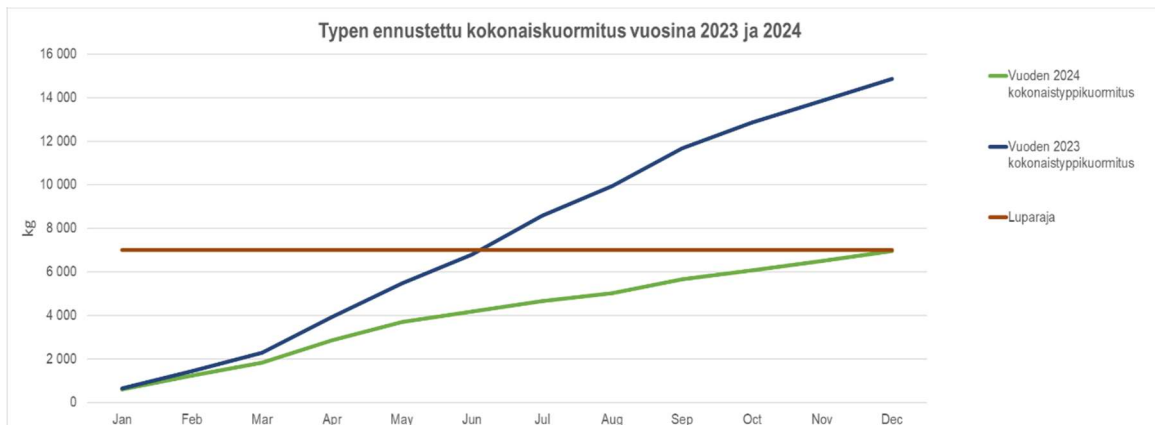
Sotkamo Silver tavoittelee pitkällä aikavälillä typen kokonaispäästön nollassa. Tätä ennen yritys pyrkii vähentämään typpipäästöjä ammoniumstrippaus-, bioreaktori- ja kosteikkomenetelmien yhdistelmillä. Lisäksi tavoitteena on vähentää kaivosvesien typpipitoisuutta optimoimalla maanalaista louhintaa ja räjähdysaineiden käyttämistä, minimoimalla räjähdysaineen määrää sekä vähentämällä louhosveden pääsyä kosketuksiin räjäytetyn kiven kanssa.

Uusien typen poistomenetelmien käyttöönoton tavoitteena on alittaa ympäristöluvan mukainen typen kuormitusraja 7000 kg/a. Kuvassa 1 on esitetty yhtiön ennustettu typen kokonaiskuormitus toimenpiteiden käyttöönoton jälkeen vuonna 2024 verrattuna vuoteen 2023.

Puolipassiivisen typenpoiston käyttöönoton lisäksi yritys tutkii typen talteenottoa mahdollisena typenhallintakeinona tulevien vuosien aikana.

Typpikuormituksen vähentämiseksi on vuodesta 2021 lähtien myös selvitetty typpöttömän räjähdysaineen käyttämättömyyttä kaivostoiminnoissa, keskitytty nykyisen räjähdysaineen hallintaan kaivostoiminnoissa ja tutkittu typenpoistomenetelmien toteutettavuutta vedenpuhdistuksessa. Typpöttömän räjähdysaineen käytössä olisi paljon potentiaalia, mutta räjähdysaine ei ole edelleenkään kaupallinen tuote. Vedenkäsittelyssä tutkittiin kolmea erilaista teollista vedenkäsittelymenetelmää typenpoistoon ja potentiaalisin menetelmä valittiin in-situ pilotointiin vuodelle 2023. Pilotointi toteutettiin alkuvuodesta 2023. Lisäksi tutkittiin vaihtoehtoisesti tai rinnakkain toteutettavaa biologista nitrifikaatio-denitrifikaatio menetelmää.

Pääosa kaivoksen vesissä esiintyvistä tyypeistä on peräisin räjähteistä. Louhinnassa käytettävät räjähteet ovat pääosin ammoniumnitraattia ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), joten myös kaivoksen kuivatusvedessä esiintyy sekä ammonium- että nitraattityppeä. Typeä poistuu pintavalutuskentillä biologisten prosessien avulla. Kesäisin pintavalutuskentillä tapahtuu nitrifikaatiota eli ammoniumtypen hapettumista nitraatiksi, mutta denitrifikaatiota eli nitraattityypen pelkistymistä typpikaasuksi tapahtuu selvästi vähemmän. Koska useat typen poistossa käytettävät menetelmät toimivat harvoin sekä ammonium- että nitraattityypelle, typenpoiston tehostamiseksi on tutkittu useita eri menetelmiä. Toimenpiteet, joita on jo otettu käyttöön, otetaan käyttöön tai joiden käyttöönottoa tutkitaan ja joiden avulla arvioidaan päästävän ympäristöluvan luparajan alittavaan päästötasoon, ovat  $\text{NH}_4$ -strippaus, bioreaktori- ja kosteikkokäsittely. Selvitys typpikuormituksen vähentämisestä on tämän vuosiraportin liitteenä 8.



Kuva 4-1. Kokonaistypen kumulatiivinen kuormitus ympäristöön vuosina 2023 ja 2024 (ennuste).

#### 4.2.1 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 Perätalo Oy.

Kierrätysmetallit ja kaapelit on toimitettu Kajaanin Romu Oy:lle. Jätteet on raportoitu valtion hallinnon tietojärjestelmään YLVAan kaikkien toimijoiden yhteismäärinä. Kaivosalueella ei ole syntynyt POP-jätettä.

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

Jätelaji	kg/a	EWC-koodi	R/D -koodi
Käytetty voiteluöljy	190	13 02 05*	R12B
Kirkas voiteluöljy, vesipitoisuus alle 10 %	1000	13 01 13*	R12B
Aerosolijäte	20	16 05 04*	D14
Öljyinen jäte*	5740	16 07 08*	R12.2
Leikattava rauta	77100	17 04 05	R12B
Sekapelti + pienmetalli	28350	17 04 07	R12B
Sekakaapeli	2310	17 04 11	R12B
Rakennusjäte	59062	17 09 04	R12B
Pahvi	350	20 01 01	R13
Puhdas puu	32062	20 01 38	R12B
Muovi	160	20 01 39	R13
Sekajäte energiaksi	27520	20 03 01	R12A
Sakokaivo ja umpikaivolietteet	78000	20 03 04	R12B
Biojäte	616	20 01 08	R03B

\*) Vaarallinen jäte



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

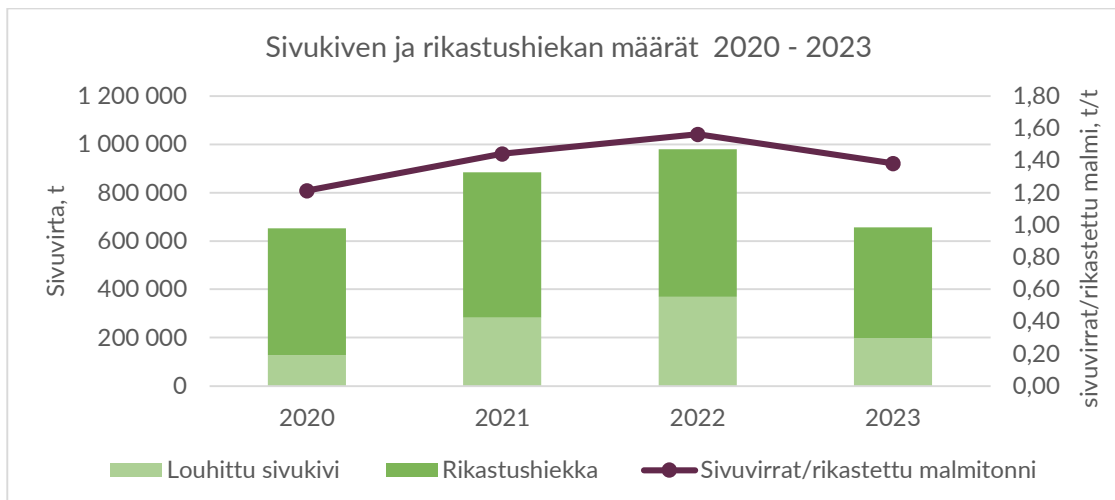
Jätelaji, kg/a	Veljekset Toivanen Oy	Tapojärvi	CRS	Tipaskone Oy
Nestemäinen syanidijäte			1 000	
Kiinteä syanidijäte			100	
Käytetty voiteluöljy	7 300	1 200		250
Öljy ja pesuaine-erotin, pintaneste		4 860		
Jarru- ja jäähdytinnesteet		400		
Hydrauliikkaletkujäte	1 503	450		7
Aerosolijäte	36	20		
Lyijyakkujäte				20
Öljyinen jäte*	2 880	1 680		52
Leikattava rauta		19 770		
Sekapelti + pienmetalli		5 500		
Cu -kaapeli		720		
Rakennusjäte		3 140		
Sekajäte energiaksi	18 144	1 740		150

\*) Vaarallinen jäte

#### 4.2.2 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 täytöissä, eikä sivukiveä kuljeteta sivukivialueelle varastoitavaksi.

Louhittu sivukivi on hyödynnetty vuoden 2023 aikana kokonaan kaivostäytössä. Rikastushiekkaa hyödynnetään rakennusmateriaalina rikastushiekka-altaan patokorotuksissa. Tavoitteena on lisätä rikastushiekan hyödyntämistä ja tämän vuoksi vuonna 2023 aloitettiin sen käyttö kaivostäyttömateriaalina. Hyödyntämätön rikastushiekka loppusijoitetaan rikastushiekka-altaaseen, joka suljetaan toiminnan päättyttyä 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 alkupuolella.



**Kuva 4-2. Sivukiven ja rikastushiekan määrät sekä hyödyntämistä laskettuna rikastettua malmimäärää kohti**

Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet on esitetty taulukossa 4-3 ja kaivannaisjättemäärien kehittyminen kaivostoiminnan aikana rikastettuun malmimäärän suhteutettuna vuosina 2020 – 2023 kuvassa 4-2.

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

Vuosi	2021		2022		2023	
	Sivukivi	Rikastushiekka	Sivukivi	Rikastushiekka	Sivukivi	Rikastushiekka
Tuotettu määrä, t	282 861	602 000	368 262	611 109	197 368	458 551
Hyödynnety määrä, t	282 861	16 000	344 373	165 750	197 368	41 644
Hyödynnety osuus, %	100	3	94	27	100	9

### 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.

Taulukossa 4-4 on esitetty vuoden 2023 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 Novel Oy.





**Taulukko 4-4 Kemikaalien, polttoaineiden ja räjähteiden kulutus.**

Prosessikemikaalit	Kulutus (t)
Aerophine / Natriumdi-isobutyyliditiofosfinaatti	13,0
Brennfroth 77 / Metyyli-isobutylikarbinoli (MIBC)	28,0
Dekstriini (täykkelys)	0,37
Drewfloc / flokkulantti	0,15
Kuparisulfaatti	3,0
Kuparikloridiliuos (t)	80,7
Nascol 314 – SIBX / Natriumisobutyliksantaatti	9,5
Sammutettu kalkki	452
Sinkkisulfaatti	71,3
Nestekaasu	189
Lämmityspolttoöljy	23,7
Polttoöljy	803
Diesel	102
Ferrikloridi	13,0
Kemira PIX-115 / rautasulfaatti	0,1
Superflock N-100 / flokkulantti	0,25
Natriumhydroksidiliuos, 50 %	33,4
Laboratorion kemikaalit	0,73
AdBlue	38,9
Voiteluaineet ja rasvat	44,2
Tuulilasinpesuneste	1,1
Jäähdytinneste	0,26
Räjähteet	649
Nallit (kpl)	109 245

Sotkamo Silverin kemikaalilupa on päivitetty ja täydennetty hakemuksesta vuoden 2023 aikana, (Tukes 8449/03.04/2023). Uutena kemikaalina on otettu käyttöön kuparikloridiliuos, jota käytetään rikastusprosessissa sinkin esivaahdotuksessa. Kuparikloridiliuos varastoidaan IBC-konteissa rikastamon takapihalla sijaitsevassa varastossa. Lupapäivityksen yhteydessä kemikaaliluetteloon lisättiin vesilaitoksilla käytettävät kemikaalit, jotka puuttuivat alkuperäisestä kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) mukaisesta luvasta: rautasulfaatti, natriumhydroksidin vesiliuos, ferrikloridi ja Superfloc N100 polymeeri (ei luokiteltu). Aiemmin vesilaitoksella käytetty PIX-105 on kokonaan korvattu ferrikloridilla.

Kemikaaliluetteloon lisättiin myös rikastamon ja urakoitsijoiden kunnossapidon käytössä olevat öljyt ja rasvat sekä kemikaalit ja kaasut. Kemikaaliluettelo laajennettiin siten sisältämään kaikkien kaivosalueella toimivien urakoitsijoiden ja laboratorion käyttämät vaaraluokitellut kemikaalit. Samassa yhteydessä päivitettiin kemikaalien käyttömäärät, varastopaikat, maksimivarastointimäärät ja vaaraluokitukset.

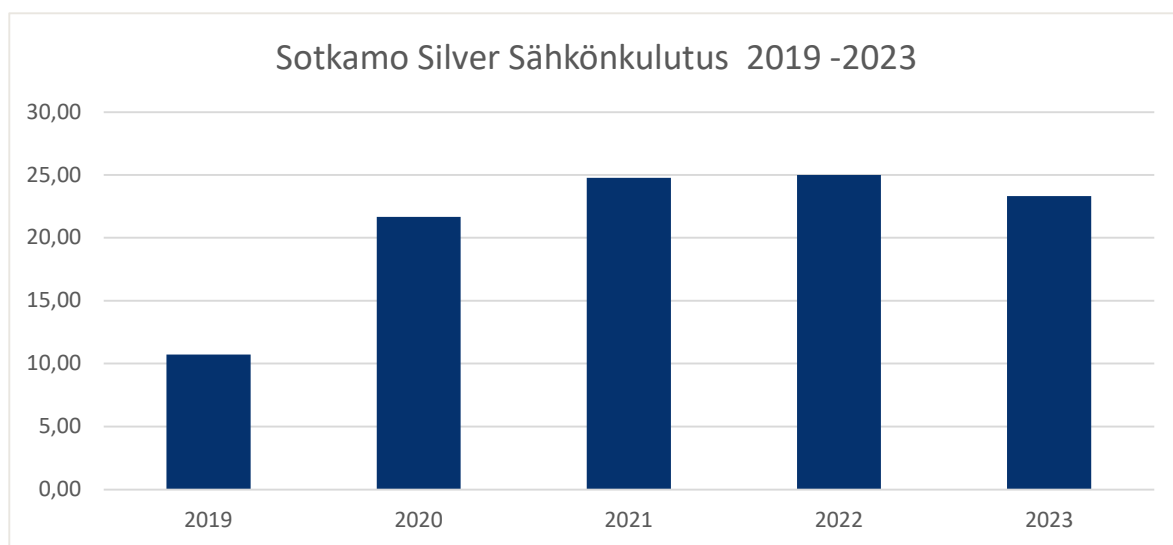
Kemidigissä sähköisenä ylläpidettävä ja päivitetty kemikaaliluettelo määrä- ja varastointitietoineen on tämän vuosiraportin liitteenä 9. Markkinoille luovutettuja kemikaalisäädösten mukaisia



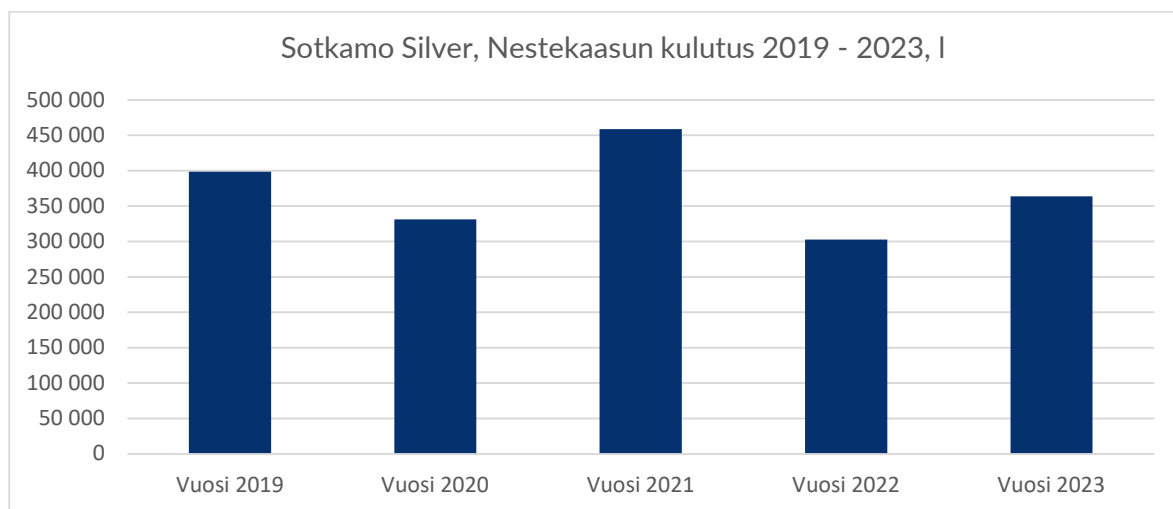
valmisteita ovat rikasteet ja Suomen alueelle maahantuotu kemikaali Aerophine, joiden määrätietoilmoitukset raportoidaan sähköisesti TUKESille vuosittain maaliskuun loppuun mennessä.

#### 4.4 Energian kulutus

Vuonna 2023 sähkön kulutus kaivosalueella oli yhteensä 23 314 MWh, loistehoon kului tämän lisäksi 5,224 MWh. Maanalaisen kaivoksen lämmityspolttoaineena käytettävän nestekaasun määrä oli 189,2 t ja rikastesiilon lämmittämiseen käytettiin kevyttä polttoöljyä 23 650 l. Kuvassa 4-2 on esitetty sähkönkulutus ja kuvassa 4-3 nestekaasun kulutus kaivoksen tuotantotoiminnan aikana.



**Kuva 4-2 Sähköenergian kulutus kaivoksen toimintavuosina 2019 -2023.**



**Kuva 4-3 Nestekaasun kulutus kaivoksen toimintavuosina 2019 -2023.**



## 4.5 Vastuullisuus

Sotkamo Silverin vastuullisuusraportti, joka julkaistaan vuosittain yhtiön internet sivuilla, kertoo toiminnastamme vuonna 2023. Se käsittää yhtiön vastuullistyön keskeiset tavoitteet, toimenpiteet ja mittarit. Raportti mukailee kansainvälisen Global Reporting Initiative -standardin (GRI) ohjeistusta. Sotkamo Silver valmistautuu raportoimaan kestävyysraportointidirektiivin (CSRD) mukaisesti ja vastuullisuusraportti julkaistaan osana Sotkamo Silver AB:n vuosikertomusta jo kolmantena peräkkäisenä vuotena, ([Vuosikertomus-ja-vastuullisuusraportti-2023-sotkamo-silver](#))

### 4.5.1 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). Vertailujakson pidentämiseksi vuoden 2022 kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu takautuvasti vastaavalla menetelmällä kuin vuoden 2023 päästöt.

Scope 1 - ja scope 2 -päästöt sisältävät Sotkamo Silverin omien ja leasing-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 sijaintiperusteinen perustuu Suomen keskimääräiseen energiantuotannon päästökertoimeen. Päästöt on raportoitu näillä molemmilla tavoilla GHG-protokollan mukaisesti.

**Taulukko 4-5. CO2-päästöt (tCO2e).**

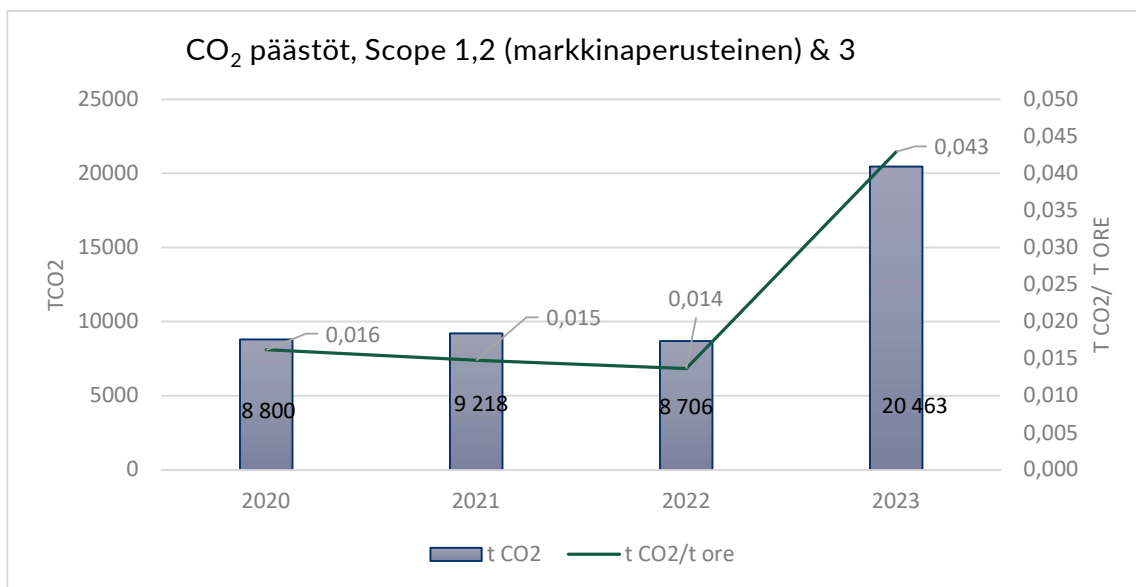
Vuosi	2022	2023
<b>Scope 1</b>		
Räjähteiden käyttö	170	92
Ajoneuvot	3 068	2 805
Oma lämmöntuotanto	487	637
<b>Scope 1 yhteensä</b>	<b>3 725</b>	<b>3 533</b>
<b>Scope 2</b>		
Ostosähkö – Markkinaperusteinen	14 619	13 450
Ostosähkö – Sijaintiperusteinen	1 768	1 142
<b>Scope 3</b>		
Ostetut tuotteet ja palvelut	1 589	1 362
Polttoaineiden valmistus ja sähkön loisteho	1 269	1 215
Kuljetus ja jakelu (Saapuvat)	215	191
Toiminnasta syntyvät jätteet	34	27
Työmatkaliikenne	140	140
Kuljetus ja jakelu (Lähtevä)	267	545
<b>Scope 3 yhteensä</b>	<b>3 514</b>	<b>3 480</b>
<b>CO2-päästöt yhteensä</b>		
<b>Scope 1, 2 (markkinaperusteinen) &amp; 3</b>	<b>21 857</b>	<b>20 463</b>
<b>Scope 1, 2 (sijaintiperusteinen) &amp; 3</b>	<b>9 007</b>	<b>8 154</b>



Kaivosteollisuuden yleisen käytännön mukaisesti myös urakoitsijoiden kaivosalueella käyttämät polttoaineet ja räjähteet on laskettu osaksi scope 1 -laskentaa. Scope 3 osalta on huomioitu taulukon 4-5 mukaiset olennaisimmat kategoriat.

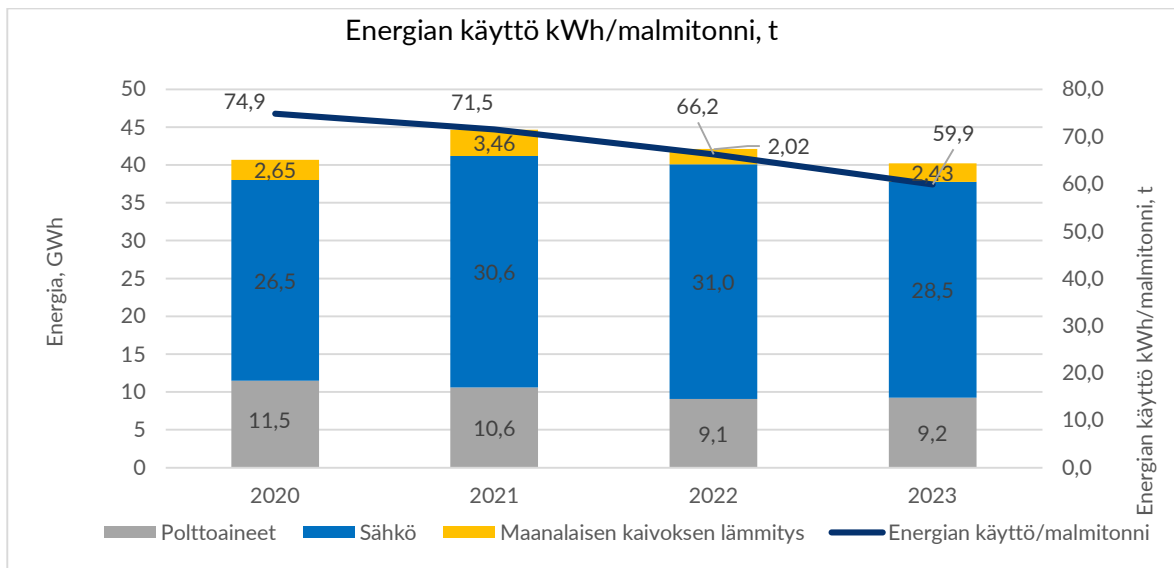
Kaivoksella muodostuneet hiilidioksidipäästöt olivat sähkömarkkinaperusteisesti laskettuna vuonna 2023 yhteensä 20 463 t ja edellisvuonna 8 706 t. Päästöt koostuivat sähköstä, kaivoksella käytetyistä polttoaineista ja maanalaisen kaivoksen lämmitykseen käytetystä kaasusta. Hiilidioksidipäästöjen määrä vuosina 2020 - 2022 suhteutettuna rikastettua malmitonnia kohti on esitetty seuraavassa kuvassa 4-4.

Sähkön markkinaperusteinen laskennallinen päästökerroin on vuonna 2023 kaksinkertaistunut, ollen vuosina 2022 ja 2023 vastaavasti 234,9 ja 471,27 g/kWh. Tämä kuitenkin ohjaa paljon energiaa käyttävää teollisuutta käyttämään uusiutuvia energialähteitä. Sijaintiperusteinen päästökerroin ei huomioi sähköntuotannon alkuperää, vaan ainoastaan keskimääräisen sähköenergian tuotannon päästöt.



**Kuva 4-4. Kaivosalueen hiilidioksidipäästöt laskettuna malmitonnia kohti vuosina 2020 – 2023**

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 4-5.



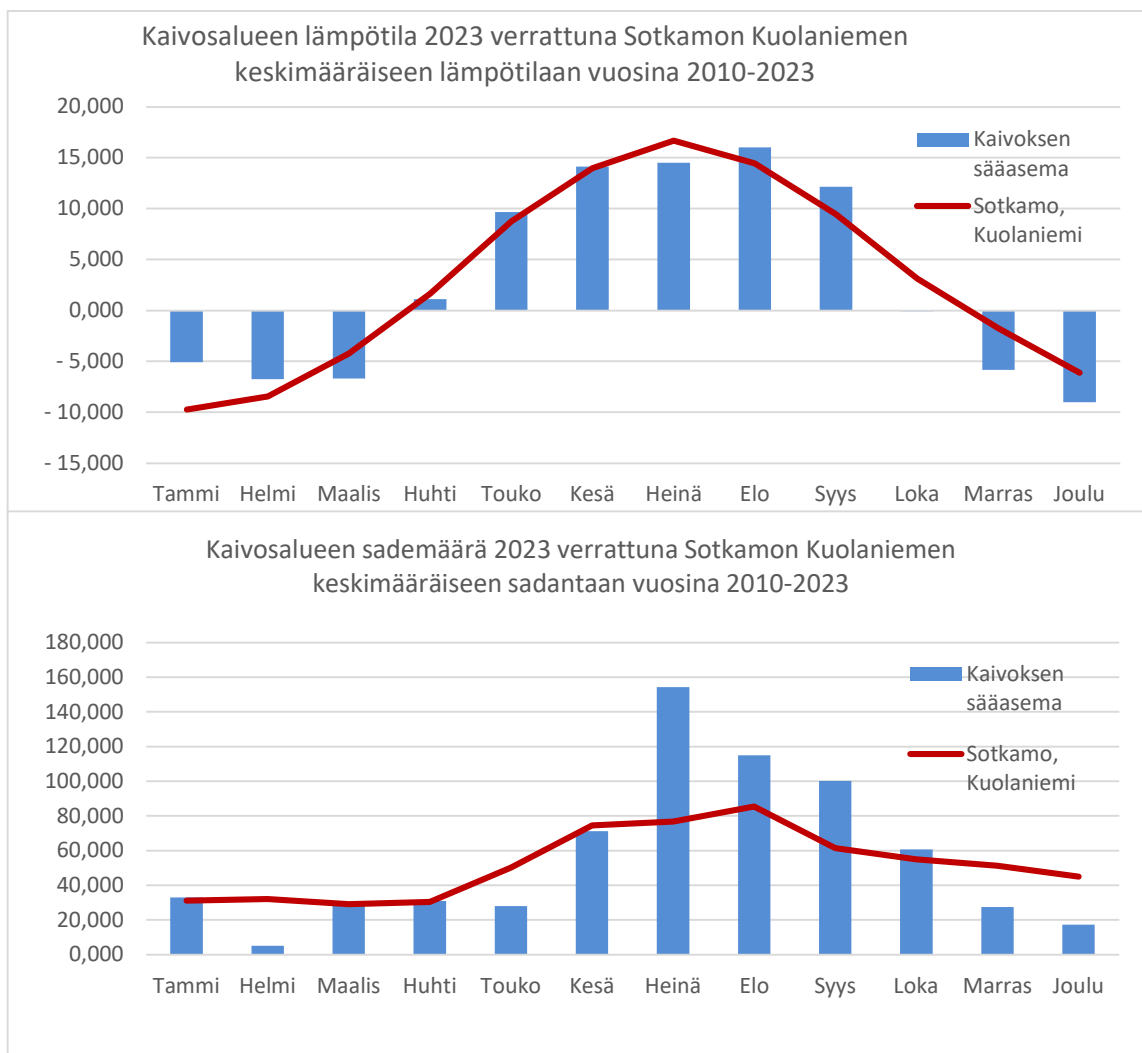
**Kuva 4-5. Kaivosalueen energiatehokkuuden kehittyminen**

## 4.6 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. Lämpötilalukemat ovat kuitenkin hyvin lähellä Ilmatieteen laitoksen Sotkamon Kuolaniemen sääaseman lämpötiloja.

Kaivoksella mitattu vuoden 2023 keskilämpötila oli +2,8 °C ja se on 0,4 °C alempi kuin Kuolaniemen pitkän aikavälin keskimääräinen lämpötila vuosina 2010 - 2023. Hieman korkeampia lämpötiloja mitattiin tammi-helmikuussa ja elo-syyskuussa, mutta heinäkuu ja varsinkin lokakuu, jonka keskilämpötila oli kaivosalueella 0 astetta, olivat vastaavasti hieman kylmempää kuin Kuolaniemellä (**Error! Reference source not found.-6**).

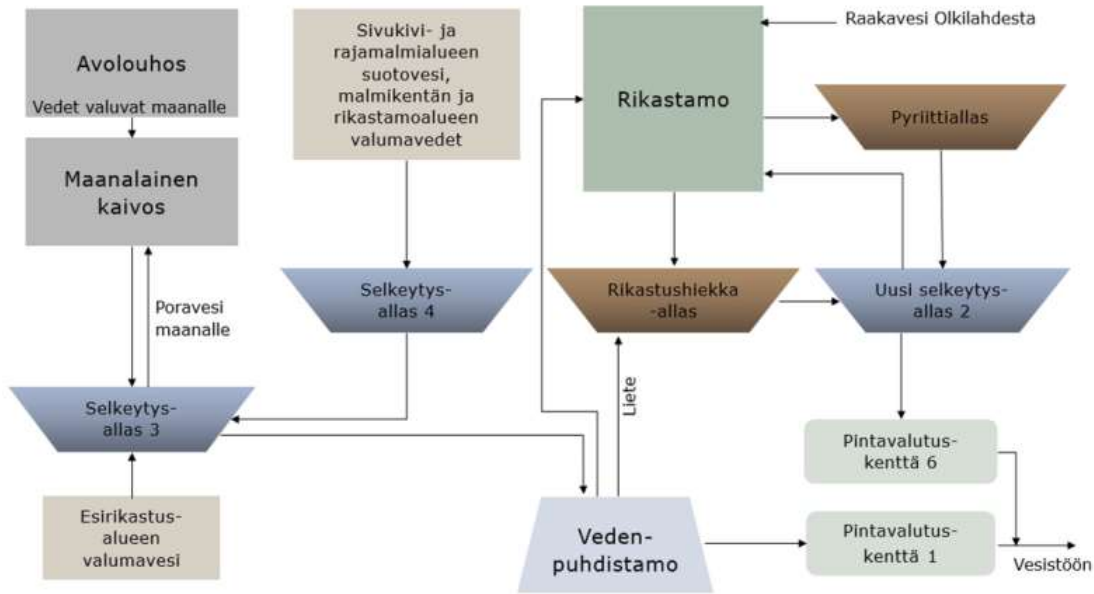
Verrattaessa kaivosalueen sademäärää Kuolaniemellä mitattuihin pitkän aikavälin keskiarvoihin (2010 -2023), vuosi 2023 oli kaivosalueella vain hieman vähäsateisempi (672,3 mm) keskimääräiseen Kuolaniemen sademäärään (689,5 mm) verrattuna (**Error! Reference source not found.-6**). Vuoden vähäsateisin kuukausi oli helmikuu ja sateisimmat kuukaudet olivat heinä-, elo- ja syyskuu.



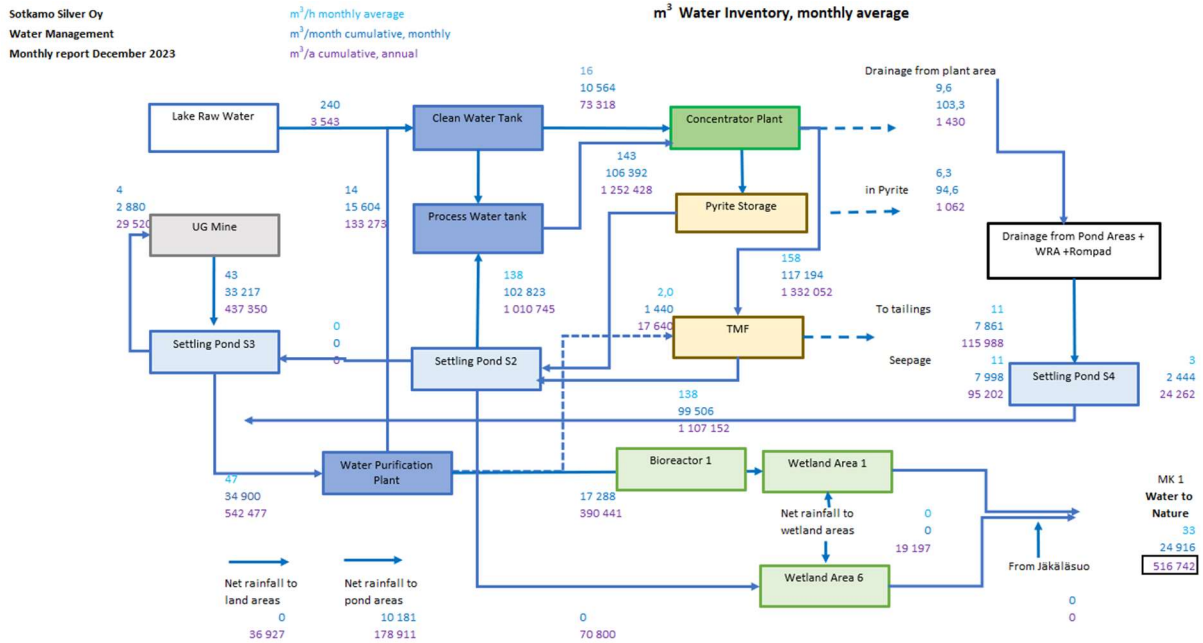
**Kuva 4-6 Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärä kaivosalueella 2023 sekä Sotkamon Kuolaniemen vastaavat pitkän aikavälin (2010 - 2023) keskiarvot (Ilmatieteen laitos 2024).**

## 4.7 Vesien hallinta

Hopeakaivoksen vesikiertokaavio on esitetty kuvassa 4-7. Vesitasetta, kuva 4-8, seurataan jatkuvasti ja se raportoidaan valvovalle viranomaiselle kuukausittain. Avolouhokseen ja maanalaiseen kaivokseen purkautuvasta vedestä noin 75 prosenttia pumpataan käsittelyn kautta ulos kaivosalueelta ja 25 prosenttia tuotannossa käytettäväksi vedeksi rikastamolle. Yli 90 prosenttia rikastetuotannosta käytettävästä vedestä on kierrätysvettä, joka pumpataan takaisin rikastamolle allasalueelta rikastushiekan läjityksen ja veden selkeyttämisen jälkeen tai vesilaitokselta. Prosessissa käytettävä rikastushiekka-altaan kuivatusvesi ja allasalueelta palautettava vesi lasketaan sisäisen kierron vedeksi, jonka perusteella määritetään kuvassa 4-7 esitetty tuotannon vedenkäytön kierrätysaste. Järvivettä käytetään tuotannossa vain vähän ja prosessivesikiertoon otettavan veden määrää on vähennetty viime vuosina merkittävästi.



Kuva 4-7. Hopeakaivoksen vesikiertokaavio



Kuva 4-8. Kaivoksen vesitase joulukuun 2023 lopulla



Vuonna 2023 rikastusprosessissa käytettiin yhteensä 1,38 miljoonaa kuutiometriä vettä. Kulutus laski edellisestä vuodesta, vaikka käytetyn tuotantoveden määrä yhtä malmitonnia kohti kasvoikin hieman (2,4 m<sup>3</sup>/malmitonni). Tämä johtuu rikastamon alhaisemmasta tuotanto-volyymistä edellisvuoteen verrattuna. Veden kierrätysastetta tuotantoprosessissa pystyttiin nostamaan, joten Pieni Tipasjärvestä otettavan raakaveden määrää voitiin vähentää. Vuonna 2023 Pieni Tipasjärven Olkilahdesta otettiin rikastamon käyttöön lisävetä 3 542 m<sup>3</sup> (vuonna 2022 27 640 m<sup>3</sup> ja vuonna 2021 47 000 m<sup>3</sup>). Rikastamon prosessiveden kierrätysaste oli 99 %.



**Kuva 4-9. Pieni Tipasjärven Olkilahdesta pumpatun veden määrät, tm<sup>3</sup>**



**Kuva 4-10. Tuotannon vedenkäytön kierrätysaste, %**

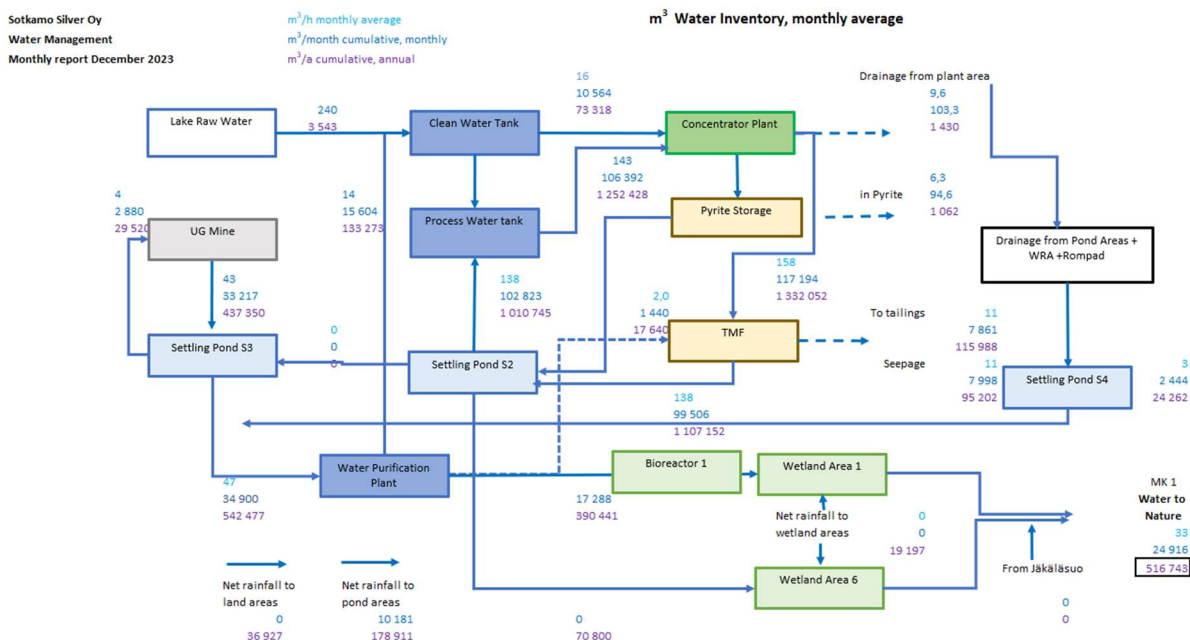
#### 4.7.1 Kaivokselta pintavalutuskentille purettu vesimäärä

Pintavalutuskentälle PVK1 vedenpuhdistamolta purettu kokonaisvesimäärä oli 390 441 m<sup>3</sup> ja S2-altaalta huhti-marraskuussa purettu prosessiveden määrä pintavalutuskentälle PVK6 70 800 m<sup>3</sup>, (Kuva 4-11). Koivupuroon purettiin siten vedenpuhdistamolta ja prosessivesikierrasta S2-altaasta kosteikkoalueiden kautta vettä yhteensä 461 241 m<sup>3</sup>. Vuoden 2023 purkuveden kokonaismäärä mittakaivolla MK1 oli 516 742 m<sup>3</sup>. Kuva 4-11 on esitetty vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle purettu vesimäärät (m<sup>3</sup>/kk) vuosina 2020–2023, mittakaivo MK1:n kuukausivirtaamatiedot kuvassa



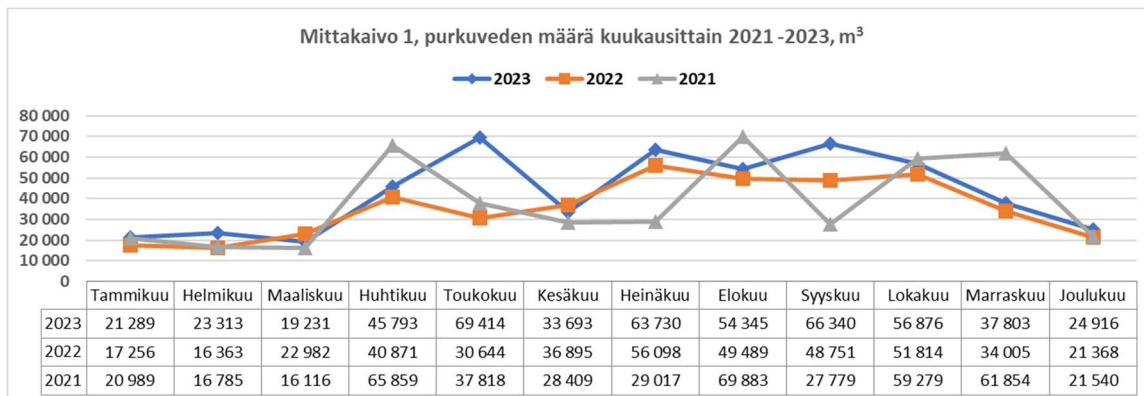


4-Kuva 4-12 ja pintavalutuskenttien PVK1, PVK6 sekä kaivoksen purkupisteen mittakaivo MK1:n sijainti Koivupuron yläjuoksulla kuvassa 4-15. Typen poistamista varten rakennettavista Bioreaktoreista ensimmäinen valmistui joulukuun lopussa. Bioreaktori sijaitsee vesilaitoksen ja pintavalutuskentän PVK1 välissä.

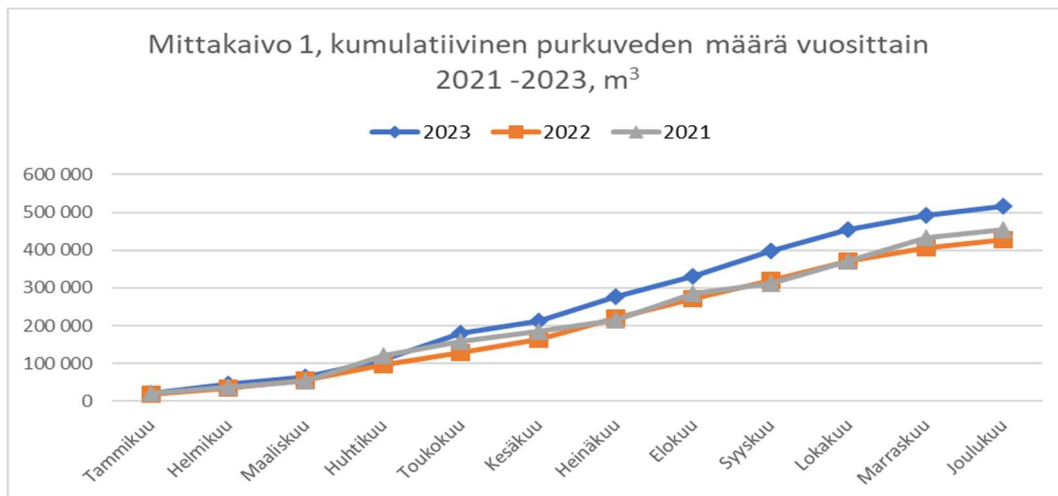


**Kuva 4-11 Vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle puretut vesimäärät ( $m^3/kk$ ) vuosina 2020–2023.**

Mittakaivo MK1:n virtaamatiedot on esitetty seuraavassa kuvassa **Error! Reference source not found.12**. Normaalivirtaaman 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). Koivupuroon laskevan purkuojan todettiin olevan osittain umpeutunut ja mataloitunut. Oja on ruopattu ja kunnostettu vuoden 2023 alkupuolella.



**Kuva 4-12 Mittakaivo 1:n kuukausivirtaamatiedot ( $m^3/kk$ ) vuosina 2021–2023.**



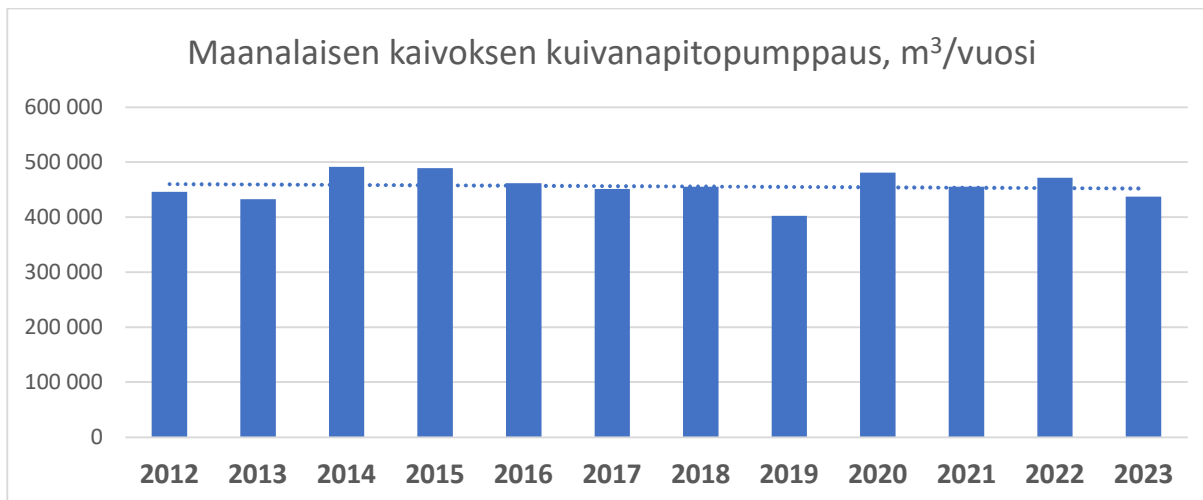
Kuva 4-13 Mittakaivo 1:n kumulatiivinen virtaama (m<sup>3</sup>) vuosina 2021–2023



Kuva 4-14 Pintavalutuskentät PVK1 ja PVK6 sekä kaivoksen purkupisteen, mittakaivo MK1:n sijainti

#### 4.7.2 Maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet

Maanalaisesta kaivoksesta on pumpattu pintavaluma- ja pohjavesiä vuoden 2023 aikana yhteensä 437 350 m<sup>3</sup>. Kuvassa (Kuva 4-15) on esitetty vesimäärät ajalta 2012-2023. Kuivanapitoveden määrä on ollut kaivoksen tuotannon aikana aiemmin arvioitua pienempi, eikä sen määrä ole oleellisesti muuttunut huolimatta kaivoksen syvyyden kasvamisesta.



**Kuva 4-15. Maanalaisen kaivoksen kuivanapitoveden määrä, m<sup>3</sup> vuosina 2012-2023.**

## 5 Sidosryhmätoiminta

Kaivoksen sidosryhmistä koostuva seurantar ryhmä kokoontui 3 kertaa vuoden 2023 aikana; helmikuussa, kesäkuussa ja lokakuussa. Kokouksissa käsiteltiin kaivoksen lupa-asioita ja päivittäisiä ympäristöasioita, vesienhallinnan ja käsittelyn muutoksia, meneillään olevaa rikastushiekka-altaan laajennuksen ja tuotantomäärän kasvattamisen Ympäristövaikutustenarviointia, kaivosvastuujärjestelmän (TSM) osa-alueiden kehittymistä, sekä esiteltiin kaivoksen tuotannollista toimintaa.

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).

## 6 Sisäisten vesien oma tarkkailu

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 juurialaojat, selkeytysaltaan S2 vesi, sivukivialueen suotovesi S4, mittakaivo MK1, mittakaivo MK2, pintavalutuskentän PVK1 kaivo, oja Pieneen Tipasjärveen ja pintavalutuskenttä PVK6:n kaivo silloin, kun kentälle on purettu vettä selkeytysaltaasta S2.

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. Kuparikloridin tuotantokäyttöönoton jälkeen rikastushiekka-altaan, S2-selkeytysaltaan ja Mittakaivo 1:n vedestä on lisäksi analysoitu kloridipitoisuus joka toisella näytteenottokerralla kahden viikon välein. Sisäisten vesien omavalvonnan analyysit on tehty CRS Laboratories Oy:n laboratoriossa, jonka Sotkamon toimipaikka sijaitsee Sotkamo Silver Oy:n rikastamolla.



Velvoitetarkkailun mukaiset analyysit teetettiin Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa kuukausittain. Näytteenottopisteet ovat samat kuin omavalvontaisessa tarkkailussa poissulkien pintavalutuskenttien kaivot ja rikastushiekka-altaan juurialaojat. Kuukausittain tehtävässä velvoitetarkkailussa on lisäksi pyriittiallas sekä sen suoto-oja ja avolouhoksen vesienkeräysallas, mikäli siinä on ollut vettä. Maanalaisesta kaivoksesta ylös pumpattavasta kuivanapitovedestä määritettiin lisäksi kuukausittain lyijy. Kaivosalueen sisäisen velvoitetarkkailun tulokset on esitetty liitteessä 1.1.

## 7 Päästö- ja kuormitustarkkailu

Kaivoksen päästö- ja kuormitustarkkailu toteutettiin 30.9.2021 päivätyn tarkkailuohjelman mukaisesti (AFRY Finland Oy 2021).

Vedenpuhdistamolta on johdettu vettä pintavalutuskentälle PVK1 390 441 m<sup>3</sup> ja selkeytysallas S2:sta pintavalutuskentälle PVK6 70 800 m<sup>3</sup>. Mittakaivo 1:ltä on Koivupuroon johtavaan ojaan johdettu vettä kaivosalueelta yhteensä 516 743 m<sup>3</sup>.

Päästö- ja kuormitusvesinäytteet otettiin vedenpuhdistamolta lähtevästä vedestä ja mittakaivo 1:ltä kuukausittain. Pintavalutuskentältä PVK6, otettiin näytteet omavalvontaisesti vähintään viikoittain niinä ajankohtina, jolloin selkeytysaltaalta S2 purettiin vettä. Selkeytysaltaasta S2 otettiin lisäksi velvoitetarkkailun mukaiset näytteet kuukausittain.

Kaivoksen vesipäästöjen laaja veden laadun selvitys on tehty vuonna 2022. Laajassa selvityksessä analysoitiin 69 alkuaineen ja sulfaatti-, kloridi- ja fluoridi-anionien pitoisuus. Alkuaineita, jotka voitiin havaita, ja joiden pitoisuudet ylittivät laboratorion analyttisen määrittämissä raja-arvojen, oli 28 kpl. Nämä olivat tyypillisesti kaivoksen malmista 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 määrittämissä olevia alkuaineita, joita ei havaittu oli siten 41 kpl.

Vedenpuhdistamolalta lähtevän veden toksisuutta ja vaikutusta leväntuotantoon on selvitetty Kainuun ELY-keskuksen 15.6.2022 tekemän tarkkailu- ja tutkimussuunnitelmien hyväksyntäpäätöksen mukaisesti vuonna 2022. Leväntuotantokykyä kuvaava kaivosvesien perustuotantokyky on määritetty samoin vuonna 2022.

### 7.1 Lähtevät vedet

#### 7.1.1 Lähtevän veden laatu

Pintavalutuskentälle 1 johdettavasta vedestä (VP lähtevä) otettiin velvoitetarkkailun mukaisia näytteitä kuukausittain. Mittakaivolla 1 mitattiin jatkuvan virtaaman lisäksi Koivupuroon johdettavan veden sähkönjohtavuutta (Kuva 7-1), happamuutta (pH-arvoa) ja kiintoainepitoisuutta jatkuvatoimisesti. Veden myrkyllisyys tutkittiin vesikirppu-, valobakteeri ja perustuotantotestien ja lisäksi määritettiin ELY-keskuksen erillispäätöksen 15.6.2022 mukaisesti rikkihiili, tiosulfaatti ja helposti hajoava sulfaatti vuonna 2022.

Pintavalutuskentälle 1 johdettavan veden ja mittakaivolta MK1 Koivupuroon johtavaan ojaan johdetun purkuveden laatutiedot on esitetty taulukossa 7-1. Tulokset on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.



### Happi, pH, väri ja COD<sub>Mn</sub>

Vuonna 2023 vesilaitokselta lähtevän veden hapen kyllästysaste määritettiin jokaisena kuukautena ja se oli jokaisella määrittyskerralla 110 %. Käsitelty vesi on pysyvänsä ylikyllästynyt. Hapen kyllästysasteen keskiarvo on ollut myös kolmen edellisvuoden ajan yli 100 %, (2022:117, 2021: 109 % ja 2020: 101 %).

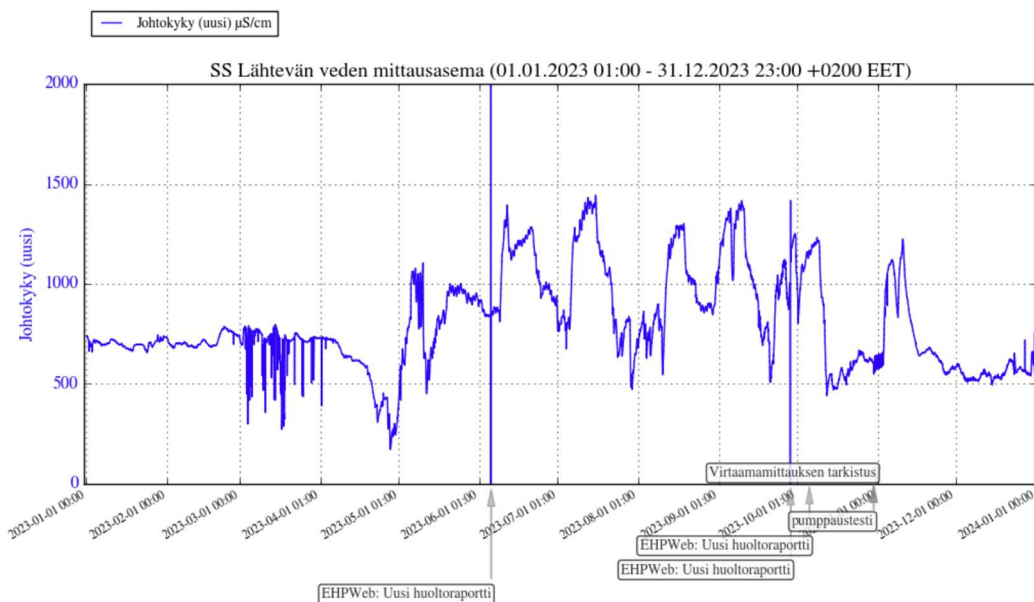
Lähtevän veden pH oli 2022 vuonna otetuissa näytteissä 8,4 – 8,9. Vuonna 2022 lähtevän veden pH-mittauksien vaihteluväli oli 8,4–9,0 ja edellisenä vuonna 2021 8,1–9,0. Pintavalutuskentälle 1 johdettavan veden pH on ollut korkeampi kuin porakaivovesien pH-arvojen mediaani Suomessa, mutta useiden haitta-aineiden mm. sinkin saostuminen on tehokkaampaa, mikäli pH nostetaan vedenpuhdistamolla arvoon n. 8,5 ja näin ollen haitta-aineiden pitoisuudet ovat pysyneet pieninä. Mittakaivolla MK1 veden pH vaihteli välillä 5,9 -7,0.

Veden kokonaisrautapitoisuus analysoitiin myös jokaisena kuukautena. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,021–0,13 mg/l keskiarvon ollessa 0,51 mg/l, mikä on tyypillinen pitoisuus myös alueen muissa pohja- ja porakaivovesissä.

Kemiallinen hapenkulutus COD<sub>Mn</sub> vaihteli välillä 1,9–3,0 mgO<sub>2</sub>/l. COD<sub>Mn</sub> on samaa suuruusluokkaa kuin alueen porakaivo- ja pohjavesissä keskimäärin.

### Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus

Sähkönjohtavuus vaihteli vuoden 2023 aikana välillä 25–130 mS/m ja sen vuosikeskiarvo 80 mS/m. Sähkönjohtavuus on hyvin riippuvainen sulfaattipitoisuudesta, joka vaihteli välillä 250–390 mg/l. Sulfaattipitoisuus ei ole oleellisesti muuttunut edellisvuodesta (230–350 mg/l). Kuvassa 7-1 on esitetty Mittakaivon 1 sähkönjohtavuus (μS/cm).



**Kuva 7-1 Sähkönjohtavuus (μS/cm) mittakaivolla.**



Taulukko 7-1 Lähtevän veden laatu tiedot

Määrittäminen	Yksikkö	Veden puhdistamolta lähtevä vesi				Mittakaivo 1:ltä lähtevä purkuvesi				Luparaja
		minimi	maksimi	mediaani	keskiarvo	minimi	maksimi	mediaani	keskiarvo	
Lämpötila.	°C	2,4	18,7	5,1	9,04	0	20,1	2,6	7,37	
COD <sub>Mn</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	1,9	3	2,65	2,62	2,8	3,7	2,9	3,13	
Happi	mg/l	10,8	17,2	13,95	13,34	6,4	8,2	8,1	7,57	
Happi, O <sub>2</sub> Kyll	%	110	120	110	112	44	87	68	66	
Kiintoaine	mg/l	0,5	2,3	1,45	1,44	0,5	7	2,3	3,03	
Kiintoaineen hehkutusjäännös	mg/l	0,5	1	0,5	0,55	0,5	0,5	0,5	0,50	10
pH		8,4	8,9	8,65	8,67	5,9	7	6,65	6,57	6 - 9,5
Sähkönjoht	mS/m	89	130	115	111	78	140	95	103	
TOC	mg/l	1,8	2,6	2,2	2,22	3,4	4,5	4,2	4,03	
N	µg/l	36000	60000	46000	46250	20000	43000	29500	30417	
NH <sub>4</sub> N	µg/l	6600	13000	10500	10333	250	7600	2750	3129	
NO <sub>2</sub> N+NO <sub>3</sub> N	µg/l	29000	52000	35000	36750	18000	39000	28000	27727	
P	µg/l	1,5	10	4,5	4,50	10	270	65	79,17	
Fosfaattifosfori	µg/l	15	15	15	15	15	15	15	15	
Cl	mg/l	13	22	18	18,2	11	22	19	17,3	
SO <sub>4</sub>	mg/l	200	420	365	329	250	390	340	327	1000
AgA	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,50	0,5	0,5	0,5	0,50	
Al	µg/l	1,1	12	4,5	5	90	280	140	170	500
As	µg/l	1,5	3,7	2,6	2,5	0,91	1,4	1,2	1,2	100/300*
Ca	mg/l	100	150	140	131	86	140	130	119	
Cd	µg/l	2,9	27	5,8	7,69	1	2,2	1,2	1,47	
Cd liuk.	µg/l	2,8	25	5,1	7,03	1	2,2	1,2	1,47	10
Co	µg/l	2,8	20	6	8,43	1,7	2,6	2,4	2,23	
Cr	µg/l	0,03	0,41	0,13	0,15	0,06	0,08	0,06	0,06	
Cu	µg/l	0,62	2,8	1,6	1,63	0,71	1,4	0,86	0,99	
Fe	µg/l	14	130	24,5	54	110	600	190	300	
Hg liuk.	µg/l	0,015	0,710	0,080	0,22	0,003	0,015	0,015	0,01	5,00
K	mg/l	14	22	17,5	17,25	13	27	24	21,33	
Mg	mg/l	13	22	20	18,67	13	15	14	14,00	
Mn	µg/l	1900	5000	3200	3183	150	620	310	360	
Na	mg/l	29	58	43,5	41,8	28	36	34	32,7	
Ni	µg/l	13	54	19,5	25,0	4,8	12	8,6	8,5	
Ni liuk.	µg/l	13	52	19,5	24,4	4,8	12	8,6	8,5	
Pb	µg/l	0,11	1,8	0,615	0,66	0,21	0,92	0,47	0,53	
Pb liuk.	µg/l	0,025	0,24	0,093	0,10	0,15	0,19	0,17	0,17	50/300*
S	µg/l	67000	140000	130000	113250	74000	130000	120000	108000	
Sb	µg/l	79	180	110	114,25	35	51	46	44,00	200/500*
Th	µg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
U	µg/l	0,78	3,1	2,6	2,27	0,089	0,2	0,17	0,15	
Zn	µg/l	58	260	145	154	160	240	230	210	200/500*

\*Haitta-ainepitoisuuden virtauspainotettu kuukausikeskiarvo/yksittäinen näyte, luparaja koskee vesilaitokselta lähtevää vettä

Vuonna 2023 vesilaitoksen lähtevästä vedestä määritettiin kesäkuussa lisäksi rikkihiili (< 2 µg/l), tiosulfaatti (< 0,001 µg/l) ja helposti vapautuva sulfidi (< 50 µg/l), joiden pitoisuudet alittivat laboratorion määrittämissä rajat.



### Kiintoaineen hehkutusjäännös

Vesilaitokselta lähtevän veden kiintoainepitoisuus on vuoden 2023 vesinäytteissä vaihdellut alle määrittämissä rajan – 2,3 mg/l. Kiintoaineen hehkutusjäännös on vuonna 2023 ollut alle määrittämissä rajan 1 mg/l kaikkina kuukausina. Laboratoriomittauksen mukaan kiintoainepitoisuus mittakaivolla 1 vaihteli välillä 0,5–7,0 mg/l ja kiintoaineen hehkutusjäännös oli jokaisella mittauskerralla alle määrittämissä rajan 1 mg/l. Kiintoaineen hehkutusjäännöksen virtaamapainotteisen neljännesvuosikeskiarvon luparaja on 10 mg/l.

### Fosfori- ja typpiyhdisteet

Lähtevän veden kokonaisfosfori- ja fosfaattifosforipitoisuudet vuonna 2023 olivat samaa tasoa kuin aiempina vuosina. Kokonaisfosforipitoisuuden mediaani oli 4,5 µg/l ja fosfaattifosforin 15 µg/l. Fosfaattifosforin määrittämissä raja on muuttunut vuoden 2023 alussa, jolloin velvoitetarkkailua suorittava laboratorio vaihtui. Laboratorion määrittämissä raja on 30 µg/l, joten tulokset on puolitettu.

Typpipitoisen räjähdysaineen käyttäminen, louhintamäärät ja erityisesti prosessiveden kierrättäminen näkyy pitkällä aikavälillä kaivoksen purkuveden typpipitoisuuden kasvuna, koska tyyppiä ei saada poistettua vedenpuhdistamon saostusprosessissa. Vuonna 2023 vedenpuhdistamolta lähtevän veden kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo 46,3 mg/l on ollut jonkin verran suurempi, kuin vuoden 2022 keskiarvopitoisuus 40,5 mg/l. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kokonaistyyppipitoisuus koostuu tyypillisesti 25-30 %:sta ammoniumtyyppiä ja 70-75 %:sta nitraattinitriittityyppiä.

#### 7.1.2 Selkeytysaltaasta S2 pintavalutuskentälle PVK6 johdetut vedet

Selkeytysaltaasta S2 huhtikuun ja lokakuun 2023 välisenä aikana pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatutiedot on esitetty taulukossa 7-2.

**Taulukko 7-2 Selkeytysallas S2:sta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatutiedot**

Aine	Raja-arvo	Yksikkö	Raja-arvon tyyppi	Velvoitetarkkailu	Omavalvontainen tarkkailu, CRS
Arseeni	0,1	mg/l	Keskiarvo	0,025	0,02
Arseeni	0,30	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,026	0,04
Lyijy	0,05	mg/l	Keskiarvo	0,008	0,02
Lyijy	0,30	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,019	0,02
Sinkki	0,20	mg/l	Keskiarvo	0,068	0,10
Sinkki	0,50	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,140	0,39
Antimoni	0,20	mg/l	Keskiarvo	0,215	0,31
Antimoni	0,50	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,39	0,36
Alumiini	0,5	mg/l	Keskiarvo	0,19	0,19
Sulfaatti	1 000	mg/l	Keskiarvo	880	877
Elohopea, liukoinen	0,5	µg/l	Keskiarvo	0,10	–
Kadmium, liukoinen	10	µg/l	Keskiarvo	0,13	–
Kiintoaineen hehkutusjäännös	10	mg/l	Virtaamapainotteinen Neljännesvuosikeskiarvo	4,18	–



## 7.2 Kuormitustiedot

### 7.2.1 Pintavesistöön johdettu kuormitus 2023

Kaivoksen ympäristöluvassa nro 155/2020 on määrätty kaivosalueelta alapuoliseen vesistöön purettavan veden pH:sta sekä kokonaistypen ja kokonaisfosforin vuosikuormituksesta. Pintavalutuskentältä Koivupuroon johtavaan purkuojaan saa johtaa vettä, jonka happamuus on 6 – 9,5 ja kokonaisvuosikuormitus saa typen ja fosforin osalta olla enintään 7000 kg ja 40 kg. Lisäksi on määrätty pitoisuusraja-arvot vesienkäsittelystä pintavalutuskentälle PVK1 ja S2-selkeytsaltaasta pintavalutuskentälle PVK6 johdettaville vesille.

Vuoden 2023 haitta-aineiden kokonaispäästöt pintavalutuskentälle 1 ja kuormitus Koivupuroon on raportoitu aluehallinnon asiointipalvelun YLVAan. Nämä tulokset ja lisäksi pintavalutuskentille johdetut kuormitukset on esitetty taulukoissa **Error! Reference source not found.4** ja 7-5. **Error! Reference source not found.3** esitetyt kokonaisfosforin ja kokonaistypen kokonaiskuormitukset on laskettu kuukausittain virtaamapainotteisina keskiarvoina mittakaivo MK1:n analyysitulosten ja jatkuvan virtaamamittauksen tietojen perusteella.

**Taulukko 7-3 Typen ja fosforin kokonaiskuormitus ja veden happamuus mittakaivolla 1.**

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

\* Kokonaistyyppipitoisuuden laskentaan käytetty Afry:n analyysituloksia

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

Sotkamo Silver on jättänyt ilmoituksen ympäristöluvan mukaisen typpikuormituksen vuosiraja-arvon ylittymisestä heinäkuussa 2023. Heinäkuun lopulla kokonaistyyppikuormitus oli 8 509 kg. Asiaa on käsitelty myös 26.9.2023 pidetyn määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Kainuun ELY-keskus on 16.11.2023 valvontaviranomaisena huomauttanut yhtiötä ympäristöluvan ympäristölupamääräyksen rikkomisesta. Kainuun ELY-keskus on pyytänyt yhtiötä luparikkomukseen liittyen antamaan seuraavat selvitykset 31.1.2024 mennessä:

- Raportti vuoden 2023 aikana toteutuneista typpipäästöistä sekä arvio mahdollisesta vaikutuksesta alapuolisiin vesistöihin ja arvio Hietanen-Pieni-Hietanen vesimuodostuman ekologisesta tilasta
- Tarkennettu seurantasuunnitelma typpipäästöjen tarkkailusta sekä biologisesta tarkkailusta
- Arvio typenpoistoon tähtäävien toimenpiteiden vaikutuksesta ja etenemisestä
- Arvio vuoden 2024 päästöistä.

Yhtiö on jättänyt pyynnön mukaisen selvityksen Kainuun ELY-keskukselle 22.12.23

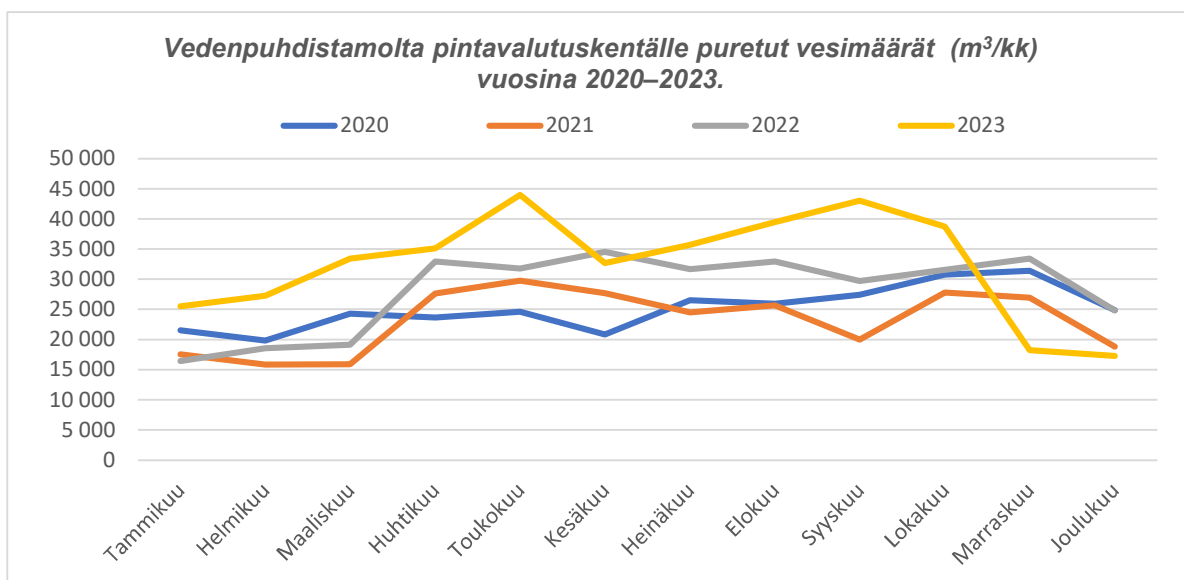




## 7.2.2 Pintavalutuskentille PVK1 ja PVK6 johdettu kuormitus 2023

Pintavalutuskentälle 1 johdettujen vesien pitoisuuksia on seurattu omavalvontaisena sisäisenä tarkkailuna viikoittain ja pintavalutuskentälle 6 johdettuja vesiä vähintään kerran viikossa, silloin kun vettä on jouduttu purkamaan S2-altaasta. Molemmista vesistä on lisäksi otettu näytteet tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain velvoitetarkkailua suorittavan Savo-Karjalan Ympäristötutkimuksen toimesta.

Vesien laatutiedot on esitetty liitteissä 1.1 ja 1.2, ja taulukoissa 7-1 ja 7-2. Kuormitukset on laskettu kuukausikeskiarvoina mitattujen virtaamatietojen ja velvoitetarkkailun tulosten perusteella, taulukot 7-6 ja 7-7. Vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle 1 vuosina 2020–2023 puretut vesimäärät ( $m^3/kk$ ) on esitetty kuvassa 7-2 ja veden laatutiedot kokonaisuudessaan liitteissä 1.1 ja 1.2.



**Kuva 7-2 Vuosien 2020 -2023 aikana pintavalutuskentälle johdettu vesimäärä,  $m^3$**

Pintavalutuskenttien tilaa on myös tutkittu omavalvontaisesti ottamalla maanäytteet molempien alueiden alkupäästä ja loppupäästä kahdelta eri syvyydeltä ja määrittämällä näistä haitta-ainepitoisuudet sekä kuningasvesiuutolla ja typpihappouutolla vuosina 2022 ja 2021. Pintavalutuskentän PVK 1 lähtöpään pintakerroksessa (0,5-1 m) sinkki ja antimoni ylittivät PIMA-asetuksen kynnyсарvon, molemmilla uuttomenetelmillä analysoiduissa näytteissä. Pintavalutuskentän 6 pintakerroksessa (0,5-1 m) ylittivät kuningasvesiuuttomenetelmällä analysoidut sinkki ja antimoni, typpihappouutto-menetelmällä vain antimoni. Asetuksen mukaisesti maaperän pilaantuneisuuden arvioinnin raja-arvona käytetään teollisuusalueilla ylempää ohjearvoa. Kummallakaan kosteikolla ei todettu ylempään ohjearvon ylityksiä. Pintavalutuskenttien tilaa seurataan jatkuvasti niiden puhdistustehokkuuden perusteella. Maatutkimuksia jatketaan tarvittaessa, mikäli vesitulosten perusteella havaitaan muutoksia kosteikkojen osalta



**Taulukko 7-4 Pintavalutuskentälle PVK1 johdettu virtauspainotteinen kuukausi- ja vuosikuormitus 2023 tarkkailuohjelman mukaisten velvoitetarkkailun tulosten ja mitatun virtaaman mukaisesti**

Kuormitus, kg	Ki-aine	Typpi	Ammonium-typpi	Nitraatti-nitriittityppi	Fosfori	Fosfaatti-fosfori	Cl	SO4	Ag	Al	As	Ca	Cd	Cd liuk.	Co	Cr
tammikuu	45,9	1224	331	739	0,25	0,76	331	5863	0,03	0,15	0,06	2549	0,11	0,09	0,1	0,01
helmikuu	43,6	1062	259	872	0,08	0,82	545	5993	0,03	0,19	0,05	2996	0,11	0,09	0,1	0,01
maaliskuu	70,2	1537	367	1236	0,13	1,00	735	7350	0,03	0,40	0,11	3675	0,22	0,20	0,2	0,00
huhtikuu	56,2	1616	386	1264	0,11	1,05	738	7024	0,04	0,42	0,11	3512	0,15	0,12	0,2	0,01
toukokuu	44,0	2069	418	1541	0,13	1,32	704	17170	0,04	0,21	0,12	6604	1,19	1,10	0,9	0,00
kesäkuu	32,7	1894	359	1600	0,16	0,98	653	13392	0,03	0,05	0,09	4899	0,09	0,09	0,1	0,00
heinäkuu	78,6	2143	357	1857	0,14	1,07	714	14288	0,04	0,04	0,07	5358	0,16	0,15	0,2	0,01
elokuu	43,4	1618	260	1341	0,20	1,18	710	16571	0,04	0,27	0,08	5524	0,21	0,19	0,2	0,00
syyskuu	55,9	1894	409	1506	0,26	1,29	775	14632	0,04	0,18	0,08	6025	0,27	0,25	0,4	0,00
lokakuu	38,7	1395	306	1162	0,19	1,16	620	15499	0,04	0,16	0,06	5424	0,43	0,43	0,6	0,00
marraskuu	23,7	803	219	675	0,11	0,55	292	7116	0,02	0,03	0,05	2737	0,18	0,17	0,2	0,00
joulukuu	39,8	795	225	605	0,05	0,52	311	5705	0,02	0,02	0,06	2247	0,11	0,09	0,1	0,00
<b>vuosi 2023</b>	<b>573</b>	<b>18 049</b>	<b>3 898</b>	<b>14 401</b>	<b>1,82</b>	<b>11,7</b>	<b>7 129</b>	<b>130 602</b>	<b>0,39</b>	<b>2,12</b>	<b>0,96</b>	<b>51 551</b>	<b>3,23</b>	<b>2,96</b>	<b>3,41</b>	<b>0,06</b>



Kuormitus, kg	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Na	Ni	Ni liuk.	Pb	Pb liuk.	S	Sb	Th	U	Zn
tammikuu	0,0	3,3	0,00	382	382	56	739	0,4	0,41	0,02	0,002	1937	2,80	0,003	0,07	4,33
helmikuu	0,1	2,7	0,02	436	409	54	926	0,4	0,41	0,05	0,002	2043	2,45	0,003	0,08	3,54
maaliskuu	0,1	4,0	0,02	468	468	77	969	0,6	0,60	0,04	0,002	2372	3,04	0,003	0,09	8,35
huhtikuu	0,0	4,6	0,01	492	457	67	1089	0,5	0,49	0,03	0,006	2353	3,20	0,004	0,11	5,27
toukokuu	0,1	1,1	0,00	748	925	220	1761	2,4	2,29	0,02	0,004	5723	4,84	0,004	0,10	11,45
kesäkuu	0,0	0,5	0,01	719	719	75	1894	0,4	0,42	0,00	0,002	4573	3,59	0,003	0,03	1,89
heinäkuu	0,0	0,6	0,01	750	786	121	1929	0,7	0,68	0,03	0,003	5001	5,00	0,004	0,03	2,89
elokuu	0,1	1,1	0,00	710	789	122	1933	0,8	0,79	0,02	0,002	5129	4,34	0,004	0,05	5,52
syyskuu	0,1	0,9	0,00	775	861	159	1894	1,1	1,03	0,02	0,004	5595	5,59	0,004	0,13	4,73
lokakuu	0,1	0,8	0,00	620	775	182	1744	1,5	1,47	0,02	0,009	5424	3,06	0,004	0,09	6,97
marraskuu	0,1	0,4	0,00	328	401	78	785	0,7	0,64	0,01	0,003	2555	2,37	0,002	0,05	3,28
joulukuu	0,0	0,4	0,00	311	346	57	778	0,5	0,50	0,00	0,003	2075	3,11	0,002	0,04	2,42
<b>vuosi 2023</b>	<b>0,63</b>	<b>20,33</b>	<b>0,08</b>	<b>6 739</b>	<b>7 316</b>	<b>1 270</b>	<b>16 440</b>	<b>9,97</b>	<b>9,74</b>	<b>0,26</b>	<b>0,042</b>	<b>44 780</b>	<b>43,41</b>	<b>0,04</b>	<b>0,87</b>	<b>60,7</b>



**Taulukko 7-5 Pintavalutuskentälle PVK6 johdettu virtauspainotteinen kuukausi- ja vuosikuormitus 2023 tarkkailuohjelman mukaisten velvoitetarkkailun tulosten ja mitatun virtaaman mukaisesti**

Kuormitus kg	Vesimäärä, m <sup>3</sup>	Ki-aine	Typpi	Nitraatti-nitriittityppi	Ammonium-typpi	Fosfori	Fosfaatti	Cl	SO4	Ag	Al	As	Ca	Cd	Cd liuk	Co	Cr
huhtikuu	7 200	93,6	389	245	187	3,9	0,2	500	6 192	0,008	1,4	0,2	2,2	0,00	0,00	0,04	0,00
toukokuu	24 000	108,0	1 116	732	361	15,6	1,1	2 148	23 880	0,051	8,9	0,8	9,1	0,02	0,00	0,21	0,02
kesäkuu	2 400	19,7	72	65	19	1,5		206	2 136	0,002	0,6	0,1	0,8	0,00	0,00	0,01	0,00
heinäkuu	8 400	73,9	294	277	71	7,5	0,3	655	7 644	0,008	2,1	0,2	3,0	0,00	0,00	0,01	0,00
elokuu	8 400	51,2	269	210	82	6,9	0,3	588	10 080	0,008	1,2	0,2	3,1	0,00	0,00	0,07	0,00
syyskuu	9 600	53,8	288	230	96	7,5	0,3	701	9 024	0,010	1,6	0,2	3,5	0,00	0,00	0,06	0,00
lokakuu	10 800	108,0	324	216	108	6,8	0,3	702	9 504	0,011	1,0	0,2	3,5	0,04	0,01	0,13	0,00
<b>yht.</b>	<b>70 800</b>	<b>508</b>	<b>2 752</b>	<b>1 975</b>	<b>924</b>	<b>49,7</b>	<b>2,4</b>	<b>5 500</b>	<b>68 460</b>	<b>0,099</b>	<b>16,7</b>	<b>2,0</b>	<b>25,2</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,52</b>	<b>0,03</b>

Kuormitus, kg	Cu	Fe	Hg	Hg liuk	K	Mg	Mn	Na	Ni	Ni liuk	Pb	Pb liuk	S	Sb	Th	U	Zn
huhtikuu	0,04	1,7	0,001	0,001	773	33	1,4	353	0,0	0,0	0,1	0,0	2 088	2,8	0,001	0,006	0,1
toukokuu	0,12	6,9	0,003	0,003	3 264	150	20,5	1 488	0,3	0,3	0,4	0,0	8 280	10,3	0,005	0,030	4,4
kesäkuu	0,00	0,2	0,000	0,000	288	9	0,7	127	0,0	0,0	0,0	0,0	696	0,4	0,000	0,002	0,0
heinäkuu	0,02	0,8	0,001	0,001	1 008	31	1,0	470	0,0	0,0	0,2	0,0	2 688	0,9	0,001	0,003	0,2
elokuu	0,01	1,7	0,000	0,000	1 008	54	9,2	462	0,1	0,1	0,0	0,0	2 856	1,3	0,001	0,008	1,1
syyskuu	0,01	2,5	0,001	0,000	1 152	59	7,6	528	0,1	0,1	0,0	0,0	3 264	1,5	0,001	0,010	0,7
lokakuu	0,01	2,8	0,001	0,001	1 296	66	8,5	594	0,1	0,1	0,0	0,0	3 456	1,0	0,001	0,006	0,8
<b>yht.</b>	<b>0,21</b>	<b>16,5</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>8 789</b>	<b>402</b>	<b>49,1</b>	<b>4 022</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>23 328</b>	<b>18,2</b>	<b>0,009</b>	<b>0,1</b>	<b>7,3</b>



### 7.3 Ympäristöpoikkeamat

Kaikki kaivoksen toimintaan liittyvät havainnot ja poikkeamat kootaan vuosittain yhteiseen poikkeamatietokantaan, johon kirjataan tapahtuman kuvaus, suunnitellut ja toteutetut korjaavat toimenpiteet. Vuoden 2023 poikkeamatietokantaan kirjattiin yhteensä 11 ympäristöön liittyvää poikkeamaa, joista kolme koski ympäristölupamääräysten ylittymistä. Naapurien yhteydenottoja ei ole ollut. Poikkeamat jaotellaan seuraavasti:

- a. ympäristöluvan lupamääräyksen ylitys
- b. ympäristöpoikkeama, josta aiheutuu vaikutuksia kaivoksen ulkopuolelle, mutta ei luparajaylitystä
- c. poikkeamalla ei vaikutusta kaivosalueen ulkopuolella, ympäristöhavainto
- d. ulkopuolinen ympäristöön liittyvä huomautus/kysely

Taulukkoon 7-6 on koottu vuoden 2023 ympäristöpoikkeamat jaoteltuna vakavuuden ja poikkeamaan johtaneen syyn mukaan.

**Taulukko 7-6. Ympäristöpoikkeamat 2022.**

Poikkeamaan johtanut syy	Huomautus tai yhteydenotto	Ympäristöhavainto	Ympäristöpoikkeama	Ympäristöluvan määräyksen ylittyminen
Koneet ja laitteet		5		
Vesien ja rikastushiekan hallinta			3	4
<b>YHTEENSÄ</b>	0	5	3	3

Ympäristöluvan luparajan ylityksiä oli kolme ja sisäisiä poikkeamia tai havaintoja oli 8 kappaletta:

- Ympäristöluvasta poikkeamiset ovat typpi- ja fosforikuormituksen ylittyminen ja rikastushiekan rikkipitoisuuden virtauspainotteisen vuosikeskiarvon lievä ylittyminen. Ympäristöluvasta poikkeamisesta on raportoitu Kainuun ELY-keskukselle ja Sotkamon kunnan ympäristöviranomaiselle välittömästi luparajan ylittämisen tapahduttua.
- Vesien käsittelyyn liittyvät 3 sisäistä havaintoa johtuivat S3-altaan pinnan nousemisesta ylivuotoputken tasolle, vesilaitoksen lähtevän veden yksittäisten sinkkipitoisuuksien ylittymisestä toukokuussa ja lipeäpumpun rikkoutumisesta vesilaitoksella kesäkuussa. Sisäisistä poikkeamista ei ole aiheutunut vaikutuksia kaivosalueen ulkopuolelle.
- Koneiden ja laitteiden sisäiset poikkeamat liittyivät öljy- tai jäähdytysainevuotoihin, jotka aiheutuivat maanalaisen kaivoksen tai maanpäällisen kunnossapidon työkoneiden letkujen vuodoista.



## 7.4 Saniteettipuhdistamo

Tehtaalla 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 kertonäytteinä tulevasta ja lähtevästä vedestä. Tarkkailunäytteet on otettu kaivoksella omavalvonnan yhteydessä ja analyysit on tehty Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa. Analyysitulokset ja tehokkuuden laskenta on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.2. Taulukossa 7-7 on esitetty puhdistamolta lähteneen jäteveden vuosikeskiarvopitoisuudet ja puhdistustehot sekä lupaehtot. Puhdistamo toimi koko vuoden moitteettomasti ja sen puhdistusteho oli luparajojen mukainen. Valtioneuvoston asetuksen (888/2006) mukaiset vähimmäisvaatimukset jäivät vuositasolla saavuttamatta kemiallisen hapenkulutuksen osalta ja kiintoaineen puhdistustehon osalta. Asetuksen mukaan jäännöspitoisuus ja puhdistusteho voivat olla vaihtoehtoisia. Saniteettipuhdistamon tulokset on esitetty liitteessä 1.2.

**Taulukko 7-7 Saniteettipuhdistamolta lähteneen jäteveden keskimääräiset pitoisuudet ja puhdistustehot vuonna 2023 sekä lupaehtot.**

Jakso	BOD <sub>7</sub> mg/l	BOD <sub>7</sub> teho %	Kok.P mg/l	Kok.P teho %	Kiintoaine mg/l	Kiintoaine teho %	COD <sub>Cr</sub> mg/l	COD <sub>Cr</sub> Teho %
Vuosi 2023	3,3	97,5	0,395	95,3	15,0	91,8	29,5	89,7
<b>Lupaehto</b>		<b>90</b>		<b>90</b>				
Vna 888/2006	30	70	3,0	80	35	90	12	75

## 7.5 Kaivannaisjätteet ja -jätealueet

Toiminnassa muodostuvia kaivannaisjätteitä ovat sivukivi, rikastushiekka ja pyriittirikaste, joka on ensisijaisesti myytävä tuote. Kaivannaisjätteiden ominaisuudet on kuvattu vuonna 2022 päivitetyn jätehuoltosuunnitelman ja vuoden 2023 uusien näytetulosten perusteella. Vuoden 2023 analyysitulokset ja vuoden 2023 aikana muodostuneiden kaivannaisjätteiden luokittuminen on esitetty liitteessä 10.

### 7.5.1 Kaivosalueen maaperä ja pintamaat

#### Maaperä

Sotkamo Silver on toimittanut Säteilyturvakeskukselle (STUK) 17.5.2021 säteilylain mukaisen ilmoituksen hopeakaivoksen toiminnasta. Selvityksessä on ollut mukana 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 tunnettuja radioaktiivisia mineraaleja eivätkä radioaktiivisten alkuaineiden pitoisuudet poikkea 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.

### **Pintamaat**

Pintamaita on syntynyt pääosin louhoksen avaamisen ja kaivoksen maanpinnalla sijaitsevien toimintojen rakentamisen aikana. Moreenia on käytetty patorakenteiden, teiden, varikkoalueiden ja ympäristönsuojelun edellyttämässä rakenteissa. Ylijäävä moreeni ja muut maa-ainekset (turve ja kasvukerros) ovat varastoituna meluvälillä.

Pintamaiden osalta laatutiedot perustuvat ennen kaivoksen rakentamista avolouhoksen päältä kerättyihin pintamaanäytteiden ominaisuuksiin. Pintamaat on luokiteltu kaivannaisjäteasetuksen mukaisesti ei-pysyväksi ja ei-happoa tuottavaksi. Varastoidut ja vielä varastoitavat maa-ainekset hyödynnetään tulevassa pato- tai muussa kaivosalueen rakentamisessa tai alueen sulkemisvaiheessa maisemoinnissa. Pintamaan läjitysalueet ovat luonteeltaan tilapäisiä, eivätkä ne ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätealueita.

### **7.5.2 Sivukivi**

Kaivoksella muodostuu louhinnassa rikastukseen kelpaamatonta sivukiveä noin 280 000–380000 t vuodessa.

Sivukivi hyödynnetään nykyisin kokonaan maanalaisen kaivoksen louhostäyttöissä. Vuoden 2023 aikana kaikki louhittu sivukivi on sijoitettu suoraan kaivoksen täyttöön, eikä sitä ole tuotu sivukivi- ja rajamalmialueelle vuoden 2023 aikana. Tästä huolimatta ja tarkkailuohjelmasta poiketen kokoomanäytteet kerättiin sivukivestä jokaisesta louhintäerästä. 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 alkuaineanalyysoimalla 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 2023, fysikaaliset ominaisuudet ja mineralogia sekä geokemialliset- ja haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuudet on esitetty liitteessä 10.

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

### 7.5.3 Rikastushiekka

#### **Rikastushiekka-allas**

Rikastusprosessissa syntyvä rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen ja tai se hyödynnetään rikastushiekka-altaan patojen korotuksissa. 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-allas sijoittuu rikastamoalueen ja selkeytysaltaiden eteläpuolelle ja sen kokonaispinta-ala on vuoden 2022 aikana toteutetun laajennuksen jälkeen noin 20 hehtaaria.

Altaan patokorotusten viimeisimmän valmistuneen korotusosan (mpy. +227,5 m) käyttöönottotarkastus pidettiin 14.11.23. Patoturvallisuusasetuksen ja kaivosvastuujärjestelmän (TSM) mukainen vuositarkastus pidettiin 14.8.23 ja määräaikaistarkastus rikastushiekka-altaan, pyriittialtaan ja selkeytysaltaiden padoille 26.10- 27.10.23.

Vuoden 2023 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 7-1. Rikastushiekka- ja allasalue lokakuussa 2023.*





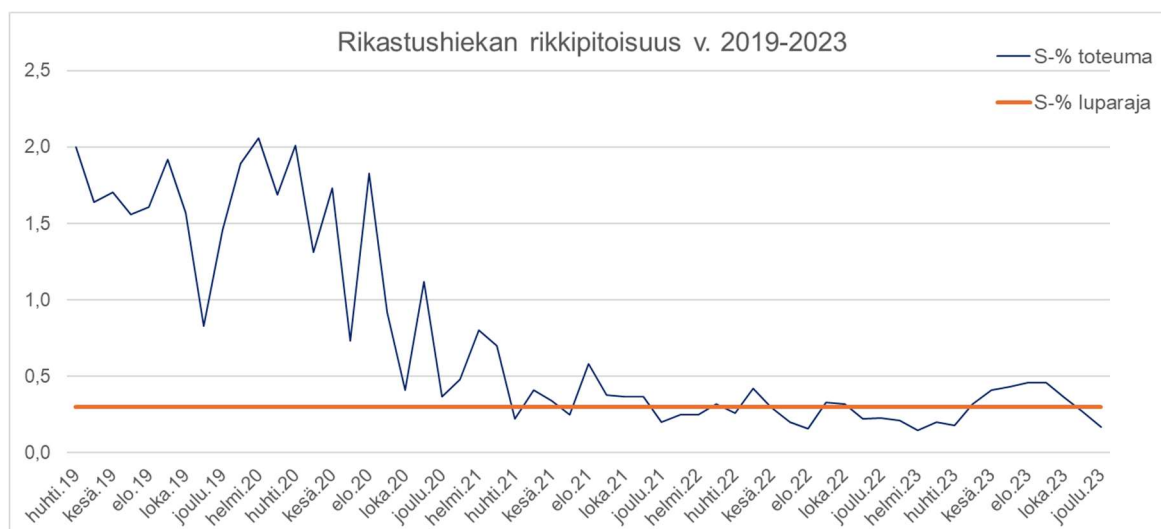
### Rikastushiekan ominaisuudet

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 7-8.

**Taulukko 7-8. Rikastushiekan vuoden 2019-2023 omavalvontaisen 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

Rikastushiekan kuningasvesiuutolla ja ICP-menetelmällä määritetty virtaus-painotettu rikki-pitoisuus kuukausittain vuosina 2019 - 2023 on esitetty kuvassa 7-2. Vuoden 2023 tuotannon laadunseurannan ICP-tuloksista laskettu koko vuoden virtauspainotettu pitoisuus oli 3,2 % ja kuukausivirtauspainotettu keskiarvo 0,30 %. Pyriitin rikastusprosessin tehostamisen ansiosta rikastushiekan rikki-pitoisuus on pienentynyt merkittävästi toiminnan alkuvaiheeseen verrattuna.



**Kuva 7-2. Rikastushiekan rikki-pitoisuuden kuukausikeskiarvot vuosina 2019 - 2023. Näytteet ovat rikastamon laadunvarmistusnäytteitä.**



#### 7.5.4 Pyriitti

Pyriittirikaste (rikkirikaste) vaahdotetaan omaksi tuotteeksi rikastusprosessissa. Se sisältää pyriitin lisäksi pieniä määriä pyrroitiittia. Pyriittirikasteen vaahdotusprosessin saanti vaikuttaa suoraan rikastushiekan ominaisuuksiin ja rikkipitoisuuteen. Pyriittirikasteen määrä on vuositasolla vaihdellut 15 000-20 000 t/v ja vuonna 2023 sitä tuotettiin 12 457 tonnia. Pyriittirikaste on tuote ja se pyritään ensisijaisesti myymään. Kaivosalueelle varastoitu rikaste sijoitetaan kuivaläjityksenä nk. pyriittialtaaseen, jonka pinta-ala on 1 ha. Suodatettu pyriittirikaste siirretään rikastamon silosta traktorikuormina pyriittialtaaseen. Pyriittiallas on rikastushiekka-altaan välittömässä läheisyydessä.

## 8 Vesistötarkkailu

Vuonna 2023 vesistötarkkailu toteutettiin 30.9.2021 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti 13 vesistö pisteessä (Taulukko 8-1, liite 2). Näytteenotosta ja näytteiden analysoinnista vastasi pääosin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, osa analytiikasta on teetetty alihankintana. Tarkkailupisteiden sijainti kartalla on esitetty liitteessä 2 ja tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

**Taulukko 8-1 Vesistötarkkailun näytepisteet.**

Havaintopaikka	Tunnus	Koordinaatit (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, Olkilahti	Tip	7092729 600587	59.853

Pienen virtaamaan tai jääntymisen vuoksi näytteitä ei saatu kertaalleen Ojasta Pieneen-Tipasjärveen (20.6.2023, kuiva) ja Taivaljärvestä (8.3, kuiva/pohjaan asti jäässä). Poikkeavat olosuhteet ja puuttuvat näytteet on kirjattu näytepistekohtaisesti tarkkailutuloksiin, jotka on esitetty tämän vuosiraportin liitteinä.

Virtavesissä ja järvien päällysvesinäytteissä näytteenotto syvyys 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 puolivälissä.

Näytteistä analysoidaan laboratorioissa 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 heinä- ja elokuun näytteistä. Kasviplanktonraportti löytyy kokonaisuudessaan liitteenä.

Pohjaeläintarkkailu tehtiin ohjelman mukaisesti loppusyksyllä 2023. Pohjaeläinraportti löytyy kokonaisuudessaan liitteenä.

Näytteenoton yhteydessä kenttämittarilla mitataan happipitoisuus, redox-potentiaali ja pH. Pieni Tipasjärvestä ja Pieni-Hietasesta tehtiin maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa kenttämittaukset koko vesipatsaasta kahden metrin välein, alkaen 1 m pinnan alapuolelta. Muista järvipisteistä kerrosmittaukset tehtiin maaliskuun näytekierroksen yhteydessä. Pienessä Tipasjärvestä, Hietasessa ja Pieni-Hietasessa ei ole todettu kaivostoiminnasta johtuvaa kerrostumista.

Kerran vuodessa maaliskuussa tehtävissä kenttämittauksissa havaittiin, että Ojassa Pieneen-Tipasjärveen vesi oli hapanta, rautapitoista ja voimakkaan humusleimaista. Happitilanne oli tyydyttävä ja sähkönjohtavuus osoitti melko niukkaa elektrolyyttien määrää.

Tipasjärven Olkilahdessa vallitsi talviaikainen lämpötilakerrostuneisuus. Happitilanne oli alusvedessä vielä välttävä, ylemmissä vesikerroksissa hyvä - erinomainen. Alusvedessä oli havaittavissa raudan ja kokonaistypen nousua päällysveteen nähden, kokonaisfosforin osalta nousu oli lievempää. Päällysveden kokonaisfosforin perusteella asema oli luokiteltavissa lievästi reheväksi. Sähkönjohtavuus osoitti varsinkin ylemmissä vesikerroksissa niukkaa elektrolyyttien määrää. Vesi oli humusleimaista ja päällysveden pH-arvo osoitti lievää happamuutta, alusveteen oli kerrostunut hieman tummempaa, humuspitoisempaa ja happamampaa vettä.

Koivupurossa ja Ollinjoessa oli vielä viiteitä kaivoksen vesien vaikutuksesta, mm. sähkönjohtavuusarvoissa.

Pirttilammessakin oli havaittavissa vielä lieviä viiteitä kaivosvesien vaikutuksesta mm. typen yhdisteiden, sulfaatin ja sähkönjohtavuuden perusteella. Nimisenjoessa, Pieni-Hietasessa, Hietasessa ja Lontanjoessa ei selvää kaivosvesien vaikutusta ollut enää havaittavissa. Kenttämittausten tulokset on esitetty liitteessä 3.2.

## 8.1 Koivupuro ja sen alapuoliset vesistöt

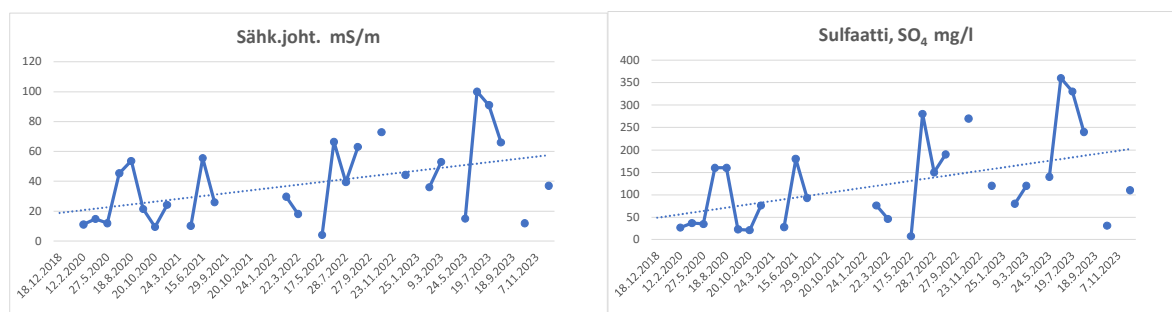
Koivupuroon johdetaan pintavalutuskentän kautta kaivoksen käsitellyt vedet ja pintavalutuskenttä PVK6:n kautta rikastamon sisäisessä kierrossa olevat vedet, mikäli selkeytysaltaasta S2 on tarvetta purkaa vettä. Ympäristölupapäätöksen 16.3.2013 mukaisesti Koivupuro ei ole vesilain (264/1961 ja 687/2011)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

**Koivupuron** vesi oli vuonna 2023 aiempaan tapaan runsashappista ja yleisesti myös humuspitoista, humusleimaisuus oli kesäkuussa selvästi muita havaintokertoja lievempää. Humusleimaisuutta kuvaavien veden väriluvun (37- 270 mg/l Pt) ja CODMn-pitoisuuksien (5,9 – 34 mg/l O<sub>2</sub>) vaihtelu vuoden aikana oli myös huomattava. Sameus oli yleisesti lievää (1,5 – 4,3 FNU). Veden pH-taso vaihteli edellisvuosien tapaan: runsaamman valumaveden ja syksyn sateiden aikaan elo-lokakuussa Koivupuron vesi oli selvästi hapanta (pH 4,6–5,4), mutta muina kausina



happamuus oli selvästi lievempää (pH-arvot 6,2 – 7,2). 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.

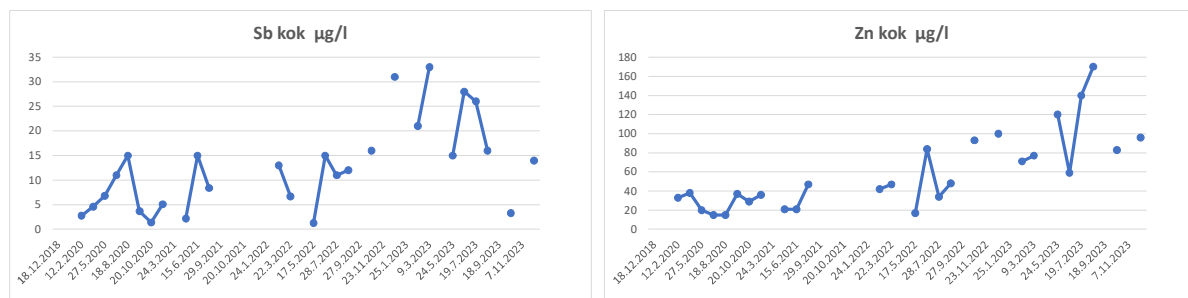
Koivupuron sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat vuoden 2023 aikana välillä 12– 100 mS/m (kuva 8-1). Kaivosvesien vaikutus oli havaittavissa mm. kohonneena sulfaattipitoisuutena (kuva 8-1). Vaikutukset olivat voimakkaimmillaan kesä - elokuussa (kuva 8-1). Alkaliniteetti ja veden kovuus olivat samoin ajankohtina myös selvästi korkeammalla alueen luontaiseen tasoon nähden. Koivupuron pH-arvoissa ei ole havaittavissa merkittävää muutosta kaivostoiminnan (2019 -2023) aikana, se on vaihdellut koko ajan kuormitustilanteen ja virtaaman mukaisesti välillä 4,4 – 7,2 mutta sähkönjohtavuusarvoissa ja sulfaattipitoisuuksissa on havaittavissa selvä kasvu vuosien 2018–2023 aikana (kuva 8-1).



**Kuva 8-1 Koivupuron sähkönjohtavuusarvojen ja sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2019–2023.**

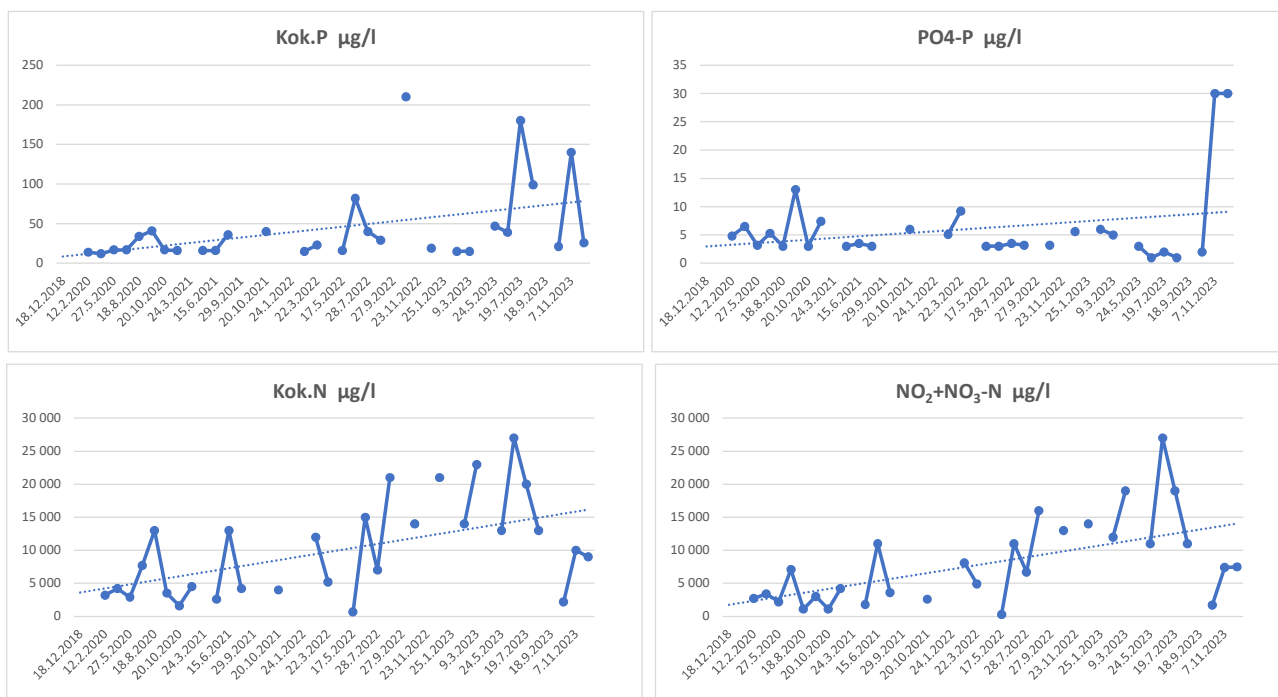
Koivupuron kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 15 – 180 µg/l (v. 2022 15 - 210 µg/l) ja kokonaistyyppipitoisuudet 2200–27 000 µg/l (v. 2022 660 – 21 000 µg/l). Fosforipitoisuudet vaihtelivat lievästi rehevästä vedestä selvästi ylirehevään veteen, kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo oli myös noussut edellisvuodesta, ollen 65 µg/l (kuva 8-2). Fosfaattifosforia esiintyi kuitenkin kasvukaudella niukasti (kuva 8-2). Kokonaistyyppien määrä on ollut vuosina 2019–2023 selvästi kaivostoimintaa edeltävää tasoa suurempi (kuva 8-2). Nitriittinitraattityypin pitoisuudet olivat läpi vuoden luonnontasoon verrattuna suuria, 1700 –27 000 µg/l (v. 2022 280 –16 000 µg/l). Ammoniumtyypin määrä oli kuitenkin sulan veden aikana erittäin pieni 8 - 45 µg/l (v. 2022 7–52 µg/l), mutta talvikuukausina korkeampi, mikä johtuu sen hitaammasta nitrifikaatiosta. Pintavalutus kentillä ei myöskään tapahdu denitrifikaatiota talviaikana.

Koivupuron rauta-, magnesium- ja alumiinipitoisuuksissa esiintyi vuoden 2023 aikana runsaasti vaihtelua ja keskimäärin pitoisuudet ovat korkeita. Arseenin, kromin, koboltin, kuparin, mangaanin ja liukoisen lyijyn pitoisuudet olivat yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa (

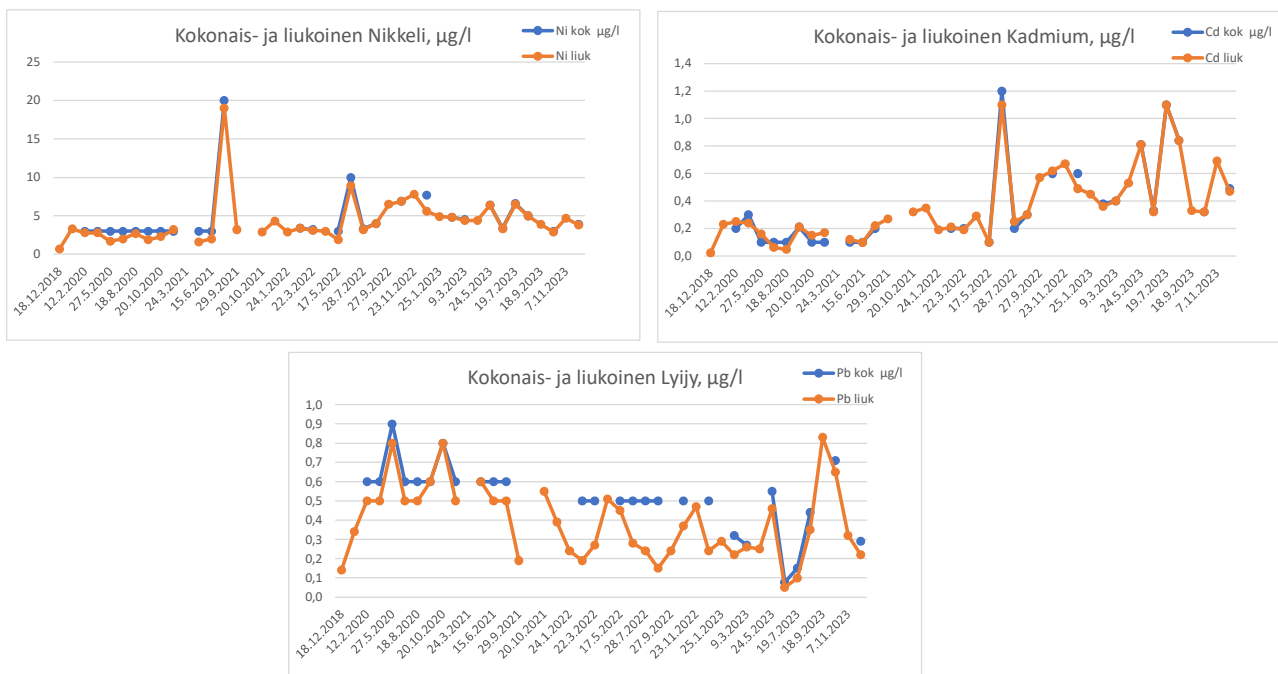


**Kuva 8-3 Koivupuron sinkki- ja antimoniipitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2023.**





**Kuva 8-2. Koivupuron ravinnepitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana, alle määritysrajan olevia tuloksia ei ole puolitettu (PO4-P, <30 µg/l, 7.11. ja 11.12.2023).**



**Kuva 8-2 Kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet Koivupurossa vuosina 2019–2023. Määritysrajan allittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu (Pb, <0,05 µg/l, 20.6.2023)**





Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan Koivupuro ei ole vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (868/2010) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatonormia koskevia säännöksiä. Seuraavassa on kuitenkin esitetty Koivupuron ainepitoisuuksien vertailu ympäristölaatonormeihin pitoisuustasojen havainnollistamiseksi. Koivupurossa ei havaittu vuonna 2023 nikkelin, lyijyn tai kadmiumin laatonormin ylityksiä yksittäisissä näytteissä (MAC-EQS). Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat edelleen alle määritysrajan kaikissa näytteissä. Liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,55 µg/l ylitti vuositasolla ympäristölaatonormin vuosikeskiarvotason (AA-EQS) (0,1 µg/l, tausta 0,02 µg/l + AA-EQS 0,08 µg/l).

Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo (AA-EQS) oli 0,61 µg/l eli se alitti selvästi ympäristölaatonormin (tausta 1 µg/l + AA-EQS 4 µg/l) tason. Biosaatavan lyijyn vuosikeskiarvo (AA-EQS) 0,012 µg/l oli myös edelleen selvästi laatonormia (tausta 0,5 µg/l + AA-EQS 1,2 µg/l) pienempi.

Biomet laskentamenetelmä (versio 5.1) on päivitetty kesäkuussa 2022, tässä raportissa biosaatavat pitoisuudet on laskettu vielä vanhemmalla versiolla 5 (toukokuu 2019). Suomessa ei ole asetettu ympäristölaatonormia esimerkiksi kuparille, sulfaatille, sinkille tai antimoniille. Sulfaatin osalta viitteellisenä ohjearvona voidaan kuitenkin pitää tasoa 105 mg/l (tausta 5 mg/l + ohjearvo 100 mg/l) (OpasNet Suomi 2017). Koivupurosta mitatut pitoisuudet ylittivät ko. ohjearvon koko vuoden 2023 helmi- ja lokakuuta lukuun ottamatta (kuva 8-1).

Ruotsissa on määritelty raja-arvo liukoiselle 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 ympäristölaatonormi olisi taustapitoisuus huomioiden 14,5 µg/l. Vuonna 2023 Koivupuron keskimääräinen kokonaissinkkipitoisuus oli 102 µg/l, eli keskiarvo oli Ruotsin liukoisen sinkin raja-arvoa selvästi suurempi. Koska Koivupurosta ei ole tehty liukoisen sinkin määrittämiä, liukoisen sinkin esiintymistä ja raja-arvon ylityksen mahdollisuutta ei ole mahdollista suoraan arvioida. Kokonaissinkkipitoisuudesta Biomet-työkalulla laskettu biosaatavan sinkkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2023, 24,1 µg/l. Koivupuro ei ole kuitenkaan pintavesistö, jolle biosaatavat metallipitoisuudet tulee asetuksen mukaisesti määrittää.

Antimonille ei ole tietävästi asetettu ympäristölaatonormia 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 vesieläöstölle) on 113 µg/l. Koivupurosta vuonna 2023 mitattu suurin antimonipitoisuus 33 µg/l (k.a 19,5 µg/l) alitti tämän arvon selvästi.

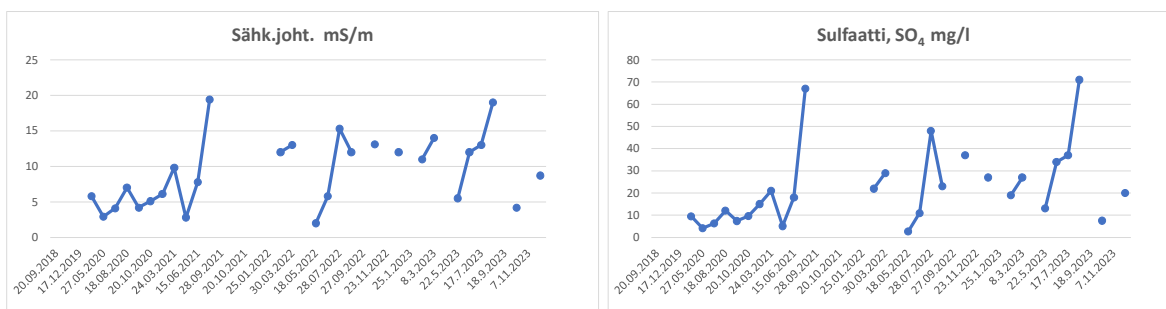
Kaivokselta pintavalutuskentälle lähtevän veden keskimääräiset pitoisuudet täyttivät lupamääräysten pitoisuusrajat, toukokuussa sattunutta vedenpuhdistuslaitoksen poikkeustilannetta lukuun ottamatta, vesilaitoksen häiriötilanteissa kahdessa viikoittain otettavassa yksittäisessä näytteessä sinkin pitoisuudet ylittyivät. Kaivokselta lähtevissä vesissä oli vuonna 2023 edelleen runsaasti typpeä, ja luparaja, joka on vuodesta 2023 lähtien 7000 kg ylittyi. Koivupurossa havaittiin mm. selvää sähkönjohtavuusarvojen sekä typpi-, fosfori- ja sulfaattipitoisuuksien kasvua luonnontasoon nähden. Sinkin, kadmiumin, antimonin ja nikkelin pitoisuudet ovat edelleen nousseet kaivoksen edellisiin toimintavuosiin verrattuna, nikkelpitoisuudet ovat kuitenkin kokonaisuudessaan pieniä.





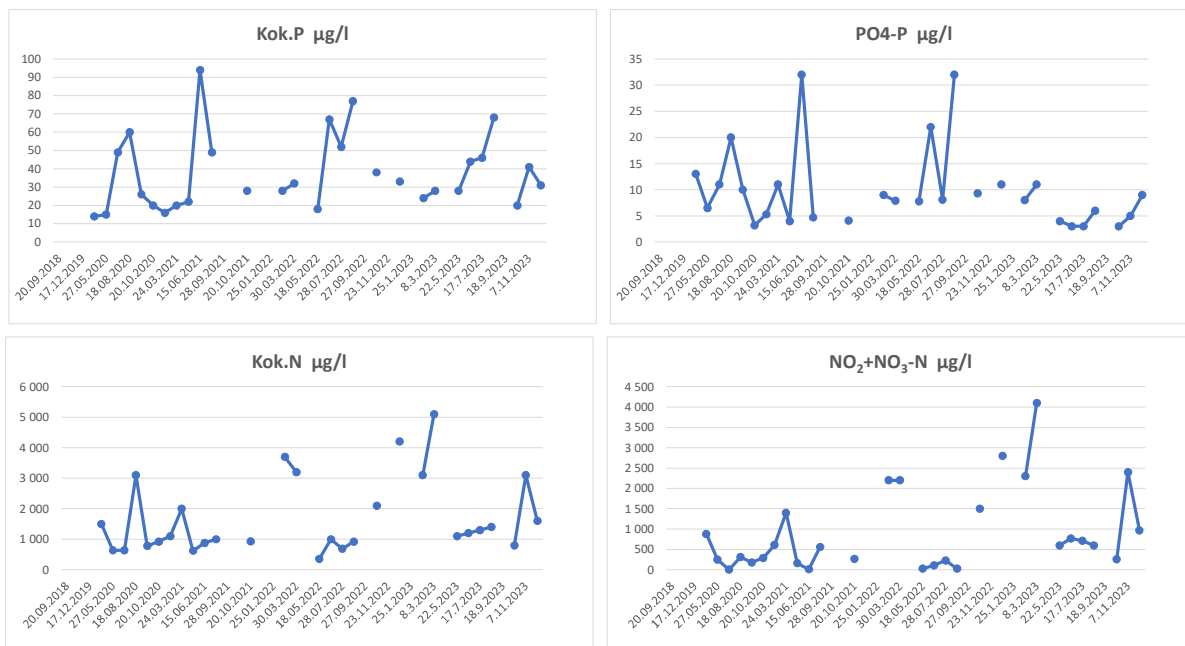
**Ollinjoen** vesi oli vuonna 2023 yleisesti hapanta (pH 4,9 – 6,2), väriltään ruskeaa ja humuspitoista edustaen alueelle tyypillistä suomaaperäistä vettä. Kiintoainepitoisuus oli hieman koholla edellisvuoden tapaan (8,1 – 8,4 mg/l) kesä- ja elokuussa, muina aikoina kiintoainetta esiintyi niukemmin. Sameusarvot olivat koko vuoden melko pieniä (1,7 – 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 2023 keskimäärin lähellä edellisvuotta (ka. 6,8 mg/l), selvästi heikoin happitilanne todettiin 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 heikosta erinomaiseen, ja suurimmillaan arvot olivat vuoden 2023 alussa, kun virtaama joessa on ollut pieni. Heikoimmillaan alkaliniteetti oli suurempien virtaamien aikaan lokakuussa. Vesi oli jokaisella näytteenottokerralla hyvin pehmeää tai pehmeää. Ollinjoen pisteen sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat vuonna 2023 välillä 4,2 – 19 mS/m, elokuun maksimi oli hieman edellisvuotta suurempi (kuva 8-6). Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 7,5 – 71 mg/l, (v. 2022 2,6 – 48 mg/l), eli lievää nousua alueen luonnontasoon sekä edellisvuoteen nähden oli havaittavissa ajoittain.



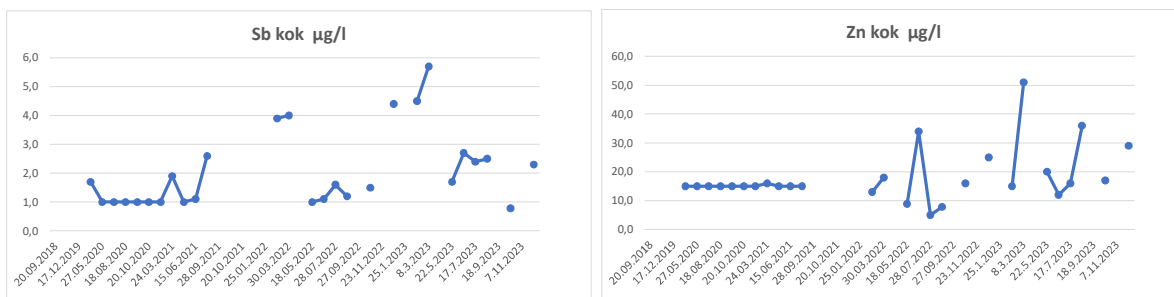
**Kuva 8-6 Ollinjoen sähkönjohtavuusarvojen ja sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2019–2023.**

Ollinjoen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 20 – 68 µg/l (v. 2022 18 – 77 µg/l), eli jokialueen luokitus fosforin perusteella vaihteli vuoden aikana lievästi rehevästä vedestä erittäin rehevään veteen. 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, maksimipitoisuus todettiin kasvukauden ulkopuolella maaliskuussa (kuva 8-7). Vuosina 2018–2023 Ollinjoen pisteellä on havaittu selvää nousua typpipitoisuuksien osalta aikaisempien vuosien tasoon verrattuna, ainakin ajoittain (kuva 8-7). Ollinjoen kokonaistyppipitoisuudet olivat vuonna 2023 hieman korkeampia kuin edellisvuosina ollen 800 – 5 100 µg/l (v. 2022 360 – 4 200 µg/l). Ammoniumtyypin pitoisuudet olivat välillä 4 – 670 µg/l (v. 2022 7–740 µg/l) ja nitriitti-nitraattityypin pitoisuudet välillä 260 – 4 100 µg/l (v. 2022 26 – 2 800 µg/l) (kuva 8-7). Pitoisuudet ovat luonnonvesille tyypilliseen tasoon verrattuna kohonneet.

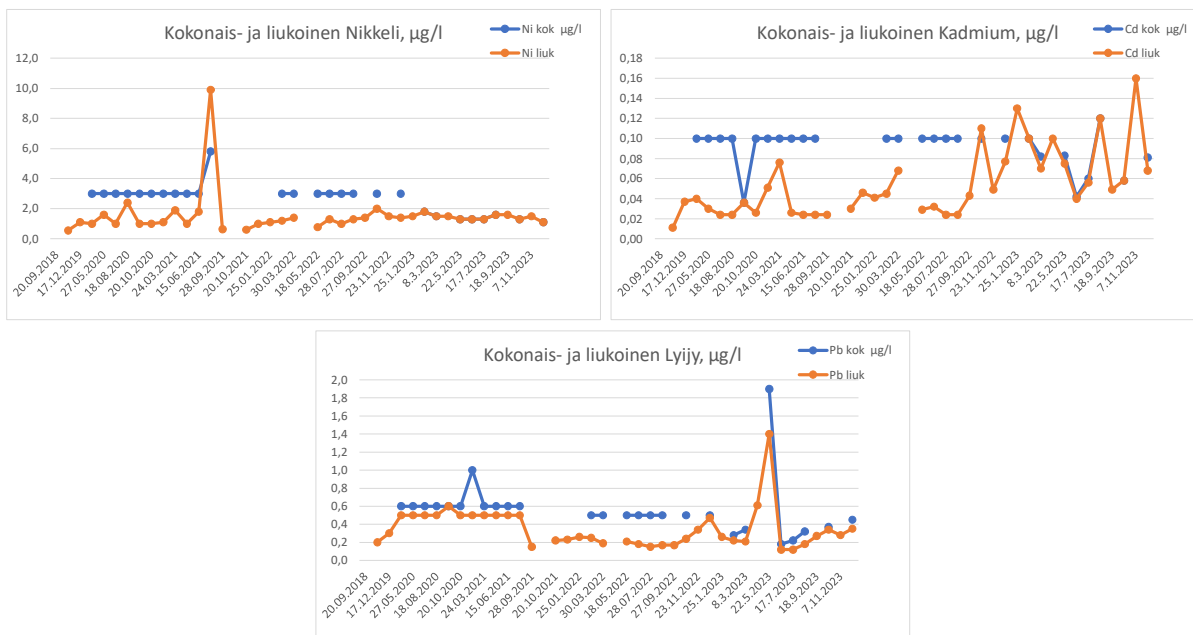


**Kuva 8-7 Ollijoen ravinnepitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana**

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 vuoden 2023 aikana aiempia vuosia korkeampia pitoisuuksia helmi-maaliskuussa (kuva 8-8). Myös sinkkipitoisuudet olivat aiempaa korkeampia maalisi- ja elokuussa (kuva 8-8). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet ovat vuosina 2019–2023 kohonneet aiemmin havaittuun luonnontasoon nähden. Liukoisen kadmiumin keskiarvopitoisuus on edelleen kasvanut (v. 2023 k.a 0,078 µg/l)(kuva 8-9). Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat vuonna 2023 pieniä (kuva 8-9). Liukoisen lyijyn osalta havaittiin toukokuussa 2023 aiempaa suurempi pitoisuus, mutta nikkelin tavoin lyijyn pitoisuudet olivat vuoden 2023 havaintokerroilla kokonaisuudessaan pieniä (kuva 8-9).



**Kuva 8-8 Ollinjoen sinkki- ja antimonipitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2023. Määritysrajan allittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu.**



**Kuva 8-9 Kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet Ollinjoessa vuosina 2019–2023. Määrittysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu.**

Ollinjoen pisteellä ei havaittu vuonna 2023 nikkelin, lyijyn ja kadmiumin laatumnormin (MAC-EQS) ylityksiä yksittäisissä näytteissä, liite 13. Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat alle määrittysrajan kaikilla havaintokerroilla. Liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,078 µg/l alitti ympäristölaatumnormin vuosikeskiarvotason (AA-EQS, 0,1 µg/l). Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo (AA-EQS) oli 0,17 µg/l eli se alitti selvästi ympäristölaatumnormin tason 5 µg/l. Biosaatavan lyijyn vuosikeskiarvo 0,01 µg/l oli myös selvästi laatumnormia (tausta 0,5 µg/l + AA-EQS 1,2 µg/l) pienempi.

Ollinjoessa oli vuonna 2023 havaittavissa ajoittain kaivoksen purkuvesien vaikutusta, mm. sähkönjohtavuusarvoissa sekä sulfaatti- ja typpipitoisuuksissa havaittiin nousua alueen luonnontasoon nähden. Myös antimonin ja sinkin maksimipitoisuudet kasvoivat edellisvuosiin verrattuna ja alueen tyypilliseen pitoisuustasoon nähden.

**Pirttilammesta** otettiin vertikaalinäytteitä maaliskuusta alkaen, näytesyvyyksiltä 1 m ja p-1 m. Aiemmin näytteitä on otettu rannalta käsin pintavedestä, näytesyvyys 0,1 – 1,0 m. Vesi oli vuonna 2023 aiempaan tapaan hyvin pehmeää tai pehmeää, humuspitoista ja ruskeaa. Vesi oli yleisesti hapanta pH 4,9 - 6,1 (v. 2022 5,3 – 6,8) ja happipitoisuudet vaihtelivat päällysvedessä välttävää hyvään. Alusvedessä happitilanne oli useilla havaintokerroilla heikko, kerrostuneisuuskauden lopulla elokuussa alusvesi oli täysin hapeton. Kohonneita kiintoainepitoisuuksia esiintyi alusvedessä elokuussa, jolloin vesi oli myös 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. Päällysveden sähkönjohtavuusarvoissa, sulfaatin ja kokonaisfosforin pitoisuuksissa oli lähinnä kesä-elokuussa havaittavissa nousua muihin havaintokertoihin nähden, joka viittasi kaivosvesien vaikutukseen. Sulfaattipitoisuus vaihteli vuoden 2023 aikana 7,5 – 39 mg/l ja sähkönjohtavuus 3,6 - 13 mS/m.



Alkaliniteetin arvot vaihtelivat heikosta erinomaiseen. Päälyysveden fosforipitoisuus oli suurimmillaan heinä-elokuussa ja typpipitoisuuden nousua oli havaittavissa selvimmin maaliskuussa.

Pirttilammen päälyysveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat 19 – 54 µg/l ja kokonaistyppipitoisuudet 800 – 2 300 µg/l. Fosforipitoisuudet vaihtelivat lievästi rehevästä vedestä erittäin rehevään veteen. Pitoisuuksissa on havaittu runsasta vaihtelua myös vuosina 2019 – 2022. Fosfaattifosforia todettiin päälyysvedestä yleensä pieniä pitoisuuksia, alusvedessä fosfaattifosforia todettiin runsaammin maaliskuussa sekä kesä-elokuussa, jolloin myös alusveden happitilanne oli heikoin, ja fosforipitoisuuksia nostaa sisäinen kuormitus. Selvästi muita havaintokertoja suurempia typen yhdisteiden pitoisuuksia todettiin maaliskuussa. Typen yhdisteiden ajoittain kohonneet pitoisuudet viittaavat todennäköisesti myös kaivosvesien vaikutukseen. Päälyysveden ammoniumtypen pitoisuudet olivat pääosin pienet, mutta sitä esiintyi talviaikaan enemmän kuin edellisvuonna, enimmillään 260 µg/l. Ammoniumtypen maksimi todettiin alusvedessä elokuussa, jolloin alusvesi oli hapeton. Nitriitti-nitraattitypen pitoisuus vaihteli päälyysvedessä välillä 340 – 1500 µg/l ja alusvedessä välillä 26 – 900 µg/l.

Pirttilammen alkuainepitoisuudet olivat pääosin yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Pirttilammessa ei havaittu vuonna 2023 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatumormien (MAC-EQS tai AA-EQS) ylityksiä. Liukaisen nikkelin pitoisuudet olivat koko vuoden pieniä (vuoden k.a 1,3 µg/l), elohopean pitoisuus oli alle määrittäysrajan (0,03 µg/l) kaikilla havaintokerroilla ja liukaisen lyijyn pitoisuuskeskiarvo oli 0,2 µg/l.

Pirttilammen päälyysvedessä mm. sähkönjohtavuusarvoissa, sulfaatin ja kokonaisfosforin pitoisuuksissa oli lähinnä kesä-elokuussa havaittavissa nousua muihin havaintokertoihin nähden, joka viittasi kaivosvesien vaikutukseen. Typen yhdisteiden 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 ympäristölaatumormien ylityksiä. Liukaisen nikkelin, kadmiumin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittäysrajan.

**Nimisenjoen** vesi oli alueelle tyypilliseen tapaan vuonna 2023 hapanta (pH 5,0–6,2), hyvin pehmeää, väriltään jopa erittäin ruskeaa (väriluku, 160 – 400 mgPt/l) ja humuspitoista. Alkaliniteetin arvot vaihtelivat edellisvuoden tapaan heikosta hyvään. Happitilanne vaihteli vuonna 2023 tyydyttävästä hyvään, kuten edellisvuodenakin. Kiintoainepitoisuudet olivat pääosin melko pieniä, kesä-elokuussa hieman muita havaintokertoja suuremmat (4,8 – 9,3 mg/l). Aiempien vuosien tapaan aseman vedessä esiintyi lievää sameutta.

Nimisenjoen näytenpisteen sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat vuonna 2023 välillä 2,2 – 5,5 mS/m ja sulfaattipitoisuudet välillä 3,0 – 9,7 mg/l. Sulfaatin pitoisuudet ovat olleet lähes poikkeuksetta korkeammat kuin alueen luonnontaso tai ennen kaivostoimintaa havaittu taso, mutta olivat kuitenkin kokonaisuudessaan melko pieniä. Suurimmat sähkönjohtavuusarvot sekä typen yhdisteiden pitoisuudet todettiin tammi- ja maaliskuussa ja suurimmat sulfaattipitoisuudet heinä-elokuussa, jotka saattavat viitata kaivosvesien vaikutukseen. Rautaa ja alumiinia todettiin havaintopaikalle tyypillisen runsaasti, muuten metallien pitoisuudet olivat kokonaisuudessaan pieniä.



Nimisenjoen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 23 – 54 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet 490 – 1 400 µg/l, kokonaisfosforin perusteella havaintopaikka oli luokiteltavissa lievästi reheväksi – erittäin reheväksi. Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat kesä – elokuussa selvästi muita havaintokertoja suuremmat, joka saattaa viitata myös kaivosvesien vaikutukseen. Esimerkiksi heinäkuussa kokonaisfosforin nousua oli myös havaittavissa MK1-aseamalla ja sen jälkeisellä purkureitillä. Ammoniumtyypin pitoisuudet olivat alkuvuodesta helmi-maaliskuussa ja toisaalta myös joulukuussa lievästi koholla tasolla 110 - 150 µg/l, mutta pitoisuus laski kesäaikana jopa alle määrittäysrajan (<3 µg/l). Nitriitti-nitraattityypin pitoisuus vaihteli samoin erittäin paljon kesäkuun pitoisuudesta 64 µg/l helmikuun pitoisuuteen 830 µg/l.

Nimisenjoen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2023 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, pitoisuuksien vaihtelut voi johtua myös joen virtaaman ja nettosadannan tai valunnan vaihtelusta. Nimisenjoessa ei havaittu vuonna 2023 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatu normien (MAC-EQS ja AA-EQS) ylityksiä. Liukoisen nikkelin keskiarvopitoisuus oli vuonna 2023 1,2 µg/l, lyijyn 0,2 µg/l ja kadmiumin 0,023 µg/l. Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat koko vuoden alle määrittäysrajan 0,03 µg/l.

Nimisenjoessa oli vuonna 2023 osalla havaintokerroista havaittavissa viitteitä hopeakaivoksen vesien vaikutuksesta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin ja tyypin yhdisteiden perusteella. Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat myös kesä – elokuussa selvästi muita havaintokertoja suuremmat, joka saattaa viitata myös kaivosvesien vaikutukseen. Metallien osalta yksittäisiä pieniä pitoisuusvaihteluita voitiin havaita ympäri vuoden. Tyyppipitoisuudet olivat korkeimmillaan alkuvuodesta helmi-maaliskuussa. Ympäristölaatu normilla säädeltyjen metallien liukoiset pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittäysrajan.

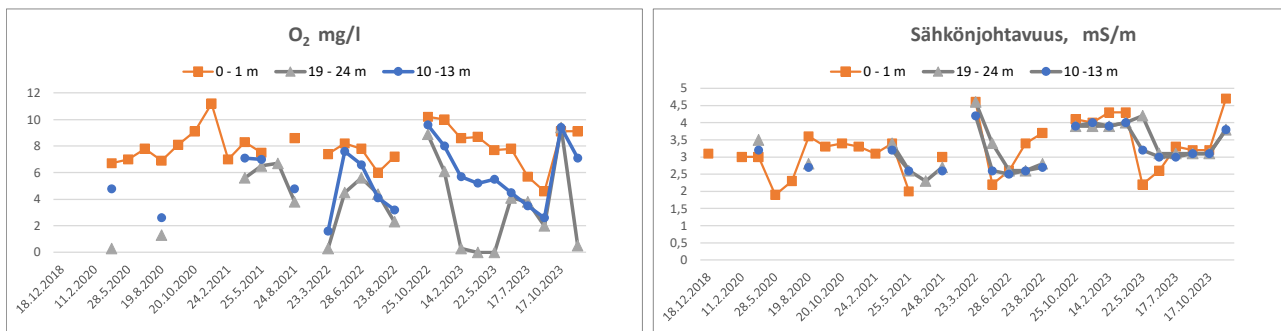
**Pieni-Hietasen** vesi oli vuonna 2023 yleisesti hapanta (pH 5,3 – 6,0), hyvin pehmeää ja voimakkaan humuspitoista. Alkaliniteetti osoitti yleensä välttävää puskurikykyä. Päällys- ja välivedessä sameus oli lievä, mutta pohjan lähellä todettiin alkuvuodesta ja joulukuussa selvää sameutta (23 – 72 FNU). Sameuden nousu johtunee heikosta happitilanteesta tai hapettomuudesta ja sen myötä mm. rauta ja mangaaniyhdisteiden noususta. Veden sähkönjohtavuus oli alueen luontaisella tasolla kaikissa syvyyksissä maksimiarvon ollessa 4,7 mS/m.

Pieni-Hietasen kerrosteisuuden selvittämiseksi tehdyt kenttämittaustulokset on esitetty taulukoissa 8-2 ja 8-3. Pieni-Hietasen vesirunko oli kaikilla havaintokerroilla selvästi lämpötilakerrostunut lukuun ottamatta lokakuun havaintokertaa, jolloin syystäyskierron jälkeen myös vedenlaatu oli hyvin tasalaatuinen pinnasta pohjaan. Alusveden happitilanne vaihteli vuoden 2023 havaintokerroilla hyvästä heikkoon, täysin hapeton alusvesi oli maalisi- ja toukokuussa (kuva 8-4). Myös helmi- ja joulukuussa alusveden happipitoisuus oli <1 mg/l (kuva 8-4). Välivedessä happitilanne säilyi tyydyttävänä – välttävänä ja päällysvedessä happitilanne oli tyydyttävä – erinomainen (kuva 8-4). 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 ja raudan nousuna alusvedessä, eli sisäisenä kuormituksena.

Pieni-Hietasessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissa vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana (kuva 8-4). Järvien syvänteissä happipitoisuus on yleensä heikommillaan kerrosteisuusajan loppuilla loppupalvella ja loppukesällä. Pienialaiset syvänteet



saattavat kuitenkin olla jo luontaisien tekijöiden takia vähähappisia, vaikka järvi on muutoin puhdasvetinen. Pieni-Hietasen vesi on ollut vertikaalisesti hyvin tasalaatuista sähkönjohtavuuden ja sulfaattipitoisuuden osalta. Happitilanne oli siten järvelle tyyppillinen.



**Kuva 8-4 Pieni-Hietasen happi- ja pitoisuudet ja sähkönjohtavuus vuosina 2018 - 2023.**

Pieni-Hietasen päällysveden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 21–38 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 500 – 990 µg/l, kokonaisfosforin pitoisuudet luokittivat aseman lievästi reheväksi - reheväksi. Epäorgaanisia ravinteita esiintyi jonkin verran kaikissa näytteissä. Kasvukauden (kesä – syyskuu) klorofylli-a-pitoisuuksien keskiarvo 3,8 µg/l (2 – 6,5 µg/l) viittasi niukkatuottoisen karuun veteen. Varsinkin syys- ja lokakuussa vesien jo viilennettyä klorofylli-a-pitoisuudet olivat pieniä (1 - 2 µg/l). Pieni-Hietasessa on havaittu yksittäisiä kohonneita tyyppipitoisuuksia vuosina 2019–2023, mutta kokonaisuutena päällysveden kokonaistyyppipitoisuudet ovat pysyneet vakaina kaivoksen toiminnan aikana. Väliveden ravinnepitoisuudet olivat Pieni-Hietasessa hieman suurempia kuin päällysveden pitoisuudet, ja suurimmat pitoisuudet on mitattu alusvedestä. Alusveden typen yhdisteiden, ja myös kokonaisfosforin, pitoisuudet olivat 2023 alusvedessä edellisvuosia suuremmat, joka johtuu sisäisestä kuormituksesta.

Pieni-Hietasen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2023 pääosin alueen luonnontasoa vastaavia. Pieni-Hietasessa ei havaittu vuonna 2023 ympäristölaatu normien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä metallien (kadmium, lyijy, nikkeli, elohopea) osalta. Metallipitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää kehitystä vuosina 2010–2023. Tarkkailutulosten perusteella hopeakaivoksen kuormituksella ei ollut vuonna 2023 selvää vaikutusta järven vedenlaatuun.

Pieni-Hietasessa ei havaittu vuonna 2023 selviä hopeakaivoksen kuormitukseen viittaavia veden laatu muutoksia.

**Hietasen** vedenlaatua tutkittiin ensimmäisen kerran vuonna 2021 lokakuussa. Hietasen vesirunko oli tarkkailuajankohtina 2023 Pieni-Hietasen tavoin lämpötilakerrostunut lokakuuta lukuun ottamatta. Hietasessa alusveden happitilanne säilyi kuitenkin Pieni-Hietasta parempana, vaihdellen välttävää hyvään. Lievää kokonaisfosforin ja raudan pitoisuuksien nousua oli havaittavissa alusvedessä päällysveteen nähden osalla havaintokerroista, mutta selvästi Pieni-Hietasta lievempänä. Vesi oli myös aiempaan tapaan hapanta pH arvojen vaihdellessa välillä 5,4 -6,0.



Kasvukauden (kesä – syyskuu) klorofylli-a-pitoisuuksien keskiarvo 5,2 µg/l (2,1 – 8,9 µg/l) viittasi lievään rehevyyteen. Varsinkin syys- ja lokakuussa vesien jo viilennyttyä klorofylli-a-pitoisuudet olivat Pieni-Hietasen tavoin pieniä (<1 – 2,1 µg/l).

Hietasen alkuainepitoisuudet olivat yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Hietasessa ei myöskään havaittu vuonna 2023 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatu normien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä.

**Lontanjoen** vedenlaatua on tutkittu vuoden 2017 aikana kahdesti ja se otettiin kaivoksen tarkkailuohjelmaan vuoden 2021 lopulla. Vesi oli vuonna 2023 vähintään lievästi hapanta (pH 5,9 – 6,3), hyvin pehmeää ja voimakkaan humuspitoista. Happitilanne oli koko vuoden hyvä – erinomainen, kylläisyysaste 79 – 89 %. Sameus oli koko vuoden lievä ja kiintoaineen pitoisuudet olivat kokonaisuudessaan pieniä. Sähkönjohtavuus osoitti humusvesille tyypillistä niukkaelektrolyyttisyyttä, sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat välillä 2,6 – 3,4 mS/m. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli vuonna 2023 välillä 21 – 33 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuus oli enimmillään 570 µg/l, kokonaisravinnepitoisuudet olivat hieman edellisvuotta suuremmat. Ammoniumtyypin pitoisuus oli maksimissaan 30 µg/l ja nitriitti-nitraattityypin pitoisuus 230 µg/l.

Lontanjoen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2023 yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Lontanjoessa ei havaittu vuonna 2023 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatu normien (MAC-EQS, AA-EQS) ylityksiä.

## 8.2 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, ja oja on kesäaikana ajoittain kuiva ja talviaikana pohjaan asti jäässä.

**Piienen Tipasjärveen laskevan ojan** veden pH oli vuonna 2023 tutkittuina ajankohtina selvästi hapanta (pH 4,3 – 5,3). Ojavedelle tyypilliseen tapaan vedenlaadussa oli myös havaittavissa melko suurta vaihtelua, mutta vesi oli yleisesti voimakkaan humusleimaista, kiintoainetta ja lievää sameutta esiintyi ajoittain (taulukko 8-4). Heinä- ja elokuussa happitilanne oli välttävä ja muilla havaintokerroilla tyydyttävä. Samoin ravinnepitoisuudet olivat nousevia kesäaikaan ja mm. elokuussa fosforin ja typen yhdisteiden pitoisuudet olivat vuoden keskiarvoa huomattavasti suuremmat (taulukko 8-4). Fosfaattifosforin, ammoniumtyypin ja nitraatti-nitriittityypin 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 elokuussa (taulukko 8-4).

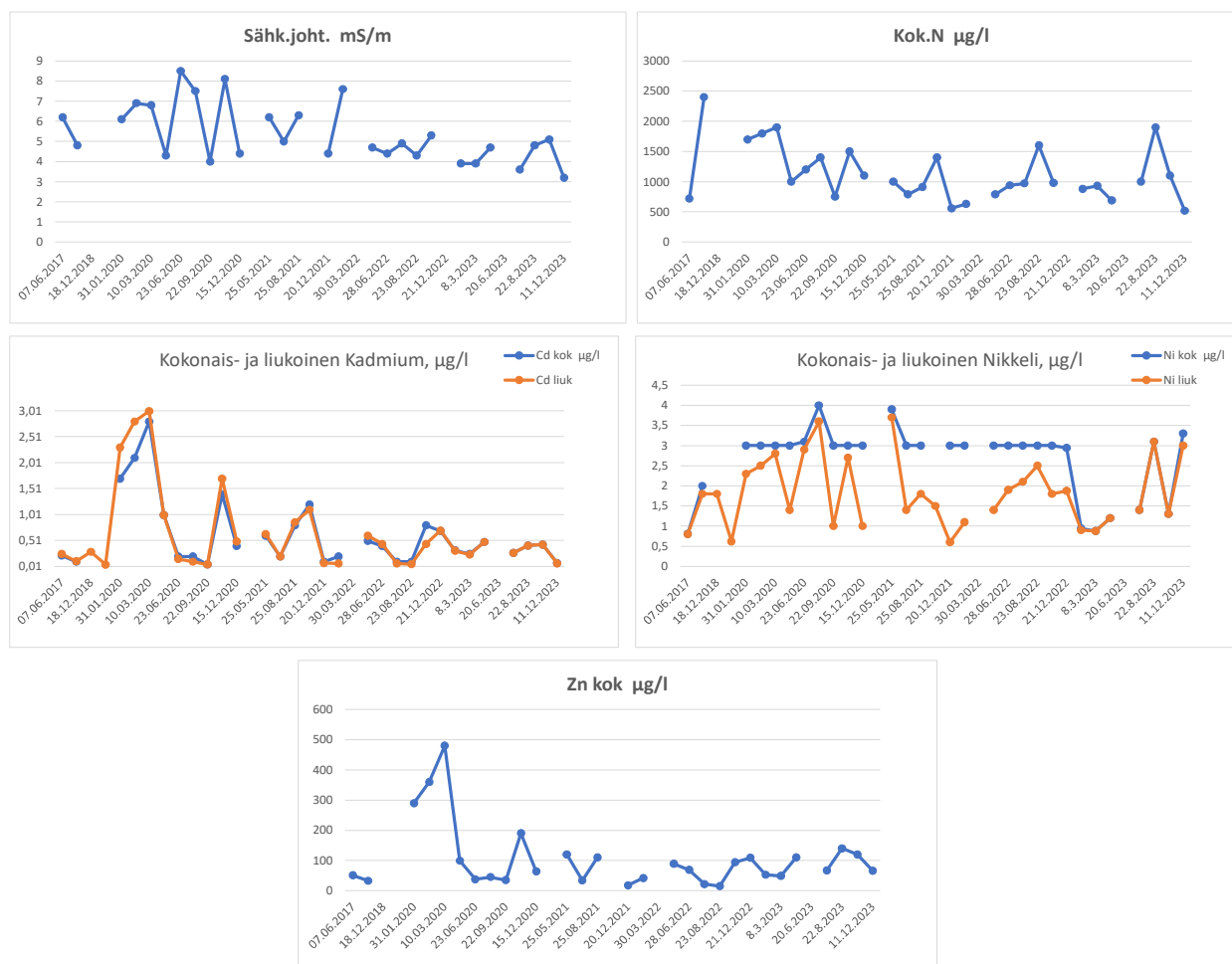
Keväällä 2019 tapahtuneen viettoviemärin vuodon jälkeen ojassa havaittiin kohonneita ainepitoisuuksia. Ainepitoisuudet kohosivat uudestaan loppuvuonna 2019, jolloin rajamalmi- ja sivukivialueella vesiä pakkautui alueen pohjoisreunaan, eivätkä vedet virranneet selkeytysaltaaseen 4. Vesiä oli mahdollisesti suotautunut pengertien läpi ja päätynyt Tipasjärveen johtavaan ojaan. Vuosina 2020–2023 Tipasjärveen johtavan ojan pitoisuudet ovat laskeneet selvästi ja ovat vuotta 2019 pienempiä. Sähkönjohtavuusarvot olivat vuonna 2023 välillä 3,6 – 5,5 mS/m eli lähellä luonnonvesille tyypillistä tasoa (kuva 8-5). Kokonaistyyppipitoisuuksien vaihteluväli oli myös lähellä edellisvuotta, 520–1 900 µg/l (kuva 8-5).

Tipasjärveen johtavan ojan vuoden 2023 sinkkipitoisuudet (49 – 140 µg/l) oli kuitenkin edelleen alueen luontaista tasoa selvästi suurempi, mikä viittaisi vieläkin kaivosvesien vaikutukseen (kuva 8-5). Myös alumiinin, kadmiumin, kalsiumin, lyijyn ja sulfaatin pitoisuudet olivat vuonna 2023



korkeammat kuin alueen luontainen taso. Liukoisen kadmiumin maksimipitoisuus (0,48 µg/l) ylitti ympäristölaatuatunormin enimmäispitoisuuden (MAC-EQS) ja myös liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo (AA-EQS, 0,32 µg/l) ylitti ympäristölaatuatunormin vuosikeskiarvotason 0,1 µg/l (tausta 0,02 µg/l + AA-EQS 0,08 µg/l). Lyijyn ja nikkelin osalta ympäristölaatuatunormit eivät ylittyneet ja liukoinen elohopeapitoisuus on ollut koko vuoden ajan laboratorion määrittämissä rajan 0,03 µg/l alapuolella. Tulosten luotettavuuden vuoksi näytenäytteen siirtämistä pois Kissamäentien (paikallistie 9005) ojarummusta tulisi harkita. Ojaan kertyy talven aikana tielumet ja kesäaikana maantiepölyä ja tien pintamoreenia.

**Pienen Tipasjärven** vesi oli yleisesti hapanta (5,8 – 6,1) ja humusleimaista. Kiintoainetta esiintyi niukasti (<1– 4,6 mg/l), ja vesi oli kirkasta (0,41 – 7,2 FNU) (taulukko 8-4). Veden sähkönjohtavuus (1,6 – 3,9 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (1,3 – 4,4 mg/l) olivat alueen luonnonvesille tyypillistä tasoa.



**Kuva 8-5 Pienen Tipasjärven johtavan ojan vedenlaatu-tietoja vuosina 2019–2023.**

Pienessä Tipasjärvenissä todettiin näytteenottoaikoina jonkin verran lämpötilakerrosteisuutta, lokakuussa vedenlaatu oli täyskierron jälkeen hyvin tasalaatuinen pinnasta pohjaan. Alusveden happitilanne oli heikoin kerrostuneisuuskausien loppuilla maaliskuu- ja elokuussa, varsinkin elokuussa





happitilanne oli jo heikko. Heikentynyt happitilanne näkyi lievänä ravinteiden ja raudan sisäisenä kuormituksena. Päälly- ja välivedessä happitilanne säilyi hyvänä – erinomaisena kaikilla havaintokerroilla. Olkilahden alusvedessä on 2010-luvun alussa otettujen vesinäytteiden perusteella esiintynyt ajoittain selvää happivajausta sekä kevättalvella että loppukesästä, joten happitilanne oli siten Olkilahdelle tyypillinen.

**Taulukko 8-4 Pienen Tipasjärven ja siihen laskevan ojan veden laatuominaisuudet vuonna 2023. Alle määrittäysrajan olevat pitoisuudet on merkitty vihreällä, eikä niitä ole puolitettu**

Päivämäärä	Syvyys m	Al	As	Ca	Cd	Cd liuk	Co	Cr	Cu	Fe	Hg liuk	K	Mg	Mn	Na	Ni	Ni liuk	Pb	Pb liuk	Sb	U	Zn	
		µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<b>Pieni Tipasjärvi, Olkilahdi ( Tip )</b>																							
13.2.2023	1,00	140	0,77	1,90	0,02	0,02	0,14	0,55	1,40	930	0,03	0,5	0,50	76	0,88	1,10	1	0,41	0,37	0,08	0,032	6,2	
8.3.2023		150	0,69	1,90	0,01	0,01	0,11	0,53	0,62	900	0,03	0,5	0,50	72	0,81	0,99	0,97	0,36	0,33	0,05	0,022	3,1	
24.5.2023		170	0,63	1,90	0,02	0,02	0,26	0,55	0,64	1000	0,03	0,5	0,52	170	0,73	1,10	1	0,49	0,34	0,05	0,018	4,8	
20.6.2023		150	0,60	2,00	0,02	0,01	0,18	0,47	0,65	800	0,03	0,28	0,51	120	0,75	0,90	0,87	0,39	0,28	0,05	0,026	3,3	
17.7.2023		140	0,51	1,80	0,01	0,01	0,12	0,48	0,55	760	0,03	0,26	0,47	100	0,69	0,95	0,9	0,34	0,24	0,05	0,021	2,9	
22.8.2023		150	0,74	1,80	0,06	0,03	0,11	0,54	0,64	680	0,03	0,5	0,51	77	0,72	1,10	1	0,26	0,16	0,09	0,065	3,3	
18.9.2023																							
16.10.2023		200	0,78	1,90	0,02	0,02	0,20	0,60	0,69	1100	0,03	0,5	0,50	130	0,70	1,20	1,2	0,44	0,36	0,05	0,025	5,2	
11.12.2023		180	0,71	2,10	0,02	0,02	0,16	0,66	0,68	1100	0,03	0,29	0,54	120	0,74	1,30	1,2	0,38	0,36	0,05	0,026	3,9	
6.2.2024		190	0,70	2,00	0,02	0,02	0,14	0,72	0,89	1000	0,03	0,29	0,54	120	0,76	1,30	1,3	0,37	0,35	0,05	0,025	4,2	
19.3.2024		200	0,78	2,50			0,17	0,71	1,40	1100	P	0,33	0,62	130	0,88	1,40	1,4	0,51	0,48	0,06	0,034	4,4	
13.2.2023		3,0	140	0,66	2,00	0,02	0,02	0,13	0,55	0,56	940	0,03	0,5	0,51	75	0,87	1,00	0,92	0,41	0,37	0,07	0,028	6
8.3.2023	150		0,68	1,80	0,01	0,01	0,12	0,54	0,62	1000	0,03	0,5	0,5	77	0,78	0,95	0,95	0,39	0,34	0,05	0,025	3,5	
24.5.2023	160		0,63	1,90	0,01	0,01	0,27	0,63	0,63	1100	0,03	0,5	0,51	170	0,74	1,10	0,99	0,5	0,34	0,05	0,02	4,7	
20.6.2023	150		0,61	1,90	0,03	0,02	0,19	0,52	0,61	850	0,03	0,28	0,50	120	0,74	0,91	0,85	0,42	0,27	0,07	0,045	3,4	
17.7.2023	150		0,58	1,90	0,02	0,01	0,14	0,51	0,60	780	0,03	0,27	0,47	100	0,71	0,96	0,89	0,37	0,27	0,05	0,024	2,9	
22.8.2023	160		0,70	1,90	0,02	0,01	0,07	0,57	0,95	690	0,03	0,5	0,51	76	0,72	1,10	1	0,29	0,17	0,06	0,027	4,2	
16.10.2023	190		0,79	2,00	0,02	0,02	0,19	0,60	0,78	1100	0,03	0,5	0,54	120	0,77	1,20	1,2	0,45	0,36	0,06	0,025	5,5	
11.12.2023	190		0,73	2,20	0,03	0,03	0,19	0,65	0,71	1100	0,03	0,28	0,54	120	0,74	1,30	1,2	0,43	0,36	0,05	0,028	6,1	
6.2.2024	200		0,82	2,10	0,02	0,02	0,18	0,65	0,79	1100	0,03	0,29	0,57	120	0,78	1,30	1,3	0,39	0,36	0,05	0,024	5,3	
19.3.2024	180		0,77	2,40	0,02	0,02	0,17	0,65	0,75	1100	P	0,30	0,58	130	0,80	1,40	1,3	0,41	0,41	0,05	0,032	4,6	
24.5.2023	160		0,64	1,90	0,02	0,02	0,27	0,52	0,62	1000	0,03	0,5	0,51	170	0,76	1,10	1,1	0,5	0,36	0,05	0,02	4,6	
16.10.2023	5,0		200	0,78	2,00	0,03	0,03	0,21	0,63	0,72	1100	0,03	0,5	0,53	130	0,75	1,30	1,3	0,48	0,39	0,06	0,028	5,4
19.3.2024		190	1,70	4,10	0,03	0,03	0,65	0,90	0,83	1700	P	0,35	0,98	640	0,97	2,10	2	0,58	0,46	0,05	0,03	7,9	
20.6.2023		160	0,71	1,80	0,02	0,01	0,20	0,51	0,58	970	0,03	0,28	0,51	130	0,75	0,92	0,91	0,52	0,35	0,05	0,024	3,8	
17.7.2023		180	1,00	2,20	0,03	0,03	0,47	0,58	0,70	1600	0,03	0,30	0,51	350	0,74	1,10	1,1	1,1	0,72	0,06	0,025	6	
6.2.2024		230	1,50	3,80	0,03	0,03	0,58	0,85	1,00	1600	0,03	0,37	0,95	310	1,10	2,20	2,2	0,64	0,49	0,06	0,023	16	
13.2.2023		220	1,30	4,10	0,04	0,03	0,68	0,86	0,77	1600	0,03	0,5	1,00	180	1,20	2,20	2,2	0,62	0,5	0,07	0,03	15	
8.3.2023		280	1,70	4,40	0,05	0,04	1,10	1,00	0,85	1900	0,03	0,5	1,10	230	1,20	2,70	2,5	0,74	0,63	0,08	0,025	22	
22.8.2023		190	1,70	2,40	0,03	0,03	1,20	0,63	0,74	2900	0,03	0,5	0,64	1200	0,78	1,40	1,3	1,2	0,69	0,07	0,031	6,5	
11.12.2023		220	1,30	3,10	0,03	0,03	0,41	0,84	0,80	1300	0,03	0,32	0,76	140	0,87	1,90	1,9	0,54	0,43	0,06	0,027	12	
<b>Oja Pieneen Tipasjärveen ( Ojtip )</b>																							
13.2.2023		0,10	330	0,74	2,30	0,32	0,31	0,55	0,86	1,30	2600	0,03	0,90	0,58	66	3,10	0,94	0,9	3,2	3	0,59	0,037	53
8.3.2023			370	0,86	2,60	0,25	0,24	0,54	1,10	1,40	3500	0,03	0,97	0,63	81	3,10	0,88	0,88	3,1	2,7	0,57	0,04	49
22.5.2023	410		1,00	3,60	0,48	0,48	0,85	0,70	1,50	1600	0,03	0,64	0,79	77	0,91	1,20	1,2	6,7	6,5	0,72	0,024	110	
17.7.2023	610		1,20	3,80	0,27	0,27	0,95	1,30	1,50	5100	0,03	0,29	0,86	100	1,10	1,40	1,4	3,6	2,7	0,48	0,045	67	
22.8.2023	1300		4,00	4,80	0,41	0,41	1,80	2,20	2,90	8900	0,03	0,55	1,10	120	1,20	3,10	3,1	12	11	0,98	0,1	140	
17.10.2023	460		1,30	3,30	0,43	0,43	0,75	0,52	1,20	1800	0,03	0,5	0,79	55	0,69	1,30	1,3	4,9	4,7	0,31	0,023	120	
11.12.2023	320		2,00	3,20	0,08	0,07	2,00	0,92	0,79	2200	0,03	0,30	0,74	75	1,10	3,30	3	1,5	1,4	0,06	0,019	66	

Järven päällysveden 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 5,9 µg/l (3,0 – 8,6 µg/l) viittasi lievästi rehevyyteen. Varsinkin syys- ja lokakuussa vesien jo viilennettyä klorofylli-a-pitoisuudet olivat Pieni-Hietasen-Hietasen tavoin pieniä (1,5 – 3,0 µg/l).

Pienen Tipasjärven alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2023 yhteneväisiä alueen taustatason kanssa. Elohopean pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan 0,03 µg/l. Kadmium-, nikkeli- ja



lyijypitoisuudet alittivat sekä yksittäisille näytteille (MAC-EQS) että vuosikeskiarvoille (AA-EQS) asetetut ympäristölaatunormit.

Pieni Tipasjärven vedenlaatu oli hyvä vuonna 2023, 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 tyyppillisesti mm. rautaa, mangaania, magnesiumia, natriumia ja kalsiumia ja alumiinia. Muiden metallien pitoisuudet ovat yleisesti hyvin pieniä tai alle laboratorion määrittämisen rajan.

Piienen Tipasjärveen johtavan ojan vedenlaadussa oli vuosina 2019–2021 havaittavissa huonontumista aikaisempien vuosien tasoon nähden kaivosalueelta peräisin olevan kuormituksen takia. Vuosina 2020–2023 ojan vedenlaatu oli kokonaisuutena selvästi parempi kuin vuonna 2019.

Kaivosvesien vaikutukseen viittasi kuitenkin mm. kohonnut sinkkipitoisuus.

Piienen Tipasjärveen johtavassa ojassa havaittiin vuonna 2023 ajoittaista raskasmetallipitoisuuksien nousua, ja 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 2023 kokonaisuutena hyvä, eikä kaivostoiminnasta aiheutuvia muutoksia ollut todettavissa.

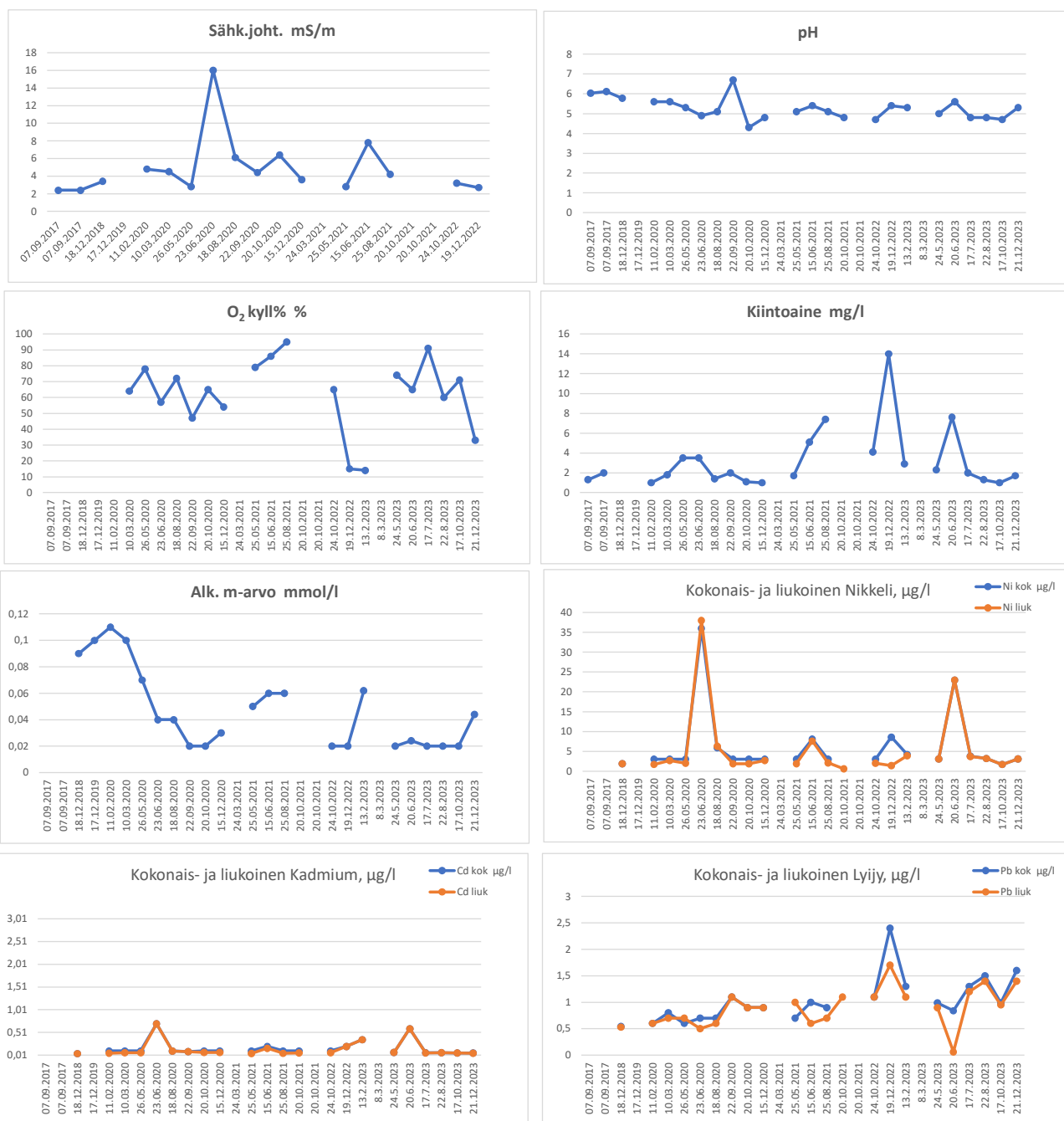
### 8.3 Taivaljärvi

Taivaljärven vedenlaatua ei tarkkailuohjelman mukaisesti tullut tarkkailla vuonna 2023, koska kalanpoikasten viljely oli lopetettu. Sotkamo Silver kunnosti Taivaljärven kosteikkoalueeksi kesän 2022 aikana ja näytteenottoa päätettiin jatkaa tarkkailuvelvoitteen loppumisesta huolimatta. Näyte otetaan järven koillisosasta lähtevästä purkukanavasta tai hieman sen alapuolelta. Maaliskuussa ei näytettä saatu pienen virtaaman ja jäätyneen takia.

Taivaljärven laskuojan happitilanne vaihteli vuonna 2023 heikosta erinomaiseen. Laskuojan vesi oli hapanta (pH 4,7–5,6), tummaa ja humuspitoista. Puskurikyky oli korkeimmillaankin vain tyydyttävä. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus ovat kohonneet ajoittain lievästi alueen luontaiseen tasoon nähden, kesäkuussa todettiin selvästi muita havaintokertoja suurempia arvoja. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli karusta vedestä rehevään veteen.

Kuvassa on 8-6 on esitetty Taivaljärven luusuassa sijaitsevan ojaveden laatua vuosina 2017 - 2023. Kunnostustyö ja maamassojen huuhtoutuminen vesiin padon purkamisen jälkeen näkyi loppuvuonna 2022 otetuissa näytteissä kohonneena kiintoainepitoisuutena ja lähes kaikkien ominaisuuksien osalta suurina muutoksina.

Vuoden 2023 havaintokerroilla kadmiumin pitoisuus ylitti kertaalleen yksittäisen näytteen ympäristölaatunormitason (MAC-EQS, 0,45 µg/l) ja myös keskiarvopitoisuus oli ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotasoa (AA-EQS, 0,1 µg/l) suurempi (kuva 8-6). Lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatunormin pitoisuuksia, elohopea pitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla alle määrittämisen rajan 0,03 µg/l.



Kuva 8-6 Taivaljärven vedenlaatu-tietoja vuosina 2019–2023.



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 kohonneet ajoittain lievästi alueen luontaiseen tasoon nähden, kesäkuussa todettiin selvästi muita havaintokertoja suurempia arvoja. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli karusta vedestä rehevään veteen. Kadmiumin pitoisuus ylitti kertaalleen yksittäisen näytteen ympäristölaatu normin (MAC-EQS) ja myös keskiarvopitoisuus (AA-EQS) oli ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotasoa suurempi. Lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatu normin pitoisuuksia, elohopea pitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla alle määrittysrajan.

## 9 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 2023 tarkkailuohjelman mukaisesti (Taulukko 9-1). Uudessa ohjelmassa suunniteltuja pohjavesiputkia 401, 402, 403 ja 404 ei ole vielä 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 9-1 sekä liitteessä 5. Pohjavesitarkkailun tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6.



**Kuva 9-1. Pohjavesitarkkailupisteet.**



**Taulukko 9-1. Pohjavesitarkkailun näytteenottopisteet 2023.**

Tarkkailupiste ja tarkoitus	Lyhenne	Sijainti (ETRS-tm35fin)	
<b>Pohjavesi-putket</b>	<i>Asennettu v. 2018:</i>		
	301	7092559	599994
Vedenlaatu ja pinnankorkeus neljästi vuodessa kuukausina: 3,5,7,9	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>			
	A20	7092442	600149
Vedenpinnan korkeus neljästi vuodessa kuukausina: 3,5,7,9	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>			
	A		
Vedenlaatu neljästi vuodessa kuukausina: 3,5,7,9	B		
	C		
	D		
	E		
	Porakaivo 2, Hopeatie	7092353	599380
	Porakaivo 1	7092360	599390

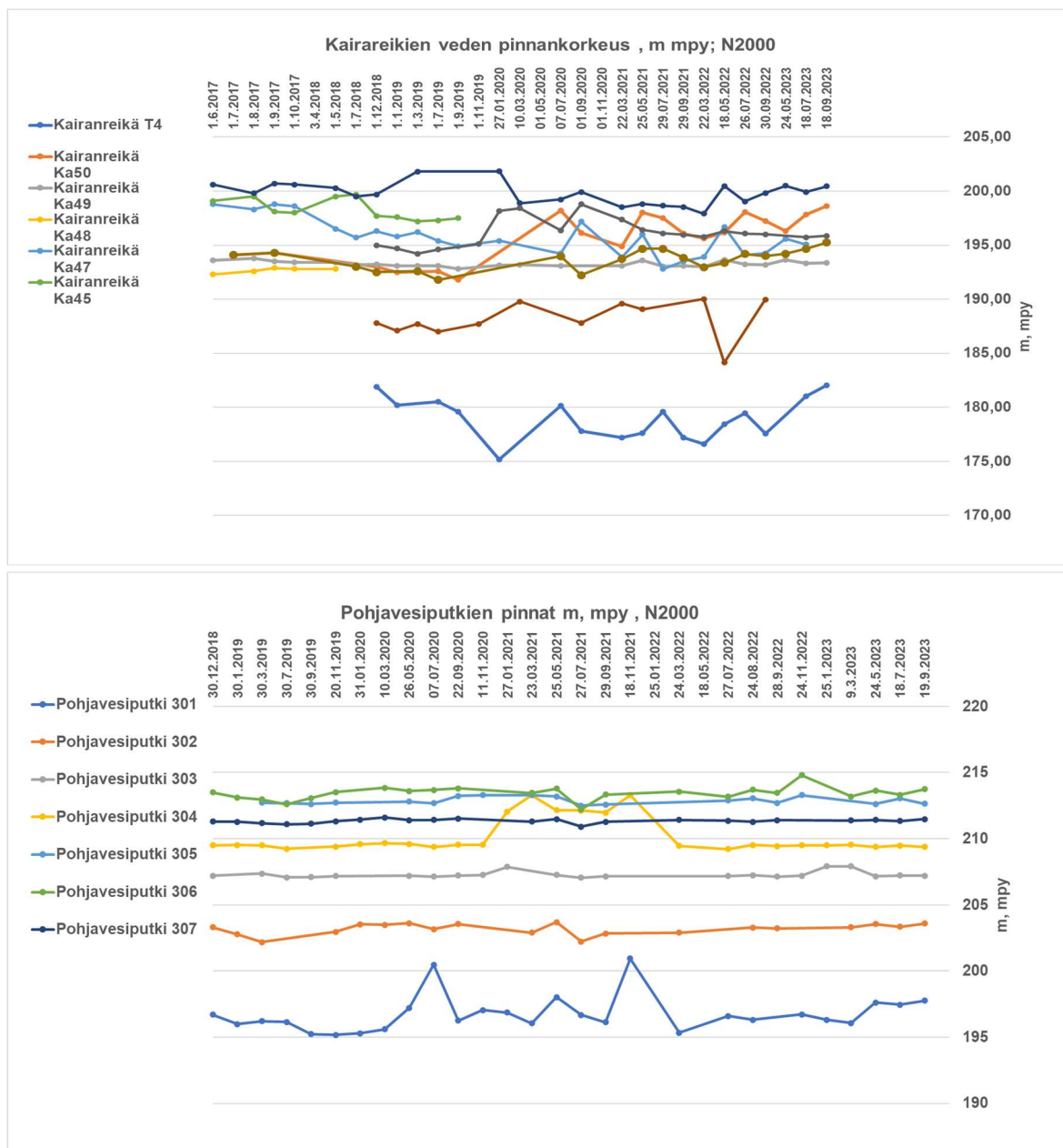
## 9.1 Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta

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 9-1).

Vuonna 2023 mitattiin pohjaveden pinnankorkeus kairanrei'issä ja pohjavesiputkissa pääosin 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 9-2.) Seuranta on kestoaltaan 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.

Kairare'i'issä pohjavedenpinnan korkeutta on mitattu vuodesta 2017 lähtien. Pinnankorkeus on vaihdellut eniten kairare'i'issä T4, Ka47 ja Ka50, jotka sijaitsevat kaivospiirialueesta koilliseen. Vaihtelusta huolimatta veden pinnan korkeudet eivät ole laskeneet kaivostoiminnan aikana.



Kuva 9-2. Pohjavedenpinnan vaihtelu kairareii'issä ja pohjavesiputkissa 2017–2023.

## 9.2 Pohjaveden laadun seuranta

### 9.2.1 Pohjavesiputket

Pohjavesiputkien vesi oli vuonna 2023 pääosin tummaa, sameaa ja se sisälsi runsaasti eloperäistä aineista, mikä on hyvin tyypillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Vesi oli myös useimmissa putkissa täysin hapeton ja muissakin putkissa happitilanne oli erittäin heikko. Useiden putkien vesi oli varsin hapanta, putkien pH-arvot vaihtelivat välillä 5,0 – 6,9. Happaminta vesi oli putkissa 301 ja 304 (**Error! Reference source not found.**). Useissa putkissa kemiallinen hapenkulutus (CODMn) oli varsin korkea, joka kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten



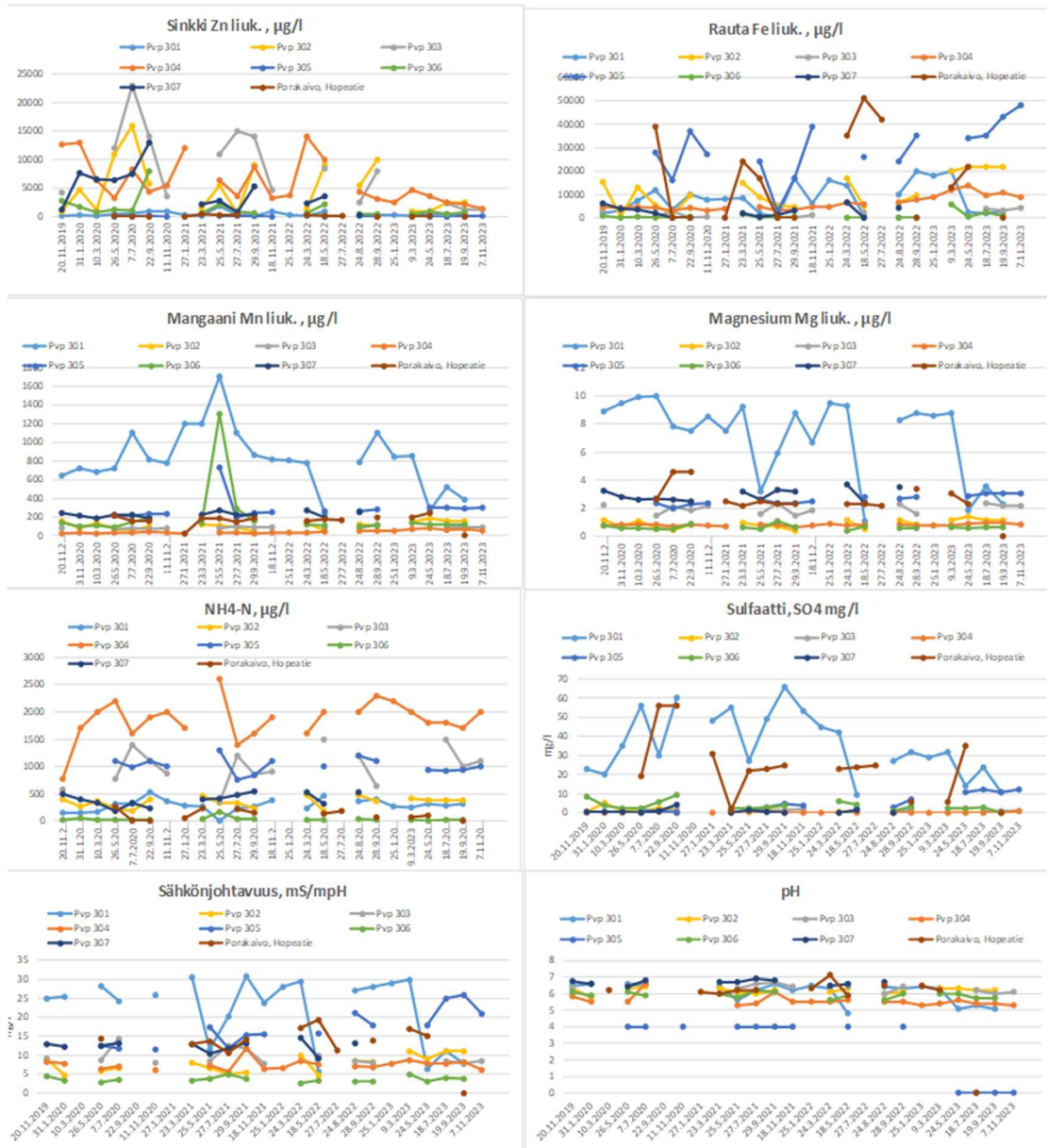
aineiden määrää, eli vedessä on runsaasti eloperäistä ainetta. Tumma väri johtuu korkeasta humus- ja rautapitoisuudesta.

Alueen pohjavesiputkien vesissä oli tulosten mukaan runsaasti mm. rautaa, mangaania ja sinkkiä sekä ammoniumtyyppiä 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 ammoniumtyypin osuus kokonaistyypistä oli huomattava. Sinkkipitoisuus ylitti ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason (60 µg/l) kaikissa putkissa lukuun ottamatta pohjavesiputkea 305. Myös putkesta 301 todettiin poikkeamat ympäristölaatu normin vuosikeskiarvopitoisuuteen 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 ja kaikissa näytteissä. Talousvesille asetettu enimmäispitoisuus mangaanille (100 µg/l) ylittyi kaikissa putkissa vähintään yhdellä näytteenotokerralla putkia 303 ja 304 lukuun ottamatta. Ammoniumtyypin ympäristölaatu normin (250 µg/l) ylittävä pitoisuus havaittiin jokaisella havaintokerralla kaikissa pohjavesiputkissa putkea 306 lukuun ottamatta. Ammoniumtyypin määrä on ollut koko kaivostoiminnan aikana suurin pintavalutus kenttä PVK1:n ja kaivoksen purkuvesiojan läheisyydessä sijaitsevassa pohjavesiputkessa 304. 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 määrittäjä rajan. Sulfaatin ja useiden metallien osalta pitoisuustaso oli selvästi suurin putkessa 301, joka sijaitsee kaivosalueen pohjoispuolella Kissanimentien välittömässä läheisyydessä. Sulfaatin ympäristölaatu normin (150 mg/l) ylityksiä ei vuonna 2023 todettu. Elohopeatulokset alittivat määrittäjä rajan (0,03 – 0,05 µg/l) lähes kaikissa näytteissä. Sähkönjohtavuuden enimmäisarvo kaivovesissä (STM 401/2001) on 250 mS/m, enimmäisarvon ylityksiä ei vuonna 2023 havaittu. Alueen pohjavesiputkien sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat välillä 3,1 – 30 mS/m. Pohjavesissä ei havaittu toriumia ja havaitut uraanipitoisuudet olivat pieniä. Öljyhiilivetyjakeita todettiin pieniä pitoisuuksia marraskuussa putkesta 303, muuten pitoisuudet olivat alle määrittäjä rajan.

Pohjavesiputket 303 ja 305 jäätyvät talviaikana, eikä niistä ole saatu näytteitä tammi-maaliskuussa. Pohjavesiputkien ominaisuuksia ja alueella luontaisesti esiintyvien metallien pitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana on esitetty kuvassa 9-3.



**Kuva 9-3. Pohjaveden pH:n, sähköjohtavuuden, sulfaatin ja ammoniumtyypen sekä tyypillisimpien alueella esiintyvien metallien pitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019-2023**







### 9.2.2 Talusvesikaivot

Talusvesikaivojen 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.

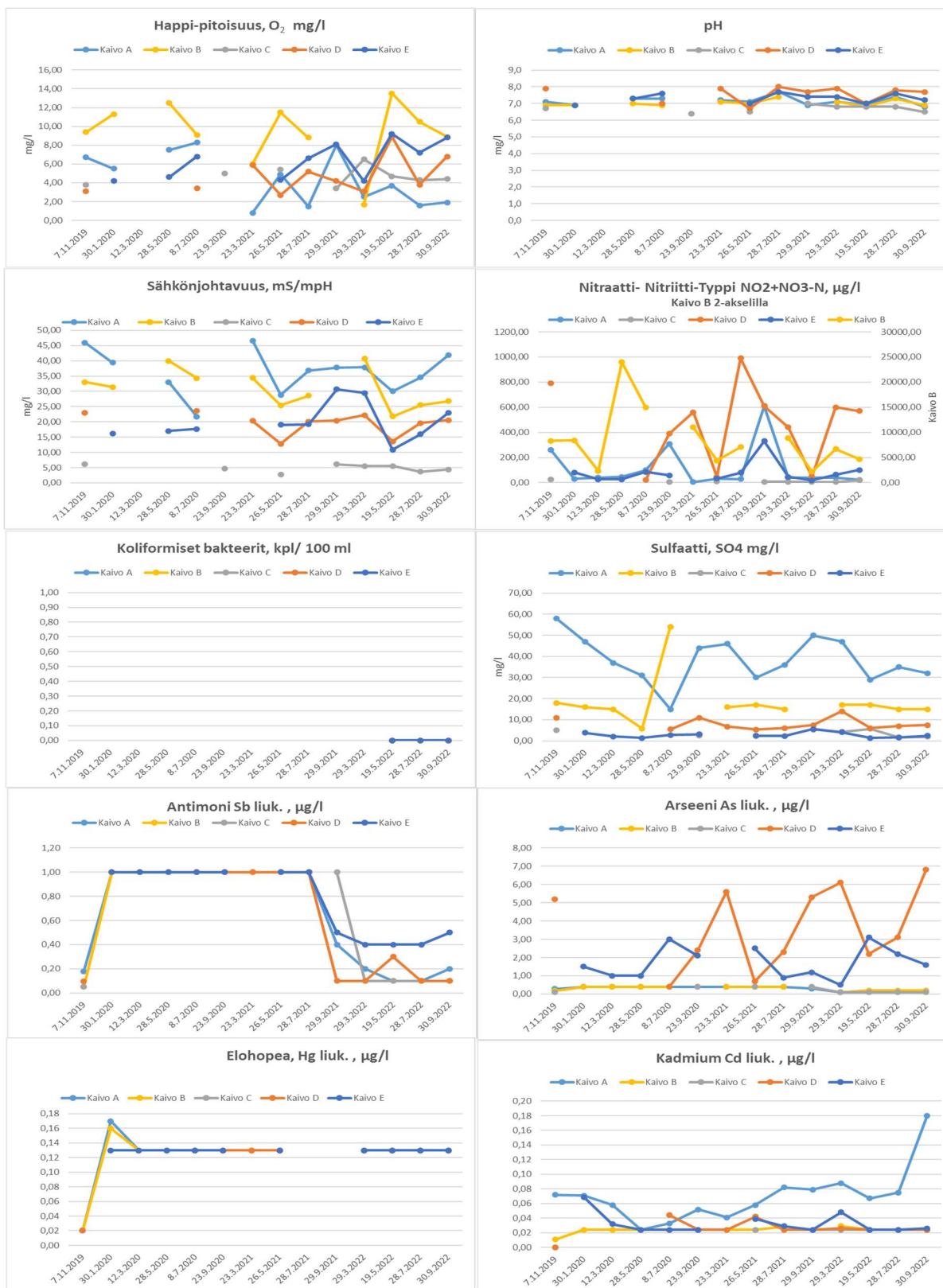
**Kaivossa A** (porakaivo) vesi täytti talusvedelle asetetut laatuvaatimukset ja suositukset lähes täysin kaikilla havaintokerroilla, ainoastaan väriluku ja sameusarvo ylittivät talusvesille asetetut suositellut enimmäisarvot kertaalleen toukokuussa. Vesi oli kirkasta tai vain lievästi sameaa, ja kemiallisen hapenkulutuksen määrä oli pieni. Happipitoisuus vaihteli välttävää hyvään ja veden pH-arvot lievästä happamuudesta lievään emäksisyyteen. Ravinnepitoisuudet olivat kokonaisuudessaan pieniä. Kuparin, nikkelin ja sinkin vuosikeskiarvopitoisuudet olivat pohjaveden ympäristölaatu normitasoa suuremmat, ympäristölaatu normin ylityksiä on havaittu myös vuosina 2018–2022 useiden laatu parametrien kohdalla. Kaivo on syvä porakaivo ja näyte otetaan hanasta. Talossa on vedenpuhdistin sekä UV-lamppu bakteerien käsittelyyn. Asukkaiden vaihduttua keväällä 2022 vedenpuhdistimen käyttämisestä ja sen suodattimista on huolehdittu säännöllisin väliajoin.

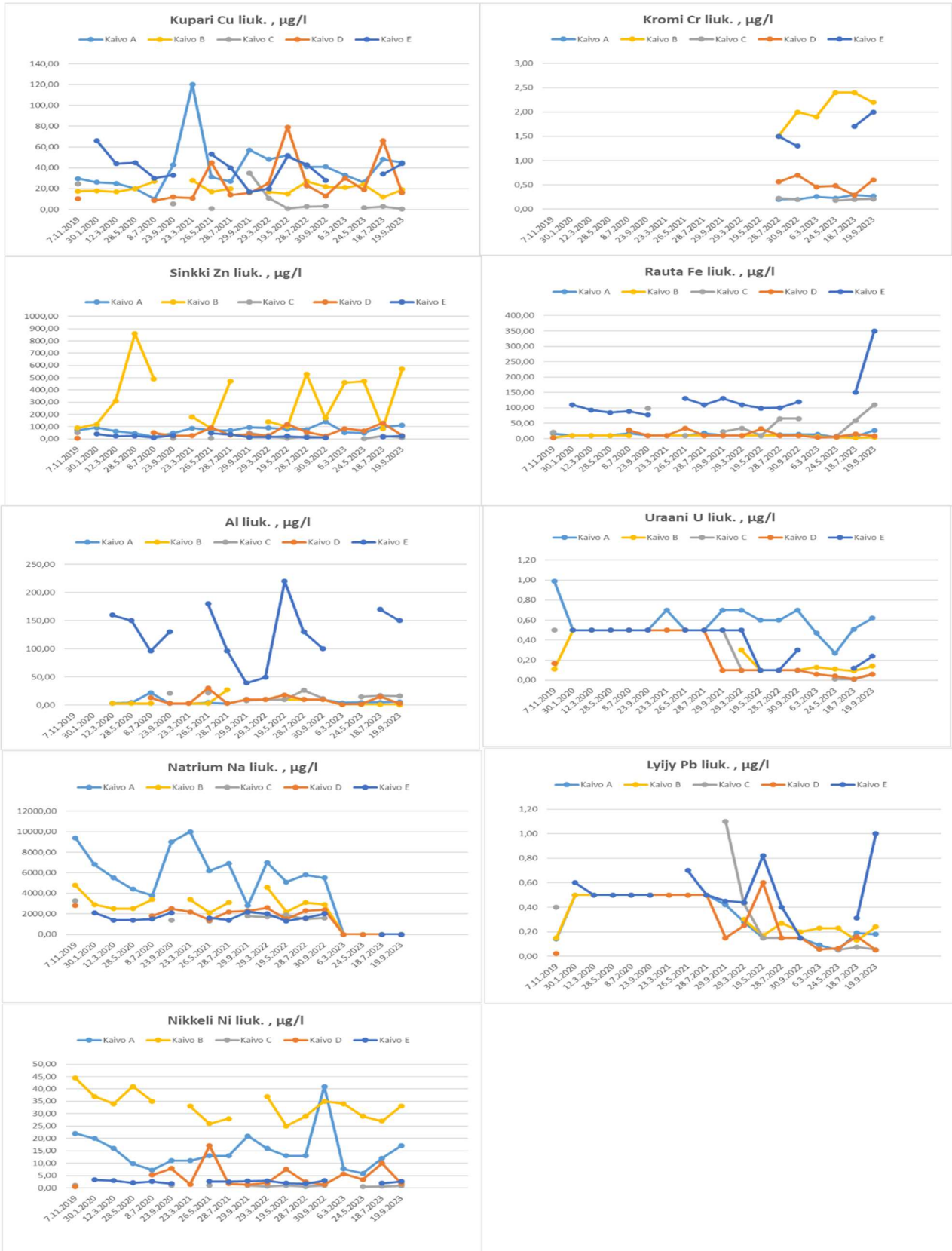
**Kaivon B** (porakaivo) veden pH-arvot osoittivat lievää happamuutta. Vesi oli väritöntä, kirkasta ja pääosin runsashappista. Fosforin pitoisuudet olivat alle määrittämissä raja-arvoissa, mutta typen yhdisteitä todettiin edellisvuoden tapaan runsaasti. Nitraatti-nitriittityypin pitoisuus on edelleen korkea, mutta jäi kuitenkin talusvesiasetuksessa nitraattityypelle asetettua enimmäispitoisuuden raja-arvoa pienemmäksi. Ammoniumtypen pitoisuudet olivat alle määrittämissä raja-arvoissa. 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 alkuvuodesta ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason, mutta vuosikeskiarvo jäi alle ympäristölaatu normin.

**Kaivosta C** (rengaskaivo) otettiin kolme näytettä vuonna 2023. Talosta kauempana oleva kaivo peittyi talvisin lumeen, eikä kantta saatu auki maaliskuun tarkkailukierroksella. Vesi oli lievästi hapanta, kirkasta ja vähähumuksista. Vesi oli väritöntä tai lähes väritöntä. Kaivon vesi täytti muuten kaikki talusvedelle asetetut laatuvaatimukset ja suositukset, väriarvot olivat niukasti yli suositustason kahdella havaintokerralla. Aiemmin havaitun kohonneen kuparin pitoisuus alitti ympäristölaatu normin koko tarkkailuvuoden ajan. Kaivosta todettiin heinäkuussa pieni määrä fekaaleja koleja (7 pmy/100 ml).

**Kaivon D** (porakaivo) veden pH-arvot osoittivat vähintään lievää emäksisyyttä. Vesi oli yleensä väritöntä ja vain lievästi sameaa. Väriluku ja sameusarvot ylittivät talusvedelle asetetun laatusuosituksen kuitenkin vähintään kertaalleen. Ympäristölaatu normin vuosikeskiarvon ylityksiä todettiin yksittäisillä havaintokerroilla arseenin, kuparin, nikkelin ja sinkin osalta, varsinainen vuosikeskiarvo ylittyi vain sinkin osalta.

**Kaivon E** (rengaskaivo) näytteet saatiin vain kahdesti, kaivon välikantta ei saatu alkuvuodesta auki. Kaivon vesi oli edelleen tutkituista kaivovesistä selvästi ruskeinta, ja myös kemiallinen hapenkulutus oli kaivoista suurin. Veden väriluku ja kemiallinen hapenkulutus ylittivät talusvedelle annetut laatusuositukset molemmilla havaintokerroilla, sameusarvo kertaalleen. Typpipitoisuudet olivat edelleen pieniä. Kuparin pitoisuudet ylittivät ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason (20 µg/l) molemmilla havaintokerroilla. Muita ympäristölaatu normin ylityksiä ei todettu. Kaivosta todettiin heinäkuussa pieni määrä fekaaleja koleja (6 pmy/100 ml).





**Kuva 9-4. Talousvesikäytössä olevien kaivojen laatuvaatimusten ja suositusten mukaisten laatuvaatimusten kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2023.**

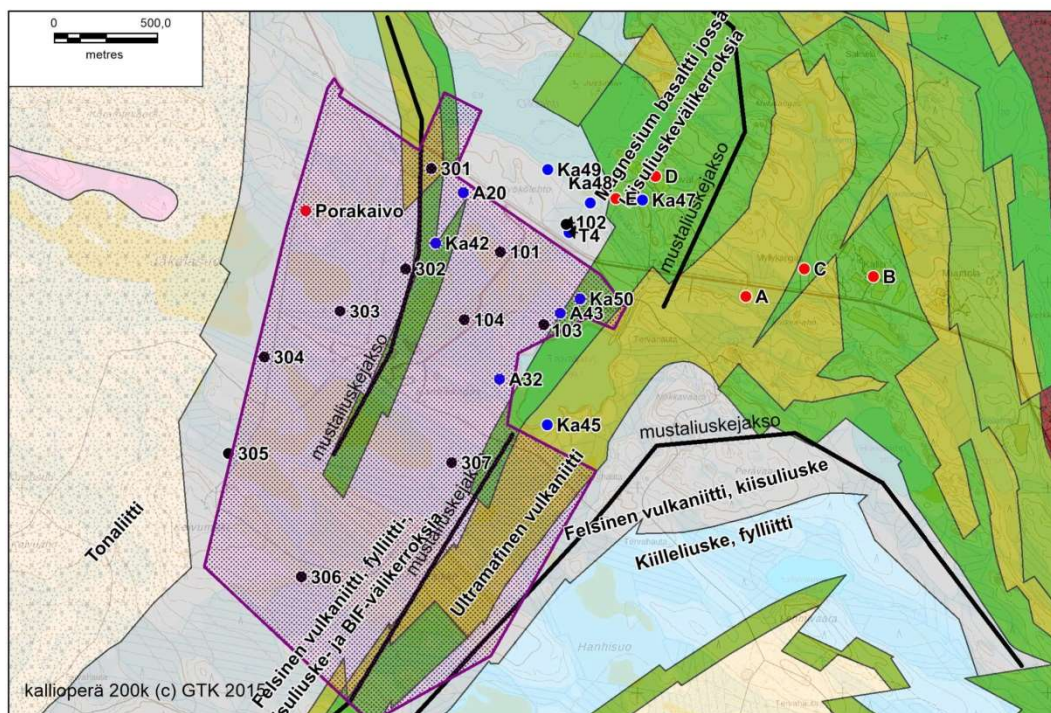


**Taulukko 9-3. Talusvesikaivojen veden laatu vuonna 2023. Alle määrittäysrajan olevat tulokset on merkitty vihreällä, niitä ei ole puolitettu.**

Ottopvm.	Lämpötila	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> kyll%	pH	Sähk. joht.	SO <sub>4</sub>	Väri	COD <sub>Mn</sub>	Sameus	Kok.P	PO <sub>4</sub> -P	Kok.N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	Kolif.bakt.	Al liuk	Sb liuk	As liuk	Hg liuk	Cd liuk	Ca liuk	Co liuk	Cu liuk	K liuk	Cr liuk	Pb liuk	Mg liuk	Mn liuk	Na liuk	Ni liuk	Fe liuk	S kok	Zn liuk	Th liuk	U liuk	
	°C	mg/l	%	ms/m	mg/l	mg Pt/l	mg/l	FNU	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	kpl/100 ml	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
<b>Kaivo A</b>																																				
9.3.2023	5,5	7,3	58	7	35	34	5,00	1,4	0,55	4	2,00	210	3,00	130	0	4,1	0,25	0,22	0,03	0,038	40	0,05	33	2,5	0,26	0,092	12	3,4	9,8	7,7	14	10000	53	0,50	0,47	
24.5.2023	5,6	9,1	72	7,3	24	20	9	0,97	3,5	3,00	2	110	5	23	0	4,8	0,23	0,16	0,03	0,028	29	0,05	26	2	0,23	0,05	8,7	0,76	4,9	5,9	4,8	6700	49	0,50	0,27	
18.7.2023	9,8	5,4	48	6,6	34	24	5,00	1,7	0,51	4	2,00	240	27	75	0	5	0,28	0,2	0,03	0,045	43	0,05	48	3,3	0,29	0,19	12	6,1	5,8	12	5,7	8300	99	0,10	0,51	
18.9.2023	11,1	3,4	31	6,6	36	32	5,00	1,8	0,51	4	2,00	130	3,00	23	0	5,8	0,35	0,3	0,03	0,13	46	0,098	45	3,9	0,27	0,18	14	12	4,8	17	27	11000	110	0,50	0,62	
<b>Kaivo B</b>																																				
9.3.2023	4,4	6,8	52	6,8	33	17	5,00	0,50	0,10	3,00	2,00	7600	3,00	7500	0	0,6	0,05	0,19	0,03	0,017	43	0,14	21	12	1,9	0,23	6,1	2,2	4,3	34	6,6	5400	460	0,50	0,13	
24.5.2023	5,8	11,7	93	6,8	25	13	5,00	0,79	0,10	3,00	2,00	1700	3,00	1600	0	0,77	0,05	0,16	0,03	0,015	35	0,14	24	7,4	2,4	0,23	5,2	1,2	2	29	4,6	4400	470	0,50	0,11	
18.7.2023	7,6	10,4	87	6,8	24	12	5,00	0,89	0,10	3,00	2,00	3200	3,00	3200	0	0,67	0,05	0,15	0,03	0,011	33	0,076	12	8,1	2,4	0,13	4,9	0,50	2,2	27	2,6	3800	84	0,10	0,093	
18.9.2023	8,7	8,8	76	6,7	27	12	5,00	0,85	0,10	3,00	2,00	2900	3,00	2800	0	0,5	0,05	0,16	0,03	0,019	36	0,13	19	8,4	2,2	0,24	5,7	1,2	2,3	33	4,4	3900	570	0,50	0,14	
<b>Kaivo C</b>																																				
9.3.2023																																				
24.5.2023	4,5	6,5	50	6,5	3	2,7	5,00	0,50	0,13	3,00	2,00	52	3,00	5,00	0	15	0,05	0,10	0,03	0,012	3,3	0,052	1,6	0,59	0,18	0,05	0,50	1,6	1,5	0,48	8,3	960	2,1	0,50	0,013	
18.7.2023	10,4	3,1	27	6,2	3,5	2,6	6	0,71	0,16	3,00	2,00	50,00	4	5,00	7	17	0,05	0,13	0,03	0,01	4,5	0,11	2,8	0,64	0,2	0,076	0,56	6,2	1,6	0,68	59	840	24	0,10	0,01	
18.9.2023	8,2	4,6	39	6,3	4,2	1,2	8	0,64	0,2	3,00	2,00	50,00	3,00	5,00	0	16	0,05	0,23	0,03	0,049	5	0,16	0,58	0,69	0,21	0,055	0,61	7,8	1,8	0,82	110	<500	9,9	0,50	0,06	
<b>Kaivo D</b>																																				
	3,10		7,9	23	11																															
9.3.2023	9,9	3,1	28	7,2	19	5,6	5,00	0,53	1,2	3,00	2,00	590	3,00	510	0	1,1	0,16	0,61	0,03	0,026	24	0,05	30	1,7	0,46	0,056	6,6	0,98	2,2	5,7	4,1	1800	85	0,50	0,061	
24.5.2023	7,6	3,2	27	7,3	19	6,8	5,00	0,81	1,2	3,00	2	490	3,00	400	0	2	0,12	1,9	0,03	0,01	25	0,05	19	1,8	0,48	0,065	6,3	0,05	2,1	3,4	6,1	2100	66	0,15	0,041	
18.7.2023	5,8	4,7	38	7,1	15	4,8	13	3	0,85	6	3	3600	3,00	67	0	15	0,3	1,7	0,03	0,018	18	0,11	66	0,83	0,29	0,16	6,1	1,5	1,4	10	15	1600	130	0,50	0,014	
18.9.2023	6,1	3,4	27	7,6	21	10	5,00	<0,5	1,3	6	6	450	3,00	430	0	3,2	0,11	7,4	0,03	0,01	27	0,05	16	2,1	0,6	0,05	6,8	0,05	2,4	1,8	8,8	3100	27	0,50	0,062	
<b>Kaivo E</b>																																				
9.3.2023																																				
24.5.2023																																				
18.7.2023	11,4	4,1	37	6,8	17	1,4	52	8,9	1,5	11	5	270	3,00	38	6	170	0,43	1,7	0,03	0,018	31	0,28	34	5,1	1,7	0,31	0,99	25	1,5	1,9	150	500,00	17	0,20	0,12	
18.9.2023	10,5	3,8	34	7	23	1,7	58	7,4	0,76	12	6	180	3,00	31	0	150	0,61	2,5	0,03	0,026	43	0,32	44	4,9	2	1	1,4	26	1,6	2,6	350	500,00	25	0,50	0,24	

### 9.3 Johtopäätökset

Alueen kallioperä koostuu Geologisen tutkimuskeskuksen (2014) kallioperäaineistojen mukaan liuske- ja vulkaniittijaksosta, jonka seassa on runsaasti rautaa sisältäviä BIF-välikerroksia (BIF = banded iron formation) (Kuva 9-3). Lisäksi alueen läpi kulkee mustaliuskejaksoja, joista osa on vahvistettu kairanäytteistä. Mustaliuske on grafiitti- ja rikkipitoinen kivilaji, joka sisältää tyypillisesti suuria määriä metalleja, kuten mangaania, nikkeliä, sinkkiä ja kuparia, yleensä kiisujen (sulfidimineraalien) muodossa. On hyvin mahdollista, että kallioperän laatu vaikuttaa pohjaveden laatuun aiheuttaen luontaisesti esiintyvät kohonneet metallipitoisuudet.



**Kuva 9-3. Alueen kallioperä (© GTK 2014a) kieli runsametallisista kivistä kaivospiirialueella (lila) ja sen ympärillä.**

## 10 Sedimenttitarkkailu

Sedimenttitarkkailu tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti loppuvuodesta 2023. Osa näytteistä jäi hankalien sääolosuhteiden (mm. heikko jäättilanne) takia syksyllä ottamatta. Viimeiset näytteet on otettu maaliskuussa 2024. Tulokset raportoidaan erikseen kaikkien tulosten valmistuttua

Seuraavan kerran sedimenttitarkkailu on vuorossa vuonna 2029. Pieni-Hietasen pisteellä tarkkaillaan sedimenttejä lisäksi vuonna 2025.



## 11 Pohjaeläintarkkailu

Tarkkailuohjelman mukaista pohjaeläintarkkailua aikaistettiin vuodella ja se tehtiin vuoden 2023 loppupuolella.

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. Kaikki syväneasemat olivat ekologisen tilan luokitteluindeksien perusteella erinomaisessa ekologisessa tilassa. Indeksien perusteella tarkkailuasemien tila ei ole ainakaan heikentynyt vuoden 2018 jälkeen (AFRY 2022), eikä kaivostoiminnan vaikutuksia pohjaeläimistössä ole havaittavissa.

Taivalpuron pohjaeläimistö koostui suurelta osin mäkärän toukista, ja vesiperhosten, päivänkorentojen ja koskikorentojen lajisto oli köyhää. Tästä huolimatta EPTH-indeksi sai arvon hyvä, ja PMA:n perusteella Taivalpuro luokitui erinomaiseen luokkaan. Tyyppiominaisten taksonien indeksi jäi tyydyttäväksi. Virtavesiasemaksi yksipuolinen pohjaeläimistö johtunee puron suuresta vedenpinnan vaihtelusta. Kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia ei pystytä erittelemään alkutietojen puuttuessa ja vain yhden tarkkailukerran perusteella. Kaivoksen varsinaisia purkuvesiä ei kuitenkaan johdeta Taivaljärven suuntaan.

Pohjaeläinraportti löytyy kokonaisuutena liitteenä 12.

## 12 Kasviplanktontarkkailu

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.

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

Kasviplanktonraportti löytyy kokonaisuutena liitteenä 13.



## 13 Yhteenveto

Sotkamon hopeakaivoksen tarkkailu tehtiin vuonna 2023 Kainuun ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailun muutosesityksen mukaisesti. Tarkkailuohjelma on otettu käyttöön 30.9.2021 ja sen on laatinut AFRY Finland Oy.

Vuoden 2023 tarkkailu käsitti sisäisten vesien ja päästovesien tarkkailun sekä ympäristövaikutusten tarkkailun. Ympäristövaikutusten tarkkailu sisälsi vuonna 2023 vesistö tarkkailun, pohjavesitarkkailun, sekä vesistöjen biologisesta tarkkailusta klorofyllit. Laaja kasviplankton keräys tehtiin alkaen toukokuusta 2023 kesäkaudella lokakuun loppuun asti. Laaja kasviplankton selvitys siirrettiin tehtäväksi vuoden 2023 aikana, koska edellisen vuoden näytteet tuhoutuivat väärän säilytysaineen vuoksi. Pohjaeläintutkimusta aikaistettiin vuodelle ja se tehtiin vuoden 2024 sijaan jo vuonna 2023.

Vuoden 2023 bioindikaattoritutkimuksessa käytettiin vuoden 2018 ja 2020 tapaan metsäsammalia, runkojäkäliä, männynneulasia, muurahaisia, marjoja ja sieniä. Tarkkailu toteutettiin Eurofins Ahma Oy:n toimesta ja tarkkailu oli vuosien 2018 ja 2020 kaltainen.

Vuonna 2023 rikastamon syöte oli 478 000 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 1 411 000 unssia hopeaa, 3 048 unssia kultaa, 909 tonnia lyijyä ja 1 857 tonnia sinkkiä.

Avolouhoksessa ei ole ollut maanpäällistä louhintaa vuoden 2022 heinäkuun jälkeen, joten tuotantolouhintaa on ollut ainoastaan maanalaisessa kaivoksessa kokonaislouhintamäärän ollessa 681 384 tonnia. Tästä määrästä louhos- ja perämalmia oli 484 000 tonnia ja sivukiveä 197 400 tonnia. Sivukivi käytettiin kokonaisuudessaan suoraan kaivostäyttöön, eikä sitä ole läjitetty maanpäälliselle sivukivialueelle. Vuoden 2023 lopussa rajamalmiksi luokiteltua malmia oli varastoituna kentälle n. 27 900 t. Rikastushiikkaa muodostui yhteensä 458 551 t ja sen keskimääräinen virtauspainotettu rikkipitoisuus oli 0,32 %. Rikastushiikkaa käytettiin patoalueen korotuksiin ja kaivoksen täyttöön 41 644 t.

Vuonna 2023 rikastusprosessissa käytettiin yhteensä 1,38 miljoonaa kuutiometriä vettä. Veden kierrätysastetta tuotantoprosessissa pystyttiin nostamaan, joten Pieni Tipasjärvestä otettavan raakaveden määrää voitiin vähentää. Vuonna 2023 Pieni Tipasjärven Olkilahdesta otettiin rikastamon käyttöön lisävettä 3 542 m<sup>3</sup> (vuonna 2022 27 640 m<sup>3</sup> ja vuonna 2021 47 000 m<sup>3</sup>). Rikastamon prosessiveden kierrätysaste oli 99 %.

Pintavalutuskentälle PVK1 vedenpuhdistamolta purettu kokonaisvesimäärä oli 390 441 m<sup>3</sup> ja S2- altaalta purettu prosessiveden määrä pintavalutuskentälle PVK6 huhtikuun ja lokakuun välisenä aikana yhteensä 70 800 m<sup>3</sup>, joten Koivupuroon purettiin vettä pintavalutuskentältä yhteensä 461 241 m<sup>3</sup>. Vuoden 2023 purkuveden kokonaismäärä mittakaivolla MK1 oli 516 743 m<sup>3</sup>. Vuonna 2023





pintavalutuskentälle johdettavan veden keskimääräinen laatu täytti ympäristöluvassa (nro 155/2020) asetetut pitoisuusraja-arvot. Yksittäisen näytteen mukainen pitoisuusraja ylittyi omavalvontaisten viikkotulosten mukaisesti sinkin osalta toukokuun tulva-aikaan kahdesti, ja kuukauden valvontatulosten mukaisesti, ollen 0,260 mg/l. Ylitys johtui lipeäpumpun toimintahäiriöstä. Koivupuroon johdettavan veden kokonaistypikuormitus pintavalutuskentiltä oli 14 371 kg ja kokonaisfosforikuormitus 41,02 kg, joten ympäristölupamääräysten mukaiset kuormitusraja-arvot ylittyivät molempien osalta. Typpipäästöjen pienentämiseksi kaivokselle on otettu käyttöön bioreaktori.

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 ei ollut yhtään kappaletta.

Vesistötarkkailun näytteitä otettiin näytepisteiltä pääosin tarkkailuohjelman mukaisesti. Yksittäisiä näytteitä jäi mm. sää- ja hydrologisten olosuhteiden (asema kuivillaan tai pohjaan asti jäässä) vuoksi ottamatta. Kenttämittausten tulokset poikkesivat jonkin verran laboratoriossa analysoiduista tuloksista, mutta niitä voitiin hyödyntää järvi-kohteiden kerrostuneisuuden arviointiin.

Koivupurossa havaittiin mm. selvää sähkönjohtavuusarvojen sekä typpi-, fosfori- ja sulfaattipitoisuuksien kasvua luonnontasoon nähden. Sinkin, kadmiumin, antimonin ja nikkelin pitoisuudet ovat edelleen nousseet kaivoksen edellisiin toimintavuosiin verrattuna, nikkelpitoisuudet ovat kuitenkin kokonaisuudessaan pieniä.

Ollinjoessa oli myös havaittavissa ajoittain kaivoksen purkuvesien vaikutusta, mm. sähkönjohtavuusarvoissa sekä sulfaatti- ja typpipitoisuuksissa havaittiin nousua alueen luonnontasoon nähden. Myös antimonin ja sinkin maksimipitoisuudet kasvoivat edellisvuosiin verrattuna ja alueen tyypillisen pitoisuustasoon nähden.

Pirttilammen päällysveden sähkönjohtavuusarvoissa, sulfaatin ja kokonaisfosforin pitoisuuksissa oli lähinnä kesä-elokuussa havaittavissa nousua mm. muihin havaintokertoihin nähden, joka viittasi kaivosvesien vaikutukseen. Typen yhdisteiden ajoittain kohonneet pitoisuudet viittaavat myös kaivosvesien vaikutukseen. Alusveden heikentynyt happitilanne tai hapettomuus näkyi myös mm. raudan ja fosforin nousuna alusvedessä, eli sisäisenä kuormituksena. Pirttilamessa ei todettu metallien ympäristölaatumormien ylityksiä. Liukoisen nikkelin, kadmiumin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittämissä rajoissa.

Nimisenjoessa oli osalla havaintokerroista havaittavissa viitteitä hopeakaivoksen vesien vaikutuksesta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin ja typen yhdisteiden perusteella.



Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat myös kesä – elokuussa selvästi muita havaintokertoja suuremmat, joka saattaa viitata myös kaivosvesien vaikutukseen. Metallien osalta yksittäisiä pieniä pitoisuusvaihteluita voitiin havaita ympäri vuoden. Typpipitoisuudet olivat korkeimmillaan alkuvuodesta helmi-maaliskuussa. Ympäristölaatunormilla säädelyjen metallien liukoiset pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittämissä.

Pieni-Hietasessa, Hietasessa tai Lontanjoessa ei havaittu vuonna 2023 selvää hopeakaivoksen kuormitukseen viittaavia veden laatumuutoksia.

Piienen Tipasjärveen johtavassa ojassa havaittiin vuonna 2023 ajoittaista raskasmetallipitoisuuksien nousua, ja myös mm. sinkkipitoisuudet olivat edelleen koholla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus ylitti ympäristölaatunormit vuosikeskiarvon (AA-EQS) sekä myös yksittäisten näytteiden enimmäispitoisuuksien (MAC-EQS) osalta kertaalleen. Ojan vedenlaatu oli edellisvuoden tavoin muutoin selvästi parempi kuin vuonna 2019.

Pienen Tipasjärven Olkilahdessa vedenlaatu oli 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 tulevan laskuojan vesi oli hapanta, tummaa ja humuspitoista. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus ovat kohonneet ajoittain lievästi alueen luontaiseen tasoon nähden, kesäkuussa todettiin selvästi muita havaintokertoja suurempia arvoja. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli karusta vedestä rehevään veteen. Kadmiumin pitoisuus ylitti kertaalleen yksittäisen näytteen ympäristölaatunormitason (MAC-EQS) ja myös keskiarvopitoisuus oli ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotasoa (AA-EQS) suurempi. Lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatunormin pitoisuuksia, elohopea pitoisuus oli kaikilla havaintokerroilla alle määrittämissä.

Pohjavesitarkkailun näytteenotto tehtiin vuonna 2023 pääosin tarkkailuohjelman mukaisesti. Uusia pohjavesiputkia 401-404 ei ole vielä asennettu. Pohjavedenpinnan vaihtelu on ollut putkissa melko vähäistä. Pohjavesiputkien vesi oli pääosin tummaa, sameaa ja hapetonta tai lähes hapetonta, ja se sisältää runsaasti eloperäistä aineista, mikä on hyvin tyypillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Useiden putkien vesi oli varsin putkien hapanta, putkien pH-arvot vaihtelivat välillä 5,0 – 6,9.

Alueen pohjavesiputkien vesissä oli tulosten mukaan runsaasti mm. rautaa, mangaania ja sinkkiä sekä ammoniumtyyppiä ja myös kokonaisravinnepitoisuudet 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 ammoniumtyypin osuus kokonaistyyppistä oli huomattava. Sinkkipitoisuus ylitti ympäristölaatunormin vuosikeskiarvotasoa (60 µg/l) kaikissa putkissa lukuun ottamatta pohjavesiputkea 305. Myös putkesta 301 todettiin poikkeamat ympäristölaatunormin vuosikeskiarvopitoisuuteen nikkelin (10



$\mu\text{g/l}$ ) ja koboltin ( $2,0 \mu\text{g/l}$ ) osalta. Ammoniumtypen ympäristölaatu normin vuosikeskiarvotason ( $250 \mu\text{g/l}$ ) ylittävä pitoisuus havaittiin kaikilla havaintokerroilla kaikissa pohjavesiputkissa putkea 306 lukuun ottamatta.

Alueen pohjaveden antimoni-, kadmium-, kromi- ja kuparipitoisuudet sekä sähkönjohtavuusarvot olivat pääosin pieniä tai alle määritysrajan. Elohopeatulokset alittivat määritysrajan ( $0,03 - 0,05 \mu\text{g/l}$ ) lähes kaikissa näytteissä. Pohjavesissä ei ole havaittu toriumia ja havaitut uraanipitoisuudet olivat pieniä. Öljyhiilivetyjakeita todettiin pieniä pitoisuuksia marraskuussa putkesta 303, muuten pitoisuudet olivat alle määritysrajan.