



Sotkamo Silver Oy

Ympäristönsuojelun vuosiraportti

Sotkamon hopeakaivoksen tarkkailu 2022

Käyttö- ja kuormitustarkkailu

Ympäristövaikutusten tarkkailu





Sotkamo Silver Oy

Ympäristönsuojelun vuosiraportti 2022

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Lupatilanne	4
2	Tarkkailusta annetut lupamääräykset.....	6
3	Alueen pintavesistö	7
4	Käyttötarkkailu 2022	11
4.1	Tuotantotiedot	11
4.2	Toimenpiteet typpipäästöjen vähentämiseksi	11
4.3	Jätteet	12
4.3.1	Kaivostoiminnassa syntyneet, jätteet.....	12
4.3.2	Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet.....	13
4.4	Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet	13
4.5	Energian kulutus	14
4.6	Kaivoksen toiminnassa syntyneet hiilidioksidipäästöt	16
4.7	Vesitase.....	17
5	Sidosryhmätoiminta.....	22
6	Sisäisten vesien oma tarkkailu	22
7	Päästö- ja kuormitustarkkailu	23
7.1	Lähtevät vedet.....	24
7.1.1	Lähtevän veden laatu	24
7.1.2	Selkeytsaltaasta S2 pintavalutuskentälle PVK6 johdetut vedet .	28
7.2	Kuormitustiedot	29
7.2.1	Pintavesistöön johdettu kuormitus 2022	29
7.2.2	Pintavalutuskentille johdetun veden laatu 2022	30
7.3	Ympäristöpoikkeamat	34
7.4	Saniteettipuhdistamo.....	35



7.5	Kaivannaisjätteet ja -jätealueet	35
7.5.1	Kaivosalueen maaperä ja pintamaat	36
7.5.2	Sivukivi	36
7.5.3	Rikastushiekka	40
7.5.4	Pyriitti	45
8	Vesistötarkkailu.....	47
8.1	Koivupuro ja sen alapuoliset vesistöt	49
8.2	Pieni Tipasjärvi, Olkilahti	60
8.3	Taivaljärvi	63
9	Pohjavesitarkkailu	65
9.1	Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta	66
9.2	Pohjaveden laadun seuranta.....	68
9.2.1	Pohjavesiputket	68
9.2.2	Talousvesikaivot	71
9.3	Johtopäätökset	75
10	Sedimenttitarkkailu	75
11	Pohjaeläintarkkailu	75
12	Kalatarckkailu ja vesisammalten metallipitoisuudet	76
12.1	Tarkkailun suoritus.....	76
12.1.1	Verkkokoekalatus.....	76
12.1.2	Sähkökoekalastukset.....	76
12.1.3	Kalojen metallipitoisuuksien tarkkailu	78
12.1.4	Vesisammalten metallipitoisuuksien tarkkailu	79
13	Melumittaukset	81
14	Ilmanlaadun tarkkailu	81
14.1	Laskeuma tarkkailu	81
15	Tärinä.....	83
16	Yhteenveto	84



Liitteet

- Liite 1.1 Sisäiset tarkkailutulokset ja päästötarkkailutulokset 2022
- Liite 1.2 Saniteettipuhdistamon tarkkailun tulokset 2022
- Liite 2 Vesistötarkkailun havaintopisteet
- Liite 3 Vesistötarkkailun tulokset 2022
- Liite 4 Kaivosalueen ilmakuvia elokuussa 2022
- Liite 5 Pohjavesitarkkailun havaintopaikat
- Liite 6 Pohjavesiputkien ja kaivojen tarkkailutulokset 2022
- Liite 7 Pintavalutuskenttien maanäytetutkimukset 2022
- Liite 8 Toksisuusmääritykset ja perustuotantokyvyn analyysitulokset
- Liite 9 Kalataloudellinen tarkkailu ja vesisammaltutkimus 2022, Afry
- Liite 10 Kalastustiedustelu
- Liite 11 Ilman laadun tarkkailu, laskeumamittaukset 2022, Envineer Oy
- Liite 12 Tärinämittausraportti 2022, Forcit Consulting Oy
- Liite 13 Pintavesistön biosaatavien metallien pitoisuuslaskenta, Biomet AA-EQS 2022

Tekijät

Heliminna Modig, Sotkamo Silver
EHSQ-asiantuntija

31/03/2023

Tarkastaja/hyväksyjä

Arttu Ohtonen, Sotkamo Silver
Vastuullisuusjohtaja



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. Kaivosalueen nykytila on esitetty elokuussa 2022 otetuissa ilmakuvissa, liite 4.

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 (FeS₂).

Hopeakaivoksen tuotantoprosessi koostuu seuraavista vaiheista: louhinta, murskaus, jauhatus, rikastus, kuivaus ja varastointi. Malmi louhitaan avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta. Ympäristöluvan, nro 155/2020, mukainen kokonaislouhintamäärä on yhteensä 1 800 000 tonnia vuodessa.

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 vesitalouslupan 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 on valitettu, eikä se ole lainvoimainen.

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 esitetystä tarvekivilouhoksesta 1.9.–30.4. kaikkina viikonpäivinä klo 6–22 ja 1.5.–31.8. vain arkipäivisin (ma–pe) klo 6–22."

Pohjois-Suomen aluehallinto virasto on hakemuksesta myöntänyt määräaikaisen ympäristöluvan, päätös nro 162, dnro PSAVI/12270/2022, ja lisännyt lupamääräykseen ympäristölupapäätökseen nro 155/2020 uuden lupamääräyksen 19a rikastamon yhteydessä sijaitsevan murskaamon toiminta-aikojen osalta.

Uusi lupamääräys 19a kuuluu kokonaisuudessaan seuraavasti:

"Malmia saa murskata rikastamon yhteydessä olevassa murskaamossa poikkeuksellisesti kaikkina viikonpäivinä ja kaikkina vuorokaudenaikoina 15.12.2022–30.4.2023, jos se on rikastamon toiminnan kannalta välttämätöntä. Murskausajankohdista on raportoitava Kainuun ELY-keskukselle.

Yöaikaisen murskauksen vaikutus kaivoksen lähiympäristön melutasoihin asuinrakennusten pihilla on selvitettävä melumittauksin, joita on tehtävä yöaikaisen murskauksen aikana vähintään murskauksen aloittamisesta 31.1.2023 saakka.

Mittauksia on tehtävä vähintään hakemuksessa esitetyllä mittauspaikalla L3.

Jos ympäristölupapäätöksen nro 155/2020 lupamääräyksen 20 mukaiset melutasot ylittyvät, luvan saajan on ryhdyttävä välittömästi toimenpiteisiin meluhaitan vähentämiseksi. Kainuun ELY-keskus voi antaa tarkentavia määräyksiä melun mittaamisesta ja mittauspaikoista. Mittaustulokset on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla.



2 Tarkkailusta annetut lupamääräykset

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

Lupapäätöksessä kaivoksen päästö- ja vaikutustarkkailusta on annettu seuraavat lupamääräykset:

Lupamääräys 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 ₄ ²⁻	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 BHK₇:n osalta 90 % ja kokonaisfosforin osalta 90 %. Käsitelty jätevesi on johdettava pintavalutus kentän 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 johdetaan pintavalutuskenttä PVK 1:n ja mittakaivo 1:n kautta Koivupuroon laskevaan ojaan.

Rikastusprosessin vesiä ei ole ollut tarvetta käsitellä vedenpuhdistamalla. Lupamääräysten mukaiset pitoisuudet alittaneet prosessivedet on johdettu kosteikkokäsittelyyn pintavalutuskentälle PVK 6.

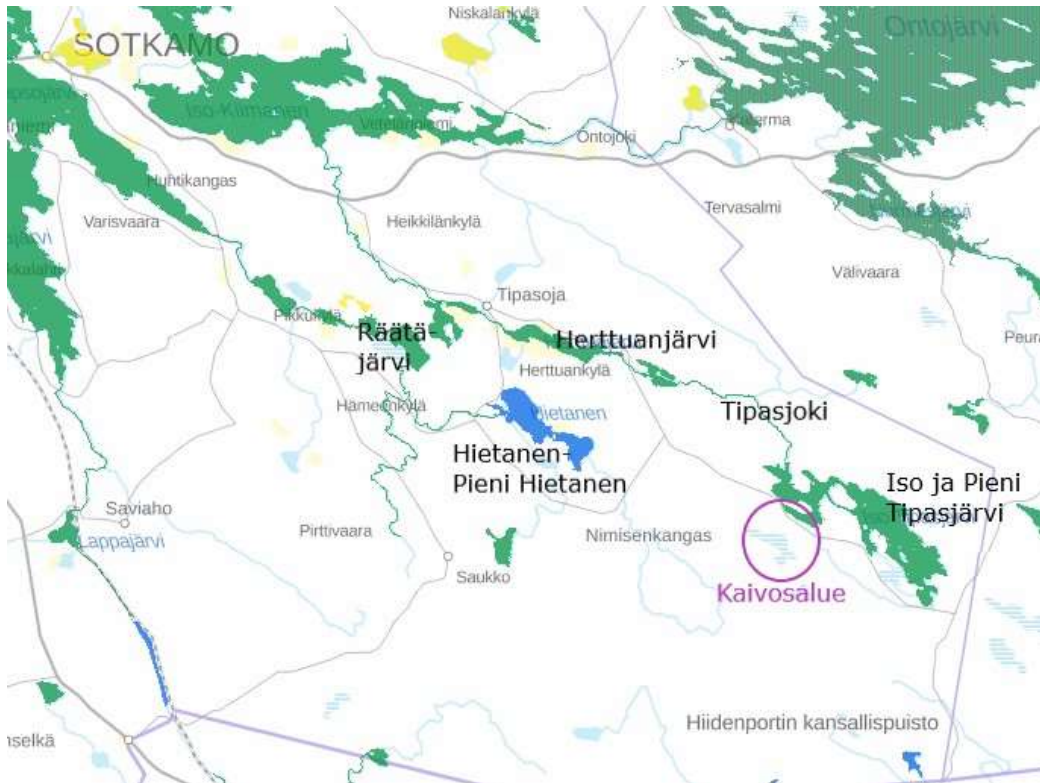
3 Alueen pintavesistö

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 Sapsjoen 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 IsoTipasjärvi, Pieni Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen (Kuva 3-). Tipasjärvi, Hietanen ja Pieni Hietanen ovat pintavesityypiltään runsashumuksisia järviä (Rh).

Hietasen-Pienen Hietasen ekologinen tila on erinomainen ja Tipasjärven sekä Tipasjoen tila on hyvä. Kaikkien em. vesimuodostumien kemiallinen tila oli vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella määritetty hyvää 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).

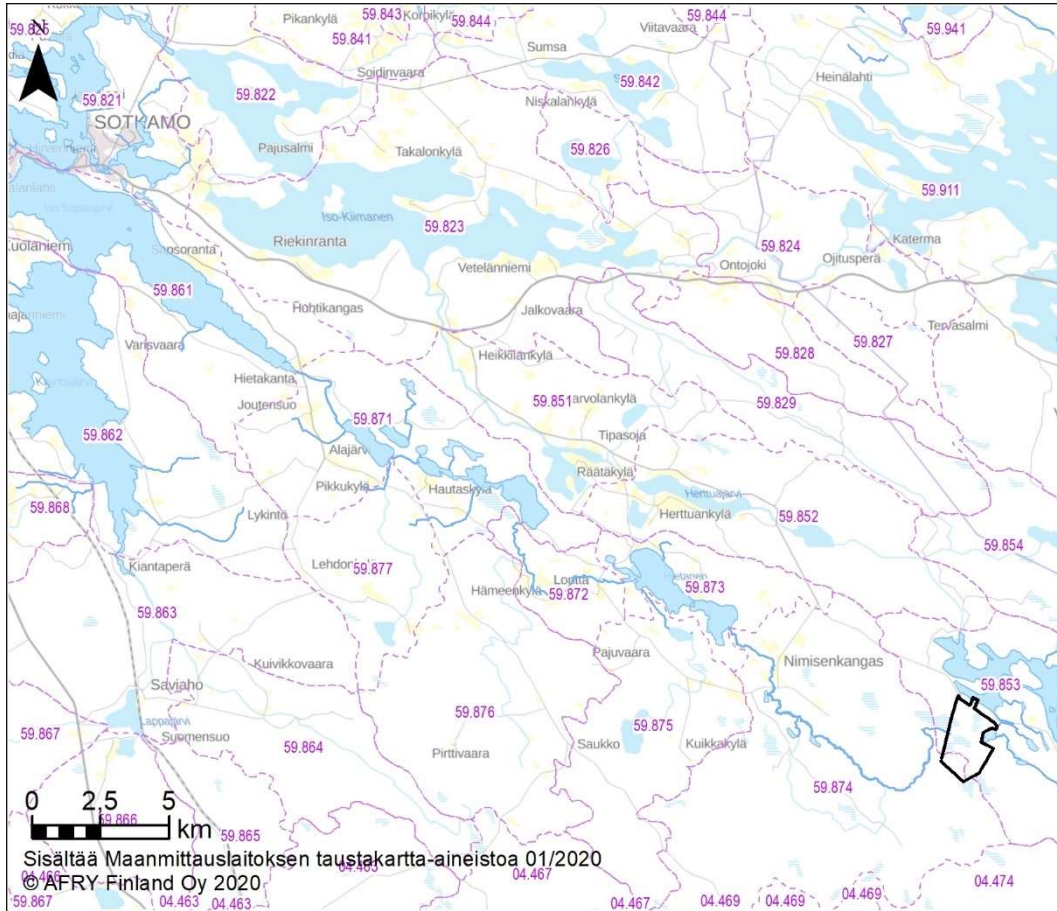
Isossa ja Pienessä Tipasjärvessä elohopean pitoisuus kaloissa ylittyy kertymärekisteriin tallennettuihin tietoihin perustuen (10 kalaa, Hg ka. 312 µg/kg tp) (Suomen ympäristökeskus 2021b). Hietasessa–Pienessä Hietasessa ja Tipasjoessa elohopean ympäristölaatu normin ylitys kalojen elohopeapitoisuudessa voi Suomen ympäristökeskuksen alustavan arvion mukaan olla seurausta kaukolaskeumasta. Kaivoksen toiminnasta ei aiheudu elohopeakuormitusta alapuoliseen vesistöön.



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 ja Pieni-Hietasen yhteenlaskettu pinta-ala on noin 400 ha ja valuma-alue 153 km². Lontanjoen luusuassa keskivirtaama on noin 1,9 m³/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 km². Koivupuron virtaamaa ei mitata, mutta luontaiseksi virtaamaksi on arvioitu keskimäärin 0,074 m³/s pisteessä, joka sijaitsee noin 600 m koilliseen Pehkolan tilalta. Keskivirtaamatilanteessa Koivupuron yläosalla virtaus on enintään 0,03–0,1 m³/s. Koivupuron virtaama laskussa Ollinjokeen on arviolta suuruusluokkaa 0,006–0,24 m³/s. (Ramboll Finland Oy 2020)



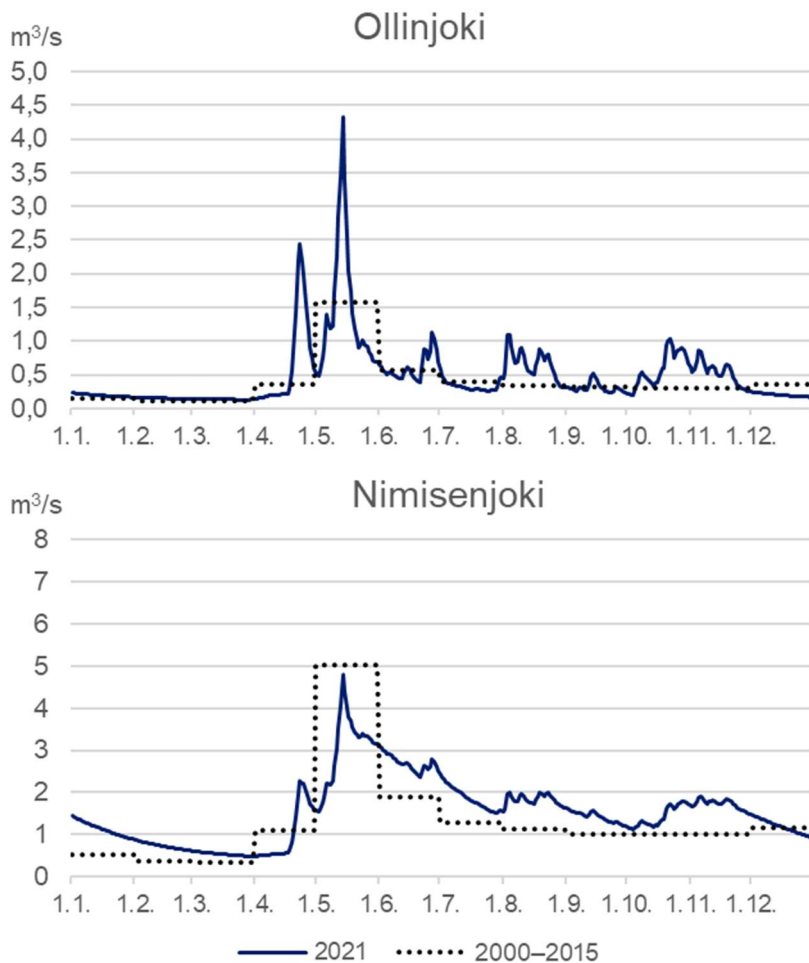
Kuva 3-2 Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivoksen sijainti.

Ollinjoen pituus on noin 5 km ja se laskee Pirttilampeen. Koivupuron suun yläpuolella Ollinjoen valuma-alue on noin 12 km² ja laskussa Pirttilampeen noin 30 km².

Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmän simuloima Ollinjoen virtaama laskussa Pirttilampeen on esitetty kuvassa 3-3. Jaksolla 2000–2015 simuloitu keskivirtaama oli 0,41 m³/s ja vuoden 2021 osalta keskivirtaama oli arviolta 0,49 m³/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 m³/s ja vuonna 2021 keskivirtaaman on arvioitu olevan 1,55 m³/s (Kuva 3-3).



Kuva 3-3 Ollinjoen ja Nimisenjoen simuloitu virtaama vuonna 2021 sekä kuukausitasolla vuosina 2000–2015 (Suomen ympäristökeskus 2021a).

Kaivosalueen pohjoispuolella sijaitseva Pieni Tipasjärvi muodostaa Ison Tipasjärven kanssa pinta-alaltaan noin 10,9 km² kokoisen järvioltaan. Tipasjärvien keskisyyvyys on noin neljä metriä, suurin syvyys 23 metriä ja valuma-alueen pinta-ala noin 77 km². Järven syvin kohta sijaitsee Pienen Tipasjärven itäosassa Vuorisaaren länsipuolella. Tipasjärven luusuassa keskivirtaama on noin 0,95 m³/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 Pieni 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 2022

4.1 Tuotantotiedot

Vuonna 2022 rikastamon syöte oli 635 485 t malmia. Hopea- ja kultapitoinen lyijyrikaste (3 357 t) toimitettiin jatkojalostukseen asiakkaalle Rönnskäriin Ruotsiin ja hopeapitoinen sinkkirikaste (6 253 t) Kokkolaan. Pyriittirikastetta tuotettiin yhteensä 14 765 tonnia. Se varastoitui osittain pyriittialtaaseen ja osittain myytiin. Rikasteet sisälsivät 1 159 000 unssia hopeaa, 3 285 unssia kultaa, 1 534 tonnia lyijyä ja 3 335 tonnia sinkkiä.

Avolouhoksessa louhittiin alkuvuodesta 2022 toukokuuhun asti ja maanalaisessa kaivoksessa ympäri vuoden, kokonaislouhintamäärän ollessa 1 012 300 tonnia. Tästä malmia ja rajamalmia oli 644 000 tonnia ja sivukiveä 368 263 tonnia. Sivukivestä käytettiin kaivostäyttöön 293 500 t (93,6 %) ja sitä läjitettiin maanpäälliselle sivukivialueelle n. 24 000 t. Vuoden 2022 lopussa rajamalmia ei enää ollut varastossa. Rikastushiekkaa muodostui yhteensä 611 000 t ja sen keskimääräinen rikkipitoisuus oli 0,27 %. Rikastushiekkaa käytettiin patoalueen korotuksiin 165 750 t.

Uusi lupamääräys 19a on mahdollistanut malmin murskauksen kaikkina viikonpäivinä ja kaikkina vuorokaudenaikoina joulukuun 2022 puolesta välistä huhtikuun 2023 loppuun saakka (15.12.2022–30.4.2023), jos se on rikastamon toiminnan kannalta ollut välttämätöntä. Yöaikainen murskaustoiminta aloitettiin 26.12.2022 ja siitä ilmoitettiin valvovalle viranomaiselle YLVA tietojärjestelmän kautta.

Koivumäestä louhittiin tarvekiveä 23 000 tonnia vuonna 2022. Rikastushiekka-altaan laajentamiseen ja allasrakenteisiin käytettiin Koivumäen tarkevivilouhoksen louheita ja murskeita yhteensä noin 27 000 tonnia.

4.2 Toimenpiteet typpipäästöjen vähentämiseksi

Typpikuormituksen vähentämiseksi on vuonna selvitetty 2022 typettömän räjähdysaineen käyttömahdollisuutta kaivostoiminnoissa, keskitytty nykyisen räjähdysaineen hallintaan kaivostoiminnoissa ja tutkittu typenpoistomenetelmien toteutettavuutta vedenpuhdistuksessa. Typettömän räjähdysaineen käytössä on paljon potentiaalia, mutta räjähdysaine ei ole vielä kaupallinen tuote. Selvitystyötä jatketaan vuonna 2023. Nykyisen räjähdysaineen käytön hallinnan kehittämistä jatketaan vuonna 2023. Vedenkäsittelyssä tutkittiin kolmea erilaista teollista vedenkäsittelymenetelmää typenpoistoon ja potentiaalisin menetelmä valittiin in-situ pilotointiin vuodelle 2023. Tavoitteena on ottaa menetelmä käyttöön vuonna 2023.



4.3 Jätteet

4.3.1 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. Kierrätysmetallit 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	t/a	EWC-koodi	R/D -koodi
Happojäte raskasmetallipitoinen neste	0,2	11 05 01	D14
Epäorgaaniset lietteet ja sakat pasta / kiinteä *	67	11 01 09	D14
Öljyjätteet (käytetty voiteluöljy, vesipitoisuus alle 10 %)*	1,08	13 02 05	R12B
Aerosolijäte (kiinteä)*	0,11	16 05 04	D14
Epäorgaaniset lietteet ja sakat*	0,07	11 01 09	D14
Öljyinen jäte, kiinteä / pasta*	5,63	16 07 08	R12B/R12.2
Lyijyakkujäte*	0,10	16 06 01	R12.2
Leikattava rauta	138,4	17 04 05	R12B
Sekapelti	39,82	17 04 07	R12B
Sekakaapeli	0,83	17 04 11	R12B
Al-kaapeli	1,35	17 04 11	R12B
Cu-kaapeli	0,81	17 04 11	R12B
Pahvi	7,074	20 01 01	R13
Puhdas puu	16,20	20 01 38	R12B
Muovi	2,975	20 01 39	R13
Sekajäte energiaksi	20,81	20 03 01	R12A
Energiajäte	3,86	15 01 06	R12A
Biojäte	1,18	200108	R03B
Puulavat ja pakkaukset	3,82	17 02 01	R12B
Sekalainen puu	1,62	17 02 01	R12B
Lajittelematon rakennusjäte	22,06	17 09 04	R12B
Sakokaivolietteet	7,0	20 03 04	R12B
Umpikaivolietteet	38,0	20 03 04	R12B

*) Vaarallinen jäte



Taulukko 4-2 urakoitsijoiden toiminnassa syntyneet jätteet ja jätemäärät.

Jätelaji, t/a	Tapojärvi	CRS	Tipaskone Oy
Öljyjätteet (käytetty voiteluöljy)*	13,4		0,6
Öljy ja pesuaine-erotin pinta neste	2,0		
Hydrauliikkaletkujäte kiinteä	2,461		
Aerosolijäte, kiinteä	0,014		
Öljyinen jäte, kiinteä pasta*	2,071		0,05
Leikattava rauta	47,75		
Sekapelti	4,5		
Sekajäte energiaksi, m ³	246		
Nestemäinen syanidijäte*		2,05	
Kiinteä syanidijäte (hansikkaat, paperit)*		0,2	

*) Vaarallinen jäte

4.3.2 Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet

Kaivostoiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet on esitetty taulukossa Taulukko 4-3.

Taulukko 4-3 Toiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet.

Jätelaji	t/a
Sivukivialueelle läjitetty sivukivi	24 000
Kaivostäyttöön sijoitettu sivukivi	293 500
Läjitetty rikastushiekka	445 359
Patorakentamiseen käytetty rikastushiekka	165 750

4.4 Kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet

Taulukossa 4-4 on esitetty vuoden 2022 aikana käytetyt prosessi- ja laboratoriokemikaalit, polttoaineet ja räjähteet sekä niiden määrät. Määrät sisältävät alueella toimivien urakoitsijoiden käyttämät kemikaalit, polttoaineet ja räjähteet ja ne on raportoitu TUKESin tietojärjestelmään Kemidigiin.

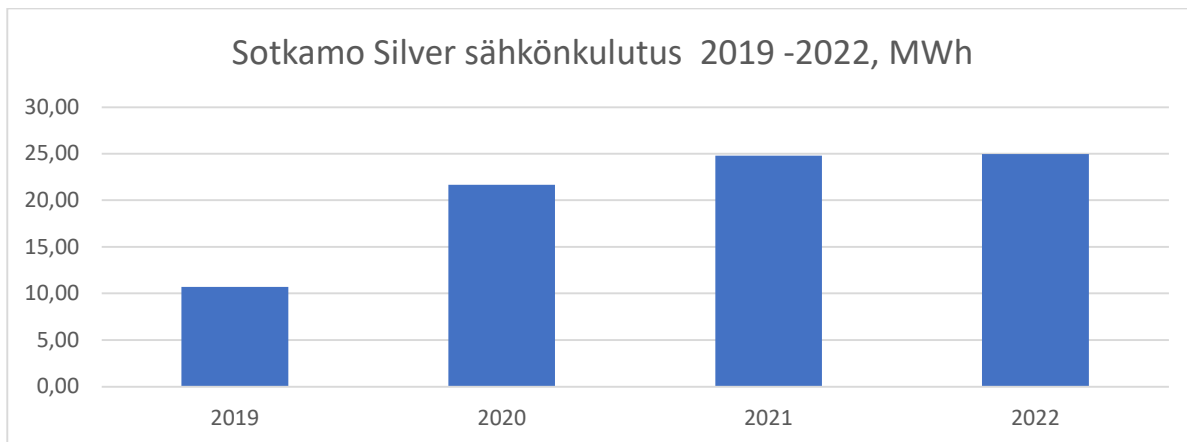


Taulukko 4-4 Kemikaalien, polttoaineiden ja räjähteiden kulutus.

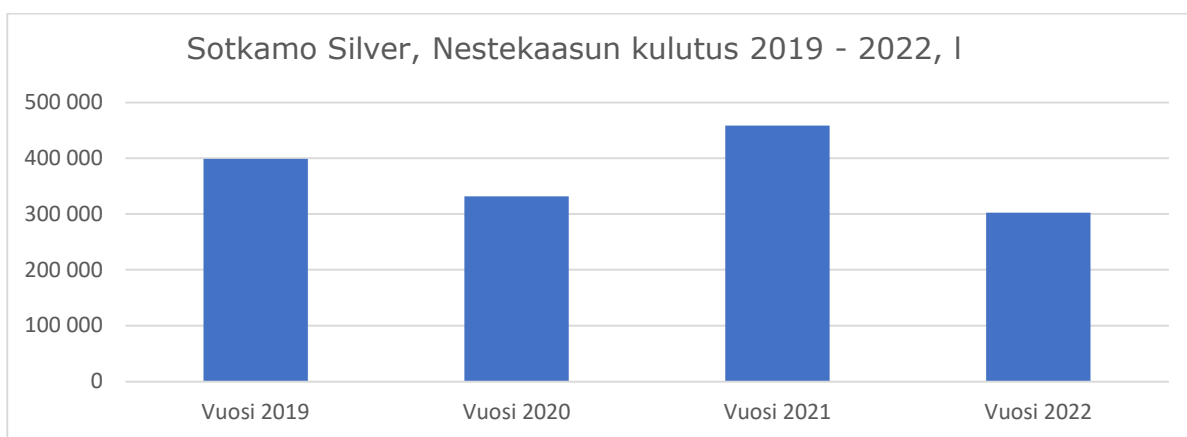
Prosessikemikaalit	Kulutus (t)
Aerophine / Natriumdi-isobutyyliditiofosfinaatti	16,0
Brennfroth 77 / Metyyli-isobutylikarbinoli (MIBC)	25,6
Dekstriini (tärmekelys)	0,855
Drewfloc / flokkulantti	0,15
Kuparisulfaatti	9,0
Kuparikloridiliuos (t)	51,0
Nascol 314 – SIBX / Natriumisobutyylisantaatti	11,2
Sammutettu kalkki	479
Sinkkisulfaatti	132,5
Nestekaasu	157,3
Polttoöljy	745,45
Diesel	41,35
Kemira PIX-105 / rautasulfaatti	18,4
Kemira PIX-115 / rautasulfaatti	0,9
Superflock N-100 / flokkulantti	0,12
Natriumhydroksidiliuos, 50 %	49,7
Laboratorion pienkemikaalit	0,66
AdBlue	31,12
Hydrauliöljyt ja rasvat	31,41
Tuulilasinpesuneste	1,0
Jäähdytinneste	0,74
Räjähteet	715
Nallit (kpl)	71 069

4.5 Energian kulutus

Vuonna 2022 sähkön kulutus kaivosalueella oli yhteensä 24 943 MWh. Maanalaisen kaivoksen lämmityspolttoaineena käytettävän nestekaasun määrä oli 157,3 t ja rikastesiilon lämmittämiseen käytettiin kevyttä polttoöljyä 6 300 l. Kuvassa 4-1 on esitetty sähkönkulutus ja kuvassa 4-2 nestekaasun kulutus kaivoksen tuotantotoiminnan aikana.



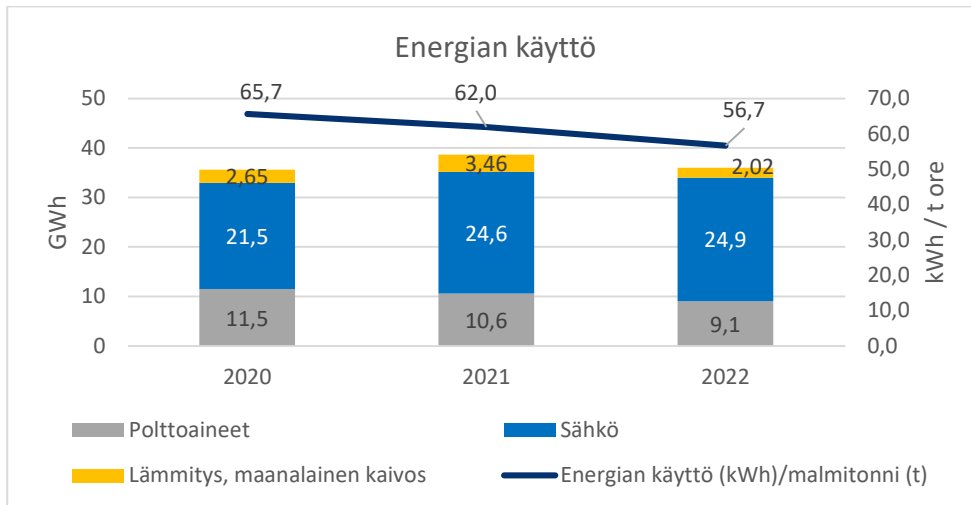
Kuva 4-2 Sähköenergian kulutus vuosina 2019 -2022.



Kuva 4-2 Nestekaasun kulutus kaivoksen toimintavuosina 2019 -2022.

Energiätehokkuuden parantaminen

Kaivosalueella käytettävän energian käyttöä seurataan kuukausittain ja energiatehokkuusindeksi lasketaan rikastettua malmimäärää kohti. Energiätehokkuuden kehittyminen on kuvattu kuvassa 4-3

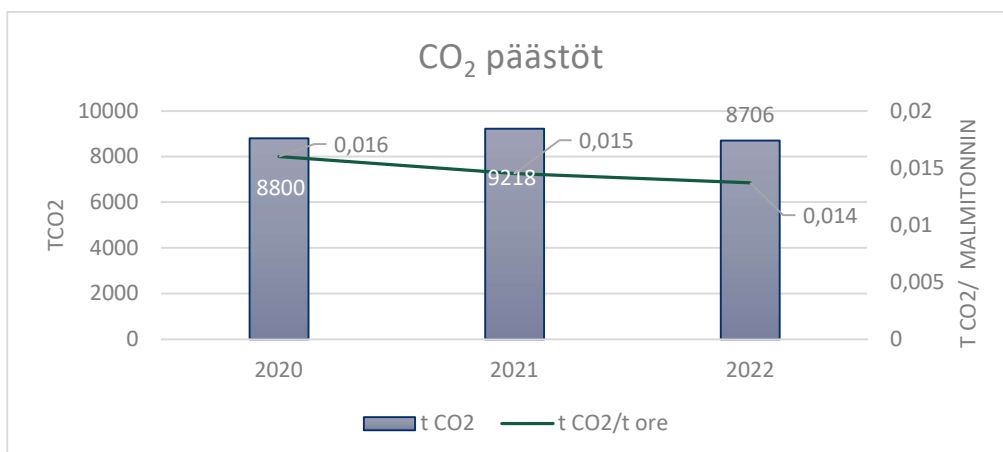


Kuva 4-3. Kaivosalueen energiatehokkuuden kehittyminen

Vuoden 2022 aikana energiatehokkuutta on parannettu optimoimalla maanalaisen kaivoksen tuuletuspuhaltimien käyttöä ja tuuletusaikoja, sekä lämmitykseen käytettävien nestekaasupolttimien toimintaa. Kaivosalueella on käytössä noin 160 sähkömoottoria, joista puolet on suoraikäynnisteisiä ja toinen puoli taajuusmuuttajakäyttöisiä moottoreita. Taajuusmuuntajien määrää mm. kaivoksen kuivanapitoveden pumppaamoissa on lisätty.

4.6 Kaivoksen toiminnassa syntyneet hiilidioksidipäästöt

Kaivoksella muodostuneet hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2022 yhteensä noin 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.

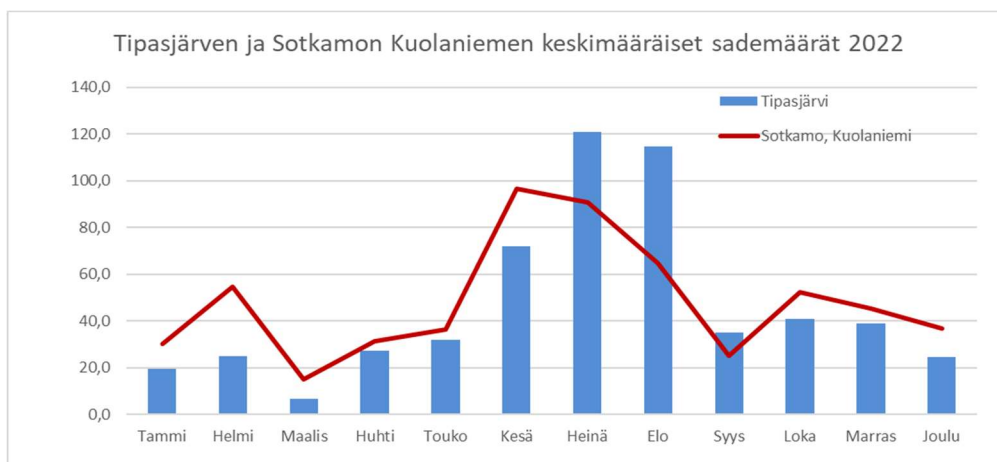
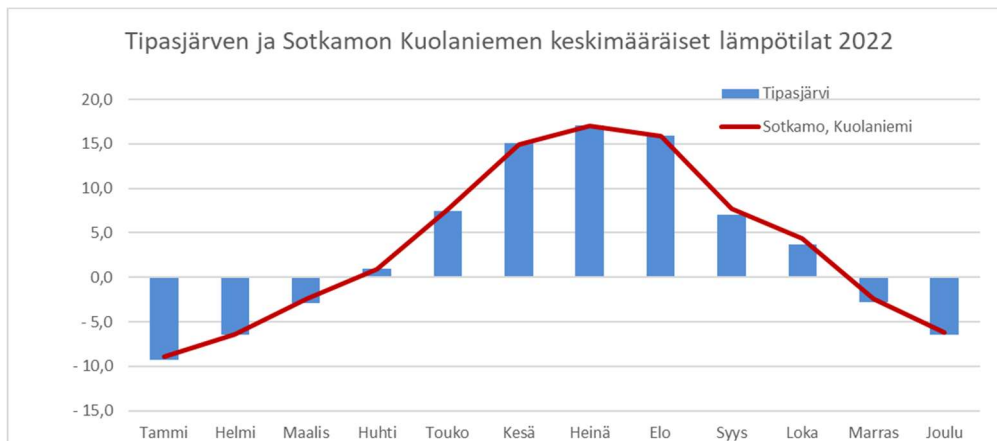


Kuva 4-4. Kaivosalueen hiilidioksidipäästöt vuosina 2020 – 2022



4.7 Vesitase

Kaivokselle on asennettu vuonna 2014 oma sääasema, jolla on mitattu lämpötilaa ja sademäärää. Sääasema on ollut toiminnassa koko vuoden 2022 moitteettomasti, 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.



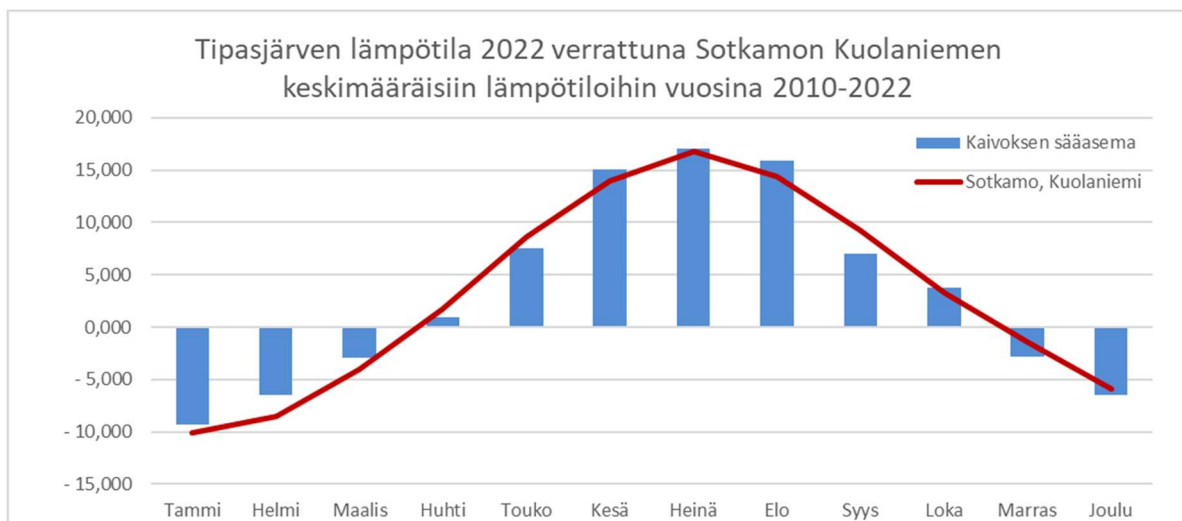
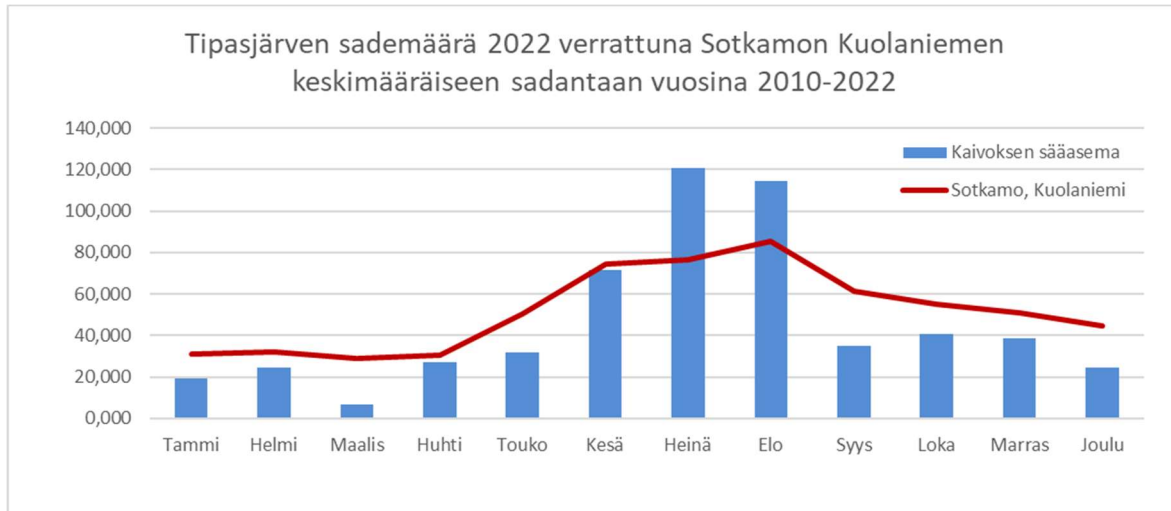
Kuva 4-3 Vuoden 2022 keskimääräiset kuukausittaiset lämpötilat sekä kuukausien sadesummat kaivoksen mittausasemalla ja Sotkamon Kuolaniemellä

Kaivoksella mitattu vuoden 2022 keskilämpötila oli sama +3,2 °C kuin Kuolaniemen pitkän aikavälin keskimääräinen lämpötila. Hieman korkeampia lämpötiloja mitattiin tammi- maalikuussa, kesäkuussa ja elokuussa, mutta touko-, syys- ja marraskuu olivat vastaavasti hieman kylmempiä kuin Kuolaniemellä (Kuva 4-4).

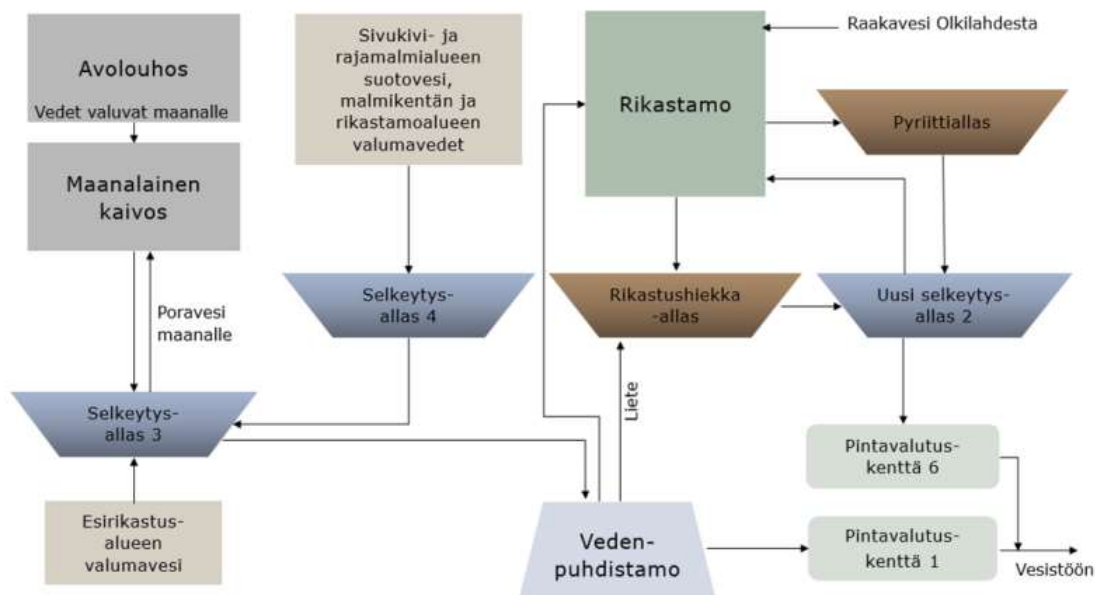
Verrattaessa kaivosalueen sademäärää Kuolaniemellä mitattuihin pitkän aikavälin keskiarvoihin (2010 -2022), vuosi 2022 oli kaivosalueella keskimääräistä vähäsateisempi (Kuva 4-4). Vuoden



vähäsateisin kuukausi oli edellisvuoden tapaan maaliskuu ja sateisimmat kuukaudet olivat kesä-, heinä- ja elokuu.



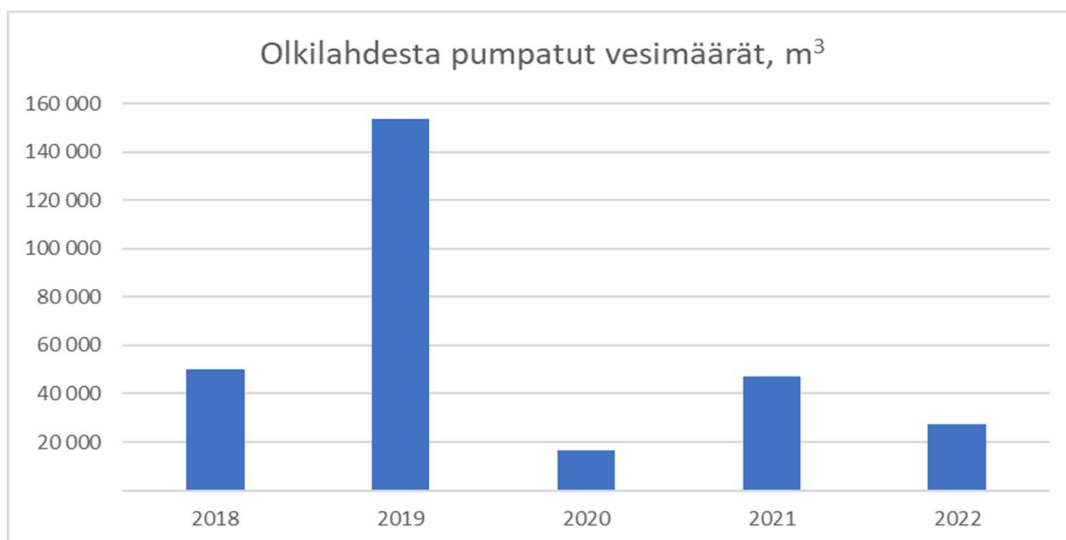
Kuva 4-4 Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sadannat Tipasjärvellä 2021 sekä Sotkamon Kuolaniemen vastaavat pitkän aikavälin (2010 - 2022) keskiarvot (Ilmatieteen laitos 2023).



Kuva 4-5 Hopeakaivoksen vesikierto.

Vedenotto Olkilahdesta

Vuonna 2022 Pieni Tipasjärven Olkilahdesta otettiin rikastamon käyttöön lisävedettä 27 640 m³. (vuonna 2021 47 000 m³ ja vuonna 2020 16 480 m³). Seuraavassa kuvassa (Kuva 4-45) on esitetty lisäveden ottomäärät kaivoksen toiminnan aikana.



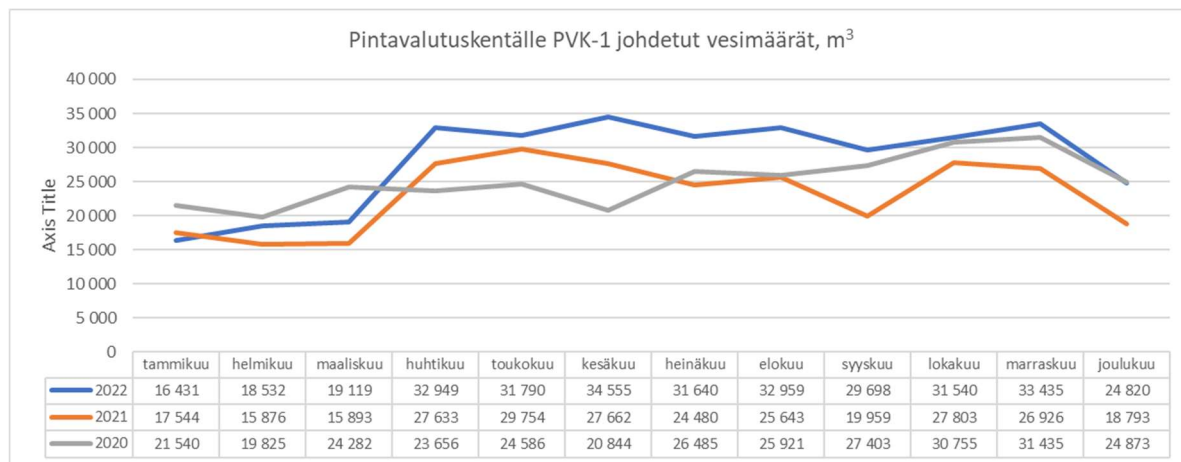
Kuva 4-6 Pieni Tipasjärven Olkilahdesta pumpatut vesimäärät vuosina 2018-2022.



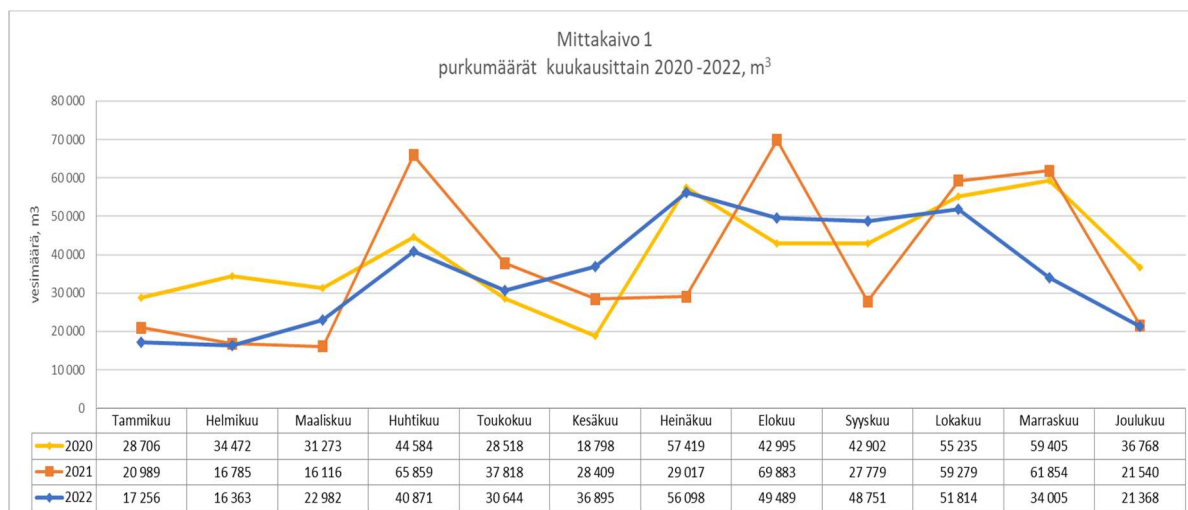
Kaivokselta pintavalutuskentille purettu vesimäärä

Pintavalutuskentälle PVK1 vedenpuhdistamolta purettu kokonaisvesimäärä oli 333 974 m³ ja S2-altaalta purettiin pintavalutuskentälle PVK6 huhti-marraskuussa vettä 80 150 m³, (Kuva 4-6). Koivupuroon purettiin vedenpuhdistamolta ja prosessivesikierrosta kosteikkoalueiden kautta vettä (S2-allas) yhteensä 414 150 m³. Vuoden 2022 purkuveden kokonaismäärä mittakaivolla MK1 oli 426 539 m³. Kuva 4-7 on esitetty mittakaivo 1:n kuukausivirtaamatiedot vuosina 2020 – 2022 ja kuvassa Kuva 4-8 pintavalutuskentät PVK1, PVK6 sekä kaivoksen purkupisteen mittakaivo MK1:n sijainti Koivupuron yläjuoksulla.

Kuva 4-6 Vedenpuhdistamolta pintavalutuskentälle puretut vesimäärät (m³/kk) vuosina



2020–2022.



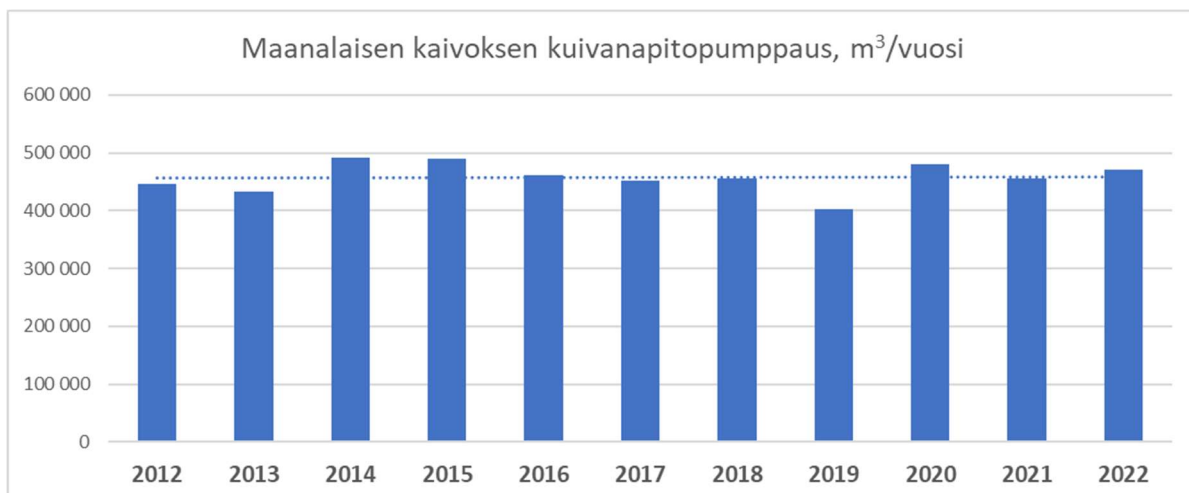
Kuva 4-7 Mittakaivo 1:n kuukausivirtaamatiedot (m³/kk) vuosina 2020–2022.



Kuva 4-8 Pintavalutuskentät PVK1 ja PVK6 sekä kaivoksen purkupisteen, mittakaivo MK1:n sijainti

Maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet

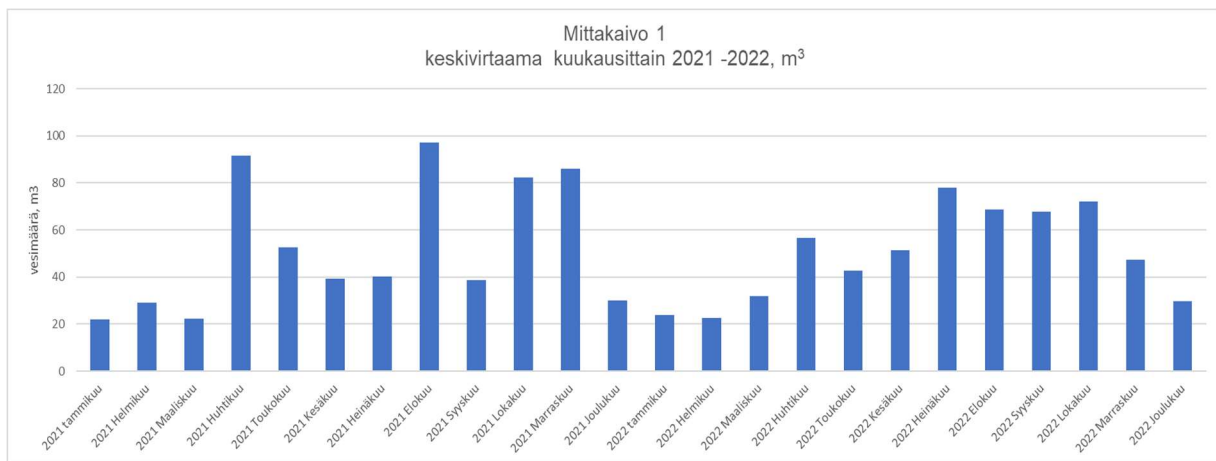
Maanalaisesta kaivoksesta on pumpattu pintavaluma- ja pohjavesiä vuoden 2022 aikana yhteensä 471 600 m³. Kuvassa (Kuva 4-8) on esitetty vesimäärät ajalta 2012-2022. Kuivanapitoveden määrä on ollut kaivoksen tuotannon aikana aiemmin arvioitua pienempi, eikä sen määrä ole oleellisesti muuttunut huolimatta kaivoksen syvyyden kasvamisesta.



Kuva 4-8 Maanalaisen kaivoksen kuivanapitoveden määrä, m³ vuosina 2012-2022.



Mittakaivo MK1:n virtaamatiedot on esitetty seuraavassa kuvassa 4-9. Normaalivirtaaman aikaan V-patoon perustuva mittaus vaikuttaa toimivan luotettavasti, mutta suuren virtaaman aikaan mittaus on ollut epäluotettavaa ja näyttänyt liian suuria lukemia. Kaivoksen purkuveden määränä on tällöin käytetty pintavalutuskentille johdettuja vesimääriä huomioiden alueen nettosadanta (maa- ja allasalueiden sadanta ja haihtumat). Syksyllä 2022 Koivupuroon laskevan purkuojan todettiin olevan osittain umpeutunut ja mataloitunut. Jäkäläsuon huonon kantavuuden vuoksi purkuojan ruoppaaminen ja kunnostaminen ei ollut mahdollista syksyn aikana. Oja on ruopattu ja kunnostettu vuoden 2023 alkupuolella.



Kuva 4-9 Mittakaivo 1:n virtaamatiedot kuukausittain vuosina 2021-2022.

5 Sidosryhmätoiminta

Kaivoksen sidosryhmistä koostuva seurantaryhmä kokoontui 3 kertaa vuoden 2022 aikana; helmikuussa, kesäkuussa ja lokakuussa. Kokouksissa käsiteltiin kaivoksen lupa- ja ympäristöasioita 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.

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

Velvoitetarkkailun mukaiset laajemmat analyysit teetettiin kuukausittain AFRYn toimesta SGS:n laboratoriossa. Näytteenotopisteet ovat samat kuin omavalvontaisessa tarkkailussa poissulkien pintavalutuskenttien kaivot ja rikastushiekka-altaan juurisalaojat. Kuukausittain tehtävässä velvoitetarkkailussa on lisäksi pyriittiallas sekä sen suoto-oja ja avolouhoksen vesienkeräysallas, mikäli siinä on ollut vettä. Maanalaisesta kaivoksesta ylös pumpattavasta kuivanapitovedestä määritettiin lisäksi kuukausittain lyijy. Kaivosalueen sisäisen tarkkailun 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 333 975 m³ ja selkeytysallas S2:sta pintavalutuskentälle PVK6 80 150 m³. Mittakaivo 1:ltä on Koivupuroon johtavaan ojaan johdettu vettä kaivosalueelta yhteensä 426 539 m³.

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. Huhtikuussa 2022 vedenpuhdistamolta lähtevän veden analyysitulokset jouduttiin hylkäämään näytteenotossa tapahtuneen virheen vuoksi.

Kaivoksen vesipäästöjen laaja veden laadun selvitys olisi ollut tehtävä vuonna 2021, mutta selvityksen tekeminen siirtyi alkuvuoteen 2022. Laajassa selvityksessä analysoitiin 69 alkuaineen ja sulfaatti-, kloridi- ja fluoridi-anionien pitoisuus. Alkuaineita, jotka voitiin havaita, ja joiden pitoisuudet ylittivät laboratorion analyttisen määrittämissärajat, oli 28 kpl. Nämä olivat tyypillisesti kaivoksen malmissa tai luontaisesti maaperässä esiintyviä harvinaisia maametalleja. Alkuaineita, joita esiintyy purkuvedessä pieninä pitoisuuksina, olivat jodi, boori, barium, dysprosium, erbium, lutetium, rubidium, seleeni, strontium ja wolframi. Laajassa selvityksessä pitoisuudeltaan alle määrittämissärajat olevia alkuaineita, joita ei havaittu oli siten 41 kpl. Laajan vedenlaadun analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan sisäisten vesien tarkkailutuloksissa liitteessä 1.1.

Vedenpuhdistamolta lähtevän veden toksisuutta ja vaikutusta leväntuotantoon on selvitetty Kainuun ELY-keskuksen 15.6.2022 tekemän tarkkailu- ja tutkimussuunnitelmien hyväksyntäpäätöksen mukaisesti myös vuonna 2022. Leväntuotantokykyä kuvaava kaivosvesien perustuotantokyky on esitetty taulukossa 7.2.



Pintavalutuskenttien 1 ja 6 turpeen nykytilaa tutkittiin ensimmäisen kerran vuonna 2021. Tutkimukset toistettiin vuoden 2022 kesällä, jolloin näytteenottoaluetta laajennettiin siten, että näytteet otettiin sekä pintavalutuskenttien alku-, että loppupäästä. Lisäksi turpeiden haitta-ainepitoisuudet määritettiin ICP-menetelmällä sekä typpi-happo- että kuningasvesiuutoista. Pintavalutuskenttien tarkkailun tavoitteena on selvittää turpeen kykyä sitoa haitta-aineita sekä kenttien pitkäaikaiskäyttämistä. Pinta-valutuskenttien tarkkailusta ei ole määrätty ympäristöluvassa, vaan siitä on sovittu erikseen valvovan viranomaisen Kainuun ELY-keskuksen kanssa, (ELY-keskuksen 15.6.2022 antama erillispäätös tarkkailun toteuttamisesta).

7.1 Lähtevät vedet

7.1.1 Lähtevän veden laatu

Pintavalutuskentälle 1 johdettavasta vedestä (VP lähtevä) otettiin velvoitetarkkailun mukaisia näytteitä kuukausittain. Mittakaivolla 1 mitattiin virtaaman lisäksi Koivupuroon johdettavan veden sähköjohtavuutta (

Kuva **7-1**), happamuutta (pH-arvoa) ja kiintoainepitoisuutta jatkuvatoimisesti. Veden myrkyllisyys tutkittiin vesikirppu-, valobakteeri ja perustuotantotestein. Lisäksi määritettiin ELY-keskuksen erillispäätöksen 15.6.2022 mukaisesti rikkihiili, tiosulfaatti ja helposti hajoava sulfaatti.

Pintavalutuskentälle 1 johdettavan veden ja mittakaivolta MK1 Koivupuroon johtavaan ojaan johdetun purkuveden laatutiedot on esitetty taulukossa 71. Tulokset on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

Happi, pH, väri ja COD_{Mn}

Vuonna 2022 hapen kyllästysaste määritettiin jokaisena kuukautena ja näiden näytteiden keskiarvo oli 117 %. Käsitelty vesi on pysynyt ns. ylikyllästyneenä. Hapen kyllästysasteen keskiarvo on ollut myös kahden edellisvuoden ajan yli 100 %, (2021: 109 % ja 2020: 101 %).

Lähtevän veden pH oli 2022 vuonna otetuissa näytteissä 8,4–9,0. Vuonna 2021 lähtevän veden pH-mittaustulosten vaihteluväli oli 8,1–9,0 ja edellisenä vuonna 2020 mediaani oli 7,9. 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 vedenpuhdistamalla arvoon n. 8,5 ja näin ollen haitta-aineiden pitoisuudet ovat pysyneet pieninä. Mittakaivolla 1 veden pH vaihteli välillä 6,1–8,8.

Veden kokonaisrautapitoisuus analysoitiin myös jokaisena kuukautena. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,05–4,0 mg/l keskiarvon ollessa 0,42 mg/l, mikä on tyypillinen pitoisuus myös alueen muissa pohja- ja porakaivovesissä.

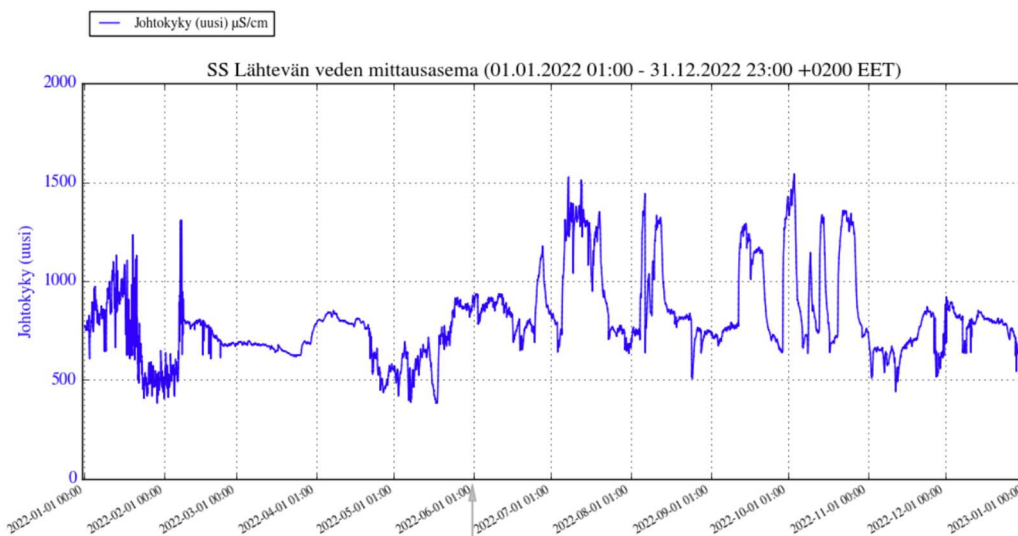
Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} vaihteli välillä 1,9–9,2 mgO₂/l. COD_{Mn} on samaa suuruusluokkaa kuin alueen porakaivo- ja pohjavesissä keskimäärin.



Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus

Sähkönjohtavuus vaihteli vuoden 2022 aikana välillä 79–112 mS/m ja sen mediaani oli 93 mS/m. Sähkönjohtavuus on korkeampi kuin porakaivovedessä ja se on hyvin riippuvainen sulfaattipitoisuudesta, joka vaihteli välillä 230–350 mg/l. Sulfaattipitoisuus on korkeampi kuin keskimäärin porakaivovedessä, mutta sen pitoisuus ei ole oleellisesti muuttunut edellisvuodesta (220–310 mg/l). Kuvassa Kuva **7-1** on esitetty Mittakaivon 1 sähkönjohtavuus ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Kuva 7-1 Sähkönjohtavuus ($\mu\text{S}/\text{cm}$) mittakaivolla.



Rikastuskemikaalijäämät ja toksisuus

Vedenpuhdistamolta ja selkeytsaltaasta lähtevän veden myrkyllisyyttä on selvitetty aiemmin vesikirppu ja valobakteeritestein vuosina 2019 ja 2021. Vedenpuhdistamon vedessä ei ole havaittu akuuttia vesieliötoksisuutta, mutta Selkeytsaltaan S2 vesi oli vuoden 2019 selvityksen mukaan ekotoksista eliöille. S2-altaan toksisuutta selvitettiin vuonna 2022 uudelleen kesäkuussa ja marraskuussa sekä vesilaitokselta lähtevän veden toksisuutta marraskuussa. Suosituksen mukaisesti selkeytsaltaalta S2 lähtevän veden pH säädettiin, ettei veden korkea pH itsessään aiheuttaisi vesikirppujen ja valobakteerien kuolemaa.

Selkeytsaltaalta S2 ja vesilaitokselta lähtevälle vedelle tehtiin Daphnia magna-vesikirpun liikkuvuustesti (standardin ISO 6341 mukaan), Vibrio fischeri-valobakteerin bioluminesenssitesti (standardin ISO 11348-3 mukaan) ja levän kasvutesti standardin ISO 8692 mukaan). Kaikkien näiden testien optimi-pH-alue on välillä 6-8. Jos pH:ta ei säädetä, voi emäksinen pH olla jo sellaisenaan toksinen vesieliöille. Vastaavasti pH:n säätö voi myös osaltaan aiheuttaa liukenemis- ja saostumisreaktioita joidenkin aineiden osalta.



Lyhytaikaisista akuuteista (välittömän) toksisuuden testeistä saadaan tuloksena LC/EC50 arvo eli pitoisuus, jossa puolet koe-eliöistä kuolee testissä tai ilmentää muuta tutkittua vaikutusta (YM, 2021). Tulokset ilmoitetaan veden laimennokselle, jossa testattava vaste on havaittu 50 % tai 20 % eliöistä/toiminnosta (ns. EC50- ja EC20-arvot).

Tuloksissa on myös esitetty ns. Equitox/m³ arvo, joka vastaa TU (Toxicity unit)-toksisuus-arvoa: 100/EC50. Toksisuus on arvioitu ympäristöhallinnon ohjeen jätteiden kaatopaikkakelpoisuuden toteamiseksi (YM, 2006) mukaisesti. Ohjeistuksen mukaan toksisuustestin tulokset voidaan tulkita seuraavasti:

- TU < 2 = ei toksinen
- 2 < TU < 10 = toksinen
- 10 < TU < 100 = selvästi toksinen ja
- TU > 100 = erittäin toksinen.

Jätevesille ei ole esitetty vastaavaa ohjetta ekotoksisuusarvojen tulkinnassa.

Vesikirpputestissä, joka on herkkä liikkuvuustesti, mitataan eliöiden liikkuvuutta EC50-tuloksena. Tuloksena ilmoitetaan näytepitoisuus, mikä aiheuttaa liikkumattomuuden 50 %:lle testieliöistä 24 h:ssa (EC50 24 h) ja 48 h:ssa (EC50 48 h). Valobakteeritesti on taas yleinen meriympäristö- ja yleistoksisuustesti, jossa mitataan bakteerien valontuoton estymistä EC50-tuloksena. Tuloksena saadaan näytepitoisuus, mikä aiheuttaa valontuoton estymisen 50 %:lle testieliöistä 24 h:ssa (EC50 24 h) ja 48 h:ssa (EC50 48 h). Levän kasvun estymisestä standardin ISO 8692 mukaisesti mittaa klorofyllin fluoresenssiä EC50-tuloksena. Testi kestää kolme vuorokautta ja tuloksena saadaan laskemalla EC50-arvo eli se pitoisuus, joka aiheuttaa 50 % kasvun estymisen.

Taulukko 7-1 Lähtevän veden laatu tiedot

Määrittäminen	Yksikkö	Vedenpuhdistamolta lähtevä vesi				Mittakaivo 1:ltä lähtevä purkuvesi				Luparaja
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	
Lämpötila	°C	2,00	22,50	6,35	8,79	0,00	27,10	1,00	7,51	-
O ₂	mg/l	9,40	22,80	14,50	14,70	7,50	9,70	9,30	8,83	-
O ₂ kylil%	%	101	165	111	119	52	86	79	72	-
pH		8,4	9,0	8,8	8,8	6,1	8,8	6,5	6,7	-
Sähk.joht.	mS/m	79	112	93	92	71	148	84	87	6 - 9,5
Kiintoa. hehk.jäännös	mg/l	2,00	8,00	2,00	2,55	1,00	2,00	2,00	1,75	-
COD _{Mn}	mg/l	1,90	9,20	2,35	2,97	2,30	5,60	2,70	3,53	10,00
Kok.N	µgN/l	34 000	51 000	40 500	41 736	20 000	42 000	30 000	30 600	-
NH ₄ -N	µgN/l	7 900	20 000	11 000	11 238	180	5 900	2 250	2 381	-
NO ₂ +NO ₃ -N	µgN/l	5 900	39 000	30 560	29 214	18 000	37 000	26 000	26 545	-
Kok.P	µgP/l	5,00	120	5,95	19,43	13	390	28	73	-
PO ₄ -P	µgP/l	3,00	5,50	3,00	3,55	3,00	13,00	3,55	5,14	-
Al kok	µg/l	25	50	50	48	140	260	200	200	500
Sb kok	µg/l	38	190	71	77	22	32	27	27	200/500*
As kok	µg/l	1,30	8,10	2,05	2,41	0,80	0,80	0,80	0,80	100/300*
Pb kok	µg/l	0,10	0,60	0,50	0,48	0,50	0,80	0,65	0,65	50/300*
Zn kok	µg/l	17	120	44	52	160	220	190	190	200/500*
Hg liuk	µg/l	0,13	0,17	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	5,00
Cd liuk	µg/l	0,12	3,80	0,95	1,48	0,50	2,30	0,97	1,26	10,00
Sulfaatti SO ₄	mg/l	230	350	295	286	220	280	280	260	1000
Fe kok	µg/l	10	130	50	62	91	1000	546	546	-
Ni kok	µg/l	6,40	22,0	17,0	15,3	5,6	15,0	11,0	10,5	-

* Haitta-ainepitoisuuden kuukausikeskiarvo/yksittäinen näyte



Vuoden 2022 tulosten perusteella S2-selkeytsaltaan vesi ja vesilaitokselta pintavalutus kentälle PVK1 purettava vesi eivät ole vesikirpuille, eikä valobakteereille myrkyllistä. Testien tulokset on esitetty taulukossa 7-2 ja kokonaisuudessaan liitteessä 8. Selkeytsaltaan vedestä määritettiin kesäkuussa lisäksi rikkihiili (0,1 µg/l), tiosulfaatti (10 mg/l) ja helposti vapautuva sulfidi, jonka pitoisuus alitti määritysrajan <0,03 mg/l.

Perustuotantokyvyllä selvitetään levänmuodostumis-kykyä vedessä. Selkeytsaltaan veden ja purkuveden leväntuotantokykyä selvitettiin vuoden 2022 kesän aikana ja tulokset on esitetty taulukossa 7-3 ja tutkimustodistukset liitteessä 8.

Taulukko 7-2 Kaivosalueen vesien toksisuustestien tulokset

Tutkimuskohde		Selkeytsallas S2			Vesilaitos, VP lähtevä
Määrittäminen	Yksikkö	16.12.19	26.7.22	20.12.22	3.11.2022
Toksisuus, vesikirppu-testi (Daphnia M.)	% (EC50)	40	> 100	>100	>100
Toksisuus, vesikirppu-testi (Daphnia M.)	Equitox/m ³	2,5	<1	< 1	< 1
Toksisuustesti, valobakteeri V. fischeri (30 min) % (EC50)	% (EC50)	27,3	> 80	> 80	> 80
Toksisuus, valobakteeri V. fischeri	Equitox/m ³				< 1,25
pH		10,77*	7,8/7,0**	7,5/8,2**	7,8/7,1***

* kyseisen mittauskuukauden keskiarvo

** säädetty pH vesikirpputesti/valobakteeritesti

***säättämätön pH vesikirpputestissä/ säädetty pH bakteeritestissä

Tulosten perusteella voidaan todeta, että kaivosvedet eivät lisää leväntuotantoa, perustuotannon ollessa vesilaitokselta lähtevässä vedessä alle 50 mg C/m³ /vrk. Mittakaivolla 1 havaittiin kesäkauden mesotrofiaa, jolloin perustuotantokyky on 50 -100, mikä tarkoittaa sitä, että leväkasvua esiintyy kosteikolla kesäisin. Epäorgaanisen hiilen määrä on kaivosalueen vesissä pieni, mutta leväntuotantoa kosteikkoalueella lisäävät kaivosvesissä esiintyvät ravinteet fosfori ja typpi. Kaivoksen vesissä ei ole merkittäviä määriä rehevöittävää fosfaattifosforia. Leväkasvu vähenee jo Koivupuron yläjuoksulla erittäin nopeasti. Koivupuron vedellä, mittakaivo MK-2:n kohdalla ei ole enää leväkasvua lisäävää vaikutusta, kesällä 2022 perustuotantokykyindeksi oli mittakaivon vedessä 41 mg C/m³d.



Taulukko 7-3 Kaivosalueen vesien perustuotantokyky

	Analyysi	Epäorgaanisen hiilen kokonaismäärä, TIC	Perustuotantokyky
	Yksikkö	mg/l	mg C /m ³ d
	Menetelmä	SFS-EN 1484:1997	SFS 3049:1977
	Epävarmuus-%	25	35
Näyte		*	*
18204-1, Vesinäyte, Mittakaivo MK1		3,5	150
18204-2, Vesinäyte, Mittakaivo MK2		2,7	41
18204-3, Vesinäyte, VP Lähtevä		4,5	< 40

* = Akkreditoitu menetelmä

Kiintoaineen hehkutusjäännös

Lähtevän veden kiintoainepitoisuus vuoden 2022 vesinäytteissä vaihdellut alle määritysrajan - 8,6 mg/l. Kiintoaineen hehkutusjäännös on vuonna 2022 ollut alle 2 mg/l kaikkina kuukausina lukuun ottamatta maaliskuuta (8,0 mg/l) sekä huhtikuuta, jolloin näytetulokset hylättiin näytteenotossa tapahtuneen virheen vuoksi. Laboratoriomittausten mukaan kiintoainepitoisuus mittakaivolla 1 vaihteli välillä 0,5–14,0 mg/l, kiintoaineen hehkutusjäännös oli jokaisella mittauskerralla alle määritysrajan 2 mg/l. Kiintoaineen hehkutusjäännöksen virtaamapainotteisen neljännesvuosikeskiarvon luparaja on 10 mg/l, eikä sitä ole ylitetty.

Fosfori- ja typpiyhdisteet

Lähtevän veden kokonaisfosfori- ja fosfaattifosforipitoisuudet vuonna 2022 olivat samaa tasoa kuin aiempina vuosina. Kokonaisfosforipitoisuuden mediaani oli 6 µgP/l ja fosfaattifosforin 3 µgP/l.

Typpipitoisen räjähdysaineen käyttäminen, louhintamäärät ja erityisesti prosessiveden kierrättäminen näkyy pitkällä aikavälillä kaivoksen purkuveden typpipitoisuuden kasvuna, koska typpi ei poistu vedenpuhdistamon saostusprosessissa. Vuonna 2022 vedenpuhdistamolta lähtevän veden kokonaistyppipitoisuuden keskiarvo on ollut suurempi kuin vuoden 2021 keskiarvopitoisuus, ollen 40,5 mg/l. Vedenpuhdistamolta lähtevän veden kokonaistyppipitoisuus koostuu tyypillisesti 25-30 %:sta ammoniumtyypeä ja 70-75 %:sta nitraatti-nitriittityypeä.

7.1.2 Selkeytsaltaasta S2 pintavalutuskentälle PVK6 johdetut vedet

Selkeytsallas S2:sta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatutiedot on esitetty taulukossa 7-4.



Taulukko 7-4 Selkeytysallas S2:sta pintavalutuskentälle PVK6 johdettujen vesien laatu tiedot

Aine	Raja-arvo	Yksikkö	Raja-arvon tyyppi	Velvoitetarkkailu	Oma valvontainen tarkkailu, CRS
Arseeni	0,1	mg/l	Keskiarvo	0,03	0,03
Arseeni	0,30	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,05	0,06
Lyijy	0,05	mg/l	Keskiarvo	0,01	0,03
Lyijy	0,30	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,025	0,2
Sinkki	0,20	mg/l	Keskiarvo	0,08	0,15
Sinkki	0,50	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,470	3,8
Antimoni	0,20	mg/l	Keskiarvo	0,17	0,16
Antimoni	0,50	mg/l	Korkein yksittäinen pitoisuus	0,37	0,58
Alumiini	0,5	mg/l	Keskiarvo	0,41	0,43
Sulfaatti	1 000	mg/l	Keskiarvo	765	794
Elohopea, liukoinen	0,5	µg/l	Keskiarvo	0,12	–
Kadmium, liukoinen	10	µg/l	Keskiarvo	3,12	–
Kiintoaineen hehkutusjäännös	10	mg/l	Virtaamapainotteinen Neljännesvuosika.	8,1	–

7.2 Kuormitustiedot

7.2.1 Pintavesistöön johdettu kuormitus 2022

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 12 400 kg ja 40 kg. Lisäksi on määrätty pitoisuusraja-arvot vesienkäsittelystä pintavalutuskentälle PVK1 ja S2-selkeytysaltaasta pintavalutuskentälle PVK6 johdettaville vesille.

Vuoden 2022 haitta-aineiden kokonaispäästöt pintavalutuskentälle 1 ja kuormitus Koivupuroon on raportoitu aluehallinnon asiointipalvelun YLVAan. Nämä tulokset ja lisäksi pintavalutuskentälle 6 johdettu kuormitus on esitetty taulukoissa 7-5 ja 7-6. Taulukko 7-5 esitetyt kokonaisfosforin ja kokonaistypen kokonaiskuormitukset on laskettu kuukausittain virtaamapainotteisina keskiarvoina mittakaivo MK1:n analyysitulosten ja jatkuvan virtaamamittauksen tietojen perusteella.

Taulukko 7-5 Typen ja fosforin kokonaiskuormitus ja veden happamuus mittakaivolla 1.



Haitta-aine	Yksikkö	2021	2022
Kokonaisfosfori	kg	27,3	10,57
Kokonaistyyppi*	kg	11 570	11 887
Kokonaistyyppi**	kg	12 310	12 170

* Kokonaistyyppipitoisuuden laskentaan käytetty Afry:n analyysituloksia

**Kokonaistyyppipitoisuuden laskentaan käytetty CRS Laboratories Oy:n analyysituloksia

7.2.2 Pintavalutuskentille johdetun veden laatu 2022

Pintavalutuskentille johdettujen vesien pitoisuuksia on seurattu viikoittain omavalvontaisena sisäisenä tarkkailuna, analyysit on tehty CRS Laboratories Oy:n Sotkamon laboratoriossa. Pitoisuudet (taulukko 7-6) on laskettu virtauspainotteisina kuukausikeskiarvoina mitattujen virtaamatietojen perusteella. Vuoden 2022 aikana pintavalutuskentille johdettujen vesien omavalvontaiset sisäisen tarkkailun pitoisuustiedot on toimitettu valvovalle viranomaiselle kuukausiraportoinnin liitteinä.

Pintavalutuskenttien tilaa tutkittiin omavalvontana ottamalla maanäytteet molempien alueiden alkupäästä ja loppupäästä kahdelta eri syvyydeltä ja määrittämällä näistä haitta-ainepitoisuudet sekä kuningasvesiuutolla ja typpihappouutolla. Tulokset on esitetty taulukossa 7-8 ja analyysitodistukset liitteessä 7. Pintavalutuskentän PVK 1 lähtöpään pintakerroksessa (0,5-1 m) sinkki ja antimoni ylittivät PIMA-asetuksen kynnyksarvon, 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 ylemmän ohjearvon ylityksiä. Suurimmat pitoisuuserot uuttomenetelmien välillä olivat alumiinin, kalsiumin ja raudan määrityksissä.

Vuoden 2022 tulosten perusteella S2-selkeytysaltaan vesi ja vesilaitokselta pintavalutuskentälle PVK1 purettava vesi eivät ole vesikirpuille, eikä valobakteereille myrkyllistä. Testien tulokset on esitetty taulukossa 7-2 ja kokonaisuudessaan liitteessä 8. Selkeytysaltaan vedestä määritettiin kesäkuussa lisäksi rikkihiili (0,1 µg/l), tiosulfaatti (10 mg/l) ja helposti vapautuva sulfidi, jonka pitoisuus alitti määritysrajan <0,03 mg/l.



Taulukko 7-6 Vedenpuhdistamolta PVK1 johdettujen vesien pitoisuudet 2022, sisäinen tarkkailu, CRS Laboratories Oy.

PINTAVALUTUSKENTTÄ PVK1		Pitoisuuden kuukausikeskiarvo, mg/l											
kk	pH	Kiinto-aine	Kokonais-typpi	Sulfaatti	Al	As	Cd	Cu	Fe	Mn	Pb	Sb	Zn
tammikuu	8,66	3,00	41,00	233	0,05	0,01	0,005	0,02	0,20	1,74	0,02	0,08	0,21
helmikuu	8,55	6,50	43,75	236	0,05	0,01	0,005	0,02	0,27	1,96	0,02	0,08	0,23
maaliskuu	8,67	3,40	43,80	259	0,06	0,01	0,004	0,02	0,20	1,67	0,02	0,11	0,16
huhtikuu	8,67	7,60	44,20	306	0,06	0,01	0,005	0,02	0,47	1,41	0,02	0,09	0,33
toukokuu	8,78	4,00	49,83	345	0,05	0,01	0,007	0,02	0,18	2,64	0,02	0,06	0,34
kesäkuu	8,75	2,20	38,20	302	0,05	0,01	0,002	0,02	0,03	1,21	0,02	0,05	0,06
heinäkuu	8,77	3,13	40,00	263	0,05	0,01	0,002	0,02	0,07	1,10	0,02	0,05	0,07
elokuu	8,71	2,40	40,40	286	0,05	0,01	0,002	0,02	0,04	1,12	0,02	0,05	0,05
syyskuu	8,55	1,25	43,75	274	0,05	0,01	0,002	0,02	0,06	1,57	0,02	0,06	0,07
lokakuu	8,38	1,75	43,75	275	0,05	0,01	0,002	0,02	0,07	1,58	0,02	0,06	0,06
marraskuu	8,67	2,67	49,50	281	0,05	0,01	0,004	0,02	0,03	2,01	0,02	0,07	0,09
joulukuu	8,45	1,75	51,00	258	0,05	0,01	0,002	0,02	0,06	1,82	0,02	0,09	0,08

Taulukko 7-7 S2-altaan vedenlaatutiedot 2022, sisäinen tarkkailu, CRS Laboratories Oy.

PINTAVALUTUSKENTTÄ PVK6		Pitoisuuden kuukausikeskiarvo, mg/l												
kk	pH	Kiinto-aine	Kokonais-typpi	Sulfaatti	Al	As	Cd	Cu	Fe	Mn	Pb	Sb	Zn	Cl
tammikuu	10,87	75,00	73,00	901	0,72	0,04	0,002	0,02	1,20	0,20	0,07	0,11	0,17	
helmikuu	11,14	26,33	67,00	737	0,74	0,04	0,002	0,02	0,77	0,08	0,05	0,09	0,07	106
maaliskuu	10,40	14,80	68,40	650	0,52	0,04	0,002	0,02	0,41	0,07	0,03	0,38	0,05	93
huhtikuu	10,00	12,25	45,50	583	0,40	0,03	0,002	0,02	0,25	0,12	0,02	0,17	0,06	79
toukokuu	9,32	10,50	45,00	766	0,35	0,02	0,002	0,02	1,09	1,30	0,03	0,10	1,06	106
kesäkuu	9,07	8,60	38,67	858	0,31	0,03	0,002	0,02	0,17	0,25	0,03	0,07	0,07	105
heinäkuu	7,53	11,33	34,67	867	0,24	0,03	0,002	0,03	0,28	0,40	0,03	0,13	0,23	71
elokuu	9,62	11,40	36,40	771	0,30	0,02	0,002	0,02	0,21	0,14	0,03	0,13	0,08	92
syyskuu	10,05	6,40	44,60	791	0,47	0,03	0,002	0,02	0,12	0,05	0,02	0,12	0,04	110
lokakuu	9,83	9,00	43,75	823	0,50	0,03	0,002	0,02	0,19	0,06	0,02	0,11	0,04	123
marraskuu	9,58	10,20	47,40	853	0,32	0,03	0,002	0,02	0,23	0,35	0,02	0,25	0,05	112
joulukuu	10,29	8,25	49,75	908	0,36	0,03	0,002	0,02	0,19	0,08	0,02	0,21	0,02	110

Taulukko 7-8. Kosteikkonäytteiden kuningasvesi- ja typpihappoliukoisten metallien- ja metalloidien pitoisuudet 2022 sekä vertailu paikalliseen taustapitoisuuteen ja PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) viite- ja ohjearvoihin.

Analyysi	Näytteen nimi			PVK1 TULO	PVK 1 TULO	PVK1 LÄHTÖ	PVK1 LÄHTÖ	PVK6 TULO	PVK6 TULO	PVK6 LÄHTÖ	PVK6 LÄHTÖ
	Menetelmä	yksikkö	Määrittysraja	0,5-1m kokooma	1,5-2m kokooma	0,5-1m kokooma	1,5-2m kokooma	0,5-1m kokooma	1,5-2m kokooma	0,5-1m kokooma	1,5-2m kokooma
pH (H2O) *	pH (H2O) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 10390		0,2	4,4	4,7	4,3	4,1	3,8	4,7	4	4,7
Kuiva-ainepitoisuus	Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: Sis.menet. SGSF1003 perustuu SFS-ISO 11465, EN 15934, SFS-EN 14346 kumottu	paino-%	2	9,4	11,1	6,8	10	6,6	10	9,1	15,7
Sulfaatti	Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en	mg/l	0,3	120		150		410		420	
Sulfaatti *	Anionit maanäytteestä (1:10 vesiuutteesta) Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1	mg/kg KA	20		720		550		640		860
Arseeni	Metallit maa ICP-AES kuningasvesi	mg/kg KA.	0,7	4,1	2,1	2,5	1,1	1,6	1,1	1,7	1,6
Kadmium	Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174, ISO 12914	mg/kg KA.	0,3	<0,3	<0,3	1,7	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Koboltti		mg/kg KA.	0,3	1,2	1,6	0,6	0,8	2,8	0,9	0,5	0,6
Kromi		mg/kg KA.	0,7	2	2,2	1,5	1,6	17,1	3,4	3,2	4,5
Kupari		mg/kg KA.	4	<4,0	5,5	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	4,5
Nikkeli		mg/kg KA.	0,5	2	2,2	10,9	3,3	1,2	1,5	0,9	1
Lyijy		mg/kg KA.	0,5	6,2	3,4	6,8	0,9	6,4	1,1	5,4	1,4
Vanadiini		mg/kg KA.	0,5	3,3	4,2	2,7	2,3	1,1	2,5	1,8	7,2
Sinkki		mg/kg KA.	1,9	46,8	37,1	92,3	33,8	224,4	93,7	95	30,3
Antimoni *		mg/kg KA.	1	1,5	<1,0	2,4	<1,0	3,3	<1,0	<1,0	<1,0
Alumiini *		mg/kg KA.	20	1540	1671	1031	1042	462	986	656	1716
Kalsium *		mg/kg KA.	50	3035	3465	2607	1527	4727	3911	3996	4639
Kalium *		mg/kg KA.	20	312	248	307	94	1040	164	897	289
Magnesium *		mg/kg KA.	20	521	532	400	235	333	314	284	325
Natrium *		mg/kg KA.	170	333	273	480	<170	464	<170	446	184
Mangaani *		mg/kg KA.	10	99	123	566	106	17	38	24	277
Rauta *		mg/kg KA.	50	4714	6068	2713	2787	1797	7880	4713	11670
Elohopea *	Metallit maa ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16174, ISO 12914	mg/kg KA.	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Arseeni	Metallit maa ICP-AES typpihappo	mg/kg KA.	0,70	3,80	2,10	2,30	1,00	1,40	1,2	1,5	1,7
Kadmium	Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16173	mg/kg KA.	0,30	<0,3	<0,3	1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Koboltti		mg/kg KA.	0,30	1,10	1,40	0,60	0,80	2,70	0,7	0,6	0,7
Kromi		mg/kg KA.	0,70	1,90	2,20	1,30	1,80	14,50	3,2	2,9	4,3
Kupari		mg/kg KA.	4,00	<4,0	5,50	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	4,6
Nikkeli		mg/kg KA.	0,50	2,10	2,10	9,90	3,00	1,20	1,4	0,7	0,8
Lyijy		mg/kg KA.	0,50	5,60	3,20	5,60	1,00	5,50	1,3	5,2	1,5
Vanadiini		mg/kg KA.	0,50	3,10	4,10	2,70	2,40	0,90	2,3	1,7	6,5
Sinkki		mg/kg KA.	1,90	42,90	35,40	85,80	31,70	187,00	85,3	90,1	28,5
Antimoni *		mg/kg KA.	1	1,3	<1,0	2,7	<1,0	2,7	<1,0	<1,0	<1,0
Alumiini *		mg/kg KA.	20	1388	1537	1087	1059	376	918	619	1520
Kalsium *		mg/kg KA.	50	2854	3318	2557	1541	4139	3779	3702	4571
Kalium *		mg/kg KA.	20	270	231	300	97	953	145	882	251
Magnesium *		mg/kg KA.	20	475	509	392	235	301	298	267	310
Natrium *		mg/kg KA.	170	308	241	466	180	464	<170	438	199
Mangaani *		mg/kg KA.	10	90	118	560	100	15	36	23	73
Rauta *		mg/kg KA.	50	4482	5889	2754	2774	1584	7476	4407	12450
Elohopea *	Metallit maa ICP-AES typpihappo Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16173	mg/kg KA.	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tunnus	PIMA-asetuksen Metallit (VNa 214/2007) viite- ja ohjearvot										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Määrittysraja	1	0,01	0,1	1	0,5	0,01	1	0,2	0,05	1	1
Taustapitoisuus	4,7	20	13	20	100	0,5	50	60	2	100	200
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400



Taulukko 7-9 Pintavalutuskentille PVK1 ja PVK6 johdettu kuormitus 2022

PINTAVALUTUSKENTÄ PVK 1									
kk	Al kok	As kok	Cd liuk	Hg liuk	Pb kok	Sb kok	Zn kok	SO ₄	pH
Tammikuu 2022	0,4	0,03	0,06	0,003	0,002	1,2	1,2	3 779	8,4
Helmikuu 2022	0,9	0,04	0,07	0,002	0,009	1,5	2,2	4 262	8,6
Maaliskuu 2022	1,0	0,15	0,00	0,002	0,010	3,6	0,7	6 692	8,8
Huhtikuu 2022	1,6	0,08	0,01	0,004	0,016	2,8	1,7	9 885	8,6
Toukokuu 2022	1,6	0,05	0,03	0,004	0,016	1,7	0,8	11 126	8,9
Kesakuu 2022	1,7	0,05	0,03	0,004	0,017	1,5	0,8	10 646	9,0
Heinäkuu 2022	1,6	0,04	0,02	0,004	0,016	1,2	0,6	9 808	8,8
Elokuu 2022	1,6	0,06	0,02	0,004	0,020	1,7	0,6	7 580	8,9
Syyskuu 2022	1,5	0,04	0,03	0,004	0,015	1,7	0,8	8 309	9,0
Lokakuu 2022	1,6	0,07	0,05	0,004	0,019	2,2	3,5	9 147	8,7
Marraskuu 2022	1,7	0,07	0,09	0,004	0,017	2,4	1,9	10 031	8,7
Joulukuu 2022	1,2	0,06	0,05	0,003	0,012	2,5	1,7	6 205	8,6
Kuormitukset kg 2	16,39	0,75	0,5	0,045	0,168	24,1	16,35	97 471	8,8

PINTAVALUTUSKENTÄ PVK 6									
KUORMITUS	Al kok	As kok	Cd liuk	Hg liuk	Pb kok	Sb kok	Zn kok	SO ₄	pH
Tammikuu 2022									
Helmikuu 2022									
Maaliskuu 2022	0,3	0,02	0,00	0,000	0,0	0,2	0,1	315	0,0
Huhtikuu 2022	2,3	0,11	0,00	0,001	0,1	0,9	0,3	3 173	0,1
Toukokuu 2022									
Kesakuu 2022	1,2	0,09	0,00	0,000	0,0	0,5	0,0	2 610	0,0
Heinäkuu 2022	7,1	0,45	0,00	0,002	0,5	2,4	9,6	18 156	0,2
Elokuu 2022	6,9	0,40	0,00	0,002	0,1	2,0	0,1	8 976	0,1
Syyskuu 2022	7,9	0,42	0,00	0,002	0,0	1,6	0,3	13	0,2
Lokakuu 2022	7,3	0,71	0,00	0,002	0,1	6,3	0,1	14 976	0,2
Marraskuu 2022	0,1	0,01	0,00	0,000	0,0	0,1	0,0	0	0,0
Joulukuu 2022									
Kuormitukset kg 2	33,14	2,21	0,0	0,009	0,7	14,0	10,47	48 219	0,7



7.3 Ympäristöpoikkeamat

Kaikki kaivoksen toimintaan liittyvät havainnot ja poikkeamat kootaan vuosittain yhteiseen poikkeamatietokantaan, johon kirjataan tapahtuman kuvaus, suunnitellut ja toteutetut korjaavat toimenpiteet. Vuoden 2022 poikkeamatietokantaan kirjattiin yhteensä 14 ympäristöön liittyvää poikkeamaa ja 2 naapurien yhteydenottoa. Poikkeamat jaotellaan seuraavasti:

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

Taulukkoon 7-10 on koottu vuoden 2022 ympäristöpoikkeamat jaoteltuna vakavuuden ja poikkeamaan johtaneen syyn mukaan.

Taulukko 7-10. Ympäristöpoikkeamat 2022.

Poikkeamaan johtanut syy	Huomautus tai yhteydenotto	Ympäristöhavainto	Ympäristöpoikkeama	Ympäristöluvan määräyksen ylittyminen
Koneet ja laitteet		8		
Vesi, viemärit ja putkistot				3
Pöly				1
Muut	2	2		
YHTEENSÄ	2	10	0	4

Ympäristöluvan luparajan ylitykset;

- S2-altaasta pintavalutuskentälle PVK6 pumpattavan veden metallipitoisuudet ylittivät hetkellisesti luparajan maaliskuussa: Vanha selkeytysallas vaihdettiin rikastushiekka-altaaksi ja se oli tyhjennettävä vedestä juurialaojan rakentamiseksi. Tyhjennyspumppaus pintavalutuskentälle 6 aloitettiin 23.3., jolloin siitä otettiin vesinäyte analysoitavaksi. Tulos valmistui seuraavana päivänä ja veden sinkkipitoisuus (1,24 mg/l) ylitti ympäristöluvassa määrätyn yksittäisen näytteen sinkkipitoisuuden luparajan (0,50 mg/l). Vesinäytteet analysoitiin vielä kahtena seuraavana päivänä, jolloin analyysitulokset (0,73 ja 0,83 mg/l) edelleen ylittivät lupamääräyksen ylärajat. Veden pumppaus altaalta lopetettiin 25.3.
- Vesilaitoksen huoltokatkojen aikana ja sen ollessa ohitettuna pintavalutuskenttä PVK1:lle kaivoksen selkeytysaltaasta pumpattavan veden sinkki- ja kadmiumpitoisuudet ylittivät luparajan huhtikuussa. Arvio ohijuoksuutettavan veden määrästä oli noin 2 400 m³.
- Vesilaitoksen huoltokatkon aikana ja sen ollessa ohitettuna pintavalutuskenttä PVK1:lle kaivoksen selkeytysaltaasta pumpattavan veden sinkkipitoisuus ylitti luparajan marraskuussa.
- Esimurskaamon seulalaitoksen pölynpoiston keskimääräinen hiukkaspitoisuus oli mittauksen aikana 300 mg/m³. Luvan mukainen raja on alle 10 mg/m³.

Poikkeamia, joista olisi aiheutunut vähäisiä vaikutuksia kaivoksen ulkopuolelle ei ollut. Kaivoksen ulkopuolisia huomautuksia oli kaksi kappaletta. Toinen liittyi epätavalliseen, hetkelliseen meluun elokuussa, minkä aiheuttajaa ei pystytty selvittämään, ja toisessa yhteydenotossa esitettiin, että Kissalammenttiellä tulisi olla 60 km/h nopeusrajoitus pitemmällä matkalla.



Sisäisiä poikkeamia ja havaintoja oli lisäksi 10 kappaletta:

- Sisäiset poikkeamat liittyivät pieniin öljyvuotoihin, jotka aiheutuivat maanalaisen kaivoksen työkoneiden hydraulikkaletkujen vuodoista sekä rikastushiekkan läjittämisen tarkkailussa havaittuihin poikkeamiin, joilla ei ollut vaikutusta kaivosalueen ulkopuolelle.

Ympäristöpoikkeamista on raportoitu Kainuun ELY-keskukselle ja Sotkamon kunnan ympäristöviranomaiselle välittömästi poikkeaman tapahtumisen jälkeen.

7.4 Saniteettipuhdistamo

Tehtaalla muodostuvat saniteettivedet käsitellään panospuhdistamossa. Vuoden kokonaisvirtaama on 1098 m³, jota on käytetty myös puhdistustehojen laskennassa. Sosiaalituloissa muodostuu jätevesiä arviolta 3 m³ vuorokaudessa. Puhdistettu jätevesi johdetaan rikastushiekka-altaan ja vesienkäsittelyaltaan ohi suoraan pintavalutukseen ja edelleen Koivupuroon. Saniteettivesi ei päädy rikastamon kierrätysveden mukana rikastamolle.

Puhdistamon toimintaa tarkkaillaan kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä. Näytteet otetaan kertaanäytteinä tulevasta ja lähtevästä vedestä. Tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.2. Taulukossa Taulukko 7-11 on esitetty puhdistamolta lähteneen jäteveden keskimääräiset pitoisuudet ja puhdistustehot sekä lupaehdot. 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. Saniteettipuhdistamon tulokset on esitetty liitteessä 1.2.

Taulukko 7-11 Saniteettipuhdistamolta lähteneen jäteveden keskimääräiset pitoisuudet ja puhdistustehot vuonna 2022 sekä lupaehdot.

Jakso	BOD ₇ mg/l	BOD ₇ teho %	Kok.P mg/l	Kok.P teho %	Kiintoaine mg/l	Kiintoaine teho %	COD _{Cr} mg/l	COD _{Cr} Teho %
Vuosi 2022	Alle 1,5	97,5	0,059	99,7	11,25	86,5	13,75	88,5
Lupaehto		90		90				
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 2022 uusien näytetulosten perusteella.

Jätejakeiden ympäristökelpoisuus määräytyy niiden geokemiallisten ominaisuuksien sekä jätteiden pitkäaikaiskäyttämisen testauksen perusteella. Kaivannaisjätteet luokitellaan niiden geokemiallisten ominaisuuksien perusteella.

7.5.1 Kaivosalueen maaperä ja pintamaat

Maaperä

Sotkamo Silver on toimittanut Säteilyturvakeskukselle (STUK) 17.5.2021 säteily- lain mukaisen ilmoituksen hopeakaivoksen toiminnasta. Selvityksessä on ollut mu- kana testauselosteet 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 meluvallissa ja pintamaiden läjitysalueilla.

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. Hylkykiveä muodostuu, mikäli esirikastusta tehdään tuotantomittakaavassa.

Sivukivi hyödynnetään toiminnassa kokonaisuudessaan maanalaisen kaivoksen louhostäyttöissä. Vuoden 2022 aikana yli 98 % sivukivestä on sijoitettu suoraan kaivoksen täyttöön. Sivukiveä on välivarastoitettu avolouhoksen ja rikastamon väliselle pinta-alaltaan 2,5 hehtaarin kokoiselle sivukivi- ja rajamalmialueelle vuoden 2022 aikana vain n. 24 000 tonnia. Sivukiven läjitysalue ei ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätealue.



Sivukiven fysikaaliset ominaisuudet ja mineralogia

Hopeakaivoksen sivukivi muodostuu felsisestä metavulkaniitista, jonka koostumus vastaa dasiittia tai ryoliittia. Avolouhos ja maanalainen kaivos ovat sivukiven litologioiltaan samanlaisia. Pääkivilaji on molemmissa kvartsi-serisiittiliuske, jonka väritys vaihtelee kellertävän harmaasta tummanharmaaseen riippuen mineraali- koostumuksesta.

Päämineraaleja ovat kvartsi, serisiitti (muskoviitin muoto) ja biotiitti. Biotiitin määrän kasvaessa kiven väri muuttuu tummemmaksi. Sivumineraaleja sivukivessä ovat erilaiset karbonaattimineraalit, pyriitti ja kupariikiisu. Kallio on kauttaaltaan liuskeista. Sivukiven mineraloginen koostumusta on selvitetty vuoden 2022 aikana lisää pitkäaikais-kosteuskammiotesteihin lähetetyistä näytteistä. Tulokset on esitetty taulukossa 7-12.

Taulukko 7-12. Sivukiven mineraloginen koostumus.

Mineraali	Kemiallinen kaava	2020/02 avolouhos	2020/03 avolouhos	2020/04 avolouhos	2022/02, maanalainen kaivos	2022/03, maanalainen kaivos
		(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)	(m-%)
Kvartsi	SiO ₂	66,8	63,6	70,8	65,8	57,0
Muskoviitti	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	19,8	21,8	26,7	12,8	19,5
Biotiitti	K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	7,4	12,9	0,0	13,5	12,0
Dolomiitti	CaMg(CO ₃) ₂	0,0	0,3	0,0	0,8	2,3
Ankeriitti	CaFe(CO ₃) ₂					
Pyriitti	FeS ₂	–	0,9	2,6	0,9	2,7
Pyrrotiitti, Magneetikkiisu	Fe _{0,83-1} S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kalsiitti	CaCO ₃	0,0	0,5	0,0	2,5	1,3
Kalkopyriitti	CuFeS ₂					
Kloriitti	(Fe,(Mg,Mn) ₅ ,Al)(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	6,0	0,0	0,0	3,7	6,4
Anortiitti	CaAl ₂ Si ₂ O ₈					
Ortoklaasi	KAlSi ₃ O ₈					
Magneetiitti	Fe ₃ O ₄					
Yhteensä		100	100	100	100	100

Sivukiven geokemialliset ja haponmuodostus- ja liukoisuusominaisuudet

Sivukivien laatua seurataan kaivoksen ympäristötarkkailuohjelman mukaisesti analysoimalla kuningasvesiliukoiset metalli-pitoisuudet ICP-menetelmällä neljä kertaa vuodessa. Kuningasvesiliukoisia metalli- ja metallipitoisuuksia verrataan yleensä PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvoihin (Taulukko 7-13). Näytteiden mediaanipitoisuuksista kynnysarvon ylittäviä ovat arseeni-, kadmium- ja antimonipitoisuudet, alemman ohjearvon ylittää lyijypitoisuus ja ylemmän ohjearvon sinkkipitoisuus. Kynnysarvojen ylityksen vuoksi sivukivi luokitellaan ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi.



Taulukko 7-13. Vuosien 2020 ja 2022 kuningasvesiliukoiset metalli- ja metalloidipitoisuudet ja vertailu paikalliseen taustapitoisuuteen sekä PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnys- ja ohjearvoihin.

Tunnus	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Määrittäysraja	1	0,01	0,1	1	0,5	0,01	1	0,2	0,05	1	1
Taustapitoisuus			4,7	20	13		13	0	0	19	17
Kynnysarvo	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
2020 keskiarvo, (n=7)	23,9	3,2	4,1	6,3	22,8	0,02	7,7	243	4,9	8,67	671
2022 keskiarvo (n=10)	60	7,0	3,2	5,6	37,1	0,05	5,2	472	4,5	9,50	1441
Sivukivi, keskiarvo (n=17)	45	5,4	3,5	5,9	31,2	0,04	6,2	378	4,7	9,16	1124

Sivukiven hapontuottopotentiaalia on tutkittu ABA-testeillä vuosina 2018, 2020 ja 2022. Sivukivi on ABA-testin keskiarvotulosten perusteella mahdollisesti happoa tuottavaa, sillä sen keskimääräinen rikkipitoisuus on alle 1 % ja hapontuottokyvyn (NA) ja neutralointipotentiaalin (NP) suhde (NPR) on alle kolme, (Taulukko 7-9).

Taulukko 7-14 Tarkkailuohjelman mukaisten sivukivinäytteiden rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuudet, orgaanisen ja epäorgaanisen hiilen osuus, nettohapontuottokapasiteetti (AP), neutralointi-potentiaali (NP) sekä hapontuottokapasiteetin ja neutralointipotentiaalin suhde (NPR).

Näyte	S (kok)	S (sulf.)	S(sulf.)/S(kok)	Happoliukoinen sulfaatti, SO ₄	C (kok.)	C (karb.)	AP	NP	NPR
	0,005	0,01		0,05	0,05	0,05		0,5	
	%	%	%	%	%	%	kg CaCO ₃ / tn	kg CaCO ₃ / tn	
Sivukivi, avolouhos, (n=1)	0,6	–	–	–	–	–	16,6	9	0,5
Sivukivi, maanalainen (n=9)	1,0	0,8	0,8	0,1	0,5	1,6	29,7	28,2	2,1
maksimi	1,6	1,6	1,0	0,3	0,9	3,2	70,4	50,9	6,4
minimi	0,2	0,2	0,7	0,0	0,2	0,7	1,0	5,6	0,6
Keskiarvo (n=10)	0,96	0,8	0,8	0,1	0,5	1,6	29,7	28,2	2,1

Sivukiven liukoisuusominaisuuksia on selvitetty 2-vaiheisella ravistelutestillä (2-vaiheinen liukoisuustestaus) ja NAG-uuttomenetelmällä, joka kuvaa liukoisuustestiä paremmin metallien vapautumista kiviaineksesta hapetusreaktioissa. 2-vaiheisen ravistelutestin tulokset on esitetty taulukossa 7-14.

Pitoisuudet ovat pieniä muiden kuin antimonin osalta, jonka osalta kaksi näytettä ylittää pysyvän jätteen ja kaksi näytettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. 2-vaiheinen ravistelutesti ei kuitenkaan kuulu kaivannaisjäte-asetuksen varsinaisiin arviointiperusteisiin, vaikka testin tulosten esittäminen kaivannaisjätteen karakterisoinnissa on melko vakiintunut käytäntö Suomessa. 2-vaiheinen ravistelutesti soveltuu huonosti tuoreen kiviaineksen liukoisuusominaisuuksien arviointiin, koska mahdollinen sulfidien hapettumisen tai muiden kemiallisten reaktioiden aiheuttama aineiden mobilisoituminen ei ole vielä käynnistynyt. Antimonin korkea pitoisuus voi johtua myös 2-vaiheisen ravistelutestin testiliuoksen emäksisyydestä, koska antimoni mobilisoituu herkästi korkeassa pH:ssa.



Taulukko 7-15. Vuosien 2018, 2020 ja 2022 sivukivinäytteiden 2-vaiheisen liukoisuustestauksen tulokset.

Alkuaine	Kaatoaika	Yksikkö	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Zn	V	Cl ⁻	F ⁻	SO ₄ ²⁻	DOC	TDS
Vna 331/2013 suositus L/S 10	Pysyvä	mg/kg	0,5	20	0,04	0,5	2	0,01	0,5	0,4	0,5	0,06	0,1	4	-	800	10	1000	500	4000
	Vaaraton*	mg/kg	2	100	1	10	50	0,2	10	10	10	0,7	0,5	50	-	15 000	150	20 000	800	60 000
	Vaarallinen	mg/kg	25	300	5	70	100	2	30	40	50	5	7	200	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000
2018 (n=2)		mg/kg	0,07	0,02	0,01	0,05	0,01	0,0004	0,01	0,03	0,02	0,35	0,05	0,03	0,05	6,14	0,75	48,00	149,00	122,00
2020 (n=1)		mg/kg	0,1	4,0	0,01	0,1	0,4	0,002	0,1	0,1	0,1	0,9	0,03	0,8	0,4	160	2,0	200	100	-
2022 (n=2)		mg/kg	0,20	4,00	0,02	0,20	1,00	0,02	0,20	0,20	0,20	1,40	0,05	2,00	0,40	160	2,0	200	100	800
Sivukivi, keskiarvo (n=5)		mg/kg	0,13	2,01	0,01	0,13	0,51	0,01	0,11	0,12	0,11	0,88	0,05	1,02	0,23	83,1	1,38	124	125	461

*Valtioneuvoston asetus kaatoaikaista (331/2013) päivitettiin jätelain uudistuksen myötä. Asetus tuli voimaan 1.12.2021. Termi tavanomaisen jätteen kaatoaika on korvattu termillä vaarattoman jätteen kaatoaika.

NAG-testin loppuliuksen laatu kuvaa sivukiven pitkäaikaiskäyttämistä paremmin kuin 2-vaiheinen ravistelutesti. NAG-testissä sulfidinen rikki hapetetaan keinotekoisesti vetyperoksidilla. Sulfidisissa mineraaleissa olevien alkuaineiden käyttäytymistä äärimmäisessä hapettumistilanteessa voidaan arvioida vertaamalla NAG-testin loppuliuksen metalli- ja metallipitoisuuksia kuningasvesiuutolla määritettyihin kokonaispitoisuuksiin. Tulos ilmoitetaan myös osuutena kokonaispitoisuuksista ja se viittaa siis siihen osuuteen aineen kokonaispitoisuudesta, joka voi (olosuhteiden salliessa) mobilisoitua vähitellen pitkän ajan kuluessa. Hopeakaivoksen sivukivestä antimoni, koboltti, kupari, kadmium, nikkeli ja sinkki mobilisoituivat voimakkaimmin liuokseen. Kobolttin ja nikkelin kuningas-vesiliukoiset pitoisuudet ovat kuitenkin niin alhaisia, ettei niiden arvioida aiheuttavan merkittävää kuormitusta läjitysalueen suotoveteen.

Taulukko 7-16. Sivukivinäytteiden NAG-testien loppuliuksen pH ja metallipitoisuudet sekä vertailu kokonaispitoisuuksiin (%), tulokset yksikössä mg/kg. Kaikki tulokset ovat näytteiden keskiarvoja. Elohepan osalta NAG- liuoksen tuloksista vain yksi ylitti määritysrajan.

Sivukivi	Määrittysmenetelmä	pH	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Avo-louhos, (n=6)	kok. pit. ka		24	3,2	4,1	6,3	23	0,02	7,7	243	4,9	8,7	671
	NAG-uute	4,1	0,21	1,23	3,2	0,27	12,5	<0,1	4,1	64	0,7	0,21	263
	%-osuus ka		1 %	77 %	53 %	4 %	42 %		43 %	16 %	35 %	2 %	39 %
Maan-alainen, (n=5)	kok. pit. ka		97	9,0	4,7	18,1	44	0,07	7,3	522	7,0	10,8	1757
	NAG-uute	6,8	3,52	1,44	2,8	0,83	2,3	<0,1	4,2	39	3,6	0,31	248
	%-osuus ka		17 %	19 %	39 %	3 %	17 %		44 %	13 %	49 %	5 %	21 %
Sivukivi yht. (n=11)	kok. pit. ka		57	5,8	4,3	11,7	32	0,05	7,5	370	5,9	9,6	1165
	NAG-uute	5,3	1,72	1,33	3,0	0,52	7,9	<0,1	4,2	53	2,0	0,26	256
	%-osuus ka		9 %	50 %	47 %	4 %	31 %		43 %	15 %	41 %	3 %	31 %

Sivukiven ympäristövaarallisuutta voidaan arvioida vertaamalla kuningasvesiuutto-ICP menetelmällä analysoituja kokonaispitoisuuksia (Taulukko 7-13) neuvoston asetuksen (EU) 2017/997 mukaisiin pitoisuustasoihin. Mediaanitulosten perusteella maanalaisen kaivoksen sivukiven sinkki-pitoisuus ylittää ympäristövaarallisuuden perusteella annetun alimman laskennallisen pitoisuusrajan 1 000



mg/kg. Tämän perusteella kaivoksen sivukivi voitaisiin luokitella myös ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi, vaaraominaisuus HP 14.

Kaivannaisjätteiden jäteluokittelussa ei kuitenkaan 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. Hopeakaivoksessa muodostuva sivukivi olisi siten; mahdollisesti happoa muodostavaa, ei-pysyvää ja ei-vaarallista jätettä.

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. Altaan patokorotusten viimeisimmän valmistuneen korotusosan (mpy +226 m) käyttöönottotarkastus pidettiin 15.12.22 ja patoturvallisuusasetuksen mukainen vuositarkastus rikastushiekka-altaan, pyriittialtaan ja selkeytysaltaiden padoille 8.11.2022. Rikastushiekka-allasalueella vuoden 2022 aikana tehtyjä toimenpiteitä ovat:

- Rikastushiekka-altaan laajennusosan (entinen S2-allas) käyttöönotto
- Juurialaojan rakentaminen laajennusosaan
- Uusien tiivisteiden asentaminen vanhan välipadon harjalla
- Laajennusosan patokorotusten rakentaminen tasolle +226 (korotuksia 5 kpl)
- Laajennusosan yläsalaojan rakentaminen korotuksen +224.5 yhteydessä
- Uuden suotovesipumppaamon rakentaminen vanhan rikastushiekka-altaan korotuksen suotovesiojaan
- Vanhan rikastushiekka-altaan korottaminen tasolle mpy +226 m
- Uuden pumppaamoalueen rakentaminen laajennusalueelle
- Tarvekilouhoksen laajentaminen, louhintamäärä vuoden 2022 aikana n. 23 000 t.

Vuoden 2022 aikana ei ole ollut rikastushiekka-altaan rakenteisiin, rikastushiekan 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-allas ja pyriittiallas marraskuussa 2022.

Rikastushiekan ominaisuudet

Rikastushiekan mineraloginen koostumus muistuttaa pääpiirteissään sivukiveä. Päämineraalit ovat kvartsi ja muskoviitti (Taulukko 7-17). Pyriittirikasteen rikastusprosessin tehokkuuden parantuminen on nähtävissä rikastushiekan rikkipitoisuuden pienentymisenä vuoden 2022 aikana.

Taulukko 7-17. Rikastushiekanäytteiden mineralogiset koostumukset vuosina 2020 ja 2022.

Mineraali	Kemiallinen kaava	2020	2022
		Rikastushiekka (m-%)	Rikastushiekka (m-%)
Kvartsi	SiO ₂	55,4	60,95
Muskoviitti	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	22,8	23,4
Kalsiitti	CaCO ₃	4,9	2,31
Mikrokliini	KAlSi ₃ O ₈	3,9	–
Ankeriitti	CaFe(CO ₃) ₂	3,5	–
Biotiitti	K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	3,2	6,72
Dolomiitti	CaMg(CO ₃) ₂	2,4	2,31
Kloriitti	(Fe,(Mg,Mn) ₅ ,Al)(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	2,3	3,87
Pyriitti	FeS ₂	1,3	0,44
Kalkopyriitti	CuFeS ₂	0,2	0
Yhteensä		100	100

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 7-19. Rikastushiekassa kuparin, lyijyn, antimonin ja sinkin pitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin vuoden 2021 tulokset. Lyijyn ja antimonin pitoisuudet ylittävät PIMA-asetuksen alemman



ohjearvon (200 ja 10 ppm vastaavasti), minkä lisäksi sinkin pitoisuudet ylittivät ylemmän ohjearvon 400 ppm usean kuukauden aikana.

Taulukko 7-18. Rikastushiekan vuoden 2019-2022 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 (n=12)	21	40	570	15 000	22	890	25 000
2020 keskiarvo (n=12)	15	26	330	13 000	17	620	22 000
2021 keskiarvo (n=12)	9	18	295	3 966	13	404	14 347
2022 keskiarvo (n=12)	11	17	249	2 404	12	439	13 865

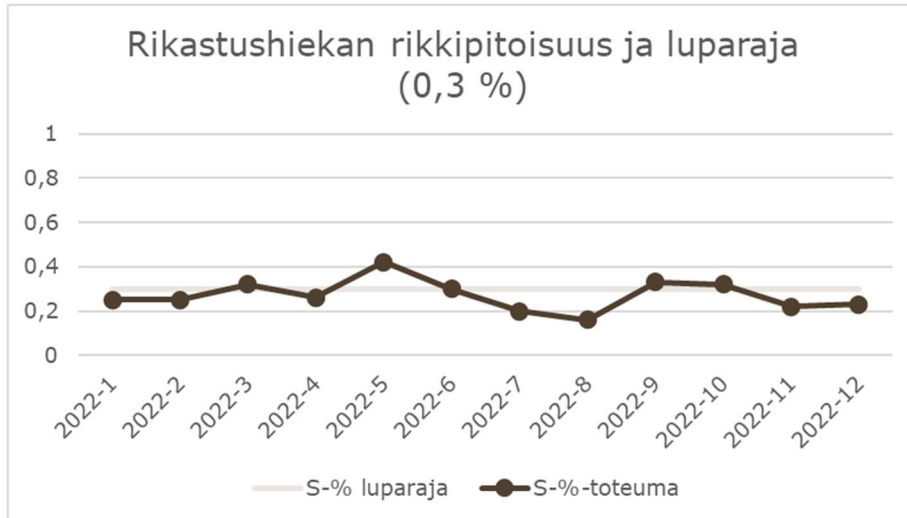
Rikastushiekan arseeni-, kadmium-, lyijy-, antimoni- ja sinkkipitoisuudet ylittävät PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvon (taulukko 7-17). Rikastushiekan laadun- varmistusnäytteiden kupari-, lyijy-, antimoni- ja sinkkitulokset ovat samaa luokkaa tarkkailuohjelman mukaisten karakterisointinäytteiden kanssa. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) mukaisten kynnysarvojen ylitysten vuoksi rikastushiekka luokituu ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi.

Taulukko 7-19 Vuoden 2020-2022 rikastushiekanäytteiden kuningasvesiliukoiset metallipitoisuudet

Rikastushiekka	Alkuaine										
	Cu	Pb	S	Sb	Zn	Fe	Hg	As	Ba	Ca	
Tunnus	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Min.	14	200	1 700	9	270	13 000	<0,05	45	32	14 000	
Max.	27	440	4 200	16	880	18 000	<0,05	90	76	27 000	
2021 keskiarvo (n=2)	19	250	3 400	13	380	17 000	<0,05	75	38	23 000	
2022 keskiarvo (n=3)	21	290	2 400	13	563	15 333	<0,05	60	61	14 667	
	Cd	Co	Cr	Mn	Mo	Ni	Se	Sn	U	V	Y
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Min.	1	0	4	1 700	0	3	1	<0,5	1	1	11
Max.	3	1	5	2 100	1	4	1	<2,0	1	2	11
2021 keskiarvo (n=2)	1	0	4	1 900	0	3	1	<0,5	1	1	
2022 keskiarvo (n=3)	2	1	4	1 700	1	3	1	<2,0	1	2	11



Rikastushiekan kuukausikohtainen rikkipitoisuus vuonna 2022 on esitetty kuvassa 7-2. Koko vuoden keskiarvopitoisuus oli 0,28 %. Pyrittiin rikastusprosessin tehostamisen ansiosta rikastushiekan rikkipitoisuus on pienentynyt merkittävästi toiminnan alkuvaiheeseen verrattuna.



Kuva 7-2. Rikastushiekan laadunvarmistusnäytteistä määritetyn rikkipitoisuuden kuukausikeskiarvot vuonna 2022.

Rikastushiekan ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 7-18. Vuosien 2021 ja 2022 vuosikeskiarvojen sekä kaikkien näytteiden keskiarvojen perusteella rikastushiekka on sekä rikkipitoisuuden että hapontuotto- ja neutralointipotentiaalin NPR-suhteen perusteella ei-happoa tuottavaa (rikkipitoisuus alle 1 % ja neutralointipotentiaali yli 3). Myös NAG-testien loppuliukokset ovat vuosina 2021-2022 olleet neutraaleja, minkä perusteella rikastushiekalla ei ole haponmuodostuspotentiaalia.

Taulukko 7-20. Rikastushiekan ABA-testien tulokset.

Rikastushiekka	S kok	S sulfidi	sulfidi S/ kok S	Happoliukoinen sulfaatti, SO ₄	C	C carb	AP	NP	NPR
Määrittäysraja	0,005	0,01		0,05				0,5	
Vuosi/kk	%	%	%	%	%	%	kg CaCO ₃ /tn	kg CaCO ₃ /tn	
2020, keskiarvo	1,7	1,5	90 %	-	-	0,0	45,0	104,0	2,5
2021, keskiarvo	0,4	0,3	81 %	0,07	0,8	3,4	9,6	57,1	6,8
2022 keskiarvo	0,3	0,2	86 %	0,05	0,6	1,8	7,4	46,3	7,8
Maksimi	2,2	1,9	109 %	0,1	1,0	4,9	59,0	112,0	22,1
Minimi	0,15	0,07	48 %	0,04	0,5	0,0	2,2	36,1	1,9
keskiarvo, kaikki näytteet	0,45	0,39	85 %	0,05	0,6	2,1	12,0	55,8	6,9



Rikastushiekalle tehdyissä 2-vaiheisissa ravistelutesteissä, (Taulukko 7-21) antimoniin pitoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon kolmessa näytteessä ja yhdessä näytteessä pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. Lyijyn pitoisuus ylitti yhdessä näytteessä pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon. Muut testitulokset alittivat pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvot.

Taulukko 7-21. Rikastushiekan 2-vaiheisen liukoisuustestauksen tulokset sekä vertailu kaatopaikka-asetuksen (VNa 331/2013) raja-arvoihin.

aine	Kaatopaikkaluokitus	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Pb	Ni	Sb	Se	V	Zn	Hg	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	DOC	TDS	
Vna 331/2013 suositus L/S 10	Pysyvä	mg/kg	0,5	20	0,04	0,5	2	0,5	0,5	0,4	0,06	0,1	-	4	0,01	800	1000	10	500	4000
	Vaaraton*	mg/kg	2	100	1	10	50	10	10	10	0,7	0,5	-	50	0,2	15 000	20 000	150	800	60 000
	Vaarallinen	mg/kg	25	300	5	70	100	30	50	40	5	7	-	200	2	25 000	50 000	500	1 000	100 000
2020 (n=2)	mg/kg	<0,15	<4,0	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	2,6	<0,035	<0,4	<0,8	<0,002	<160	394	<2,0	<100		
2021 (n=1)	mg/kg	<0,2	<4	<0,01	<0,1	<0,4	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	0,05	<0,4	<0,8	<0,002	<160	<200	<2	<100	<800	
2022 (n=2)	mg/kg	<0,1	<4	<0,01	<0,1	<0,4	<0,1	0,37	<0,1	0,9	<0,04	<0,25	<1,0	<0,002	<160	<318	<2	<100	<800	

Tarkasteltaessa rikastushiekan pitkäaikaiskäyttämistä NAG-testin loppuliuksen pitoisuuksien avulla (Taulukko 7-22), voidaan todeta, että Vuoden 2022 tuloksen perusteella vain antimoni näyttää mobilisoituvan. Antimoni on jo ainakin osittain liukoisessa muodossa kontaktiliukoisuustestin perusteella, joten se saattaa aiheuttaa kuormitusta varsinkin emäksisissä olosuhteissa.

Taulukko 7-22. Rikastushiekan NAG-testin loppuliuksen metallipitoisuudet sekä vertailu kokonaispitoisuuksiin, tulokset yksikössä mg/kg.

Vuosi	Alkuaine	pH	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
2022	Kok.pit.		60,0	2,1	0,7	4,5	21,0	0,1	3,0	290,0	13,0	1,7	563,0
	NAG-uute	8,68	1,35	0,008	0,05	0,143	0,03	0,001	0,04	0,122	3,75	0,1	0,302
	%-osuus kok.pit.		2,3 %	0,4 %	7,1 %	3,2 %	0,1 %	2,0 %	1,3 %	0,042 %	28,8 %	5,9 %	0,1 %

Rikastushiekka ei luokiteta ympäristölle vaaralliseksi jätteeksi, koska ympäristölle vaarallisten aineiden pitoisuudet alittavat (EU) 2017/997:n mukaiset pienimmät mahdolliset vaaralliseksi jätteeksi määrittämisen pitoisuusrajat vaaraominaisuuksien H410 ja H400 osalta. PIMA-asetuksen mukaiset kynnyksarvot ylittyvät rikastushiekassa usean metallin osalta.

ABA-testin tulosten perusteella rikastushiekka on ei-happoa tuottavaa ja olisi pysyvää jätettä, mutta sen sisältämien metallipitoisuuksien vuoksi se luokitellaan kokonaisuudessaan ei-pysyväksi kaivannaisjätteeksi, (VNa kaivannaisjätteistä, 190/2013). Haitallisten aineiden ja -yhdisteiden



kokonaispitoisuuksien perusteella rikastushiekka on ei-pysyvää, ei-vaarallista kaivannaisjätettä. Rikastushiekan jäteluettelon mukainen koodi on 01 03 06, muut kuin nimikkeissä 01 03 04 ja 01 03 05 mainitut rikastushiekat (VNa 978/2021, liite 3).

7.5.4 Pyriitti

Pyriittirikaste (rikkirikaste) vaahdotetaan omaksi tuotteekseen rikastusprosessissa. Se sisältää pyriitin lisäksi pieniä määriä pyrrotiittia. Pyriittirikasteen määrä on vuositasolla vaihdellut 15 000-20 000 t/v ja vuonna 2022 sitä tuotettiin 14 765 tonnia. Pyriittirikaste 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.

Pyriitin mineralogia

Pyriitin päämineraalit ovat nimensä mukaisesti pyriitti sekä vähäisemmin kvartsi ja pyrrotiitti eli magneettikiisu (Taulukko 7-23).

Taulukko 7-23. Pyriittirikasteen mineraloginen koostumus.

Mineraali	Kemiallinen kaava	2020 Pyriittirikaste	2022 Pyriittirikaste
		(m-%)	(m-%)
Kvartsi	SiO ₂	10,3	7,85
Muskoviitti	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	4,5	2,67
Ankeriitti	CaFe(CO ₃) ₂	4	–
Pyriitti	FeS ₂	71,7	82,18
Kalkopyriitti	CuFeS ₂	0,9	–
Pyrrotiitti	Fe(1-x)S	5,5	7,3
Arsenopyriitti	FeAsS	2,4	–
Molybdeniitti	MoS ₂	0,6	–
Yhteensä		100	100

Pyriittirikaste on ei-pysyvää kaivannaisjätettä sen sisältämien metallipitoisuuksien vuoksi. Useiden metallien pitoisuudet ylittävät PIMA-asetuksen (214/2007) kynnysarvon tai ylemmän ohjearvon, taulukko 7-22.



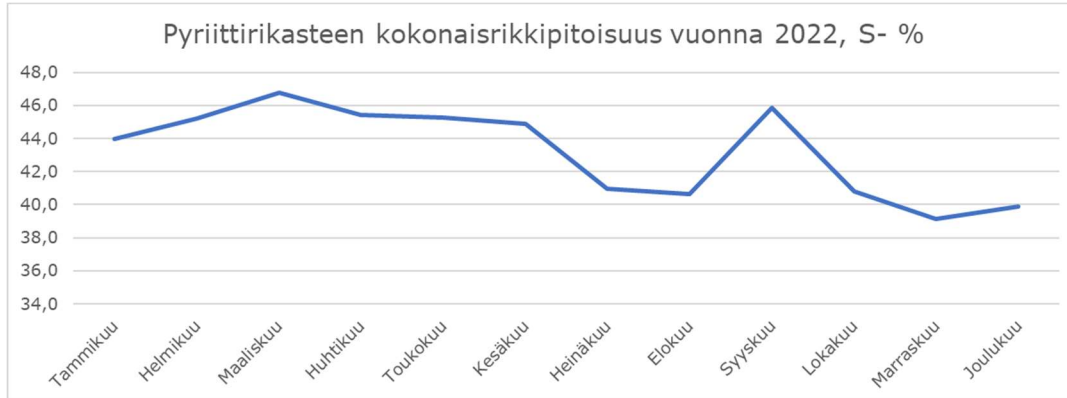
Taulukko 7-24. Vuoden 2021-2022 pyriittirikastenäytteiden kuningasvesiliukoiset metallipitoisuudet, (SGS Laboratories)

Pyriittirikaste	Alkuaine										
	Cu	Pb	S	Sb	Zn	Fe	Hg	As	Ba	Ca	
Tunnus	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Min.	217	1 900	320 000	170	7 700	390 000	0,29	3 600	6	4 800	
Max.	310	2 900	540 000	260	22 000	510 000	0,63	8 300	12	9 900	
2021 keskiarvo (n=2)	310	2 550	415 000	195	8 800	490 000	0,33	5 900	9	8 550	
2022 keskiarvo (n=3)	249	2 233	426 667	232	15 667	430 000	0,43	5 700	10	7 100	
	Cd	Co	Cr	Mn	Mo	Ni	Se	Sn	U	V	Y
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Min.	39	51	16	750	2,6	84	17,0	0,7	2,3	1,0	13
Max.	120	87	43	1 100	8,6	110	34,0	2,0	2,8	1,0	13
2021 keskiarvo (n=2)	46	81	30	815	3,8	110	26,0	0,9	2,6	1,0	
2022 keskiarvo (n=3)	84	69	24	903	6,5	98	18,7	1,6	2,5	1,0	13

Pyriittirikasteelle tehtävän tuotannon päivittäisen laadunvalvonnan kuningasvesiutto-ICP-menetelmällä määritetyt pitoisuudet on esitetty taulukossa 7-24. Tulokset muiden määritysten kuin antimoinin osalta ovat yhtenevät velvoitetarkkailun kanssa. Antimonin osalta oman laadunvalvonnan vuosikeskiarvo on n. 10 % pienempi, mikä voinee johtua myös näytteiden moninkertaisesta määrästä (n=347) verrattuna ulkoiseen valvontaan (n=3). Tuotannon laadunvalvonnan tulos sopii kuitenkin erittäin hyvin velvoitetarkkailunäytteiden minimin ja maksimiarvon välille. Kuvassa 7-3 on esitetty pyriittirikasteen rikkipitoisuus vuoden 2022 aikana.

Taulukko 7-25. Pyriittirikasteen laadunseurannan metallipitoisuudet kuukausi keskiarvoina 2022, kuningasvesiutto-ICP-menetelmä, CRS.

2022	Au ppm	Ag ppm	Cu %	Pb %	S %	Sb ppm	Zn %	Fe %
Tammikuu	0,37	143	0,023	0,27	44,0	219	1,92	42,6
Helmikuu	0,36	135	0,024	0,24	45,2	193	1,81	43,5
Maaliskuu	0,34	107	0,022	0,27	46,7	204	1,62	44,1
Huhtikuu	0,42	136	0,025	0,26	45,4	227	1,02	43,3
Toukokuu	0,33	131	0,022	0,21	45,3	174	1,33	42,4
Kesäkuu	0,24	98	0,017	0,19	44,9	164	0,49	42,1
Heinäkuu	0,46	155	0,022	0,33	41,0	192	1,39	39,5
Elokuu	0,33	122	0,019	0,27	40,7	185	1,64	41,6
Syyskuu	0,05	94	0,019	0,20	45,8	148	2,24	44,1
Lokakuu		114	0,020	0,24	40,8	186	1,16	39,6
Marraskuu		153	0,027	0,29	39,1	253	1,86	39,8
Joulukuu		125	0,022	0,26	39,9	180	2,14	39,9
Vuosi ka.	0,32	126	0,022	0,25	43,2	194	1,55	41,9



Kuva 7-3. Pyriittirikasteen rikkipitoisuuden kuukausikeskiarvo rikastamon laadunvarmistusnäytteissä vuonna 2022.

8 Vesistötarkkailu

Vuonna 2022 vesistötarkkailu toteutettiin 30.9.2021 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti 13 vesistöpisteessä (Taulukko 8-1, liite 2). Näytteenotosta vastasi AFRY Finland Oy ja analyyseistä SGS Finland Oy. 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, Olkilahdi	Tip	7092729	600587	59.853

Sääolosuhteet vaikeuttivat näytteenottoa alkukevästä ja loppuvuonna jää- ja lumitilanteen takia. Pienen virtauksen vuoksi Oja Pieneen Tipasjärveen jäätyy ja heikot jääolosuhteet estävät järvivesillä liikkumisen. Poikkeavat olosuhteet ja puuttuvat näytteet on kirjattu näytepistekohtaisesti tarkkailutuloksiin, jotka on esitetty tämän vuosiraportin liitteinä.

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

Näytteistä analysoidaan laboratoriossa happi (mg/l ja kyll.%), pH, alkaliniteetti, kokonaiskovuus, sähköjohtavuus, väri, sameus, kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), liukoinen kokonaishiili (DOC),



kiintoaine, kiintoaineen hehikutushäviö, 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 Pieni Tipasjärvestä määritettiin elokuussa ja lokakuussa klorofylli-a-pitoisuus 0–2 metrin kokoomanäytteistä.

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. Tulosten yhteenveto on esitetty seuraavassa taulukossa, (taulukko 8-2) neljän mittauksen vuosikeskiarvona näytesteistä ja syvyyksittäin. Muista järvipisteistä kerrosmittaukset tehtiin maaliskuun näytekierroksen yhteydessä. Kenttämittausten tulokset maaliskuussa on kokonaisuudessaan esitetty taulukossa 8-3.

Taulukko 8-2. Järvipisteiden kenttämittausten vuosikeskiarvot Pieni-Hietasen (K1) ja Pieni Tipasjärven veden laadun mittauspisteissä, mittaukset suoritettu 4 kertaa vuodessa

Syvyys, m	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,00	23,00
Pieni-Hietanen (K1)												
O ₂ , mg/l	12,8	12,0	11,4	11,0	11,4	11,3	11,2	10,9	10,7	10,4	10,2	13,6
pH	6,1	6,0	5,9	6,1	5,8	5,8	5,7	5,8	5,7	5,8	5,8	6,4
redox. Mv	167,7	174,8	179,4	179,2	188,9	192,2	194,0	196,0	194,9	195,7	189,3	149,7
Pieni Tipasjärvi, Olkilampi												
O ₂ , mg/l	15,3	13,4	12,2									
pH	6,0	5,8	5,8									
redox. Mv	206,8	213,5	211,5									

Taulukko 8-3. Kerran vuodessa mitattavien järvipisteiden kenttämittaukset 2022

Syvyys, m	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,00
Hietanen (K4)											
O ₂ , mg/l	17,62	15,77	14,79	14,51	14,35	14,25	14,08	13,90	13,69	13,38	13,09
pH	6,09	5,97	6,01	6,00	5,89	5,87	5,81	5,78	5,77	5,72	5,72
redox. Mv	125,30	129,60	131,40	133,00	139,30	141,00	143,80	144,20	145,90	143,50	147,80
Hietanen (K5)											
O ₂ , mg/l	19,84	16,22	14,34	13,68	13,39	13,12	12,94	12,64			
pH	6,24	6,17	6,24	6,23	6,24	6,24	6,25	6,22			
redox. Mv	80,70	81,10	79,80	80,60	81,80	82,80	83,30	84,90			
Hietanen (K6)											
O ₂ , mg/l	24,82	24,82	19,40	17,10	15,98	15,10	14,32	13,87	13,61	13,20	12,61
pH	5,76	5,76	5,60	5,59	5,69	5,60	5,60	5,61	5,62	5,62	5,87
redox. Mv	162,30	162,30	158,90	155,30	155,50	155,50	155,30	155,10	155,00	155,30	149,30
Pieni-Hietanen (K2)											
O ₂ , mg/l	21,80	17,52	15,54	14,37	13,65	13,06					
pH	6,23	6,14	6,19	6,25	6,25	6,23					
redox. Mv	80,00	79,60	76,70	74,00	75,80	76,90					
Pieni-Hietanen (K3)											
O ₂ , mg/l	18,55	15,55	14,21	13,66	13,02						
pH	6,51	6,33	6,21	6,15	6,21						
redox. Mv	68,10	72,90	78,30	81,90	82,10						

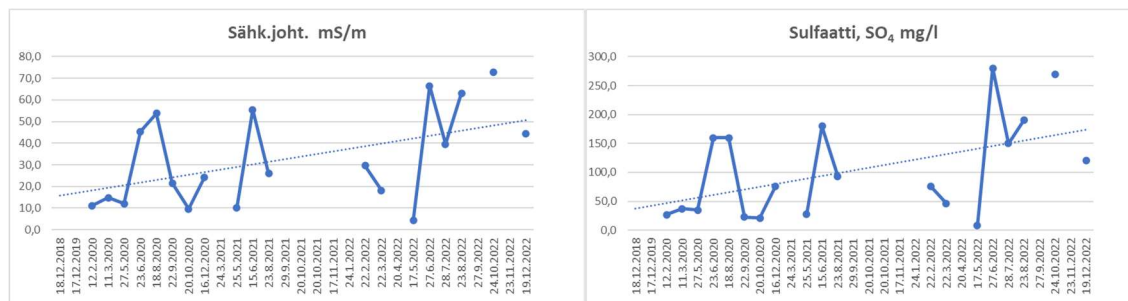


8.1 Koivupuro ja sen alapuoliset vesistöt

Koivupuroon johdetaan pintavalutuskentän kautta kaivoksen käsitellyt vedet ja pintavalutuskenttä PVK6:n kautta rikastamon sisäisessä kierrossa olevat vedet, mikäli selkeytsaltaasta 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.

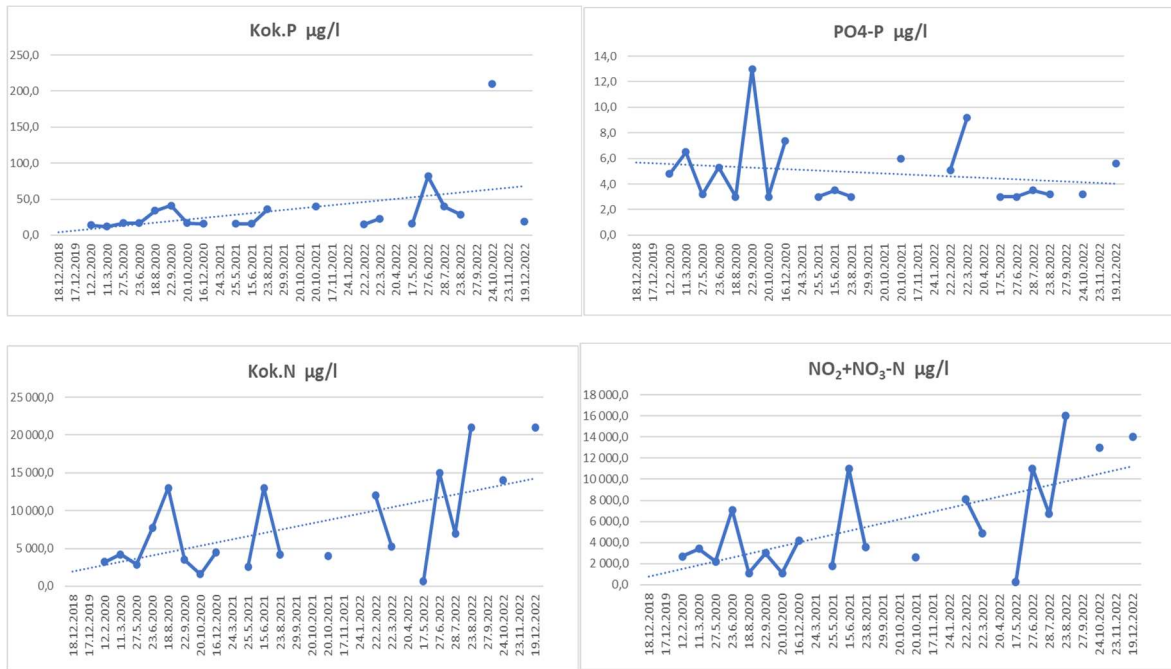
Koivupuron vesi oli vuonna 2022 aiempaan tapaan runsashappista, selvästi ruskeaa ja humuspitoista. Veden väriluku mgPt/l oli kuitenkin selkeästi edellisvuotta pienempi. Vesi oli sameahkoa maaliskuun lopulla valumakauden alettua, mutta muutoin lievästi sameaa, mikä on tyypillistä suoperäisille reheville vesille, (FNU 1 – 6,5). Veden pH-taso vaihteli edellisvuosien tapaan: runsaan valumaveden ja syksyn sateiden aikaan huhti-toukokuussa ja loka-marraskuussa Koivupuron vesi oli hapanta (pH 4,5–4,9), mutta muina kausina pH oli lähempänä neutraalia (keskiarvo 6,5). 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 aikana 4,2–72,9 mS/m. Kaivosvesien vaikutus oli havaittavissa mm. kohonneena sulfaattipitoisuutena. Vaikutukset olivat voimakkaimmillaan kesä - elokuussa ja lokakuussa, jolloin purettiin vettä hetkellisesti runsaammin S2-altaasta pintavalutuskentälle. Alkaliniteetti ja veden kovuus olivat samoin ajankohtina myös selvästi korkeammalla alueen luontaiseen tasoon nähden. Koivupuron pH-arvoissa ei ole havaittavissa merkittävää muutosta kaivostoiminnan (2019–2022) aikana, se on vaihdellut koko ajan kuormitustilanteen ja virtaaman mukaisesti välillä 4,4 – 7,0 mutta sähkönjohtavuusarvoissa ja sulfaattipitoisuuksissa on havaittavissa selvä kasvaminen vuosien 2018–2021 aikana, kuva 8-1.

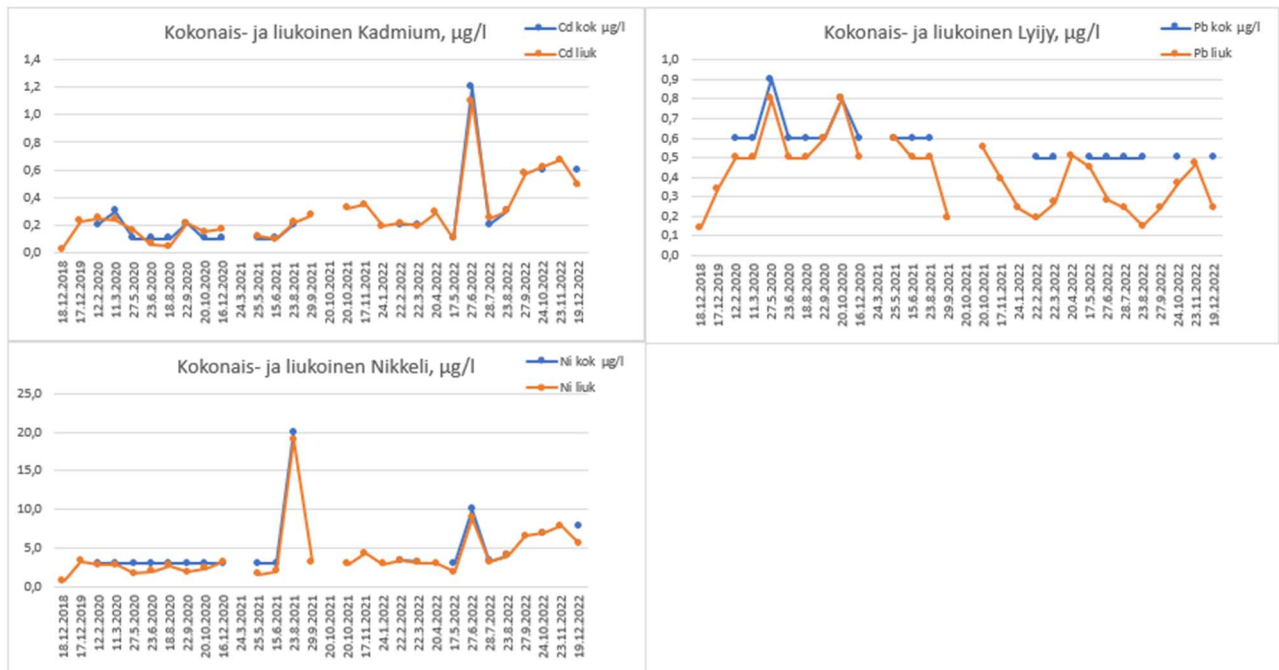


Kuva 8-1 Koivupuron sähkönjohtavuusarvojen ja sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2019–2022.

Koivupuron kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 15–210 µg/l (v. 2021 16–40 µg/l) ja kokonaistyyppipitoisuudet 660–21 000 µg/l (v. 2021 2 600–13 000 µg/l). Fosforipitoisuudet vaihtelivat vähäravinteisille vesille tyypillisistä aina runsasravinteisille vesille tyypillisiin arvoihin saakka, mutta kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo oli selkeästi edellisvuotta korkeampi, ollen 54 µg/l, (kuva 9.2). Fosfaattifosforia esiintyi kuitenkin kasvukaudella melko vähän ja sen määrä on hieman vähentynyt kaivostoiminnan aikana. Kokonaistypen määrä on ollut vuosina 2019–2022 selvästi kaivostoimintaa edeltävää tasoa suurempi. Nitriitti-nitraattityypen pitoisuudet olivat läpi vuoden luonnon tasoon verrattuna suuria, 280 –16 000 µg/l (v. 2021 1 800–11 000 µg/l). Ammoniumtypen määrä oli kuitenkin sulan veden aikana erittäin pieni 7–52 µg/l (v. 2021 170–410 µg/l), mutta talvikuukausina korkeampi, mikä johtuu sen hitaammasta nitrifikaatiosta. Pintavalutuskentillä ei myöskään tapahdu denitrifikaatiota talviaikana.



Kuva 8-2. Koivupuron ravinnepitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana



Kuva 8-2 Kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet Koivupurossa vuosina 2019–2022. Määrittysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu (v. 2022 määrittysrajat: Cd 0,024 µg/l, Ni 1 µg/l ja Pb 0,5 µg/l)



Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaan Koivupuro ei ole vesilain mukainen virtaavan vesistön osa, eikä siihen siten sovelleta valtioneuvoston asetuksen (868/2010) 6 §:ssä tarkoitettua ympäristölaatumnormia koskevia säännöksiä. Seuraavassa on kuitenkin esitetty Koivupuron ainepitoisuuksien vertailu ympäristölaatumnormeihin pitoisuustasojen havainnollistamiseksi. Koivupurossa ei havaittu vuonna 2022 nikkelin, lyijyn tai kadmiumin laatumnormin (MAC-EQS) ylityksiä yksittäisissä näytteissä, lukuun ottamatta kesäkuuta, jolloin näytteenottaja ei ollut varma olivatko mittakaivo MK 2:n, joka sijaitsee välittömästi kaivoksen purkupisteen alapuolella, ja Koivupuron näytteet menneet sekaisin. Tulos on siten jäänyt epävarmaksi. Liukoisen elohopean pitoisuudet olivat edelleen alle määrittämissä rajoissa, joiden pitoisuudet olivat edelleen alle määrittämissä rajoissa, joiden pitoisuudet olivat edelleen alle määrittämissä rajoissa. Liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,42 µg/l ylitti vuositasolla ympäristölaatumnormin tason 0,1 µg/l (tausta 0,02 µg/l + AA-EQS 0,08 µg/l). Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo oli 0,61 µg/l eli se alitti selvästi ympäristölaatumnormin (tausta 1 µg/l + AA-EQS 4 µg/l) tason. Biosaatavan lyijyn vuosikeskiarvo 0,002 µg/l oli edelleen selvästi laatumnormia (tausta 0,5 µg/l + AA-EQS 1,2 µg/l) pienempi.

Biomet laskenta-menetelmä (versio 5.1) on päivitetty kesäkuussa 2022. Suomessa ei ole asetettu ympäristölaatumnormia esimerkiksi kuparille, sulfaatille, sinkille tai antimonille. 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 kesäkuusta alkaen koko loppuvuoden ajan.

Ruotsissa on määritelty raja-arvo liukoiselle sinkille (5,5 µg/l, ei sisällä taustapitoisuutta) (Havs- och vattenmyndigheten 2019) ja EU:n vesipuitteidirektiivin muutosehdotuksen AA-EQS-arvo biosaatavalle sinkille olisi 10,9 µg/l. Koivupuron luontainen liukoisen sinkin pitoisuus on GTK:n purokartoituksen (1990) perusteella noin 9 µg/l, jolloin liukoisen sinkin ruotsalainen ympäristölaatumnormi olisi taustapitoisuus huomioiden 14,5 µg/l. Vuonna 2022 Koivupuron keskimääräinen kokonaissinkkipitoisuus oli 54 µg/l, eli keskiarvo Ruotsin liukoisen sinkin raja-arvoa 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 olisi 13,9 µg/l. Koivupuro ei ole kuitenkaan pintavesistö, jolle biosaatavat metallipitoisuudet tulee asetuksen mukaisesti määrittää.

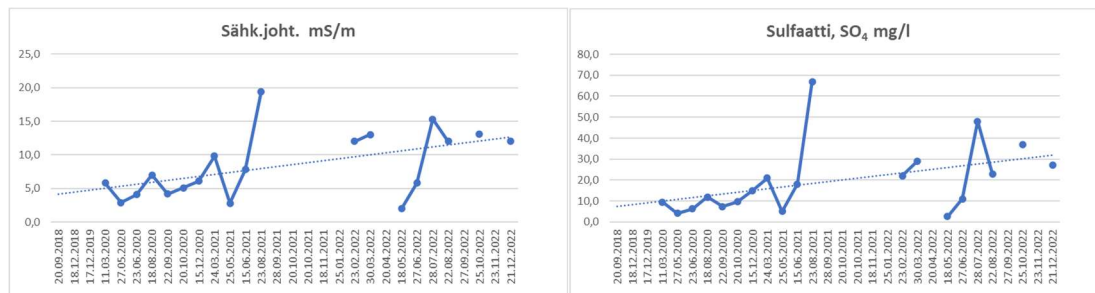
Antimonille ei ole tietävästi asetettu ympäristölaatumnormia Euroopan unionin alueella, Pohjois-Amerikassa tai Australiassa. Euroopan kemikaaliviraston tietojen (ECHA 2020) mukaan antimoinin PNEC-arvo (Predicted No-Effect Concentration; pitoisuus, joka ei aiheuta haittaa vesieliöstölle) on 113 µg/l. Koivupurosta vuonna 2022 mitattu suurin antimoinipitoisuus 31 µg/l alitti tämän arvon.

Kaivokselta pintavalutuskentälle lähtevän veden keskimääräiset pitoisuudet täyttivät lupamääräysten pitoisuusrajat, mutta vesilaitoksen häiriötilanteissa yksittäisissä näytteissä sinkin pitoisuudet ylittyivät. Kaivokselta lähtevissä vesissä oli vuonna 2022 edelleen runsaasti typpeä, mutta ympäristölupamääräyksen mukainen kokonaistyyppipitoisuus oli alle luparajan. Koivupurossa havaittiin selvää sähkönjohtavuusarvojen sekä typpi- ja sulfaattipitoisuuksien kasvua luonnontasoon nähden. Sinkin, kadmiumin, antimoinin ja nikkelin pitoisuudet ovat edelleen nousseet kaivoksen edellisiin toimintavuosiin verrattuna.



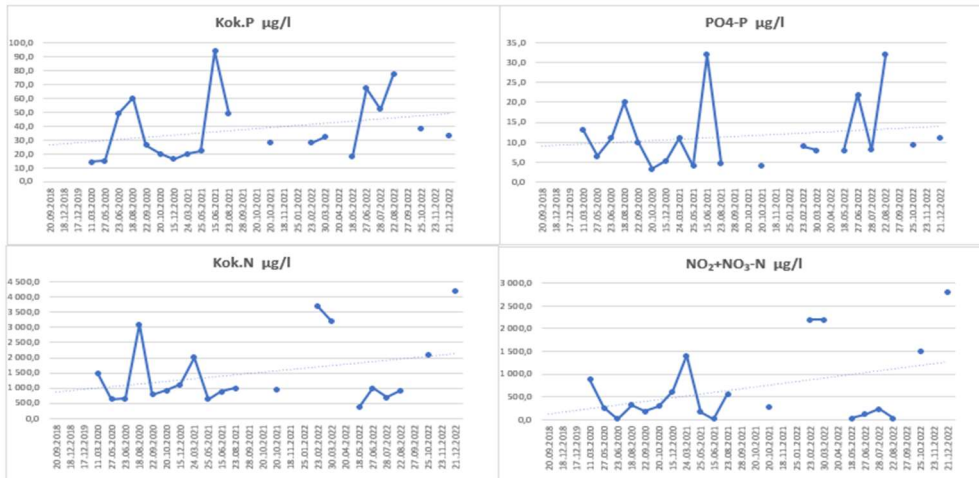
Ollinjoen vesi oli vuonna 2022 lievästi hapanta (pH 5,3–6,8), väriltään ruskeaa ja humuspitoista edustaen alueelle tyypillistä suomaaperäistä vettä. Kiintoainepitoisuus oli koholla edellisvuoden tapaan (8,5 ja 13 mg/l) kesä- ja elokuussa, mutta muina aikoina kiintoainetta esiintyi vähän. Vesi oli elokuun aikana sameaa, 20 FNU, mutta edellisvuonna kesäkuussa havaittua erittäin voimakasta samentumista (FNU 250) ei vuoden 2022 aikana esiintynyt. Yläpuolisen Koivupuron sameus on ollut samana ajankohtana Ollinjoessa havaittua matalampi, joten kyse on todennäköisesti Ollinjoen luontaisesta, vuodenaajasta, virtaamasta ja säästä riippuvasta jokivesistön samentumasta.

Ollinjoen happipitoisuudet ovat vaihdelleet jo vuosien ajan välttävää tyydyttävään, happitilanne oli vuonna 2022 keskimäärin hieman edellisvuotta parempi ka. 6,7 mg/l, vaikka se olikin elokuussa välttävä. 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. Alkaliniteetin arvot vaihtelivat Ollinjoen pisteellä välttävää erinomaiseen, ja suurimmillaan arvot olivat vuoden 2022 alussa ja keväällä, kun virtaama joessa on ollut pieni. Vesi oli jokaisella näytteenottokerralla hyvin pehmeää tai pehmeää. Ollinjoen pisteen sähkönjohtavuusarvot vaihtelivat 5,8–15,3 mS/m, ollen hieman edellisvuotta matalammat. Myös sulfaattipitoisuudet laskivat hieman vaihdellen välillä 2,6 – 22 mg/l, (vuonna 2021 5,1–67 mg/l) eli vähäistä nousua alueen luonnontasoon nähden oli havaittavissa vain ajoittain.



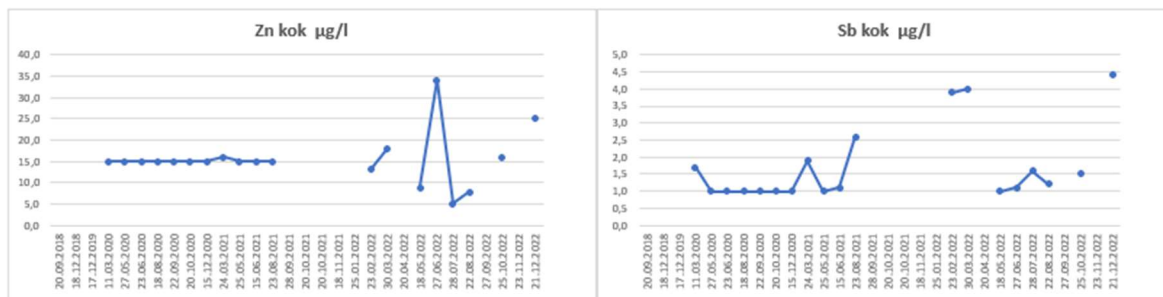
Kuva 8-6 Ollinjoen sähkönjohtavuusarvojen ja sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2019–2022.

Ollinjoen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 18–77 µg/l (v. 2021 20–94 µg/l) eli olivat enimmäkseen runsasravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Ollinjoesta on saatavilla vain niukasti vertailuaineistoa ajalta ennen kaivoksen toimintaa, mutta tulokset viittaavat siihen, että myös aiempina vuosina fosforipitoisuus on ollut koholla. Fosfaattifosforia esiintyi edelleen jonkin verran jokaisella näytteenottokerralla. Ollinjoen kokonaistyyppipitoisuudet olivat vuonna 2022 hieman korkeampia kuin edellisvuosina ollen 360 – 4 200 µg/l (v. 2021 620 – 2 000 µg/l ja v. 2020 630–3 100 µg/l) eli enimmäkseen ja ajoittain erittäin rehevän veden tasoa. Ammoniumtyypin pitoisuudet olivat 17–740 µg/l (v. 2021 14–220 µg/l) ja nitriitti-nitraattityypin pitoisuudet 26 – 2 800 µg/l (v. 2021 11–1400 µg/l). Pitoisuudet ovat nousseet ja luonnonvesille tyypilliseen tasoon verrattuna kohonneet. Vuosina 2018–2022 Ollinjoen pisteellä on havaittu selvää nousua tyyppipitoisuuksien osalta aikaisempien vuosien tasoon verrattuna.

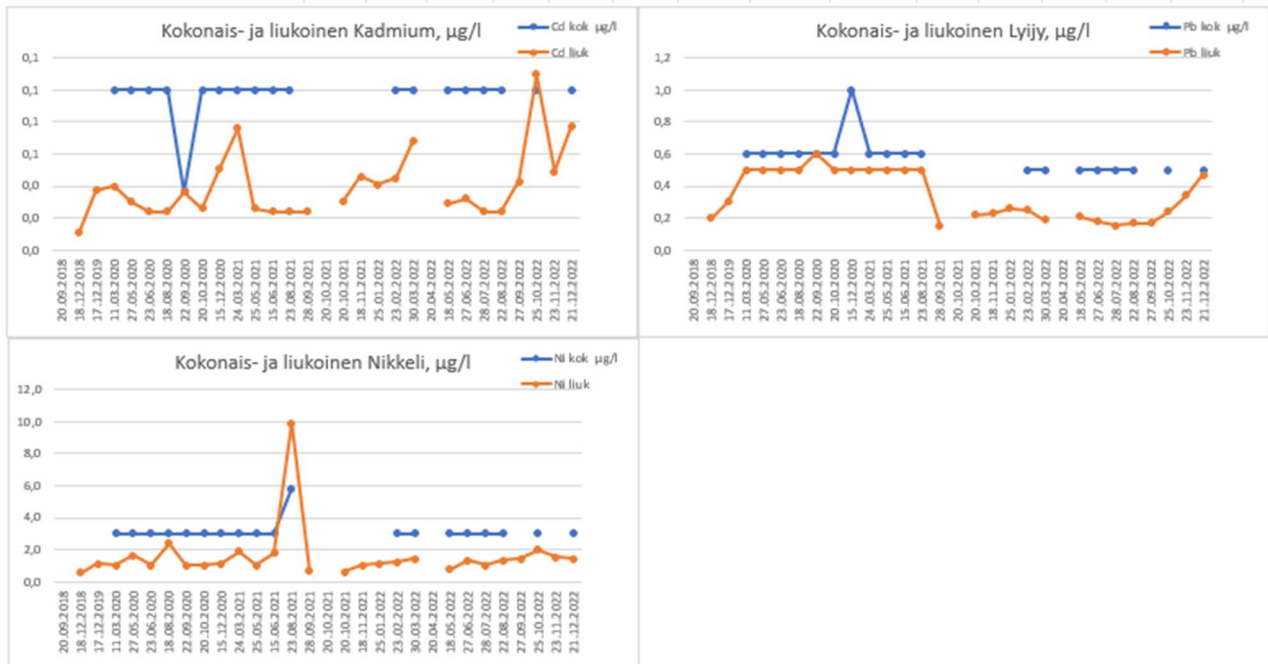


Kuva 8-7 Ollinjoen ravinnepitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana

Ollinjoessa alumiinin, arseenin, kadmiumin, 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 2022 aikana aiempia vuosia korkeampia pitoisuuksia helmi-maaliskuussa ja joulukuussa. Myös sinkkipitoisuudet olivat aiempaa korkeampia maaliskuussa, kesä- ja joulukuussa. Liukoisen kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat vuosina 2019–2021 kohonneet aiemmin havaittuun luonnontasoon nähden. Liukoisen kadmiumin keskiarvopitoisuus on edelleen kasvanut, mutta liukoisen nikkelin pitoisuuden kasvu on taittunut vuoden 2022 aikana. Liukoisen lyijyn osuus kasvoi syksyn 2022 aikana, kokonaislyijypitoisuuden pysyessä samana.



Kuva 8-8 Ollinjoen sinkki- ja antimonipitoisuudet kaivoksen toimintavuosina 2019–2022. Määritysrajan alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu (v. 2022: Sb 1 µg/l ja Zn 15 µg/l)



Kuva 8-9 Kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet Ollinjoessa vuosina 2019–2022. Määrittäjärajaa alittavia pitoisuuksia ei ole puolitettu (v. 2022: Cd 0,024 µg/l, Ni 1 µg/l ja Pb 0,5 µg/l)

Ollinjoen pisteellä ei havaittu vuonna 2022 nikkelin, lyijyn ja kadmiumin laatuunormin (MAC-EQS) ylityksiä yksittäisissä näytteissä, liite 13. Liukoisen elohopean pitoisuudet alittivat määrittäjärajaa 0,13 µg/l jokaisella näytteenotokerralla. Liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,05 µg/l alitti vuositaso ympäristölaatuunormin (AA-EQS) tason 0,1 µg/l. Biosaatavan nikkelin vuosikeskiarvo oli 0,14 µg/l eli se alitti selvästi ympäristölaatuunormin tason 5 µg/l. Biosaatavan lyijyn vuosikeskiarvo 0,01 µg/l oli myös selvästi laatuunormia (tausta 0,5 µg/l + AA-EQS 1,2 µg/l) pienempi. Kuparin ja sinkin biosaatavat pitoisuudet olivat vastaavasti 0,03 ja 3,78 µg/l ja koboltin 0,05 µg/l, Kaikkien vuoden 2022 näytteiden biosaatavat pitoisuudet olivat pieniä ja jäivät selvästi AA-EQS raja-arvoa pienemmiksi.

Ollinjoessa oli vuonna 2022 havaittavissa etenkin loppuvuodesta kaivoksen purkuvesien selkeä vaikutus. Sähkönjohtavuusarvoissa sekä sulfaatti- ja tyypipitoisuuksissa esiintyi vaihtelua ja pitoisuuksien nousua etenkin syksyllä. Myös kalsiumin, antimoniin, sinkin ja kloridin pitoisuudet kasvoivat loppuvuodesta edellisvuosiin verrattuna ja ylittivät selkeästi kaivoksen aiempina toimintavuosina havaitut pitoisuudet ja alueen tyypillisen pitoisuustason.

Pirttilammen vesi oli vuonna 2022 aiempaan tapaan hyvin pehmeää tai pehmeää, humuspitoista ja ruskeaa. Vesi oli lievästi hapanta tai lievästi hapanta pH 5,3-6,8 (v. 2021 5,6-6,4) ja happipitoisuudet vaihtelivat välttävää hyvään. Kohonneita kiintoainepitoisuuksia esiintyi kesäkuusta lokakuuhun, jolloin vesi oli myös sameimmillaan. Sähkönjohtavuus nousi heinäkuussa ja oli tällöin vuoden normaalitasoa korkeammalla. Myös sulfaattia ja klorideja esiintyi tavanomaista pitoisuutta enemmän. Sulfaattipitoisuus vaihteli vuoden 2022 aikana 2,8 – 48 mg/l ja sähkönjohtavuus 2,1 -15,3 mS/m. Heikentynyt vedenlaatu heinäkuun lopussa viittaa kaivosvesien vaikutukseen, vaikka vuonna 2021 sähkönjohtavuuden maksimiarvo oli korkeampi (20,4 mS/m).



Alkaliniteetin arvot vaihtelivat välttävistä erinomaiseen. Vedenlaatu oli edellisvuonna heikkolaatuisinta kesäaikana, mutta samaa sulfaatti-, kokonaisravinne- tai metallipitoisuuksien yhtäaikaista nousua ei vuoden 2022 aikana havaittu. Fosforipitoisuus oli suurimmillaan loppukesästä ja typpipitoisuuden nouseminen oli havaittavissa vasta lokakuussa.

Pirttilammen kokonaisfosforipitoisuudet olivat 13–100 µg/l ja kokonaistyppipitoisuudet 210–1 300 µg/l. Fosforipitoisuudet vaihtelivat lievästi rehevästä erittäin rehevään, mutta typpipitoisuudet olivat lähinnä keski- ja runsasravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Pitoisuuksissa on havaittu runsasta vaihtelua myös vuosina 2019–2021. Fosfaattifosforia todettiin kaikkina tutkittuina ajankohtina. Ammoniumtyypen pitoisuudet olivat pääosin pienet, mutta sitä esiintyi loppuvuoden talviaikaan hieman enemmän kuin edellisvuonna, enimmillään 110 µg/l. Nitriitti-nitraattityypen pitoisuus vaihteli 15–770 µg/l.

Pirttilammen alkuainepitoisuudet olivat pääosin yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Heinäkuun lopulla antimoinin, kalsiumin, kloridin, kaliumin, natriumin ja sinkin pitoisuuksissa todettiin kohonneita pitoisuuksia tavanomaiseen tasoon verrattuna, mutta loppuvuotta kohden pitoisuudet laimenivat. Pirttilammessa ei havaittu vuonna 2022 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatu normien ylityksiä. Liukoisen nikkelin pitoisuus oli koko vuoden n. 1 µg/l luokkaa, elohopean pitoisuus alle laboratorion määrittämissä rajoissa 0,13 µg/l ja liukoisen lyijyn pitoisuus neljänä mittauskertana alle määrittämissä rajoissa 0,15 µg/l.

Pirttilammessa todettiin heinäkuun lopussa 2022 joidenkin metallien osalta tavanomaisia pitoisuuksia korkeampia pitoisuuksia, jotka laimenivat loppuvuotta kohti. Metallipitoisuuksien vuoksi hetkellisesti heikentynyt vedenlaatu viittasi tuolloin kaivosvesien vaikutukseen. Kokonaistypen pitoisuus kasvoi loppuvuoden aikana, ollen suurimmillaan, 1300 µg/l, lokakuun aikana. Pirttilammessa ei todettu ympäristölaatu normien ylityksiä. Liukoisen nikkelin, kadmiumin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittämissä rajoissa.

Nimisenjoen vesi oli edellisvuoden ja alueen tyypilliseen tapaan vuonna 2022 edelleen selvästi hapanta (pH 5,2–6,4), hyvin pehmeää, väriltään jopa erittäin ruskeaa ja humuspitoista (200 – 400 mgPt/l). Alkaliniteetin arvot vaihtelivat edellisvuoden tapaan välttävistä hyvään. Happitilanne vaihteli vuonna 2022 tyydyttävästä hyvään, kun edellisvuonna 2021 vaihteluväli oli välttävistä tyydyttävään. Kiintoainepitoisuudet olivat pääosin melko pieniä, maaliskuussa ja heinäkuussa kuitenkin hieman koholla, (n. 10 mg/l). Aiempien vuosien tapaan vesi oli lievästi sameaa kaikkina näytteenoton ajankohtina.

Nimisenjoen näytenäytteen sähköjohtavuusarvot vaihtelivat 1,8–6,1 mS/m ja sulfaattipitoisuudet 1,9–15 mg/l. Sulfaatin pitoisuudet ovat olleet lähes poikkeuksetta korkeammat kuin alueen luonnontaso tai ennen kaivostoimintaa havaittu taso, mutta ovat erittäin maltilliset. Suurin sähköjohtavuus ja sulfaattipitoisuus todettiin heinäkuun lopussa, mutta metallien sekä kokonaistypen osalta maksimipitoisuudet on havaittu maaliskuussa ja joulukuussa. Heinäkuun lopussa heikentynyt vedenlaatu voi, samoin kuin Nimisenjoen yläpuolisissa näytenäytteenäytöksissä, viitata kaivosvesien vaikutukseen.

Nimisenjoen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat 15–68 µg/l ja kokonaistyppipitoisuudet 330–1 500 µg/l, joten pitoisuudet olivat enimmillään runsasravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Ammoniumtyypen pitoisuudet olivat edellisvuoden lopussa havaitun lievästi kohonneen pitoisuuden tasolla 190 µg/l alkutalvesta ja loppuvuodesta, mutta pitoisuus laski kesäaikana jopa 10 µg/l:aan. Nitriitti-nitraattityypen pitoisuus vaihteli samoin erittäin paljon kesäajan pitoisuudesta 9,2 µg/l talviajan pitoisuuteen 730 µg/l.



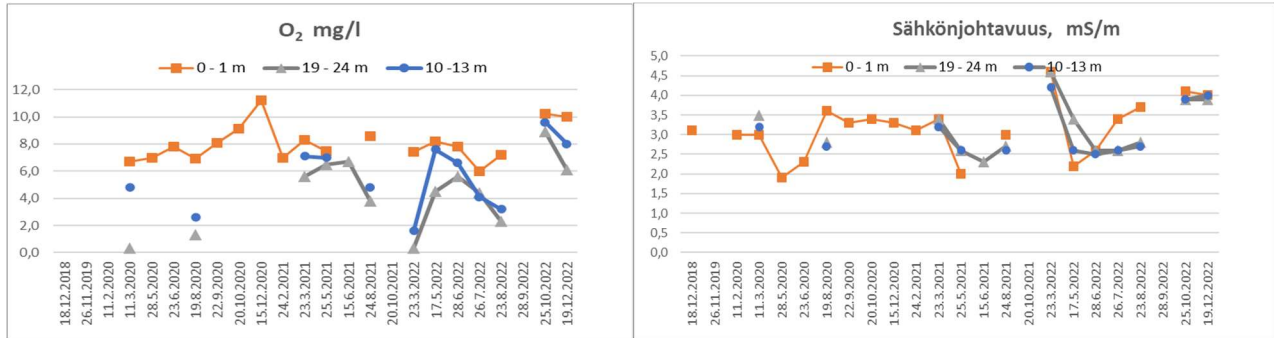
Nimisenjoen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2022 edelleen yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Lieviä poikkeamia pitoisuuksissa todettiin yksittäisten metallien osalta läpi koko vuoden, mikä voi johtua myös joen virtaaman ja nettosadannan tai valunnan vaihtelusta. Nimisenjoessa ei havaittu vuonna 2022 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristölaatu normien ylityksiä. Liukoisen nikkelin pitoisuus oli koko vuoden 1 µg/l luokkaa, lyijy 0,2 µg/l, kadmium, (jouluukuuta lukuun ottamatta, 0,03 µg/l) alle määrittämissä rajoilla ja elohopea koko vuoden alle määrittämissä rajoilla.

Nimisenjoessa oli vuonna 2022 havaittavissa viitteitä hopeakaivoksen vesien vaikutuksesta mahdollisesti heinäkuun lopun näytteenottoajankohtana. Sähkönjohtavuudessa sekä sulfaatin ja kloridin pitoisuuksissa havaittiin tällöin vuoden 2022 korkeimmat pitoisuudet. Metallien osalta yksittäisiä pieniä pitoisuusvaihteluita voitiin havaita ympäri vuoden. Typpipitoisuudet olivat korkeimmillaan joulukuussa. Ympäristölaatu normilla säädeltyjen metallien liukoiset pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määrittämissä rajoilla.

Pieni-Hietasen vesi oli vuonna 2021 melko hapanta (pH 5,5–6,4), hyvin pehmeää, humuspitoista ja väriltään voimakkaan ruskeasta erittäin ruskeaan. Alkaliniteetti vaihteli välikerroksen huonosta 0,03 mmol/l pohjan hyvään 0,15 mmol/l puskuriikykyyn, mutta on vuoden 2022 helmikuusta lähtien alentunut läpi koko vesipatsaan. Päälyysvesi oli kirkasta, mutta pohjan lähellä todettiin jopa yli 40 FNU:n sameusarvoja. Veden sähkönjohtavuus oli alueen luontaisella tasolla kaikissa syvyyksissä maksimiarvon ollessa 4,6 mS/m.

Pieni-Hietasen kerrosteisuuden selvittämiseksi tehdyt kenttämittaustulokset on esitetty taulukoissa 8-2 ja 8-3. Kerrosmittausten perusteella Pieni-Hietasen happitilanne vaihteli vuonna 2022 kokonaisuutena erinomaisesta välttävään tai syvänteen pohjassa jopa huonoon. Rungas humuksen määrä voimistaa hapen kulumista. Maaliskuussa Pieni-Hietasessa todettiin loiva lämpötilakerrosteisuus, ja happitilanne oli heikentynyt voimakkaasti koko vesimassassa. Happi oli kulunut alusvedestä vähiin, ollen alimmillaan 4 %. Toukokuun mittauksia ei tehty anturivian vuoksi, joten kesäkuun havaintoajankohtana vesimassa oli jo lämmennyt, eikä tuloksia voi verrata edellisvuoden tuloksiin, koska vesimassa oli kesäkuussa saanut jo happitäydennyksen. Elokuussa happitilanne oli päälyysveden osalta parantunut hyväksi, ja alus- ja väliveden happitilanne oli oleellisesti parempi kuin edellisvuonna, lokakuussa koko vesipatsaan kylläisyysaste oli yli 70 %.

Pieni-Hietasessa on todettu melko säännöllisesti happivajausta alemmissä vesikerroksissa kerrosteisuuskausien aikana. Järvien syvänteissä happipitoisuus on yleensä heikommillaan kerrosteisuusajan lopulla lopputalvella maaliskuussa ja loppukesällä elokuussa. Pienialaiset syvänteet saattavat kuitenkin olla jo luontaisien tekijöiden takia vähähappisia, vaikka järvi on muutoin puhdasvetinen. Pieni-Hietasen vesi on ollut vertikaalisesti tasalaatuista sähkönjohtavuuden ja sulfaattipitoisuuden osalta. Happitilanne oli siten järvelle tyypillinen.



Kuva 8-4 Pieni-Hietasen happi- ja pitoisuudet ja sähkönjohtavuus vuonna 2022.

Pieni-Hietasen päällysveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat 16–28 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet 380–670 µg/l eli pääosin keskiravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Epäorgaanisia ravinteita esiintyi jonkin verran kaikissa näytteissä. Elokuun havaintoajankohtana klorofylli-a-pitoisuus (13 µg/l) viittasi lievään rehevyyteen. Syys- ja lokakuussa vesien jo viilennettyä klorofylli-a-pitoisuus (1 µg/l) oli laskenut karujen vesien tasolle. Pieni-Hietasessa on havaittu yksittäisiä kohonneita tyyppipitoisuuksia vuosina 2019–2020, mutta kokonaisuutena kokonaistyyppipitoisuudet ovat pysyneet vakaina kaivoksen toiminnan aikana. Väliveden ravinnepitoisuudet olivat Pieni-Hietasessa hieman suurempia kuin päällysveden pitoisuudet, ja suurimmat pitoisuudet mitattiin alusvedessä.

Pieni-Hietasen alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2022 pääosin alueen luonnontasoa vastaavia. Alkalimetallien ja maa-alkali-ryhmän metallien pitoisuudet olivat maaliskuussa veden kerrostumisen aikaan tavanomaista korkeammat ja niiden pitoisuuksissa oli suurta vaihtelua koko vuoden ajan. Pieni-Hietasessa ei havaittu vuonna 2022 ympäristönlaatumien ylityksiä metallien (kadmium, lyijy, nikkeli, elohopea) osalta. Metallipitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää kehitystä vuosina 2010–2022. Tarkkailutulosten perusteella hopeakaivoksen kuormituksella ei ollut vuonna 2022 vaikutusta järven vedenlaatuun.

Pieni-Hietasessa ei havaittu vuonna 2022 hopeakaivoksen kuormitukseen viittaavia veden laatumuutoksia.

Hietasen vedenlaatua tutkittiin ensimmäisen kerran vuonna 2021 lokakuussa. Järven jälle pääseminen alkuvuodesta 2022 oli haasteellista, joten näytteitä on otettu vasta maaliskuusta alkaen, lukuun ottamatta syyskuuta. Hietasen vesi on ollut koko vuoden sekoittunutta ja vesi on ollut tasalaatuista pinnasta pohjaan. Vesi oli melko hapanta pH arvojen vaihdellessa välillä 5,8 -6,3. Veden happitilanne on ollut alusvedessä vähintään tyydyttävää tasoa.

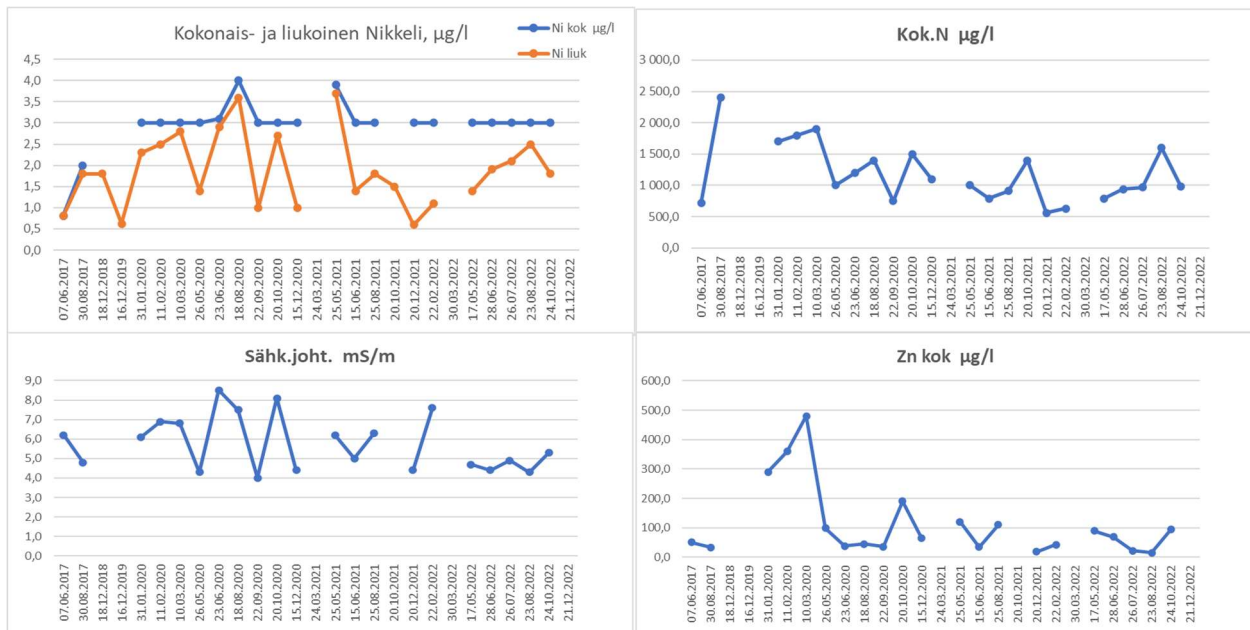
Hietasen alkuainepitoisuudet olivat yhteneväisiä alueen luonnontason kanssa. Hietasessa ei havaittu vuonna 2022 metallien (nikkeli, kadmium, lyijy, elohopea) ympäristönlaatumien ylityksiä.

Lontanjoen vedenlaatua on tutkittu vuoden 2017 aikana kahdesti ja se otettiin kaivoksen tarkkailuohjelmaan vuoden 2021 lopulla. Vesi oli vuonna 2022 lievästi hapanta ja loppuvuodesta melko neutraalia (pH 5,8–7,5), hyvin pehmeää, väriltään voimakkaan ruskeaa ja humuspitoista. Happitilanne on ollut koko vuoden hyvä ja kylläisyysaste 67 – 86 %. Vesi oli humuspitoiselle joelle tyypillisesti vain lievästi sameaa ja sähkönjohtavuus oli pieni 2,5 -3,2 mS/m. Ravinnetaso joessa on myös varsin maltillinen,



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 selkeytsaltaaseen 4. Vesiä oli mahdollisesti suotautunut pengertien läpi ja päätynyt Tipasjärveen johtavaan ojaan. Vuosina 2020–2022 Tipasjärveen johtavan ojan pitoisuudet ovat laskeneet selvästi ja ovat vuotta 2019 pienempiä. Sähkönjohtavuusarvot olivat vuonna 2022 4–8,5 mS/m eli lähellä luonnonvesille tyypillistä tasoa. Kokonaistypen määrä oli 560–1 900 µg/l.

Tipasjärveen johtavan ojan sinkkipitoisuus (42–94 µg/l) oli kuitenkin edelleen alueen luontaista tasoa selvästi suurempi, mikä viittaisi vieläkin kaivosvesien vaikutukseen. Myös alumiinin, kadmiumin, kalsiumin, kloridin, lyijyn ja sulfaatin pitoisuudet olivat vuonna 2022 korkeammat kuin alueen luontainen taso. Pitoisuudet ovat pienentyneet vuoden 2022 aikana jonkin verran kadmiumin, kloridin ja sulfaatin osalta, mutta kalsiumin ja alumiinin kohdalla keskiarvopitoisuus on noussut. Liukoisen kadmiumin maksimipitoisuus (0,44 µg/l) ylitti laatunormin (MAC-EQS) ja myös liukoisen kadmiumin vuosikeskiarvo 0,28 µg/l ylitti vuositason ympäristölaatu normin tason 0,1 µg/l (tausta 0,02 µg/l + AA-EQS 0,08 µg/l). Lyijyn ja nikkelin osalta ympäristölaatu normit eivät ylittyneet ja liukoinen elohopeapitoisuus on ollut koko vuoden ajan laboratorion määritysrajan 0,13 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.



Kuva 8-5 Pieneen Tipasjärveen johtavan ojan vedenlaatu vuosina 2019–2021.

Pienen Tipasjärven vesi oli aluskerroksissa hapanta ja pintaveden osalta lähes neutraalia (5,9–7,1), melko ruskeaa ja humuspitoista. Kiintoainetta esiintyi hyvin vähän (<1–3,9 mg/l), ja vesi oli kirkasta (0,4–1,6 FNU). Veden sähkönjohtavuus (1,8–3,0 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (0,4–3,6 mg/l) olivat alueen luonnonvesille tyypillistä tasoa.

Maaliskuun lopulla Pienessä Tipasjärvestä todettiin jonkin verran lämpötilakerrosteisuutta. Happitilanne oli kokonaisuutena vielä hyvä, sillä päällysvedessä happipitoisuus oli korkea ja alusvedessä happivaje oli melko vähäistä. Elokuussa vedessä ei todettu merkittävää lämpötilakerrosteisuutta, ja happitilanne oli hyvä pinnasta pohjaan. Olkilahden alusvedessä on 2010-luvun alussa otettujen vesinäytteiden perusteella



esiintynyt ajoittain selvää happivajausta sekä kevättalvella että loppukesästä, joten talven happitilanne oli siten Olkilahdelle tyypillinen.

Järven kokonaisravinnepitoisuudet viittasivat vähä- tai keskiravinnteisuuteen. Kasvukaudella epäorgaanisia ravinteita esiintyi verrattain vähän ja kasvukauden ulkopuolella pitoisuudet olivat alueen järville tyypillistä tasoa.

Pieni Tipasjärven alkuainepitoisuudet olivat vuonna 2022 yhteneväisiä alueen taustatason kanssa. Elohopean pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan 0,13 µg/l. Kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet alittivat sekä yksittäisille näytteille (MAC-EQS) että vuosikeskiarvoille (AA-EQS) asetetut ympäristölaatu-normit.

Taulukko 8-6 Pieni Tipasjärven veden laatuominaisuudet vuonna 2022.
Alle määrittäysrajan olevat pitoisuudet on merkitty vihreällä, eikä niitä ole puolitettu.

pvm.	Al kok	Sb kok	As kok	Hg liuk	Cd kok	Cd liuk	K kok	Ca	Co kok	Cr kok	Cu kok	Pb kok	Pb liuk	Mg kok	Mn kok	Na	Ni kok	Ni liuk	Fe kok	Zn kok	U kok
	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	µg/l	µg/l
Pieni Tipasjärvi																					
22.3.2022	170,00	1	0,50	0,13	0,1	0,024	500	1700	0,3	1	1	0,70	0,55	580	78	880	3	1,00	1000	5	0,5
17.5.2022	200,00	1	0,60	0,13	0,1	0,03	500	2400	0,30	1	1,10	0,60	0,49	580	130	760	3	1,30	1000	5,40	0,5
28.6.2022	150,00	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	2000	0,3	1	1	0,5	0,33	530	96	780	3	0,89	800	11,00	0,5
26.7.2022	130,00	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	2000	0,3	1	1	0,5	0,19	430	44	630	3	0,93	770	5	0,5
23.8.2022	130	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1	1	0,5	0,18	540	34	770	3	0,77	690	5	0,5
25.10.2022	170	1	0,60	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1,00	1,10	0,5	0,29	540	99	770	3	0,95	1000	5	0,5
19.12.2022	160	1	0,60	0,13	0,1	0,024	500	2300	0,3	3,80	2,20	0,5	0,53	550	85	850	3	1,50	1100	7,50	0,5
19.12.2022	160	1	0,60	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1	1,50	0,5	0,23	540	82	820	3	1,70	1000	5	0,5
22.3.2022	150	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	1600	0,3	1	1	0,5	0,42	530	76	800	3	0,92	1000	5	0,5
28.6.2022	150	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	2000	0,3	1	1	0,5	0,33	490	98	720	3	0,86	820	5	0,5
26.7.2022	130	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	1900	0,3	1	1	0,5	0,20	430	51	630	3	0,86	750	5	0,5
23.8.2022	130	1	0,5	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1	1	0,5	0,20	540	39	770	3	0,78	720	5	0,5
25.10.2022	150	1	0,50	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1	1	0,5	0,27	530	99	750	3	0,85	1000	5	0,5
17.5.2022	320	1	0,60	0,13	0,1	0,03	500	2500	0,3	1	1,50	0,60	0,47	590	130	940	3	1,30	990	5,20	0,5
22.3.2022	170	1	0,80	0,13	0,1	0,024	500	2700	0,3	1	1	0,60	0,43	860	130	970	3	1,40	1300	5,30	0,5
28.6.2022	170	1	0,50	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1	1	0,60	0,39	530	110	760	3	0,90	1000	6,70	0,5
26.7.2022	150	1	0,60	0,13	0,1	0,03	500	2300	0,3	1	1	0,50	0,40	480	250	660	3	0,89	1100	5	0,5
23.8.2022	140	1	0,70	0,13	0,1	0,024	500	2400	0,3	1	1,10	0,5	0,29	580	160	800	3	0,90	1100	5	0,5
25.10.2022	140	1	0,50	0,13	0,1	0,024	500	2200	0,3	1	1	0,5	0,27	520	98	750	3	0,88	1000	5	0,5
17.5.2022	200	1	0,60	0,13	0,1	0,03	500	2500	0,3	1,60	1,40	0,60	0,51	610	130	950	3	1,30	1000	6,50	0,5
19.12.2022	210	1	0,80	0,13	0,1	0,03	500	2800	0,40	1	1	0,70	0,44	680	110	920	3	1,60	1300	12,00	0,5

Pienen Tipasjärven vedenlaatu oli hyvä vuonna 2022, eikä vedenlaadussa havaittu kaivostoiminnasta johtuvia muutoksia. Pienen Tipasjärven vedenlaadussa ei ole 2010-luvulla havaittavissa selkeää kehitystä, ja vedenlaatu on ollut hyvä koko tarkastelujakson ajan. Järven vedessä esiintyy alueelle tyypillisesti rautaa, mangaania, magnesiumia, natriumia ja kalsiumia ja alumiinia. Muiden metallien pitoisuudet ovat hyvin pieniä tai alle laboratorion määrittäysrajan.

Pieni Tipasjärven johtavan ojan vedenlaadussa oli vuosina 2019–2021 havaittavissa huonontumista aikaisempien vuosien tasoon nähden kaivosalueelta peräisin olevan kuormituksen takia. Vuosina 2020–2022 ojan vedenlaatu oli kokonaisuutena selvästi parempi kuin vuonna 2019. Kaivosvesien vaikutukseen viittasi kuitenkin kohonnut sinkkipitoisuus.



Pieneen Tipasjärveen johtavassa ojassa havaittiin vuonna 2022 ajoittaista raskasmetallipitoisuuksien nousua, ja sinkkipitoisuudet olivat edelleen koholla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus ylitti ympäristölaatu normit (MAC-EQS ja AA-EQA). Ojan vedenlaatu oli edellisvuoden tavoin muutoin selvästi parempi kuin vuonna 2019.

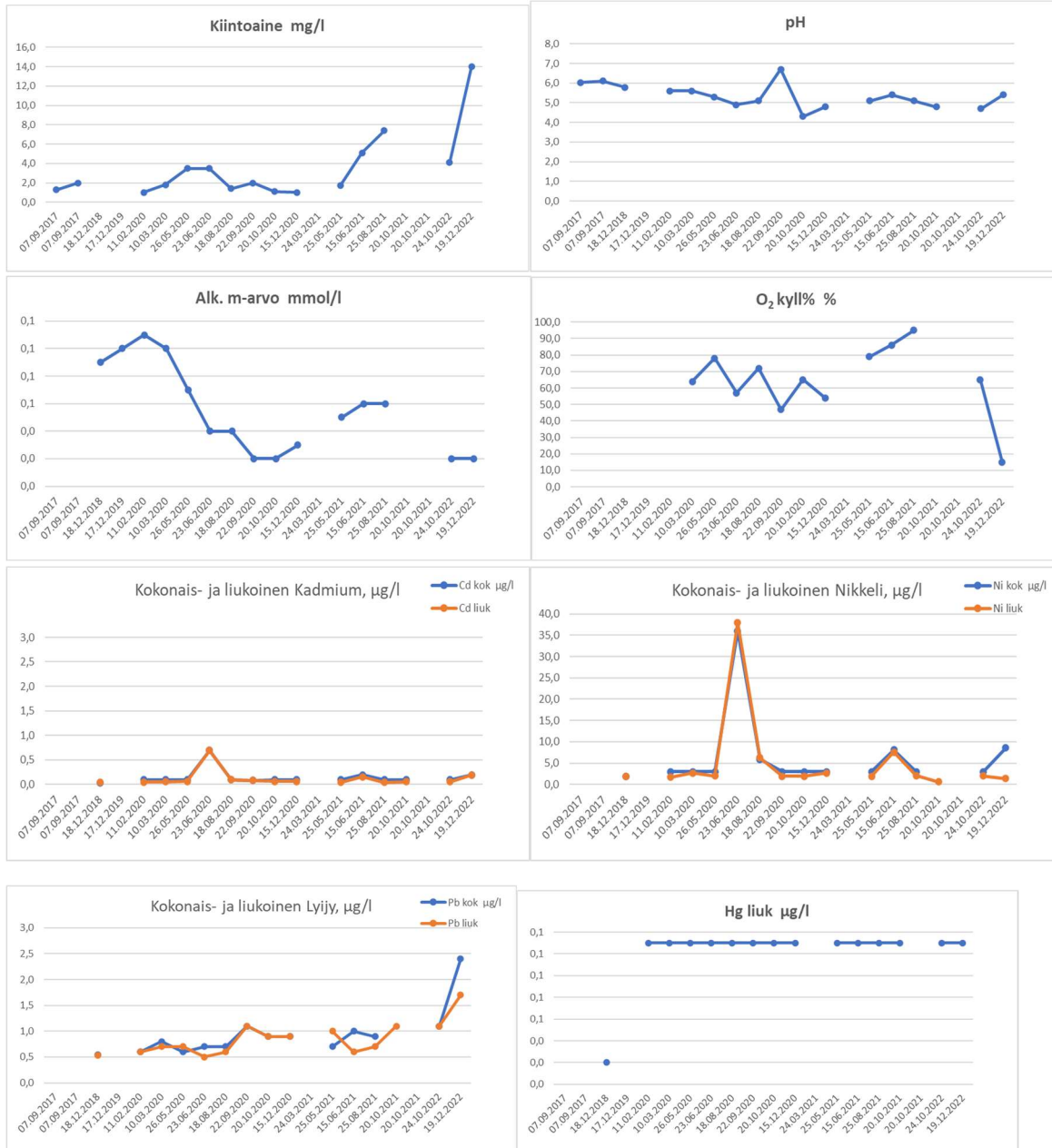
Pienen Tipasjärven Olkilahdessa vedenlaatu oli vuonna 2022 kokonaisuutena hyvä, eikä kaivostoiminnasta aiheutuvia muutoksia ollut todettavissa.

8.3 Taivaljärvi

Taivaljärven vedenlaatua ei tarkkailuohjelman mukaisesti tullut tarkkailla vuonna 2022, koska kalan poikasten viljely oli lopetettu. Sotkamo Silver kunnosti Taivaljärven kosteikkoalueeksi kesän 2022 aikana ja näytteenottoa päätettiin jatkaa tarkkailuveloitteen loppumisesta huolimatta. Näyte otetaan järven koillisosasta lähtevästä purkukanavasta. Näytteet otettiin kunnostuksen jälkeen lokakuussa ja joulukuussa.

Taivaljärven laskuojan happitilanne on vaihdellut tyydyttävästä erinomaiseen. Laskuojan vesi on aiemmin ollut hapanta (pH 4,8–5,4), tummaa ja humuspitoista. Puskurikyky on ollut välttävää tasoa. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat kohonneet ajoittain lievästi alueen luontaiseen tasoon nähden. Kokonaisravinnepitoisuudet ovat olleet keskiravinteisille vesille tyypillisiä.

Seuraavassa kuvassa on esitetty Taivaljärven luusuassa sijaitsevan ojaveden laatua vuosina 2017 - 2022. Kunnostustyö ja maamassojen huuhtoutuminen vesiin padon purkamisen jälkeen näkyi loppuvuonna otetuissa näytteissä kohonneena kiintoainepitoisuutena ja lähes kaikkien ominaisuuksien osalta suurina muutoksina. Kadmiumin, lyijyn ja nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatu normin pitoisuuksia, elohopea pitoisuus on aina ollut alle määritysrajan 0,13 µg/l.



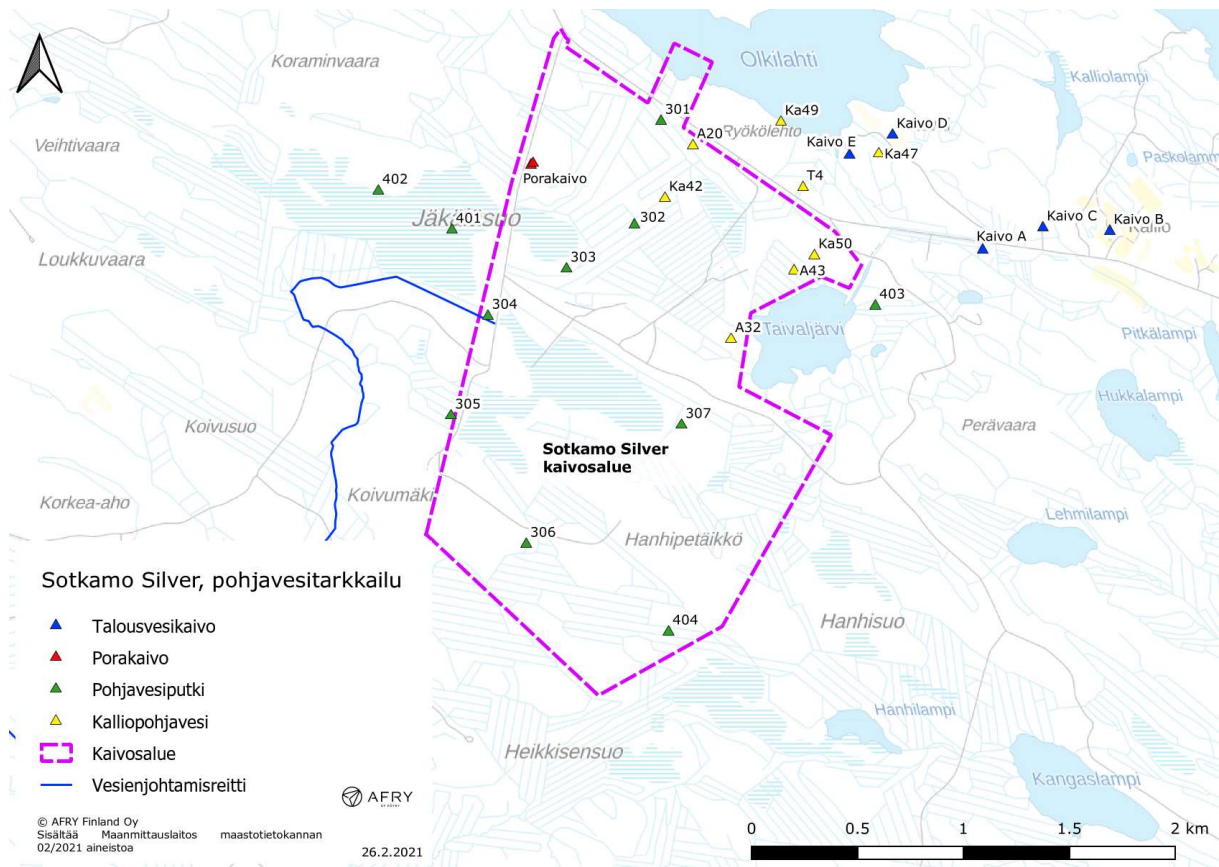
Taivaljärvi on kesällä 2022 kunnostettu kosteikoksi ja kalan poikasten kasvatusta varten rakennettu padotus on purettu. Kaivosyhtiö jatkaa tarkkailuveloitteen loppumisesta huolimatta Taivaljärven tarkkailua ohjelman mukaisesti. Vuoden 2022 aikana näytteitä otettiin kaksi kappaletta kunnostuksen jälkeen. Taivaljärvestä tulevassa vedessä ovat pitoisuudet suurimmaksi osaksi nousseet ja kiintoainepitoisuus purkuajan vedessä oli korkea kunnostuksen jälkeen. Kosteikkokunnostuksen ja kalan kasvatuksen loppumisen vaikutusta Taivaljärven tilaan on heti kunnostustoimien jälkeen erittäin vaikea arvioida.



9 Pohjavesitarkkailu

Tarkkailuohjelman mukaan pohjavesitarkkailua suoritetaan kaivospiirialueen pohjavesiputkista, kairanrei'istä sekä lähialueen talousvesikaivoista neljä kertaa vuodessa, maalīs-, 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 2022 tarkkailuohjelman mukaisesti (Taulukko 10-1). 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 10-1 sekä liitteessä 5. Pohjavesitarkkailun tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6.



Kuva 9-1. Pohjavesitarkkailupisteet.



Taulukko 9-1. Pohjavesitarkkailun näytteenottopisteet 2022.

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

9.1 Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta

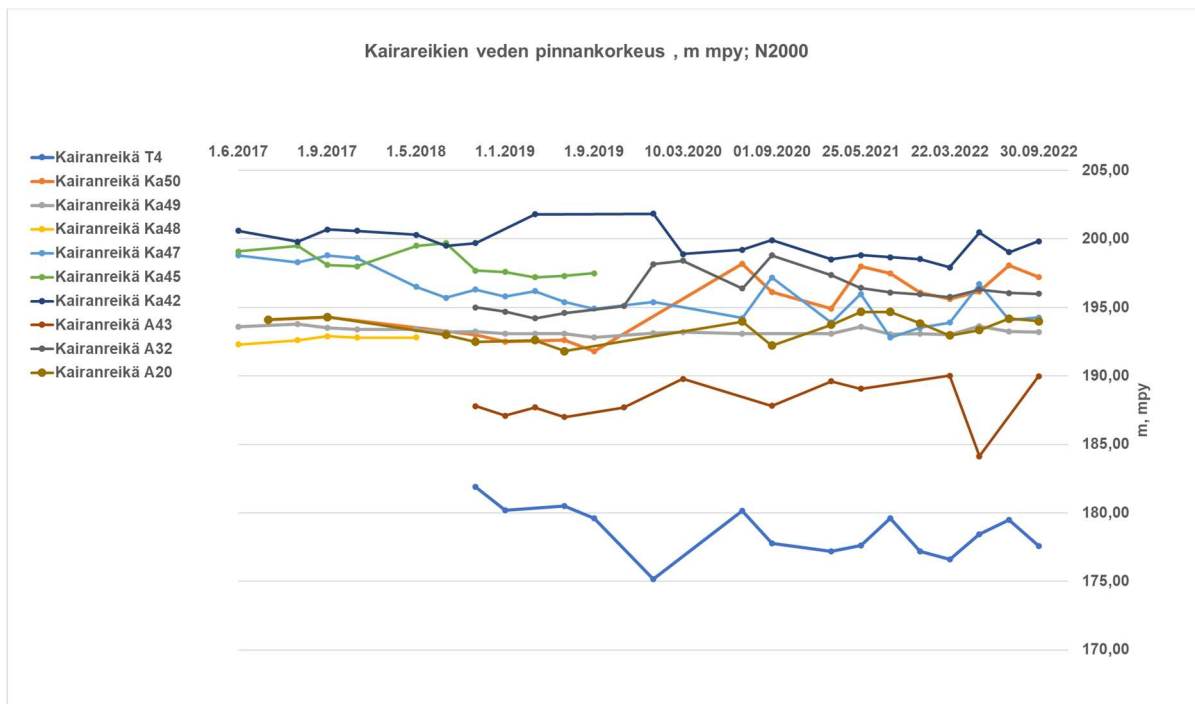
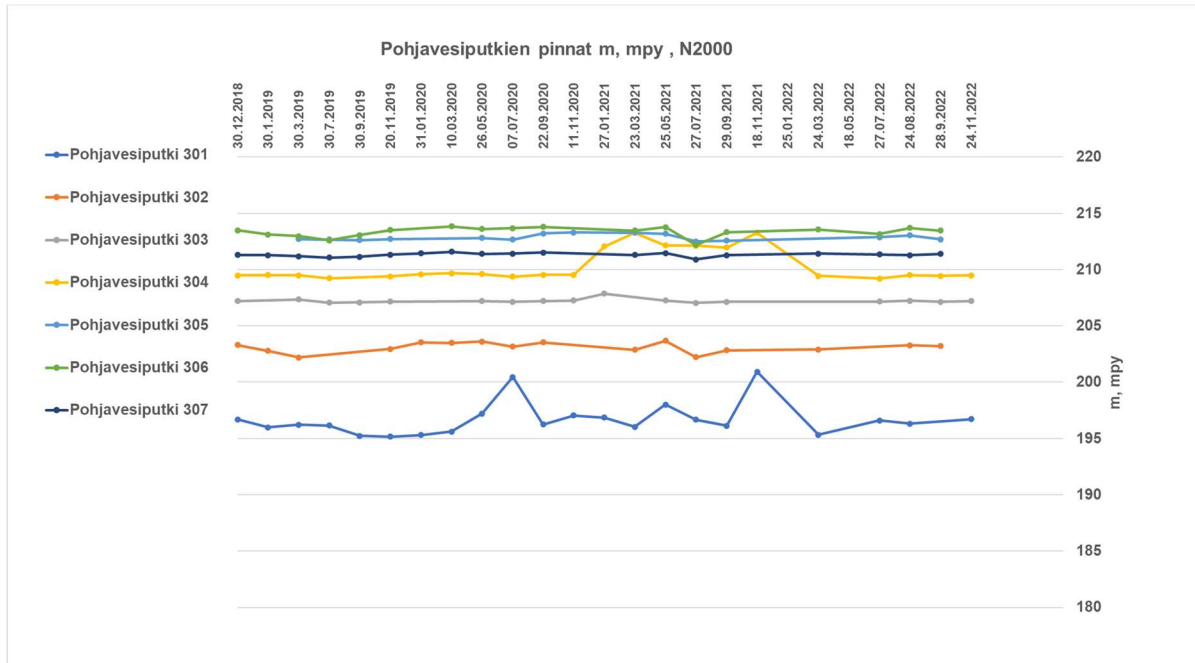
Kaivospiirialue on melko tasainen. Etelässä sijaitsevat Hanhipetäikkö ja Koivumäki muodostavat kaivospiirialueen korkeimman kohdan ja samalla vedenjakajan alueen lounaiskulman ja muun alueen välille. Putket 301–303 sijaitsevat rikastamon pohjoispuolella, maanalaisen kaivoksen yläpuolella, ja putket 304–307 sijaitsevat rikastushiekka-alueen ympärillä, kaivospiirin eteläpuoliskolla. Talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin koillispuolella, ja porakaivo alueen luoteisreunassa (Kuva 9-1).

Vuonna 2022 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 kestoltaan vielä lyhytaikainen, mutta toistaiseksi kaivostoiminnalla ei näytä olleen oleellista vaikutusta pohjaveden pinnan korkeuteen lukuun ottamatta tarvekivilouhoksen vieressä ollutta pintavesipohjaputkea, joka on kuivunut jo heti toiminnan käynnistymisen jälkeen. Varsinkin kaivospiirin eteläpuoliskolla olevien putkien pohjavedenpinta on pysynyt hyvin vakaana.



Kairanrei'issä pohjavedenpinnan korkeutta on mitattu vuodesta 2017 lähtien. Pinnankorkeus on vaihdellut eniten kairanrei'issä T4, Ka47 ja Ka50, jotka sijaitsevat kaivospiirialueesta koilliseen.



Kuva 9-2. Pohjavedenpinnan vaihtelut 2017–2022.



9.2 Pohjaveden laadun seuranta

9.2.1 Pohjavesiputket

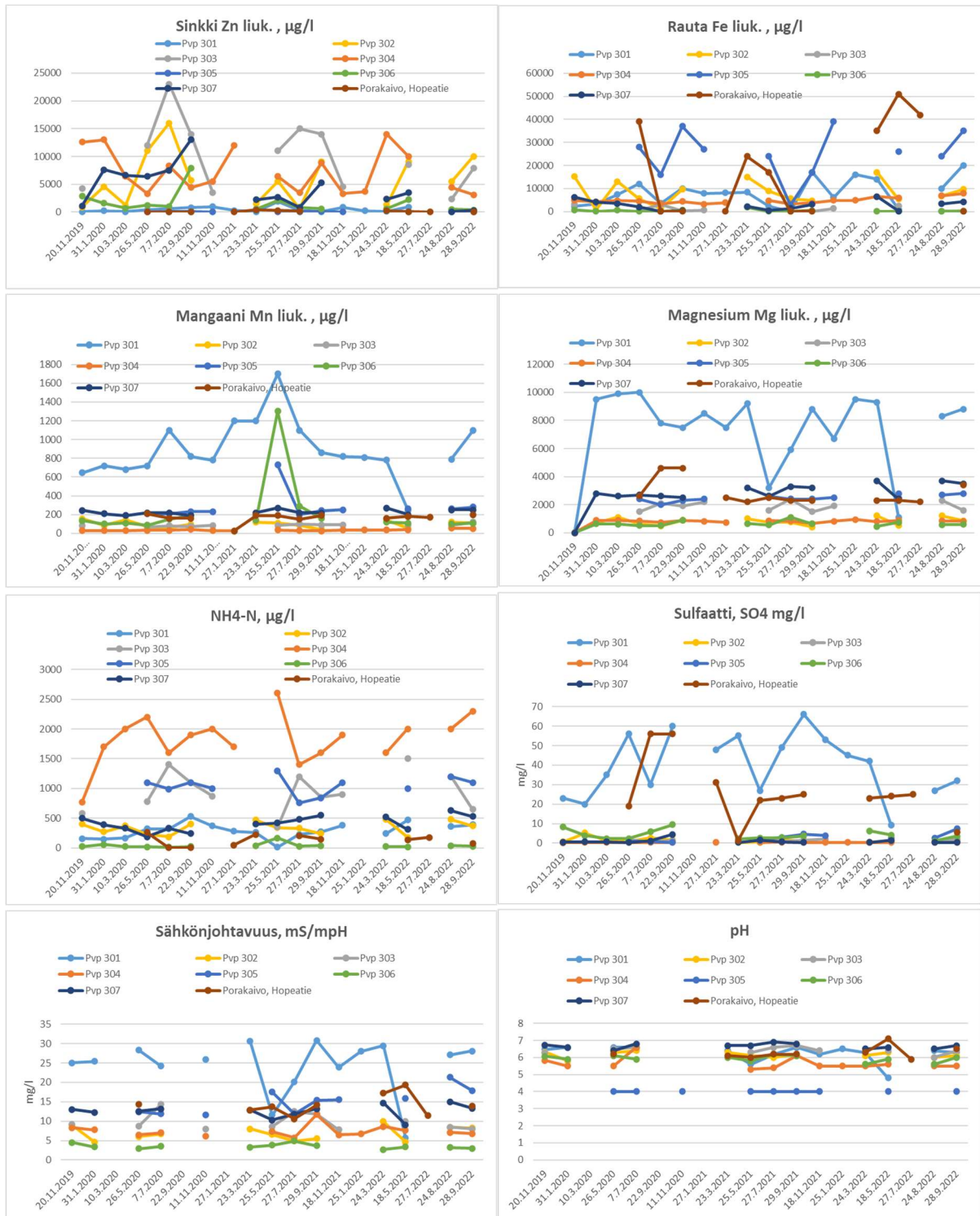
Pohjavesiputkien vesi oli pääosin tummaa, sameaa ja lähes täysin hapetonta, ja se sisältää runsaasti eloperäistä aineista, mikä on hyvin tyypillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Kaikkien putkien vesi oli hapanta tai lähellä neutraalia, pH vaihteli välillä 4,0 – 7,1. Putken 305 vesi on ollut koko mittausjakson ajan muista putkista poiketen erittäin hapanta pH 4,0 ja putkien 302, 304 ja 305 veden kemiallinen hapenkulutus on ollut korkea (Taulukko 9-2). Kemiallinen hapenkulutus 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 rautaa, mangaania, magnesiumia ja sinkkiä sekä ammoniumtyyppä sekä ravinnepitoisuudet olivat useimmiten suuria. Mangaani- ja rautapitoisuudet olivat lähes poikkeuksetta suuria (**Error! Reference source not found.**). Sinkkipitoisuus ylitti ympäristölaatu normin tason (60 µg/l) kaikissa putkissa, lukuun ottamatta pohjavesiputkea 305. Nikkelipitoisuus ylitti ympäristölaatu normin pitoisuuden (10 µg/l) pohjavesiputkessa 301 kolmena havaintoajankohtana toukokuusta lähtien.

Talousvesille asetettu enimmäispitoisuus (STM 401/2001) raudalle (400 µg/l) ylittyi monikertaisesti jokaisessa pohjavesiputkessa ja lähes kaikissa näytteissä. Talousvesille asetettu enimmäispitoisuus mangaanille (100 µg/l) ylittyi kaikissa putkissa vähintään yhdellä näytteenotokerralla putkia 303 ja 304 lukuun ottamatta. Ammoniumtyypen ympäristölaatu normin (250 µg/l) ylittävä pitoisuus havaittiin jokaisella kerralla kaikissa muissa pohjavesiputkista kuin 306. Ammoniumtyypen 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 purkuosan vettä.

Alueen pohjaveden antimoni-, kadmium-, kromi- ja kuparipitoisuudet sekä sähkönjohtavuusarvot olivat pieniä. 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 2022 todettu. Elohopeatulokset alittivat määrittäysrajan (0,13 µg/l) jokaisessa näytteessä. Sähkönjohtavuusarvon enimmäispitoisuus kaivovesissä (STM 401/2001) on 250 mS/m. Alueen pohjavesiputkien tulokset vaihtelivat välillä 2,7–29,4 mS/m. Pohjavesissä ei ole havaittu toriumia, uraania, koliformisia bakteereja tai öljyhiilivetyjä.

Pohjavesiputket 303 ja 305 jäävät talviaikana, eikä niistä ole saatu näytteitä tammi-helmikuussa. Heinäkuussa näytteenotossa tapahtui virhe; putkia ei ollut tyhjennetty ennen näytteenottoa, joten tulokset mitätöitiin ja näytteet otettiin uudelleen elokuussa. Pohjavesiputkien ominaisuuksia ja alueella luontaisesti esiintyvien metallien pitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana on esitetty kuvassa 10-3.



Kuva 9-3. Pohjaveden pH:n, sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja ammoniumtyypen sekä tyypillisimpien alueella esiintyvien metallien pitoisuuksien kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2022.

Taulukko 9-2. Pohjavesiputkien mittau tulokset vuoden 2022 aikana. Vihreällä merkitty tulos on ollut menetelmän määritysrajaa pienempi, ko. tuloksia ei ole puolitettu.

pvm.	Tunnus	pinnan- korkeus m	Lämpö- tila °C	O ₂ mg/l	O ₂ kyll.%	pH	Sähk. joht. mS/m	SO ₄ mg/l	Väri mg Pt/l	COD _{Mn} mg/l	Sameus FNU	Kok.P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Kok.N µg/l	NH ₄ -N µg/l	NO ₃ -N µg/l	Al liuk µg/l	Sb liuk µg/l	As liuk µg/l	Hg liuk µg/l	Cd liuk µg/l	Ca liuk µg/l	Co liuk µg/l	Cu liuk µg/l	K liuk µg/l	Cr liuk µg/l	Pb liuk µg/l	Mg liuk µg/l	Mn liuk µg/l	Na liuk µg/l	Ni liuk µg/l	Fe liuk µg/l	S kok µg/l	Zn liuk µg/l	Th liuk µg/l	U liuk µg/l		
25.1.2022	301		4	0,3	4,0	7	28	45	60	16	110	80	34	560		5	32	0	0,90	0,13	0,02	33000	1	1	3500		0,16	9500	810	3600	7,8	16000	13680	240	1	0,1		
24.3.2022	301	5,6	5	0,3	4,0	6	29	42	160	10	59	110	34	530	240	5	23	0	0,90	0,13	0,02	31000	1	1	3400		0,16	9300	780	3500	3,7	14000	13210	120	1	0,1		
18.5.2022	301		4	1,1	8,0	5	6	9	320	64	62	200	30	2200	470	600	1300	1	0,70	0,13	0,08	5700	4	6	700		0,56	1100	240	860	13,0	920	2931	900	1	0,1		
24.8.2022	301	4,3	6	0,3	4,0	6	27	27	160	11	7	16	13	540	360	5	65	0	1,90	0,13	0,02	27000	3	4	2800	1,40	0,15	8300	790	4000	19,0	10000	9818	260	1	0,1		
28.9.2022	301	4,6	6	0,3	4,0	6	28	32	250	23	160	9	3	740	390	13	100	0	0,60	0,13	0,02	29000	3	1	3100	2,60	0,15	8800	1100	3200	21,0	20000	10650	230	1	0,1		
24.3.2022	302	1,7	4	0,3	4,0	6	10	0,5	280	17	290	240	250	740	480	5	140	0	0,40	0,13	0,02	6600	1	1	930		0,27	1200	140	2800	1,2	17000	400	1300	1	0,1		
18.5.2022	302		4	0,8	6,0	6	5	0,9	180	29	85	92	80	470	180	8	450	0	0,50	0,13	0,02	2700	1	2	450		0,22	540	54	1500	1,8	5300	629	9100	1	0,2		
27.7.2022	302																																					
24.8.2022	302	1,3	6	0,3	4,0	6	9	0,3	180	46	320	610	220	710	480	5	140	0	0,30	0,13	0,02	6100	1	1	870	3,10	0,22	1200	120	2900	1,2	6700	344	5500	1	0,1		
28.9.2022	302	1,4	7	0,3	4,0	6	8	1,6	350	57	580	82	140	670	370	5	340	0	0,60	0,13	0,02	4300	1	1	740	4,00	0,20	850	110	2000	1,7	9600	946	10000	1	0,1		
18.5.2022	303		5	1,3	10,0	6	10	1,3	160	40	130	120	59	1800	1500	5	11	0	0,30	0,13	0,02	5700	0	1	1600		0,15	2500	87	3500	0,6	2400	807	8500	1	0,1		
2.8.2022	303	0,7																																				
24.8.2022	303	0,7	6	0,3	4,0	6	9	0,3	5	30	180	160	72	1400	1200	5	10	0	0,10	0,13	0,02	5200	0	1	1500	0,20	0,15	2300	82	3500	0,6	140	764	2400	1	0,1		
28.9.2022	303	0,8	7	0,5	4,0	6	8	2,0	180	13	190	31	32	680	650	5	10	0	0,10	0,13	0,02	4000	0	1	1400	0,20	0,15	1600	120	3100	0,6	13	1006	7900	1	0,1		
25.1.2022	304		3	0,3	4,0	6	7	0,3	180	150	420	470	240	4600		7	680	0	0,80	0,13	0,02	3500	0	1	1500		0,15	940	37	1600	0,9	4800	1446	3700	1	0,1		
24.3.2022	304	1,3	3	0,3	4,0	6	9	0,3	300	60	69	180	140	2800	1600	5	430	0	0,30	0,13	0,05	2500	0	1	1200		0,15	790	36	1300	1,2	6500	287	14000	1	0,1		
18.5.2022	304		5	0,5	4,0	6	8	0,3	240	130	160	240	150	3500	2000	5	560	0	0,40	0,13	0,02	3200	0	1	1400		0,15	880	38	1500	1,1	5900	912	10000	1	0,1		
2.8.2022	304	1,5																																				
24.8.2022	304	1,2	6	2,0	16,0	6	7	0,3	260	77	220	480	270	2700	2000	5	580	1	1,10	0,13	0,02	2900	0	2	1300	1,80	0,39	840	55	1600	1,5	6800	773	4400	1	0,1		
29.9.2022	304	1,3	7	0,3	4,0	6	7	0,3	260	150	210	350	150	3000	2300	5	540	0	0,50	0,13	0,02	2900	0	1	1300	1,10	0,15	820	52	1300	0,9	7900	1255	3100	1	0,1		
18.5.2022	305		5	0,3	4,0	6	16	2,5	230	51	270	500	170	1200	1000	5	10	0	0,20	0,13	0,02	12000	1	1	1500		0,15	2800	260	4100	3,4	26000	1667	16	1	0,1		
2.8.2022	305	0,4																																				
24.8.2022	305	0,3	7			6	21	2,7	35	27	490	720	230	1300	1200	5	10	0	0,20	0,13	0,02	12000	1	1	1600	0,96	0,15	2700	260	4200	3,2	24000	1909	81	1	0,1		
29.9.2022	305	0,6	6	0,3	4,0	6	18	7,3	15	28	220	660	200	1200	1100	8	10	0	0,20	0,13	0,02	12000	1	1	1500	1,60	0,15	2800	280	3900	2,1	35000	2349	13	1	0,1		
24.3.2022	306	1,2	3	6,1	45,0	6	3	6,3	100	3	24	200	130	190	24	17	39	0	0,10	0,13	0,02	1500	1	1	1200	0,31	0,15	440	120	1100	0,9	39	1701	580	1	0,1		
18.5.2022	306	1,1	4	3,3	25,0	6	3	4,2	80	15	68	320	120	220	18	5	29	0	0,10	0,13	0,02	2000	2	2	1100	0,79	0,15	730	110	1300	4,1	36	1341	2200	1	0,1		
2.8.2022	306	1,6																																				
24.8.2022	306	1,1	10	3,9	34,0	6	3	1,1	15	10	87	410	44	210	40	5	13	0	0,20	0,13	0,04	2100	1	1	1200	0,20	0,15	580	100	1700	1,7	10	864	480	1	0,1		
29.9.2022	306	1,3	8	4,1	35,0	6	3	3,5	5	16	120	540	47	150	28	5	10	0	0,10	0,13	0,02	2100	2	1	1200	0,20	0,15	590	110	1600	1,6	200	766	410	1	0,1		
24.3.2022	307	1,2	4	0,3	4,0	7	15	0,3	150	4	80	170	46	670	520	9	10	0	0,20	0,13	0,02	13000	0	1	2400		0,15	3700	270	4500	0,6	6500	135	2300	1	0,1		
18.5.2022	307		4	0,3	4,0	7	9	1,4	160	6	73	54	45	450	310	5	10	0	0,20	0,13	0,02	8900	0	1	2000		0,15	2400	200	3300	0,6	180	778	3500	1	0,1		
2.8.2022	307	1,3																																				
24.8.2022	307	1,3	6	0,3	4,0	7	15	0,3	180	4	14	89	58	670	630	5	10	0	0,10	0,13	0,02	14000	0	1	2600	0,39	0,15	3700	250	4300	0,6	3400	100	61	1	0,1		
28.9.2022	307	1,2	8			7	13	0,3	10	6	220	41	62	590	530	8	10	0	0,10	0,13	0,02	13000	0	1	2500	0,42	0,15	3500	250	4500	0,6	4200	100	300	1	0,1		



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 liukoisina pitoisuuksina, kun taas asetuksessa mainitut raja-arvot on annettu kokonaispitoisuuksina.

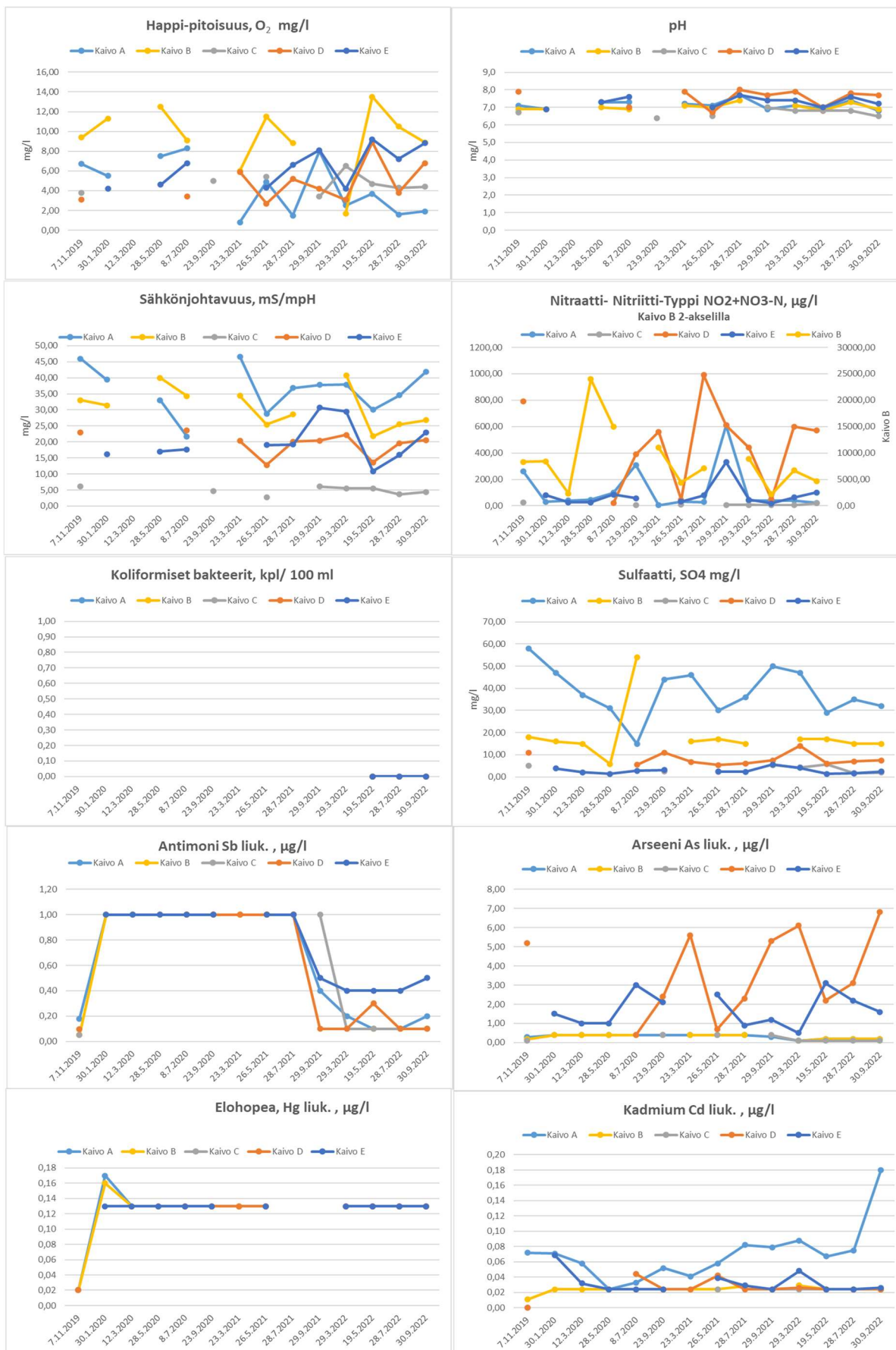
Kaivossa A (porakaivo) vesi täytti koko vuoden talusvedelle asetetut laatuvaatimukset ja suositukset, ainoastaan väriluku ylitti kevään ensimmäisellä havaintokerralla talusvesille asetetun suositellun enimmäisarvon ja nikkeli viimeisellä havaintokerralla. Vesi oli kirkasta tai vain lievästi sameaa, ja kemiallisen hapenkulutuksen määrä oli pieni. Happipitoisuus vaihteli huonosta hyvään, ja vesi oli lähes neutraalia. Ravinnepitoisuudet olivat suhteellisen pieniä. Laatonormin ylityksiä on havaittu vuosina 2018–2021 useiden laatuparametrien 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.

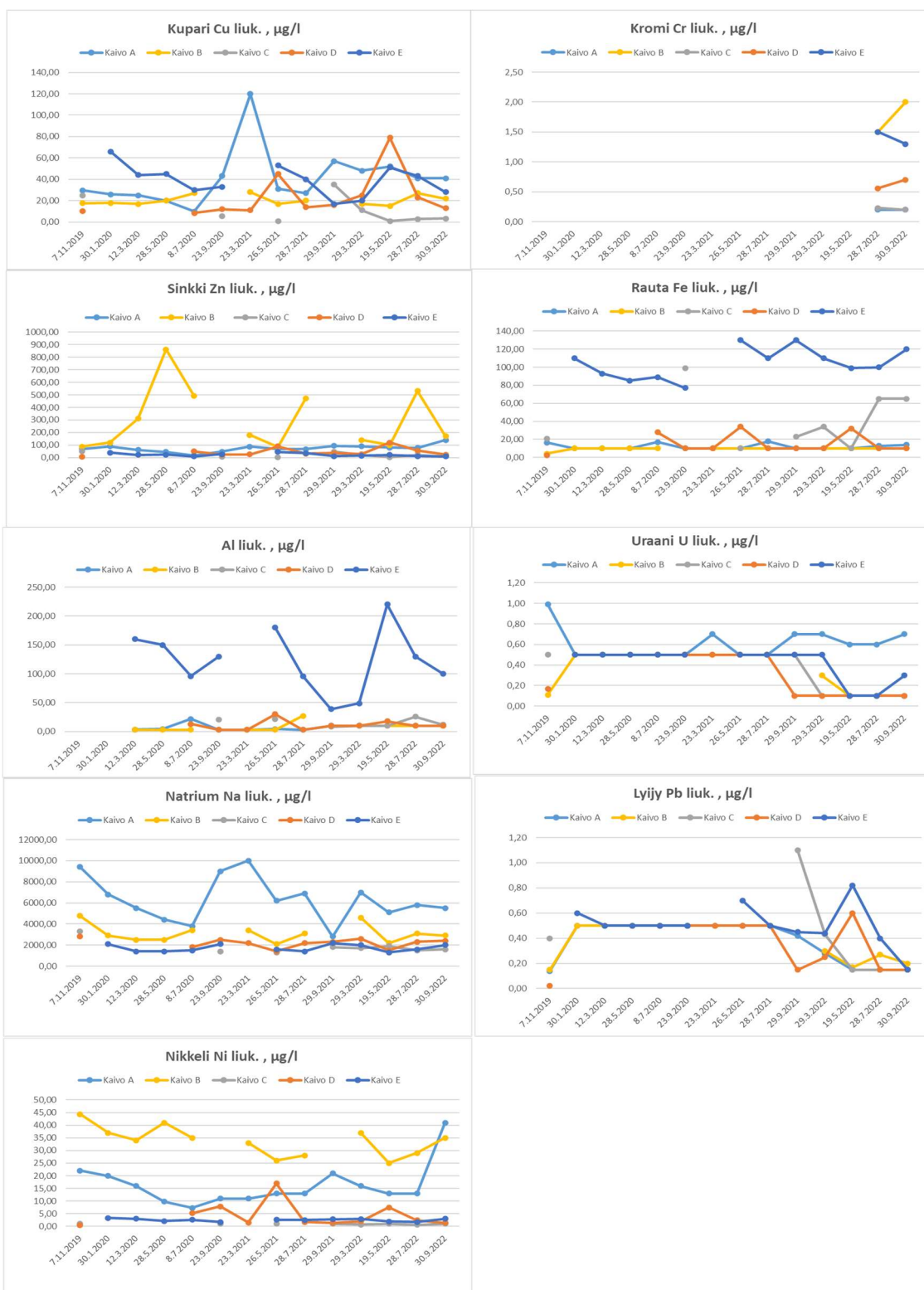
Kaivon B (porakaivo) vesi oli neutraalia tai lievästi emäksistä, väritöntä, kirkasta ja runsashappista. Fosforia esiintyi erittäin vähän, mutta kokonaistyyppiä todettiin runsaasti. Nitraatti-nitriittityypen pitoisuus on edelleen korkea ja sivuaa nitraattityypelle asetettua enimmäispitoisuuden raja-arvoa. Nikkelin ja sinkin pitoisuudet ylittivät ympäristölaatonormin tason kaikkina tutkittuina ajankohtina. Kuparin pitoisuus ylitti maaliskuussa niin ikään ympäristölaatonormin. Laatonormin ylityksiä on havaittu myös vuosina 2018–2021.

Kaivosta C (rengaskaivo) otettiin kolme näytettä vuonna 2022. Talosta kauempana oleva kaivo peittyi talvisin lumeen, eikä kantta saa auki maaliskuun tarkkailukierroksella. Vesi oli lievästi neutraalia tai lievästi hapanta, kirkasta ja vähähumuksista. Vesi oli väritöntä tai lähes väritöntä. Kaivon vesi täytti kaikki talusvedelle asetetut laatuvaatimukset ja suositukset. Aiemmin havaitun kohonneen kuparin pitoisuus alitti ympäristölaatonormin koko tarkkailujakson ajan.

Kaivon D (porakaivo) veden pH-taso vaihteli lievästi happamasta emäksiseksi. Vesi oli lähes väritöntä ja kirkasta tai vain lievästi sameaa. Väriluku ja kemiallinen hapenkulutus ylittivät toukokuussa talusvedelle asetetun laatusuosituksen. Ympäristölaatonormien ylityksiä todettiin ajoittain arseenin, kuparin, nikkelin ja sinkin osalta.

Kaivon E (rengaskaivo) vesi oli tutkituista kaivovesistä edelleen selvästi ruskeinta, ja myös sameus ja kemiallinen hapenkulutus olivat suurimmat. Veden väriluku ja kemiallinen hapenkulutus ylittivät talusvedelle annetut laatusuositukset. Kaivossa havaittiin myös talusvedelle asetetun laatuvaatimuksen (50 µg/l) ylitys 62 µg/l maaliskuussa, mutta toukokuussa pitoisuus oli jo laskenut ja oli 7 µg/l. Fosforipitoisuus oli tutkituista kaivoista edelleen suurin. Typpipitoisuudet olivat pienet. Kuparin pitoisuudet ylittivät ympäristölaatonormin tason (20 µg/l) kolmena tutkimusajankohtana. Muita ympäristölaatonormien ylityksiä ei todettu.





Kuva 9-4. Talousvesikäytössä olevien kaivojen laatuvaatimusten ja suositusten mukaisten laatuvaatimusten kehittyminen kaivostoiminnan aikana 2019–2022.

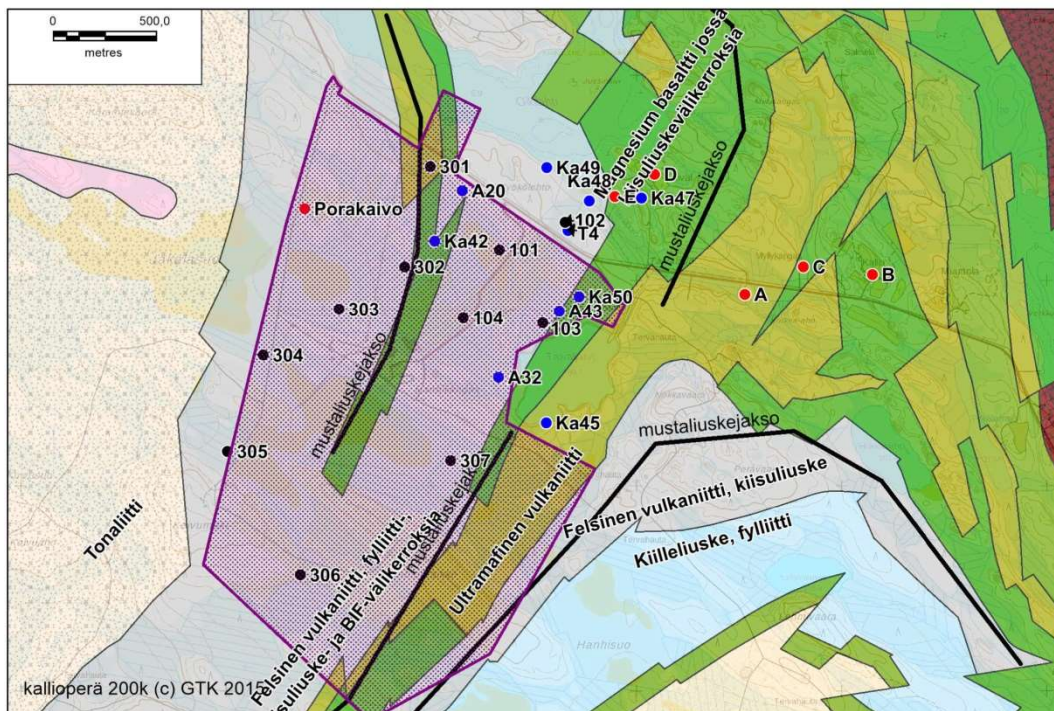


Taulukko 9-3 Talousvesikaivojen veden laatu vuonna 2022. Alle määrittämissä olevat tulokset on merkitty vihreällä, niitä ei ole puolitettu.

Otto pvm.	Lämpö-tila	O ₂	O ₂ kylil%	pH	Sähk. joht.	SO ₄	Väri	COD _{Mn}	Sameus	Kok.P	PO ₄ -P	Kok.N	NH ₄ -N	NO ₂ +NO ₃ -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	kp/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	
Kaivo A																																				
29.3.2022	18,8	2,50	26	7,1	38	47	10,0	1,60	0,54	5,00	3,00	140		39		10	0,20	0,10	0,13	0,09	44000	0,15	48	4400		0,28	14000	3	7000	16	10	14440	90	1,00	0,70	
19.5.2022	19,5	3,70	40	6,9	30	29	5,0	2,40	1,10	8,40	3,00	130	5,0	37	0,00	10	0,10	0,20	0,13	0,07	39000	0,15	52	4300		0,15	11000	6	5100	13	10	8591	81	1,00	0,60	
28.7.2022	23,6	1,60	19	7,4	35	35	5,0	2,40	1,40	12,00	3,00	160	7,6	40	0,00	10	0,10	0,20	0,13	0,08	46000	0,15	41	5400	0,20	0,15	12000	12	5800	13	13	12310	78	1,00	0,60	
30.9.2022	15,6	1,90	19	6,8	42	32	5,0	2,10	1,40	5,00	4,50	130	5,2	23	0,00	10	0,20	0,20	0,13	0,18	56000	0,15	41	4600	0,20	0,15	15000	16	5500	41	14	10135	140	1,00	0,70	
Kaivo B																																				
29.3.2022	5,0	1,70	13	7,1	41	17	5,0	1,00	0,22	5,00	3,00	9400		8900		10	0,10	0,10	0,13	0,03	52000	0,15	17	12000		0,30	8100	3	4600	37	10	6113	140	1,00	0,30	
19.5.2022	5,6	13,50	107	6,8	22	17	5,0	1,40	0,20	5,00	3,00	2400	5,0	2200	0,00	10	0,10	0,20	0,13	0,02	30000	0,15	15	7300		0,17	4500	3	2200	25	10	4979	100	1,00	0,10	
28.7.2022	10,0	10,50	93	7,3	26	15	5,0	1,40	0,20	14,00	3,00	6900	6,7	6700	0,00	10	0,10	0,20	0,13	0,02	33000	0,18	27	9600	1,50	0,27	4600	3	3100	29	10	5554	530	1,00	0,10	
30.9.2022	8,0	8,90	76	6,9	27	15	5,0	1,10	0,20	5,00	3,00	4800	5,0	4700	0,00	10	0,10	0,20	0,13	0,02	34000	0,15	22	9500	2,00	0,20	5300	3	2900	35	10	4693	170	1,00	0,10	
Kaivo C																																				
19.5.2022	2,0	4,70	34	6,8	6	6	5,0	1,00	0,20	5,70	3,00	36	5,0	5	0,00	10	0,10	0,10	0,13	0,02	6800	0,15	1	760		0,15	700	3	1900	1	10	1806	5	1,00	0,10	
28.7.2022	11,0	4,30	39	6,8	4	2	10,0	1,50	0,25	16,00	3,00	71	8,5	5		26	0,10	0,10	0,13	0,02	4500	0,15	3	590	0,23	0,15	500	6	1500	1	65	656	23	1,00	0,10	
30.9.2022	7,1	4,40	37	6,5	4	2	10,0	1,00	0,32	10,00	3,00	34	5,0	20	0,00	12	0,10	0,10	0,13	0,02	5500	0,15	3	650	0,20	0,15	660	7	1600	1	65	641	11	1,00	0,10	
Kaivo D		3,10		7,9	23	11																														
29.3.2022	10,4	3,10	27	7,9	22	14	5,0	1,00	0,28	5,00	4,70	480		440		10	0,10	6,10	0,13	0,03	27000	0,15	25	2000		0,25	7400	3	2600	2	10	4399	28	1,00	0,10	
19.5.2022	9,1	8,90	77	7,0	14	6	20,0	5,10	0,96	15,00	4,10	340	9,8	48	0,00	18	0,30	2,20	0,13	0,02	17000	0,15	79	660		0,60	5600	3	1500	8	32	1843	120	1,00	0,10	
28.7.2022	14,2	3,80	37	7,8	20	7	5,0	1,00	1,50	5,00	3,00	700	6,9	600	0,00	10	0,10	3,10	0,13	0,02	26000	0,15	23	2000	0,56	0,15	6400	3	2300	2	10	2795	56	1,00	0,10	
30.9.2022	9,4	6,80	59	7,7	21	8	5,0	1,00	1,50	6,10	6,30	580	5,0	570	0,00	10	0,10	6,80	0,13	0,02	26000	0,15	13	2200	0,70	0,15	6700	3	2400	1	10	2415	25	1,00	0,10	
Kaivo E																																				
29.3.2022	1,1	4,20	30	7,40	30	4	40,0	6,30	1,80	6,80	3,80	250		46		49	0,40	0,50	0,13	0,05	51000	0,33	20	5000		0,44	1400	62	2000	3	110	1135	16	1,00	0,50	
19.5.2022	3,3	9,20	69	7,00	11	1	70,0	30,00	4,40	23,00	9,50	250	18,0	19	0,00	220	0,40	3,10	0,13	0,02	17000	0,16	51	6000		0,82	770	7	1300	2	99	497	23	1,00	0,10	
28.7.2022	12,2	7,20	67	7,60	16	2	60,0	9,70	0,89	12,00	6,20	280	8,9	64	0,00	130	0,40	2,20	0,13	0,02	27000	0,15	43	5300	1,50	0,40	780	6	1600	2	100	460	12	1,00	0,10	
30.9.2022	8,7	8,80	76	7,20	23	2	60,0	8,60	0,75	22,00	7,10	270	7,3	100	0,00	100	0,50	1,60	0,13	0,03	41000	0,47	28	5500	1,30	0,15	1100	22	2000	3	120	833	10	1,00	0,30	

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 rikki pitoinen 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 runsasmetallisista kivistä kaivospiirialueella (lila) ja sen ympärillä.

10 Sedimenttitarkkailu

Sedimenttitarkkailu tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti elokuussa 2021. Seuraavan kerran sedimenttitarkkailu on vuorossa vuonna 2023, jonka jälkeen tarkkailua tehdään kuuden vuoden välein. Pieni-Hietasen pisteellä tarkkaillaan sedimenttejä lisäksi vuonna 2025.

11 Pohjaeläintarkkailu

Pohjaeläin tarkkailu on toteutettu ohjelman mukaisesti 19.–20.10 2021 välisenä aikana. Pohjaeläin tarkkailu tehdään seuraavan kerran vuonna 2024.



12 Kalatarkkailu ja vesisammalten metallipitoisuudet

12.1 Tarkkailun suoritus

Kalojen metallipitoisuuksien tarkkailu tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti vuonna 2021. Kalataloudellinen tarkkailu jatkui vuonna 2022 ja se sisälsi verkkokoekalastuksia, sähkökoekalastuksia, kalojen metallipitoisuuksien tarkkailua sekä kalastustiedustelun. Lisäksi suoritettiin samanaikaisesti vesisammalten metallipitoisuustarkkailu.

12.1.1 Verkkokoekalastus

Verkkokoekalastukset suoritettiin 12.-14.7.2022 standardin SFS-EN 14757 mukaisella Nordic-verkkokoekalastusmenetelmällä Hietanen-Pieni Hietanen (59.873.1.001) järvellä. Aikaisemmin Nordic-verkkokoekalastus Hietanen-Pieni Hietanen järviolueella on tehty vuosina 2013 ja 2018. Seuraava koekalastus suoritetaan tarkkailuohjelman mukaisesti vuonna 2025. Koekalastusten tarkoituksena on kerätä tietoa kaivoksen purkuvesistön kalaston tilasta ja rakenteesta sekä näiden mahdollisista seurannan aikaisista muutoksista. Koekalastusten saaliit on tallennettu valtakunnalliseen koekalastusrekisteriin.

Hietanen-Pieni Hietanen verkkokoekalastusmääräksi on tarkkailuohjelmassa määritelty järviolueen pinta-alan ja arvioitujen syvyysvyöhykkeiden perusteella 40 verkkoyötä, joka on sama kuin vuosina 2013 ja 2018 käytetty koekalastusmäärä (Eurofins Ahma Oy 2018a). Vuonna 2022 toteutunut koekalastusmäärä oli 39 verkkoyötä. Vuonna 2022 saatu kokonaissaalis oli yksilömäärältään 58 % ja painoltaan 68 % pienempi kuin vuoden 2018 saalis. Vuonna 2018 koekalastuksessa tavoitettiin 8 eri lajia, yksi laji enemmän kuin vuonna 2022, jolloin haukea ja salakkaa ei saatu saaliiksi mutta made nosti saatujen lajien määrän seitsemään. Vertailuvuosien lajijakautuminen sekä yksilömäärän, että painon perusteella ovat hyvin samankaltaisia. Valtalajien, ahvenen ja särjen lisäksi lahnan ja kuhan saalisosuuksissa on selvää yhteneväisyyttä. Yksittäisinä lajeina näiden lisäksi on muikku, salakka, made, hauki ja kiiski. Myös vuosien 2018 ja 2022 saaliiksi saatujen ahventen ja särkien pituusjakaumissa on yhteneväisyyttä, joten Hietanen-Pieni Hietanen kalaston rakenteen arvioidaan pysyneen vakaana seurantavuosien aikana. Ainoaksi selväksi muutokseksi voidaan todeta biomassaperusteisen yksikkösaaliin voimakas pieneneminen vuodesta 2018, jonka myötä tulos on runsashumuksiselle järvelle tyydyttävä—välttävä. Huomioitava on kuitenkin särkikalajien osuus saaliin kokonaispainosta, joka on 26,65 % ja erinomainen tulos.

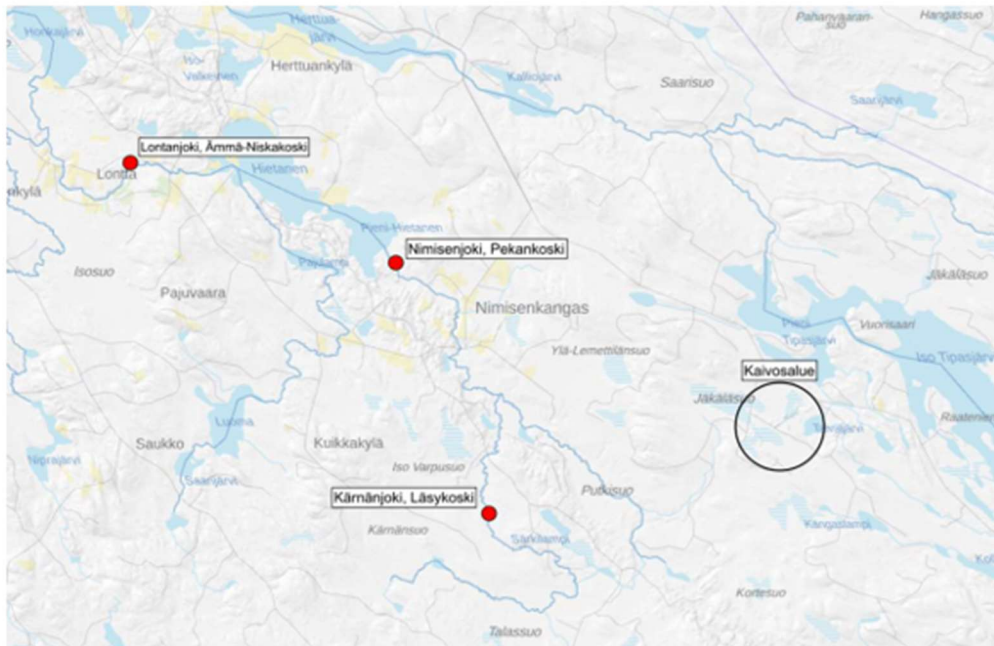
12.1.2 Sähkökoekalastukset

Kalaston tilan ja kalojen metallipitoisuuksien tarkkailua varten alueen virtavesissä suoritettiin elokuussa 2022 sähkökoekalastukset kolmella eri kohteella.

Sähkökoekalastus on standardoitu tutkimusmenetelmä, joka soveltuu erityisesti joki- ja virtavesien koekalastuksiin. Kalastuskoekalat sijaitsivat Lontanjoella (Ämmä—Niskakoski), Nimisenjoella (Pekankoski) ja Kärnänjoella (Läsykoski). Koekalastukset toteutettiin koekalastusohjeen (RKTL:n työraportteja 21/2014) mukaisesti käyttäen jokaisessa kohteessa yhtä poistokalastusta siten, että koekalan koko on vähintään 300 m². Koekalastusten saaliit ja koekalakohtaiset tiedot on tallennettu valtakunnalliseen koekalastusrekisteriin.

Taulukko 12-1 Sähkökoekalastusalojen perustiedot.

Vesistöalue	Sähkökoekalastusala	Kunta	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	Pyynti pvm.	Koelan pa. (m ²)
59.872	Lontanjoki, Ämmä-Niskakoski	Sotkamo	7097316-585458	26.8.2022	300
59.874	Kärnänojoki, Läsykoski	Sotkamo	7089534-593448	25.8.2022	250
59.874	Nimisenjoki, Pekankoski	Sotkamo	7095103-591398	25.8.2022	350


Kuva 12-1 Sähkökoekalastusalojen sijainti. (Kartta-aineisto: MML 2023)

Yleisin saalislaji Pekankosken koelalla oli ahven, joista suurin osa (15 kpl) oli pieniä, todennäköisesti saman kesän poikasina. Ahventen lisäksi saaliiksi saatiin yksi made ja yksi särki (Taulukko 12-2).

Lontanjoen Koekalastuksen saalis koostui pääasiassa ahvenista, muista lajeista (hauki, made, särki ja taimen) tavoitettiin 1-2 yksilöä (taulukko 12-3). Saaliiksi saatu rasvaevällinen taimen arvioitiin yli yksivuotiaaksi (1+) ja kala voi olla joko luonnonkudusta tai istutuksista peräisin.

Taulukko 12-2 Sähkökoekalastustulos 2022 Nimisenjoki, Pekankoski

Koela	Pinta-ala (m ²)	Laji	Saalis (kpl)	Paino (g)	Paino ka. (g)	kpl/100 m ²	g/100 m ²
Nimisenjoki, Pekankoski	350	Ahven	21	185,4	8,8	6,0	61,8
		Made	1	2,2	2,2	0,3	0,7
		Särki	1	57	57,0	0,3	19,0
		yht.	23	244,6	10,6	6,6	69,9



Taulukko 12-3 Sähkökoekalastustulos 2022 Lontanjoki, Ämmä-Niskakoski

Koeala	Pinta-ala (m ²)	Laji	Saalis (kpl)	Paino (g)	Paino ka. (g)	kpl/100 m ²	g/100 m ²
Lontanjoki, Ämmä-Niskakoski	300	Ahven	15	69,5	4,6	5,0	23,2
		Hauki	2	677	338,5	0,7	225,7
		Made	1	64,4	64,4	0,3	21,5
		Särki	2	18,9	9,5	0,7	6,3
		Taimen	1	51,8	51,8	0,3	17,3
		yht.	21	746,5	35,5	7,0	248,8

12.1.3 Kalojen metallipitoisuuksien tarkkailu

Metallipitoisuusmäärityksen näytekalat kerättiin sähkökoekalastusten yhteydessä. Tarkkailuohjelmassa tavoitelajeiksi asetettuja kivi- tai kirjoeväsimppuja ei tavoitettu, vaan näytekaloiksi valittiin korvaavat lajit. Lontanjoesta näytteeksi saatiin yksi hauki ja yksi made ja Nimisenjoesta yksi ahven sekä yksi made, jonka näytemäärä todettiin myöhemmin laboratoriossa liian pieneksi kalan pienen koon vuoksi.

Näytekalat preparoitiin laboratorio-olosuhteissa ja preparoiduista kalan lihasnäytteistä määritettiin nikkelin, lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet tuorepainoa kohden.

EU on asettanut kadmiumille, lyijylle ja elohopealle suurimmat sallitut enimmäismäärät elintarvikkeeksi käytettävissä kaloissa. Enimmäispitoisuuksista on määrätty asetuksessa EY N:o 1881/2006 ja sen muutoksissa.

Taulukko 122-4 Elintarvikkeeksi käytettävien kalojen enimmäismetallipitoisuudet (tuorepainoa kohti).

Metalli	Enimmäispitoisuus mg/kg tp	EU asetus nro
Kadmium	0,05	(EY) N:o 488/2014
Lyijy	0,3	(EY) N:o 1005/2015
Elohopea	0,5	(EY) N:o 1881/2006
Elohopea (hauki)	1	(EY) N:o 629/2008

Taulukko 12-5 Lontanjoen ja Nimisenjoen kalojen metallipitoisuudet vuonna 2022.

Lontanjoki, Niskakoski	Pituus mm	Paino g	Ni mg/kg tp	Pb mg/kg tp	Cd mg/kg tp	Hg Ämmä- mg/kg tp
Hauki	305	197	<0,05	0,01	<0,0025	0,27
Made	220	62	<0,05	0,01	<0,0025	0,13
Nimisenjoki, Pekankoski	Pituus mm	Paino g	Ni mg/kg tp	Pb mg/kg tp	Cd mg/kg tp	Hg mg/kg tp
Ahven	145	34	<0,05	0,01	<0,0025	0,51



Lontanjoen ja Nimisenjoen kalojen lihasnäytteistä mitatut nikkelin, lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet olivat vuonna 2022 hyvin pieniä kaikilla näytekaloilla (Taulukko 12-5). Ainoa enimmäispitoisuuden raja-arvon ylitys oli Nimisenjoelta saadun ahvenen elohopeapitoisuus (0,51 mg/kg), joka ylitti raja-arvon vain 0,01 mg/kg. Muut näytekalojen mitatut metallipitoisuudet jäivät huomattavasti enimmäispitoisuuksien raja-arvojen alapuolelle. Pitoisuudet on todettu akkreditoidulla tutkimusmenetelmällä, jossa lyijyn mittaausepävarmuus on 30 % ja elohopean 25 %.

12.1.4 Vesisammalten metallipitoisuuksien tarkkailu

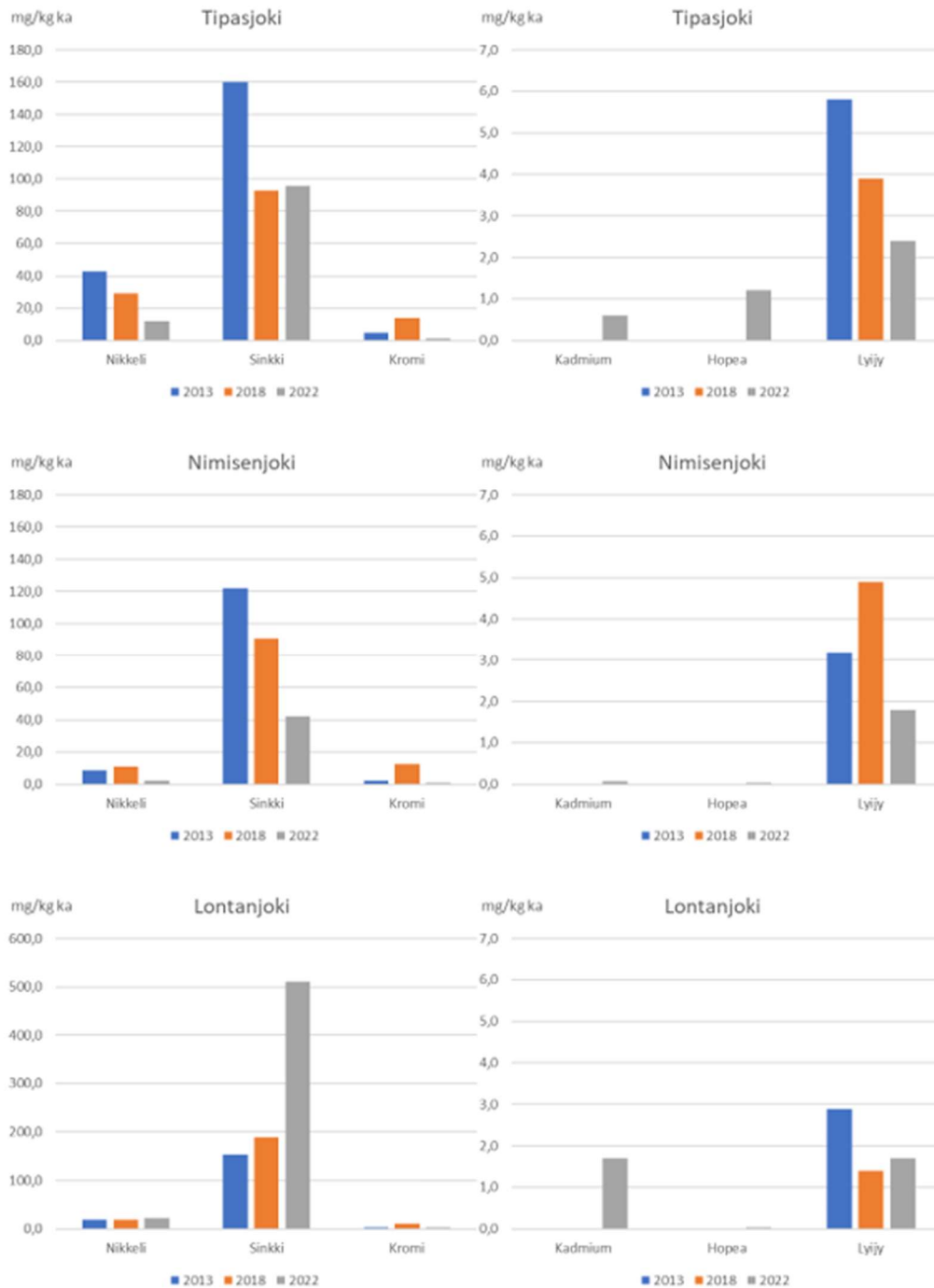
Kaivoksen alapuolisista virtavesistä tutkitaan vesisammalten metallipitoisuuksia osana vesistöjen biologista tarkkailua. Pohjassa kasvavina ja pitkäikäisinä eliöinä vesisammalet kuvaavat pohjan myötäistä kuormitusta ja jokien ekologista tilaa. Vesisammalten tuoreet versonosat keräävät mm. metalleja lehtisolukkoihin nopeasti ja kohonneet pitoisuudet säilyvät niissä pitkään (Ruoppa ja Heinonen 2004). Vesisammaliin kertyvät raskasmetallit ovat peräisin valuma-alueen maaperästä, josta liukenee ja kulkeutuu metalleja luontaisesti, sekä kuormituksesta kuten kaivosalueen jäte- ja sulamisvesistä, ja myös pienessä määrin ilmalaskeumasta.

Vesisammalten metallipitoisuuksien tarkkailu tehtiin voimassa olevan ohjelman mukaisesti (AFRY Finland 2021). Virtänäkinsammalnäytteet (FontinaIis daIecarIica) kerättiin kolmelta näytepaikalta 25.8.-26.8.2022. Näytteitä otettiin Tipasjoesta, Nimisenjoesta ja Lontanjoesta. Tarkkailuohjelman mukaisesti tarkkailua laajennetaan tarpeen mukaan kauemmaksi alavirtaan.

Näytteet otettiin ja esikäsiteltiin standardin SFS 5671 mukaisesti. Laboratoriossa sammalnäytteestä määritettiin hopean (Ag), nikkelin (Ni), kromin (Cr), sinkin (Zn), lyijyn (Pb) ja kadmiumin (Cd) pitoisuudet. Näytteiden esikäsitelymenetelmänä käytettiin typpihippo-vetyperoksidihajotusta. Näytteet analysoitiin KVVY Tutkimus Oy:n akkreditoidussa ympäristölaboratoriossa.

Vesisammalten metallipitoisuudet olivat pääosin pienimmät Nimisenjoessa. Nimisenjoessa metallien pitoisuudet olivat molempien ohjearvojen perusteella hyvin alhaiset tai alhaiset. Lontanjoessa todettiin lyijyä ja hopeaa lukuun ottamatta suurimmat pitoisuudet. Lontanjoessa lyijyn pitoisuus oli ohjearvoihin nähden alhainen tai hyvin alhainen, kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet olivat kohtalaisen korkeat ja sinkin pitoisuus korkea. Tipasjoessa puolestaan lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat alhaiset, kadmiumin alhainen tai kohtalaisen korkea ja nikkelin pitoisuus kohtalaisen korkea.

Verrattaessa tuloksia aikaisempiin tutkimusajankohtiin, voidaan havaita vuosien kesken selvää vaihtelua (kuva 12—2). Tipasjoessa lyijyn pitoisuudet ovat vähentyneet tasaisesti vuodesta 2013 vuoteen 2022. Myös Nimisenjoessa ja Lontanjoessa lyijypitoisuus on vuonna 2022 pienempi kuin vuonna 2013. Nimisenjoessa kuitenkin mitattiin vuonna 2018 suurempi lyijypitoisuus. Sinkin ja nikkelin osalta sekä Nimisenjoessa että Tipasjoessa on todettavissa laskua vuoteen 2013 verrattuna. Lontanjoessa sen sijaan havaittiin aiempaa selvästi suurempi, ohjearvoihin nähden korkea, sinkkipitoisuus. Lontanjoen nikkelpitoisuudessa ei sen sijaan ole todettavissa muutosta. Kromin osalta suurimmat pitoisuudet on havaittu vuonna 2018.



Kuva 12-2 Vesisammalnäytteiden metallipitoisuudet vuosina 2013, 2018 ja 2022. Vuonna 2013 metallipitoisuudet ovat kolmen ja vuonna 2018 kahden osanäytteen keskiarvotuloksia.



13 Melumittaukset

Melumittaukset tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti elo-syyskuun vaihteessa 2021 ja niitä jatketaan kolmen vuoden välein, seuraavan kerran vuonna 2024. Kaivosalueella tehtiin myös melumallinnus vuonna 2021.

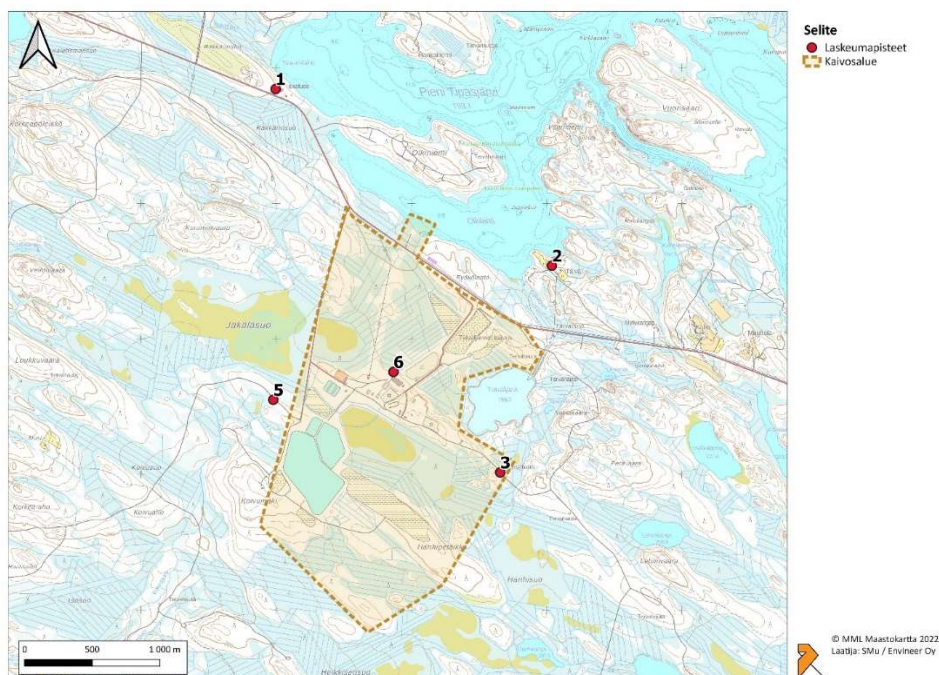
14 Ilmanlaadun tarkkailu

Ilmanlaadun tarkkailua toteutetaan tarkkailuohjelman mukaan leijuma- ja laskeumatarkkailujen avulla. Leijumatarkkailun mittaukset toteutettiin Ilmatieteenlaitoksen toimesta vuonna 2021. Leijumatarkkailua esitetään tehtävän jatkossa 5. vuoden väliin. Leijumamittausten tulokset on raportoitu erillisessä raportissa. Tarkkailuohjelman mukainen laskeumatarkkailu siirtyi vuoteen 2022.

14.1 Laskeuma tarkkailu

Ilmanlaadun tarkkailuun kuuluva laskeumatarkkailu on suunniteltu toteutettavaksi passiivisilla laskeumamittauksilla kaivosalueella ja sen lähiympäristössä. Mittauksilla ja niihin kuuluvilla analyyseillä pyritään määrittämään kaivoksen aiheuttamaa pölyn määrää ympäristössä sekä pölyn sisältämiä haitta-aineita.

Laskeumamittaukset toteutettiin tarkkailuohjelmasta poiketen erillisen tutkimussuunnitelman mukaisesti. Suunnitelma toimitettiin Kainuun ELY-keskukselle ennen mittausten aloitusta ja hyväksyttiin näytepisteiden lukumäärän ja mittausten keston osalta sellaisenaan 15.6.2022. Laskeumamittaukset toteutettiin viidessä eri pisteessä (1–3, 5 ja 6) kaivosalueella tai sen ympäristössä. Pisteet pyrittiin valitsemaan siten, että saataisiin mahdollisimman hyvä käsitys pölyn määrästä ja sen leviämisestä ympäristössä.



Kuva 12-3 Laskeumamittauspisteiden sijainti.



Pisteet 1 ja 2 edustivat lähimpiä häiriintyneitä kohteita. Pisteessä 1 sijaitsi Tipastupa, joka on kalaosuuskunnan ja metsäkoira-yhdistyksen maja ja pisteessä 2 kaivosyhtiön omistama asuintalo. Piste 1 oli lisäksi Kissalammen tien vieressä. Tie on soratie, jolloin siitä nouseva pöly päättyi kyseisen pisteen keräimeen. Tien liikenne liittyy pääosin kaivostoimintaan.

Pisteet 3 ja 5 sijaitsivat kaivoksen toiminta-alueen reunoilla, Hiidenportin kansallispuiston pohjoispuolella. Piste 6 sijaitsi kaivoksen toiminta-alueen keskellä aivan murskan välivarastosiilon vieressä, eli oletettavasti kaivosalueen pölyisimmällä paikalla.

Kuhunkin pisteeseen sijoitettiin kaksi laskeumakeräintä noin 1,5 m korkeuteen. Keräimenä oli metalliseen kehikkoon asetettu 10 litran astia. Keräimeen laitettiin noin litra nestettä, joka sisälsi noin 80 % puhdasta vettä ja 20 % asetonia levien kasvun estämiseksi. Keräimet asetettiin mahdollisimman aukealla paikalle, jotta sinne päätyisi mahdollisimman vähän puiden lehtiä tai neulasia.

Näytteet tutkittiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimuksen laboratoriossa Kuopiossa. Ennen analyysiä rinnakkaiset näytteet yhdistettiin yhdeksi noin kahden litran näytteeksi siten, että kummastakin rinnakkaisesta näytteestä otettiin noin litra nestettä analyysia varten. Mikäli nestemäärä oli tätä vähäisempi, yhdistettiin rinnakkaiset näytteet kokonaan. Näytteistä analysoitiin kiintoaine ja kiintoaineen hehkutusjäännös standardimenetelmin. Arseenin, kadmiumin, lyijyn, sinkin ja antimonin pitoisuudet määritettiin ICP-MS -menetelmällä.

Pitoisuuksista laskettiin laskeuman määrä 30 vuorokauden ajalta neliometriä kohden. Kiintoaineen hehkutusjäännöstä käytettiin epäorgaanisen laskeuman määränä. Tulokset ilmoitettiin joko grammoina tai milligrammoina suuruusluokan mukaan. Laskeumamittausraportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 11.

Kiintoainelaskeuma sisältää sekä orgaanisen että epäorgaanisen kiinteän aineksen. Kiintoaineen hehkutusjäännös kuvaa epäorgaanista, veteen liukenematonta laskeumaa ja hehkutushäviö vastaavasti orgaanista liukenematonta laskeumaa, kuten lehtiä ja hyönteisiä. Laskeumapölylle ei ole nykyään olemassa lainsäädännöllisiä raja- tai tavoitearvoja, mutta tuloksia voidaan verrata entiseen viihtyvyyssraja-arvoon 10 g/m²/kk.

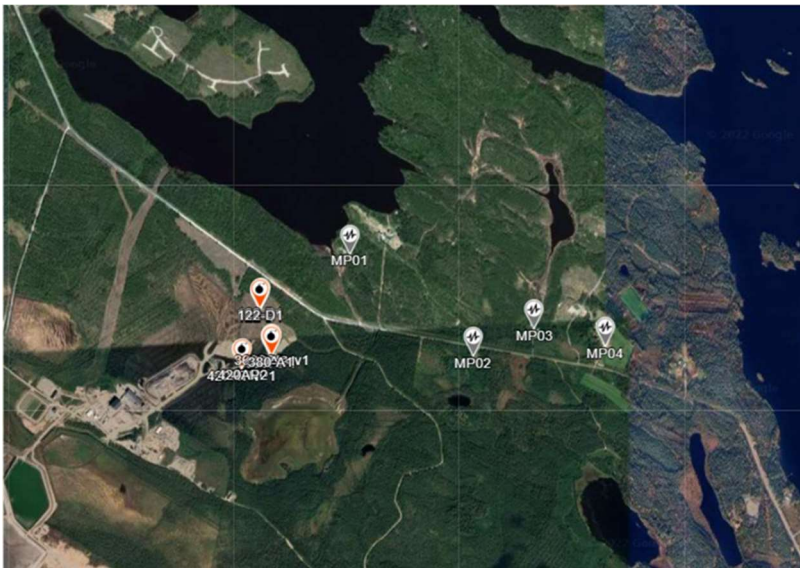
Viihtyvyyssraja-arvoon verrattuna pisteissä 1-3 ja 5 esiintyneet laskeumamäärät olivat suhteellisen vähäisiä. Suurimmillaan kiintoainelaskeuma oli elokuussa rikastushiekka-alueen viereisessä pisteessä 5 noin 4,5 g/m²/kk. Korkeimmat metallipitoisuudet havaittiin elokuussa pisteissä 1 ja 5. Eniten metallilaskeumissa oli sinkkiä 4 - 5 mg/m²/kk.

Mittauspisteiden määrä ja sijainnit todettiin riittäväksi arvioitaessa toiminnan pölypäästöjen laskeumakuormitusta lähialueelle. Pitoisuudet olivat ennako-odotusten suuruisia ja samankaltaisia vaikutuksia on mitattu muiltakin kaivosalueilta.

Jatkotarkkailusuositukseksi on, että tarkkailua jatketaan vastaavalla tavalla 3-5 vuoden välein.

15 Tärinä

Kaivoksen louhintatyöstä syntyvää tärinää mitattiin 2.9.2022 - 31.10.2022 välisenä aikana neljästä mittauspisteestä kaivosta lähinnä sijaitsevien kiinteistöillä. Tärinämittaukset suoritti Forcit Consulting Oy, ja tärinää mitattiin jatkuvatoimisesti Ava Monitoring kolmiaksaalisilla tärinämittareilla. Mittalaitteet kiinnitettiin pulttiankkurikiinnityksellä mitattavien kiinteistöjen kivijalkaan. Mittausajanjaksona avolouhoksella ei ollut louhintaa tai lastausta. Maanalaisen kaivoksen toiminta oli keskeytymätöntä. Tärinämittauspisteet ja räjäytyskohteiden sijainti maanpintaprofilissa on esitetty kuvassa 15 -1.



Kuva 15-1. Tärinämittauspisteiden ja räjäytyskohteiden sijainti

Räjäytysajat kirjattiin kaivoksen tuotantoraportteihin ja toimitettiin mittaajalle muiden kuin räjäytyksistä aiheutuvien tärinöiden poissulkemiseksi. Mittauspisteen ja räjäytyskohteen välisen etäisyyden laskemiseksi tuotantotietoihin kirjattiin myös louhoksen taso ja sijainti (syvyys maanpinnalta mitattuna ja etäisyys mittauspisteeseen maanpintaa pitkin mitattuna).

Korkein louhintatyöstä aiheutunut mittaustulos ja ohjearvo mittauspisteittäin on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 15.1 Tärinämittaustulokset

Mittauspiste	Ohjearvo (mm/s)	Tulos (mm/s)
MP01, Taipaleentie 10	11,0	2,31
MP02, Kissanientie 87	7,6	0,67
MP03, Kissanientie 88	8,3	0,68
MP04, Kissanientie 92	7,4	0,63

Kaikki räjäytyksistä aiheutuneet tulokset ovat selkeästi alle kiinteistöjen ohjearvojen. Louhinnasta aiheutuva tärinä ei aiheuta vauriovaaraa kiinteistöillä sijaitsevien rakennusten rakenteille.



16 Yhteenveto

Sotkamon hopeakaivoksen tarkkailu tehtiin vuonna 2022 Kainuun ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailun muutosesityksen mukaisesti. Tarkkailuohjelma on otettu käyttöön 30.9.2021 (AFRY Finland Oy 2021).

Vuoden 2022 tarkkailu käsitti sisäisten vesien ja päästövesien tarkkailun sekä ympäristövaikutusten tarkkailun. Ympäristövaikutusten tarkkailu sisälsi vuonna 2022 vesistötarkkailun, pohjavesitarkkailun, sekä vesistöjen biologisesta tarkkailusta klorofyllit, vesisammalten metallipitoisuuden määrittämisen, koeverkkokalastuksen ja sähköllä tehtävän koskikalastuksen. Laaja kasviplankton keräys tehtiin alkaen toukokuusta 2022, mutta näytteet tuhoutuivat väärän säilytysaineen vuoksi. Laaja kasviplankton selvitys siirrettiin tehtäväksi vuoden 2023 aikana.

Lisäksi tehtiin ilmanlaatuselvitykseen kuuluva laskeumamittaus ja tärinmittaukset.

Vuonna 2022 rikasteissa tuotettiin noin 1 169 000 unssia hopeaa, 3 285 unssia kultaa, 1 534 tonnia lyijyä ja 3 335 tonnia sinkkiä.

Pyriittirikastetuotanto oli yhteensä noin 14 765 tonnia. Kokonaislouhintamäärä oli 1 012 300 tonnia vuonna. Louhitusta materiaalista malmia ja rajamalmia oli 644 000 tonnia ja sivukiveä 368 263 tonnia. Rikastushiekkaa muodostui yhteensä 611 000 t ja sen keskimääräinen rikkipitoisuus oli 0,27 %. Rikastushiekkaa käytettiin patoalueen korotuksiin 165 750 t

Koivupuroon purettiin vedenpuhdistamolta ja prosessivesikierrosta kosteikkoalueiden kautta vettä yhteensä 414 150 m³. Pienen Tipasjärven Olkilahdesta otettiin kaivoksen käyttöön vettä yhteensä 27 640 m³.

Vuonna 2022 pintavalutuskentälle johdettavan veden keskimääräinen laatu täytti ympäristöluvassa (nro 155/2020) asetetut pitoisuusraja-arvot. Yksittäisen näytteen mukainen pitoisuusraja ylittyi lievästi sinkin osalta. Koivupuroon johdettavan veden kokonaistyyppikuormitus pintavalutuskentiltä oli 11 887 kg ja kokonaisfosforikuormitus 10,57 kg. Ympäristölupamääräysten mukaiset kuormitusraja-arvot eivät ylittyneet.

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.

Pintavalutuskentille purettavien vesien kuukausipitoisuudet täyttivät lupamääräysten pitoisuusrajat. Poikkeuksista yksittäisten mittaustulosten osalta on ilmoitettu valvovalle viranomaiselle ELY-keskukselle. Ympäristöluparajan yksittäiseen ylitykseen johtavia poikkeamia oli vuonna 2022 yhteensä neljä.

Poikkeamia, joista olisi aiheutunut vähäisiä vaikutuksia kaivoksen ulkopuolelle ei ollut. Kaivoksen ulkopuolisia huomautuksia oli kaksi kappaletta.



Kaivokselta lähteivissä vesissä oli vuonna 2022 edelleen kohtalaisesti typpeä, mutta ympäristölupamääräyksen mukainen kuukausivirtaama-painotteinen kokonaistyyppi-kuormitus oli alle luparajan.

Vesistö tarkkailun näytteitä otettiin näytepisteiltä pääosin tarkkailuohjelman mukaisesti. Sääolosuhteet vaikeuttivat näytteenottoa alkuvuonna ja loppuvuonna. Kenttämittausten tulokset poikkesivat jonkin verran laboratoriossa analysoiduista tuloksista, mutta niitä voitiin hyödyntää järvi kohteiden kerrostuneisuuden arviointiin.

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

Ollinjoessa oli vuonna 2022 havaittavissa etenkin loppuvuodesta kaivoksen purkuvesien vaikutus. Sähkönjohtavuusarvoissa sekä sulfaatti- ja tyypipitoisuuksissa esiintyi vaihtelua ja pitoisuuksien nousua etenkin syksyllä. Myös kalsiumin, antimonin, sinkin ja kloridin pitoisuudet kasvoivat loppuvuodesta ja ylittivät kaivoksen aiempina toimintavuosina havaitut pitoisuudet ja alueen tyypillisen pitoisuustason.

Pirttilammessa todettiin heinäkuun lopussa 2022 joidenkin metallien osalta tavanomaisia pitoisuuksia korkeampia pitoisuuksia, jotka pienenevät loppuvuotta kohti. Metallipitoisuuksien vuoksi hetkellisesti heikentynyt vedenlaatu viittasi tuolloin kaivosvesien vaikutukseen. Pirttilammessa ei todettu ympäristölaatumien ylityksiä.

Nimisenjoessa oli vuonna 2022 havaittavissa kaivoksen vesien vaikutuksesta mahdollisesti heinäkuun lopun näytteenottoajankohtana. Sähkönjohtavuudessa sekä sulfaatin ja kloridin pitoisuuksissa havaittiin tällöin vuoden 2022 korkeimmat pitoisuudet. Metallien osalta yksittäisiä pieniä pitoisuusvaihteluita voitiin havaita ympäri vuoden. Typpipitoisuudet olivat korkeimmillaan joulukuussa. Ympäristölaatumilla säädelyjen metallien liukoiset pitoisuudet olivat erittäin pieniä tai alle määritysrajan.

Pieni-Hietasessa ja Hietasessa ei havaittu vuonna 2022 hopeakaivoksen kuormitukseen viittaavia veden laatumuutoksia.

Pieenen Tipasjärveen johtavassa ojassa havaittiin vuonna 2022 ajoittaista raskasmetallipitoisuuksien nousua, ja sinkkipitoisuudet olivat jonkin verran koholla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus ylitti ympäristölaatumit (MAC-EQS ja AA-EQA). Ojan vedenlaatu oli edellisvuoden tavoin muutoin selvästi parempi kuin vuonna 2019.

Pienen Tipasjärven Olkilahdessa vedenlaatu oli vuonna 2022 kokonaisuutena hyvä, eikä kaivostoiminnasta aiheutuvia muutoksia ollut todettavissa

Taivaljärvi on kesällä 2022 kunnostettu kosteikoksi ja kalan poikasten kasvatusta varten rakennettu padotus on purettu. Kaivosyhtiö jatkaa tarkkailuvelvoitteen loppumisesta huolimatta Taivaljärven tarkkailua ohjelman mukaisesti. Kunnostuksen jälkeen näytteitä otettiin kaksi kappaletta Kosteikkokunnostuksen ja kalan kasvatuksen loppumisen vaikutusta Taivaljärven tilaan on heti kunnostuksen jälkeen erittäin vaikea arvioida.

Pohjavesitarkkailun näytteenotto tehtiin vuonna 2022 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 lähes täysin hapetonta, ja se sisältää runsaasti eloperäistä aineista, mikä on



hyvin tyyppillistä suovaltaisen alueen pohjavesille. Kaikkien putkien vesi oli hapanta tai lähellä neutraalia, pH vaihteli välillä 4,0 – 7,1.

Pohjavesiputkien vesissä oli tulosten mukaan runsaasti rautaa, mangaania, magnesiumia ja sinkkiä sekä ammoniumtyypeä sekä ravinnepitoisuudet olivat useimmiten suuria. Nikkelipitoisuus ylitti ympäristölaatonormin pitoisuuden (10 µg/l) pohjavesiputkessa 301 kolmena havaintoajankohtana toukokuusta lähtien.

Ammoniumtyypen ympäristölaatonormin (250 µg/l) ylittävä pitoisuus havaittiin jokaisella kerralla kaikissa muissa pohjavesiputkissa kuin 306.

Alueen pohjaveden antimoni-, kadmium-, kromi- ja kuparipitoisuudet sekä sähkönjohtavuusarvot olivat pieniä. Sulfaatin ympäristölaatonormin (150 mg/l) ylityksiä ei vuonna 2022 todettu. Elohopeatulokset alittivat määritysrajan (0,13 µg/l) jokaisessa näytteessä. Pohjavesissä ei ole havaittu toriumia, uraania, koliformisia bakteereja tai öljyhiilivetyjä.

Kalastus ja kalojen metallipitoisuuksien tarkkailu tehtiin vuonna 2022 ohjelman mukaisesti. Kokonaissaalis oli yksilömäärältään 58 % ja painoltaan 68 % pienempi kuin vuoden 2018 saalis. Vuonna 2022 valtalajeina olivat ahven ja särki, lisäksi saatiin muikku, salakka, made, hauki, lahna ja kuha. Lajijakautuminen sekä yksilömäärän, että painon perusteella on säilynyt hyvin samankaltaisena.

Pekankoskella yleisin kala oli pienikokoinen ahven. Ahventen lisäksi saaliiksi saatiin yksi made ja yksi särki. Lontanjoen koekalastuksen saalis koostui pääasiassa ahvenista, muita lajeja olivat hauki, made, särki ja taimen, joka arvioitiin yli yksivuotiaaksi.

Kaivoksen alapuolisista virtavesistä Tipasjoesta, Nimisenjoesta ja Lontanjoesta tutkittiin vesisammalnäytteitä metallipitoisuuksien määrittämiseksi. Vesisammalten metallipitoisuudet olivat pääosin pienimmät Nimisenjoessa. Tipasjoessa lyijyn pitoisuudet ovat vähentyneet tasaisesti vuodesta 2013 vuoteen 2022. Myös Nimisenjoessa ja Lontanjoessa lyijypitoisuus on vuonna 2022 pienempi kuin vuonna 2013. Sinkin ja nikkelin osalta sekä Nimisenjoessa että Tipasjoessa on todettavissa laskua vuoteen 2013 verrattuna. Lontanjoessa sen sijaan havaittiin aiempaa selvästi suurempi, ohjearvoihin nähden korkea, sinkkipitoisuus. Lontanjoen nikkelpitoisuudessa ei sen sijaan ole todettavissa muutosta. Kromin osalta suurimmat pitoisuudet on havaittu vuonna 2018.

Pölyn laskeumamittaukset toteutettiin erillisen tutkimussuunnitelman mukaisesti. Laskeumamittaukset toteutettiin viidessä eri pisteessä kaivosalueella ja sen ympäristössä. Viihtyvyyssraja-arvoon verrattuna esiintyneet laskeumamäärät olivat suhteellisen vähäisiä. Suurimmillaan kiintoainelaskeuma oli elokuussa rikastamon murskausalueen vieressä ja korkeimmat metallipitoisuudet olivat elokuussa Kissanientien varressa ja rikastushiekka-altaan vieressä. Eniten metallilaskeumissa oli sinkkiä 4 - 5 mg/m²/kk.

Tärinämittaukset suoritettiin syksyn aikana neljässä lähimmässä kiinteistössä. Tärinämittausten tulosten mukaisesti kaivoksen räjäytykset eivät aiheuta vaaraa kiinteistöillä sijaitsevien rakennusten rakenteille.