

Lapin ELY-keskus, Ympäristö- ja luonnonvarat vastuualue
Sodankylän kunnan ympäristönsuojeluviranomainen
Sodankylän kalatalousalue
Metsähallitus

VIITE Pahtavaaran kultakaivoksen ympäristölupa sekä vesilain mukainen lupa, Sodankylä,
Nro 68/06/1, Dnro PSY-2003-Y-194

Pahtavaaran kaivoksen ympäristötarkkailun vuosiraportti 2023

Pahtavaara mine annual environmental monitoring report 2023

- Sivu 2. **Käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2023, Rupert Finland Oy**
Operational monitoring report 2023
- Sivu 30. **Päästö- ja vaikutustarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy**
Emission and impact monitoring report 2023
- Sivu 80. **Saniteettijätevedenpuhdistamon tarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy**
Sanitary effluent treatment plant monitoring report 2023
- Sivu 90. **Pohjavesitarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy**
Groundwater monitoring report 2023
- Sivu 121. **Pöylaskeumatarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy**
Dust monitoring report 2023
- Sivu 139. **Sedimenttitarkkailu 2023, Eurofins Ahma Oy**
Sediment monitoring report 2023

Rupert Finland Oy

Pahtavaaran kaivoksen käyttötarkkailun vuosiyhteenvedo 2023



Sisällys

| | |
|---|---|
| 1. Johdanto..... | 3 |
| 2. Käyttötarkkailu | 4 |
| 3. Toiminta Pahtavaaran kaivoksella vuonna 2023 | 4 |

Liite 1. Pahtavaaran kaivoksen rikastushiekka-alueen patojen vuositarkastus 2023/2024

1. Johdanto

Pahtavaaran kaivos on Sodankylän Pahtavaarassa sijaitseva kultakaivos, jonka löysi Geologian tutkimuskeskus vuonna 1985. Vuonna 1996 Terra Mining Oy aloitti Pahtavaarassa kaivostoiminnan ja jatkoi sitä aina vuoteen 2000 saakka. Vuonna 2003 kaivos siirtyi uudelle omistajalle Scan-Mining Oy:lle, joka harjoitti kaivostoimintaa vuoden 2007 loppuun asti. Huhtikuussa 2008 Pahtavaaran kaivos siirtyi Lappland Goldminers Oy:n omistukseen. Lappland Goldminers Oy harjoitti kaivostoimintaa vuoden 2014 toukokuuhun ja 14.5.2014 kaivoksen toiminta ajettiin alas. Syyskuussa 2016 Pahtavaaran kaivos siirtyi Rupert Finland Oy:n omistukseen, minkä jälkeen kaivostoiminta on edelleen ollut keskeytyksissä.

Raportissa on esitetty Pahtavaaran kaivoksen käyttötarkkailun vuosiyhteenveto vuodelta 2023.

1.1. Pahtavaaran kaivoksen lupatilanne

Pahtavaaran kaivoksella on voimassa oleva ympäristölupa sekä vesilain mukainen lupa (PSY-2003-Y-194), joka tuli lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (1480/1/08). Ympäristöluvan ja vesilain mukaisen luvan lisäksi Pahtavaaran kaivoksella on useita toiminnan tai tarkkailun muutoksiin liittyviä erillisiä päätöksiä.

Voimassa olevat lupapäätökset:

- Pahtavaaran kaivosta koskevan ympäristölupapäätöksen muuttaminen rikastushiekka-
altaan korottamisen osalta ja toiminnanaloittamislupa (PSAVI/141/04.08/2010).
- Pahtavaaran kaivoksen Länsimalmion ympäristölupa (PSAVI/99/04.08/2012).
- Pahtavaaran kaivoksen ympäristöluvan ja vesilain mukaisen luvan 68/06/01
lupamääräyksen 2 muuttaminen (PSAVI/39/04.08/2013), tullut voimaan KHO:n
pätöksellä (1227/1/16)
- Ilmoitus koeluonteisesta toiminnasta koskien Pahtavaaran kaivoksen rikastushiekka-
alueen luonnonmukaista sulkemistapaa (PSAVI/6646/2019)
- Pahtavaaran kaivoksen ympäristöluvan muuttaminen kaivoksen sulkemissuunnitelman
sekä sitä koskevan vakuuden osalta (PSAVI/1850/2020)
- Ilmoitus koeluontaisen toiminnan jatkamisesta koskien Pahtavaaran kaivoksen
rikastushiekka-alueen luonnonmukaista sulkemistapaa (PSAVI/8759/2021)

Kaivoksen toiminnalle laadittu ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on hyväksytty 9.10.2008 (LAP-2008-y-86-111). Hyväksynnän jälkeen tarkkailuohjelmaa on päivitetty seuraavasti:

- 13.4.2010, Päivitetty vastaamaan KHO päätöstä 1480/1708
- 10.5.2012, Täydennetty sivukivialueen 2 pintavalutuskentän tarkkailu (Psy-2008-y-185)
- 14.7.2014, Täydennetty pato 3 päästötarkkailua (PSAVI/99/04.08/2012)
- 20.11.2014, Tarkkailuohjelman kevennys toiminnan keskeytyessä (LAPELY/65/07.00/2010)
- 24.9.2019, Tarkkailuohjelman kevennys toiminnan keskeytyksen jälkeen
(LAPELY/3366/2015)

2. Käyttötarkkailu

2.1. Patotarkkailu

Kaivoksen toiminnan ollessa keskeytettynä patoallas- ja aluevalvontaa suoritetaan kolme kertaa viikossa. Poikkeustilanteissa (mm. rankkasateet, jäätyminen, veden pumppauksen ollessa päällä ylläpito- tai huoltosyistä, kevättulva/sulamminen) valvontaa suoritetaan kerran päivässä.

2.2. Kaivos- ja rikastamovesien käyttötarkkailu

Kaivoksen toiminnan ollessa keskeytettynä kaivosalueelta lähtevien vesien määrää ja mittapatojen vedenpinnan korkeutta mitataan kolme kertaa viikossa patotarkkailun yhteydessä ja tarvittaessa useammin.

2.3. Saniteettijätevesien puhdistamon käyttötarkkailu

Pahtavaaran kaivoksen saniteettijäteveden puhdistamoa hoitaa kaivoksen oma henkilöstö. Henkilöstö pitää puhdistamon toiminnasta ja hoidosta käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään tiedot syötetyistä kemikaaleista, käsitellyistä vesimääristä ja tehdyistä huoltotoista.

2.4. Ilmapäästöjen käyttötarkkailu

Alueen yleisvalvontaa sekä rikastushiekka-altaan valvontaa suoritetaan kolme kertaa viikossa. Kaivoksen toiminnan ollessa keskeytettynä, liikenteen aiheuttama pölyäminen on vähäistä. Rikastushiekka-altaan osalta pölyämistä seurataan ja tarpeen vaatiessa ryhdytään korjaustoimenpiteisiin (esim. kosteana pito). Rikastushiekka-altaan kasvituksen (koetoimintalupa PSAVI/6646/2019) jälkeen altailla ei ole havaittu pölyämistä. Yhtiö on asentanut omaehtoisena tarkkailuna kaksi pölylaskeumakeräintä rikastushiekka-altaan ympäristöön vuonna 2022. Laskeumakeräimiä tarkkaillaan kuukausittain.

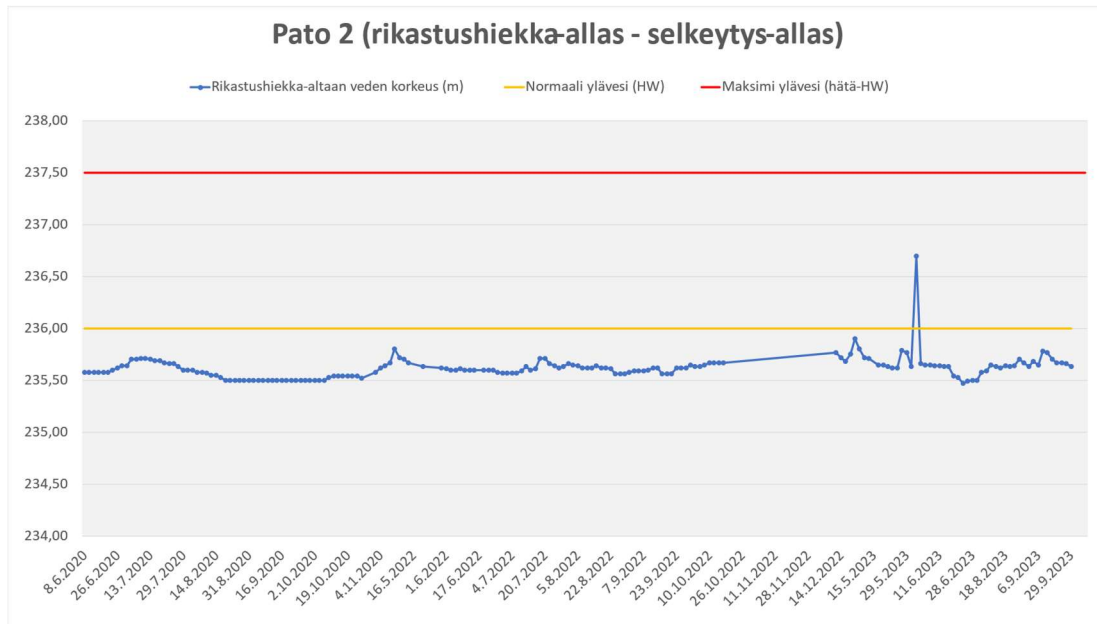
3. Toiminta Pahtavaaran kaivoksella vuonna 2023

Vuonna 2023 Pahtavaaran kaivos ja rikastamo ovat olleet edelleen ylläpitotilassa. Ylläpitotyöt sisältävät muun muassa maanalaisen kaivoksen pumppauksen huollon ja ylläpidon sekä alueen tieverkoston ja rakennuksien kunnossapitoa. Maanalaisen kaivoksen kuivatusvesiä pumpattiin vuoden 2023 aikana noin 406 427m³.

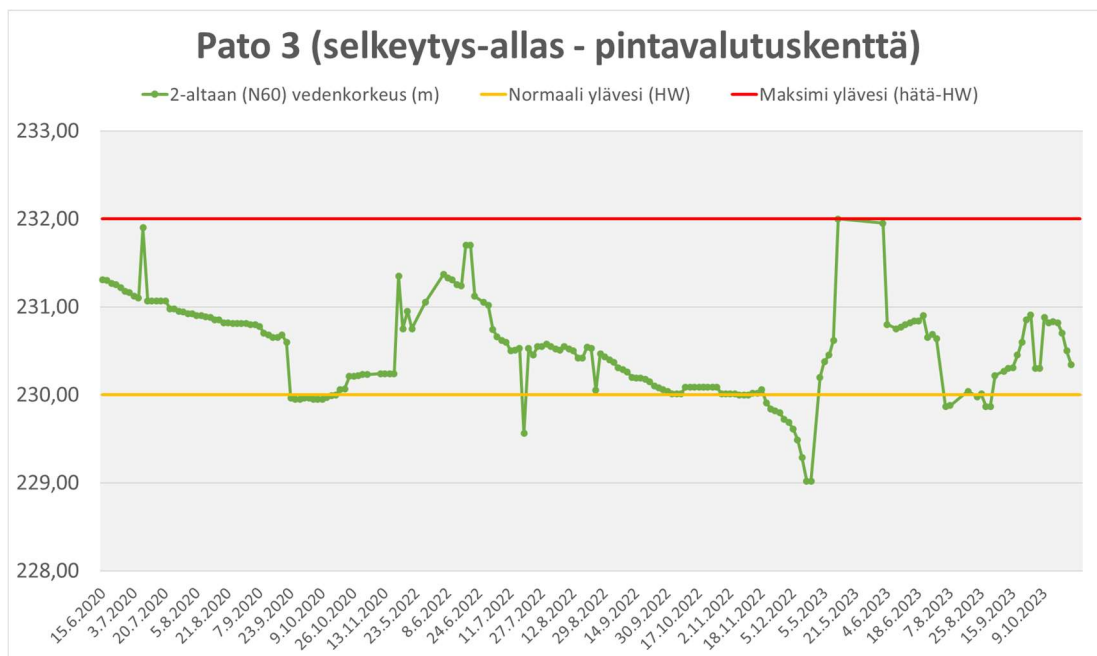
Vuonna 2023 ylläpitotoimintoihin tarvittava raakavesi pumpattiin Soasjoesta ja vuoden aikana sitä pumpattiin käyttöön yhteensä noin 1051 m³. Vuonna 2023 vettä selkeytysaltaasta padon 3 kautta pintavalutuskentälle johdettiin noin 992 567 m³.

Kairanäytteiden käsittelyn muuton jälkeen Sodankylän kylällä sijaitseviin tiloihin vuoden 2023 alussa Pahtavaarassa jatkoi työskentelyä 5 henkilöä huolto- ja kunnossapitotehtävissä. Maaliskuussa 2023 aloitettiin maanalaisen kaivoksen purkamistyöt. Purkamistyöt jatkuvat vielä vuonna 2024.

Patotarkastuksia suoritettiin 3 kertaa viikossa. Alla on esitetty rikastushiekka-altaan ja selkeytysaltaan välisen padon (kuva 2) sekä selkeytysaltaan ja pintavalutuskentän välisen padon (kuva 3) pinnankorkeudet vuodesta 2020 (vuoden 2021 tiedot puuttuvat). Pahtavaaran kaivoksen rikastushiekka-alueen patojen vuositarkastusraportti 2024 on liitteenä 1.



Kuva 1. Padon 2, rikastushiekka-altaan ja selkeytysaltaan välisen padon pinnankorkeudet) 2020-2023.



Kuva 2. Padon 3, selkeytysaltaan ja pintavalutuskentän välisen padon pinnankorkeudet 2020-2023.

3.1. Ympäristöpoikkeamat

Vuonna 2023 Pahtavaaran kaivosalueelta tehtiin yksi ympäristöpoikkeamailmoitus ja kolme ympäristöhavaintoa.

Toukokuussa Metsähallitus ilmoitti tekevänsä harvennuskohteen Pahtavaaran sivukivialueen 2 eteläpuolella. Alueella oli tehty kesällä 2022 ja 2023 luontokartoituksia ja löydetty rauhoitettua Neidonkenkä -lajia runsaasti. Lajihavaintoja ei ollut vielä yleisesti käytössä olevassa laji.fi -tietokannassa, joten havaintotiedot eivät olleet Metsähallituksen käytössä. Metsähallitusta tiedotettiin asiasta ja ilmoittivat ottavansa tiedot huomioon harvennuskohteita suunnitellessaan.

Kesäkuussa Pahtavaaran moreeniselvityksen perusteella tutkittavien alueiden reittien merkkauksessa kairakoneille löydettiin Neidonkenkä (rauhoitettu laji) suunnitellun kairapisteen vierestä. Ennen kuin alue on kartoitettu, alue jätettiin toistaiseksi tutkimatta.

Elokuussa havaittiin kuollut poro rikastushiekka-alueella. Asiasta ilmoitettiin poroisännälle. Poron kuolema ei liittynyt kaivoksen toimintaan tai kaivosalueeseen.

Syyskuussa Pahtavaaran kenttäkierroksella havaittiin rikastamon takaa kenttäalueen reunalta maassa roskia. Tarkemman tarkastelun jälkeen näytti siltä, että jätteitä on haudattu murskeen sekaan. Kyseinen kenttäalue on tehty edellisten kaivoksen toimijoiden toimesta, joten jätteiden hautaaminen on tapahtunut kaivoksen tuotannon aikaan Rupertia edeltäneiden yhtiöiden toimesta. Jätteitä pilkotti kentän murskealueen luiskasta useasta kohtaa; puuta, muovia, metallia, letkuja, tyhjiä maalipurkkeja jne. Yksittäisiä jätteitä oli levinnyt myös metsän puolelle alueen reunalta. Osa alueen ulkopuolelle kulkeutuneista jätteistä oli jo peittynyt päälle tulleen kasvillisuuden alle, joten jätteiden hautaamisesta lienee jo aikaa. Maan ollessa jo roudassa, alueelle tilattiin tarkemmat maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset kesälle 2024. Alue ja sen laajuus tutkitaan tarkemmin kesällä 2024, minkä jälkeen suunnitellaan tarvittavat korjaavat toimenpiteet.

3.2. Jätehuolto

Pahtavaaran kaivoksella ylläpitotoiminnasta syntyvät jätteet erilliskerätään ja toimitetaan asianmukaiseen käsittelyyn kaivoksen ulkopuolelle. Vuonna 2023 kaivoksella ei syntynyt vaarallisia jätteitä.

Vuonna 2023 Pahtavaaran kaivoksella syntyi noin 107,7 tonnia vaarattomia jätteitä. Jätteistä noin 75,9 tonnia syntyi maanlaisen kaivoksen purkutöistä ja noin 5,7 tonnia vanhan kairasydännäytteen varastokentän siivouksesta ja yleisestä siivouksesta puujätettä noin 7,3 tonnia ja paperijätettä noin 0,08 tonnia. Polttokelpoista jätettä syntyi noin 4 tonnia, sakokaivolietettä noin 10 tonnia ja kairasydännäytteen sahauksesta lietettä noin 4,8 tonnia.

Vanhalla kairasydännäytteen varastokentällä tehdyssä käsittelytestissä käsiteltiin kaksi noin 85 m³ kasaa, jotka sisälsivät kairasydännäytettä, puuta ja muovia. Kasoista saatiin eroteltua puujätettä noin 4,2 tonnia ja lajittelematonta polttokelpoista jätettä noin 1,5 tonnia.

3.3. Rikastushiekka-altaan koetoiminta

Vuonna 2018 Pahtavaaran kaivoksella käynnistettiin tutkimusprojekti rikastushiekka-altaan vaihtoehtoisen, luonnonmukaisen sulkemisen kustannusten ja vaikutusten selvittämiseksi. Rikastushiekasta tehtiin viljavuusanalyysi, jonka perusteella alueelle kylvettiin koeruutuja eri siemen- ja lannoiteseoksilla. Vuonna 2019 rikastushiekka-allas lannoitettiin ja kylvettiin siemenseoksella, mikä sisälsi kauraa, timoteitä ja nurmiapilaseosta. Vuonna 2020 alueelle tehtiin syyskylvö ja vuonna 2021 täydennyskylvö ja -lannoitus. Vuonna 2022 rikastushiekka-alueelle ei tehty kylvöjä eikä täydennyslannoituksia. Vuonna 2023 rikastushiekka-altaan syyskylvö noin 10 hehtaarin alueelle apilanurmi-siemenseoksella rikastushiekka-alueen keskiosaan. Vuonna 2024 rikastushiekka-alueen täydennyskylvöä jatketaan keväällä noin 5 ha verran rikastushiekka-alueen eteläosaan ja täydennyskylvöalueet lannoitetaan Yaramila Y3 lannoitteella.

Rikastushiekka-altaan kylvön lisäksi vuonna 2019 rikastushiekka-altaan länsireunaan on asennettu kolme lysimetriä, joiden tarkoituksen on testata eri peittorakennevaihtoehtoja. Vuonna 2021 lysimetrit korvattiin uusilla, sillä vuonna 2019 asennetut lysimetrit olivat rikkoutuneet, eikä niistä saatu suunniteltuja vesinäytteitä kerättyä. Saman vuoden syksynä huomattiin, että uusien lysimetrien asennuksen yhteydessä lysimetreihin oli mennyt keskenään eri kerrospaksuus rikastushiekkaa. Lysimetrien rakennekerrokset muutettiin vuonna 2022 kesäkuussa vastaamaan toisiaan, jotta lysimetrien tulokset olisivat vertailukelpoisia keskenään ja samalla lysimetrien pinta kylvettiin. Vuonna 2023 lysimetreistä saatiin ensimmäiset vesinäytteet.

Rikastushiekka-altaan kasvustoa seurataan vuosittain kasvillisuustutkimuksella. Lisäksi alueella kasvavasta heinästä tehdään vuosittain rehuanalyysi sekä metallimääritykset.

MUISTIO

7.6.2024

Pahtavaaran kaivoksen rikastushiekka-alueen patojen vuositarkastus 2024

Paikka: Pahtavaaran kaivos, rikastushiekka-alue
Aika: 7.6.2024 klo 12:45-14.45
Läsnä: Mikko Aaltovirta, alue- ja turvallisuuspäällikkö
Anniina Salonen, ympäristöpäällikkö
Mirva Kuivalainen, ympäristöasiantuntija

1. Edellisen patotarkastuksen pöytäkirjan tarkastus

Edelliset patotarkastukset on suoritettu seuraavasti:

| Pvm. | Tarkastus |
|---------|---------------------------------|
| 1996 | Käyttöönottotarkastus |
| 09/2011 | 5.vuotis määräaikaistarkastus |
| 10/2013 | Vuositarkastus |
| 12/2014 | Korjaustöiden lopputarkastukset |
| 10/2015 | Vuositarkastus |
| 05/2016 | 5.vuotis määräaikaistarkastus |
| 07/2019 | Vuositarkastus |
| 11/2020 | Vuositarkastus |
| 06/2021 | 5.vuotis määräaikaistarkastus |
| 08/2022 | Vuositarkastus |
| 06/2023 | Vuositarkastus |
| 06/2024 | Vuositarkastus |

Vuoden 2023 tarkastuksen muistio on jäänyt tekemättä, mutta kuvat löytyvät tämän muistion liitteenä (liite 1).

2. Nykytilanteen katsaus

Todettiin että rikastushiekkaa ei ole johdettu alueelle toiminnan päättymisen jälkeen (14.5.2014), eikä rikastushiekka-alueen patojen osalta ole tehty toiminnallisia muutoksia edellisen tarkastuksen jälkeen.

Soasjoen pumppaus kokoaikaisesti kaivokselle ja ylijäämäveden ohjaaminen rikastushiekka-alueelle on lopetettu 6.5.2019. Vuoden 2020 aikana pumppua on koekäytetty kerran, mutta käytännössä vettä ei ole pumpattu Soasjoesta rikastushiekka-alueelle lainkaan. Pumppua on

koekäytetty myös kesällä 2021 ja 2022, vettä ei ole kuitenkaan johdettu rikastushiekka-altaalle. Rikastamoalueen ja toimiston käyttöveden ottopaikka on muutettu kesäkuussa 2022 louhoksen kuivatusvedestä takaisin Soasjoelle. Tällä hetkellä käyttövesi kaivokselle (rikastamo, huolto- ja toimistorakennukset) tulee siis Soasjoesta, vettä ei kuitenkaan johdeta rikastushiekka-altaille vaan se menee saniteettijätevedenpuhdistamon kautta purkuna Visaojaan.

Yhtiöllä on henkilöstöä noin 40 hlöä ja toiminta painottuu malminetsintään ja ylläpitotöihin. Vuoden vaihteessa 2021–2022 yhtiö on ottanut käyttöön uudet toimistotilat Sodankylän keskustassa. Lisäksi yhtiöllä on valmistunut 2022-2023 vuoden vaihteessa kairasydänten käsittelyhalli ja varastohalli Sodankylän eteläpuolelle Kairajuntintielle. Pahtavaarasta henkilöstöä on siirtynyt työskentelemään keskustan ja Kairajuntintien toimistotiloihin. Pahtavaaraan on jäänyt työskentelemään käyttö- ja kunnossapitohenkilöstöä noin 5 henkilöä, jotka mm. hoitavat patojen tarkastukset. Lisäksi toimihenkilöt käyvät tarkastuskierroksilla alueella säännöllisesti jatkossakin.

3. Vuoden 2022 tarkastuksen jälkeen patoalueella tehdyt työt

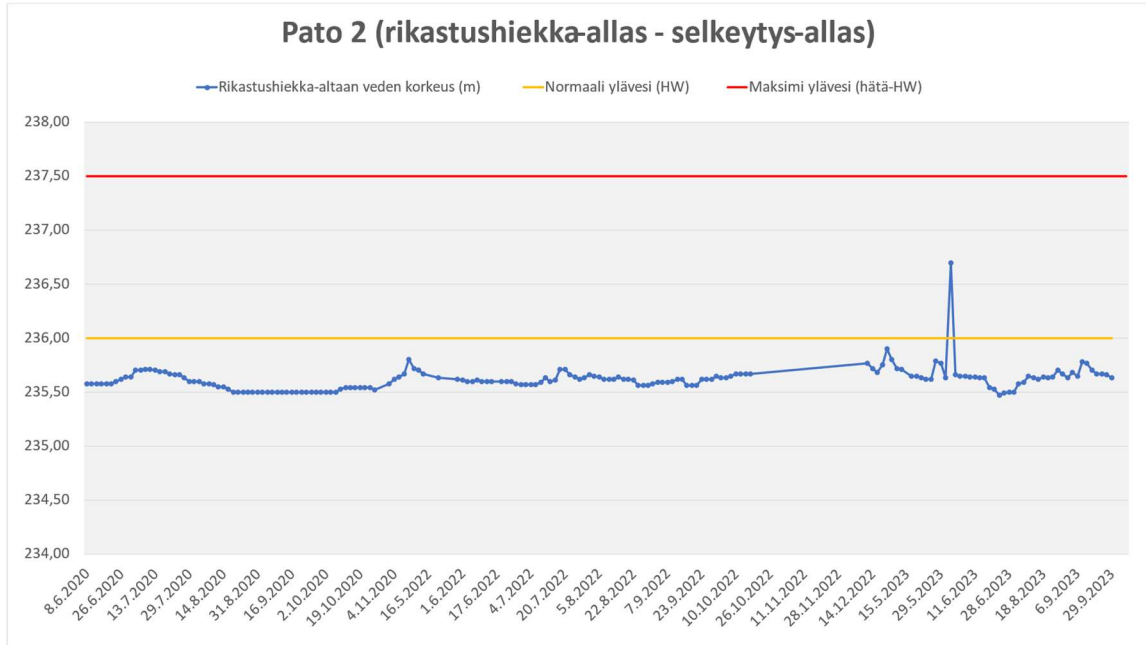
Edellisen määräaikaistarkastuksen (08/2022) jälkeen tehdyt työt patoalueilla:

- Pato 3 penkereiden raivaus kasvillisuudesta syksyllä 2022
- Lysimetrien 2 ja 3 pintaan lisättiin turvetta sekä siemenseosta kesällä 2022
- Patojen päivätarkastuslomakkeet siirrettiin sähköiseen muotoon HSE Falcony - järjestelmään, tarkastukset tehty sähköiselle lomakkeelle 2023 vuoden alusta alkaen
- Kylvetty noin 10 ha alue rikastushiekka-altaan pohjoisosassa syksyllä 2023
- Selkeämpi vedenkorkeuden mittakeppi padolle 3 syksyllä 2023
- Padon 2 erivärisiä läiskiä rikastushiekan pinnassa seurattu

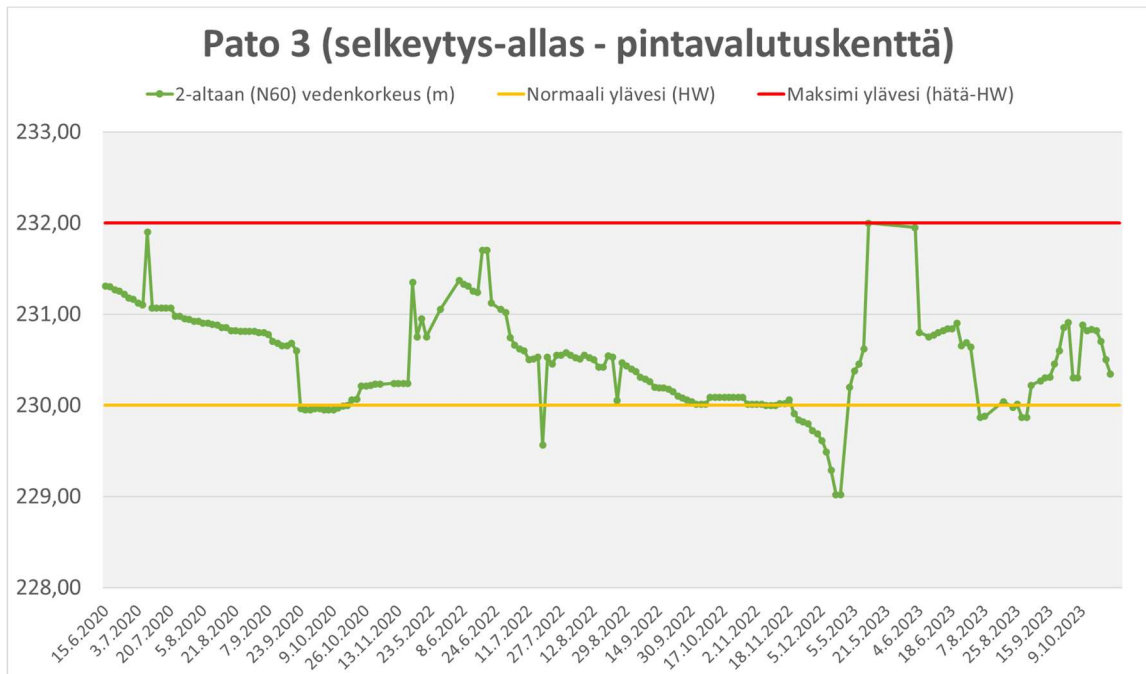
4. Patojen tarkkailu, havainnot, mittaustulokset

Kaivoksen omat työntekijät tekevät patoalueiden omavalvontaa 3 kertaa viikossa. Valvontapäivät ovat pääsääntöisesti maanantai, keskiviikko ja perjantai. Tarkastukseen kuuluu 2 ja 3 padon sekä padon 3 V-padon vedenpintojen mittaukset. Samalla työntekijät tarkastavat myös silmämääräisesti kaikkien kolmen padon kunnan ja raportoivat mahdolliset poikkeamat. Kaikki tarkastuskäynnit kirjataan ja veden pintojen korkeudet merkataan ylös. Patokierroksia tehdään ympäri vuoden. Ennen sähköisen järjestelmän käyttöönottoa patokierrosten havainnot on kirjattu Pahtavaaran rikastamolla olevaan kansioon. Vuoden 2021 mittaustulokset ovat kadonneet, minkä vuoksi raportoinnille päätettiin vuonna 2022 alkaa rakentamaan sähköistä lomaketta, mikä otettiin patoraportointiin täysimääräisesti käyttöön vuoden 2023 alusta alkaen.

Patokierroksilla on kirjattu rikastushiekka-altaan (kuva 1) ja selkeytsaltaan (kuva 2) vedenpinnan korkeudet, vedenpinnan korkeus rikastushiekka-altaalla on vuonna 2023 vaihdellut välillä 235,47–236,70 (2022: 235,56–235,80) ja selkeytsaltaalla välillä 229,87–232,00 (2022: 229,02–231,70).

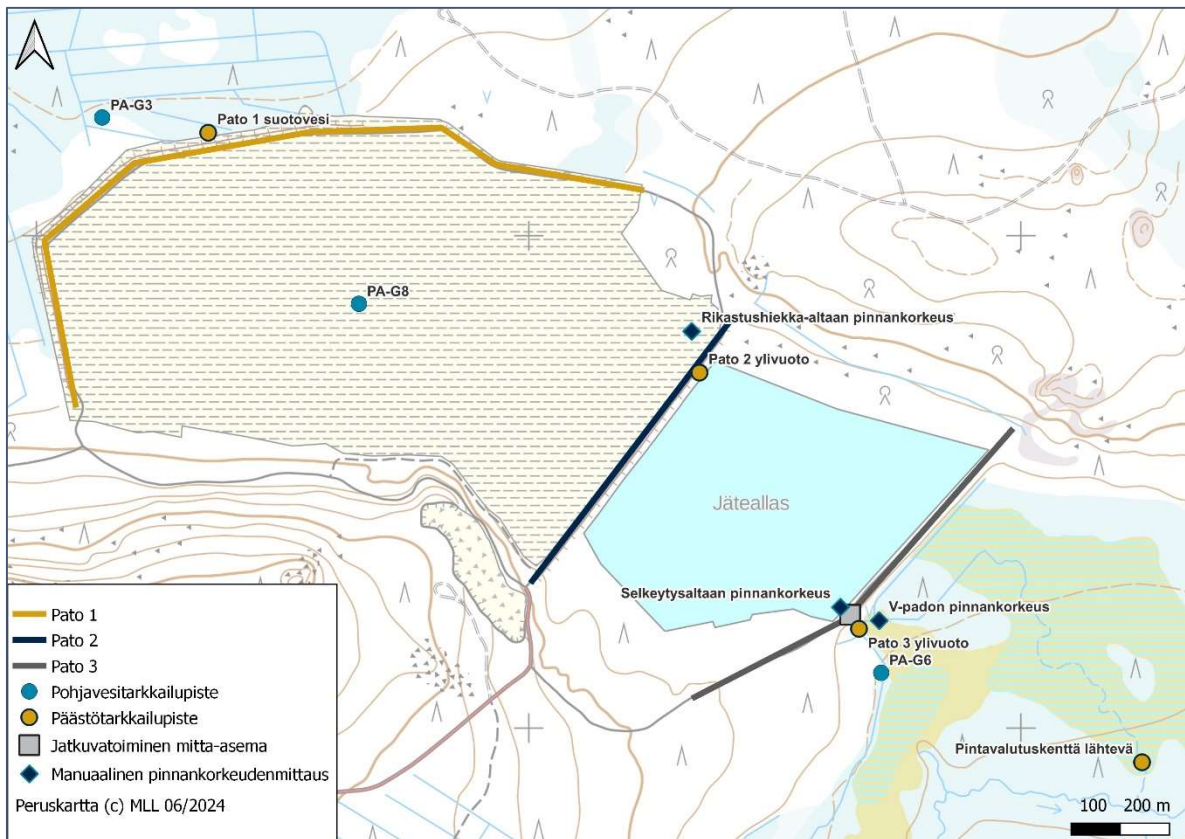


Kuva 1. Pahtavaaran padon 2 veden pinnankorkeuden vaihtelu 15.6.2020-21.11.2023.



Kuva 2. Pahtavaaran padon 3 vedenpinnankorkeuden vaihtelu 15.6.2020-9.10.2023.

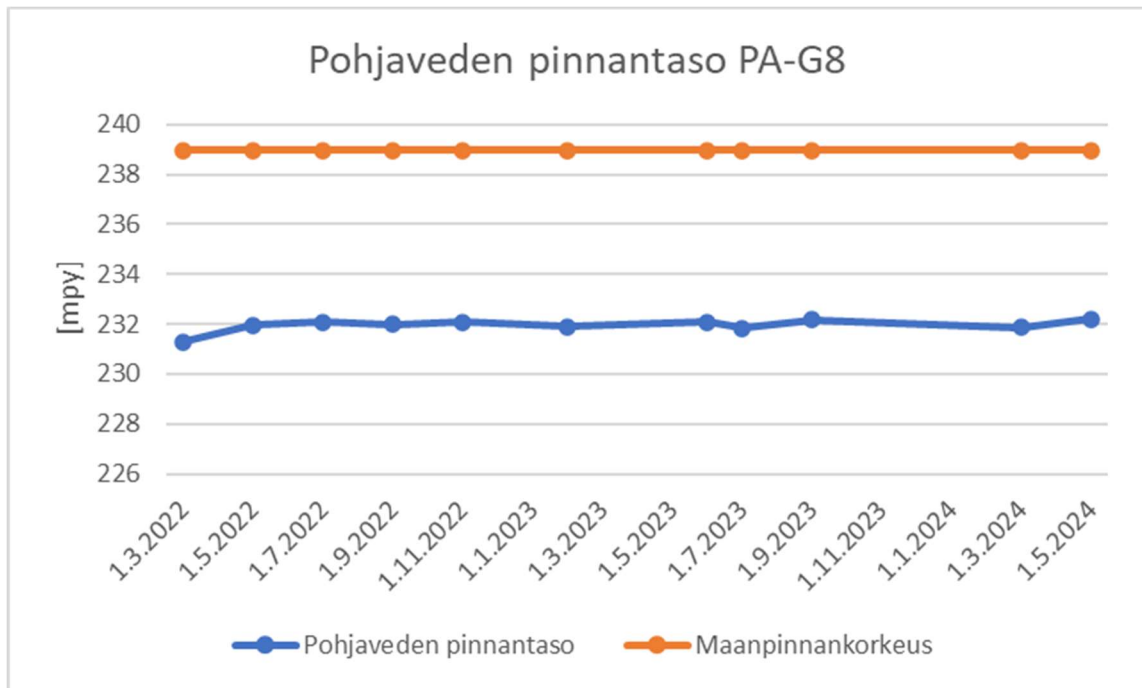
Eurofins Ahma Oy suorittaa yhtiön ympäristötarkkailunäytteiden keruun ja analysoinnin tarkkailuohjelman mukaisesti. Rikastushiekka-alueelle sijoittuvista kaivoksen päästö pisteistä ja pohjavesiputkista otetaan vesinäytteet neljä kertaa vuodessa (kuva 3). Taulukossa 1 on esitetty Pahtavaaran vesipäästöjen tarkkailussa patoalueelta otettavat näytteet, patoalueella olevat pohjavesiputket sekä vuosittaiset näytemäärät vuodesta 2008 eteenpäin. Kuvassa 4 on esitetty rikastushiekka-altaan keskellä olevan pohjavesiputken vedenpinnan korkeuden vaihtelu vuodesta 2022. Pohjavesiputkessa veden pinnan korkeus on vaihdellut noin 6-7 metrin välillä rikastushiekan pinnasta alaspäin.



Kuva 3. Rikastushiekka-alueen tarkkailupisteiden ja patojen sijainnit.

Taulukko 1. Pahtavaaran rikastushiekka-altaiden tarkkailupisteiden näytteenottomäärät vuosina 2010-2023 (E=päästötarkkailu, G=pohjavesitarkkailu).

| Tunnus | Kuvaus | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PA-E5 | Pato 1 suotovesi, rikastushiekka-altaan luoteisreunassa sijaitseva oja | | | 12 | 12 | 12 | 13 | 11 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| PA-E6 | Pato 2 ylivuoto (rikastushiekka-altaan vesi), padon pohjoispään säätökaivo | | | 12 | 11 | 12 | 12 | 11 | 3 | 3 | 4 | 3 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| PA-E7 | Pato 3 ylivuoto (selkeytysaltaan vesi), oja molempien V-patojen jälkeen | | | 12 | 12 | 11 | 12 | 11 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| PA-E8 | Pintavalutuskenttä lähtevä, vesi pintavalutuskentän jälkeen | 6 | 9 | 12 | 8 | 8 | 10 | 10 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| PA-G3 | Pohjavesiputki rikastushiekka-altaan pato 1 luoteispuolella | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 |
| PA-G6 | Pohjavesiputki selkeytysaltaan pato 3 kaakkoispuolella | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 |
| PA-G8 | Pohjavesiputki rikastushiekka-altaan keskellä | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 |



Kuva 4. Pahtavaaran rikastushiekka-altaan sisäinen vedenpinta pohjavesiputkessa PA-G8 vuodesta 2022.

5. Vahingonvaaraselvitys ja turvallisuussuunnitelma

Ei tarvita koska padot kuuluvat luokkaan 2.

6. Tarkkailuohjelma

Patotarkkailussa on noudatettu 14.7.2014 päivättyä tuotannon keskeytyksen ajan kevennettyä patotarkkailuohjelmaa. Tarkkailun kevennyksen perusteena on ollut tuotannon keskeyttäminen ja siitä aiheutuva huomattava padon kuormituksen keveneminen.

7. Maastotarkastus

Pato 2:

Maastotarkastus aloitettiin ajamalla läpi pato 2 ja havainnoimalla padon kuntoa sekä ympäröivää maastoa. Padon kuivan tai märän puolen luiskassa ei havaittu mitään tavanomaisesta poikkeavaa (liite 2, kuvat 1-2).

Pato 1:

Kierrosta jatkettiin padolle 1, ja ajettiin ensimmäisen patokorotuksen harjan päällä menevää huoltotietä pitkin. Padon kuivan tai märän puolen luiskassa ei havaittu mitään tavanomaisesta poikkeavaa.

Pato 3:

Maastokierroksen loppuksi ajettiin padolle. Padon kuivan tai märän puolen luiskassa ei havaittu mitään tavanomaisesta poikkeavaa (liite 2, kuvat 3-4).

8. Jatkotoimenpiteet

Patoturvallisuusoppaan mukaisesti padon vuositarkastus tulee tehdä sulana vuodenaikana, ja suositeltavaa on suorittaa vuositarkastus heti roudan sulamisen jälkeen. Sovittiin, että seuraava vuositarkastus pidetään keväällä 2025 roudan sulamisen jälkeen touko-kesäkuussa.

Kesälle 2024 suunniteltuja patojen/rikastushiekka-alueen huoltotoimia

- Uudet vedenpinnankorkeuden mittauksen mittakepit padolle 2 ja 3 sekä merkitään mittakeppeihin patojen HW- ja hätä-HW-tasot
- Jatkuvatoimisen virtaamamittauksen asentaminen padolle 2

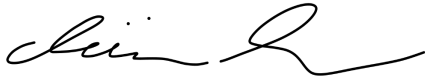
Lisäksi keskusteltiin:

- Mahdollisuudesta päivittää patotarkkailuohjelmaa ja patojen seurantatiheyttä, kun maanalaisen kaivoksen pumppausvesien johtaminen pato-altaille on päättynyt. Patoaltaille on tullut tammikuusta 2024 eteenpäin ainoastaan sade- ja sulamisvesiä.
- Tarkastetaan patoturvallisuusviranomaisen järjestelmän ajantasaisuus
- Rikastushiekka-altaalle kesän 2024 aikana tulevan koetoiminta-alueen noin 800 m² aitauksesta, keskustellaan tästä paliskunnan poroisännän kanssa
- Yhtiön sisäisen sähköisen patotarkastuslomakkeen päivitys

MUISTIO

7.6.2024

- Maanalaisen kaivoksen pumppaus on lopetettu 26.1.2024 eli selkeytysaltaaseen ei johdeta enää maanalaisen kaivoksen vesiä



Anniina Salonen
Ympäristöpäällikkö



Mikko Aaltovirta
Alue- ja turvallisuuspäällikkö

LIITTEET

- LIITE 1 Valokuvat kenttäkierrokselta 2023
LIITE 2 Valokuvat kenttäkierrokselta 2024

JAKELU Lapin ELY-keskus, ympäristö- ja luonnonvarat vastuualue
Kainuun ELY-keskus, patoturvallisuusviranomainen

TIEDOKSI Sodankylän kunnan ympäristönsuojeluviranomainen
Metsähallitus



Kuva 1.



Kuva 2.



Kuva 3.



Kuva 4.



Kuva 5.



Kuva 6.



Kuva 7.



Kuva 8.



Kuva 9.



Kuvat 10 ja 11.



















Kuva 1.



Kuva 2.



Kuva 3.



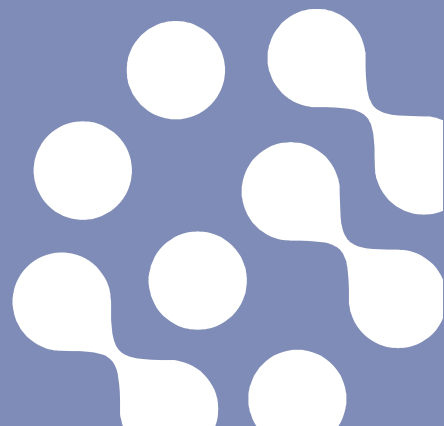
Kuva 4.

Eurofins Ahma Oy
Projekti 11049
3.4.2024

RUPERT FINLAND OY

PAHTAVAARAN KAIVOKSEN TARKKAILU 2023

KÄYTTÖ-, PÄÄSTÖ- JA VAIKUTUSTARKKAILU
VUONNA 2023



RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN KAIVOKSEN KÄYTTÖ-, PÄÄSTÖ- JA VAIKUTUSTARKKAILU VUONNA 2023

Sisällysluettelo

| | | |
|-----------------------|--|-----------|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 1.1 | YLEISTÄ..... | 1 |
| 1.2 | YMPÄRISTÖ- JA VESITALOUSLUPA..... | 1 |
| 1.3 | TARKKAILUOHJELMA..... | 1 |
| 1.4 | KAIVOKSEN SIJAINTI JA TOIMINNAN YLEISKUVAUS | 2 |
| 1.5 | ALUEEN VESISTÖJEN KUVAUS..... | 3 |
| 2. | KAIVOKSEN JÄTEVESIEN JOHTAMINEN | 3 |
| 3. | HYDROLOGISET JA METEOROLOGISET OLOSUHTEET | 5 |
| 4. | PÄÄSTÖTARKKAILU | 7 |
| 4.1 | HAVAINTOPISTEET JA TARKKAILUN TOTEUTUMINEN..... | 7 |
| 4.2 | KAIVOKSEN KUIVATUSVEDEN LAATU | 8 |
| 4.3 | VEDENLAATU RIKASTUSHIEKKA-ALTAAN TARKKAILUPISTEILLÄ..... | 10 |
| 4.4 | PINTAVALUTUSKENTÄLLE JOHDETUT VEDET JA KENTÄN TOIMINTA..... | 11 |
| 4.5 | SIVUKIVIALUEET | 16 |
| 5. | VESISTÖVAIKUTUSTEN TARKKAILU | 18 |
| 5.1 | HAVAINTOPISTEET JA TARKKAILUN TOTEUTUMINEN..... | 18 |
| 5.2 | VAIKUTUSTARKKAILUN TULOKSET | 19 |
| 5.2.1 | <i>Koserusoja</i> | 19 |
| 5.2.2 | <i>Paskahaara ja Ala-Postojoki</i> | 22 |
| 5.2.3 | <i>Pitkähoskenoja</i> | 25 |
| 5.2.4 | <i>Vesiympäristölle haitallisten ja vaarallisten metallien pitoisuudet</i> | 27 |
| VIITTEET | 29 | |
| LIITTEET | 30 | |

LIITTEET

Liite 1. Kaivoksen sisäisten vesien ja vesipäästön tarkkailun tulokset

Liite 2. Tarkkailupisteiden sijaintikartat

Liite 3. Vesistötarkkailun tulokset

Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, avoimet aineistot, CC 4.0 –lisenssi.

Kuvat: © Eurofins Ahma Oy, ellei muuta lähdettä ole mainittu.

30.3.2023

Eurofins Ahma Oy

Juha Kotiranta, FM kemia
Ympäristöasiantuntija

Yhteystiedot

Teollisuustie 6
96320 Rovaniemi
p. 040 721 8948
Sähköposti: Etunimi.Sukunimi@etn.eurofins.com

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

1.1 Yleistä

Pahtavaaran kaivos on Sodankylän Pahtavaarassa sijaitseva kultakaivos. Pahtavaaran kultaesiintymän löysi Geologian tutkimuskeskus (GTK) vuonna 1985. Terra Mining Oy aloitti kaivostoiminnan vuonna 1996 ja sitä jatkettiin vuoteen 2000 saakka, jolloin kullan maailmanmarkkinahinnan lasku johti yhtiön konkurssiin. Uudelleen kaivostoiminta aloitettiin kullan hinnan taas noustua vuonna 2003, jolloin kaivoksen omistajaksi tuli Scanning Oy. Tämä yhtiö ajautui konkurssiin vuoden 2007 lopussa.

Huhtikuussa 2008 Pahtavaaran kaivos siirtyi Lappland Goldminers Oy:n omistukseen ja kaivoksen toiminta alkoi uudestaan syksyllä 2008. Syksyllä 2008 alkoivat pienen mittakaavan koelouhinnat sekä sivukiven rikastaminen sivukivikasoilta. Varsinainen tuotanto maanalaisesta kaivoksesta alkoi 5.1.2009.

Huhtikuussa 2014 Lappland Goldminers AB ajautui konkurssiin, kaivoksen toiminta ajettiin alas ja kaivos on ollut keskeytyksissä 14.5.2014 alkaen. Syyskuussa 2016 Pahtavaaran kaivos siirtyi Rupert Finland Oy:n hallintaan, minkä jälkeen kaivostoiminta on edelleen ollut keskeytyksissä.

Tässä raportissa esitetään tarkkailuohjelman mukaisen kaivoksen käyttö-, päästö- ja vesistö-tarkkailun tulokset vuodelta 2023. Lisäksi erillisessä raportissa on esitetty saniteettijätevedenpuhdistamon tarkkailun tulokset.

1.2 Ympäristö- ja vesitalouslupa

Vuonna 2006 myönnetty Pahtavaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupa tuli lainvoimaiseksi 8.9.2009 korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (1480/1/08). Lupapäätöksessä vesistöön johdettaville päästöille on annettu mm. seuraavat lupaehdot:

| | |
|----------------|--|
| Lupamääräys 1. | <i>”Padolta 3 vesistöön johdettavan veden virtaamapainotteinen kiintoaineen hehkusjäännös saa olla 1.11.2009 alkaen enintään 10 mg/l neljännesvuosikeskiarvona.”</i> |
| Lupamääräys 2. | <i>”Patojen 2 ja 3 välisen alueen on oltava selkeytysaltaana, josta vesi on palautettava takaisin rikastamon raakavedeksi. Selkeytysaltaasta saa johtaa vettä sen alapuolisen pintavalutuksen kautta vesistöön tilanteissa, joissa kaikkea vettä ei ole mahdollista palauttaa prosessiin.”</i> |
| Lupamääräys 3. | <i>”Avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen kuivatusvedet on johdettava rikastamon raakavedeksi, rikastushiekka-altaalle tai laskeutusaltaan kautta patojen 2 ja 3 väliselle alueelle.”</i> |
| Lupamääräys 4. | <i>”Sivukiven läjitysalue 2:n suoto- ja valumavedet on johdettava Koserusojan valuma-alueelle.”</i> |
| Lupamääräys 5. | <i>”Läjitysalue 1:n... Ympärysojan vedet on johdettava mahdollisimman suuren pintavalutuskentän kautta alapuoliseen vesistöön.”</i> |

1.3 Tarkkailuohjelma

Vuonna 2023 velvoitetarkkailua toteutettiin 30.10.2018 laaditun tarkkailuohjelman (Rupert Finland Oy 2018), mukaisesti, huomioiden Lapin ELY-keskuksen hyväksymispäätöksen LAPELY/3366/2015 (29.4.2019) täsmennykset ja muutokset. Elokuusta 2021 lähtien on myös toteutettu omaehtoista lisätarkkailua päästö- ja vesistö-tarkkailun osalta.

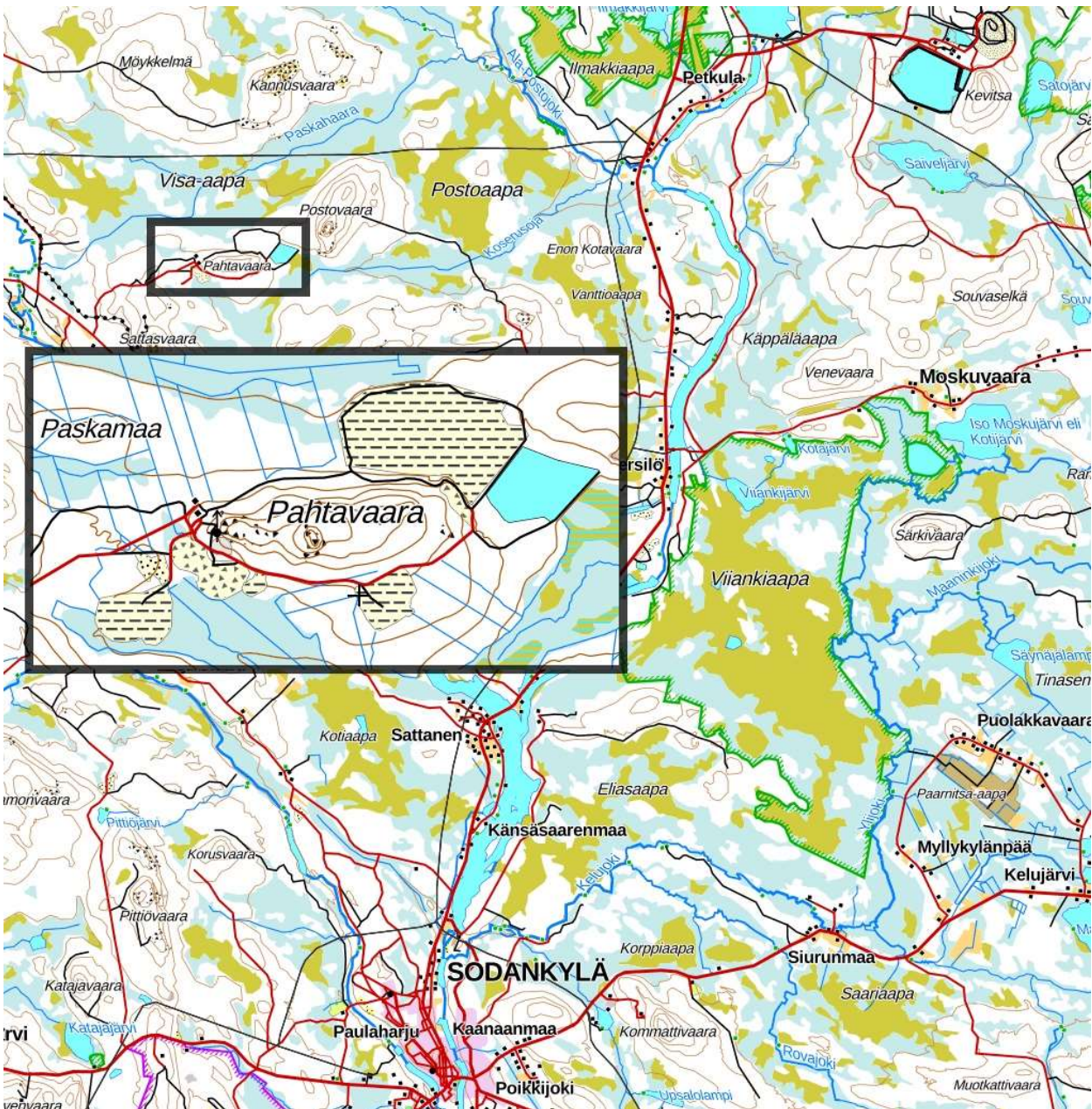
Ennen nykyistä tarkkailuohjelmaa käytössä on ollut Lappland Goldminers Oy:n konkurssipesän vuonna 2014 laatima tuotannon keskeytyksen aikainen tarkkailuohjelma, joka toimitettiin Lapin ELY-keskukseen 14.7.2014. Lapin ELY-keskus antoi hyväksymispäätöksensä tarkkailuohjelman muutoksesta 20.11.2014. Ohjelma kattaa

kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailun ajalla, jolloin rikastamo ei ole toiminnassa. Ohjelma on otettu käyttöön neljä viikkoa tuotannon keskeyttämisen jälkeen ja sitä on toteutettu 29.4.2019 saakka.

1.4 Kaivoksen sijainti ja toiminnan yleiskuvaus

Rupert Finland Oy:n Pahtavaaran kultakaivos sijaitsee noin 22 km Sodankylän kuntakeskuksesta pohjoiseen Rajalan kylässä. Kaivosalue on Ala-Postojoen eteläpuolella noin 15 km Kitisestä länteen (kuva 1-1). Kaivospiiri ja sen apualueet kattavat yhteensä 339 hehtaarin laajuisen alueen. Kaivostoiminnot sijoittuvat kokonaan Valtionmaa 758-893-12-1:n alueelle.

Malmia on louhittu avolouhoksesta sekä maanalaisesta louhoksesta. Malmin rikastusvaiheet ovat murskaus, jauhatus, painovoimarikastus ja vaahdotus. Rikastamolle syötettävästä malmista on keskimäärin 50 % talkkia, 15–30 % magnetiittiä, 12–20 % tremoliittia, 1 % pyriittiä, 1 % muita sulfideja, 5 % kvartsia ja 25–35 % amfiboliittista kiveä. Rikastushiekkaa on syntynyt lähes malmin louhintaa vastaava määrä eli 300 000–480 000 tonnia vuodessa kaivoksen toimiessa suunnitelmien mukaisesti. Hiekka pumpataan vesilietteenä rikastushiekka-altaalle. Sivukivialueella ei muodostu happamia suotovesiä.



Kuva 1-1. Pahtavaaran kaivoksen sijainti.

1.5 Alueen vesistöjen kuvaus

Kaivosalue sijaitsee Kitisen sivujoen Ala-Postojoen vesistöalueella (nro 65.87). Alueen virtavesien valuma-alueet ovat soisia ja suurelta osin luonnontilaisia. Metsiä on kuitenkin hakattu ja aurattu aiemmin laajalti. Ala-Postojoen valuma-alueen pinta-ala on 381 km² ja järviä alueella ei ole lainkaan (Ekholm 1993). Ala-Postojoen eteläpuolella on myös Kitiseen laskeva Sattanen, jonka valuma-alueen koko on 884 km² ja järvisyys 0,07 % (Ekholm 1993). Alueella muodostuvat vedet päätyvät Paskahaaraan, Koserusojaan ja Pitkäkoskenojaan. Lisäksi saniteettipuhdistamolta lähtevät vedet päätyvät Visaojaan, joka laskee Paskahaaraan. Kaivoksen tarvittava raakavesi otetaan Soasjoesta, joka yhtyy Sattaseen Rajalan kylän alapuolella.

Kannushaara yhtyy Ala-Postojokeen noin 8 km ennen Ala-Postojoen yhtymistä Kitiseen ja Koserusoja puolestaan noin 1,5 km ennen jokisuuta. Ala-Postojoki laskee edelleen Kitiseen noin 5 km Vajukosken voimalaitoksen alapuolella Petkulan kylän kohdalla. Pitkäkoskenoja laskee Sattaseen noin 14 km ennen sen laskua Kitiseen.

Pahtavaaran alueen vesistöjen keskivirtaamat on esitetty taulukossa 1-1. Ala-Postojoen, Sattasen ja Soasjoen keskivirtaamat on laskettu vesistömallijärjestelmä Vemala:n virtaamadatasta. Koserusojan, Pitkäkoskenojan ja Visaojan keskivirtaamat on laskettu Vemalan 3. jakovaiheen valuma-alueiden virtaamadataan sekä maastonmuotojen perusteella arvioitujen valuma-alueiden pinta-alojen perusteella.

Taulukko 1-1. Arvioidut keskivirtaamat Pahtavaaran alueen vesistöissä vuosina 1991-2020. Arviointiperusteet on esitetty tekstissä.

| | F km ² | MQ m ³ /s | MNQ m ³ /s | MHQ m ³ /s |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Koserusoja* | 28 | 0,28 | 0,06 | 1,98 |
| Ala-Postojoen alaosa | 381 | 3,7 | 0,76 | 27 |
| Pitkäkoskenoja* | 13 | 0,16 | 0,06 | 2,32 |
| Sattasen alaosa | 884 | 11 | 3,9 | 157,6 |
| Soasjoen alaosa | 316 | 3,9 | 1,4 | 47,9 |
| Visaoja* | 6 | 0,15 | 0,05 | 1,8 |

*valuma-alueen pinta-ala arvioitu maastonmuotojen perusteella

F = valuma-alueen pinta-ala

MQ = keskivirtaama

MNQ = keskialivirtaama

MHQ = keskiylivirtaama

2. KAIVOKSEN JÄTEVESIEN JOHTAMINEN

Kaivoksen toiminnan aikana rikastusprosessissa muodostuva rikastushiekkaliete on johdettu rikastamon pohjoispuolella olevan rikastushiekka-altaan (n. 3,6 milj. m³, n. 68,5 ha) länsikulmaan (kuva 2-1). Rikastushiekka-altaassa lietteessä oleva kiintoainne on laskeutunut altaan pohjalle, osa vedestä on sitoutunut hiekkaan ja pääosa vedestä on virrannut padon 2 koillispuolelta ohi tehtyä yliviuhkanavaa pitkin selkeytysaltaaseen (n. 800 000 m³, n. 28 ha). Kaivostoiminnan ollessa keskeytyneenä rikastushiekkaa ja rikastamon jätevesiä ei ole muodostunut vuonna 2023. Toiminnan keskeytymisen jälkeen (2014–2019) rikastamon ja rikastushiekka-alueen

putkissa on pumpattu vettä Soasjoesta käyttövedeksi sekä putkien jäätyksen estämiseksi. Vuonna 2019 tehtiin vesienhallinnan uudelleenjärjestelyjä, jonka myötä Soasjoen vedenotto keskeytettiin 1.10.2019. Vuosina 2020–2021 tarvittava käyttövesi otettiin maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesistä ja 5.7.2022 jälkeen kaikki käyttövesi on jälleen otettu Soasjoesta.

Rikastamon alueella sijaitsevan maanalaisen kaivoksen kuivatusvesien v-patoaltaan yhteyteen on rakennettu laskeutusallas, josta osa kuivatusvesistä on tuotannon aikana ohjattu edelleen rikastamolle prosessivedeksi ja ylijäämävedet on johdettu avo-ojaa pitkin selkeytysaltaalle. Tuotannon keskeytyksen aikana kaikki vesi on ohjattu maanalaisen kaivoksen vesien laskeutusaltaalta selkeytysaltaalle. Selkeytynyt vesi johdetaan altaan itäkulmassa sijaitsevan padon (pato 3) ylivuotokynnyksen kautta alapuolella olevalle suolle jako-ojastoon. Suo toimii pintavalutuskenttänä, jonka tehollinen pinta-ala on noin 30 ha. Pintavalutuskentältä vesi virtaa Koserus-ojaan ja edelleen sen alapuoliseen vesistöön. Maanalaisen louhoksen kuivatusvesien pumppaus on pidetty käynnissä kaivoksen tuotannon päättymisen jälkeen. Lisäksi rikastushiekka-altaalle ja sivukivialueille on muodostunut tulovirtaamaa sadevesistä ja lumen sulamisvesistä, joten muilta osin kaivosalueen vesikierto on toiminut kuten kaivoksen toiminta-aikana.

Rikastamolla syntyvien jätevesien määrä on kaivoksen toiminta-aikana ollut arviolta noin 125–130 m³/h ja lousosten kuivatusvesimäärä arviolta 20–60 m³/h. Rikastushiekka-altaalta selkeytysaltaalle johdettava vesimäärä on ollut arviolta 130 m³/h, jossa on huomioitu rikastushiekkaan sitoutuvan veden määrä sekä altaalle tuleva nettosadanta.

Padolta 3 pintavalutuskentälle johdettu vesimäärä, kaivoksesta pumpattujen kuivatusvesien määrä sekä Soasjoesta otetun raakaveden määrä vuosina 2015–2023 on esitetty taulukossa (taulukko 2-1). Vuonna 2023 rikastushiekka-altaan padon 3 kautta johdettiin vettä pintavalutuskentälle arviolta 992 567 m³ ja vuoden keskimääräinen virtausnopeus padolta 3 pintavalutuskentälle kolmiopadon kautta oli n. 31,4 l/s. Padolle 3 asennettiin virtaaman jatkuvatoiminen mittausasema heinäkuussa 2022, ja vuoden 2022 virtaama on arvioitu vuoden jälkimmäisen puoliskon mittaustuloksista lasketun vuorokausikeskiarvon perusteella. Aikaisempina vuosina virtaama on arvioitu laskennallisesti kaivoksen kuivanapitopumppauksen ja Soasjoesta otetun veden määrien perusteella. Padolta 3 pintavalutuskentälle johdetun veden arvioitu kokonaisvesimäärä oli vuonna 2022 selvästi suurempi kuin vuosina 2019–2020. Aikaisempi laskentatapa ei huomioi rikastushiekka-altaan alueelle tulevaa sadantaa, mikä selittää eroavaisuudet eri vuosien vesimäärissä. Lisäksi vuoden 2022 arvio sisältää epävarmuustekijöitä, koska alkuvuoden tiedot puuttuvat. Vuonna 2023 padolta 3 pintavalutuskentälle johdetun veden määrä perustuu jatkuvatoimiseen mittaukseen.

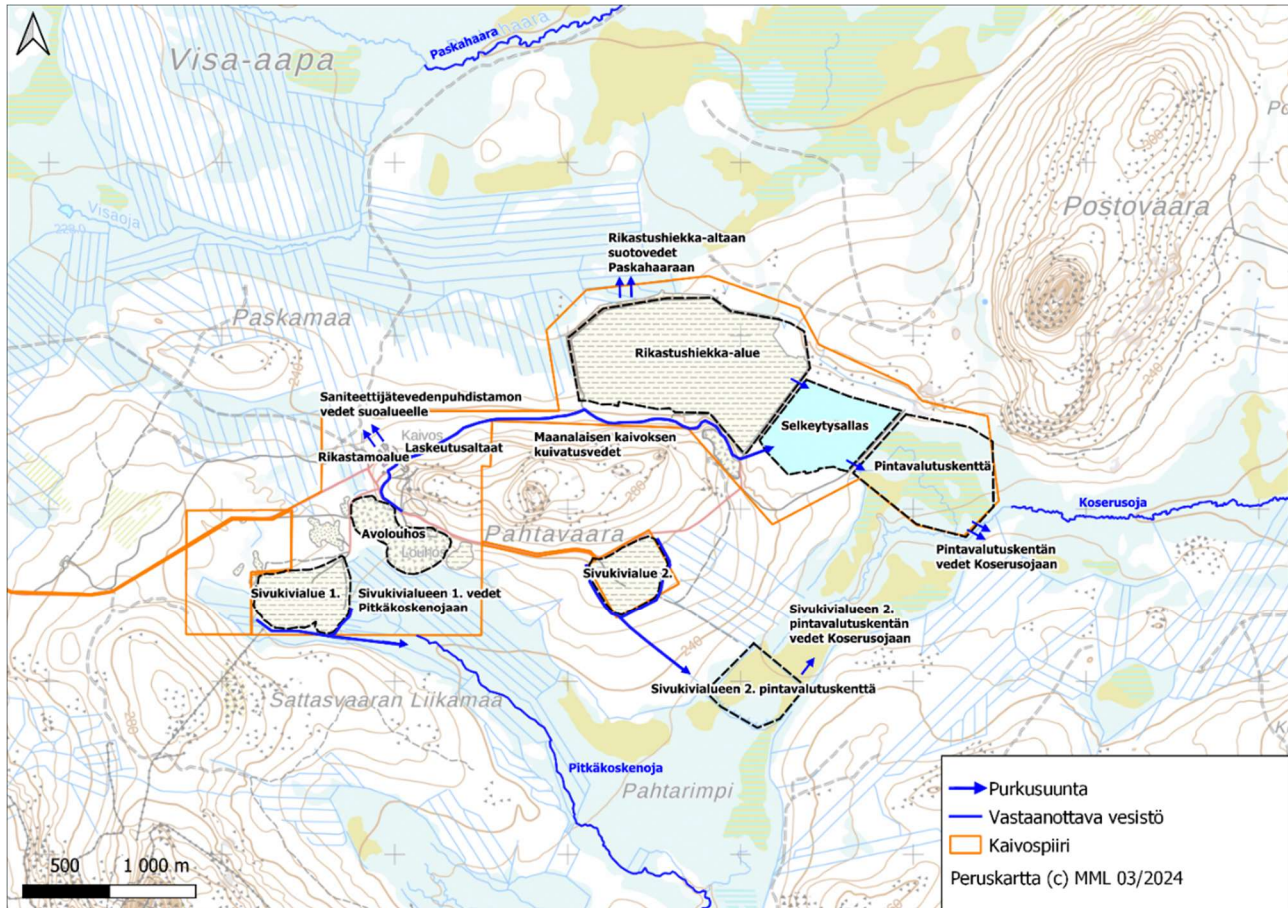
Vuonna 2023 kaivoksesta pumpatun kuivatusveden määrä oli samaa luokkaa kuin edellisinä vuosina. Kuivatusvedet johdettiin laskeutusaltaiden kautta avo-ojaa pitkin selkeytysaltaalle.

Raakaveden pumppaus Soasjoesta aloitettiin uudestaan 5.7.2022, ja samalla maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesien käyttö lopetettiin kokonaan. Vettä käytetään kaivoksen ylläpitoon liittyvissä tehtävissä ja kairasydännäytteiden sauhuksessa. Soasjoesta otettavalle vesimäärälle ei ole suoraa mittauksia, ja vesimäärä on arvioitu Rupert Finland Oy:n toimesta.

Taulukko 2-1. Padolta 3 pintavalutuskentälle johdettu vesimäärä v. 2015-2023. Virtaamatiedot on saatu toiminnanharjoittajalta.

| Vuosi | Padolta 3 pintavalutus- kentälle johdettu vesi- määrä (m ³ /a) | Kaivoksen kuivatusvesien pumppaus (m ³ /a) | Raakavesi Soasjoesta (m ³ /a) |
|-------|---|--|--|
| 2015 | 1 468 900 | 412 520 | 1 056 380 |
| 2016 | 1 743 000 | 378 000 | 1 365 000 |
| 2017 | 1 420 000 | 326 000 | 1 094 000 |
| 2018 | 1 050 000 | 357 000 | 693 000 |
| 2019 | 675 692 | 373 292 | 302 400 |
| 2020 | 441 562 | 441 562 | 0 |
| 2021 | 463 837 | 463 837 | 0 |
| 2022 | 1 092 000 | 438 740 | 1 241 |
| 2023 | 992 567 | 406 427 | 1 051 |

Sivukivialueilla 1 ja 2 muodostuu suotovesiä (kuva 2-1), jotka kootaan rakenteita ympäröiviin suotovesiojiin. Sivukivialueelta 1 suotovedet kulkeutuvat Pitkänkoskenojaan ja edelleen Sattasjokeen. Sivukivialue 2 sijoittuu Pitkänkoskenojan ja Koserusojan valuma-alueiden rajalle. Sivukivialueen 2 vesienhallinta on suunniteltu ja toteutettu ympäristölupaehdojen mukaisesti niin, että alueen suoto- ja valumavedet johdetaan Koserusojan valuma-alueelle.



Kuva 2-1. Pahtavaaran kaivoksen rikastamon jätevesien ja kaivoksen kuivatusvesien käsittelyalueet ja vesivirrat sekä sisäisten vesien ja vesipäästön tarkkailupisteet. (Kartta Rupert Finland Oy)

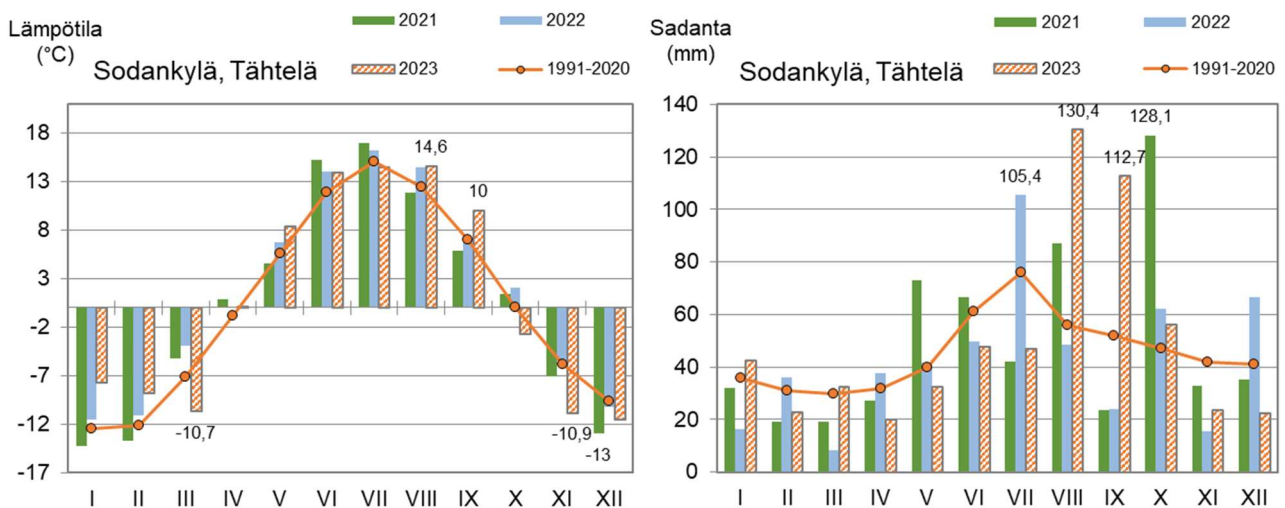
Lisäksi jätevesiä muodostuu kaivoksen saniteettijätevedenpuhdistamolta. Saniteettijätevedet puhdistetaan biologis-kemiallisesti, minkä jälkeen ne johdetaan suoalueelle imeytykseen. Suotautumisen jälkeen ne valuvat ojastoja pitkin Visaojan ja Paskahaaran kautta Kannushaaraan ja edelleen Ala-Postojokeen. Puhdistettujen talousvesien määrä on kaivoksen toiminnan aikana vaihdellut välillä 1-7 m³/d. Vuoden 2023 aikana puhdistamon läpi johdettiin vettä käyttötarkkailun mukaan 1051 m³/v eli keskimäärin 2,9 m³/d.

3. HYDROLOGISET JA METEOROLOGISET OLOSUHTEET

Sodankylän Tähtelässä mitatut vuoden 2023 keskimääräiset lämpötilat ja sademäärät on esitetty kuvassa 3-1. Vuoden 2023 keskimääräinen lämpötila Sodankylän Tähtelässä (0,8 °C) oli korkeampi kuin ilmastollisella

vertailukaudella 1991–2020 keskimäärin (0,33 °C). Kuukausittaiset keskilämpötilat olivat pääosin lähellä pitkän vertailukauden keskiarvoja, mutta tammi-, helmi-, touko-, kesä-, elo- ja syyskuussa keskilämpötila oli vähintään 2 °C pitkän ajan keskiarvoa korkeampi. Vastaavasti maaliskuu-, loka- ja marraskuussa keskilämpötilat olivat vähintään 2 °C pitkän ajan keskiarvoa alempia.

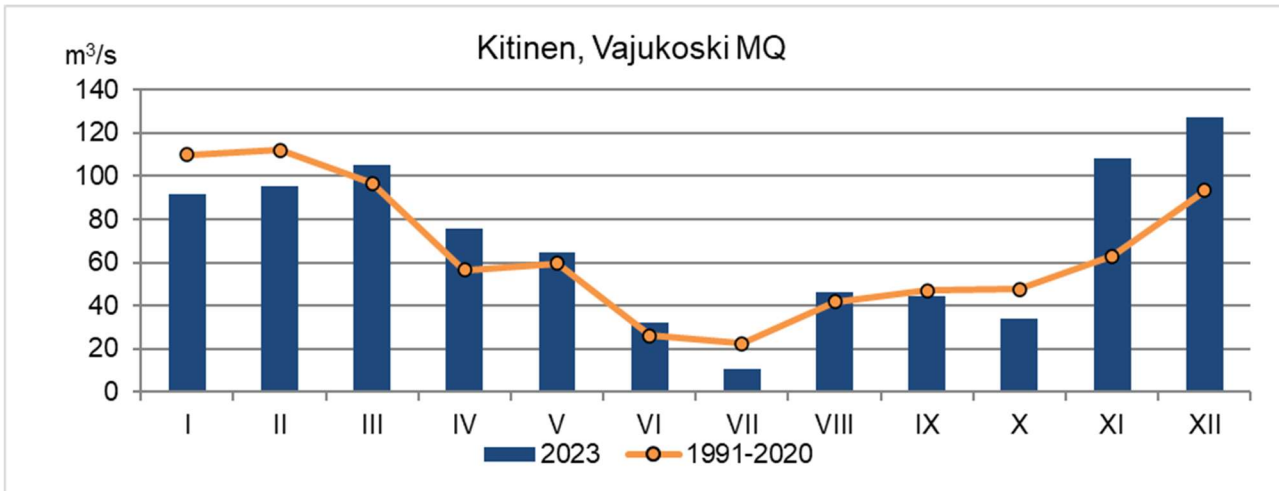
Vuoden 2023 yhteenlasketun sadannan perusteella (kokonaissadanta 590 mm) arvioituna vuoden 2023 aikana Sodankylässä satoi hieman enemmän kuin vuosina 1991–2020 keskimäärin (544 mm). Kuukausittain mitatut sadannat vaihtelivat pitkän ajan keskiarvojen molemmin puolin. Selvästi normaalia vähäisemmät sadesummat mitattiin heinä- marras- ja joulukuussa. Elo- ja syyskuussa sadanta oli puolestaan pitkän ajan keskiarvoihin verrattuna selvästi runsaampaa, sadesummien ollessa kaksinkertaiset vuosien 1991–2020 keskiarvoon verrattuna.



Kuva 3-1. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sadannat Sodankylän Tähtelässä vuonna 2023 sekä pitkän ajan (1991–2020) keskiarvot (Ilmatieteen laitos 2024).

Kitinen on säännöstelty joki, jolloin joen virtaamat poikkeavat selvästi luonnontilaisesta joesta. Talvella vettä juoksetetaan altaista voimalaitoksiin sähköenergian tuotantoa varten, minkä seurauksena virtaamat ovat talvella selvästi suuremmat kuin kesällä.

Vuonna 2023 Kitisen Vajukoskella mitatut kuukausittaiset keskivirtaamat olivat pääosin samaa tasoa kuin vertailukaudella 1991–2020 keskimäärin. Heinäkuussa virtaama oli kuitenkin selvästi keskimääräistä pienempi (-54 %), kun taas marraskuussa virtaama oli selvästi keskiarvon suurempi (+73 %). Alimmillaan keskivirtaama oli heinäkuussa (10 m³/s). Keskimääräistä virtaamaa Kitisen Vajukoskella vuonna 2023 ja vertailukaudella 1991–2020 on havainnollistettu kuvassa 3-2.



Kuva 3-2. Kitisen Vajukosken voimalaitoksen (6500425) kk-keskivirtoamat vuonna 2023 sekä pitkän ajan (1991–2020) kk-keskiarvot (OIVA – ympäristö- ja paikkatietokanta 2024).

4. PÄÄSTÖTARKKAILU

4.1 Havaintopisteet ja tarkkailun toteutuminen

Vuonna 2023 päästötarkkailussa toteutettiin päätöksen LAPELY/3366/2015 (29.4.2019) mukaisesti kevennettyä tarkkailuohjelmaa. Kevennetyssä tarkkailuohjelmassa jatkuvasta tarkkailusta on poistettu piste Pato 2. Mikäli Pato 3 tai Pato 1 suotovesi -tarkkailupisteillä havaitaan vedenlaadun muutoksia, tulee näytteenottoa laajentaa Pato 2 -näytepisteelle. Vastaavasti on toimittava tarvittaessa mahdollisissa muissa häiriö- tai poikkeustilanteissa. Näytteenottoa ko. näytteenotto paikasta on kuitenkin jatkettu vuodesta 2021 lähtien omaehtoisena tarkkailuna. Tarkkailuohjelmien mukaiset päästötarkkailun havaintopisteet ja niiden näytteenottomäärät on listattu taulukossa 4-1. Tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty kartalla liitteessä (liite 2).

Taulukko 4-1. Päästötarkkailun näytepisteiden sijainnit ja tarkkailuohjelman mukainen näytteenotokertojen määrä.

| Havaintopiste | Koordinaatit (ETRS-TM35FIN) | | Sijainti | Näytteenotokerrat/vuosi |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------|--|-------------------------|
| Maanalaisen louhoksen kuivatusvesi | 7502320 | 475174 | Purkuojan lähtöpää toimiston lähellä | 4 |
| Pato 1 suotovesi | 7503209 | 476348 | Rikastushiekka-altaan luoteisreunassa sijaitseva oja | 4 |
| Pato 2 ylivuoto | 7502722 | 477347 | Padon pohjoispään säätökaivo | vain tarvittaessa * |
| Pato 3 ylivuoto | 7502202 | 477671 | Oja molempien V-patojen jälkeen | 4 |
| Pintavalutuskentältä lähtevä (talvi) | 7502014 | 478216 | Pintavalutuskentän kaakkoisosaa | - |
| Pintavalutuskentältä lähtevä (kesä) | 7501931 | 478246 | | 4 |

| | | | | |
|------------------------|---------|--------|----------------------------------|---|
| Sivukivialue 2 | 7500996 | 477326 | Pintavalutuskentältä lähtevä | 4 |
| Sivukivialue 1 lähtevä | 7501435 | 474573 | Sivukivialueen 1 alapuolinen oja | 4 |
| Sivukivialue 2 lähtevä | 7501397 | 476304 | Sivukivialueen 2 alapuolinen oja | 4 |

*) Piste Pato 2 poistettiin jatkuvasta tarkkailusta 29.4.2019. Mikäli Pato 3 tai Pato 1 suotovesi -tarkkailupisteillä havaitaan vedenlaadun muutoksia, tulee näytteenottoa laajentaa Pato 2 -näytepisteelle. Vastaavasti on toimittava tarvittaessa mahdollisissa muissa häiriö- tai poikkeustilanteissa. Vuosina 2021-2023 omaehtoiset tarkkailunäytteet otettiin päästötarkkailukierroksen yhteydessä.

Vuonna 2023 veloitetarkkailu toteutui päästötarkkailun osalta tarkkailuohjelman mukaisesti, ja näytteet otettiin tammi-, huhti-, heinä- ja lokakuussa. Lisäksi kaikilla näytteenottokierroksilla määritettiin lisätarkkailuun kuuluvia lisäparametreja. Heinäkuun näytteenottokerralla padon 2 näytteenottoaikalla ei ollut virtaamaa, jonka vuoksi näyte otettiin altaasta. Näytteenottokertojen ajankohdat ja niiden lukumäärät havaintopisteittäin on esitetty taulukossa 4-2.

Taulukko 4-2. Päästötarkkailun näytteenottokerrat vuonna 2023.

| Havaintopiste | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Yht. |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|
| Maanalaisen louhoksen kuivatusvesi | x | | | x | | | x | | | x | x* | x* | 6 |
| Pato 1 suotovesi | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Pato 2 ylivuoto | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Pato 3 ylivuoto | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Pintavalutuskentältä lähtevä | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Sivukivialue 2 | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Sivukivialue 1 lähtevä | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Sivukivialue 2 lähtevä | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |

*) lisänäytteenotto maanalaisen louhoksen purkutöihin liittyen

4.2 Kaivoksen kuivatusveden laatu

Maanalaisen louhoksen kuivatusvedestä otettiin kuusi näytettä vuonna 2023. Louhosvesi sisältää varsinaisen kuivatusveden lisäksi myös louhosalueelle tulevan sadeveden sekä avolouhoksesta valuvan veden. Maanalaisen louhoksen purkutöitä aloitettiin maaliskuussa 2023 ja tason -140 pumppu poistettiin käytöstä toukokuussa 2023, minkä jälkeen maan pinnalle on pumpattu vain tason -40 yläpuolisia vesiä.

Vuoden 2023 analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä (liite 1). Kiintoaineen, nitraatti- ja nitriittityypen sekä ammoniumtyypen pitoisuudet ja pH vuosina 2015–2023 otetuissa näytteissä on esitetty kuvassa 4-1. Päästötarkkailutulosten kuvaajissa kappaleissa 4.4–4.7 määrittämissä raja-arvojen alle jääneiden tulosten osalta arvona on käytetty määrittämissä raja-arvoja.

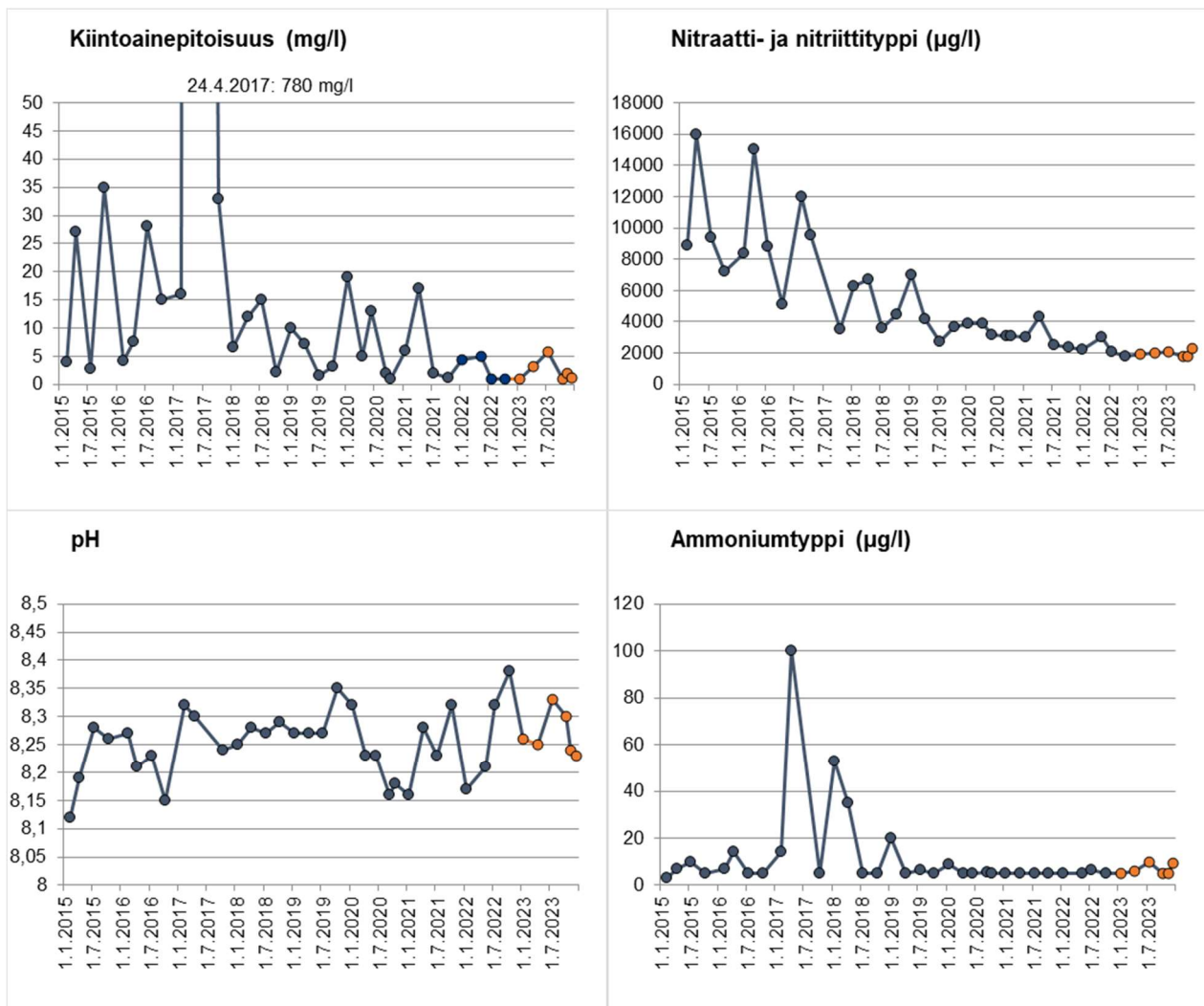
Kiintoaineen pitoisuudessa on havaittavissa laskeva suuntaus jaksolla 2015–2023. Vuonna 2023 otettujen näytteiden perusteella maanalaisen louhoksen kuivatusveden kiintoainepitoisuus oli pienempi kuin edellisinä vuosina keskimäärin.

Nitraatti-nitriittityypen pitoisuudet kuivatusvedessä ovat laskeneet vuodesta 2015 lähtien. Vuonna 2023 (keskiarvo 1983 µg/l) pitoisuudet olivat jälleen hieman pienempiä kuin edellisvuonna (keskiarvo 2275 µg/l). Edellisvuosien tapaan pitoisuusvaihtelu on yhä pienentynyt, eikä kevään tarkkailukierroksella ollut enää muihin kierroksiin verrattuna korkeampaa kokonaistypen tai nitraatti- ja nitriittityypen summapitoisuutta. Ammoniumtyypen pitoisuus oli vuosien 2020–2022 tapaan kaikissa näytteissä pieni. Maanalaisen louhoksen kuivatusvesien pH oli kaikissa näytteissä hieman emäksistä (vaihteluväli 8,23–8,33), kuten vuosina 2015–2022.

Vuonna 2023 raudan (20–250 µg/l), alumiinin (13–140 µg/l), ja sulfaatin (35–52 µg/l), pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin vuosina 2015–2022. Näytteissä ei havaittu öljyhiilivetyjä laboratorion määrittämissä ylittäviä pitoisuuksia (liite 1). Kuivatusveden asbestipitoisuus määritettiin tammi-, huhti-, heinä-, loka-, marras- ja joulukuussa. Tammi-, heinä-, loka-, marras- ja joulukuun näytteissä havaittiin tremoliittiasbestia 12–54 kuitua/ml.

Velvoitetarkkailuohjelman mukaisten analyysien lisäksi kuivatusveden näytteistä on määritetty lokakuusta 2021 lähtien lisäparametrejä, jotka sisältävät pääasiassa alkuaineiden määrittämiä. Kuivatusvesinäytteistä 2021–2023 määritettyjen haitallisten metallien pitoisuudet ovat pääosin (Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V) olleet melko pieniä (liite 1). Suurimpina pitoisuuksina lisäparametreinä määritettyjä metalleja kuivatusvesi on sisältänyt kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja natriumin ohella bariumia (130–160 µg/l) ja strontiumia (220–270 µg/l).

Yleisesti vuonna 2023 maanalaisen louhoksen kuivatusvedestä otettujen näytteiden vedenlaatu oli joko parempilaatuista tai samankaltaista kuin vuosina 2015–2022.



Kuva 4-1. Maanalaisen louhoksen kuivatusvesien kiintoaineen ja typen yhdisteiden pitoisuudet sekä pH vuosina 2015–2023. Vuonna 2023 otetut näytteet on merkitty kuvaan oranssilla värillä.

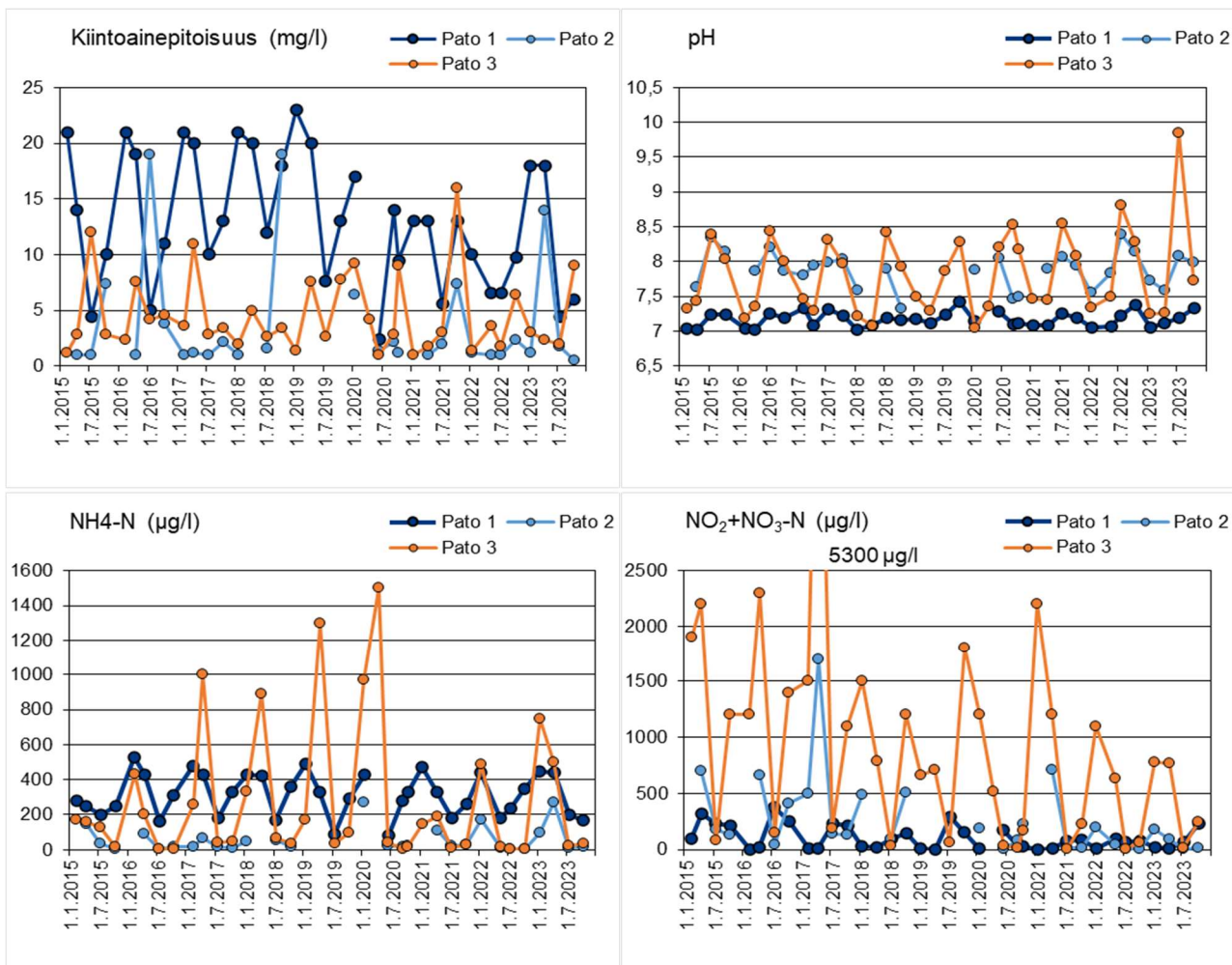
4.3 Vedenlaatu rikastushiekka-altaan tarkkailupisteillä

Rikastushiekka-altaasta lähtevän veden laatua seurataan rikastushiekka-altaan padoilla 1 ja 2 sekä selkeytysaltaalta lähtevän veden laatua padolla 3. Padon 1 suotovesiä tarkkaillaan rikastushiekka-altaan luoteisruunassa sijaitsevasta ojasta. Padon 2 tarkkailupiste sijaitsee padon pohjoispään säätökaivossa ja padon 3 tarkkailupiste ojassa molempien V-patojen jälkeen.

Rikastushiekka-altaan patojen tarkkailupisteiltä vuonna 2023 otettujen näytteiden analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä (liite 1). Näytteenotto ja määritykset toteutuivat kaikilta osin tarkkailuohjelman mukaisesti.

Padoilta 1, 2 ja 3 otettujen näytteiden kiintoainepitoisuudet olivat vuonna 2023 pääosin samalla vaihteluvälillä kuin vuosina 2015–2022 (kuva 4-2). Tavanomaiseen tapaan padon 1 kiintoainepitoisuudet olivat suurimmat kaikilla näytteenottokierroksilla. Kiintoainepitoisuudet vaihtelivat välillä 6,0–18 mg/l (pato 1), <1–14 mg/l (pato 2) ja 2–9 mg/l (pato 3). Padolla 1 kiintoainepitoisuudet ovat vuosina 2020–2023 olleet pienempiä verrattuna vuosien 2015–2019 pitoisuuksiin. Padolla 2 selvää suuntausta ei havaita, koska useita näytteitä on vuosien 2015–2020 aikana jäänyt ottamatta vähäisen vesimäärän vuoksi. Padolla 3 kiintoainepitoisuus on vaihdellut varsin tasaisesti vuosien 2015–2023 aikana, eikä selvää trendiä ole havaittavissa. Yleisesti padoilta otettujen näytteiden kiintoainepitoisuudet ovat kaivoksen toiminnan keskeytyksen aikana olleet pieniä.

Rikastushiekka-altaan kasvittamisen jälkeen vuodesta 2020 lähtien kiintoainepitoisuudet padoilta 1 ja 2 johdeuissa vesissä ovat olleet alle 20 mg/l. Padolta 3 pintavalutuskentälle johdettavan veden kiintoainepitoisuudet ovat olleet vuodesta 2015 lähtien pääsääntöisesti alle 15 mg/l.



Kuva 4-2. Kiintoainepitoisuudet, nitraatti- ja nitriittityypipitoisuudet, ammoniumtypenpitoisuudet ja pH padoilta 1-3 lähtevissä vesissä vuosina 2015–2023.

Nitraatti- ja nitriittitypen summan sekä ammoniumtypen pitoisuudet padoilta 1-3 lähteissä vesissä on esitetty kuvassa 4-2. Nitraatti- ja nitriittitypen sekä ammoniumtypen pitoisuudet olivat kaikilla padoilla vuosien 2015-2022 vaihteluvälillä. Kuten vuosina 2016–2022, padon 1 suotovedessä ammoniumtypen osuus kokonaistyyppityypistä oli huomattavasti suurempi kuin padoilla 2 ja 3. Nitraatti-nitriittitypen summapitoisuus on vastaavasti ollut vähäinen padolla 1. Nitraatti-nitriittitypen summapitoisuudet ovat tyyppillisesti olleet suurempia padolla 3, ja sama kehitys jatkui myös vuonna 2023. Padon 3 nitraatti-nitriittitypen pitoisuudessa havaittiin samankaltaista vuodenaikaisvaihtelua kuin edellisvuosina, ja korkein pitoisuus mitattiin tammikuun näytteenottokierroksella.

Padolla 1 ammoniumtypen ja nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet ovat pysytelleet samalla tasolla vuodesta 2015 lähtien. Padolla 2 selvää kehityssuuntaa ei havaita, ja tarkastelua vaikeuttaa myös se, että osa näytteistä on jäänyt ottamatta vähäisen vesimäärän vuoksi. Padolla 3 ammoniumtyypipitoisuudessa on havaittavissa vuodesta 2021 nouseva trendi. Myös nitraatti-nitriittitypen summapitoisuuden huippuarvo padolla 3 oli vuonna 2023 tarkkailujakson 2015–2023 pienin. Padon 1 suotovedessä typen vuodenaikaisvaihtelu on vähäisempää ja heinä- sekä lokakuun näytteissä padon 1 kokonaistyyppipitoisuudet olivat suurempia kuin padolla 3.

Typen yhdisteiden pitoisuudet ovat pysyneet pääosin alhaisella tasolla vuoden 2014 alkupuoliskon jälkeen. Kaivoksen tuotannon keskeyttäminen on näkynyt selvästi padoilta lähtevien vesien tyyppipitoisuuden pienemisenä. Poikkeuksen tähän tekee huhtikuussa 2017 padolta 3 otettu näyte, jossa sekä ammoniumtypen (1000 µg/l) että nitraatti-nitriittitypen pitoisuus (5300 µg/l) kohosivat samalle tasolle kuin kaivoksen ollessa toiminnassa. Tällöin kohonneet pitoisuudet luultavasti johtuivat maanalaisen kaivoksen huoltotöistä ja maanalaisesta kaivoksesta altaalle pumpattavien vesien laadun vaihtelusta.

Vuonna 2023 padoilta 1-3 otettujen näytteiden pH-arvot vaihtelivat pääosin vuosien 2015-2022 tasolla. Ainoastaan padolta 3 heinäkuussa otetussa näytteessä pH kohosi selvästi korkeammalle (pH 9,85) kuin vuosina 2015–2022. Vuosina 2015–2023 pH-tason vaihtelu on tyyppillisesti ollut voimakkainta padolla 3 ja vähäisintä padolla 1. Veden pH oli keskimäärin matalin padon 1 suotoveden pisteellä (pH ka. 7,18). Padoilla 2 ja 3 vuoden 2023 näytteiden pH:n keskiarvo oli 7,85 ja 8,02. Kaikilla näytepisteillä veden pH oli koko vuoden ajan yli 7 (kuva 4-2). Happamuuden vaihtelulla on luontainen sykli siten, että pH on alempi talvella ja levätuotannosta johtuen korkeampi kesällä. Padolla 3 tämän syklin mukainen vaihtelu on verrattain suurta, ja noudattaa samaa rytmiä epäorgaanisten tyyppijakeiden, eli ammoniumtypen ja nitraatti-nitriittitypen summan kanssa. Näiden muuttujien lisäksi myös fosfaattifosforin pitoisuusvaihtelut voivat viitata biologiseen aktiivisuuteen padon 3 vedessä.

Samoin kuin kaivoksen kuivatusvesien osalta, myös padoilta 1-3 määritettyjen lisäparametrien pitoisuudet ovat haitallisten metallien (Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V) osalta olleet melko pieniä (liite 1). Suurimpina pitoisuuksina lisäparametreina määritettyjä metalleja padoilta otetut näytteet ovat sisältäneet kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja natriumin ohella bariumia (120-440 µg/l) ja strontiumia (90-510 µg/l). Padolla 1 on suurimmat strontiumpitoisuudet (360-510 µg/l), mutta vastaavasti pienimmät bariumpitoisuudet (120-170 µg/l).

Padon 3 näytteestä tehdään lisäksi kerran vuodessa asbestimääritys velvoitetarkkailun yhteydessä, ja lokakuusta 2021 lähtien asbestimääritys on tehty jokaiselle näytteelle lisämääritysten yhteydessä. Vuonna 2023 padolta 3 otettu näyte ei sisältänyt asbestia huhti- ja heinäkuussa, mutta tammikuussa otettu näyte sisälsi tremoliittiasbestia 17 kuitua/ml ja lokakuun näyte tremoliitti- ja antofylliittiasbestia yhteensä 549 kuitua/ml.

Padolta 3 lähtevälle vedelle tehtiin toksisuustesti (valobakteeritesti) heinäkuussa 2023. Toksisuustestin perusteella toksisuutta valobakteereille ei havaittu.

4.4 Pintavalutuskentälle johdetut vedet ja kentän toiminta

Rikastushiekka-altaan vesiä on johdettu padon 3 ja Koserusojan väliselle pintavalutuskentälle marraskuun alusta 1997 lähtien. Vuonna 2023 vettä johdettiin pintavalutuskentälle kolmoispadon kautta arviolta 992 567 m³. Pintavalutuskentän tarkkailutulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä (liite 1).

Padolta 3 pintavalutuskentälle johdettu kuormitus ei kuvaa kaivoksen vesistökuormitusta, sillä pintavalutuskenttä toimii vesiensuojelurakenteena ja pitää osan sille johdetusta kuormituksesta. Ympäristöluvassa määrätty veden kiintoaineen hehkutusjäännöksen pitoisuusraja-arvo on kuitenkin asetettu pintavalutuskentälle

johdettavalle vedelle. Padon 3 kautta pintavalutuskentälle kolmoispadon kautta purkautunut kuormitus vuosina 2008–2023 on esitetty taulukossa 4-2.

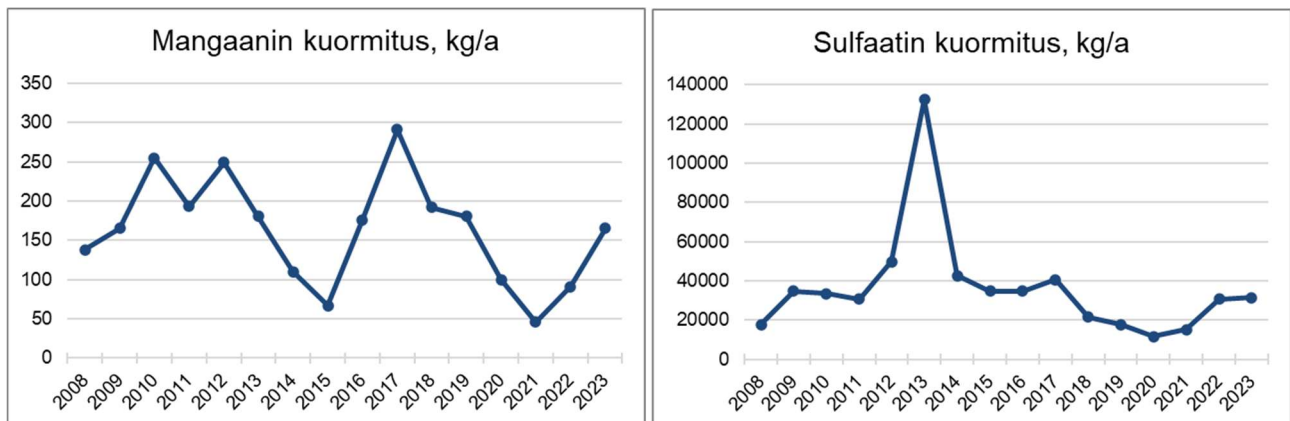
Jo vuonna 2014 havaittiin kuormituksen vähenemistä edelliseen vuoteen verrattuna kaikkien muiden muuttujien paitsi COD_{Mn}:n osalta. Vuoden 2014 jälkeen kuormitus on useimpien kuormitteiden osalta ollut vähäisempää kuin vuosina 2013–2014. Kuitenkin esimerkiksi mangaanin kuormitus vuosina 2016–2019 ja sulfaatin kuormitus vuosina 2015–2017 on ollut samaa tasoa kuin kaivoksen ollessa toiminnassa. Mangaanin ja sulfaatin kuormitusta on havainnollistettu kuvassa (kuva 4-3).

Vuonna 2023 kuormitusarvot olivat pääosin samaa suuruusluokkaa kuin vuosina 2019–2022. Sulfaattikuormitus on ollut vuodesta 2022 alkaen vuosien 2015–2018 tasolla (ks. taulukko 4-1). Edellisvuoteen verrattuna kuormitusarvot kohosivat kokonaistyyppiä ja nitraatti- ja nitriittitypen summaa lukuun ottamatta.

Kemiallisen hapenkulutuksen kuormituksen osalta on huomioitava, että vuosina 2017 ja 2019 on käytetty happea dikromaattia ja muina vuosina permanganaattia, joten kaikkien vuosien tulokset eivät ole vertailukelpoisia keskenään.

Taulukko 4-2. Padon 3 kolmoispadon kautta pintavalutuskentälle purkautunut kuormitus vuosina 2008–2023. Vuodet 2008–2014, jolloin kaivoksella on ollut tuotantoa, on merkitty taulukkoon harmaalla.

| Vuosi | Kiintoaine kg/a | COD _{Mn} kg/a | COD _{Cr} kg/a | Kok.N kg/a | NH ₄ -N kg/a | NO ₂₊₃ -N kg/a | Kok.P kg/a | Fe kg/a | Mn kg/a | SO ₄ kg/a |
|-------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|------------------------------|---------------|------------|------------|-------------------------|
| 2008 | 21 775 | 4 437 | | 4 204 | | | 66 | 1 965 | 138 | 17 616 |
| 2009 | 74 386 | 4 466 | | 11 513 | | | 83 | 4 931 | 165 | 34 744 |
| 2010 | 36 830 | 6 367 | | 9 335 | | | 178 | 1 237 | 255 | 33 500 |
| 2011 | 26 502 | 6 153 | | 6 537 | | | 136 | 880 | 193 | 30 716 |
| 2012 | 128 186 | 6 092 | | 9 194 | | | 212 | 5 583 | 249 | 49 631 |
| 2013 | 64 797 | 5 129 | | 9 698 | 1 660 | 17 382 | 151 | 2 018 | 181 | 132 482 |
| 2014 | 33 211 | 5 588 | | 6 335 | 1 082 | 4 109 | 110 | 901 | 110 | 42 532 |
| 2015 | 6 809 | 5 035 | | 2 593 | 210 | 1 950 | 42 | 407 | 67 | 34 771 |
| 2016 | 7 839 | 8 537 | | 3 111 | 319 | 2 148 | 40 | 794 | 176 | 34 831 |
| 2017 | 7 410 | | 7 187 | 3 901 | 500 | 2 915 | 52 | 1 421 | 291 | 40 663 |
| 2018 | 3 381 | 3 800 | | 1 949 | 367 | 850 | 38 | 1 023 | 192 | 21 457 |
| 2019 | 3 277 | | 2 213 | 929 | 271 | 546 | 19 | 611 | 180 | 17 737 |
| 2020 | 2 320 | 1 807 | | 492 | 280 | 172 | 10 | 279 | 99 | 11 601 |
| 2021 | 2 470 | 1 496 | | 587 | 44 | 421 | 9 | 196 | 45 | 15 075 |
| 2022 | 3 604 | 3 686 | | 906 | 141 | 489 | 16 | 434 | 91 | 30 576 |
| 2023 | 4 070 | 3 871 | | 888 | 325 | 450 | 21 | 856 | 165 | 31 514 |



Kuva 4-3. Padolta 3 pintavalutuskentälle johdettu mangaanin ja sulfaatin kuormitus vuosina 2008-2023.

Lainvoimaisen ympäristöluvan myötä 1.11.2009 alkaen on ollut voimassa padolta 3 vesistöön johdettavan veden virtaamapainotteisen kiintoaineen hehkutusjäännöksen neljännesvuosikeskiarvolle asetettu raja-arvo (enintään 10 mg/l). Kiintoaineen hehkutusjäännös on määritetty padolta 3 lähtevästä vedestä marraskuusta 2009 alkaen. Kiintoaineen hehkutusjäännöksellä tarkoitetaan kiintoaineen sisältämän epäorgaanisen aineksen määrää, kun taas aikaisemmin määritetty hehkutusjäännös sisältää myös liuenneiden suolojen epäorgaanisen aineksen. Kiintoaineen hehkutusjäännöksen virtaamapainotteiset neljännesvuosikeskiarvot on laskettu vuodesta 2010 alkaen.

Vuonna 2023 näytteet otettiin tarkkailuohjelman mukaisesti neljä kertaa, ja kiintoaineen hehkutusjäännökselle määritetty raja-arvo alittui kaikilla vuosineljänneksillä. Vuonna 2023 otettujen näytteiden pitoisuudet ja havaintokerroilla määritetyt virtaamat padolla 3 on esitetty taulukossa 4-3.

Taulukko 4-3. Kiintoaineen hehkutusjäännöksen pitoisuus padolla 3 vuonna 2023.

| Kuukausi | Kiintoaineen hehkutusjäännös (mg/l) | Virtaamapainotteinen neljännesvuosikeskiarvo (mg/l) | Luparaja (mg/l) |
|-----------|-------------------------------------|---|-----------------|
| tammikuu | <1 | <1 | 10 |
| helmikuu | | | |
| maaliskuu | | | |
| huhtikuu | <1 | <1 | 10 |
| toukokuu | | | |
| kesäkuu | | | |
| heinäkuu | <1 | <1 | 10 |
| elokuu | | | |
| syyskuu | | | |
| lokakuu | 6,8 | 6,8 | 10 |
| marraskuu | | | |
| joulukuu | | | |

Pintavalutus Kentän vaikutusta vedenlaatuun on tarkkailtu ottamalla vesinäytteet padolta 3 lähtevästä vedestä (= pintavalutus Kentälle tuleva) ja pintavalutus Kentältä lähtevästä vedestä. Pintavalutus Kentän vaikutusta eri vedenlaatumuuttujien suhteen on tarkasteltu vertaamalla tulevan ja lähtevän veden pitoisuuksia.

Pintavalutus Kentän tulevan ja lähtevän veden kiintoaineen, kokonaistypen, ammoniumtypen, nitraatti- ja nitriittitypen summan, kokonaisfosforin, sulfaatin, alumiinin, raudan ja mangaanin pitoisuuksia vuonna 2023 on esitetty taulukossa 4-4. Kiintoaineen, kokonaistypen, kokonaisfosforin sekä raudan pitoisuudet pintavalutus Kentälle tulevassa ja sieltä lähtevässä vedessä vuosina 2015–2023 on lisäksi esitetty kuvissa 4-4...4-7. Taulukosta 4-4 nähdään sekä pintavalutus Kentän näyteenottohetkien aikaiset pitoisuudet, että vuoden keskimääräiset pitoisuudet.

Vuonna 2023 kiintoainepitoisuudet pintavalutus Kentälle johdetun veden näytteissä olivat pääasiassa pieniä, ja lokakuussa hieman koholla (9,0 mg/l) muihin näytteisiin verrattuna. Myös pintavalutus Kentältä lähtevän veden kiintoainepitoisuudet olivat pieniä. Vuoden keskimääräinen tulevan veden kiintoainepitoisuus oli 4,1 mg/l ja lähtevän veden 3,4 mg/l.

Osa pintavalutus Kentälle johdetun veden sisältämisestä tyypestä poistui pintavalutus Kentällä (kuva 4-5, taulukko 4-4). Keskimäärin kokonaistypen pitoisuus laski pintavalutus Kentällä 18 % vuonna 2023. Tammi- ja heinäkuussa pintavalutus Kentältä lähtevässä vedessä oli enemmän tyypeä kuin pintavalutus Kentälle tulevassa vedessä, mutta tammikuussa ero oli hyvin pieni, ja heinäkuussa molemmilla tarkkailupisteellä kokonaistyyppipitoisuudet olivat hyvin pieniä. Kesällä tyyppipitoisuus luonnollisesti laskee mm. levien sitoessa veteen liuennutta tyypeä. Sekä pintavalutus Kentälle tulevan, että sieltä lähtevän veden tyyppipitoisuuden kausivaihtelu noudattelee luonnollista sykliä.

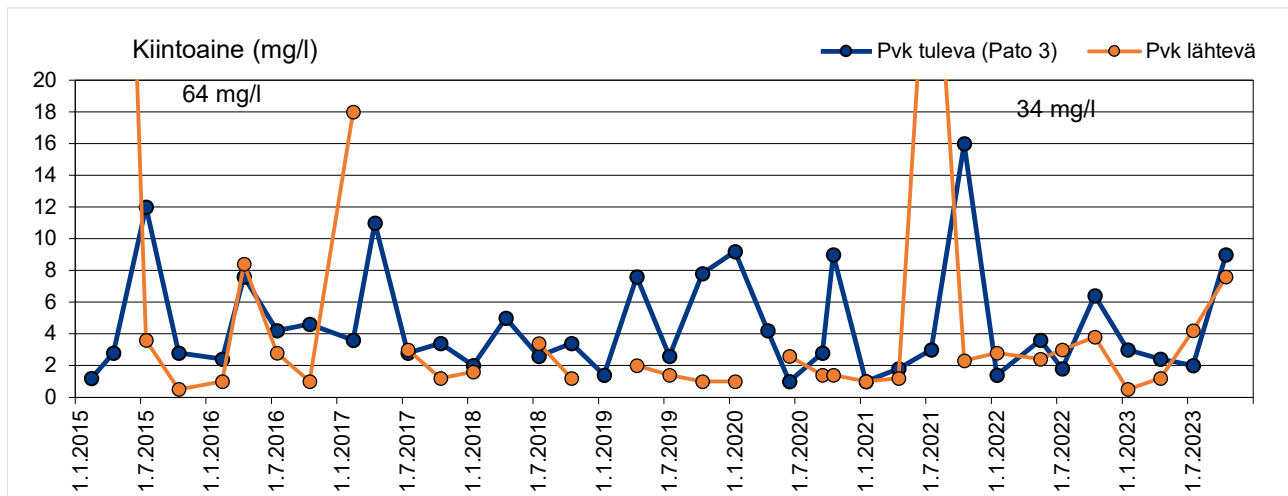
Ammoniumtypen pitoisuus laski pintavalutus Kentällä keskimäärin 59 % vuonna 2023 ja suurin muutos oli lokakuussa (81 %). Myös nitraatti-nitriittitypen osalta lähtevän veden pitoisuus oli hieman pienempi kuin tulevan veden pitoisuus. Kokonaisfosforin osalta lähtevän veden pitoisuus oli keskimäärin pienempi kuin tulevan veden pitoisuus, paitsi heinä- ja lokakuussa.

Taulukko 4-4. Pintavalutuskentän tulevan ja lähtevän veden pitoisuuksia vuonna 2023. Tuleva = pintavalutuskentälle padolta 3 tuleva vesi, lähtevä = pintavalutuskentältä lähtevä vesi.

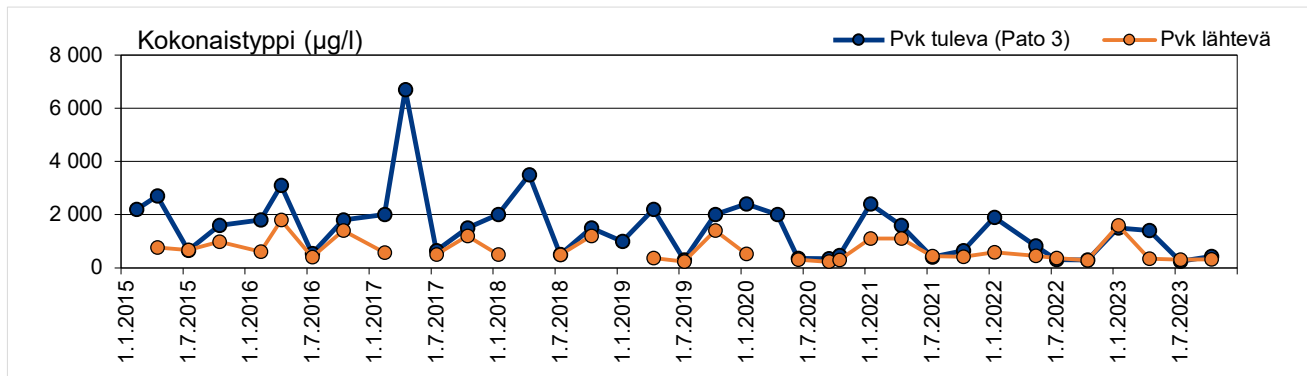
| Aika | | Kiintoaine | Kokonais- | Ammonium- | Nitraatti- | Kokonais- | Sulfaatti | Alumiini | Rauta | Mangaani |
|-----------------------|---------|------------|-----------------|----------------|---|-----------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | mg/l | Kok. N µgN/l | NH4-N µgN/l | nitriitti- typpi NO2-3-N µgN/l | Kok. P µgP/l | SO4 mg/l | Al µg/l | Fe µg/l | Mn µg/l |
| 30.1.2023 | tuleva | 3,0 | 1500 | 750 | 780 | 28 | 36 | 6,5 | 1300 | 310 |
| | lähtevä | 0,5 | 1600 | 260,0 | 390 | 7,7 | 33 | 2,5 | 190 | 180 |
| 19.4.2023 | tuleva | 2,4 | 1400 | 500 | 770 | 30 | 34 | 20 | 1600 | 310 |
| | lähtevä | 1,2 | 340 | 160 | 15 | 5,9 | 23 | 3 | 760 | 850 |
| 6.7.2023 | tuleva | 2,0 | 250 | 22,0 | 12,0 | 11 | 18 | 25 | 130 | 10 |
| | lähtevä | 4,2 | 310 | 17,0 | 31 | 24,0 | 15 | 15 | 1200 | 70 |
| 22.10.2023 | tuleva | 9,0 | 430 | 36,0 | 250 | 14 | 39 | 150 | 420 | 36 |
| | lähtevä | 7,6 | 320 | 6,8 | 160 | 15 | 40 | 28 | 1600 | 27 |
| Keskiarvo 2023 | tuleva | 4,1 | 895 | 327 | 453 | 21 | 32 | 50 | 863 | 167 |
| | lähtevä | 3,4 | 643 | 111 | 149 | 13 | 28 | 12 | 938 | 282 |

Raudan osalta pintavalutuskentältä poistuvan veden pitoisuus oli vuonna 2023 keskimäärin suurempi kuin pintavalutuskentälle tulevan veden pitoisuus. Rautaa huuhtoutui pintavalutuskentältä lähtevän veden mukana varsinkin heinäkuussa, jolloin lähtevän veden pitoisuus oli n. kahdeksankertainen. Rautaa huuhtoutui myös lokakuussa. Vastaavasti tammi- ja huhtikuussa rautaa pidättyi pintavalutuskentälle.

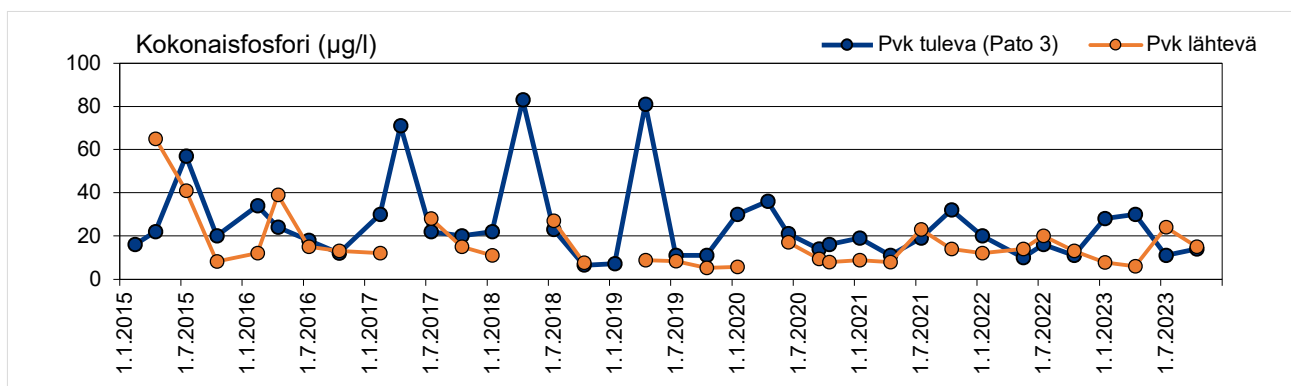
Sulfaatin osalta pintavalutuskentän vaikutus vuonna 2023 oli edellisten vuosien tapaan vähäinen, lähtevän veden sulfaattipitoisuuden ollessa keskimäärin 14 % pienempi kuin tulevan veden sulfaattipitoisuus. Aluminiasta pidättyi pintavalutuskentälle n. 68 %. Mangaanipitoisuudet olivat vuonna 2023 pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä keskimäärin suurempia kuin pintavalutuskentälle tulevassa vedessä. (taulukko 4-4).



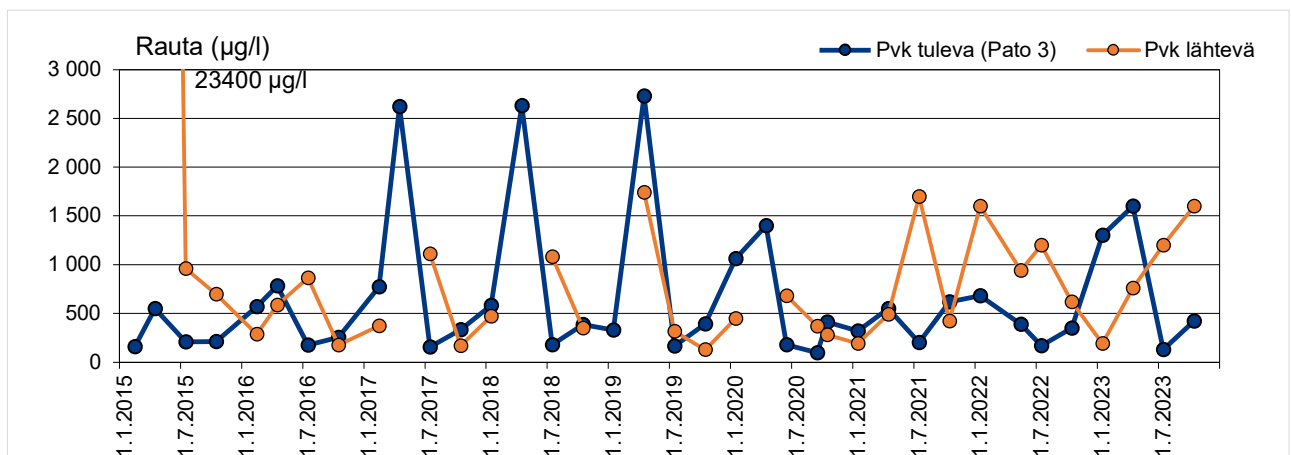
Kuva 4-4. Kiintoainepitoisuus pintavalutuskentälle tulevassa vedessä (pato 3) ja pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä v. 2015–2023.



Kuva 4-5. Kokonaistyyppipitoisuus pintavalutuskentälle tulevassa vedessä (pato 3) ja pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä v. 2015–2023.



Kuva 4-6. Kokonaisfosforipitoisuus pintavalutuskentälle tulevassa vedessä (pato 3) ja pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä v. 2015–2023.



Kuva 4-7. Rautapitoisuus pintavalutuskentälle tulevassa vedessä (pato 3) ja pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä v. 2015–2023.

Pintavalutuskentältä lähtevästä vedestä vuonna 2023 lisäparametreina määritettyjen haitallisten metallien pitoisuudet (mm. Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V) olivat alhaista tasoa. Jonkin verran korkeampia pitoisuuksia määritettiin bariumia (260–420 µg/l), booria (18–42 µg/l) ja strontiumia (110–230 µg/l). Korkeimmat pitoisuudet määritettiin kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja natriumin osalta (liite 1).

4.5 Sivukivialueet

Sivukivialueilta 1 ja 2 lähtevän veden laatua seurataan molempien sivukivialueiden alapuolisista ojista. Lisäksi seurataan sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevän veden laatua. Sivukivialueiden lähtevän veden näytteenottopisteillä on ajoittain ollut niin vähän vettä, että näytettä ei ole saatu otettua. Sivukivialueen 1 lähtevän veden näytettä ei ole saatu helmikuussa 2016 eikä huhtikuussa 2020. Vastaavasti sivukivialueelta 2 lähtevän veden huhtikuun näytettä ei ole saatu otettua vuosina 2018–2020. Sivukivialueen 2 alapuolisen pintavalutuskentän näytteitä ei ole saatu otettua helmi- ja huhtikuussa 2016, tammi- ja huhtikuussa 2018, huhtikuussa 2019 eikä huhtikuussa 2020.

Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä (liite 1). Kiintoaineen, nitraatti- ja nitriittitypen summan ja sulfaatin pitoisuudet sekä sähkönjohtavuus, pH ja kokonaisfosforipitoisuudet ko. havaintopisteissä vuosina 2015–2023 on esitetty kuvassa 4-8. Puuttuvat näytteet näkyvät katkoina kuvaajissa.

Sivukivialueilta 1 ja 2 sekä sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevien vesien kiintoainepitoisuudet olivat vuonna 2023 pääosin pieniä (<6 mg/l) ja vastaavaa tasoa kuin aikaisempina tarkkailuvuosina 2015–2022. Sivukivialueilta 1 ja 2 lähtevässä vedessä kiintoainepitoisuus oli korkeimmillaan tammikuussa (32 mg/l ja 36 mg/l) ja sivukivialueen 2 pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä huhtikuussa (7,6 mg/l) (kuva 4-8).

Sähkönjohtavuudet sivukivialueilta lähtevissä vesissä vaihtelivat välillä 16–66 mS/m (kuva 4-8). Edellisvuosien tapaan sähkönjohtavuus oli keskimäärin korkeimmillaan sivukivialueelta 2 lähtevässä vedessä ja matalimmillaan sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä. Kaikilla pisteillä sähkönjohtavuus oli samalla vaihteluvälillä kuin vuosina 2015–2022.

Sulfaattipitoisuudet olivat sivukivialue 1:n sekä sivukivialueen 2 alapuolisen pintavalutuskentän alapuolisilla näytteenottopaikoilla samaa tasoa kuin vuosina 2015–2022. Sulfaattipitoisuus on tyypillisesti ollut keskimäärin korkein sivukivialueelta 1 lähtevässä vedessä (kuva 4-8), ja ajoittain sulfaattipitoisuus on kohonnut samalle tasolle sivukivialueelta 2 lähtevässä vedessä. Sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä sulfaattipitoisuus on ollut selvästi alemmaa tasoa kuin sivukivialueelta 2 lähtevässä vedessä.

Nitraatti- ja nitriittitypen summapitoisuus oli vuonna 2023 kaikilla pisteillä samaa tasoa kuin vuosina 2015–2022. Sivukivialueelta 2 lähtevässä vedessä summapitoisuus on ollut ajoittain voimakkaasti koholla, ja kyseisten arvojen havaitaan korreloivan kohonneiden sähkönjohtavuusarvojen kanssa. Kaivoksen ollessa toiminnassa vuosina 2010–2014 nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet ovat olleet yleisesti korkeampia sivukivialueelta 1 lähtevässä vedessä, kohoten varsinkin talvikuukausina korkeimmillaan n. 50 000 µg/l pitoisuuteen. Sivukivialueelta 2 lähtevässä vedessä pitoisuudet ovat vuosina 2010–2014 olleet jonkin verran pienempiä, kohoten korkeimmillaan n. 35 000 µg/l pitoisuuteen. Syy nitraatti- ja nitriittimuodossa olevan typen kohonneisiin pitoisuuksiin sivukivialueelta 2 lähtevässä vedessä on toistaiseksi jäänyt epäselväksi.

Samoin kuin edellisinä vuosina, sivukivialueilta 1 ja 2 lähtevissä vesissä valtaosa kokonaistypestä koostui nitraatti-nitriittitypestä, ja ammoniumtypen osuus oli vähäinen. Sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä ammoniumtypen osuus oli tammi- ja huhtikuussa selvästi muita pisteitä suurempi, mutta muilla näytteenottokerroilla ammoniumtypen pitoisuudet olivat pieniä. Heinäkuussa epäorgaanisen typen osuus kokonaistypestä pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä oli pieni (liite 1).

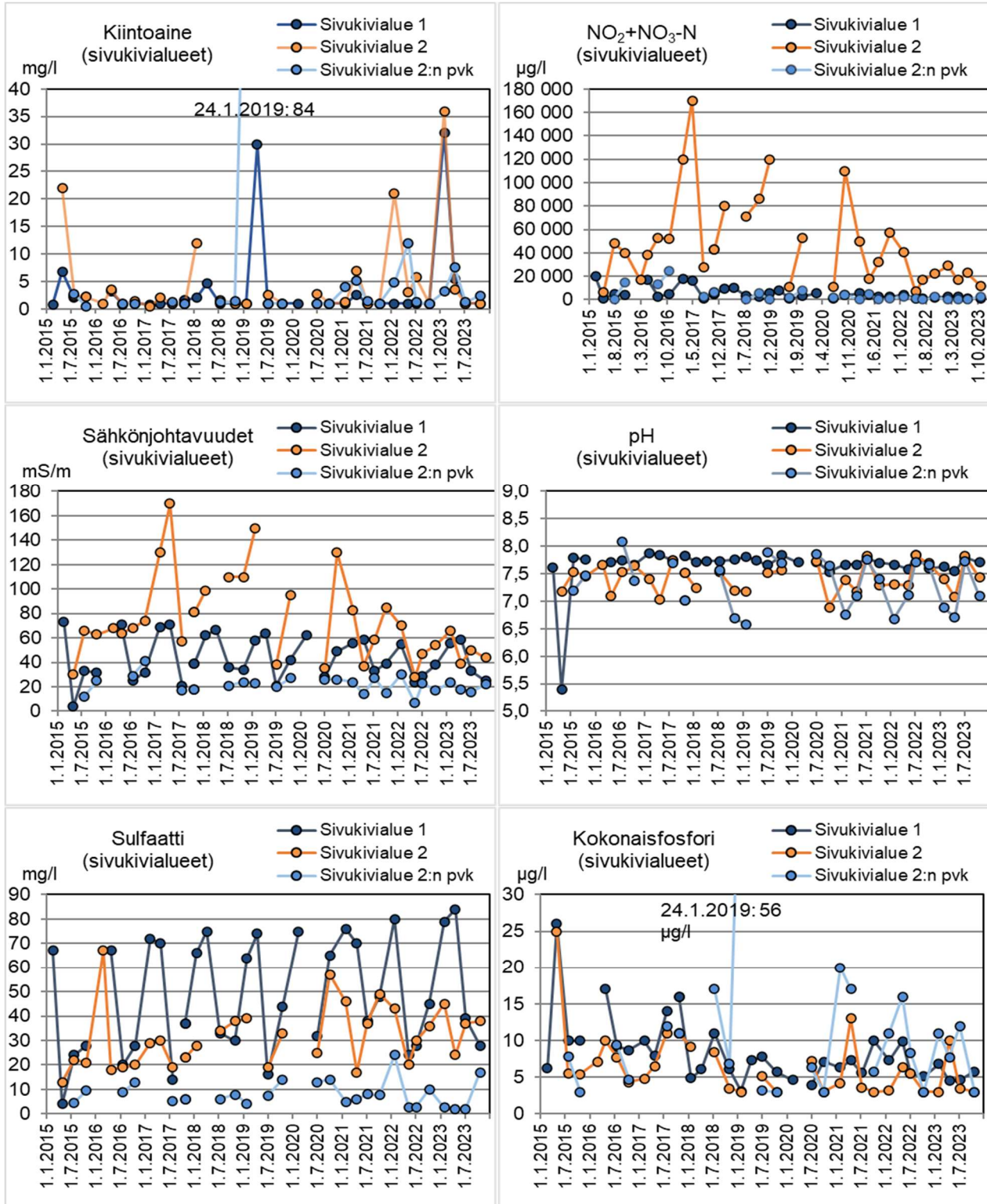
Sivukivialueiden 1 ja 2, sekä sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevän veden pH-arvo vaihteli vuonna 2023 välillä 6,71–7,82 (kuva 4-8). Vesien pH-tasossa ei ollut tapahtunut merkittäviä muutoksia vuosiin 2015–2022 verrattuna.

Sivukivialueilta lähtevien vesien kokonaisfosforipitoisuudet olivat pieniä. Sivukivialueelta 1 ja 2 lähtevien vesien fosforipitoisuudet olivat vuosien 2016–2022 tasoa. Fosforipitoisuuksissa ole havaittavissa selvää trendiä (Kuva 4-8).

Alumiini-, mangaani- ja rautapitoisuudet olivat kaikilla tarkkailupisteillä pääasiassa pieniä ja samaa tasoa kuin vuosina 2015–2022. Sivukivialueen 2 huhtikuun näytteessä havaitaan vuoden 2023 muita näytteenottokieroksia korkeammat alumiinin (200 µg/l) ja raudan (340 µg/l) pitoisuudet. Huhtikuussa mitattiin myös vuoden pienin pH (7,08). Vastaava havainto tehtiin myös sivukivialueen 2 pintavalutuskentältä tulevien vesien tammi- ja huhtikuun näytteissä alumiinin, raudan, mangaanin ja pH:n osalta. Öljyhiilivetyjä ei havaittu laboratorion määritysrajaa ylittäviä pitoisuuksia sivukivialueilta 1 ja 2 tulevissa vesissä vuonna 2023, mutta pintavalutuskentältä lähtevän veden näytteessä hiilivetyjakeilla C21-C40 määritettiin hieman määritysrajan ylittävä pitoisuus 27 µg/l. Summapitoisuus C10-C40 jäi kuitenkin alle määritysrajan (50 µg/l).

PAHTAVAARAN KAIVOKSEN KÄYTTÖ-, PÄÄSTÖ- JA VAIKUTUSTARKKAILU 2023

Sivukivialueilta ja sivukivialueen 2 alapuoliselta pintavalutuskentältä lähteivistä vesistä vuonna 2023 lisäparametreina määritettyjen haitallisten metallien pitoisuudet (mm. Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V) olivat pieniä. Jonkin verran korkeampia pitoisuuksia määritettiin bariumia (31–370 µg/l), booria (3,2–47 µg/l) ja strontiumia (32–170 µg/l). Korkeimmat pitoisuudet määritettiin kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja natriumin osalta (liite 1).



Kuva 4-8. Kiintoainepitoisuudet, nitraatti- ja nitriittityppipitoisuudet, sähkönjohtavuudet, pH, sulfaattipitoisuudet ja kokonaisfosforipitoisuudet sivukivialueilta lähteivissä vesissä vuosina 2015–2023.

5. VESISTÖVAIKUTUSTEN TARKKAILU

5.1 Havaintopisteet ja tarkkailun toteutuminen

Vuonna 2023 vesistötarkkailussa toteutettiin Lapin ELY-keskuksen päätöksen LAPELY/3366/2015 (29.4.2019) mukaisesti kevennettyä tarkkailuohjelmaa. Päätöksen mukaisesti kaivoksen tuotannon keskeytyksen aikaisesta vesistötarkkailusta on vuonna 2019 poistettu pisteet Ala-Postojoki 4 ja Kannushaara, ja tarkkailuun on lisätty piste Paskahaara.

Vaikutustarkkailun tarkoituksena on seurata kaivostoiminnassa syntyneiden jätevesien sekä saniteettijätevesien vaikutuksia Pahtavaaran kaivoksen alapuolisissa vesistöissä. Kaivoksen ja rikastamon jätevesien vaikutuksia seurataan Koserusojassa (P14 ja P9). Koserusojan suun yläpuolella on Ala-Postojoessa vertailupiste (AP3) ja alapuolella vastaava vaikutusten tarkkailupiste (AP110). Lisäksi tarkkaillaan sivukivialueiden suotovesien vaikutusta Pitkäkoskenojassa pisteessä P2 ojan yläosassa ja P4 ojan alaosassa asutuksen yläpuolella.

Paskahaaran piste kuvastaa rikastushiekka-altaan padolta 1 suotautuvien vesien sekä kaivoksen saniteettijätevedenpuhdistamon vaikutuksia Paskahaarassa. Vaikutustarkkailun havaintopisteiden koordinaatit on esitetty taulukossa 5-1 ja niiden sijainti kartalla liitteessä 2.

Taulukko 5-1. Vaikutustarkkailun havaintopisteiden koordinaatit.

| Havaintopiste | Tunnus | Koordinaatit (ETRS-TM35FIN) | | Vesistö- alue | Sijainti |
|------------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------|--|
| Koserusojan yläosa P14 | p1 | 7502245 | 483064 | 65.871 | 4 km jätevesien laskupaikan alapuolella |
| Koserusojan suu P9 | p2 | 7504824 | 487313 | 65.871 | Suu |
| Paskahaara*** | | 7506051 | 478986 | 65.873 | Paskahaara, n. 4 km rikastushiekka-altaan padolta 1 koilliseen |
| Ala-Postojoki 3 | p5 | 7505244 | 486833 | 65.871 | 600 m Koserusojan yläpuolelta |
| Ala-Postojoki 110 | p6 | 7505064 | 488212 | 65.871 | 4-tien silta |
| Pitkäkoskenoja P2 | p7 | 7501296 | 475062 | 65.861 | Ojan yläosa |
| Pitkäkoskenoja P4 | p9 | 7496767 | 476687 | 65.861 | Ojan alaosa, asutuksen yläpuolelta |

Tarkkailuohjelman mukaisesti vaikutustarkkailun näytteet otettiin velvoitetarkkailun osalta yhteensä kolme kertaa; jäänlähdon jälkeen touko-kesäkuussa, heinäkuussa, sekä lokakuussa. Vuonna 2023 kaikki tarkkailuohjelman mukaiset näytteet saatiin otettua. Lisäksi toteutettiin lisätarkkailuun kuuluvat ylimääräiset näytteenotokierrokset tammi-, maalisi- ja elokuussa, ja velvoitetarkkailun kierrosten yhteydessä määritettiin lisätarkkailuun kuuluvien lisäparametrien pitoisuuksia velvoitetarkkailun määritysten lisäksi. Näytteenotokertojen ajankohdat ja niiden lukumäärät havaintopisteittäin on esitetty taulukossa 5-2.

Taulukko 5-2. Vaikutustarkkailun näytteenottokerrat vuonna 2023. Lisätarkkailuun kuuluvat näytteenottokerrat on merkitty taulukkoon harmaalla.

| Havaintopiste / kuukausi | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Yht. |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|
| Koserusoja yläosa P14 | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |
| Koserusoja suu P9 | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |
| Paskahaara | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |
| Ala-Postojoki 3 | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |
| Ala-Postojoki 110 | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |
| Pitkäkoskenoja P2 | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |
| Pitkäkoskenoja P4 | x | | x | | x | x | x | | x | | | | 6 |

5.2 Vaikutustarkkailun tulokset

Pahtavaaran kaivoksen vaikutustarkkailun tulokset vuodelta 2023 on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 3). Vesistötarkkailutulosten kuvaajissa (kuvat 5-1 – 5-7) määrittämissä raja-arvoissa jääneet arvot on kuvattu puolitetuina arvoina määrittämissä raja-arvoista.

5.2.1 Koserusoja

Koserusojan näytteenottoaikoilla P14 ja P9 tarkkaillaan kaivoksen rikastushiekka-alueen alapuoliselta pinta-avalutuskentältä sekä sivukiven sivukivialueen 2 pintavalutuskentältä ympäristöön johdettujen vesien vaikutuksia. Koserusojan havaintopisteiden kiintoainepitoisuudet vuonna 2023 olivat pieniä ja samaa tasoa kuin vuosina 2015–2022 (kuva 5-1 ja liite 3).

Humuspitoisuutta indikoiva kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) oli vuonna 2023 samalla vaihteluvälillä kuin vuosina 2015–2022 ja ilmensivät niukkahumuksista tai vähäumuksista vedenlaatua. Ojan pH-arvot olivat kaikilla näytteenottokerroilla neutraaleita tai hieman emäksisiä (pH 7,02–8,03) ja vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä. Vuonna 2023 ei havaittu keväisin tyypillisesti tapahtuvaa, happamien aineiden tulvahuuhtoutumisesta johtuvaa pH-arvon laskua.

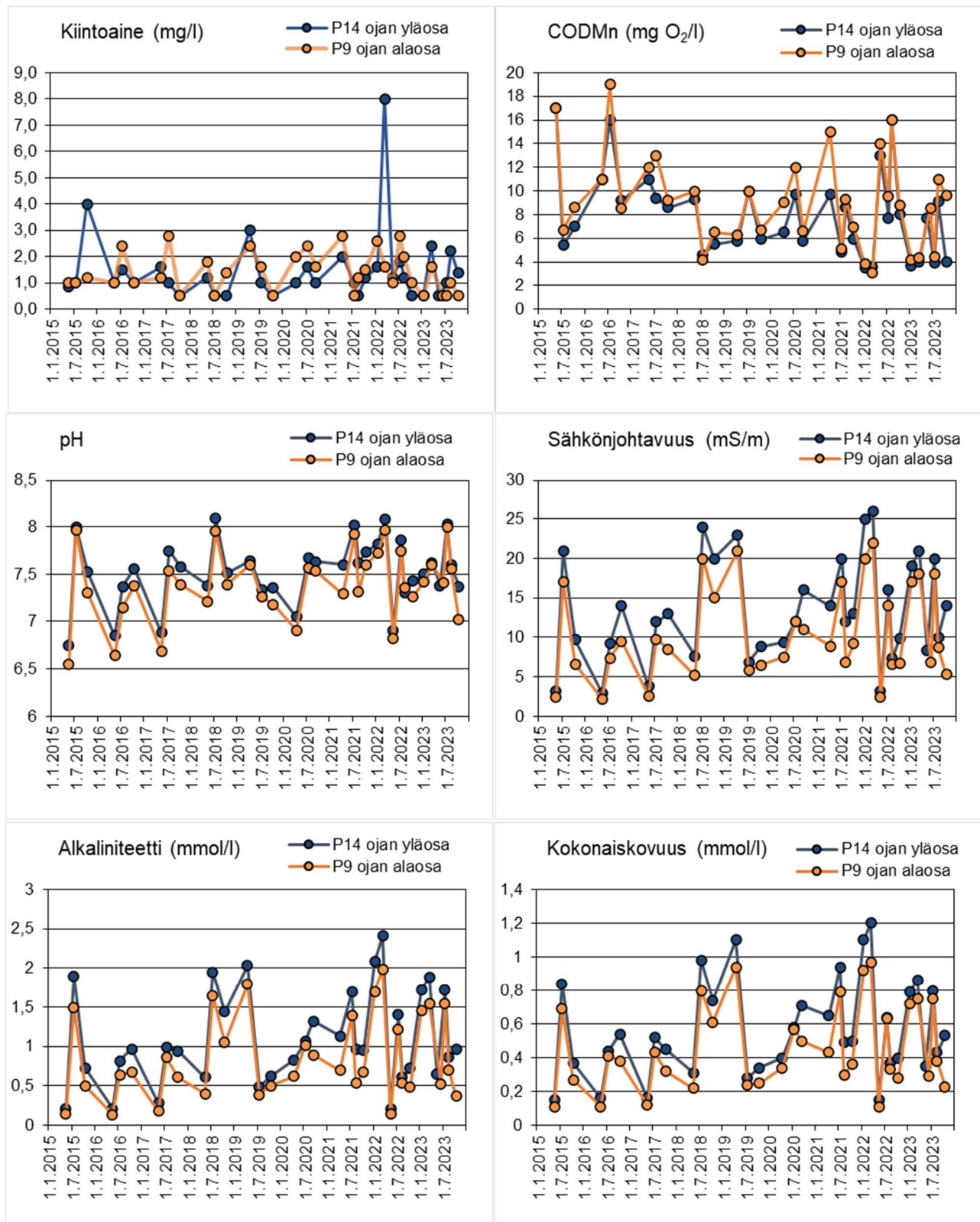
Sähkönjohtavuus vaihteli vuoden 2023 tarkkailussa välillä 5,3–21 mS/m (kuva 5-1). Sähkönjohtavuuden korkein taso on laskenut ojan kaivoksen toiminnan keskeytyksen jälkeen (v. 2013: 41 mS/m, 2014: 31 mS/m), mikä on todennäköisesti seurausta rikastamon jätevesien kuormitusvaikutuksen loppumisesta keväen 2014 jälkeen. Vuonna 2023 ojan yläosan pisteen P14 sähkönjohtavuudet vaihtelivat välillä 8,3–21 mS/m, keskiarvon ollessa hieman edellisvuosia korkeammalla tasolla, mutta pysyen vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä. Samoin kuin edellisinä tarkkailuvuosina, sähkönjohtavuudet olivat kaikilla vuoden 2023 näytteenottokerroilla hieman korkeammalla tasolla Koserusojan yläosalla jätevesien laskupaikan alapuolella (P14), kuin ojan suulla (P9), ja molemmilla tarkkailupisteillä sähkönjohtavuudessa esiintyi samankaltaista vuodenaikaisvaihtelua. Tammi-, maaliskuu- ja heinäkuussa sähkönjohtavuusarvot kohosivat molemmilla tarkkailupisteillä sisävesiemme tyypillisen tason (5–10 mS/m) yläpuolelle. Sulfaattipitoisuudet olivat molemmilla pisteillä edellisvuosia korkeammalla tasolla, vaihdellen ojan yläosan pisteellä P14 välillä 3,6–16 mg/l ja ojan suun pisteellä P9 välillä 2,5–8,3 mg/l.

Sähkönjohtavuuden muutokset korreloivat elektrolyyttien, kuten sulfaatin, natriumin, magnesiumin ja kalsiumin pitoisuusvaihtelun kanssa. Koserusojan yläosan pisteellä P14 kokonaissyvyys vaihteli vuonna 2023 välillä 0,25–1,0 metriä ja elektrolyyttipitoisuudet korreloivat kokonaissyvyyden kanssa. Pitoisuudet ja sähkönjohtavuus nousevat ojan kuivuessa sekä talvella että keskikesällä.

Alkaliniteetin ja kokonaiskovuuden vaihtelut korreloivat vesitilanteeseen samalla tavoin kuin sähkönjohtavuus. Alkaliniteetti- ja kokonaiskovuus vaihtelivat vuonna 2023 välillä 0,37–1,89 mmol/l, indikoiden ojan olevan pääosin hyvin pus-kuroitu happamoitumisesta vastaan (kuva 5-1). Kuten sähkönjohtavuus, myös alkaliniteetti ja kokonaiskovuus

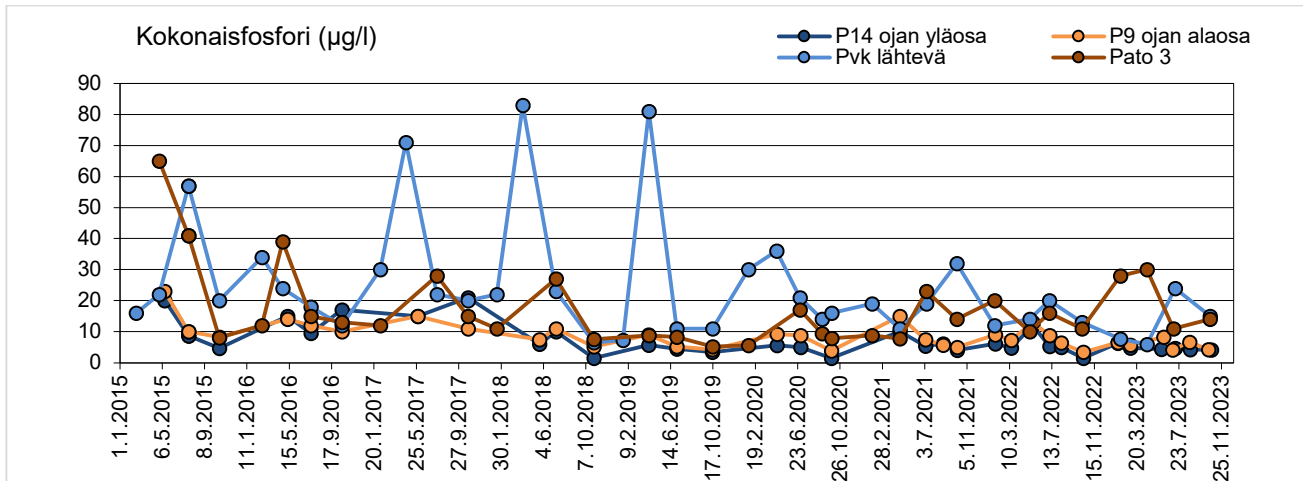
PAHTAVAARAN KAIVOKSEN KÄYTTÖ-, PÄÄSTÖ- JA VAIKUTUSTARKKAILU 2023

olivat molemmilla tarkkailupisteillä samalla vaihteluvälillä kuin vuosina 2015–2022. Alkaliniteettiarvot ja kokonaiskovuus olivat sähkönjohtavuuden tavoin pääasiassa hieman korkeampia ojan yläosassa kuin ojan suulla.



Kuva 5-1. Koserusojan pisteiden P14 ja P9 kiintoainepitoisuus, humuspitoisuutta indikoiva kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), pH, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti ja kokonaiskovuus vuosina 2015–2023.

Kokonaisfosforipitoisuudet Koserusojassa olivat pieniä ja vaihtelivat vuoden 2023 tarkkailussa tyypillisellä tasolla, välillä 4,1–8,3 µg/l, ilmentäen karua vedenlaatua. Korkein fosforipitoisuus mitattiin kesäkuussa Koserusojan suulla (P9). Edellisvuosien tapaan pitoisuudet olivat yleisesti hieman korkeammat ojan suulla (P9) kuin ojan yläosan pisteellä (kuva 5-2). Rikastushiekka-altaan padolta 3 ja sen alapuoliselta pintavalutuskentältä lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuudet olivat korkeampia kuin Koserusojassa, verrattaessa samoina näytteenottojankohtina tehtyjä havaintoja (kuva 5-2), mutta selvää Koserusojan kokonaisfosforipitoisuutta kohottavaa vaikutusta ei ollut havaittavissa. Fosfaattifosforipitoisuudet Koserusojassa olivat pieniä (liite 3).

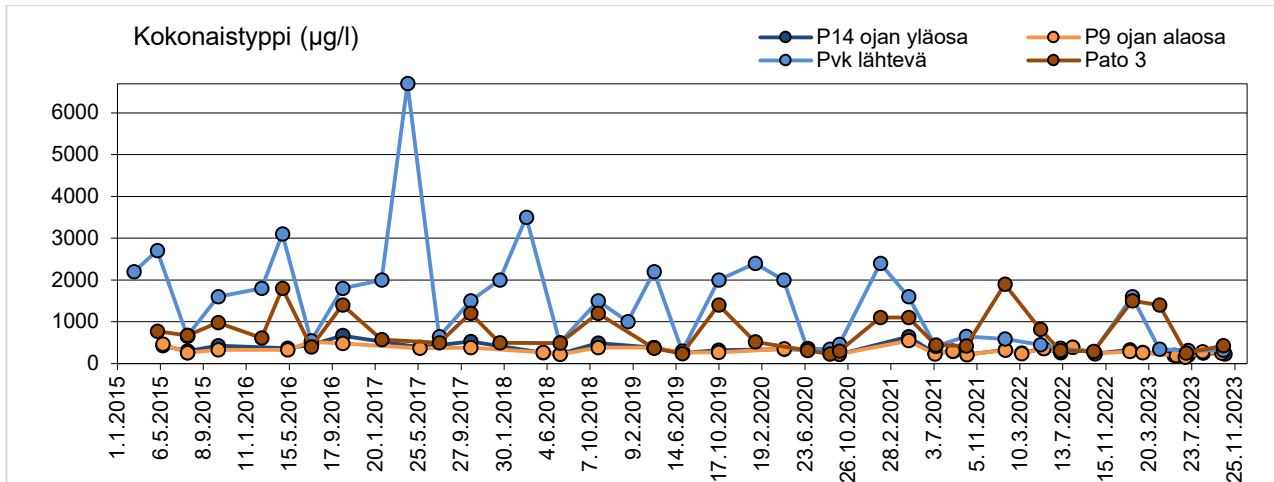


Kuva 5-2. Kokonaisfosforipitoisuus padolta 3 (Pa3) ja pintavalutuskentältä (Pvk) lähtevässä vedessä sekä Koserusojan pisteillä P14 ja P9 vuosina 2015–2023.

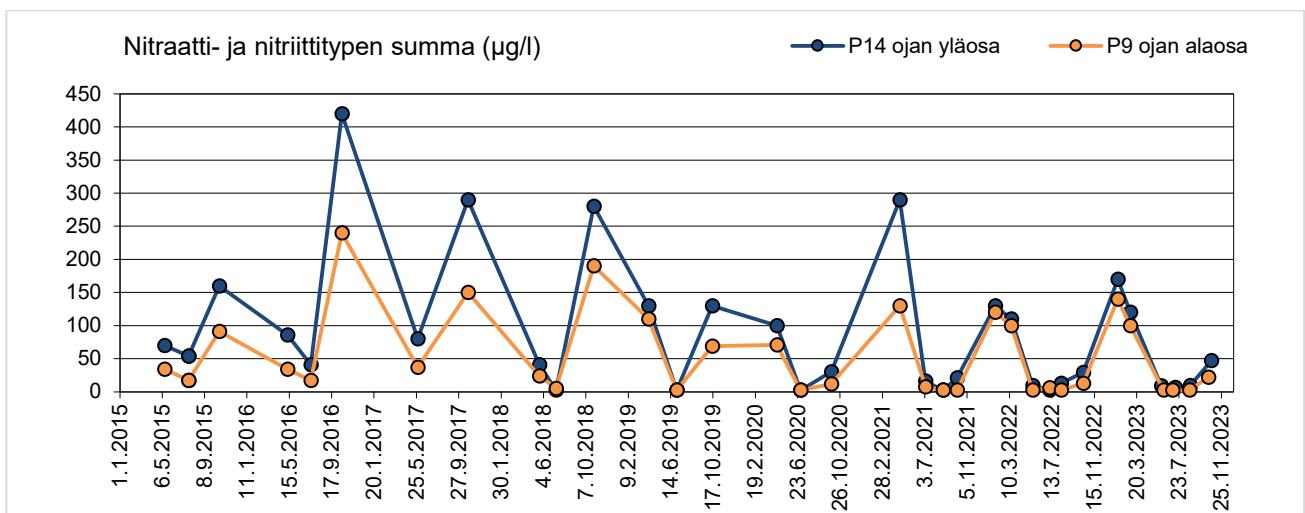
Koserusojan kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat vuoden 2023 tarkkailussa välillä 150–330 µg/l, ollen korkeimmillaan tammikuun tarkkailukerralla (kuva 5-3). Tyyppipitoisuudet olivat molemmilla tarkkailupisteillä pienempiä kuin edellisvuosina. Selvää pintavalutuskentältä tulevan veden kuormitusvaikutusta ei myöskään kokonaistyyppien osalta ollut havaittavissa (kuva 5-3). Vuonna 2023 Koserusojan kokonaistyyppipitoisuudet ilmensivät karua vedenlaatua.

Nitraatti-nitriittityypipitoisuudet vaihtelivat Koserusojassa välillä <5–170 µg/l (kuva 5-4). Pitoisuudet olivat vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä. Ammoniumtyypin pitoisuudet olivat kaikilla näytekerroilla pieniä, vaihdellen välillä <5,0–36 µg/l. (liite 3). Vuosien 2015–2022 tapaan epäorgaanisen tyypin pitoisuudet olivat pääasiassa hieman korkeammalla tasolla Koserusojan yläosassa pisteellä P14 kuin ojan suulla pisteellä P9, viitaten pintavalutuskentältä tulevien vesien kuormitusvaikutukseen.

Fosforin ja tyypin pitoisuuksien ohella myös heinä- ja elokuussa Koserusojasta mitatut klorofylli-a –pitoisuudet ilmensivät karua vedenlaatua (liite 3).



Kuva 5-3. Kokonaistyyppipitoisuus padolta 3 (Pa3) ja pintavalutuskentältä (Pvk) lähtevässä vedessä sekä Koserusojan pisteillä P14 ja P9 vuosina 2015–2023.



Kuva 5-4. Nitraatti-nitriittitypen summapitoisuus Koserusojan pisteillä P14 ja P9 vuosina 2015–2023.

Heinäkuussa sekä lisätarkkailun yhteydessä Koserusojasta mitatut natrium-, kalsium-, kalium- ja magnesiumpitoisuudet olivat vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä, ja niin ikään heinäkuussa sekä lisäanalyysinä mitattujen raskasmetallien pitoisuudet olivat pääosin alhaisia (liite 3). Esimerkiksi nikkelpitoisuudet olivat hyvin pieniä, vaihdellen vuonna 2023 välillä 2,5–4,3 µg/l ojan yläosan pisteellä P14 ja vastaavasti välillä 2,6–3,8 µg/l ojan alaosan pisteellä P9. Jonkin verran korkeampia pitoisuuksia havaittiin alumiinia, bariumia, booria ja strontiumia, ja korkeimmat pitoisuudet määritettiin kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja natriumin osalta. Metallipitoisuudet (Ba, B, Ca, K, Mg, Na, Sr) olivat ojan yläosan pisteellä P14 hieman korkeampia kuin ojan alaosan pisteellä P9.

5.2.2 Paskahaara ja Ala-Postojoki

Paskahaaran tarkkailupisteellä (Pa) tarkkaillaan rikastushiekka-altaan padolta 1 suotautuvien vesien vaikutuksia Paskahaarassa. Paskahaara virtaa Kannusvaaran ja Postovaaran välissä, ja laskee Metsosuvantoon sekä edelleen Ala-Postojokeen. Paskahaaran alapuolella Ala-Postojoen vedenlaatua tarkkaillaan pisteellä 3 Koserusojan yläpuolella sekä pisteellä 110 Koserusojan alapuolella. Ala-Postojoen alimman pisteen 110 vedenlaatuun saattaa vaikuttaa näin ollen myös Koserusoja, johon kaivoksen pintavalutuskentän vedet laskevat.

Vuonna 2023 veden sähkönjohtavuus vaihteli Paskahaarassa välillä 3,7–8,6 mS/m, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2017–2022. Sähkönjohtavuusarvot olivat Paskahaarassa suunnilleen samaa tasoa kuin Ala-Postojen pisteillä. Ala-Postojen tarkkailupisteillä sähkönjohtavuudet olivat kaikilla tarkkailukerroilla vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä. Sekä Paskahaarassa että Ala-Postojoessa sähkönjohtavuus oli sisävesiemme tyypillistä tasoa. Ala-Postojoessa sähkönjohtavuus oli Koserusojan ylä- ja alapuolisella tarkkailupisteellä (AP3 ja AP110) kaikkina tarkkailuajankohtina samaa tasoa, eikä Koserusojasta laskevassa vedessä ollut siten havaittavissa olevia vaikutuksia Ala-Postojen sähkönjohtavuuteen.

Myös humuspitoisuudet (CODMn) olivat Ala-Postojen pisteillä hyvin samaa tasoa, ilmentäen vähä- tai keskihumuksisuutta (kuva 5-5). Paskahaarassa humuspitoisuutta indikoiva kemiallinen hapenkulutus (CODMn 3,6–23 mg/l) on keskimäärin suurempi kuin Ala-Postojen pisteillä AP3 ja AP110 (CODMn 2,3-17 ja 2,8-17 mg/l). Paskahaarassa humuspitoisuudet ilmensivät pääosin niukka-, vähä- tai keskihumuksista vedenlaatua, mutta elokuussa runsashumuksista vedenlaatua (CODMn > 20 mg/l).

Kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat Paskahaarassa välillä 7,7–19 µg/l ja olivat Ala-Postojen pisteillä hieman alemmaa tasoa (3,2–10 µg/l). Fosforipitoisuudet viittasivat sekä Paskahaaran että Ala-Postojen pisteillä pääosin karuun vedenlaatuun. Lievästi rehevään veden laatuun viittasivat Paskahaaran elokuun ja lokakuun pitoisuudet (kuva 5-5). Fosforipitoisuudet olivat vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä, keskiarvon ollessa edellisvuosia pienempi. Fosfaattifosforipitoisuudet Ala-Postojoessa olivat pieniä (<2,0–4,6 µg/l). Paskahaarassa esiintyi hieman korkeampia pitoisuuksia (4,2–10 µg/l) (liite 3).

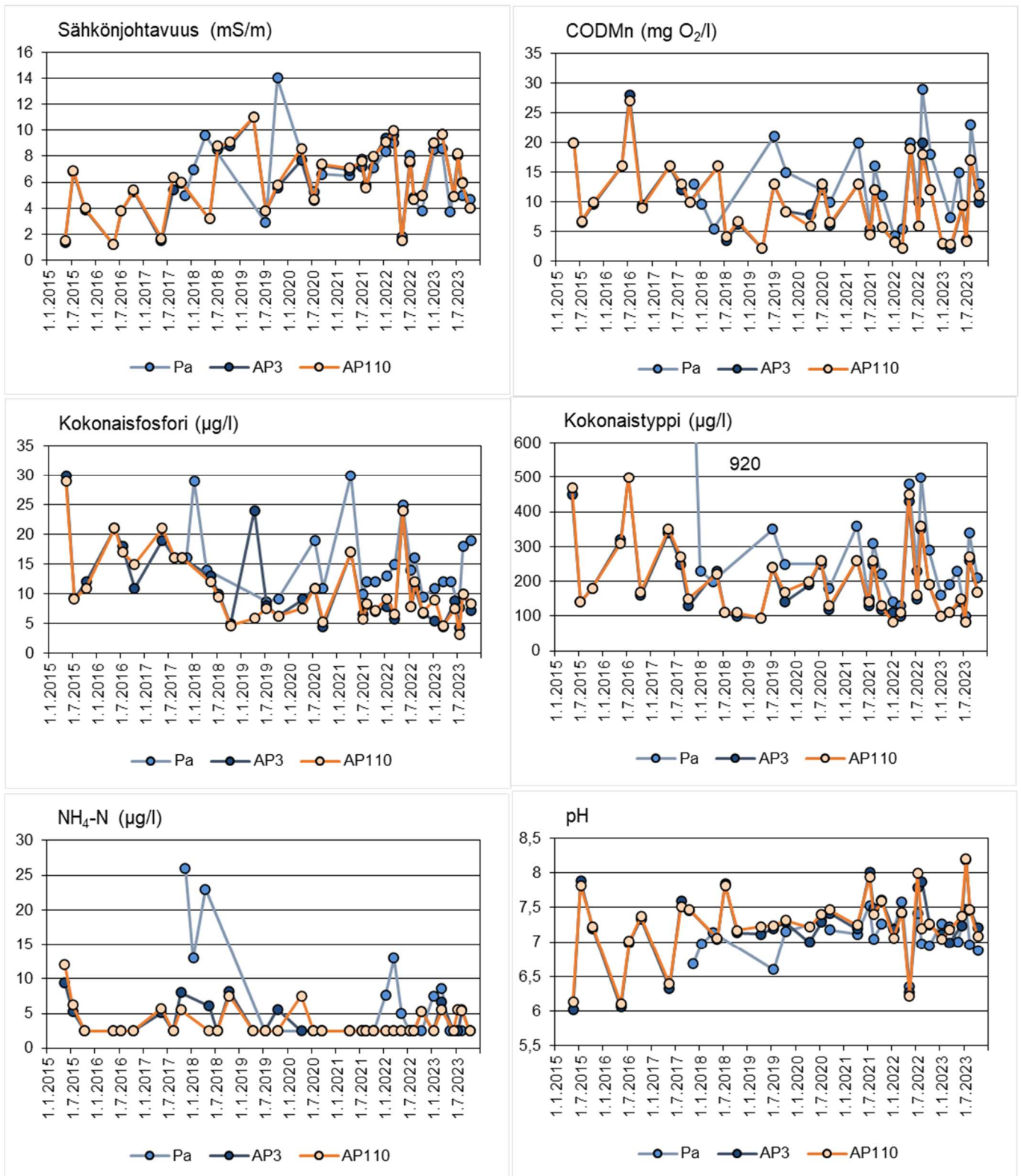
Kokonaistyyppipitoisuudet olivat Paskahaarassa kaikilla vuoden 2023 näytteenottokerroilla hieman suurempia kuin Ala-Postojen pisteillä (kuva 5-5). Ala-Postojen pisteiden AP3 ja AP110 pisteiden kokonaistyyppipitoisuuksissa ei havaittu merkittäviä eroja. Sekä Ala-Postojoessa että Paskahaarassa mitatut tyyppipitoisuudet ilmensivät karua vedenlaatua. Ammoniumtypen sekä nitraatti- ja nitriittityypen pitoisuudet Paskahaarassa ja Ala-Postojoessa olivat vuonna 2023 pieniä (kuva 5-5, liite 3). Heinä- ja elokuussa määritetyt klorofylli-a –pitoisuudet ilmensivät kaikilta osin karua vedenlaatua (liite 3).

Edellisvuosien tapaan Ala-Postojen ja Paskahaaran näytteiden pH-arvot vaihtelivat vuonna 2023 välillä 6,88–8,2. Paskahaarassa pH-arvo oli pääosin samaa tasoa kuin Ala-Postojen pisteillä. Ala-Postojen pisteiden AP3 ja AP110 pH-arvoissa ei havaittu merkittäviä eroavaisuuksia (kuva 5-5).

Heinäkuussa sekä lisätarkkailun yhteydessä Paskahaarasta ja Ala-Postojoesta mitatut natrium-, kalsium-, kalium- ja magnesiumpitoisuudet olivat vuosien kuin 2015–2022 vaihteluvälillä, ja niin ikään heinäkuussa sekä lisäanalyyseinä mitattujen raskasmetallien pitoisuudet olivat pääosin pieniä. Paskahaaran ja Ala-Postojen barium-, nikkeli- ja strontiumpitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin Koserusojan tai Pitkähäkösenojan pisteillä.

Vaikka tarkkailupiste Ala-Postojoki 110 sijaitsee Koserusojan alapuolella ja tarkkailupiste Ala-Postojoki 3 sen yläpuolella, ei Ala-Postojen tarkkailupisteiden vedenlaatuja vertailtaessa ole havaittavissa Koserusojan vaikutusta. (liite 3).

PAHTA VAARAN KAIVOKSEN KÄYTTÖ-, PÄÄSTÖ- JA VAIKUTUSTARKKAILU 2023



Kuva 5-5. Sähkönjohtavuus, kemiallinen hapenkulutus, kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja ammoniumtyypipitoisuus sekä pH pisteillä Ala-Postojoki 3 ja 110 sekä Paskahaarassa (Pa) v. 2015–2023. Paskahaarassa näytteenotot 22.11.2017–4.4.2018 ovat sijoittuneet velvoitetarkkailun vesistönäytteenoton ajankohtien ulkopuolelle.

5.2.3 Pitkäkoskenoja

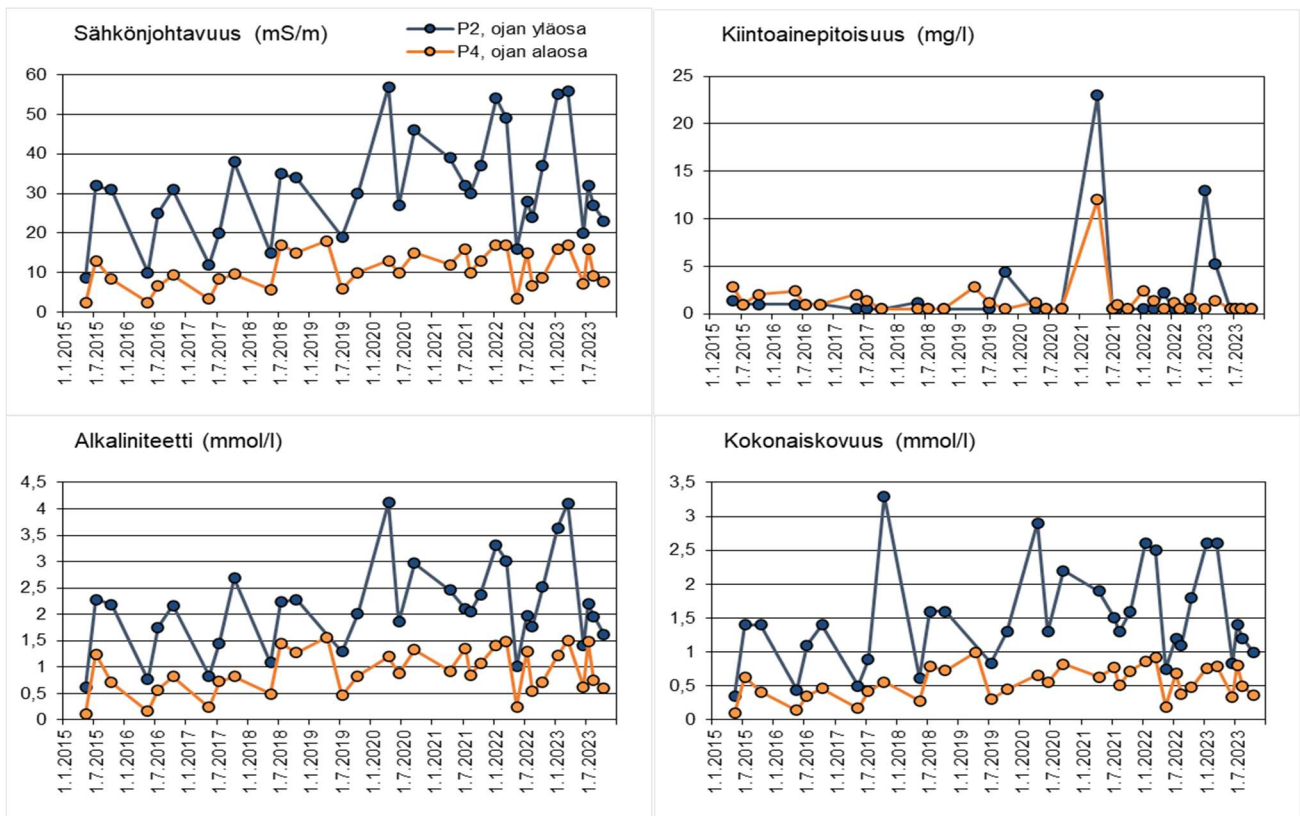
Sivukivialueen 1 suotovesien vesistövaikutuksia tarkkaillaan kaivoksen eteläpuolella kohti Sattasta virtaavasta Pitkäkoskenojasta kahdesta havaintopisteestä, ojan yläosasta (P2) ja alaosasta (P4). Ojan yläosan pisteen P2 etäisyys sivukivialueesta 1 on n. 400 m ja pisteiden P2 ja P4 välinen etäisyys n. 5,5 km. Pitkäkoskenojan latvaosa sijaitsee sivukivialueen alapuolella sen välittömässä läheisyydessä, ja ojan ylempien osien virtaama muodostuu suuressa osin sivukivialueen 1 suotovesistä, mikä vaikuttaa selvästi ojan yläosan vedenlaatuun. Sivukivialueen 2 suotovedet puolestaan johdetaan Koserusojan valuma-alueelle.

Vuonna 2023 sivukivialueelta 1 lähtevän veden vaikutus oli edellisten vuosien tapaan selvästi havaittavissa Pitkäkoskenojan ylemmällä havaintopisteellä P2, mutta ojan alaosassa pisteellä P4 vaikutukset olivat huomattavasti vähäisempiä tai niitä ei ollut havaittavissa lainkaan. Vaikutus näkyi pisteellä P2 erityisesti kokonaistypen ja nitraatti-nitriittitypen kohonneina pitoisuuksina sekä toisistaan riippuvien sähkönjohtavuuden, alkaliniteetin ja kokonaiskovuuden tasossa (kuva 5-6, kuva 5-7).

Sähkönjohtavuus pisteellä P2 oli edellisvuosien tapaan selvästi koholla, ollen kuitenkin vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä. Kuten vuosina 2015–2022, ojan alaosassa sähkönjohtavuudet olivat selvästi alhaisempaa tasoa. Sisävesiemme yleiseen tasoon (5–10 mS/m) verrattuna pisteen P2 sähkönjohtavuus (20–56 mS/m) oli koholla kaikilla tarkkailukerroilla ja pisteen P4 arvot (9,3–17 mS/m) tammi-, maalisk- ja heinäkuun havaintokerroilla.

Alkaliniteetin ja kokonaiskovuuden vaihtelut olivat samansuuntaisia kuin sähkönjohtavuuden, indikoiden muuttujien läheistä riippuvuutta toisistaan (kuva 5-6). Alkaliniteettiarvojen perusteella Pitkäkoskenoja oli hyvin pus-kuroitu happamoitumista vastaan. Pitkäkoskenojan alkaliniteetti ja kokonaiskovuus ovat luonnostaankin melko korkeita (ks. Rantala ym. 1994 ja Rantala & Taskila 1996), joten näiden muuttujien arvot kohosivat selvästi vain ojan yläosassa.

Kiintoainepitoisuudet Pitkäkoskenojan molemmilla pisteillä olivat pieniä kaikilla vuoden 2023 havaintokerroilla lukuun ottamatta tammikuuta, jolloin pisteellä P2 havaittiin saman kaltainen, joskin pienempi pitoisuuspiikki kuin 2021. Ojan alaosan pisteellä P4 ei havaittu vastaavaa piikkiä. (kuva 5-6).

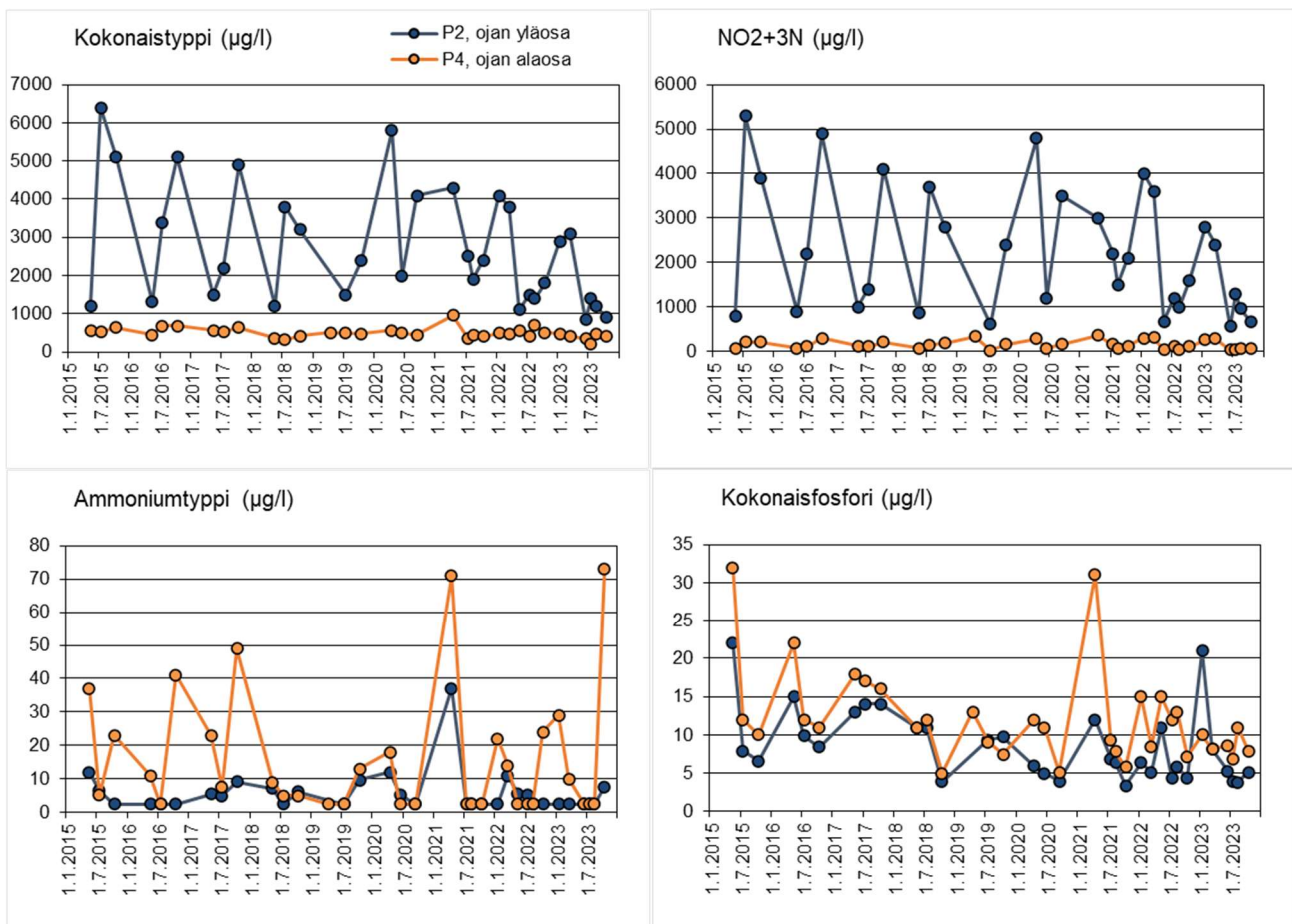


Kuva 5-6. Pitkäkoskenojan pisteiden P2 ja P4 sähkönjohtavuus, kiintoainepitoisuus, alkaliniteetti ja kokonaiskovuus vuosina 2015–2023.

Nitraatti-nitriittityppipitoisuudet olivat Pitkälkoskenojan yläosalla (P2) lähes samaa tasoa kuin sivukivialue 1:ltä lähtevässä vedessä, eli edellisvuosien tapaan hyvin korkeita (kuva 5-7, liite 1 ja liite 3). Kokonaistypestä valtaosa koostui nitraatti-nitriittitypestä, erityisesti ojan yläosalla. Pitkälkoskenojan alaosassa typpipitoisuudet olivat huomattavasti alhaisempia kuin ojan yläosassa, ja sekä touko- että elokuun havaintokerroilla epäorgaanisen typen pitoisuudet olivat alhaisia. Korkeimmillaan nitraatti-nitriittityppi- ja kokonaistyyppipitoisuudet olivat Pitkälkoskenojan yläosassa (P2) tammikuun ja maaliskuun havaintokerroilla, jolloin nitraatti-nitriittityppipitoisuus oli 2800 ja 2400 µg/l. Kokonaistypen ja nitraatti-nitriittitypen summan pitoisuudessa on laskeva trendi vuosina 2015–2023. Ammoniumtypen pitoisuudet olivat molemmilla tarkkailupisteillä edellisten tarkkailuvuosien tapaan pääasiassa pieniä. Keskimääräisten kokonaistyyppipitoisuuksien perusteella vesi luokitellaan typen suhteen erittäin reheväksi pistellä P2 (ka. 1727 µg/l) ja karuksi pisteellä P4 (ka. 382 µg/l).

Kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat Pitkälkoskenojan pisteillä välillä 3,8–21 µg/l, ilmentäen pääosin karua vedenlaatua (kuva 5-7). Korkein fosforipitoisuus mitattiin tammikuussa ojan yläosan pisteeltä P2. Vuosina 2015–2020 kokonaisfosforipitoisuudessa on ollut havaittavissa laskeva suuntaus, mihin on voinut osaltaan vaikuttaa kevään näytteenottokierroksen ajoittumisen vaihtelu suhteessa kevättulvan ajankohtaan eri vuosina.

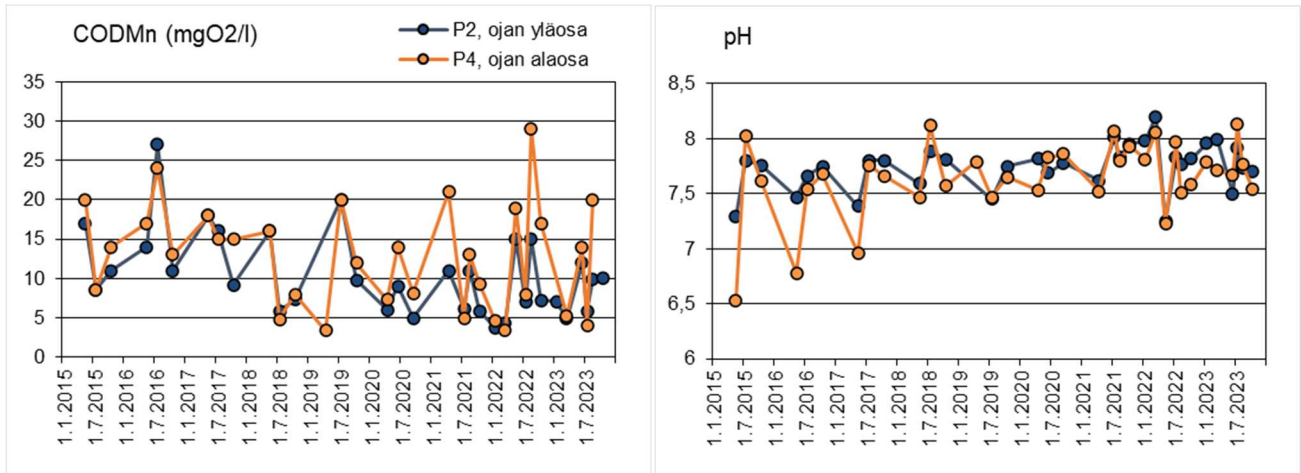
Heinä- ja elokuussa määritetyt klorofylli-a –pitoisuudet olivat molemmilla pisteillä hyvin pieniä (<1-1,7 µg/l), ilmentäen klorofyllin osalta karua vedenlaatua.



Kuva 5-7. Pitkälkoskenojan pisteiden P2 ja P4 kokonaistyyppi-, nitriitti-nitraattityppipitoisuus, kokonaisfosforipitoisuus ja ammoniumtyppipitoisuus vuosina 2015–2023.

Humuspitoisuutta indikoiva kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) Pitkälkoskenojassa vaihteli välillä 4,0–20 mgO_2/l (kuva 5-8). Korkein kemiallinen hapenkulutus havaittiin ojan alaosan pisteellä P4 elokuussa. Pitkälkoskenojasta otettujen näytteiden kemialliset hapenkulutukset olivat vuonna 2023 vuosien 2015–2022 vaihteluvälillä. Kemiallisen hapenkulutuksen tulokset ilmensivät ajankohdasta riippuen vähä- tai keskihumuksista vedenlaatua.

Pitkåkoskenojan pH-arvot olivat kaikilla havaintokerroilla lievästi emåksisiä, vaihteluvålin ollessa 7,5–8,1 vuonna 2023 (kuva 5-8). Pitkåkoskenojan pH-tasoon suotovesillä ei ole selvåsti havaittavaa vaikutusta, sillä myös alueen vesistöjen esiseurannoissa ojan havaittiin olevan happamuudeltaan jonkin verran emåksinen (ks. Rantala ym. 1994 ja Rantala & Taskila 1996). Pitkåkoskenojan yläosan pisteellä P2 pH on ollut ajoittain jonkin verran korkeampi kuin alaosan pisteellä P4, mikä voi johtua sivukivialueen suotovesien vaikutuksesta.



Kuva 5-8. Pitkåkoskenojan pisteiden P2 ja P4 kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) ja pH vuosina 2015–2023.

Pitkåkoskenojan pisteiltå määritetyt raskasmetallien pitoisuudet olivat ojan ylä- ja alaosalla pääosin alhaisia. Esimerkiksi nikkelpitoisuudet ovat pieniå, ja vaihtelivat vuonna 2023 välillä 4,3–9,3 µg/l ojan yläosassa (P2), ja ojan alaosan pisteellä (P4) vaihteluvåli oli 2,0–7,2 µg/l. Alumiinin pitoisuudet olivat hieman koholla, ja korkeampaa tasoa ojan alaosan pisteellä P4 (P2: 17–58 µg/l, P4: 13–120 µg/l). Edellisvuosien tapaan bariumin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin pitoisuudet olivat varsinkin ojan yläosassa (P2) hieman koholla, erityisesti tammi- ja maaliskuun näytteenottokerroilla (liite 3).

5.2.4 Vesiympåristölle haitallisten ja vaarallisten metallien pitoisuudet

Lisåttarkkailun yhteydesså vesistötarkkailun näytteistå on lokakuusta 2021 lähtien analysoitu liukoisen nikkelin, kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet. Näiden metallien pitoisuuksille on Valtioneuvoston asetuksessa vesiympåristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) annettu ympåristölaatu normipitoisuudet, joita ei saa ihmisen terveyden tai ympåristön suojelemiseksi ylittå. Ympåristölaatu normit on annettu vuosikeskiarvona (AA-EQS) ja sallittuna enimmåispitoisuutena (MAC-EQS), jotka ovat korkeampia kuin AA-EQS-arvot. Arvioitaessa seurantatuloksia suhteessa ympåristölaatu normeihin, voidaan asetuksen mukaisesti ottaa huomioon metallien ja metalliyhdisteiden luonnolliset taustapitoisuudet, lisäämällä ympåristölaatu normiin arvio luontaisesta taustapitoisuudesta asetuksen Liitteen 1 kohdan C2) b) alla olevan taulukon mukaisesti, sekä veden kovuus, pH tai muut veden laadun parametrit, jotka vaikuttavat metallien biosaatavuuteen.

Vuonna 2023 otettujen näytteiden liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat kaikilla näytteenotto paikoilla erittäin pieniå, ja alittivat laboratorion määritysrajan kaikissa vesistö tarkkailun näytteisså.

Näytteistå analysoitujen liukoisen nikkelin ja lyijyn biosaatavaa osuutta arvioitiin laskentatyökalun avulla, joka huomioi veden pH:n, liuennan orgaanisen hiilen (DOC) sekä kalsiumin pitoisuuden. Laskennan tulokset on esitetty liitteesså (liite 3), jossa tuloksia on myös verrattu Vna 1022/2006 mukaisiin raja-arvoihin, jotka huomioivat ympåristölaatu normin AA-EQS sekä luontaisen taustapitoisuuden veden väriarvon perusteella. Luontainen taustapitoisuus on arvioitu kullekin näytteenotto paikalle erikseen vuoden aikana analysoitujen näytteiden alimman väriarvon perusteella.

Laskennan perusteella kaikkien vuoden 2023 näytteiden biosaatavan nikkelin pitoisuudet olivat hyvin pieniå. Lyijyn liukoiset pitoisuudet olivat kaikilla näytteenotto paikoilla hyvin vähåisiä, ja vain alle 50 %:ssa näytteistå

lyijyä havaittiin hieman laboratorion määrittämissä (0,02 µg/l) suurempia pitoisuuksia. Tämän seurauksena lyijyn biosaatavan osuuden tulokseksi saatiin kaikkien näytteiden osalta 0 µg/l.

Vuonna 2023 kaikista näytteistä analysoitujen kadmiumin, nikkelin ja lyijyn biosaatavat osuudet alittivat selvästi Vna 2022/2006 mukaiset raja-arvot.

VIITTEET

- Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A126. Vesi- ja ympäristöhallitus. Painatuskeskus, Helsinki.
- Ilmatieteenlaitos 2024. Havaintojen lataus. Saatavissa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>
- Lapin ELY-keskus 2019. Pahtavaaran kaivoksen toiminnan keskeytyksen aikaisen tarkkailusuunnitelman muutos. Päätös LAPELY/3366/2015. 29.4.2019.
- Lapland Goldminers Oy:n konkurssipesä (2014) Kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma ajalle jolloin rikastamo ei ole toiminnassa ja alkaen neljä viikkoa tuotannon keskeyttämisen jälkeen (14.6.2014). Moniste, 9s. Pahtavaara.
- Oiva –ympäristö- ja paikkatietokanta (2023) Hydrologiset havainnot, Kitinen, Vajukoski 6500425. Saatavissa: http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat
- Rantala, L., Kauppinen, V. ja Taskila, E. (1994) Terra Mining Oy: Pahtavaaran kaivoksen vesistö-vaikutusten esiseurantatulokset vuodelta 1994. Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto Oy. Oulu. 17 s.
- Rantala, L., ja Taskila, E. (1996) Terra Mining Oy: Pahtavaaran kaivoksen ympäristövaikutusten esiseurantatulokset vuodelta 1995. Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto Oy. Oulu. 11 s.
- Rupert Finland Oy 2018. Pahtavaaran kaivos, Esitys tarkkailusuunnitelman muuttamiseksi. 30.10.2018.

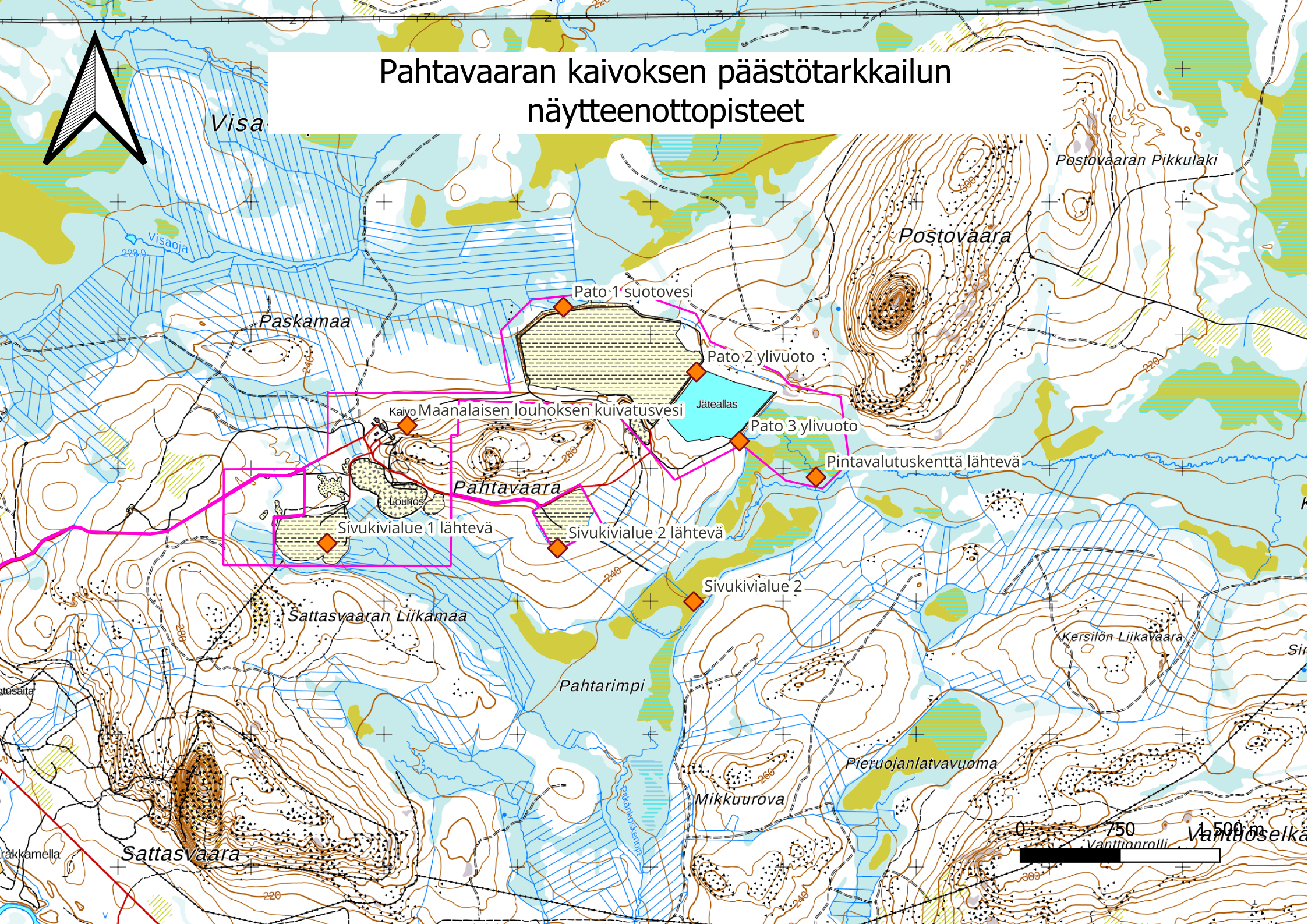
LIITTEET

| Näytenumero | Parametri | Lämpötila (n-ottajan mittaama) | Alkalini- teetti | Alumiini, Al | Ammonium- typpi | Antimoni, Sb | Arseeni, As | Barium (Ba) | Beryllium | Boori (B) | Bromidi | Elohopea (Hg) | Fosfaattifos- fori | Fosfori | Haihdutus- jäännös | Hehkutus- jäännös 550°C | Hopea (Ag) | Kadmium, Cd | Kadmium, Cd (liukoinen) |
|---------------------------|------------|--------------------------------------|---------------------|--------------|--------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------|------------------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|------------|----------------|-------------------------------|
| | Yksikkö | °C | mmol/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| 749-2023-00020818 | 6.7.2023 | | | | | <0,05 | 0,22 | 120 | <0,05 | 11 | < 0,2 | <0,02 | 9,3 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00036609 | 22.10.2023 | | | | | <0,05 | 0,25 | 130 | <0,05 | 13 | <0,2 | <0,02 | 12 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| Pato 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001883 | 30.1.2023 | 0,1 | 2,52 | 15 | 99 | | | | | | | | | 8,2 | 300 | 240 | | | |
| 749-2023-00009880 | 19.4.2023 | 0,3 | 2,95 | 89 | 270 | | | | | | | | | 31 | 310 | 260 | | | |
| 749-2023-00020799 | 6.7.2023 | 15,7 | 1,61 | 22 | 12 | | | | | | | | | 6,3 | 220 | 150 | | | |
| 749-2023-00036619 | 22.10.2023 | 3 | 2,02 | 12 | 19 | | | | | | | | | 5,7 | 340 | 270 | | | |
| 749-2023-00001884 | 30.1.2023 | | | | | 0,19 | 1,2 | 200 | <0,05 | 13 | <0,050 | <0,02 | <2 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00009878 | 19.4.2023 | | | | | 0,24 | 3 | 220 | <0,05 | 20 | <0,050 | <0,02 | 12 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00020819 | 6.7.2023 | | | | | 0,25 | 0,88 | 170 | <0,05 | 16 | < 0,2 | <0,02 | <2 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00036620 | 22.10.2023 | | | | | 0,14 | 0,61 | 170 | <0,05 | 6,8 | <0,2 | <0,02 | <2 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| Pato 3 ylivuoto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001886 | 30.1.2023 | 0,1 | 3,34 | 6,5 | 750 | | | | | | | | | 28 | 280 | 190 | | | |
| 749-2023-00009876 | 19.4.2023 | 0,6 | 3,21 | 20 | 500 | | | | | | | | | 30 | 250 | 180 | | | |
| 749-2023-00020805 | 6.7.2023 | 16,4 | 1,34 | 25 | 22 | 0,72 | 0,58 | 230 | <0,05 | 22 | | <0,02 | | 11 | 130 | 74 | | <0,01 | |
| 749-2023-00036623 | 22.10.2023 | 1,4 | 2,03 | 150 | 36 | | | | | | | | | 14 | 200 | 130 | | | |
| 749-2023-00001885 | 30.1.2023 | | | | | <15 | <15 | 440 | <5 | 38 | <0,050 | <0,02 | 15 | | | | <0,02 | <2 | <0,01 |
| 749-2023-00009875 | 19.4.2023 | | | | | <15 | <15 | 330 | <5 | 44 | <0,05 | <0,02 | 17 | | | | <0,02 | <2 | <0,01 |
| 749-2023-00020804 | 6.7.2023 | | | | | | | | | | < 0,2 | | <2 | | | | <0,02 | | <0,01 |
| 749-2023-00036624 | 22.10.2023 | | | | | <15 | <15 | 390 | <5 | <20 | <0,2 | <0,02 | <2 | | | | <0,02 | <2 | <0,01 |
| Pvk lähtevä (Kesä) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001888 | 30.1.2023 | 0,1 | 3,24 | <5 | 260 | | | | | | | | | 7,7 | 270 | 170 | | | |
| 749-2023-00009883 | 19.4.2023 | 0,3 | 3,16 | <5 | 160 | | | | | | | | | 5,9 | 230 | 170 | | | |
| 749-2023-00021412 | 11.7.2023 | 16,8 | 1,46 | 15 | 17 | | | | | | | | | 24 | 150 | 70 | | | |
| 749-2023-00036621 | 22.10.2023 | 0,6 | 1,98 | 28 | 6,8 | | | | | | | | | 15 | 180 | 140 | | | |
| 749-2023-00001887 | 30.1.2023 | | | | | 0,48 | 0,22 | 420 | <0,05 | 39 | <0,050 | <0,02 | <2 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00009881 | 19.4.2023 | | | | | 0,3 | 0,32 | 370 | <0,05 | 42 | <0,050 | <0,02 | 3,2 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00021414 | 11.7.2023 | | | | | 0,38 | 0,61 | 260 | <0,05 | 22 | < 0,2 | <0,02 | 6,1 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |
| 749-2023-00036622 | 22.10.2023 | | | | | 0,54 | 0,21 | 330 | <0,05 | 18 | <0,2 | <0,02 | <2 | | | | <0,02 | <0,01 | <0,01 |

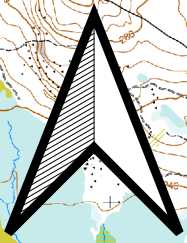
| Näytenumero | Parametri | Kalium (K) | Kalsium (Ca) | Kemiallinen hapenkulutus, CODMn | Kiintoaine GF/C | Kiintoaineen hehkutusjäännös | Koboltti, Co | Kokonaiskovuus | Kromi, Cr | Kupari, Cu | Litium (Li) | Lyijy, Pb | Lyijy, Pb (liukoinen) | Magnesium (Mg) | Mangaani, Mn | Molybdeeni (Mo) | Natrium (Na) | Nikkeli, Ni | Nikkeli, Ni (liukoinen) |
|---------------------------|------------|------------|--------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------|----------------|-----------|------------|-------------|-----------|-----------------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|
| | Yksikkö | µg/l | µg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | mmol/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| 749-2023-00020818 | 6.7.2023 | 20000 | 57000 | | | | 1,8 | | 3,8 | 2,1 | <0,5 | <0,02 | <0,02 | 38000 | | 2,4 | 26000 | 2,6 | 2,5 |
| 749-2023-00036609 | 22.10.2023 | 24000 | 68000 | | | | 1,1 | | 2,8 | 2,7 | <0,5 | <0,02 | <0,02 | 46000 | | 2,2 | 29000 | 2,1 | 2 |
| Pato 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001883 | 30.1.2023 | | | 3,5 | 1,2 | <1 | | 1,9 | | | | | | | 360 | | | | |
| 749-2023-00009880 | 19.4.2023 | | | 4,6 | 14 | 7,8 | | 2,1 | | | | | | | 640 | | | | |
| 749-2023-00020799 | 6.7.2023 | | | 5,4 | 1,8 | <1 | | 1,2 | | | | | | | 5 | | | | |
| 749-2023-00036619 | 22.10.2023 | | | 6,1 | <1 | <1 | | 2 | | | | | | | 18 | | | | |
| 749-2023-00001884 | 30.1.2023 | 15000 | 51000 | | | | 0,54 | | 2,6 | 2,5 | 1,9 | <0,02 | <0,02 | 15000 | | 0,98 | 11000 | 12 | 11 |
| 749-2023-00009878 | 19.4.2023 | 17000 | 55000 | | | | 1,2 | | 4,7 | 4 | 1,8 | 0,058 | <0,02 | 16000 | | 1,1 | 14000 | 9,7 | 6,5 |
| 749-2023-00020819 | 6.7.2023 | 15000 | 30000 | | | | 0,13 | | 2,7 | 5,2 | 1,9 | <0,02 | <0,02 | 12000 | | 2,1 | 11000 | 5,2 | 4,7 |
| 749-2023-00036620 | 22.10.2023 | 21000 | 58000 | | | | 0,13 | | 1,4 | 4,1 | 3,1 | <0,02 | <0,02 | 15000 | | 1,3 | 8500 | 12 | 11 |
| Pato 3 ylivuoto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001886 | 30.1.2023 | | | 2,7 | 3 | <1 | | 1,5 | | | | | | | 310 | | | | |
| 749-2023-00009876 | 19.4.2023 | | | 3,1 | 2,4 | <1 | | 1,5 | | | | | | | 310 | | | | |
| 749-2023-00020805 | 6.7.2023 | | | 4,7 | 2 | <1 | 0,19 | 0,71 | 1,2 | 1,4 | | 0,023 | | 10 | 1 | | | 3,9 | |
| 749-2023-00036623 | 22.10.2023 | | | 5,1 | 9 | 6,8 | | 1,2 | | | | | | | 36 | | | | |
| 749-2023-00001885 | 30.1.2023 | 10000 | 37000 | | | | <3 | | <10 | <5 | 1,3 | <15 | <0,02 | 16000 | | <5 | 22000 | 6,7 | 6,7 |
| 749-2023-00009875 | 19.4.2023 | 10000 | 32000 | | | | <3 | | <10 | <5 | 1,2 | <15 | <0,02 | 15000 | | <5 | 23000 | 5,3 | 6 |
| 749-2023-00020804 | 6.7.2023 | 4600 | 15000 | | | | | | | | 0,82 | | 0,024 | 8000 | | | 7900 | | 4 |
| 749-2023-00036624 | 22.10.2023 | 9100 | 31000 | | | | <3 | | <10 | <5 | 1,1 | <15 | <0,02 | 12000 | | <5 | 9300 | 11 | 7,3 |
| Pvk lähtevä (Kesä) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001888 | 30.1.2023 | | | 3,1 | <1 | | | 1,5 | | | | | | | 180 | | | | |
| 749-2023-00009883 | 19.4.2023 | | | 8,5 | 1,2 | | | 1,5 | | | | | | | 850 | | | | |
| 749-2023-00021412 | 11.7.2023 | | | 6,9 | 4,2 | | | 0,69 | | | | | | | 70 | | | | |
| 749-2023-00036621 | 22.10.2023 | | | 5,4 | 7,6 | | | 1,2 | | | | | | | 27 | | | | |
| 749-2023-00001887 | 30.1.2023 | 10000 | 35000 | | | | 0,17 | | 0,73 | 0,44 | 1,3 | <0,02 | <0,02 | 16000 | | 1 | 21000 | 5,5 | 5,4 |
| 749-2023-00009881 | 19.4.2023 | 11000 | 35000 | | | | 0,59 | | 0,64 | 0,92 | 1,2 | 0,068 | <0,02 | 16000 | | 0,72 | 24000 | 5 | 5,1 |
| 749-2023-00021414 | 11.7.2023 | 4300 | 16000 | | | | 0,2 | | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 0,022 | <0,02 | 7800 | | 0,86 | 8600 | 5,5 | 4,8 |
| 749-2023-00036622 | 22.10.2023 | 10000 | 32000 | | | | 0,073 | | 1,5 | 0,77 | 1,2 | <0,02 | <0,02 | 12000 | | 1,1 | 10000 | 3,7 | 4,2 |

| Näytenumero | Parametri | Nitraatti- ja nitriittityypen summa | pH | Pii (Si) | Rauta, Fe | Rikki (S) | Rubidium (Rb) | Sameus | Seleen (Se) | Sinkki (Zn) | Strontium (Sr) | Sulfaatti | Sähkönjohtavuus | Tallium (Tl) | Tina (Sn) | Torium (Th) | Typpi | Uraani, U | Vanadiini (V) |
|---------------------------|------------|-------------------------------------|------|----------|-----------|-----------|---------------|--------|-------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|--------------|-----------|-------------|-------|-----------|---------------|
| | Yksikkö | µg/l | | mg/l | µg/l | mg/l | µg/l | FTU | µg/l | µg/l | µg/l | mg/l | mS/m | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| 749-2023-00020818 | 6.7.2023 | | | 5,4 | | 56 | 2,1 | 7,8 | <0,2 | 1 | 360 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 3,1 | 0,62 |
| 749-2023-00036609 | 22.10.2023 | | | 5,8 | | 72 | 2,9 | 13 | <0,2 | 0,29 | 510 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 5 | 0,65 |
| Pato 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001883 | 30.1.2023 | 180 | 7,72 | | 320 | | | | | | | 97 | 48 | | | | | 490 | |
| 749-2023-00009880 | 19.4.2023 | 92 | 7,59 | | 2300 | | | | | | | 96 | 50 | | | | | 510 | |
| 749-2023-00020799 | 6.7.2023 | <5 | 8,09 | | 41 | | | | | | | 75 | 34 | | | | | 270 | |
| 749-2023-00036619 | 22.10.2023 | 19 | 7,99 | | 70 | | | | | | | 130 | 49 | | | | | 240 | |
| 749-2023-00001884 | 30.1.2023 | | | 3,4 | | 31 | 13 | 1,6 | 0,66 | 2,1 | 180 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 1,2 | 0,25 |
| 749-2023-00009878 | 19.4.2023 | | | 4,3 | | 31 | 16 | 4,8 | 0,78 | 4,1 | 220 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 1,1 | 1,2 |
| 749-2023-00020819 | 6.7.2023 | | | <0,15 | | 26 | 13 | 0,79 | 0,4 | 0,46 | 130 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 1,6 | 0,25 |
| 749-2023-00036620 | 22.10.2023 | | | 1,2 | | 44 | 18 | 0,87 | <0,2 | <0,2 | 180 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 2,3 | 0,13 |
| Pato 3 ylivuoto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001886 | 30.1.2023 | 780 | 7,24 | | 1300 | | | | | | | 36 | 43 | | | | | 1500 | |
| 749-2023-00009876 | 19.4.2023 | 770 | 7,27 | | 1600 | | | | | | | 34 | 41 | | | | | 1400 | |
| 749-2023-00020805 | 6.7.2023 | 12 | 9,85 | | 130 | 6400 | | | 0,87 | 0,2 | 98 | 18 | 18 | <0,01 | <0,05 | | | 250 | 0,64 |
| 749-2023-00036623 | 22.10.2023 | 250 | 7,72 | | 420 | | | | | | | 39 | 30 | | | | | 430 | |
| 749-2023-00001885 | 30.1.2023 | | | 6,2 | | 12000 | 15 | 3,3 | <15 | 35 | 240 | | | <25 | <15 | <0,05 | | 1,4 | <5 |
| 749-2023-00009875 | 19.4.2023 | | | 5,5 | | 10000 | 17 | 3,4 | <15 | <10 | 200 | | | <25 | <15 | <0,05 | | 1,4 | <5 |
| 749-2023-00020804 | 6.7.2023 | | | 0,69 | | | 6,3 | 1,1 | | | 90 | | | <25 | <15 | <0,05 | | | <5 |
| 749-2023-00036624 | 22.10.2023 | | | 2,8 | | 13000 | 12 | 21 | <15 | <10 | 150 | | | | | <0,05 | | 1,1 | |
| Pvk lähtevä (Kesä) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001888 | 30.1.2023 | 390 | 7,26 | | 190 | | | | | | | 33 | 41 | | | | | 1600 | |
| 749-2023-00009883 | 19.4.2023 | 15 | 7,23 | | 760 | | | | | | | 23 | 40 | | | | | 340 | |
| 749-2023-00021412 | 11.7.2023 | 31 | 7,38 | | 1200 | | | | | | | 15 | 19 | | | | | 310 | |
| 749-2023-00036621 | 22.10.2023 | 160 | 7,48 | | 1600 | | | | | | | 40 | 30 | | | | | 320 | |
| 749-2023-00001887 | 30.1.2023 | | | 6,1 | | 11 | 14 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 220 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 1,5 | 0,088 |
| 749-2023-00009881 | 19.4.2023 | | | 6,6 | | 7,4 | 17 | 1,9 | 0,4 | 1,1 | 230 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 0,97 | 0,075 |
| 749-2023-00021414 | 11.7.2023 | | | 1,5 | | 5,2 | 6,5 | 3,1 | 0,6 | 0,37 | 110 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 0,29 | 0,42 |
| 749-2023-00036622 | 22.10.2023 | | | 2,4 | | 15 | 12 | 5,6 | 0,82 | <0,2 | 160 | | | <0,01 | <0,05 | <0,05 | | 0,36 | <0,05 |

Pahtavaaran kaivoksen päästötarkkailun näytteenottopisteet



Pahtavaaran kaivoksen tarkkailun vesistöpiisteet

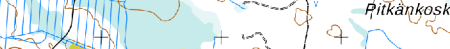


Pahtavaaran kaivoksen tarkkailun näytteenottopisteet



◆ Sisäiset pisteet 2023 [8]
◆ vesistöpisteet 2023 [7]

0 1 2 3 km



| Näyttenumero | Näytteenottoaika | Parametri | Alkuvävyys | Loppuvävyys | Klorofylli-a |
|-------------------|-----------------------|-----------|------------|-------------|--------------|
| | | Yksikkö | m | m | µg/l |
| 749-2023-00021426 | Koserusoja yläosa P14 | 11.7.2023 | 0.0 | 0.4 | <1 |
| 749-2023-00027831 | Koserusoja yläosa P14 | 24.8.2023 | 0.0 | 0.5 | 1,4 |
| 749-2023-00019818 | Koserusoja suu P9 | 3.7.2023 | 0.1 | 0.1 | <1 |
| 749-2023-00027432 | Koserusoja suu P9 | 22.8.2023 | 0.0 | 0.2 | <1 |
| 749-2023-00021424 | Paskahaara | 11.7.2023 | 0.0 | 0.3 | <1 |
| 749-2023-00027832 | Paskahaara | 24.8.2023 | 0.0 | 0.5 | 1,9 |
| 749-2023-00019816 | Ala-Postojoki 3 | 3.7.2023 | 0.2 | 0.2 | <1 |
| 749-2023-00027430 | Ala-Postojoki 3 | 22.8.2023 | 0.0 | 0.2 | <1 |
| 749-2023-00019817 | Ala-Postojoki 110 | 3.7.2023 | 0.2 | 0.2 | <1 |
| 749-2023-00027476 | Ala-Postojoki 110 | 22.8.2023 | 0.0 | 0.2 | <1 |
| 749-2023-00020857 | Pitkälampi P2 | 6.7.2023 | 0.0 | 0.3 | 1,7 |
| 749-2023-00027903 | Pitkälampi P2 | 23.8.2023 | 0.0 | 0.3 | <1 |
| 749-2023-00020567 | Pitkälampi P4 | 5.7.2023 | 0.0 | 0.2 | 1,2 |
| 749-2023-00027091 | Pitkälampi P4 | 21.8.2023 | 0.0 | 0.2 | <1 |

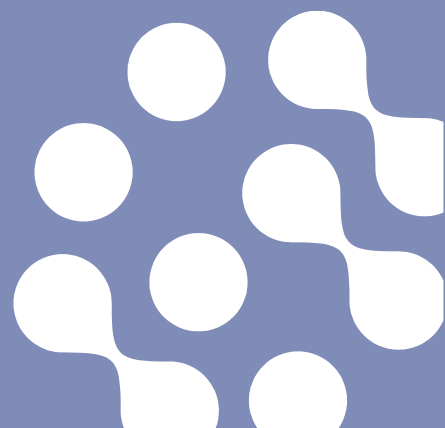
| Näyttenumero | Parametri | Kadmium, liukoinen | Kadmium, raja-arvo AA-EQS + tausta- pitoisuus | Nikkeli, liukoinen | Nikkelin biosaatava osuus | Nikkeli, raja-arvo AA-EQS + tausta- pitoisuus | Lyijy, liukoinen | Lyijyn biosaatava osuus | Lyijy, raja-arvo AA-EQS + tausta- pitoisuus | pH | DOC | Kalsium | Väri |
|-------------------------------|------------|-----------------------|---|-----------------------|---------------------------------|---|---------------------|-------------------------------|---|------|------|---------|---------|
| | Yksikkö | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | | mg/l | mg/l | mg Pt/l |
| Ala-Postojoki 110 | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001506 | 23.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,18 | 0,07 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,05 | 2,9 | 11 | 30 |
| 749-2023-00005006 | 1.3.2023 | <0,01 | 0,1 | <0,05 | 0,01 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,18 | 2,5 | 12 | 24 |
| 749-2023-00016551 | 7.6.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,37 | 0,07 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,32 | 7,7 | 5,2 | 76 |
| 749-2023-00019825 | 3.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,24 | 0,14 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 8,1 | 4,2 | 10 | 28 |
| 749-2023-00027411 | 22.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,6 | 0,10 | 5 | 0,049 | 0,00 | 1,3 | 7,47 | 13 | 7 | 130 |
| 749-2023-00036036 | 17.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,41 | 0,07 | 5 | 0,021 | 0,00 | 1,3 | 7,23 | 8 | 4,8 | 79 |
| Ala-Postojoki 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001505 | 23.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,18 | 0,08 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,11 | 2,8 | 11 | 29 |
| 749-2023-00005011 | 1.3.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,19 | 0,08 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 6,99 | 2,5 | 12 | 25 |
| 749-2023-00016550 | 7.6.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,37 | 0,06 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,17 | 7,8 | 5,1 | 74 |
| 749-2023-00019826 | 3.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,21 | 0,15 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 8,22 | 3,4 | 10 | 28 |
| 749-2023-00027412 | 22.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,51 | 0,08 | 5 | 0,021 | 0,00 | 1,4 | 7,46 | 13 | 7,1 | 130 |
| 749-2023-00036029 | 17.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,31 | 0,06 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 6,99 | 7,8 | 4,6 | 77 |
| Koserusojat suu P9 | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001507 | 23.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,2 | 0,83 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,42 | 4,7 | 16 | 51 |
| 749-2023-00005005 | 1.3.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,5 | 1,08 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,6 | 4,4 | 17 | 49 |
| 749-2023-00016552 | 7.6.2023 | <0,01 | 0,1 | 3 | 0,74 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,39 | 7,8 | 5,7 | 68 |
| 749-2023-00019836 | 3.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,4 | 1,26 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,99 | 4,5 | 17 | 41 |
| 749-2023-00027420 | 22.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 3,6 | 0,78 | 5 | 0,06 | 0,00 | 1,3 | 7,56 | 10 | 8,1 | 99 |
| 749-2023-00036039 | 17.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,5 | 0,42 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,15 | 8,3 | 4,5 | 59 |
| Koserusojat yläosa P14 | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001504 | 23.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,7 | 1,12 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,5 | 4,2 | 17 | 42 |
| 749-2023-00005007 | 1.3.2023 | <0,01 | 0,1 | 4 | 1,78 | 5 | 0,021 | 0,00 | 1,4 | 7,62 | 4,2 | 19 | 42 |
| 749-2023-00015517 | 31.5.2023 | <0,01 | 0,1 | 3,9 | 1,01 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,38 | 7,2 | 7,7 | 59 |
| 749-2023-00021425 | 11.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,5 | 1,28 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 8,07 | 4,9 | 18 | 29 |
| 749-2023-00027828 | 24.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 3,8 | 1,01 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,6 | 7,9 | 8,8 | 58 |
| 749-2023-00037374 | 26.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 4,6 | 1,41 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,35 | 5,8 | 12 | 38 |
| Paskaara | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001875 | 30.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,29 | 0,10 | 5 | 0,022 | 0,00 | 1,4 | 7,27 | 4,8 | 9,6 | 60 |
| 749-2023-00005004 | 1.3.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,32 | 0,11 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,22 | 4,4 | 9,7 | 57 |
| 749-2023-00015511 | 31.5.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,77 | 0,10 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7 | 11 | 4 | 120 |
| 749-2023-00021423 | 11.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,21 | 0,09 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,4 | 7,53 | 4,1 | 8,9 | 37 |
| 749-2023-00027827 | 24.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 1,1 | 0,14 | 5 | 0,033 | 0,00 | 1,4 | 6,96 | 16 | 5,8 | 150 |
| 749-2023-00037372 | 26.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 0,47 | 0,08 | 5 | 0,098 | 0,00 | 1,4 | 6,9 | 8,6 | 5,2 | 94 |
| Pitäkoskenoja P2 | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001873 | 30.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 5,8 | 2,78 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,96 | 3,8 | 63 | 17 |
| 749-2023-00005331 | 6.3.2023 | <0,01 | 0,1 | 5,7 | 2,73 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,99 | 3,7 | 64 | 16 |
| 749-2023-00016140 | 6.6.2023 | <0,01 | 0,1 | 5,3 | 1,18 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,63 | 10 | 19 | 80 |
| 749-2023-00020800 | 6.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 4,3 | 1,68 | 5 | 0,033 | 0,00 | 1,3 | 7,87 | 5,4 | 35 | 32 |
| 749-2023-00027902 | 23.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 5,8 | 1,51 | 5 | 0,023 | 0,00 | 1,3 | 7,73 | 9 | 30 | 61 |
| 749-2023-00036605 | 22.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 5,7 | 1,47 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,63 | 8,2 | 26 | 63 |
| Pitäkoskenoja P4 | | | | | | | | | | | | | |
| 749-2023-00001872 | 30.1.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,7 | 1,15 | 5 | 0,021 | 0,00 | 1,3 | 7,79 | 5,2 | 17 | 50 |
| 749-2023-00005061 | 2.3.2023 | <0,01 | 0,1 | 2,4 | 1,02 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 7,71 | 4,9 | 17 | 43 |
| 749-2023-00015969 | 5.6.2023 | <0,01 | 0,1 | 4,8 | 0,96 | 5 | 0,028 | 0,00 | 1,3 | 7,67 | 11 | 7,6 | 100 |
| 749-2023-00020566 | 5.7.2023 | <0,01 | 0,1 | 1,9 | 1,19 | 5 | <0,02 | 0,00 | 1,3 | 8,13 | 3,8 | 18 | 32 |
| 749-2023-00027087 | 21.8.2023 | <0,01 | 0,1 | 6,9 | 1,07 | 5 | 0,049 | 0,00 | 1,3 | 7,77 | 15 | 9,6 | 140 |
| 749-2023-00035632 | 12.10.2023 | <0,01 | 0,1 | 5,5 | 1,06 | 5 | 0,043 | 0,00 | 1,3 | 7,54 | 11 | 7,4 | 96 |

Eurofins Ahma Oy
Projekti 11049
18.4.2024

RUPERT FINLAND OY

PAHTAVAARAN KAIVOKSEN TARKKAILU 2023

PAHTAVAARAN KAIVOKSEN SANITEETTI-
JÄTEVEDENPUHDISTAMON TARKKAILU
2023



RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN KAIVOSALUEEN SANITEETTIJÄ- TEVEDENPUHDISTAMON TARKKAILU 2023

Sisällysluettelo

| | | |
|-----------|---|----------|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 1.1 | YLEISTÄ..... | 1 |
| 1.2 | LUVAT JA TARKKAILUOHJELMAT..... | 1 |
| 1.3 | SIJAINTI JA VESISTÖN YLEISKUVAUS..... | 1 |
| 1.4 | JÄTEVESI JA VIEMÄRÖINTI..... | 2 |
| 2. | TARKKAILUN TULOKSET | 3 |
| 2.1 | KÄYTTÖTARKKAILUN TIEDOT..... | 3 |
| 2.2 | KUORMITUSTARKKAILU..... | 3 |
| 2.2.1 | <i>Tulokuormitus</i> | 3 |
| 2.2.2 | <i>Puhdistustulos ja vesistöön johdettu kuormitus</i> | 4 |
| 2.2.3 | <i>Laitoksen toiminnan tarkastelu</i> | 5 |
| | VIITTEET | 5 |

LIITTEET

Liite 1. Jätevesitarkkailun tulokset

Liite 2. Kuormituslaskelma

Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, avoimet aineistot, CC 4.0 –lisenssi.

Kuvat: © Eurofins Ahma Oy, ellei muuta lähdettä ole mainittu

10.4.2024

Eurofins Ahma Oy

Juha Kotiranta, FM kemia

Yhteystiedot

Teollisuustie 6

96320 Rovaniemi

p. 040 721 8948

Sähköposti: Etunimi.Sukunimi@etn.eurofins.com

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

1.1 Yleistä

Pahtavaaran kaivos on Sodankylän Pahtavaarassa sijaitseva kultakaivos. Pahtavaaran kultaesiintymän löysi Geologian tutkimuskeskus (GTK) vuonna 1985. Terra Mining Oy aloitti kaivostoiminnan vuonna 1996 ja sitä jatkettiin vuoteen 2000 saakka, jolloin kullan maailmanmarkkinahinnan lasku johti yhtiön konkurssiin. Uudelleen kaivostoiminta aloitettiin kullan hinnan taas noustua vuonna 2003, jolloin kaivoksen omistajaksi tuli Scan-Mining Oy. Tämä yhtiö ajautui konkurssiin vuoden 2007 lopussa. Huhtikuussa 2008 omistajaksi tuli Lapland Goldminers AB. Louhinta jatkui syksyllä 2008.

Huhtikuussa 2014 Lapland Goldminers AB ajautui konkurssiin, ja myös Lapland Goldminers Oy on ollut konkurssissa 12.5.2014 alkaen. Tämän johdosta Pahtavaaran kaivoksen toiminta ajettiin alas ja on ollut keskeytyksissä 14.5.2014 alkaen. Pahtavaaran kaivos on siirtynyt syyskuussa 2016 Lapland Goldminers Oy:n konkurssipesältä Rupert Finland Oy:lle.

Tässä raportissa esitetään kaivoksen saniteettipuhdistamon tulokset vuodelta 2023. Käyttö-, päästö-, ja vaikutustarkkailun tulokset on raportoitu erikseen.

1.2 Luvat ja tarkkailuohjelmat

Terra Mining Oy on 6.7.1993 saanut Pohjois-Suomen vesioikeudelta päätöksen nro 56/93/1, jossa mm. myönnetään lupa alueen saniteettijätevesien johtamiseen Visahaaran kautta Ala-Postojokeen ja edelleen Kitiseen.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto on myöntänyt 4.7.2006 Pahtavaaran kaivokselle ympäristöluvan sekä vesilain mukaisen luvan (Nro 68/06/1). Päätös on tullut lainvoimaiseksi 8.9.2009 korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (Dnro 1480/1/08). Saniteettijätevesistä lupapäätöksessä määrätään seuraavaa:

Lupamääräys 6.

Talousjätevedet on käsiteltävä siten, että puhdistamon tulokuormituksesta vähennee vuosikeskiarvona BHK7:n osalta 90 % ja kokonaisfosforin osalta 85 %. Käsitelty vesi on imeytettävä maaperään.

Vuonna 2023 päästötarkkailussa toteutettiin 30.10.2018 laadittua tarkkailuohjelmaa (Rupert Finland Oy 2018), huomioiden Lapin ELY-keskuksen hyväksymispäätöksen LAPELY/3366/2015 (29.4.2019) täsmennykset ja muutokset.

1.3 Sijainti ja vesistön yleiskuvaus

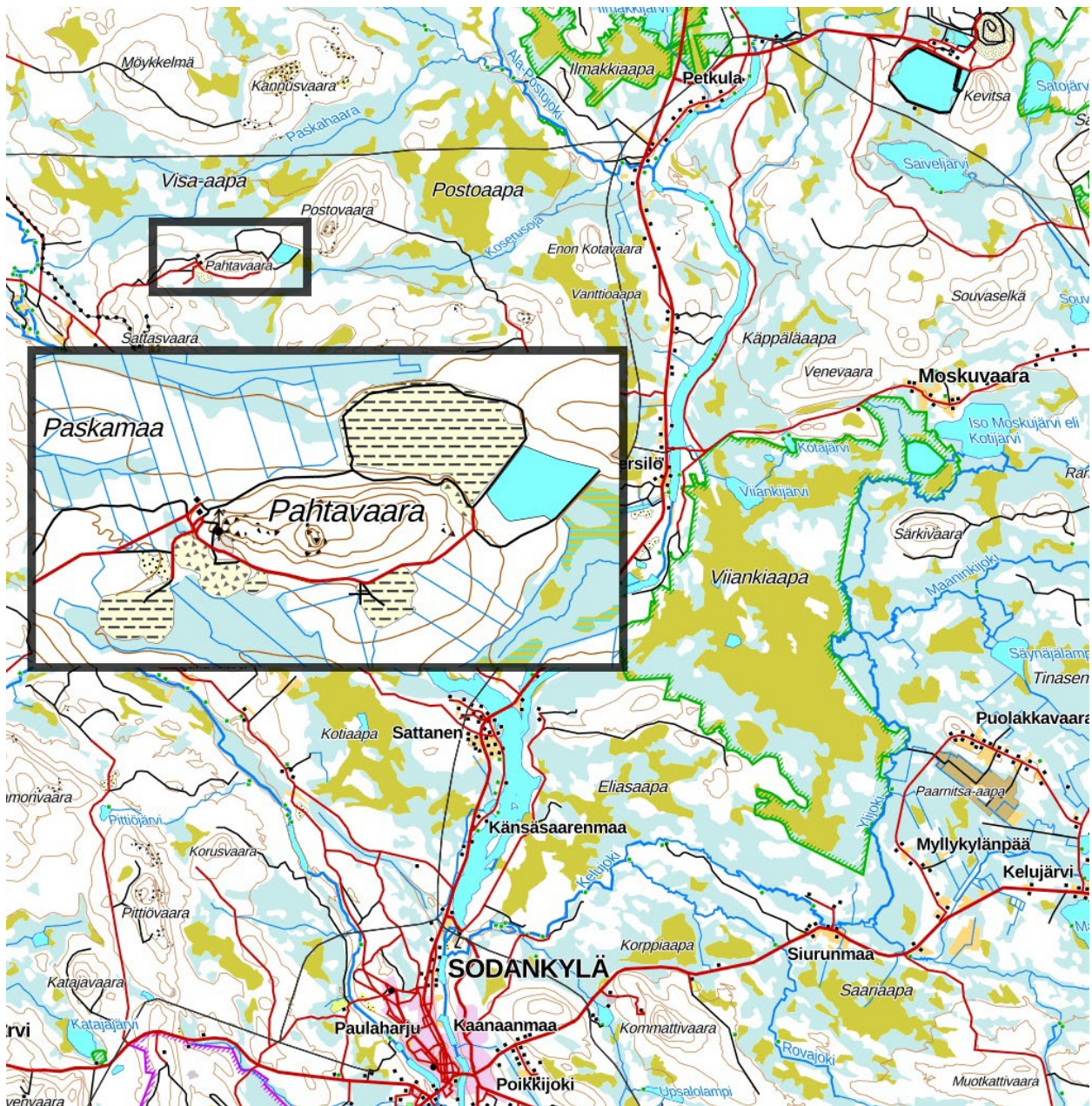
Pahtavaaran kaivos sijaitsee Sodankylän Rajalan kylässä noin 22 km kuntakeskuksesta pohjoiseen ja noin 8 kilometriä Rajalan kylästä itään (kuva 1-1). Kaivospiirin ja sen apualueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 339 ha. Pahtavaaran kaivostoiminnot sijaitsevat kokonaan Valtionmaa 758-893-12-1:n alueella.

Pahtavaaran kaivosalue sijaitsee kahden ojan ja yhden pienen joen latvaosilla. Pahtavaaran eteläpuolelta pintavedet laskevat Pitkähoskenojan kautta Sattasjokeen. Vaaran itä- ja koillispuolelta vedet virtaavat Koserusojan ja länsi- ja luoteispuolelta Paska- ja Visahaaran kautta Ala-Postojokeen. Sattasjoki ja Ala-Postojoki laskevat Kitiseen. Pääosa kaivoksen jätevesistä johdetaan Koserusojaan. Osa kuormituksesta kohdistuu myös Pitkähoskenojaan. Saniteettipuhdistamon vedet puretaan metsäojaa pitkin Paskahaaran valuma-alueelle Visa-aavan suuntaan.

Koserusojan laskee Ala-Postojokeen noin 1,5 km ennen Ala-Postojoen liittymistä Kitiseen. Koserusojan järvetön ja se saa alkunsa Pahtavaaran itäpuolen suoalueilta. Ojan pituus on noin 14 km ja valuma-alue 28 km².

Ala-Postojoki on myös järvetön vaara- ja suoalueilta vetensä saava joki, jonka valuma-alue on 400 km². Kaivoksen vedenottovesistö, Soasjoki, on järvetön ja sen valuma-alue on 316 km².

Pitkähoskenojan valuma-alue on noin 13 km² ja keskivirtaama noin 140 l/s. Sattasjoen kokonaisvaluma-alue on noin 884 km².



Kuva 1-1. Pahtavaaran kaivoksen sijainti.

1.4 Jätevesi ja viemäröinti

Pahtavaaran kaivosalueella työskentelee toiminnan aikana noin 50 henkilöä. Näiden saniteettijätevedet johdetaan rikastamoalueen viereen sijoitettuun biologiskemialliseen tehdasvalmisteiseen (Oy Ekofinn Ab, Bioclere) puhdistamoon. Puhdistamolla käsiteltäväksi jätevesimääräksi arvioitiin suunnitteluvaiheessa 10 m³/d. Puhdistamon prosessi jakautuu seuraaviin vaiheisiin: 2-osainen sakokaivo, biosuodin, selkeytin. Puhdistamo aloitti toimintansa heinäkuun alussa vuonna 1996.

Kaivoksen toiminnan keskeytyessä toukokuussa 2014 kaivoksella työskentelevien henkilöiden määrä väheni oleellisesti. Tämän jälkeen viemäriin on johdettu vesiä estämään putkiston jäätymistä, mutta varsinaista jätevesikuormitusta ei ole ollut, kunnes vuonna 2017 kaivoksella työskentelevien henkilöiden määrä kasvoi n. 20:een. Vuonna 2023 kaivoksella työskenteli keskimäärin 5 henkilöä.

2. TARKKAILUN TULOKSET

Pahtavaaran kaivoksen tarkkailuohjelma on otettu käyttöön heinäkuussa 2008. Tarkkailuohjelman mukaisesti näytteitä puhdistamolta tulee ottaa kolme kertaa vuodessa; maaliskuussa, heinä-elokuussa ja loka-marraskuussa. Vuonna 2023 näytteet otettiin maaliskuussa, syys- ja lokakuussa. Näytteenotosta ja analysoinnista vastasi Eurofins Ahma Oy. Kuormituslaskelmassa vuosittainen puhdistusteho on laskettu keskimääräisen tulo-kuormituksen ja keskimääräisen lähtökuormituksen avulla.

2.1 Käyttötarkkailun tiedot

Puhdistamoa hoitaa kaivoksen henkilöstö, joka toteuttaa laitoksen käyttötarkkailua hoitokäyntien yhteydessä. Vuoden 2023 aikana puhdistamon läpi johdettiin vettä käyttötarkkailun mukaan 1051 m³ eli keskimäärin 2,9 m³/d. Saostuskemikaalina käytettiin polyalumiinikloridia (PAX) yhteensä n. 7,3 l/a (taulukko 2-1).

Taulukko 2-1. Puhdistamon käyttötarkkailutietoja vuosilta 2013-2023.

| Vuosi | Käsitelty jätevesi | | Saostuskemikaali PAX 18 | | |
|-------------|--------------------|-------------------|-------------------------|------|------------------|
| | m ³ /a | m ³ /d | l/a | kg/a | g/m ³ |
| 2013 | 773 | 2,1 | 219 | 300 | 388 |
| 2014 | 566 | 1,6 | 85 | 0 | 0 |
| 2015 | 970 | 2,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 1751 | 4,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2017 | 996 | 2,7 | 4,2 | | |
| 2018 | 650 | 1,8 | 76,7 | 0,0 | 0 |
| 2019 | 1056 | 2,9 | 4,6 | 0,0 | 0,0 |
| 2020 | 1583 | 4,3 | 7,3 | 0,0 | 0,0 |
| 2021 | 2478 | 6,8 | 7,3 | 0,0 | 0,0 |
| 2022 | 3414 | 9,4 | 7,3 | 0,0 | 0,0 |
| 2023 | 1051 | 2,9 | 7,3 | 0,0 | 0,0 |

2.2 Kuormitustarkkailu

2.2.1 Tulokuormitus

Jätevesitarkkailun tulokset kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 1 ja kuormituslaskelmat liitteessä 2. Taulukossa 2-2 on esitetty tulevan jäteveden keskimääräinen laatu, määrä ja kuormitus vuosina 2012–2023.

Vuoden 2023 keskimääräinen puhdistamon tulokuormitus laski selvästi edellisvuoteen verrattuna kaikkien kuormitteiden osalta (BOD₇ -99 %, fosfori -99,5 %, typpi -97 %, kiintoaine -96 %, ammoniumtyppi -83 % ja COD_{Cr} -98 %). Kaiken kaikkiaan kuormitus oli erittäin vähäistä. Asukasvastineluvuilla (BOD₇ 70 g/as·d, P 4 g/as·d, N 15 g/as·d, kiintoaine 105 g/as·d) laskien tulokuormitus vastasi BOD₇:n osalta noin 0,3 henkilön, kokonaisfosforin osalta n. 0,25 henkilön, kokonaistypen osalta 0,7 henkilön sekä kiintoaineen osalta n. 3,3 henkilön puhdistamattomia jätevesiä.

Taulukko 2-2. Puhdistamolla käsitelty jätevesimäärä (m³/d), tulokuormitus (kg/d), sekä tulevan veden laatu (mg/l) 2013–2023.

| vuosi | Q | | BOD ₇ /ATU | | kok. P | | kok. N | | kiintoaine | | NH ₄ -N | | COD _{Cr} | |
|--------------------|-------------------|-------------|-----------------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--|
| | m ³ /d | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | |
| 2013 | 2,1 | 3,6 | 1 711 | 0,10 | 47 | 0,44 | 206 | 10 | 4 806 | 0,27 | 129 | 11 | 5 261 | |
| 2014 ¹⁾ | 1,6 | 0,58 | 371 | 0,03 | 21 | 0,25 | 163 | 0,9 | 593 | 0,28 | 178 | 1 | 920 | |
| 2015 ²⁾ | 2,7 | 0,10 | 37 | 0,01 | 4,1 | 0,07 | 27 | 0,4 | 131 | 0,05 | 20 | 0,3 | 125 | |
| 2016 ²⁾ | 4,8 | 0,06 | 12 | 0,01 | 1,6 | 0,06 | 12 | 0,1 | 11 | 0,04 | 9,0 | 0,2 | 37 | |
| 2017 ²⁾ | 2,7 | 0,65 | 238 | 0,04 | 16 | 0,30 | 110 | 0,6 | 214 | 0,25 | 91 | 1,8 | 657 | |
| 2018 | 1,8 | 0,06 | 144 | 0,01 | 12 | 0,05 | 114 | 0,03 | 67 | 0,04 | 97 | 0,2 | 381 | |
| 2019 | 2,9 | 0,06 | 19 | 0,01 | 1,7 | 0,05 | 16 | 0,03 | 9,0 | 0,04 | 13 | 0,2 | 53 | |
| 2020 | 4,3 | 0,18 | 42 | 0,01 | 3,0 | 0,06 | 13 | 0,45 | 105 | 0,02 | 4,0 | 0,7 | 166 | |
| 2021 | 6,8 | 0,62 | 91 | 0,05 | 7,3 | 0,15 | 22 | 2,20 | 319 | 0,03 | 5,0 | 2,4 | 357 | |
| 2022 | 9,3 | 1,50 | 161 | 0,20 | 22,0 | 0,37 | 40 | 8,20 | 881 | 0,06 | 6,3 | 7,6 | 818 | |
| 2023 | 2,9 | 0,02 | 7,1 | 0,004 | 1,5 | 0,01 | 5,0 | 0,35 | 120 | 0,01 | 3,1 | 0,2 | 61 | |

1) Ei toimintaa vuoden jälkipuoliskolla.

2) Ei toimintaa koko vuoden aikana.

2.2.2 Puhdistustulos ja vesistöön johdettu kuormitus

Puhdistustulos ja vesistökuormitus vuoden 2023 tarkkailukerroilla on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2. Taulukossa 2-3 on esitetty puhdistustulokset ja puhdistamolta lähtevä kuormitus vuosina 2013–2023.

Vuonna 2023 vesistöön johdettu kuormitus laski edellisvuoteen verrattuna kaikkien muuttujien osalta: kokonaisfosforin (-98 %), COD_{Cr}:n (-78 %), kokonaistypen (-91 %), kiintoaineen (-64 %), BOD₇:n (-83 %) ja ammoniumtyypen (-80 %) osalta. Asukasvastineluvuilla (BOD₇ 70 g/as·d, P 4 g/as·d, N 15 g/as·d, kiintoaine 105 g/as·d) laskien vesistöön johdettu kuormitus vastasi alle yhden henkilön puhdistamattomia jätevesiä. BOD₇:n osalta 0,14, kiintoaineen osalta 0,38, kokonaisfosforin osalta 0,25, sekä kokonaistypen osalta 0,7 henkilön puhdistamattomia jätevesiä.

Taulukko 2-3. Puhdistamolta vesistöön johdettu kuormitus (kg/d), lähtevän veden laatu (mg/l), sekä puhdistustehot (%) vuosina 2013–2023.

| vuosi | BOD ₇ /ATU | | | Kok.P | | | Kok.N | | | kiintoaine | | | NH ₄ -N | | | COD _{Cr} | | |
|--------------------|-----------------------|------------|-----------|--------------|-------------|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------------|------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|
| | kg/d | mg/l | % | kg/d | mg/l | % | kg/d | mg/l | % | kg/d | mg/l | % | kg/d | mg/l | % | kg/d | mg/l | % |
| 2013 | 0,35 | 165 | 90 | 0,00 | 1,3 | 97 | 0,23 | 111 | 46 | 0,08 | 38 | 99 | 0,2 | 101 | 21 | 0,59 | 279 | 95 |
| 2014 ¹⁾ | 0,29 | 190 | 49 | 0,01 | 6,8 | 67 | 0,19 | 120 | 26 | 0,28 | 180 | 70 | 0,2 | 120 | 33 | 0,82 | 530 | 42 |
| 2015 ²⁾ | 0,02 | 6,2 | 83 | 0,00 | 1,2 | 70 | 0,02 | 6,7 | 75 | 0,07 | 26 | 80 | 0,0 | 5,7 | 72 | 0,09 | 34 | 73 |
| 2016 ²⁾ | 0,03 | 6,8 | 43 | 0,01 | 1,5 | 11 | 0,06 | 13 | -4 | 0,03 | 6,1 | 42 | 0,1 | 9,7 | -7 | 0,16 | 33 | 9 |
| 2017 ²⁾ | 0,31 | 112 | 53 | 0,02 | 8,9 | 45 | 0,18 | 66 | 40 | 0,14 | 51 | 76 | 0,2 | 65 | 28 | 0,70 | 278 | 58 |
| 2018 | 0,05 | 26 | 82 | 0,01 | 3,9 | 67 | 0,07 | 41 | 64 | 0,08 | 42 | 37 | 0,1 | 36 | 63 | 0,19 | 109 | 71 |
| 2019 | 0,10 | 36 | -86 | 0,01 | 2,7 | -55 | 0,10 | 35 | -119 | 0,05 | 19 | -109 | 0,1 | 17 | -34 | 0,18 | 62 | -17 |
| 2020 | 0,04 | 8,2 | 81 | 0,01 | 2,3 | 22 | 0,09 | 21 | -55 | 0,07 | 16 | 84 | 0,02 | 4,8 | -20 | 0,21 | 47 | 71 |
| 2021 | 0,06 | 8,9 | 90 | 0,01 | 1,2 | 84 | 0,13 | 19 | 17 | 0,12 | 18 | 94 | 0,05 | 6,7 | -34 | 0,18 | 26 | 93 |
| 2022 | 0,06 | 6,4 | 96 | 0,06 | 22 | 93 | 0,11 | 12 | 69 | 0,11 | 11 | 99 | 0,05 | 5,6 | 11 | 0,23 | 25 | 97 |
| 2023 | 0,01 | 3,6 | 49 | 0,001 | 0,35 | 76 | 0,01 | 4 | 20 | 0,04 | 13 | 90 | 0,01 | 2,4 | 23 | 0,05 | 16 | 73 |

1) Ei toimintaa vuoden jälkipuoliskolla.

2) Ei toimintaa koko vuoden aikana.

2.2.3 Laitoksen toiminnan tarkastelu

Laitoksen puhdistustulos BOD₇:n ja kokonaisfosforin suhteen vuosikeskiarvona laskien oli seuraava:

- BOD₇/ATU: jäännöspitoisuus 3,6 mg/l ja poistuma 49 %
- Kokonaisfosfori: jäännöspitoisuus 0,35 mg/l ja poistuma 76 %

Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä lainvoimaiseksi tulleessa ympäristö- sekä vesilain mukaisessa lupapäätöksessä (Nro 68/06/1) on annettu talousjätevesien käsittelylle seuraavat poistumavaatimukset (vuosikeskiarvo):

- BOD₇ 90 %
- Kokonaisfosfori 85 %

Vuonna 2023 puhdistamo ei saavuttanut lupaehdoissa määrättyä puhdistustehoa kummankaan lupaparametrien osalta, mutta vesistöön johdettu kuormitus oli tarkkailuhistorian pienin. Vuoden 2023 aikana laitoksen tulo-kuormitukset olivat hyvin pieniä, minkä vuoksi puhdistusteho jäi heikoksi. Puhdistamo kuitenkin täyttää valtioneuvoston asetuksen 888/2006 mukaiset vaatimukset, sillä asetuksen mukaisesti kuormituspitoisuus ja puhdistusteho ovat toisilleen vaihtoehtoiset kriteerit.

Yleisesti puhdistamolta vesistöön johdettu kuormitus oli vähäistä. Vesistöön johdettu keskimääräinen kuormitus vastasi asukasvastineluvuilla (BOD₇ 70 g/as·d, P 4 g/as·d, N 15 g/as·d, kiintoaine 105 g/as·d) laskien alle yhden hengen (0,14-0,7 hlö) puhdistamattomia jätevesiä.

VIITTEET

Lapin ELY-keskus 2019. Pahtavaaran kaivoksen toiminnan keskeytyksen aikaisen tarkkailusuunnitelman muutos. Päätös LAPELY/3366/2015. 29.4.2019.

Ympäristöhallinto (2011) Yhdyskuntajätevesien puhdistuslaitosten päästöjen seuranta ja raportointi – hyvien menettelytapojen kuvaus. Moniste 42 s.

Rupert Finland Oy 2018. Pahtavaaran kaivos, Esitys tarkkailusuunnitelman muuttamiseksi. 30.10.2018.

| | | Parametri | Alkaliniteetti | Alumiini (Al), liukoinen | Ammoniumtyppi | Biologinen hapenkulutus BOD7-atu | Fosfaattifosfori | Fosfori, P | Kemiallinen hapenkulutus, CODCr | Kemikaalin syöttö | Kiintoaine GF/C | Lämpökestoiset koliformiset bakteerit | Lämpötila (n-ottajan mittaama) | Nitraattityppi | Sähkönjohtavuus | Typpi, N | Vrk-virtaama | pH | |
|-------------------|---------|------------|----------------|--------------------------|---------------|----------------------------------|------------------|------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|----------|-------------------|------|------|
| | | Yksikkö | mmol/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | | mg/l | cfu/100 ml | °C | mg/l | mS/m | mg/l | m ³ /d | | |
| 749-2023-00005334 | Tuleva | 6.3.2023 | 0,84 | | 1,7 | 7,4 | | 1,8 | 75 | 0,83 ml/h | 110 | | 4.1 | | 11 | 2,8 | 5,48 | 7,05 | |
| 749-2023-00005335 | Lähtävä | 6.3.2023 | 0,81 | <0,03 | 1,4 | 5 | 0,21 | 0,24 | <30 | | 6,4 | 1200 | 3.6 | 0,56 | 11 | 2,7 | 5,48 | 7,2 | |
| 749-2023-00031222 | Tuleva | 13.9.2023 | <0,2 | | 13 | 13 | | 5,3 | 180 | | 220 | | 12.5 | | 47 | 20 | 0,32 | 4,89 | |
| 749-2023-00031223 | Lähtävä | 13.9.2023 | <0,2 | 2 | 9,9 | 3,6 | 1,1 | 1,4 | 52 | | 89 | <100 | 13.0 | 1,2 | 42 | 13 | 0,32 | 5,12 | |
| 749-2023-00035031 | Tuleva | 10.10.2023 | 1,1 | | 3,6 | 4,4 | | 0,31 | <30 | 0,83 ml/h | 99 | | | | 16 | | 5,9 | 3,7 | 7,57 |
| 749-2023-00035032 | Lähtävä | 10.10.2023 | 0,91 | 0,03 | 3,2 | <3 | 0,26 | 0,42 | <30 | | 15 | 1800 | 7.3 | 0,99 | 18 | 5,3 | 3,7 | 7,39 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|---------|--|---|------------|------|------------------|-----------------------|---------------------|----|------|---|
| Pahtavaaran kaivoksen ympäristötarkkailut 2023 Pahtavaaran jätevedenpuhdistamo | | Virtaamat ja ohitukset | Jakso 1 | | | | Yht | Luparajat | Luvan mukaiset | VNA 888/2006 | | | |
| | | | | | | | | | Lupa vuosikeskiarvona | mg/l | % | mg/l | % |
| | | Jakson virtaama | 1051 | | | | 1051 | BOD7/ATU | 90 | 30 | 70 | | |
| | | Jakson pituus | 365 | | | | 365 | CODCr | | 125 | 75 | | |
| | | Jakson ohitus | 0 | | | | 0 | Fosfori | 85 | 3 | 80 | | |
| Ohitusjakso | 0 | | | | 0 | Kiintoaine | | 35 | 90 | | | | |

| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
|-----------|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| Käsitelty | m3/d | 5.48 | 0.32 | 3.7 | | | | 2.9 | 2.9 |
| Ohitus | m3/d | - | - | - | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | m3/d | 5.48 | 0.32 | 3.7 | | | | 2.9 | 2.9 |

| Ammoniumtyppi | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
| Tuleva | kg/d | 0.01 | 0.00 | 0.01 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Lähtevä | kg/d | 0.01 | 0.00 | 0.01 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Ohitus | kg/d | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | kg/d | 0.01 | 0.00 | 0.01 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Tuleva | mg/l | 1.7 | 13 | 3.6 | | | | 3.1 | 3.1 |
| Lähtevä | mg/l | 1.4 | 9.9 | 3.2 | | | | 2.4 | 2.4 |
| Ohitus | mg/l | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | mg/l | 1.4 | 9.9 | 3.2 | | | | 2.4 | 2.4 |
| Käsittelyteho | % | 18 | 24 | 11 | | | | 23 | 23 |
| Kokonaisteho | % | 18 | 24 | 11 | | | | 23 | 23 |

| Biologinen hapenkulutus BOD7 / ATU | | | | | | | | | |
|---|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
| Tuleva | kg/d | 0.04 | 0.00 | 0.02 | | | | 0.02 | 0.02 |
| Lähtevä | kg/d | 0.03 | 0.00 | 0.01 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Ohitus | kg/d | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | kg/d | 0.03 | 0.00 | 0.01 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Tuleva | mg/l | 7.4 | 13 | 4.4 | | | | 7.1 | 7.1 |
| Lähtevä | mg/l | 5.0 | 3.6 | 1.5 | | | | 3.6 | 3.6 |
| Ohitus | mg/l | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | mg/l | 5.0 | 3.6 | 1.5 | | | | 3.6 | 3.6 |
| Käsittelyteho | % | 32 | 72 | 66 | | | | 49 | 49 |
| Kokonaisteho | % | 32 | 72 | 66 | | | | 49 | 49 |

| Fosfori, P | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
| Tuleva | kg/d | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | | 0.00 | 0.00 |
| Lähtevä | kg/d | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | 0.00 | 0.00 |
| Ohitus | kg/d | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | kg/d | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | 0.00 | 0.00 |
| Tuleva | mg/l | 1.8 | 5.3 | 0.31 | | | | 1.5 | 1.5 |
| Lähtevä | mg/l | 0.24 | 1.4 | 0.42 | | | | 0.35 | 0.35 |
| Ohitus | mg/l | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | mg/l | 0.24 | 1.4 | 0.42 | | | | 0.35 | 0.35 |
| Käsittelyteho | % | 87 | 74 | -35.5 | | | | 76 | 76 |
| Kokonaisteho | % | 87 | 74 | -35.5 | | | | 76 | 76 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------|--|--|--|------|---|---------------------------------|-------------------------------|----|
| Pahtavaaran kaivoksen ympäristötarkkailut 2023 Pahtavaaran jätevedenpuhdistamo | | Virtaamat ja ohitukset | Jakso 1 | | | | Yht | Luparajat Lupa vuosikeskiarvona | Luvan mukaiset mg/l % | VNA 888/2006 mg/l % | |
| | | Jakson virtaama | 1051 | | | | 1051 | BOD7/ATU | 90 | 30 | 70 |
| | | Jakson pituus | 365 | | | | 365 | CODCr | | 125 | 75 |
| | | Jakson ohitus | 0 | | | | 0 | Fosfori | 85 | 3 | 80 |
| | | Ohitusjakso | 0 | | | | 0 | Kiintoaine | | 35 | 90 |

| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | Jakso 1 | Vuosika. |
|-----------|------|------------|------------|------------|--|---------|----------|
| Käsitelty | m3/d | 5.48 | 0.32 | 3.7 | | 2.9 | 2.9 |
| Ohitus | m3/d | - | - | - | | 0 | 0 |
| Vesistöön | m3/d | 5.48 | 0.32 | 3.7 | | 2.9 | 2.9 |

| Kemiallinen hapenkulutus, CODCr | | | | | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
|---------------------------------|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | | |
| Tuleva | kg/d | 0.41 | 0.06 | 0.06 | | | | 0.17 | 0.17 |
| Lähtevä | kg/d | 0.08 | 0.02 | 0.06 | | | | 0.05 | 0.05 |
| Ohitus | kg/d | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | kg/d | 0.08 | 0.02 | 0.06 | | | | 0.05 | 0.05 |
| Tuleva | mg/l | 75 | 180 | 15 | | | | 61 | 61 |
| Lähtevä | mg/l | 15 | 52 | 15 | | | | 16 | 16 |
| Ohitus | mg/l | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | mg/l | 15 | 52 | 15 | | | | 16 | 16 |
| Käsittelyteho | % | 80 | 71 | 0 | | | | 73 | 73 |
| Kokonaisteho | % | 80 | 71 | 0 | | | | 73 | 73 |

| Kiintoaine GF/C | | | | | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
|-----------------|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | | |
| Tuleva | kg/d | 0.60 | 0.07 | 0.37 | | | | 0.35 | 0.35 |
| Lähtevä | kg/d | 0.04 | 0.03 | 0.06 | | | | 0.04 | 0.04 |
| Ohitus | kg/d | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | kg/d | 0.04 | 0.03 | 0.06 | | | | 0.04 | 0.04 |
| Tuleva | mg/l | 110 | 220 | 99 | | | | 120 | 120 |
| Lähtevä | mg/l | 6.4 | 89 | 15 | | | | 13 | 13 |
| Ohitus | mg/l | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | mg/l | 6.4 | 89 | 15 | | | | 13 | 13 |
| Käsittelyteho | % | 94 | 60 | 85 | | | | 90 | 90 |
| Kokonaisteho | % | 94 | 60 | 85 | | | | 90 | 90 |

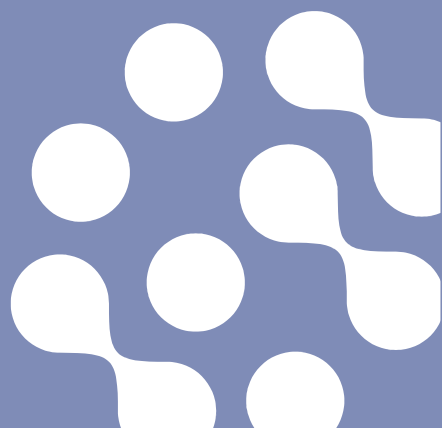
| Typpi, N | | | | | | | | Jakso 1 | Vuosika. |
|---------------|------|------------|------------|------------|--|--|--|---------|----------|
| | | 06.03.2023 | 13.09.2023 | 10.10.2023 | | | | | |
| Tuleva | kg/d | 0.02 | 0.01 | 0.02 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Lähtevä | kg/d | 0.01 | 0.00 | 0.02 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Ohitus | kg/d | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | kg/d | 0.01 | 0.00 | 0.02 | | | | 0.01 | 0.01 |
| Tuleva | mg/l | 2.8 | 20 | 5.9 | | | | 5.0 | 5.0 |
| Lähtevä | mg/l | 2.7 | 13 | 5.3 | | | | 4.1 | 4.1 |
| Ohitus | mg/l | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| Vesistöön | mg/l | 2.7 | 13 | 5.3 | | | | 4.1 | 4.1 |
| Käsittelyteho | % | 3.6 | 35 | 10 | | | | 20 | 20 |
| Kokonaisteho | % | 3.6 | 35 | 10 | | | | 20 | 20 |



Environment Testing

RUPERT FINLAND OY

PAHTAVAARAN POHJAVESITARKKAILU 2023



RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN POHJAVESITARKKAILU

Sisällysluettelo

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 2. | ALUEEN YLEISKUVAUS | 2 |
| 2.1 | POHJAVESIALUEET | 2 |
| 2.2 | HAVAINTOPUTKET | 3 |
| 2.3 | AINEISTO JA MENETELMÄT | 5 |
| 3. | SÄÄ JA HYDROLOGIA | 6 |
| 4. | TULOKSET | 7 |
| 4.1 | PINNANKORKEUDET..... | 7 |
| 4.2 | POHJAVEDEN LAATU..... | 7 |
| 4.3 | POHJAVEDEN LAATUA JA PILAANTUNEISUUTTA SÄÄTELEVÄT ASETUKSET JA OHJEARVOT | 15 |
| | YHTEENVETO | 17 |
| | VIITTEET | 18 |

LIITTEET

- Liite 1. Tarkkailualueen kartta
- Liite 2. Pahtavaaran alueen pohjavesitulokset
- Liite 3. Pohjaveden havaintoputkien putkikortit

3.10.2024

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo
Ympäristöasiantuntija

Juha Kotiranta
Projektipäällikkö

Sähköposti: Etunimi.Sukunimi@etn.eurofins.com

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Pahtavaaran kultakaivos sijaitsee Sodankylässä Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeen alueella ja esiintymä Sattasvaaran komatiittimuodostumassa. Pahtavaaran kultaesiintymän löysi Geologian tutkimuskeskus (GTK) vuonna 1985. Kaivos on ollut toiminnassa vuosina 1996–2000, 2003–2007 sekä 2008–2014. Vuonna 2016 Rupert Resources osti Pahtavaaran kaivoksen, rikastamon ja malminetsintäoikeudet konkurssipesältä.

Pahtavaaran kaivostoiminnalle ei ole määritetty velvoitetta pohjavesitarkkailuun tarkkailuohjelman päätöksessä (LAPELY/3366/2015). Rupert Finland Oy on kuitenkin toteuttanut pohjavesitarkkailua vuodesta 2022 lähtien omaehtoisena lisätarkkailuna. Tarvittaessa pohjavesitarkkailua voidaan laajentaa tai supistaa toiminnan tarkemman suunnittelun ja tarkkailutulosten kerääntymisen myötä. Pohjavesitarkkailun tavoitteena on seurata kaivostoiminnasta aiheutuvia mahdollisia muutoksia pohjaveden pinnankorkeudessa ja pohjaveden laadussa. Pohjavesitarkkailu on aloitettu ylläpitotilan aikana, eikä varsinaisen kaivostoiminnan aikana ole suoritettu pohjavesitarkkailua.

Tässä raportissa tarkastellaan Pahtavaaran kaivosalueen pohjavesien pinnankorkeuksia ja pohjaveden laatua vuosien 2022 ja 2023 tulosten perusteella.

2. ALUEEN YLEISKUVAUS

2.1 Pohjavesialueet

Pahtavaaran kaivoksen alueella tai sen lähiympäristössä ei esiinny luokiteltuja pohjavesialueita. Lähin luokiteltu pohjavesialue on 2-luokkaan kuuluva Rajalan pohjavesialue, joka sijaitsee noin 4,3 km etäisyydellä kaivosalueesta länteen. Pahtavaarasta noin 5–17 km säteellä esiintyy lisäksi 10 muuta pohjavesialuetta.

Pohjavesialueiden määrittämisessä ja luokituksessa saatuja tietoja hyödynnetään vedenhankinnan ja maankäytön suunnittelussa sekä pohjaveden suojelutehtävissä. Työ palvelee myös EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviin liittyviä tehtäviä. Hydrogeologisia tietoja tarvitaan pohjavesialueiden vedenhankinnallista käyttökelpoisuutta arvioitaessa, uusien vedenottopaikkojen ja tekopohjaveden muodostamisalueiden sijaintia selvittäessä, sekä pohjaveden suojelua ja siihen käytettäviä keinoja valittaessa. Maankäytön suunnittelussa on tärkeää tietää paitsi olemassa olevien vedenottamoiden sijainti, myös muut mahdolliset vedenottopaikat. Tällöin esimerkiksi soran ja hiekanoton, liikennealueiden ja asutuksen sijoittaminen voidaan jo ennakolta suunnitella pohjaveden suojelun kannalta sopivimmaksi (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2023).

Pohjavesialueiden määrittämisestä ja luokituksesta sekä pohjavesien suojelusuunnitelmista säädetään vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain (1299/2004) 2a luvussa. Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muutos tuli voimaan 1.2.2015. Lain mukaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus luokittelee pohjavesialueen vedenhankintakäyttöön soveltuvuuden ja suojelutarpeen perusteella seuraavasti:

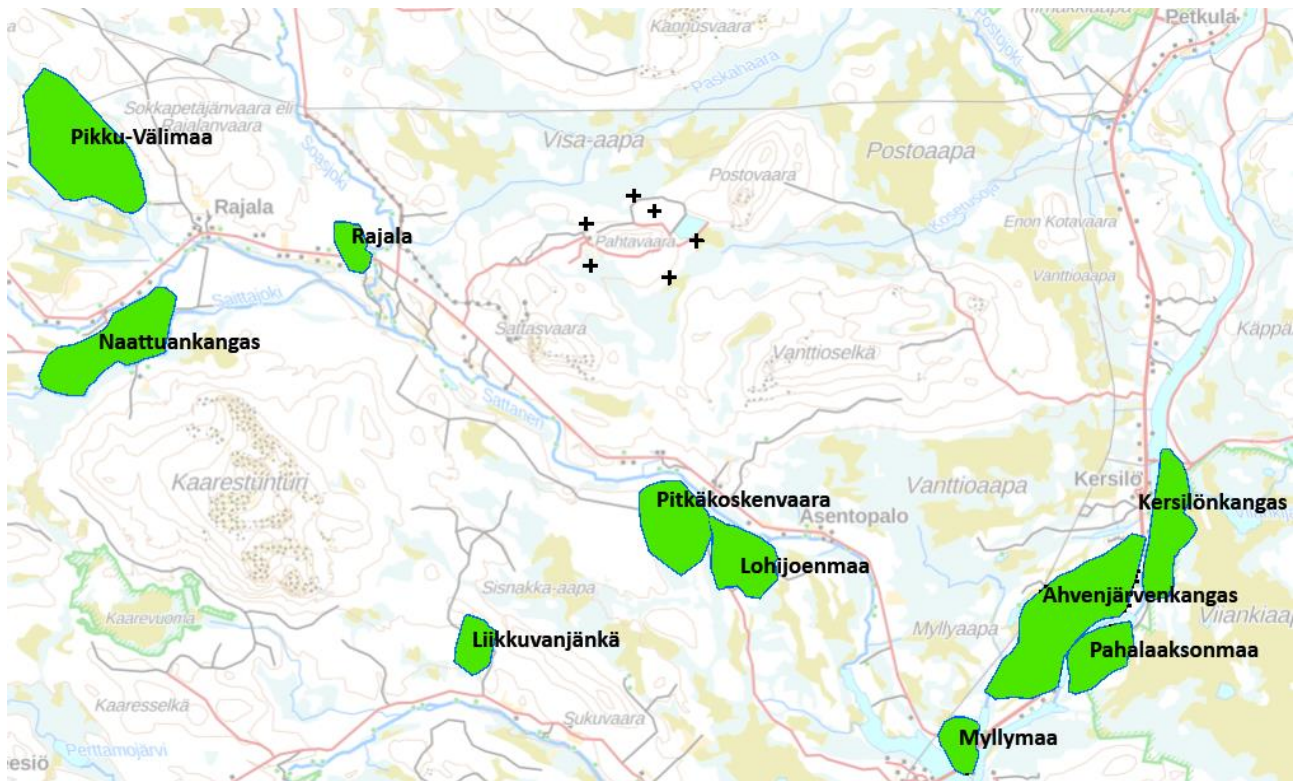
- *1-luokkaan* vedenhankintaa varten tärkeän pohjavesialueen, jonka vettä käytetään tai jota on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin
- *2-luokkaan* muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesialueen, joka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuu 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön
- ELY-keskus luokittelee lisäksi *E-luokkaan* pohjavesialueen, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen

Taulukossa 2-1 ja kuvassa 2-1 on esitetty Pahtavaaran lähimmät pohjavesialueet noin 17 km säteellä. Kaikkien kuvassa ja taulukossa esitettyjen pohjavesialueiden kemiallinen tila on hyvä, eikä niillä ole suojelusuunnitelmaa. Ainoastaan Ahvenjärvenkankaan pohjavesialueen kemiallisesta tilasta ei ole tietoa.

Taulukko 2-1. Pahtavaaran alueen lähimmät pohjavesialueet.

| Pohjavesialue | Povet-ID | Muod.alue. Tunnus | Luokka | Antoisuusarvio (m ³ /d) |
|------------------------|----------|----------------------|--------|---------------------------------------|
| Rajala | 43788 | 12758118 V | 2 | 180 |
| Pikku-Välimaa | 50803 | 12758270 V | 2E | 2450 |
| Naattuankangas | 48689 | 12758180 V | 2E | 1550 |
| Liikkuvanjätkä | 43579 | 12758119 V | 2E | 300 |
| Tammakkovuopajankangas | 49672 | 12758193 V | 2 | 250 |
| Pitkäkoscenvaara | 50788 | 12758269 V | 1E | 1270 |
| Lohijoenmaa | 45619 | 12758183 V | 2E | 790 |
| Ahvenjärvenkangas | 52003 | 12758281 V | 2 | 2640 |
| Pahalaaksonmaa | 48472 | 12758186 V | 2 | 790 |
| Myllymaa | 49352 | 12758184 V | 2 | 400 |
| Kersilönkangas | 47149 | 12758187 V | 2 | 950 |

Pohjavesialueista Pitkäkoscenvaara kuuluu 1E-luokkaan. Rajala, Ahvenjärvenkangas, Pahalaaksonmaa, Myllymaa, Kersilönkangas sekä Tammakkovuopajankangas kuuluvat 2-luokkaan. Pikku-Välimaa, Naattuankangas, Liikkuvanjätkä ja Lohijoenmaa kuuluvat 2E-luokkaan (taulukko 2-1).



Kuva 2-1. Pahtavaaran lähialueen pohjavesialueet (Ympäristökarttapalvelu Karpalo, 26.4.2023). Ristit kartalla kuvaavat pohjaveden havaintopisteitä.

2.2 Havaintoputket

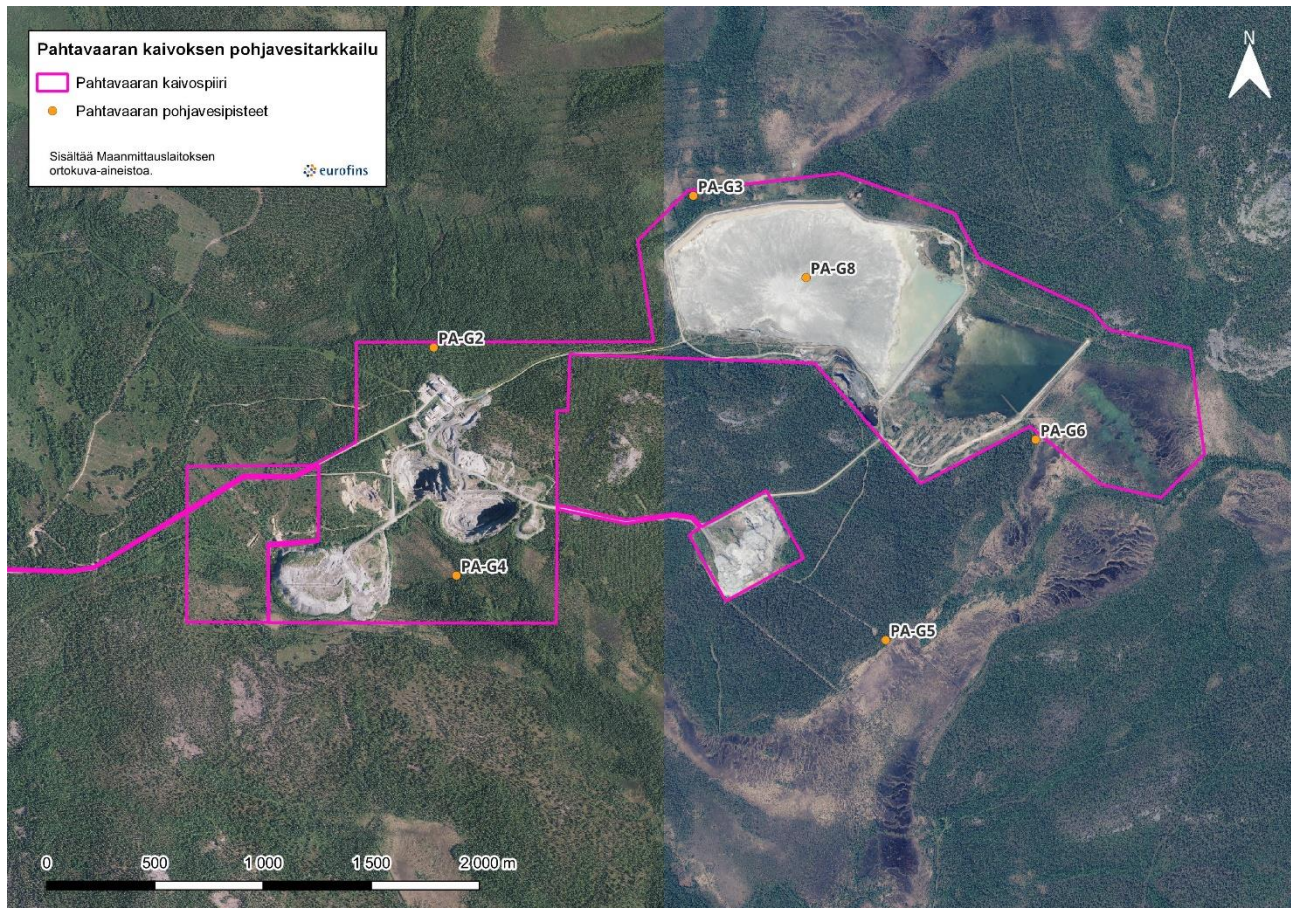
Pahtavaaran kaivoksen pohjavesitarkkailuun kuuluvat havaintopisteet koostuvat kuudesta eri pohjaveden havaintoputkesta. Tarkkailuputki PA-G2 sijaitsee rikastamon pohjoispuolella, PA-G3 rikastushiekka-altaan

pohjoispuolella, PA-G4 sivukivialueen 1 ja louhosalueen läheisyydessä, PA-G5 sivukivialueen 2 suotovesien virtaussuunnan alapuolella, PA-G6 rikastushiekka- ja selkeytysaltaan alapuolella ja PA-G8 rikastushiekka-altaassa, lähellä toiminnan aikaista rikastushiekan purkupistettä. Pohjavesitarkkailun havaintopisteiden koordinaatit on esitetty taulukossa 2-2 ja niiden sijainnit kartalla kuvassa 2-2.

Taulukko 2-2. Pahtavaaran alueen pohjavesitarkkailun havaintopisteet.

| Havaintopiste | ETRS-TM35FIN | | Valuma-alue | Kuvaus |
|---------------|--------------|--------|-------------|--|
| | N | E | | |
| PA-G2 | 7502539 | 474935 | 65.873 | Rikastamoalueen vaikutusten tarkkailu |
| PA-G3 | 7503240 | 476134 | 65.873 | Rikastushiekka-altaan vaikutusten tarkkailu |
| PA-G4 | 7501485 | 475040 | 65.861 | Sivukivialueen 1 ja louhosalueen vaikutusten tarkkailu |
| PA-G5 | 7501187 | 477023 | 65.871 | Sivukivialueen 2 vaikutusten tarkkailu |
| PA-G6 | 7502113 | 477716 | 65.871 | Rikastushiekka-altaan ja selkeytysaltaan vaikutusten tarkkailu |
| PA-G8 | 7502862 | 476655 | 65.873 | Rikastushiekka-altaan huokosveden tarkkailu |

Tarkkailuputket PA-G2, PA-G3 ja PA-G8 sijaitsevat Kannushaaran valuma-alueella (65.873). Putket PA-G5 ja PA-G6 sijaitsevat Ala-Postojoen alaosan alueella (65.871) ja putki PA-G4 Sattasen alaosan alueella (65.861). Edellä mainitut valuma-alueet ovat 3. jakovaiheen vesistöalueita Kemijoki (65) -päävesistössä ja kuuluvat näin ollen Kemijoen vesienhoitoalueeseen (VHA5).



Kuva 2-2. Pahtavaaran alueen pohjavesitarkkailun havaintopisteet (2022).

Pohjavesiputket on kiinnitetty/ankkuroitu kallioon putken alapäästä. Putket ovat PEH-muoviputkia ja vandaaliputki tarkkailuputken ympärillä on rautaa. Siiviläosan pituus vaihtelee eri putkilla välillä 3–11 m. Putkien siiviläosat ovat pääosin maaperässä, pois lukien putkella PA-G6, jossa siiviläosa kulkee suurimmaksi osin kalliassa. Tarkkailuputkien putkikortit on esitetty liitteessä 3.

Alueella maaperä ja sedimenttikerrosten määrä vaihtelevat eri tarkkailuputkien kohdilla. Maaperä koostuu PA-G2 putkella ylemmästä sorakerroksesta ja alemmasta moreenikerroksesta. Putkella PA-G3 turve-, moreeni-, savi- ja moreenikerroksista. Putkella PA-G4 turve-, moreeni- ja sorakerroksista. Putkella PA-G5

turvekerroksesta. Putkella PA-G6 turve- ja moreenikerroksesta, sekä putkella PA-G8 täytemaa- (rikastushiekka) ja moreenikerroksesta. (Liite 3).

2.3 Aineisto ja menetelmät

Pahtavaaran alueen pohjaveden laatua ja pinnankorkeutta tarkkailtiin vuonna 2022 viitenä (5) eri ajankohtana: maaliskuu-, touko-, heinä-, syys- ja marraskuu. Vuonna 2023 pohjaveden laatua ja pinnankorkeutta tarkkailtiin neljänä (4) ajankohtana: helmikuu-, kesä-, heinä- ja syyskuu.

Tarkkailun ensimmäisellä kierroksella, maaliskuussa 2022 pohjavesinäytteistä määritettiin laajempi analyysivalikoima lähtötason selvittämiseksi. Näytteistä analysoitiin metallien liukoisten pitoisuuksien lisäksi myös kokonaispitoisuudet. Muilla tarkkailukierroksilla analysoitiin pelkästään liukoiset pitoisuudet.

Pahtavaaran pohjavesinäytteistä tehdään jokaisella tarkkailukierroksella seuraavat ns. perusmääritykset:

- | | | | | |
|---------------------------|------------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| • Vesipinta | • COD _{Mn} | • Kokonaiskovuus | • Typpi | • Bikarbonaatti |
| • Näytteenotto- syvyys | • Happi, liuennut | • Kiintoaine (TDS) | • Ammoniumtyppi | • Fluoridi |
| • Haju | • Happi, kyllästysaste | • Sähkönjohtavuus | • Nitraattityppi | • Silikaatti |
| • Ulkonäkö | • pH | • Kloridi | • Nitriittityppi | • Syanidi |
| • Lämpötila | • Alkaliteetti | • Sulfaatti | • Fosfori | |

Lisäksi näytteistä määritettiin seuraavat metalli- ja alkuainepitoisuudet:

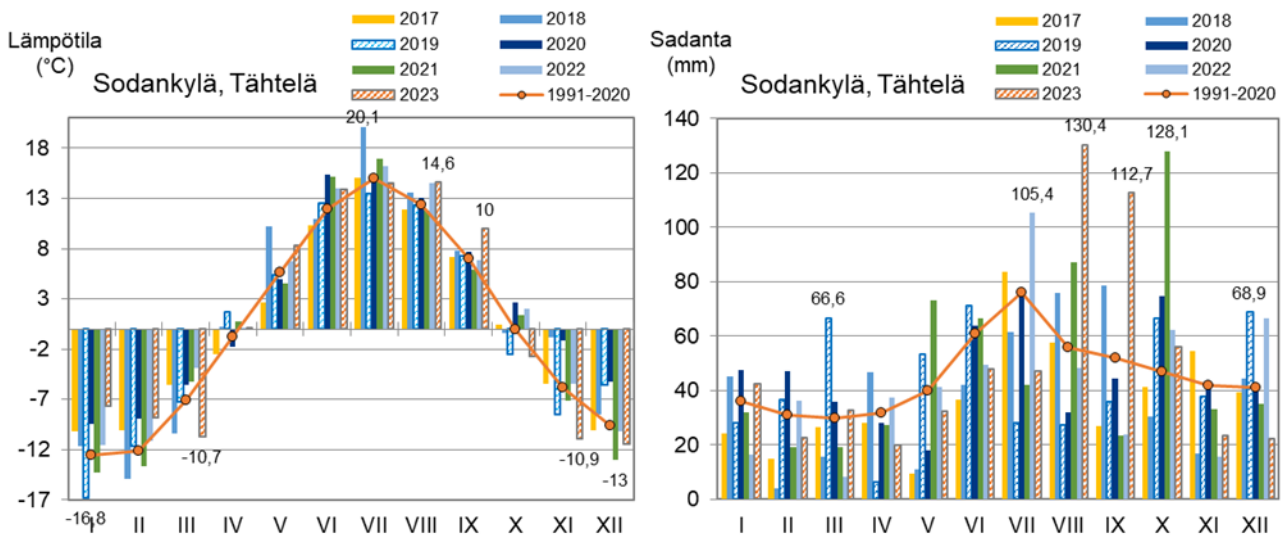
- | | | | | |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| • Alumiini, Al | • Hopea, Hg | • Lyijy, Pb | • Rubidium, Rb | • Uraani, U |
| • Antimoni, Sb | • Kadmium, Cd | • Magnesium, Mg | • Seleen, Se | • Vanadiini, V |
| • Arseeni, As | • Kalium, K | • Mangaani, Mn | • Sinkki, Zn | • Vismutti, Bi |
| • Barium, Ba | • Kalsium, Ca | • Molybdeeni, Mo | • Skandium, Sc | • Volframi, W |
| • Beryllium, Be | • Koboltti, Co | • Natrium, Na | • Strontium, Sr | • Zirkonium, Zr |
| • Boori, B | • Kromi, Cr | • Nikkeli, Ni | • Tallium, Tl | |
| • Cerium, Ce | • Kupari, Cu | • Rauta, Fe | • Tina, Sn | |
| • Elohopea, Hg | • Litium, Li | • Rikki, S | • Torium, Th | |

3. SÄÄ JA HYDROLOGIA

Tässä raportissa on käytetty Sodankylän Tähtelän mittausaseman säätietoja kuvaamaan Pahtavaaran kaivosalueen sääoloja. Tähtelän mittausasema sijaitsee n. 31 km etäisyydellä Pahtavaarasta. Kuvassa 3-1 on esitetty kuukausittaiset keskilämpötilat sekä sadesummat vuonna 2023 sekä ilmastollisella vertailujaksolla 1991–2020.

Vuoden 2023 keskilämpötila oli noin 0,8 °C ja 2022 1,5 °C eli selvästi vertailujaksoa korkeampia. (Kuva 3-1)

Sadannan osalta vuoden 2023 sadesumma oli 590 mm ja vuoden 2022 517 mm. Vuoden 2022 osalta suurin kuukauden sadesumma (105 mm) mitattiin heinäkuussa. Vuonna 2023 elo- ja syyskuun yhteenlaskettu sadesumma oli 243 mm, vastaten 41%:n osuutta koko vuoden sadesummasta. (Kuva 3-1)



Kuva 3-1. Sodankylän Tähtelän mittausaseman kuukausittaiset keskilämpötilat ja sadesummat vuosilta 2017-2023 sekä ilmastollisella vertailujaksolla 1991–2020.

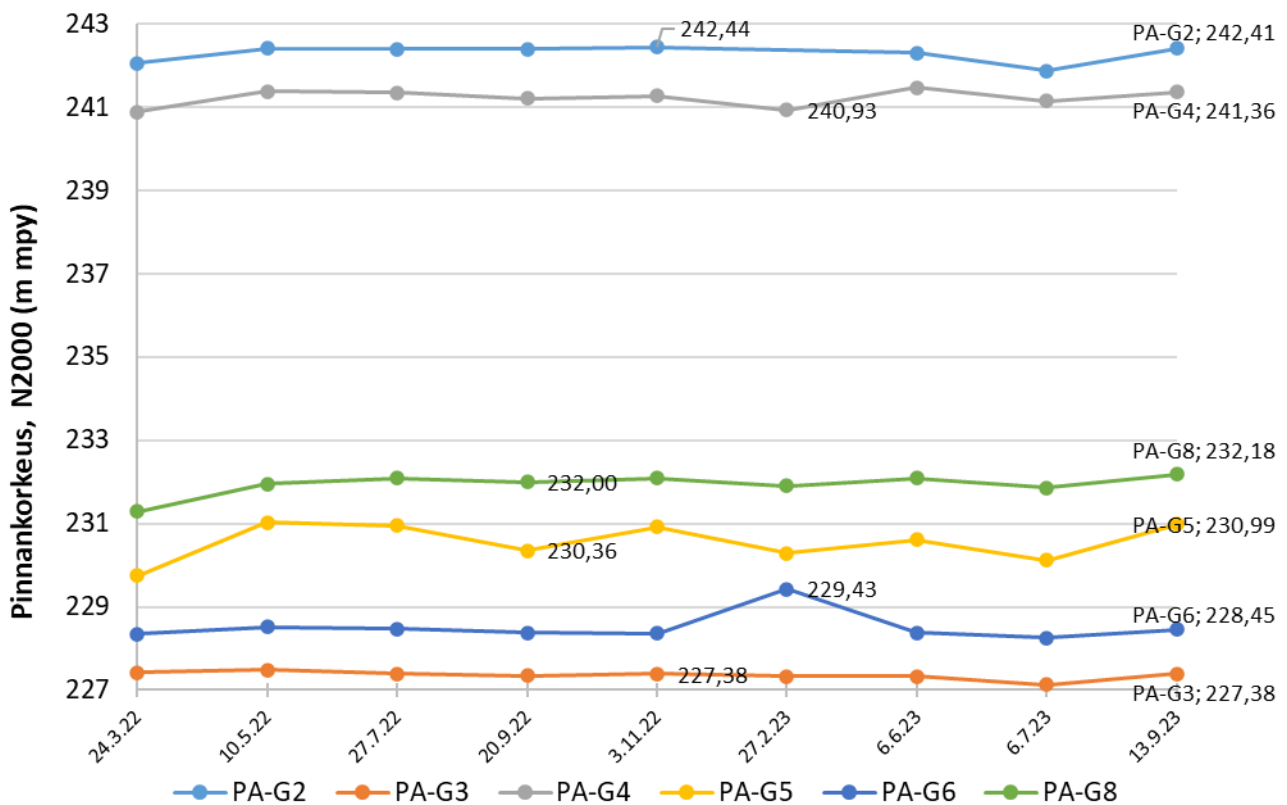
4. TULOKSET

Alueen pohjaveden laatua tarkastellaan alueittain ja pisteittäin eri toiminta-alueiden mukaisesti. Vedenlaadun tuloksia käsitellään tarkkailuvuosien 2022 ja 2023 keskiarvojen pohjalta. Tarkkailutulokset kierroksittain on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

4.1 Pinnankorkeudet

Pohjaveden pinnankorkeuden muutoksia alueella tarkkailtiin pohjaveden pinnan ja tarkkailuputken pään välisen etäisyyden eroina. Vallitseva pinnankorkeus saatiin laskettua vähentämällä pohjaveden pinnan etäisyys tunnetusta putken pään korkeudesta merenpinnasta (N2000, m mpy).

Luontaisena pohjaveden pinnankorkeuden vaihteluna voidaan pitää noin metrin muutosta vuoden aikana. Kallioperän ruhjeisiin tai maaperän huonosti vettä läpäiseviin kerroksiin asennetuilla putkilla pohjaveden pinnankorkeuksien vaihtelu voi olla suurempaa, jopa useamman metrin luokkaa, ko. rakenteiden pidättäessä tehokkaasti varsinkin maaperään suotautuvia kevään sulamisvesiä. Tarkkailuputkilla pohjaveden pinnankorkeuksien vaihtelu on ollut maltillista ja luontaista. Suurin vaihteluväli on ollut tulosten mukaan havaittavissa tarkkailuputkella PA-G5, noin 1,3 metriä. Tarkkailuputken PA-G6 helmikuussa 2023 havaittu maksimi on todennäköisesti virheellinen. (Kuva 4-1)



Kuva 4-1. Pahtavaaran alueen pohjaveden pinnankorkeudet vuosina 2022-2023.

4.2 Pohjaveden laatu

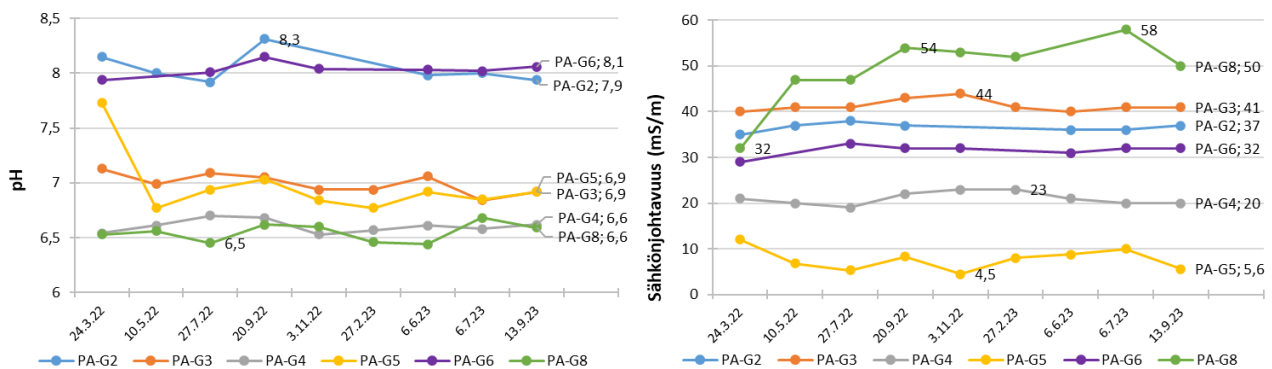
Pahtavaaran pohjaveden laatua tarkasteltiin kaivosalueella tarkkailupisteittäin ja -alueittain. Tarkkailuputki PA-G2 on rikastamon alueen tarkkailuputki. Putki PA-G4 on avolouhoksen ja lisäksi sivukivialueen 1 tarkkailuputki. Putki PA-G5 on sivukivialueen 2 tarkkailuputki. Putket PA-G3, PA-G6 ja PA-G8 ovat rikastushiekka-alueen tarkkailuputkia.

Analyysitulosten perusteella pohjaveden keskimääräiset happisaturaatiot ovat olleet alhaisia (<5%) tarkkailuputkilla PA-G4 ja PA-G8 ja puolestaan korkeita (61-71%) tarkkailuputkilla PA-G2, PA-G5 ja PA-G6. Eriävät hapen määrät pohjavedessä voivat indikoida happipitoisten pintavesien kulkeutumista tarkkailuputkiin tai yleisesti veden vaihtuvuutta putkissa, sekä erilaisia putkea ympäröivän maa-aineksen ominaisuuksia, kuten huokoisuutta. Alhainen happipitoisuus pohjavedessä voi liittyä mm. nousseisiin raudan ja mangaanin pitoisuuksiin, ja happipitoisuuden muutos voi näkyä typen eri esiintymismuotoina. Kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) perusteella pohjavesi oli niukkahumuksista putkilla PA-G2, PA-G3 ja PA-G6 (< 4 mg/l), vähä-keskihumuksista putkilla PA-G4 (ka. 10,1 mg/l), PA-G5 (ka. 10,8 mg/l) ja PA-G8 (12,7 mg/l).

Pohjavesi oli keskimäärin lievästi hapanta putkilla PA-G4 (pH ka. 6,6) ja PA-G8 (pH ka. 6,5), lievästi emäksistä putkilla PA-G2 (pH ka. 8,0) ja PA-G6 (pH ka. 8,0) ja neutraalin tuntumassa (pH ka. 7,0) putkilla PA-G3 ja PA-G5 (Kuva 4-2). Veden alkaliteetti, eli veden puskurikyky on ollut keskimäärin melko korkea (2,0–4,4 mmol/l), kaikilla muilla tarkkailuputkilla paitsi putkella PA-G5 (ka. 0,6 mmol/l). Pohjaveden alkaliteetti oli keskimäärin 1,69 mmol/l GTK:n tuhat kaivoa -tutkimuksessa (GTK 2001).

Pohjaveden suolaisuutta voidaan tarkastella vedessä esiintyvien yleisimpien ionien avulla, joita ovat natrium (Na⁺), kalsium (Ca²⁺), kloori (Cl⁻), bikarbonaatti (HCO₃⁻) ja sulfaatti (SO₄²⁻) (Lampén 1992). Natriumpitoisuudet olivat matalia ja pohjavesille tyypillisiä kaikilla putkilla, korkeimmat pitoisuudet (ka. 2022 20,0 mg/l ja ka. 2023 15,5 mg/l) mitattiin putkelta PA-G3. Kokonaisuutena Ca-, K-, Mg- ja Na-pitoisuuksien vuosikeskiarvojen summat olivat alhaisimmat sivukivialueen 1 ja 2 tarkkailuputkilla PA-G5 ja PA-G4, ja korkeimmat kaivosalueen pohjoispuolen tarkkailuputkilla PA-G2 ja PA-G3, ollen kuitenkin porakaivoille tyypillistä tasoa. (GTK 2001; Soveri ym. 2001).

Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) on vaihdellut tarkkailun aikana välillä 64–370 mg/l, indikoiden makeita ja matalia pohjavesiä suolaisuuden perusteella (Lampén 1992, Fitts 2013). TDS-pitoisuudet ovat olleet korkeimpia rikastushiekka-altaan tarkkailuputkilla PA-G3 ja PA-G8. Sähkönjohtavuusarvot ovat olleet Suomen pohjavesille (ka. 6,43 mS/m, Soveri ym. 2001) tyypillisellä tasolla putkella PA-G5 (ka. 2022 7,4 mS/m ja ka. 2023 8,1 mS/m). Muilla tarkkailuputkilla sähkönjohtavuudet ovat olleet hieman korkeampia ja porakaivoille tyypillisellä tasolla (21–47 mS/m, GTK 2001). Sähkönjohtavuuksissa ei ole havaittavissa nousevia tai laskevia trendejä. Sähkönjohtavuudet putkilla indikoivat makeita, ei-suolaisia pohjavesiä (< 50/100 mS/m, Blomqvist ym. 1987). (Kuva 4-2)



Kuva 4-2. Pohjaveden pH ja sähkönjohtavuus tarkkailuputkilla vuosina 2022-2023.

Pahtavaaran alueella pohjaveden kloridipitoisuudet ovat olleet keskimäärin matalia (ka. 0,7–4,7 mg/l) ja Suomen pohjavesille tyypillistä tasoa (ka. 2,8 mg/l). Sulfaattipitoisuudet ovat olleet yksittäisillä kierroksilla pohjavesinäytteissä pääosin <6 mg/l, tarkkailuputkilla PA-G3, PA-G4 ja PA-G8 pääsääntöisesti alle määrittämissä <0,5 mg/l. Muista tarkkailupisteistä poiketen rikastamon pohjoispuolen putkella PA-G2 sulfaattipitoisuudet ovat vaihdelleet tarkkailun aikana välillä 10-21 mg/l (ka. 18,1 mg/l), mitkä tulokset ovat keskimääräisen porakaivojen keskipitoisuuden tasolla (GTK 2001). Fluoridia ei ole havaittu pohjavesinäytteissä tarkkailun aikana, mahdollisten pitoisuuksien jäädessä alle määrittämissä <0,1 mg/l. (Taulukko 4-1; Liite 2)

Taulukoissa 4-1 ja 4-2 on esitetty pohjaveden vuosien 2022 ja 2023 keskimääräiset fysikaalis-kemialliset ominaisuudet ja niitä on vertailtu kirjallisuudesta saatuihin keskimääräisiin pohjaveden, maaperä- ja porakaivojen pitoisuuksiin.

Taulukko 4-1. Pohjaveden tarkkailuputkien keskimääräisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia vuosina 2022 ja 2023, sekä verrattuna kirjallisuudesta saatuihin pohjaveden keskimääräisiin pitoisuuksiin. Selvimät poikkeavuudet on esitetty lihavoituna ja alleviivattuna taulukossa.

| Tarkkailualue | Yksikkö | Rikastamo tark. | Sivukivi- alue 1 tark. | Sivukivi- alue 2 tark. | Rikastushiekka-alueen tark. | | | Pohja- vesi ¹ | Maaperä -kaivo ² | Pora- kaivo ³ |
|------------------------|---------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | | PA-G2 | PA-G4 | PA-G5 | PA-G3 | PA-G6 | PA-G8 | | | |
| Lämpötila 2022 | °C | 3,9 | 3,6 | 5,5 | 3,6 | 5,7 | 3,8 | - | 7,2 | 8,2 |
| 2023 | | 3,6 | 3,6 | 4,6 | 3,4 | 5,1 | 3,7 | | | |
| COD _{Mn} 2022 | mg/l | 0,5 | 9,3 | 13,8 | 2,2 | 2,4 | 12,3 | - | - | - |
| 2023 | | <0,5 | 11,2 | 7,1 | 2,2 | 1,9 | 13,2 | | | |
| Happi, liuennut 2022 | mg/l | 8,4 | 0,2 | 10,7 | 1,8 | 10,7 | 0,2 | - | - | - |
| 2023 | | 7,5 | 0,4 | 7,4 | 1,0 | 6,4 | 1,0 | | | |
| Happi, % 2022 | % | 65,3 | 1,5 | 83,0 | 13,4 | 91,3 | 1,5 | - | 57,9 | 45,3 |
| 2023 | | 56,3 | 3,3 | 58,3 | 7,6 | 49,3 | 7,4 | | | |
| pH 2022 | | <u>8,1</u> | 6,6 | 7,1 | 7,0 | <u>8,0</u> | 6,6 | 6,3 | 6,5 | 7,1 |
| 2023 | | <u>8,0</u> | 6,6 | 6,9 | 6,9 | <u>8,0</u> | 6,5 | | | |
| Alkaliniteetti 2022 | mmol/l | 3,0 | 2,1 | 0,6 | 4,1 | 2,9 | 4,6 | 0,3 | 0,8 | 1,7 |
| 2023 | | 3,2 | 1,9 | 0,6 | 4,2 | 2,2 | 4,1 | | | |
| Bikarbonaatti 2022 | mg/l | 183 | 126 | 34 | 252 | 175 | 260 | - | 51,9 | 103 |
| 2023 | | 207 | 168 | 76 | 270 | 187 | 250 | | | |
| TDS 2022 | mg/l | 205 | 166 | 94,4 | 234 | 185 | 240 | - | - | - |
| 2023 | | 207 | 168 | 76 | 270 | 187 | 315 | | | |
| Sähkönj. 2022 | mS/m | 36,8 | 21,0 | 7,4 | <u>41,8</u> | 31,5 | <u>46,6</u> | 6,4 | 16,4 | 34,4 |
| 2023 | | 36,3 | 21 | 8,1 | <u>40,8</u> | 31,6 | <u>53,3</u> | | | |
| Kloridi 2022 | mg/l | 4,7 | 0,8 | 1,5 | 3,1 | 3,3 | 3,9 | 2,8 | 8,6 | 53,9 |
| 2023 | | 4,1 | 0,8 | 1,1 | 2,8 | 3,1 | 4,6 | | | |
| Sulfaatti 2022 | mg/l | 17,3 | 0,6 | 3,5 | 0,6 | 5,7 | 0,5 | 7,1 | 14,6 | 19,9 |
| 2023 | | 19,3 | <0,5 | 4,8 | <0,5 | 6,8 | <0,5 | | | |
| Rikki (S), liuk. 2022 | mg/l | 6,7 | 0,3 | 1,4 | 0,5 | 2,1 | 0,3 | - | 5,0 | 6,4 |
| 2023 | | 6,4 | <0,25 | 1,6 | <0,25 | 2,1 | <0,3 | | | |
| Piidioksidi 2022 | mg/l | 15,5 | 20,8 | 11,2 | 19,0 | 17,8 | 18,0 | 12,9 | 13,9 | 14,6 |
| 2023 | | 15,3 | 21,5 | 11,8 | 20,5 | 18 | 17,5 | | | |
| Fluoridi 2022 | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | - | - | 0,7 |
| 2023 | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | |
| Kokonaiskovuus 2022 | mmol/l | 1,9 | 0,8 | 1,3 | 1,9 | 1,9 | 1,4 | - | 3,0 | 5,5 |
| 2023 | | 1,8 | 0,7 | 1,3 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | | | |
| K, liuk. 2022 | mg/l | 1,5 | 1,7 | 0,5 | 3,1 | 2,2 | 1,2 | 1,2 | 5,0 | 4,4 |
| 2023 | | 1,4 | 1,6 | <0,5 | 2,4 | 2,2 | 1,0 | | | |
| Ca, liuk. 2022 | mg/l | 36,5 | 20,6 | 3,4 | 35,4 | 19,5 | 36,8 | 5,4 | 15,2 | 28,1 |
| 2023 | | 33,0 | 18,8 | 2,9 | 33,3 | 19,3 | 37,3 | | | |
| Mg, liuk. 2022 | mg/l | 20,5 | 6,1 | 7,1 | 17,4 | 26,8 | 11,3 | 1,5 | 3,8 | 6,7 |
| 2023 | | 19,3 | 5,7 | 6,5 | 17,3 | 25,6 | 11,8 | | | |
| Na, liuk. 2022 | mg/l | 10,5 | 7,4 | 2,4 | 20,0 | 3,2 | 5,5 | 3,2 | 7,0 | 36,2 |
| 2023 | | 12,0 | 6,9 | 3,5 | 15,5 | 3,9 | 5,4 | | | |

| Tarkkailualue | Yksikkö | Rikastamo tark. | Sivukivi- alue 1 tark. | Sivukivi- alue 2 tark. | Rikastushiekka-alueen tark. | | | Pohja- vesi ¹ | Maaperä -kaivo ² | Pora- kaivo ³ |
|---------------------|---------|-----------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------|------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | | PA-G2 | PA-G4 | PA-G5 | PA-G3 | PA-G6 | PA-G8 | | | |
| Typpi 2022 | µg/l | 818 | 1480 | 700 | 220 | 119 | 414 | 371 | - | - |
| | | 580 | 1825 | 275 | 183 | 96 | 410 | | | |
| Ammoniumt. 2022 | µg/l | 8,3 | 1340 | 6,2 | 146 | 14,5 | 264 | 40,5 | - | - |
| | | 24,3 | 1350 | 200 | 113 | 41 | 363 | | | |
| Nitraattityppi 2022 | µg/l | 748 | 5,0 | - | 5,0 | 5,0 | 6,2 | 216 | - | - |
| | | 513 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | | | |
| Nitriittityppi 2022 | µg/l | 39,8 | 18,0 | - | 8,5 | 8,1 | 5,2 | - | - | - |
| | | 10,3 | 14,0 | 45,7 | 5,4 | 4,0 | 6,5 | | | |
| Fosfori 2022 | µg/l | 38,3 | 114 | 326 | 315 | 57,8 | 77,5 | 19,3 | - | - |
| | | 47,7 | 170 | 100 | 168 | 27,3 | 36,5 | | | |

1) Pohjaveden keskipitoisuus (Soveri ym. 2001)

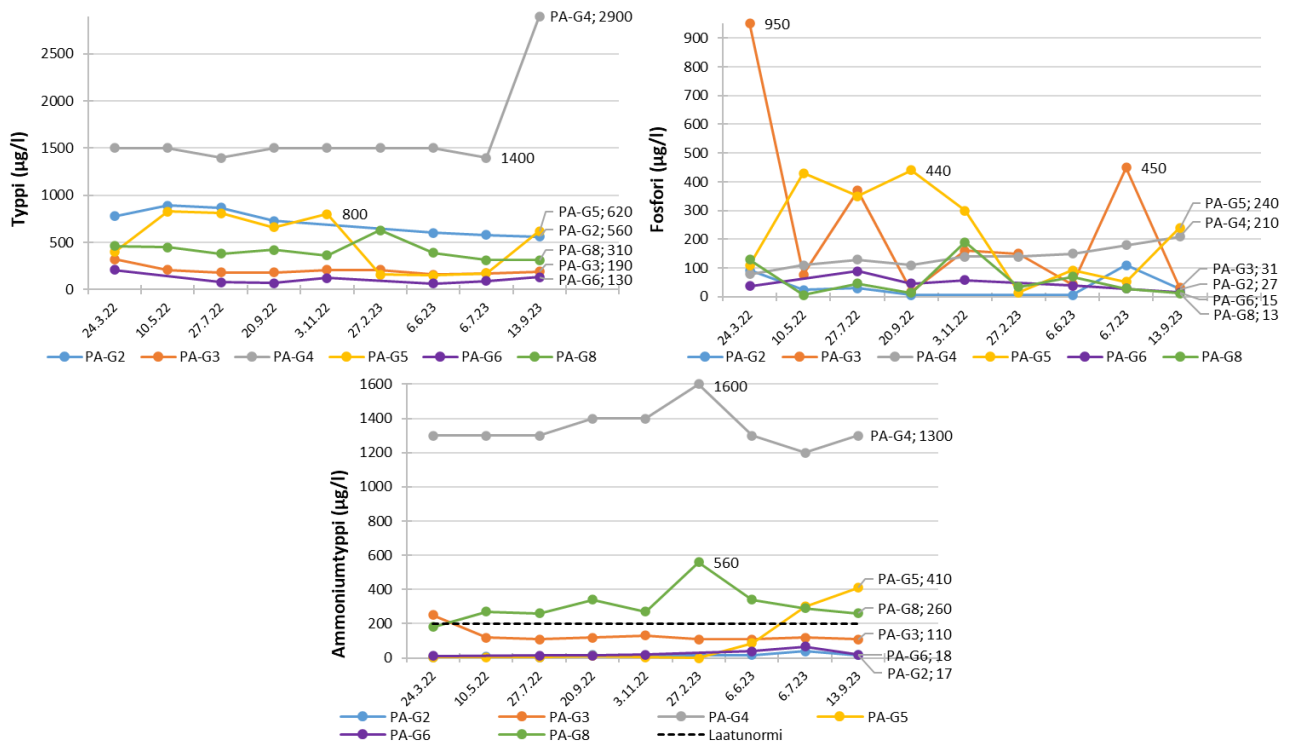
2) Maaperäkaivojen keskipitoisuus (GTK 2001)

3) Porakaivojen keskipitoisuus (GTK 2001)

Kokonaistypen keskipitoisuudet ovat vaihdelleet tarkkailuputkilla välillä 119–1825 µg/l. Pitoisuudet indikoivat rehevää vedenlaatua putkilla PA-G2, PA-G4 ja PA-G5 vesistöjen rehevyysluokituksiin peilaten ja muilla putkilla karua-lievästi rehevää vedenlaatua. Yksittäisistä näytteistä suurin ja muista näytteistä poikkeava typpipitoisuus 2900 µg/l mitattiin tarkkailuputkelta PS-G4 syyskuun 2023 tarkkailukierroksella. Myös fosforia (210 µg/l) havaittiin kyseiseltä putkelta hieman normaalitasoa runsaammin, mahdollisesti syysateiden jälkeen tarkkailupisteelle on kerääntynyt hulevesiä. (Kuva 4-3; Liite 2)

Keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet tarkkailuputkilla välillä 27–326 µg/l, indikoiden rehevää vedenlaatua putkien PA-G2, PA-G6 ja PA-G8 (< 100 µg/l) osalta ja erittäin rehevää vedenlaatua putkilla PA-G3, PA-G4 ja PA-G5 (> 100 µg/l). (Kuva 4-3; liite 2)

Ammoniumtypen pitoisuudet olivat selvästi korkeimmat putkella PA-G4 (ka. 2022 1340 µg/l ja ka. 2023 1350 µg/l) alueen muihin tarkkailuputkiin verrattuna. Ammoniumtypen keskipitoisuudet ylittivät pohjaveden ympäristölaatonormin raja-arvon 200 µg/l myös PA-G8 (ka. 2022 264 µg/l ja ka. 2023 363 µg/l) osalta. Tarkkailupisteellä PA-G5 ammoniumtypen määrät olivat nousussa heinä- ja syyskuun näytteissä (300 ja 410 µg/l). Kappaleessa 4.3 tuloksia on vertailtu ammoniumtypen lisäksi myös muihin ympäristölaatonormin raja-arvoihin. Pohjaveden ympäristölaatonormeja sovelletaan pääasiassa luokiteltujen pohjavesialueiden kemiallisen tilan arvioinnissa. (Kuva 4-3)



Kuva 4-3. Pohjaveden typpi- ja fosfori- ja ammoniumpitoisuudet tarkkailuputkilla PA-G2 – PA-G8 vuosina 2022 ja 2023. Ammoniumtyypen ympäristölaatunormin raja-arvo on merkitty katkoviivalla kuvaajaan.

Pohjaveden laatua tarkkaillaan pääasiassa suodatetuista eli liukoista alkuaineiden ja metallien pitoisuuksista. Pohjaveseä suodatetaan näytteenoton yhteydessä tai laboratorioissa ennen analyysijä, jotta näyte vastaisi edustavaa ja vertailukelpoista pohjavettä. Suodatuksella estetään suurempien partikkeleiden pääsy näytteeseen, jotka happokäsittelyssä liukenisivat ja tulisivat siten määritetyiksi. Tarkkailun ensimmäisellä näytteenotokerralla maaliskuussa 2022 otettiin laajempi analyysivalikoima lähtötason selvittämiseksi, johon kuului lisäksi mm. metallien kokonaispitoisuuksien määrittäminen.

Tutkituissa liukoissa metallipitoisuuksissa havaittiin jonkin verran eroja tarkkailuputkien ja alueiden välillä, sekä kirjallisuuden pohjavesien keskipitoisuuksiin (GTK 2001; Soveri ym. 2001) verrattuna. Kirjallisuudessa esitetyt vertailupitoisuudet edustavat kansallisia keskiarvoja. Pohjaveden keskipitoisuudet (Soveri ym. 2001) perustuvat 53 ympäri Suomea sijaitsevaan havaintopisteeseen, joka käsittää kaivojen ja havaintoputkien lisäksi myös lähteitä. Lisäksi on tehty vertailua maaperäkaivoihin ja porakaivoihin (GTK 2001). Pahtavaaran havaintoputkien vertailuaineistosta poikkeava vedenlaatu selittyy suurelta osin tai kokonaan alueen geokemiallisilla ominaispiirteillä. Aiemman tuotannon aikaista vaikutusta pohjaveden laatuun ei voida arvioida, koska tuotantoa edeltävät taustatiedot puuttuvat.

Metallipitoisuuksista rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat selvimmän koholla tavanomaisiin pohjavesiin verrattuna sivukivialueen 1 putkella PA-G4 sekä rikastushiekka-altaan tarkkailuputkilla PA-G8 ja PA-G3. Myös alumiinin ja bariumin pitoisuudet olivat koholla joidenkin putkien osalta. Liukoissa hivenmetallipitoisuuksissa havaittiin myös jonkin verran eroja tarkkailuputkien välillä sekä Suomen pohjavesien keskimääräisiin pitoisuuksiin verrattuna. Yleisesti liukoiset hivenmetallipitoisuudet olivat hieman koholla mm. arseenin, nikkelin, kobolttin ja kromin osalta lähinnä sivukivialueen 1 ja 2 tarkkailuputkilla PA-G4 ja PA-G5, sekä rikastushiekka-altaassa olevalla tarkkailuputkella PA-G8. (Taulukko 4-2; Liite 2)

Kirjallisuudessa (GTK 2001; Soveri ym. 2001) esitetyt vertailupitoisuudet edustavat kansallisia keskiarvoja. Pohjaveden keskipitoisuudet (Soveri ym. 2001) perustuvat 53:een havaintopisteeseen, joka käsittää kaivojen ja havaintoputkien lisäksi lähteitä. Lisäksi on tehty vertailua maaperäkaivoihin ja porakaivoihin (GTK 2001) Pahtavaaran havaintoputkien vertailuaineistosta poikkeava vedenlaatu selittyy suurelta osin tai kokonaan alueen geokemiallisilla ominaispiirteillä. Aiemman tuotannon aikaista vaikutusta pohjaveden laatuun ei voida arvioida, koska tuotantoa edeltävät taustatiedot puuttuvat.

Taulukko 4-2. Pohjaveden tarkkailuputkien keskimääräiset liukoiset metallipitoisuudet vuosina 2022 ja 2023, sekä verrattuna kirjallisuudesta saatuihin pohjaveden keskimääräisiin pitoisuuksiin. Selvimmät poikkeavuudet on esitetty lihavoituna sekä alleviivattuna taulukossa.

| Tarkkailualue | Yksikkö | Rikastamo tark. | Sivukivi-alue 1 tark. | Sivukivi-alue 2 tark. | Rikastushiekka-alueen tark. | | | Pohjavesi ¹ | Maaperä-kaivo ² | Pora-kaivo ³ |
|-----------------------------|---------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|---------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | | PA-G2 | PA-G4 | PA-G5 | PA-G3 | PA-G6 | PA-G8 | | | |
| Alumiini (Al), liuk. 2022 | µg/l | 11,0 | 6,5 | <u>426</u> | 8,0 | 33,8 | 8,0 | 156 | 101 | 30,1 |
| 2023 | | 8,0 | 37,1 | <u>193</u> | 13,7 | <5 | <5 | | | |
| Antimoni (Sb), liuk. 2022 | µg/l | 0,11 | 0,07 | 0,09 | 0,06 | <u>0,94</u> | 0,06 | - | 0,05 | 0,04 |
| 2023 | | 0,19 | <0,05 | 0,14 | 0,09 | <u>0,24</u> | 0,07 | | | |
| Arseeni (As), liuk. 2022 | µg/l | 0,2 | <u>4,0</u> | 0,1 | <u>2,6</u> | 0,3 | <u>9,8</u> | - | 0,4 | 1,0 |
| 2023 | | 0,2 | <u>4,1</u> | 0,1 | <u>3,4</u> | 0,3 | <u>27,5</u> | | | |
| Barium (Ba), liuk. 2022 | µg/l | <u>81,3</u> | <u>400</u> | 7,8 | <u>71,8</u> | <u>56,3</u> | <u>89,2</u> | - | 28 | 26,3 |
| 2023 | | <u>94</u> | <u>360</u> | 7,1 | <u>68,5</u> | <u>61,7</u> | <u>87,5</u> | | | |
| Beryllium (Be), liuk. 2022 | µg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - |
| 2023 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | |
| Boori (B), liuk. 2022 | µg/l | 13,0 | 56,8 | 10,1 | 16,6 | 31,5 | 9,3 | - | 22,8 | 54,6 |
| 2023 | | 47,1 | 51,3 | 5,1 | 10,0 | 27,0 | 3,5 | | | |
| Cerium (Ce), liuk. 2022 | µg/l | 0,07 | 0,5 | 1,3 | 0,6 | 0,06 | 0,14 | - | - | - |
| 2023 | | 0,03 | 0,8 | 1,2 | 0,2 | 0,05 | 0,37 | | | |
| Elohopea (Hg), liuk. 2022 | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,02 | - | - |
| 2023 | | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | | | |
| Hopea (Ag), liuk. 2022 | µg/l | <0,02 | <0,02 | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - |
| 2023 | | <0,02 | <0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | | | |
| Kadmium (Cd), liuk. 2022 | µg/l | <0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 0,02 | 0,16 | 0,04 | - |
| 2023 | | <0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,09 | <0,01 | <0,01 | | | |
| Koboltti (Co), liuk. 2022 | µg/l | 0,1 | <u>4,6</u> | 1,1 | <u>2,1</u> | 1,1 | <u>8,3</u> | - | 0,8 | 0,4 |
| 2023 | | 0,2 | <u>3,4</u> | 0,3 | <u>4,2</u> | 0,4 | <u>10,9</u> | | | |
| Kromi (Cr), liuk. 2022 | µg/l | 1,3 | <u>9,3</u> | <u>14,7</u> | 0,3 | 2,6 | 1,0 | - | 0,3 | - |
| 2023 | | 1,6 | <u>14,8</u> | <u>7,9</u> | 0,6 | 0,6 | 1,8 | | | |
| Kupari (Cu), liuk. 2022 | µg/l | 1,0 | 6,4 | 9,2 | 0,9 | 3,0 | 0,7 | 4,3 | 14,1 | 32,3 |
| 2023 | | 1,4 | 8,6 | 3,7 | 1,4 | 1,3 | 0,3 | | | |
| Litium (Li), liuk. 2022 | µg/l | <0,5 | 0,8 | 0,5 | 0,8 | <0,5 | 0,6 | - | 2,8 | 6,6 |
| 2023 | | <0,5 | 0,8 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | | |
| Lyijy (Pb), liuk. 2022 | µg/l | 0,03 | 0,05 | 0,55 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 1,99 | 0,25 | 0,42 |
| 2023 | | 0,02 | 0,08 | 0,19 | 0,03 | 0,04 | 0,18 | | | |
| Mangaani(Mn), liuk. 2022 | µg/l | 13,8 | <u>988</u> | 18,0 | <u>3240</u> | 92,5 | <u>1374</u> | 64,7 | 59,1 | 106 |
| 2023 | | 9,3 | <u>920</u> | 5,7 | <u>4000</u> | 42,7 | <u>1475</u> | | | |
| Molybdeeni (Mo), liuk. 2022 | µg/l | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 1,6 | 0,7 | 1,7 | - | 0,3 | 2,3 |
| 2023 | | 0,1 | 0,3 | 0,05 | 0,4 | 0,1 | 2,0 | | | |
| Nikkeli (Ni), liuk. 2022 | µg/l | 1,2 | 7,6 | <u>22,1</u> | 4,9 | 6,5 | <u>22,6</u> | 3,5 | 3,3 | 1,8 |
| 2023 | | 2,1 | 6,0 | <u>12,6</u> | 8,6 | 3,5 | <u>25,8</u> | | | |
| Rauta (Fe), liuk. 2022 | µg/l | 20,3 | <u>19800</u> | 560 | 815 | 48,5 | <u>89600</u> | 706 | - | 492 |
| 2023 | | 16,6 | <u>24500</u> | 218 | <u>2308</u> | 6,5 | <u>122500</u> | | | |

| Tarkkailualue | Yksikkö | Rikastamo | Sivukivi- | Sivukivi- | Rikastushiekka-alueen | | | Pohja- | Maaperä- | Pora- |
|----------------------------|---------|-----------|------------|-------------|-----------------------|------------|-------|--------|----------|-------|
| | | tark. | alue 1 | alue 2 | tark. | tark. | tark. | | | |
| Havaintopiste | | PA-G2 | PA-G4 | PA-G5 | PA-G3 | PA-G6 | PA-G8 | | | |
| Rubidium (Rb), liuk. 2022 | µg/l | 6,6 | 7,9 | 0,6 | 3,5 | 3,0 | 1,0 | - | 5,0 | 3,2 |
| 2023 | | 6,7 | 8,1 | 0,5 | 2,2 | 3,4 | 0,8 | | | |
| Seleeni (Se), liuk. 2022 | µg/l | 0,4 | <0,2 | 0,9 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | - | - | - |
| 2023 | | 0,3 | <0,2 | 0,8 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | | | |
| Sinkki (Zn), liuk. 2022 | µg/l | 5,3 | 2,3 | 57,3 | 6,9 | 7,0 | 4,7 | 16,4 | 44,2 | 84,9 |
| 2023 | | 2,5 | 3,6 | 99,8 | 10,9 | 3,7 | 7,2 | | | |
| Skandium (Sc), liuk. 2022 | µg/l | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | - | - | - |
| 2023 | | <0,05 | 0,1 | 0,2 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | | | |
| Strontium (Sr), liuk. 2022 | µg/l | 109 | 90 | 11 | 190 | 70 | 214 | - | 78,8 | 190 |
| 2023 | | 120 | 91 | 13 | 190 | 77 | 228 | | | |
| Tallium (Tl), liuk. 2022 | µg/l | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | <0,01 | - | . | . |
| 2023 | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | <0,01 | | | |
| Tina (Sn), liuk. 2022 | µg/l | 0,11 | 0,06 | 0,05 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | - | . | . |
| 2023 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | |
| Titaani (Ti), liuk. 2022 | µg/l | 3,1 | 3,3 | 10,7 | 13,7 | 3,0 | 5,8 | - | - | - |
| 2023 | | 0,6 | 2,3 | 3,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | |
| Torium (Th), liuk. 2022 | µg/l | <0,05 | <0,05 | 0,06 | 0,06 | <0,05 | <0,05 | - | . | . |
| 2023 | | <0,05 | <0,05 | 0,1 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | |
| Uraani (U), liuk. 2022 | µg/l | 0,04 | 0,09 | 0,04 | 0,45 | 0,35 | 0,18 | - | 0,8 | 13,7 |
| 2023 | | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,32 | 0,31 | 0,09 | | | |
| Vanadiini (V), liuk. 2022 | µg/l | 0,5 | 1,8 | 3,6 | 0,3 | 4,7 | 0,2 | - | 0,4 | 0,5 |
| 2023 | | 0,6 | 3,4 | 1,8 | 0,3 | 3,4 | 0,3 | | | |
| Vismutti (Bi), liuk. 2022 | µg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | . | . |
| 2023 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | |
| Volframi (W), liuk. 2022 | µg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | - | - | - |
| 2023 | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | |
| Zirkonium (Zr), liuk. 2022 | µg/l | <0,5 | <0,5 | 0,7 | 0,5 | <0,5 | <0,5 | - | - | - |
| 2023 | | <0,5 | <0,5 | 0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | | |

1) Pohjaveden keskipitoisuus (Soveri ym. 2001)

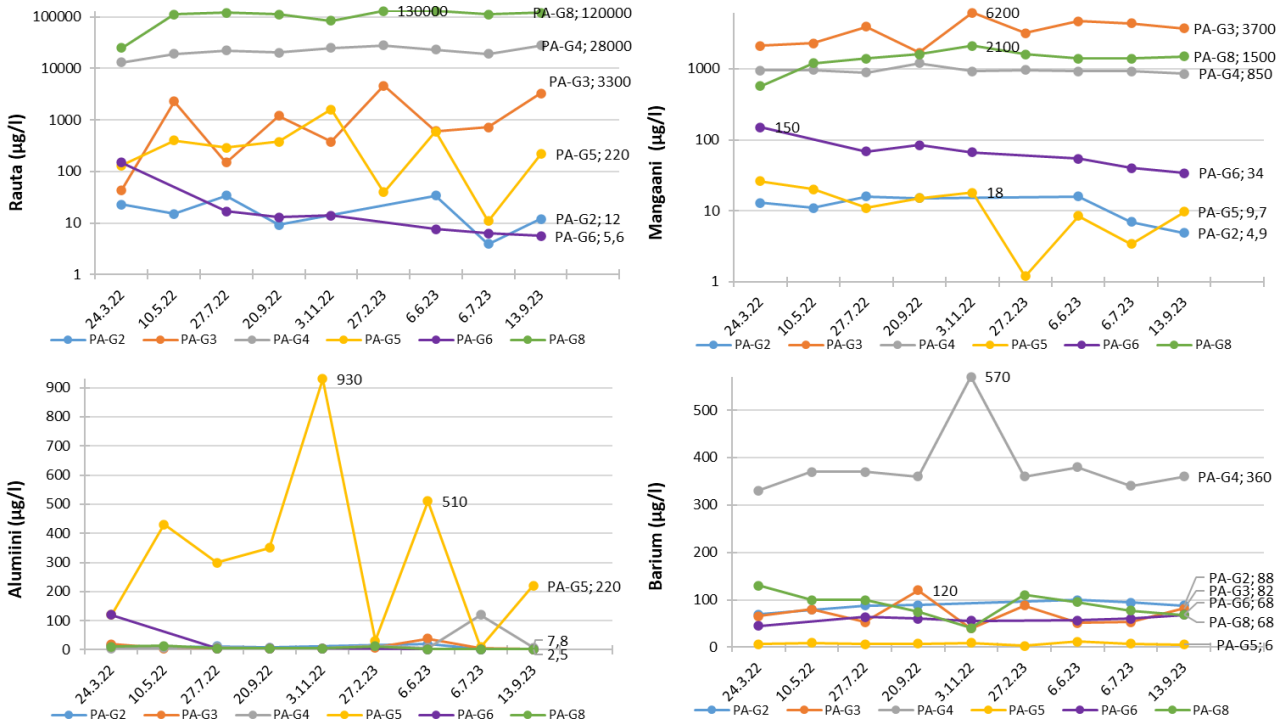
2) Maaperäkaivojen keskipitoisuus (GTK 2001)

3) Porakaivojen keskipitoisuus (GTK 2001)

Rautaa ja mangaania on runsaimmin havaittavissa tarkkailupisteillä PA-G8 (Fe ka. noin 104 222 µg/l ja Mn ka. noin 1419 µg/l), PA-G4 (Fe ka. noin 21 889 µg/l ja Mn ka. noin 958 µg/l) sekä PA-G3 (Fe ka. noin 1 478 µg/l ja Mn ka. noin 3 578 µg/l). Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet ovat maltillisempia ja alle vertailuarvojen. Suomen pohjavesien keskimääräiset rautapitoisuudet ovat luokkaa 706 µg/l ja keskimääräiset mangaanipitoisuudet luokkaa 64,7 µg/l (GTK 2001; Soveri ym. 2001). (Kuva 4-4, Taulukko 4-2)

Alumiinipitoisuudet olivat pääosin alhaisia, putkella PA-G5 pitoisuudet ovat olleet korkeahkoja, mutta pitoisuuksissa on havaittavissa laskeva trendi. Suomen pohjavesien keskimääräiset alumiinipitoisuudet ovat tasoa 156 µg/l (GTK 2001; Soveri ym. 2001). (Kuva 4-4, Taulukko 4-2)

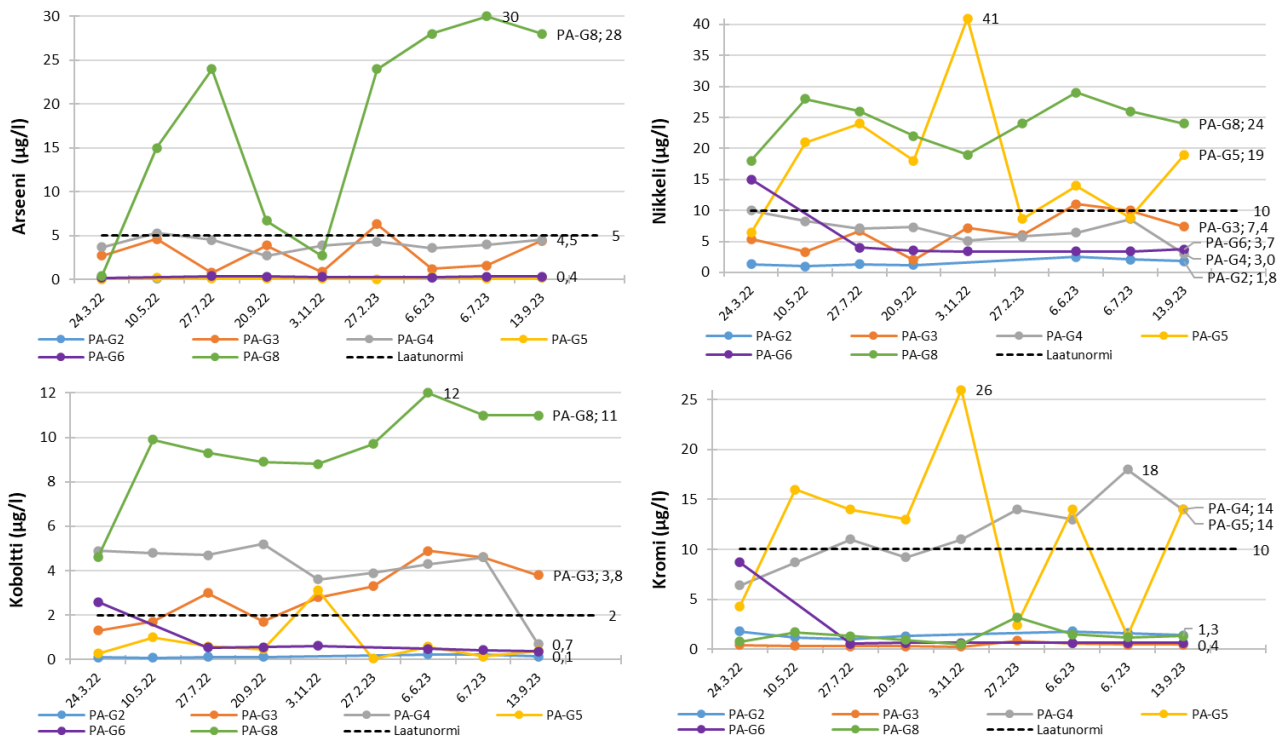
Bariumia on havaittu putkelta PA-G3 runsaasti (vaihteluväli 330-570 µg/l) läpi tarkkailun. Myös muilla tarkkailupisteillä, pois lukien PA-G5, pitoisuudet ovat olleet yli vertailuaineiston (GTK 2001) tason. (Kuva 4-4, Taulukko 4-2)



Kuva 4-4. Pohjaveden liukoiset rauta-, mangaani-, alumiini- ja bariumpitoisuudet tarkkailuputkilla PA-G2 – PA-G8 vuosina 2022 ja 2023. Huomaa rauta- ja mangaanikuvaajien logaritmiset asteikot.

Keskimäärin arseenia, nikkeliä ja kobolttia havaitaan eniten tarkkailuputkelta PA-G8, tällä pisteellä pitoisuudet ovat myös yli ympäristölaatu normien. Arseenipitoisuudet olivat tällä pisteellä vuonna 2023 korkeampia kuin vuonna 2022 havaittiin. (Kuva 4-5, Taulukko 4-2)

Tarkkailuputkella PA-G4 koboltti- ja kromipitoisuudet ovat keskimäärin myös yli ympäristölaatu normien tason, kuten myös tarkkailuputken PA-G3 kobolttipitoisuudet, muilla tarkkailupisteillä edellä mainitut pitoisuudet ovat alle laatu normien tasojen. (Kuva 4-5, Taulukko 4-2)



Kuva 4-5. Pohjaveden arseeni-, nikkeli-, koboltti- ja kromipitoisuudet tarkkailuputkilla PA-G2 – PA-G8 vuosina 2022 ja 2023. Metallien ympäristölaatunormien raja-arvot on merkitty katkoviivalla kuvaajissa.

4.3 Pohjaveden laatua ja pilaantuneisuutta säätelevät asetukset ja ohjearvot

Kansallisessa lainsäädännössä keskeisin pohjaveden suojelun pykälä on ympäristönsuojelulain (527/2014) 17§ pohjaveden pilaamiskielto, jossa on kielletty aineen tai energian päästäminen pohjaveteen siten, että se aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle, tekee pohjaveden käyttökelttomaksi tai muotoon loukkaa yleistä tai yksityistä etua. Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) on lisäksi kielletty tiettyjen erikseen mainittujen aineiden suorat ja epäsuorat päästöt pohjaveteen. Kielto ei koske aineen tai aineryhmään kuuluvan aineen vähäisen määrän päästämistä pohjaveteen, jos päästöstä ei aiheudu pohjaveden laadun heikkenemistä tai sen vaaraa nyt tai tulevaisuudessa. Pohjaveden ympäristölaatunormeista säädetään vesienhoidon järjestämisestä annetun valtioneuvoston asetuksen (1040/2006) liitteessä 7A. Pohjavesidirektiivissä (2006/118/EY) annettujen laatunormien (nitraatit ja torjunta-aineet) lisäksi raja-arvot on annettu 41 muulle aineelle tai aineryhmälle.

Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) sekä sen muutosasetus (341/2009) on asetettu suojelemaan pohjavesiä, parantamaan niiden laatua, estämään niiden pilaantuminen sekä ihmisten ja ympäristön suojelemiseksi. Asetuksessa annetut ympäristölaatunormit määrittelevät pohjavedessä tavattavan pilaavan aineen suurimman sallitun pitoisuustason, jota ei saa ylittää.

Koska pohjaveden laatua ja pilaantuneisuutta säätelevät asetukset ja ohjearvot, tässä yhteydessä Pahtavaaran pohjaveden fysikaalis-kemiallisia suureita ja metallipitoisuuksia vertailtiin pohjaveden ympäristölaatunormeihin (VNa 341/2009). Tarkastelussa vertailtiin pohjaveden liukoisten pitoisuuksien vuosikeskiarvoja. Taulukossa 4-3 on esitetty ympäristölaatunormin raja-arvot parametreittain sekä vertailtu analysoituja pitoisuuksia kyseisen asetuksen raja-arvoihin.

Taulukko 4-3. Pahtavaaran pohjavesien tutkittujen parametrien sekä liukoisten metallipitoisuuksien vuosikeskiarvot verrattuna Valtioneuvoston asetuksen 341/2009 pohjaveden ympäristölaaturnormeihin. Laaturnormin ylittävät pitoisuudet merkitty taulukossa keltaisella taustalla.

| Aine | Kloridi | Sulfaatti | Ammoni- um- typpi, | Antimoni, Sb | Arseeni, As | Elohope a, Hg | Kadmium , Cd | Koboltti, Co | Kromi, Cr | Kupari, Cu | Lyijy, Pb | Nikkeli, Ni | Sinkki, Zn |
|--|-----------|------------|--------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
| | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Ympäristölaatu- normi¹ | 25 | 150 | 200 | 2,5 | 5 | 0,06 | 0,4 | 2 | 10 | 20 | 5 | 10 | 60 |
| PA-G2 2022 | 4,7 | 17,3 | 8,3 | 0,1 | 0,2 | <0,02 | <0,01 | 0,1 | 1,3 | 1,0 | 0,03 | 1,2 | 5,3 |
| 2023 | 4,1 | 19,3 | 24,3 | 0,2 | 0,2 | <0,02 | <0,01 | 0,2 | 1,6 | 1,4 | 0,02 | 2,1 | 2,5 |
| PA-G3 2022 | 3,1 | 0,6 | 146 | 0,1 | 2,6 | <0,02 | 0,05 | 2,1 | 0,3 | 0,9 | 0,02 | 4,9 | 6,9 |
| 2023 | 2,8 | <0,5 | 113 | 0,1 | 3,4 | <0,02 | 0,09 | 0,6 | 0,6 | 1,4 | 0,03 | 8,6 | 10,9 |
| PA-G4 2022 | 0,8 | 0,6 | 1340 | 0,1 | 4,0 | <0,02 | 0,03 | 4,6 | 9,3 | 6,4 | 0,05 | 7,6 | 2,3 |
| 2023 | 0,8 | <0,5 | 1350 | <0,05 | 4,1 | <0,02 | 0,01 | 3,4 | 14,8 | 8,6 | 0,08 | 6,0 | 3,6 |
| PA-G5 2022 | 1,5 | 3,5 | 6,2 | 0,1 | 0,1 | <0,02 | 0,02 | 1,1 | 14,7 | 9,2 | 0,55 | 22,1 | 57,3 |
| 2023 | 1,1 | 4,8 | 200 | 0,1 | 0,1 | <0,02 | 0,09 | 0,3 | 7,9 | 3,7 | 0,19 | 12,6 | 99,8 |
| PA-G6 2022 | 3,3 | 5,7 | 14,5 | 0,9 | 0,3 | <0,02 | 0,01 | 1,1 | 2,6 | 3,0 | 0,05 | 6,5 | 7,0 |
| 2023 | 3,1 | 6,8 | 41 | 0,2 | 0,3 | <0,02 | <0,01 | 0,4 | 0,6 | 1,3 | 0,04 | 3,5 | 3,7 |
| PA-G8 2022 | 3,9 | 0,5 | 264 | 0,1 | 9,8 | <0,02 | 0,02 | 8,3 | 1,0 | 0,7 | 0,02 | 22,6 | 4,7 |
| 2023 | 4,6 | <0,5 | 363 | 0,1 | 27,5 | <0,02 | <0,01 | 10,9 | 1,8 | 0,3 | 0,18 | 24,8 | 7,2 |

¹ VNa (341/2009)

Ammoniumtyypen ympäristölaaturnormin raja-arvo (200 µg/l) ylittyi sivukivialueen 1 putkella PA-G4 ja rikastushiekka-altaan keskiosan putkella PA-G8, tarkkailuputken PA-G5 vuosikeskiarvo vuonna 2023 oli juuri ympäristölaaturnormin tasolla. (Taulukko 4-3, Liite 2)

Arseenin, kobolttin ja nikkelin osalta ympäristölaaturnormin tasot ovat ylittyneet kumpanakin tarkkailuvuonna putkella PA-G8. Tarkkailuputkella PA-G4 asetuksen laaturnormitasot ylittyivät vuonna 2023 kobolttin ja kromin osalta ja tarkkailuputkella PA-G5 nikkelin ja sinkin osalta. (Taulukko 4-3, Liite 2)

Pohjavesinäytteiden vuosikeskiarvopitoisuudet alittivat vuonna 2023 pääosin talousvesiasetuksen (STM 1352/2015) laatuvaatimukset, ainoastaan nikkelin osalta laatuvaatimustaso 20 µg/l ylittyi lievästi tarkkailuputkella PA-G8. Ympäristölaaturnormeja sovelletaan pääasiassa luokiteltujen pohjavesialueiden kemiallisen tilan arvioinnissa. Pahtavaaran pohjavesitarkkailun tarkkailuputket eivät sijaitse luokitellulla pohjavesialueella (kuva 2-1), ja tarkkailuputkilla selvitetty pohjaveden fysikaalis-kemialliset ominaisuudet riippuvat pitkälti alueen geokemiallisista ominaispiirteistä. Toimintaa edeltävien taustatietojen puuttumisesta johtuen aiemman toiminnan vaikutuksia pohjaveden laatuun tarkkailuputkilla ei voida arvioida.

YHTEENVETO

Pahtavaaran kaivosalueella on toteutettu pohjavesitarkkailua vuodesta 2022 alkaen. Alueen pohjaveden laatua ja pinnankorkeutta tarkkaillaan kuudelta eri havaintopisteeltä.

Pohjaveden pinnankorkeudet

Luontaisena pohjaveden pinnankorkeuden vaihteluna voidaan pitää noin metrin muutosta vuoden aikana. Tarkkailuputkilla pohjaveden pinnankorkeuksien vaihtelu on ollut maltillista ja luontaista. Suurin vaihteluväli on ollut tulosten mukaan havaittavissa tarkkailuputkella PA-G5, noin 1,3 metriä.

Pohjaveden laatu

Pohjavesi oli keskimäärin lievästi hapanta putkilla PA-G4 ja PA-G8, lievästi emäksistä putkilla PA-G2 ja PA-G6 ja neutraalin tuntumassa putkilla PA-G3 ja PA-G5. Veden alkaliteetti, eli veden puskurikyky on ollut keskimäärin melko korkea, kaikilla muilla tarkkailuputkilla paitsi putkella PA-G5. Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) indikoi pohjavesiputkilla makeita ja matalia pohjavesiä suolaisuuden perusteella. Sähkönjohtavuuden arvot olivat tavanomaisille pohjavesille tyypillisiä putkella PA-G5. Muilla tarkkailuputkilla sähkönjohtavuudet olivat hieman korkeampia, mutta kuitenkin porakaivoille tyypillisellä tasolla, eikä trendejä ole havaittavissa. Myös sähkönjohtavuudet tarkkailuputkilla indikoivat makeita, ei-suolaisia pohjavesiä.

Alueellisesti suurimmat sähkönjohtavuuden, kloridin, liuenneiden aineiden kokonaismäärän ja alkaliteetin pitoisuudet havaittiin rikastushiekka-altaan putkella PA-G8 ja PA-G3 (altaan pohjoispuolella) sekä rikastamon tarkkailuputkella PA-G2, ja pienimmät pitoisuudet puolestaan sivukivialueen 1 ja 2 tarkkailuputkilla PA-G4 ja PA-G5. Suurimmat, joskin yleisesti pienet sulfaatin ja rikin pitoisuudet havaitaan rikastamon pohjoispuolen tarkkailuputkelta PA-G2. Suurimmat typen ja ammoniumtypen pitoisuudet tarkkailuputkelta PA-G4, joka sijaitsee avolouhoksen ja sivukivialueen 1 lähimaastossa. Kohonnut typpipitoisuus voi indikoida sivukivialueen 1 ja louhosalueen läheisen sijainnin vuoksi räjähdeteräisen typen vaikutusta.

Metallipitoisuuksista alueellisesti selvimmin muihin putkiin verrattuna koholla olivat rikastushiekka-altaan keskiosassa sijaitsevan putken PA-G8 rautapitoisuudet. Liukoissa hivenmetallipitoisuuksissa havaittiin lieviä koholla olevia pitoisuuksia mm. arseenin, nikkelin, koboltin ja kromin osalta lähinnä sivukivialueen 2 tarkkailuputkella PA-G5 sekä rikastushiekka-altaassa olevalla tarkkailuputkella PA-G8.

Pohjaveden pitoisuudet vastasivat pääosin tavanomaisia porakaivojen pitoisuuksia (GTK 2001) fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Rikastamon alueen tarkkailuputkella PA-G2 pH ja typpi, rikastushiekka-altaan putkella PA-G3 fosfori, sivukivialueen 1 putkella PA-G4 typpi, sekä sivukivialueen 2 putkella PA-G5 pH, typpi- ja fosforipitoisuudet olivat tavanomaisten porakaivojen pitoisuuksia korkeampia.

Metalleista tavanomaisesta pohjavedestä poikkesi eniten rikastushiekka-altaan keskiosalla sijaitseva putki PA-G8, jossa raudan, mangaanin, nikkelin, koboltin ja arseenin pitoisuudet olivat tavanomaista korkeammat. Myös rikastushiekka-altaan pohjoispuolen putkella PA-G3 mangaanin pitoisuudet olivat normaalia suuremmat. Tavanomaista korkeampia metallipitoisuuksia esiintyi myös sivukivialueen 1 putkella PA-G4 (Fe, Mn, Ba) ja sivukivialueen 2 putkella PA-G5 (Cr, Ni, Al).

Pohjaveden laatua ja pilaantuneisuutta säätelevät asetukset ja ohjearvot

Pohjaveden laatua ja pilaantuneisuutta säätelevät erilaiset asetukset ja ohjearvot. Tämän vuoksi pohjaveden fysikaalis-kemiallisten suureiden sekä liukoisten metallipitoisuuksien vuosikeskiarvoja vertailtiin pohjaveden ympäristölaatuunormeihin (VNa 341/2009).

Ammoniumtypen ympäristölaatuunormin raja-arvo (200 µg/l) ylittyi sivukivialueen 1 putkella PA-G4 ja rikastushiekka-altaan keskiosan putkella PA-G8, tarkkailuputken PA-G5 vuosikeskiarvo vuonna 2023 oli juuri ympäristölaatuunormin tasolla.

Arseenin, koboltin ja nikkelin osalta ympäristölaatuunormin tasot ovat ylittyneet kumpanakin tarkkailuvuonna putkella PA-G8. Tarkkailuputkella PA-G4 asetuksen laatuunormitasot ylittyivät vuonna 2023 koboltin ja kromin osalta ja tarkkailuputkella PA-G5 nikkelin ja sinkin osalta.

Tarkkailuputket PA-G3, PA-G4 ja PA-G8 sijaitsevat kaivosalueen sisäpuolella. Pohjavesiputki PA-G5 sijaitsee kaivosalueen ulkopuolella, mutta sivukivialueen 2 suotovesien virtaussuunnan alapuolella ennen sivukivialueen pintavalutuskenttää, mikä voi vaikuttaa putken tuloksiin.

VIITTEET

Blomqvist, R., Lahermo, P., Lahtinen, R. & Halonen, S. 1987. Geochemical profiles of deep groundwater in Precambrian bedrock in Finland. Geological survey of Finland, Report YST-58, 30 s.

Envineer Oy. 2022. Pahtavaaran kaivoksen käyttö-, päästö ja vaikutustarkkailuohjelma. 5.8.2022.

Fitts C.R. 2013. 2nd ed. Groundwater science. Elsevier, USA, 692 s. ISBN: 9780123847065.

Ilmatieteen laitos. 2024. Haettu 19.6.2024: <[https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>](https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/)

Lapin ELY-keskus, 2019. Lapin ELY-keskuksen päätös (LAPELY/3366/2015) Pahtavaaran kaivoksen toiminnan keskeytyksen aikaisen tarkkailusuunnitelman muutoksesta 29.4.2019.

Lampén, P. 1992. Saline groundwater in crystalline bedrock – a literature survey. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta, report YJT-92-23, Helsinki. 91 s. 4-8, 23, 69.

Soveri J., Mäkinen R. ja Peltonen K. 2001: Pohjaveden korkeuden ja laadun vaihteluista Suomessa 1975-1999. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 420.

Tarvainen, T., Lahermo, P., Hatakka, T., Vesterbacka, P., Ilmasti, M., Juntunen, R., Nikkarinen, M. & Väisänen, U. 2001. Tuhat kaivoa – Valtakunnallisen pohjavesitutkimuksen kartat ja taulukot. GTK. S/44/0000/1/2001 Espoo. Arkistokappale 4529.

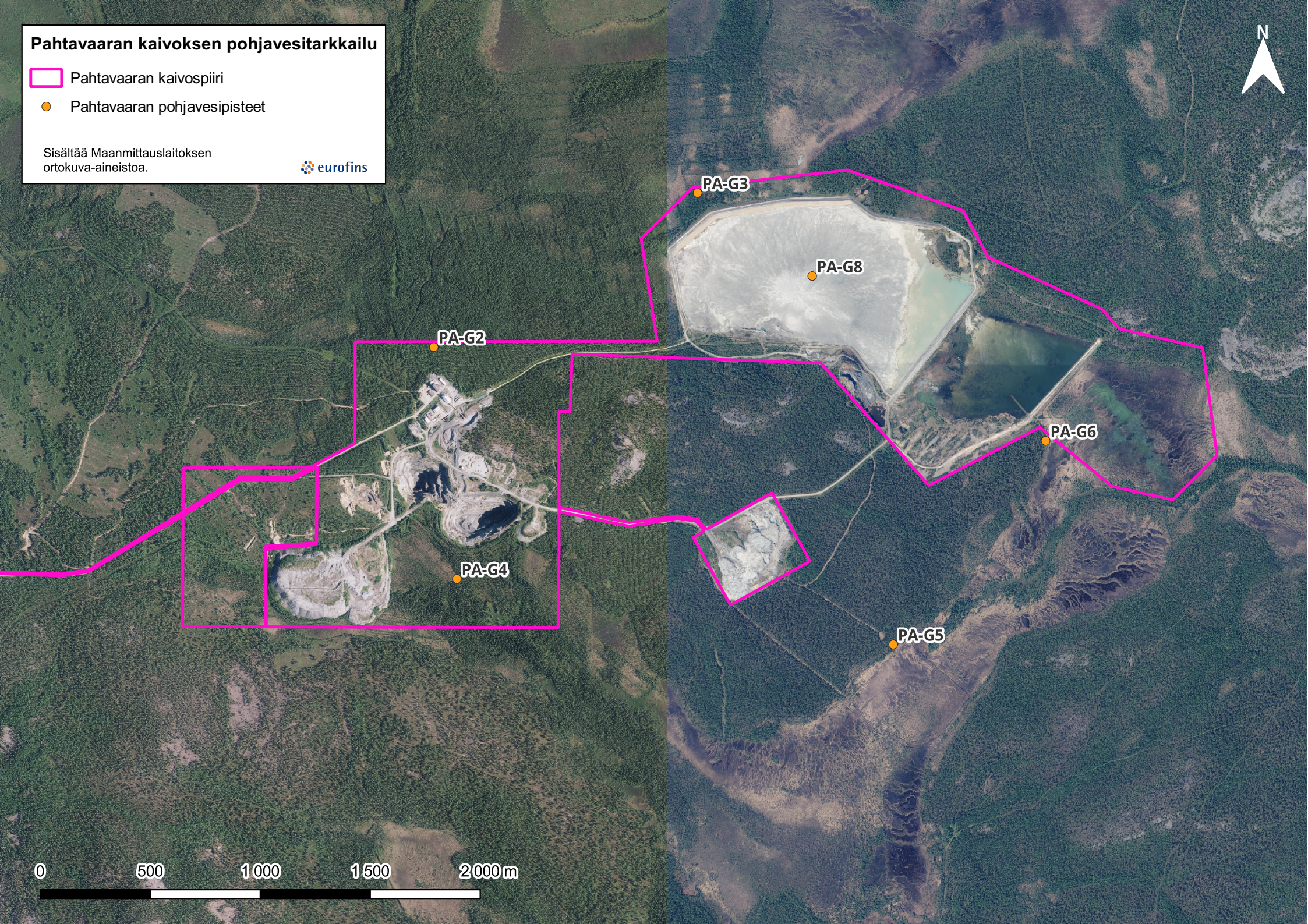
Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä 1040/2006. Annettu Helsingissä 30.11.2006. Saatavilla sähköisesti osoitteessa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20061040#L1P1>.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta (1352/2015). Annettu Helsingissä 17.11.2015. Saatavilla sähköisesti osoitteessa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20151352>.

Pahtavaaran kaivoksen pohjavesitarkkailu

- Pahtavaaran kaivospiiri
- Pahtavaaran pohjavesipisteet

Sisältää Maanmittauslaitoksen ortokuva-aineistoa.



0 500 1000 1500 2000m



| Tarkkailu- ste | N-otto pvm. | Zirkonium (Zr) / YBM02 | Zirkonium (Zr), liukoinen / YBM12 |
|-------------------|----------------|------------------------------|---|
| | | µg/l | µg/l |
| PA-G2 | 24.3.2022 | 2,6 | <0,5 |
| PA-G2 | 10.5.2022 | | <0,5 |
| PA-G2 | 27.7.2022 | | <0,5 |
| PA-G2 | 20.9.2022 | | <0,5 |
| PA-G2 | 3.11.2022 | | |
| PA-G2 | 27.2.2023 | | |
| PA-G2 | 6.6.2023 | | <0,5 |
| PA-G2 | 6.7.2023 | | <0,5 |
| PA-G2 | 13.9.2023 | | <0,5 |
| PA-G3 | 24.3.2022 | 3,6 | <0,5 |
| PA-G3 | 9.5.2022 | | 0,67 |
| PA-G3 | 27.7.2022 | | <0,5 |
| PA-G3 | 20.9.2022 | | <0,5 |
| PA-G3 | 3.11.2022 | | <0,5 |
| PA-G3 | 27.2.2023 | | <0,5 |
| PA-G3 | 6.6.2023 | | <0,5 |
| PA-G3 | 6.7.2023 | | <0,5 |
| PA-G3 | 13.9.2023 | | <0,5 |
| PA-G4 | 24.3.2022 | 1,2 | <0,5 |
| PA-G4 | 10.5.2022 | | <0,5 |
| PA-G4 | 27.7.2022 | | <0,5 |
| PA-G4 | 20.9.2022 | | <0,5 |
| PA-G4 | 3.11.2022 | | <0,5 |
| PA-G4 | 27.2.2023 | | <0,5 |
| PA-G4 | 6.6.2023 | | <0,5 |
| PA-G4 | 6.7.2023 | | 0,53 |
| PA-G4 | 13.9.2023 | | <0,5 |
| PA-G5 | 24.3.2022 | 0,8 | <0,5 |
| PA-G5 | 9.5.2022 | | 1,3 |
| PA-G5 | 27.7.2022 | | 0,64 |
| PA-G5 | 20.9.2022 | | <0,5 |
| PA-G5 | 3.11.2022 | | 0,72 |
| PA-G5 | 27.2.2023 | | <0,5 |
| PA-G5 | 6.6.2023 | | 1,4 |
| PA-G5 | 6.7.2023 | | <0,5 |
| PA-G5 | 13.9.2023 | | <0,5 |
| PA-G6 | 24.3.2022 | <0,5 | <0,5 |
| PA-G6 | 9.5.2022 | | |
| PA-G6 | 27.7.2022 | | <0,5 |
| PA-G6 | 20.9.2022 | | <0,5 |
| PA-G6 | 3.11.2022 | | <0,5 |
| PA-G6 | 27.2.2023 | | |
| PA-G6 | 6.6.2023 | | <0,5 |
| PA-G6 | 6.7.2023 | | <0,5 |
| PA-G6 | 13.9.2023 | | <0,5 |
| PA-G8 | 24.3.2022 | 3,5 | <0,5 |
| PA-G8 | 9.5.2022 | | <0,5 |
| PA-G8 | 27.7.2022 | | <0,5 |
| PA-G8 | 20.9.2022 | | <0,5 |
| PA-G8 | 1.11.2022 | | <0,5 |
| PA-G8 | 27.2.2023 | | <0,5 |
| PA-G8 | 6.6.2023 | | <0,5 |
| PA-G8 | 6.7.2023 | | <0,5 |
| PA-G8 | 13.9.2023 | | <0,5 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|
| Projekti: | Rupert Finland Oy/Pahtavaara | Kairakone: | GM 200 | HAVAINNOT | | | |
| Putken numero: | PVP2 | Asentaja: | Teemu Roivas | Pvm. | Syvyys putkenpäästä | Pohjavesipinnan taso | Huom. |
| Asiakkaan viite: | Markus Latvala | Puhelin: | 050 599 4608 | | | | |
| Puhelin: | 040 149 7541 | Asennuspäivä: | 07.03.2022 | 07.03.22 | 0,65 | 0,35 | |
| Koordinaatit: | | X: | | | | | |
| | | Y: | | | | | |
| | | Z: | | | | | |
| Koordinaattijärjestelmä: | | ETRS-TM35FIN/N2000 | | | | | |
| TASOTIEDOT JA RAKENNE | | | | | | | |
| Putken yläpään taso: | | 1,00 | | | | | |
| Siivilän alapään taso: | | -10,00 | | | | | |
| Putkimateriaali: | | PEH | | | | | |
| Putken halkaisija, mm: | | 52/60 | | | | | |
| Siivilän rako, mm: | | 0,30 | | | | | |
| Vandaaliputken materiaali: | | Rauta | | | | | |
| Maanpäällinen putki | | 1,00 | | | | | |
| Jatkoputken pituus: | | 2,00 | | | | | |
| Siivilän pituus: | | 8,00 | | | | | |
| Putken kokonaispituus: | | 11,00 | | | | | |
| | | | | | Wmax = | 0,35 | |
| | | | | | Wmin = | 0,35 | |
| Putki maanpinnasta: | 1,00 | | Maalajit | | Lisäosat | | Kyllä (X) |
| | | | Syvyys [m] | Maalaji | Routapanta | x | |
| | | | 0-3.6 | Sr | Vandaaliputki | x | |
| Jatkoputken pituus: | 2,00 | | 3.6-7.5 | Mr | Lukko | | |
| | | | 7.5 | Ka pinta | Suodatinsukka | x | |
| | | | 7.5-10.5 | Ka | Valurautakaivo | | |
| Siivilän pituus: | 8,00 | | | | | | |
| | | | | Huomautukset | | | |
| | | | | | | | |
| Maalajit ovat aistinvaraisia | | | | | | | |
| Toimivuustesti | | | | | | | |
| 1min | | | | | | | |
| 3min | | | | | | | |
| 5min | | | | | | | |
| 10min | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| Projekti: | Rupert Finland Oy/Pahtavaara | Kairakone: | GM 200 | HAVAINNOT | | | |
| Putken numero: | PVP3 | Asentaja: | Juha Hietanen | Pvm. | Syvyys putken- päästä | Pohjavesi- pinnan taso | Huom. |
| Asiakkaan viite: | Markus Latvala | Puhelin: | 040 642 7813 | | | | |
| Puhelin: | 040 149 7541 | Asennuspäivä: | 11.03.2022 | | | | |
| Koordinaatit: | | X: | | | | | |
| | | Y: | | | | | |
| | | Z: | | | | | |
| Koordinaattijärjestelmä: | | ETRS-TM35FIN/N2000 | | | | | |
| TASOTIEDOT JA RAKENNE | | | | | | | |
| Putken yläpään taso: | | 1,00 | | | | | |
| Siivilän alapään taso: | | -8,70 | | | | | |
| Putkimateriaali: | | PEH | | | | | |
| Putken halkaisija, mm: | | 52/60 | | | | | |
| Siivilän rako, mm: | | 0,30 | | | | | |
| Vandaaliputken materiaali: | | Rauta | | | | | |
| Maanpäällinen putki | | 1,00 | | | | | |
| Jatkoputken pituus: | | 3,70 | | | | | |
| Siivilän pituus: | | 5,00 | | | | | |
| Putken kokonaispituus: | | 9,70 | | | | | |
| | | | | | Wmax = | -0,56 | |
| | | | | | Wmin = | -0,56 | |
| Putki maanpinnasta: | 1,00 | | Maalajit | | Lisäosat | | Kyllä (X) |
| | | | Syvyys [m] | Maalaji | Routapanta | | x |
| | | | 0-0.4 | Tv | Vandaaliputki | | x |
| Jatkoputken pituus: | 3,70 | | 0.4-4.0 | Mr | Lukko | | |
| | | | 4.0-5.6 | Sa | Suodatinsukka | | x |
| | | | 5.6-7.6 | Mr | Valurautakaivo | | |
| | | | 7.6 | Ka pinta | | | |
| | | | 7.6-10.0 | Ka | | | |
| Siivilän pituus: | 5,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Huomautukset | | | | | | | |
| Maalajit ovat aistinvaraisia | | | | | | | |
| Toimivuustesti | | | | | | | |
| 1min | 0,67 | | | | | | |
| 3min | 1,18 | | | | | | |
| 5min | 1,33 | | | | | | |
| 10min | 1,42 | | | | | | |

| Projektii: | | Rupert Finland Oy/Pahtavaara | | Kairakone: | GM 200 | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|--|---------------|---------------|--------------------------|---------------------------|-----------|
| Putken numero: | | PVP4 | | Asentaja: | Juha Hietanen | | | |
| Asiakkaan viite: | | Markus Latvala | | Puhelin: | 040 642 7813 | | | |
| Puhelin: | | 040 149 7541 | | Asennuspäivä: | 08.03.2022 | | | |
| | | | | | HAVAINNOT | | | |
| | | | | | Pvm. | Syvyys putken- päästä | Pohjavesi- pinnan taso | Huom. |
| | | | | | 08.03.22 | 3,80 | -2,80 | |
| | | | | | 10.03.22 | 4,01 | -3,01 | |
| Koordinaatit: | | X: | | | | | | |
| | | Y: | | | | | | |
| | | Z: | | | | | | |
| Koordinaattijärjestelmä: | | ETRS-TM35FIN/N2000 | | | | | | |
| TASOTIEDOT JA RAKENNE | | | | | | | | |
| Putken yläpään taso: | | 1,00 | | | | | | |
| Siivilän alapään taso: | | -9,20 | | | | | | |
| Putkimateriaali: | | PEH | | | | | | |
| Putken halkaisija, mm: | | 52/60 | | | | | | |
| Siivilän rako, mm: | | 0,30 | | | | | | |
| Vandaaliputken materiaali: | | Rauta | | | | | | |
| Maanpäällinen putki | | 1,00 | | | | | | |
| Jatkoputken pituus: | | 4,20 | | | | | | |
| Siivilän pituus: | | 5,00 | | | | | | |
| Putken kokonaispituus: | | 10,20 | | | | | | |
| | | | | | | Wmax = | -2,80 | |
| | | | | | | Wmin = | -3,01 | |
| Putki maanpinnasta: | | 1,00 | | | | Lisäosat | | Kyllä (X) |
| | | | | Maalajit | | Routapanta | | x |
| | | | | Syvyys [m] | | Vandaaliputki | | x |
| | | | | 0-3.0 | | Lukko | | |
| Jatkoputken pituus: | | 4,20 | | 3.0-5.2 | | Suodatinsukka | | x |
| | | | | 5.2-7.4 | | Valurautakaivo | | |
| | | | | 7.4 | | | | |
| | | | | 7.4-9.4 | | | | |
| Siivilän pituus: | | 5,00 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | Huomautukset | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Maalajit ovat aistinvaraisia | | | | | | | | |
| Toimivuustesti | | | | | | | | |
| 1min | 3,44 | | | | | | | |
| 3min | 3,78 | | | | | | | |
| 5min | 3,80 | | | | | | | |
| 10min | 3,85 | | | | | | | |

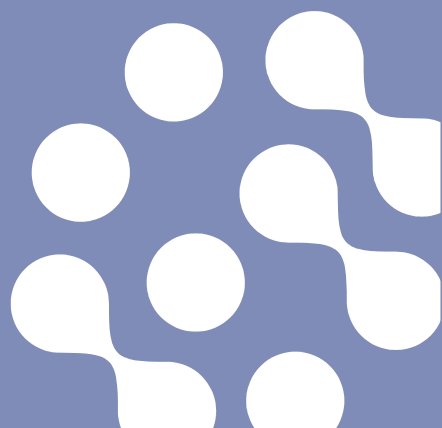
| Projekt: | | Rupert Finland Oy/Pahtavaara | Kairakone: | GM 200 | HAVAINNOT | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|---------------|----------------|-----------|---------------------|----------------------|-------|
| Putken numero: | | PVP5 | Asentaja: | Juha Hietanen | Pvm. | Syvyys putkenpäästä | Pohjavesipinnan taso | Huom. |
| Asiakkaan viite: | | Markus Latvala | Puhelin: | 040 642 7813 | 09.03.22 | 3,50 | -2,50 | |
| Puhelin: | | 040 149 7541 | Asennuspäivä: | 09.03.2022 | 10.03.22 | 2,58 | -1,58 | |
| Koordinaatit: | | X: | | | | | | |
| | | Y: | | | | | | |
| | | Z: | | | | | | |
| Koordinaattijärjestelmä: | | ETRS-TM35FIN/N2000 | | | | | | |
| TASOTIEDOT JA RAKENNE | | | | | | | | |
| Putken yläpään taso: | | 1,00 | | | | | | |
| Siivilän alapään taso: | | -6,00 | | | | | | |
| Putkimateriaali: | | PEH | | | | | | |
| Putken halkaisija, mm: | | 52/60 | | | | | | |
| Siivilän rako, mm: | | 0,30 | | | | | | |
| Vandaaliputken materiaali: | | Rauta | | | | | | |
| Maanpäällinen putki | | 1,00 | | | | | | |
| Jatkoputken pituus: | | 2,00 | | | | | | |
| Siivilän pituus: | | 4,00 | | | | | | |
| Putken kokonaispituus: | | 7,00 | | | | | | |
| | | | | | | Wmax = | -1,58 | |
| | | | | | | Wmin = | -2,50 | |
| Putki maanpinnasta: | 1,00 | Maalajit | | Lisäosat | | Kyllä (X) | | |
| | | Syvyys [m] | Maalaji | Routapanta | | x | | |
| | | 0-3.8 | Tv | Vandaaliputki | | x | | |
| Jatkoputken pituus: | 2,00 | 3.8 | Ka pinta | Lukko | | | | |
| | | 3.8-6.1 | Ka | Suodatinsukka | | x | | |
| | | | | Valurautakaivo | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Siivilän pituus: | 4,00 | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Maalajit ovat aistinvaraisia | | | | | | | | |
| Toimivuustesti | | | | | | | | |
| 1min | 1,14 | | | | | | | |
| 3min | 1,45 | | | | | | | |
| 5min | 1,62 | | | | | | | |
| 10min | 1,87 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|
| Projekti: | Rupert Finland Oy/Pahtavaara | Kairakone: | GM 200 | HAVAINNOT | | | |
| Putken numero: | PVP6 | Asentaja: | Juha Hietanen | Pvm. | Syvyys putkenpäästä | Pohjavesipinnan taso | Huom. |
| Asiakkaan viite: | Markus Latvala | Puhelin: | 040 642 7813 | 09.03.22 | 1,14 | -0,14 | |
| Puhelin: | 040 149 7541 | Asennuspäivä: | 09.03.2022 | 10.03.22 | 1,12 | -0,12 | |
| Koordinaatit: | | X: | | | | | |
| | | Y: | | | | | |
| | | Z: | | | | | |
| Koordinaattijärjestelmä: | | ETRS-TM35FIN/N2000 | | | | | |
| TASOTIEDOT JA RAKENNE | | | | | | | |
| Putken yläpään taso: | | | 1,00 | | | | |
| Siivilän alapään taso: | | | -4,00 | | | | |
| Putkimateriaali: | | | PEH | | | | |
| Putken halkaisija, mm: | | | 52/60 | | | | |
| Siivilän rako, mm: | | | 0,30 | | | | |
| Vandaaliputken materiaali: | | | Rauta | | | | |
| Maanpäällinen putki | | | 1,00 | | | | |
| Jatkoputken pituus: | | | 1,00 | | | | |
| Siivilän pituus: | | | 3,00 | | | | |
| Putken kokonaispituus: | | | 5,00 | | | | |
| | | | | | Wmax = | -0,12 | |
| | | | | | Wmin = | -0,14 | |
| Putki maanpinnasta: | 1,00 | | | Maalajit | Lisäosat | | Kyllä (X) |
| | | | | Syvyys [m] | Routapanta | | x |
| | | | | 0-0.2 | Vandaaliputki | | x |
| Jatkoputken pituus: | 1,00 | | | 0.2-1.9 | Lukko | | |
| | | | | 1.9 | Suodatinsukka | | x |
| | | | | 1.9-4.0 | Valurautakaivo | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Siivilän pituus: | 3,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | Huomautukset | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Maalajit ovat aistinvaraisia | | | | | | | |
| Toimivuustesti | | | | | | | |
| 1min | | | 0,15 | | | | |
| 3min | | | 0,37 | | | | |
| 5min | | | 0,54 | | | | |
| 10min | | | 0,77 | | | | |

Eurofins Ahma Oy

RUPERT FINLAND OY

PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMAN TARKKAILU 2023



RUPERT FINLAND OY,
PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023

Sisällysluettelo

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 2. | LASKEUMATARKKAILUN TOTEUTUS | 1 |
| 2.1 | TARKKAILUPISTEET..... | 1 |
| 2.2 | NÄYTTEENOTTO | 2 |
| 2.3 | MÄÄRITYKSET JA TULOSTEN LASKENTA..... | 2 |
| 2.4 | METEOROLOGISET OLOSUHTEET | 2 |
| 2.4.1 | <i>Lämpötila ja sadanta</i> | 2 |
| 2.4.2 | <i>Tuuli</i> | 3 |
| 3. | TARKKAILUN TULOKSET | 6 |
| 3.1 | KIINTOAINE, KIINTOAIINEEN HEHKUTUSJÄÄNNÖS JA KUIVA-AINE | 6 |
| 3.2 | ALKUAINELASKEUMAT | 8 |
| 4. | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET | 12 |
| | VIITTEET | 12 |

LIITTEET

Liite 1. Laskeumatarkkailun tulokset

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo
Ympäristöasiantuntija

Juha Kotiranta
Projektipäällikkö

Sähköposti: Etunimi.Sukunimi@etn.eurofins.com

www.eurofins.fi

Pohjakartat: MML

1. JOHDANTO

Laskeumalla tarkoitetaan sitä osaa ilmakehän pölystä, joka tietyn mittausjakson aikana laskeutuu painovoiman vaikutuksesta keräimeen, jonka pinta-ala tunnetaan. Keräimeen joutuneita hiukkasia, joiden läpimitta on suurempi kuin 1 mm ei lueta laskeumaan. Laskeuma määritetään kuukausilaskeumana, jonka yksikkö on g/m²/kk tai µg/m²/kk. Laskeumatutkimukset tehdään standardin SFS3865 mukaisesti. Laskeumatarkkailussa seurataan toiminta-alueelle ja sen ympäristöön ilmasta laskeutuvan kiintoaineen kokonaismäärää ja koostumusta. Tällä menetelmällä kerätty kiintoainekokostuu sekä kuiva- että märkälasseumasta.

Pahtavaaran laskeumatarkkailussa keräiminä käytetään muovista valmistettuja astioita, joiden sisähalkaisija on 200 mm. Astiat kiinnitetään telineeseen ja sijoitetaan avoimelle vaakasuoralle pinnalle siten, että keräimen suuaukko on noin 180 cm korkeudella maanpinnasta. Pahtavaaran laskeumatarkkailussa molemmille tarkkailupisteille on asennettu yksi keräin.

Laskeumakeräimeen lisätään 1 litra ultrapuhdasta vettä jokaisen keräysjakson alussa. Veteen lisätään 5 %:n liuosväkevyyden saavuttamiseksi metoksisietanolia tai isopropanolia. Tällä pyritään estämään pakkasvahingot talvisin ja levä- ja bakteerikasvustot kesäisin. Näytteenotto ja keräinten vaihto suoritettiin Eurofins Ahma Oy:n näytteenottajien toimesta ja määritykset tehtiin yleisten parametrin osalta Eurofins Ahma Oy:n ympäristölaboratoriossa Rovaniemellä. Metallimääritykset suoritettiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa.

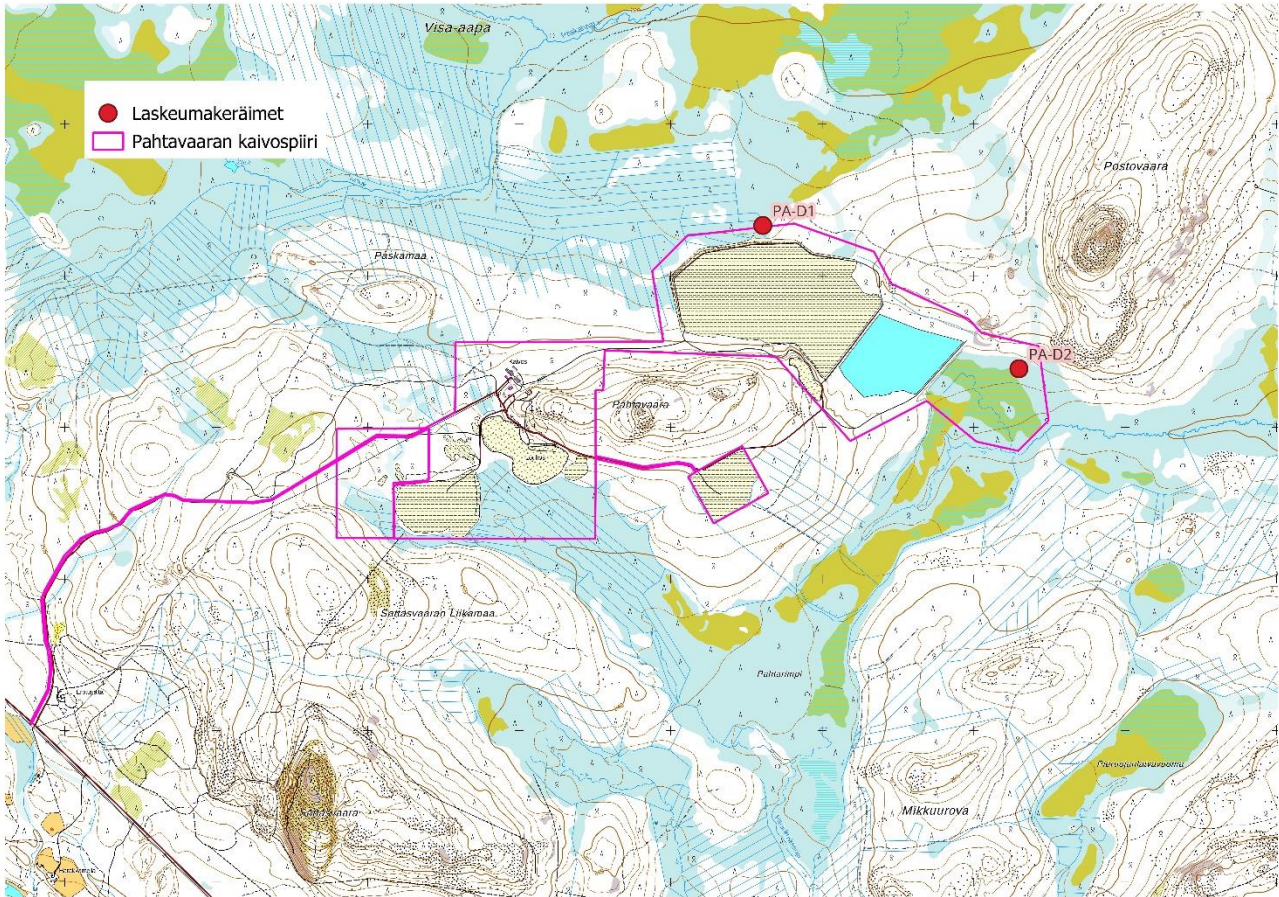
2. LASKEUMATARKKAILUN TOTEUTUS

2.1 Tarkkailupisteet

Pahtavaaran alueen pölylaskeumatarkkailu käynnistyi marraskuun 2022 lopulla, kun alueelle perustettiin kaksi tarkkailupistettä (PA-D1 ja PA-D2). (Taulukko 2-1 ja Kuva 2-1)

Taulukko 2-1. Pahtavaaran laskeumatarkkailun tarkkailupisteet.

| Tunnus | ETRS-TM35FIN N | ETRS_TM35FIN E | Alue |
|--------|----------------|----------------|----------------------------------|
| PA-D1 | 7503332 | 476608 | Padon 1 pohjoispuoli |
| PA-D2 | 7502387 | 478299 | Pintavalutus kentän koillispuoli |



Kuva 2-1. Pahtavaaran pölylaskeuman havaintopisteet.

2.2 Näytteenotto

Näytteenotto ja keräinten vaihto pyritään tekemään standardin SFS3865 mukaisesti 30±2 pv välein. Muutamilla kierroksilla keräinten vaihtovälit olivat joko 27 tai 33 vrk.

2.3 Määritykset ja tulosten laskenta

Saadut laskeumanäytteet laimennetaan tarvittaessa ultrapuhtaalla vedellä riittävään liuostilavuuteen, minkä jälkeen niistä määritetään pH, sähkönjohtavuus, kiintoainepitoisuus (suodattamalla 0,45µm), kiintoaineen hehkutusjännös (0,45µm suodatuksesta), sekä kuiva-ainepitoisuus (haihdutusjännös 105°C. Jokaisesta näytteestä määritetään myös seuraavat alkuaineet: Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Pb, Mn, Mb, Ni, Fe, Zn, Se, Sr, Sn, Ti, U ja V.

Laskeumatulokset esitetään kuukausilaskeumana (g/m²/kk) tai (µg/m²/kk). Laskeumatulokset lasketaan pitoisuuksien (g/l tai mg/l), nestemäärän (ml), keräinten yhteenlasketun pinta-alan (m²) ja keräysjakson pituuden (vrk) perusteella. Mikäli pitoisuus on alle määritysrajan, laskennassa käytetään arvoa puolet määritysrajapitoisuudesta. Tämän jälkeen tulos kerrotaan standardin mukaisen 30 vuorokauden ja toteutuneen tarkkailujakson vuorokausimäärän suhteella (30/keräysaika).

2.4 Meteorologiset olosuhteet

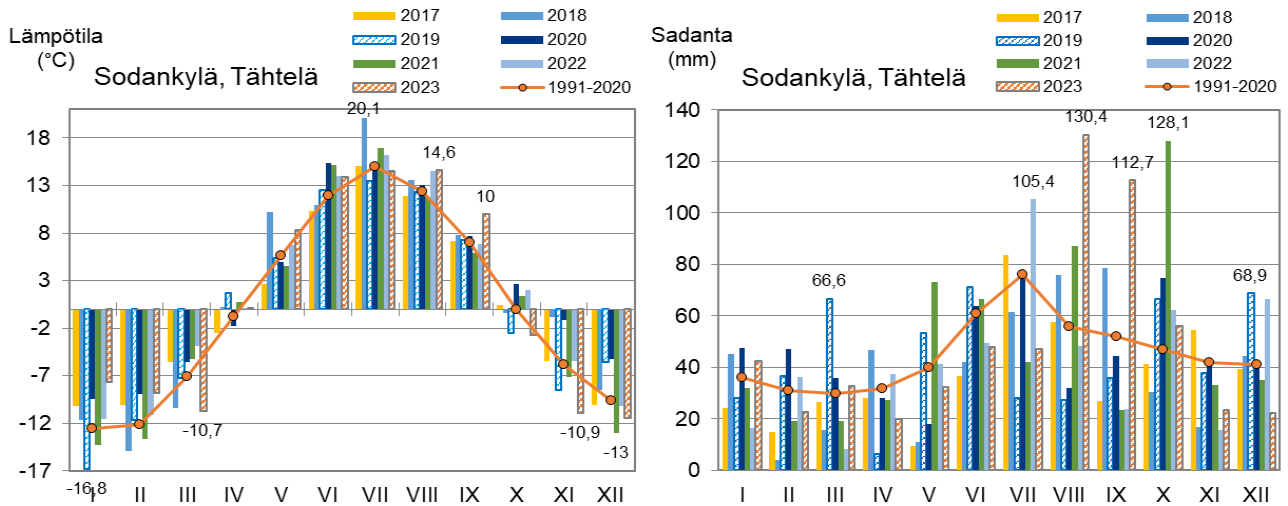
2.4.1 Lämpötila ja sadanta

Kuvassa 2-2 on esitetty keskilämpötilat sekä sadesummat kuukausittain vuosilta 2017-2023 sekä vertailuarvona keskimääräiset arvot vertailujaksolta 1991-2020 Ilmatieteenlaitoksen Sodankylän Tähtelän havaintoasemalta.

RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023

Vertailujakson eli vuosien 1991-2020 vuoden keskilämpötila on ollut 0,3 °C. Vuoden 2023 keskilämpötilaksi saatiin 0,8 °C eli selvästi vertailujaksoa korkeampia tulos. (Kuva 2-2)

Sadannan osalta vertailujakson sadesumma oli 544 mm. Vuoden 2023 sadesumma oli kaikkiaan 590 mm, painottuen elo- ja syyskuuhun, joiden yhteenlaskettu sadesumma (243 mm) vastasi 41%:n osuutta koko vuoden sadesummasta. (Kuva 2-2)



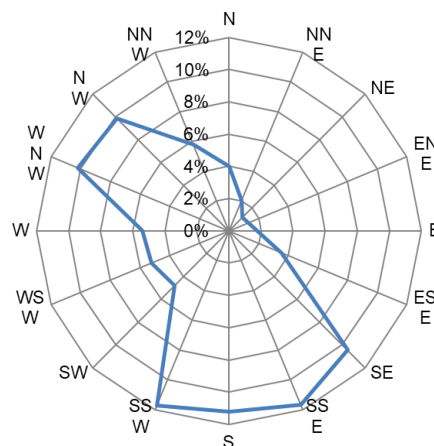
Kuva 2-2. Sodankylän Tähtelän mittausaseman keskimääräiset lämpötilat ja sadesummat vuosina 2017-2023 sekä keskimääräiset arvot vertailujaksolla 1991-2020.

2.4.2 Tuuli

Pahtavaaran aluetta lähin Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoasema sijaitsee Sodankylän Tähtelässä, jossa mitataan jatkuvatoimisesti tuulen suuntaa ja nopeutta. Kuvassa 2-3 on esitetty esimerkin omaisesti vuoden 2023 vallitsevat tuulensuunnat ja kuvassa 2-4 vallitsevat tuulensuunnat kuukausitasolla vuodelta 2023. Paikallisesti vallitsevat tuulensuunnat voivat vaihdella runsaasti mm. topografian mukaan, mutta kuvaajista voi havaita yleiset alueen tuulensuunnat ja verrata niitä mahdollisiin tarkkailutuloksissa näkyviin poikkeamiin. Pahtavaaran laskeumatarkkailujaksot hieman vaihtelivat pisteittäin, mutta keräinten vaihdot ovat ajoittuneet kuun loppuun, joten kuukausitasolle sidotut vallitsevat tuulensuunnat edustavat hyvin keräysjaksojen aikana havaittuja tuulensuuntia.

Koko vuoden 2023 osalta vallitsevat tuulensuunnat olivat Tähtelässä etelä-kaakko ja luode. (Kuva 2-3)

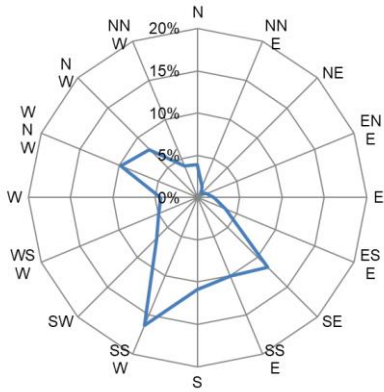
Tähtelän tuuliruusu 2023



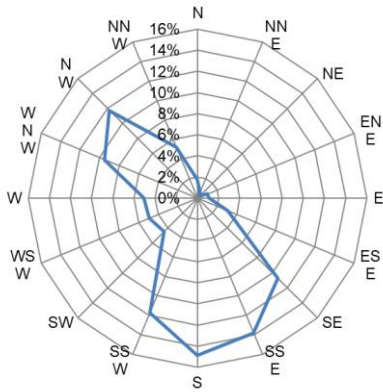
Kuva 2-3. Tuulen suunnat vuodelta 2023 Ilmatieteenlaitoksen Tähtelän säähavaintoaseman mukaan. Kuvaaja kertoo tuulen saapumissuunnan.

RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023

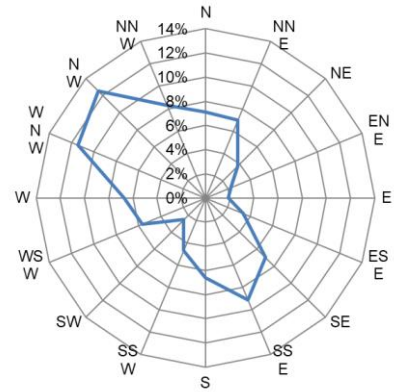
Tähtelän tuuliruusu tammikuu 2023



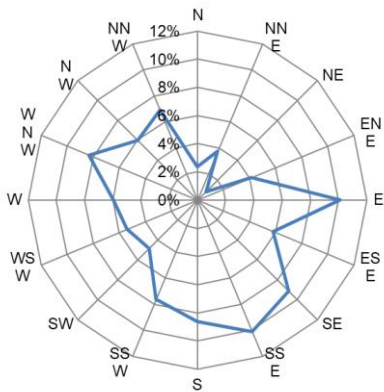
Tähtelän tuuliruusu helmikuu 2023



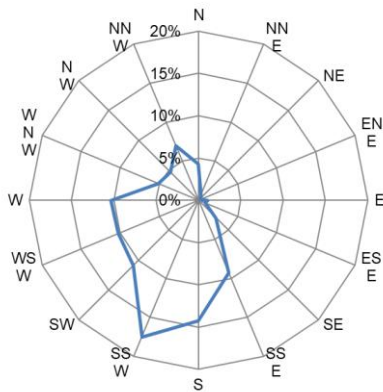
Tähtelän tuuliruusu maaliskuu 2023



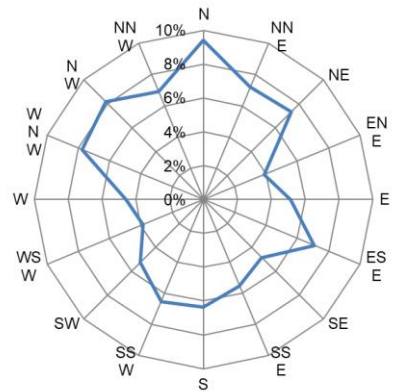
Tähtelän tuuliruusu huhtikuu 2023



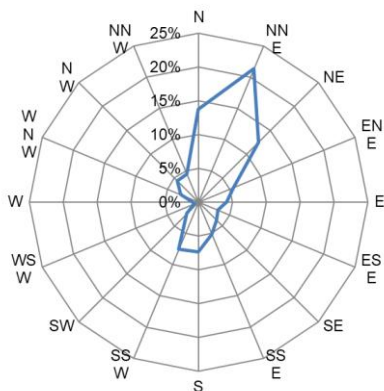
Tähtelän tuuliruusu toukokuu 2023



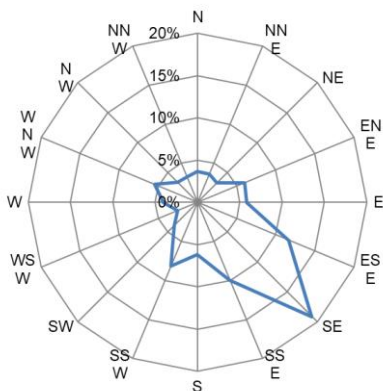
Tähtelän tuuliruusu kesäkuu 2023



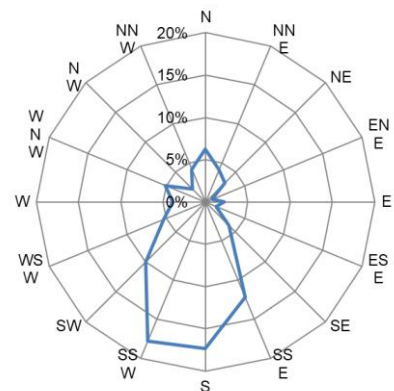
Tähtelän tuuliruusu heinäkuu 2023



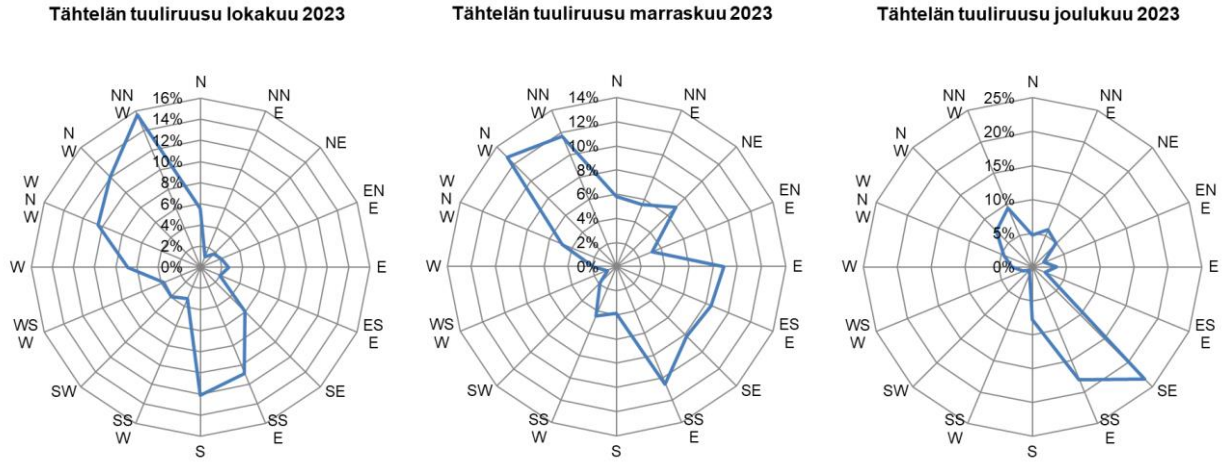
Tähtelän tuuliruusu elokuu 2023



Tähtelän tuuliruusu syyskuu 2023



RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023



Kuva 2-4. Tuulen suunnat kuukausittain vuonna 2023 Tähtelän havaintoaseman mukaan. (FMI 2024)

3. TARKKAILUN TULOKSET

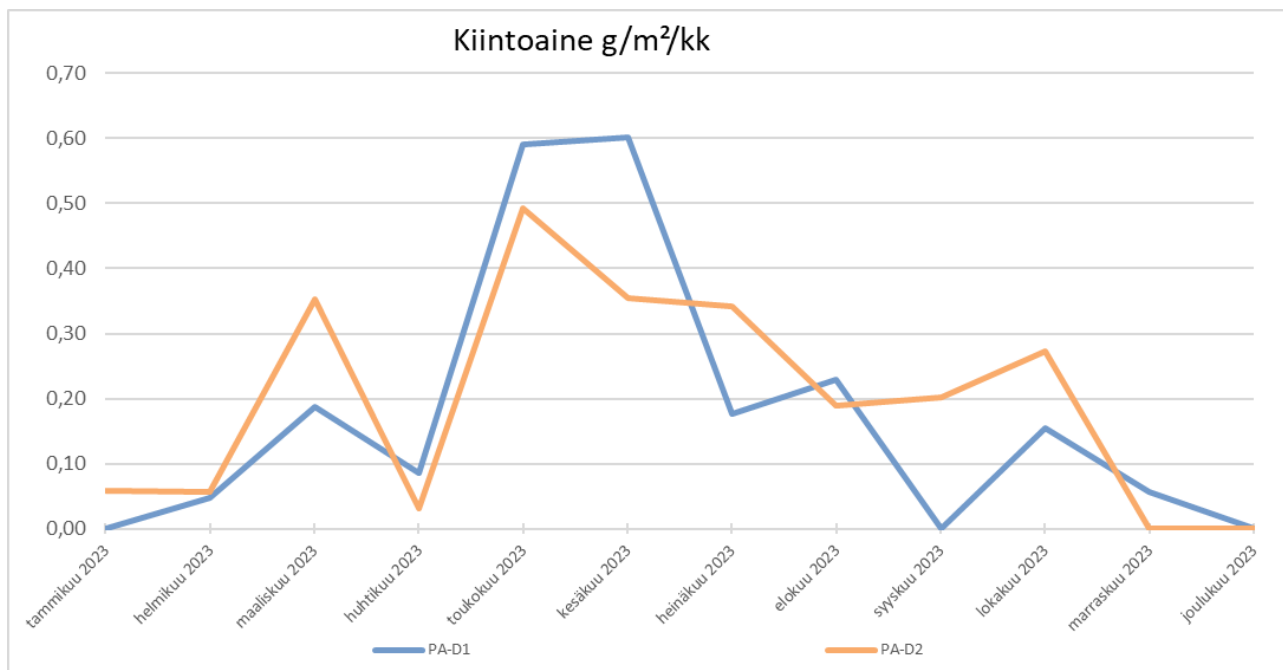
Molemmat tarkkailupisteet sijaitsevat kaivosalueella, jolla ei ole ollut aktiivista toimintaa vuoden 2014 jälkeen. Laskeumanäytteiden tulokset peilaavat alueen luontaista tilaa, jossa kiintoainelaskeumamäärät ovat pieniä ja pääsääntöisesti orgaanista alkuperää (esimerkiksi siitepölyä).

Näytteiden pH-arvot vaihtelivat kierrosten välillä 5,7-7,1 ja sähkönjohtavuudet olivat pääsääntöisesti alle määritysrajan <1,0 mS/m, maksimissaan 3,1 mS/m.

3.1 Kiintoaine, kiintoaineen hehkutusjäännös ja kuiva-aine

Kiintoainelaskeumat vaihtelivat kierroksilla välillä 0,024–0,60 g/m²/kk, pääsääntöisesti kiintoainelaskeumat olivat alle 0,5 g/m²/kk. Suurimmat kiintoainelaskeumat määritettiin molemmilla pisteillä touko- ja kesäkuun kierroksilla. Kiintoaineen hehkutusjäännös oli pisteellä PA-D1 suurimmillaan toukokuussa, jolloin 30 % laskeumasta oli epäorgaanista. Myös pisteen PA-D1 metalli-/alkuainepitoisuudet olivat kuparia ja sinkkiä lukuun ottamatta vuoden korkeimmat toukokuussa. Pisteellä PA-D2 vuoden korkein kiintoaineen hehkutusjäännös oli maaliskuun näytteessä, mutta metalli-/alkuainepitoisuudet olivat booria lukuun ottamatta pienemmät kuin toukokuun näytteessä.

Kiintoainelaskeumalle ei ole nykyisin olemassa raja- tai ohjearvoja. Aikaisemmin viihtyvyyshaittarajana käytettiin 10 g/m²/kk, joka on kuitenkin kumottu jo 1980-luvulla. Tarkkailussa havaitut kiintoainelaskeumamäärät jäivät selvästi alle edellä mainitun raja-arvon. (Kuva 3-1)



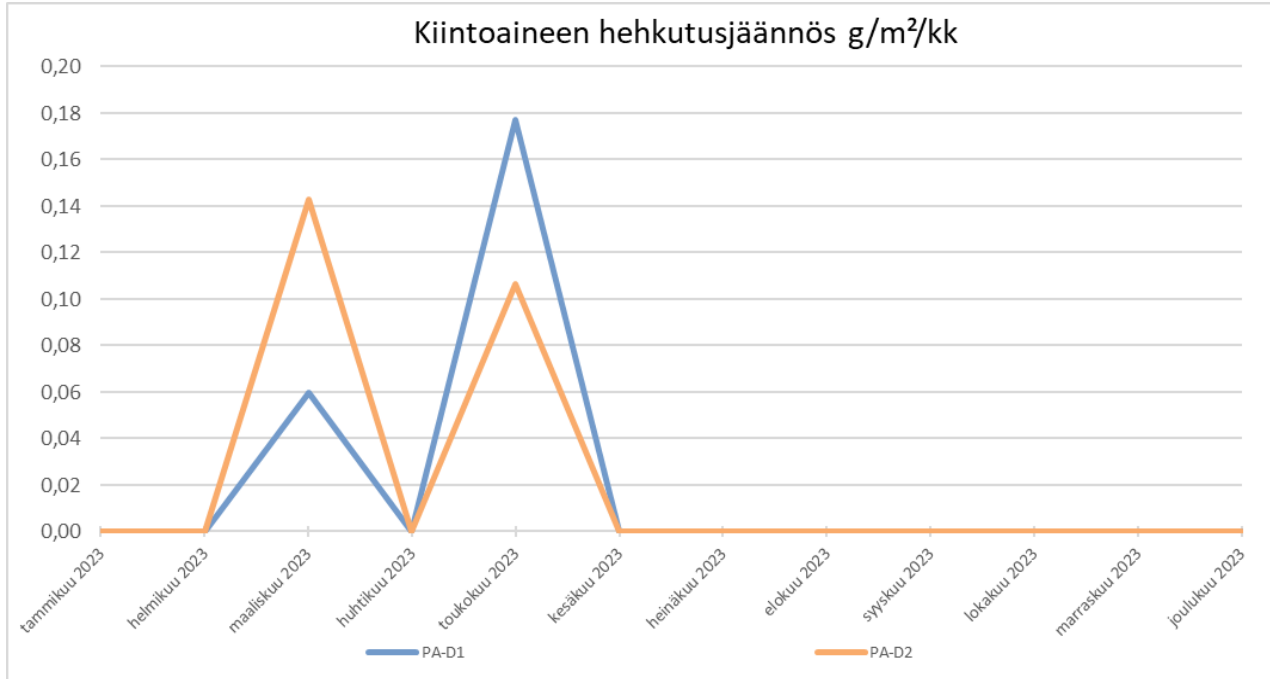
Kuva 3-1. Tarkkailupisteiden kiintoainemäärät vuonna 2023.

Ihmistoiminnasta, varsinkin eri maankäyttöhankkeista peräisin olevia vaikutuksia kuvastaa kiintoainelaskeumaa paremmin laskeumanäytteiden hehkutusjäännös, joka sisältää vain kiintoainelaskeuman kiintoaineen epäorgaanisen aineksen. Pahtavaaran tarkkailunäytteiden kokonaislaskeumien kiintoaineen hehkutusjäännökset olivat maaliskuu- ja toukokuun näytteitä lukuun ottamatta alle menetelmän määritysrajan.

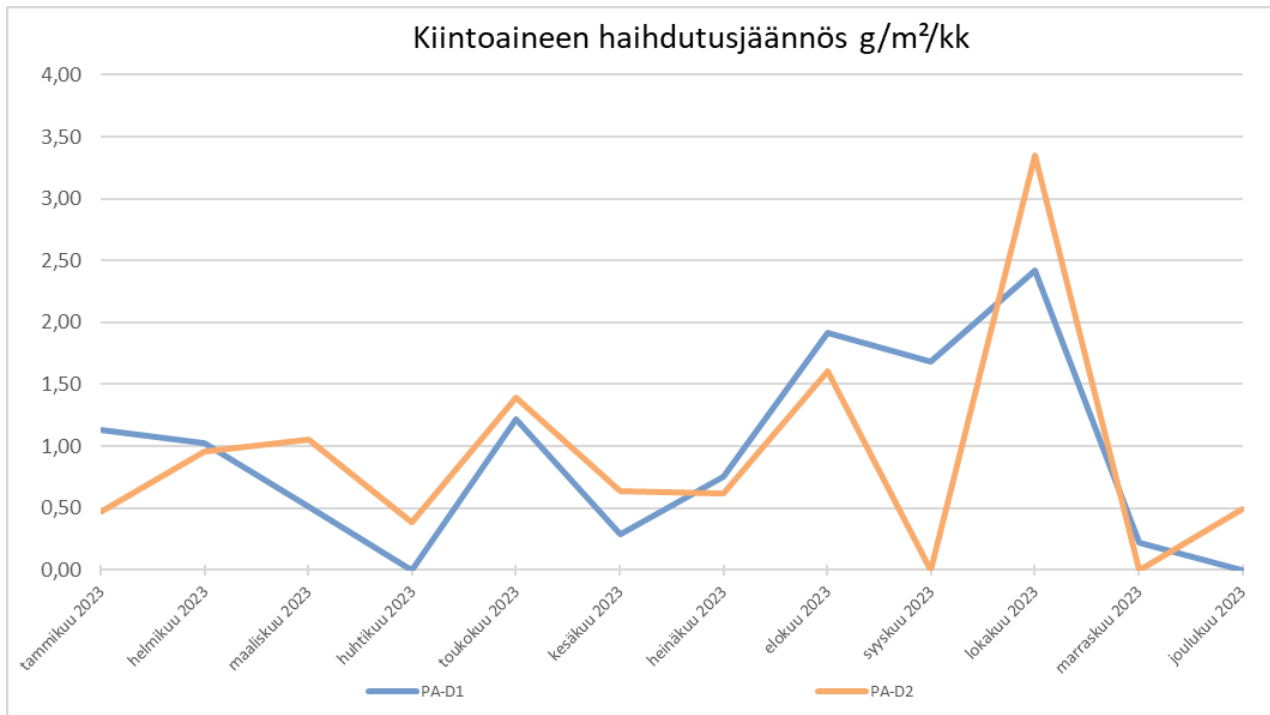
RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023

Suurimmat, mutta edelleen yleisesti pienet, epäorgaaniset laskeumat (0,11–0,18 g/m²/kk) mitattiin tarkkailupisteiltä maaliskuu- ja toukokuun kierroksilla. Pisteellä PA-D2 kiintoaineen epäorgaaninen osuus oli maaliskuun näytteessä yli 40 %.

Suurimmat kuiva-ainepitoisuudet eli haihdutusjäännökset olivat lokakuun näytteissä, jolloin myös kuparin ja PA-D2 osalta myös sinkin pitoisuudet olivat korkeimmillaan. Haihdutusjäännös kuvastaa koko kuiva-ainemassaa, joten siinä on kiintoaineen lisäksi myös vesiliukoinen märkälasseuma. Molempien tarkkailupisteiden lokakuun näytteissä kiintoaineen hehkutusjäännös oli kuitenkin alle määrittämissä. Tarkkailuun olisi syytä ottaa mukaan myös kuiva-aineen hehkutusjäännös, jotta myös muun kuiva-aineen kuin kiintoaineen epäorgaanisen aineksen osuus voitaisiin määrittää. (Kuva 3-2)



Kuva 3-2. Tarkkailupisteiden kiintoaineen hehkutusjäännös vuonna 2023.



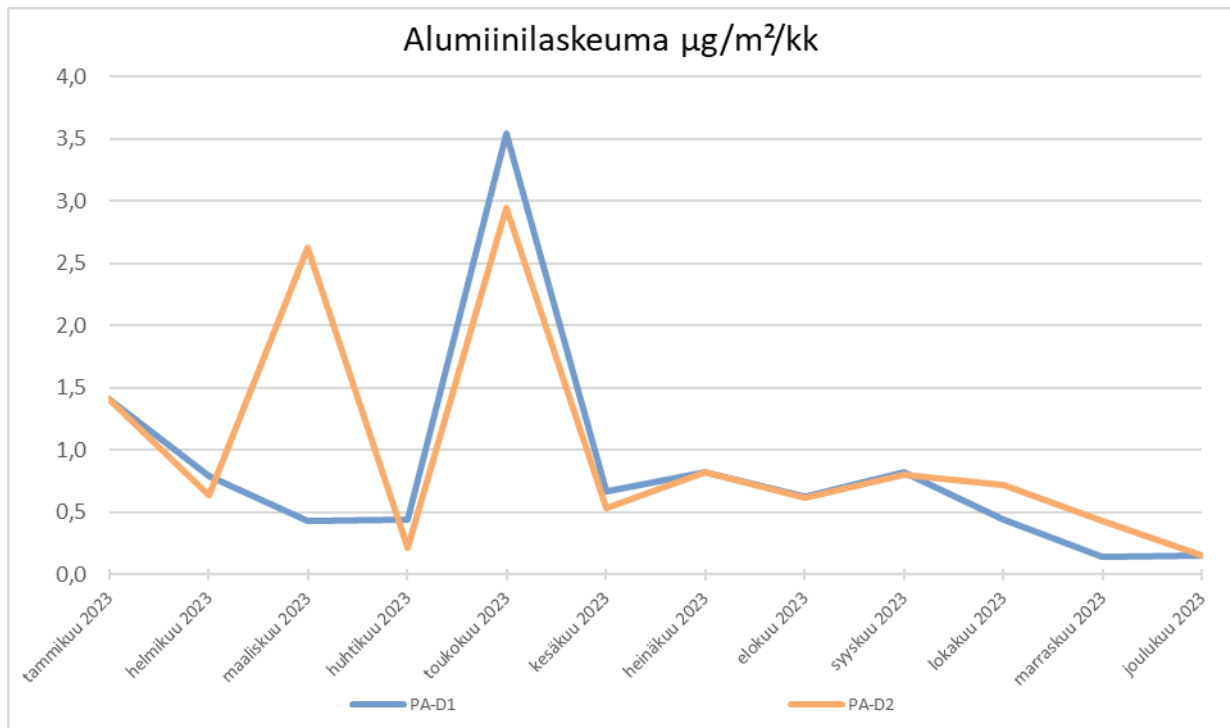
Kuva 3-3. Tarkkailupisteiden haihdutusjäännös vuonna 2023

3.2 Alkuainelaskeumat

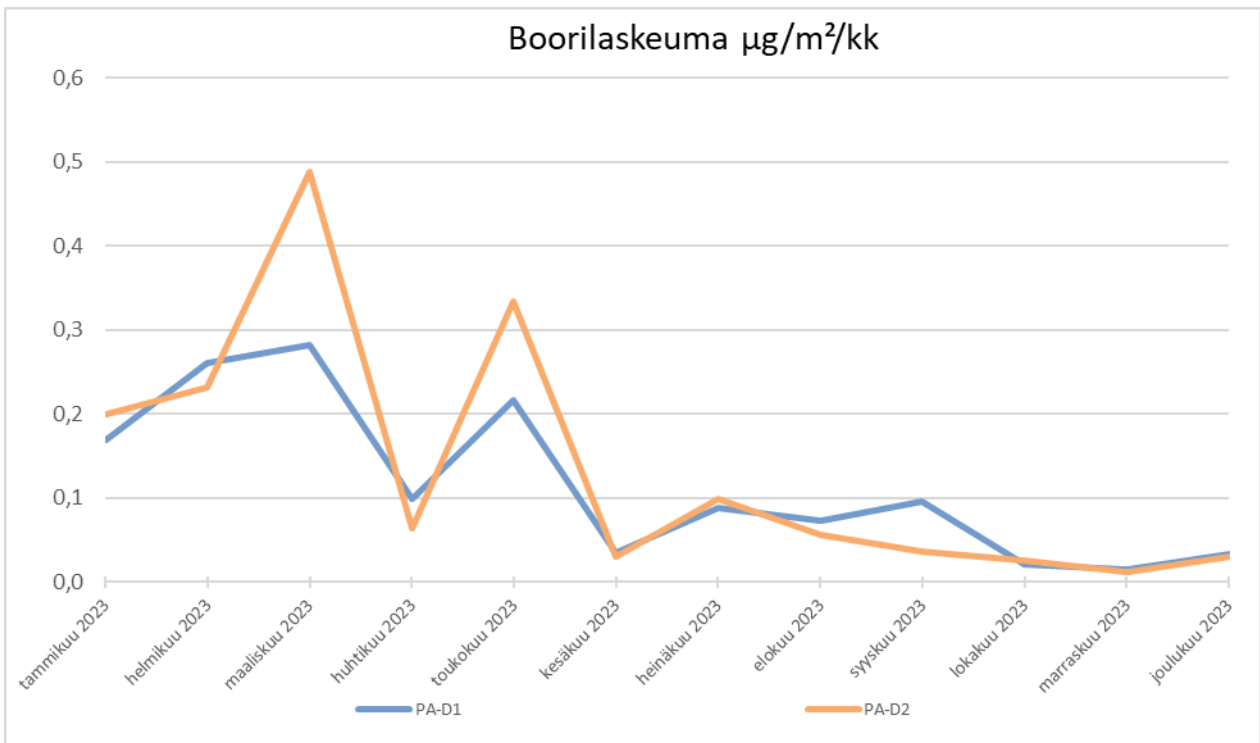
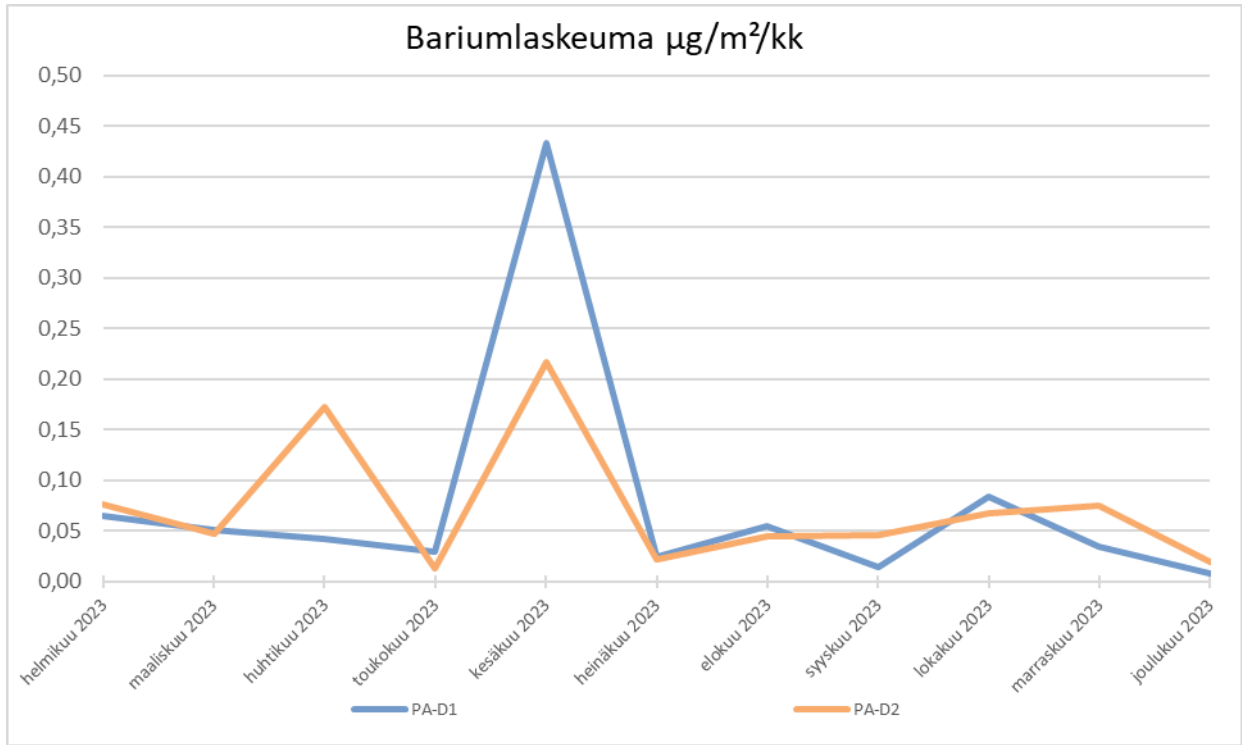
Laskeumanäytteille tehdään varsin kattavat alkuainemääritykset. Laskeumalle ei ole voimassa olevia raja-arvoja tai normeja alkuaineiden osalta, lukuun ottamatta rikkilaskeumalle annettua Valtioneuvoston (Vnp 480/1996) tavoitetasoa. Pahtavaaran tarkkailussa laskeumanäytteistä ei määritetä rikkipitoisuuksia.

Pääsääntöisesti tarkkailussa havaitut alkuainelaskeumat olivat erittäin pieniä, pääsääntöisesti määritystulokset olivat alle kyseisen aineen määritysrajojen. Elohopeaa, berylliumia ja talliumia ei havaittu yhdestäkään näytteestä. Alumiinin, bariumin, boorin, kuparin, mangaanin, raudan ja sinkin pitoisuudet ylittivät suurimmalta osin laboratorion ilmoittamat määritysrajat ja näiden alkuaineiden osalta oli mahdollista tehdä vertailua pisteiden välillä. Kaikki määritetyt pitoisuudet ja niistä lasketut laskeumat on esitetty liitteellä 1.

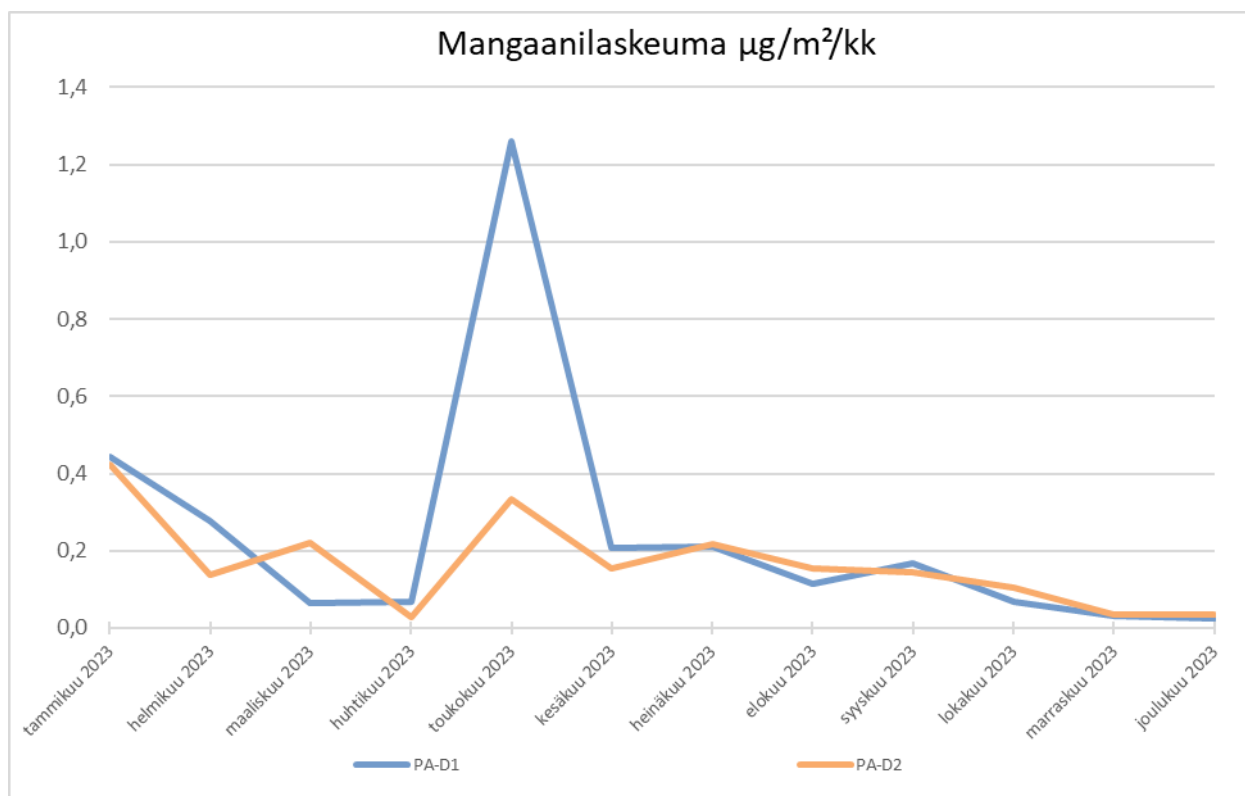
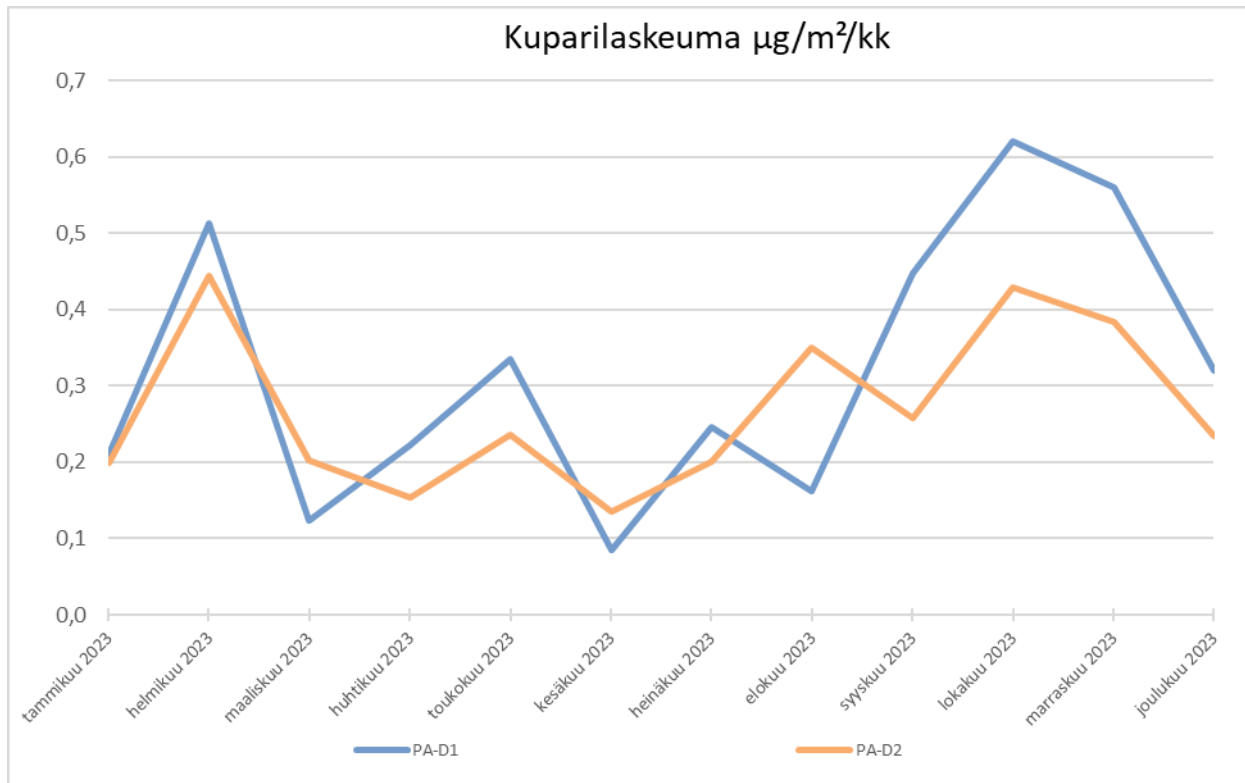
Seuraavissa kuvissa (Kuva 3-4) on esitetty edellä mainittujen alkuaineiden laskeumat, huomaa yksikkö $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{kk}$. Molempien pisteiden suurimmat alumiini-, mangaani- ja rautalaskeumat havaittiin toukokuun kierrokselta, jolloin havaittiin myös pisteen PA-D2 suurin ja PA-D1 toiseksi suurin kiintoainelaskeuma. Boorin osalta molempien pisteiden suurimmat laskeumamäärät mitattiin maaliskuussa ja bariumin osalta kesäkuussa. Molempien pisteiden kuparipitoisuudet olivat hieman koholla helmi- ja lokakuussa, mutta kuparipitoisuudet olivat kautta vuoden pieniä. Pisteellä PA-D1 sinkkipitoisuus oli korkeimmillaan syyskuussa, kun taas pisteellä PA-D2 lokakuussa.



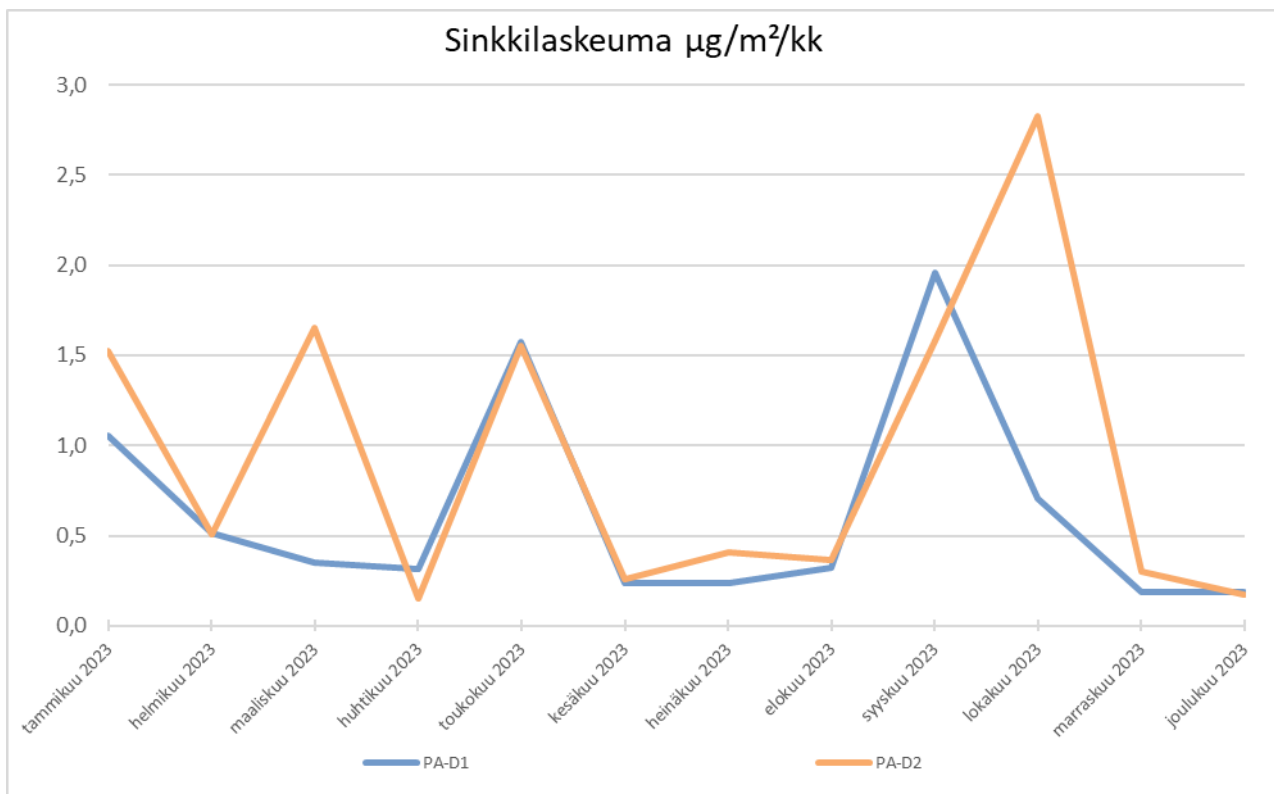
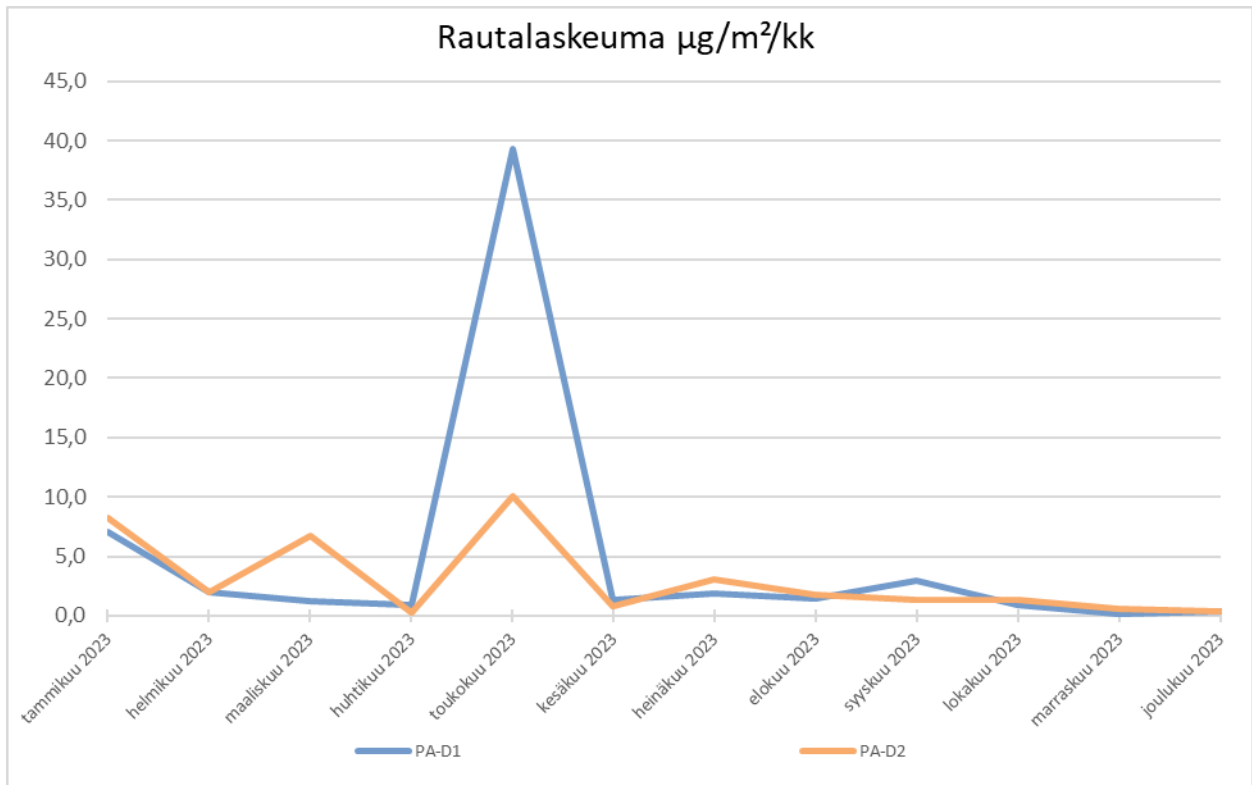
RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023



RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023



RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2023



Kuva 3-4. Tarkkailupisteiden alkuaineiden (Al, Ba, B, Cu, Mn, Fe ja Zn) laskeumat vuonna 2023.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Pahtavaaran alueen pölylaskeuman määrää ja laatua tarkkailtiin kahdelta tarkkailupisteeltä. Tulosten mukaan kokonaiskiintoainelaskeumat ovat alueella pieniä, yksittäisten tarkkailujaksojen laskeumien vaihdellessa välillä 0,001–0,60 g/m²/kk. Havaitut kiintoainelaskeumat alittavat selvästi vanhentuneen viihtyvyyshaittaraja-arvon 10 g/m²/kk.

Pahtavaaran tarkkailunäytteiden kiintoainelaskeumat olivat pääsääntöisesti orgaanista alkuperää. Laskeuman epäorgaaniset (kiintoaineen hehkutusjäännös) osuudet olivat erittäin pieniä, maalisi- ja toukokuun näytteitä lukuun ottamatta <0,05 g/m²/kk. Todennäköisin syy kevään epäorgaaniselle laskeumalle ovat tarkkailupisteiden läheisyydessä oleva paljas maa, joka pölyää kuivan sään ja toisaalta voimakkaiden tuulien vaikutuksesta. Lokakuun keräysjaksolla havaittiin kuiva-ainepiikki (haihdutusjäännös), joka on peräisin voimakkaiden sateiden mukana tulleesta märkälasseumasta. Lokakuussa kiintoainelaskeuma oli vähäistä ja kiintoaineen hehkutusjäännös alle määritysrajan.

Laskeumanäytteistä määritetyt alkuainelaskeumat olivat erittäin pieniä, pääsääntöisesti määritystulokset olivat alle kyseisen aineen määritysrajojen. Tuloksissa ole havaittavissa säännöllisiä kuormituslähteitä.

Tarkkailun tulokset edustavat yleistä alueen kaivostoiminnan jälkeistä tilaa, jossa ei ole havaittavissa säännöllisiä alueellisia kuormituslähteitä. Laskeumanäytteistä määritetään jatkossa alkuaineet käyttäen näytteenkäsittelymenetelmänä märkäpolttoa, joka soveltuu suoramittausta paremmin kiintoainepitoisten vesinäytteiden alkuainemäärityksiin. Analyysipaketille lisätään myös rikki, koska tälle alkuaineelle on olemassa Valtioneuvoston asettama tavoitearvo ja rikkiä vapautuu myös yhdyskuntien toiminnoista.

VIITTEET

Ilmatieteen laitos 2024. Ilmatieteen laitoksen internet-sivut. (fmi.fi)

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Standardi SFS 3865

Vnp 480/1996. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista.

| Piste | Jakso | Keräintien ala m ² | Näyte-tilavuus ml | pH | Sähkön johtavuus mS/m | Kiintoaine | | | Kiintoaine haihdutusjäännös | | | Kiintoaine hehkutusjäännös | | | Alumiini (Al) | | | Antimoni (Sb) | | | Arseeni (As) | | |
|-------|----------------|-------------------------------|-------------------|-----|-----------------------|------------|------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|----------------------------|------------------|----------------------|---------------|-------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| | | | | | | mg/l | g/m ² | g/m ² /kk | mg/l | g/m ² | g/m ² /kk | mg/l | g/m ² | g/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk |
| | | | | | | PA-D1 | tammikuu 2023 | 0,0314 | 2140 | 6,0 | <1 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 16 | 1,09 | 1,13 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 20 | 1,36 | 1,41 |
| PA-D1 | helmikuu 2023 | 0,0314 | 1280 | 5,8 | <1 | 1,2 | 0,05 | 0,05 | 26 | 1,06 | 1,03 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 20 | 0,82 | 0,79 | 0,085 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | maaliskuu 2023 | 0,0314 | 1340 | 6,5 | 1,3 | 4,4 | 0,19 | 0,19 | 12 | 0,51 | 0,51 | 1,4 | 0,06 | 0,06 | 10 | 0,43 | 0,43 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | huhtikuu 2023 | 0,0314 | 140 | 6,5 | 1,2 | 2,7 | 0,09 | 0,09 | 0,5 | 0,02 | <0,05 | 0,5 | 0,02 | <0,05 | 14 | 0,45 | 0,45 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | toukokuu 2023 | 0,0314 | 290 | 7,1 | 2,8 | 30 | 0,67 | 0,59 | 62 | 1,38 | 1,22 | 9 | 0,20 | 0,18 | 180 | 4,01 | 3,54 | 1,4 | 0,03 | 0,03 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | kesäkuu 2023 | 0,0314 | 0 | 6,3 | <1 | 17 | 0,54 | 0,60 | 8 | 0,25 | 0,28 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 19 | 0,61 | 0,67 | 0,061 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | heinäkuu 2023 | 0,0314 | 460 | 6,2 | <1 | 5,2 | 0,17 | 0,18 | 22 | 0,70 | 0,75 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 24 | 0,76 | 0,82 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,087 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | elokuu 2023 | 0,0314 | 3000 | 6,7 | 1,2 | 2,4 | 0,23 | 0,23 | 20 | 1,91 | 1,91 | <0,5 | 0,05 | <0,05 | 6,6 | 0,63 | 0,63 | 0,52 | 0,05 | 0,05 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | syyskuu 2023 | 0,0314 | 4245 | 6,1 | <1 | <0,5 | 0,07 | <0,05 | 12 | 1,62 | 1,68 | <0,5 | 0,07 | <0,05 | 5,9 | 0,80 | 0,83 | 0,25 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | lokakuu 2023 | 0,0314 | 2800 | 6,5 | <1 | 1,8 | 0,16 | 0,16 | 28 | 2,50 | 2,42 | <0,5 | 0,04 | <0,05 | 5,1 | 0,45 | 0,44 | 0,19 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | marraskuu 2023 | 0,0314 | 1875 | 5,9 | <1 | 1 | 0,06 | 0,06 | 4 | 0,24 | 0,22 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 2,5 | 0,15 | 0,14 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | joulukuu 2023 | 0,0314 | 1800 | 6,1 | <1 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 0,5 | 0,03 | 0,00 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 2,5 | 0,14 | 0,15 | 0,063 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | tammikuu 2023 | 0,0314 | 1780 | 6,3 | <1 | 1 | 0,06 | 0,06 | 8 | 0,45 | 0,47 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 24 | 1,36 | 1,41 | 0,054 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | helmikuu 2023 | 0,0314 | 1030 | 6,0 | <1 | 1,8 | 0,06 | 0,06 | 30 | 0,98 | 0,95 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 20 | 0,66 | 0,63 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | maaliskuu 2023 | 0,0314 | 1180 | 6,2 | 1,3 | 9,4 | 0,35 | 0,35 | 28 | 1,05 | 1,05 | 3,8 | 0,14 | 0,14 | 70 | 2,63 | 2,63 | 0,095 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | huhtikuu 2023 | 0,0314 | 85 | 6,5 | 1,2 | 1 | 0,03 | 0,03 | 12 | 0,38 | 0,38 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 6,6 | 0,21 | 0,21 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | toukokuu 2023 | 0,0314 | 200 | 6,9 | 2,6 | 25 | 0,56 | 0,49 | 71 | 1,58 | 1,40 | 5,4 | 0,12 | 0,11 | 150 | 3,34 | 2,95 | 0,53 | 0,01 | 0,01 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | kesäkuu 2023 | 0,0314 | 0 | 6,0 | <1 | 10 | 0,32 | 0,35 | 18 | 0,57 | 0,64 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 15 | 0,48 | 0,53 | 0,1 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | heinäkuu 2023 | 0,0314 | 430 | 7,1 | 3,1 | 10 | 0,32 | 0,34 | 18 | 0,57 | 0,61 | <0,5 | 0,02 | <0,05 | 24 | 0,76 | 0,82 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,084 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | elokuu 2023 | 0,0314 | 2290 | 6,5 | <1 | 2,6 | 0,19 | 0,19 | 22 | 1,60 | 1,60 | <0,5 | 0,04 | <0,05 | 8,5 | 0,62 | 0,62 | 0,27 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | syyskuu 2023 | 0,0314 | 4360 | 6,0 | <1 | 1,4 | 0,19 | 0,20 | 0,5 | 0,07 | <0,05 | <0,5 | 0,07 | <0,05 | 5,6 | 0,78 | 0,80 | 0,13 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | lokakuu 2023 | 0,0314 | 3400 | 6,1 | <1 | 2,6 | 0,28 | 0,27 | 32 | 3,46 | 3,35 | <0,5 | 0,05 | <0,05 | 6,9 | 0,75 | 0,72 | 0,15 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | marraskuu 2023 | 0,0314 | 1625 | 6,0 | <1 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 0,5 | 0,03 | <0,05 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 8,9 | 0,46 | 0,43 | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | joulukuu 2023 | 0,0314 | 1800 | 5,7 | <1 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 8 | 0,46 | 0,49 | <0,5 | 0,03 | <0,05 | 2,5 | 0,14 | 0,15 | 0,22 | 0,01 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 |

| Piste | Jakso | Barium (Ba) | | | Boori (B) | | | Kadmium (Cd) | | | Koboltti (Co) | | | Kromi (Cr) | | | Kupari (Cu) | | | Lyijy (Pb) | | |
|-------|----------------|-------------|-------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------|-------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| | | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk |
| PA-D1 | tammikuu 2023 | 0,92 | 0,06 | 0,06 | 2,4 | 0,16 | 0,17 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,044 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,02 | 0,02 | 3 | 0,20 | 0,21 | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | helmikuu 2023 | 1,3 | 0,05 | 0,05 | 6,6 | 0,27 | 0,26 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,029 | 0,00 | 0,00 | 0,2 | 0,01 | 0,01 | 13 | 0,53 | 0,51 | 0,28 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | maaliskuu 2023 | 0,99 | 0,04 | 0,04 | 6,6 | 0,28 | 0,28 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,028 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,01 | 0,01 | 2,9 | 0,12 | 0,12 | 0,2 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | huhtikuu 2023 | 0,92 | 0,03 | 0,03 | 3,1 | 0,10 | 0,10 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 7 | 0,22 | 0,22 | 0,2 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | toukokuu 2023 | 22 | 0,49 | 0,43 | 11 | 0,25 | 0,22 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | 0,38 | 0,01 | 0,01 | 1,9 | 0,04 | 0,04 | 17 | 0,38 | 0,33 | 1,1 | 0,02 | 0,02 |
| PA-D1 | kesäkuu 2023 | 0,71 | 0,02 | 0,03 | 0,98 | 0,03 | 0,03 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,027 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,01 | 2,4 | 0,08 | 0,08 | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D1 | heinäkuu 2023 | 1,6 | 0,05 | 0,05 | 2,6 | 0,08 | 0,09 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,067 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,01 | 0,01 | 7,2 | 0,23 | 0,25 | 0,38 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | elokuu 2023 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | 0,76 | 0,07 | 0,07 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 1,7 | 0,16 | 0,16 | 0,092 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | syyskuu 2023 | 0,6 | 0,08 | 0,08 | 0,68 | 0,09 | 0,10 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,02 | 0,02 | 3,2 | 0,43 | 0,45 | 0,11 | 0,01 | 0,02 |
| PA-D1 | lokakuu 2023 | 0,4 | 0,04 | 0,03 | 0,25 | 0,02 | 0,02 | 0,012 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,079 | 0,01 | 0,01 | 7,2 | 0,64 | 0,62 | 0,15 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | marraskuu 2023 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | 0,25 | 0,01 | 0,01 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 10 | 0,60 | 0,56 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D1 | joulukuu 2023 | 0,47 | 0,03 | 0,03 | 0,53 | 0,03 | 0,03 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 5,2 | 0,30 | 0,32 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | tammikuu 2023 | 1,3 | 0,07 | 0,08 | 3,4 | 0,19 | 0,20 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,053 | 0,00 | 0,00 | 0,32 | 0,02 | 0,02 | 3,4 | 0,19 | 0,20 | 0,23 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | helmikuu 2023 | 1,5 | 0,05 | 0,05 | 7,3 | 0,24 | 0,23 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,039 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,01 | 0,01 | 14 | 0,46 | 0,44 | 0,29 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | maaliskuu 2023 | 4,6 | 0,17 | 0,17 | 13 | 0,49 | 0,49 | 0,012 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,85 | 0,03 | 0,03 | 5,4 | 0,20 | 0,20 | 0,54 | 0,02 | 0,02 |
| PA-D2 | huhtikuu 2023 | 0,4 | 0,01 | 0,01 | 2 | 0,06 | 0,06 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,074 | 0,00 | 0,00 | 4,8 | 0,15 | 0,15 | 0,095 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | toukokuu 2023 | 11 | 0,25 | 0,22 | 17 | 0,38 | 0,33 | 0,32 | 0,01 | 0,01 | 0,27 | 0,01 | 0,01 | 2,6 | 0,06 | 0,05 | 12 | 0,27 | 0,24 | 1,2 | 0,03 | 0,02 |
| PA-D2 | kesäkuu 2023 | 0,61 | 0,02 | 0,02 | 0,83 | 0,03 | 0,03 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 3,8 | 0,12 | 0,13 | 0,097 | 0,00 | 0,00 |
| PA-D2 | heinäkuu 2023 | 1,3 | 0,04 | 0,04 | 2,9 | 0,09 | 0,10 | 0,021 | 0,00 | 0,00 | 0,088 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,01 | 0,01 | 5,9 | 0,19 | 0,20 | 0,39 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | elokuu 2023 | 0,64 | 0,05 | 0,05 | 0,77 | 0,06 | 0,06 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,021 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 4,8 | 0,35 | 0,35 | 0,23 | 0,02 | 0,02 |
| PA-D2 | syyskuu 2023 | 0,47 | 0,07 | 0,07 | 0,25 | 0,03 | 0,04 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,055 | 0,01 | 0,01 | 1,8 | 0,25 | 0,26 | 0,065 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | lokakuu 2023 | 0,72 | 0,08 | 0,08 | 0,25 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,02 | 0,01 | 4,1 | 0,44 | 0,43 | 0,15 | 0,02 | 0,02 |
| PA-D2 | marraskuu 2023 | 0,39 | 0,02 | 0,02 | 0,25 | 0,01 | 0,01 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,01 | 0,00 | 7,9 | 0,41 | 0,38 | 0,15 | 0,01 | 0,01 |
| PA-D2 | joulukuu 2023 | 0,42 | 0,02 | 0,03 | 0,5 | 0,03 | 0,03 | 0,005 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 3,8 | 0,22 | 0,23 | 0,083 | 0,00 | 0,01 |

| Piste | Jakso | Mangaani (Mn) | | | Molybdeeni (Mb) | | | Nikkeli (Ni) | | | Rauta (Fe) | | | Sinkki (Zn) | | | Strontium (Sr) | | | Tina (Sn) | | | µg/l |
|-------|----------------|---------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------|-------------|-------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-----------------------|--------|
| | | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | |
| PA-D1 | tammikuu 2023 | 6,3 | 0,43 | 0,44 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,53 | 0,04 | 0,04 | 100 | 6,82 | 7,05 | 15 | 1,02 | 1,06 | 0,41 | 0,03 | 0,03 | 0,062 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | helmikuu 2023 | 7 | 0,29 | 0,28 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,44 | 0,02 | 0,02 | 51 | 2,08 | 2,01 | 13 | 0,53 | 0,51 | 0,43 | 0,02 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | 0,01 | 0,0025 |
| PA-D1 | maaliskuu 2023 | 1,5 | 0,06 | 0,06 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,01 | 0,01 | 30 | 1,28 | 1,28 | 8,3 | 0,35 | 0,35 | 0,44 | 0,02 | 0,02 | 0,36 | 0,02 | 0,02 | 0,0025 |
| PA-D1 | huhtikuu 2023 | 2,1 | 0,07 | 0,07 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,01 | 0,01 | 30 | 0,96 | 0,96 | 10 | 0,32 | 0,32 | 0,54 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | toukokuu 2023 | 64 | 1,43 | 1,26 | 0,36 | 0,01 | 0,01 | 1,9 | 0,04 | 0,04 | 2000 | 44,59 | 39,34 | 80 | 1,78 | 1,57 | 8,1 | 0,18 | 0,16 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | 0,055 |
| PA-D1 | kesäkuu 2023 | 5,9 | 0,19 | 0,21 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,01 | 0,01 | 38 | 1,21 | 1,34 | 6,6 | 0,21 | 0,23 | 0,28 | 0,01 | 0,01 | 0,063 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | heinäkuu 2023 | 6,2 | 0,20 | 0,21 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,02 | 0,02 | 56 | 1,78 | 1,91 | 7 | 0,22 | 0,24 | 1 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0058 |
| PA-D1 | elokuu 2023 | 1,2 | 0,11 | 0,11 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,085 | 0,01 | 0,01 | 15 | 1,43 | 1,43 | 3,4 | 0,32 | 0,32 | 0,17 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | syyskuu 2023 | 1,2 | 0,16 | 0,17 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,01 | 0,02 | 21 | 2,84 | 2,94 | 14 | 1,89 | 1,96 | 0,22 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | lokakuu 2023 | 0,79 | 0,07 | 0,07 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,098 | 0,01 | 0,01 | 10 | 0,89 | 0,86 | 8,2 | 0,73 | 0,71 | 0,21 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | marraskuu 2023 | 0,56 | 0,03 | 0,03 | 0,1 | 0,01 | 0,01 | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 3,6 | 0,21 | 0,20 | 3,3 | 0,20 | 0,18 | 0,26 | 0,02 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D1 | joulukuu 2023 | 0,42 | 0,02 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,02 | 0,02 | 5,7 | 0,33 | 0,35 | 3,1 | 0,18 | 0,19 | 0,16 | 0,01 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D2 | tammikuu 2023 | 7,2 | 0,41 | 0,42 | 0,056 | 0,00 | 0,00 | 0,5 | 0,03 | 0,03 | 140 | 7,94 | 8,21 | 26 | 1,47 | 1,52 | 0,49 | 0,03 | 0,03 | 0,068 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D2 | helmikuu 2023 | 4,3 | 0,14 | 0,14 | 0,075 | 0,00 | 0,00 | 0,37 | 0,01 | 0,01 | 62 | 2,03 | 1,97 | 16 | 0,52 | 0,51 | 0,53 | 0,02 | 0,02 | 0,19 | 0,01 | 0,01 | 0,0025 |
| PA-D2 | maaliskuu 2023 | 5,9 | 0,22 | 0,22 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | 1 | 0,04 | 0,04 | 180 | 6,76 | 6,76 | 44 | 1,65 | 1,65 | 1,2 | 0,05 | 0,05 | 0,19 | 0,01 | 0,01 | 0,0067 |
| PA-D2 | huhtikuu 2023 | 0,88 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 9,5 | 0,30 | 0,30 | 4,8 | 0,15 | 0,15 | 0,34 | 0,01 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D2 | toukokuu 2023 | 17 | 0,38 | 0,33 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | 1,5 | 0,03 | 0,03 | 510 | 11,37 | 10,03 | 79 | 1,76 | 1,55 | 3,2 | 0,07 | 0,06 | 0,27 | 0,01 | 0,01 | 0,015 |
| PA-D2 | kesäkuu 2023 | 4,4 | 0,14 | 0,16 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,2 | 0,01 | 0,01 | 24 | 0,76 | 0,85 | 7,3 | 0,23 | 0,26 | 0,34 | 0,01 | 0,01 | 0,052 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D2 | heinäkuu 2023 | 6,4 | 0,20 | 0,22 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 1 | 0,03 | 0,03 | 90 | 2,87 | 3,07 | 12 | 0,38 | 0,41 | 0,88 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0057 |
| PA-D2 | elokuu 2023 | 2,1 | 0,15 | 0,15 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,01 | 0,01 | 24 | 1,75 | 1,75 | 5 | 0,36 | 0,36 | 0,28 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D2 | syyskuu 2023 | 1 | 0,14 | 0,14 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,02 | 0,02 | 9,4 | 1,31 | 1,35 | 11 | 1,53 | 1,58 | 0,18 | 0,02 | 0,03 | 0,054 | 0,01 | 0,01 | 0,0025 |
| PA-D2 | lokakuu 2023 | 1 | 0,11 | 0,10 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,01 | 0,01 | 13 | 1,41 | 1,36 | 27 | 2,92 | 2,83 | 0,2 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0056 |
| PA-D2 | marraskuu 2023 | 0,72 | 0,04 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,01 | 0,01 | 11 | 0,57 | 0,53 | 6,2 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,02 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |
| PA-D2 | joulukuu 2023 | 0,56 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 5,7 | 0,33 | 0,35 | 2,8 | 0,16 | 0,17 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | 0,0025 |

| Piste | Jakso | Uraani (U) | | Vanadiini (V) | | | Elohopea (Hg) | Beryllium (Be) | Seleen (Se) | Tallium (Tl) |
|-------|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-----------------------|---------------|----------------|-------------|--------------|
| | | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/m ² | µg/m ² /kk | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| PA-D1 | tammikuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | helmikuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | maaliskuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | huhtikuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | toukokuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,99 | 0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | kesäkuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,074 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | heinäkuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | elokuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | syyskuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | lokakuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | marraskuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,056 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D1 | joulukuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,064 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | tammikuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | helmikuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | maaliskuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,34 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | huhtikuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | toukokuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,89 | 0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,05 | 0,22 | <0,01 |
| PA-D2 | kesäkuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,077 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | heinäkuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | elokuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | syyskuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,025 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | lokakuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | marraskuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,01 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |
| PA-D2 | joulukuu 2023 | 0,00 | 0,00 | 0,064 | 0,00 | 0,00 | <0,02 | <0,05 | <0,2 | <0,01 |

RUPERT FINLAND OY

PAHTAVAARAN SEDIMENTTITARKKAILU VUONNA 2023

RUPERT FINLAND OY, PAHTAVAARAN SEDIMENTTITARKKAILU VUONNA 2023

Sisällysluettelo

| | | |
|-----------|--|----------|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 2. | NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET | 2 |
| 2.1 | NÄYTEPISTEET | 2 |
| 2.2 | NÄYTTEENOTTO | 3 |
| 2.3 | ANALYYSIT..... | 3 |
| 3. | TULOKSET | 4 |
| 4. | JOHTOPÄÄTÖKSET | 6 |
| | VIITTEET | 7 |

LIITTEET

I TARKKAILUPISTEKARTTA 2023

II TUTKIMUSTODISTUKSET 2023

5.7.2024

Eurofins Ahma Oy

Juha Kotiranta
Ympäristöasiantuntija

www.eurofins.fi

Pohjakartat MML.

1. JOHDANTO

Pahtavaaran alueen tarkkailuun lisättiin puro- ja jokisedimenttien laadun tarkkailu vuonna 2023. Tyypillisesti sedimentin tilan tai sedimentistä havaittavien pitoisuuksien seuranta perustuu pitkän aikavälin pitoisuuskehityksen seurantaan järvi- ja jokialueiden akkumulaatio- eli kertymispohjalta. Akkumulaatiopohjalle muodostuu häiriintymätön kerros, jossa kertymishistoriaa voidaan lukea kronologisesti sedimentin syvyyden funktiona ja tarkat ikämääritykset voidaan tarvittaessa tehdä isotooppimäärityksillä, esimerkiksi ¹³⁷Cs-isotoopin avulla. Ajoitusmenetelmä perustuu Tšernobylin ¹³⁷Cs-laskeumaan, joka ajoittuu vuonna 1986 tapahtuneeseen ydinvoimalaonnettomuuteen. Sedimentissä on yleensä havaittavissa tietyllä syvyydellä selvä aktiivisuuden maksimi, mikä osoittaa Tšernobyl-laskeuman ajankohdan. Sodankylän alueella tehtyjen sedimenttitutkimusten mukaan alueen järvi- ja jokialueiden sedimentin sedimentaationopeus on ollut noin 0,6–1,3 mm/a (SULKA-hanke Pietilä ym. 2014 ja Eurofins 2022A). Sedimenttikerrokset ovat yleisesti jokiolosuhteissa erittäin ohuita ja kerrostuminen epäsäännöllistä.

Sedimentin koostumukseen ja laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat luonnollisen sedimentaation lisäksi ihmisen toiminnasta aiheutuvat vaikutukset sedimentin laatuun. Siten esimerkiksi kaivostoiminnasta, ojituksesta, puunhakkuu- ja maanmuokkaustöistä johtuvat muutokset olisivat mahdollisesti näkyvillä sedimentin pintakerroksessa. Edellisessä kappaleessa mainittujen sedimentaationopeuksien pohjalta häiriintymättömän sedimenttipatjan näytteistyksestä 5 cm:n syvyydelle asti, saadaan näytteisiin mukaan noin 50 vuoden aikana kertynyt aines. Painotus näytteenotossa tulee kuitenkin olla pintakerroksessa 0–2 cm.

Näytteenotto tulisi suorittaa ensisijaisesti viipaloivan limnoksen avulla, jolla näyte voidaan viipaloida 1 cm:n osanäytteisiin syvyyden mukaan. Limnoksen avulla yleensä myös sedimentin pinta on paremmin havaittavissa. Sedimenttipatjan pinnalla on yleisesti löyhää orgaanispitoista ainesta mikä aiheuttaa epätarkkuutta syvyyskerroksiin.

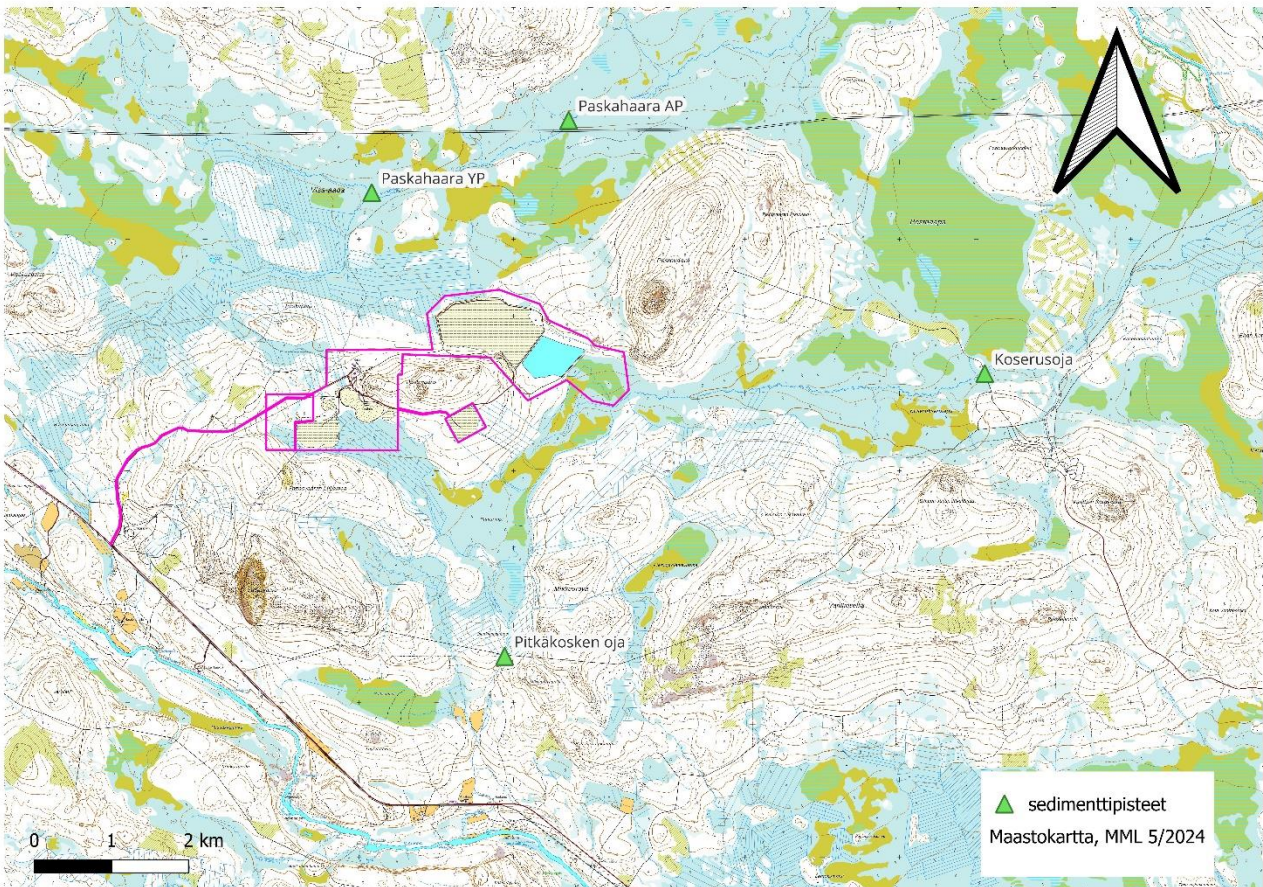
2. NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET

2.1 Näytepisteet

Sedimenttitarkkailun tarkoituksena on selvittää sedimenttien koostumus ja alkuaineiden bioosaatavuus Pahtavaaran kaivoksen vaikutusalueella neljällä tarkkailupisteellä: Paskahaara AP, Koserusoja ja Pitkäkoskenoja, sekä vaikutusalueen yläpuolella tarkkailupisteellä Paskahaara YP. Tarkkailupiste Paskahaara AP sijaitsee rikastushiekka-altaan pohjoispuolella, ja sillä kartoitetaan rikastushiekka-altaan suotovesien mahdollista vaikutusta sedimentin laatuun vertaamalla ylemmän tarkkailupisteen Paskahaara YP tuloksiin. Koserusojan sedimenttinäytteellä kartoitetaan pintavalutuskentältä ja sivukivialueelta 2 tulevien vesien vaikutusta. Pitkäkoskenojan sedimenteillä kartoitetaan sivukivialueen 1 vesien vaikutuksia (Taulukko 2-1, Kuva 2-1).

Taulukko 2-1. Vuoden 2023 tarkkailupisteet.

| Tunnus | y | x |
|-----------------|---------|--------|
| Paskahaara YP | 7504601 | 475162 |
| Paskahaara AP | 7505538 | 477714 |
| Koserusoja | 7502259 | 483107 |
| Pitkäkosken oja | 7498597 | 476885 |



Kuva 2-2. Vuoden 2023 tarkkailupisteet.

2.2 Näytteenotto

Näytteet haettiin 26.10. ja ne otettiin ensisijaisesti Ekman-tyyppisellä näytteenottimella (kts. kansikuva) usealla rinnakkaisella näytteenotolla, tarvittavan näytemäärän (>2,0 kg) varmistamiseksi. Toissijaisesti näytteenottoa kokeiltiin viipaloivalla limnoksella sedimenttipatjan kerrosjärjestyksen selvittämiseksi. Kenttähavaintojen mukaan näytteenottopisteillä ei ollut tarpeeksi sedimenttiainesta tätä menetelmää varten.

2.3 Analyysit

Sedimenttinäytteistä analysoitiin metallien (As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, P, Pb, Zn, Fe, Mn, Sb, U, V ja Li) kokonaispitoisuudet, metallien (As, Hg, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Sb ja Li) osalta myös biosaatavat pitoisuudet AVS-SEM-menetelmällä. Yleisistä määrityksistä näytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuus, hehkutushäviö, orgaaninen kokonaishiili (TOC) sekä kokonaistyyppi. Alkuperäisessä suunnitelmassa oli määrittää myös näytteiden raekoostumus sekä savipitoisuus, mutta nämä määritykset eivät onnistuneet näytteiden suuren orgaanisen (keskimäärin 48 %) materiaalin vuoksi. Määritykset tehtiin Eurofins Ahma Oy:n laboratoriossa Oulussa.

Näytteistä oli tarkoitus tehdä sulfideihin sitoutuneiden metallien biosaatavuuksien arviointi AVS-SEM menetelmän avulla. Näytteistä jäi kuitenkin määrittämättä inhimillisen virheen vuoksi sulfidien osuus, joten menetelmän mukaista arviointia metallien biosaatavuudesta suhdeluvun perusteella ei voitu suoraan toteuttaa. AVS-SEM erikoisuutolla saatuja pitoisuuksia voidaan kuitenkin käyttää arviona suurimmista mahdollisista näytteen biosaatavista pitoisuuksista, mutta metallien sitoutuneisuusasteista eri jakeihin ei voida arvioida.

3. TULOKSET

Vuoden 2023 näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 3-1, jossa vuoden 2023 tuloksia on verrattu Suomen purosedimenttien taustapitoisuuksiin (Suomen geokemian atlas, osa 3., Lahermo ym. 1996), sekä Sulka-hankkeessa (Rikkiyhdisteiden vaikutusten arviointi – Sulka-hankkeen loppuraportti., Pietilä et. al. 2014) Kevitsan sulfidimetallikaivoksen ympäristössä havaittuihin purosedimenttien pitoisuuksiin. Tausta-aineistojen ylittävät pitoisuudet on lihavoitu. Taulukon alaosassa on AVS-SEM -menetelmällä uutetut pitoisuudet, jotka kertovat alkuaineiden biosaatuavuudesta sedimentissä. Lahermo ym. tutkimuksessa ilmoitettu alkuaineiden vaihteluväli perustuu 90 %:iin aineiston sedimenttinäytteistä, ja ne on määritetty kuivatusta näytteestä käyttäen EPA-3051-menetelmän mukaista typpihappohajotusta. Pahtavaaran sedimenttitarkkailun kokonaispitoisuudet on määritetty käyttäen kuningasvesi-märkäpolttoa näytteenkäsittelymenetelmänä.

Taulukko 3-1. Sedimenttinäytteiden tulokset 2023.

| | Paskahaara YP | Paskahaara AP | Koserusaja | Pitkäkoskenoja | Vaihteluväli (Lahermo ym. 1996) | SULKAhanke vaihteluväli |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Kuiva-ainepitoisuus (%) | 21,2 | 10,8 | 45,4 | 20 | | |
| Hehkutushäviö (550 °C) (% ka) | 71,1 | 42,7 | 6,2 | 33,6 | | |
| TOC (% ka) | 24 | 12 | 2,7 | 17 | | |
| Tilavuuspaino (kg/m ³) | 1100 | 1000 | 1400 | 1100 | | |
| N, kok. (g/kg ka) | 7,3 | 9,3 | 2,1 | 10 | | |
| Sb (mg/kg ka) | 0,054 | 0,069 | 0,16 | 0,21 | 0,009–0,13 mg/kg | |
| As (mg/kg ka) | 25 | 24 | 8 | 41 | 0,8–15 mg/kg | 5–14 mg/kg |
| Hg (mg/kg ka) | 0,034 | 0,033 | 0,023 | 0,057 | 0,02–0,11 mg/kg | |
| P (mg/kg ka) | 860 | 1200 | 240 | 980 | 500–1800 mg/kg | 613–3830 mg/kg |
| Cd (mg/kg ka) | 0,26 | 0,16 | 0,065 | 0,36 | 0,08–1,0 mg/kg | 0,41–0,86 mg/kg |
| Co (mg/kg ka) | 23 | 21 | 16 | 23 | 5–30 mg/kg | 8,6–70 mg/kg |
| Cr (mg/kg ka) | 26 | 33 | 260 | 240 | 13–70 mg/kg | 38–138 mg/kg |
| Cu (mg/kg ka) | 4,1 | 4,5 | 7,1 | 15 | 5–35 mg/kg | 6,6–41,6 mg/kg |
| Li (mg/kg ka) | 2,2 | 2,3 | 2,8 | 2,5 | 2,4–32 mg/kg | |
| Pb (mg/kg ka) | 4 | 3,2 | 1,8 | 5,3 | 3,4–22 mg/kg | 8,2–39,9 mg/kg |
| Mn (mg/kg ka) | 3300 | 1900 | 440 | 2000 | 200–6000 mg/kg | 165–4130 mg/kg |
| Ni (mg/kg ka) | 9,4 | 15 | 82 | 120 | 6–40 mg/kg | 28,4–127 mg/kg |
| Fe (mg/kg ka) | 68000 | 80000 | 29000 | 79000 | 10000–75000 mg/kg | 18200–242000 mg/kg |
| Zn (mg/kg ka) | 76 | 58 | 35 | 88 | 20–140 mg/kg | 72–169 mg/kg |
| U (mg/kg ka) | 3,3 | 1,3 | 0,38 | 0,34 | 0,6–12 mg/kg | 0,17–2,75 mg/kg |
| V (mg/kg ka) | 39 | 32 | 38 | 62 | 20–80 mg/kg | 14,9–44,9 mg/kg |
| Extraction method | AVS-SEM | AVS-SEM | AVS-SEM | AVS-SEM | | |
| Sb (mg/kg ka) | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | | |
| As (mg/kg ka) | 2,1 | 3,1 | 0,78 | 4,3 | | |
| Hg (mg/kg ka) | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | | |
| Cd (mg/kg ka) | 0,048 | 0,034 | 0,037 | 0,096 | | |
| Co (mg/kg ka) | 3,5 | 4 | 4,7 | 4,3 | | |
| Cu (mg/kg ka) | 0,55 | 0,42 | 1,5 | 2 | | |
| Li (mg/kg ka) | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | |
| Pb (mg/kg ka) | 0,75 | 0,54 | 0,54 | 1,3 | | |
| Ni (mg/kg ka) | 0,94 | 1,5 | 13 | 14 | | |
| Zn (mg/kg ka) | 9 | 7,8 | 5,8 | 17 | | |

PAHTAVAARAN ALUEEN SEDIMENTTITARKKAILU VUONNA 2023

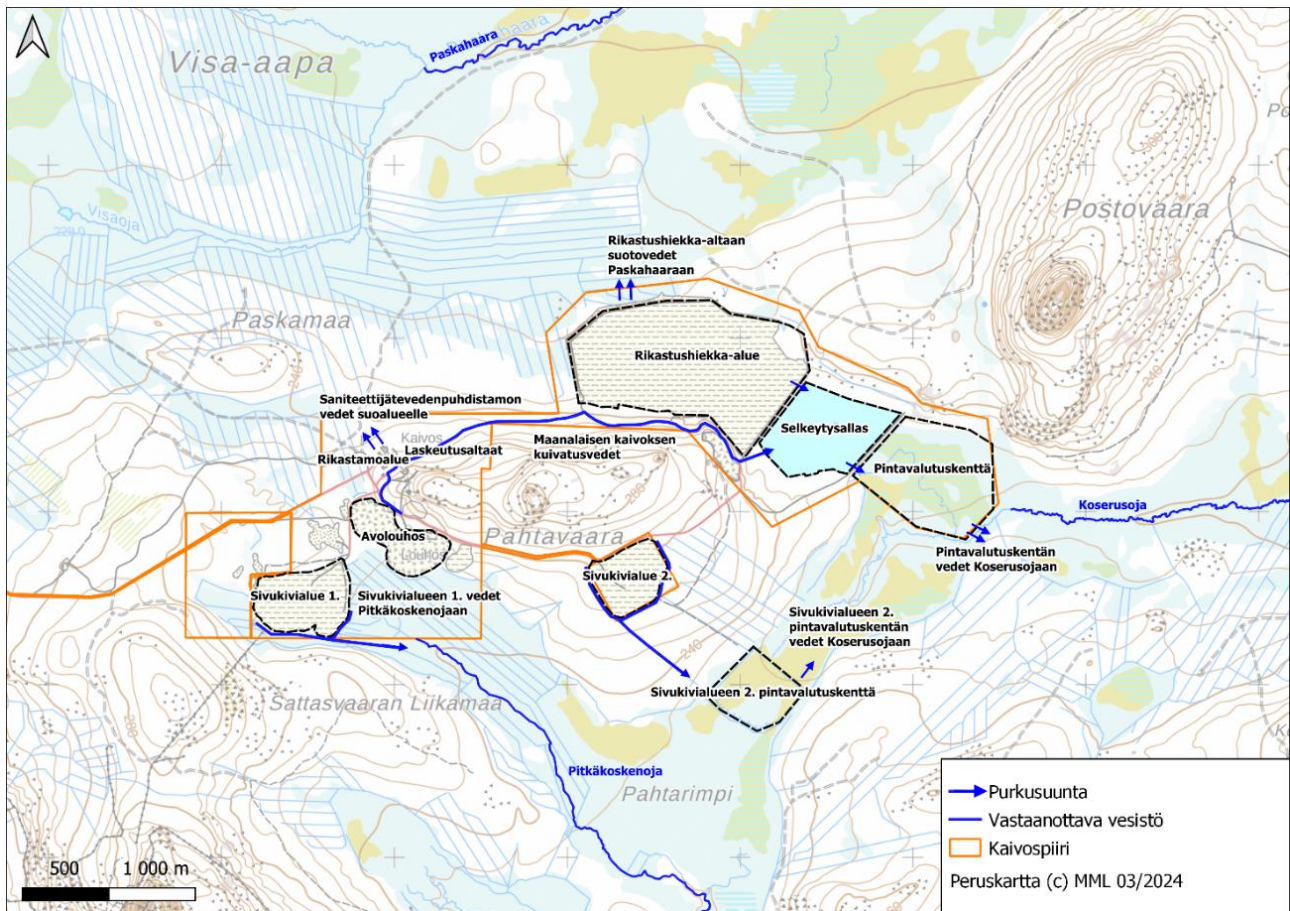
Arseenia on havaittavissa alueella runsaammin kuin tausta-aineistossa. Suurin arseenin kokonaispitoisuus, 41 mg/kg (max biosaatava pitoisuus 4,3 mg/kg) mitattiin pisteeltä Pitkääkoskenoja. Arseenipitoisuudet olivat tavanomaista korkeampia myös pisteillä Paskahaara YP ja Paskahaara AP. Pitkääkoskenojan ja Paskahaaran pintavesissä arseenia on varsin vähän, vuonna 2023 keskimäärin 0,23–0,62 µg/l. Koserusojan purosedimentissä arseenipitoisuus oli 8 mg/kg, mikä on tavanomaista tasoa. Myös Koserusojan pintavesissä arseenipitoisuudet ovat pienemmät kuin Paskahaaralla ja Pitkääkoskenojassa. Tyypilliset arseenipitoisuudet purovesissä vaihtelevat välillä 0,06–1,6 µg/l, keskiarvon ollessa 0,53 µg/l (Suomen geokemian atlas, osa 3., Lahermo ym. 1996)

Myös antimonia havaitaan alueella verrattuna hieman runsaammin kuin vertailuaineistossa. Suurin kokonaispitoisuus 0,21 mg/kg mitattiin arseenin tapaan pisteellä Pitkääkoskenoja. Biosaatavat pitoisuudet jäivät kuitenkin kaikissa näytteissä alle määritysrajan <0,04 mg/kg.

Koserusojoilla ja Pitkääkoskenojalla havaittiin kromia ja nikkeliä reilusti yli taustapitoisuuksien. Koserusojan purosedimentin kromipitoisuudeksi määritettiin 260 mg/kg, kun tyypillinen vaihteluväli on 13–70 mg/kg ja keskiarvo 34 mg/kg. Pitkääkoskenojalla myös pintaveden kromipitoisuudet olivat vuonna 2023 verrattain korkeita, 1,2–7,4 µg/l, kun purovesissä se tyypillisesti on 0,15–1,4 µg/l (Suomen geokemian atlas, osa 3., Lahermo ym. 1996). Koserusojan pintaveden kromipitoisuudet olivat pienempiä, vaikka sedimentin kromipitoisuus oli suurempi kuin Pitkääkoskenojassa.

Pitkääkoskenojan purosedimentin nikkelpitoisuus oli 120 mg/kg josta biosaatavaa 14 mg/kg. Koserusojan vastaavat pitoisuudet olivat 82 mg/kg ja 13 mg/kg. Kansallinen keskiarvo purosedimentin nikkelpitoisuudelle on 17,2 mg/kg ja vaihteluväli (90 % näytemäärästä) 6–40 mg/kg (Suomen geokemian atlas, osa 3., Lahermo ym. 1996). Paskahaarassa sekä sedimentin että veden kromi- ja nikkelpitoisuudet ovat selvästi pienempiä ja lähellä koko Suomen keskiarvopitoisuuksia.

Purosedimenttien rautapitoisuus oli tavanomaista suurempi tarkkailupisteillä Paskahaara AP ja Pitkääkoskenoja: 80 000 mg/kg ja 79 000 mg/kg. Vaikka rautapitoisuudet ovat melko suuria verrattuna Suomen keskiarvopitoisuuteen (32 000 mg/kg) (Suomen geokemian atlas, osa 3., Lahermo ym. 1996), on esimerkiksi SULKA-hankkeen yhteydessä määritetty huomattavasti suurempiakin pitoisuuksia.



Kuva 2-2. Pahtavaaran kaivoksen rikastamon jätevesien ja kaivoksen kuivatusvesien käsittelyalueet ja vesivirrat sekä sisäisten vesien ja vesipäästön tarkkailupisteet. (Kartta Rupert Finland Oy)

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Alueen sedimenteissa esiintyy yleisesti tausta-aineistoja runsaammin arseenia, jonka lisäksi Koserusojalla ja Pitkääkoskenojalla myös antimonia, kromia ja nikkeliä. AVS-SEM -uuttomenetelmällä määritetyt pitoisuudet kuvastavat metallien biosaatavuutta, ja menetelmällä saadut biosaatavat osuudet ovat merkittävästi kokonaispitoisuuksia pienempiä. Tulosten perusteella määritetyt alkuaineet ovat hyvin pidättyneinä sedimentin kiintoainekseen. Arseenin ja nikkelin osalta AVS-SEM -menetelmän uuttosaanto oli n. 10 %. Koboltin, kuparin ja lyijyn osalta uuttosaannot olivat selvästi suurempia, mutta näiden alkuaineiden pitoisuudet sedimentissä olivat varsin tavanomaisia ja lyijyn osalta jopa pieniä.

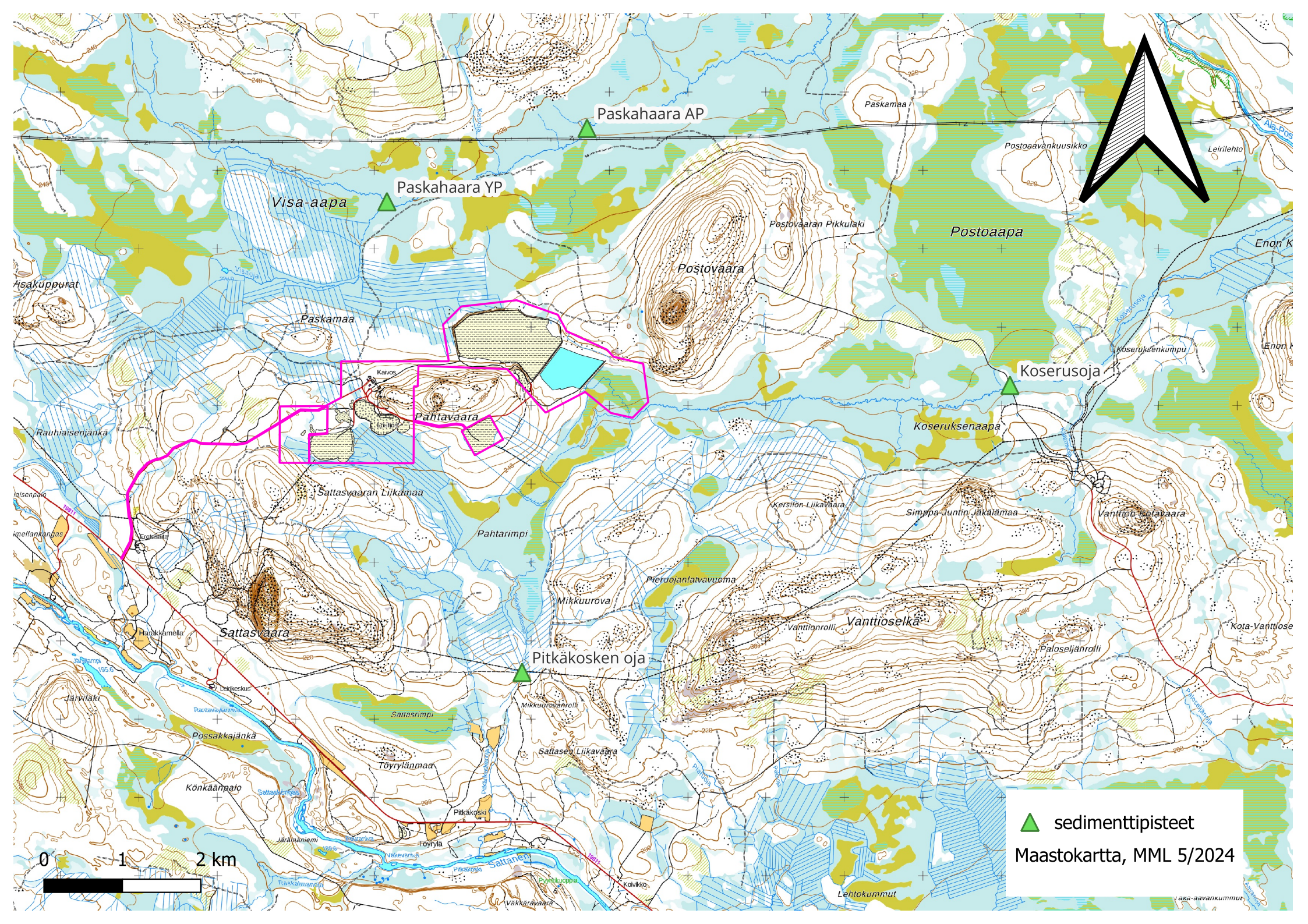
Sivukivialueen 1 vesipäästöt Pitkääkoskenojaan, sekä pintavalutuskentän päästöt Koserusojaan eivät nykyisellään ole happamia, eikä niiden nikkelpitoisuus ole korkea, vaikka ylittääkin purovesien tavanomaisen nikkelpitoisuuden. Koserusojan ja Pitkääkoskenojan purosedimentteihin pidättynyt nikkeli on niukkaliukoista, ja näiden purojen osalta vesistövaikutusten tarkkailussa voidaan havaita voimakas korrelaatio kiintoaineen ja nikkelin kokonaispitoisuuden välillä.

Vuonna 2023 toteutetuilla näytteenotoilla saatiin kartoitettua sedimenttien tämänhetkinen yleiskuva. Näytteenottomenetelmästä (Ekman) johtuen tarkempaa sedimenttien kerrosjärjestykseen perustuvaa analyysia näytteistä ei voida tehdä. Viipaloiva limnos-tyyppinen näytteenotin ei soveltunut kenttähavaintojen mukaan kohteille.

VIITTEET

Lahermo P., Väänänen P., Tarvainen T. ja Salminen R., 1996. Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristögeokemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus.

Pietilä R., Eloranta T., Räisänen M-L., Tornivaara A., Törmänen T. ja Väisänen U., 2014. Rikkiyhdisteiden vaikutusten arviointi – Sulka-hankkeen loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus.



Paskahaara AP

Paskahaara YP

Visa-aapa

Postoaapa

Postovaara

Koserusoja

Paitavaara

Koseruksenaapa

Pitkäsken oja

Vanittioseka

Sattasvaara

▲ sedimenttipisteet
Maastokartta, MML 5/2024

0 1 2 km



Näyte-erä EUFI05-00025316
Rupert Finland Oy
Mirva Kuivalainen
Pahtavaarantie 440
99655 SATTASVAARA
FINLAND
Sedimenttianalyysit, Pahtavaara

| | | | |
|---|----------------------------|-------------------|-------|
| Näyttenumero | 693-2023-00048446 | | |
| Näytteen nimi | Pitkäkosken oja | | |
| Näyttematriisi | Sedimentti | | |
| Näytteen kuvaus | Sedimentti | | |
| Vastaanottopäivä | 03.11.2023 | | |
| Näytteenottopäivä | 31.10.2023 | | |
| Näytteenottaja | Eurofins Ahma / Jarmo Holm | | |
| Analyysit | Yksikkö | Tulos | |
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | |
| Näytemäärä (astioineen) | YBC00 | kg | 7,1 |
| Kuiva-ainepitoisuus | YBC15 | % | 20,0 |
| Hehkutushäviö (550 °C) | YBC11 | % ka | 33,6 |
| Orgaaninen kokonaishiili (TOC) * | YBB32 | % ka | 17 |
| Tilavuuspaino | FVT14 | kg/m ³ | 1100 |
| Typpi (N), kokonaispitoisuus * | FVT16 | g/kg ka | 10,0 |
| Typpi (N) * | FVT16 | kg/tonni | 1,5 |
| Typpi (N) * | FVT16 | kg/m ³ | 1,6 |
| Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021 | | | |
| Arseeni (As) * | YB38V | mg/kg ka | 41 |
| Kadmium (Cd) * | YB398 | mg/kg ka | 0,36 |
| Koboltti (Co) * | YB394 | mg/kg ka | 23 |
| Kromi (Cr) * | YB38Z | mg/kg ka | 240 |
| Kupari (Cu) * | YB39H | mg/kg ka | 15 |
| Rauta (Fe) * | YB39G | mg/kg ka | 79000 |
| Elohopea (Hg) * | YB399 | mg/kg ka | 0,057 |
| Litium (Li) | YB390 | mg/kg ka | 2,5 |
| Mangaani (Mn) * | YB39I | mg/kg ka | 2000 |
| Nikkeli (Ni) * | YB39I | mg/kg ka | 120 |
| Fosfori (P) * | YB38J | mg/kg ka | 980 |
| Lyijy (Pb) * | YB38Y | mg/kg ka | 5,3 |
| Antimoni (Sb) * | YB397 | mg/kg ka | 0,21 |
| Uraani (U) * | YB3AI | mg/kg ka | 0,34 |
| Vanadiini (V) * | YB392 | mg/kg ka | 62 |

| | | | |
|---|--------------------------|--------------|---------|
| Näyttenumero | 693-2023-00048446 | | |
| Näytteen nimi | Pitkäkosken oja | | |
| Näyttematriisi | Sedimentti | | |
| Näytteen kuvaus | Sedimentti | | |
| Vastaanottopäivä | 03.11.2023 | | |
| Analyysit | Yksikkö | Tulos | |
| Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021 | | | |
| Sinkki (Zn) * | YB39J | mg/kg ka | 88 |
| Hajotus * | YBE33 | | Tehty |
| Alkuaineanalyysit, erikoisuutto | | | |
| Arseeni (As) | YB2J7 | mg/kg | 4,3 |
| Kadmium (Cd) | YB2JJ | mg/kg | 0,096 |
| Koboltti (Co) | YB2JA | mg/kg | 4,3 |
| Kupari (Cu) | YB2JK | mg/kg | 2,0 |
| Elohopea (Hg) | YB35K | mg/kg | <0,02 |
| Litium (Li) | YB2JC | mg/kg | <0,5 |
| Nikkeli (Ni) | YB2JD | mg/kg | 14 |
| Lyijy (Pb) | YB2J9 | mg/kg | 1,3 |
| Antimoni (Sb) | YB2JQ | mg/kg | <0,04 |
| Sinkki (Zn) | YB2JS | mg/kg | 17 |
| >Not translated <Extraction method | YBV00 | | AVS-SEM |
| ICP-MS ajo (000M) | YBZ55 | | Tehty |

*Menetelmä on akkreditoitu.

Lisätiedot

Rakeisuustutkimus ei onnistunut näytteen suuren orgaanisen materiaalin määrän vuoksi

YHTEYSHENKILÖ

Toni Mäkelä Analyysipalvelupäällikkö 4-H94 Waste Testing Oulu

ToniMakela@eurofins.fi +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

| Testikoodi | Parametrin nimi, CAS | Menetelmän mittausepävarmuus | Menetelmän määrittäjä | Akkreditoitu | Menetelmä | Laboratorio |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|--------------|---|-------------|
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | | | | |
| YBC00 | Näytemäärä (astioineen) | | | Ei | | YB |
| YBC15 | Kuiva-ainepitoisuus | <25:±0.5%yks. >25:±2% | 0,2 % | Ei | SFS-EN 15934:2012 | YB |
| YBC11 | Hehkutushäviö (550 °C) | <4:±0.2%yks.ka >4:±5% | 0,2 % ka | Ei | SFS-EN 15935:2021 | YB |
| YBB32 | Orgaaninen kokonaishiili (TOC) | <1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20% | 0,5 % ka | Kyllä | SFS-EN 15936:2022 | YB |
| FVT14 | Tilavuuspaino | | 10 kg/m ³ | Ei | Sisäinen menetelmä, Gravimetrinen | FV |
| FVT16 | Typpi (N), kokonaispitoisuus, 7727-37-9 | | | Kyllä | SFS-EN 13654-1:2002 | FV |
| FVT16 | Typpi (N), - | | 0,1 kg/tonni | Kyllä | SFS-EN 13654-1:2002 | FV |
| FVT16 | Typpi (N), - | | | Kyllä | SFS-EN 13654-1:2002 | FV |
| Alkuaineanalyytit, SFS-EN ISO 54321:2021 | | | | | | |
| YB38V | Arseeni (As), 7440-38-2 | <0.1:±0.016mg/kgka >0.1:±16% | 0,02 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB398 | Kadmium (Cd), 7440-43-9 | <0.04:±0.01mg/kgka >0.04:±25% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB394 | Koboltti (Co), 7440-48-4 | <0.85:±0.1mg/kgka >0.85:±12% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB38Z | Kromi (Cr), 7440-47-3 | <0.23:±0.03mg/kgka >0.23:±13% | 0,03 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39H | Kupari (Cu), 7440-50-8 | <0.24:±0.05mg/kgka >0.24:±21% | 0,06 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39G | Rauta (Fe), 7439-89-6 | <60:±9mg/kgka >60:±15% | 10 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB399 | Elohopea (Hg), 7439-97-6 | <0.06:±0.009mg/kgka >0.06:±15% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB390 | Litium (Li), 7439-93-2 | <0.24:±0.04mg/kgka >0.24:±17% | 0,05 mg/kg ka | Ei | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39I | Mangaani (Mn), 7439-96-5 | <0.25:±0.03mg/kgka >0.25:±12% | 0,03 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB391 | Nikkeli (Ni), 7440-02-0 | <0.38:±0.05mg/kgka >0.38:±13% | 0,06 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB38J | Fosfori (P), - | <200:±34mg/kgka >200:±17% | 50 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB38Y | Lyijy (Pb), 7439-92-1 | <0.3:±0.04mg/kgka >0.3:±13% | 0,05 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB397 | Antimoni (Sb), 7440-36-0 | <0.08:±0.02mg/kgka >0.08:±25% | 0,02 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB3AI | Uraani (U), 7440-61-1 | <0.053:±0.01mg/kgka >0.053:±19% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB392 | Vanadiini (V), 7440-62-2 | <0.8:±0.16mg/kgka >0.8:±20% | 0,2 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39J | Sinkki (Zn), 7440-66-6 | <2.5:±0.4mg/kgka >2.5:±16% | 0,5 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YBE33 | Hajotus | | | Kyllä | SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| Alkuaineanalyytit, erikoisuutto | | | | | | |

| Alkuaineanalyysit, erikoisuutto | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|----|--------------------|----|
| YB2J7 | Arseeni (As), 7440-38-2 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JJ | Kadmium (Cd), 7440-43-9 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JA | Koboltti (Co), 7440-48-4 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JK | Kupari (Cu), 7440-50-8 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB35K | Elohopea (Hg), 7439-97-6 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JC | Litium (Li), 7439-93-2 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JD | Nikkeli (Ni), 7440-02-0 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2J9 | Lyijy (Pb), 7439-92-1 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JQ | Antimoni (Sb), 7440-36-0 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JS | Sinkki (Zn), 7440-66-6 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YBV00 | >Not translated <Extraction method | | | Ei | Sis. men., Uutto | YB |
| YBZ55 | ICP-MS ajo (000M) | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |

| Laboratorio | | |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| FV | Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli) | SFS EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T096 |
| YB | Eurofins Ahma - Oulu | SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131 |

Tutkimustodistuksen jakelu: mkuivalainen@rupertresources.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUFI05-00025245
Rupert Finland Oy
Mirva Kuivalainen
Pahtavaarantie 440
99655 SATTASVAARA
FINLAND
Sedimenttianalysit, Pahtavaara

| Näyttenumero | 693-2023-00047928 | | 693-2023-00047929 | | 693-2023-00047930 | |
|---|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|--|
| Näytteen nimi | Paskahaara YP | | Paskahaara AP | | Koserusoja | |
| Näyttematriisi | Sedimentti | | Sedimentti | | Sedimentti | |
| Näytteen kuvaus | Sedimentti | | Sedimentti | | Sedimentti | |
| Vastaanottopäivä | 01.11.2023 | | 01.11.2023 | | 01.11.2023 | |
| Näytteenottopäivä | 24.10.2023 | | 24.10.2023 | | 24.10.2023 | |
| Näytteenottaja | Eurofins Ahma / Jarmo Holm | | Eurofins Ahma / Jarmo Holm | | Eurofins Ahma / Jarmo Holm | |
| Analyysit | Yksikkö | Tulos | Tulos | Tulos | | |
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | | | | |
| Kuiva-ainepitoisuus YBC15 | % | 21,2 | 10,8 | 45,4 | | |
| Hehkutushäviö (550 YBC11 °C) | % ka | 71,1 | 42,7 | 6,2 | | |
| Orgaaninen kokonaishiili (TOC) * | % ka | 24 | 12 | 2,7 | | |
| Tilavuuspaino FVT14 | kg/m ³ | 1100 | 1000 | 1400 | | |
| Typpi (N), kokonaispitoisuus * | g/kg ka | 7,3 | 9,3 | 2,1 | | |
| Typpi (N) * | kg/tonni | 1,6 | 1,2 | 0,88 | | |
| Typpi (N) * | kg/m ³ | 1,7 | 1,2 | 1,2 | | |
| Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021 | | | | | | |
| Arseeni (As) * | YB38V mg/kg ka | 25 | 24 | 8,0 | | |
| Kadmium (Cd) * | YB398 mg/kg ka | 0,26 | 0,16 | 0,065 | | |
| Koboltti (Co) * | YB394 mg/kg ka | 23 | 21 | 16 | | |
| Kromi (Cr) * | YB38Z mg/kg ka | 26 | 33 | 260 | | |
| Kupari (Cu) * | YB39H mg/kg ka | 4,1 | 4,5 | 7,1 | | |
| Rauta (Fe) * | YB39G mg/kg ka | 68000 | 80000 | 29000 | | |
| Elohopea (Hg) * | YB399 mg/kg ka | 0,034 | 0,033 | 0,023 | | |
| Litium (Li) | YB390 mg/kg ka | 2,2 | 2,3 | 2,8 | | |
| Mangaani (Mn) * | YB39I mg/kg ka | 3300 | 1900 | 440 | | |
| Nikkeli (Ni) * | YB391 mg/kg ka | 9,4 | 15 | 82 | | |
| Fosfori (P) * | YB38J mg/kg ka | 860 | 1200 | 240 | | |
| Lyijy (Pb) * | YB38Y mg/kg ka | 4,0 | 3,2 | 1,8 | | |
| Antimoni (Sb) * | YB397 mg/kg ka | 0,054 | 0,069 | 0,16 | | |
| Uraani (U) * | YB3AI mg/kg ka | 3,3 | 1,3 | 0,38 | | |
| Vanadiini (V) * | YB392 mg/kg ka | 39 | 32 | 38 | | |
| Sinkki (Zn) * | YB39J mg/kg ka | 76 | 58 | 35 | | |

| | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| Näyttenumero | 693-2023-00047928 | 693-2023-00047929 | 693-2023-00047930 | |
| Näytteen nimi | Paskahaara YP | Paskahaara AP | Koserusoja | |
| Näyttematriisi | Sedimentti | Sedimentti | Sedimentti | |
| Näytteen kuvaus | Sedimentti | Sedimentti | Sedimentti | |
| Vastaanottopäivä | 01.11.2023 | 01.11.2023 | 01.11.2023 | |
| Analyysit | Yksikkö | Tulos | Tulos | Tulos |
| Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021 | | | | |
| Hajotus * | YBE33 | Tehty | Tehty | Tehty |
| Alkuaineanalyysit, erikoisuutto | | | | |
| Arseeni (As) | YB2J7 mg/kg | 2,1 | 3,1 | 0,78 |
| Kadmium (Cd) | YB2JJ mg/kg | 0,048 | 0,034 | 0,037 |
| Koboltti (Co) | YB2JA mg/kg | 3,5 | 4,0 | 4,7 |
| Kupari (Cu) | YB2JK mg/kg | 0,55 | 0,42 | 1,5 |
| Elohopea (Hg) | YB35K mg/kg | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Litium (Li) | YB2JC mg/kg | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Nikkeli (Ni) | YB2JD mg/kg | 0,94 | 1,5 | 13 |
| Lyijy (Pb) | YB2J9 mg/kg | 0,75 | 0,54 | 0,54 |
| Antimoni (Sb) | YB2JQ mg/kg | <0,04 | <0,04 | <0,04 |
| Sinkki (Zn) | YB2JS mg/kg | 9,0 | 7,8 | 5,8 |
| >Not translated <Extraction method | YBV00 | AVS-SEM | AVS-SEM | AVS-SEM |
| ICP-MS ajo (000M) | YBZ55 | Tehty | Tehty | Tehty |

*Menetelmä on akkreditoitu.

Lisätiedot

Rakeisuustukimus ei onnistunut näytteen suuren orgaanisen materiaalin määrän vuoksi

YHTEYSHENKILÖ

Toni Mäkelä Analyysipalvelupäällikkö 4-H94 Waste Testing Oulu

ToniMakela@eurofins.fi +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

| Testikoodi | Parametrin nimi, CAS | Menetelmän mittausepävarmuus | Menetelmän määrittäjä | Akkreditoitu | Menetelmä | Laboratorio |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|--------------|---|-------------|
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | | | | |
| YBC15 | Kuiva-ainepitoisuus | <25:±0.5%yks. >25:±2% | 0,2 % | Ei | SFS-EN 15934:2012 | YB |
| YBC11 | Hehkutushäviö (550 °C) | <4:±0.2%yks.ka >4:±5% | 0,2 % ka | Ei | SFS-EN 15935:2021 | YB |
| YBB32 | Orgaaninen kokonaishiili (TOC) | <1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20% | 0,5 % ka | Kyllä | SFS-EN 15936:2022 | YB |
| FVT14 | Tilavuuspaino | | 10 kg/m³ | Ei | Sisäinen menetelmä, Gravimetrinen | FV |
| FVT16 | Typpi (N), kokonaispitoisuus, 7727-37-9 | | | Kyllä | SFS-EN 13654-1:2002 | FV |
| FVT16 | Typpi (N), - | | 0,1 kg/tonni | Kyllä | SFS-EN 13654-1:2002 | FV |
| FVT16 | Typpi (N), - | | | Kyllä | SFS-EN 13654-1:2002 | FV |
| Alkuaineanalyytit, SFS-EN ISO 54321:2021 | | | | | | |
| YB38V | Arseeni (As), 7440-38-2 | <0.1:±0.016mg/kgka >0.1:±16% | 0,02 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB398 | Kadmium (Cd), 7440-43-9 | <0.04:±0.01mg/kgka >0.04:±25% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB394 | Koboltti (Co), 7440-48-4 | <0.85:±0.1mg/kgka >0.85:±12% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB38Z | Kromi (Cr), 7440-47-3 | <0.23:±0.03mg/kgka >0.23:±13% | 0,03 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39H | Kupari (Cu), 7440-50-8 | <0.24:±0.05mg/kgka >0.24:±21% | 0,06 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39G | Rauta (Fe), 7439-89-6 | <60:±9mg/kgka >60:±15% | 10 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB399 | Elohopea (Hg), 7439-97-6 | <0.06:±0.009mg/kgka >0.06:±15% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB390 | Litium (Li), 7439-93-2 | <0.24:±0.04mg/kgka >0.24:±17% | 0,05 mg/kg ka | Ei | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39I | Mangaani (Mn), 7439-96-5 | <0.25:±0.03mg/kgka >0.25:±12% | 0,03 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39I | Nikkeli (Ni), 7440-02-0 | <0.38:±0.05mg/kgka >0.38:±13% | 0,06 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB38J | Fosfori (P), - | <200:±34mg/kgka >200:±17% | 50 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB38Y | Lyijy (Pb), 7439-92-1 | <0.3:±0.04mg/kgka >0.3:±13% | 0,05 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB397 | Antimoni (Sb), 7440-36-0 | <0.08:±0.02mg/kgka >0.08:±25% | 0,02 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB3AI | Uraani (U), 7440-61-1 | <0.053:±0.01mg/kgka >0.053:±19% | 0,01 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB392 | Vanadiini (V), 7440-62-2 | <0.8:±0.16mg/kgka >0.8:±20% | 0,2 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YB39J | Sinkki (Zn), 7440-66-6 | <2.5:±0.4mg/kgka >2.5:±16% | 0,5 mg/kg ka | Kyllä | SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| YBE33 | Hajotus | | | Kyllä | SFS-EN ISO 54321:2021 | YB |
| Alkuaineanalyytit, erikoisuutto | | | | | | |
| YB2J7 | Arseeni (As), 7440-38-2 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |

| Alkuaineanalyysit, erikoisuutto | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|----|--------------------|----|
| YB2JJ | Kadmium (Cd), 7440-43-9 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JA | Koboltti (Co), 7440-48-4 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JK | Kupari (Cu), 7440-50-8 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB35K | Elohopea (Hg), 7439-97-6 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JC | Litium (Li), 7439-93-2 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JD | Nikkeli (Ni), 7440-02-0 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2J9 | Lyijy (Pb), 7439-92-1 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JQ | Antimoni (Sb), 7440-36-0 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YB2JS | Sinkki (Zn), 7440-66-6 | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |
| YBV00 | >Not translated <Extraction method | | | Ei | Sis. men., Uutto | YB |
| YBZ55 | ICP-MS ajo (000M) | | | Ei | SFS-EN ISO 17294-2 | YB |

| Laboratorio | | |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| FV | Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli) | SFS EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T096 |
| YB | Eurofins Ahma - Oulu | SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131 |

Tutkimustodistuksen jakelu: mkuivalainen@rupertresources.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.