

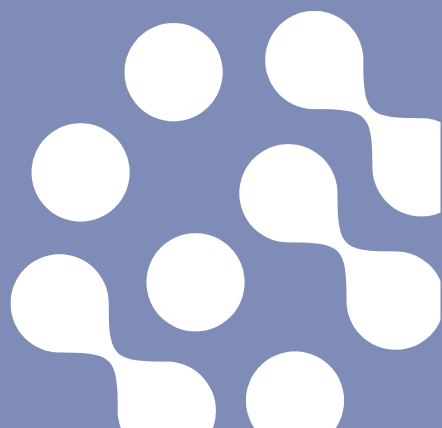


Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 10727
23.3.2023

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

RIKASTUSHIEKKAJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2022



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, RIKASTUSHIEKKAJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2022

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO.....	1
2.	NÄYTTEENOTTO JA LAADUNTARKKAILU	1
3.	TUOTANNON ANALYYSIT	1
4.	KOKONAISPITOISUUDET	2
5.	HAPONTUOTTOKYKY	9
5.1	KAIVANNAISJÄTTEIDEN HAPONTUOTTOKYKY JA LUOKITTELU.....	9
5.1.1	ABA-testi.....	9
5.1.2	NAG-testi	10
5.2	ANALYYSITULOKSET	11
5.2.1	ABA-testi.....	11
5.2.2	NAG-testi	15
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU.....	19
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET.....	19
	VIITTEET	21
	LIITTEET	22

LIITTEET

Liite 1. Rikastushiekkajakeiden analyysitulokset 2022

23.3.2023

Eurofins Ahma Oy

Joonas Kellokumpu
Ympäristöasiantuntija

Mika Kallo
Projektipäällikkö

Yhteystiedot

Nuottasaarentie 17
90400 OULU
Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksen rikastusprosessissa muodostuu kahdenlaista rikastusjätettä eli rikastushiekkaa. Rikastushiekka A (vähärikinen rikastushiekka) on vaahdotusvaiheiden rikastusjätettä ja se sijoitetaan rikastushiekka-altaalle A. Rikastushiekka B (runsasrikinen rikastushiekka) on rautasulfidirikastetta ja se sijoitetaan rikastushiekka-altaalle B. Rikastushiekka-altaat on luokiteltu suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjätteen jätealueiksi.

Rikastushiekka pumpataan altaalle vesilietteenä. Patojen harjalla kiertävät runkoputket, joista rikastushiekkaa voidaan purkaa keskemälle allasta pienempiä spigottiputkia käyttäen. Vuonna 2022 rikastushiekkaa A pumpattiin rikastushiekka-altaalle 9,94 Mt ja rikastushiekkaa B 0,11 Mt.

2. NÄYTTEENOTTO JA LAADUNTARKKAILU

Rikastushiekkojen laatua seurataan osana tuotantoprosessia (ns. tuotannon tarkkailu). Tuotannon tarkkailun yhteydessä näytteistä tutkitaan mm. kuparin, sulfidisen nikkelin, kokonaisnikkelin sekä kokonaisrikin pitoisuuksia. Näytemäärät riippuvat tuotannosta. Näytteet otetaan toiminnanharjoittajan toimesta. Kaivoksen tuotantovaiheen velvoitetarkkailuohjelman mukaisella tarkkailulla varmistetaan tuotannon ohjaus sekä rikastushiekan ympäristökelpoisuus. Vuonna 2022 tarkkailussa noudatettiin voimassa olevaa tuotantovaiheen tarkkailuohjelmaa (Ramboll Finland Oy, päivitetty 16.12.2021).

Rikastushiekka-altaalle johtavissa putkissa on näytteenottimet, joilla kerätään näytettä automaattisesti 10–15 minuutin välein ja joista muodostuu kokoomanäytteet 12 tunnin jaksoissa 2 kertaa vuorokaudessa. Molemista rikastushiekkajakeista kerätään omat näytteet toiminnanharjoittajan toimesta. Näytteistä poistetaan vesi suodattamalla ja uunikuivauksella kaivoksen rikastuslaboratoriossa. Kuivat näytteet lähetetään Eurofins Labtiumin Sodankylän laboratorioon, joka tekee näytteistä päivittäiset tuotannon analyysit ja muodostaa näytteistä laboratoriossa viikkokokoomanäytteet. Viikkonäytteet palautetaan kaivoksen rikastuslaboratorioon, jossa näytteistä tehdään kuukausikokoomanäytteet. Kuukausikokoomanäytteet toimitetaan edelleen Eurofins Ahma Oy Oulun laboratorioon tutkittaviksi.

Vuonna 2022 kuukausinäytteet otettiin molemmista rikastushiekkajakeista tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Määrykset tehtiin alkuaineanalyysien osalta Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa sekä fyysikaalis-kemiallisten tutkimusten ja ABA- ja NAG-testien osalta Eurofins Environment Testing Oy:n Jyväskylän laboratoriossa. Tulokset on esitetty raportin liitteessä 1.

3. TUOTANNON ANALYYSIT

Kaivoksen tuotannon tarkkailun yhteydessä otetuista näytteistä analysoidaan mm. kuparin, nikkelin ja rikin pitoisuudet. Tuotannon analyysit tehdään Eurofins Labtium Oy:n Sodankylän laboratoriossa. Taulukossa 3-1 on esitetty tuotannon tarkkailun tuotantomäärillä painotetut kuukausi- ja vuosikeskiarvopitoisuudet vuodelta 2022. Rikin vuosikeskiarvo on laskettu kumulatiivisena keskiarvona kuukausikeskiarvojen perusteella. Kevitsan kaivoksen ympäristöluvan (Nro 79/2014/1) lupamääräyksen 50 mukaisesti rikastushiekka-altaalle A sijoitettavan rikastushiekan rikkipitoisuuden on oltava tavoitearvona enintään 0,8 %. Rikastushiekan A rikkipitoisuuden kuukausikeskiarvot vaihtelivat vuoden 2022 aikana välillä 0,44–1,4 % ja kumulatiivinen vuosikeskiarvo oli 0,89 %, eli lupamääräyksen tavoitepitoisuus ylittyi. Yhtiö toimitti ylityksestä Lapin ELY-keskukselle ympäristöpoikkeamaraportin. Rikastushiekan B rikkipitoisuus vaihteli välillä 9,7–21 % ja vuosikeskiarvo oli 15,6 %.

Taulukko 3-1. Rikastushiekkajakeiden tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2022.

	Rikastushiekka A				Rikastushiekka B			
	Kuukausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo (kumulatiivinen)	Kuukausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo (kumulatiivinen)
	Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)	Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)
Tammikuu	0,01	0,04	1,40	1,40	0,18	0,69	19,5	19,5
Helmikuu	0,02	0,03	1,36	1,38	0,16	0,65	21,0	20,3
Maaliskuu	0,02	0,04	0,77	1,18	0,20	0,69	10,8	17,8
Huhtikuu	0,02	0,05	0,74	1,06	0,27	0,84	11,9	16,2
Toukokuu	0,03	0,04	0,86	1,03	0,29	0,82	13,5	15,8
Kesäkuu	0,02	0,05	0,44	0,92	0,33	1,19	9,7	15,2
Heinäkuu	0,05	0,07	0,73	0,89	0,35	1,35	16,7	15,4
Elokuu	0,03	0,05	0,84	0,89	0,23	1,14	19,2	15,8
Syyskuu	0,02	0,05	0,58	0,85	0,23	1,07	11,3	15,6
Lokakuu	0,03	0,05	1,02	0,87	0,19	0,76	15,8	15,6
Marraskuu	0,04	0,05	0,98	0,88	0,21	0,75	11,5	15,3
Joulukuu	0,03	0,04	0,98	0,89	0,23	0,77	18,1	15,6

4. KOKONAISPITOISUUDET

Tarkkailuohjelman mukaisesti rikastushiekkajakeiden kuukausikokoomanäytteille tehdään neljä kertaa vuodessa kemiallinen alkuainemääritys kuningasvesiuutolla. Näytteistä analysoidaan laboratoriossa (ICP-OES/MS –tekniikalla) kromin, kuparin, nikkelin, raudan ja magnesiumin pitoisuudet. Vuonna 2022 alkuainemääritykset tehtiin molemmista rikastushiekkajakeista maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa kerätyistä näytteistä. Tutkittujen näytteiden pitoisuudet sekä niiden keskiarvot on esitetty taulukossa 4-1. Pitoisuuksia on verrattu maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetun valtioneuvoston asetuksen (214/2007, PIMA-asetus) mukaisiin haitta-aineiden kynnys- ja ohjearvoihin, niiltä osin kuin ko. arvot on annettu.

Taulukko 4-1. Rikastushiekkajakeiden kokonaispitoisuudet vuonna 2022 sekä PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot.

Alkuaine	Vähärikkinen rikastushiekka (RH A)					PIMA-asetus		
	Maaliskuu	Kesäkuu	Syyskuu	Joulukuu	Keskiarvo	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr mg/kg	650	740	640	810	710	100	200	300
Cu mg/kg	380	320	250	360	328	100	150	200
Ni mg/kg	640	720	690	720	693	50	100	150
Fe mg/kg	49 000	42 000	41 000	48 000	45 000	-	-	-
Mg mg/kg	47 000	48 000	43 000	48 000	46 500	-	-	-

Alkuaine	Runsasrikkinen rikastushiekka (RH B)					PIMA-asetus		
	Maaliskuu	Kesäkuu	Syyskuu	Joulukuu	Keskiarvo	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr mg/kg	560	580	560	540	560	100	200	300
Cu mg/kg	1 900	3 100	2 300	2 100	2 350	100	150	200
Ni mg/kg	6 500	13 000	11 000	6 600	9 275	50	100	150
Fe mg/kg	180 000	180 000	240 000	260 000	215 000	-	-	-
Mg mg/kg	36 000	40 000	33 000	30 000	34 750	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

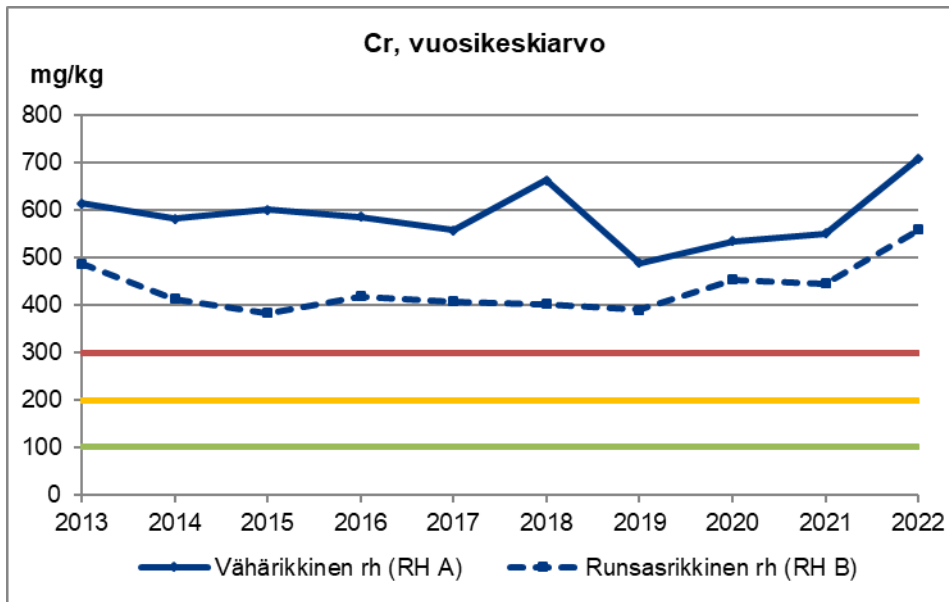
Rikastushiekan A osalta kaikkien metallien pitoisuustasot vaihtelivat jonkin verran, mutta pysyivät samassa suuruusluokassa koko vuoden ajan. Kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä. Pitoisuudet olivat kromia lukuun ottamatta, hieman pienempiä kuin vuonna 2021. Samankaltaista pitoisuustasojen vaihtelua esiintyi rikastushiekkajakeesta B otetuissa näytteissä analysoidujen metallien osalta. Myös rikastushiekka B:n kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen ylempät ohjearvot kaikissa näytteissä. Pitoisuudet olivat myös näissä näytteissä kromia lukuun ottamatta pienempiä kuin vuonna 2021.

Tuotannon tarkkailun yhteydessä todetut kuparin ja nikkelin pitoisuudet (ks. taulukko 3-1) olivat rikastushiekan A osalta maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa samaa suuruusluokkaa kuin Oulun laboratoriossa mitatut pitoisuudet. Tulosten välillä esiintyi kuitenkin jonkin verran eroavaisuuksia. Tuotannon tarkkailusta saadut nikkelin keskimääräiset pitoisuudet (vuosikeskiarvo 480 mg/kg) olivat kaikilla tarkkailukerroilla matalampaa tasoa (ka. 67 % Oulun tasosta) kuin Oulun laboratoriossa määritetyt pitoisuudet (v.ka. 693 mg/kg). Myös kuparin tuotannon kuukausittaiset keskiarvopitoisuudet olivat alemmaa tasoa kuin Oulun laboratoriossa määritetyt pitoisuudet (ka. 69 % Oulun tasosta). Tuotannon tarkkailussa kuparin pitoisuuksien vuosikeskiarvo oli 272 mg/kg ja Oulun laboratorion vuosikeskiarvo kvartaalinäytteille oli 328 mg/kg.

Rikastushiekan B osalta tuotannon tarkkailun ja velvoitetarkkailun nikkeli- ja kuparimääritysten tulosten eroavaisuudet olivat pienempiä kuin rikastushiekka A:ssa. Tuotannon tarkkailun pitoisuudet olivat vastaavina kuukausina (maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa) velvoitetarkkailun nikkelin sekä kuparin pitoisuuksien kaltaiset (Ni 91-117 %, Cu 99-110 % velvoitetarkkailun pitoisuuksista). Tuotannon tarkkailun kuukausittain analysoidujen tulosten vuosikeskiarvot olivat nikkelille 8 927 mg/kg ja kuparille 2 380 mg/kg, ja Oulun vuosikeskiarvot olivat nikkelin osalta 9 275 mg/kg ja kuparin osalta 2 350 mg/kg.

Kuvissa 4-1...4-5 on esitetty rikastushiekkajakeiden metallien kokonaispitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Kuvissa on esitetty myös PIMA-asetuksen mukaiset ohjearvot niiltä osin kuin ne on annettu; vihreällä viivalla on esitetty kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia. Eri vuosien tuloksia vertailtaessa on huomioitava, että rikastushiekkajakeiden tarkkailua on muutettu vuoden 2015 alussa. Vuonna 2013 pitoisuudet on tutkittu puolen vuoden kokoomanäytteistä. Vuonna 2014 pitoisuudet on määritetty kuukausittain ja lisäksi on muodostettu puolen vuoden kokoomanäytteet. Vuoden 2014 keskiarvopitoisuudet on laskettu kuukauden kokoomanäytteiden tuloksista. Vuosina 2015–2022 kokonaispitoisuudet on määritetty edellä kuvatun mukaisesti neljännesvuosittain.

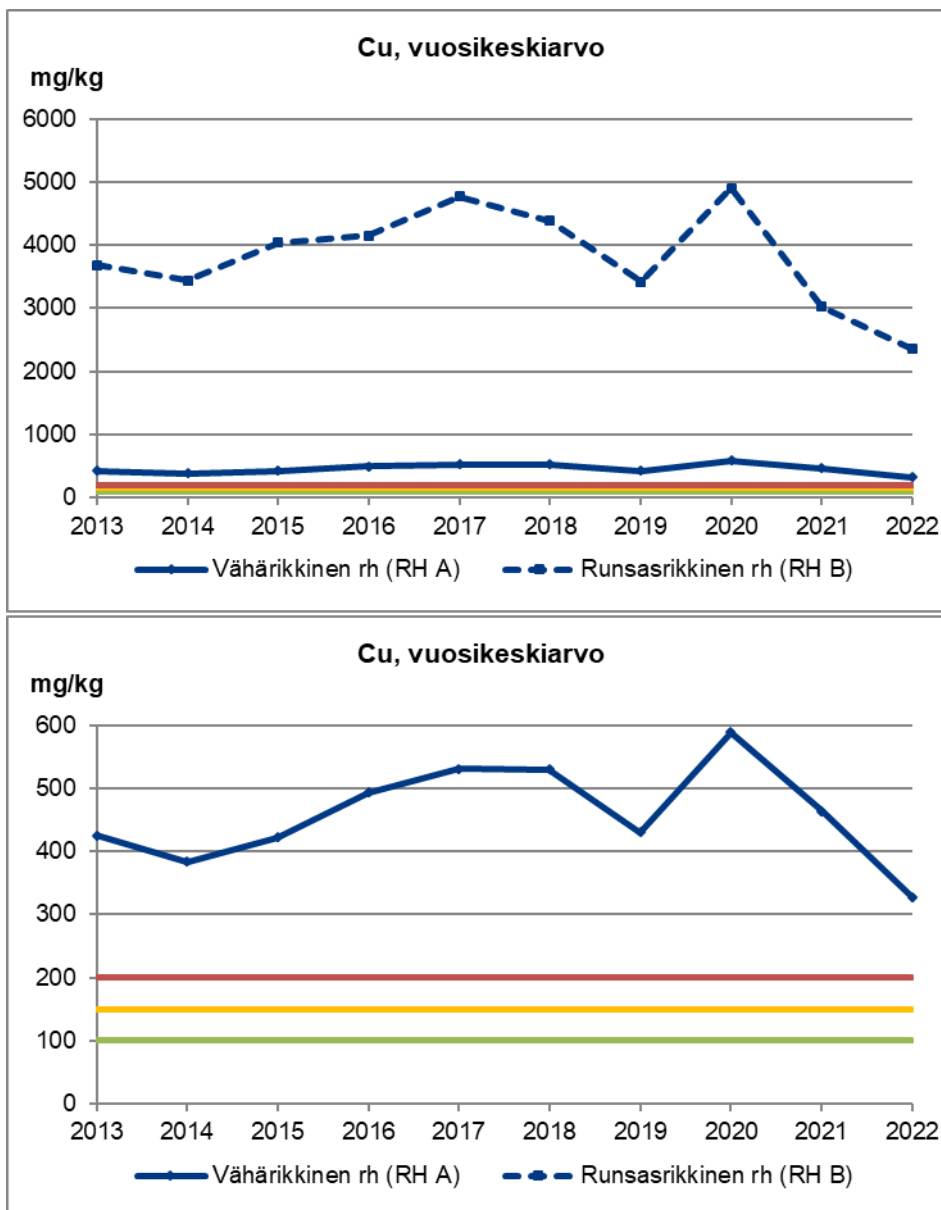
Kromin keskiarvopitoisuus on pysytellyt likimain samalla tasolla rikastushiekassa B lähes koko tarkkailujakson ajan. Vuonna 2022 keskiarvopitoisuus nousi edellisiä tarkkailuvuosia korkeammalle tasolle. Rikastushiekan A keskimääräisessä kromipitoisuudessa oli havaittavissa laskevaa suuntausta vuosina 2013–2019, jonka jälkeen pitoisuudet ovat kääntyneet nousuun. Vuonna 2022 kromin keskiarvopitoisuus oli tarkkailuhistorian korkein. Kromin keskiarvopitoisuudet ovat olleet rikastushiekassa A korkeampia kuin rikastushiekassa B ja olivat vuonna 2022 n. 1,3-kertaisia rikastushiekka B:hen verrattuna.



Kuva 4-1. Rikastushiekkajakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Kuparin keskiarvopitoisuus kohosi rikastushiekassa B vuosina 2015–2017. Pitoisuudet laskivat vuosien 2018 ja 2019 aikana. Vuonna 2020 kromipitoisuus nousi vuosien 2013–2019 tason yläpuolelle, lähtien uudelleen laskuun vuonna 2021. Vuonna 2022 laskeva suuntaus jatkui ja pitoisuustaso oli tarkkailuhistorian alhaisin (kuva 4-2).

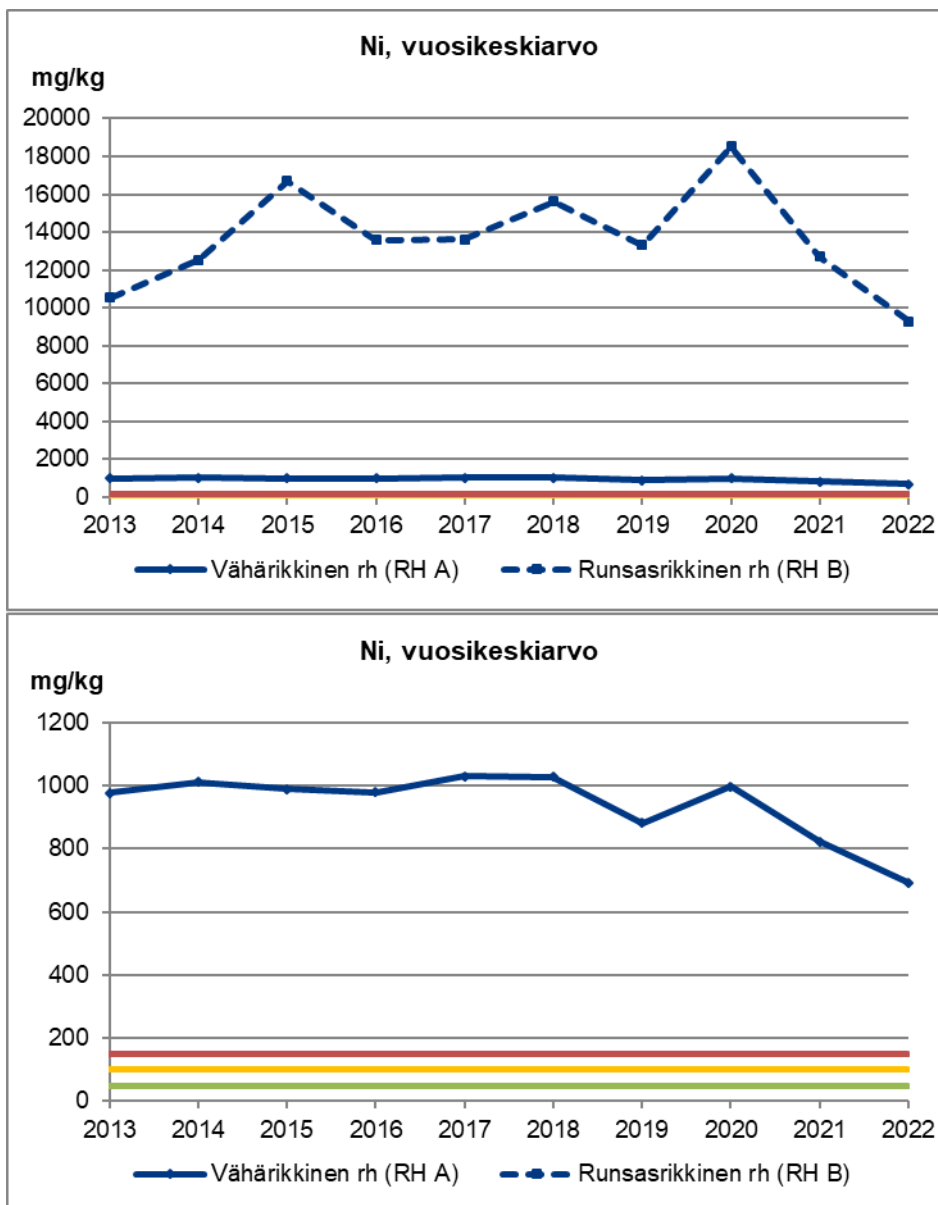
Rikastushiekan A kuparin keskiarvopitoisuudessa on havaittavissa samankaltainen kehitys kuin rikastushiekassa B. Myös rikastushiekassa A kuparin keskiarvopitoisuus nousi vuonna 2020 vuosien 2013–2019 vaihteluväliin yläpuolelle, kääntyen laskuun vuonna 2021. Vuonna 2022 pitoisuus laski edelleen ja oli alimmalla havaitulla pitoisuustasolla tarkkailun aikana. Keskimääräinen kuparipitoisuus on ollut rikastushiekassa B selvästi korkeammalla tasolla kuin rikastushiekassa A, vuonna 2022 rikastushiekan B pitoisuustaso oli noin 7,2-kertainen rikastushiekkaan A verrattuna.



Kuva 4-2. Rikastushiekkajakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnsarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Nikkelin keskiarvopitoisuuden vaihtelu rikastushiekassa A on ollut melko vähäistä vuosina 2013–2020. Vuonna 2021 nikkelpitoisuus laski selvästi edellisvuoteen verrattuna. Laskeva suuntaus jatkui vuonna 2022 ja nikkelpitoisuus oli alimmalla havaitulla pitoisuustasolla tarkkailun aikana. Vuoden 2020 tasoon verrattuna pitoisuus laski n. 30 %.

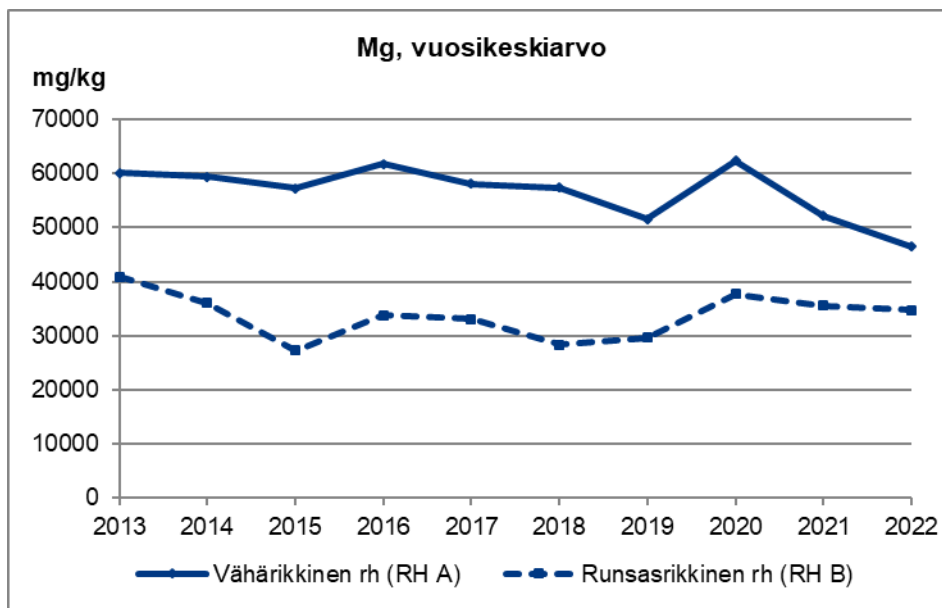
Rikastushiekassa B pitoisuustason vaihtelu on ollut voimakkaampaa, mutta suuruusluokka on pysynyt suurin piirtein samana koko tarkkailujakson ajan. Vuonna 2020 rikastushiekan B keskimääräinen nikkelpitoisuus kohosi selvästi vuosien 2013–2019 vaihteluvälin yläpuolelle. Vuonna 2021 nikkelpitoisuus laski vuoden 2014 tasolle. Vuonna 2022 nikkelpitoisuus laski n. 27 % vuoteen 2021 verrattuna ja oli alimmalla havaitulla pitoisuustasolla tarkkailun aikana. Nikkelpitoisuus on rikastushiekassa B huomattavasti korkeampi kuin rikastushiekassa A, keskimääräisten pitoisuuksien suhdeluvun ollessa vuonna 2022 n. 13,4.



Kuva 4-3. Rikastushiekkajakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyisarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Magnesiumin keskiarvopitoisuuksissa on molemmissa rikastushiekkajakeissa esiintynyt vuosina 2013–2022 suhteellisen vähäistä vaihtelua. Kromia lukuun ottamatta ja muista metalleista poiketen magnesiumin pitoisuus on korkeampi vähärikkisessä rikastushiekassa A kuin hiekassa B, kun nikkelin, kuparin ja raudan korkeimmat pitoisuudet havaitaan runsasrikkisessä jakeessa (B).

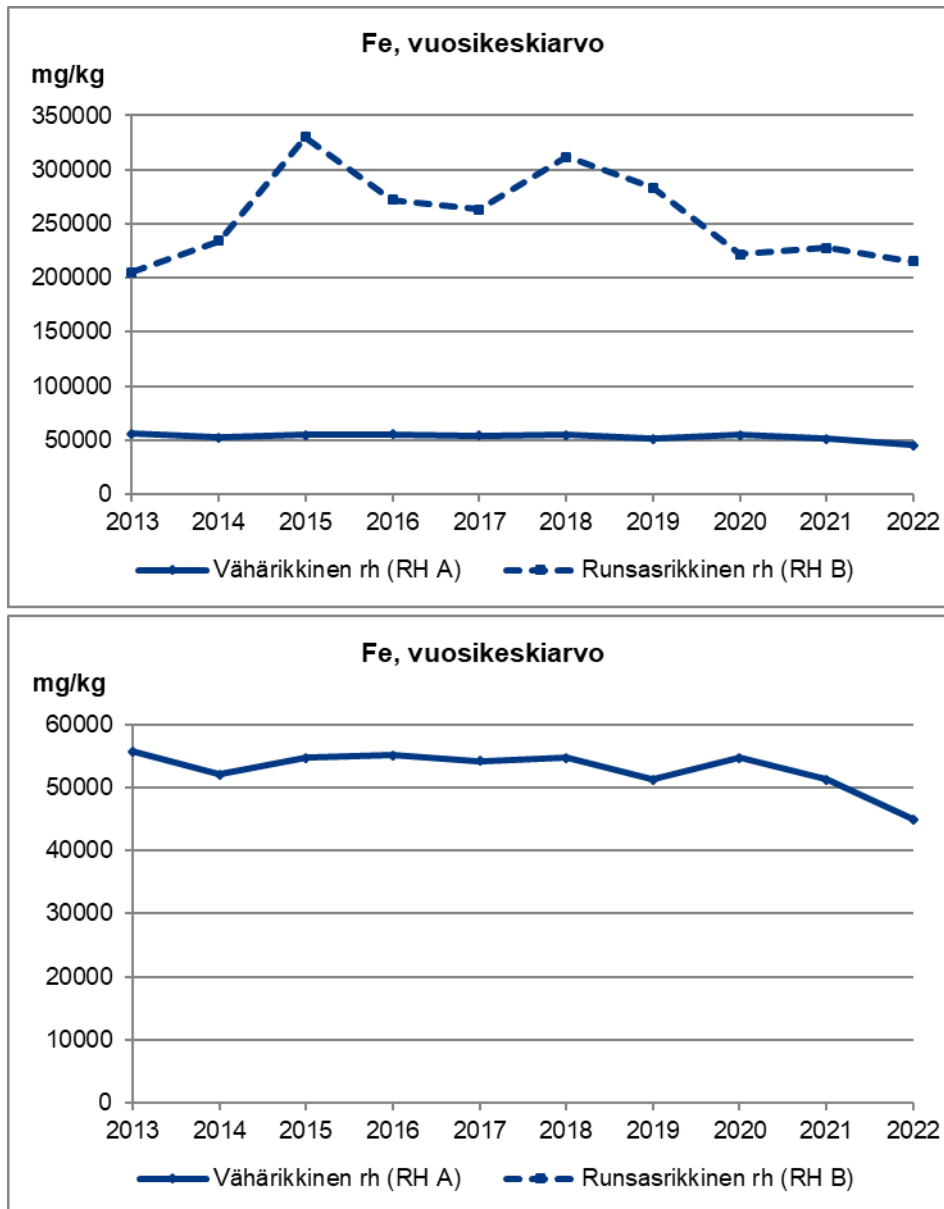
Molempien rikastushiekkajakeiden keskiarvopitoisuudessa oli havaittavissa lievästi laskeva suuntaus vuosina 2013–2019, mutta vuonna 2020 pitoisuus kääntyi nousuun (kuva 4-4). Vuonna 2021 pitoisuus laski rikastushiekassa A vuoden 2019 tasolle. Vuonna 2022 pitoisuus oli edelleen laskussa ja alimmalla havaitulla pitoisuustasolla tarkkailun aikana. Rikastushiekassa B pitoisuus laski vähemmän vuosina 2021–2022 ja jäi vuosien 2015–2019 tason yläpuolelle myös vuoden 2022 osalta. Magnesiumin pitoisuus oli n. 1,3 kertaa suurempi rikastushiekassa A kuin rikastushiekassa B.



Kuva 4-4. Rikastushiekkajakeiden magnesiumpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022.

Raudan keskimääräinen pitoisuus A-rikastushiekassa on pysynyt pääosin samalla tasolla vuosina 2013–2022. Vuonna 2022 rautapitoisuudessa havaittiin kuitenkin lievää laskua tavanomaiseen verrattuna (kuva 4-3).

Rikastushiekassa B raudan pitoisuudessa on esiintynyt vaihtelua välillä 205 000–330 000 mg/kg, mutta selvää laskevaa tai nousevaa trendiä ei havaita. Pitoisuus nousi selvästi vuonna 2015, mutta sen jälkeen pitoisuustason kehitys on ollut tasaisempaa. Vuosina 2019–2020 keskimääräinen raudan pitoisuus palautui vuoden 2014 tasolle. Vuosina 2020–2022 pitoisuus on ollut pääosin samaa tasoa ja hieman vuonna 2013 havaitun alimman pitoisuustason yläpuolella. Raudan pitoisuus on rikastushiekassa B selvästi korkeampi kuin rikastushiekassa A, suhdeluvun ollessa n. 4,8 vuonna 2022.



Kuva 4-5. Rikastushiekkajakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022.

5. HAPONTUOTTOKYKY

5.1 Kaivannaisjätteiden hapontuottokyky ja luokittelu

Kaivannaisjätteen potentiaalinen hapontuottokyky ja neutralointiominaisuudet määritetään yleensä ns. staattisilla testeillä, joita ovat mm. ABA-testi (Acid Base Accounting) ja NAG-testi (Net Acid Generation). Kun kaivannaisjätteiden hapontuottopotentiaali määritetään usealla eri menetelmällä ja niiden tuloksia verrataan keskenään, saadaan luotettavampi kuva kaivannaisjätteiden haponmuodostuspotentiaalista. ABA- ja NAG- testimenetelmiä ja kaivannaisjätteiden luokittelua niiden tulosten perusteella on kuvattu seuraavassa.

5.1.1 ABA-testi

ABA-testi (Acid Base Accounting) perustuu happo-emäslaskuun ja sen perusteella arvioidaan, voiko jätteestä muodostua pitkällä aikavälillä happamia valumavesiä. Hapontuotto ja sen neutralointi määritetään rikkikiisun (FeS_2) hapettumisreaktion mukaan; yksi mooli sulfidista rikkiä tuottaa kaksi moolia happoa (protoneja), joka neutraloituu yhdellä moolilla kalsiumkarbonaattia. Tähän perustuen hapontuottopotentiaali (AP) lasketaan yleensä jätteen sulfidisen rikin kokonaispitoisuudesta. Neutralointipotentiali (NP) voidaan laskea joko karbonaattisen hiilen kokonaispitoisuudesta, karbonaattisten mineraalien kokonaismäärästä tai staattisen testin tuloksen perusteella. (Kauppila ym. 2011).

Valtioneuvoston kaivannaisjätteistä antaman asetuksen (kaivannaisjäteasetus, VNa 190/2013) liitteen 1 mukaan happoa tuottavan kaivannaisjätteen neutraloimispotentiali määritetään pysyvän jätteen luokittelussa CEN prEN 15875 menetelmällä (ABA-testi). Jätteen luokittelu happoa muodostavaksi tai muodostamattomaksi perustuu neutralointi- ja hapontuottopotentialin (NP/AP eli NPR) suhdeluokituksen ja sulfidisen rikin kokonaispitoisuuteen. Kaivannaisjätteiden luokittelu happoa tuottavaksi ja happoa tuottamattomaksi jätteeksi on esitetty taulukossa 5-1.

Taulukko 5-1. Kaivannaisjätteiden luokittelu sulfidisen rikin ja NPR-luvun perusteella.

Sulfidisen rikin pitoisuus	NPR-luku	Luokittelu
< 0,1 %	-	Happoa tuottamaton (NAF)
0,1–1 %	> 3	Happoa tuottamaton (NAF)
> 0,1 %	< 3	Happoa tuottava (PAF)
> 1 %	-	Happoa tuottava (PAF)

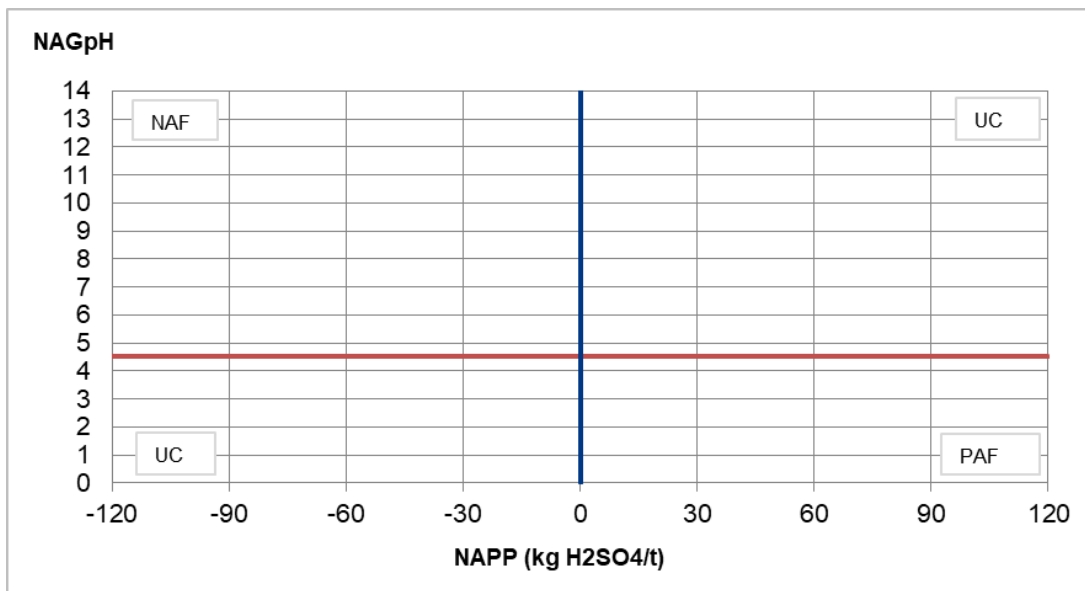
NP-testi (prEN 15875) perustuu pääasiassa karbonaattimineraaleja liuottavaan happouuttoon (HCl). Testissä liukenee (1–5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vain vähän sulfidimineraaleja, eli testi ei suoraan mittaa sulfidien hapettumisesta syntyvää happamuuden neutralointia, vaan suolahappolisän neutralointikykyä. ABA-testi soveltuu karbonaattipitoisille kaivannaisjätteille, joissa rikki esiintyy vain metalli-/metalloidisulfidimineraaleissa. Testi mittaa myös magnesiumvaltaisten silikaattien neutralointikykyä. Jos NPR-luku on < 1 tai välillä 1–3, vääristää tulos vähän sulfidista rikkiä sisältävien kaivannaisjätteiden todellisen hapontuottopotentialin. Hitaasti liukenevien karbonaattien neutralointipotentiali jää puolestaan todellista potentiaalia heikommaksi. (Räisänen 2009)

5.1.2 NAG-testi

NAG-testi (Net Acid Generation) on sulfidien hapettamiseen (liuottamiseen) perustuva staattinen menetelmä. Menetelmän avulla saadaan arvio sulfidien rapautumiseen liittyvästä kokonaishapontuotosta, kun testin hapettumisreaktioissa tapahtuu samanaikaisesti myös karbonaattien ja/tai silikaattien liukeneminen ja siitä syntyvä hapon neutralointi. Menetelmä voidaan toteuttaa joko yksivaiheisena tai sarjauttuna sulfidimineraalien määrän mukaan. Uutossa happoa syntyy sulfidien hapettumisessa syntyvästä rikkihaposta sekä hapettumisreaktioissa liuenneen raudan ja muiden sulfidisten metallien saostumisesta. NAG-testiin liittyy myös neutralointipotentiaalin (ANC eli Acid Neutralizing Capacity) määrittäminen joko staattisella testillä tai karbonaattisen hiilen kokonaispitoisuudesta laskemalla. Maksimihapontuottokyky (MPA eli Maximum Potential Acidity) määritetään laskennallisesti kokonaisrikkipitoisuudesta. Nettohapontuottokyky eli NAPP (Net Acid Production Potential) on maksimihapontuottokyvyn (MPA) ja neutralointipotentiaalin (ANC) erotus. (Kauppila ym. 2011, AMIRA International 2002) Kaivannaisjätteen luokittelu hapontuoton perusteella on esitetty taulukossa 5-2 sekä kuvassa 5-1.

Taulukko 5-2. Kaivannaisjätteen luokittelu NAG_{pH}- sekä NAPP-arvojen perusteella (AMIRA International 2002).

NAPP	NAG _{pH}	Luokittelu
< 0	≥ 4,5	Happoa tuottamaton, NAF
> 0	< 4,5	Mahdollisesti happoa tuottava, PAF
> 0	≥ 4,5	Epävarma, UC
< 0	< 4,5	Epävarma, UC



Kuva 5-1. Kaivannaisjätteen luokittelu NAG_{pH}- ja NAPP-arvojen perusteella (AMIRA International 2002).

NAG-testillä voidaan varmentaa kaivannaisjätteen luokittelua happoa tuottaviksi tai happoa tuottamattomiksi jätteiksi. NAG-testissä liukenee sulfidimineraaleja (1–10 %), ensisijaisesti magneettikiisu, mutta myös karbonaatteja, suolamineraaleja ja osittain myös silikaatteja. Hapon muodostuminen (NAG_{pH}-arvo) määräytyy sulfidiliukenevuudesta (riikkihapon tuotto), mutta myös raudan saostumisesta ja alumiinin hydrolysoitumisesta

testin aikana. NAG-testi soveltuu vähän ja runsaasti sulfideja sisältävien kaivannaisjätteiden hapontuoton testaamiseen. Testi tuo esille myös rauta-alumiinisilikaattien hapontuoton (heikkona), mutta voi myös ylikorostaa silikaattirapautumisen hapontuottoa. (Räisänen 2009)

5.2 Analyysitulokset

Kevitsan kaivoksen molemmista rikastushiekkajakeista otettavista kuukausinäytteistä määritetään tarkkailuohjelman mukaisesti rikkipitoisuus, hiilen kokonaispitoisuus, karbonaattisen hiilen ja ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet, hapontuottpotentiaali ja neutralointipotentiaali sekä niiden suhde ABA-testillä. Neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään myös yksivaiheinen NAG-testi rinnakkaisnäytteestä. Vuoden 2022 ABA- ja NAG-testien tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1 sekä soveltuvin osin kuvissa 5-2 ja 5-3. Vuoden 2022 tuloksia on lisäksi vertailtu vuosien 2013–2021 tuloksiin.

Vertailussa on huomioitava, että rikastushiekkajakeiden tarkkailua on tehty vuoden 2015 alusta lähtien nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Aiemmin vuonna 2013 A-rikastushiekan ABA-testi on tehty kuukausinäytteille sekä puolen vuoden kokoomanäytteille ja B-rikastushiekan osalta puolen vuoden kokoomanäytteille. NAG-testi on vuonna 2013 tehty molemmista jakeista puolen vuoden kokoomanäytteille. Vuonna 2014 ABA-testi on tehty molemmista jakeista kuukausinäytteille sekä puolen vuoden kokoomanäytteille ja NAG-testi puolen vuoden kokoomanäytteille. Tulosten vuosikeskiarvot on mahdollisuuksien mukaan laskettu kuukauden kokoomanäytteiden pitoisuuksista ja muilta osin puolen vuoden kokoomanäytteiden tuloksiin perustuen.

5.2.1 ABA-testi

Taulukossa 5-3 on esitetty ABA-testin tulokset vuodelta 2022, ja kuvissa 5-2 sekä 5-3 rikin pitoisuuksien ja NPR-lukujen keskiarvot vuosina 2013–2022. Vuonna 2022 ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet olivat suurelta osin pienempiä kuin laboratorion määritysraja. Määritysrajan alittavien pitoisuuksien osalta mediaanien ja keskiarvojen laskennassa on käytetty määritysraja-arvoa. Tulosten käsittelyssä ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Tuotannon analyysissä (ks. taulukko 3-1) rikastushiekan A rikin vuosikeskiarvopitoisuus (0,89 %) oli hieman korkeampi, mutta samaa suuruusluokkaa kuin velvoitetarkkailun näytteiden keskiarvopitoisuus (0,84 %). Myös tuotannon analyysien painotetut kuukausikeskiarvot (taulukko 3-1) olivat pääosin hieman korkeampia kuin tarkkailuohjelman mukaisten kuukausikokoomanäytteiden tulokset. Rikastushiekan A tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo 0,84 % ylitti ympäristöluvan mukaisen tavoitearvon 0,8 %.

Sekä tuotannon tarkkailussa, että velvoitetarkkailussa rikkipitoisuus määritetään samalla menetelmällä rikki-analysaattorilla (menetelmä 810L). Näytteiden käsittely poikkeaa siten, että velvoitetarkkailun näytteet jauhetaan ennen rikin analysointia, kun taas tuotannon tarkkailun näytteitä ei jauheta. Näytteiden erilainen käsittely voi vaikuttaa tulosten eroavaisuuksiin.

Rikastushiekan A rikkipitoisuus alitti pääosin vuoden 2022 näytteissä ABA-testin kaivannaisjäteluokittelun rikkipitoisuuden happoa tuottavan kivijätteen raja-arvon > 1 % (PAF), tammi- ja helmikuun näyte-eriä lukuun ottamatta, jolloin rikkipitoisuudet olivat 1,32 % ja 1,37 %. Rikkipitoisuudet vaihtelivat muina kuukausina välillä 0,41–0,87 %. ABA-testin NPR-suhdeluvut vaihtelivat välillä 0,98–3,8 ja vuoden 2022 NPR-suhdeluvun keskiarvo oli 1,97. Rikastushiekkaa A luokiteltiin ABA-testin tulosten perusteella kesäkuussa ei-happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (NAF), ja mahdollisesti happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF) kaikkina muina kuukausina. Vuoden 2022 kuukausikokoomanäytteiden keskiarvon ja mediaanin perusteella rikastushiekkaa A luokiteltiin mahdollisesti happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF).

Vuosina 2013–2021 rikastushiekan A rikkipitoisuuksien keskiarvo vaihteli välillä 0,64–0,77 %, vuonna 2022 pitoisuus oli 0,84 %. NPR-lukujen keskiarvo on vaihdellut tarkkailujakson 2013–2022 aikana välillä 1,97–4,52 ja ollut pääosin arvon 3,0 (NAF) yläpuolella, vuosia 2018 (NPR 2,8) ja 2022 (NPR 1,97) lukuun ottamatta. (Kuvat 5-2 ja 5-3).

Rikastushiekkassa B rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2022 14,4 % ja NPR-lukujen kumulatiivinen vuosikeskiarvo oli 0,10. Rikastushiekkaa B luokiteltiin kaikkien kuukausinäytteiden osalta ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF). Rikastushiekan B keskimääräinen rikkipitoisuus oli vuonna 2022 vuosien 2013–2021 vaihteluvälin keskitasoa (15,1 %) matalampi. Vuoden 2022 keskiarvoinen NPR-luku (0,10) oli myös vertailukauden keskiarvon (0,12) alapuolella. (Kuvat 5-2 ja 5-3).

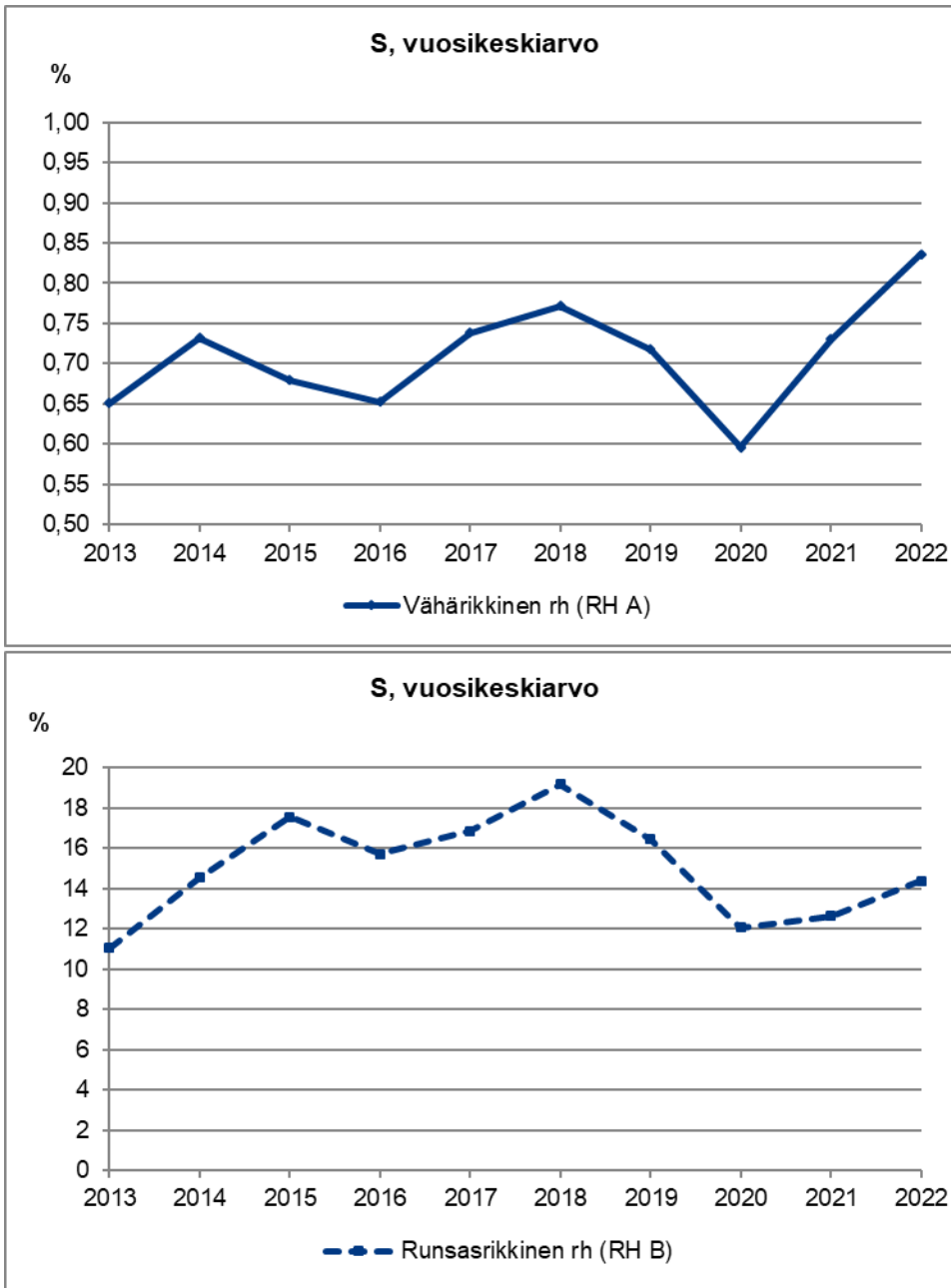
Taulukko 5-3. Rikastushiekkajakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentialien, neutralointipotentiaalien ja NPR-luvut vuonna 2022.

Näyte	S %	C %	C carb %	C non carb %	AP kg CaCO ₃ /t	NP kg CaCO ₃ /t	NPR	luokittelu NAF/PAF
Rikastushiekka A								
Tammikuu	1,32	0,23	0,17	0,06	41,0	47,0	1,10	PAF
Helmikuu	1,37	0,21	0,16	<0,05	43,0	42,0	0,98	
Maaliskuu	0,79	0,22	0,17	0,05	25,0	27,0	1,10	
Huhtikuu	0,80	0,21	0,16	<0,05	25,0	53,0	2,10	
Toukokuu	0,87	0,23	0,18	<0,05	27,0	58,0	2,10	
Kesäkuu	0,41	0,28	0,22	0,06	13,0	43,0	3,40	NAF
Heinäkuu	0,69	0,24	0,19	<0,05	22,0	56,0	2,60	PAF
Elokuu	0,84	0,25	0,20	<0,05	26,0	48,0	1,80	
Syyskuu	0,52	0,31	0,26	<0,05	16,0	45,0	2,80	
Lokakuu	0,77	0,27	0,22	<0,05	24,0	50,0	2,10	
Marraskuu	0,82	0,29	0,24	<0,05	26,0	49,0	1,90	
Joulukuu	0,83	0,29	0,24	0,05	26,0	42,0	1,60	
Minimi	0,41	0,21	0,16	0,05	13,0	27,0	0,98	
Maksimi	1,37	0,31	0,26	0,06	43,0	58,0	3,40	
Mediaani	0,81	0,25	0,20	0,05	25,5	47,5	2,00	PAF
Keskiarvo	0,84	0,25	0,20	0,05	26,2	46,7	1,97	
Rikastushiekka B								
Tammikuu	17,0	0,32	0,27	0,05	530	38,0	0,07	PAF
Helmikuu	20,5	0,16	0,09	0,07	640	28,0	0,04	
Maaliskuu	9,8	0,34	0,27	0,07	310	36,0	0,12	
Huhtikuu	12,4	0,36	0,30	0,06	390	49,0	0,13	
Toukokuu	13,7	0,29	0,23	0,06	430	46,0	0,11	
Kesäkuu	9,6	0,42	0,34	0,08	300	54,0	0,18	
Heinäkuu	15,4	0,26	0,19	0,07	480	37,0	0,08	
Elokuu	18,4	0,28	0,22	0,06	570	29,0	0,05	
Syyskuu	13,4	0,36	0,26	0,10	420	42,0	0,10	
Lokakuu	14,4	0,29	0,24	0,05	450	38,0	0,08	
Marraskuu	12,3	0,32	0,27	0,05	380	46,0	0,12	
Joulukuu	15,8	0,34	0,29	0,05	490	34,0	0,07	
Minimi	9,6	0,16	0,09	0,05	300	28,0	0,04	
Maksimi	20,5	0,42	0,34	0,10	640	54,0	0,18	
Mediaani	14,1	0,32	0,27	0,06	440	38,0	0,09	PAF
Keskiarvo	14,4	0,31	0,25	0,06	449	39,8	0,10	

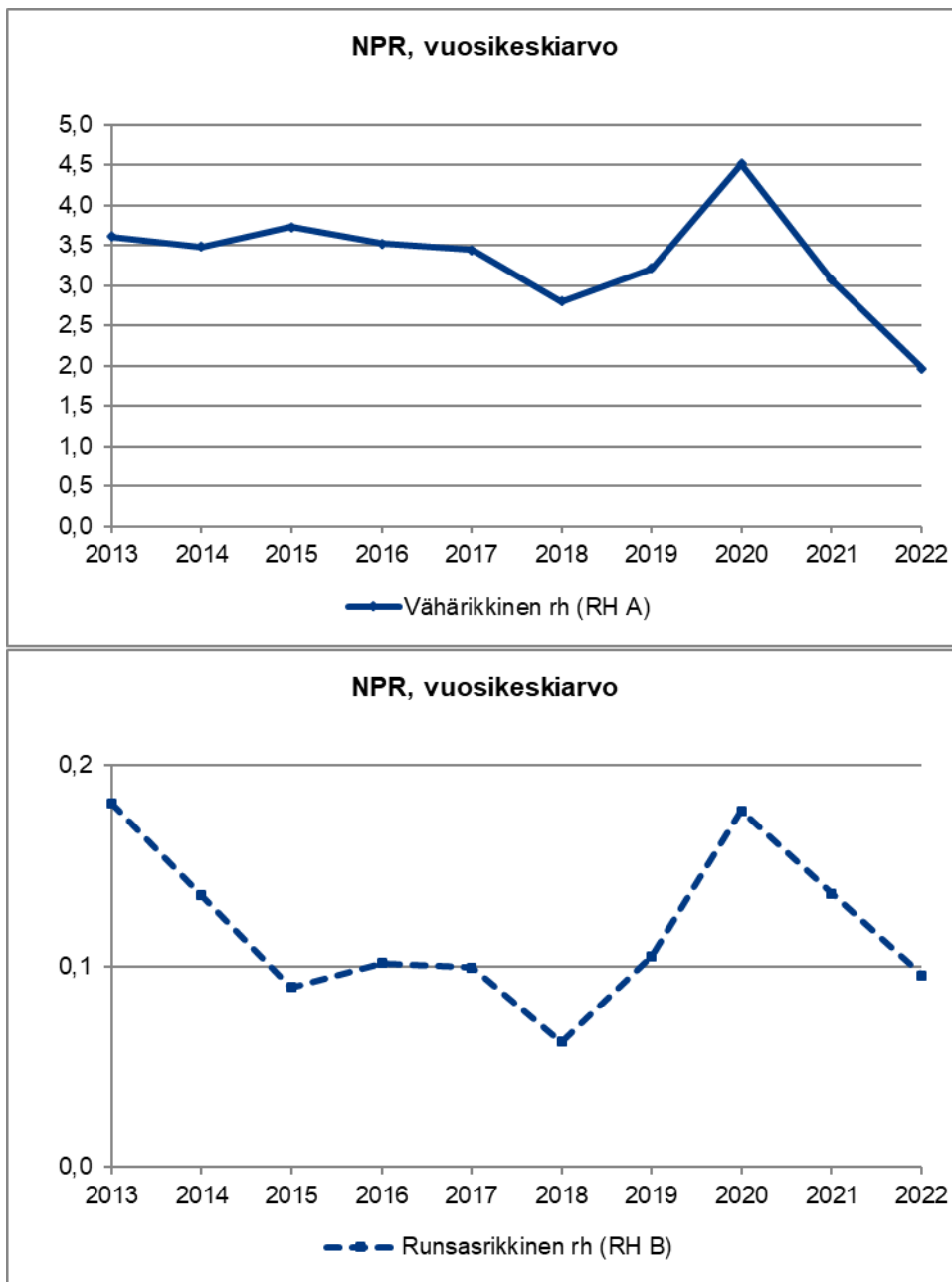
Laskennassa laboratorion määrittämissä rajat ylittävät tulokset on huomioitu arvona 1 x määrittämissä rajat.

NPR laskettu raja-arvon alittaville arvoille NP/AP.

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia. Määrittämissä rajat ylittävien pitoisuuksien osalta mediaanien ja keskiarvojen laskennassa on käytetty määrittämissä rajat.



Kuva 5-2. Rikkipitoisuuksien keskiarvot rikastushiekkajakeissa vuosina 2013–2022.



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot rikastushiekkajakeissa vuosina 2013–2022.

5.2.2 NAG-testi

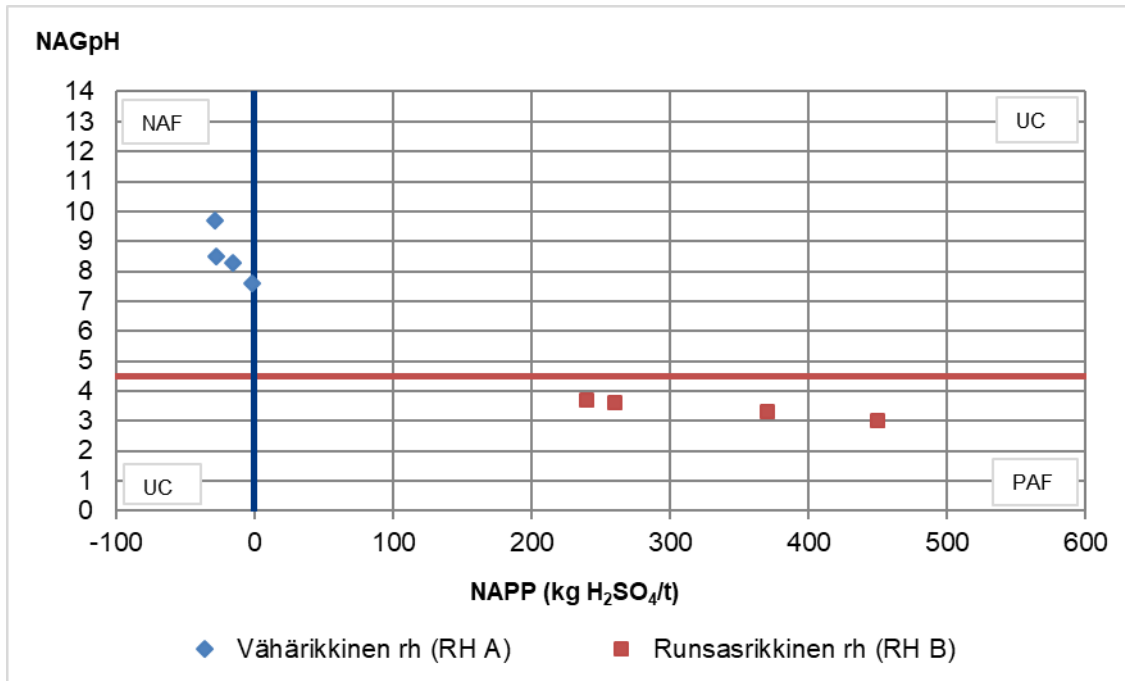
Taulukossa 5-4 on esitetty rikastushiekkajakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset (NAG_{pH}) vuodelta 2022. Taulukossa on esitetty myös neutralointikapasiteetin (ANC), maksimihapontuottopotentiaalin (MPA) sekä nettohapontuottokyvyn (NAPP) tulokset. Lisäksi taulukossa on esitetty jätejakeen luokittelu joko happoa tuottamattomaksi (NAF) tai mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). NAPP-arvot laskettiin manuaalisesti kaavalla $NAPP = MPA - ANC$, koska laboratorion tutkimustulosteissa käytettiin minimiarvoa $< 0,3$ kaikille sen alittaville tuloksille.

Taulukko 5-4. Rikastushiekkajakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimihapontuottopotentiaalin sekä nettohapontuottokyvyn arvot ja luokittelu vuonna 2022.

Näyte	NAG _{pH} pH	ANC kg H ₂ SO ₄ /t	MPA kg H ₂ SO ₄ /t	NAPP kg H ₂ SO ₄ /t	luokittelu NAF/PAF
Vähärikkinen rh (RH A)					
Tammikuu		46	40	-6	
Helmikuu		41	42	0,8	
Maaliskuu	7,6	26	24	-2	NAF
Huhtikuu		52	24	-28	
Toukokuu		57	27	-30	
Kesäkuu	9,7	42	13	-29	NAF
Heinäkuu		55	21	-34	
Elokuu		47	26	-21	
Syyskuu	8,5	44	16	-28	NAF
Lokakuu		49	24	-25	
Marraskuu		48	25	-23	
Joulukuu	8,3	41	25	-16	NAF
Runsasrikkinen rh (RH B)					
Tammikuu		37	520	480	
Helmikuu		27	630	600	
Maaliskuu	3,6	35	300	260	PAF
Huhtikuu		48	380	330	
Toukokuu		45	420	380	
Kesäkuu	3,7	53	290	240	PAF
Heinäkuu		36	470	440	
Elokuu		28	560	530	
Syyskuu	3,3	41	410	370	PAF
Lokakuu		37	440	400	
Marraskuu		45	380	330	
Joulukuu	3,0	33	480	450	PAF

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

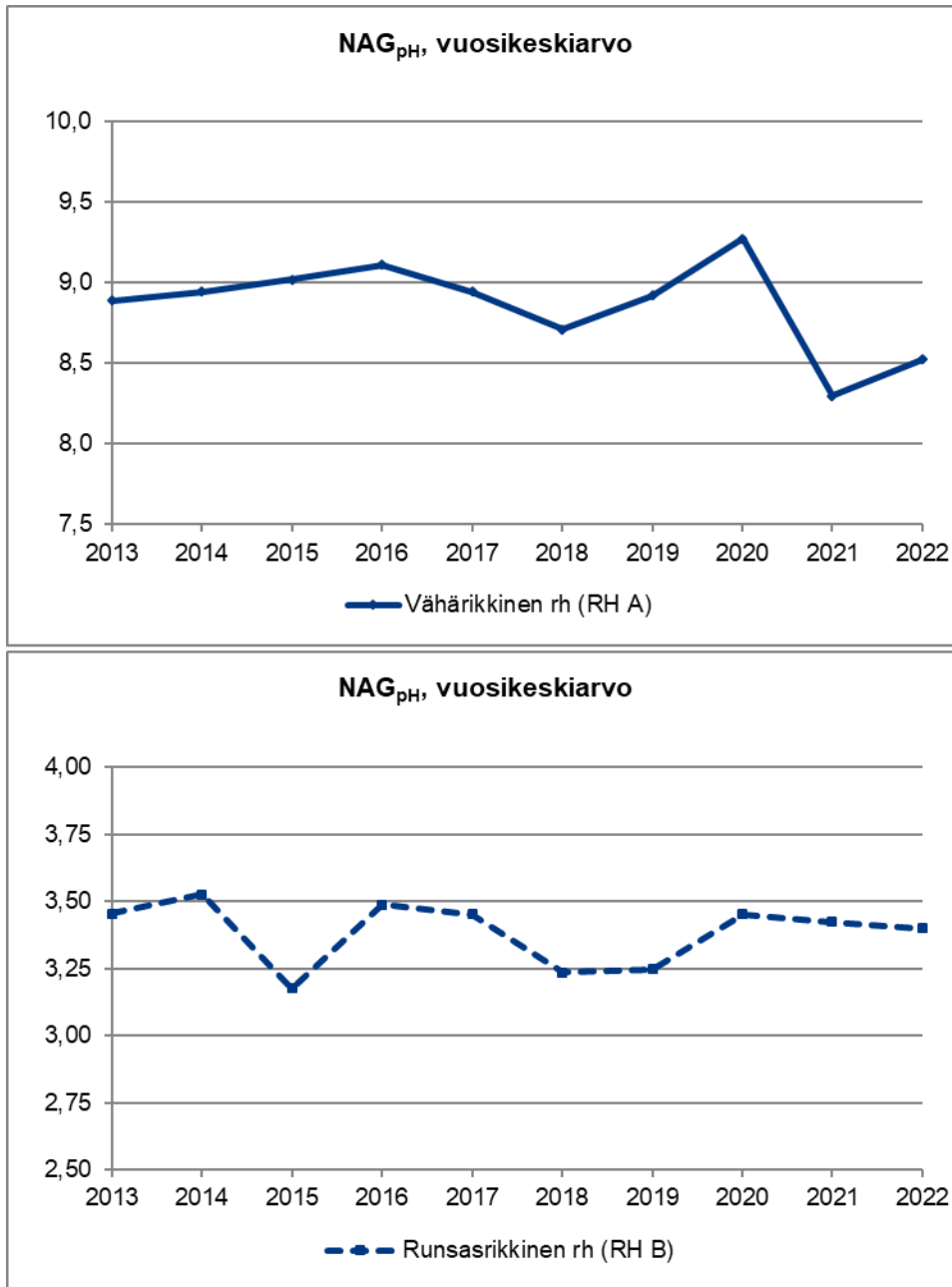
Rikastushiekasta A otetut näytteet (maalis-, kesä-, syys- ja joulukuu) luokitellaan NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella happoa tuottamattomiksi eli luokkaan NAF (taulukko 5-4, kuva 5-4). Rikastushiekka B puolestaan luokitellaan happoa tuottavaksi jätteeksi eli luokkaan PAF. Kuukausinäytteistä, joista ei ole määritetty NAG_{pH} -arvoja ei voida luokitella pH-arvojen puuttuessa, tai ne luokituvat epävarmaksi (UC). Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP- NAG_{pH} -vertailu vuoden 2022 rikastushiekkajakeiden osalta.



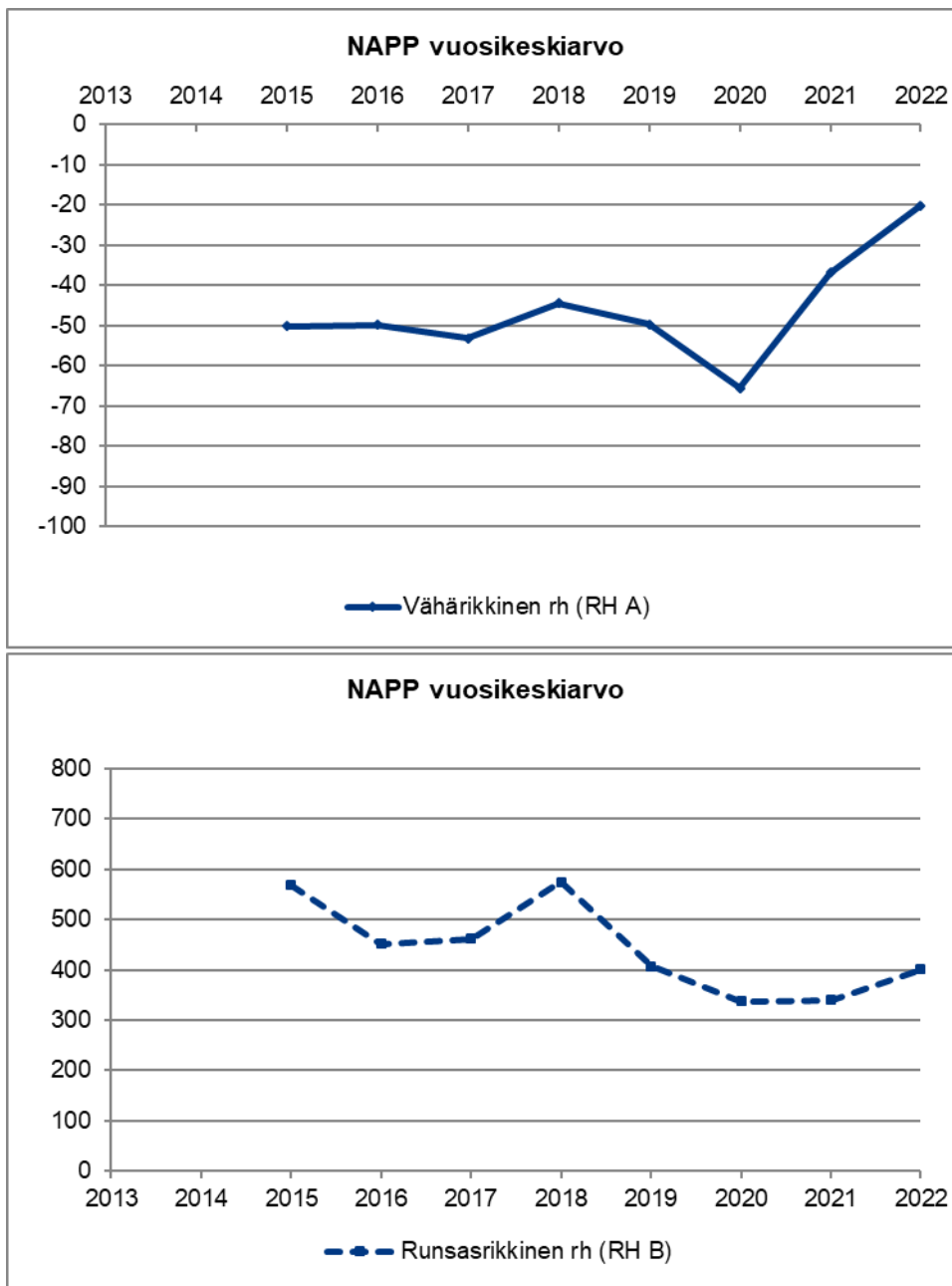
Kuva 5-4. Vuonna 2022 rikastushiekkajakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Runsasrikkisen rikastushiekkajakeen B NAG_{pH}-keskiarvot ovat olleet suurin piirtein samaa tasoa vuosina 2013–2022 (kuva 5-5). Vähärikkisen rikastushiekkajakeen A NAG_{pH}-arvot ovat pysyneet vuosina 2013–2020 tasolla 8,7–9,3, laskien vuonna 2021 arvoon 8,3, joka oli seurantahistorian alhaisin. Vuonna 2022 NAG_{pH}-arvo 8,5 oli edelleen keskimääräistä matalampaa tasoa. Selvästi laskevaa tai nousevaa trendiä ei ole havaittavissa kummankaan rikastushiekkajakeen osalta.

Vähärikkisen A-rikastushiekkajakeen nettohapontuottokyvyn (NAPP) vuosikeskiarvo oli vuonna 2022 edelleen negatiivinen (NAPP -20). NAPP-vuosikeskiarvot ovat olleet vuosien 2015–2021 aikana keskimäärin tasoa -50. Vuosikeskiarvoissa voidaan havaita nousua vuosien 2021 ja 2022 aikana ja NAPP oli vuonna 2022 aikaisempaa korkeammalla tasolla. Runsasrikkisen rikastushiekan B vuosikeskiarvo oli puolestaan vuonna 2022 laskussa (NAPP +401). NAPP-keskiarvot ovat olleet tarkkailujakson aikana keskimäärin tasoa +449. NAPP-vuosikeskiarvoissa on havaittavissa pidempiaikaista laskevaa suuntausta rikastushiekkajakeen B:n osalta (kuva 5-6).



Kuva 5-5. NAG_{pH} –keskiarvot vuosina 2013–2022. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.



Kuva 5-6. Nettohapontuottokyvyn keskiarvot vuosina 2015–2022. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Vuoden 2022 alusta lähtien rikastushiekkajakeista on otettu v. 2020 tarkkailuohjelman mukaisesti näytteitä kuukausittain ja näytteistä on määritetty tarkkailuohjelman mukaiset parametrit. Rikastushiekkajakeiden kokonaispitoisuuksia on määritetty tuotannon tarkkailun yhteydessä, minkä lisäksi kokonaispitoisuuksia on määritetty tarkkailuohjelman mukaisesti.

Rikastushiekkajakeiden hapontuottokyky on määritetty kahden eri menetelmän avulla. Vuonna 2022 rikastushiekka A voitiin luokitella ei-happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (NAF) NAG-testin tulosten perusteella, mutta ABA-testin perusteella jae luokitui mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). Rikastushiekka B puolestaan luokiteltiin molempien testien perusteella happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF).

Vuosina 2013–2017 ja 2019 rikastushiekka A on luokitunut vuoden keskimääräisen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun perusteella luokkaan NAF ja vuonna 2018 luokkaan PAF. Vuonna 2018 tehdyn NAG-testin perusteella rikastushiekka A luokiteltiin luokkaan NAF. Vuosina 2020–2021 rikastushiekka A on luokitunut molempien testien perusteella happoa tuottamattomaksi (NAF). Vuonna 2022 rikastushiekka A luokitui ABA-testin perusteella luokkaan PAF ja NAG-testin perusteella luokkaan NAF. NAG-testillä voidaan tarkentaa erityisesti sellaisten kaivannaisjätteiden hapontuottokykyä, joiden NPR-luku on < 1 tai 1–3, kuten Kevitsan rikastushiekan A tapauksessa.

Tarkkailutulosten perusteella rikastushiekkajakeiden laatu on vuonna 2022 otettujen ja tutkittujen kuukausinäytteiden perusteella ollut pääosin samalla tasolla koko vuoden ajan, lukuun ottamatta tammi- ja helmikuun näyte-eriä, jotka olivat tavanomaista rikkipitoisempia. Tarkasteluajanjakson 2013–2022 tuloksissa ei ole pääosin havaittavissa huomattavia eroja, mutta rikastushiekka A luokituu ABA-testien perusteella välillä joko NAF- tai PAF-luokkaan, joten NAG-testin käyttö on perusteltua tarkentamaan jakeen hapontuottokykyä. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin arvioida, ettei rikastushiekkajakeiden ominaisuuksiin liity olennaisia epävarmuuksia. Tuotannon tarkkailun tulokset osaltaan varmentavat tarkkailun perusteella tehtyjä tulkintoja.

Mahdollista näytteenkäsittelyn vaikutusta rikkipitoisuuksien eroihin tuotannon tarkkailussa ja tarkkailuohjelman mukaisessa tarkkailussa on selvitetty ja havaittu, että näytteen partikkelikoko vaikuttaa rikkipitoisuuteen. Tuotannon tarkkailun näytteet analysoidaan Eurofins Labtiumin Sodankylän laboratoriossa, jossa niitä ei jauheta ennen analyysia. Tarkkailuohjelman mukaiset kokoomänäytteet taas analysoidaan Eurofins Ahma Oy Oulun laboratoriossa, jossa ne jauhetaan ennen analysointia.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET

Kevitsan kaivoksen rikastushiekkajakeiden tarkkailua suoritettiin voimassa olevan tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailulla varmistetaan rikastushiekkajakeiden laatu- ja ympäristöominaisuudet.

Rikastushiekka A

Rikastushiekkassa A kromin, kuparin, nikkelin, raudan ja magnesiumin pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kaikissa vuonna 2022 otetuissa ja tutkituissa näytteissä ja pitoisuusvaihtelut olivat vähäisiä eri näyte-erien välillä. Kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä.

Rikastushiekan A keskimääräisissä metallipitoisuuksissa oli havaittavissa muutoksia tarkkailujaksoon 2013–2021 verrattuna. Vuoden keskimääräinen kromipitoisuus oli aiempia vuosia korkeammalla tasolla. Muiden alkuaineiden kokonaispitoisuuksissa havaittiin laskua, pitoisuuksien ollessa vuonna 2022 alimmalla havaitulla tasolla koko tarkkailujakson aikana.

Tuotannon analyysissä rikkipitoisuudet ovat olleet hieman alhaisempia kuin tarkkailuohjelman mukaisissa näytteissä, mutta vuonna 2022 tuotannon tarkkailun rikkipitoisuuden kumulatiivinen vuosikeskiarvo 0,89 % oli

korkeampi kuin tarkkailuohjelman mukaisesti määritetyn rikkipitoisuuden vuosikeskiarvo 0,84 %. On kuitenkin todettu, että erilaisella näytteenkäsittelyllä ja partikkelikoolla on vaikutusta rikkipitoisuuksien eroihin. Tarkkailujaksolla 2013–2021 rikastushiekan A rikkipitoisuuksien keskiarvo on pysytellyt suurin piirtein samalla tasolla ja NPR-lukujen keskiarvo vaihdellut hieman. Vuonna 2022 rikkipitoisuus nousi tarkkailujaksoa korkeammalle tasolle ja NPR-luku laski aikaisempia vuosia alemmalle tasolle. Vuonna 2022 rikastushiekan A tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo 0,84 % ylitti ympäristöluvun mukaisen tavoitearvon 0,8 %.

Rikastushiekka A luokiteltiin mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF) kaivannaisjätteeksi ABA-testin keskimääräisen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun perusteella. NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella rikastushiekan A kokoomanäytteet luokiteltiin kuitenkin happoa tuottamattomiksi (NAF). Lähes kaikissa tutkituissa näytteissä NAG_{pH} -arvot olivat $> 4,5$ ja NAPP-arvot negatiivisia (helmikuussa NAPP +1). Alkuvuoden näyte-erät olivat kuitenkin tavanomaista rikkipitoisempia (tammi- ja helmi) ja näyte-erien NAPP-arvot olivat tuolloin nollan molemmiin puolin (tammi-, helmi- ja maaliskuu). A-rikastushiekan NAG_{pH} -vuosikeskiarvot ovat olleet keskimäärin samankaltaisia vuosina 2013–2021. Vuonna 2022 NAG_{pH} -arvo oli lievästi vaihteluvälin keskitason alapuolella, nousten hieman vuoden 2021 tasosta.

B-rikastushiekka

Rikastushiekassa B kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen ylemmät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä. Vuoden keskimääräinen kromipitoisuus oli nousussa tarkkailuvuosiin 2013–2021 verrattuna. Muissa alkuaineiden kokonaispitoisuuksissa havaittiin laskua vuodesta 2021 ja pitoisuudet olivat joko tarkkailujakson vaihteluvälin alaosassa tai alimmalla havaitulla tasolla.

Rikastushiekassa B tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo oli 14,4 % ja NPR-lukujen keskiarvo 0,10. Tulosten perusteella rikastushiekka B luokitellaan happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF). Vuonna 2022 keskimääräinen rikkipitoisuus ja NPR-luku olivat hieman vuosien 2013–2021 vaihteluvälin keskitason alapuolella. Myös NAG-testin tulosten perusteella rikastushiekka voitiin luokitella vuonna 2022 happoa tuottavaksi jätteeksi luokkaan PAF. Rikastushiekan B NAG_{pH} -keskiarvot ovat olleet suurin piirtein samaa tasoa vuosina 2013–2022.

Jatkotoimenpiteet

Vuonna 2021 päivitettyssä tarkkailuohjelmassa ei ole esitetty muutoksia rikastushiekkajakeiden tarkkailuun.

VIITTEET

- AMIRA International (2002) ARD Test Handbook. Project P387A Prediction & Kinetic Control of Acid Mine Drainage. Ian Wark Research Institute 2002. Moniste 42 s.
- Kauppila P., Räisänen M-L., Myllyoja S. (2011) Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt, Suomen ympäristö 29/2011. Helsinki 2011.
- Ramboll Finland Oy (2015) Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. Täydennetty 2.10.2015 ja päivitetty 20.6.2017. Moniste 109 s.
- Ramboll Finland Oy (2020) Boliden Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. Päiväty 19.11.2020, 144 s.
- Räisänen M-L. (2009) Kaivannaisjätteiden geokemiallinen karakterisointi – lyhyt- ja pitkäaikaisten muutosten arviointi. Kaivannaisalan ympäristöpäivät 15.-16.9.2009, Lappeenranta.
- Ympäristöministeriö (2007) Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. PIMA-asetus. Voimaantulo 01.06.2007. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>
- Ympäristöministeriö (2013) Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä 190/2013. Voimaantulo 01.05.2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2013/20130190>

LIITTEET

Analytical method & description	Analysointi pvm.	Kromi (Cr) - YB0D4	Kupari (Cu) - YB0DM	Rauta (Fe) - YB0DR	Magnesium (Mg) - YB0DN	Nikkeli (Ni) - YB0D7	Rikin määräytys rikkianalysaattorilla [810L] - GQKS1	Sulfidisen rikin määräytys (polto 810 °C) [810Ls] - GQKS0	Hiilen määräytys hiilianalysaattorilla [811L] - GQKC0	C karb ja C ei karb määräytys [816L] - GQKCC	C karb ja C ei karb määräytys [816L] - GQKCC	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB
Parameter		Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *	S *	Sulfidinen S *	Kokonaishiili TC *	C carb	C non carb	NAGpH	Sähkönjohtavuus	NAG (pH 4.5)	NAG (pH 7.0)	AP	NP	NNP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Detection Limit		2	2	30	20	1	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05					0,32				0,3	0,3	
Unit		mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	%	%	%	%	%	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Rikastushiekka A 1_2022	25.2.2022						1,32		0,23	0,17	0,06					41	47	5,8	1,1	46	40	-6
Rikastushiekka A 2_2022	28.3.2022						1,37		0,21	0,16	<0,05					43	42	-1,0	0,98	41	42	0,8
Rikastushiekka A 3_2022	18.5.2022	650	380	49000	47000	640	0,79		0,22	0,17	0,05	7,6	31,3	Ei tulosta	Ei tulosta	25	27	2,3	1,1	26	24	-2
Rikastushiekka A 4_2022	20.6.2022						0,8		0,21	0,16	<0,05					25	53	28	2,1	52	24	-28
Rikastushiekka A 5_2022	20.6.2022						0,87		0,23	0,18	<0,05					27	58	31	2,1	57	27	-30
Rikastushiekka A_6_2022	7.9.2022	740	320	42000	48000	720	0,41		0,28	0,22	0,06	9,7	23,5	Ei tulosta	Ei tulosta	13	43	30	3,4	42	13	-29
Rikastushiekka A_7_2022	7.9.2022						0,69		0,24	0,19	<0,05					22	56	34	2,6	55	21	-34
Rikastushiekka A_8_2022	16.11.2022						0,84		0,25	0,2	<0,05					26	48	22	1,8	47	26	-21
Rikastushiekka A_9_2022	16.11.2022	640	250	41000	43000	690	0,52	0,24	0,31	0,26	<0,05	8,5	29,2	0	0	16	45	29	2,8	44	16	-28
Rikastushiekka A_10_2022	16.11.2022						0,77		0,27	0,22	<0,05					24	50	26	2,1	49	24	-25
Rikastushiekka A_11_2022	16.1.2023						0,82		0,29	0,24	<0,05					26	49	23	1,9	48	25	-23
Rikastushiekka A_12_2022	16.1.2023	810	360	48000	48000	720	0,83		0,29	0,24	0,05	8,3	36,3	ei tulosta	ei tulosta	26	42	16	1,6	41	25	-16
Rikastushiekka B 1_2022	25.2.2022						17,02		0,32	0,27	0,05					530	38	-492	0,07	37	520	480
Rikastushiekka B 2_2022	28.3.2022						20,51		0,16	0,09	0,07					640	28	-612	0,04	27	630	600
Rikastushiekka B 3_2022	18.5.2022	560	1900	180000	36000	6500	9,8		0,34	0,27	0,07	3,6	163	6,4	37	310	36	-274	0,12	35	300	260
Rikastushiekka B 4_2022	20.6.2022						12,42		0,36	0,3	0,06					390	49	-341	0,13	48	380	330
Rikastushiekka B 5_2022	20.6.2022						13,74		0,29	0,23	0,06					430	46	-384	0,11	45	420	380
Rikastushiekka B_6_2022	7.9.2022	580	3100	180000	40000	13000	9,63		0,42	0,34	0,08	3,7	166	11	24	300	54	-246	0,18	53	290	240
Rikastushiekka B_7_2022	7.9.2022						15,42		0,26	0,19	0,07					480	37	-443	0,08	36	470	440
Rikastushiekka B_8_2022	16.11.2022						18,37		0,28	0,22	0,06					570	29	-541	0,05	28	560	530
Rikastushiekka B_9_2022	16.11.2022	560	2300	240000	33000	11000	13,37	11,92	0,36	0,26	0,1	3,3	200	11	53	420	42	-378	0,1	41	410	370
Rikastushiekka B_10_2022	16.11.2022						14,36		0,29	0,24	0,05					450	38	-412	0,08	37	440	400
Rikastushiekka B_11_2022	16.1.2023						12,26		0,32	0,27	0,05					380	46	-334	0,12	45	380	330
Rikastushiekka B_12_2022	16.1.2023	540	2100	260000	30000	6600	15,81		0,34	0,29	0,05	3	219	10	62	490	34	-456	0,07	33	480	450

Analyysimenetelmät:

YB0xx	Multi-element analysis by ICP-OES, SFS-EN ISO 11885:2009; EPA3051A
810L(s) *:	Analysis of S by combustion technique
811L *:	Analysis of C by combustion technique
816L:	Determination of C carb and C non carb by combustion technique
826T1:	Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002
827T:	ABA test