

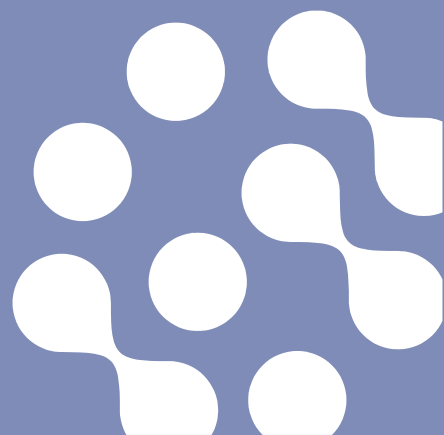


Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 10727
27.2.2020

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

RIKASTUSHIEKKAJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2019



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, RIKASTUSHIEKKAJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2019

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	9
5.2	ANALYYSITULOKSET	11
5.2.1	ABA-testi	11
5.2.2	NAG-testi	14
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU.....	17
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET	17
	VIITTEET	19
	LIITTEET	20

LIITTEET

Liite 1. Rikastushiekkajakeiden analyysitulokset, 2019

27.2.2019

Eurofins Ahma Oy

Olli-Pekka Vieltojärvi
Projektipäällikkö

Laura Kempainen,
DI ympäristötekniikka (tekijä)

Yhteystiedot

Teollisuustie 6
96320 ROVANIEMI
Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi
www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksen rikastusprosessissa muodostuu kahdenlaista rikastusjätettä eli rikastushiekkaa. Rikastushiekka A (vähärikkinen rikastushiekka) on vaahdotusvaiheiden rikastusjätettä ja se sijoitetaan rikastushiekka-altaalle A. Rikastushiekka B (runsasrikkinen 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 2019 rikastushiekkaa A pumpattiin rikastushiekka-altaalle 7,3 Mt ja rikastushiekkaa B 0,07 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 tarkkailuohjelman mukaisella tarkkailulla (Ramboll Finland Oy 2015) varmistetaan tuotannon ohjaus sekä rikastushiekan ympäristökelpoisuus.

Rikastushiekka-altaalle johtavissa putkissa on näytteenottimet, joilla kerätään näytettä automaattisesti 10–15 minuutin välein ja joista muodostuu kokoomanäytteet 12 tunnin jaksoissa 2 kertaa vuorokaudessa. Molemmista 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 laboratorioissa viikkokokoomanäytteet. Viikkonäytteet palautetaan kaivoksen rikastuslaboratorioon, jossa näytteistä tehdään kuukausikokoomanäytteet. Kuukausikokoomanäytteet toimitetaan edelleen laboratorioon tutkittaviksi.

Vuonna 2019 kuukausinäytteet otettiin molemmista rikastushiekkajakeista tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Määritykset tehtiin Eurofins Labtium Oy:n Kuopion laboratorioissa. Laboratoriotutkimusten testausselostet 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 laboratorioissa. Taulukossa 3-1 on esitetty tuotannon tarkkailun tuotantomäärillä painotetut kuukausi- ja vuosikeskiarvopitoisuudet vuodelta 2019. 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 ovat vuoden 2019 aikana vaihdelleet välillä 0,53–0,96 %. Vuosikeskiarvo oli 0,68 % eli alle lupamääräyksen tavoitepitoisuuden. Rikastushiekan B rikkipitoisuus oli vuosikeskiarvona 17,0 %.

Taulukko 3-1. Rikastushiekkajakeiden tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2019.

	Rikastushiekka A				Rikastushiekka B			
	Kuukausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo	Kuukausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo
	Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)	Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)
Tammikuu	0.04	0.10	0.75	0.75	0.29	2.1	20.8	20.8
Helmikuu	0.04	0.09	0.96	0.84	0.27	1.7	22.0	21.6
Maaliskuu	0.04	0.09	0.76	0.81	0.23	1.5	19.0	20.2
Huhtikuu	0.04	0.08	0.62	0.77	0.26	1.2	17.0	19.2
Toukokuu	0.04	0.08	0.79	0.77	0.29	1.3	18.8	19.1
Kesäkuu	0.04	0.08	0.63	0.75	0.46	1.5	22.6	19.7
Heinäkuu	0.04	0.09	0.63	0.73	0.32	1.3	15.3	18.8
Elokuu	0.04	0.09	0.63	0.72	0.35	1.6	14.6	18.2
Syyskuu	0.04	0.10	0.64	0.71	0.34	1.5	14.8	17.8
Lokakuu	0.05	0.09	0.63	0.70	0.58	1.2	11.4	17.2
Marraskuu	0.04	0.07	0.62	0.69	1.09	4.0	19.6	17.2
Joulukuu	0.05	0.09	0.53	0.68	0.50	1.4	14.1	17.0

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 2019 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 2019 sekä PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot.

Alkuaine		Vähärikkinen rikastushiekka (RH A)				PIMA-asetus		
		Maaliskuu	Kesäkuu	Syyskuu	Joulukuu	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	516	433	431	575	100	200	300
Cu	mg/kg	382	396	451	490	100	150	200
Ni	mg/kg	895	755	986	896	50	100	150
Fe	mg/kg	52100	51500	55000	46600	-	-	-
Mg	mg/kg	46700	51300	62200	46200	-	-	-

Alkuaine		Runsasrikkinen rikastushiekka (RH B)				PIMA-asetus		
		Maaliskuu	Kesäkuu	Syyskuu	Joulukuu	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	378	356	371	454	100	200	300
Cu	mg/kg	2320	3040	3340	5000	100	150	200
Ni	mg/kg	14200	10800	15200	13000	50	100	150
Fe	mg/kg	316000	279000	283000	255000	-	-	-
Mg	mg/kg	25100	30500	34700	28500	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Rikastushiekan A osalta kaikkien metallien pitoisuustasot vaihtelivat jonkin verran, mutta pysyivät samassa suuruusluokassa koko vuoden 2019 ajan. Kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä.

Samankaltaista pitoisuustasojen vaihtelua esiintyi myös rikastushiekasta B otetuissa näytteissä kaikkien analysoitujen metallien osalta. Myös rikastushiekassa B kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen ylempät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä.

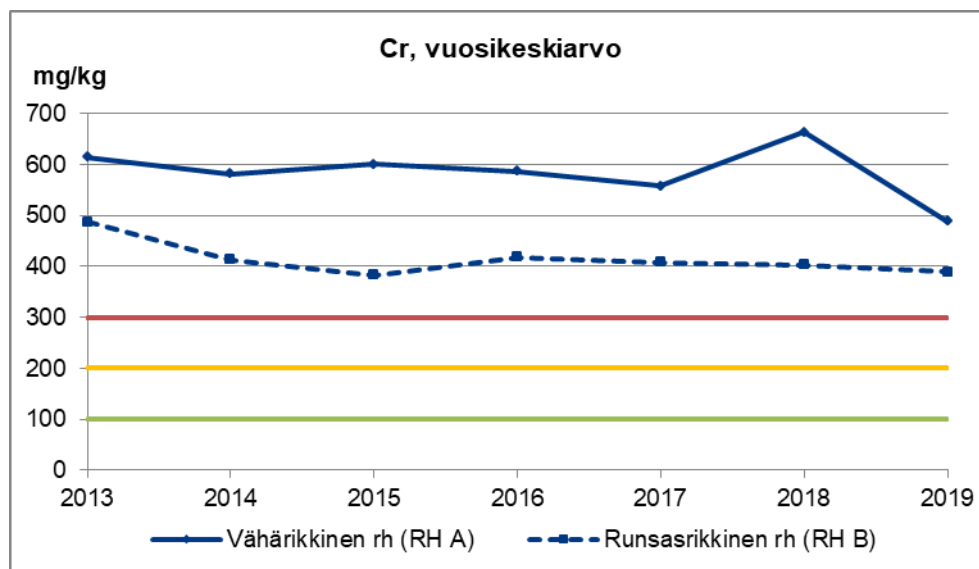
Tuotannon tarkkailun yhteydessä todetut kuparin ja nikkelin pitoisuudet (ks. taulukko 3-1) olivat rikastushiekan A osalta maaliskuu-, kesä-, syys ja joulukuussa hyvin samaa tasoa kuin Kuopion laboratoriossa mitatut pitoisuudet.

Myös rikastushiekan B osalta Sodankylän ja Kuopion laboratorioden nikkeli- ja kuparimääritysten tulosten erot olivat pieniä lukuunottamatta kesäkuun näytettä, jonka kuparipitoisuudeksi saatiin Sodankylän laboratoriossa n. 52 % ja nikkelpitoisuudeksi n. 41 % korkeampi tulos kuin Kuopion laboratoriossa.

Kuvissa 4-1...4-5 on esitetty rikastushiekkajakeiden metallien kokonaispitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. 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.

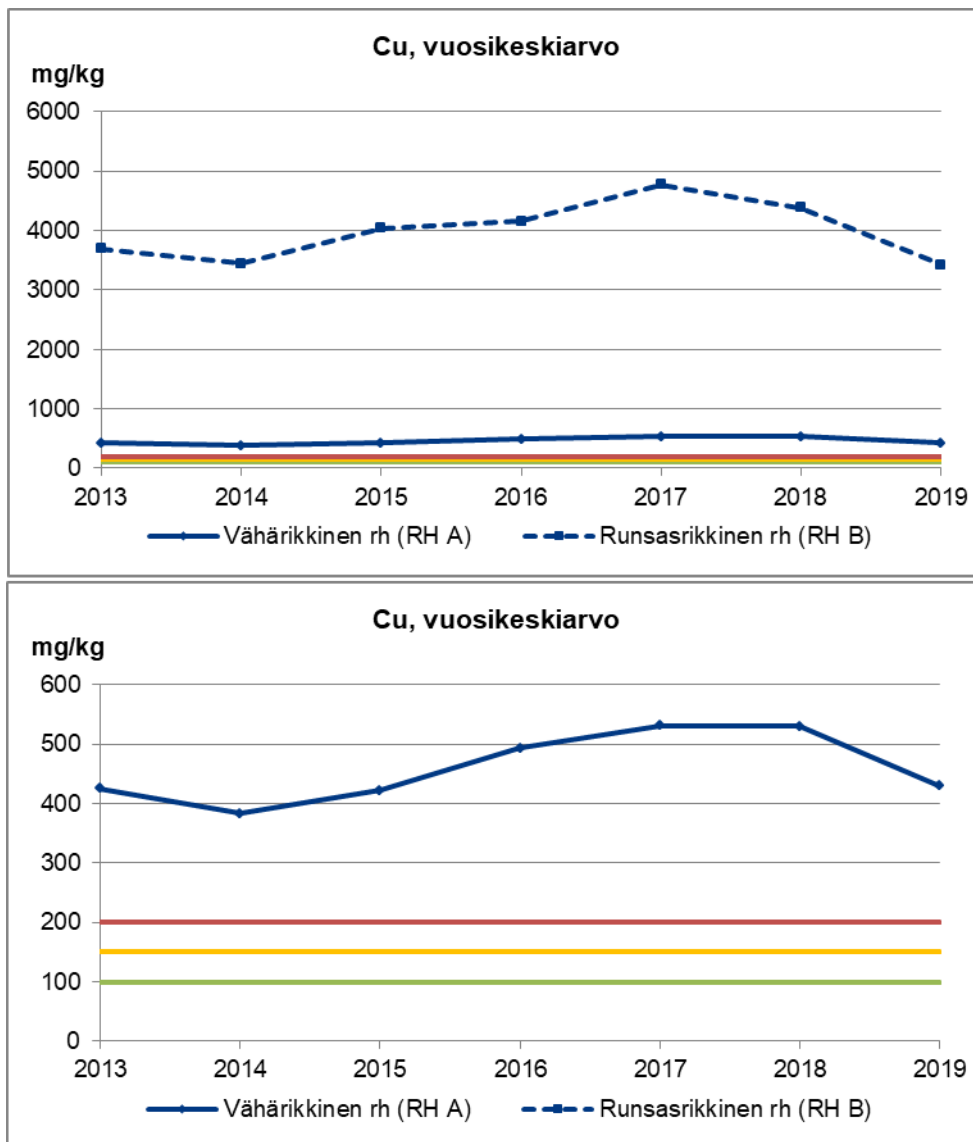
Eri vuosien tulosten vertailussa on huomattavaa, että rikastushiekkajakeiden tarkkailua on muutettu vuoden 2015 alussa. Vuonna 2013 pitoisuudet on tutkittu puolen vuoden kokoomanäytteistä. Vuonna 2014 pitoisuudet on määritetty kuukausittain ja lisäksi on muodostettu puolen vuoden kokoomanäytteet. Vuoden 2014 keskiarvopitoisuudet on laskettu kuukauden kokoomanäytteiden tuloksista. Vuosina 2015–2019 kokonaispitoisuudet on määritetty edellä kuvatun mukaisesti neljännesvuosittain.

Kromin keskiarvopitoisuus on pysytellyt likimain samalla tasolla rikastushiekassa B koko jakson 2013-2019 ajan (kuva 4-1). Rikastushiekassa A keskimääräinen kromipitoisuus vuonna 2019 laski jonkin verran vuosien 2013-2018 tasosta. Kromin keskiarvopitoisuudet ovat olleet rikastushiekassa A korkeampia kuin rikastushiekassa B.



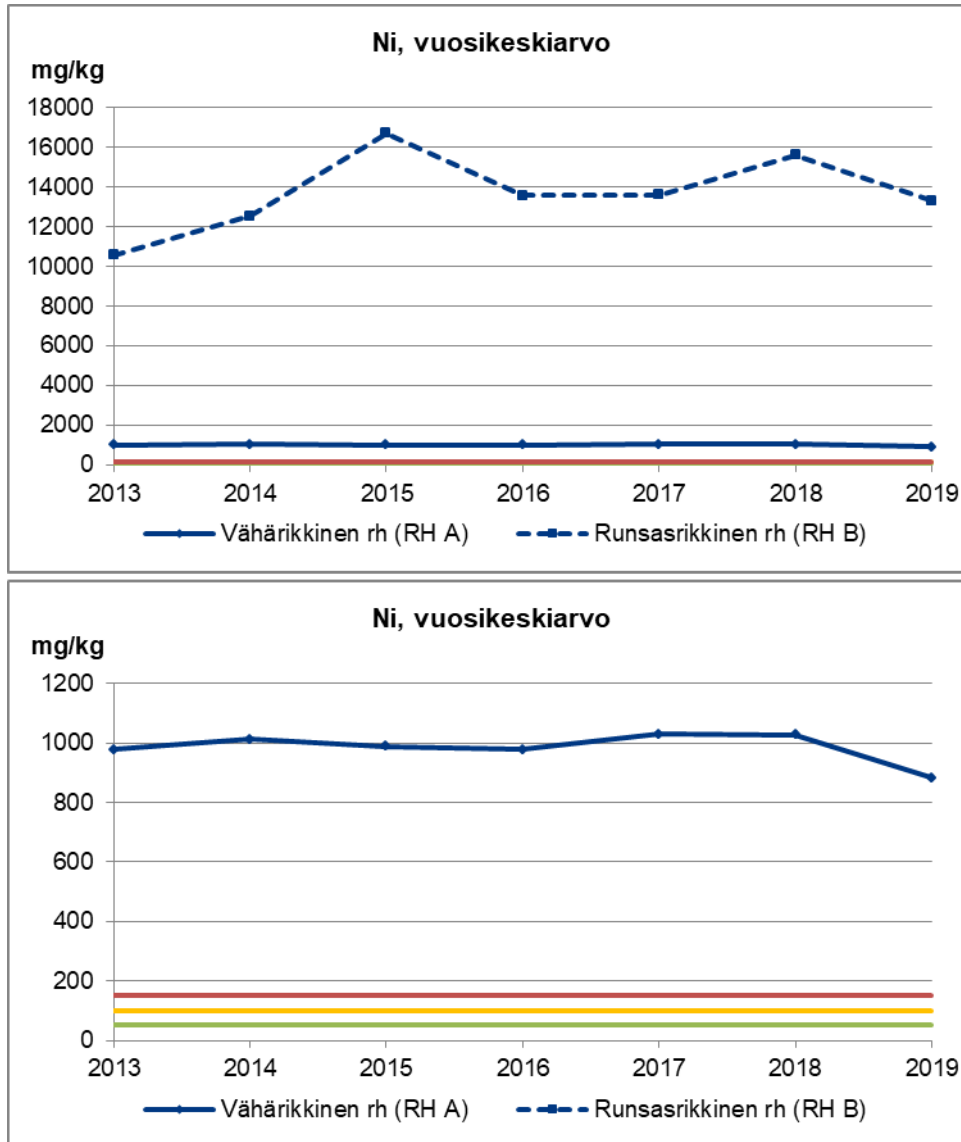
Kuva 4-1. Rikastushiekkajakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Kuparin keskiarvopitoisuus kohosi rikastushiekassa B vuosina 2015-2017, mutta kääntyi laskuun vuonna 2018 ja oli myös vuonna 2019 edellisvuotta alhaisempi (kuva 4-2). Rikastushiekassa A kuparin keskiarvopitoisuus nousi vuosina 2016-2017, tasoittui vuonna 2018 ja kääntyi laskuun vuonna 2019. Kuparipitoisuus on rikastushiekassa B selvästi korkeampi kuin rikastushiekassa A, ja vuonna 2019 keskimääräinen kuparipitoisuus oli rikastushiekassa B noin 8-kertainen rikastushiekkaan A verrattuna.



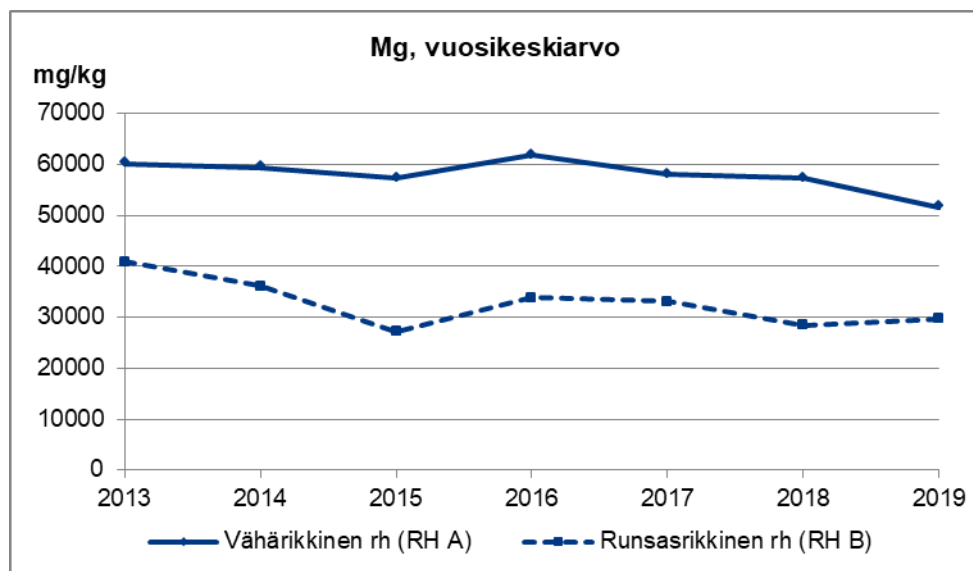
Kuva 4-2. Rikastushiekkajakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnsarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Nikkelin keskiarvopitoisuuden vaihtelu rikastushiekassa A on ollut melko vähäistä vuosina 2013-2018, mutta vuonna 2019 keskipitoisuus laski edelliseen vuoteen verrattuna (kuva 4-3). Rikastushiekassa B pitoisuustason vaihtelu on ollut voimakkaampaa, mutta suuruusluokka on pysynyt suurinpiirtein samana koko tarkkailujakson ajan. Nikkelipitoisuus on rikastushiekassa B huomattavasti korkeampi kuin rikastushiekassa A, suhdeluvun ollessa vuonna 2019 n. 15.



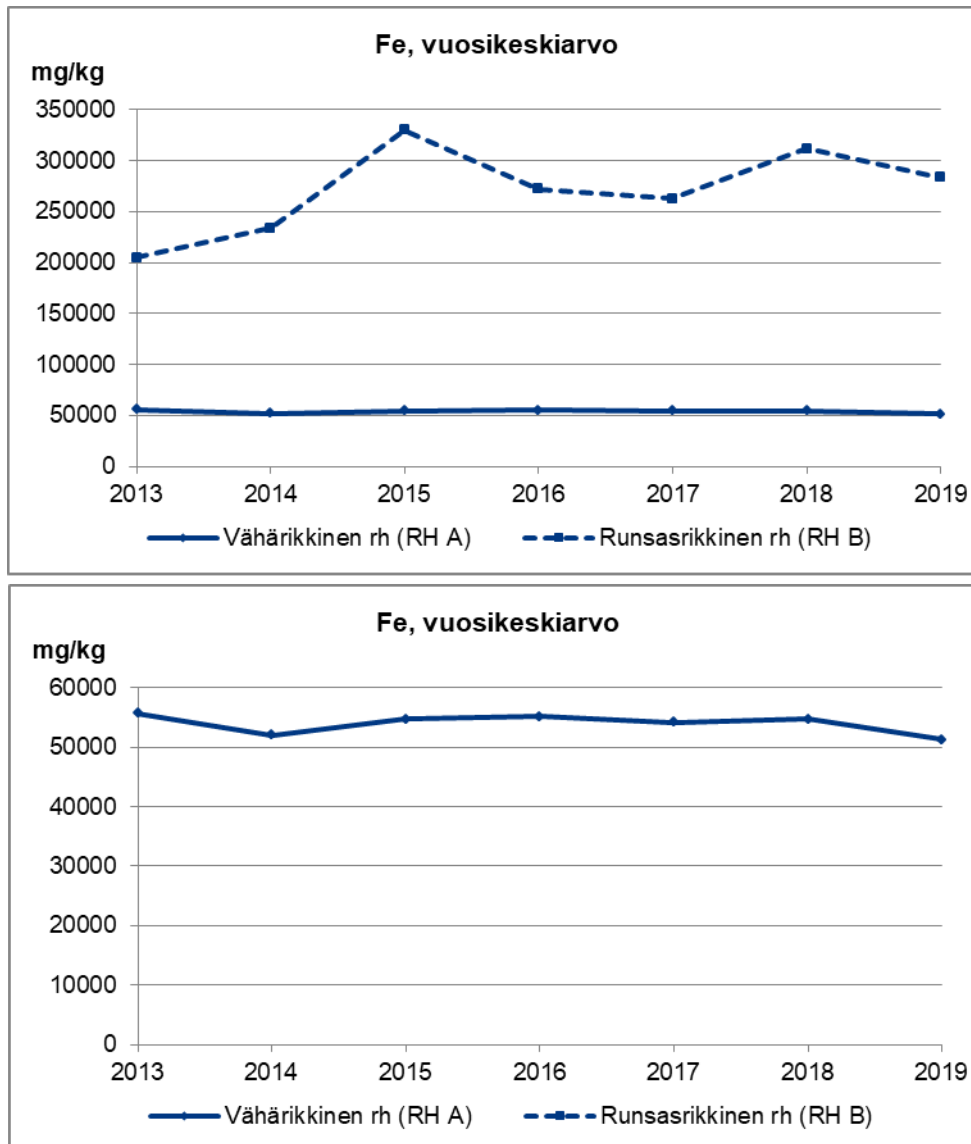
Kuva 4-3. Rikastushiekkajakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyisarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Magnesiumin keskiarvopitoisuuksissa on molemmissa rikastushiekkajakeissa esiintynyt vuosina 2013-2019 suhteellisen vähäistä vaihtelua. Molempien rikastushiekkajakeiden keskiarvopitoisuudessa on havaittavissa lievästi laskeva suuntaus vuosina 2013-2019 (kuva 4-4). Magnesiumin pitoisuus on ollut n. 1,5-2 kertaa suurempi rikastushiekassa A kuin rikastushiekassa B.



Kuva 4-4. Rikastushiekkajakeiden magnesiumpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019.

Raudan keskimääräinen pitoisuus rikastushiekassa A on pysynyt suurinpiirtein samalla tasolla vuosina 2013-2019 (kuva 4-5). Rikastushiekassa B raudan pitoisuudessa on esiintynyt jonkin verran vaihtelua, mutta selvää laskevaa tai nousevaa suuntausta ei havaita. Pitoisuus nousi selvästi vuonna 2015, mutta sen jälkeen pitoisuustason kehitys on ollut tasaisempaa. Raudan pitoisuus on rikastushiekassa B selvästi korkeampi kuin rikastushiekassa A, suhdeluvun ollessa n. 5,5 vuonna 2019.



Kuva 4-5. Rikastushiekkajakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019.

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 Counting) 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. Neutralointipotentiaali (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 neutraloimispotentiaali määritetään pysyvän jätteen luokittelussa CEN prEN 15875 menetelmällä (ABA-testi). Jätteen luokittelu happoa muodostavaksi tai muodostamattomaksi perustuu neutralointi- ja hapontuottopotentiaalihin (NP/AP eli NPR) suhdeluokituksiin 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)

ABA-testissä liukenee (1-5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee 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 hapontuottopotentiaalihin. Hitaasti liukenevien karbonaattien neutralointipotentiaali jää todellista potentiaalia heikommaksi. (Räisänen 2009)

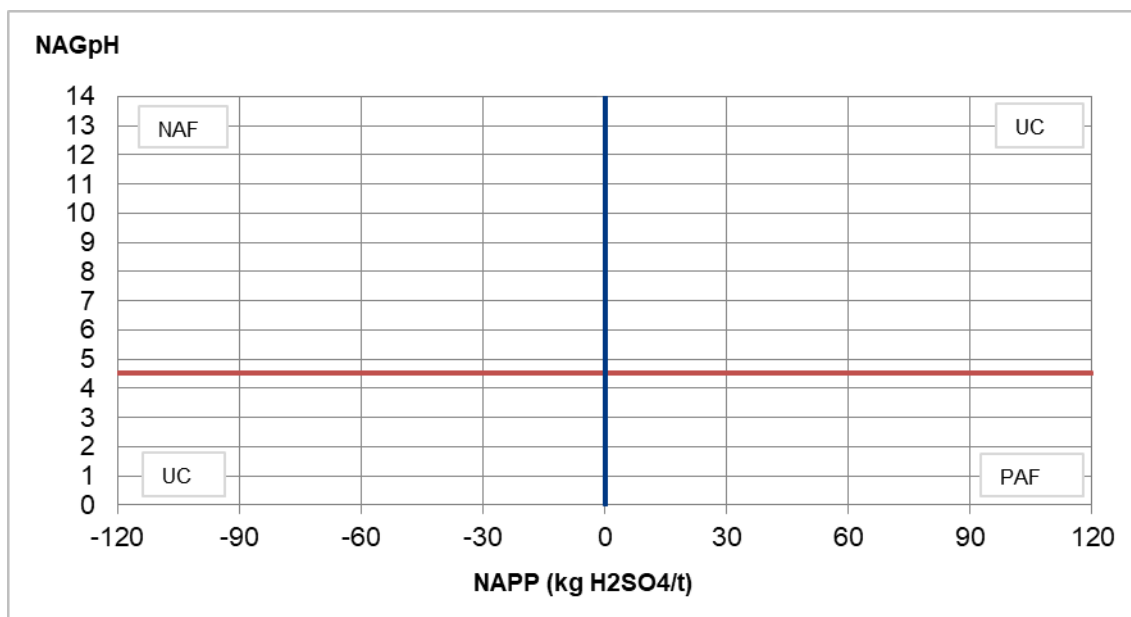
5.1.2 NAG-testi

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 sarjauutona sulfidimineraalien määrän mukaan. Uutossa happoa syntyy sulfidien hapettumisesta syntyvästä rikkihaposta sekä hapettumisreaktioissa liuennan raudan ja muiden sulfidisten metallien saostumisesta. NAG-testiin liittyy myös neutralointipotentiaalin (ANC eli Acid Neutralising 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. Kaivannaisjätteiden 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. Kaivannaisjätteiden luokittelu NAG_{pH}- ja NAPP-arvojen perusteella (AMIRA International 2002).

NAG-testillä voidaan varmentaa kaivannaisjätteiden 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 (rikkihapon 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, hapontuottopotentiaali ja neutralointipotentiaali sekä niiden suhde ABA-testillä. Neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään myös yksivaiheinen NAG-testi rinnakkaisnäytteestä. Vuoden 2019 ABA- ja NAG-testien tulokset on esitetty kohdissa 5.2.1 ja 5.2.2. Vuoden 2019 tuloksia on lisäksi vertailtu vuosien 2013–2018 tuloksiin. Vertailussa on huomattavaa, 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 2019, ja kuvissa 5-2 sekä 5-3 rikin pitoisuuksien ja NPR-lukujen keskiarvot vuosina 2013-2019. Vuonna 2019 ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet olivat pääosin pienempiä kuin laboratorion määritysraja. Määritysrajan alittavien pitoisuuksien osalta mediaanien ja keskiarvojen laskennassa on käytetty määritysrajaa. Tulosten käsittelyssä ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Tuotannon analyyseissä (ks. taulukko 3-1) rikastushiekan A rikin vuosikeskiarvopitoisuus (0,68 %) oli hieman alhaisempi kuin tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden keskiarvopitoisuus (0,72 %). Myös tuotannon analyyseihin painotetut kuukausikeskiarvot (taulukko 3-1) olivat hieman alhaisempia kuin tarkkailuohjelman mukaisisten kuukausikokoomanäytteiden tulokset. Rikastushiekan A tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo 0,72 % alitti ympäristöluvan mukaisen tavoitearvon 0,8 %.

Tuotannon sekä tarkkailuohjelman mukaisissa analyyseissä rikkipitoisuus määritetään samalla menetelmällä (Labtium, menetelmä 810L). Näytteiden käsittely poikkeaa siten, että tarkkailuohjelman mukaisiin analyyseihin näytteet jauhetaan ennen rikin analysointia, kun taas tuotannon tarkkailun näytteitä ei jauheta. Näytteiden erilainen käsittely voi vaikuttaa keskiarvopitoisuuksien eroon.

Rikastushiekkassa A rikkipitoisuus oli kaikissa muissa vuonna 2019 tutkituissa näytteissä <1 %, mutta helmikuun näytteessä rikkipitoisuus oli hieman yli 1 %. NPR-luvut vaihtelivat välillä 1,8 – 4,0. Tammi-maaliskuussa ja touko-kesäkuussa rikastushiekkasta A otetun näytteen ABA-testin perusteella rikastushiekkassa A luokiteltiin happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF). Muiden vuoden 2019 kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella rikastushiekkassa A oli ei-happoa tuottavaa kaivannaisjätettä (NAF).

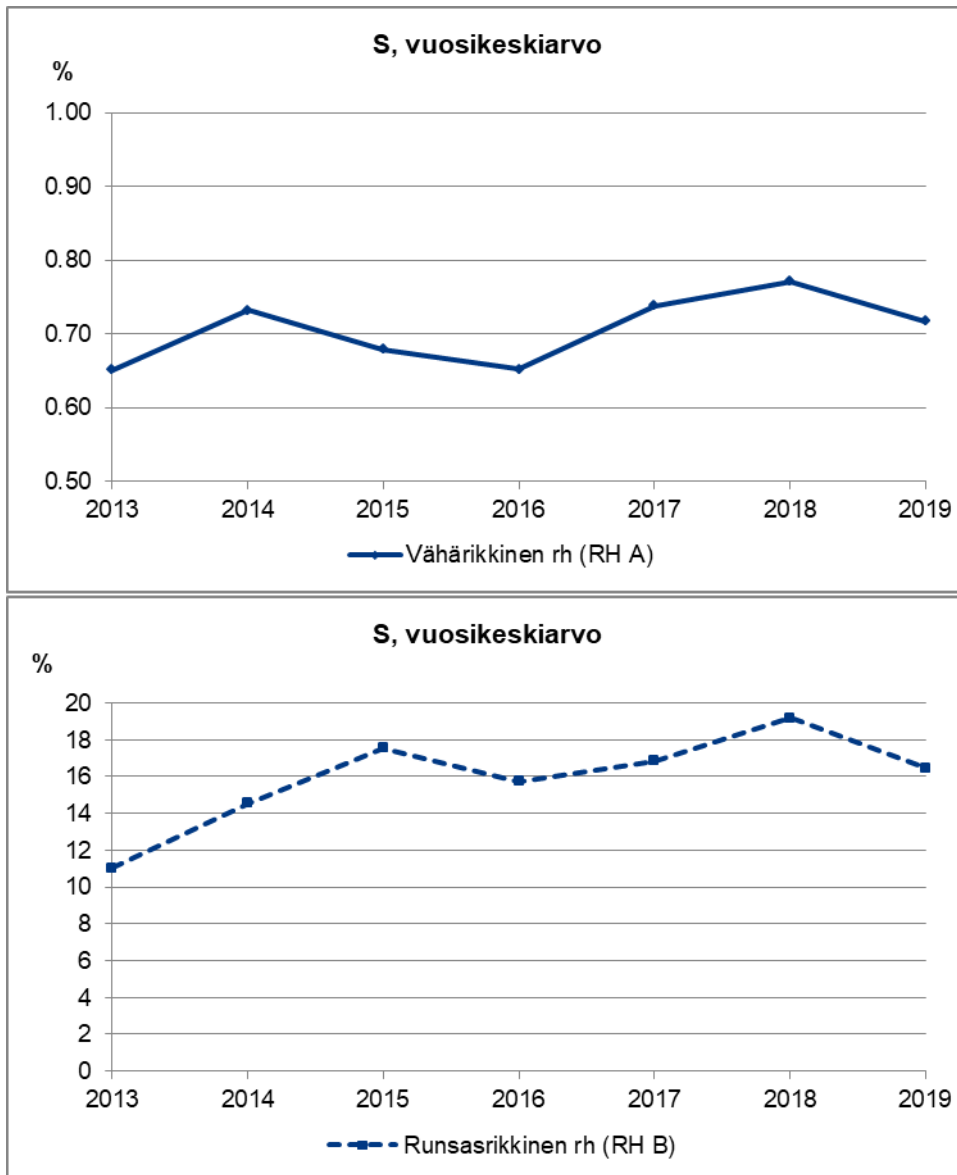
Vuonna 2019 määritettyjen rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvon perusteella rikastushiekkassa A luokiteltiin ei happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Vuosina 2013–2018 rikastushiekan A rikkipitoisuuksien keskiarvo on ollut likimain samalla tasolla ja NPR-lukujen keskiarvo vaihdellut hieman (kuvat 5-2 ja 5-3). Vuotta 2018 lukuunottamatta NPR-luvun vuosikeskiarvo on ollut yli 3 tarkastelujakson 2013-2019 aikana.

Rikastushiekkassa B rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2019 16,1 % ja NPR-lukujen keskiarvo 0,1. Rikastushiekkassa B luokiteltiin tulosten perusteella happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Rikastushiekan B keskimääräinen rikkipitoisuus oli vuonna 2019 vuosien 2013-2018 vaihteluvälillä, samoin keskimääräinen NPR-luku (kuvat 5-2 ja 5-3). Rikkipitoisuus nousi ja vastaavasti NPR-luku laski edellisvuoteen verrattuna vuosina 2014 ja 2015, mutta sen jälkeen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun vuosikeskiarvojen kehitys on ollut tasaisempaa.

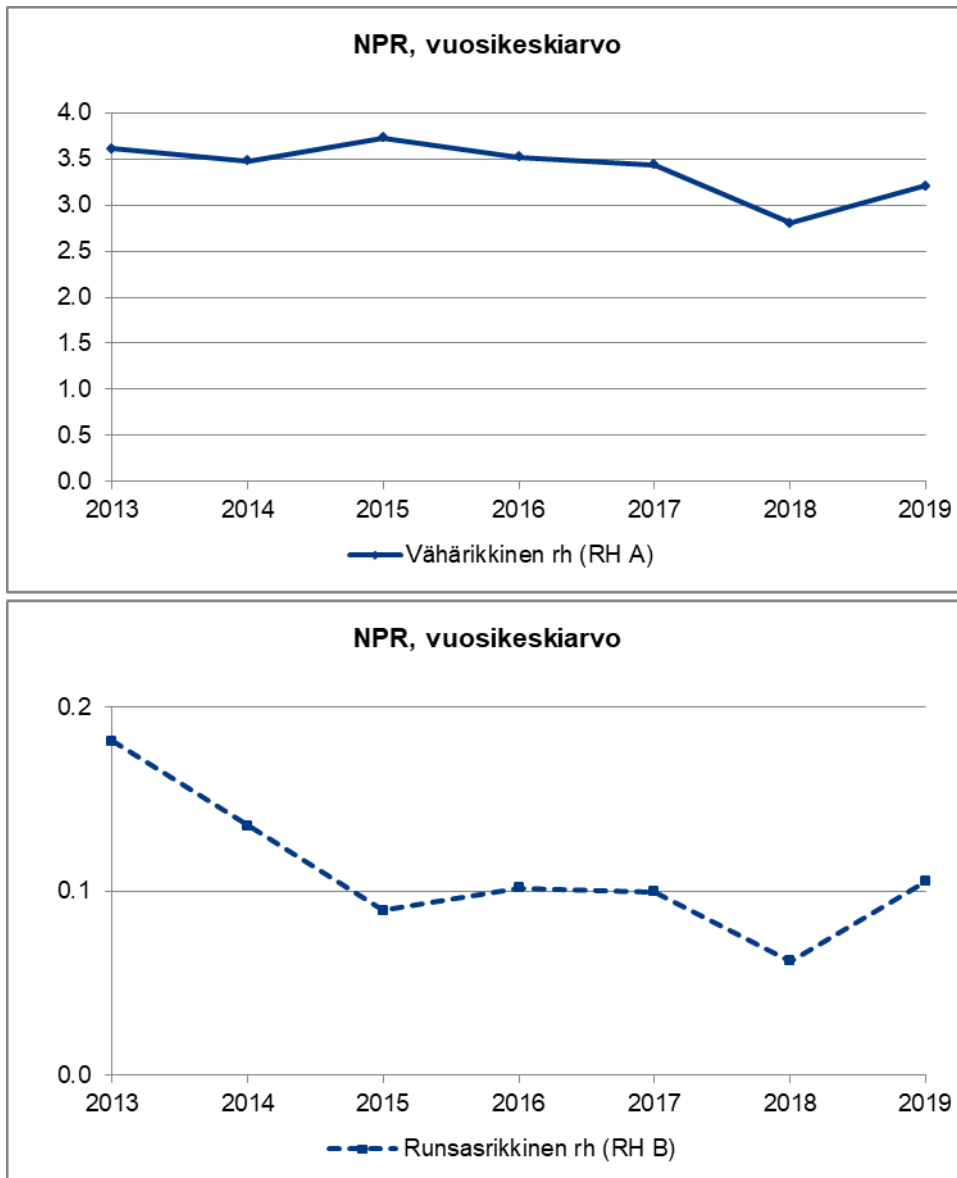
Taulukko 5-3. Rikastushiekkajakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentialien, neutralointipotentialien ja NPR-luvut vuonna 2019.

Näyte	S %	C %	C non carb %	C carb %	NP kg CaCO ₃ /t	AP kg CaCO ₃ /t	NPR	luokittelu NAF/PAF
Rikastushiekka A								
Tammikuu	0.80	0.36	<0.05	0.32	71.0	25.1	2.8	PAF
Helmikuu	1.07	0.29	<0.05	0.27	60.5	33.4	1.8	PAF
Maaliskuu	0.85	0.31	<0.05	0.29	72.7	26.6	2.7	PAF
Huhtikuu	0.63	0.25	<0.05	0.22	69.7	19.6	3.6	NAF
Toukokuu	0.76	0.26	<0.05	0.24	59.7	23.9	2.5	PAF
Kesäkuu	0.74	0.27	0.05	0.21	68.6	23.2	3.0	PAF
Heinäkuu	0.68	0.22	<0.05	0.18	78.7	21.3	3.7	NAF
Elokuu	0.62	0.22	<0.05	0.21	70.7	19.2	3.7	NAF
Syyskuu	0.66	0.23	<0.05	0.19	73.1	20.7	3.5	NAF
Lokakuu	0.60	0.22	<0.05	0.20	75.6	18.8	4.0	NAF
Marraskuu	0.69	0.25	<0.05	0.23	74.0	21.6	3.4	NAF
Joulukuu	0.51	0.26	<0.05	0.21	61.2	16.0	3.8	NAF
Minimi	0.51	0.22	<0.05	0.18	59.7	16.0	1.8	
Maksimi	1.07	0.36	0.05	0.32	78.7	33.4	4.0	
Mediaani	0.69	0.26	0.05	0.22	70.9	21.5	3.5	
Keskiarvo	0.72	0.26	0.05	0.23	69.6	22.5	3.2	
Rikastushiekka B								
Tammikuu	21.1	0.30	<0.05	0.25	40.4	659.0	0.06	PAF
Helmikuu	22.8	0.21	<0.05	0.18	29.5	714.0	0.04	PAF
Maaliskuu	18.9	0.25	<0.05	0.22	42.0	589.0	0.07	PAF
Huhtikuu	14.8	0.26	<0.05	0.22	49.9	464.0	0.11	PAF
Toukokuu	18.0	0.20	<0.05	0.17	38.0	561.0	0.07	PAF
Kesäkuu	16.4	0.21	0.05	0.16	49.6	513.0	0.10	PAF
Heinäkuu	16.8	0.26	0.05	0.21	56.9	523.0	0.11	PAF
Elokuu	15.5	0.23	<0.05	0.19	58.6	484.0	0.12	PAF
Syyskuu	15.8	0.24	<0.05	0.21	56.1	493.0	0.11	PAF
Lokakuu	11.2	0.26	<0.05	0.23	70.1	351.0	0.20	PAF
Marraskuu	11.6	0.28	<0.05	0.23	66.8	364.0	0.18	PAF
Joulukuu	14.6	0.30	0.10	0.20	43.3	457.0	0.09	PAF
Minimi	11.2	0.20	<0.05	0.16	29.5	351.0	0.04	
Maksimi	22.8	0.30	0.10	0.25	70.1	714.0	0.20	
Mediaani	16.1	0.26	0.05	0.21	49.8	503.0	0.11	
Keskiarvo	16.5	0.25	0.05	0.21	50.1	514.3	0.11	

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia. Määrittysrajan allittavien pitoisuuksien osalta mediaanien ja keskiarvojen laskennassa on käytetty määrittysrajaa.



Kuva 5-2. Rikkipitoisuuksien keskiarvot rikastushiekkajakeissa vuosina 2013–2019.



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot rikastushiekkajakeissa vuosina 2013–2019.

5.2.2 NAG-testi

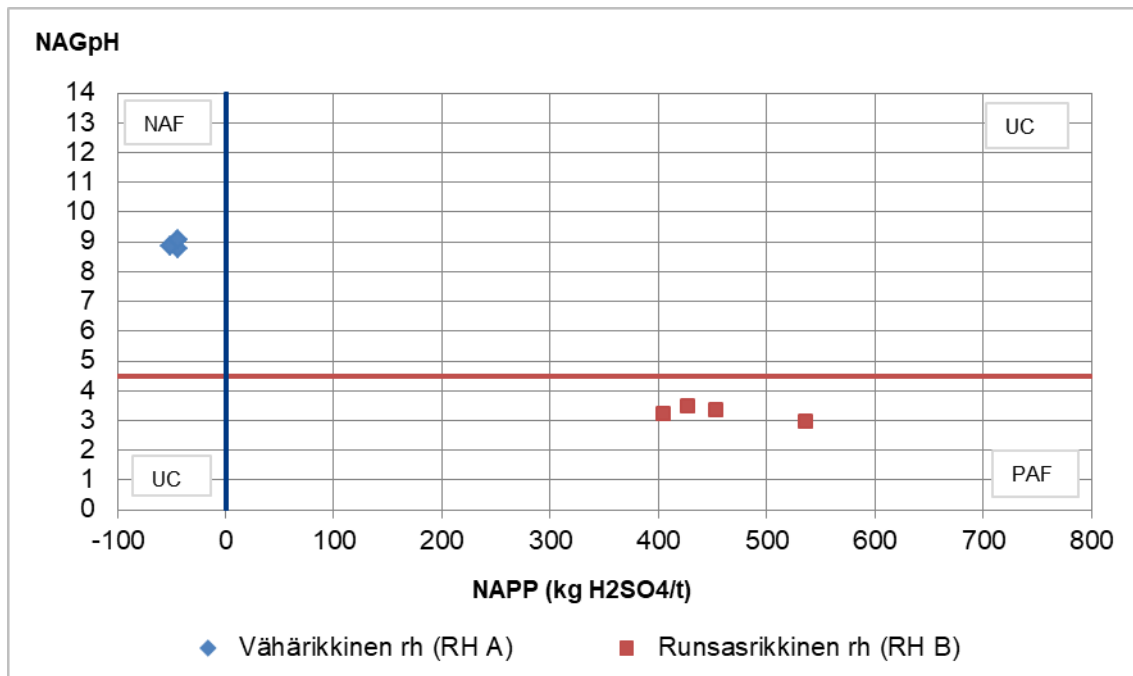
Taulukossa 5-4 on esitetty rikastushiekkajakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset (NAG_{pH}) vuodelta 2019. Taulukossa on esitetty myös neutralointikapasiteetin (ANC), maksimihapontuottopotentialin (MPA) sekä nettohapontuottokyvyn (NAPP) arvot.

Taulukko 5-4. Rikastushiekkajakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimihapontuottopotentialin sekä nettohapontuottokyvyn arvot vuonna 2019.

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
Vähärikkinen rh (RH A)				
Maaliskuu	9.0	71.2	26.1	-45.1
Kesäkuu	8.8	67.1	22.7	-44.4
Syyskuu	8.8	71.6	20.2	-51.4
Joulukuu	9.1	59.9	15.7	-44.3
Runsarikkinen rh (RH B)				
Maaliskuu	3.0	41.1	577.0	535.9
Kesäkuu	3.4	48.6	502.0	453.6
Syyskuu	3.5	54.9	483.0	427.7
Joulukuu	3.2	42.4	447.0	404.8

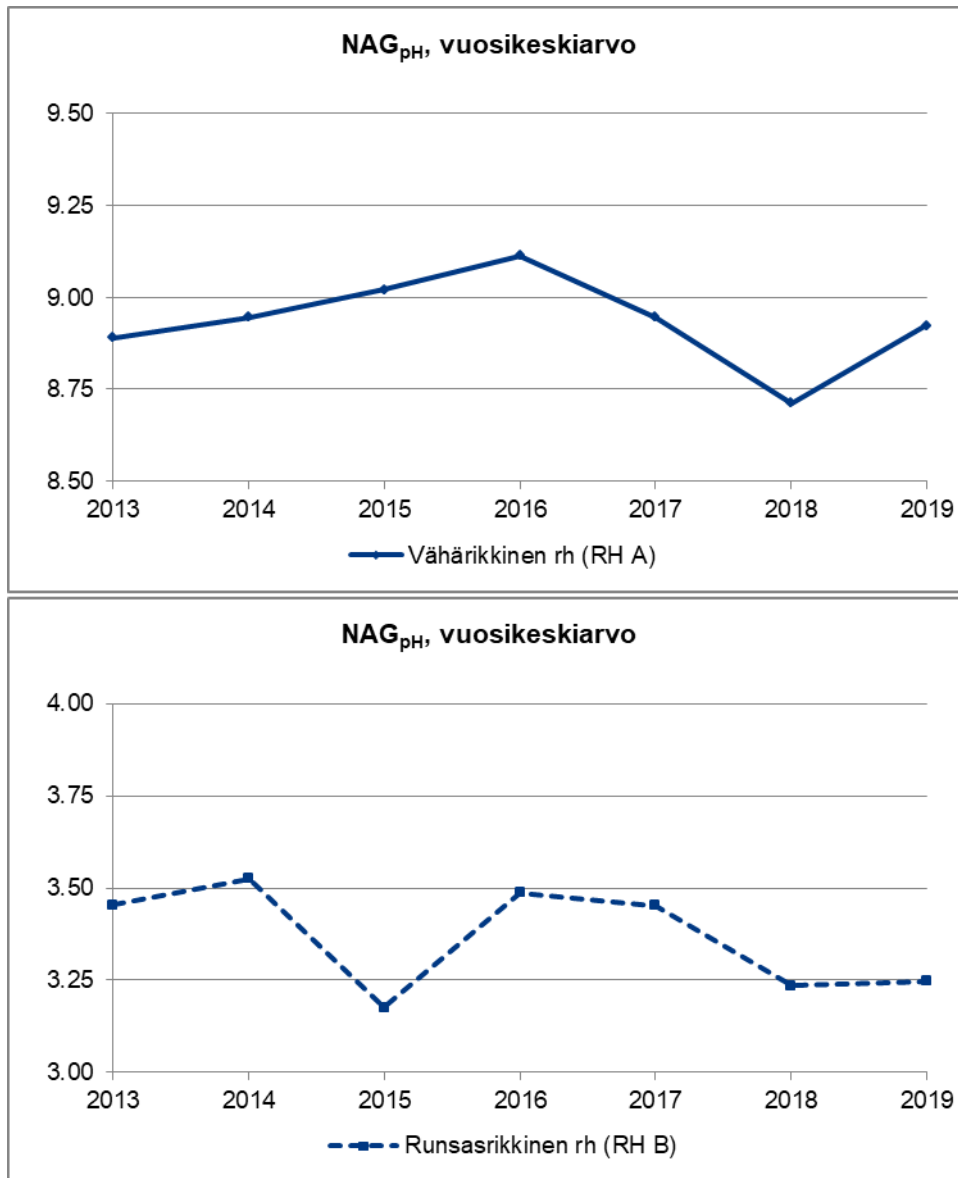
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP-NAG_{pH} -vertailu vuoden 2019 rikastushiekkajakeiden osalta. Rikastushiekasta A otetut näytteet luokitellaan NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella happoa tuottamattomiksi eli luokkaan NAF (kuva 5-5). Rikastushiekka B puolestaan luokitellaan happoa tuottavaksi jätteeksi eli luokkaan PAF.



Kuva 5-4. Vuonna 2019 rikastushiekkajakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Molempien rikastushiekkajakeiden NAG_{pH} -keskiarvot ovat olleet suurin piirtein samaa tasoa vuosina 2013–2019 (kuva 5-5). Selvästi laskevaa tai nousevaa trendiä ei ole havaittavissa kummankaan rikastushiekkajakeen osalta vuosina 2013-2019.



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2013–2019. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Vuoden 2015 alusta lähtien rikastushiekkajakeista on otettu nykyisen 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 kahdella eri menetelmällä. Rikastushiekka B luokitellaan happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi sekä ABA-testin että NAG-testin tulosten perusteella. Rikastushiekka A puolestaan luokitellaan vuoden 2019 ABA-testin keskimääräisten tulosten perusteella happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (PAF), mutta huhtikuussa sekä heinä-joulukuussa otettujen näytteiden perusteella rikastushiekka A on ollut ei happoa tuottavaa kaivannaisjätettä (NAF). Vuonna 2019 tehtyjen NAG-testien tulosten perusteella rikastushiekka A voitiin luokitella happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi (NAF). Vuosina 2013-2017 rikastushiekka A on luokitunut vuoden keskimääräisen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun perusteella luokkaan NAF ja vuonna 2018 luokkaan PAF. NAG-testillä voidaan tarkentaa erityisesti sellaisten kaivannaisjätteiden hapontuottokykyä, joiden NPR-luku on <1 tai 1-3, kuten Kevitsan rikastushiekan A vuonna 2019 tammi-maaliskuussa ja touko-kesäkuussa otettujen näytteiden tapauksessa.

Tarkkailutulosten perusteella rikastushiekkajakeiden laatu on vuonna 2019 otettujen ja tutkittujen kuukausinäytteiden perusteella ollut pääosin samalla tasolla koko vuoden ajan. Tarkasteluajanjakson 2013–2019 tuloksissa ei ole havaittavissa huomattavia eroja. Tulosten perusteella voidaan 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 selvitty 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 Labtiumin Kuopion laboratoriossa, jossa ne jauhetaan ennen analysointia.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET

Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailulla on varmistettu rikastushiekkajakeiden laatu- ja ympäristöominaisuudet.

Rikastushiekka A

Rikastushiekkassa A kromin, kuparin, nikkelin, raudan ja magnesiumin pitoisuuksissa esiintyi jonkin verran vaihtelua, mutta ne olivat samaa suuruusluokkaa kaikissa vuonna 2019 otetuissa ja tutkituissa näytteissä. Kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä. Rikastushiekan A keskimääräisissä metallipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia tarkasteluajanjaksolla 2013-2019.

Tuotannon analyyseissä rikkipitoisuudet ovat olleet hieman alhaisempia kuin tarkkailuohjelman mukaisissa näytteissä. On kuitenkin todettu, että erilaisella näytteenkäsittelyllä ja partikkelikoolla on vaikutusta rikkipitoisuuksien eroihin. Vuosina 2013–2019 rikastushiekan A rikkipitoisuuksien keskiarvo on pysytellyt suurin piirtein samalla tasolla ja NPR-lukujen keskiarvo vaihdellut hieman. Vuonna 2019 rikastushiekan A tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo 0,72 % alitti ympäristöluvan mukaisen tavoitearvon 0,8 %.

Rikastushiekka A luokiteltiin vuoden 2019 keskimääräisen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun perusteella ei-happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi, mutta yksittäisten kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella rikastushiekkaa A ei voitu yksiselitteisesti luokitella happoa tuottavaksi tai tuottamattomaksi. NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella rikastushiekasta A otetut näytteet luokiteltiin kuitenkin happoa tuottamattomiksi eli luokkaan NAF. Kaikissa tutkituissa näytteissä NAG_{pH} -arvot olivat $\geq 4,5$ ja NAPP-arvot negatiivisia. A-rikastushiekan NAG_{pH} -keskiarvot ovat olleet keskimäärin samalla tasolla vuosina 2013–2019.

B-rikastushiekka

Rikastushiekassa B kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen ylemmät ohjearvot kaikissa tutkituissa näytteissä. Myöskään rikastushiekan B keskimääräisissä metallipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia tarkasteluajanjaksolla 2013-2019. Vuoden 2019 kromin, kuparin, nikkelin, raudan ja magnesiumin keskiarvopitoisuudet olivat vuosien 2013-2018 vaihteluvälillä.

Rikastushiekassa B tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo oli 16,5 % ja NPR-lukujen keskiarvo 0,11. Tulosten perusteella rikastushiekka B luokitellaan happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Rikastushiekan B keskimääräinen rikkipitoisuus ja keskimääräinen NPR-luku olivat samalla vaihteluvälillä kuin vuosina 2013-2018. Myös NAG-testin tulosten perusteella rikastushiekka voitiin vuonna 2019 luokitella happoa tuottavaksi jätteeksi eli luokkaan PAF. Rikastushiekan B NAG_{pH} -keskiarvot ovat olleet suurin piirtein samaa tasoa vuosina 2013–2019.

Jatkotoimenpiteet

Rikastushiekkajakeiden tarkkailua esitetään jatkettavan voimassaolevan tarkkailuohjelman mukaisesti.

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.
- 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

Report No.: 050090

14.3.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Anniina Salonen
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-14760
Customer referral number:
Order number: S19-14760
Received on: 7.3.2019

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	2 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	2 pcs

Results

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
Rikastushiekka A 01_2019	0.80
Rikastushiekka A 01_2019 (2)	0.81
Rikastushiekka B 01_2019	21.1

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
Rikastushiekka A 01_2019	0.36
Rikastushiekka A 01_2019 (2)	0.35
Rikastushiekka B 01_2019	0.30

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Report No.: 050090

14.3.2019

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
Rikastushiekka A 01_2019	<0.1
Rikastushiekka B 01_2019	<0.1

Analytical method Gravimetric determination of moisture or dry matter:
Residual moisture in pulverized sample.

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
Rikastushiekka A 01_2019	0.32	<0.05
Rikastushiekka A 01_2019 (2)	0.31	<0.05
Rikastushiekka B 01_2019	0.25	<0.05

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analytical method code	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR
Unit	kg CaCO ₃ /t	kg CaCO ₃ /t	
Detection Limit	0.3		
Sample id			
Rikastushiekka A 01_2019	25.1	71.0	2.83
Rikastushiekka A 01_2019 (2)	25.3	70.9	2.80
Rikastushiekka B 01_2019	659	40.4	0.06

Analytical method ABA test:
AP has been calculated from total S (method 810L). NPR = NP/AP

Quality control samples

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19007731 / QCGS900-5	0.35
19007773 / QCGS310-7	10.7

Report No.: 050090

14.3.2019

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19007730 / QCGS900-5	0.72

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO ₃ /t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
19008184 / QCKZK1	58.5

* Accredited

14.3.2019

Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution

Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välämäki, Ilkka / Boliden Kevitsa Mining Oy
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Luste, Sari / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 054026

20.5.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Anniina Salonen
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-16055
Customer referral number: RKH A&B 01/2019
Order number: S19-16055
Received on: 10.5.2019

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	2 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	2 pcs

Results

Analytical method: 810L
Analytical method description: Analysis of S by combustion technique
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
Rikastushiekka A 02_2019	1.07
Rikastushiekka A 02_2019 (2)	1.03
Rikastushiekka B 02_2019	22.8
Rikastushiekka B 02_2019 (2)	22.9

Analytical method: 811L
Analytical method description: Analysis of C by combustion technique
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
Rikastushiekka A 02_2019	0.29
Rikastushiekka A 02_2019 (2)	0.28
Rikastushiekka B 02_2019	0.21
Rikastushiekka B 02_2019 (2)	0.18

Report No.: 054026

20.5.2019

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
Rikastushiekka A 02_2019	0.5
Rikastushiekka B 02_2019	<0.1

Analytical method Gravimetric determination of moisture or dry matter:
Residual moisture in pulverized sample.

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
Rikastushiekka A 02_2019	0.27	<0.05
Rikastushiekka A 02_2019 (2)	0.26	<0.05
Rikastushiekka B 02_2019	0.18	<0.05

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR
Unit	kg CaCO ₃ /t	kg CaCO ₃ /t	
Detection Limit	0.3		
Sample id			
Rikastushiekka A 02_2019	33.4	60.5	1.81
Rikastushiekka A 02_2019 (2)	32.2	60.5	1.88
Rikastushiekka B 02_2019	714	29.5	0.04

Analytical method ABA test:
AP has been calculated from total S (method 810L). NPR = NP/AP

Quality control samples

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 054026

20.5.2019

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19015297 / QCGS314-9	0.69

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19015296 / QCGS314-9	1.14

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO ₃ /t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
19015263 / QCKZK1	58.9

* Accredited

20.5.2019

Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution

Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välämäki, Ilkka / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Luste, Sari / Eurofins Environment Testing Finland Oy
Pienimaa, Tuulikki / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 055642

17.6.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Anniina Salonen
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-16587
Customer referral number: RKH A&B 03,04/2019
Order number: S19-16587
Received on: 10.6.2019

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	4 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	4 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	2 pcs

* Accredited

Results

Analytical method: 512P
Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
Sample id					
Rikastushiekka A 03_2019	516	382	52100	46700	895
Rikastushiekka A 03_2019 (2)	531	386	52600	47600	908
Rikastushiekka B 03_2019	378	2320	316000	25100	14200

* Accredited

Analytical method: 810L
Analytical method description: Analysis of S by combustion technique
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
Rikastushiekka A 03_2019	0.85
Rikastushiekka A 03_2019 (2)	0.85
Rikastushiekka A 04_2019	0.63
Rikastushiekka B 03_2019	18.9
Rikastushiekka B 04_2019	14.8

* Accredited

Report No.: 055642

17.6.2019

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
Rikastushiekka A 03_2019	0.31
Rikastushiekka A 03_2019 (2)	0.34
Rikastushiekka A 04_2019	0.25
Rikastushiekka B 03_2019	0.25
Rikastushiekka B 04_2019	0.26

* Accredited

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
Rikastushiekka A 03_2019	<0.1
Rikastushiekka A 04_2019	<0.1
Rikastushiekka B 03_2019	<0.1
Rikastushiekka B 04_2019	<0.1

Analytical method Gravimetric determination of moisture or dry matter:
Residual moisture in pulverized sample.

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
Rikastushiekka A 03_2019	0.29	<0.05
Rikastushiekka A 03_2019 (2)	0.31	<0.05
Rikastushiekka A 04_2019	0.22	<0.05
Rikastushiekka B 03_2019	0.22	<0.05
Rikastushiekka B 04_2019	0.22	<0.05

Report No.: 055642

17.6.2019

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
Sample id				
Rikastushiekka A 03_2019	9.01	44.8	0	0
Rikastushiekka A 03_2019 (2)	9.06	45.3	0	0
Rikastushiekka B 03_2019	2.95	268	56.9	80.1

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit	0.3				0.3	
Sample id						
Rikastushiekka A 03_2019	26.6	72.7	2.73	71.2	26.1	-45.1
Rikastushiekka A 03_2019 (2)	26.6	72.6	2.73	71.1	26.0	-45.0
Rikastushiekka A 04_2019	19.6	69.7	3.55	68.3	19.2	-49.0
Rikastushiekka B 03_2019	589	42.0	0.07	41.1	577	535.9
Rikastushiekka B 04_2019	464	49.9	0.11	48.9	454	405.1

Analytical method ABA test:
 AP has been calculated from total S (method 810L), NPR = NP/AP

ANC [kg H2SO4/t] = 0.979 × NP [kg CaCO3/t]
 MPA [kg H2SO4/t] = 30.6 × S [%], S [%] from method 810L
 NAPP = MPA - ANC

Quality control samples

Analytical method: 512P

Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
19018867 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
19018868 / QCMCS	16.9	5.5	11000	3830	12.8
19018869 / QCTILL2	35.0	149	35500	6920	30.9

Report No.: 055642

17.6.2019

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
19018870 / QCO46	29.9	25.2	16200	5020	17.3
19018871 / QCSARM2	8.1	247	16900	2210	49.0

* Accredited

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19018899 / QCGS310-7	10.7
19018900 / QCGS314-9	0.70

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19018901 / QCGS314-9	1.12

* Accredited

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19018877 / QCUUTTOSKEA	<0.05
19018878 / QCSK1	0.73

Report No.: 055642

17.6.2019

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
QC-Sample id / Description				
19018888 / QCNAG	2.77	128	11.0	16.8
19018889 / QCGS905-2	2.99	67.8	4.89	6.75

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
19019589 / QCKZK1	59.3

17.6.2019

 Timo Myöhänen
 Kemisti / Chemist

Distribution

 Boliden Kevitsa Mining Oy
 Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
 Välimäki, Ilkka / Eurofins Ahma Oy, Oulu
 Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
 Kemppainen, Laura / Eurofins Ahma Oy, Oulu
 Luste, Sari / Eurofins Environment Testing Finland Oy
 Pienimaa, Tuulikki / Boliden Kevitsa Mining Oy

Analyysitulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen on kielletty. Mittausepävarmuudet ovat saatavissa pyydettäessä.

Report No.: 056199

28.6.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Anniina Salonen
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-16784
Customer referral number:
Order number: S19-16784
Received on: 20.6.2019

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	2 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	2 pcs

* Accredited

Results

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
Rikastushiekka A 05_2019	0.76
Rikastushiekka A 05_2019 (2)	0.75
Rikastushiekka B 05_2019	18.0
Rikastushiekka B 05_2019 (2)	18.0

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
Rikastushiekka A 05_2019	0.26
Rikastushiekka A 05_2019 (2)	0.22
Rikastushiekka B 05_2019	0.20
Rikastushiekka B 05_2019 (2)	0.21

* Accredited

Report No.: 056199

28.6.2019

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
Rikastushiekka A 05_2019	<0.1
Rikastushiekka B 05_2019	<0.1

Analytical method Gravimetric determination of moisture or dry matter:
Residual moisture in pulverized sample.

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
Rikastushiekka A 05_2019	0.24	<0.05
Rikastushiekka A 05_2019 (2)	0.19	<0.05
Rikastushiekka B 05_2019	0.17	<0.05
Rikastushiekka B 05_2019 (2)	0.17	<0.05

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analytical method code	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t	
Detection Limit	0.3		
Sample id			
Rikastushiekka A 05_2019	23.9	59.7	2.50
Rikastushiekka A 05_2019 (2)	23.4	59.6	2.55
Rikastushiekka B 05_2019	561	38.0	0.07

Analytical method ABA test:
AP has been calculated from total S (method 810L). NPR = NP/AP

Quality control samples

Report No.: 056199

28.6.2019

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19020472 / QCGS314-9	0.70
19020473 / QCGS310-7	10.7

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19020475 / QCGS314-9	1.10
19020476 / QCGS310-7	4.12

* Accredited

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analytical method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19020493 / QCUUTTOSOKEA	<0.05
19020494 / QCSK1	0.71

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
19020912 / QCKZK1	60.1

Report No.: 056199

28.6.2019

28.6.2019 Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura
Luste, Sari / Eurofins Environment Testing Finland Oy
Pienimaa, Tuulikki / Boliden Kevitsa Mining Oy

Result relates only to the tested sample. Test report shall not be reproduced except in full. Measurement uncertainties are available on request.

Report No.: 059359

2.9.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Anniina Salonen
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-17560
Customer referral number: RKH A&B 03,04/2019
Order number: S19-17560
Received on: 22.8.2019

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	4 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	4 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	2 pcs

* Accredited

Results

Analytical method: 512P
Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
Sample id					
Rikastushiekka A 06_2019	433	396	51500	51300	755
Rikastushiekka A 06_2019 (2)	440	397	51500	51800	758
Rikastushiekka B 06_2019	356	3040	279000	30500	10800

* Accredited

Analytical method: 810L
Analytical method description: Analysis of S by combustion technique
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
Rikastushiekka A 06_2019	0.74
Rikastushiekka A 06_2019 (2)	0.75
Rikastushiekka A 07_2019	0.68
Rikastushiekka B 06_2019	16.4
Rikastushiekka B 07_2019	16.8

* Accredited

Report No.: 059359

2.9.2019

Analytical method: 811L *

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
Rikastushiekka A 06_2019	0.27
Rikastushiekka A 06_2019 (2)	0.22
Rikastushiekka A 07_2019	0.22
Rikastushiekka B 06_2019	0.21
Rikastushiekka B 07_2019	0.26

* Accredited

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
Rikastushiekka A 06_2019	0.1
Rikastushiekka A 07_2019	0.1
Rikastushiekka B 06_2019	<0.1
Rikastushiekka B 07_2019	<0.1

Analytical method Gravimetric determination of moisture or dry matter:
Residual moisture in pulverized sample.

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
Rikastushiekka A 06_2019	0.21	0.05
Rikastushiekka A 06_2019 (2)	0.16	0.06
Rikastushiekka A 07_2019	0.18	<0.05
Rikastushiekka B 06_2019	0.16	0.05
Rikastushiekka B 07_2019	0.21	0.05

Report No.: 059359

2.9.2019

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
Sample id				
Rikastushiekka A 06_2019	8.79	37.9	0	0
Rikastushiekka A 06_2019 (2)	8.76	37.7	0	0
Rikastushiekka B 06_2019	3.35	221	47.4	59.9

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit	0.3				0.3	
Sample id						
Rikastushiekka A 06_2019	23.2	68.6	2.95	67.1	22.7	-44.4
Rikastushiekka A 06_2019 (2)	23.6	68.5	2.91	67.0	23.1	-44.0
Rikastushiekka A 07_2019	21.3	78.7	3.69	77.1	20.9	-56.2
Rikastushiekka B 06_2019	513	49.6	0.10	48.6	502	453.6
Rikastushiekka B 07_2019	523	56.9	0.11	55.7	513	456.9

Analytical method ABA test:
 AP has been calculated from total S (method 810L), NPR = NP/AP

ANC [kg H2SO4/t] = 0.979 × NP [kg CaCO3/t]
 MPA [kg H2SO4/t] = 30.6 × S [%], S [%] from method 810L
 NAPP = MPA - ANC

Quality control samples

Analytical method: 512P

Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
19027870 / QC SOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
19027871 / QCMCS	16.2	5.0	10400	3730	12.6
19027872 / QCTILL2	35.0	149	34200	6880	31.0

Report No.: 059359

2.9.2019

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
19027873 / QCO46	25.7	23.0	15100	4770	17.1
19027874 / QCSDARM2	7.7	243	15900	2150	48.0

* Accredited

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19028382 / QCGS314-9	0.67
19028383 / QCGS310-7	10.6

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19028378 / QCGS314-9	1.11
19028380 / QCGS310-7	4.07

* Accredited

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
QC-Sample id / Description				
19027875 / QCNAG	2.83	118	9.94	16.2

Report No.: 059359

2.9.2019

Analytical method: 827T
Analytical method description: ABA test
Standard Method: SFS-EN 15875
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO ₃ /t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
19027876 / QCKZK1	58.4

2.9.2019 Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Luste, Sari / Eurofins Environment Testing Finland Oy
Pienimaa, Tuulikki / Boliden Kevitsa Mining Oy

Result relates only to the tested sample. Test report shall not be reproduced except in full. Measurement uncertainties are available on request.

Report No.: 062404

21.10.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Tuulikki Pienimaa
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-18495
Customer referral number:
Order number: S19-18495
Received on: 8.10.2019

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	14 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	14 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	12 pcs

* Accredited

Results

Analytical method: 512P
Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
Sample id					
UNW tammikuu 2019	615	624	47200	45200	675
UNW tammikuu 2019 (2)	635	651	48800	46600	698
UNW helmikuu 2019	558	540	42100	46000	817
UNW maaliskuu 2019	532	892	54200	56100	888
UNW huhtikuu 2019	593	401	44300	45400	755
USW tammikuu 2019	614	224	40000	39100	482
USW helmikuu 2019	517	194	39600	43400	487
USW maaliskuu 2019	723	174	44500	47800	543
USW huhtikuu 2019	585	301	46800	55500	657
CW tammikuu 2019	496	700	53700	42200	576
CW helmikuu 2019	596	801	55700	53400	903
CW maaliskuu 2019	378	627	53400	49800	781
CW huhtikuu 2019	480	1050	62600	49400	829

* Accredited

Analytical method: 810L
Analytical method description: Analysis of S by combustion technique
Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 062404

21.10.2019

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
UNW tammikuu 2019	0.46
UNW tammikuu 2019 (2)	0.45
UNW helmikuu 2019	0.37
UNW maaliskuu 2019	0.43
UNW huhtikuu 2019	0.34
USW tammikuu 2019	0.20
USW helmikuu 2019	0.16
USW maaliskuu 2019	0.16
USW huhtikuu 2019	0.20
CW tammikuu 2019	0.95
CW helmikuu 2019	0.97
CW maaliskuu 2019	0.76
CW huhtikuu 2019	1.39
Rikastushiekka A 08_2019	0.62
Rikastushiekka B 08_2019	15.5

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
UNW tammikuu 2019	0.35
UNW tammikuu 2019 (2)	0.34
UNW helmikuu 2019	0.39
UNW maaliskuu 2019	0.31
UNW huhtikuu 2019	0.65
USW tammikuu 2019	0.39
USW helmikuu 2019	0.23
USW maaliskuu 2019	0.38
USW huhtikuu 2019	0.22
CW tammikuu 2019	0.30
CW helmikuu 2019	0.32
CW maaliskuu 2019	0.28
CW huhtikuu 2019	0.42
Rikastushiekka A 08_2019	0.22
Rikastushiekka B 08_2019	0.23

* Accredited

Report No.: 062404

21.10.2019

 Analytical method: **814G**

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
UNW tammikuu 2019	0.1
UNW helmikuu 2019	0.2
UNW maaliskuu 2019	0.2
UNW huhtikuu 2019	0.2
USW tammikuu 2019	0.1
USW helmikuu 2019	0.1
USW maaliskuu 2019	0.1
USW huhtikuu 2019	0.1
CW tammikuu 2019	0.1
CW helmikuu 2019	0.2
CW maaliskuu 2019	0.1
CW huhtikuu 2019	0.1
Rikastushiekka A 08_2019	0.1
Rikastushiekka B 08_2019	0.1

 Analytical method Gravimetric determination of moisture or dry matter:
Residual moisture in pulverized sample.

 Analytical method: **816L**

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
UNW tammikuu 2019	0.20	0.15
UNW tammikuu 2019 (2)	0.18	0.16
UNW helmikuu 2019	0.27	0.13
UNW maaliskuu 2019	0.17	0.13
UNW huhtikuu 2019	0.52	0.13
USW tammikuu 2019	0.24	0.15
USW helmikuu 2019	0.12	0.11
USW maaliskuu 2019	0.25	0.14
USW huhtikuu 2019	0.10	0.12
CW tammikuu 2019	0.18	0.13
CW helmikuu 2019	0.20	0.12
CW maaliskuu 2019	0.16	0.12
CW huhtikuu 2019	0.28	0.13
Rikastushiekka A 08_2019	0.21	<0.05
Rikastushiekka B 08_2019	0.19	<0.05

Report No.: 062404

21.10.2019

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
Sample id				
UNW maaliskuu 2019	9.43	20.9	0	0
UNW maaliskuu 2019 (2)	9.52	21.1	0	0
USW maaliskuu 2019	10.64	23.4	0	0
CW maaliskuu 2019	8.65	33.7	0	0

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit	0.3				0.3	
Sample id						
UNW tammikuu 2019	14.3	65.2	4.55	63.9	14.0	-49.8
UNW tammikuu 2019 (2)	14.1	65.1	4.61	63.7	13.8	-49.9
UNW helmikuu 2019	11.5	75.4	6.56	73.8	11.3	-62.6
UNW maaliskuu 2019	13.4	87.1	6.50	85.3	13.1	-72.2
UNW huhtikuu 2019	10.5	89.6	8.53	87.7	10.3	-77.5
USW tammikuu 2019	6.4	60.4	9.47	59.1	6.2	-52.9
USW helmikuu 2019	5.0	62.1	12.5	60.8	4.9	-55.9
USW maaliskuu 2019	4.9	70.4	14.5	69.0	4.8	-64.2
USW huhtikuu 2019	6.3	69.2	11.0	67.8	6.1	-61.6
CW tammikuu 2019	29.6	67.8	2.29	66.4	28.9	-37.5
CW helmikuu 2019	30.3	78.0	2.57	76.4	29.7	-46.7
CW maaliskuu 2019	23.8	74.1	3.11	72.5	23.3	-49.2
CW huhtikuu 2019	43.5	77.2	1.78	75.6	42.6	-33.0
Rikastushiekka A 08_2019	19.2	70.7	3.68	69.3	18.8	-50.4
Rikastushiekka B 08_2019	484	58.6	0.12	57.4	474	416.1

Analytical method

ABA test:

AP has been calculated from total S (method 810L), NPR = NP/AP

Report No.: 062404

21.10.2019

ANC [kg H₂SO₄/t] = 0.979 × NP [kg CaCO₃/t]
 MPA [kg H₂SO₄/t] = 30.6 × S [%], S [%] from method 810L
 NAPP = MPA - ANC

Quality control samples

Analytical method: 512P

Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
19035041 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
19035042 / QCO46	25.3	22.4	15500	4800	16.4
19035043 / QCTILL2	33.3	141	33500	6660	30.4
19035044 / QCSDARM2	7.9	242	16400	2170	48.2

* Accredited

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19034730 / QCSOKEA	<0.01
19034731 / QCGS314-9	0.67

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19034732 / QCSOKEA	<0.05
19034733 / QCGS314-9	1.12

* Accredited

Report No.: 062404

21.10.2019

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
19034896 / QCUUTTOSKEA	<0.05
19034897 / QCSK1	0.74

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
QC-Sample id / Description				
19034909 / QCNAG	2.87	107	10.7	17.3

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
19034908 / QCKZK1	58.9
19036103 / QCKZK1	59.2

21.10.2019

 Susanna Arvilommi
 Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Report No.: 062404

21.10.2019

Distribution

- Boliden Kevitsa Mining Oy
- Kevitsa, Environment
- Välimäki, Ilkka / Eurofins Ahma Oy, Oulu
- Kemppainen, Laura
- Luste, Sari / Eurofins Environment Testing Finland Oy

Result relates only to the tested sample. Test report shall not be reproduced except in full. Measurement uncertainties are available on request.

Eurofins Labtium Oy
Neulaniementie 5
70210 Kuopio

Report No.: 068577

27.1.2020

Boliden Kevitsa Mining Oy
Tuulikki Pienimaa
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S20-20256
Customer referral number:
Order number: S20-20256
Received on: 13.1.2020

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	27 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	27 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	23 pcs

* Accredited

Results

Analytical method: 512P
Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES
Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
Sample id					
UNW toukokuu 2019	837	438	52800	44500	548
UNW toukokuu 2019 (2)	824	429	51800	43300	536
UNW kesäkuu 2019	420	571	42600	51000	701
UNW heinäkuu 2019	574	728	51700	58800	854
UNW elokuu 2019	675	587	48600	45600	686
UNW syyskuu 2019	634	397	46400	44800	634
UNW lokakuu 2019	428	717	49900	60600	825
UNW marraskuu 2019	527	636	53400	46900	679
USW toukokuu 2019	772	263	44100	49100	622
USW kesäkuu 2019	705	247	38400	40200	435
USW heinäkuu 2019	701	76.1	37600	55700	628
USW elokuu 2019	539	288	41700	45800	619
USW syyskuu 2019	697	217	43800	50800	567
USW lokakuu 2019	521	234	43000	57200	582
USW marraskuu 2019	426	200	50200	60300	522
CW toukokuu 2019	655	796	66400	41900	856
CW kesäkuu 2019	546	1300	68200	57100	1030
CW heinäkuu 2019	698	1030	62800	50600	986
CW elokuu 2019	547	848	61700	37000	680
CW syyskuu 2019	733	1910	81800	46000	1270
CW lokakuu 2019	408	936	54800	54500	940
CW lokakuu 2019 (2)	420	945	55500	55700	949

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
Sample id					
CW marraskuu 2019	419	3240	121000	72700	2240
Rikastushiekka A 09_2019	431	451	55000	62200	986
Rikastushiekka B 09_2019	371	3340	283000	34700	15200

* Accredited

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
UNW toukokuu 2019	0.38
UNW toukokuu 2019 (2)	0.38
UNW kesäkuu 2019	0.34
UNW heinäkuu 2019	0.44
UNW elokuu 2019	0.39
UNW syyskuu 2019	0.37
UNW lokakuu 2019	0.38
UNW marraskuu 2019	0.48
USW toukokuu 2019	0.21
USW kesäkuu 2019	0.20
USW heinäkuu 2019	0.10
USW elokuu 2019	0.27
USW syyskuu 2019	0.11
USW lokakuu 2019	0.18
USW marraskuu 2019	0.17
CW toukokuu 2019	1.72
CW kesäkuu 2019	1.66
CW heinäkuu 2019	1.04
CW elokuu 2019	1.56
CW syyskuu 2019	2.32
CW lokakuu 2019	1.34
CW lokakuu 2019 (2)	1.36
CW marraskuu 2019	4.64
Rikastushiekka A 09_2019	0.66
Rikastushiekka A 10_2019	0.60
Rikastushiekka A 11_2019	0.69
Rikastushiekka B 09_2019	15.8
Rikastushiekka B 10_2019	11.2
Rikastushiekka B 11_2019	11.6

* Accredited

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
UNW toukokuu 2019	0.93
UNW toukokuu 2019 (2)	0.92
UNW kesäkuu 2019	0.54
UNW heinäkuu 2019	0.31
UNW elokuu 2019	0.53
UNW syyskuu 2019	0.41
UNW lokakuu 2019	0.18
UNW marraskuu 2019	0.56
USW toukokuu 2019	0.37
USW kesäkuu 2019	0.41
USW heinäkuu 2019	0.26
USW elokuu 2019	0.26
USW syyskuu 2019	0.41
USW lokakuu 2019	0.37
USW marraskuu 2019	0.20
CW toukokuu 2019	0.55
CW kesäkuu 2019	0.92
CW heinäkuu 2019	0.48
CW elokuu 2019	0.58
CW syyskuu 2019	0.34
CW lokakuu 2019	0.28
CW lokakuu 2019 (2)	0.27
CW marraskuu 2019	0.74
Rikastushiekka A 09_2019	0.23
Rikastushiekka A 10_2019	0.22
Rikastushiekka A 11_2019	0.25
Rikastushiekka B 09_2019	0.24
Rikastushiekka B 10_2019	0.26
Rikastushiekka B 11_2019	0.28

* Accredited

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
UNW toukokuu 2019	0.2
UNW kesäkuu 2019	0.2
UNW heinäkuu 2019	0.2
UNW elokuu 2019	0.1
UNW syyskuu 2019	0.1
UNW lokakuu 2019	0.2
UNW marraskuu 2019	0.1
USW toukokuu 2019	0.1
USW kesäkuu 2019	0.1
USW heinäkuu 2019	0.1
USW elokuu 2019	0.1
USW syyskuu 2019	0.1
USW lokakuu 2019	0.1
USW marraskuu 2019	0.1
CW toukokuu 2019	0.1
CW kesäkuu 2019	0.2
CW heinäkuu 2019	0.1
CW elokuu 2019	0.1
CW syyskuu 2019	0.1
CW lokakuu 2019	0.1
CW marraskuu 2019	0.1
Rikastushiekka A 09_2019	0.1
Rikastushiekka A 10_2019	0.1
Rikastushiekka A 11_2019	<0.1
Rikastushiekka B 09_2019	<0.1
Rikastushiekka B 10_2019	<0.1
Rikastushiekka B 11_2019	<0.1

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
UNW toukokuu 2019	0.83	0.10
UNW toukokuu 2019 (2)	0.81	0.11
UNW kesäkuu 2019	0.45	0.10
UNW heinäkuu 2019	0.21	0.10
UNW elokuu 2019	0.42	0.11
UNW syyskuu 2019	0.28	0.12
UNW lokakuu 2019	0.11	0.08
UNW marraskuu 2019	0.43	0.13

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
USW toukokuu 2019	0.27	0.10
USW kesäkuu 2019	0.29	0.11
USW heinäkuu 2019	0.16	0.10
USW elokuu 2019	0.16	0.10
USW syyskuu 2019	0.27	0.14
USW lokakuu 2019	0.28	0.09
USW marraskuu 2019	0.13	0.07
CW toukokuu 2019	0.41	0.14
CW kesäkuu 2019	0.80	0.12
CW heinäkuu 2019	0.34	0.14
CW elokuu 2019	0.49	0.09
CW syyskuu 2019	0.26	0.08
CW lokakuu 2019	0.20	0.08
CW lokakuu 2019 (2)	0.18	0.09
CW marraskuu 2019	0.65	0.09
Rikastushiekka A 09_2019	0.19	<0.05
Rikastushiekka A 10_2019	0.20	<0.05
Rikastushiekka A 11_2019	0.23	<0.05
Rikastushiekka B 09_2019	0.21	<0.05
Rikastushiekka B 10_2019	0.23	<0.05
Rikastushiekka B 11_2019	0.23	<0.05

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
Sample id				
UNW kesäkuu 2019	10.15	21.1	0	0
UNW kesäkuu 2019 (2)	10.09	20.0	0	0
UNW syyskuu 2019	10.28	23.5	0	0
USW kesäkuu 2019	10.43	22.3	0	0
USW syyskuu 2019	10.29	17.5	0	0
CW kesäkuu 2019	9.03	50.0	0	0
CW syyskuu 2019	4.16	96.4	0.47	4.90
Rikastushiekka A 09_2019	8.84	23.8	0	0
Rikastushiekka B 09_2019	3.48	143	4.78	22.2

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method: 827T
 Analytical method description: ABA test
 Standard Method: SFS-EN 15875
 Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Unit	kg CaCO ₃ /t	kg CaCO ₃ /t		kg H ₂ SO ₄ /t	kg H ₂ SO ₄ /t	kg H ₂ SO ₄ /t
Detection Limit	0.3				0.3	
Sample id						
UNW toukokuu 2019	11.8	111.4	9.48	109.1	11.5	-97.6
UNW toukokuu 2019 (2)	11.8	112.4	9.51	110.0	11.6	-98.5
UNW kesäkuu 2019	10.5	101.9	9.71	99.8	10.3	-89.5
UNW heinäkuu 2019	13.8	94.4	6.84	92.4	13.5	-78.9
UNW elokuu 2019	12.3	84.9	6.92	83.1	12.0	-71.1
UNW syyskuu 2019	11.4	78.5	6.88	76.8	11.2	-65.7
UNW lokakuu 2019	11.9	105.9	8.92	103.7	11.6	-92.0
UNW marraskuu 2019	14.8	100.5	6.77	98.4	14.5	-83.9
USW toukokuu 2019	6.5	72.0	11.0	70.5	6.4	-64.1
USW kesäkuu 2019	6.3	67.5	10.7	66.1	6.2	-59.9
USW heinäkuu 2019	3.3	67.5	20.6	66.1	3.2	-62.8
USW elokuu 2019	8.5	60.9	7.14	59.6	8.3	-51.3
USW syyskuu 2019	3.5	65.9	18.9	64.5	3.4	-61.1
USW lokakuu 2019	5.5	94.6	17.2	92.7	5.4	-87.3
USW marraskuu 2019	5.2	96.4	18.6	94.4	5.1	-89.3
CW toukokuu 2019	53.8	78.2	1.45	76.6	52.7	-23.9
CW kesäkuu 2019	52.0	124.2	2.39	121.6	50.9	-70.7
CW heinäkuu 2019	32.5	87.9	2.71	86.1	31.8	-54.3
CW elokuu 2019	48.6	79.3	1.63	77.7	47.6	-30.1
CW syyskuu 2019	72.6	77.2	1.06	75.6	71.1	-4.5
CW lokakuu 2019	41.9	88.6	2.12	86.8	41.0	-45.8
CW lokakuu 2019 (2)	42.5	88.8	2.09	86.9	41.6	-45.3
CW marraskuu 2019	145	145.2	1.00	142.2	142	-0.3
Rikastushiekka A 09_2019	20.7	73.1	3.54	71.6	20.2	-51.4
Rikastushiekka A 10_2019	18.8	75.6	4.02	74.0	18.4	-55.6
Rikastushiekka A 11_2019	21.6	74.0	3.42	72.4	21.1	-51.3
Rikastushiekka B 09_2019	493	56.1	0.11	54.9	483	427.7
Rikastushiekka B 10_2019	351	70.1	0.20	68.6	344	275.5
Rikastushiekka B 11_2019	364	66.8	0.18	65.4	356	290.9

Analytical method ABA test:
 AP has been calculated from total S (method 810L), NPR = NP/AP

$ANC [kg H_2SO_4/t] = 0.979 \times NP [kg CaCO_3/t]$
 $MPA [kg H_2SO_4/t] = 30.6 \times S [\%]$, S [%] from method 810L
 $NAPP = MPA - ANC$

Quality control samples

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method: 512P

Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
20001722 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
20001723 / QCO46	24.6	23.2	14800	4500	15.6
20001724 / QCTILL2	34.2	151	33900	6510	29.1
20001725 / QCSDARM2	7.9	242	15600	2040	46.5

* Accredited

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
20003648 / QCGS314-9	0.66
20003648 (2) / QCGS314-9	0.66
20003649 / QCGS310-7	10.7
20003649 (2) / QCGS310-7	10.7
20003650 / QCSOKEA	<0.01

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
20003645 / QCGS314-9	1.10
20003645 (2) / QCGS314-9	1.12
20003646 / QCGS310-7	4.13
20003646 (2) / QCGS310-7	4.13
20003647 / QCSOKEA	<0.05

* Accredited

Report No.: 068577

27.1.2020

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
20001853 / QCUUTTOSKEA	<0.05
20001854 / QCSK1	0.73

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
QC-Sample id / Description				
20001850 / QCNAG	2.94	102	10.0	17.8

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
20001849 / QCKZK1	59.8
20003556 / QCKZK1	59.0
20003557 / QCKZK1	59.3

27.1.2020

Susanna Arvilommi

Tuotantoyksikön päällikkö/Production Unit

Report No.: 068577

27.1.2020

Distribution	Boliden Kevitsa Mining Oy kevitsa, environment / Boliden Kevitsa Mining Oy Kempainen, Laura / Eurofins Ahma Oy, Oulu Vieltojärvi, Olli-Pekka / Eurofins Ahma Oy, Oulu Pienimaa, Tuulikki / Boliden Kevitsa Mining Oy
--------------	--

Result relates to the received and tested sample. Test report shall not be reproduced except in full. Measurements uncertainties on request.

Eurofins Labtium Oy
Neulaniementie 5
70210 Kuopio

Report No.: 069110

5.2.2020

Boliden Kevitsa Mining Oy
 Tuulikki Pienimaa
 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

Request: S20-20424
 Customer referral number:
 Order number: S20-20424
 Received on: 22.1.2020

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	5 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	5 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	5 pcs

* Accredited

Results

Analytical method: 512P
 Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES
 Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
Sample id					
UNW joulukuu 2019	521	696	50100	49800	737
UNW joulukuu 2019 (2)	525	692	49800	49700	734
USW joulukuu 2019	521	231	34500	45500	627
CW joulukuu 2019	756	2200	57500	41200	1250
Rikastushiekka A 12_2019	575	490	46600	46200	896
Rikastushiekka B 12_2019	454	5000	255000	28500	13000

* Accredited

Analytical method: 810L
 Analytical method description: Analysis of S by combustion technique
 Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
UNW joulukuu 2019	0.65
UNW joulukuu 2019 (2)	0.66
USW joulukuu 2019	0.13
CW joulukuu 2019	1.11

Report No.: 069110

5.2.2020

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
Rikastushiekka A 12_2019	0.51
Rikastushiekka B 12_2019	14.6

* Accredited

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
UNW joulukuu 2019	0.36
UNW joulukuu 2019 (2)	0.36
USW joulukuu 2019	0.27
CW joulukuu 2019	0.53
Rikastushiekka A 12_2019	0.26
Rikastushiekka B 12_2019	0.30

* Accredited

Analytical method: 814G

Analytical method description: Gravimetric determination of moisture or dry matter

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
UNW joulukuu 2019	0.1
USW joulukuu 2019	0.2
CW joulukuu 2019	<0.1
Rikastushiekka A 12_2019	0.1
Rikastushiekka B 12_2019	0.1

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 069110

5.2.2020

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
UNW joulukuu 2019	0.26	0.10
UNW joulukuu 2019 (2)	0.24	0.13
USW joulukuu 2019	0.13	0.14
CW joulukuu 2019	0.39	0.14
Rikastushiekka A 12_2019	0.21	<0.05
Rikastushiekka B 12_2019	0.20	0.10

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
Sample id				
UNW joulukuu 2019	8.66	31.1	0	0
UNW joulukuu 2019 (2)	8.86	29.9	0	0
USW joulukuu 2019	9.70	15.7	0	0
CW joulukuu 2019	9.17	39.1	0	0
Rikastushiekka A 12_2019	9.05	26.1	0	0
Rikastushiekka B 12_2019	3.21	176	11.0	46.3

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit	0.3				0.3	
Sample id						
UNW joulukuu 2019	20.4	93.0	4.55	91.1	20.0	-71.1
UNW joulukuu 2019 (2)	20.5	92.3	4.50	90.4	20.1	-70.3
USW joulukuu 2019	4.1	64.5	15.8	63.1	4.0	-59.1
CW joulukuu 2019	34.5	82.9	2.40	81.2	33.8	-47.4
Rikastushiekka A 12_2019	16.0	61.2	3.82	59.9	15.7	-44.3
Rikastushiekka B 12_2019	457	43.3	0.09	42.4	447	404.8

Report No.: 069110

5.2.2020

Analytical method ABA test:
 AP has been calculated from total S (method 810L), NPR = NP/AP

ANC [kg H₂SO₄/t] = 0.979 × NP [kg CaCO₃/t]
 MPA [kg H₂SO₄/t] = 30.6 × S [%], S [%] from method 810L
 NAPP = MPA - ANC

Quality control samples

Analytical method: 512P
 Analytical method description: Multi-element analysis by ICP-OES
 Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *
Parameter	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *
Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit	1	1	50	10	2
QC-Sample id / Description					
20003746 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
20003747 / QCO46	24.7	23.2	14700	4600	17.1
20003748 / QCTILL2	33.4	148	33500	6620	31.6
20003749 / QCSDARM2	7.8	246	15700	2120	48.7

* Accredited

Analytical method: 810L
 Analytical method description: Analysis of S by combustion technique
 Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
20004574 / QCGS314-9	0.71
20004575 / QCGS310-7	10.6

* Accredited

Analytical method: 811L
 Analytical method description: Analysis of C by combustion technique
 Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
20004572 / QCGS314-9	1.11
20004573 / QCGS310-7	4.12

* Accredited

Report No.: 069110

5.2.2020

Analytical method: 816L

Analytical method description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
20003742 / QCUUTTOSKEA	<0.05
20003743 / QCSK1	0.72

Analytical method: 826T1

Analytical method description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
QC-Sample id / Description				
20005067 / QCNAG	2.84	109	11.3	18.0

Analytical method: 827T

Analytical method description: ABA test

Standard Method: SFS-EN 15875

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
20003539 / QCKZK1	60.2

5.2.2020

Susanna Arvilommi

Tuotantoyksikön päällikkö/Production Unit

Report No.: 069110

5.2.2020

Distribution

Boliden Kevitsa Mining Oy
kevitsa, environment / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Vieltojärvi, Olli-Pekka / Eurofins Ahma Oy, Oulu
Pienimaa, Tuulikki / Boliden Kevitsa Mining Oy

Result relates to the received and tested sample. Test report shall not be reproduced except in full. Measurements uncertainties on request.

Eurofins Labtium Oy
Neulaniementie 5
70210 Kuopio