

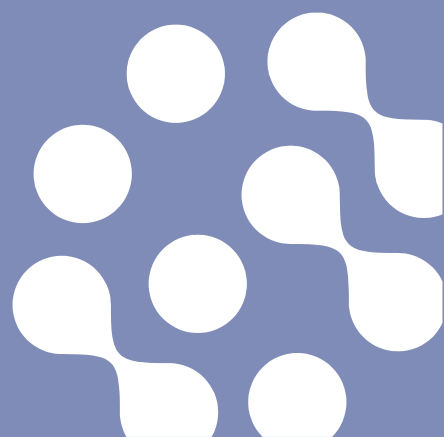


Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 180012
22.10.2019

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

RIKASTUSHIEKKAJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2018



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, RIKASTUSHIEKKAJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2018

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO.....	1
2.	NÄYTTEENOTTO JA LAADUNTARKKAILU	1
3.	TUOTANNON ANALYYSIT	1
4.	KOKONAISPITOISUUDET	2
5.	HAPONTUOTTOKYKY	6
5.1	KAIVANNAISJÄTTEIDEN HAPONTUOTTOKYKY JA LUOKITTELU	6
5.1.1	ABA-testi	6
5.1.2	NAG-testi	7
5.2	ANALYYSITULOKSET	8
5.2.1	ABA-testi	8
5.2.2	NAG-testi	11
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU.....	13
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET.....	14
	VIITTEET	16
	LIITTEET	17

LIITTEET

Liite 1. Rikastushiekkajakeiden analyysitulokset, 2018

6.3.2019 (Alkuperäinen dokumentti), korjattu 22.10.2019. Korjaukset koskevat kappaletta 4, ja ne on merkitty tekstiin kurssiivilla.

Eurofins Ahma Oy



Sari Luste,
Projektipäällikkö



Laura Kemppainen,
DI ympäristötekniikka

Yhteystiedot

Sammonkatu 8
90570 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 (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 2018 rikastushiekkaa A pumpattiin rikastushiekka-altaalle 7,3 Mt ja rikastushiekkaa B 0,05 Mt.

Tässä raportissa on hyödynnetty vuoden 2017 rikastushiekkajakeiden tarkkailun raportissa (Ramboll Finland Oy 2018) esitettyjä tietoja.

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-altaille 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 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 2018 kuukausinäytteet otettiin molemmista rikastushiekkajakeista tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Määritykset tehtiin tammi-toukokuun näytteiden osalta Eurofins Ahma Oy:n laboratorioissa ja kesä-joulukuun näytteiden osalta Eurofins Labtium Oy:n laboratorioissa. Laboratoriotutkimusten testausselostet on esitetty raportin **liitteessä 1**.

3. TUOTANNON ANALYYSIT

Kaivoksen tuotannon tarkkailun yhteydessä otetuista näytteistä analysoidaan mm. kuparin, nikkelin ja rikin pitoisuudet. Taulukossa 3-1 on esitetty tuotannon tarkkailun tuotantomäärillä painotetut kuukausi- ja vuosikeskiarvopitoisuudet vuodelta 2018. 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 2018 aikana vaihdelleet välillä 0,50–0,77 %. Vuosikeskiarvo oli 0,64 % eli alle lupamääräyksen tavoitepitoisuuden. Rikastushiekan B rikkipitoisuus oli vuosikeskiarvona 19,7 %.

Taulukko 3-1. Rikastushiekkajakeiden tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2018.

	Rikastushiekka A			Rikastushiekka B				
	Kuukausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo	Kuukausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo
	Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)	Cu (%)	Ni (%)	S (%)	S (%)
Tammikuu	0,03	0,05	0,59	0,59	0,57	1,4	16,4	16,4
Helmikuu	0,03	0,05	0,63	0,60	0,41	1,3	18,6	17,5
Maaliskuu	0,05	0,06	0,77	0,67	0,54	1,2	16,5	17,2
Huhtikuu	0,03	0,06	0,75	0,69	0,43	1,4	18,8	17,7
Toukokuu	0,03	0,06	0,55	0,67	0,39	2,0	22,3	18,5
Kesäkuu	0,03	0,06	0,52	0,64	0,56	1,5	16,0	18,0
Heinäkuu	0,03	0,08	0,61	0,64	0,41	2,6	21,3	18,5
Elokuu	0,02	0,07	0,54	0,62	0,43	2,5	23,0	19,4
Syyskuu	0,03	0,06	0,66	0,63	0,63	2,4	24,3	19,7
Lokakuu	0,03	0,06	0,50	0,61	0,42	2,5	17,8	19,6
Marraskuu	0,02	0,05	0,77	0,63	0,34	1,5	19,8	19,6
Joulukuu	0,03	0,05	0,71	0,64	0,38	1,6	20,2	19,7

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 2018 alkuainemääritykset tehtiin molemmista rikastushiekkajakeista poikkeuksellisesti viisi kertaa, tammi-, maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa. 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 2018 sekä PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot. Taulukkoa korjattu 22.10.2019.

Alkuaine		Vähärikkinen rikastushiekka (RH A)					PIMA-asetus		
		Tammikuu	Maaliskuu	Kesäkuu	Syyskuu	Joulukuu	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	960	830	448	566	512	100	200	300
Cu	mg/kg	430	590	601	531	499	100	150	200
Ni	mg/kg	1010	900	1060	1230	942	50	100	150
Fe	mg/kg	56400	55800	52700	56200	52500	-	-	-
Mg	mg/kg	67800	57900	52900	56300	51800	-	-	-

Alkuaine		Runsasrikkinen rikastushiekka (RH B)					PIMA-asetus		
		Tammikuu	Maaliskuu	Kesäkuu	Syyskuu	Joulukuu	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	550	530	330	296	308	100	200	300
Cu	mg/kg	3660	4730	5440	4160	3920	100	150	200
Ni	mg/kg	15200	11800	14100	20200	16800	50	100	150
Fe	mg/kg	318000	286000	272000	359000	325000	-	-	-
Mg	mg/kg	34100	33300	29000	22700	23000	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

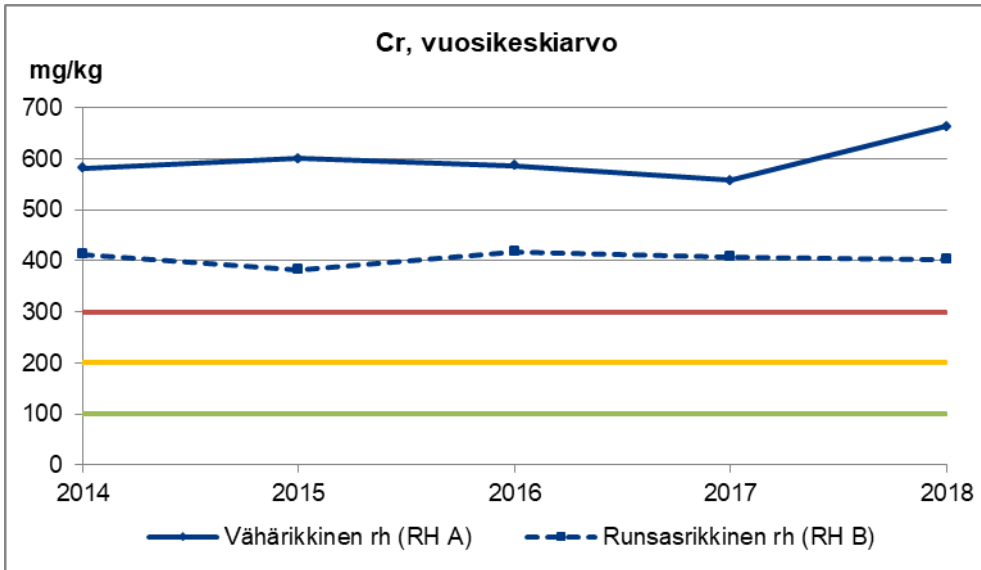
Rikastushiekan A osalta kaikkien metallien pitoisuustasot vaihtelivat jonkin verran vuoden 2018 aikana otetuissa näytteissä. Tulokset olivat kuitenkin samaa suuruusluokkaa koko vuoden ajan. Kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot kaikissa näytteissä.

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 lähes kaikissa näytteissä. Ainoastaan syyskuun näytteessä kromin pitoisuus alitti niukasti ylempän ohjearvon.

Tuotannon tarkkailun yhteydessä todetut kuparin pitoisuudet (ks. taulukko 3-1) olivat vuonna 2018 molemmissa rikastushiekkajakeissa samaa suuruusluokkaa kuin ulkopuolisessa laboratoriossa analysoidut pitoisuudet. Nikkelin pitoisuudet olivat rikastushiekassa A tuotannon tarkkailussa alemmaa tasoa ja rikastushiekassa B vastaavaa tasoa kuin tarkkailuohjelman mukaisessa tarkkailussa. Tuotannon tarkkailun yhteydessä analyysijä on tehty huomattavasti enemmän kuin tarkkailuohjelman mukaisessa tarkkailussa.

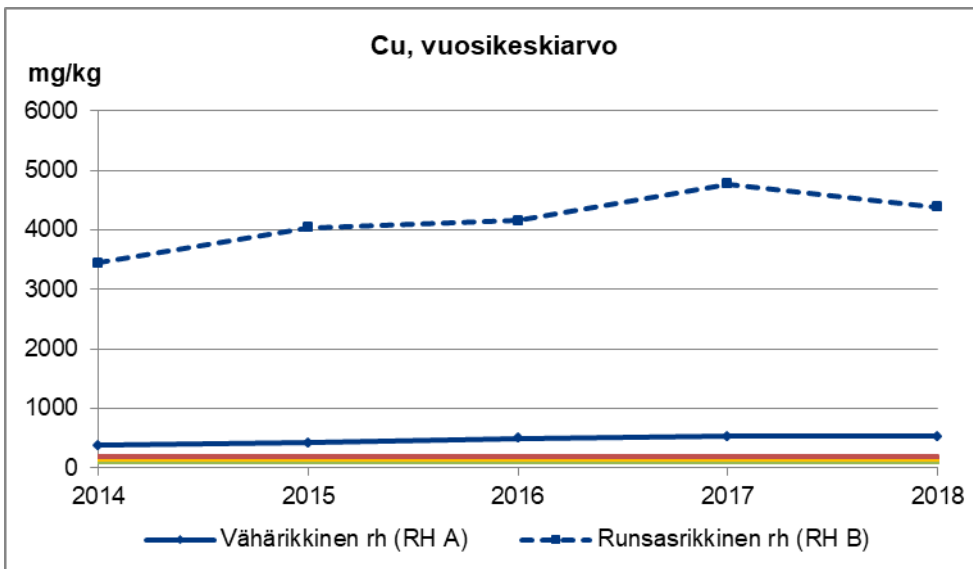
Kuvissa 4-1...4-5 on esitetty rikastushiekkajakeiden metallien kokonaispitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018. Eri vuosien tulosten vertailussa on huomattavaa, että rikastushiekkajakeiden tarkkailua on muutettu vuoden 2015 alussa. Vuonna 2014 pitoisuudet on määritetty kuukausittain ja lisäksi on muodostettu puolen vuoden kokoomanäytteet. Vuosina 2015–2018 kokonaispitoisuudet on määritetty edellä kuvatun mukaisesti neljännesvuosittain. 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.

Kromin keskiarvopitoisuus on molemmissa rikastushiekkajakeissa vaihdellut vain vähän koko jakson 2014–2018 ajan (kuva 4-1). Kromin keskiarvopitoisuudet ovat olleet rikastushiekassa A korkeampia kuin rikastushiekassa B.



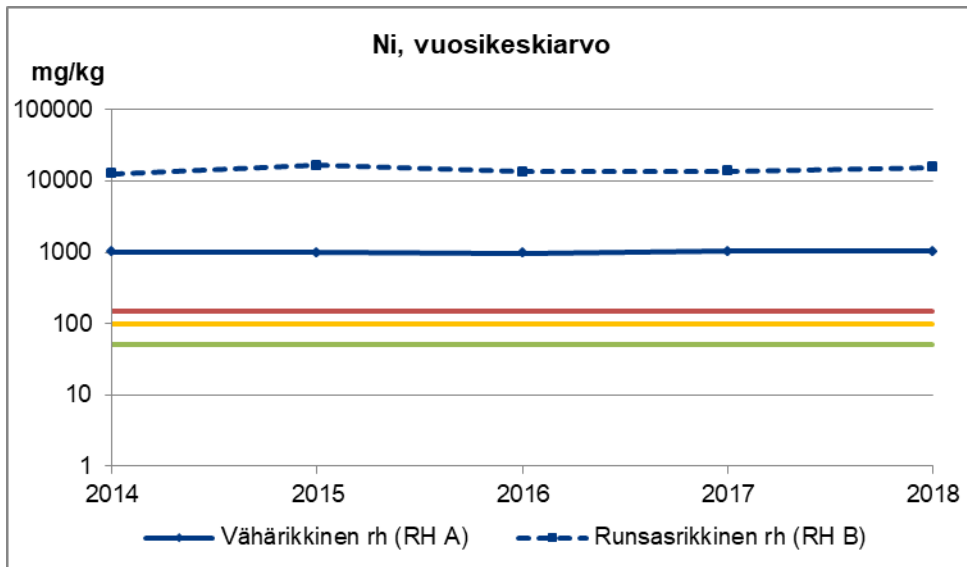
Kuva 4-1. Rikastushiekkajakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjeарvo ja punaisella ylempi ohjeарvo.

Kuparin keskiarvopitoisuudet ovat molemmissa rikastushiekkajakeissa nousseet tasaisesti vuosina 2014-2017, ja kääntyneet laskuun vuonna 2018 (kuva 4-2). Rikastushiekan B kuparipitoisuudet olivat vuonna 2018 noin 9-kertaisia rikastushiekkään A verrattuna.



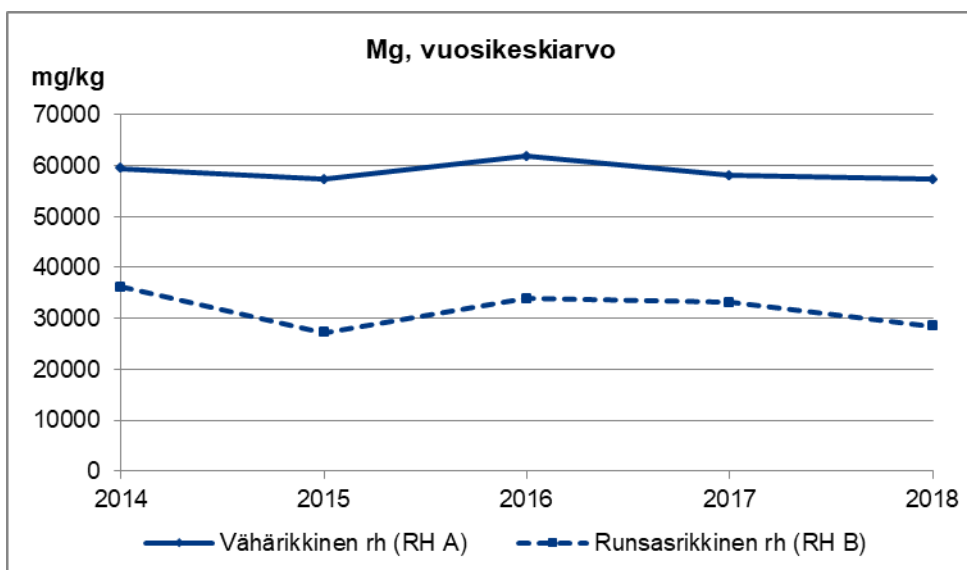
Kuva 4-2. Rikastushiekkajakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjeарvo ja punaisella ylempi ohjeарvo.

Rikastushiekassa A nikkelin keskiarvopitoisuuden vaihtelu on ollut melko vähäistä vuosina 2014-2018 (kuva 4-3). Rikastushiekassa B nikkelin keskimääräinen pitoisuus on vaihdellut jonkin verran. Nikkelipitoisuus on rikastushiekassa B huomattavasti korkeampi kuin rikastushiekassa A.



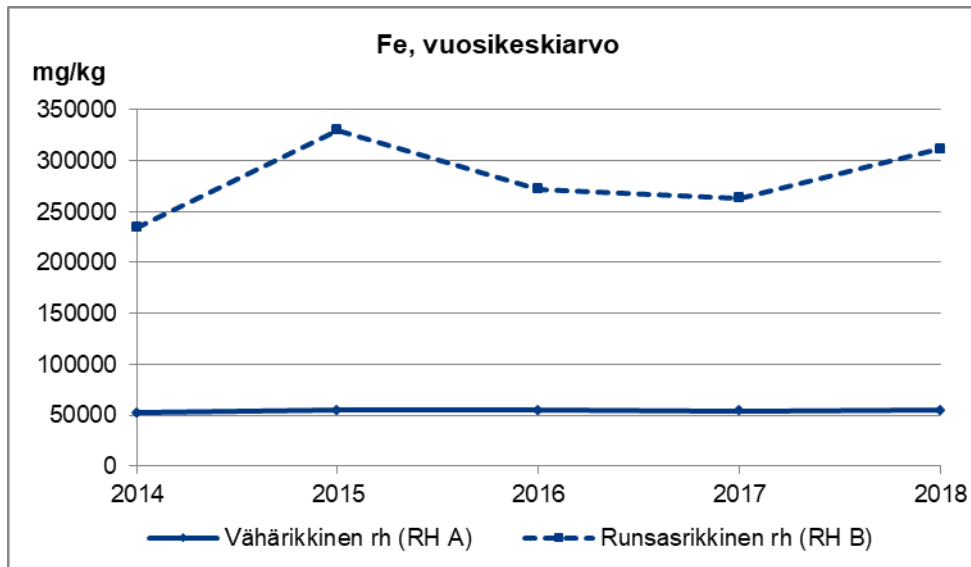
Kuva 4-3. Rikastushiekkajakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014-2018. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyisarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo. Pitoisuusasteikko on kuvassa logaritminen.

Magnesiumin keskiarvopitoisuuksissa on molemmissa rikastushiekkajakeissa esiintynyt vuosina 2014-2018 vähäistä vaihtelua, mutta pitoisuuksissa ei ole havaittavissa nousevaa eikä laskevaa suuntausta (kuva 4-4). Magnesiumin pitoisuus on vuosina 2014-2018 ollut suurempi rikastushiekassa A kuin rikastushiekassa B.



Kuva 4-4. Rikastushiekkajakeiden magnesiumipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018.

Rikastushiekassa A raudan keskimääräinen pitoisuus on pysynyt likimain samalla tasolla vuodesta 2014 lähtien (kuva 4-5). Rikastushiekassa B raudan pitoisuudessa on esiintynyt jonkin verran vaihtelua. Raudan pitoisuus on rikastushiekassa B selvästi korkeampi kuin rikastushiekassa A.



Kuva 4-5. Rikastushiekkajakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018.

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) 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)

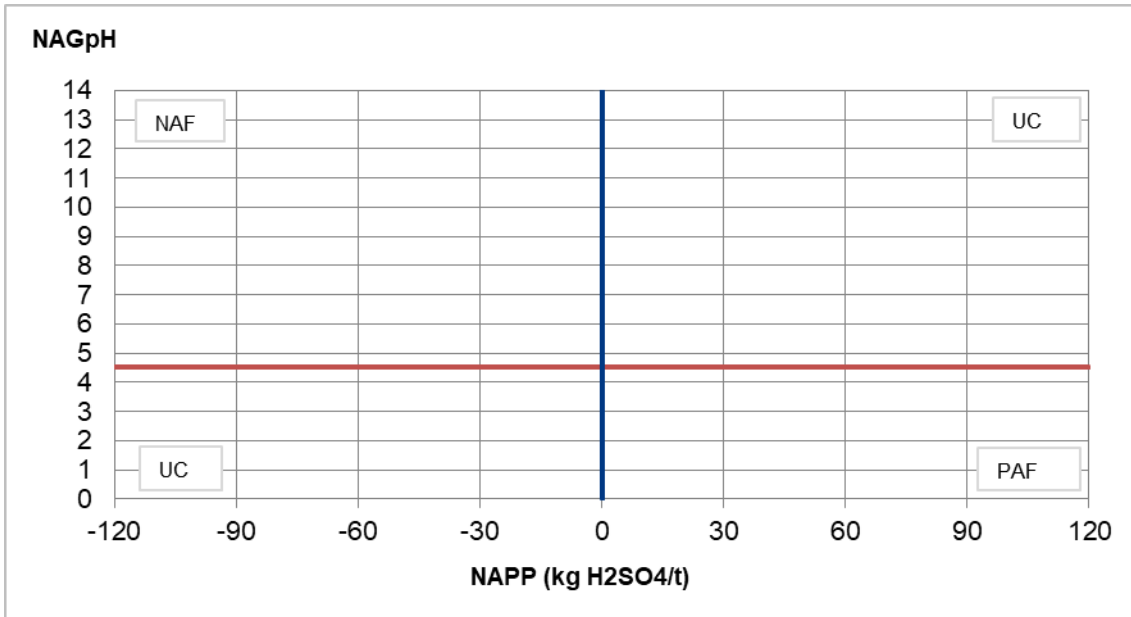
ABA-testissä liukenee (1-5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vähän sulfidimineraaleja eli testi ei suoraan mittaa sulfidien hapettumisesta syntyvää happamuuden neutralointia vaan suolahappolisän 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 hapontuottopotentiaalin. 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 hapettumisessa syntyvästä rikkihaposta sekä hapettumisreaktioissa liuenneen 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 2018 ABA- ja NAG-testien tulokset on esitetty kohdissa 5.2.1 ja 5.2.2. Vuoden 2018 tuloksia on lisäksi vertailtu vuosien 2014–2017 tuloksiin. Vertailussa on huomattavaa, että rikastushiekkajakeiden tarkkailua on tehty vuoden 2015 alusta lähtien nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2014 ABA-testi on tehty molemmista jakeista kuukausinäytteille sekä puolen vuoden kokoomanäytteille ja NAG-testi puolen vuoden kokoomanäytteille.

5.2.1 ABA-testi

Seuraavassa taulukossa 5-3 on esitetty ABA-testin tulokset vuodelta 2018. Hiilen kokonaispitoisuuden, ei-karbonaattisen hiilen ja karbonaattisen hiilen osalta pitoisuudet olivat osin pienempiä kuin laboratorion määritysraja. Määritysrajan alittavien pitoisuuksien osalta mediaanien ja keskiarvojen laskennassa on käytetty määritysrajaa.

Taulukko 5-3. Rikastushiekkajakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentialien, neutralointipotentialien ja NPR-luvut vuonna 2018.

Näyte	S %	C %	C non carb %	C carb %	NP kg CaCO ₃ /t	AP kg CaCO ₃ /t	NPR
Rikastushiekka A							
Tammikuu	0,72	<0,3	<0,3	<0,3	65,3	22,5	2,9
Helmikuu	0,69	<0,3	<0,3	<0,3	63,1	21,6	2,9
Maaliskuu	0,72	<0,3	<0,3	<0,3	60,8	22,5	2,7
Huhtikuu	0,87	0,39	<0,3	<0,3	69,2	27,2	2,5
Toukokuu	0,72	<0,3	<0,3	<0,3	66,9	22,5	3,0
Kesäkuu	0,67	0,21	<0,05	0,17	67,0	20,9	3,2
Heinäkuu	0,76	0,37	<0,05	0,33	71,9	23,8	3,0
Elokuu	0,84	0,29	<0,05	0,24	64,2	26,4	2,4
Syyskuu	0,81	0,28	<0,05	0,24	77,1	25,4	3,0
Lokakuu	0,74	0,23	<0,05	0,21	66,3	23,2	2,9
Marraskuu	0,89	0,27	<0,05	0,25	57,1	27,8	2,1
Joulukuu	0,83	0,25	<0,05	0,21	78,0	25,8	3,0
Minimi	0,67	0,21	<0,05	0,17	57,10	20,9	2,1
Maksimi	0,89	0,39	<0,3	0,33	78,00	27,8	3,2
Mediaani	0,75	0,30	<0,05	0,28	66,60	23,5	2,9
Keskiarvo	0,77	0,29	<0,05	0,26	67,24	24,1	2,8
Rikastushiekka B							
Tammikuu	15,7	0,31	<0,3	0,31	36,6	491,0	0,08
Helmikuu	16,0	<0,3	<0,3	<0,3	35,4	500,0	0,07
Maaliskuu	15,0	<0,3	<0,3	<0,3	35,2	469,0	0,08
Huhtikuu	17,0	<0,3	<0,3	<0,3	32,8	531,0	0,06
Toukokuu	22,0	<0,3	<0,3	<0,3	37,6	688,0	0,06
Kesäkuu	16,0	0,23	0,07	0,17	41,5	499,0	0,08
Heinäkuu	22,3	0,25	<0,05	0,21	34,1	697,0	0,05
Elokuu	23,5	0,22	0,08	0,14	23,3	734,0	0,03
Syyskuu	22,4	0,24	0,05	0,19	40,0	701,0	0,06
Lokakuu	19,8	0,23	<0,05	0,19	40,2	619,0	0,06
Marraskuu	19,7	0,27	0,05	0,22	34,3	616,0	0,06
Joulukuu	20,7	0,22	0,05	0,17	40,5	647,0	0,06
Minimi	15,0	0,22	<0,05	0,14	23,30	469,0	0,03
Maksimi	23,5	0,31	<0,3	0,31	41,50	734,0	0,08
Mediaani	19,8	0,26	0,08	0,22	36,00	617,5	0,06
Keskiarvo	19,2	0,26	0,16	0,23	35,96	599,3	0,06

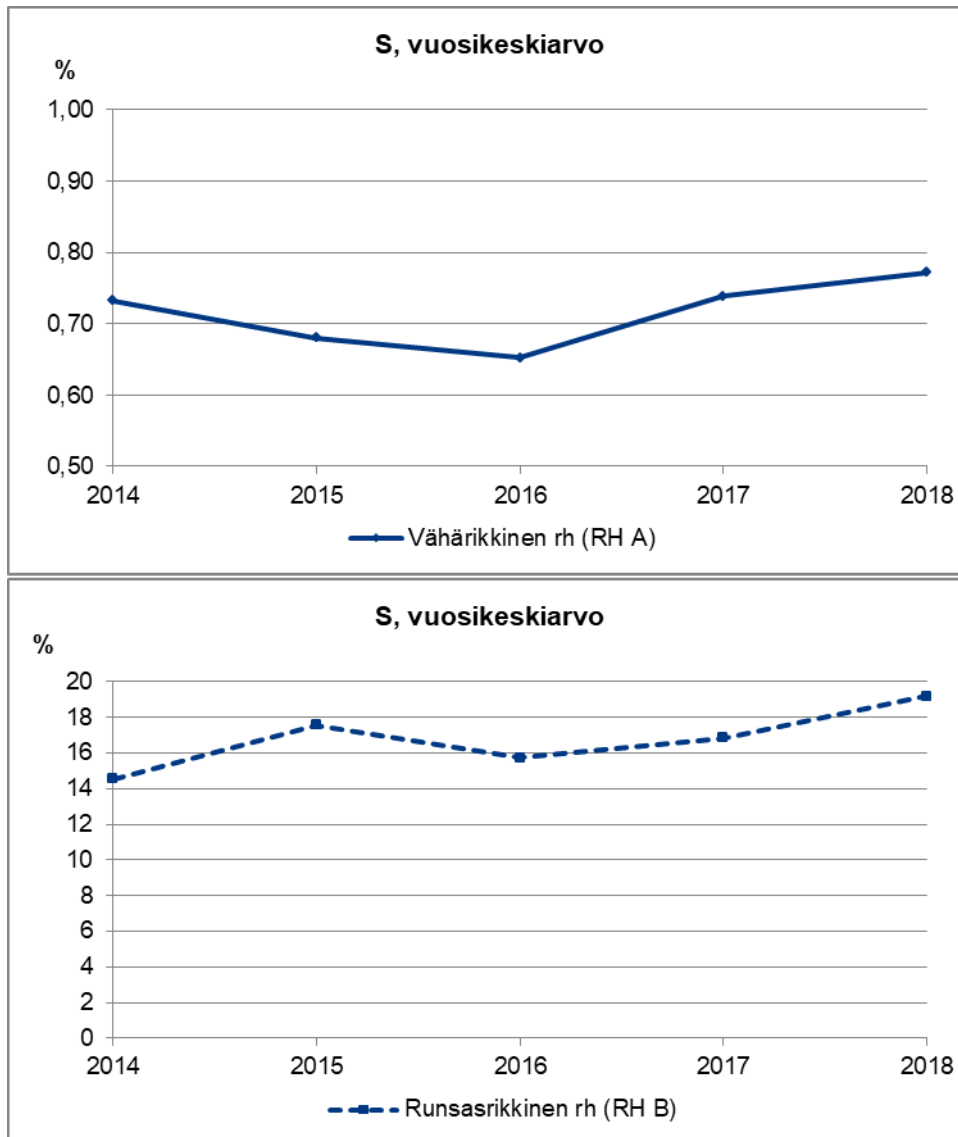
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvissa 5-2 ja 5-3 on esitetty rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvot tutkituissa näytteissä vuosina 2014–2018. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Tuotannon analyyseissä (ks. taulukko 3-1) rikastushiekan A rikin vuosikeskiarvopitoisuus (0,64 %) oli hieman alhaisempi kuin tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden keskiarvopitoisuus (0,77 %). Myös tuotannon analyyseiden painotetut kuukausikeskiarvot (taulukko 3-1) olivat hieman alhaisempia kuin tarkkailuohjelman

mukaisissa näytteissä. Rikastushiekan A tarkkailuohjelman mukaisten näytteiden rikkipitoisuuden keskiarvo 0,77 % 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.

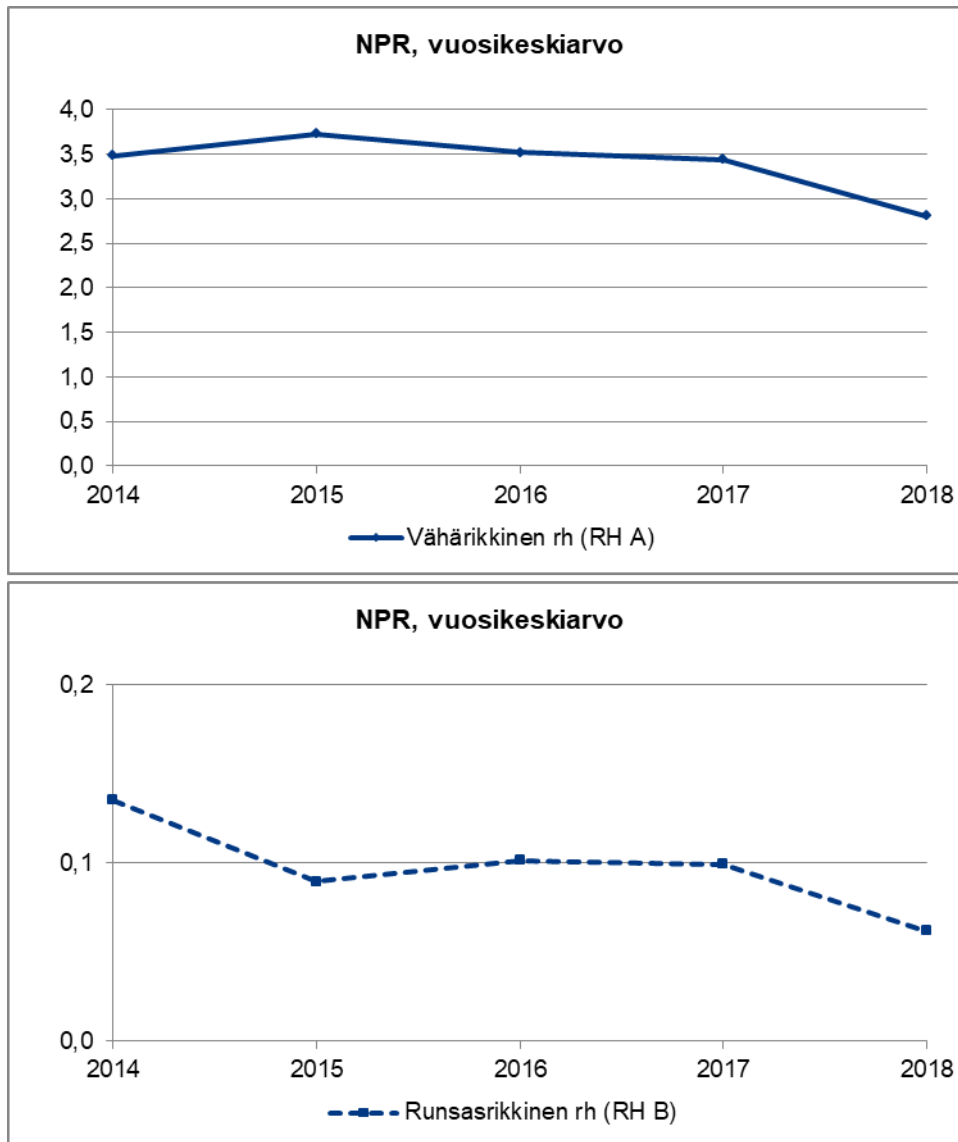


Kuva 5-2. Rikkipitoisuuksien keskiarvot rikastushiekkajakeissa vuosina 2014–2018.

Rikastushiekkassa A rikkipitoisuus oli kaikissa vuonna 2018 tutkituissa näytteissä <1 %. NPR-luvut vaihtelivat välillä 2,1 – 3,2. Tammi-huhtikuussa, elokuussa sekä loka-marraskuussa rikastushiekkasta A otetun näytteen ABA-testin perusteella rikastushiekka A luokitellaan happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Muiden kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella rikastushiekka A ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä. Vuonna 2018 määritettyjen rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvo- ja mediaaniarvojen perusteella rikastushiekka A luokitellaan happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Vuosina 2014–2018 rikastushiekan A rikkipitoisuuksien keskiarvo on ollut likimain samalla tasolla ja NPR-lukujen

keskiarvo vaihdellut hieman (kuvat 5-2 ja 5-3). Vuonna 2018 NPR-luvun vuosikeskiarvo alitti rajan 3 niukasti ensimmäistä kertaa tarkastelujakson 2014-2018 aikana.

Rikastushiekassa B rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2018 19,2 % ja NPR-lukujen keskiarvo 0,06. Rikastushiekka B luokitellaan tulosten perusteella happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Rikastushiekan B rikkipitoisuus nousi vuonna 2018 hieman korkeammalle kuin vuosina 2014-2017. NPR-lukujen keskiarvo puolestaan laski hieman vuosien 2014-2017 tason alapuolelle (kuvat 5-2 ja 5-3).



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot rikastushiekkajakeissa vuosina 2014–2018.

5.2.2 NAG-testi

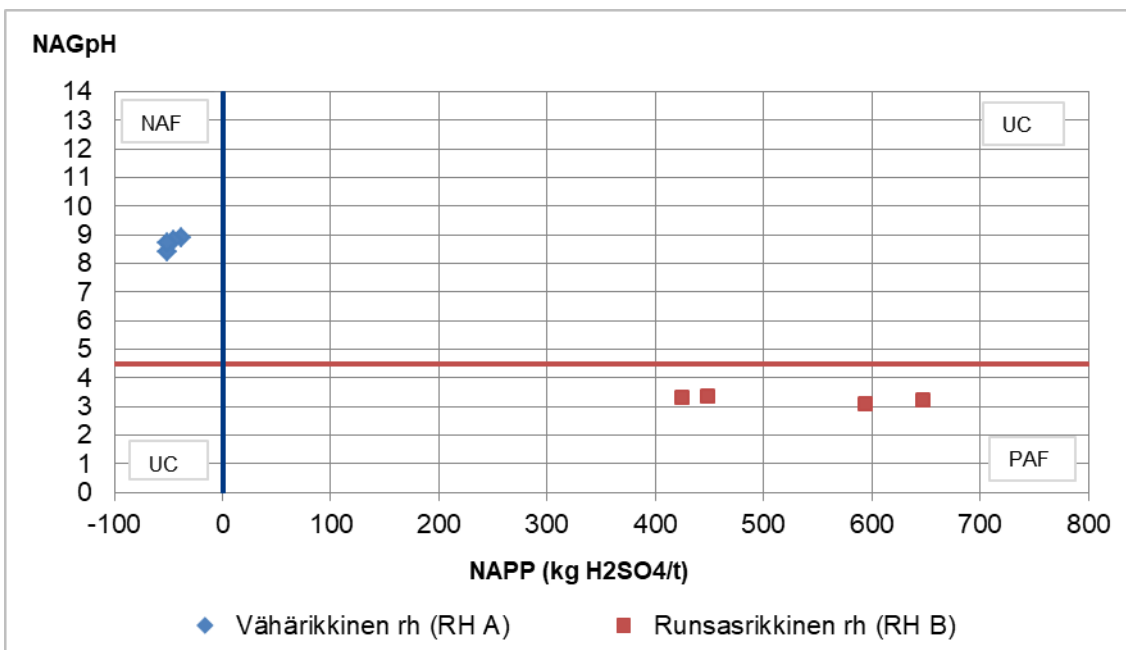
Taulukossa 5-4 on esitetty rikastushiekkajakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset (NAG_{pH}) vuodelta 2018. Taulukossa on esitetty myös neutralointikapasiteetin (ANC), maksimihapontuottopotentialin (MPA) sekä nettohapontuottokyvyn (NAPP) arvot.

Taulukko 5-4. Rikastushiekkajakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimihapontuottopotentialin sekä nettohapontuottokyvyn arvot vuonna 2018.

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	8,9	59,5	22,0	-37,5
Kesäkuu	8,8	65,6	20,5	-45,1
Syyskuu	8,4	75,5	24,9	-50,7
Joulukuu	8,7	76,3	25,3	-51,1
Runsasrikkinen rh (RH B)				
Maaliskuu	3,3	34,5	459,0	425,0
Kesäkuu	3,4	40,7	489,0	448,3
Syyskuu	3,2	39,2	687,0	647,4
Joulukuu	3,1	39,7	634,0	594,2

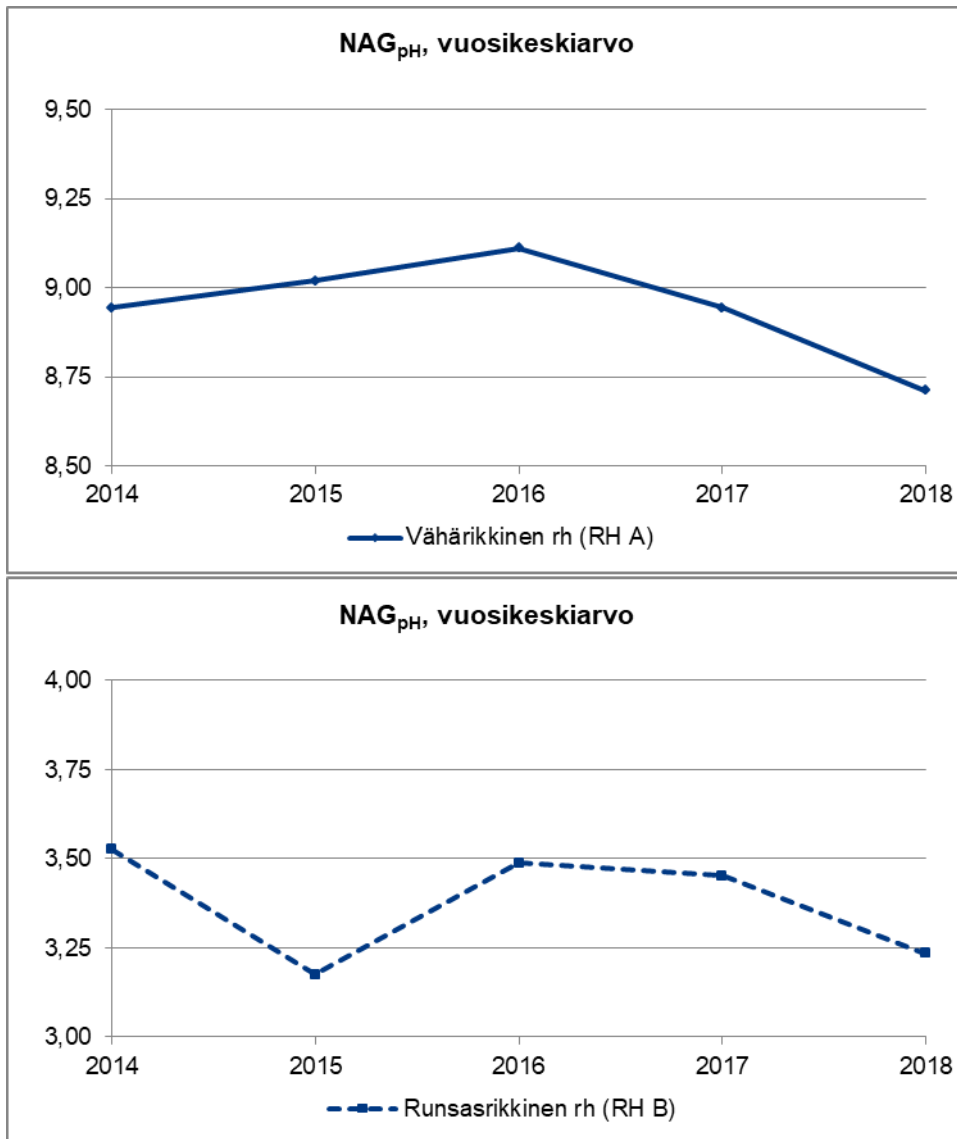
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP-NAG_{pH} -vertailu vuoden 2018 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 5-5. Vuonna 2018 rikastushiekkajakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Molempien rikastushiekkajakeiden NAG_{pH}-keskiarvot ovat olleet likimain samalla tasolla vuosina 2014–2018 (kuva 5-5). Rikastushiekan A osalta NAG_{pH}-keskiarvon trendi oli hieman nouseva vuosina 2014–2016, mutta kääntyi laskuun vuonna 2017. Rikastushiekan B osalta selvää trendiä ei ole havaittavissa.



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2014–2018. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Rikastushiekkajakeiden tarkkailua muutettiin vuoden 2015 alussa edellä raportissa kuvatun mukaisesti. Rikastushiekkajakeista on otettu 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 2018 ABA-testin keskimääräisten tulosten perusteella happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi, mutta touko-heinäkuussa, syyskuussa sekä joulukuussa otettujen näytteiden perusteella rikastushiekka A on ollut ei happoa tuottavaa kaivannaisjätettä. Vuonna 2018 tehtyjen

NAG-testien tulosten perusteella rikastushiekka A voitiin luokitella happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi. Rikastushiekan A osalta NPR-luku vaihteli koko vuoden ajan NAF/PAF – luokituksen raja-arvon 3 molemmin puolin. Vuosina 2014-2017 rikastushiekka A on luokitunut vuoden keskimääräisen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun perusteella ei happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. NAG-testillä voidaan tarkentaa erityisesti sellaisten kaivannaisjätteiden hapontuottokykyä, joiden NPR-luku on <1 tai 1-3, kuten Kevitsan rikastushiekan A vuonna 2018 otettujen näytteiden tapauksessa.

Tarkkailutulosten perusteella rikastushiekkajakeiden laatu on vuonna 2018 otettujen ja tutkittujen kuukausinäytteiden perusteella ollut pääosin samalla tasolla koko vuoden ajan. Tarkasteluajanjakson 2014–2018 tuloksissa ei ole havaittavissa huomattavia eroja. Tulosten perusteella voidaankin 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 Labtiumin Sodankylän laboratoriossa, jossa niitä ei jauheta ennen analyysia. Tarkkailuohjelman mukaiset kokoomänäytteet taas analysoidaan 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

Rikastushiekassa A kromin, nikkelin, raudan ja magnesiumin pitoisuuksissa esiintyi jonkin verran vaihtelua, mutta ne olivat samaa suuruusluokkaa kaikissa vuonna 2018 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 2014-2018. Kromin keskimääräinen pitoisuus oli noussut jonkin verran vuodesta 2017.

Tuotannon analyyseissä rikkipitoisuudet ovat olleet hieman alhaisempia kuin tarkkailuohjelman mukaisissa näytteissä. On kuitenkin todettu, että erilaisella näytteenkäsittelyllä ja partikkelikoolla on vaikutusta rikkipitoisuuksien eroihin. Vuosina 2014–2018 rikastushiekan A rikkipitoisuuksien keskiarvo on ollut likimain samalla tasolla ja NPR-lukujen keskiarvo vaihdellut hieman. A-rikastushiekan rikkipitoisuudet alittivat ympäristöluvan mukaisen tavoitearvon 0,8 %.

Rikastushiekka A luokiteltiin vuoden 2018 keskimääräisen rikkipitoisuuden ja NPR-luvun perusteella 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 2014–2018.

B-rikastushiekka

Rikastushiekassa B kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen ylemmät ohjearvot lähes kaikissa tutkituissa näytteissä. Ainoastaan syyskuun näytteessä ylempi ohjearvo alittui niukasti kromin osalta. Rikastushiekan B keskimääräisissä metallipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia tarkasteluajanjaksolla 2014-2018. Kuparin keskimääräinen pitoisuus oli laskenut jonkin verran edellisvuoteen verrattuna, raudan keskimääräinen pitoisuus puolestaan oli noussut.

Rikastushiekassa B rikkipitoisuuden keskiarvo oli 19,2 % ja NPR-lukujen keskiarvo 0,23. Tulosten perusteella rikastushiekka B luokitellaan happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi. Rikastushiekan B keskimääräinen rikkipitoisuus nousi vuonna 2018 hieman korkeammalle ja keskimääräinen NPR-luku puolestaan laski hieman alemmas kuin vuosina 2014-2017. Myös NAG-testin tulosten perusteella rikastushiekka voitiin vuonna 2018 luokitella happoa tuottavaksi jätteeksi eli luokkaan PAF. Rikastushiekan B NAG_{pH}-keskiarvot ovat olleet likimain samalla tasolla vuosina 2014–2018.

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.
- Ramboll Finland Oy (2018) Boliden Kevitsa Mining Oy. Sivukivijakeiden tarkkailu vuonna 2017. Moniste 19 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

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

 Saaja:
 Boliden Kevitsa Mining Oy

 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

 Tilauksen tiedot:
 Asiakastunnus: 667
 Tilaustunnus: O-18-00653
 Tilauksen kuvaus: Rikastushiekkanäytteet, kuukausikookomat 2 kpl

Näytetunnus: O-18-00653-001	Kuvaus: Tammikuu 2018, Rikastehiekka A	
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 19.3.2018	Tutkimus aloitettu: 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Analyytit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,1	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,72	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	22,5	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	65,3	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		2,9	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	960	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	430	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	56400	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	67800	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	1010	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-00653-002	Kuvaus: Tammikuu 2018, Rikastehiekka B	
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 19.3.2018	Tutkimus aloitettu: 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Analyytit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,1	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	15,7	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,31	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	0,31	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	491	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	36,6	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		0,08	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	550	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	3660	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	318000	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	34100	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	15200	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratoriosta.

Eurofins Ahma Oy
Teollisuustie 6
96100 Rovaniemi

18.4.2018



Laura Hurtig, Kemisti
040 592 3344, LauraHurtig@eurofins.fi

Yhteysenkilöt

Alkuaineanalytiikka, Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille.
Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on
pyydetävä lupa Eurofins Ahma Oy:ltä.

Menetelmäviittausten lopussa olevien laboratoriotunnusten selitteet:
OUL = Eurofins Ahma Oy, Sammonkatu 8, 90570 Oulu, p. 044 588 5260
ARAM = Alihankinta, Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

 Saaja:
 Boliden Kevitsa Mining Oy

 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

 Tilauksen tiedot:
 Asiakastunnus: 667
 Tilaustunnus: O-18-01050
 Tilauksen kuvaus: Rikastushiekkänäytteet, kuukausianalyysit, 2 kpl

Näytetunnus: O-18-01050-001 **Kuvaus:** Helmikuu 2018, Rikastehiekka A
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 7.5.2018 **Tutkimus aloitettu:** 8.5.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analyytit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,69	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	21,6	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	63,1	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		2,9	SFS-EN 15875 / OUL

Näytetunnus: O-18-01050-002 **Kuvaus:** Helmikuu 2018, Rikastehiekka B
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 7.5.2018 **Tutkimus aloitettu:** 8.5.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analyytit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	16	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	500	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	35,4	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		0,07	SFS-EN 15875 / OUL

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratoriosta.

11.6.2018



 Laura Hurtig, Kemisti
 040 592 3344, LauraHurtig@eurofins.fi

Yhteyshenkilöt

Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi

 Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille.
 Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Eurofins Ahma Oy:ltä.

 Menetelmäviittausten lopussa olevien laboratoriotunnusten selitteet:
 OUL = Eurofins Ahma Oy, Sammonkatu 8, 90570 Oulu, p. 044 588 5260
 ARAM = Alihankinta, Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

 Saaja:
 Boliden Kevitsa Mining Oy

 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

 Tilauksen tiedot:
 Asiakastunnus: 667
 Tilaustunnus: O-18-01048
 Tilauksen kuvaus: Rikastushiekkänäytteet, kuukausianalyysit ja neljännesvuosianalyysit 2 kpl

Näytetunnus: O-18-01048-001	Kuvaus: Maaliskuu 2018, Rikastehiekka A	Tutkimus aloitettu: 8.5.2018
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 7.5.2018	
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Analyytit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,72	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
NAG-pH		8,9	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 / OUL
NAG pH 4.5	kg H2SO4/t	0,0	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 / OUL
NAG pH 7.0	kg H2SO4/t	0,0	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 / OUL
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO3/t	22,5	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO3/t	60,8	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		2,7	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (ANC)	kg H2SO4/t	59,5	SFS-EN 15875 / OUL
Maksimihapontuottokyky (MPA)	kg H2SO4/t	22,0	SFS-EN 15875 / OUL
Nettohapontuottokyky (NAPP)	kg H2SO4/t	-37,5	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	830	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	590	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	55800	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	57900	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	900	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-01048-002	Kuvaus: Maaliskuu 2018, Rikastehiekka B	Tutkimus aloitettu: 8.5.2018
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 7.5.2018	
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Analyytit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	15	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
NAG-pH		3,3	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 / OUL
NAG pH 4.5	kg H2SO4/t	16,5	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 / OUL
NAG pH 7.0	kg H2SO4/t	77,2	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 / OUL
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO3/t	469	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO3/t	35,2	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		0,08	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (ANC)	kg H2SO4/t	34,5	SFS-EN 15875 / OUL
Maksimihapontuottokyky (MPA)	kg H2SO4/t	459	SFS-EN 15875 / OUL
Nettohapontuottokyky (NAPP)	kg H2SO4/t	425	SFS-EN 15875 / OUL

Eurofins Ahma Oy
Teollisuustie 6
96100 Rovaniemi

Analysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	530	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	4730	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	286000	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	33300	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	11800	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratorion.

11.6.2018

Laura Hurtig, Kemisti
040 592 3344, LauraHurtig@eurofins.fi

Yhteyshenkilöt

Alkuaineanalytiikka, Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille.
Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on
pyydettyä lupa Eurofins Ahma Oy:ltä.

Menetelmäviittausten lopussa olevien laboratoriotunnusten selitteet:
OUL = Eurofins Ahma Oy, Sammonkatu 8, 90570 Oulu, p. 044 588 5260
ARAM = Alihankinta, Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

 Saaja:
 Boliden Kevitsa Mining Oy

 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

 Tilauksen tiedot:
 Asiakastunnus: 667
 Tilaustunnus: O-18-01316
 Tilauksen kuvaus: Rikastushiekkanäytteet, 2 kpl

Näytetunnus: O-18-01316-001 **Kuvaus:** Huhtikuu 2018, Rikastehiekka A
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 8.6.2018 **Tutkimus aloitettu:** 8.6.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,87	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,39	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	27,2	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	69,2	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		2,5	SFS-EN 15875 / OUL

Näytetunnus: O-18-01316-002 **Kuvaus:** Huhtikuu 2018, Rikastehiekka B
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 8.6.2018 **Tutkimus aloitettu:** 8.6.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	17	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	531	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	32,8	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		0,06	SFS-EN 15875 / OUL

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratoriosta.

20.6.2018



 Laura Hurtig, Kemisti
 040 592 3344, LauraHurtig@eurofins.fi

Yhteyshenkilöt

Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi

 Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille.
 Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Eurofins Ahma Oy:ltä.

 Menetelmäviittausten lopussa olevien laboratoriotunnusten selitteet:
 OUL = Eurofins Ahma Oy, Sammonkatu 8, 90570 Oulu, p. 044 588 5260
 ARAM = Alihankinta, Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

 Saaja:
 Boliden Kevitsa Mining Oy

 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

 Tilauksen tiedot:
 Asiakastunnus: 667
 Tilaustunnus: O-18-01458
 Tilauksen kuvaus: Rikastushiekkänäytteet, 2 kpl

Näytetunnus: O-18-01458-001 **Kuvaus:** Toukokuu 2018, Rikastehiekka A
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 27.6.2018 **Tutkimus aloitettu:** 28.6.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,72	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	22,5	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	66,9	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		3,0	SFS-EN 15875 / OUL

Näytetunnus: O-18-01458-002 **Kuvaus:** Toukokuu 2018, Rikastehiekka B
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 27.6.2018 **Tutkimus aloitettu:** 28.6.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	<0,5	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	22	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	688	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	37,6	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		0,055	SFS-EN 15875 / OUL

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratoriosta.

30.7.2018



 Laura Hurtig, Kemisti
 040 592 3344, LauraHurtig@eurofins.fi

Yhteyshenkilöt

Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi

 Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille.
 Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Eurofins Ahma Oy:ltä.

 Menetelmäviittausten lopussa olevien laboratoriotunnusten selitteet:
 OUL = Eurofins Ahma Oy, Sammonkatu 8, 90570 Oulu, p. 044 588 5260
 ARAM = Alihankinta, Eurofins Environment Testing Finland Oy

Report No.: 040886

11.10.2018

Boliden Kevitsa Mining Oy
 Anniina Salonen
 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

Request: S18-11905
 Customer referral number:
 Order number: S18-11905
 Received on: 2.10.2018

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	6 pcs
40	Pulverizing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	6 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	2 pcs

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_2018	448	601	52700	52900	1060
Rikastushiekka A 06_2018 (2)	450	596	52500	52800	1070
Rikastushiekka B 06_2018	330	5440	272000	29000	14100

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_2018	0.67
Rikastushiekka A 06_2018 (2)	0.67
Rikastushiekka A 07_2018	0.76
Rikastushiekka A 08_2018	0.84
Rikastushiekka B 06_2018	16.0
Rikastushiekka B 07_2018	22.3
Rikastushiekka B 08_2018	23.5

Report No.: 040886

11.10.2018

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_2018	0.21
Rikastushiekka A 06_2018 (2)	0.18
Rikastushiekka A 07_2018	0.37
Rikastushiekka A 08_2018	0.29
Rikastushiekka B 06_2018	0.23
Rikastushiekka B 07_2018	0.25
Rikastushiekka B 08_2018	0.22

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_2018	0.1
Rikastushiekka A 07_2018	0.2
Rikastushiekka A 08_2018	<0.1
Rikastushiekka B 06_2018	<0.1
Rikastushiekka B 07_2018	<0.1
Rikastushiekka B 08_2018	<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_2018	0.17	<0.05
Rikastushiekka A 06_2018 (2)	0.14	<0.05
Rikastushiekka A 07_2018	0.33	<0.05
Rikastushiekka A 08_2018	0.24	<0.05
Rikastushiekka B 06_2018	0.17	0.07
Rikastushiekka B 07_2018	0.21	<0.05
Rikastushiekka B 08_2018	0.14	0.08

Report No.: 040886

11.10.2018

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_2018	8.83	34.7	0	0
Rikastushiekka A 06_2018 (2)	8.87	35.9	0	0
Rikastushiekka B 06_2018	3.36	204	15.9	44.6

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_2018	20.9	67.0	3.21	65.6	20.5	-45.1
Rikastushiekka A 06_2018 (2)	20.8	65.3	3.14	63.9	20.4	-43.5
Rikastushiekka A 07_2018	23.8	71.9	3.02	70.4	23.3	-47.0
Rikastushiekka A 08_2018	26.4	64.2	2.44	62.9	25.8	-37.1
Rikastushiekka B 06_2018	499	41.5	0.08	40.7	489	448.3
Rikastushiekka B 07_2018	697	34.1	0.05	33.4	682	648.7
Rikastushiekka B 08_2018	734	23.3	0.03	22.8	719	696.3

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					
18030439 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
18030440 / QCMCS	16.1	4.9	10400	3740	12.6
18030441 / QCTILL2	33.3	142	33300	6680	30.1

Report No.: 040886

11.10.2018

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	
18030853 / QCISOKEA	<0.01
18030854 / QCGS900-5	0.33
18030855 / QCGS310-7	10.8

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	
18030850 / QCGS900-5	0.65
18030851 / QCGS310-7	4.14
18030852 / QCISOKEA	<0.05

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	
18030902 / QCUUTTOSOKEA	0.07
18030903 / QCSK1	0.75

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				
18030969 / QCGS905-2	3.01	70.1	4.41	6.47

Report No.: 040886

11.10.2018

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	
18031132 / QCKZK1	59.2

* Accredited

11.10.2018 Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Boliden Kevitsa Mining Oy
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Luste, Sari / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 044255

3.12.2018

Boliden Kevitsa Mining Oy
 Anniina Salonen
 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

Request: S18-12834
 Customer referral number:
 Order number: S18-12834
 Received on: 21.11.2018

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
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	2 pcs

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 09_2018	566	531	56200	56300	1230
Rikastushiekka A 09_2018 (2)	572	527	55900	56500	1220
Rikastushiekka B 09_2018	296	4160	359000	22700	20200

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 09_2018	0.81
Rikastushiekka A 09_2018 (2)	0.83
Rikastushiekka B 09_2018	22.4
Rikastushiekka B 09_2018 (2)	22.3

Report No.: 044255

3.12.2018

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 09_2018	0.28
Rikastushiekka A 09_2018 (2)	0.28
Rikastushiekka B 09_2018	0.24
Rikastushiekka B 09_2018 (2)	0.25

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 09_2018	<0.1
Rikastushiekka B 09_2018	<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 09_2018	0.24	<0.05
Rikastushiekka A 09_2018 (2)	0.26	<0.05
Rikastushiekka B 09_2018	0.19	0.05
Rikastushiekka B 09_2018 (2)	0.20	<0.05

Analytical method: 826T1

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

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 044255

3.12.2018

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 09_2018	8.41	36.9	0	0
Rikastushiekka A 09_2018 (2)	8.50	36.7	0	0
Rikastushiekka B 09_2018	3.20	207	28.2	64.7

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 09_2018	25.4	77.1	3.04	75.5	24.9	-50.7
Rikastushiekka A 09_2018 (2)	25.8	77.7	3.01	76.1	25.3	-50.8
Rikastushiekka B 09_2018	701	40.0	0.06	39.2	687	647.4

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

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					
18038234 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
18038235 / QCMCS	17.9	5.3	11000	3950	13.6
18038236 / QCTILL2	36.3	149	34600	7090	32.2

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

Report No.: 044255

3.12.2018

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
18038224 / QCGS310-7	10.9

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
QC-Sample id / Description	
18038227 / QCGS310-7	4.14

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	
18038462 / QCUUTTOSKEA	<0.05
18038463 / 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				
18038242 / QCGS905-2	3.21	53.7	4.40	6.75

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

Report No.: 044255

3.12.2018

Analytical method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO ₃ /t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
18038241 / QCKZK1	59.7

* Accredited

3.12.2018

Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution

Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Boliden Kevitsa Mining Oy
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Luste, Sari / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 046466

10.1.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
 Anniina Salonen
 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

Request: S18-13411
 Customer referral number:
 Order number: S18-13411
 Received on: 20.12.2018

Sample preparation

Analytical method	Analytical method description	Number of samples
35	Subsampling by riffle splitter	26 pcs
40	Pulverzing in carbon steel bowl, 0,1 - 0,2 kg subsamples	26 pcs
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	24 pcs

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					
CW maaliskuu 2018	680	644	57900	56800	831
CW maaliskuu 2018 (2)	688	651	58800	57400	839
CW huhtikuu 2018	481	1070	50100	43500	1150
CW toukokuu 2018	496	1190	70800	51200	1460
CW kesäkuu 2018	672	745	65900	47800	901
CW heinäkuu 2018	496	2520	57900	54900	1530
CW elokuu 2018	643	528	64100	55400	702
CW syyskuu 2018	551	852	63500	47800	817
CW lokakuu 2018	636	1080	56700	45200	1270
UNW maaliskuu 2018	413	830	48900	48200	840
UNW huhtikuu 2018	384	642	41600	40000	595
UNW toukokuu 2018	496	685	47300	44500	677
UNW kesäkuu 2018	724	396	51500	44600	1130
UNW heinäkuu 2018	441	712	46300	52700	1080
UNW elokuu 2018	637	567	47200	42900	714
UNW syyskuu 2018	534	660	46900	40100	618
UNW lokakuu 2018	517	465	48300	49500	717
USW maaliskuu 2018	457	236	37900	36600	402
USW huhtikuu 2018	502	278	37600	33100	400
USW toukokuu 2018	568	276	42100	38300	461
USW kesäkuu 2018	635	207	42600	37100	460
USW kesäkuu 2018 (2)	653	210	41200	38100	463
USW heinäkuu 2018	444	296	41200	48000	503
USW elokuu 2018	416	392	38300	40000	501

Report No.: 046466

10.1.2019

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
Sample id					
USW syyskuu 2018	529	225	41000	45400	486
USW lokakuu 2018	596	244	40300	44000	495

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	
CW maaliskuu 2018	0.51
CW maaliskuu 2018 (2)	0.51
CW huhtikuu 2018	1.14
CW toukokuu 2018	1.75
CW kesäkuu 2018	2.02
CW heinäkuu 2018	1.20
CW elokuu 2018	1.06
CW syyskuu 2018	1.81
CW lokakuu 2018	1.09
UNW maaliskuu 2018	0.55
UNW huhtikuu 2018	0.46
UNW toukokuu 2018	0.40
UNW kesäkuu 2018	0.50
UNW heinäkuu 2018	0.49
UNW elokuu 2018	0.42
UNW syyskuu 2018	0.43
UNW lokakuu 2018	0.43
USW maaliskuu 2018	0.20
USW huhtikuu 2018	0.18
USW toukokuu 2018	0.16
USW kesäkuu 2018	0.15
USW kesäkuu 2018 (2)	0.16
USW heinäkuu 2018	0.16
USW elokuu 2018	0.21
USW syyskuu 2018	0.17
USW lokakuu 2018	0.18
Rikastushiekka A 10_2018	0.74
Rikastushiekka B 10_2018	19.8

Analytical method: 811L

Analytical method description: Analysis of C by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 046466

10.1.2019

Analytical method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id	
CW maaliskuu 2018	0.40
CW maaliskuu 2018 (2)	0.41
CW huhtikuu 2018	0.32
CW toukokuu 2018	0.71
CW kesäkuu 2018	0.57
CW heinäkuu 2018	0.84
CW elokuu 2018	0.28
CW syyskuu 2018	0.33
CW lokakuu 2018	0.40
UNW maaliskuu 2018	0.27
UNW huhtikuu 2018	0.27
UNW toukokuu 2018	0.34
UNW kesäkuu 2018	0.35
UNW heinäkuu 2018	0.39
UNW elokuu 2018	0.43
UNW syyskuu 2018	0.42
UNW lokakuu 2018	0.27
USW maaliskuu 2018	0.47
USW huhtikuu 2018	0.29
USW toukokuu 2018	0.33
USW kesäkuu 2018	0.36
USW kesäkuu 2018 (2)	0.37
USW heinäkuu 2018	0.24
USW elokuu 2018	0.30
USW syyskuu 2018	0.31
USW lokakuu 2018	0.34
Rikastushiekka A 10_2018	0.23
Rikastushiekka B 10_2018	0.23

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	
CW maaliskuu 2018	0.2
CW huhtikuu 2018	0.2
CW toukokuu 2018	0.2
CW kesäkuu 2018	0.1
CW heinäkuu 2018	0.1
CW elokuu 2018	0.2
CW syyskuu 2018	0.1
CW lokakuu 2018	0.2
UNW maaliskuu 2018	0.1

Report No.: 046466

10.1.2019

Analytical method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.1
Sample id	
UNW huhtikuu 2018	0.2
UNW toukokuu 2018	0.2
UNW kesäkuu 2018	0.1
UNW heinäkuu 2018	0.2
UNW elokuu 2018	0.2
UNW syyskuu 2018	0.2
UNW lokakuu 2018	0.2
USW maaliskuu 2018	0.2
USW huhtikuu 2018	0.2
USW toukokuu 2018	0.2
USW kesäkuu 2018	0.2
USW heinäkuu 2018	0.1
USW elokuu 2018	<0.1
USW syyskuu 2018	0.2
USW lokakuu 2018	<0.1
Rikastushiekka A 10_2018	<0.1
Rikastushiekka B 10_2018	<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		
CW maaliskuu 2018	0.26	0.14
CW maaliskuu 2018 (2)	0.26	0.14
CW huhtikuu 2018	0.22	0.10
CW toukokuu 2018	0.58	0.13
CW kesäkuu 2018	0.38	0.19
CW heinäkuu 2018	0.71	0.13
CW elokuu 2018	0.16	0.12
CW syyskuu 2018	0.20	0.13
CW lokakuu 2018	0.26	0.15
UNW maaliskuu 2018	0.12	0.15
UNW huhtikuu 2018	0.16	0.12
UNW toukokuu 2018	0.20	0.14
UNW kesäkuu 2018	0.21	0.14
UNW heinäkuu 2018	0.23	0.16
UNW elokuu 2018	0.23	0.20
UNW syyskuu 2018	0.26	0.16
UNW lokakuu 2018	0.15	0.12
USW maaliskuu 2018	0.33	0.14
USW huhtikuu 2018	0.14	0.15

Report No.: 046466

10.1.2019

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
USW toukokuu 2018	0.19	0.14
USW kesäkuu 2018	0.15	0.21
USW kesäkuu 2018 (2)	0.17	0.21
USW heinäkuu 2018	0.12	0.13
USW elokuu 2018	0.13	0.17
USW syyskuu 2018	0.18	0.13
USW lokakuu 2018	0.21	0.13
Rikastushiekka A 10_2018	0.21	<0.05
Rikastushiekka B 10_2018	0.19	<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				
CW maaliskuu 2018	8.94	26.5	0	0
CW maaliskuu 2018 (2)	9.04	25.7	0	0
CW kesäkuu 2018	8.08	70.0	0	0
CW syyskuu 2018	4.83	78.8	0	2.64
UNW maaliskuu 2018	8.11	25.2	0	0
UNW kesäkuu 2018	8.44	27.5	0	0
UNW syyskuu 2018	9.64	24.7	0	0
USW maaliskuu 2018	10.49	26.1	0	0
USW kesäkuu 2018	9.76	16.7	0	0
USW syyskuu 2018	9.67	15.6	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						
CW maaliskuu 2018	15.8	87.1	5.51	85.3	15.5	-69.8
CW maaliskuu 2018 (2)	15.8	87.3	5.52	85.5	15.5	-70.0
CW huhtikuu 2018	35.8	88.7	2.48	86.8	35.0	-51.8
CW toukokuu 2018	54.6	121.2	2.22	118.7	53.4	-65.2
CW kesäkuu 2018	63.0	81.9	1.30	80.2	61.7	-18.5
CW heinäkuu 2018	37.5	132.0	3.52	129.3	36.7	-92.6
CW elokuu 2018	33.0	80.1	2.42	78.4	32.3	-46.1

Report No.: 046466

10.1.2019

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						
CW syyskuu 2018	56.5	77.4	1.37	75.8	55.3	-20.4
CW lokakuu 2018	34.0	71.9	2.12	70.4	33.2	-37.1
UNW maaliskuu 2018	17.3	76.4	4.42	74.8	16.9	-57.9
UNW huhtikuu 2018	14.4	73.2	5.10	71.7	14.1	-57.7
UNW toukokuu 2018	12.5	71.6	5.75	70.1	12.2	-57.9
UNW kesäkuu 2018	15.6	60.7	3.89	59.4	15.3	-44.1
UNW heinäkuu 2018	15.4	97.0	6.30	95.0	15.1	-79.9
UNW elokuu 2018	13.2	71.4	5.42	69.9	12.9	-57.0
UNW syyskuu 2018	13.3	75.0	5.64	73.5	13.0	-60.4
UNW lokakuu 2018	13.3	64.8	4.86	63.5	13.1	-50.4
USW maaliskuu 2018	6.3	63.6	10.1	62.3	6.2	-56.1
USW huhtikuu 2018	5.6	51.8	9.29	50.8	5.5	-45.3
USW toukokuu 2018	4.9	59.1	12.1	57.8	4.8	-53.1
USW kesäkuu 2018	4.8	51.8	10.8	50.7	4.7	-46.0
USW kesäkuu 2018 (2)	5.0	51.5	10.3	50.4	4.9	-45.5
USW heinäkuu 2018	4.9	66.4	13.5	65.0	4.8	-60.2
USW elokuu 2018	6.6	65.9	9.94	64.6	6.5	-58.1
USW syyskuu 2018	5.4	62.5	11.5	61.2	5.3	-55.9
USW lokakuu 2018	5.7	64.2	11.2	62.8	5.6	-57.2
Rikastushiekka A 10_2018	23.2	66.3	2.86	64.9	22.7	-42.2
Rikastushiekka B 10_2018	619	40.2	0.06	39.3	606	566.4

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					
18042005 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
18042006 / QCMCS	16.5	5.1	11000	3840	12.9
18042007 / QCTILL2	34.4	147	36000	7120	31.4

Analytical method: 810L

Analytical method description: Analysis of S by combustion technique

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 046466

10.1.2019

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19000410 / QCSOKEA	<0.01
19000411 / QCGS900-5	0.36
19000412 / QCGS310-7	10.8

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	
19000407 / QCGS900-5	0.68
19000408 / QCSOKEA	<0.05
19000409 / QCGS310-7	4.13

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	
19000686 / QCUUTTOSOKEA	<0.05
19000687 / QCSK1	0.75

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				
19000002 / QCGS905-2	3.23	53.4	4.21	6.75

Report No.: 046466

10.1.2019

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	
19000001 / QCKZK1	59.6
19001102 / QCKZK1	59.8
19001103 / QCKZK1	58.8
19001104 / QCKZK1	59.8

* Accredited

10.1.2019 Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Boliden Kevitsa Mining Oy
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kemppainen, Laura / Boliden Kevitsa Mining Oy
Luste, Sari / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 047030

21.1.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
Anniina Salonen
Kevitsantie 730
99670 PETKULA

Request: S19-13613
Customer referral number:
Order number: S19-13613
Received on: 4.1.2019

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 11_2018	0.89
Rikastushiekka A 11_2018 (2)	0.87
Rikastushiekka B 11_2018	19.7
Rikastushiekka B 11_2018 (2)	19.6

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 11_2018	0.27
Rikastushiekka A 11_2018 (2)	0.30
Rikastushiekka B 11_2018	0.27
Rikastushiekka B 11_2018 (2)	0.24

Report No.: 047030

21.1.2019

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 11_2018	<0.1
Rikastushiekka B 11_2018	<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 11_2018	0.25	<0.05
Rikastushiekka A 11_2018 (2)	0.27	<0.05
Rikastushiekka B 11_2018	0.22	0.05
Rikastushiekka B 11_2018 (2)	0.19	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 11_2018	27.8	57.1	2.05
Rikastushiekka A 11_2018 (2)	27.1	57.2	2.11
Rikastushiekka B 11_2018	616	34.3	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

Analyzed in laboratory: Kuopio

Report No.: 047030

21.1.2019

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
19001413 / QCSOKEA	<0.01
19001414 / QCGS900-5	0.36

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	
19001411 / QCGS900-5	0.67
19001412 / QCSOKEA	<0.05

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	
19001116 / QCKZK1	58.8

* Accredited

21.1.2019

Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution

Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Boliden Kevitsa Mining Oy
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura / Boliden Kevitsa Mining Oy
Luste, Sari / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 047713

1.2.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
 Anniina Salonen
 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

Request: S19-13831
 Customer referral number:
 Order number: S19-13831
 Received on: 17.1.2019

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
512 *	Aqua regia digestion at 90°C , subsample 2 g	2 pcs

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 joulukuu 2018	512	499	52500	51800	942
Rikastushiekka A joulukuu 2018 (2)	499	485	52000	50900	923
Rikastushiekka B joulukuu 2018	308	3920	325000	23000	16800

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 joulukuu 2018	0.83
Rikastushiekka A joulukuu 2018 (2)	0.84
Rikastushiekka B joulukuu 2018	20.7
Rikastushiekka B joulukuu 2018 (2)	20.7

Report No.: 047713

1.2.2019

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 joulukuu 2018	0.25
Rikastushiekka A joulukuu 2018 (2)	0.24
Rikastushiekka B joulukuu 2018	0.22
Rikastushiekka B joulukuu 2018 (2)	0.22

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 joulukuu 2018	<0.1
Rikastushiekka B joulukuu 2018	<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 joulukuu 2018	0.21	<0.05
Rikastushiekka A joulukuu 2018 (2)	0.21	<0.05
Rikastushiekka B joulukuu 2018	0.17	0.05
Rikastushiekka B joulukuu 2018 (2)	0.17	<0.05

Report No.: 047713

1.2.2019

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 joulukuu 2018	8.71	33.1	0	0
Rikastushiekka A joulukuu 2018 (2)	8.75	32.7	0	0
Rikastushiekka B joulukuu 2018	3.08	216	32.6	72.7

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 joulukuu 2018	25.8	78.0	3.02	76.3	25.3	-51.1
Rikastushiekka A joulukuu 2018 (2)	26.2	77.9	2.97	76.2	25.6	-50.6
Rikastushiekka B joulukuu 2018	647	40.5	0.06	39.7	634	594.2

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					
19001952 / QC SOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
19001953 / QCMCS	15.8	5.0	10500	3830	12.3
19001954 / QCTILL2	34.7	149	35000	7140	30.8

Report No.: 047713

1.2.2019

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	
19002265 / QCGS310-7	10.8

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	
19002266 / QCGS310-7	4.17

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				
19002096 / QCGS905-2	3.14	53.5	4.20	6.55

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	
19002095 / QCKZK1	59.6

Report No.: 047713

1.2.2019

* Accredited

1.2.2019 Susanna Arvilommi
Laboratoriopäällikkö/Laboratory manager

Distribution Boliden Kevitsa Mining Oy
Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy
Välimäki, Ilkka / Boliden Kevitsa Mining Oy
Koskela, Juha / Boliden Kevitsa Mining Oy
Kempainen, Laura / Boliden Kevitsa Mining Oy
Luste, Sari / Boliden Kevitsa Mining Oy