

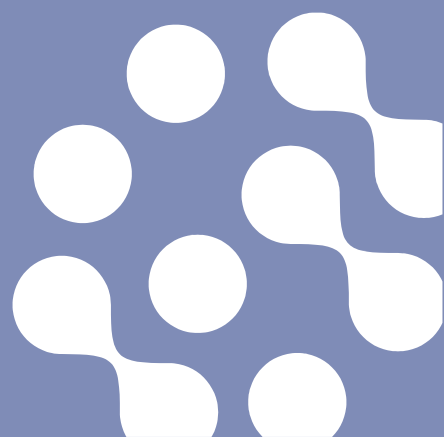


Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 10727
28.2.2020

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2019



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2019

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	NÄYTTEENOTTO JA LAADUNTARKKAILU	1
3.	TUOTANNON ANALYYSIT	2
4.	KOKONAISPITOISUUDET	2
5.	HAPONTUOTTOKYKY	7
5.1	KAIVANNAISJÄTTEIDEN HAPONTUOTTOKYKY JA LUOKITTELU	7
5.1.1	<i>ABA-testi</i>	7
5.1.2	<i>NAG-testi</i>	8
5.2	ANALYYSITULOKSET	9
5.2.1	<i>ABA-testi</i>	9
5.2.2	<i>NAG-testi</i>	12
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU	14
6.1	SIVUKIVIJAKEIDEN LAATU	14
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET	14
	VIITTEET	16
	LIITTEET	17

LIITTEET

Liite 1. Sivukivijakeiden analyysitulokset, 2019

28.2.2020

Eurofins Ahma Oy

Olli-Pekka Vieltojärvi
Projektipäällikkö

Laura Kemppainen,
DI ympäristötekniikka (tekijä)

Yhteystiedot

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

1. JOHDANTO

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksella muodostuu louhinnan yhteydessä kaivannaisjätteeksi luokiteltavaa sivukiveä. Sivukivet jaetaan kolmeen eri luokkaan, joita ovat tarvekivi (Usable Waste USW, rikkipitoisuus <0,3 %), normaali sivukivi (Unusable Waste UNW, rikkipitoisuus 0,3–0,8 %) sekä kapseloitava sivukivi (Captured Waste CW, rikkipitoisuus >0,8 %). Sivukiviluokista tarvekivi sekä normaali sivukivi luokitellaan happoa muodostamattomiksi sivukiviksi (NAF) ja kapseloitava sivukivi mahdollisesti happoa muodostavaksi sivukiveksi (PAF).

Tarvekiveä hyödynnetään kaivospiirin alueella tehtävässä rakentamisessa ja normaalia sivukiveä kaivosalueen rakentamiseen liittyvissä täytöissä, joissa kiviaines sijoitetaan pysyvästi maavesi- tai pohjavesipinnan alapuolelle. Kapseloitava sivukivi erotellaan louhinnan aikana ja sijoitetaan hallitusti sivukivialueelle joko normaalin tai tarvekiven ympäröimänä. Vuonna 2019 sivukiveä louhittiin yhteensä 32,2 Mt, josta kapseloitavaa sivukiveä oli 8,9 Mt, normaalia sivukiveä 13,7 Mt ja tarvekiveä 9,6 Mt.

2. NÄYTTEENOTTO JA LAADUNTARKKAILU

Kevitsan kaivoksella muodostuvien sivukivien laatua tarkkaillaan sekä kaivoksen tuotannon yhteydessä, että tuotantovaiheen tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2015) mukaisesti. Tarkkailuohjelman mukaisella näytteenotolla ja analyysillä varmistetaan tuotannon tarkkailun laatu sekä sivukivien ympäristökelpoisuus.

Kaivoksella louhittavasta kentästä muodostetaan timanttikairaus ja RC (reverse circulation eli käännteishuuhdeltu) - näytteiden perusteella tietokoneavusteinen 3D-malli tuotannon suunnittelua varten. Mallin perusteella määritellään rajat malmille ja eri sivukivijakeille. RC-poraus tehdään malmisissa ja sen läheisyydessä säännölliseen ruudukkoon 15 m reikäväliillä. Kauempana malmista porausta tehdään tilanteen mukaan soveltaen yleensä suuremmalla reikäväliillä. Porattavat reiät ovat pystysuoria ja niiden pituus on yleensä noin 36 m, jolloin kukin reikä antaa tietoa syvyysuunnassa kolmelta eri louhintatasolta. Rei'istä otettavien näytteiden pituus on 3 m. RC-porausnäytteet kattavat näin ollen malmin ja sitä ympäröivän sivukiven säännöllisellä näyteverkolla sekä vaaka- että pystysuunnassa.

Räjätettävän kentän eri sivukivijakeista otettavien näytteiden määrä ja sijainti suunnitellaan kentän lastaussuunnitelman perusteella. Suunnitelmassa on esitetty eri jakeiden määrät tonneina, minkä perusteella määritetään tarvittavat näytemäärät. Suunnitelmassa on lisäksi esitetty sivukivijakeiden sijainti kentän sisällä ja louhoksessa. Suunnitelman perusteella nähdään, mitkä RC-reiät on porattu ko. räjäytyskentän eri sivukivijakeiden alueelle. Analyyseissä käytettävät RC-näytteet valitaan näistä rei'istä siten, että ne kattavat mahdollisimman tasaisesti jakeiden alueen sekä vaakatasolla että syvyysuunnassa. Näytteiden valinnan suorittavat geologit. Sivukivinäytteet kootaan kunkin kuukauden aikana louhittuihin sivukivikenttiin poratuista RC-porausrei'istä. Kuukausinäytteissä käytetään keskimäärin 70–80 RC-näytettä. Tuotannon analysejä varten otettavien näytteiden määrät riippuvat louhittavan sivukiven määrästä. Kuukausikokoomanäytteeseen käytetään keskimäärin kaksi näytettä 100 000 sivukivitonnia kohden, mikä vastaa noin 50 x 50 metrin laajuista ja 12 metriä korkeaa louhintapengertä. Osa otetuista näytteistä säästetään esimerkiksi tulevia tutkimustarpeita varten.

Näytteenkäsittelijät kokoavat eri sivukivijakeiden kuukausinäytteet arkistoiduista RC-näyteampulleista. Kunkin sivukivijakeen kuukausinäyte saadaan yhdistämällä sitä varten valitut RC-näytteet. Tällöin kustakin näyteampullista otetaan sama määrä näytettä, jotta näytteiden painotus on sama, näytteet yhdistetään ja homogenisoidaan.

Tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausinäytteet otettiin vuonna 2019 tarkevivistä, normaalista sivukivistä sekä kapseloitavasta sivukivistä. Kuukausinäytteistä tehtiin tarkkailuohjelman

mukaiset määritykset. Määritykset tehtiin Eurofins Labtium Oy:n Kuopion laboratoriossa. Laboratoriotutkimusten testausselostet on esitetty raportin liitteessä 1.

3. TUOTANNON ANALYYSIT

Kaivoksen tuotannon tarkkailussa näytteistä analysoidaan pöytämallisella XRF-laitteella mm. kokonaisnikkelin, sulfidisen nikkelin, kuparin ja rikin pitoisuuksia. Tuotannon analyysit tehdään Eurofins Labtium Oy:n Sodankylän laboratoriossa.

Tuotannon näytteiden tulokset eri sivukivijakeille on laskettu matemaattisesti ottaen huomioon kaikki RC-näytteet. Kaikista tuotannon RC-näytteistä sivukiveksi määritellään ne näytteet, joiden nikkelin kokonaispitoisuus on alle 0,1 %. Tämän jälkeen aineiston näytteet jaetaan eri sivukivijakeisiin seuraavien kriteereiden perusteella:

- Tarvekiveksi (USW) luokitellaan sivukivi, jonka rikkipitoisuus on alle 0,3 % ja sulfidisen nikkelin pitoisuus alle 0,1 %.
- Normaalin sivukiven (UNW) rikkipitoisuus on 0,3-0,8 %.
- Kapseloitavan sivukiven (CW) rikkipitoisuus on yli 0,8 %.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 3-1) on esitetty tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2019.

Taulukko 3-1. Sivukivien tuotannon tarkkailun tulokset painotettuina keskiarvoina vuodelta 2019.

Sivukiviluokka	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näytemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi (CW)	0,06	0,06	0,01	1,89	814
Normaali sivukivi (UNW)	0,08	0,05	0,06	0,44	2050
Tarvekivi (USW)	0,07	0,03	0,03	0,20	3708
Yhteensä					6572

4. KOKONAISPITOISUUDET

Tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeista otettavista kuukausinäytteistä määritetään laboratoriossa kuningasvesiuutolla (ICP-OES/MS -tekniikka) metalleista kromin, kuparin, nikkelin, raudan ja magnesiumin pitoisuudet. Tutkittujen näytteiden pitoisuuksien minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet on esitetty taulukossa 4-1. Pitoisuuksia on verrattu taulukossa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetun valtioneuvoston asetuksen (214/2007, ns. PIMA-asetus) mukaisiin haitta-aineiden kynnys- ja ohjearvoihin niiltä osin kuin ko. arvot on annettu.

Vuonna 2019 kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät lähes kaikissa tutkituissa sivukivinäytteissä PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Vain tarvekiven kuparipitoisuuden osalta alempi ohjearvo alittui helmi- ja maaliskuussa sekä kynnysarvo heinäkuussa. Kaikkien sivukivien osalta tutkittujen metallien pitoisuuksissa esiintyy kohtalaista kuukausittaista vaihtelua.

Normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta todetut kuparin ja nikkelin pitoisuudet ovat samaa luokkaa tuotannon tarkkailun tulosten kanssa (ks. taulukko 3-1). Kapseloitavan sivukiven osalta tarkkailuohjelman

mukaisesti koostetuista näytteistä määritetyt nikkelin ja kuparin pitoisuudet ovat korkeampia kuin tuotannon tarkkailussa saadut pitoisuudet. Erot ovat todennäköisesti seurausta siitä, että tuotannon tarkkailussa sivukivijakeiden analyysitulokset kootaan eri periaatteella kuin mitä tarkkailuohjelman mukaisessa kuukausinäytteenotossa sovelletaan, eivätkä tuotannon tulokset siten ole suoraan vertailukelpoisia tarkkailuohjelman mukaisen tulosten kanssa. Tuotannon tarkkailun tulokset koostetaan matemaattisesti (ks. kappale 3), kun taas tarkkailuohjelman mukaiset näytteet koostetaan geologien toimesta louhittavien kenttien materiaaliblokeista. Tarkkailuohjelman mukaisissa analyyseissä käytettävät RC –näytteet valitaan rajoitetusta näytejoukosta siten, että ne kattavat mahdollisimman tasaisesti jakeiden alueen sekä vaakatasolla että syvyysuunnassa. Näytteenottoa on kuvattu tarkemmin kappaleessa 3.

Taulukko 4-1. Sivukivijakeiden kokonaispitoisuuksien minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet vuonna 2019 sekä PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot.

Alkuaine		Kapseloitava sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	378	756	547	559	100	200	300
Cu	mg/kg	627	3240	983	1287	100	150	200
Ni	mg/kg	576	2240	922	1028	50	100	150
Fe	mg/kg	53400	121000	62150	66633	-	-	-
Mg	mg/kg	37000	72700	49600	49650	-	-	-

Alkuaine		Normaali sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	420	837	566	576	100	200	300
Cu	mg/kg	397	892	606	602	100	150	200
Ni	mg/kg	548	888	719	733	50	100	150
Fe	mg/kg	42100	54200	49250	48608	-	-	-
Mg	mg/kg	44500	60600	46450	49558	-	-	-

Alkuaine		Tarvekivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	426	772	600	610	100	200	300
Cu	mg/kg	76	301	228	221	100	150	200
Ni	mg/kg	435	657	575	564	50	100	150
Fe	mg/kg	34500	50200	42350	42017	-	-	-
Mg	mg/kg	39100	60300	48450	49200	-	-	-

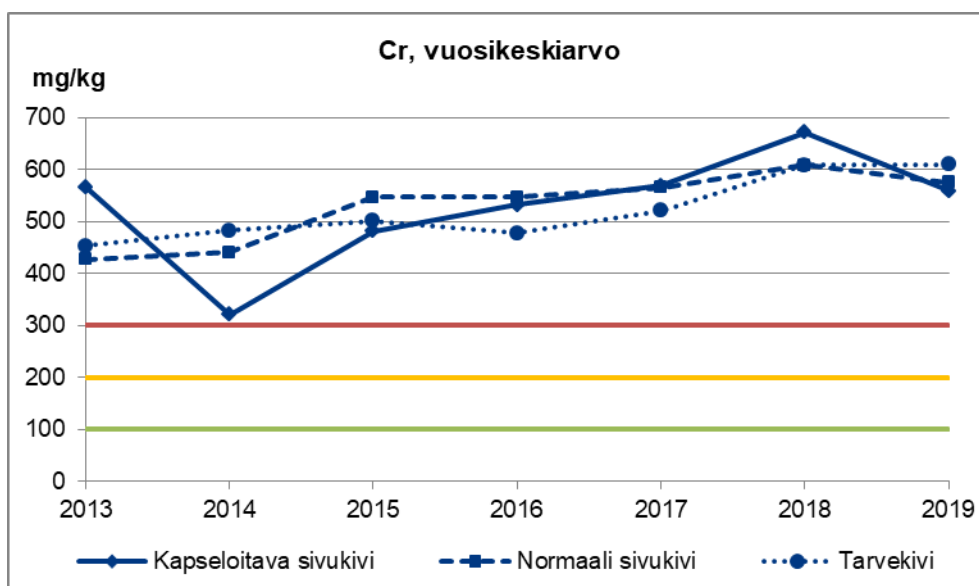
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvissa 4-1...4-5 on vertailtu vuonna 2019 sivukivijakeista otetuista näytteistä tutkittujen metallien kokonaispitoisuuksien vuosikeskiarvoja vuosien 2013–2018 näytteiden keskiarvopitoisuuksiin. Vertailussa on huomattavaa erilaiset näytemäärät vuosina 2013–2014 ja 2015–2017; vuosina 2013–2014 pitoisuudet on tutkittu jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä, kun vuosina 2015–2017 näytteitä on tutkittu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Kuvissa on esitetty myös PIMA-asetuksen mukaiset

kynnys- ja 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.

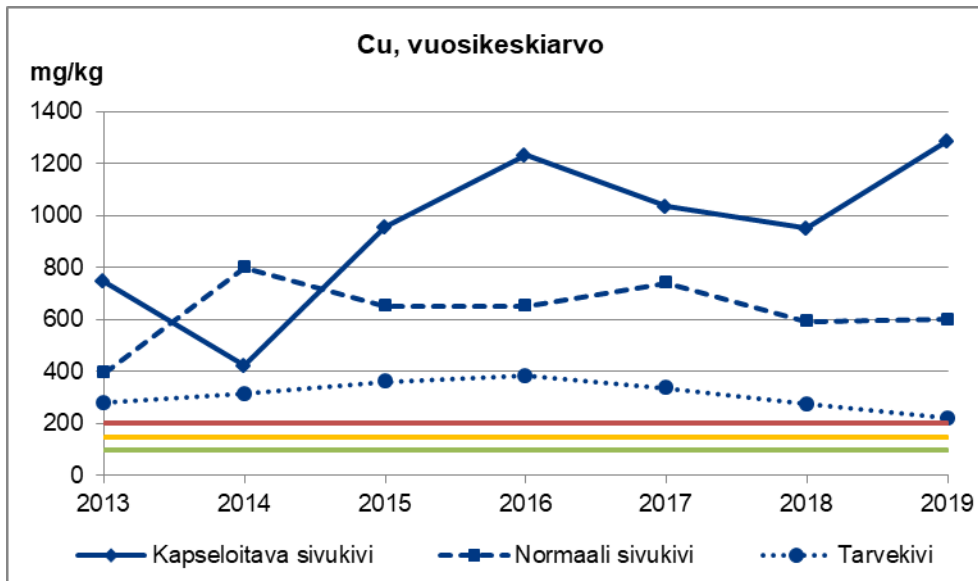
Tarvekiven vuoden 2017 keskiarvopitoisuuksien laskennassa ei ole huomioitu tammikuun 2017 näytteen analyysituloksia, näytteen ollessa epäedustava todennäköisesti näytteenotossa tai -valmistelussa tapahtuneen poikkeaman vuoksi (Ramboll Finland Oy 2018).

Vuonna 2019 kromin pitoisuuksien keskiarvot kaikissa sivukivijakeissa olivat suurinpiirtein samaa tai alempaa tasoa kuin vuonna 2018 (kuva 4-1). Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen kromipitoisuus laski selvästi vuonna 2014, mutta sen jälkeen trendi on ollut pääosin lievästi nousujohteinen. Normaalin sivukiven ja tarvekiven kromipitoisuus on ollut hienoisessa nousussa vuosina 2013-2018. Kromin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylemmän ohjearvon kaikissa sivukivijakeissa vuosina 2013–2019.



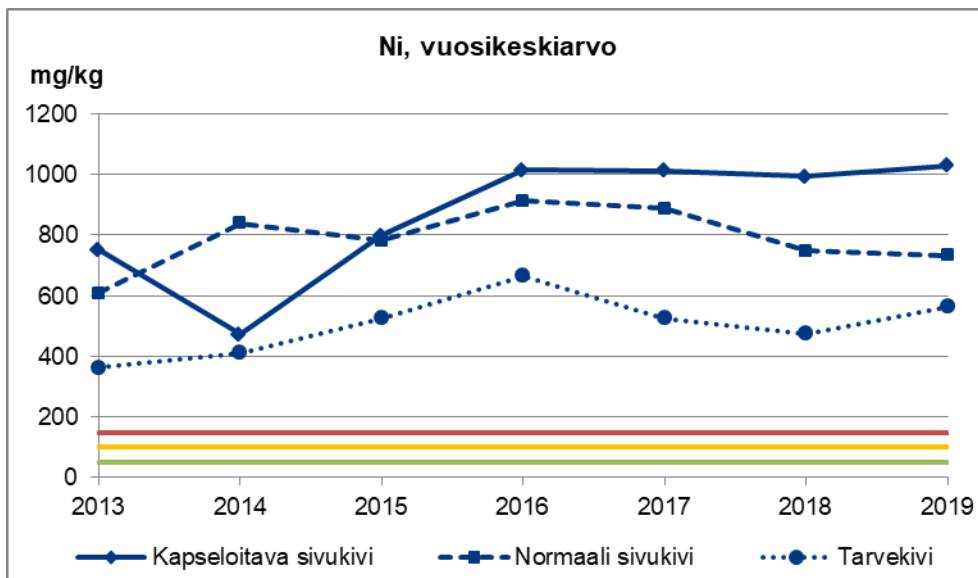
Kuva 4-1. Sivukivijakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Kuparipitoisuuden keskiarvo kapseloitavassa sivukivessä on vaihdellut vuosina 2013-2018, ja vuonna 2019 keskiarvo nousi hieman ko. vuosien vaihteluvälän yläpuolelle (kuva 4-2). Normaalisissa sivukivessä kuparipitoisuus pysyi edellisvuoden tasolla, tarvekiven osalta kuparin keskipitoisuus puolestaan laski. Normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta pitoisuuden vaihtelu on ollut vähäisempää kuin kapseloitavalla sivukivellä. Kuparipitoisuus on ollut pääosin selvästi korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarvekivessä. Kuparin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylemmän ohjearvon vuosina 2013–2019 kaikissa sivukivijakeissa.



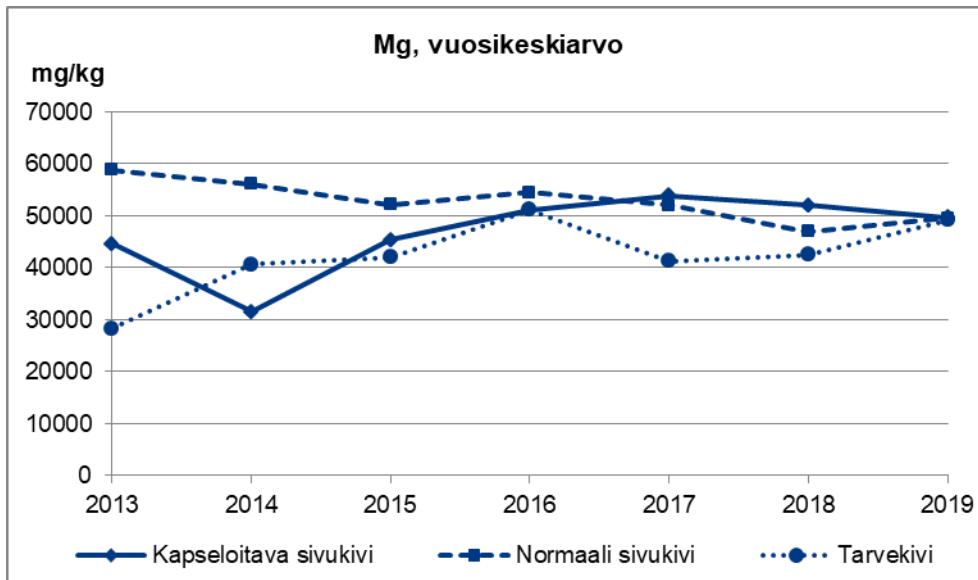
Kuva 4-2. Sivukivijakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Nikkelin keskiarvopitoisuudet olivat kaikissa sivukivijakeissa vuosien 2013-2018 vaihteluvälillä. Kapseloitavassa sivukivessä keskipitoisuus on pysytellyt samalla tasolla vuodesta 2016, eikä merkittäviä muutoksia ole tapahtunut myöskään muiden sivukivijakeiden nikkelpitoisuuden kehityksessä viime vuosina (kuva 4-3). Vuosina 2016-2019 nikkelpitoisuus on ollut selvästi korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarvekivessä. Nikkelin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2013–2019 kaikissa sivukivijakeissa.



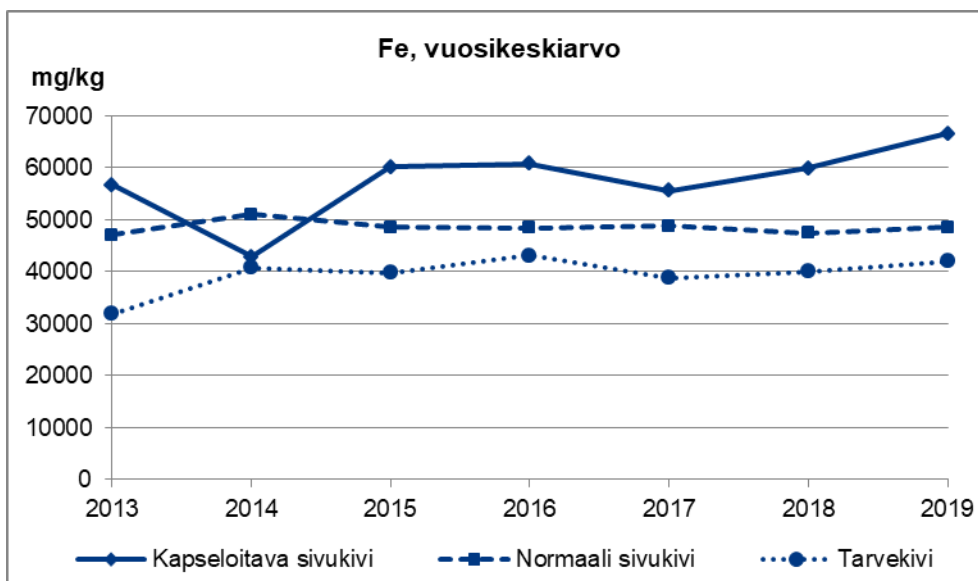
Kuva 4-3. Sivukivijakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Sivukivijakeiden magnesiumin keskiarvopitoisuudet ovat vaihdelleet jonkin verran vuosina 2013-2018, ja vuonna 2019 keskipitoisuus oli kaikkien jakeiden osalta edellisvuosien vaihteluvälillä (kuva 4-4). Selvästi laskevaa tai nousevaa suuntausta ei ole havaittavissa minkään sivukivijakeen osalta.



Kuva 4-4. Sivukivijakeiden magnesiumipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2019.

Raudan keskiarvopitoisuuksien kehitys on ollut melko tasaista vuoden 2015 jälkeen (kuva 4-5). Vuonna 2019 ainoastaan kapseloitavassa sivukivessä keskipitoisuus kohosi edellisvuosien vaihteluvälin yläpuolelle, ja muissa jakeissa pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2013-2018. Vuosina 2013-2019 keskimääräinen rautapitoisuus on ollut pääosin korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarvekivessä.



Kuva 4-5. Sivukivijakeiden 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) suhdeluokituun 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)

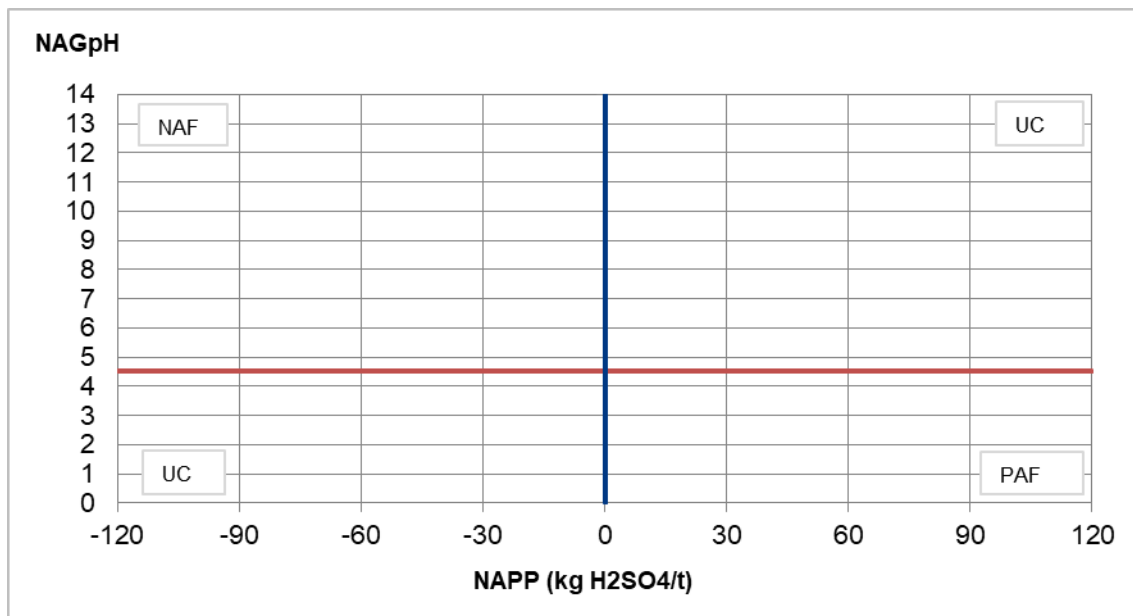
ABA-testissä liukenee (1-5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vähän sulfidimineraaleja eli testi ei suoraan mittaa sulfidien hapettumisesta syntyvää happamuuden neutralointia vaan suolahappolisän 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 sarjauuttuna 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 (riikkihapon tuotto), mutta myös raudan saostumisesta ja alumiinin hydrolysoitumisesta testin aikana. NAG-testi soveltuu vähän ja runsaasti sulfideja sisältävien kaivannaisjätteiden hapontuoton testaamiseen. Testi tuo esille myös rauta-alumiinisilikaattien hapontuoton (heikkona), mutta voi myös ylikorostaa silikaattirapautumisen hapontuottoa. (Räisänen, 2009)

5.2 Analyysitulokset

Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeiden kuukausinäytteistä määritetään rikkipitoisuus, hiilen kokonaispitoisuus, karbonaattisen hiilen ja ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet, hapontuottopotentiaali ja neutralointipotentiaali sekä niiden suhde ABA-testillä. Lisäksi neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään yksivaiheinen NAG-testaus. Vuoden 2019 tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa, joissa on lisäksi esitetty tulosten vertailu vuosien 2013–2018 tuloksiin. Vertailussa on huomattavaa, että nykyinen toimintatapa tarkkailun suhteen on otettu käyttöön vuonna 2015. Vuosina 2013–2014 pitoisuudet on tutkittu tarkkailuohjelman mukaisesti jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä.

5.2.1 ABA-testi

Vuoden 2019 ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 5-3.

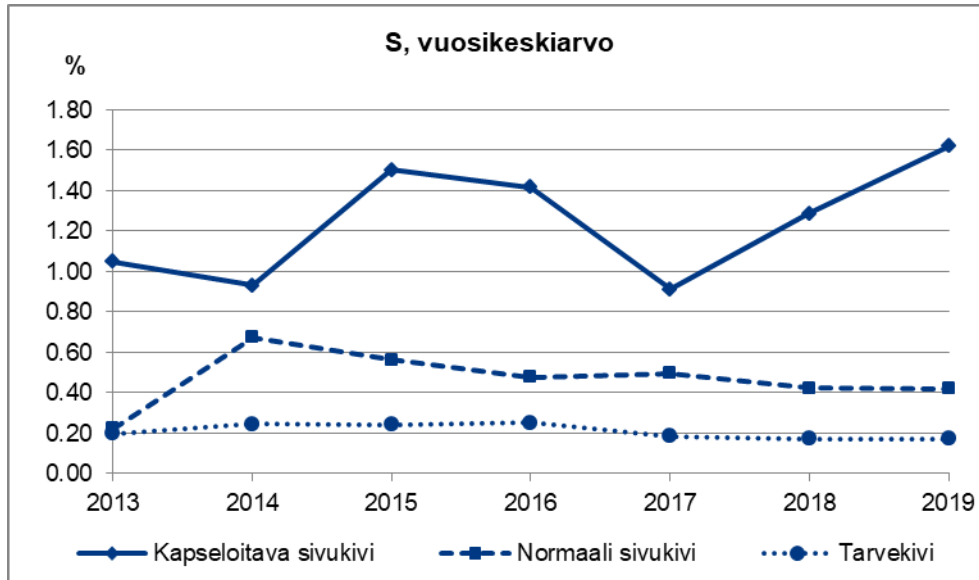
Tuotannon analyyseissä (ks. taulukko 3-1) rikkipitoisuudet olivat vuonna 2019 normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta samalla tasolla kuin kuukausinäytteissä todetut rikin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet. Kapseloitavan sivukiven kuukausinäytteistä määritetyt rikkipitoisuudet olivat jonkin verran alhaisemmat tuotannon analyyseihin verrattuna.

Taulukko 5-3. Sivukivijakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentialin, neutralointipotentialin ja NPR-luvun arvot vuonna 2019.

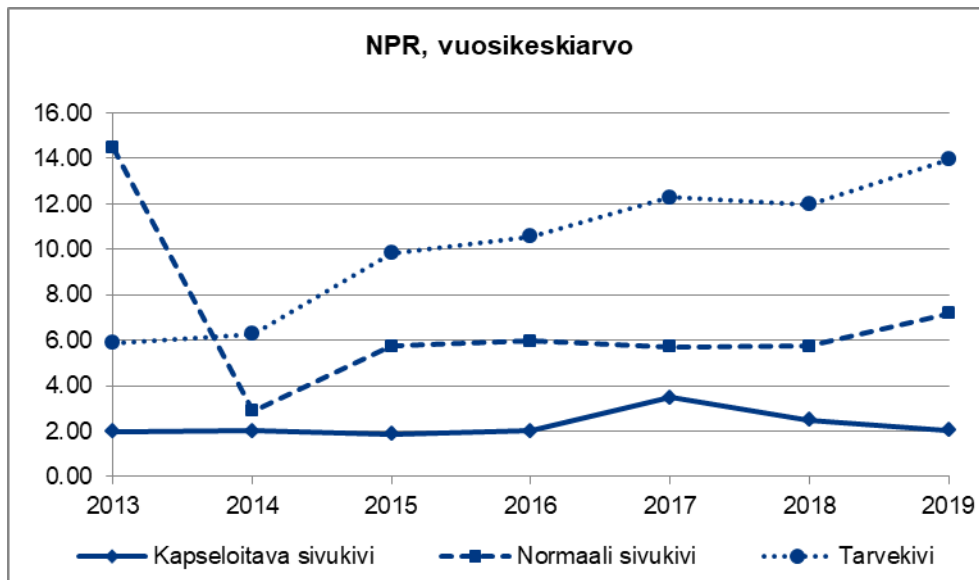
Näyte	S %	C %	C non carb %	C carb %	NP kg CaCO ₃ /t	AP kg CaCO ₃ /t	NPR	luokittelu NAF/PAF
Kapseloitava sivukivi								
Tammikuu	0.95	0.30	0.13	0.18	67.8	29.60	2.29	PAF
Helmikuu	0.97	0.32	0.12	0.20	78.0	30.30	2.57	PAF
Maaliskuu	0.76	0.28	0.12	0.16	74.1	23.80	3.11	NAF
Huhtikuu	1.39	0.42	0.13	0.28	77.2	43.50	1.78	PAF
Toukokuu	1.72	0.55	0.14	0.41	78.2	53.80	1.45	PAF
Kesäkuu	1.66	0.92	0.12	0.80	124.2	52.00	2.39	PAF
Heinäkuu	1.04	0.48	0.14	0.34	87.9	32.50	2.71	PAF
Elokuu	1.56	0.58	0.09	0.49	79.3	48.60	1.63	PAF
Syyskuu	2.32	0.34	0.08	0.26	77.2	72.60	1.06	PAF
Lokakuu	1.34	0.28	0.08	0.20	88.6	41.90	2.12	PAF
Marraskuu	4.64	0.74	0.09	0.65	145.2	145.00	1.00	PAF
Joulukuu	1.11	0.53	0.14	0.39	82.9	34.50	2.40	PAF
Minimi	0.76	0.28	0.08	0.16	67.80	23.80	1.00	
Maksimi	4.64	0.92	0.14	0.80	145.20	145.00	3.11	
Mediaani	1.37	0.45	0.12	0.31	78.75	42.70	2.21	PAF
Keskiarvo	1.62	0.48	0.12	0.36	88.38	50.68	2.04	PAF
Normaali sivukivi								
Tammikuu	0.46	0.35	0.15	0.20	65.2	14.30	4.55	NAF
Helmikuu	0.37	0.39	0.13	0.27	75.4	11.50	6.56	
Maaliskuu	0.43	0.31	0.13	0.17	87.1	13.40	6.50	
Huhtikuu	0.34	0.65	0.13	0.52	89.6	10.50	8.53	
Toukokuu	0.38	0.93	0.10	0.83	111.4	11.80	9.48	
Kesäkuu	0.34	0.54	0.10	0.45	101.9	10.50	9.71	
Heinäkuu	0.44	0.31	0.10	0.21	94.4	13.80	6.84	
Elokuu	0.39	0.53	0.11	0.42	84.9	12.30	6.92	
Syyskuu	0.37	0.41	0.12	0.28	78.5	11.40	6.88	
Lokakuu	0.38	0.18	0.08	0.11	105.9	11.90	8.92	
Marraskuu	0.48	0.56	0.13	0.43	100.5	14.80	6.77	
Joulukuu	0.65	0.36	0.10	0.26	93.0	20.40	4.55	
Minimi	0.34	0.18	0.08	0.11	65.20	10.50	4.55	
Maksimi	0.65	0.93	0.15	0.83	111.40	20.40	9.71	
Mediaani	0.39	0.40	0.12	0.28	91.30	12.10	6.86	NAF
Keskiarvo	0.42	0.46	0.12	0.35	90.65	13.05	7.18	NAF
Tarvekivi								
Tammikuu	0.20	0.39	0.15	0.24	60.4	6.40	9.47	NAF
Helmikuu	0.16	0.23	0.11	0.12	62.1	5.00	12.50	
Maaliskuu	0.16	0.38	0.14	0.25	70.4	4.90	14.50	
Huhtikuu	0.20	0.22	0.12	0.10	69.2	6.30	11.00	
Toukokuu	0.21	0.37	0.10	0.27	72.0	6.50	11.00	
Kesäkuu	0.20	0.41	0.11	0.29	67.5	6.30	10.70	
Heinäkuu	0.10	0.26	0.10	0.16	67.5	3.30	20.60	
Elokuu	0.27	0.26	0.10	0.16	60.9	8.50	7.14	
Syyskuu	0.11	0.41	0.14	0.27	65.9	3.50	18.90	
Lokakuu	0.18	0.37	0.09	0.28	94.6	5.50	17.20	
Marraskuu	0.17	0.20	0.07	0.13	96.4	5.20	18.60	
Joulukuu	0.13	0.27	0.14	0.13	64.5	4.10	15.80	
Minimi	0.10	0.20	0.07	0.10	60.40	3.30	7.14	
Maksimi	0.27	0.41	0.15	0.29	96.40	8.50	20.60	
Mediaani	0.18	0.32	0.11	0.20	67.50	5.35	13.50	NAF
Keskiarvo	0.17	0.31	0.11	0.20	70.95	5.46	13.95	NAF

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Seuraavissa kuvissa (kuvat 5-2 ja 5-3) on esitetty rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvot tutkituissa näytteissä vuosina 2013–2019. Tarvekiven vuoden 2017 keskiarvopitoisuuksien laskennassa ei ole huomioitu tammikuun 2017 näytteen analyysituloksia, näytteen ollessa epäedustava todennäköisesti näytteenotossa tai -valmistelussa tapahtuneen poikkeaman vuoksi (Ramboll Finland Oy 2018). Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.



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



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

Kapseloitavassa sivukivessä rikkipitoisuus alitti oli vuonna 2019 tammi-, helmi- ja maaliskuun näytteissä < 1 %, kun taas muissa kuukausinäytteissä rikkipitoisuus oli > 1 %. NPR-luku oli > 3 vain maaliskuun näytteessä ja muina kuukausina < 3. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus vuonna 2019 kohosi hieman vuosien 2013-2018 vaihteluvälin yläpuolelle (kuva 5-2). NPR-luku oli vuosien 2013-2018 vaihteluvälillä (kuva

5-3). Rikkipitoisuuksien ja NPR-lukujen perusteella kapseloitava sivukivi oli muina kuukausina paitsi maaliskuussa luokiteltavissa happoa tuottavaksi ja maaliskuussa ei happoa tuottavaksi.

Normaalissa sivukivessä rikkipitoisuudet olivat < 1 % kaikissa vuoden 2019 näytteissä ja NPR-luvut >3. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella normaali sivukivi ei siis ole happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo nousi vuonna 2014, mutta on kääntynyt sen jälkeen hienoiseen laskuun (kuva 5-2). Vastaavasti NPR-luvun keskiarvo laski vuonna 2014, mutta sen jälkeen vaihtelu on ollut vähäisempää (kuva 5-3).

Myös tarvekivessä rikkipitoisuudet olivat selvästi < 1 % ja NPR-luvut > 3 kaikissa vuoden 2019 näytteissä. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2019 suurinpiirtein samaa tasoa kuin 2013-2018 (kuva 5-2). NPR-lukujen keskiarvo on sen sijaan noussut kohtalaisen tasaisesti vuodesta 2013 lähtien (kuva 5-3).

5.2.2 NAG-testi

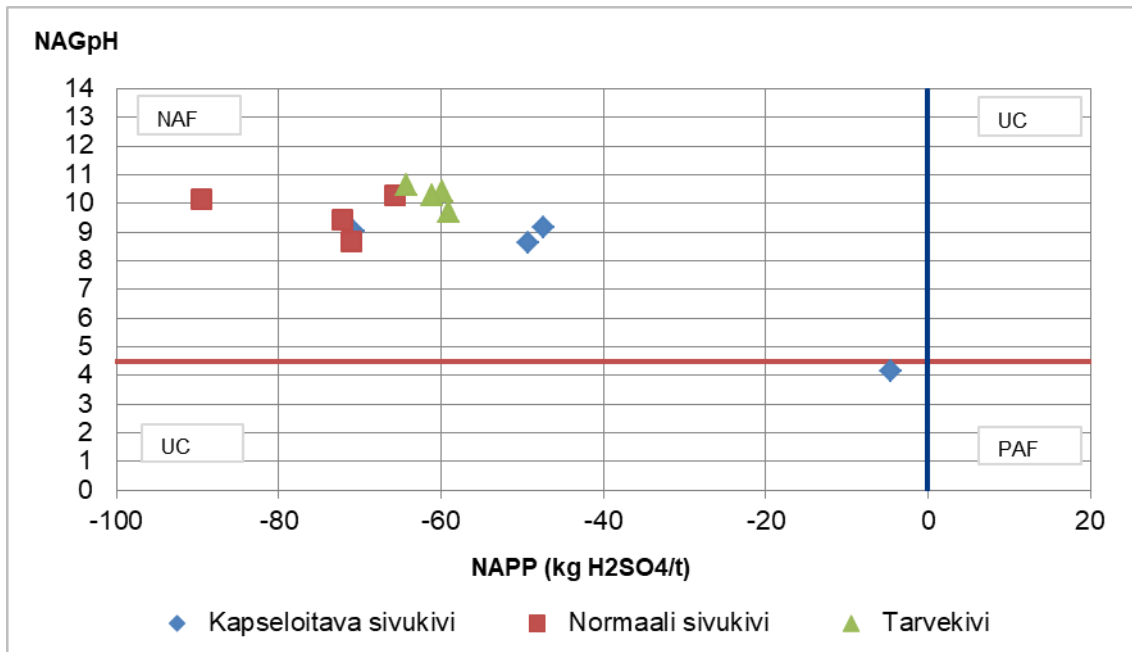
Taulukossa 5-4 on esitetty sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset vuodelta 2019.

Taulukko 5-4. Sivukivijakeiden 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
Kapseloitava sivukivi				
Maaliskuu	8.65	73	23	-49
Kesäkuu	9.03	122	51	-71
Syyskuu	4.16	76	71	-5
Joulukuu	9.17	81	34	-47
Normaali sivukivi				
Maaliskuu	9.43	85	13	-72
Kesäkuu	10.15	100	10	-90
Syyskuu	10.28	77	11	-66
Joulukuu	8.66	91	20	-71
Tarvekivi				
Maaliskuu	10.64	69	5	-64
Kesäkuu	10.43	66	6	-60
Syyskuu	10.29	65	3	-61
Joulukuu	9.7	63	4	-59

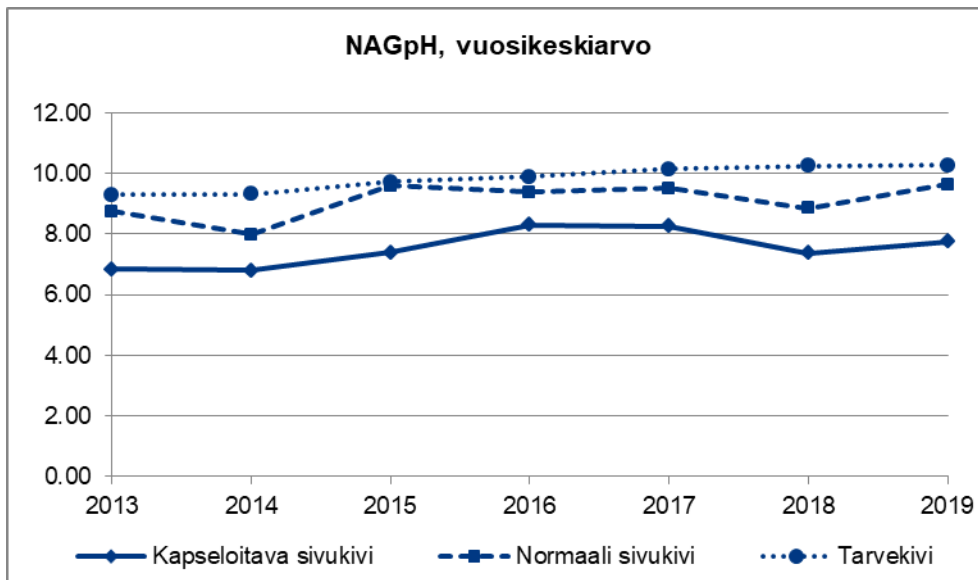
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella lähes kaikki vuonna 2019 tutkitut sivukivijakeista otetut näytteet luokituvat happoa tuottamattomiksi kaivannaisjätteiksi eli luokkaan NAF (NAG_{pH}-arvot ≥4,5 ja NAPP-arvot negatiivisia). Ainoastaan syyskuussa koostetun kapseloitavan sivukiven näytteessä NAG_{pH} oli alle 4,5 ja NAPP-arvo negatiivinen, jolloin näyte sijoittui luokkaan epävarma - UC. Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP-NAG_{pH} -vertailu vuoden 2019 sivukivinäytteiden osalta.



Kuva 5-4. Vuoden 2019 sivukivijakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Sivukivijakeiden NAG_{pH}-keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2013–2019 (kuva 5-5).



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2013–2019.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

6.1 Sivukivijakeiden laatu

Vuonna 2019 sivukivien näytteenotto ja analysointi tehtiin voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti. Ympäristön kannalta sivukivien hapontuottokyky on olennainen tekijä ja sivukivijakeiden hapontuottokyky onkin määritetty kahdella eri menetelmällä tulosten luotettavuuden varmistamiseksi.

ABA-testin tulosten perusteella kapseloitava sivukivi voitiin luokitella maaliskuun näytettä lukuun ottamatta happoa tuottavaksi sivukiveksi. NAG-testin perusteella kapseloitava sivukivi luokiteltiin maaliskuu-, kesä- ja joulukuussa 2019 happoa tuottamattomaksi sivukiveksi, mutta syyskuussa luokittelu oli epävarma.

ABA-testit on tehty kuukausittain, kun taas NAG-testi on tehty neljästä kuukausinäytteestä. Kapseloitava sivukivi on luokitunut ABA-testeissä happoa tuottavaksi vuosina 2013–2016. Vuonna 2017 kapseloitavaa sivukiveä ei voitu ABA-testien tulosten perusteella luokitella yksiselitteisesti happoa tuottavaksi eikä happoa tuottamattomaksi, ja vuonna 2018 kapseloitava sivukivi oli ABA-testin perusteella muina kuukausina paitsi maaliskuussa happoa tuottavaa. NAG-testeissä kapseloitava sivukivi on luokitunut happoa tuottamattomaksi vuosina 2013-2018.

Kuten edellä kappaleessa 5.1 on todettu, soveltuvat ABA- ja NAG-testit erityyppisten kaivannaisjätteiden testaamiseen. ABA-testi soveltuu karbonaattipitoisille kaivannaisjätteille, joissa rikki esiintyy vain metalli-/metalloidisulfidimineraaleissa ja NAG-testi puolestaan vähän ja runsaasti sulfideja sisältäville kaivannaisjätteille. NAG-testillä voidaan tarkentaa erityisesti sellaisten kaivannaisjätteiden hapontuottokykyä, joiden NPR-luku on <1 tai 1-3, kuten Kevitsan kaivoksen kapseloitava sivukivi pääasiassa.

Tarkkailutulosten perusteella sivukivijakeiden tutkituissa ominaisuuksissa on vuonna 2019 esiintynyt jonkin verran vaihtelua, mutta kaikkien parametrien osalta tulokset ovat olleet samaa suuruusluokkaa. Ainoa poikkeus vuoden 2019 tuloksissa on syyskuun kapseloitavan sivukiven sijoittuminen NAG-testissä luokkaan epävarma. Myöskään vuosien 2013-2018 tarkkailutuloksiin verrattuna sivukivijakeiden ominaisuuksissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia. Tulosten perusteella voidaankin todeta, ettei sivukivien ominaisuuksiin liity olennaisia epävarmuuksia.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET

Kevitsan kaivoksen sivukivijakeiden tarkkailua on laajennettu vuodesta 2015 alkaen päivitetyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Laajennetulla tarkkailulla on varmistettu sivukivien laatu- ja ympäristöominaisuudet. Tarkkailulla on myös osoitettu, että eri sivukivijakeet voidaan tunnistaa ja sijoittaa hallitusti.

Kapseloitava sivukivi

Kapseloitavasta sivukivestä kuukausittain otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot kaikissa näytteissä vuonna 2019. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2013–2018.

Kapseloitava sivukivi luokiteltiin lähes kaikkien kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaksi, ainoastaan maaliskuun sivukivinäyte oli happoa tuottamatonta. Näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,8-4,6 % ja NPR-luvut välillä 1,0-3,1. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus vuonna 2019 kohosi hieman vuosien 2013-2018 vaihteluvälin yläpuolelle. NPR-luku puolestaan oli vuosien 2013-2018 vaihteluvälillä. NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kapseloitava sivukivi luokiteltiin maaliskuu-, kesä ja joulukuussa happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi eli

luokkaan NAF, mutta syykuussa luokitus oli epävarma (UC). Kapseloitavan sivukiven NAG_{pH} -keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2013–2019.

Normaali sivukivi

Normaalista sivukivestä otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot vuonna 2019. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2013–2018 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Normaalissa sivukivestä vuonna 2019 otettujen näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,3–0,7 % ja NPR-luvut olivat kaikissa näytteissä >3, eli tulosten perusteella normaali sivukivi ei ollut happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,4 %) oli suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2013–2018. NPR-luvun keskiarvo kohosi hieman edellisvuosien tasosta. Normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Tarvekivi

Tarvekivestä vuoden 2019 aikana otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Myös kuparin osalta ylempi ohjearvo ylittyi lähes kaikissa näytteissä, mutta kahdessa näytteessä pitoisuus alitti laemman ohjearvon ja yhdessä näytteessä myös kynnsarvon. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot vuosina 2013–2018 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Tarvekevissä rikkipitoisuudet olivat 0,1–0,3 % ja NPR-luvut >3 kaikissa vuoden 2019 näytteissä. Tulosten perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvot ovat pysytelleet samalla tasolla vuosina 2013–2019. NPR-lukujen keskiarvo on noussut kohtalaisen tasaisesti vuosina 2013–2019. Tarvekivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Jatkotoimenpiteet

Sivukivijakeiden 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

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.

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

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

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 / QCUUTTOSOKEA	<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