

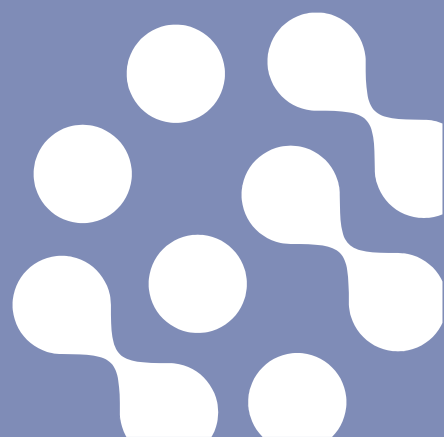


Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 180
6.3.2019

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2018



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2018

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, 2018

6.3.2019

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 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 2018 sivukiveä louhittiin yhteensä 33,5 Mt, josta kapseloitavaa sivukiveä oli 11,6 Mt, normaalia sivukiveä 12,0 Mt ja tarvekiveä 9,9 Mt.

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

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 analyyseillä varmistetaan tuotannon tarkkailun laatu sekä sivukivien ympäristökelpoisuus.

Kaivoksella louhittavasta kentästä muodostetaan timanttikairaus ja RC (reverse circulation eli käänteishuuhtelu) - 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 näyterverkolla 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 analyysejä varten otettavien näytteiden määrät riippuvat louhittavan sivukiven määrästä. Kuukausikokoomänäytteeseen 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 2018 tarvekivestä, normaalista sivukivestä sekä kapseloitavasta sivukivestä. Kuukausinäytteistä tehtiin tarkkailuohjelman mukaiset määritykset. Määritykset tehtiin tammi- ja helmikuun näytteiden osalta Eurofins Ahma Oy:n laboratoriossa ja maaliskuu-joulukuun näytteiden osalta Eurofins Labtium Oy:n laboratoriossa. Laboratoriotutkimusten testausseosteet on esitetty raportin liitteessä 1.

3. TUOTANNON ANALYYSIT

Kaivoksen tuotannon aikaisista näytteistä analysoidaan pöytämällisellä XRF-laitteella mm. kokonaisnikkelin, sulfidisen nikkelin, kuparin ja rikin pitoisuuksia. Seuraavassa taulukossa (taulukko 3-1) on esitetty tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2018.

Taulukko 3-1. Sivukivien tuotannon tarkkailun tulokset painotettuina keskiarvoina vuodelta 2018.

Sivukiviluokka	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näytemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi (CW)	0,06	0,05	0,09	1,85	998
Normaali sivukivi (UNW)	0,06	0,04	0,05	0,45	1 401
Tarvekivi (USW)	0,06	0,03	0,03	0,21	1 744
Yhteensä					4 133

4. KOKONAISPITOISUUDET

Tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeista otettavista kuukausinäytteistä määritetään laboratoriossa kuningasvesiutolla (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 2018 kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät lähes kaikissa tutkituissa sivukivinäytteissä PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Vain tarvekiven tammikuun kuukausinäytteessä ylempi ohjearvo alittui kuparin osalta. Kaikkien sivukivien osalta tutkittujen metallien pitoisuuksissa esiintyy kohtalaista kuukausittaista vaihtelua. Todetut kuparin ja nikkelin pitoisuudet kaikissa sivukivijakeissa ovat samaa luokkaa tuotannon tarkkailun tulosten kanssa (ks. taulukko 3-1).

Taulukko 4-1. Sivukivijakeiden kokonaispitoisuuksien minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet vuonna 2018 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	481	1250	640	672	100	200	300
Cu	mg/kg	528	2520	799	952	100	150	200
Ni	mg/kg	679	1530	876	994	50	100	150
Fe	mg/kg	50100	70800	60050	59933	-	-	-
Mg	mg/kg	43500	59700	53450	52025	-	-	-

Alkuaine		Normaali sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	384	960	586	609	100	200	300
Cu	mg/kg	396	830	611	595	100	150	200
Ni	mg/kg	530	1130	716	749	50	100	150
Fe	mg/kg	41600	52000	47250	47433	-	-	-
Mg	mg/kg	40000	56600	46400	46975	-	-	-

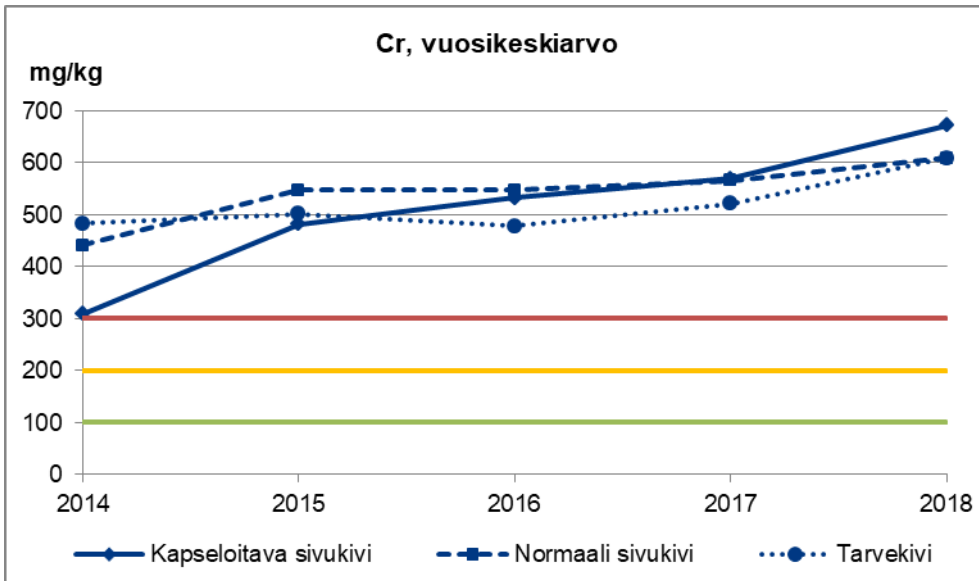
Alkuaine		Tarvekivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	416	1050	549	609	100	200	300
Cu	mg/kg	190	392	268	275	100	150	200
Ni	mg/kg	360	678	474	474	50	100	150
Fe	mg/kg	34900	44700	40650	40075	-	-	-
Mg	mg/kg	33100	57700	39250	42575	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvissa 4-1...4-5 on vertailtu vuonna 2018 sivukivijakeista otetuista näytteistä tutkittujen metallien kokonaispitoisuuksien vuosikeskiarvoja vuosien 2014–2017 näytteiden keskiarvopitoisuuksiin. 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.

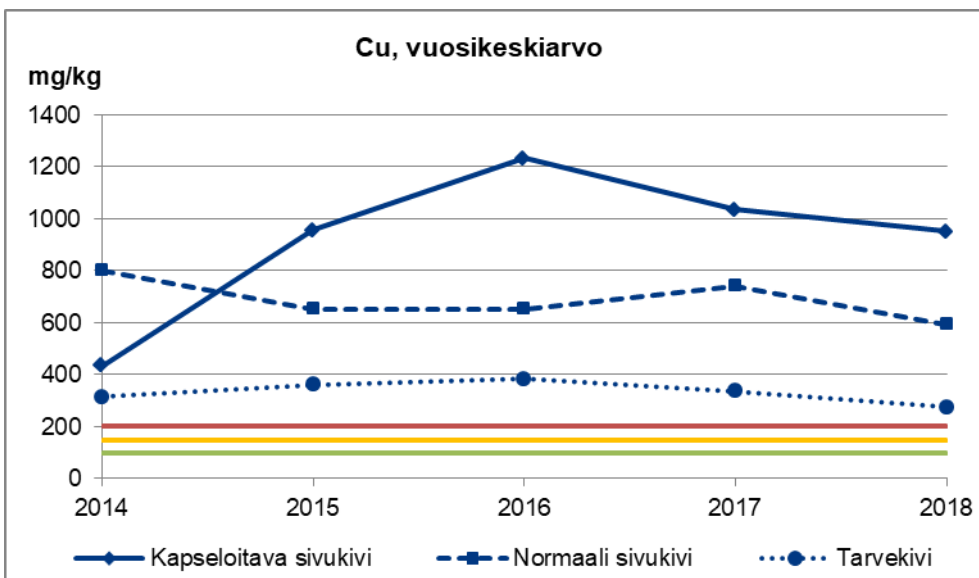
Vertailussa on huomattavaa erilaiset näytemäärät vuosina 2014 ja 2015–2018; vuonna 2014 pitoisuudet on tutkittu jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä, kun taas vuosina 2015–2018 näytteitä on tutkittu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Lisäksi, tarvekiven vuoden 2017 keskiarvopitoisuuksien laskennassa ei ole huomioitu tammikuun 2017 näytteen analyysituloksia, näytteen ollessa epäedustava todennäköisesti näytteenotossa tai -valmistelussa tapahtuneen poikkeaman vuoksi (Ramboll Finland Oy 2018).

Vuoden 2018 näytteissä kromin pitoisuuksien keskiarvot kaikissa sivukivijakeissa olivat jonkin verran korkeammat kuin vuosina 2015–2017 (kuva 4-1). Aikavälillä 2014–2018 kromin keskiarvopitoisuus on noussut varsinkin kapseloitavassa sivukivessä. Kromin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempien ohjearvojen kaikissa sivukivijakeissa vuosina 2014–2018.



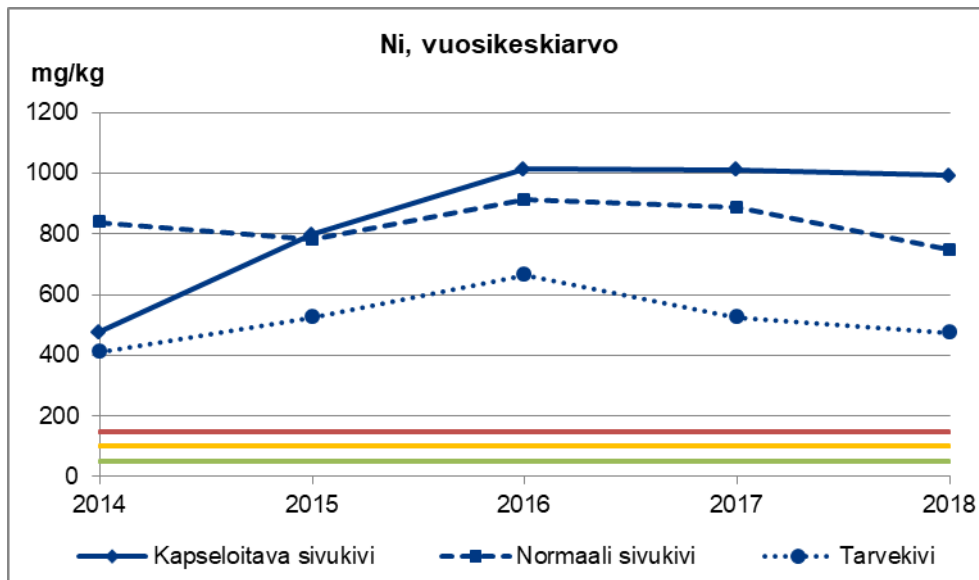
Kuva 4-1. Sivukivijakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Kuparipitoisuuksien keskiarvo kapseloitavassa sivukivessä on kohonnut vuosien 2014-2016 aikana merkittävästi, mutta kääntynyt jälleen laskuun vuonna 2017 (kuva 4-2). Sekä kapseloitavassa että normaalissa sivukivessä kuparin keskiarvopitoisuus oli vuonna 2018 laskenut jonkin verran vuodesta 2017. Tarvekivessä kuparipitoisuus on ollut likimäärin samalla tasolla vuosina 2014–2018. Vuonna 2018 kuparin keskiarvopitoisuus oli suurin kapseloitavassa sivukivessä. Kuparin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2014–2018 kaikissa sivukivijakeissa.



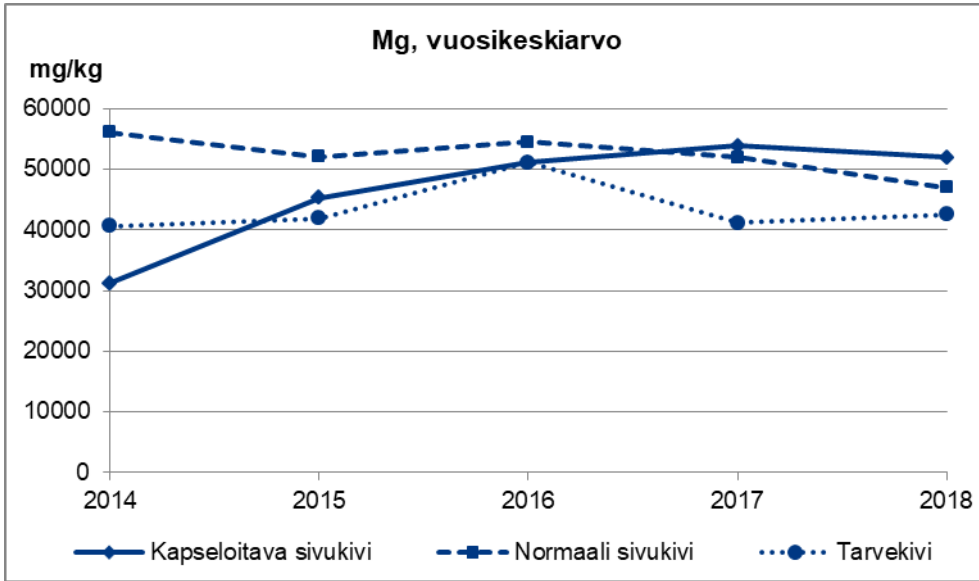
Kuva 4-2. Sivukivijakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Sivukivijakeiden nikkelin keskiarvopitoisuudet kaikissa sivukivijakeissa olivat vuonna 2018 suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2016-2017 (kuva 4-3). Vuosiin 2014-2015 verrattuna keskimääräinen nikkelpitoisuus on ollut viime vuosina selvästi korkeampi, normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta pitoisuuksien vaihtelu on ollut vähäisempää. Vuonna 2018 nikkelin keskiarvopitoisuus oli suurin kapseloitavassa sivukivessä. Nikkelin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2014–2018 kaikissa sivukivijakeissa.



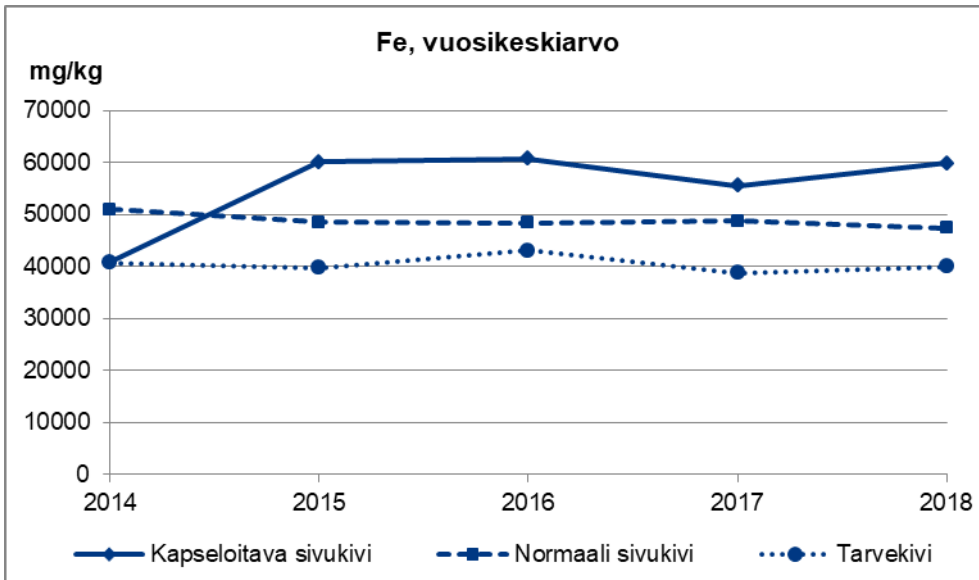
Kuva 4-3. Sivukivijakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2014–2018. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Sivukivijakeiden magnesiumin keskiarvopitoisuudet olivat kapseloitavan sivukiven ja tarvekiven osalta likimain samalla tasolla kuin vuonna 2017 (kuva 4-4). Kapseloitavan sivukiven osalta magnesiumipitoisuus on noussut vuosina 2014-2017, mutta kääntyi laskuun vuonna 2018. Normaalin sivukiven osalta vuosien 2014-2018 tuloksissa on havaittavissa laskeva suuntaus. Tarvekiven osalta keskiarvopitoisuuksien vaihtelu on vuosina 2014-2018 ollut vähäistä, vuoden 2016 selvästi korkeampaa pitoisuutta lukuun ottamatta. Suurin magnesiumipitoisuus todettiin vuonna 2018 kapseloitavassa sivukivessä.



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

Sivukivijakeiden raudan keskiarvopitoisuuksien kehitys on ollut melko tasaista vuosina 2014-2018 (kuva 4-5). Ainoastaan vuonna 2014 kapseloitavassa kivessä raudan keskiarvopitoisuus on ollut selvästi alaisempi kuin vuosina 2015-2018. Korkein rautapitoisuus todettiin vuonna 2018 kapseloitavassa sivukivessä.



Kuva 4-5. Sivukivijakeiden 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) 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)

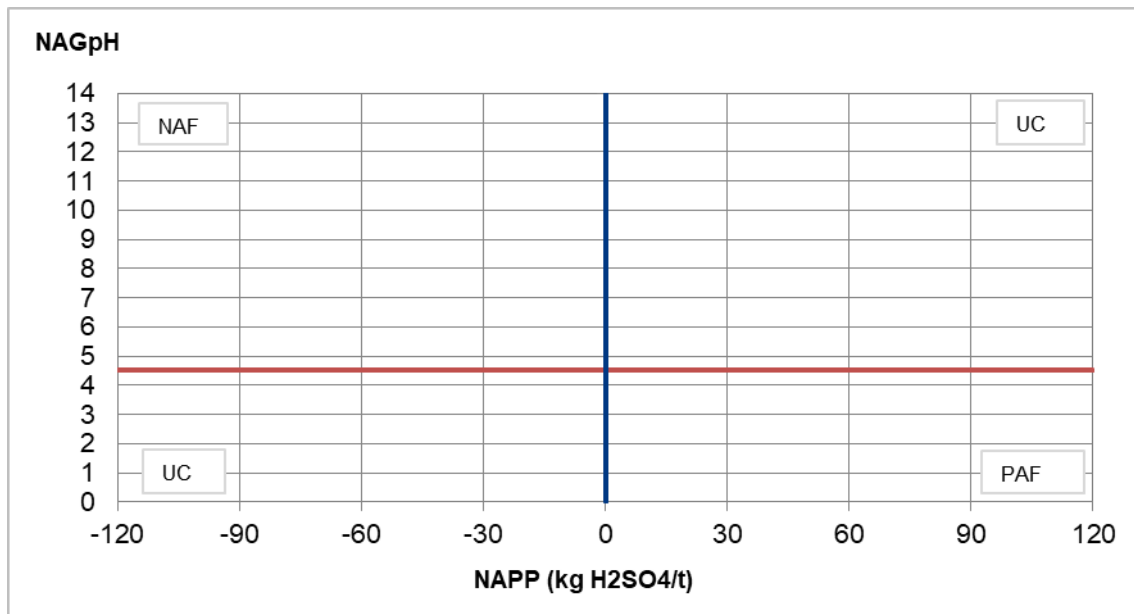
ABA-testissä liukenee (1-5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vähän sulfidimineraaleja eli testi ei suoraan mittaa sulfidien hapettumisesta syntyvää happamuuden neutralointia vaan suolahappolisän 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 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 tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeiden kuukausinäytteistä määritetään rikkipitoisuus, hiilen kokonaispitoisuus, karbonaattisen hiilen ja ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet, hapontuottopotentialiaali ja neutralointipotentialiaali sekä niiden suhde ABA-testillä. Lisäksi neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään yksivaiheinen NAG-testaus. Vuoden 2018 tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa, joissa on lisäksi esitetty tulosten vertailu vuosien 2014–2017 tuloksiin. Vertailussa on huomattavaa, että nykyinen toimintatapa tarkkailun suhteen on otettu käyttöön vuonna 2015. Vuonna 2014 pitoisuudet on tutkittu tarkkailuohjelman mukaisesti jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä.

5.2.1 ABA-testi

Vuoden 2018 ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 5-3.

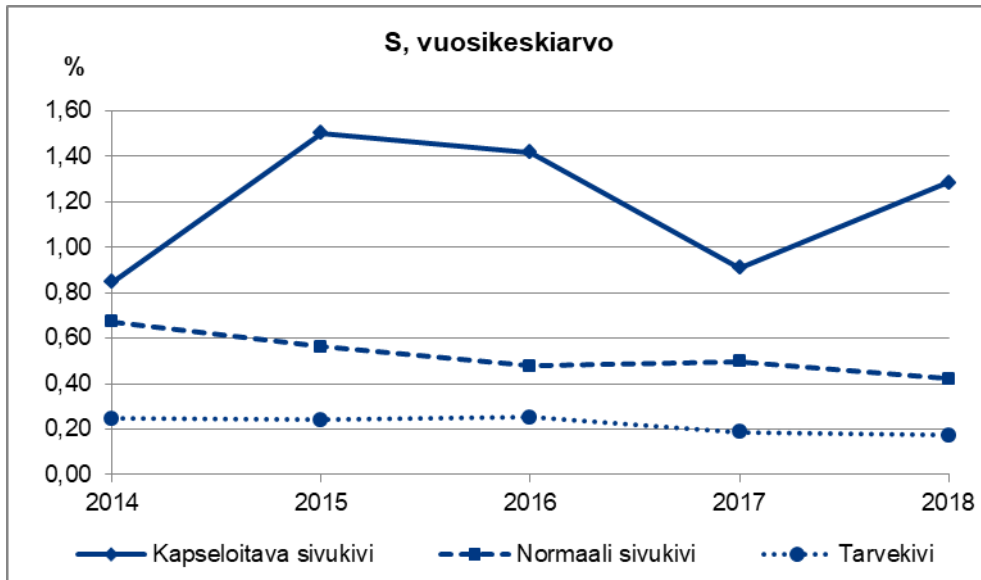
Tuotannon analyyseissä (ks. taulukko 3-1) rikkipitoisuudet olivat vuonna 2018 normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta samalla tasolla kuin kuukausinäytteissä todetut rikin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet. Kapseloitavan sivukiven kuukausinäytteistä määritetyt rikkipitoisuudet olivat jonkin verran alhaisemmat tuotannon analyyseihin verrattuna.

Taulukko 5-3. Sivukivijakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentialin, neutralointipotentialin ja NPR-luvun arvot vuonna 2018.

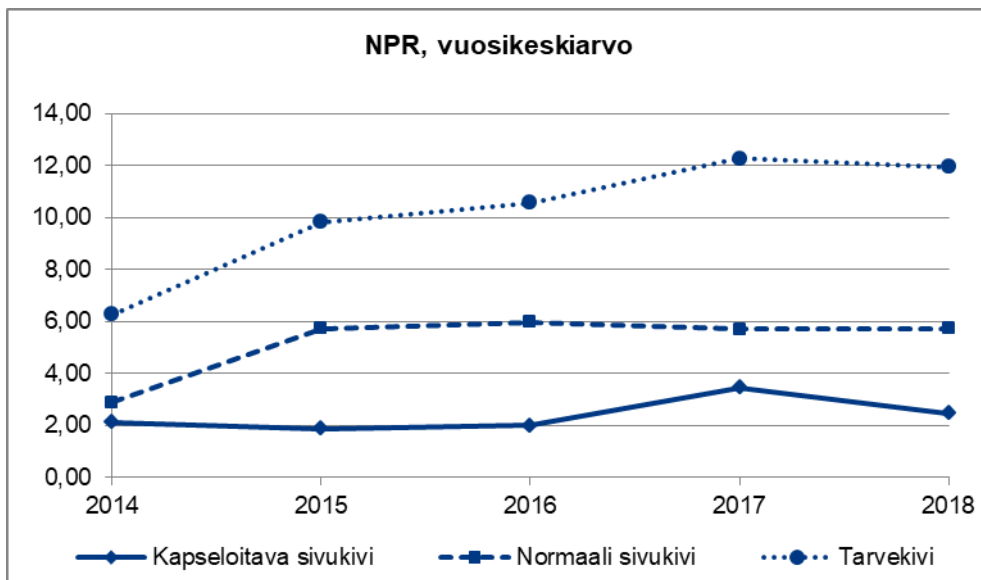
Näyte	S %	C %	C non carb %	C carb %	NP kg CaCO ₃ /t	AP kg CaCO ₃ /t	NPR
Kapseloitava sivukivi							
Tammikuu	1,30	0,40	<0,3	0,40	61,2	40,60	1,50
Helmikuu	0,81	0,54	<0,3	0,54	63,8	25,30	2,50
Maaliskuu	0,51	0,40	0,14	0,26	87,1	15,80	5,51
Huhtikuu	1,14	0,32	0,10	0,22	88,7	35,80	2,48
Toukokuu	1,75	0,71	0,13	0,58	121,2	54,60	2,22
Kesäkuu	2,02	0,57	0,19	0,38	81,9	63,00	1,30
Heinäkuu	1,20	0,84	0,13	0,71	132,0	37,50	3,52
Elokuu	1,06	0,28	0,12	0,16	80,1	33,00	2,42
Syyskuu	1,81	0,33	0,13	0,20	77,4	56,50	1,37
Lokakuu	1,09	0,40	0,15	0,26	71,9	34,00	2,12
Marraskuu	1,31	0,43	0,13	0,30	115,3	41,00	2,81
Joulukuu	1,43	0,45	0,15	0,30	96,2	44,60	2,16
Minimi	0,51	0,28	0,10	0,16	61,20	15,80	1,30
Maksimi	2,02	0,84	0,19	0,71	132,00	63,00	5,51
Mediaani	1,25	0,42	0,13	0,30	84,50	39,05	2,32
Keskiarvo	1,29	0,47	0,14	0,36	89,73	40,14	2,49
Normaali sivukivi							
Tammikuu	0,26	0,75	<0,3	0,75	70,3	8,13	8,70
Helmikuu	0,33	0,33	<0,3	0,33	59,4	10,30	5,80
Maaliskuu	0,55	0,27	0,15	0,12	76,4	17,30	4,42
Huhtikuu	0,46	0,27	0,12	0,16	73,2	14,40	5,10
Toukokuu	0,40	0,34	0,14	0,20	71,6	12,50	5,75
Kesäkuu	0,50	0,35	0,14	0,21	60,7	15,60	3,89
Heinäkuu	0,49	0,39	0,16	0,23	97,0	15,40	6,30
Elokuu	0,42	0,43	0,20	0,23	71,4	13,20	5,42
Syyskuu	0,43	0,42	0,16	0,26	75,0	13,30	5,64
Lokakuu	0,43	0,27	0,12	0,15	64,8	13,30	4,86
Marraskuu	0,35	0,29	0,16	0,13	72,1	10,90	6,62
Joulukuu	0,45	0,26	0,11	0,15	89,0	14,20	6,26
Minimi	0,26	0,26	0,11	0,12	59,40	8,13	3,89
Maksimi	0,55	0,75	0,20	0,75	97,00	17,30	8,70
Mediaani	0,43	0,34	0,15	0,21	71,85	13,30	5,70
Keskiarvo	0,42	0,36	0,15	0,24	73,41	13,21	5,73
Tarvekivi							
Tammikuu	0,16	0,31	<0,3	0,31	37,6	5,00	7,50
Helmikuu	0,16	0,44	<0,3	0,44	48,9	5,00	9,80
Maaliskuu	0,20	0,47	0,14	0,33	63,6	6,30	10,10
Huhtikuu	0,18	0,29	0,15	0,14	51,8	5,60	9,29
Toukokuu	0,16	0,33	0,14	0,19	59,1	4,90	12,10
Kesäkuu	0,15	0,36	0,21	0,15	51,8	4,80	10,80
Heinäkuu	0,16	0,24	0,13	0,12	66,4	4,90	13,50
Elokuu	0,21	0,30	0,17	0,13	65,9	6,60	9,94
Syyskuu	0,17	0,31	0,13	0,18	62,5	5,40	11,50
Lokakuu	0,18	0,34	0,13	0,21	64,2	5,70	11,20
Marraskuu	0,17	0,23	0,10	0,13	111,4	5,40	20,50
Joulukuu	0,18	0,55	0,16	0,40	100,3	5,80	17,40
Minimi	0,15	0,23	0,10	0,12	37,60	4,80	7,50
Maksimi	0,21	0,55	0,21	0,44	111,40	6,60	20,50
Mediaani	0,17	0,32	0,14	0,19	63,05	5,40	11,00
Keskiarvo	0,17	0,35	0,15	0,23	65,29	5,45	11,97

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 2014–2018. 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 2014–2018.



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

Kapseloitavassa sivukivessä rikkipitoisuus oli vuonna 2018 helmi- ja maaliskuussa < 1 %, muissa kuukausinäytteissä rikkipitoisuus oli > 1 %. NPR-luku oli maalisi- ja heinäkuussa >3 ja muina kuukausina <3. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus oli vuonna 2018 suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2015-2016 ja korkeampi kuin vuonna 2017 (kuva 5-2). NPR-luku oli hieman korkeampi kuin vuosina 2014-2016, mutta laskenut vuoden 2017 tasosta (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 0,3–0,6 % kaikissa vuoden 2018 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 on laskenut vuodesta 2014 lähtien (kuva 5-2). NPR-luvun keskiarvo on pysytellyt suurin piirtein samalla tasolla vuosina 2015-2018 (kuva 5-3).

Tarvekivessä rikkipitoisuudet olivat 0,15–0,2 % ja NPR-luvut > 3 kaikissa vuoden 2018 näytteissä. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2018 samaa tasoa kuin vuonna 2017 ja hieman alhaisempi kuin vuosina 2014-2016 (kuva 5-2). NPR-lukujen keskiarvo on ollut vuosina 2017–2018 korkeammalla tasolla kuin vuosina 2014-2016 (kuva 5-3).

5.2.2 NAG-testi

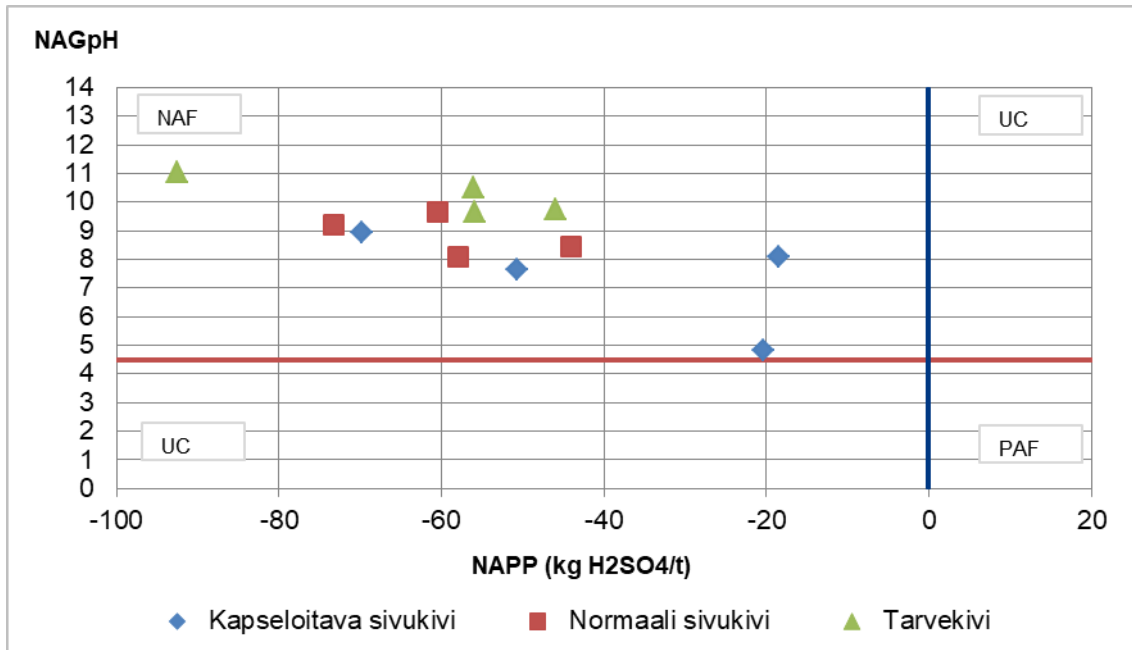
Taulukossa 5-4 on esitetty sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset vuodelta 2018.

Taulukko 5-4. Sivukivijakeiden 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
Kapseloitava sivukivi				
Maaliskuu	8,94	85	16	-70
Kesäkuu	8,08	80	62	-19
Syyskuu	4,83	76	55	-20
Joulukuu	7,66	94	44	-51
Normaali sivukivi				
Maaliskuu	8,11	75	17	-58
Kesäkuu	8,44	59	15	-44
Syyskuu	9,64	74	13	-60
Joulukuu	9,21	87	14	-73
Tarvekivi				
Maaliskuu	10,49	62	6	-56
Kesäkuu	9,76	51	5	-46
Syyskuu	9,67	61	5	-56
Joulukuu	11,06	98	6	-93

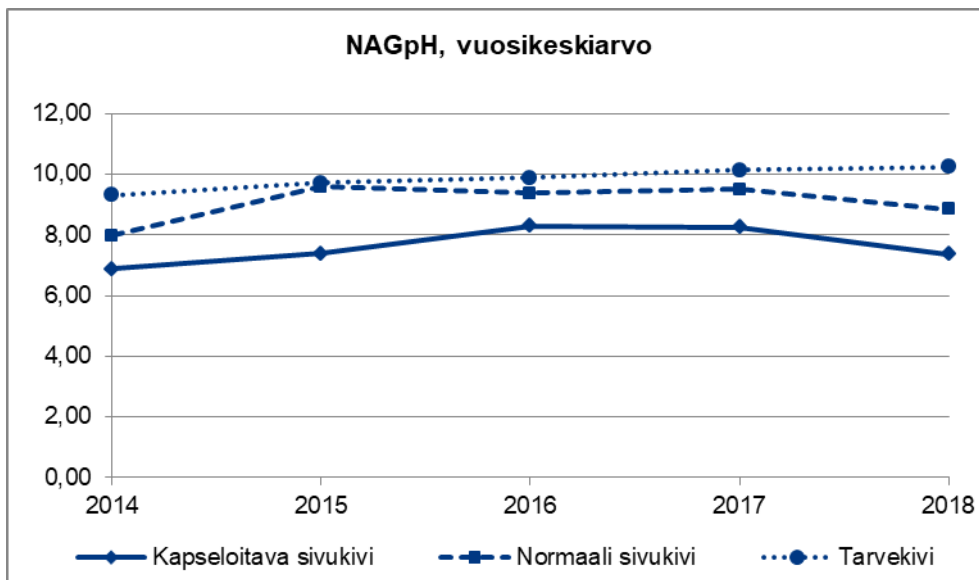
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kaikki vuonna 2018 tutkitut sivukivijakeista otetut näytteet luokittevat happoa tuottamattomiksi kaivannaisjätteiksi eli luokkaan NAF. Kaikissa tutkituissa näytteissä NAG_{pH}-arvot olivat $\geq 4,5$ ja NAPP-arvot negatiivisia. Kapseloitavan sivukiven syyskuun näytteessä NAG_{pH} oli selvästi alhaisempi kuin muissa näytteissä (NAG_{pH} 4,8), mutta näyte voitiin kuitenkin luokitella ei happoa tuottavaksi. Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP-NAG_{pH}-vertailu vuoden 2018 sivukivinäytteiden osalta.



Kuva 5-4. Vuoden 2018 sivukivijakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Sivukivijakeiden NAG_{pH}-keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2014–2018 (kuva 5-5).



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2014–2018.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

6.1 Sivukivijakeiden laatu

Sivukivijakeiden tarkkailua laajennettiin vuonna 2015 merkittävästi aiempaan verrattuna ja vuonna 2018 sivukivien näytteenotto ja analysointi on tehty 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 vuonna 2018 happoa tuottamattomaksi sivukiveksi. ABA-testit on tehty kuukausittain, kun NAG-testi on tehty neljästä kuukausinäytteestä. Kapseloitava sivukivi on luokitunut ABA-testeissä happoa tuottavaksi ja NAG-testeissä happoa tuottamattomaksi vuosina 2014–2016. Vuonna 2017 kapseloitavaa sivukiveä ei voitu ABA-testien tulosten perusteella luokitella yksiselitteisesti happoa tuottavaksi eikä happoa tuottamattomaksi, mutta NAG-testin tulosten perusteella se oli happoa tuottamatonta. 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 2018 esiintynyt jonkin verran vaihtelua, mutta kaikkien parametrien osalta tulokset ovat olleet samaa suuruusluokkaa. Myöskään vuosien 2014-2017 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. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2014–2017.

Kapseloitava sivukivi luokiteltiin lähes kaikkien kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaksi, ainoastaan maaliskuun sivukivinäyte oli happoa tuottamatonta. Näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,5-2,0 % ja NPR-luvut välillä 1,3-5,5. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus oli korkeampi kuin vuonna 2017, mutta samaa tasoa kuin vuosina 2015-2016. NPR-luku puolestaan oli alhaisempi kuin edellisvuonna, mutta samaa tasoa kuin vuosina 2014-2016. NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kapseloitava sivukivi luokitellaan happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi eli luokkaan NAF. Kapseloitavan sivukiven NAG_{pH} -keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2014–2018.

Normaali sivukivi

Normaalista sivukivestä otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2014–2017 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Normaalissa sivukivestä vuonna 2018 otettujen näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,3–0,6 % ja NPR-luvut olivat kaikissa näytteissä >3, eli tulosten perusteella normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,4 %) oli suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2014–2017. Myös NPR-luvun keskiarvo on pysytellyt samalla tasolla vuodesta 2015 lähtien. Normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Tarvekivi

Tarvekivestä vuoden 2018 aikana otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Myös kuparin osalta ylempi ohjearvo ylittyi lähes kaikissa näytteissä, vain yhdessä näytteessä pitoisuus alitti ylemmän ohjearvon. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot vuosina 2014–2017 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Tarvekivessä rikkipitoisuudet olivat 0,15–0,20 % ja NPR-luvut >3 kaikissa vuoden 2018 näytteissä. Tulosten perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvot ovat pysytelleet samalla tasolla vuosina 2014–2018. NPR-lukujen keskiarvo oli vuonna 2018 samaa tasoa kuin edellisvuonna ja korkeampi kuin vuosina 2014–2016. 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

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

 Saaja:
 Boliden Kevitsa Mining Oy

 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

 Tilauksen tiedot:
 Asiakastunnus: 667
 Tilaustunnus: O-18-00652
 Tilauksen kuvaus: Sivukivinäytteet, kuukausikokoomat 6 kpl

Näytetunnus: O-18-00652-001	Kuvaus: Tammikuu 2018, UNW	
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 19.3.2018	Tutkimus aloitettu: 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,2	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,26	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,75	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	0,75	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	8,13	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	70,3	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		8,7	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	840	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	410	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	44800	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	53000	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	530	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-00652-002	Kuvaus: Helmikuu 2018, UNW	
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 19.3.2018	Tutkimus aloitettu: 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,2	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,33	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,33	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	0,33	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	10,3	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	59,4	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		5,8	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	960	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	580	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	47300	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	56600	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	720	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-00652-003	Kuvaus: Tammikuu 2018, CW	
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 19.3.2018	Tutkimus aloitettu: 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja:	

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,1	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	1,3	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,40	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	0,40	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	40,6	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	61,2	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		1,5	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	1250	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	600	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	62200	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	59700	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	930	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-00652-004 **Kuvaus:** Helmikuu 2018, CW
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 19.3.2018 **Tutkimus aloitettu:** 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,2	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,81	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,54	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	0,54	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	25,3	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	63,8	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		2,5	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	950	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	740	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	50300	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	54400	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	850	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-00652-005 **Kuvaus:** Tammikuu 2018, USW
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 19.3.2018 **Tutkimus aloitettu:** 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,1	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,16	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	5,00	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	37,6	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		7,5	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	1050	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	190	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Eurofins Ahma Oy
 Teollisuustie 6
 96100 Rovaniemi

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Rauta, Fe	mg/kg ka	36000	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	38500	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	370	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Näytetunnus: O-18-00652-006 **Kuvaus:** Helmikuu 2018, USW
Näyte otettu: **Vastaanottopvm:** 19.3.2018 **Tutkimus aloitettu:** 23.3.2018
Näytetyyppi: Kiinteä näyte **Näytteenottaja:**

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	0,1	ISO 11465:1993 / OUL
Rikki, S	% ka	0,16	sisäinen menetelmä / ARAM
Hiili, C	% ka	0,44	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Ei-karbonaattinen hiili	% ka	<0,3	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Karbonaattinen hiili	% ka	0,44	SFS-EN 13137, ISO 10694 / ARAM
Hapontuottopotentiaali (AP)	kg CaCO ₃ /t	5,00	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointipotentiaali (NP)	kg CaCO ₃ /t	48,9	SFS-EN 15875 / OUL
Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalın suhde (NPR)		9,8	SFS-EN 15875 / OUL
Alkuaineanalyysit			
Kromi, Cr	mg/kg ka	940	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Kupari, Cu	mg/kg ka	260	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Rauta, Fe	mg/kg ka	34900	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Magnesium, Mg	mg/kg ka	35900	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL
Nikkeli, Ni	mg/kg ka	360	ISO 12914:12,SFS-EN ISO11885:09/OUL

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratoriosta.

18.4.2018



 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 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.: 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.: 047431

28.1.2019

Boliden Kevitsa Mining Oy
 Anniina Salonen
 Kevitsantie 730
 99670 PETKULA

Request: S19-13769
 Customer referral number:
 Order number: S19-13769
 Received on: 14.1.2019

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	6 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 marraskuu 2018	527	594	62400	55100	679
CW marraskuu 2018 (2)	526	590	62200	55300	681
CW joulukuu 2018	684	864	57400	52500	803
UNW marraskuu 2018	726	404	47100	42200	568
UNW joulukuu 2018	640	783	52000	49400	794
USW marraskuu 2018	419	348	44300	57700	572
USW joulukuu 2018	747	344	44700	56300	678

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 marraskuu 2018	1.31
CW marraskuu 2018 (2)	1.31
CW joulukuu 2018	1.43
UNW marraskuu 2018	0.35
UNW joulukuu 2018	0.45
USW marraskuu 2018	0.17

Report No.: 047431

28.1.2019

Analytical method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id	
USW joulukuu 2018	0.18

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	
CW marraskuu 2018	0.43
CW marraskuu 2018 (2)	0.40
CW joulukuu 2018	0.45
UNW marraskuu 2018	0.29
UNW joulukuu 2018	0.26
USW marraskuu 2018	0.23
USW joulukuu 2018	0.55

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 marraskuu 2018	0.3
CW joulukuu 2018	0.1
UNW marraskuu 2018	<0.1
UNW joulukuu 2018	0.2
USW marraskuu 2018	0.1
USW joulukuu 2018	0.2

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

Report No.: 047431

28.1.2019

Analytical method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id		
CW marraskuu 2018	0.30	0.13
CW marraskuu 2018 (2)	0.28	0.12
CW joulukuu 2018	0.30	0.15
UNW marraskuu 2018	0.13	0.16
UNW joulukuu 2018	0.15	0.11
USW marraskuu 2018	0.13	0.10
USW joulukuu 2018	0.40	0.16

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 joulukuu 2018	7.66	60.6	0	0
UNW joulukuu 2018	9.21	24.3	0	0
USW joulukuu 2018	11.06	42.4	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 marraskuu 2018	41.0	115.3	2.81	112.9	40.1	-72.7
CW marraskuu 2018 (2)	40.8	115.1	2.82	112.7	39.9	-72.8
CW joulukuu 2018	44.6	96.2	2.16	94.2	43.7	-50.6
UNW marraskuu 2018	10.9	72.1	6.62	70.6	10.7	-59.9
UNW joulukuu 2018	14.2	89.0	6.26	87.2	13.9	-73.2
USW marraskuu 2018	5.4	111.4	20.5	109.1	5.3	-103.8
USW joulukuu 2018	5.8	100.3	17.4	98.2	5.6	-92.5

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

Report No.: 047431

28.1.2019

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					
19001419 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
19001420 / QCMCS	16.8	5.2	10900	3890	12.8
19001421 / QCTILL2	33.3	142	33900	6850	30.2

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	
19001832 / QCSOKEA	<0.01
19001833 / QCGS900-5	0.34

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	
19001830 / QCGS900-5	0.67
19001831 / QCSOKEA	<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	
19001924 / QCUUTTOSKEA	<0.05
19001925 / QCSK1	0.77

Report No.: 047431

28.1.2019

Analytical method: 826T1

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

Analyzed in laboratory: Kuopio

Analytical method code	826T1	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit				
QC-Sample id / Description				
19001423 / QCGS905-2	3.14	56.1	4.11	6.46

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	
19001422 / QCKZK1	59.4

* Accredited

28.1.2019 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