

Vastaanottaja  
**Boliden Kevitsa Mining Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**23.2.2017, päivitetty 7.4.2017**

Viite  
**1510022875-002**

# **BOLIDEN KEVITSA MINING OY**

## **SIVUKIVIJAKEIDEN**

### **TARKKAILU VUONNA 2016**



**BOLIDEN KEVITSA MINING OY**  
**SIVUKIVIJAKEIDEN**  
**TARKKAILU VUONNA 2016**

Päivämäärä **23.2.2017**  
Laatija **Aku Tuppurainen**  
Tarkastaja **Heli Uimarihuhta**

Viite **1510022875-002**

*Kannen kuva: Sivukivialue. Boliden Kevitsa Mining Oy.*

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>NÄYTTEENOTTO JA LAADUN TARKKAILU</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>TUOTANNON ANALYYSIT</b>	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>KOKONAISPITOISUUDET</b>	<b>2</b>
<b>5.</b>	<b>HAPONTUOTTOKYKY</b>	<b>6</b>
5.1	Kaivannaisjätteiden hapontuottokyky ja luokittelu	6
5.2	Analyysitulokset	8
<b>6.</b>	<b>EPÄVARMUUSTARKASTELU JA MUUT SELVITYKSET</b>	<b>13</b>
6.1	Sivukivijakeiden laatu	13
6.2	Muut selvitykset	13
<b>7.</b>	<b>YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET</b>	<b>13</b>
	<b>LÄHTEET</b>	<b>15</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Labtium Oy, analyysitulokset

## 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 %). Sivukivi-luokista 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 2016 sivukiveä louhittiin yhteensä 31,9 Mt, josta kapseloitavaa sivukiveä oli 4,4 Mt, normaalia sivukiveä 13,7 Mt ja tarvekiveä 13,8 Mt.

## 2. NÄYTTEENOTTO JA LAADUN TARKKAILU

Kevitsan kaivoksella muodostuvien sivukivien laatua tarkkaillaan sekä kaivoksen tuotannon yhteydessä että tuotantovaiheen tarkkailuohjelman (*Ramboll; FQM Kevitsa Mining Oy, Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma, 2.10.2015 täydennys*) 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 malmista ja sen läheisyydessä säännölliseen ruudukkoon 15 m reikävälillä. Kauempana malmista porausta tehdään tilanteen mukaan soveltaen yleensä suuremmalla reikävälillä. Porattavat reiät ovat pystysuoria ja niiden pituus on yleensä noin 36 m, jolloin kukin reikä antaa tietoa syvyys-suunnassa kolmelta eri louhintatasolta. Rei'istä otettavien näytteiden pituus on 3 m. RC-porausnäytteet kattavat näin ollen malmin ja sitä ympäröivän sivukiven säännöllisellä näyteverkolla sekä vaakaa- 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 syvyys-suunnassa. 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. 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 mukaiset kuukausinäytteet otettiin vuonna 2016 tarvekives-tä, normaalista sivukivestä sekä kapseloitavasta sivukivestä. Määritykset otetuista näytteistä tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti. Määritykset tehtiin Labtium Oy:n laboratoriossa. Laborato-rion analyysitodistukset on esitetty raportin **liitteessä 1**.

### 3. TUOTANNON ANALYYSIT

Kaivoksen tuotannon aikaisista näytteistä analysoidaan pöytämällisellä XRF-laitteella mm. koko-naisnikkelin, sulfidisen nikkelin, kuparin ja rikin pitoisuuksia. Seuraavassa taulukossa on esitetty tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2016.

**Taulukko 3-1. Sivukivien tuotannon tarkkailun tulokset painotettuina keskiarvoina vuodelta 2016.**

Sivukiviluokka	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näytemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi (CW)	0,10	0,08	0,10	0,98	550
Normaali sivukivi (UNW)	0,10	0,07	0,07	0,45	4 200
Tarvekivi (USW)	0,06	0,04	0,03	0,17	2 350
<b>Yhteensä</b>					<b>7 100</b>

### 4. KOKONAISPITOISUUDET

Tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeista otettavista kuukausinäytteistä määritetään labora-toriossa kuningasvesiutolla (ICP-OES/MS -tekniikka) metalleista kromin, kuparin, nikkelin, rau-dan ja magnesiumin pitoisuudet. Tutkittujen näytteiden pitoisuuksien minimi-, maksimi-, medi-aani- ja keskiarvopitoisuudet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4-1). Pitoisuuksia on verrattu taulukossa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetun val-tioneuvoston asetuksen (214/2007, PIMA-asetus) mukaisiin haitta-aineiden kynnys- ja ohjear-voihin niiltä osin kuin ko. arvot on annettu.

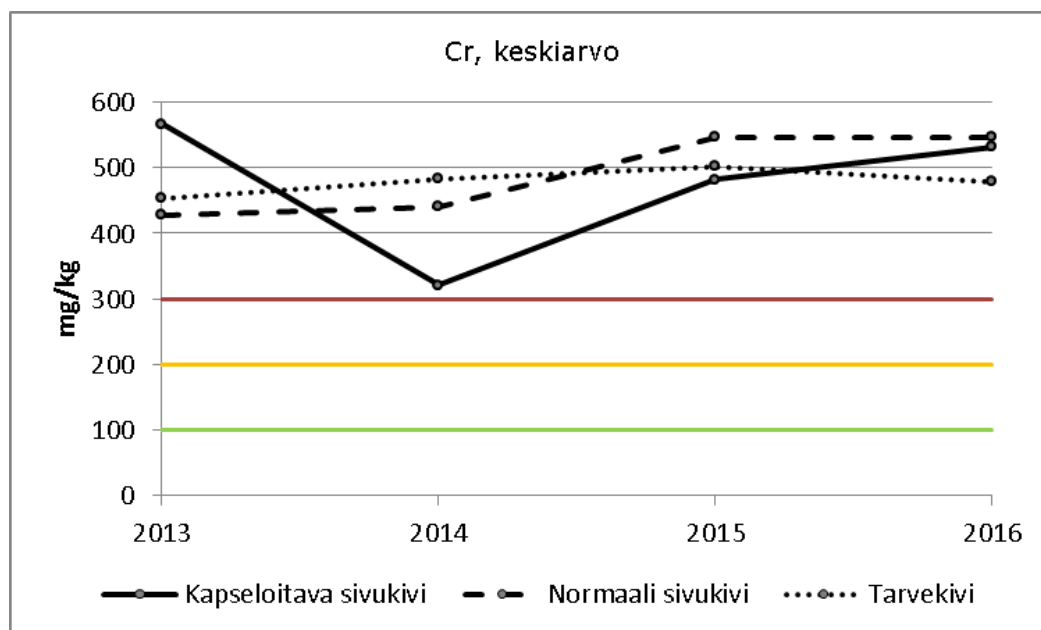
**Taulukko 4-1. Sivukivijakeiden kokonaispitoisuuksien minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet vuonna 2016 sekä PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot.**

Alkuaine	Kapseloitava sivukivi				PIMA-asetus		
	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr mg/kg	229	740	593	532	100	200	300
Cu mg/kg	524	3 720	1 055	1 232	100	150	200
Ni mg/kg	461	1 840	982	1 014	50	100	150
Mg mg/kg	35 900	59 400	53 350	51 158	-	-	-
Fe mg/kg	52 800	70 700	59 450	60 817	-	-	-
Alkuaine	Normaali sivukivi				PIMA-asetus		
	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr mg/kg	458	670	532	547	100	200	300
Cu mg/kg	362	1 140	582	652	100	150	200
Ni mg/kg	568	1 360	868	912	50	100	150
Mg mg/kg	42 800	60 300	55 500	54 533	-	-	-
Fe mg/kg	42 700	54 500	48 300	48 383	-	-	-
Alkuaine	Tarvekivi				PIMA-asetus		
	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr mg/kg	366	585	486	479	100	200	300
Cu mg/kg	204	1 400	314	385	100	150	200
Ni mg/kg	475	1 060	689	666	50	100	150
Mg mg/kg	38 600	59 500	51 050	51 142	-	-	-
Fe mg/kg	35 200	48 800	43 400	43 108	-	-	-

Kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät kaikissa tutkituissa sivukivinäytteissä vuonna 2016 PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot lukuun ottamatta kromin pitoisuutta kapseloitavan sivukiven tammi- ja helmikuun näytteissä, joissa pitoisuudet (229 mg/kg ja 268 mg/kg) ylittivät alemmat ohjearvot. Kaikkien sivukivien osalta tutkittujen metallien pitoisuuksissa esiintyy kohtalaista kuukausittaista vaihtelua. Kapseloitavasta sivukivestä marraskuussa otetussa näytteessä kuparin (3 720 mg/kg) pitoisuus oli huomattavasti korkeampi muihin kuukausinäytteisiin verrattuna (524–1 840 mg/kg). Todetut kuparin sekä nikkelin pitoisuudet kaikissa sivukivijakeissa ovat samaa luokkaa tuotannon tarkkailun tulosten kanssa (ks. edellä Taulukko 3-1).

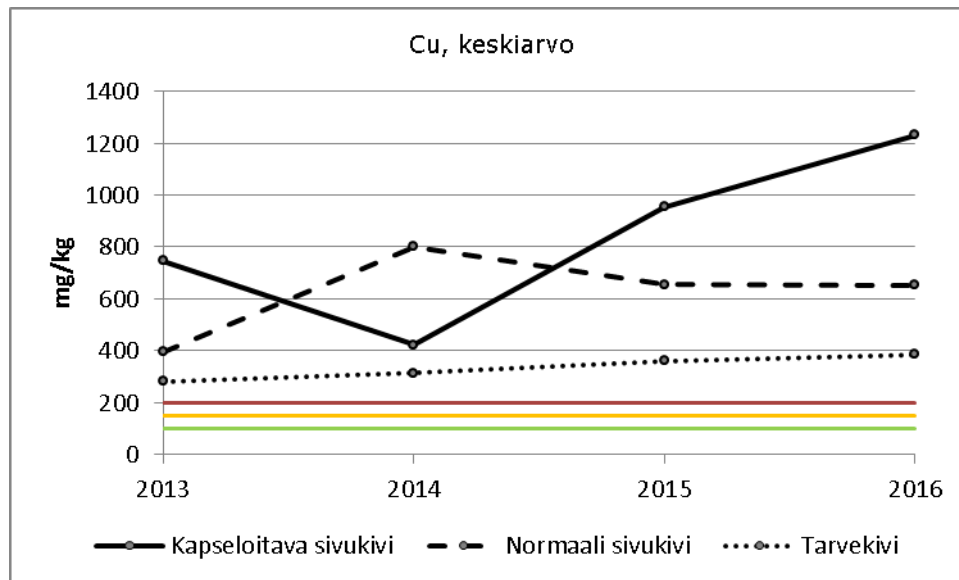
Seuraavissa kuvissa (Kuva 4-1...Kuva 4-5) on vertailtu vuonna 2016 sivukivijakeista otetuista näytteistä tutkittujen metallien kokonaispitoisuuksien keskiarvoja vuosien 2013–2015 näytteiden keskiarvopitoisuuksiin. Vertailussa on huomattavaa erilaiset näytemäärät vuosina 2013–2014 ja 2015–2016; vuosina 2013–2014 pitoisuudet on tutkittu jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä, kun vuosina 2015–2016 näytteitä on tutkittu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Kuvissa on esitetty myös PIMA-asetuksen mukaiset kynnyks- ja ohjearvot niiltä osin kuin ne on annettu; vihreällä viivalla on esitetty kynnyksarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Vuoden 2016 näytteissä kromin pitoisuuksien keskiarvot kaikissa sivukivijakeissa olivat vuoden 2015 tasolla. Normaalin sivukiven kromipitoisuudet ovat olleet vuosina 2015–2016 jonkin verran koholla verrattuna vuosiin 2013–2014 (Kuva 4-1). Kromin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon kaikissa sivukivijakeissa vuosina 2013–2016.



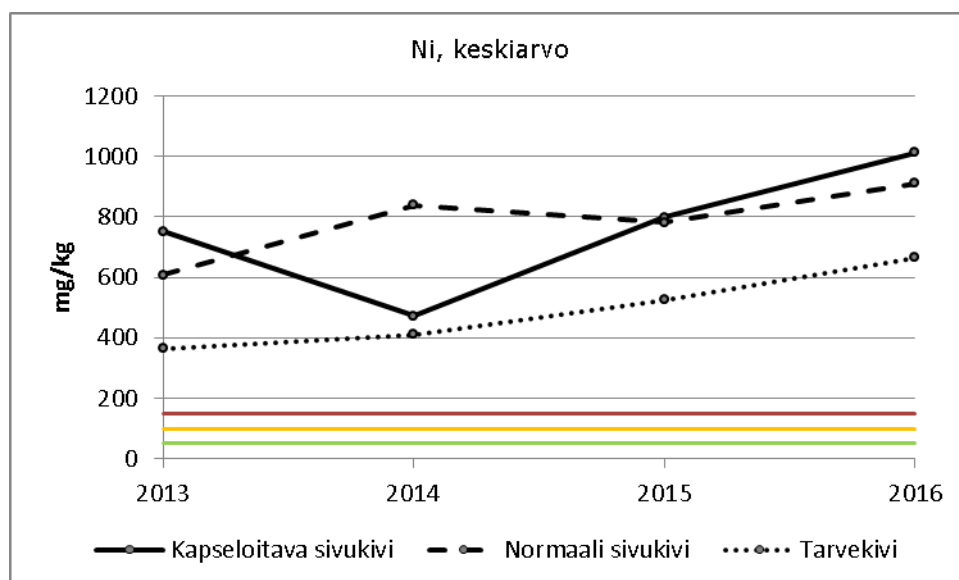
**Kuva 4-1. Sivukivijakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2016. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyksarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.**

Kuparipitoisuuksien keskiarvo kapseloitavassa sivukivessä on kohonnut viime vuosien aikana ollen vuonna 2016 noin kolminkertainen vuoteen 2014 verrattuna (Kuva 4-2). Normaalissa sivukivessä pitoisuus oli vuoden 2015 tasolla. Tarvekivessä kuparipitoisuus on ollut lievästi kasvussa vuosina 2013–2016. Vuonna 2016 kuparin keskiarvopitoisuus oli suurin kapseloitavassa sivukivessä. Kuparin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2013–2016 kaikissa sivukivijakeissa.



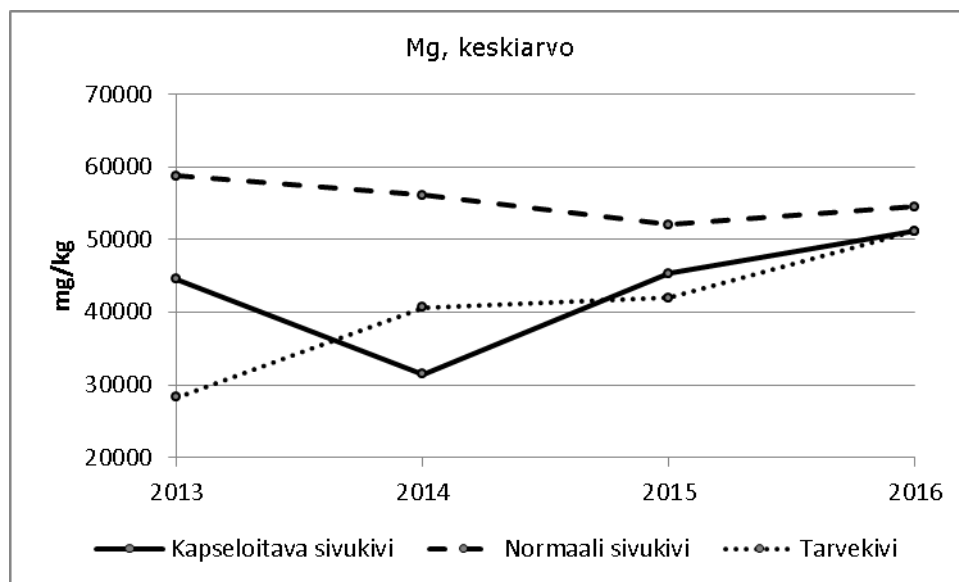
**Kuva 4-2. Sivukivijakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2016. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.**

Sivukivijakeiden nikkelin keskiarvopitoisuudet kaikissa sivukivijakeissa olivat vuonna 2016 korkeampia edellisvuoteen verrattuna (Kuva 4-3). Kaikissa sivukivijakeissa on nähtävissä nouseva trendi tarkastelujakson aikana. Vuonna 2016 nikkelin keskiarvopitoisuus oli suurin kapseloitavassa sivukivessä. Nikkelin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2013–2016 kaikissa sivukivijakeissa.



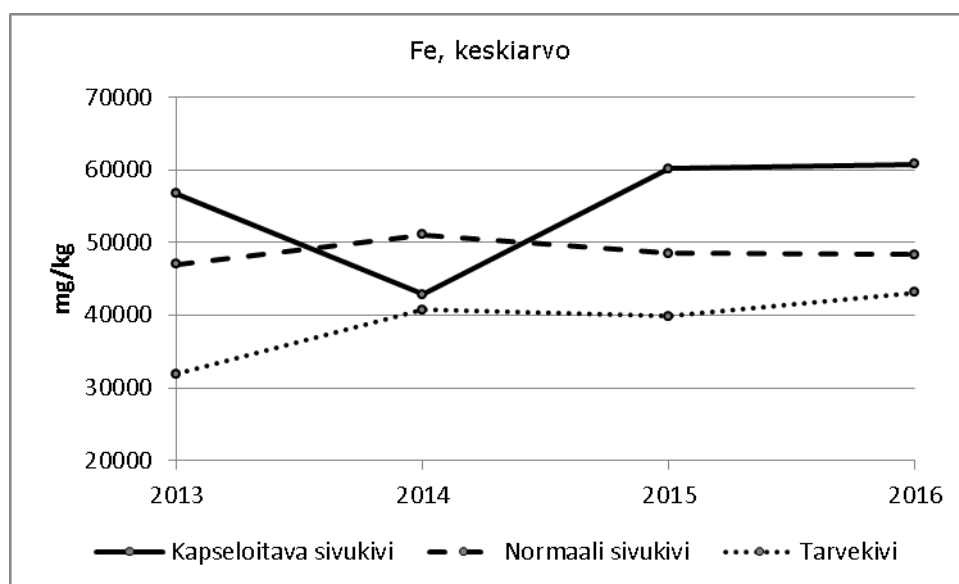
**Kuva 4-3. Sivukivijakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2016. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.**

Eri sivukivijakeiden magnesiumin keskiarvopitoisuudet olivat likimäärin samalla tasolla toisiinsa nähden vuonna 2016 (Kuva 4-4). Normaalin sivukiven magnesiumin keskiarvopitoisuudet kääntyivät lievään nousuun edellisvuosien trendiin nähden. Kapseloitavan sivukiven ja tarvekiven kohdalla magnesiumin keskiarvopitoisuuksien nouseva trendi jatkui. Suurimmat magnesiumipitoisuudet on todettu vuosina 2013–2016 normaalissa sivukivessä.



Kuva 4-4. Sivukivijakeiden magnesiumipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2016.

Sivukivijakeiden raudan keskiarvopitoisuuksien kehityksessä (Kuva 4-5) on havaittavissa lähes vastaavaa vaihtelua vuosina 2013–2016 kuin magnesiumin osalta. Korkeimmat rautapitoisuudet on todettu normaalissa sivukivessä vuonna 2014 ja kapseloitavassa sivukivessä vuosina 2013, 2015 ja 2016.



Kuva 4-5. Sivukivijakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2016.



## 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 Counting) perustuu happo-emäslaskuun ja sen perusteella arvioidaan, voiko jätteestä muodostua pitkällä aikavälillä happamia valumavesiä. Hapontuotto ja sen neutralointi määritetään rikkikiisun ( $\text{FeS}_2$ ) 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 neutraloimisipotentiali määritetään pysyvän jätteen luokittelussa CEN prEN 15875 menetelmällä (ABA-testi). Jätteen luokittelu happoa muodostavaksi tai muodostamattomaksi perustuu neutralointi- ja hapontuottopotentialin (NP/AP eli NPR) suhdelukuun ja sulfidisen rikin kokonaispitoisuuteen. Kaivannaisjätteiden luokittelu happoa tuottavaksi ja happoa tuottamattomaksi jätteeksi on esitetty seuraavassa taulukossa.

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

Sulfidisen rikin pitoisuus	NPR-luku	Luokittelu
<0,1 %	-	Happoa tuottamaton
0,1-1 %	>3	Happoa tuottamaton
>0,1 %	<3	Happoa tuottava
>1 %	-	Happoa tuottava

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

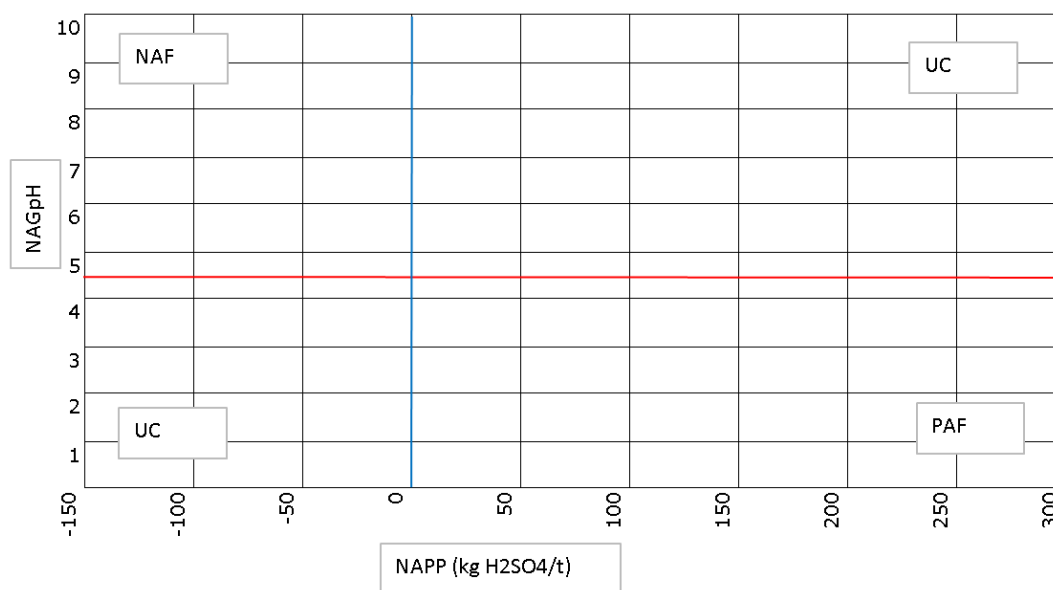
#### 5.1.2 NAG-testi

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 sarjauuttona sulfidimineraalien määrän mukaan. Uutossa happoa syntyy sulfidien hapettumisessa syntyvästä rikkihaposta sekä hapettumisreaktioissa liunneen 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, Warwick ym. 2006) Kaivannaisjätteen luokittelu hapontuoton perusteella on esitetty taulukossa 5-2 sekä kuvassa 5-1.

**Taulukko 5-2. Kaivannaisjätteiden luokittelu NAG<sub>pH</sub>- sekä NAPP-arvojen perusteella (Warwick ym. 2006).**

NAPP	NAG <sub>pH</sub>	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<sub>pH</sub>- ja NAPP-arvojen perusteella (Warwick ym. 2006).**

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<sub>pH</sub>-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 silikaattirautautumisen hapontuottoa. (Räisänen, 2009)

## 5.2 Analyysitulokset

Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeiden kuukausinäytteistä määritetään rikkipitoisuus, hiilen kokonaispitoisuus, karbonaattisen hiilen ja ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet, hapontuottopotentiali ja neutralointipotentiali sekä niiden suhde ABA-testillä. Lisäksi neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään yksivaiheinen NAG-testaus. Vuoden 2016 tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa, joissa on lisäksi esitetty tulosten vertailu vuosien 2013–2015 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

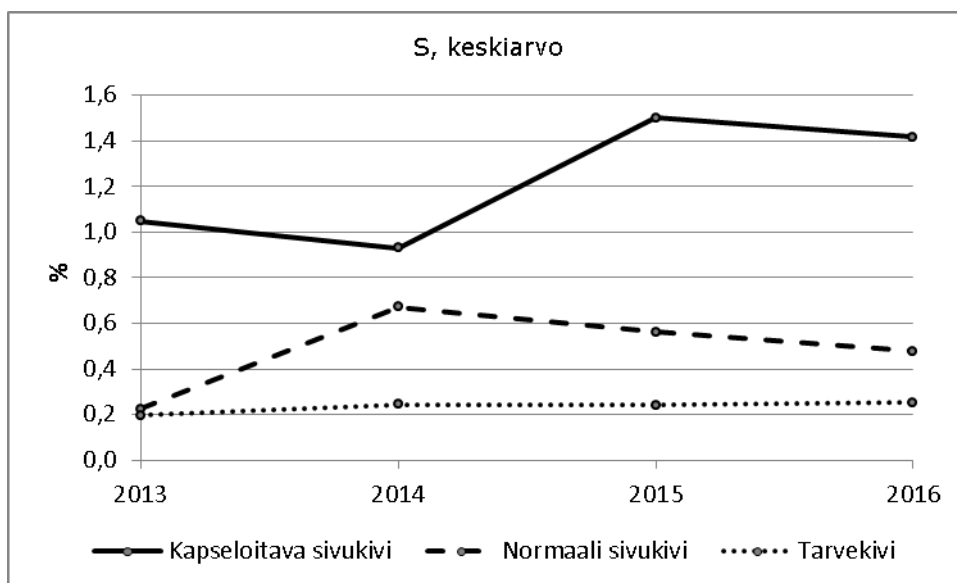
Vuoden 2016 ABA-testin tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5–3).

**Taulukko 5-3. Sivukivijakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentiaalien, neutralointipotentiaalien ja NPR-lukujen arvot vuonna 2016.**

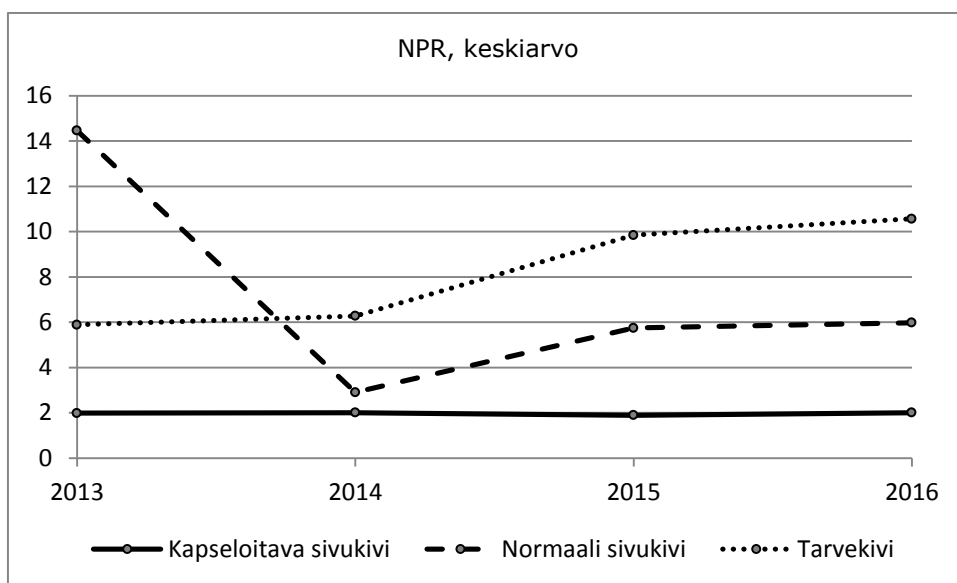
Näyte	S	C	C non carb	C carb	NP	AP	NPR
	%	%	%	%	kg CaCO <sub>3</sub> /t	kg CaCO <sub>3</sub> /t	
<b>Kapseloitava sivukivi</b>							
Tammikuu	1,18	0,25	0,14	0,12	88,9	36,9	2,41
Helmikuu	1,74	0,27	0,14	0,13	71,8	54,4	1,32
Maaliskuu	1,98	0,45	0,14	0,31	64,0	61,7	1,04
Huhtikuu	1,50	0,31	0,14	0,17	100,0	47,0	2,13
Toukokuu	1,11	0,36	0,13	0,23	92,0	34,6	2,66
Kesäkuu	1,25	0,42	0,14	0,28	80,7	38,9	2,07
Heinäkuu	1,00	0,46	0,14	0,32	89,0	31,2	2,85
Elokuu	1,16	0,46	0,12	0,34	77,1	36,4	2,12
Syyskuu	1,77	0,43	0,13	0,30	86,3	55,2	1,56
Lokakuu	1,18	0,43	0,13	0,30	84,3	37,0	2,28
Marraskuu	1,96	0,49	0,09	0,40	105,0	61,1	1,72
Joulukuu	1,18	0,36	0,14	0,22	69,5	36,8	1,89
<i>Minimi</i>	<i>1,00</i>	<i>0,25</i>	<i>0,09</i>	<i>0,12</i>	<i>64,0</i>	<i>31,2</i>	<i>1,04</i>
<i>Maksimi</i>	<i>1,98</i>	<i>0,49</i>	<i>0,14</i>	<i>0,40</i>	<i>105,0</i>	<i>61,7</i>	<i>2,85</i>
<i>Mediaani</i>	<i>1,22</i>	<i>0,42</i>	<i>0,14</i>	<i>0,29</i>	<i>85,3</i>	<i>38,0</i>	<i>2,10</i>
<i>Keskiarvo</i>	<i>1,42</i>	<i>0,39</i>	<i>0,13</i>	<i>0,26</i>	<i>84,1</i>	<i>44,3</i>	<i>2,00</i>
<b>Normaali sivukivi</b>							
Tammikuu	0,46	0,41	0,13	0,28	74	14,3	5,19
Helmikuu	0,68	0,77	0,17	0,60	100	21,4	4,69
Maaliskuu	0,45	0,33	0,14	0,19	83,5	14,2	5,89
Huhtikuu	0,46	0,34	0,13	0,21	77,3	14,5	5,33
Toukokuu	0,54	0,33	0,22	0,19	64,6	16,8	3,86
Kesäkuu	0,62	0,59	0,14	0,45	86,2	19,4	4,45
Heinäkuu	0,42	0,40	0,12	0,28	95,8	13	7,37
Elokuu	0,56	0,30	0,10	0,20	88	17,4	5,05
Syyskuu	0,33	0,33	0,16	0,17	81,4	10,2	7,98
Lokakuu	0,40	0,34	0,14	0,20	84,1	12,6	6,65
Marraskuu	0,48	0,53	0,10	0,43	100	15	6,69
Joulukuu	0,35	0,43	0,13	0,30	92,6	10,8	8,54
<i>Minimi</i>	<i>0,33</i>	<i>0,30</i>	<i>0,10</i>	<i>0,17</i>	<i>64,6</i>	<i>10,2</i>	<i>3,86</i>
<i>Maksimi</i>	<i>0,68</i>	<i>0,77</i>	<i>0,22</i>	<i>0,60</i>	<i>100,0</i>	<i>21,4</i>	<i>8,54</i>
<i>Mediaani</i>	<i>0,46</i>	<i>0,37</i>	<i>0,13</i>	<i>0,25</i>	<i>85,15</i>	<i>14,4</i>	<i>5,61</i>
<i>Keskiarvo</i>	<i>0,48</i>	<i>0,42</i>	<i>0,14</i>	<i>0,29</i>	<i>85,6</i>	<i>15,0</i>	<i>5,97</i>
<b>Tarvekivi</b>							
Tammikuu	0,18	0,29	0,16	0,13	55,3	5,65	9,79
Helmikuu	0,68	0,36	0,11	0,25	86,1	21,3	4,04
Maaliskuu	0,19	0,39	0,14	0,25	84,8	5,97	14,20
Huhtikuu	0,22	0,23	0,14	0,10	81,4	6,78	12,00
Toukokuu	0,22	0,42	0,14	0,28	74,4	6,75	11,00
Kesäkuu	0,32	0,31	0,14	0,17	67,8	9,86	6,88
Heinäkuu	0,13	0,24	0,16	0,08	71,1	4,18	17,00
Elokuu	0,33	0,31	0,13	0,18	66,9	10,2	6,59
Syyskuu	0,19	0,25	0,13	0,12	74,1	5,96	12,40
Lokakuu	0,14	0,26	0,15	0,12	50,4	4,37	11,50
Marraskuu	0,24	0,27	0,18	0,09	79,4	7,39	10,70
Joulukuu	0,21	0,43	0,15	0,28	69,4	6,51	10,70
<i>Minimi</i>	<i>0,13</i>	<i>0,23</i>	<i>0,11</i>	<i>0,08</i>	<i>50,4</i>	<i>4,2</i>	<i>4,04</i>
<i>Maksimi</i>	<i>0,68</i>	<i>0,43</i>	<i>0,18</i>	<i>0,28</i>	<i>86,1</i>	<i>21,3</i>	<i>17,00</i>
<i>Mediaani</i>	<i>0,21</i>	<i>0,30</i>	<i>0,14</i>	<i>0,15</i>	<i>72,6</i>	<i>6,6</i>	<i>10,85</i>
<i>Keskiarvo</i>	<i>0,25</i>	<i>0,31</i>	<i>0,14</i>	<i>0,17</i>	<i>71,8</i>	<i>7,9</i>	<i>10,57</i>

Tuotannon analyysissä (ks. Taulukko 3-1) rikkipitoisuudet ovat kaikissa sivukivijakeissa olleet jonkin verran alhaisempia kuin kuukausinäytteissä todetut rikin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet.

Seuraavissa kuvissa (Kuva 5-2 ja Kuva 5-3) on esitetty rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvot tutkituissa näytteissä vuosina 2013–2016.



Kuva 5-2. Rikkiptoisuuksien keskiarvot sivukivijakeissa vuosina 2013–2016.



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot sivukivijakeissa vuosina 2013–2016.

Kapseloitavassa sivukivessä rikkiptoisuus oli heinäkuun 2016 näytteessä 1,00 %, muissa kuu-kausiinäytteissä rikkiptoisuus oli >1 %. NPR-luku oli kaikissa näytteissä <3. Kapseloitava sivukivi luokitellaan rikkiptoisuuksien ja NPR-lukujen perusteella happoa tuottavaksi sivukiveksi. Kapseloitavan sivukiven rikkiptoisuus oli vuoden 2016 näytteissä samalla tasolla edellisvuoteen nähden ja koholla verrattuna vuosien 2013–2014 rikkiptoisuuksien keskiarvoihin (Kuva 5-2). NPR-luku on ollut kapseloitavassa sivukivessä samalla tasolla vuosina 2013–2016 (Kuva 5-3).

Normaalissa sivukivessä rikkiptoisuudet olivat 0,3–0,7 % kaikissa vuoden 2016 näytteissä ja NPR-luvut >3. Yksittäisten rikkiptoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella normaali sivukivi ei siis ole happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkiptoisuuden keskiarvo on laskenut vuodesta 2014 lähtien ollen kuitenkin korkeampi kuin vuonna 2013. NPR-luvun keskiarvo on ollut vuonna 2013 huomattavasti korkeampi kuin vuosina 2014–2016 (Kuva 5-3).

Tarvekivessä rikkipitoisuudet olivat 0,1–0,7 % kaikissa vuoden 2016 näytteissä ja NPR-luvut >3. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella normaali sivukivi ei siis ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvot ovat vuosina 2013–2016 olleet samalla tasolla. Rikkipitoisuus oli helmikuun näytettä (0,68 %) lukuun ottamatta välillä 0,10–0,35 %. NPR-luvun keskiarvo on ollut vuonna 2013 normaalissa sivukivessä huomattavasti korkeampi kuin vuosina 2014–2016 (Kuva 5-3). NPR-lukujen keskiarvo on ollut vuosina 2015–2016 korkeammalla tasolla kuin vuosina 2013–2014 (Kuva 5-3).

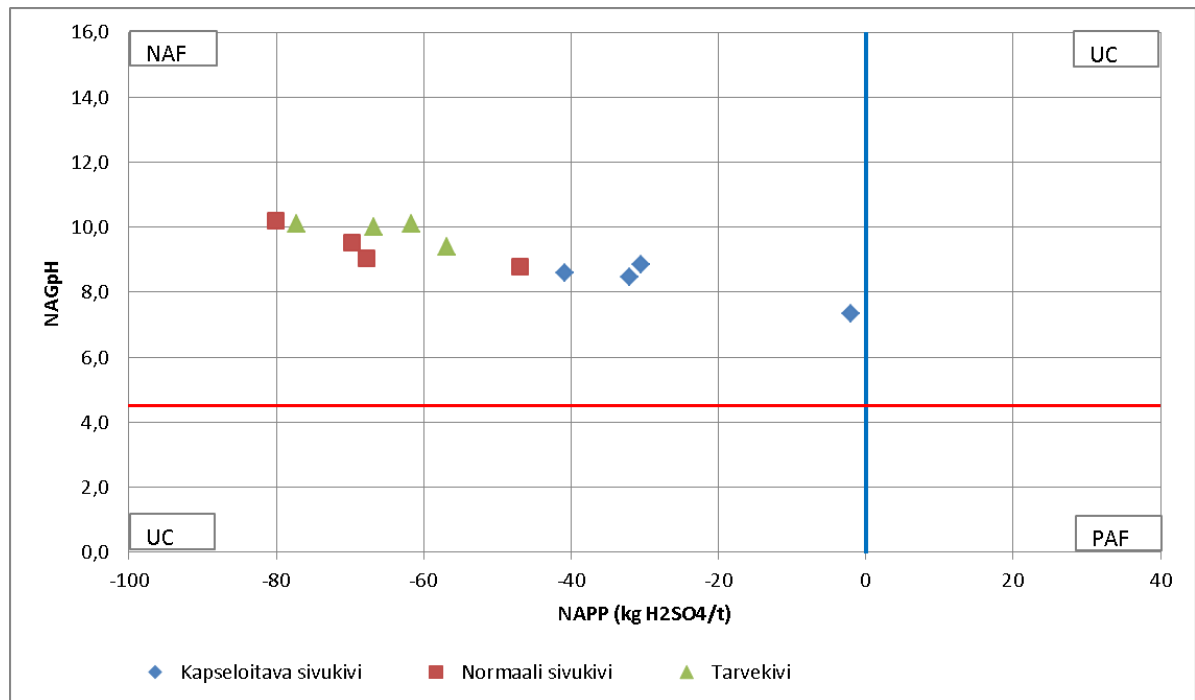
### 5.2.2 NAG-testi

Seuraavassa taulukossa on esitetty sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset vuodelta 2016.

**Taulukko 5-4. Sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimiha-pontuottopotentialin sekä nettohapontuottokyvyn arvot vuonna 2016.**

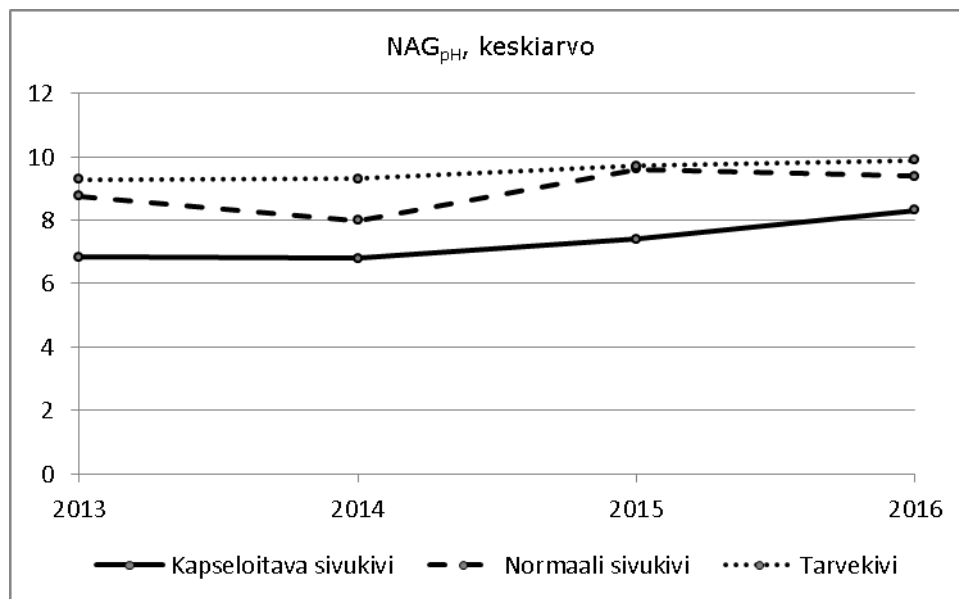
Näyte	NAG <sub>pH</sub>	ANC	MPA	NAPP
		kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t	kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t	kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t
<b>Kapseloitava sivukivi</b>				
Maaliskuu 2016	7,33	63	60	-2
Kesäkuu 2016	8,59	79	38	-41
Syyskuu 2016	8,86	85	54	-31
Joulukuu 2016	8,45	68	36	-32
<b>Normaali sivukivi</b>				
Maaliskuu 2016	9,03	82	14	-68
Kesäkuu 2016	8,78	63	16	-47
Syyskuu 2016	9,51	80	10	-70
Joulukuu 2016	10,20	91	11	-80
<b>Tarvekivi</b>				
Maaliskuu 2016	10,10	83	6	-77
Kesäkuu 2016	9,40	66	10	-57
Syyskuu 2016	10,00	73	6	-67
Joulukuu 2016	10,10	68	6	-62

NAG-testin NAG<sub>pH</sub>-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kaikki vuonna 2016 tutkitut sivukivijakeista otetut näytteet luokituvat happoa tuottamattomiksi kaivannaisjätteiksi eli luokkaan NAF. Kaikissa tutkituissa näytteissä NAG<sub>pH</sub>-arvot olivat  $\geq 4,5$  ja NAPP-arvot negatiivisia. Kuvassa (Kuva 5-4) on esitetty NAPP-NAG<sub>pH</sub> -vertailu vuoden 2016 sivukivinäytteiden osalta.



**Kuva 5-4. Vuoden 2016 sivukivijakeista otettujen näytteen NAPP- ja NAG<sub>pH</sub> -arvot.**

Sivukivien NAG<sub>pH</sub>-keskiarvot ovat olleet likimäärin samalla tasolla vuosina 2013–2016 (Kuva 5-5). Kapseloitavan sivukiven NAG<sub>pH</sub>-keskiarvoissa on havaittavissa lievä nouseva trendi.



**Kuva 5-5. NAG<sub>pH</sub> -keskiarvot vuosina 2013–2016.**

## 6. EPÄVARMUUSTARKASTELU JA MUUT SELVITYKSET

### 6.1 Sivukivijakeiden laatu

Sivukivijakeiden tarkkailua laajennettiin vuonna 2015 merkittävästi aiempaan verrattuna ja vuonna 2016 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 luokituu happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi ja NAG-testin tulosten perusteella puolestaan happoa tuottamattomaksi. ABA-testit on tehty kuukausittain, kun NAG-testi on tehty neljästä kuukausinäytteestä. Kapseloitava sivukivi on luokitunut ABA- ja NAG-testeissä vastaavasti myös vuosina 2013–2015. Kuten edellä kohdassa 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 kapseloitavan sivukiven tapauksessa.

Tarkkailutulosten perusteella sivukivijakeiden tutkitut ominaisuudet ovat vuoden 2016 aikana olleet pääsääntöisesti samalla tasolla kuukausittain. Myös vuosiin 2013–2015 verrattuna sivukivijakeiden ominaisuudet ovat olleet lähes samalla tasolla. Tulosten perusteella voidaankin todeta, ettei sivukivien ominaisuuksiin liity olennaisia epävarmuuksia.

### 6.2 Muut selvitykset

Kevitsan kaivoksen sivukivialueen suotovesien laatu on muuttunut verrattuna toiminnan alkuvaiheeseen ja varhaisiin ennusteisiin. Laadittujen selvitysten perusteella sivukiven biogeokemiallinen käyttäytyminen on mikrobiselvityksiin nojaten identifioitu suhteellisen harvinaiseksi "neutral rock drainage" -ilmiöksi, mikä on mahdollinen ilman suuria rikkipitoisuuksia ja siinä esiintyy kohonneita liuenneiden metallien pitoisuuksia ilman hapanta valumaa. Tästä huolimatta nikkelin ensisijaisena lähteenä toimivat todennäköisesti sulfidimineraalit.

Tulevaisuuden toimenpiteiden ohjaamisen tueksi tehdään tarkentavia selvityksiä sivukivialueen biogeokemiallisista prosesseista sekä tarkennetaan sivukivialueen rapautumistilan selvitystä. Myös tietopohjaa sivukiviaiineksen pitkäaikaiskäyttäytymisestä tarkennetaan ja laaditaan mahdollisimman tarkka ennuste suotovesien laadusta pitkällä aikavälillä. Tältä pohjalta on mahdollista tarkentaa myös vesienkäsittelyn pitkän aikavälin tarpeita sekä jälkihoitosuunnitelmia.

## 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 ylempät ohjearvot lukuun ottamatta kromin pitoisuutta tammi- ja helmikuun näytteissä, joissa pitoisuudet ylittivät alemmat ohjearvot. Kapseloitavasta sivukivestä marraskuussa otetussa näytteessä kuparin pitoisuus oli huomatta-



vasti korkeampi muihin kuukausinäytteisiin verrattuna. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylempät ohjearvot vuosina 2013–2016.

Kapseloitava sivukivi luokitellaan ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaksi sivukiveksi, sillä rikkipitoisuudet olivat >1 % (heinäkuussa 1,00 %) ja NPR-luvut <3. Kapseloitavan sivukiven rikkipitoisuus oli vuoden 2016 näytteissä samalla tasolla edellisvuoteen nähden ja koholla verrattuna vuosien 2013–2014 rikkipitoisuuksien keskiarvoihin. NPR-luku on ollut kapseloitavassa sivukivessä samalla tasolla vuosina 2013–2016. NAG-testin  $\text{NAG}_{\text{pH}}$ -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kapseloitava sivukivi luokitellaan happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi eli luokkaan NAF. Kapseloitavan sivukiven  $\text{NAG}_{\text{pH}}$ -keskiarvot ovat olleet likimäärin samalla tasolla vuosina 2013–2016.

### **Normaali sivukivi**

Normaalista sivukivestä otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylempät ohjearvot myös vuosina 2013–2016 otetuissa ja tutkituissa näytteissä. Pääsääntöisesti metallien kokonaispitoisuudet normaalissa sivukivessä olivat likimäärin samalla aiempaan vuoteen verrattuna. Nikkelin keskiarvopitoisuudet olivat vuonna 2016 korkeampia edellisvuoteen verrattuna.

Normaalissa sivukivessä rikkipitoisuudet olivat 0,1–1 % kaikissa vuoden 2016 näytteissä ja NPR-luvut >3 eli tulosten perusteella normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,5 %) oli vuonna 2016 hieman alhaisempi kuin vuosina 2014–2015 ja korkeampi kuin vuonna 2013. Vuonna 2016 NPR-luvun keskiarvo oli samaa tasoa kuin vuonna 2015. NPR-luvun keskiarvo on ollut vuonna 2013 huomattavasti korkeampi kuin vuosina 2014–2016. Normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

### **Tarvekivi**

Tarvekivestä vuoden 2016 aikana otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylempät ohjearvot myös vuosina 2013–2016 otetuissa ja tutkituissa näytteissä. Tarvekiven kokonismetallien keskiarvopitoisuuksissa on kromia lukuun ottamatta havaittavissa lievä nouseva trendi vuosien 2013–2016.

Tarvekiven rikkipitoisuudet olivat 0,1–1 % kaikissa vuonna 2016 tutkituissa näytteissä ja NPR-luvut >3 eli tarvekivi ei ole tulosten perusteella happoa tuottavaa. Kuukausittaisessa tarkastelussa rikkipitoisuus oli helmikuun näytettä (0,68 %) lukuun ottamatta välillä 0,10–0,35 %. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvot ovat olleet vuosina 2013–2016 samalla tasolla. NPR-lukujen keskiarvo on ollut vuosina 2015–2016 korkeampi kuin vuosina 2013–2014. Tarvekivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

### **Jatkotoimenpiteet**

Sivukivijakeiden tarkkailua esitetään jatkettavan vuonna 2016 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti (*Ramboll Finland Oy: FQM Kevitsa Mining Oy, Kevitsan kaivoksen tarkkailuohjelman päivitys*).

## LÄHTEET

**Kauppila P., Räisänen M-L., Myllyoja S, 2011.** Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt, Suomen ympäristö 29/2011. Helsinki 2011.

**Räisänen M-L., 2009.** Kaivannaisjätteiden geokemiallinen karakterisointi – lyhyt- ja pitkäaikaisen muutosten arviointi. Kaivannaisalan ympäristöpäivät 15.-16.9.2009, Lappeenranta.

**Warwick A. Stewart, Stuard D. Miller and Roger Smart, 2006.** Advances in acid rock drainage (ARD) characterisation of mine wastes.

**LIITE 1**  
**LABTIUM OY, ANALYYSITULOKSET**

21.03.2016 14:55:14  
 Kuopio

FQM Kevitsa Mining Oy

Salonen Anniina  
 Kevitsantie 730  
 99670 PETKULA



**ANALYTICAL REPORT**

ORDER ID            501499                            REF:                            PO32838

SAMPLES:                            6

METHOD CODE	SAMPLES
35	6
40	6
512	6
+ 512P	6
+ 810L	6
+ 811L	6
814G	6
816L	6
827T	6
901	1
903	6

Labtium Oy

Susanna Arvilommi  
 Laboratory manager

---

Labtium Oy  
  
 Tekniikantie 2  
 02150 ESPOO  
 Phone 01065 38000

---

Labtium Oy  
  
 PO Box 1500  
 70211 KUOPIO  
 Phone 01065 38000

**METHOD DESCRIPTIONS AND COMMENTS**

Order ID 501499  
Date of issue 21.03.2016 14:55:14

THE RESULTS ARE VALID ONLY FOR THE SAMPLES TESTED  
THE REPORT MAY ONLY BE QUOTED IN FULL

THE RESULTS HAVE BEEN PRODUCED DURING: 14.03.2016 - 21.03.2016

ONLY RESULTS WITH A + MARK IN FRONT OF THE METHOD CODE  
ARE COVERED BY THE SCOPE OF ACCREDITATION

- 35 Separate splitting of sample
- 40 Grinding in tempered carbide steel grinding vessel
- 512 Aqua regia leach at 90 °C
- + 512P Multi-element analysis by ICP-OES technique
- + 810L Determination of S with sulfur analyzer
- + 811L Determination of C with carbon analyzer
- 814G Gravimetric determination of humidity or solids
- 816L Determination of C carb and C non carb with carbon analyzer
- 827T ABA-test, SFS-EN 15875
- 901 Reception fee for a batch of samples
- 903 Disposal fee of laboratory waste

Laboratory Sample ID	Customer Sample ID	Cr mg/kg + 512P	Cu mg/kg + 512P	Fe mg/kg + 512P	Mg mg/kg + 512P	Ni mg/kg + 512P	S % + 810L	C % + 811L	Kosteus % 814G	C non carb % 816L
L16017065	USW tammikuu 2016	523	204	35200	38600	482	0,18	0,29	0,14	0,16
L16017065U	USW tammikuu 2016	532	205	35100	38900	483	0,18	0,28	0,05	0,17
L16017066	CW tammikuu 2016	229	1140	52800	50500	787	1,18	0,25	0,2	0,14
L16017067	UNW tammikuu 2016	474	548	43300	42800	568	0,46	0,41	<0.01	0,13
L16017068	USW helmikuu 2016	392	1400	46000	49100	757	0,68	0,36	0,09	0,11
L16017069	CW helmikuu 2016	268	676	61000	42200	501	1,74	0,27	0,04	0,14
L16017070	UNW helmikuu 2016	514	1140	51600	50200	768	0,68	0,77	0,05	0,17

Laboratory Sample ID	Customer Sample ID	C carb	AP	NP	NPR
		% 816L	kg CaCO3/t 827T	kg CaCO3/t 827T	827T
L16017065	USW tammikuu 2016	0,13	5,65	55,3	9,79
L16017065U	USW tammikuu 2016	0,11	5,7	54,9	9,63
L16017066	CW tammikuu 2016	0,12	36,9	88,9	2,41
L16017067	UNW tammikuu 2016	0,28	14,3	74	5,19
L16017068	USW helmikuu 2016	0,25	21,3	86,1	4,04
L16017069	CW helmikuu 2016	0,13	54,4	71,8	1,32
L16017070	UNW helmikuu 2016	0,597	21,4	100	4,69

Labtium Oy

Results for Quality Control Samples	Cr mg/kg + 512P	Cu mg/kg + 512P	Fe mg/kg + 512P	Mg mg/kg + 512P	Ni mg/kg + 512P	S % + 810L	C % + 811L	C non carb % 816L	NP kg CaCO3/t 827T
QCGS900-5	-	-	-	-	-	0,355	-	-	-
QCSOKEA	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	-
QCGS900-5	-	-	-	-	-	-	0,68	-	-
QCSOKEA	-	-	-	-	-	-	<0.05	-	-
QCMCS	14,5	4,8	9690	3580	11,6	-	-	-	-
QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2	-	-	-	-
QCTILL4	21,6	232	33100	4970	12,6	-	-	-	-
QCKZK1	-	-	-	-	-	-	-	-	58,8
QCSK1	-	-	-	-	-	-	-	0,721	-
QCUUTTOSOKEA	-	-	-	-	-	-	-	<0.05	-



FQM Kevitsa Mining Oy

03.06.2016 12:36:38  
KuopioSalonen Anniina  
Kevitsantie 730  
99670 PETKULA**ANALYYSITULOKSIA**

TILAUSNUMERO: 501559 VIITE: PO32838

NÄYTTEITÄ: 10

MENETELMÄKOODI	NÄYTTEITÄ
35	10
40	10
512	8
+ 512P	8
+ 810L	10
+ 811L	10
814G	10
816L	10
826T1	5
827T	10
901	1
903	10

Labtium Oy

Timo Myöhänen  
vs.Laboratoriopäällikkö

Labtium Oy

Labtium Oy

Tekniikantie 2  
02150 ESPOO  
Puh. 01065 38000PL 1500  
70211 KUOPIO  
Puh. 01065 38000

**MENETELMÄKUVAUKSET JA HUOMAUTUKSET**

Tilausnumero: 501559  
Raportointipäivä: 03.06.2016 12:36:38

TULOS PÄTEE VAIN TESTATUILLE NÄYTTEILLE.  
TESTAUSSELOSTEEN SAA KOPIOIDA VAIN KOKONAAN.

TULOKSET VALMISTUNEET: 23.05.2016 - 02.06.2016

VAIN NE TESTIMENETELMÄT, JOISSA TÄSSÄ SELOSTEESSA ON MERKINTÄ  
+ MENETELMÄKOODIN EDESSÄ, KUULUVAT AKKREDITOINNIN PIIRIIN.

- 35 Erillinen ositus rännijakolaitteella
- 40 Jauhatus karkaistussa hiiliteräsjauhinastiassa
- 512 Kuningasvesiliuotus 90 °C:ssa
- + 512P Monialkuainemääritys ICP-OES -tekniikalla
- + 810L S:n määritys rikkianalysaattorilla
- + 811L C:n määritys hiilianalysaattorilla
- 814G Kosteuden tai kuiva-aineen määritys gravimetrisesti  
Residual humidity in pulverized sample.
- 816L C karb ja C ei karb määritys hiilianalysaattorilla
- 826T1 Yksivaiheinen NAG-testi, ARD Test Handbook, Project P387A, 2002  
 $ANC [kg H_2SO_4/t] = 0.979 \times NP [kg CaCO_3/t]$ ,  $NP [kg CaCO_3/t]$  from  
method 827T  
 $MPA [kg H_2SO_4/t] = 30.6 \times S [\%]$ ,  $S [\%]$  from method 810L  
NAPP = MPA - ANC
- 827T ABA-testi, SFS-EN 15875  
AP has been calculated from total S (method 810L)  
NPR = NP/AP
- 901 Tilauksen kirjaus ja käsittelymaksu
- 903 Laboratoriojätteen hävitysmaksu

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	Cr mg/kg + 512P	Cu mg/kg + 512P	Fe mg/kg + 512P	Mg mg/kg + 512P	Ni mg/kg + 512P	S % + 810L	C % + 811L	Kosteus % 814G
L16033027	CW maaliskuu 2016	467	524	68200	35900	461	1,98	0,45	0,09
L16033027U	CW maaliskuu 2016	461	516	67100	35500	454	1,98	0,47	<0.01
L16033028	CW huhtikuu 2016	589	1400	63700	59400	1840	1,50	0,31	0,15
L16033029	UNW maaliskuu 2016	561	519	54500	59900	784	0,45	0,33	0,19
L16033030	UNW huhtikuu 2016	670	598	50500	54300	1360	0,46	0,34	<0.01
L16033031	USW maaliskuu 2016	423	327	39800	53000	748	0,19	0,39	0,22
L16033032	USW huhtikuu 2016	447	217	43400	55200	1060	0,22	0,23	0,25
L16033033	Rikastehiekkä A 02_2016	-	-	-	-	-	0,60	0,28	0,10
L16033034	Rikastehiekkä A 03_2016	644	386	55700	57700	792	0,71	0,29	0,10
L16033035	Rikastehiekkä B 02_2016	-	-	-	-	-	17,30	0,38	<0.01
L16033036	Rikastehiekkä B 03_2016	460	3080	287000	31000	12400	16,50	0,34	<0.01

Laboratorion näytetunnus	Tilaajan näytetunnus	C non carb	C carb	EC	NAGpH	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
		% 816L	% 816L	mS/m 25°C 826T1	pH 826T1	kg H2SO4/t 826T1	kg H2SO4/t 826T1
L16033027	CW maaliskuu 2016	0,14	0,31	72,9	7,33	0	0
L16033027U	CW maaliskuu 2016	0,15	0,32	74,2	7,61	0	0
L16033028	CW huhtikuu 2016	0,14	0,17	-	-	-	-
L16033029	UNW maaliskuu 2016	0,14	0,19	22,9	9,03	0	0
L16033030	UNW huhtikuu 2016	0,13	0,21	-	-	-	-
L16033031	USW maaliskuu 2016	0,14	0,25	20,8	10,1	0	0
L16033032	USW huhtikuu 2016	0,14	0,10	-	-	-	-
L16033033	Rikastehiekka A 02_2016	0,05	0,23	-	-	-	-
L16033034	Rikastehiekka A 03_2016	<0,05	0,25	28,9	9,19	0	0
L16033035	Rikastehiekka B 02_2016	0,09	0,30	-	-	-	-
L16033036	Rikastehiekka B 03_2016	0,07	0,27	167	3,46	16,6	45

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	ANC kg H2SO4/t 826T1	MPA kg H2SO4/t 826T1	NAPP kg H2SO4/t 826T1	AP kg CaCO3/t 827T	NP kg CaCO3/t 827T	NPR 827T
L16033027	CW maaliskuu 2016	62,6	60,4	-2	61,7	64	1,04
L16033027U	CW maaliskuu 2016	63,7	60,4	-3,3	61,7	65,1	1,05
L16033028	CW huhtikuu 2016	-	-	-	47	100	2,13
L16033029	UNW maaliskuu 2016	81,7	13,9	-67,8	14,2	83,5	5,89
L16033030	UNW huhtikuu 2016	-	-	-	14,5	77,3	5,33
L16033031	USW maaliskuu 2016	83,1	5,85	-77,2	5,97	84,8	14,20
L16033032	USW huhtikuu 2016	-	-	-	6,78	81,4	12
L16033033	Rikastehiekka A 02_2016	-	-	-	18,9	74,6	3,96
L16033034	Rikastehiekka A 03_2016	76,9	21,6	-55,3	22	78,5	3,56
L16033035	Rikastehiekka B 02_2016	-	-	-	540	50,1	0,09
L16033036	Rikastehiekka B 03_2016	48	505	457	516	49	0,09

Laadunvalvonta- näytteen tunnus	Cr mg/kg + 512P	Cu mg/kg + 512P	Fe mg/kg + 512P	Mg mg/kg + 512P	Ni mg/kg + 512P	S % + 810L	C % + 811L	Kosteus % 814G	Kuiva-aine % 814G	C non carb % 816L
QCGS310-7	-	-	-	-	-	10,7	-	-	-	-
QCGS900-5	-	-	-	-	-	0,362	-	-	-	-
QCGS310-7	-	-	-	-	-	-	4,15	-	-	-
QCGS900-5	-	-	-	-	-	-	0,706	-	-	-
QCMCS	16,8	5,25	11000	3940	12,9	-	-	-	-	-
QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2	-	-	-	-	-
QCTILL4	22,6	238	34200	5080	13,7	-	-	-	-	-
QCKZK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QCKZK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QCKZK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QCSK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,749
QCUUTTOSKEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0561

Laadunvalvonta- näytteen tunnus	NP kg CaCO <sub>3</sub> /t 827T
QCGS310-7	-
QCGS900-5	-
QCGS310-7	-
QCGS900-5	-
QCMCS	-
QCSOKEA	-
QCTILL4	-
QCKZK1	58,4
QCKZK1	58,1
QCKZK1	57,8
QCSK1	-
QCUUTTOSOKEA	-







Report No.: 006262

1 (6)  
9.12.2016
 Recipient:  
 Boliden Kevitsa Mining Oy  
 Anniina Salonen  
 Kevitsantie 730  
 99670 PETKULA

 Request Information:  
 Request: S16-01520  
 Customer referral number: PO32838  
 Order number: 501691  
 Received on: 22.11.2016

## Results

 Analysis: 512P  
 Analysis description: Multi-element analysis by ICP-OES  
 Standard Method:

Analysis 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 / Sample description					
CW heinäkuu 2016 /	734	733	57200	58000	1030
CW heinäkuu 2016 (2) /	722	729	57000	58200	1040
CW elokuu 2016 /	597	748	59600	44300	647
CW syyskuu 2016 /	641	1020	59300	55900	1370
CW lokakuu 2016 /	740	1840	59100	53500	1220
UNW heinäkuu 2016 /	571	493	48000	60300	798
UNW elokuu 2016 /	515	942	48300	57100	908
UNW syyskuu 2016 /	569	531	45800	60200	920
UNW lokakuu 2016 /	458	592	43900	54600	803
USW heinäkuu 2016 /	366	217	39400	57300	704
USW elokuu 2016 /	585	365	45200	46300	552
USW syyskuu 2016 /	578	230	48800	58700	587
USW lokakuu 2016 /	502	300	43100	44100	487
Rikastehiekka A 09_2016 /	544	501	54700	66200	959
Rikastehiekka B 09_2016 /	379	4390	274000	36500	12700

 Analysis: 810L  
 Analysis description: Analysis of S by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
CW heinäkuu 2016 /	0.999
CW heinäkuu 2016 (2) /	0.987
CW elokuu 2016 /	1.16
CW syyskuu 2016 /	1.77
CW lokakuu 2016 /	1.18
UNW heinäkuu 2016 /	0.416

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
UNW elokuu 2016 /	0.558
UNW syyskuu 2016 /	0.327
UNW lokakuu 2016 /	0.404
USW heinäkuu 2016 /	0.134
USW elokuu 2016 /	0.325
USW syyskuu 2016 /	0.191
USW lokakuu 2016 /	0.140
Rikastehiekka A 09_2016 /	0.627
Rikastehiekka B 09_2016 /	16.7

Analysis: 811L  
 Analysis description: Analysis of C by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id / Sample description	
CW heinäkuu 2016 /	0.458
CW heinäkuu 2016 (2) /	0.445
CW elokuu 2016 /	0.461
CW syyskuu 2016 /	0.425
CW lokakuu 2016 /	0.427
UNW heinäkuu 2016 /	0.398
UNW elokuu 2016 /	0.302
UNW syyskuu 2016 /	0.331
UNW lokakuu 2016 /	0.343
USW heinäkuu 2016 /	0.239
USW elokuu 2016 /	0.314
USW syyskuu 2016 /	0.248
USW lokakuu 2016 /	0.262
Rikastehiekka A 09_2016 /	0.254
Rikastehiekka B 09_2016 /	0.260

Analysis: 814G  
 Analysis description: Gravimetric determination of moisture or dry matter  
 Standard Method:

Analysis method code	814G
Parameter	Kosteus
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
CW heinäkuu 2016 /	0.185
CW heinäkuu 2016 (2) /	0.194
CW elokuu 2016 /	0.161
CW syyskuu 2016 /	0.174
CW lokakuu 2016 /	0.173

Analysis method code	814G
Parameter	Kosteus
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
UNW heinäkuu 2016 /	0.233
UNW elokuu 2016 /	0.191
UNW syyskuu 2016 /	0.0440
UNW lokakuu 2016 /	0.0922
USW heinäkuu 2016 /	0.269
USW elokuu 2016 /	0.291
USW syyskuu 2016 /	0.188
USW lokakuu 2016 /	0.200
Rikastehiekka A 09_2016 /	0.217
Rikastehiekka B 09_2016 /	0.0378

Analysis: 816L

Analysis description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique

Standard Method:

Analysis method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id / Sample description		
CW heinäkuu 2016 /	0.323	0.136
CW heinäkuu 2016 (2) /	0.292	0.153
CW elokuu 2016 /	0.338	0.123
CW syyskuu 2016 /	0.297	0.128
CW lokakuu 2016 /	0.303	0.125
UNW heinäkuu 2016 /	0.281	0.117
UNW elokuu 2016 /	0.204	0.0973
UNW syyskuu 2016 /	0.167	0.164
UNW lokakuu 2016 /	0.201	0.142
USW heinäkuu 2016 /	0.0828	0.156
USW elokuu 2016 /	0.181	0.133
USW syyskuu 2016 /	0.118	0.130
USW lokakuu 2016 /	0.116	0.146
Rikastehiekka A 09_2016 /	0.224	<0.05
Rikastehiekka B 09_2016 /	0.210	0.0504

Analysis: 826T1

Analysis description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, Project P387A, 2002

Standard Method:

Analysis 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 / Sample description				
CW syyskuu 2016 /	8.86	46.0	0.00	0.00
CW syyskuu 2016 (2) /	8.91	46.0	0.00	0.00
UNW syyskuu 2016 /	9.51	18.8	0.00	0.00
USW syyskuu 2016 /	10.0	16.2	0.00	0.00

Analysis 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 / Sample description				
Rikastehiekka A 09_2016 /	9.31	23.4	0.00	0.00
Rikastehiekka B 09_2016 /	3.72	140	15.4	26.1

Analysis: 827T  
 Analysis description: ABA-test, SFS-EN 15875  
 Standard Method:

Analysis method code	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit	0.3				0.3
Sample id / Sample description					
CW heinäkuu 2016 /	31.2	89.0	2.85	87.1	30.6
CW heinäkuu 2016 (2) /	30.9	91.0	2.95	89.1	30.2
CW elokuu 2016 /	36.4	77.1	2.12	75.5	35.6
CW syyskuu 2016 /	55.2	86.3	1.56	84.5	54.0
CW lokakuu 2016 /	37.0	84.3	2.28	82.6	36.2
UNW heinäkuu 2016 /	13.0	95.8	7.37	93.8	12.7
UNW elokuu 2016 /	17.4	88.0	5.05	86.2	17.1
UNW syyskuu 2016 /	10.2	81.4	7.98	79.7	9.99
UNW lokakuu 2016 /	12.6	84.1	6.65	82.3	12.4
USW heinäkuu 2016 /	4.18	71.1	17.0	69.6	4.09
USW elokuu 2016 /	10.2	66.9	6.59	65.5	9.94
USW syyskuu 2016 /	5.96	74.1	12.4	72.6	5.84
USW lokakuu 2016 /	4.37	50.4	11.5	49.4	4.28
Rikastehiekka A 09_2016 /	19.6	75.6	3.86	74.0	19.2
Rikastehiekka B 09_2016 /	522	52.5	0.101	51.4	511

Analysis method code	827T
Parameter	NAPP
Unit	kg H2SO4/t
Detection Limit	
Sample id / Sample description	
CW heinäkuu 2016 /	-56.5
CW heinäkuu 2016 (2) /	-58.9
CW elokuu 2016 /	-39.8
CW syyskuu 2016 /	-30.5
CW lokakuu 2016 /	-46.4
UNW heinäkuu 2016 /	-81.1
UNW elokuu 2016 /	-69.1
UNW syyskuu 2016 /	-69.7
UNW lokakuu 2016 /	-69.9
USW heinäkuu 2016 /	-65.5
USW elokuu 2016 /	-55.5
USW syyskuu 2016 /	-66.8
USW lokakuu 2016 /	-45.1
Rikastehiekka A 09_2016 /	-54.8
Rikastehiekka B 09_2016 /	460

**Quality control samples**

Analysis: 512P  
 Analysis description: Multi-element analysis by ICP-OES  
 Standard Method:

Analysis 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					
16040009 / QCMCS	15.2	5.19	9710	3670	12.7
16040010 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
16040011 / QCTILL2	31.5	140	31000	6660	30.1

Analysis: 810L  
 Analysis description: Analysis of S by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
16039071 / QCGS310-7	10.6
16039072 / QCGS900-5	0.344

Analysis: 811L  
 Analysis description: Analysis of C by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
16039073 / QCGS900-5	0.666

Analysis: 816L  
 Analysis description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
16039074 / QCSK1	0.770
16039075 / QCUUTTOSOKEA	0.106

Analysis: 826T1  
 Analysis description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, Project P387A, 2002  
 Standard Method:

Analysis 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				
16040683 / QCGS905-2	3.17	53.0	4.21	6.36

Analysis: 827T  
 Analysis description: ABA-test, SFS-EN 15875  
 Standard Method:

Analysis method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
16040713 / QCKZK1	60.8

## \* Accredited

## Analysis comment

Gravimetric determination of moisture or dry matter:  
 Residual moisture in pulverized sample.  
 ABA-test, SFS-EN 15875:  
 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

9.12.2016 Timo Myöhänen  
 Kemisti / Chemist

## Distribution

Salonen, Anniina / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 007412

1 (4)  
10.1.2017
 Recipient:  
 Boliden Kevitsa Mining Oy  
 Mikael Kostamo  
 Kevitsantie 730  
 99670 PETKULA

 Request Information:  
 Request: S16-01820  
 Customer referral number: PO32838  
 Order number: 501703  
 Received on: 27.12.2016

## Results

 Analysis: 512P  
 Analysis description: Multi-element analysis by ICP-OES  
 Standard Method:

Analysis 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 / Sample description					
CW marraskuu 2016 /	438	3720	70700	53200	1660
CW marraskuu 2016 (2) /	437	3710	69600	53000	1660
UNW marraskuu 2016 /	535	644	48300	49600	868
USW marraskuu 2016 /	397	377	42800	47600	475

 Analysis: 810L  
 Analysis description: Analysis of S by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
CW marraskuu 2016 /	1.96
CW marraskuu 2016 (2) /	1.98
UNW marraskuu 2016 /	0.479
USW marraskuu 2016 /	0.237
Rikastehiekka A 11_2016 /	0.695
Rikastehiekka B 11_2016 /	12.9

 Analysis: 811L  
 Analysis description: Analysis of C by combustion technique  
 Standard Method:



Report No.: 007412

Analysis method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id / Sample description	
CW marraskuu 2016 /	0.493
CW marraskuu 2016 (2) /	0.510
UNW marraskuu 2016 /	0.528
USW marraskuu 2016 /	0.270
Rikastehiekka A 11_2016 /	0.336
Rikastehiekka B 11_2016 /	0.377

Analysis: 816L  
 Analysis description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id / Sample description		
CW marraskuu 2016 /	0.399	0.0935
CW marraskuu 2016 (2) /	0.399	0.111
UNW marraskuu 2016 /	0.426	0.102
USW marraskuu 2016 /	0.0934	0.177
Rikastehiekka A 11_2016 /	0.308	<0.05
Rikastehiekka B 11_2016 /	0.300	0.0770

Analysis: 827T  
 Analysis description: ABA-test, SFS-EN 15875  
 Standard Method:

Analysis method code	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t	
Detection Limit	0.3		
Sample id / Sample description			
CW marraskuu 2016 /	61.1	105	1.72
CW marraskuu 2016 (2) /	61.7	105	1.70
UNW marraskuu 2016 /	15.0	100	6.69
USW marraskuu 2016 /	7.39	79.4	10.7
Rikastehiekka A 11_2016 /	21.7	88.3	4.07
Rikastehiekka B 11_2016 /	403	65.0	0.161

**Quality control samples**

Analysis: 512P  
 Analysis description: Multi-element analysis by ICP-OES  
 Standard Method:

Report No.: 007412

Analysis 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					
16042708 / QCMCS	15.7	5.19	10700	3770	12.2
16042709 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2
16042710 / QCTILL2	33.3	151	34300	6960	30.8

Analysis: 810L  
 Analysis description: Analysis of S by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
16042622 / QCGS900-5	0.349
16042623 / QCGS310-7	10.6
16042624 / QCSOKEA	<0.01

Analysis: 811L  
 Analysis description: Analysis of C by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
16042619 / QCSOKEA	0.0505
16042620 / QCGS900-5	0.687
16042621 / QCGS310-7	4.20

Analysis: 816L  
 Analysis description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
16042625 / QCSK1	0.710
16042626 / QCUUTTOSOKEA	<0.05

Analysis: 827T  
 Analysis description: ABA-test, SFS-EN 15875  
 Standard Method:

Analysis method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO <sub>3</sub> /t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
17000008 / QCKZK1	60.3

**\* Accredited**

## Analysis comment

Gravimetric determination of moisture or dry matter:  
Residual moisture in pulverized sample.  
ABA-test, SFS-EN 15875:  
AP has been calculated from total S (method 810L). NPR = NP/AP

10.1.2017 Susanna Arvilommi

## Distribution

Kostamo, Mikael / Boliden Kevitsa Mining Oy  
Syrjälä, Ulla / Boliden Kevitsa Mining Oy

Report No.: 008365

1 (5)  
1.2.2017
 Recipient:  
 Boliden Kevitsa Mining Oy  
 Mikael Kostamo  
 Kevitsantie 730  
 99670 PETKULA

 Request Information:  
 Request: S17-01961  
 Customer referral number: PO32838  
 Order number: 501689  
 Received on: 12.1.2017

## Preparation Analyses

Analysis	Analysis 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 leach at 90 oC, subsample 2 g	5 pcs

## Results

 Analysis: 512P  
 Analysis description: Multi-element analysis by ICP-OES  
 Standard Method:

Analysis 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 / Sample description					
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	573	677	55800	62800	1210
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	574	676	55700	62500	1200
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	396	5450	255000	34200	15900
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	517	571	42700	56400	1080
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	662	1090	58600	51100	1000
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	562	365	43400	48000	674

 Analysis: 810L  
 Analysis description: Analysis of S by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	0.745
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	0.739
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	15.2
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	0.347
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	1.18
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	0.208

Report No.: 008365

Analysis: 811L  
 Analysis description: Analysis of C by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
Sample id / Sample description	
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	0.278
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	0.293
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	0.291
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	0.425
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	0.358
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	0.431

Analysis: 814G  
 Analysis description: Gravimetric determination of moisture or dry matter  
 Standard Method:

Analysis method code	814G
Parameter	Moisture
Unit	%
Detection Limit	0.01
Sample id / Sample description	
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	0.0702
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	0.0560
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	0.0583
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	<0.01
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	0.113
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	0.139

Analysis: 816L  
 Analysis description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	816L	816L
Parameter	C carb	C non carb
Unit	%	%
Detection Limit	0.05	0.05
Sample id / Sample description		
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	0.243	<0.05
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	0.268	<0.05
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	0.229	0.0626
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	0.297	0.129
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	0.221	0.137
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	0.284	0.147

Analysis: 826T1  
 Analysis description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, Project P387A, 2002  
 Standard Method:

Analysis 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 / Sample description				
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	8.88	27.3	0.00	0.00
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	8.94	27.0	0.00	0.00
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	3.38	148	4.79	31.9
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	10.2	19.9	0.00	0.00
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	8.45	38.3	0.00	0.00
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	10.1	19.0	0.00	0.00

Analysis: 827T  
 Analysis description: ABA-test, SFS-EN 15875  
 Standard Method:

Analysis method code	827T	827T	827T	827T	827T
Parameter	AP	NP	NPR	ANC	MPA
Unit	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit	0.3				0.3
Sample id / Sample description					
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	23.3	76.6	3.29	75.1	22.8
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	23.1	77.7	3.37	76.1	22.6
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	476	48.0	0.101	47.0	466
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	10.8	92.6	8.54	90.7	10.6
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	36.8	69.5	1.89	68.1	36.0
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	6.51	69.4	10.7	67.9	6.37

Analysis method code	827T
Parameter	NAPP
Unit	kg H2SO4/t
Detection Limit	
Sample id / Sample description	
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 /	-52.2
Rikastushiekka A, joulukuu 2016 (2) /	-53.5
Rikastushiekka B, joulukuu 2016 /	419
Ympäristö, joulukuu 2016, UNW /	-80.1
Ympäristö, joulukuu 2016, CW /	-32.1
Ympäristö, joulukuu 2016, USW /	-61.6

### Quality control samples

Analysis: 512P  
 Analysis description: Multi-element analysis by ICP-OES  
 Standard Method:

Report No.: 008365

Analysis 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					
17001218 / QCTILL2	32.9	144	33600	6890	31.1
17001219 / QCMCS	15.3	4.95	10900	3600	12.5
17001220 / QCSOKEA	<1	<1	<50	<10	<2

Analysis: 810L  
 Analysis description: Analysis of S by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	810L *
Parameter	S *
Unit	%
Detection Limit	0.01
QC-Sample id / Description	
17000985 / QCGS900-5	0.357
17000986 / QCGS310-7	10.5

Analysis: 811L  
 Analysis description: Analysis of C by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	811L *
Parameter	C *
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
17000987 / QCGS900-5	0.694
17000988 / QCGS310-7	4.13

Analysis: 816L  
 Analysis description: Determination of C carb and C non carb by combustion technique  
 Standard Method:

Analysis method code	816L
Parameter	C non carb
Unit	%
Detection Limit	0.05
QC-Sample id / Description	
17000995 / QCSK1	0.735
17000996 / QCUUTTOSOKEA	0.0548

Analysis: 826T1  
 Analysis description: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, Project P387A, 2002  
 Standard Method:

Analysis method code	826T1	826T1	826T1
Parameter	NAGpH	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Unit	pH	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Detection Limit			
QC-Sample id / Description			
17002323 / QCGS905-2	3.15	4.50	6.84

Analysis: 827T  
 Analysis description: ABA-test, SFS-EN 15875  
 Standard Method:

Analysis method code	827T
Parameter	NP
Unit	kg CaCO3/t
Detection Limit	
QC-Sample id / Description	
17002015 / QCKZK1	57.6

## \* Accredited

## Analysis comment

Gravimetric determination of moisture or dry matter:  
 Residual moisture in pulverized sample.  
 ABA-test, SFS-EN 15875:  
 AP has been calculated from total S (method 810L), NPR = NP/AP

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

1.2.2017 Susanna Arvilommi

## Distribution

Kostamo, Mikael / Boliden Kevitsa Mining Oy