



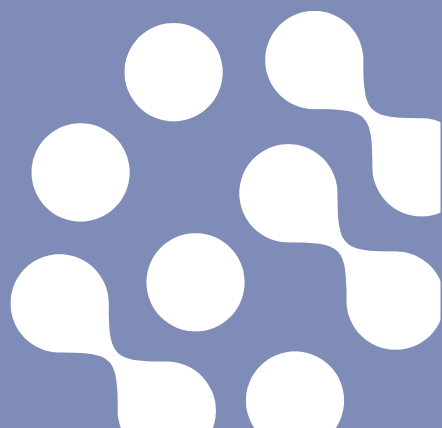
Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 10727
23.3.2023

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

SIVUKIVIJAKEIDEN

TARKKAILU VUONNA 2022



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2022

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO.....	1
2.	NÄYTTEENOTTO.....	1
3.	TUOTANNON ANALYYSIT	2
4.	KOKONAISPITOISUUDET	2
5.	HAPONTUOTTOKYKY	7
5.1	KAIVANNAISJÄTTEIDEN HAPONTUOTTOKYKY JA LUOKITTELU.....	7
5.1.1	ABA-testi.....	7
5.1.2	NAG-testi	8
5.2	ANALYYSITULOKSET	9
5.2.1	ABA-testi.....	9
5.2.2	NAG-testi	12
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU.....	15
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET.....	15
	VIITTEET	17
	LIITTEET	18

LIITTEET

Liite 1. Sivukivijakeiden analyysitulokset 2022

23.3.2023

Eurofins Ahma Oy

Joonas Kellokumpu
Ympäristöasiantuntija

Mika Kallo,
Projektipäällikkö

Yhteystiedot

Nuottasaarentie 17
90400 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 happea muodostamattomiksi sivukiviksi (NAF) ja kapseloitava sivukivi mahdollisesti happea 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 2022 sivukiveä louhittiin yhteensä 26,5 Mt, josta kapseloitavaa sivukiveä oli 2,9 Mt, normaalia sivukiveä 13,5 Mt ja tarvekiveä 10,1 Mt.

2. NÄYTTEENOTTO

Kevitsan kaivoksella muodostuvien sivukivien laatua tarkkaillaan sekä kaivoksen tuotannon yhteydessä, että tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2022 veloitettarkkailussa noudatettiin voimassa olevaa tuotantovaiheen tarkkailuohjelmaa (Ramboll Finland Oy, päivitetty 16.12.2021). Tarkkailuohjelman mukaisella näytteenotolla ja analyysillä varmistetaan tuotannon tarkkailun laatu sekä sivukivien ympäristökelpoisuus.

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

Räjäytettävän kentän eri sivukivijakeista otettavien näytteiden määrä ja sijainti suunnitellaan kentän lastausuunnitelman 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. Analyysissä 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 analyysijä varten otettavien näytteiden määrät riippuvat louhittavan sivukiven määrästä. Kuukausikokoomanäytteeseen käytetään keskimäärin kaksi näytettä 100 000 sivukivitonnia kohden, mikä vastaa noin 50 x 50 metrin laajuista ja 12 metriä korkeaa louhintapengertä. Osa otetuista näytteistä säästetään esimerkiksi tulevia tutkimustarpeita varten.

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

Tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausinäytteet otettiin vuonna 2022 tarvekivestä, normaalia sivukivestä sekä kapseloitavasta sivukivestä. Kuukausinäytteistä tehtiin tarkkailuohjelman mukaiset määritykset. Määritykset tehtiin alkuaineanalyyseiden osalta Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa sekä fysikaalis-kemiallisten tutkimusten ja ABA- ja NAG-testien osalta Eurofins Environment Testing Oy:n Jyväskylän laboratoriossa. Laboratoriotutkimusten tulokset on esitetty raportin liitteessä 1.

3. TUOTANNON ANALYYSIT

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

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

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

Seuraavassa taulukossa (taulukko 3-1) on esitetty tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2022.

Taulukko 3-1. Sivukivien tuotannon tarkkailun tulokset painotettuina keskiarvoina vuodelta 2022.

Sivukiviluokka	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näytemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi (CW)	0,073	0,056	0,077	1,362	547
Normaali sivukivi (UNW)	0,075	0,049	0,058	0,478	1284
Tarvekivi (USW)	0,064	0,033	0,033	0,231	2647
Yhteensä					4478

4. KOKONAISPITOISUUDET

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

Vuonna 2022 kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät lähes kaikissa tutkituissa sivukivinäytteissä PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Poikkeuksena tarvekiven (USW) kuparipitoisuuden osalta ylempi ohjearvo alittui toukokuun näytteissä sekä alempi ohjearvo alittui helmikuun näytteessä. Lisäksi kapseloitavan sivukiven (CW) näytteessä kromipitoisuus alitti PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon ja kuparipitoisuus alemman ohjearvon helmikuussa. Kaikkien sivukivijakeiden osalta tutkittujen metallien pitoisuuksissa esiintyy jonkin verran kuukausittaista vaihtelua.

Normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta todetut kuparin ja nikkelin keskimääräiset pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa, mutta pääosin hieman korkeampia tuotannon tarkkailun tuloksissa kuin velvoitetarkkailun tu-loksissa (ks. taulukko 3-1 ja 4-1). Myös kapseloitavan sivukiven tuotannon tarkkailun keskimääräiset nikkelin

pitoisuudet olivat velvoitetarkkailun vastaavia pitoisuuksia suurempia, mutta eivät kuparin osalta. Erot johtuvat todennäköisesti siitä, että tuotannon tarkkailussa sivukivijakeiden analyysitulokset kootaan eri periaatteella kuin mitä tarkkailuohjelman mukaisessa kuukausinäytteenotossa sovelletaan, eivätkä tuotannon tulokset siten ole suoraan vertailukelpoisia tarkkailuohjelman mukaisten tulosten kanssa.

Tuotannon tarkkailun tulokset koostetaan matemaattisesti (ks. taulukko 3-1), kun taas tarkkailuohjelman mukaiset näytteet koostetaan geologien toimesta louhittavien kenttien materiaaliblokeista. Tarkkailuohjelman mukaisissa analyyseissä käytettävät RC –näytteet valitaan rajoitetusta näytejoukosta siten, että ne kattavat mahdollisimman tasaisesti jakeiden alueen sekä vaakatasolla että syvyysuunnassa. Näytteenottoa on kuvattu tarkemmin kappaleessa 2.

Taulukko 4-1. Sivukivijakeiden kokonaispitoisuuksien minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet vuonna 2022 sekä PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot.

Alkuaine		Kapseloitava sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	270	740	490	534	100	200	300
Cu	mg/kg	140	1 300	730	763	100	150	200
Ni	mg/kg	370	770	545	576	50	100	150
Fe	mg/kg	43 000	78 000	54 500	54 667	-	-	-
Mg	mg/kg	24 000	96 000	37 000	41 917	-	-	-

Alkuaine		Normaali sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	510	900	605	656	100	200	300
Cu	mg/kg	330	1 000	535	571	100	150	200
Ni	mg/kg	370	780	595	591	50	100	150
Fe	mg/kg	36 000	49 000	44 500	44 083	-	-	-
Mg	mg/kg	34 000	56 000	46 000	45 917	-	-	-

Alkuaine		Tarvekivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	420	1 100	540	598	100	200	300
Cu	mg/kg	77	390	255	262	100	150	200
Ni	mg/kg	310	640	455	448	50	100	150
Fe	mg/kg	31 000	43 000	39 500	39 000	-	-	-
Mg	mg/kg	26 000	58 000	44 500	45 000	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvissa 4-1...4-5 on vertailtu vuonna 2022 sivukivijakeista otetuista näytteistä tutkittujen metallien kokonaispitoisuuksien vuosikeskiarvoja vuosien 2013–2021 näytteiden keskiarvopitoisuuksiin. Vertailussa on huomioitava erilaiset näytemäärät vuosina 2013–2014 ja 2015–2021. Vuosina 2013–2014 pitoisuudet on tutkittu jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä, kun vuosina 2015–2021 näytteitä on tutkittu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain. Kuvissa on esitetty myös PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot niiltä osin kuin ne on annettu; kynnysarvo on esitetty vihreällä viivalla, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Tarvekiven vuoden 2017 keskiarvopitoisuuksien laskennassa ei ole huomioitu tammikuun 2017 näytteen analyysituloksia, näytteen ollessa epäedustava todennäköisesti näytteenotossa tai -valmistelussa tapahtuneen poikkeaman vuoksi (Ramboll Finland Oy 2018). Vuodelta 2020 tuloksia ei ole käytettävissä kapseloitavan sivukiven osalta loka- ja marraskuussa. Näytteet jäivät ottamatta, koska lokakuussa kapseloitavaa sivukiveä ei ajettu louhoksesta ollenkaan, ja marraskuussakin kapseloitavaa sivukiveä muodostui vain 64 kt. Myös joulukuussa kapseloitavan sivukiven louhintamäärä jäi vähäiseksi, ja näytteitä toimitettiin analysoitavaksi laboratorioon vain 4 kpl.

Vuonna 2022 kromin pitoisuuksien keskiarvot kaikissa sivukivijakeissa olivat hieman korkeampaa tasoa kuin edellisvuonna, ja pääosin samaa tasoa kuin vuosina 2015–2019. Normaalin sivukiven kromipitoisuus oli kuitenkin tarkkailujakson korkein (kuva 4-1).

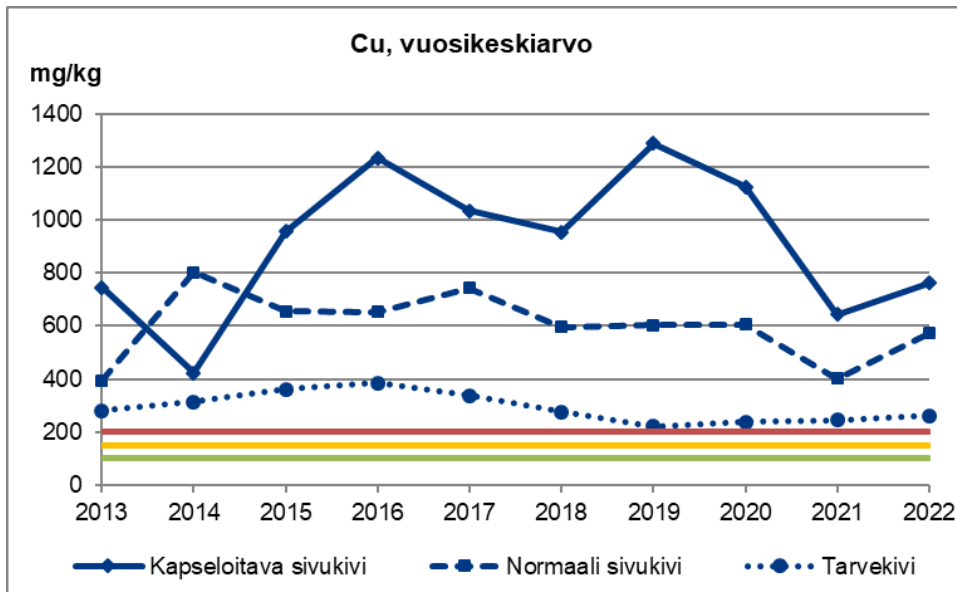
Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen kromipitoisuus laski selvästi vuonna 2014, mutta sen jälkeen trendi on ollut pääosin lievästi nousujohteinen vuoteen 2021 asti, jolloin pitoisuus laski selvästi. Vuonna 2022 pitoisuus nousi hieman ja oli vaihteluvälin keskitasoa. Normaalin sivukiven ja tarvekiven keskimääräisen kromipitoisuuden trendi on ollut nouseva vuodesta 2013 lähtien, vuonna 2021 pitoisuudet olivat hieman laskussa mutta nousivat jälleen vuonna 2022. Kromin osalta keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon kaikissa sivukivijakeissa vuosina 2013–2022.



Kuva 4-1. Sivukivijakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Kuparipitoisuuden keskiarvo kapseloitavassa sivukivessä on vaihdellut vuosina 2013–2022 suuresti, ollen vuosina 2016 ja 2019 vaihteluvälin yläosassa. Vuonna 2021 keskiarvo laski reilusti ja oli vaihteluvälin alaosassa. Pitoisuus oli matala tavanomaiseen verrattuna myös vuonna 2022 vaikka nousua tapahtui edellisvuodesta.

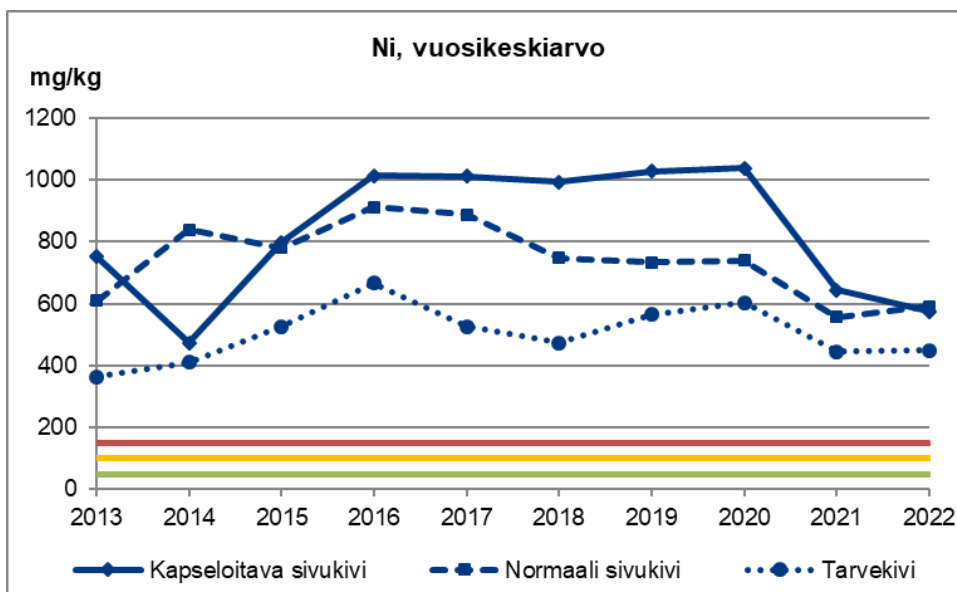
Normaalissa sivukivessä sekä tarkevissä kuparipitoisuus on pysynyt melko samankaltaisena edellisvuosiin (2013–2021) verrattuna ja vaihtelu on ollut vähäisempää kuin kapseloitavassa sivukivessä. Vuonna 2022 normaalin sivukiven kuparipitoisuus oli vuosien 2018–2020 tasoa sekä tarkkailujakson keskitasoa. Tarvekiven pitoisuus pysyi samalla tasolla viime vuosiin (2013 ja 2018–2021) nähden. Kuparipitoisuus on ollut pääosin selvästi korkeinta kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisinta tarkevissä. Kuparin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2013–2022 kaikkien sivukivijakeiden osalta.



Kuva 4-2. Sivukivijakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

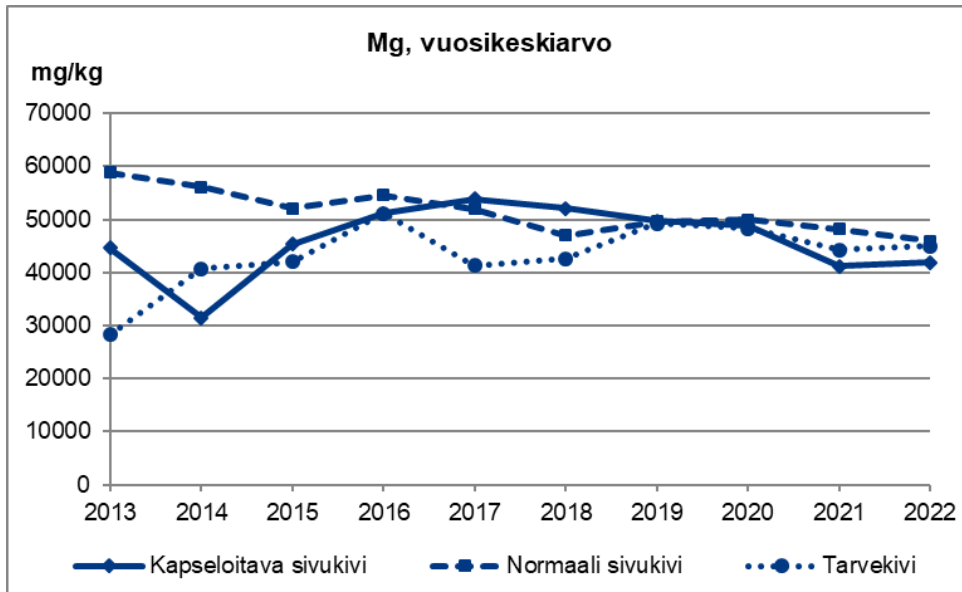
Nikkelin keskiarvopitoisuudet laskivat vuonna 2021 kaikissa sivukivijakeissa vuosien 2016–2020 vaihteluväliin nähden. Kapseloitavassa sivukivessä pitoisuuslasku oli suurinta. Vuonna 2022 kapseloitavan sivukiven nikkelipitoisuus oli edelleen laskussa, mutta normaalin sivukiven pitoisuus nousi lievästi. Normaalin sivukiven pitoisuudessa on havaittavissa laskeva trendi vuodesta 2017 lähtien. Tarvekiven nikkelipitoisuus oli edellisvuoden tasoa ja vaihteluvälin alaosassa.

Vuosina 2016–2021 nikkelipitoisuus oli korkeinta kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisinta tarvekivessä, mutta vuonna 2022 normaalin sivukiven Ni-pitoisuus oli korkeampi kuin kapseloitavan sivukiven (kuva 4-3). Nikkelin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylemmän ohjearvon vuosina 2013–2022 kaikissa sivukivijakeissa.



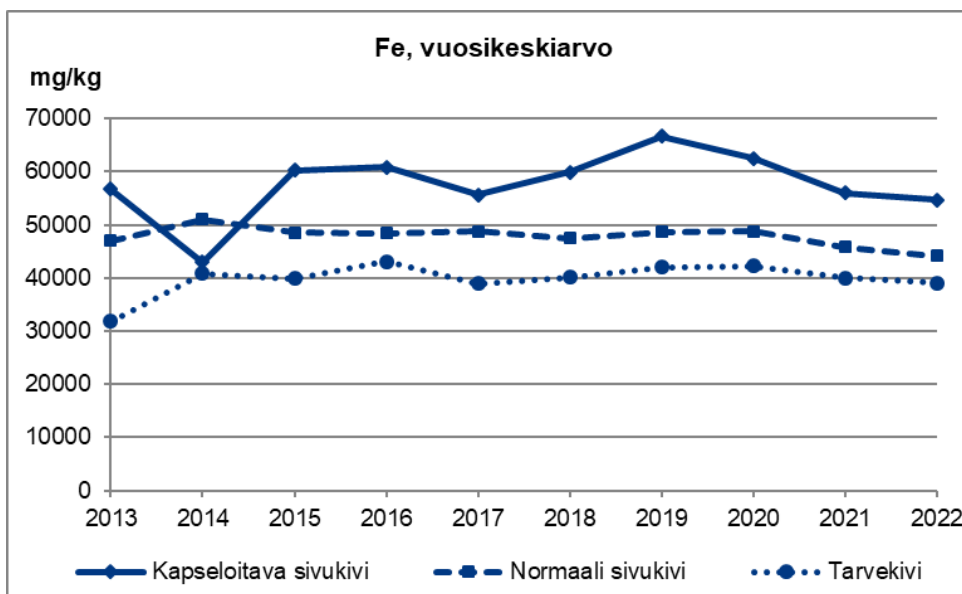
Kuva 4-3. Sivukivijakeiden nikkelipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Sivukivijakeiden magnesiumin keskiarvopitoisuudet ovat vaihdelleet jonkin verran tarkkailujaksolla 2013–2022 ja pääasiallisesti eniten tarkkailujakson alkuvuosina. Vuonna 2022 magnesiumin keskipitoisuus oli laskussa normaalissa sivukivessä, ja lievästi nousussa tarvekivessä ja kapseloitavassa sivukivessä. Normaalin sivukiven pitoisuus oli tarkkailujakson alaosassa ja muiden jakeiden vertailukauden 2013–2022 keskitasoa (kuva 4-4). Normaalin sivukiven keskipitoisuudessa on havaittavissa lievästi laskeva suuntaus ja tarkevivellä vastavasti hieman nouseva suuntaus. Kapseloitavalla sivukivellä havaitaan laskeva suuntaus vuodesta 2017 lähtien ja sitä ennen trendi oli nouseva.



Kuva 4-4. Sivukivijakeiden magnesiumipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022.

Raudan keskiarvopitoisuuksien kehitys on ollut melko tasaista vuoden 2015 jälkeen (kuva 4-5). Vuonna 2022 keskipitoisuus oli lähes kaikissa sivukivijakeissa vuosien 2013–2021 tasolla, mutta normaalin sivukiven rautapitoisuus oli tarkkailuhistorian alin. Vuosina 2013–2022 keskimääräinen rautapitoisuus on ollut pääosin korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarkevivessä.



Kuva 4-5. Sivukivijakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2022.

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 Accounting) 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- testi-menetelmiä 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. Neutralointipotentiali (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 hapontuottopotentialin (NP/AP eli NPR) suhdeluokituksiin ja sulfidisen rikin kokonaispitoisuuteen. Kaivannaisjätteiden luokittelu happoa tuottavaksi ja happoa tuottamattomaksi jätteeksi on esitetty taulukossa 5-1.

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

Sulfidisen rikin pitoisuus	NPR-luku	Luokittelu
< 0,1 %	-	Happoa tuottamaton (NAF)
0,1–1 %	> 3	Happoa tuottamaton (NAF)
> 0,1 %	< 3	Happoa tuottava (PAF)
> 1 %	-	Happoa tuottava (PAF)

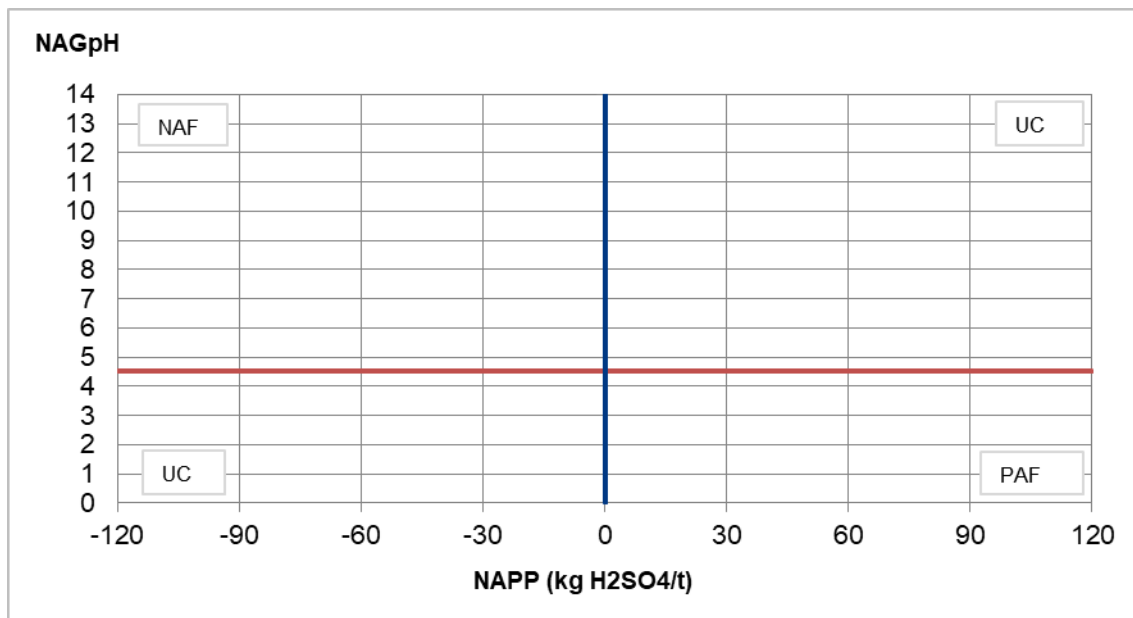
NP-testi (prEN 15875) perustuu pääasiassa karbonaattimineraaleja liottavaan happouuttoon (HCl). Testissä liukenee (1–5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (klooriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vain vähän sulfidimineraaleja, 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, väristää 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 liukenemiseen ja mineraalien rapautumiseen liittyvästä kokonahapontuotosta, kun testin hapettumisreaktioissa tapahtuu samanaikaisesti myös karbonaattien ja/tai siliikaattien liukeneminen ja siitä syntyvä hapon neutralointi. Menetelmä voidaan toteuttaa joko yksivaiheisena tai sarjauttuna 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) määrytyy 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, hapontuottopotentiaali ja neutralointipotentiaali sekä niiden suhde ABA-testillä. Lisäksi neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään yksivaiheinen NAG-testaus. Vuoden 2022 tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa, joissa on lisäksi esitetty tulosten vertailu vuosien 2013–2021 tuloksiin. Vertailussa on huomioitava, 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

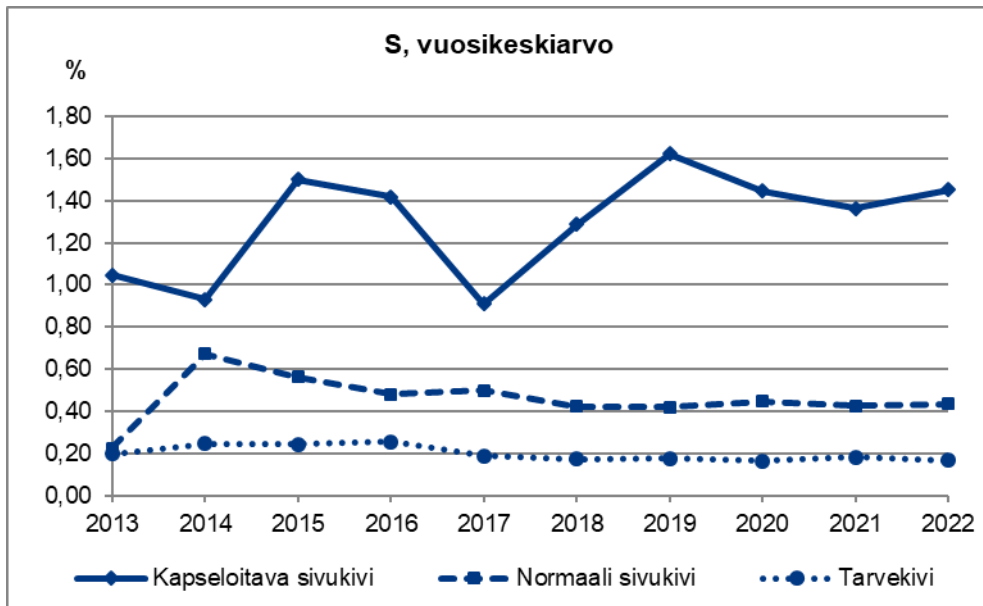
Tuotannon tarkkailussa (ks. taulukko 3-1) rikkipitoisuudet olivat vuonna 2022 kaikkien sivukivijakeiden osalta pääosin samalla tasolla kuin velvoitetarkkailun kuukausinäytteissä todetut rikin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet. Kapseloitavan sivukiven velvoitetarkkailun rikkipitoisuudet olivat lievästi korkeammat tuotannon analyysiin verrattuna, ja normaalin sivukiven ja tarvekiven hieman alhaisemmat. Vuoden 2022 ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 5-3.

Taulukko 5-3. Sivukivijakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentiaalin, neutralointipotentiaalin ja NPR-luvun arvot vuonna 2022.

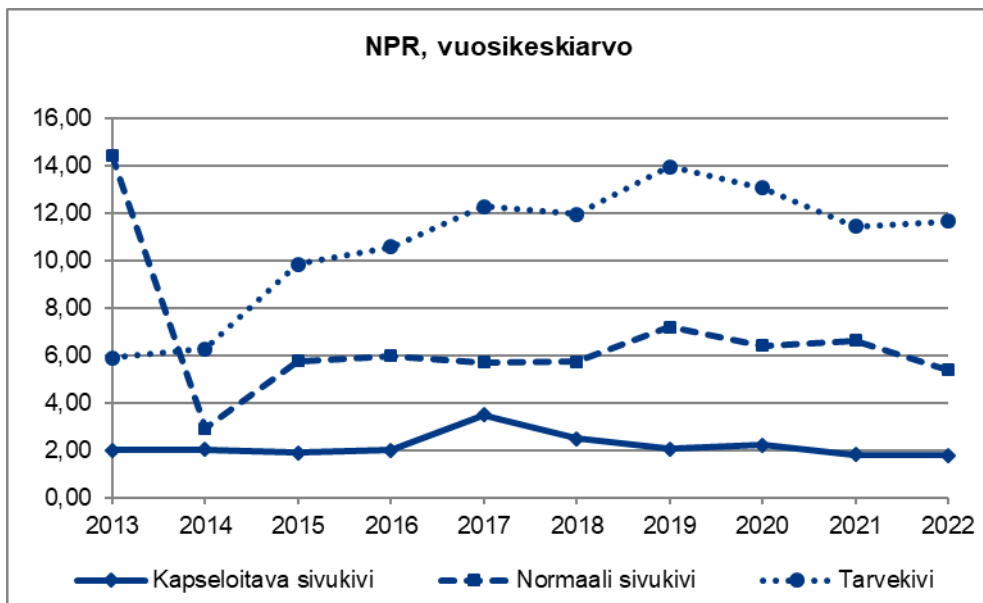
Näyte	S %	C %	C carb %	C non carb %	AP kg CaCO ₃ /t	NP kg CaCO ₃ /t	NPR	luokittelu NAF/PAF
Kapseloitava sivukivi								
Tammikuu	1,61	0,58	0,42	0,16	50	76	1,5	PAF
Helmikuu	0,62	0,22	0,09	0,13	19	65	3,4	NAF
Maaliskuu	0,79	0,30	0,16	0,14	25	94	3,8	
Huhtikuu	0,97	0,64	0,49	0,15	30	110	3,6	
Toukokuu	1,06	0,31	0,16	0,15	33	50	1,5	
Kesäkuu	1,43	0,30	0,14	0,16	45	38	0,9	PAF
Heinäkuu	1,88	0,51	0,31	0,20	59	57	1,0	
Elokuu	2,97	0,36	0,21	0,15	93	53	0,6	
Syyskuu	1,45	0,45	0,31	0,14	45	64	1,4	
Lokakuu	1,17	0,36	0,19	0,17	37	68	1,9	
Marraskuu	1,79	0,50	0,32	0,18	56	49	0,9	
Joulukuu	1,69	0,43	0,28	0,15	53	53	1,0	
Minimi	0,62	0,22	0,09	0,13	19,0	38,0	0,57	
Maksimi	2,97	0,64	0,49	0,20	93,0	110,0	3,80	
Mediaani	1,44	0,40	0,25	0,15	45,0	60,5	1,45	PAF
Keskiarvo	1,45	0,41	0,26	0,16	45,4	64,8	1,78	
Normaali sivukivi								
Tammikuu	0,37	0,41	0,21	0,20	12	62	5,4	NAF
Helmikuu	0,32	0,42	0,29	0,13	10	61	6,1	
Maaliskuu	0,49	0,44	0,29	0,15	15	77	5,0	
Huhtikuu	0,44	0,39	0,23	0,16	14	66	4,8	
Toukokuu	0,38	0,36	0,21	0,15	12	67	5,6	
Kesäkuu	0,51	0,53	0,40	0,13	16	85	5,3	
Heinäkuu	0,35	0,29	0,16	0,13	11	58	5,3	
Elokuu	0,56	0,34	0,19	0,15	18	67	3,8	
Syyskuu	0,47	0,19	<0,05	0,14	15	66	4,5	
Lokakuu	0,72	0,42	0,24	0,18	23	70	3,1	
Marraskuu	0,35	0,47	0,32	0,15	11	62	5,7	
Joulukuu	0,24	0,61	0,46	0,15	8	78	10	
Minimi	0,24	0,19	0,05	0,13	7,5	58,0	3,10	
Maksimi	0,72	0,61	0,46	0,20	23,0	85,0	10,00	
Mediaani	0,41	0,42	0,24	0,15	13,0	66,5	5,30	NAF
Keskiarvo	0,43	0,41	0,25	0,15	13,7	68,3	5,38	
Tarvekivi								
Tammikuu	0,11	0,45	0,28	0,17	3,4	50	15	NAF
Helmikuu	0,19	0,45	0,32	0,13	5,9	54	9,1	
Maaliskuu	0,15	0,19	<0,05	0,15	4,7	67	14	
Huhtikuu	0,17	0,53	0,37	0,16	5,3	56	11	
Toukokuu	0,17	0,64	0,45	0,19	5,3	65	12	
Kesäkuu	0,19	0,31	0,19	0,12	5,9	66	11	
Heinäkuu	0,19	0,46	0,32	0,14	5,9	39	6,6	
Elokuu	0,14	0,45	0,26	0,19	4,4	54	12	
Syyskuu	0,14	0,33	0,14	0,19	4,4	74	17	
Lokakuu	0,17	0,35	0,21	0,14	5,3	74	14	
Marraskuu	0,17	0,50	0,30	0,20	5,3	53	10	
Joulukuu	0,22	0,33	0,17	0,16	6,9	57	8,3	
Minimi	0,11	0,19	0,05	0,12	3,40	39,0	6,6	
Maksimi	0,22	0,64	0,45	0,20	6,90	74,0	17,0	
Mediaani	0,17	0,45	0,27	0,16	5,30	56,5	11,5	NAF
Keskiarvo	0,17	0,42	0,26	0,16	5,23	59,1	11,7	

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Seuraavissa kuvissa (kuvat 5-2 ja 5-3) on esitetty rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvot tutkituissa näytteissä vuosina 2013–2022. 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). Kapseloitavan sivukiven osalta tuloksia ei ole käytettävissä loka- eikä marraskuulta 2020. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.



Kuva 5-2. Rikkipitoisuuksien keskiarvot sivukivijakeissa vuosina 2013–2022.



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot sivukivijakeissa vuosina 2013–2022.

Vuonna 2022 kapseloitavassa sivukivessä rikkipitoisuus oli kaikissa muissa näytteissä > 1 %, paitsi helmikuussa (0,62 %), maaliskuussa (0,79 %) ja huhtikuussa (0,97 %). Kapseloitavan sivukiven NPR-luku oli > 3 ainoastaan helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa, ja muina kuukausina NPR oli < 3. Rikkipitoisuuksien ja NPR-lukujen perusteella kapseloitava sivukivi oli muina kuukausina paitsi helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa luokiteltavissa mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). Vuoden keskiarvojen perusteella kapseloitava sivukivi voitiin luokitella myös happoa tuottavaksi. (Taulukko 5-3).

Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus vuonna 2022 (1,45 %) oli vuosien 2013–2021 vaihteluvälin (0,5–1,62 %) yläosassa, ja NPR-luku (1,78) oli tarkkailuhistorian alin. Rikkipitoisuudessa on ollut havaittavissa laskua vuodesta 2019 vuoteen 2021 saakka, mutta vuonna 2022 lasku taittui. Rikin pitkänajan trendi on nouseva. (Kuva 5-2, kuva 5-3).

Normaalissa sivukivessä rikkipitoisuudet olivat < 1 % kaikissa vuoden 2022 näytteissä ja NPR-luvut > 3. Kuukausittaisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden vuoden keskiarvojen perusteella normaali sivukivi luokitui ei happoa tuottavaksi (NAF).

Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo oli korkeimmillaan vuonna 2014, mutta on kääntynyt sen jälkeen hienoiseen laskuun ja oli vuonna 2022 edellisvuoden tasolla (kuva 5-2). Vastaavasti NPR-luvun keskiarvo laski vuonna 2014 hetkellisesti, mutta sen jälkeen vaihtelu on ollut vähäisempää. NPR-luku oli vuonna 2022 vuotta 2014 lukuun ottamatta muita tarkkailuvuosia alhaisempi (kuva 5-3).

Myös tarvekivessä rikkipitoisuudet olivat selvästi < 1 % ja NPR-luvut > 3 kaikissa vuoden 2022 näytteissä. Kuukausittaisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden vuoden keskiarvojen perusteella tarvekivi ei ollut happoa tuottavaa (NAF).

Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2022 samaa tasoa kuin viime vuosina 2017–2021 ja hieman alemmaa tasoa kuin vuosina 2013–2016 tarkkailujaksolla (kuva 5-2). NPR-lukujen keskiarvo on noussut kohdallaisen tasaisesti vuodesta 2013 vuoteen 2019 saakka, mutta on kääntynyt vuosina 2020–21 lievään laskuun. NPR-luku oli vuonna 2022 edellisvuoden tasoa (kuva 5-3).

5.2.2 NAG-testi

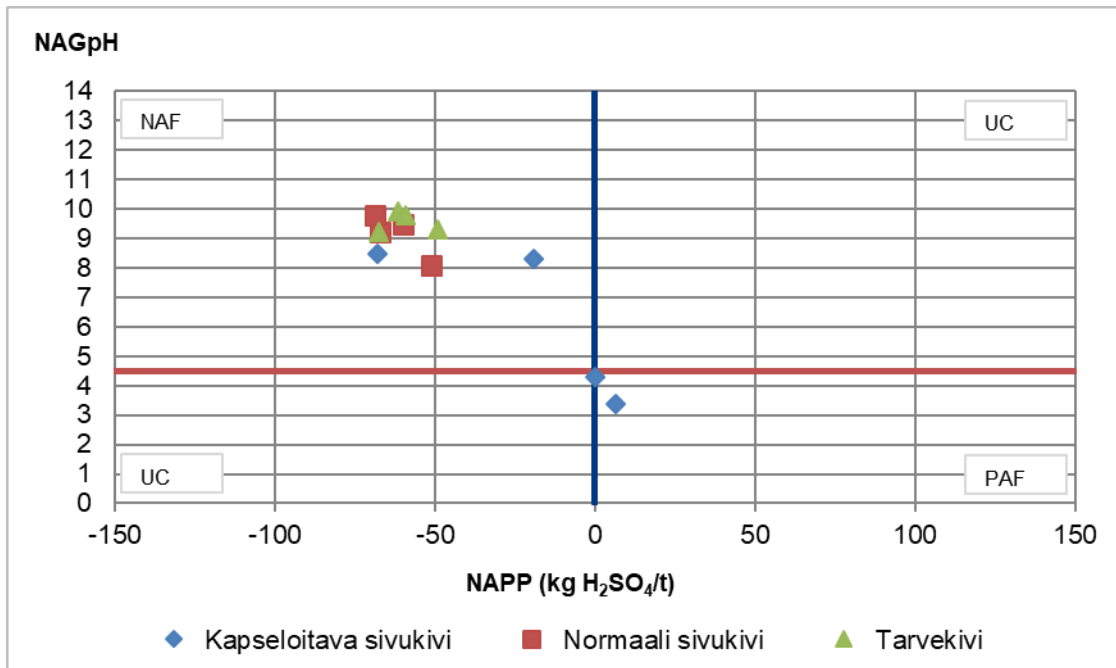
Taulukossa 5-4 on esitetty sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset vuodelta 2022. Taulukossa on esitetty myös neutralointikapasiteetin (ANC), maksimihapontuottopotentialin (MPA) sekä nettohapontuottokyvyn (NAPP) arvot, ja näiden perusteella tehty luokittelu joko ei happoa tuottavaksi (NAF) tai mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). NAPP-arvot laskettiin manuaalisesti kaavalla $NAPP = MPA - ANC$, koska tutkimustulosteissa käytettiin minimiarvoa < 0,3 kaikille sen alittaville tuloksille.

Taulukko 5-4. Sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimi-hapontuottopotentialiin sekä nettohapontuottokyvyn arvot vuonna 2022.

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	Luokittelu NAF/PAF
Kapseloitava sivukivi					
Tammikuu		74	49	-25	
Helmikuu		64	19	-45	
Maaliskuu	8,5	92	24	-68	NAF
Huhtikuu		110	30	-80	
Toukokuu		49	32	-17	
Kesäkuu	3,4	37	44	6,5	PAF
Heinäkuu		56	58	1,7	
Elokuu		52	91	39	
Syyskuu	8,3	63	44	-19	NAF
Lokakuu		67	36	-31	
Marraskuu		48	55	6,8	
Joulukuu	4,3	52	52	0	UC/PAF
Normaali sivukivi					
Tammikuu		61	11	-50	
Helmikuu		60	10	-50	
Maaliskuu	10	75	15	-60	NAF
Huhtikuu		65	13	-52	
Toukokuu		66	12	-54	
Kesäkuu	9,2	83	16	-67	NAF
Heinäkuu		57	11	-46	
Elokuu		66	17	-49	
Syyskuu	8,1	65	14	-51	NAF
Lokakuu		69	22	-47	
Marraskuu		61	11	-50	
Joulukuu	9,8	76	7,3	-69	NAF
Tarvekivi					
Tammikuu		49	3,4	-46	
Helmikuu		53	5,8	-47	
Maaliskuu	10	66	4,6	-61	NAF
Huhtikuu		55	5,2	-50	
Toukokuu		64	5,2	-59	
Kesäkuu	9,8	65	5,8	-59	NAF
Heinäkuu		38	5,8	-32	
Elokuu		53	4,3	-49	
Syyskuu	9,2	72	4,3	-68	NAF
Lokakuu		72	5,2	-67	
Marraskuu		52	5,2	-47	
Joulukuu	9,3	56	6,7	-49	NAF

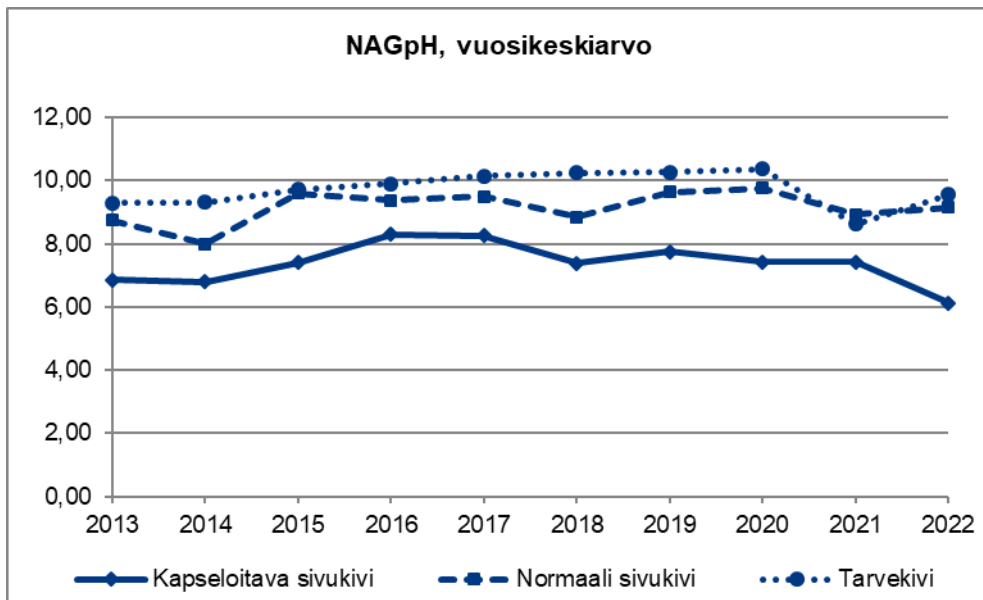
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella vuonna 2022 sivukivijakeista otetut ja tutkitut näytteet luokitteivat normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta happoa tuottamattomiksi kaivannaisjätteiksi eli luokkaan NAF (NAG_{pH}-arvot $\geq 4,5$ ja NAPP-arvot < 0) maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa. Kuukausinäytteistä, joista ei ole määritetty NAG_{pH}-arvoja ei voida luokitella pH-arvojen puuttuessa, tai ne luokitteivat epävarmaksi (UC). Kapseloitavan sivukiven osalta maaliskuu- ja syyskuun näyte-erät luokitteivat NAF- ja kesäkuun näyte-erä PAF-luokkaan. Joulukuun näyte-erä luokitteui UC/PAF, koska NAPP-arvo oli 0 ja pH 4,3 oli rajan 4,5 alapuolella. Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP-NAG_{pH} -vertailu vuoden 2022 sivukivinäytteiden osalta.



Kuva 5-4. Vuoden 2022 sivukivijakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Sivukivijakeiden NAG_{pH}-keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän tarkkailujaksolla vuosina 2013–2022, eikä selvää nousevaa tai laskevaa suuntausta havaita (kuva 5-5).



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2013–2022.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Vuonna 2022 sivukivien näytteenotto ja analysointi toteutuivat vuonna 2020 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Ympäristön kannalta sivukivien hapontuottokyky on olennainen tekijä, ja sivukivijakeiden hapontuottokyky on määritetty kahdella eri menetelmällä tulosten luotettavuuden varmistamiseksi. ABA-testit on tehty kuukausittain. NAG-testit on tehty ANC ja MPA määritysten osilta kuukausittain, mutta NAG_{pH} on määritetty neljästä kuukausinäytteestä (maalis-, kesä-, syys- ja joulukuu).

ABA-testin tulosten perusteella kapseloitava sivukivi voitiin luokitella helmi-, maalis- ja huhtikuun näytteitä (NAF) lukuun ottamatta mahdollisesti happoa tuottavaksi sivukiveksi (PAF). NAG-testin perusteella kapseloitavan sivukiven maalisen ja syyskuun näytteet luokitettiin happoa tuottamattomiksi ja kesäkuun näyte-erä mahdollisesti happoa tuottavaksi. Joulukuun näyte-erä luokitettiin puolestaan joko epävarmaksi tai mahdollisesti happoa tuottavaksi.

Kapseloitava sivukivi on luokitunut ABA-testeissä pääosin happoa tuottavaksi vuosina 2013–2016. Vuonna 2017 kapseloitavaa sivukiveä ei voitu ABA-testien tulosten perusteella luokitella yksiselitteisesti happoa tuottavaksi eikä happoa tuottamattomaksi. Vuosina 2018–2021 kapseloitava sivukivi oli ABA-testin perusteella muina kuukausina paitsi yhtenä happoa tuottavaa. NAG-testeissä kapseloitava sivukivi on luokitunut pääosin happoa tuottamattomaksi ja osin luokkaan epävarma vuosina 2013–2021.

Kuten 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-testin avulla voidaan myös tarkentaa erityisesti sellaisten kaivannaisjätteiden hapontuottokykyä, joiden NPR-luku on < 1 tai välillä 1–3, kuten Kevitsan kaivoksen kapseloitavassa sivukivessä pääasiassa on.

Tarkkailutulosten perusteella sivukivijakeiden tutkituissa ominaisuuksissa on vuonna 2022 esiintynyt jonkin verran vaihtelua, mutta parametrien tulokset ovat olleet pääosin samaa suuruusluokkaa yksittäisissä näytteissä. Tavallista suurempaa vaihtelua ja poikkeavia tuloksia esiintyi kuitenkin vuonna 2022 kapseloitavan sivukiven kuukausittaisissa NAG_{pH}- ja NAPP-arvoissa. NAG_{pH} vaihteli välillä 3,4–8,5 ja NAPP-arvot +39 ja -80 välillä. Lisäksi ABA-testissä kapseloitava sivukivi luokitettiin happoa tuottamattomaksi kolmena kuukautena (helmi-, maalisen ja huhtikuussa) verrattuna aiempien vuosien pääasiassa enintään yhteen kuukauteen.

Sivukivijakeiden ominaisuuksissa ei muilta osin ole havaittavissa merkittäviä muutoksia vuosien 2013–2021 tarkkailutuloksiin verrattuna. Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei sivukivien ominaisuuksiin liity olennaisia epävarmuuksia.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET

Kevitsan kaivoksen sivukivijakeiden tarkkailua suoritettiin voimassa olevan tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailulla varmistetaan sivukivien laatu- ja ympäristöominaisuudet. Tarkkailulla on myös osoitettu, että eri sivukivijakeet voidaan tunnistaa ja sijoittaa hallitusti.

Kapseloitava sivukivi

Kapseloitavasta sivukivestä kuukausittain otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot kaikissa näytteissä vuonna 2022 muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Helmikuun näytteessä kromipitoisuus alitti PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon ja kuparipitoisuus alemman ohjearvon. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet PIMA-asetuksen ylemmät ohjearvot vuosina 2013–2022.

Kapseloitava sivukivi luokiteltiin ABA-testin tulosten perusteella helmi-, maaliskuu- ja huhtikuun näytteitä (NAF) lukuun ottamatta mahdollisesti happoa tuottavaksi sivukiveksi (PAF). Näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,62–2,97 % ja NPR-luvut välillä 0,57–3,8. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus (1,45 %) vuonna 2022 nousi hieman edellisvuodesta, ollen vuosien 2013–2021 vaihteluvälin keskitason (1,28 %) yläpuolella. ABA-testin NPR-luku (1,78) oli tarkkailujakson alimmalla tasolla.

NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kapseloitavan sivukiven maaliskuu- ja syyskuun näytteet luokiteltiin happoa tuottamattomiksi (NAF) ja kesäkuun näyte-erä mahdollisesti happoa tuottavaksi (PAF). Joulukuun näyte-erä luokiteltiin puolestaan joko epävarmaksi tai mahdollisesti happoa tuottavaksi (UC/PAF). Kapseloitavan sivukiven NAG_{pH} -vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän tarkkailujaksolla 2013–2022.

Normaali sivukivi

Normaalista sivukivestä otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot vuonna 2022. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylempät ohjearvot myös vuosina 2013–2021 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Normaalista sivukivestä vuonna 2022 otettujen näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,24–0,72 % ja NPR-luvut olivat kaikissa näytteissä > 3 , eli ABA-testin tulosten perusteella normaali sivukivi ei ollut happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,43 %) oli suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2013–2021 keskimäärin (0,46 %). NPR-luvun keskiarvo oli alemmalla tasolla kuin vuosina 2013–2021 keskimäärin. Normaali sivukivi ei ollut happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Tarvekivi

Tarvekivestä vuoden 2022 aikana otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylempät ohjearvot. Kuparin osalta ylempi ohjearvo ylittyi muissa näytteissä, mutta pitoisuus alitti ylempään ohjearvoon toukokuussa, sekä alitti alemman ohjearvon helmikuussa. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylempät ohjearvot vuosina 2013–2022 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Tarvekivessä rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,11–0,22 % ja NPR-luvut olivat > 3 kaikissa vuoden 2022 näytteissä. ABA-testin tulosten perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,17 %) oli pääosin samalla tasolla kuin vuosina 2013–2021 (0,20 %). NPR-lukujen keskiarvo on noussut kohtalaisen tasaisesti vuosien 2013–2019 aikana, mutta vuosina 2020–2021 suuntaus kääntyi laskuun. Vuonna 2022 NPR-arvo oli edellisvuoden tasoa. Tarvekivi ei ollut happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Jatkotoimenpiteet

Vuonna 2021 päivitettyssä tarkkailuohjelmassa ei ole esitetty muutoksia sivukivijakeiden tarkkailuun.

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.
- Ramboll Finland Oy (2020) Boliden Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. Päiväty 19.11.2020, 144 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

Analytical method & description	Analysointi pvm.	Kromi (Cr) - YB0D4	Kupari (Cu) - YB0DM	Rauta (Fe) - YB0DR	Magnesium (Mg) - YB0DN	Nikkeli (Ni) - YB0D7	Rikin määrittäminen rikkianalyysaattorilla [810L] - GQKS1	Hiilen määrittäminen hiilianalyysaattorilla [811L] - GQKCO	C karb ja C ei karb määrittäminen [816L] - GQKCC	C karb ja C ei karb määrittäminen [816L] - GQKCC	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	Yksivaiheinen NAG-testi [826T1] - GQKNA	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB	ABA-testi [827T] - GQKAB
Parameter		Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	S	Kokonaishiili TC	C carb	C non carb	NAGpH	EC	NAG (pH 4.5)	NAG (pH 7.0)	AP	NP	NNP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Detection Limit		2	2	30	20	1	0,01	0,05	0,05	0,05					0,32				0,3	0,3	
Unit		mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	%	%	%	%	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
CW, tammikuu 2022	15.9.2022	740	1000	60000	35000	760	1,61	0,58	0,42	0,16					50	76	26	1,5	74	49	-25
CW, helmikuu 2022	15.9.2022	270	140	58000	96000	730	0,62	0,22	0,09	0,13					19	65	46	3,4	64	19	-45
CW, maaliskuu 2022	15.9.2022	300	560	45000	52000	490	0,79	0,3	0,16	0,14	8,5	25,6	Ei tulosta	Ei tulosta	25	94	69	3,8	92	24	-68
CW, huhtikuu 2022	15.9.2022	500	670	47000	50000	470	0,97	0,64	0,49	0,15					30	110	80	3,6	110	30	-80
CW, toukokuu 2022	15.9.2022	450	560	48000	31000	510	1,06	0,31	0,16	0,15					33	50	17	1,5	49	32	-17
CW, kesäkuu 2022	15.9.2022	430	580	43000	24000	500	1,43	0,3	0,14	0,16	3,4	96,1	2,8	7	45	38	-7	0,85	37	44	6,5
CW, heinäkuu 2022	15.9.2022	480	790	54000	33000	530	1,88	0,51	0,31	0,2					59	57	-2	0,97	56	58	1,7
CW, elokuu 2022	14.12.2022	430	1100	78000	26000	620	2,97	0,36	0,21	0,15					93	53	-40	0,57	52	91	39
CW, syyskuu 2022	14.12.2022	650	1200	58000	39000	770	1,45	0,45	0,31	0,14	8,3	46,5	Ei tulosta	Ei tulosta	45	64	19	1,4	63	44	-19
CW, lokakuu 2022	14.12.2022	720	860	55000	42000	560	1,17	0,36	0,19	0,17					37	68	31	1,9	67	36	-31
CW, marraskuu 2022	18.1.2023	730	390	49000	35000	370	1,79	0,5	0,32	0,18					56	49	-7	0,88	48	55	6,8
CW, joulukuu 2022	18.1.2023	710	1300	61000	40000	600	1,69	0,43	0,28	0,15	4,3	84,8	0,31	3,3	53	53	0	1,0	52	52	0
UNW, tammikuu 2022	15.9.2022	540	600	36000	34000	370	0,37	0,41	0,21	0,2					12	62	50	5,4	61	11	-50
UNW, helmikuu 2022	15.9.2022	520	420	38000	39000	590	0,32	0,42	0,29	0,13					10	61	51	6,1	60	9,8	-50
UNW, maaliskuu 2022	15.9.2022	600	590	43000	45000	570	0,49	0,44	0,29	0,15	9,5	20,7	Ei tulosta	Ei tulosta	15	77	62	5	75	15	-60
UNW, huhtikuu 2022	15.9.2022	510	1000	49000	56000	780	0,44	0,39	0,23	0,16					14	66	52	4,8	65	13	-52
UNW, toukokuu 2022	15.9.2022	610	330	47000	51000	480	0,38	0,36	0,21	0,15					12	67	55	5,6	66	12	-54
UNW, kesäkuu 2022	15.9.2022	550	510	45000	51000	530	0,51	0,53	0,4	0,13	9,2	20,3	Ei tulosta	Ei tulosta	16	85	69	5,3	83	16	-67
UNW, heinäkuu 2022	15.9.2022	540	380	42000	43000	460	0,35	0,29	0,16	0,13					11	58	47	5,3	57	11	-46
UNW, elokuu 2022	14.12.2022	640	830	46000	47000	610	0,56	0,34	0,19	0,15					18	67	50	3,8	66	17	-49
UNW, syyskuu 2022	14.12.2022	760	560	44000	47000	630	0,47	0,19	<0,05	0,14	8,1	24,7	Ei tulosta	Ei tulosta	15	66	51	4,5	65	14	-51
UNW, lokakuu 2022	14.12.2022	900	660	48000	40000	770	0,72	0,42	0,24	0,18					23	70	48	3,1	69	22	-47
UNW, marraskuu 2022	18.1.2023	820	490	48000	54000	600	0,35	0,47	0,32	0,15					11	62	51	5,7	61	11	-50
UNW, joulukuu 2022	18.1.2023	880	480	43000	44000	700	0,24	0,61	0,46	0,15	9,8	22,3	ei tulosta	ei tulosta	7,5	78	71	10	76	7,3	-69
USW, tammikuu 2022	15.9.2022	430	260	36000	45000	440	0,11	0,45	0,28	0,17					3,4	50	47	15	49	3,4	-46
USW, helmikuu 2022	15.9.2022	860	77	38000	40000	460	0,19	0,45	0,32	0,13					5,9	54	48	9,1	53	5,8	-47
USW, maaliskuu 2022	15.9.2022	510	230	41000	50000	450	0,15	0,19	<0,05	0,15	9,9	17	Ei tulosta	Ei tulosta	4,7	67	62	14	66	4,6	-61
USW, huhtikuu 2022	15.9.2022	570	240	40000	38000	310	0,17	0,53	0,37	0,16					5,3	56	51	11	55	5,2	-50
USW, toukokuu 2022	15.9.2022	670	160	38000	51000	540	0,17	0,64	0,45	0,19					5,3	65	60	12	64	5,2	-59
USW, kesäkuu 2022	15.9.2022	490	380	43000	49000	470	0,19	0,31	0,19	0,12	9,8	18,1	Ei tulosta	Ei tulosta	5,9	66	60	11	65	5,8	-59
USW, heinäkuu 2022	15.9.2022	450	340	38000	44000	390	0,19	0,46	0,32	0,14					5,9	39	33	6,6	38	5,8	-32
USW, elokuu 2022	14.12.2022	590	230	31000	26000	320	0,14	0,45	0,26	0,19					4,4	54	50	12	53	4,3	-49
USW, syyskuu 2022	14.12.2022	420	300	41000	58000	460	0,14	0,33	0,14	0,19	9,2	15,4	Ei tulosta	Ei tulosta	4,4	74	70	17	72	4,3	-68
USW, lokakuu 2022	14.12.2022	450	290	42000	54000	470	0,17	0,35	0,21	0,14					5,3	74	69	14	72	5,2	-67
USW, marraskuu 2022	18.1.2023	1100	250	41000	43000	640	0,17	0,5	0,3	0,2					5,3	53	48	10	52	5,2	-47
USW, joulukuu 2022	18.1.2023	640	390	39000	42000	430	0,22	0,33	0,17	0,16	9,3	18,9	ei tulosta	ei tulosta	6,9	57	50	8,3	56	6,7	-49

Analysimenetelmät:

- YB0xx Multi-element analysis by ICP-OES, SFS-EN ISO 11885:2009; EPA3 051A
- 810L *: Analysis of S by combustion technique
- 811L *: Analysis of C by combustion technique
- 816L: Determination of C carb and C non carb by combustion technique
- 826T1: Single addition NAG test, ARD Test Handbook, 2002
- 827T: ABA test