



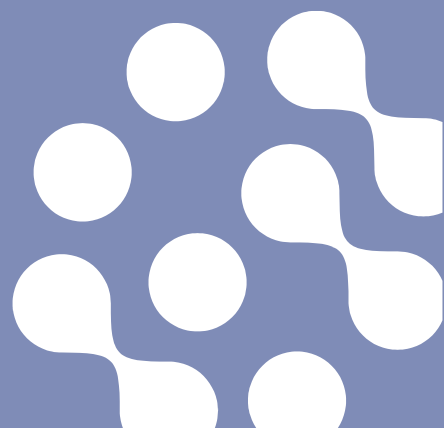
Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 10727
25.2.2021

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

SIVUKIVIJAKEIDEN

TARKKAILU VUONNA 2020



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2020

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.....	14
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET.....	14
	VIITTEET	16
	LIITTEET	17

LIITTEET

Liite 1. Sivukivijakeiden analyysitulokset, 2020

25.2.2021

Eurofins Ahma Oy

Olli-Pekka Vieltojärvi
Projektipäällikkö

Laura Kemppainen,
DI ympäristötekniikka

Yhteystiedot

Teollisuustie 6
96320 ROVANIEMI
Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksella muodostuu louhinnan yhteydessä kaivannaisjätteeksi luokiteltavaa sivukiveä. Sivukivet jaetaan kolmeen eri luokkaan, joita ovat tarvekivi (Usable Waste USW, rikkipitoisuus <0,3 %), normaali sivukivi (Unusable Waste UNW, rikkipitoisuus 0,3–0,8 %) sekä kapseloitava sivukivi (Captured Waste CW, rikkipitoisuus >0,8 %). Sivukiviluokista tarvekivi sekä normaali sivukivi luokitellaan 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 2020 sivukiveä louhittiin yhteensä 30,0 Mt, josta kapseloitavaa sivukiveä oli 2,5 Mt, normaalia sivukiveä 14,9 Mt ja tarvekiveä 12,5 Mt.

2. NÄYTTEENOTTO

Kevitsan kaivoksella muodostuvien sivukivien laatua tarkkaillaan sekä kaivoksen tuotannon yhteydessä, että tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2020 velvoitetarkkailussa noudatettiin vuonna 2015 laadittua tarkkailuohjelmaa (Ramboll Finland Oy 2015). Tarkkailuohjelman mukaisella näytteenotolla ja analyysillä varmistetaan tuotannon tarkkailun laatu sekä sivukivien ympäristökelpoisuus.

Kaivoksella louhittavasta kentästä muodostetaan timanttikairaus ja RC (reverse circulation eli käänteishuuhdeltu) - näytteiden perusteella tietokoneavusteinen 3D-malli tuotannon suunnittelua varten. Mallin perusteella määritellään rajat malmille ja eri sivukivijakeille. RC-poraus tehdään malmassa ja sen läheisyydessä säännölliseen ruudukkoon 15 m reikäväliä. Kauempana malmista porausta tehdään tilanteen mukaan soveltaen yleensä suuremmalla reikäväliä. 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. Analyyseissä käytettävät RC-näytteet valitaan näistä rei'istä siten, että ne kattavat mahdollisimman tasaisesti jakeiden alueen sekä vaakatasolla että syvyysuunnassa. Näytteiden valinnan suorittavat geologit. Sivukivinäytteet kootaan kunkin kuukauden aikana louhittuihin sivukivikenttiin poratuista RC-porausrei'istä. Kuukausinäytteissä käytetään keskimäärin 70–80 RC-näytettä. Tuotannon 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 2020 tarvekivestä, normaalia sivukivestä sekä kapseloitavasta sivukivestä. Loka- ja marraskuussa kapseloitavan sivukiven näytteet jäivät ottamatta, koska lokakuussa kapseloitavaa sivukiveä ei ajettu louhoksesta ollenkaan, ja marraskuussa-kin kapseloitavaa sivukiveä muodostui vain 64 kt. Myös joulukuussa kapseloitavan sivukiven louhintamäärä

jäi vähäiseksi, ja näytteitä toimitettiin analysoitavaksi laboratorioon vain 4 kpl. Kuukausinäytteistä tehtiin tarkkailuohjelman mukaiset määrytykset. Määrytykset tehtiin Eurofins Labtium Oy:n Kuopion laboratoriossa. Laboratoriotutkimusten testausselostet on esitetty raportin liitteessä 1.

3. TUOTANNON ANALYYSIT

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

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

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

Seuraavassa taulukossa (taulukko 3-1) on esitetty tuotannon tarkkailun tulokset vuodelta 2020.

Taulukko 3-1. Sivukivien tuotannon tarkkailun tulokset painotettuina keskiarvoina vuodelta 2020.

Sivukiviluokka	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näyttemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi (CW)	0.07	0.06	0.10	1.66	278
Normaali sivukivi (UNW)	0.07	0.05	0.06	0.43	1195
Tarvekivi (USW)	0.07	0.03	0.03	0.19	2916
Yhteensä					4389

4. KOKONAISPITOISUUDET

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

Vuonna 2020 kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät lähes kaikissa tutkituissa sivukivinäytteissä PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Vain tarvekiven kuparipitoisuuden osalta ylempi ohjearvo alittui kesä-joulukuun näytteissä. Kaikkien sivukivien osalta tutkittujen metallien pitoisuuksissa esiintyy jonkin verran kuukausittaista vaihtelua.

Normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta todetut kuparin ja nikkelin keskimääräiset pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa tuotannon tarkkailun tulosten kanssa (ks. taulukko 3-1). Kapseloitavan sivukiven osalta tarkkailuohjelman mukaisesti koostetuista näytteistä määritetyt nikkelin ja kuparin keskiarvopitoisuudet ovat korkeampia kuin tuotannon tarkkailussa saadut pitoisuudet. Erot ovat todennäköisesti seurausta siitä, että tuotannon tarkkailussa sivukivijakeiden analyysitulokset kootaan eri periaatteella kuin mitä tarkkailuohjelman mukaisessa kuukausinäytteenotossa sovelletaan, eivätkä tuotannon tulokset siten ole suoraan vertailukelpoisia tarkkailuohjelman mukaisten tulosten kanssa. Tuotannon tarkkailun tulokset koostetaan matemaattisesti (ks. kappale 3), kun taas tarkkailuohjelman mukaiset näytteet koostetaan geologien toimesta louhittavien kenttien materiaaliblokeista. Tarkkailuohjelman mukaisissa analyyseissä käytettävät RC –näytteet valitaan rajoitetusta näytejoukosta siten, että ne kattavat mahdollisimman tasaisesti jakeiden alueen sekä vaakatasolla että syvyyssuunnassa. Näytteenottoa on kuvattu tarkemmin kappaleessa 2.

Taulukko 4-1. Sivukivijakeiden kokonaispitoisuuksien minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet vuonna 2020 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	483	1100	620	694	100	200	300
Cu	mg/kg	804	1670	1005	1125	100	150	200
Ni	mg/kg	677	1390	1012	1038	50	100	150
Fe	mg/kg	51500	81200	59450	62460	-	-	-
Mg	mg/kg	28700	66300	49250	48840	-	-	-

Alkuaine		Normaali sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	509	716	666	646	100	200	300
Cu	mg/kg	364	863	569	605	100	150	200
Ni	mg/kg	587	920	731	739	50	100	150
Fe	mg/kg	41300	53200	49200	48733	-	-	-
Mg	mg/kg	43400	60000	48950	49917	-	-	-

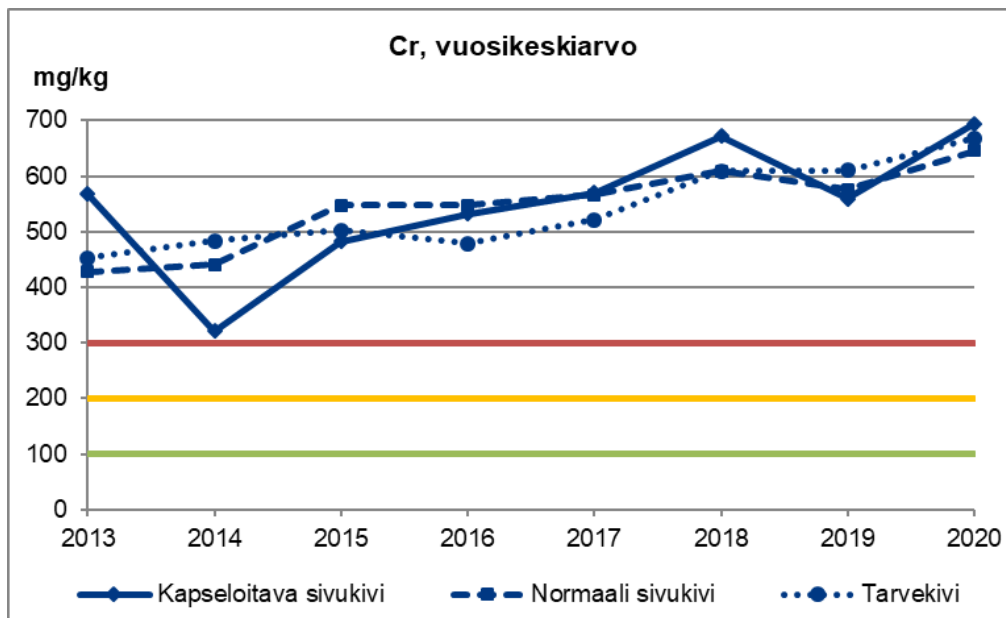
Alkuaine		Tarvekivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	447	799	707	668	100	200	300
Cu	mg/kg	152	352	191	237	100	150	200
Ni	mg/kg	392	858	625	604	50	100	150
Fe	mg/kg	33700	49600	43000	42192	-	-	-
Mg	mg/kg	40300	57500	49650	48242	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvissa 4-1...4-5 on vertailtu vuonna 2020 sivukivijakeista otetuista näytteistä tutkittujen metallien kokonaispitoisuuksien vuosikeskiarvoja vuosien 2013–2019 näytteiden keskiarvopitoisuuksiin. Vertailussa on huomattavaa erilaiset näytemäärät vuosina 2013–2014 ja 2015–2020. Vuosina 2013–2014 pitoisuudet on tutkittu jokaisesta sivukivijakeesta yhteensä kolmesta näytteestä, kun vuosina 2015–2020 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. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

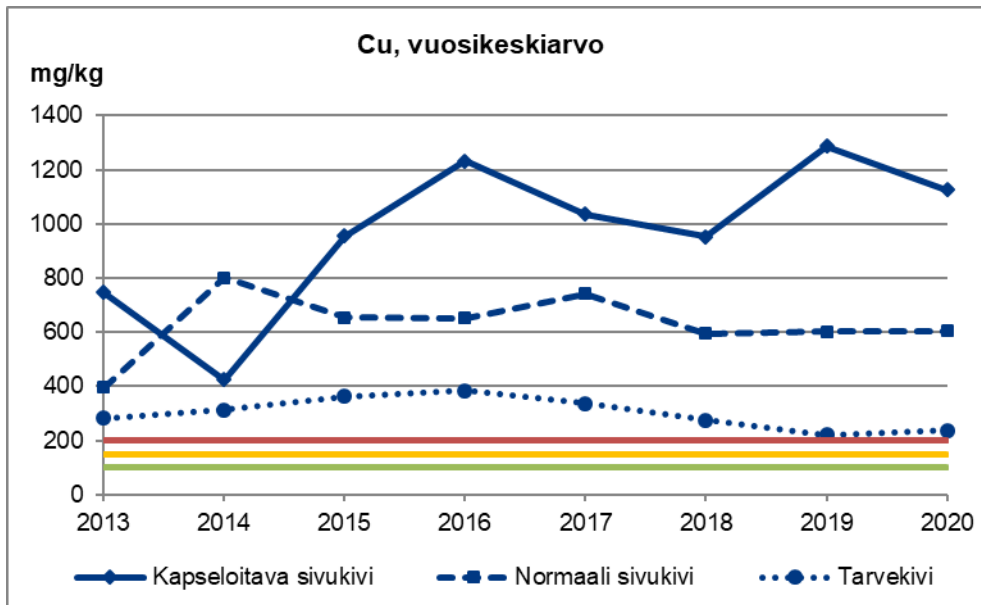
Tarvekiven vuoden 2017 keskiarvopitoisuuksien laskennassa ei ole huomioitu tammikuun 2017 näytteen analyysituloksia, näytteen ollessa epäedustava todennäköisesti näytteenotossa tai -valmistelussa tapahtuneen poikkeaman vuoksi (Ramboll Finland Oy 2018). Vuodelta 2020 tuloksia ei ole kapseloitavan sivukiven osalta käytettävissä loka- eikä marraskuulta.

Vuonna 2020 kromin pitoisuuksien keskiarvot kaikissa sivukivijakeissa olivat hieman korkeampaa tasoa kuin vuosina 2013-2019 (kuva 4-1). Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen kromipitoisuus laski selvästi vuonna 2014, mutta sen jälkeen trendi on ollut pääosin lievästi nousujohteinen. Normaalin sivukiven ja tarvekiven keskimääräisen kromipitoisuuden trendi on ollut nouseva vuosina 2013-2020. Kromin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon kaikissa sivukivijakeissa vuosina 2013–2020.



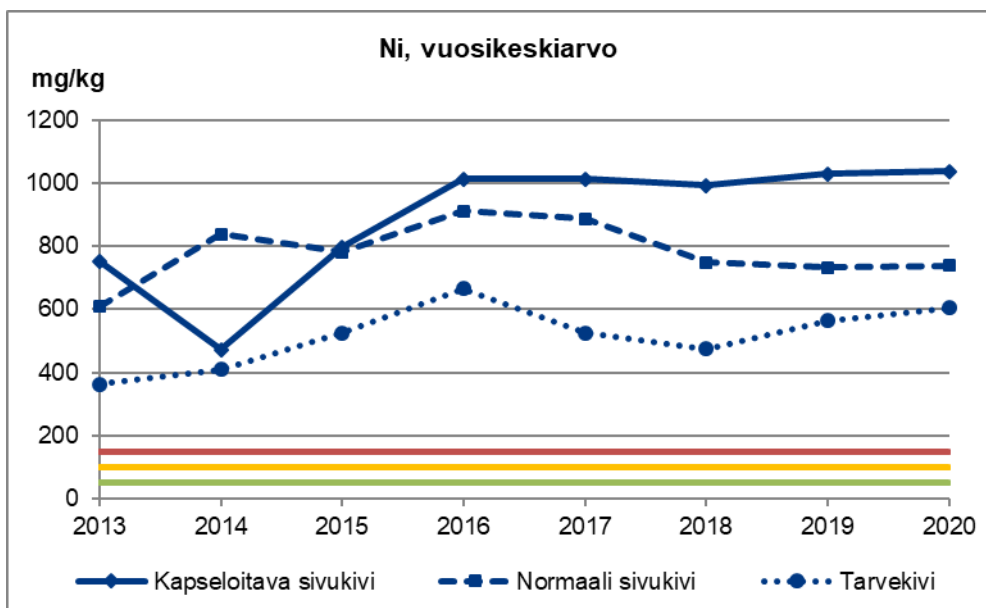
Kuva 4-1. Sivukivijakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2020. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyksarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Kuparipitoisuuden keskiarvo kapseloitavassa sivukivessä on vaihdellut vuosina 2013-2019, ja vuonna 2020 keskiarvo oli vaihteluvälinsä yläosassa, jääden kuitenkin vuosien 2019 ja 2016 keskiarvojen alapuolelle (kuva 4-2). Normaalin sivukivessä ja tarkevissä kuparipitoisuus pysyi edellisvuoden tasolla. Normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta pitoisuuden vaihtelu on ollut selvästi vähäisempää kuin kapseloitavalla sivukivellä. Kuparipitoisuus on ollut pääosin selvästi korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarkevissä. Kuparin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2013–2020 kaikissa sivukivijakeissa.



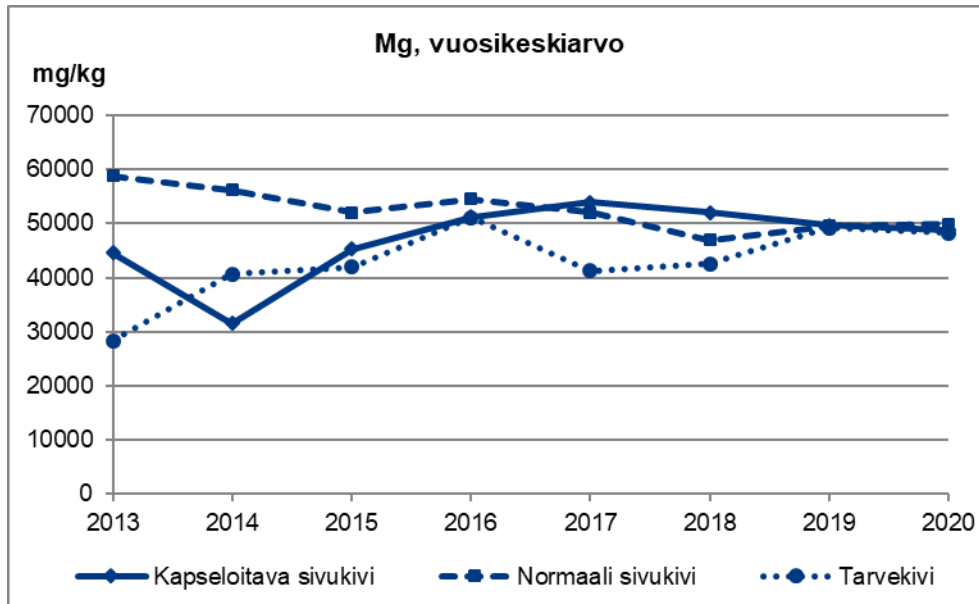
Kuva 4-2. Sivukivijakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2020. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Nikkelin keskiarvopitoisuudet olivat kaikissa sivukivijakeissa suurin piirtein vuosien 2013-2019 vaihteluvälillä. Kapseloitavassa sivukivessä keskipitoisuus on pysytellyt samalla tasolla vuodesta 2016, eikä merkittäviä muutoksia ole tapahtunut myöskään muiden sivukivijakeiden nikkelipitoisuuden kehityksessä viime vuosina (kuva 4-3). Vuosina 2016-2020 nikkelipitoisuus on ollut selvästi korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarvekivessä. Nikkelin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylemmän ohjearvon vuosina 2013–2020 kaikissa sivukivijakeissa.



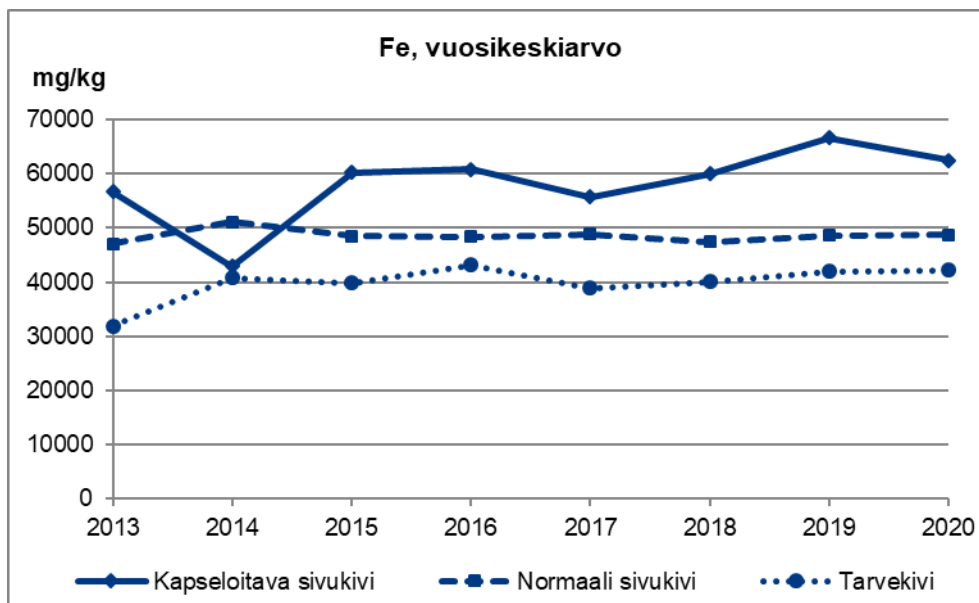
Kuva 4-3. Sivukivijakeiden nikkelipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2020. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnyсарvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Sivukivijakeiden magnesiumin keskiarvopitoisuudet ovat vaihdelleet jonkin verran vuosina 2013-2019, ja vuonna 2020 keskipitoisuus oli kaikkien jakeiden osalta edellisvuosien vaihteluvälillä (kuva 4-4). Normaalin sivukiven magnesiumin keskipitoisuudessa on havaittavissa lievästi laskeva suuntaus ja tarvekivellä vastavasti hieman nouseva suuntaus.



Kuva 4-4. Sivukivijakeiden magnesiumipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2020.

Raudan keskiarvopitoisuuksien kehitys on ollut melko tasaista vuoden 2015 jälkeen (kuva 4-5). Vuonna 2020 keskipitoisuus oli kaikissa sivukivijakeissa vuosien 2013-2019 vaihteluvälillä. Vuosina 2013-2020 keskimääräinen rautapitoisuus on ollut pääosin korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarkevissä.



Kuva 4-5. Sivukivijakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2020.

5. HAPONTUOTTOKYKY

5.1 Kaivannaisjätteiden hapontuottokyky ja luokittelu

Kaivannaisjätteen potentiaalinen hapontuottokyky ja neutralointiominaisuudet määritetään yleensä ns. staattisilla testeillä, joita ovat mm. ABA-testi (Acid Base Counting) ja NAG-testi (Net Acid Generation). Kun kaivannaisjätteiden hapontuottopotentiaali määritetään usealla eri menetelmällä ja niiden tuloksia verrataan keskenään, saadaan luotettavampi kuva kaivannaisjätteiden haponmuodostuspotentiaalista. ABA- ja NAG- testimenetelmiä ja kaivannaisjätteiden luokittelua niiden tulosten perusteella on kuvattu seuraavassa.

5.1.1 ABA-testi

ABA-testi (Acid Base Accounting) perustuu happo-emäslaskuun ja sen perusteella arvioidaan, voiko jätteestä muodostua pitkällä aikavälillä happamia valumavesiä. Hapontuotto ja sen neutralointi määritetään rikkikiisun (FeS_2) hapettumisreaktion mukaan; yksi mooli sulfidista rikkiä tuottaa kaksi moolia happoa (protoneja), joka neutraloituu yhdellä moolilla kalsiumkarbonaattia. Tähän perustuen hapontuottopotentiaali (AP) lasketaan yleensä jätteen sulfidisen rikin kokonaispitoisuudesta. 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) suhdelukuun 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)
0,1-1 %	< 3	Happoa tuottava (PAF)
> 1 %	-	Happoa tuottava (PAF)

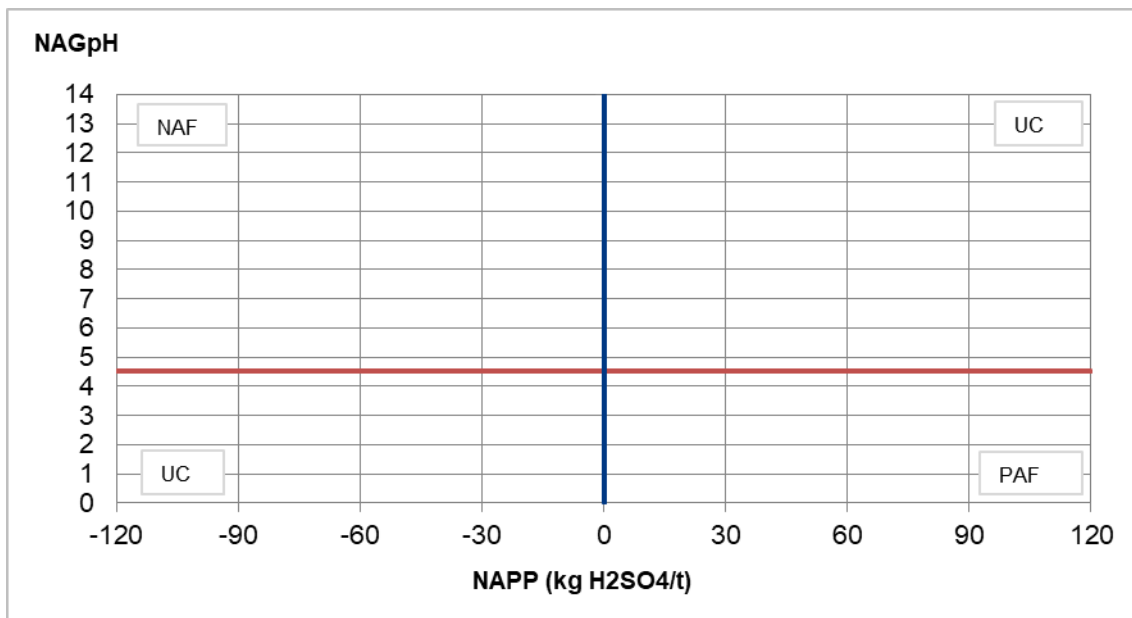
ABA-testissä liukenee (1-5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaniitti, apatiitti) ja osittain myös siliikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vähän sulfidimineraaleja eli testi ei suoraan mittaa sulfidien hapettumisesta syntyvää happamuuden neutralointia vaan suolahappolisän neutralointikykyä. ABA-testi soveltuu karbonaattipitoisille kaivannaisjätteille, joissa rikki esiintyy vain metalli-/metalloidisulfidimineraaleissa. Testi mittaa myös magnesiumvaltaisten siliikaattien 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 sarjauttuna sulfidimineraalien määrän mukaan. Utossa happoa syntyy sulfidien hapettumisessa syntyvästä rikkihaposta sekä hapettumisreaktioissa liuenneen raudan ja muiden sulfidisten metallien saostumisesta. NAG-testiin liittyy myös neutralointipotentiaalin (ANC eli Acid Neutralising Capacity) määrittäminen joko staattisella testillä tai karbonaattisen hiilen kokonaispitoisuudesta laskemalla. Maksimihapontuottokyky (MPA eli Maximum Potential Acidity) määritetään laskennallisesti kokonaisrikkipitoisuudesta. Nettohapontuottokyky eli NAPP (Net Acid Production Potential) on maksimihapontuottokyvyn (MPA) ja neutralointipotentiaalin (ANC) erotus. (Kauppila ym. 2011, AMIRA International 2002) Kaivannaisjätteen luokittelu hapontuoton perusteella on esitetty taulukossa 5-2 sekä kuvassa 5-1.

Taulukko 5-2. Kaivannaisjätteiden luokittelu NAG_{pH}- sekä NAPP-arvojen perusteella (AMIRA International 2002).

NAPP	NAG _{pH}	Luokittelu
< 0	≥ 4,5	Happoa tuottamaton, NAF
> 0	< 4,5	Mahdollisesti happoa tuottava, PAF
> 0	≥ 4,5	Epävarma, UC
< 0	< 4,5	Epävarma, UC



Kuva 5-1. Kaivannaisjätteiden luokittelu NAG_{pH}- ja NAPP-arvojen perusteella (AMIRA International 2002).

NAG-testillä voidaan varmentaa kaivannaisjätteiden luokittelua happoa tuottaviksi tai happoa tuottamattomiksi jätteiksi. NAG-testissä liukenee sulfidimineraaleja (1-10 %), ensisijaisesti magneettikiisu, mutta myös karbonaatteja, suolamineraaleja ja osittain myös silikaatteja. Hapon muodostuminen (NAG_{pH} -arvo) määräytyy sulfidiliukenevuudesta (rikkihapon tuotto), mutta myös raudan saostumisesta ja alumiinin hydrolysoitumisesta testin aikana. NAG-testi soveltuu vähän ja runsaasti sulfideja sisältävien kaivannaisjätteiden hapontuoton testaamiseen. Testi tuo esille myös rauta-alumiinisilikaattien hapontuoton (heikkona), mutta voi myös ylikorostaa silikaattirapautumisen hapontuottoa. (Räisänen, 2009)

5.2 Analyysitulokset

Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti sivukivijakeiden kuukausinäytteistä määritetään rikkipitoisuus, hiilen kokonaispitoisuus, karbonaattisen hiilen ja ei-karbonaattisen hiilen pitoisuudet, hapontuottopotentiaali ja neutralointipotentiaali sekä niiden suhde ABA-testillä. Lisäksi neljä kertaa vuodessa kuukauden kokoomanäytteille tehdään yksivaiheinen NAG-testaus. Vuoden 2020 tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa, joissa on lisäksi esitetty tulosten vertailu vuosien 2013–2019 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 2020 ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 5-3.

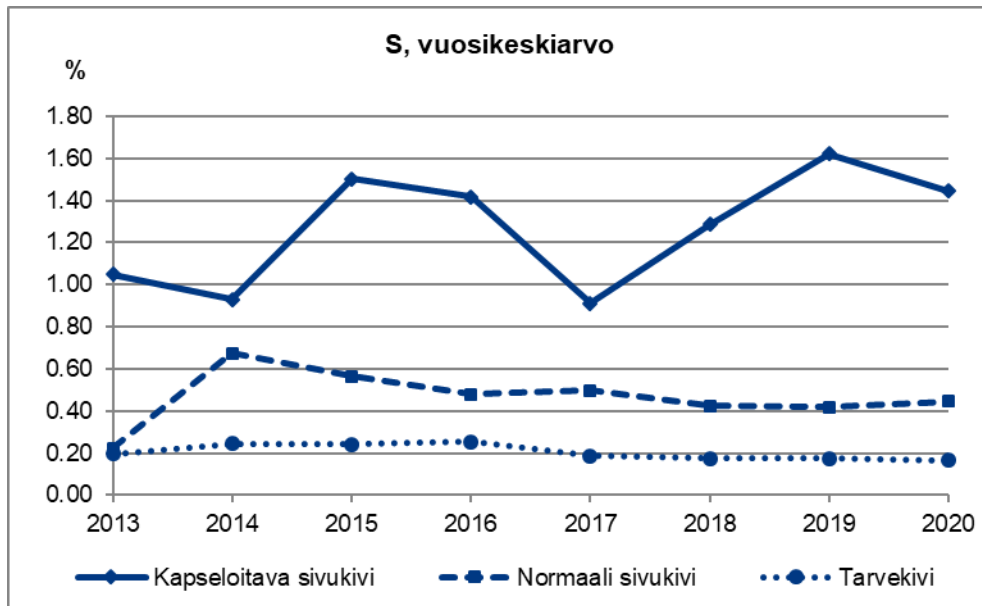
Tuotannon analyyseissä (ks. taulukko 3-1) rikkipitoisuudet olivat vuonna 2020 normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta samalla tasolla kuin kuukausinäytteissä todetut rikin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet. Kapseloidun sivukiven kuukausinäytteistä määritetyt rikkipitoisuudet olivat hieman alhaisemmat tuotannon analyyseihin verrattuna.

Taulukko 5-3. Sivukivijakeiden kuukausinäytteiden rikin, hiilen, karbonaattisen hiilen, ei-karbonaattisen hiilen, hapontuottopotentiaalin, neutralointipotentiaalin ja NPR-luvun arvot vuonna 2020.

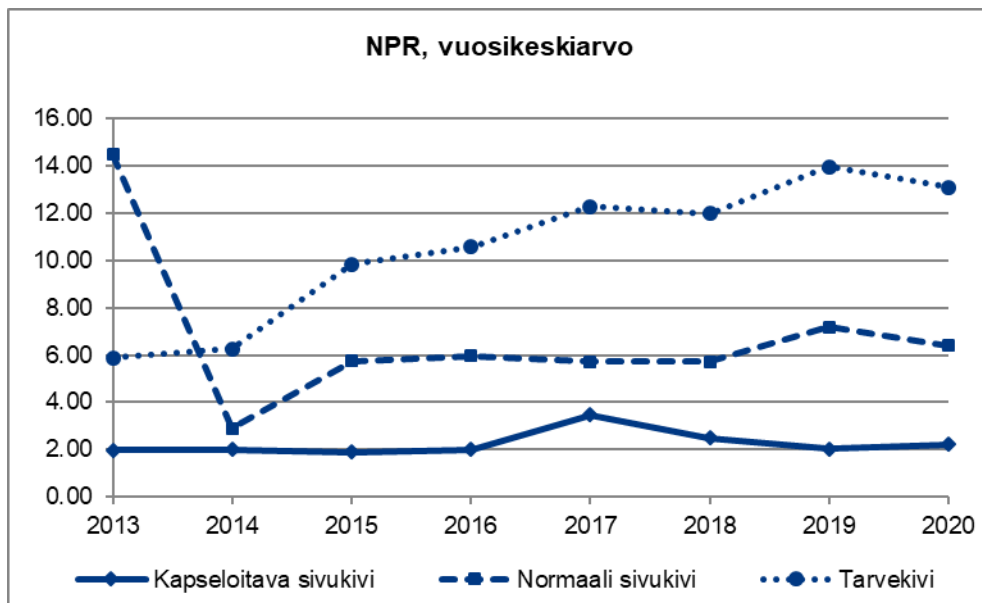
Näyte	S %	C %	C non carb %	C carb %	NP kg CaCO ₃ /t	AP kg CaCO ₃ /t	NPR	luokittelu NAF/PAF
Kapseloitava sivukivi								
Tammikuu	1.04	0.29	0.10	0.19	86.4	32.60	2.65	PAF
Helmikuu	1.22	0.69	0.14	0.56	95.7	38.20	2.51	PAF
Maaliskuu	2.02	0.41	0.13	0.28	106.0	63.20	1.68	PAF
Huhtikuu	0.73	0.52	0.11	0.41	106.3	22.80	4.67	NAF
Toukokuu	1.45	0.37	0.08	0.29	68.8	45.30	1.52	PAF
Kesäkuu	1.48	0.93	0.12	0.80	108.1	46.10	2.34	PAF
Heinäkuu	1.09	0.52	0.15	0.37	107.8	34.00	3.17	PAF
Elokuu	1.56	0.42	0.17	0.25	60.0	48.70	1.23	PAF
Syyskuu	1.95	0.25	0.10	0.15	81.4	60.80	1.34	PAF
Lokakuu								
Marraskuu								
Joulukuu	1.91	0.93	0.53	0.40	62.0	59.80	1.04	PAF
Minimi	0.73	0.25	0.08	0.15	60.00	22.80	1.04	
Maksimi	2.02	0.93	0.53	0.80	108.10	63.20	4.67	
Mediaani	1.47	0.47	0.13	0.33	91.05	45.70	2.01	PAF
Keskiarvo	1.45	0.53	0.16	0.37	88.25	45.15	2.22	PAF
Normaali sivukivi								
Tammikuu	0.37	0.38	0.12	0.25	78.7	11.50	6.85	NAF
Helmikuu	0.53	0.36	0.14	0.22	91.2	16.50	5.52	
Maaliskuu	0.49	0.45	0.16	0.29	75.4	15.30	4.94	
Huhtikuu	0.50	0.41	0.28	0.13	65.4	15.60	4.20	
Toukokuu	0.43	0.35	0.16	0.19	98.0	13.50	7.27	
Kesäkuu	0.53	0.50	0.19	0.32	92.3	16.70	5.54	
Heinäkuu	0.35	0.52	0.19	0.34	94.0	10.90	8.65	
Elokuu	0.37	0.76	0.17	0.59	100.2	11.50	8.72	
Syyskuu	0.36	0.38	0.13	0.25	81.8	11.20	7.28	
Lokakuu	0.56	0.52	0.17	0.35	96.9	17.50	5.55	
Marraskuu	0.33	0.36	0.15	0.21	74.8	10.20	7.35	
Joulukuu	0.54	0.59	0.14	0.45	83.5	17.00	4.92	
Minimi	0.33	0.35	0.12	0.13	65.40	10.20	4.20	
Maksimi	0.56	0.76	0.28	0.59	100.20	17.50	8.72	
Mediaani	0.46	0.43	0.16	0.27	87.35	14.40	6.20	NAF
Keskiarvo	0.45	0.47	0.17	0.30	86.02	13.95	6.40	NAF
Tarvekivi								
Tammikuu	0.22	0.30	0.17	0.14	53.7	6.90	7.82	NAF
Helmikuu	0.17	0.30	0.16	0.14	56.5	5.40	10.50	
Maaliskuu	0.24	0.39	0.15	0.24	56.7	7.40	7.64	
Huhtikuu	0.16	0.33	0.15	0.18	52.9	5.10	10.40	
Toukokuu	0.21	0.65	0.22	0.43	88.1	6.60	13.50	
Kesäkuu	0.16	0.36	0.15	0.21	79.7	5.10	15.60	
Heinäkuu	0.16	0.30	0.16	0.13	51.3	5.10	10.10	
Elokuu	0.15	0.29	0.15	0.14	62.7	4.60	13.50	
Syyskuu	0.12	0.56	0.15	0.40	68.6	3.80	18.10	
Lokakuu	0.13	0.35	0.17	0.18	73.2	4.00	18.30	
Marraskuu	0.14	0.34	0.19	0.15	55.9	4.30	13.00	
Joulukuu	0.11	0.40	0.15	0.25	66.0	3.60	18.50	
Minimi	0.11	0.29	0.15	0.13	51.30	3.60	7.64	
Maksimi	0.24	0.65	0.22	0.43	88.10	7.40	18.50	
Mediaani	0.16	0.35	0.16	0.18	59.70	5.10	13.25	NAF
Keskiarvo	0.16	0.38	0.16	0.22	63.78	5.16	13.08	NAF

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Seuraavissa kuvissa (kuvat 5-2 ja 5-3) on esitetty rikin pitoisuuksien sekä NPR-lukujen keskiarvot tutkituissa näytteissä vuosina 2013–2020. 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 2013–2020.



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot sivukivijakeissa vuosina 2013–2020.

Vuonna 2020 kapseloitavassa sivukivessä rikkipitoisuus oli kaikissa muissa näytteissä > 1 %, mutta huhtikuussa rikkipitoisuus jäi 1 %:n alapuolelle. NPR-luku oli > 3 huhti- ja heinäkuun näytteissä ja muina kuukausina

< 3. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus ja NPR-luku vuonna 2020 olivat vuosien 2013-2019 vaihteluvälillä (kuva 5-2, kuva 5-3). Rikkipitoisuuksien ja NPR-lukujen perusteella kapseloitava sivukivi oli muina kuukausina paitsi huhtikuussa luokiteltavissa happoa tuottavaksi ja huhtikuussa ei happoa tuottavaksi (taulukko 5-3).

Normaalissa sivukivessä rikkipitoisuudet olivat < 1 % kaikissa vuoden 2020 näytteissä ja NPR-luvut >3. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella normaali sivukivi ei ollut happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo nousi vuonna 2014, mutta on kääntynyt sen jälkeen hienoiseen laskuun, ja oli vuonna 2020 edellisvuoden tasolla (kuva 5-2). Vastaavasti NPR-luvun keskiarvo laski vuonna 2014, mutta sen jälkeen vaihtelu on ollut vähäisempää (kuva 5-3).

Myös tarvekivessä rikkipitoisuudet olivat selvästi < 1 % ja NPR-luvut > 3 kaikissa vuoden 2020 näytteissä. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella tarvekivi ei ollut happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2020 suurin piirtein samaa tasoa kuin 2013-2019 (kuva 5-2). NPR-lukujen keskiarvo on sen sijaan noussut kohtalaisen tasaisesti vuodesta 2013 lähtien (kuva 5-3).

5.2.2 NAG-testi

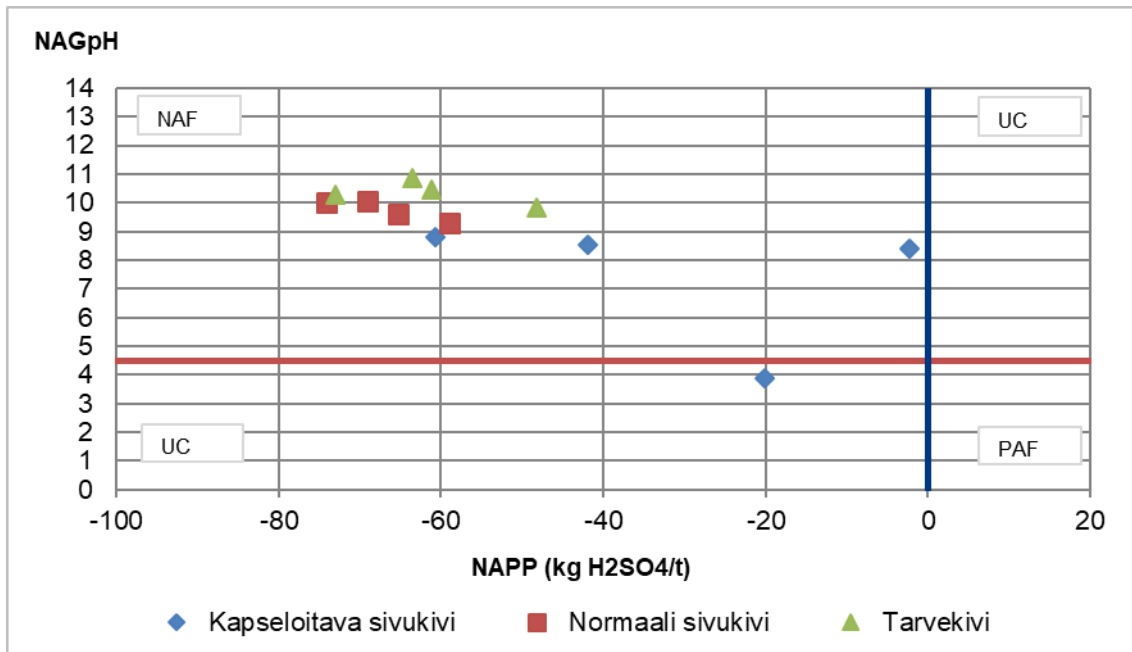
Taulukossa 5-4 on esitetty sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset vuodelta 2020.

Taulukko 5-4. Sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimihapontuottopotentialin sekä nettohapontuottokyvyn arvot vuonna 2020.

Näyte	NAG _{pH} pH	ANC kg H ₂ SO ₄ /t	MPA kg H ₂ SO ₄ /t	NAPP kg H ₂ SO ₄ /t
Kapseloitava sivukivi				
Maaliskuu	8.6	104	62	-42
Kesäkuu	8.8	106	45	-61
Syyskuu	3.9	80	60	-20
Joulukuu	8.4	61	59	-2
Normaali sivukivi				
Maaliskuu	9.3	74	15	-59
Kesäkuu	10	90	16	-74
Syyskuu	10	80	11	-69
Joulukuu	9.6	82	17	-65
Tarvekivi				
Maaliskuu	9.9	56	7.3	-48
Kesäkuu	10	78	5.0	-73
Syyskuu	11	67	3.7	-64
Joulukuu	10	65	3.5	-61

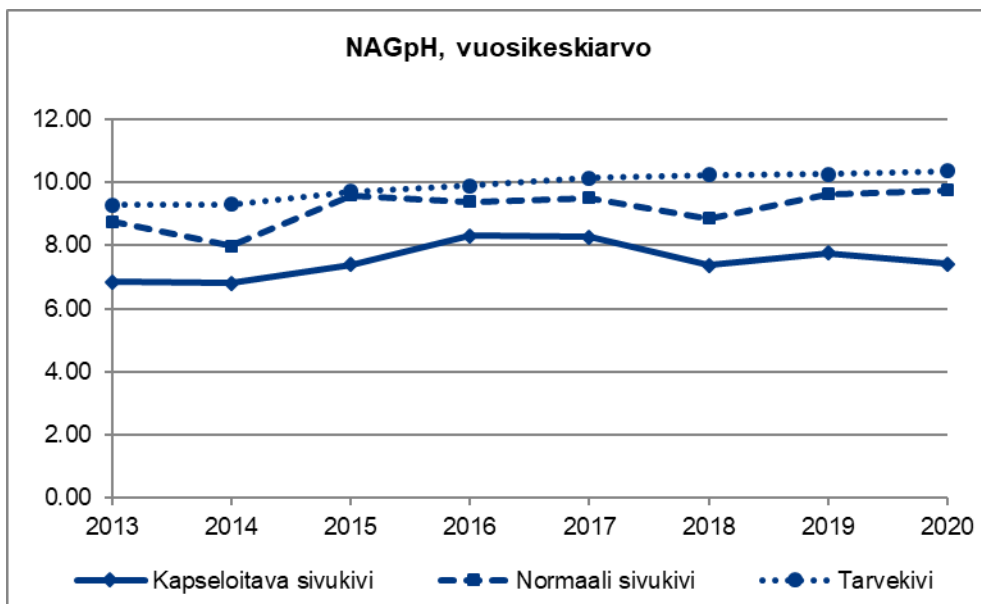
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella lähes kaikki vuonna 2020 tutkitut sivukivijakeista otetut näytteet luokitettiin happoa tuottamattomiksi kaivannaisjätteiksi eli luokkaan NAF (NAG_{pH}-arvot $\geq 4,5$ ja NAPP-arvot negatiivisia). Ainoastaan syyskuussa koostetun kapseloitavan sivukiven näytteessä NAG_{pH} oli alle 4,5 ja NAPP-arvo negatiivinen, jolloin näyte sijoittui luokkaan epävarma - UC. Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP-NAG_{pH} -vertailu vuoden 2020 sivukivinäytteiden osalta.



Kuva 5-4. Vuoden 2020 sivukivijakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Sivukivijakeiden NAG_{pH}-keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2013–2020 (kuva 5-5).



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2013–2020.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Vuonna 2020 sivukivien näytteenotto ja analysointi toteutuivat pääosin vuonna 2015 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Kapseloitavan sivukiven osalta tuloksia ei ole käytettävissä loka- ja marraskuulta, koska lokakuussa louhoksesta ei ajettu ollenkaan kapseloitavaa sivukiveä läjitykseen, ja myös marraskuussa louhitun kapseloitavan sivukiven määrä (64 kt) jäi vähäiseksi koko vuoden aikana louhitun kapseloitavan sivukiven määrään (2,5 Mt) nähden. Ympäristön kannalta sivukivien hapontuottokyky on olennainen tekijä, ja sivukivijakeiden hapontuottokyky onkin määritetty kahdella eri menetelmällä tulosten luotettavuuden varmistamiseksi.

ABA-testin tulosten perusteella kapseloitava sivukivi voitiin luokitella huhtikuun näytettä lukuun ottamatta happoa tuottavaksi sivukiveksi. NAG-testin perusteella kapseloitava sivukivi luokiteltiin maaliskuu-, kesä- ja joulukuussa 2020 happoa tuottamattomaksi sivukiveksi, mutta syyskuussa luokittelu oli epävarma.

ABA-testit on tehty kuukausittain, kun taas NAG-testi on tehty neljästä kuukausinäytteestä. Kapseloitava sivukivi on luokitellut 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, ja vuonna 2018-2019 kapseloitava sivukivi oli ABA-testin perusteella muina kuukausina paitsi maaliskuussa happoa tuottavaa. NAG-testeissä kapseloitava sivukivi on luokitellut pääosin happoa tuottamattomaksi ja osin luokkaan epävarma vuosina 2013-2019.

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

Tarkkailutulosten perusteella sivukivijakeiden tutkituissa ominaisuuksissa on vuonna 2020 esiintynyt jonkin verran vaihtelua, mutta kaikkien parametrien osalta tulokset ovat olleet samaa suuruusluokkaa yksittäisissä näytteissä. Ainoa poikkeus vuoden 2020 tuloksissa on syyskuun kapseloitavan sivukiven sijoittuminen NAG-testissä luokkaan epävarma. Myöskään vuosien 2013-2019 tarkkailutuloksiin verrattuna sivukivijakeiden ominaisuuksissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia. Tulosten perusteella voidaankin todeta, ettei sivukivien ominaisuuksiin liity olennaisia epävarmuuksia.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET

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

Kapseloitava sivukivi

Kapseloitavasta sivukivestä kuukausittain otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot kaikissa näytteissä vuonna 2020. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2013–2019.

Kapseloitava sivukivi luokiteltiin lähes kaikkien kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaksi, ainoastaan huhtikuun sivukivinäyte oli happoa tuottamatonta. Näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,7-2,0 % ja NPR-luvut välillä 1,0-4,7. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus vuonna 2020 laski hieman edellisvuodesta, ollen vuosien 2013-2019 vaihteluvälillä. Myös NPR-luku oli vuosien 2013-2019 vaihteluvälillä. NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kapseloitava sivukivi luokitel-

tiin maaliskuussa, kesä ja joulukuussa happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi eli luokkaan NAF, mutta syyskuussa luokitus oli epävarma (UC). Kapseloitavan sivukiven NAG_{pH} -keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2013–2020.

Normaali sivukivi

Normaalista sivukivestä otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot vuonna 2020. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2013–2019 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Normaalissa sivukivestä vuonna 2020 otettujen näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,3–0,6 % ja NPR-luvut olivat kaikissa näytteissä >3, eli ABA-testin tulosten perusteella normaali sivukivi ei ollut happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,45 %) oli suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2013–2019. NPR-luvun keskiarvo oli samaa tasoa kuin vuosina 2015–2019. Normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Tarvekivi

Tarvekivestä vuoden 2020 aikana otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Kuparin osalta ylempi ohjearvo ylittyi tammi-toukokuun näytteessä, kun taas heinä-joulukuun näytteissä pitoisuus alitti ylemmän ohjearvon ja ylitti alemman ohjearvon. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot vuosina 2013–2019 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Tarvekevissä rikkipitoisuudet olivat 0,1–0,2 % ja NPR-luvut >3 kaikissa vuoden 2020 näytteissä. ABA-testin tulosten perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekevien rikkipitoisuuden keskiarvo on pysytellyt samalla tasolla vuosina 2013–2020. NPR-lukujen keskiarvo on noussut kohtalaisen tasaisesti vuosina 2013–2020. Tarvekivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Jatkotoimenpiteet

Kevitsan kaivoksen päivitetty tuotantovaiheen tarkkailuohjelma on toimitettu Lapin ELY-keskukselle hyväksyttäväksi 1.12.2020. Vuonna 2021 sivukivijakeiden tarkkailua jatketaan vuonna 2015 valmistuneen ja ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaan, kunnes uusi tarkkailuohjelma on hyväksytty. Vuonna 2020 laaditussa 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.
- 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

Analyyssimenetelmä	512P *	512P *	512P *	512P *	512P *	810L *	811L *	816L	816L	826T1	826T1	826T1	826T1	827T	827T	827T	827T	827T	827T
Parametri	Cr *	Cu *	Fe *	Mg *	Ni *	S *	C *	C carb	C non carb	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)	AP	NP	NPR	ANC	MPA	NAPP
Määrittäjä	1	1	50	10	2	0.01	0.05	0.05	0.05					0.3					0.3
Näytetunnus / Yksikkö	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%	%	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg CaCO3/t	kg CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
Kapseloitava sivukivi (Captured waste, CW)																			
CW 1- 2020	607	851	60400	58600	993	1.04	0.29	0.19	0.1					32.6	86.4	2.65	84.6	31.9	-52.7
CW 2-2020	943	847	64100	47600	800	1.22	0.69	0.56	0.14					38.2	95.7	2.51	93.7	37.4	-56.3
CW 3- 2020	527	1130	81200	66300	930	2.02	0.41	0.28	0.13	8.55	52.2	0	0	63.2	106	1.68	103.8	61.9	-41.9
CW 4-2020	483	804	54200	51400	677	0.73	0.52	0.41	0.11					22.8	106.3	4.67	104.1	22.3	-81.8
CW 5- 2020	602	879	51500	40500	919	1.45	0.37	0.29	0.08					45.3	68.8	1.52	67.4	44.4	-23
CW 6-2020	1100	1560	79700	50900	1390	1.48	0.93	0.8	0.12	8.83	55.8	0	0	46.1	108.1	2.34	105.9	45.2	-60.7
CW 7-2020	788	1490	58500	59300	1350	1.09	0.52	0.37	0.15					34	107.8	3.17	105.6	33.3	-72.3
CW 8-2020	718	1670	54300	37800	1030	1.56	0.42	0.25	0.17					48.7	60	1.23	58.7	47.7	-11
CW 9- 2020	632	1190	64700	47300	1030	1.95	0.25	0.15	0.1	3.88	89	1.14	6.17	60.8	81.4	1.34	79.7	59.6	-20.1
CW 12-2020	537	828	56000	28700	1260	1.91	0.93	0.4	0.53	8.4	75.9	0	0	59.8	62	1.04	60.7	58.6	-2.2
Normaali sivukivi (Unusable Waste, UNW)																			
UNW 1- 2020	577	573	46700	48600	728	0.37	0.38	0.25	0.12					11.5	78.7	6.85	77.1	11.3	-65.8
UNW 1- 2020 (2)	589	581	47100	49100	730	0.36	0.41	0.29	0.12					11.1	78.6	7.06	76.9	10.9	-66.1
UNW 2- 2020	509	863	53200	53600	757	0.53	0.36	0.22	0.14					16.5	91.2	5.52	89.3	16.2	-73.1
UNW 3- 2020	665	719	52700	48100	759	0.49	0.45	0.29	0.16	9.31	28.4	0	0	15.3	75.4	4.94	73.8	15	-58.9
UNW 3- 2020 (2)										9.35	26.8	0	0						
UNW 4- 2020	574	776	52600	49200	713	0.5	0.41	0.13	0.28					15.6	65.4	4.2	64	15.2	-48.8
UNW 5- 2020	700	565	51800	60000	822	0.43	0.35	0.19	0.16					13.5	98	7.27	96	13.2	-82.8
UNW 5- 2020 (2)	694	562	51300	59700	824	0.43	0.36	0.21	0.15					13.4	97.8	7.3	95.7	13.1	-82.6
UNW 6- 2020	708	823	48000	48700	847	0.53	0.5	0.32	0.19	10.03	29.9	0	0	16.7	92.3	5.54	90.4	16.3	-74.1
UNW 6- 2020 (2)										10.08	29.7	0	0						
UNW 7- 2020	610	556	42700	47000	719	0.35	0.52	0.34	0.19					10.9	94	8.65	92.1	10.6	-81.4
UNW 8- 2020	652	451	50800	54600	733	0.37	0.76	0.59	0.17					11.5	100.2	8.72	98.1	11.2	-86.9
UNW 9- 2020	677	364	41300	44200	587	0.36	0.38	0.25	0.13	10.08	25.8	0	0	11.2	81.8	7.28	80.1	11	-69.1
UNW 10-2020	716	373	50400	50700	651	0.56	0.52	0.35	0.17					17.5	96.9	5.55			
UNW 10-2020 (2)	699	366	49600	49900	645	0.57	0.53	0.36	0.17					17.7	98	5.55			
UNW 11- 2020	692	424	47400	50900	633	0.33	0.36	0.21	0.15					10.2	74.8	7.35			
UNW 12- 2020	666	769	47200	43400	920	0.54	0.59	0.45	0.14	9.61	28.1	0	0	17	83.5	4.92	81.8	16.6	-65.2
UNW 12- 2020 (2)	672	767	47100	43600	911	0.53	0.61	0.46	0.16	9.73	27.4	0	0	16.5	83.3	5.04	81.6	16.2	-65.4
Tarvekivi (Usable Waste, USW)																			
USW 1- 2020	657	327	42800	48800	741	0.22	0.3	0.14	0.17					6.9	53.7	7.82	52.6	6.7	-45.9
USW 2- 2020	711	329	47600	53600	858	0.17	0.3	0.14	0.16					5.4	56.5	10.5	55.3	5.3	-50
USW 3- 2020	557	350	36100	40300	555	0.24	0.39	0.24	0.15	9.85	21.3	0	0	7.4	56.7	7.64	55.5	7.3	-48.2
USW 4- 2020	799	259	49600	52300	661	0.16	0.33	0.18	0.15					5.1	52.9	10.4	51.8	5	-46.8
USW 5- 2020	777	352	44000	57300	676	0.21	0.65	0.43	0.22					6.6	88.1	13.5	86.3	6.4	-79.9
USW 6- 2020	777	185	45200	57500	683	0.16	0.36	0.21	0.15	10.29	18.4	0	0	5.1	79.7	15.6	78	5	-73
USW 7- 2020	629	152	33700	40800	631	0.16	0.3	0.13	0.16					5.1	51.3	10.1	50.2	5	-45.2
USW 8- 2020	724	197	43200	52700	619	0.15	0.29	0.14	0.15					4.6	62.7	13.5	61.4	4.5	-56.9
USW 9- 2020	702	161	41500	41200	392	0.12	0.56	0.4	0.15	10.87	29.2	0	0	3.8	68.6	18.1	67.2	3.7	-63.5
USW 10-2020	508	169	41100	50500	540	0.13	0.35	0.18	0.17					4	73.2	18.3			
USW 11- 2020	724	181	45000	41800	446	0.14	0.34	0.15	0.19					4.3	55.9	13			
USW 12- 2020	447	178	36500	42100	444	0.11	0.4	0.25	0.15	10.46	19.9	0	0	3.6	66	18.5	64.7	3.5	-61.2

Analyyssimenetelmät:

- 512P *: Multi-element analysis by ICP-OES
- 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