



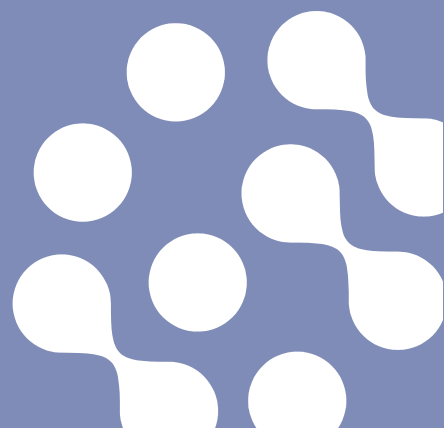
Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
Projekti 10727
28.3.2022

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

SIVUKIVIJAKEIDEN

TARKKAILU VUONNA 2021



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2021

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, 2021

28.3.2022

Eurofins Ahma Oy

Joonas Kellokumpu
Ympäristöasiantuntija

Mika Kallo,
Projektipäällikkö

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 2021 sivukiveä louhittiin yhteensä 24,0 Mt, josta kapseloitavaa sivukiveä oli 2,6 Mt, normaalia sivukiveä 10,5 Mt ja tarvekiveä 10,8 Mt.

2. NÄYTTEENOTTO

Kevitsan kaivoksella muodostuvien sivukivien laatua tarkkaillaan sekä kaivoksen tuotannon yhteydessä, että tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2021 velvoitetarkkailussa noudatettiin vuonna 2020 päivitettyä tarkkailuohjelmaa (Ramboll Finland Oy 2020). Tarkkailuohjelman mukaisella näytteenotolla ja analyysillä varmistetaan tuotannon tarkkailun laatu sekä sivukivien ympäristökelpoisuus.

Kaivoksella louhittavasta kentästä muodostetaan timanttikairaus ja RC (reverse circulation eli käänneishuuhdeltu) -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 reikävälillä. 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 2021 tarvekivestä, normaalia sivukivestä sekä kapseloitavasta sivukivestä. Kuukausinäytteistä tehtiin tarkkailuohjelman mukaiset määritykset. Määritykset tehtiin Eurofins Labtium Oy:n Kuopion laboratoriossa tammi-heinäkuussa ja syys-joulukuussa Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa sekä 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 pöytämällisellä 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 pitoi-suus 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 2021.

Taulukko 3-1. Sivukivien tuotannon tarkkailun tulokset painotettuina keskiarvoina vuodelta 2021.

Sivukiviluokka	Kokonais-Ni (%)	Sulfidinen Ni (%)	Cu (%)	S (%)	Näytemäärä (kpl)
Kapseloitava sivukivi (CW)	0.073	0.065	0.084	1.597	594
Normaali sivukivi (UNW)	0.088	0.060	0.062	0.452	1631
Tarvekivi (USW)	0.074	0.034	0.021	0.180	2779
Yhteensä					5004

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 2021 kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät lähes kaikissa tutkituissa sivukivinäytteissä PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Poikkeuksena tarvekiven (USW) kuparipitoisuuden osalta ylempi oh-jearvo alittui maalisi- ja joulukuun näytteissä sekä alempi ohjearvo alittui heinäkuun näytteessä. Lisäksi kapse-loitavan sivukiven (CW) näytteessä kromipitoisuus alitti PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon syyskuussa. 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, mutta pääasiassa hieman korkeampia tuotannon tarkkailun tuloksissa verrattuna velvoite-tarkkailun tuloksiin (ks. taulukko 3-1 ja 4-1). Myös kapseloitavan sivukiven osalta tuotannon tarkkailun keski-

SIVUKIVIJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2021

määräiset nikkelin ja kuparin pitoisuudet ovat veloitettarkkailun nikkelin ja kuparin keskiarvopitoisuuksia suurempia. 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. 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 2021 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	270	610	480	476	100	200	300
Cu	mg/kg	420	830	695	643	100	150	200
Ni	mg/kg	360	1 300	605	644	50	100	150
Fe	mg/kg	47 000	65 000	57 000	56 000	-	-	-
Mg	mg/kg	33 000	58 000	40 500	41 167	-	-	-

Alkuaine		Normaali sivukivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	380	1 000	530	584	100	200	300
Cu	mg/kg	240	590	410	402	100	150	200
Ni	mg/kg	430	660	560	557	50	100	150
Fe	mg/kg	43 000	51 000	44 500	45 833	-	-	-
Mg	mg/kg	37 000	60 000	48 500	48 167	-	-	-

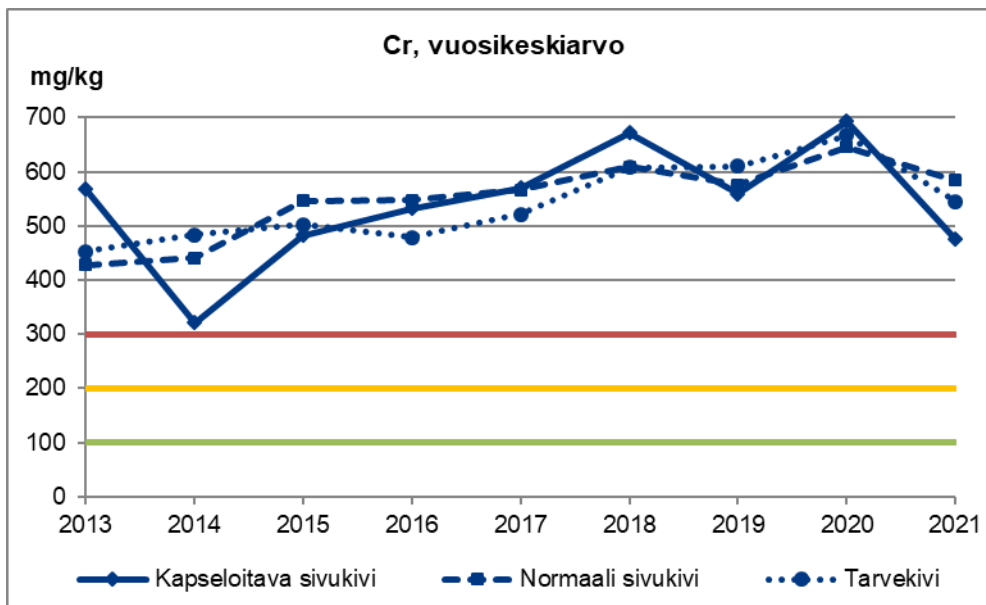
Alkuaine		Tarvekivi				PIMA-asetus		
		Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiarvo	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Cr	mg/kg	360	770	505	546	100	200	300
Cu	mg/kg	130	370	255	245	100	150	200
Ni	mg/kg	370	520	445	444	50	100	150
Fe	mg/kg	31 000	45 000	40 500	40 000	-	-	-
Mg	mg/kg	36 000	54 000	43 000	44 250	-	-	-

Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

Kuvissa 4-1...4-5 on vertailtu vuonna 2021 sivukivijakeista otetuista näytteistä tutkittujen metallien kokonaispitoisuuksien vuosikeskiarvoja vuosien 2013–2020 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; vihreällä viivalla on esitetty kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo. Keskiarvojen laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

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

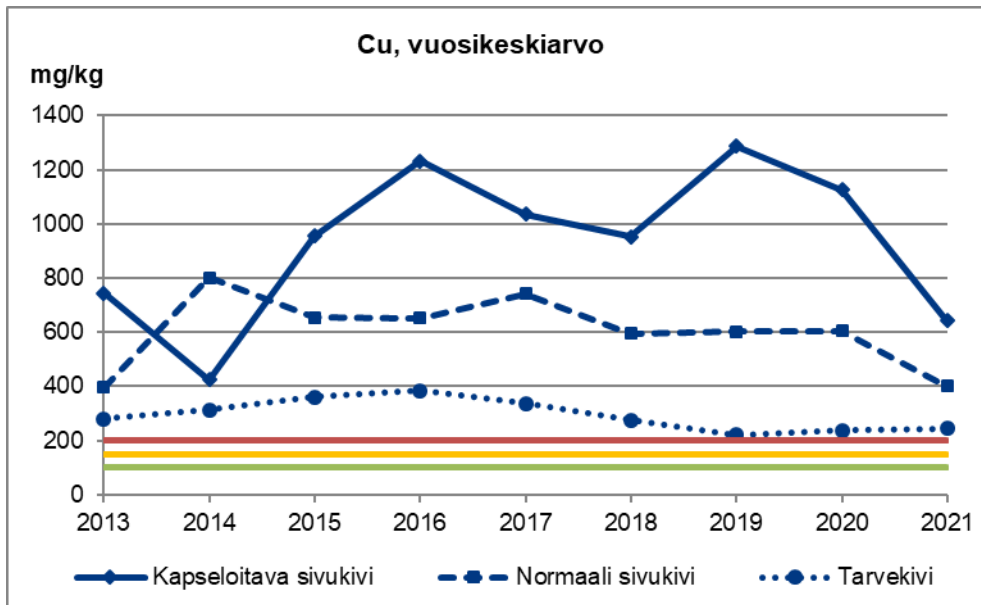
Vuonna 2021 kromin pitoisuuksien keskiarvot kaikissa sivukivijakeissa olivat hieman matalampaa tasoa kuin vuonna 2020, ja samaa tasoa vuosien 2015-2019 kanssa (kuva 4-1). Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen kromipitoisuus laski selvästi vuonna 2014, mutta sen jälkeen trendi on ollut pääosin lievästi nousujohteinen vuoteen 2021 asti, jolloin pitoisuus laski selvästi. Normaalin sivukiven ja tarvekiven keskimääräisen kromipitoisuuden trendi on ollut nouseva vuosina 2013-2020, mutta vuonna 2021 molemmissa oli havaittavissa hieman laskua. Kromin osalta vuoden keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon kaikissa sivukivijakeissa vuosina 2013–2021.



Kuva 4-1. Sivukivijakeiden kromipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2021. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnysarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

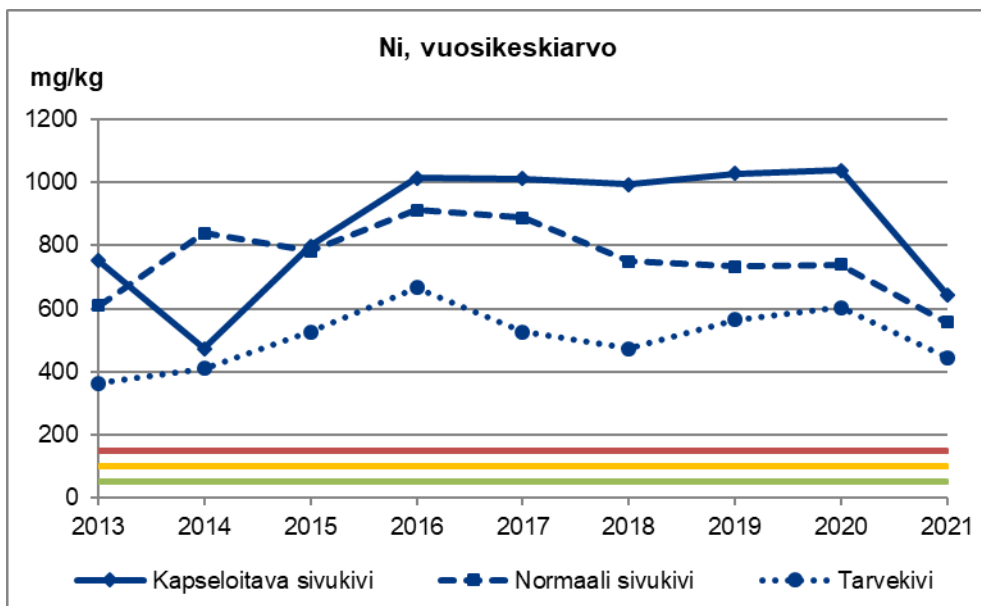
Kuparipitoisuuden keskiarvo kapseloitavassa sivukivessä on vaihdellut vuosina 2013-2020 reilusti, ollen viime vuosina vaihteluvälinsä yläosassa. Vuonna 2021 keskiarvo laski ja oli vaihteluvälinsä alaosassa.

Normaalissa sivukivessä ja tarkevissä kuparipitoisuus on pysynyt melko samankaltaisena edellisvuosiin (2018-2020) verrattuna. Vuonna 2021 normaalin sivukiven kuparipitoisuudessa havaittiin kuitenkin laskua, mutta tarvekiven pitoisuus pysyi samalla tasolla viime vuosiin nähden. 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 2013–2021 kaikissa sivukivijakeissa.



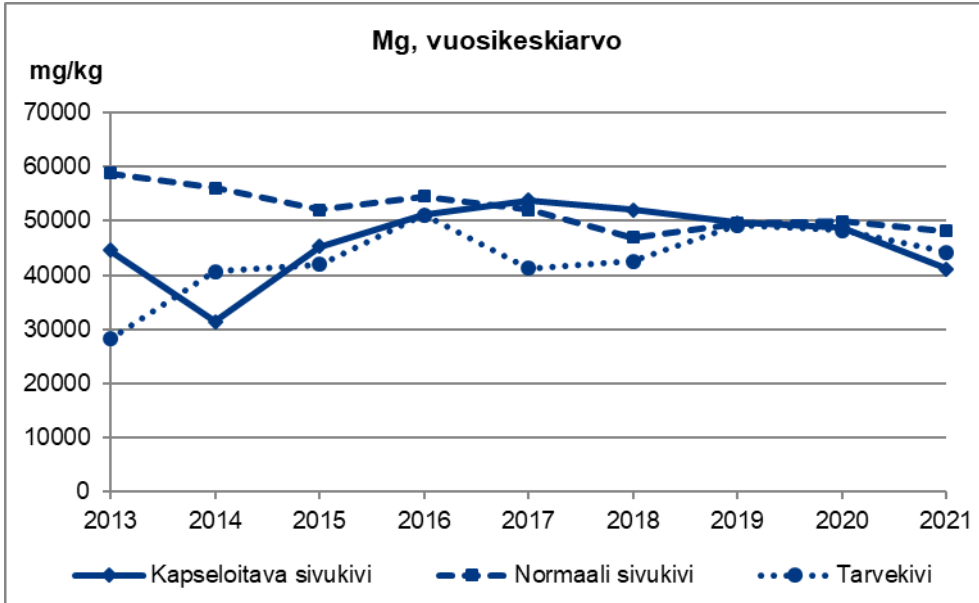
Kuva 4-2. Sivukivijakeiden kuparipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2021. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnsarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Vuonna 2021 nikkelin keskiarvopitoisuudet laskivat kaikissa sivukivijakeissa verrattuna edellisvuoteen ja vuosien 2016-2020 vaihteluväliin. Kapseloitavassa sivukivessä pitoisuus laski selvimmin ja on nyt vuosien 2013-2014 tasoa. Normaalin sivukiven nikkelpitoisuus oli puolestaan seurantahistoriansa alhaisin ja laskeva trendi on ollut havaittavissa vuodesta 2016 lähtien. Tarvekiven nikkelpitoisuus on tällä hetkellä vaihteluvälinsä alaosassa, mutta on samaa tasoa kuin vuosina 2014 ja 2018. Vuosina 2016-2021 nikkelpitoisuus on ollut selvästi korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarvekivessä. Nikkelin keskiarvopitoisuudet ovat ylittäneet ylempään ohjearvon vuosina 2013–2021 kaikissa sivukivijakeissa.



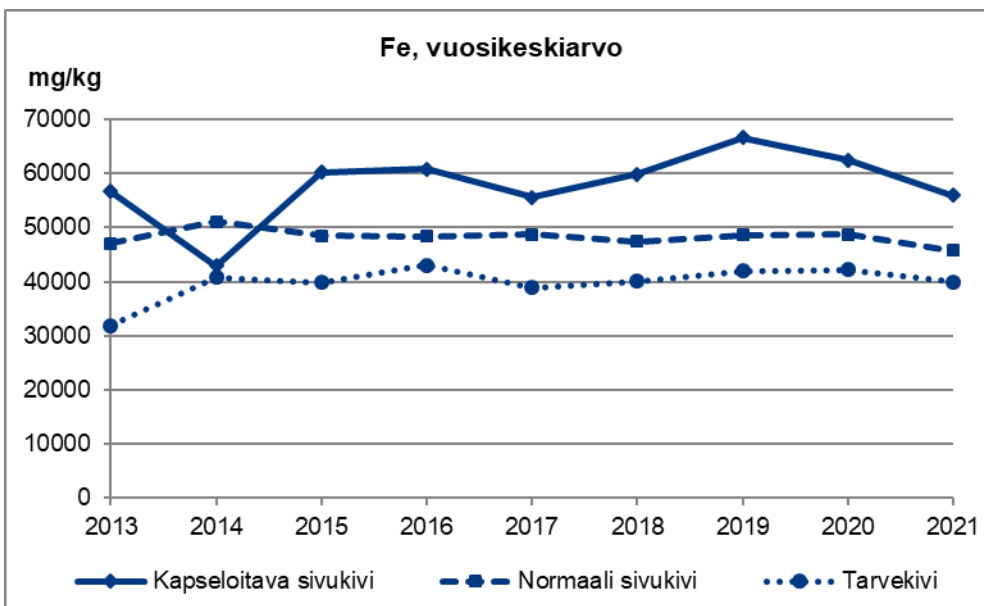
Kuva 4-3. Sivukivijakeiden nikkelpitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2021. Vihreällä viivalla on esitetty PIMA-asetuksen kynnsarvo, keltaisella alempi ohjearvo ja punaisella ylempi ohjearvo.

Sivukivijakeiden magnesiumin keskiarvopitoisuudet ovat vaihdelleet jonkin verran vuosina 2013-2020, pääasiassa eniten seurantahistorian alkuvuosina. Vuonna 2021 magnesiumin keskipitoisuus oli kaikkien jakeiden osalta laskenut lievästi vuosiin 2019-2020 verrattuna, ollen vertailukauden 2013-2020 vaihteluvälin keskivaiheilla (kuva 4-4). Normaalin sivukiven keskipitoisuudessa on havaittavissa lievästi laskeva suuntaus ja tarvekivellä vastaavasti hieman nouseva suuntaus. Kapseloitavalla sivukivellä suuntausta ei havaita selvästi.



Kuva 4-4. Sivukivijakeiden magnesiumipitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2021.

Raudan keskiarvopitoisuuksien kehitys on ollut melko tasaista vuoden 2015 jälkeen (kuva 4-5). Vuonna 2021 keskipitoisuus oli kaikissa sivukivijakeissa vuosien 2013-2020 vaihteluvälillä. Vuosina 2013-2021 keskimääräinen rautapitoisuus on ollut pääosin korkein kapseloitavassa sivukivessä ja alhaisin tarkevissä.



Kuva 4-5. Sivukivijakeiden rautapitoisuuksien keskiarvot vuosina 2013–2021.

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- testimenetelmiä ja kaivannaisjätteiden luokittelua niiden tulosten perusteella on kuvattu seuraavassa.

5.1.1 ABA-testi

ABA-testi (Acid Base Accounting) perustuu happo-emäslaskuun ja sen perusteella arvioidaan, voiko jätteestä muodostua pitkällä aikavälillä happamia valumavesiä. Hapontuotto ja sen neutralointi määritetään rikkikiisun (FeS_2) hapettumisreaktion mukaan; yksi mooli sulfidista rikkiä tuottaa kaksi moolia happoa (protoneja), joka neutraloituu yhdellä moolilla kalsiumkarbonaattia. Tähän perustuen hapontuottopotentiaali (AP) lasketaan yleensä jätteen sulfidisen rikin kokonaispitoisuudesta. Neutralointipotentiaali (NP) voidaan laskea joko karbonaattisen hiilen kokonaispitoisuudesta, karbonaattisten mineraalien kokonaismäärästä tai staattisen testin tuloksen perusteella. (Kauppila ym. 2011)

Valtioneuvoston kaivannaisjätteistä antaman asetuksen (kaivannaisjäteasetus, VNA 190/2013) liitteen 1 mukaan happoa tuottavan kaivannaisjätteen neutraloimispotentiaali määritetään pysyvän jätteen luokittelussa CEN prEN 15875 menetelmällä (ABA-testi). Jätteen luokittelu happoa muodostavaksi tai muodostamattomaksi perustuu neutralointi- ja hapontuottopotentiaalihin (NP/AP eli NPR) suhdeluun 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)

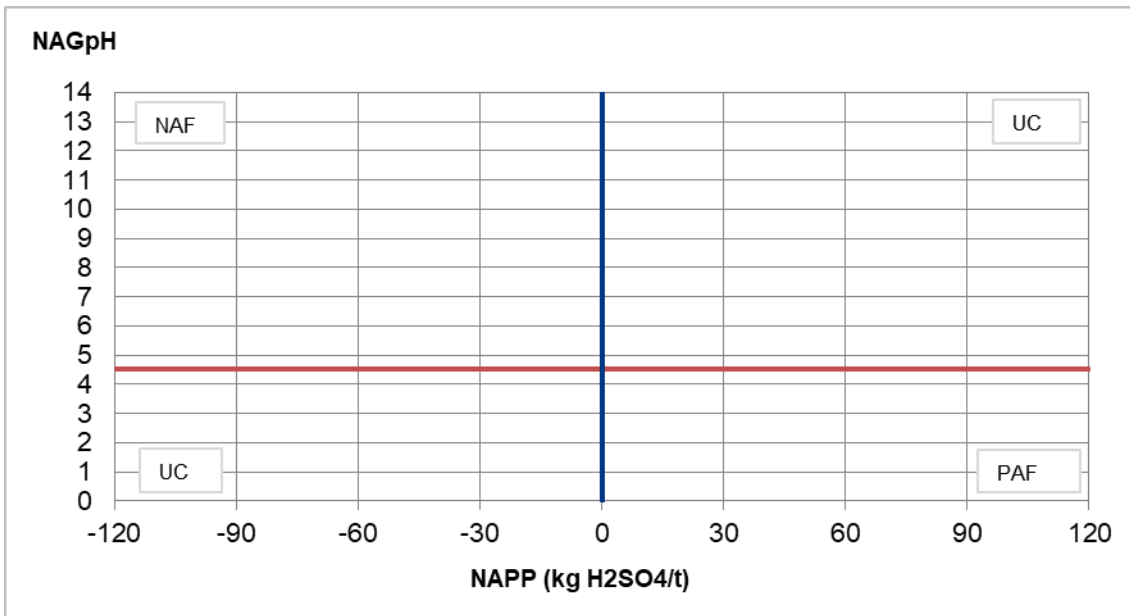
NP-testi (prEN 15875) perustuu pääasiassa karbonaattimineraaleja liottavaan happouuttoon (HCl). Testissä liukenee (1-5 %) lähinnä karbonaatteja, suolamineraaleja (titaniitti, apatiitti) ja osittain myös silikaatteja (kloriitti, serpentiini, kiille). Testissä liukenee vain vähän sulfidimineraaleja, eli 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, vääristää tulos vähän sulfidista rikkiä sisältävien kaivannaisjätteiden todellisen hapontuottopotentiaalihin. Hitaasti liukenevien karbonaattien neutralointipotentiaali jää todellista potentiaalia heikommaksi. (Räisänen, 2009)

5.1.2 NAG-testi

NAG-testi (Net Acid Generation) on sulfidien hapettamiseen (liuottamiseen) perustuva staattinen menetelmä. Menetelmän avulla saadaan arvio sulfidien liukenemiseen ja mineraalien rapautumiseen liittyvästä kokonaihapontuotosta, 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 hapettumisesta 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 2021 tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa, joissa on lisäksi esitetty tulosten vertailu vuosien 2013–2020 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

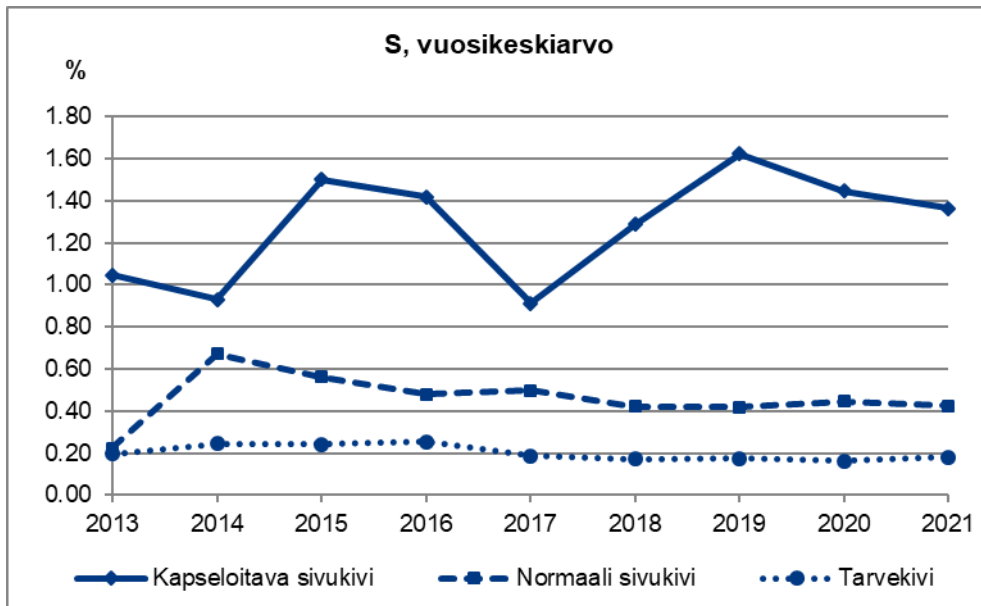
Vuoden 2021 ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa 5-3. Tuotannon tarkkailussa (ks. taulukko 3-1) rikkipitoisuudet olivat vuonna 2021 normaalin sivukiven ja tarvekiven osalta samalla tasolla kuin velvoitetarkkailun kuukausinäytteissä todetut rikin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet. Kapseloitavan sivukiven velvoitetarkkailun 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 2021.

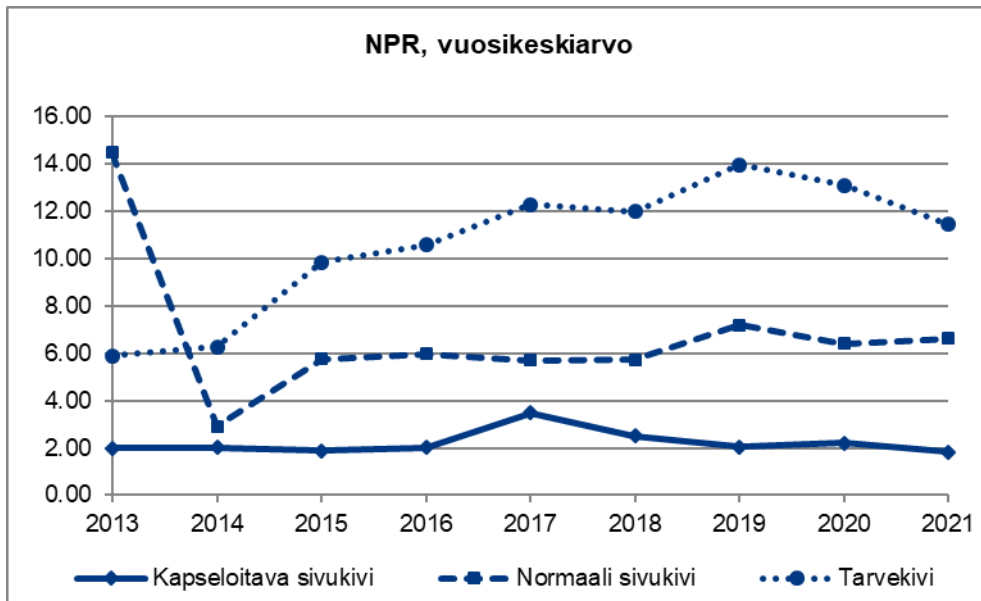
Näyte	S %	C %	C carb %	C non carb %	AP kg CaCO3/t	NP kg CaCO3/t	NPR	luokittelu NAF/PAF
Kapseloitava sivukivi								
Tammikuu	0.91	0.40	0.26	0.14	28	91	3.2	NAF
Helmikuu	1.50	0.34	0.21	0.13	47	62	1.3	PAF
Maaliskuu	1.00	0.70	0.56	0.14	31	76	2.4	
Huhtikuu	1.20	0.34	0.16	0.18	38	52	1.4	
Toukokuu	1.60	0.42	0.24	0.18	50	92	1.8	
Kesäkuu	1.70	0.42	0.30	0.12	53	67	1.3	
Heinäkuu	1.38	0.28	0.16	0.12	43	75	1.7	
Elokuu	1.44	0.55	0.39	0.16	45	70	1.6	
Syyskuu	1.52	0.31	0.14	0.17	48	100	2.1	
Lokakuu	0.69	0.23	0.09	0.14	22	55	2.6	
Marraskuu	2.02	0.27	0.15	0.12	63	55	0.87	
Joulukuu	1.39	0.33	0.21	0.12	43	65	1.5	
Minimi	0.69	0.23	0.09	0.12	22.0	52.0	0.87	
Maksimi	2.02	0.70	0.56	0.18	63.0	100.0	3.20	
Mediaani	1.42	0.34	0.21	0.14	44.0	68.5	1.65	PAF
Keskiarvo	1.36	0.38	0.24	0.14	42.6	71.7	1.81	
Normaali sivukivi								
Tammikuu	0.43	0.43	0.31	0.12	13	94	7.0	NAF
Helmikuu	0.36	0.31	0.16	0.15	11	85	7.6	
Maaliskuu	0.38	0.40	0.24	0.16	12	84	7.1	
Huhtikuu	0.67	0.32	0.15	0.17	21	80	3.8	
Toukokuu	0.32	0.36	0.24	0.12	10	91	9.1	
Kesäkuu	0.29	0.29	0.14	0.15	9.1	92	10	
Heinäkuu	0.38	0.33	0.14	0.19	12	67	5.6	
Elokuu	0.63	0.30	0.14	0.16	20	66	3.4	
Syyskuu	0.28	0.22	0.08	0.14	8.8	81	9.3	
Lokakuu	0.41	0.48	0.33	0.15	13	75	5.9	
Marraskuu	0.45	0.69	0.57	0.12	14	98	7.0	
Joulukuu	0.49	0.39	0.26	0.13	15	56	3.7	
Minimi	0.28	0.22	0.08	0.12	8.8	56.0	3.40	
Maksimi	0.67	0.69	0.57	0.19	21.0	98.0	10.00	
Mediaani	0.40	0.35	0.20	0.15	12.5	82.5	7.00	NAF
Keskiarvo	0.42	0.38	0.23	0.15	13.2	80.8	6.63	
Tarvekivi								
Tammikuu	0.19	0.21	0.09	0.12	5.9	77	13	NAF
Helmikuu	0.18	0.35	0.16	0.19	5.6	60	11	
Maaliskuu	0.14	0.25	0.10	0.15	4.4	52	12	
Huhtikuu	0.15	0.39	0.24	0.15	4.7	56	12	
Toukokuu	0.19	0.45	0.30	0.15	5.9	64	11	
Kesäkuu	0.35	0.29	0.16	0.13	11	83	7.6	
Heinäkuu	0.15	0.34	0.15	0.19	4.7	65	14	
Elokuu	0.16	0.23	0.08	0.15	5.0	55	11	
Syyskuu	0.16	0.28	0.11	0.17	5.0	66	13	
Lokakuu	0.14	0.41	0.25	0.16	4.4	59	13	
Marraskuu	0.23	0.33	0.19	0.14	7.2	49	6.8	
Joulukuu	0.12	0.40	0.26	0.14	3.8	48	13	
Minimi	0.12	0.21	0.08	0.12	3.80	48.0	6.8	
Maksimi	0.35	0.45	0.30	0.19	11.00	83.0	14.0	
Mediaani	0.16	0.34	0.16	0.15	5.00	59.5	12.0	NAF
Keskiarvo	0.18	0.33	0.17	0.15	5.63	61.2	11.5	

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 2013–2021. 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 2013–2021.



Kuva 5-3. NPR-lukujen keskiarvot sivukivijakeissa vuosina 2013–2021.

Vuonna 2021 kapseloitavassa sivukivessä rikkipitoisuus oli kaikissa muissa näytteissä > 1 %, paitsi tammikuussa (0,91 %) ja lokakuussa (0,69 %). CW-sivukiven NPR-luku oli > 3 ainoastaan tammikuussa ja muina kuukausina < 3. Rikkipitoisuuksien ja NPR-lukujen perusteella kapseloitava sivukivi oli muina kuukausina paitsi tammikuussa luokiteltavissa happoa tuottavaksi ja tammikuussa ei happoa tuottavaksi. (taulukko 5-3).

Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus ja NPR-luku vuonna 2021 olivat vuosien 2013-2020 vaihteluvälillä. Rikkipitoisuudessa on havaittavissa laskua vuodesta 2019 lähtien, mutta pitkänajan trendi on nouseva (kuva 5-2, kuva 5-3).

Normaalissa sivukivessä rikkipitoisuudet olivat < 1 % kaikissa vuoden 2021 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 on noussut vuonna 2014, mutta on kääntynyt sen jälkeen hie-noiseen laskuun, ja oli vuonna 2021 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 2021 näytteissä. Yksittäisten rikkipitoisuuksien ja NPR-luvun tulosten sekä niiden keskiarvojen perusteella tarvekivi ei ollut hap-poa tuottavaa.

Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo oli vuonna 2021 suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2013-2020 (kuva 5-2). NPR-lukujen keskiarvo on aiempina vuosina noussut kohtalaisen tasaisesti vuodesta 2013 alkaen vuoteen 2019 asti, mutta on kääntynyt vuosina 2020-21 lievään laskuun (kuva 5-3).

5.2.2 NAG-testi

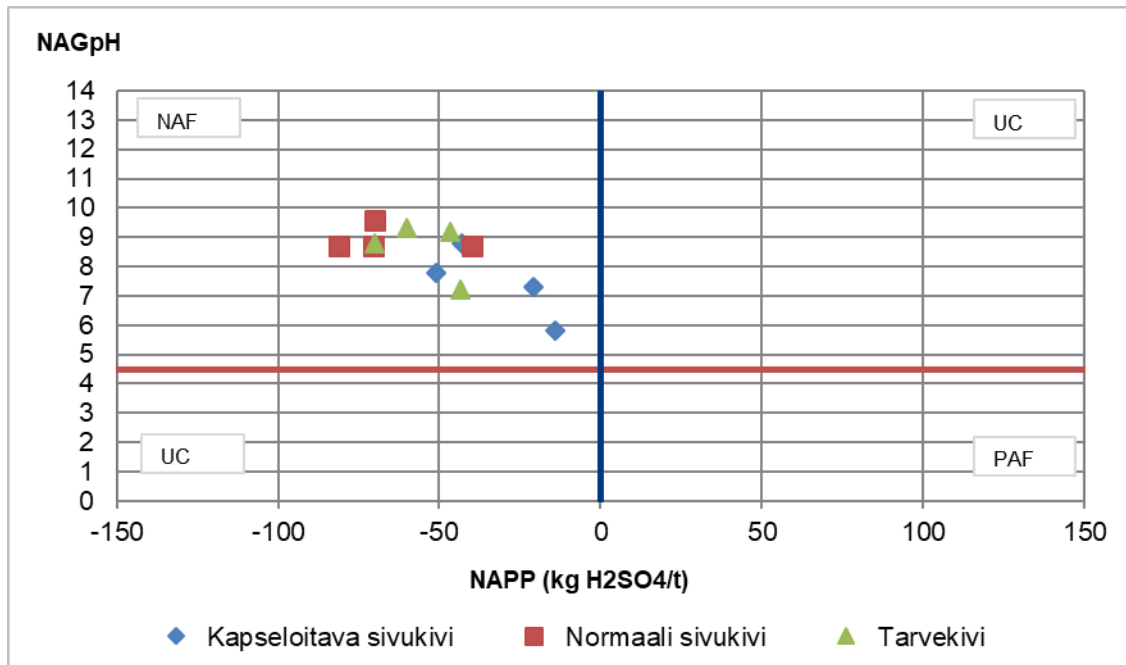
Taulukossa 5-4 on esitetty sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset vuodelta 2021. Taulukossa on esitetty myös neutralointikapasiteetin (ANC), maksimihapontuottopotentialin (MPA) sekä nettohapontuotto-kyvyn (NAPP) arvot. Syys- ja joulukuun tulosten osalta NAPP-arvo laskettiin manuaalisesti kaavalla $NAPP = MPA - ANC$, koska loppuvuoden tutkimustulosteissa käytettiin minimiarvoa <0,3 kaikille minimiarvon alittaville tuloksille. Kyseessä on siis vain erilainen esitystapa laboratorioiden välillä, eikä manuaalisesta laskentatavasta aiheudu epävarmuutta tuloksiin.

Taulukko 5-4. Sivukivijakeiden yksivaiheisen NAG-testin tulokset, neutralointikapasiteetin, maksimi-hapontuottopotentialin sekä nettohapontuottokyvyn arvot vuonna 2021.

Näyte	NAGpH	ANC	MPA	NAPP
	pH	kg H ₂ SO ₄ /t	kg H ₂ SO ₄ /t	kg H ₂ SO ₄ /t
Kapseloitava sivukivi				
Maaliskuu	8,8	74	31	-43
Kesäkuu	5,8	66	52	-14
Syyskuu	7,8	98	47	-51
Joulukuu	7,3	64	43	-21
Normaali sivukivi				
Maaliskuu	9,6	82	12	-70
Kesäkuu	9	90	9	-81
Syyskuu	9	79	9	-70
Joulukuu	8,7	55	15	-40
Tarvekivi				
Maaliskuu	9,2	51	4,3	-47
Kesäkuu	9	81	11,0	-70
Syyskuu	9	65	4,9	-60
Joulukuu	7	47	3,7	-43

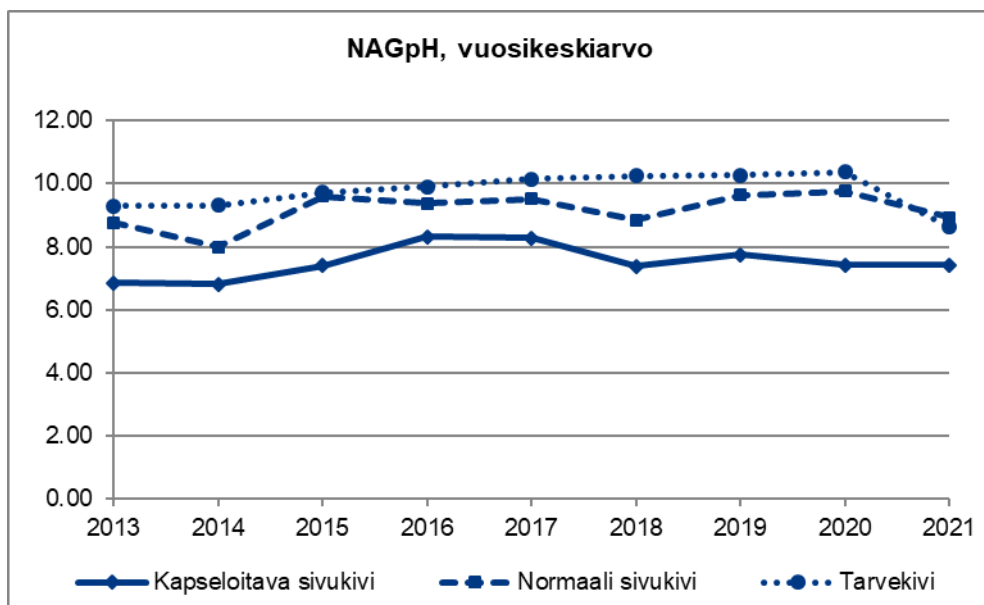
Tulosten laskennassa ei ole huomioitu laboratorion laadunvarmistusnäytteiden tuloksia.

NAG-testin NAG_{pH} -arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kaikki vuonna 2021 tutkitut sivukivijakeista otetut näytteet luokittuivat happoa tuottamattomiksi kaivannaisjätteiksi eli luokkaan NAF (NAG_{pH} -arvot $\geq 4,5$ ja NAPP-arvot negatiivisia). Kuvassa 5-4 on esitetty NAPP- NAG_{pH} -vertailu vuoden 2021 sivukivinäytteiden osalta.



Kuva 5-4. Vuoden 2021 sivukivijakeista otettujen näytteiden NAPP- ja NAG_{pH} -arvot.

Sivukivijakeiden NAG_{pH} -keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2013–2021 (kuva 5-5).



Kuva 5-5. NAG_{pH} -keskiarvot vuosina 2013–2021.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Vuonna 2021 sivukivien näytteenotto ja analysointi toteutuivat vuonna 2020 laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Ympäristön kannalta sivukivien hapontuottokyky on olennainen tekijä, ja sivukivijakeiden hapontuottokyky onkin määritetty kahdella eri menetelmällä tulosten luotettavuuden varmistamiseksi.

ABA-testin tulosten perusteella kapseloitava sivukivi voitiin luokitella tammikuun näytettä lukuun ottamatta happoa tuottavaksi sivukiveksi (PAF). NAG-testin perusteella kapseloitava sivukivi luokiteltiin kaikkina analyysikertoina vuonna 2021 happoa tuottamattomaksi sivukiveksi (NAF).

ABA-testit on tehty kuukausittain, kun taas NAG-testi on tehty neljästä kuukausinäytteestä. 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, ja vuosina 2018–2020 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 2013–2020.

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 2021 esiintynyt jonkin verran vaihtelua, mutta kaikkien parametrien osalta tulokset ovat olleet samaa suuruusluokkaa yksittäisissä näytteissä. Ainoa poikkeus vuoden 2021 tuloksissa on tammikuun kapseloitavan sivukiven ABA-testissä luokittelu happoa tuottamattomaksi. Myöskään vuosien 2013–2020 tarkkailutuloksiin verrattuna sivukivijakeiden ominaisuuksissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia. Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei sivukivien ominaisuuksiin liity olennaisia epävarmuuksia.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDE-ESITYKSET

Kevitsan kaivoksen sivukivijakeiden tarkkailua on suoritettu 2021 alkaen päivitetyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Uudella 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 2021, lukuun ottamatta kromin pitoisuutta syyskuussa, jolloin pitoisuus alitti ylemmän ohjearvon. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet PIMA-asetuksen ylemmät ohjearvot vuosina 2013–2021.

Kapseloitava sivukivi luokiteltiin lähes kaikkien kuukausinäytteiden ABA-testin tulosten perusteella happoa tuottavaksi, ainoastaan tammikuun sivukivinäyte oli happoa tuottamattomaa. Näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,69–2,02 % ja NPR-luvut välillä 0,87–3,2. Kapseloitavan sivukiven keskimääräinen rikkipitoisuus vuonna 2021 laski hieman edellisvuodesta, ollen vuosien 2013–2020 vaihteluvälillä. Myös NPR-luku oli vuosien 2013–2020 vaihteluvälillä. NAG-testin NAG_{pH}-arvojen sekä NAPP-arvojen perusteella kapseloitava sivukivi luokiteltiin maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa happoa tuottamattomaksi kaivannaisjätteeksi eli luokkaan NAF. Kapseloitavan sivukiven NAG_{pH}-keskiarvot ovat vaihdelleet vain vähän vuosina 2013–2021.

Normaali sivukivi

Normaalista sivukivestä otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin, kuparin sekä nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot vuonna 2021. Pitoisuuksien keskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot myös vuosina 2013–2020 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Normaalissa sivukivestä vuonna 2021 otettujen näytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,28–0,67 % ja NPR-luvut olivat kaikissa näytteissä >3, eli ABA-testin tulosten perusteella normaali sivukivi ei ollut happoa tuottavaa. Normaalin sivukiven rikkipitoisuuden keskiarvo (0,42 %) oli suurin piirtein samaa tasoa kuin vuosina 2013-2020. NPR-luvun keskiarvo oli samaa tasoa kuin vuosina 2015-2020. Normaali sivukivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Tarvekivi

Tarvekivestä vuoden 2021 aikana otetuissa ja tutkituissa näytteissä kromin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen mukaiset ylemmät ohjearvot. Kuparin osalta ylempi ohjearvo muissa näytteissä näytteessä, mutta pitoisuus alitti ylemmän ohjearvon maalisi- ja joulukuussa, sekä alitti alemman ohjearvon heinäkuussa. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot ovat ylittäneet ylemmät ohjearvot vuosina 2013–2021 otetuissa ja tutkituissa näytteissä.

Tarvekivessä rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,12–0,35 % ja NPR-luvut olivat >3 kaikissa vuoden 2021 näytteissä. ABA-testin tulosten perusteella tarvekivi ei ole happoa tuottavaa. Tarvekiven rikkipitoisuuden keskiarvo on pysytellyt samalla tasolla vuosina 2013–2021. NPR-lukujen keskiarvo on noussut kohtalaisen tasaisesti vuosien 2013-2019 aikana, mutta vuosina 2020-2021 suuntaus on kääntynyt laskuun. Tarvekivi ei ole happoa tuottavaa kaivannaisjätettä myöskään NAG-testin tulosten perusteella.

Jatkotoimenpiteet

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.
- 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	512P (Eurofins Ahma)	512P (Eurofins Ahma)	512P (Eurofins Ahma)	512P (Eurofins Ahma)	512P (Eurofins Ahma)	810L (Eurofins)	811L (Eurofins)	816L (Eurofins)	816L (Eurofins)	826T1 (Eurofins)	826T1 (Eurofins)	826T1 (Eurofins)	826T1 (Eurofins)	827T (Eurofins)	827T (Eurofins)	GQKAB (Jyväskylä)	827T (Eurofins)	827T (Eurofins)	827T (Eurofins)	827T (Eurofins)	
Analytical method description	Multi-element analysis by ICP-OES	Multi-element analysis by ICP-OES	Multi-element analysis by ICP-OES	Multi-element analysis by ICP-OES	Multi-element analysis by ICP-OES	Analysis of S by combustion technique	Analysis of C by combustion technique	Determination of C carb and C non carb by combustion technique	Determination of C carb and C non carb by combustion technique	Single addition NAG test. ARD Test Handbook. 2002	Single addition NAG test. ARD Test Handbook. 2002	Single addition NAG test. ARD Test Handbook. 2002	Single addition NAG test. ARD Test Handbook. 2002	ABA test	ABA test	ABA test	ABA test	ABA test	ABA test	ABA test	
Parameter	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	S	C	C carb	C non carb	NAGpH	EC	NAG (pH 4.5)	NAG (pH 7.0)	AP	NP	NNP	NPR	ANC	MPA	NAPP	
Detection Limit	1	1	50	10	2	0,01	0,05	0,05	0,05					0,3						0,3	
Unit	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 CaCO3/t		kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t	
Kapseloitava sivukivi (Captured waste, CW)																					
CW tammikuu 2021	480	720	57000	46000	620	0,91	0,4	0,26	0,14					28	91		3,2	89	28	-61	
CW helmikuu 2021	480	740	52000	35000	930	1,5	0,34	0,21	0,13					47	62		1,3	61	46	-15	
CW maaliskuu 2021	610	690	58000	41000	590	1	0,7	0,56	0,14	8,8	28,9	0	0	31	76		2,4	74	31	-43	
CW huhtikuu 2021	540	470	58000	33000	360	1,2	0,34	0,16	0,18					38	52		1,4	51	37	-14	
CW toukokuu 2021	500	610	58000	44000	500	1,6	0,42	0,24	0,18					50	92		1,8	90	49	-41	
CW kesäkuu 2021	590	830	57000	36000	1300	1,7	0,42	0,3	0,12	5,8	105	0	1,2	53	67		1,3	66	52	-14	
CW heinäkuu 2021	450	420	56000	46000	420	1,38	0,28	0,16	0,12					43	75	32	1,7	73	42	<0.3	
CW elokuu 2021	460	430	57000	36000	400	1,44	0,55	0,39	0,16					45	70	25	1,6	69	44	<0.3	
CW syyskuu 2021	270	820	65000	58000	810	1,52	0,31	0,14	0,17	7,8	61	Ei tulosta	Ei tulosta	48	100	53	2,1	98	47	<0.3	
CW lokakuu 2021	350	740	47000	40000	440	0,69	0,23	0,09	0,14					22	55	33	2,6	54	21	<0.3	
CW marraskuu 2021	460	700	55000	38000	680	2,02	0,27	0,15	0,12					63	55	<0.3	0,87	54	62	8	
CW joulukuu 2021	520	550	52000	41000	680	1,39	0,33	0,21	0,12	7,3	61,1	Ei tulosta	Ei tulosta	43	65	22	1,5	64	43	<0.3	
Normaali sivukivi (Unusable Waste, UNW)																					
UNW tammikuu 2021	480	470	48000	51000	650	0,43	0,43	0,31	0,12					13	94		7	92	13	-79	
UNW tammikuu 2021 (2)	480	470	48000	50000	650	0,43	0,44	0,29	0,15					13	98		7,3	96	13	-83	
UNW helmikuu 2021	420	410	43000	42000	430	0,36	0,31	0,16	0,15					11	85		7,6	83	11	-72	
UNW maaliskuu 2021	530	340	44000	43000	540	0,38	0,4	0,24	0,16	9,6	29	0	0	12	84		7,1	82	12	-70	
UNW maaliskuu 2021 (2)										9,3	27	0	0								
UNW huhtikuu 2021	460	370	44000	41000	440	0,67	0,32	0,15	0,17					21	80		3,8	78	21	-57	
UNW toukokuu 2021	550	540	51000	46000	650	0,32	0,36	0,24	0,12					10	91		9,1	89	9,8	-79,2	
UNW kesäkuu 2021	480	410	47000	56000	580	0,29	0,29	0,14	0,15	8,7	22	0	0	9,1	92		10	90	8,9	-81,1	
UNW Heinäkuu 2021	690	590	50000	54000	660	0,38	0,33	0,14	0,19					12	67	55	5,6	66	12	<0.3	
UNW Elokuu 2021	530	440	47000	51000	630	0,63	0,3	0,14	0,16					20	66	46	3,4	65	19	<0.3	
UNW Syyskuu 2021	380	280	43000	60000	450	0,28	0,22	0,08	0,14	8,7	18,5	Ei tulosta	Ei tulosta	8,8	81	72	9,3	79	8,6	<0.3	
UNW Lokakuu 2021	660	260	44000	47000	530	0,41	0,48	0,33	0,15					13	75	62	5,9	73	13	<0.3	
UNW Marraskuu 2021	1000	240	45000	50000	570	0,45	0,69	0,57	0,12					14	98	84	7	96	14	<0.3	
UNW Joulukuu 2021	830	470	44000	37000	550	0,49	0,39	0,26	0,13	8,7	26,9	Ei tulosta	Ei tulosta	15	56	41	3,7	55	15	<0.3	
Tarvekivi (Usable Waste, USW)																					
USW tammikuu 2021	360	330	40000	48000	470	0,19	0,21	0,09	0,12					5,9	77		13	75	5,8	-69,2	
USW helmikuu 2021	520	260	40000	41000	370	0,18	0,35	0,16	0,19					5,6	60		11	59	5,5	-53,5	
USW maaliskuu 2021	480	150	36000	41000	490	0,14	0,25	0,1	0,15	9,2	20	0	0	4,4	52		12	51	4,3	-46,7	
USW huhtikuu 2021	430	250	41000	41000	380	0,15	0,39	0,24	0,15					4,7	56		12	55	4,6	-50,4	
USW toukokuu 2021	570	210	41000	45000	510	0,19	0,45	0,3	0,15					5,9	64		11	63	5,8	-57,2	
USW kesäkuu 2021	490	300	45000	42000	440	0,35	0,29	0,16	0,13	8,8	53,8	0	0	11	83		7,6	81	11	-70	
USW Heinäkuu 2021	680	130	42000	52000	510	0,15	0,34	0,15	0,19					4,7	65	60	14	64	4,6	<0.3	
USW Elokuu 2021	360	260	41000	45000	380	0,16	0,23	0,08	0,15					5	55	50	11	54	4,9	<0.3	
USW Syyskuu 2021	420	270	44000	54000	420	0,16	0,28	0,11	0,17	9,3	17,7	Ei tulosta	Ei tulosta	5	66	61	13	65	4,9	<0.3	
USW Lokakuu 2021	710	220	40000	44000	390	0,14	0,41	0,25	0,16					4,4	59	55	13	58	4,3	<0.3	
USW Marraskuu 2021	770	370	39000	42000	520	0,23	0,33	0,19	0,14					7,2	49	42	6,8	48	7	<0.3	
USW Joulukuu 2021	760	190	31000	36000	450	0,12	0,4	0,26	0,14	7,2	16,9	Ei tulosta	Ei tulosta	3,8	48	44	13	47	3,7	<0.3	

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
 GQKAB: ABA test