
	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
ETM	12.5.2022 / 1	1(23)	
Laatija(t)	Hyväksyjä		
Anna Alhoke, Tero Reijonen			

Raportti sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021


	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	2(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	3
2 Sivukivien käsittely ja tarkkailun toteuttaminen	3
2.1 Läjitetyn sivukiven määrä ja laatu.....	4
2.2 Sivukiven läjitysalueen täytön sisäinen vesi	17
2.3 Sivukiven läjitysalueen suoto- ja sulamisvedet	18
3 Rikastushiekan käsittely ja tarkkailun toteuttaminen	19
3.1 Kemiallinen koostumus.....	20
3.2 Neutralointipotentiaalisuhde	21
3.3 Liukoisuusominaisuudet	22
3.4 Rikastushiekka-altaiden vesi	24
4 Yhteenveto.....	25

LIITELUETTELO

- Liite 1 Sivukivien läjitysalue 2021
- Liite 2 Aumakohtaiset analyysitulokset hyötykäytetystä sivukivestä 2021
- Liite 3 Alkuperäiset analyysitulokset 2021
- Liite 4 Aumakerrosten keskiarvot 2021
- Liite 5 Täytön sisäinen vesi sivukivialueella 2021
- Liite 6 a-e Rikastushiekköjen analyysitulokset 2021
- Liite 7 Koerakenteen vuosiraportti 2021

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	3(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

1 Johdanto

Vuosi 2021 oli Kittilän kaivoksen kahdestoista täysi tuotantovuosi. Malmia louhittiin yhteensä 2 089 535 tonnia, josta kaikki louhittiin maanalaisesta kaivoksesta. Sivukiveä louhittiin 1 115 658 tonnia, jota hyötykäytettiin mm. patorakentamiseen ja maanalaiseen louhostäyttöön yhteensä 1 504 901 tonnia. Suurin osa hyötykäytetystä sivukivestä otettiin sivukiven läjitysalueelta. Sivukiven läjitysalueelle läjitettiin 686 661 tonnia kiveä.

Tämä raportti koskee Kittilän kaivoksen sivukiven, rikastushiekkojen ja näiden läjitysalueiden tarkkailua vuonna 2021. Tarkkailua on toteutettu 17.12.2020 päivätyn tarkkailuohjelman (Kittilän kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma) mukaisesti. Tuotantovaiheen tarkkailuohjelma päivitettiin vastaamaan 29.5.2020 voimaan astunutta ympäristölupaa (67/2020). Lapin ELY-keskus hyväksyi tarkkailuohjelman 10.12.2020 antamallaan päätöksellä (LAPELY/2651/2018).

Kaivosyhtiö on myös laatinut erillisen Kittilän kaivoksen kaivannaisjätteiden jätehuoltosuunnitelman, jonka viimeisin päivitys on tehty 9.11.2021.

Tapojärvi Oy suorittaa yhdessä Kemin Digipolis Oy:n kanssa geopolymeerikoerakenne pinnoitusainetutkimusta sivukiven läjitysalueen eteläosassa (kuva 1). Koetoiminnasta ilmoitettiin Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle 7.7.2017, jonka jälkeen P-S AVI antoi asiasta ratkaisun 24.8.2017 (Dnro PSAVI/2163/2017). Koetoimintakasa muodostettiin 2018 syksyllä ja koetoiminnan aloittamisesta on ilmoitettu Lapin ELY-keskukselle sekä Kittilän kunnan ympäristöviranomaiselle 4.9.2018. Erillinen koetoimintaraportti on liitteenä (Liite 7).

2 Sivukivien käsittely ja tarkkailun toteuttaminen


Kittilän kaivokselle on rakennettu erillinen sivukiven hallintajärjestelmä (2.7.2008, päivitetty 30.8.2020), johon sivukiven tunnistaminen, kiven läjittäminen ja läjitysalueen hallinta perustuu. Hallintajärjestelmän mukaisesti Kittilän kaivoksella sivukivet jaetaan ympäristökelpoisiin OK -kiviin sekä läjitettäviin mahdollisesti happoa tuottaviin PWR -kiviin (Problematic Waste Rock).

Hyvälaatuista OK -sivukiveä hyödynnetään maarakentamisessa kaivosalueella ja sen ulkopuolella, mikäli se teknisiltä ominaisuuksiltaan täyttää käyttötarkoituksen tekniset vaatimukset. OK -kiveä hyötykäytetään myös tarvittaessa ongelmallisen PWR – sivukiven läjitysalueen pohja- ja peittorakenteissa.

PWR- sivukivet läjitetään voimassa olevien ympäristölupamääräysten (päätökset nrot 67/2020, 72/2013/1 ja 220) mukaisesti Suurikuusikon sivukiven läjitysalueelle.

Ongelmallisen PWR -sivukiven läjityksen seuranta varten Suurikuusikon läjitysalue on jaettu säännöllisen kokoihin osa-alueisiin, aumoihin. Yhden auman koko on pinta-alaltaan 50 x 200 metriä ja korkeus 10 m. Sivukiviaumat täytetään suunnitellussa järjestyksessä ja jokaisesta sivukivikuormasta talletetaan tieto siitä, mistä räjäytyskentästä kuorma on lastattu ja mihin aumaan se on läjitetty.

Jokaisesta aumasta otetaan kolme osanäytettä (noin 3 kg), joista määritetään kiviaineksen karbonaattipitoisuus, rikkipitoisuus sekä vähintään antimoni- ja arseenipitoisuudet. Analyysitulosten perusteella aumalle määritetään sen keskimääräinen rikki- ja karbonaattipitoisuus. Pitoisuuksien avulla lasketaan auman neutralointi- ja haponmuodostuspotentiaaliarvot (NP- ja AP-arvot), joiden avulla arvioidaan auman neutralointipotentiaalisuhde (NP/AP). Voimassa olevan ympäristölupapäätöksen nro 67/2020 mukaisesti PWR -kiven ylä- ja alapuolelle tulee sijoittaa neutralointipotentiaalia omaavaa kiveä paksuudelta, joka laskennallisesti riittää estämään haponmuodostuksen. Aumasta otettujen sivukivinäytteiden kemiallisesta analysoinnista on vastannut vuoteen 2020 asti Eurofins Labtium Oy:n Kuopion toimipiste. Vuonna 2021

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	4(23)
Laatija(t)	Hyväksyjä		
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

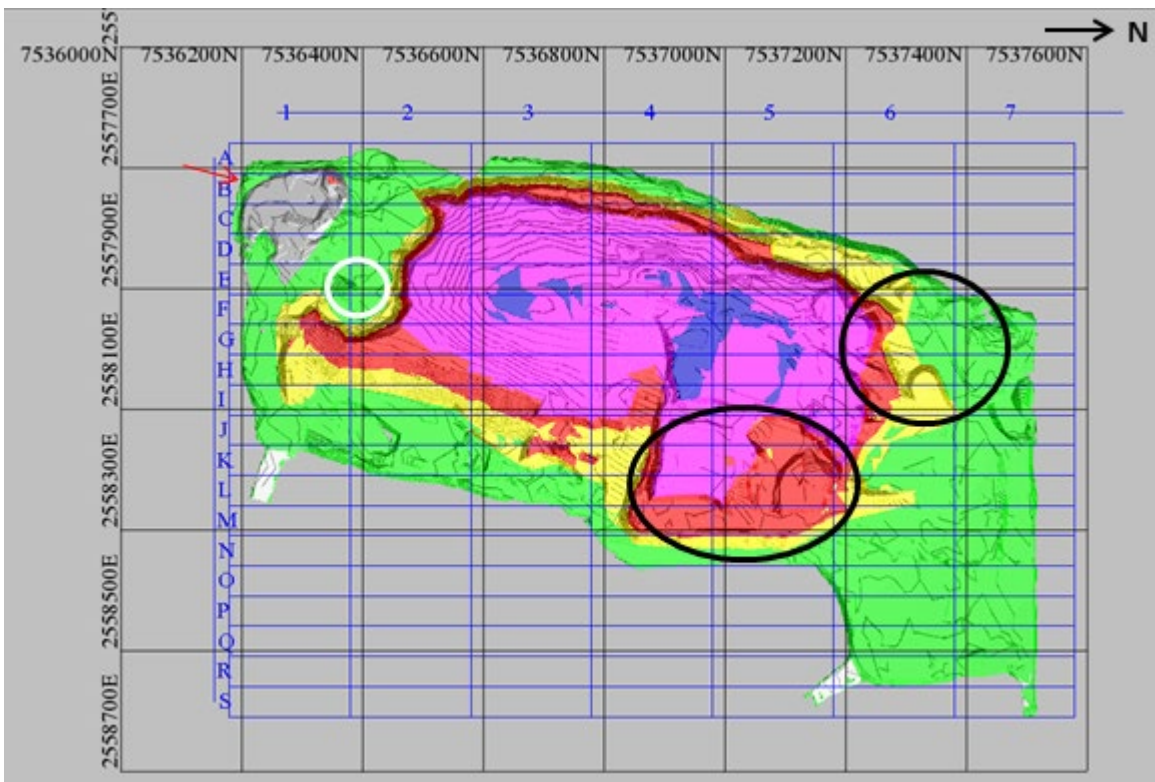
näytteiden analysoinnista on vastannut Eurofins Labtium Oy:n Sodankylän toimipiste Kuopion toimipisteen sulkauduttua.


2.1 Läjitetyn sivukiven määrä ja laatu

Vuoden 2021 louhittu kokonaissivukivimäärä oli 1 115 668 tonnia, joka louhittiin kokonaisuudessaan maanalaisesta kaivoksesta. Sivukiveä hyötykäytettiin yhteensä 1 504 901 tonnia. Hyötykäytetty sivukivimäärä jakaantui käyttötarkoituksittain seuraavasti: 377 618 t maanalaiseen louhostäyttöön, 743 267 t patorakentamiseen ja muuhun rakentamiseen 384 016 t. Sivukiven läjitysalueelle läjitettiin 686 661 tonnia kiveä. Kuva Suurikuusikon sivukiven läjitysalueesta on esitetty liitteessä 1.

Vuonna 2021 sivukivikasalta on hyötykäytetty PWR-kiveä patorakentamiseen. Sivukivikasalta siirrettiin PWR-kiveä noin 678 867 t. PWR-kiveä otettiin hyötykäyttöön usealta eri aumalta, tarkemmat aumatiedot löytyvät liitteestä 2 ja kuvasta 1. Hyötykäytetyn sivukiven NP/AP-suhde ja haitta-ainepitoisuudet on laskettu ottamalla vuoden 2020 raportin mukaiset aumakerrosten keskipitoisuudet ja laskemalla niistä tonneilla painotettu keskipitoisuus jokaiselle siirretylle aumakerrokselle. Vuoden 2021 aikana osin samoille aumoille läjitettiin myös uutta materiaalia, joten siirretyn materiaalin tarkkaa aumakohtaista tonnimäärää ei saa jaoteltua. Tästä syystä siirretyt tonnimäärät on arvioitu mittaus- ja lastaustietojen perusteella. Vuonna 2021 hyötykäytettyjen sivukivien NP/AP-suhde oli >3 , joten sen perusteella siirretyn kiven karbonaattipitoisuus on jo sellaisenaan riittävä neutraloimaan sulfidipitoisuuden aiheuttaman hapontuottopotentiaalin. Patorakentamiseen käytettyjen PWR-kivien aumakohtaiset keskipitoisuudet ja käytettyjen kivien arvioidut määrät on esitetty liitteessä 2.

Tässä raportissa esitetyissä taulukoissa läjitetty sivukivi on jaettu todellisiin 10m paksuihin kerroksiin (nollapintana pohjakerroksen pinta).



	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	5(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Kuva 1. 10m paksut laskennassa käytetyt kerrokset (vihreä=pohjakerros, keltainen=1.läjityskerros, punainen=2.läjityskerros, violetti=3.läjityskerros, sininen=4.läjityskerros) ja aumajako (sininen ruudukko) vuoden 2021 lopun tilanteen mukaan. Musta nuoli osoittaa pohjoiseen. Punaisen nuolen osoittamassa paikassa on tilapäisesti läjitettynä n 100 000 t OK-sivukiveä (tummanharmaa). Valkoinen ympyrä osoittaa koetoiminta-alueen sijainnin. Mustat soikiot osoittavat muuttuneet alueet, joille läjitettiin tai joilta siirrettiin PWR-kiveä patorakentamiseen.

Vuoden 2021 aikana analysoitiin 36 sivukivinäytettä; näytteitä otettiin läjitysalueen luoteisnurkasta. Vuoden loppuun mennessä Suurikuusikon läjitysalueelta on analysoitu yhteensä 1345 näytettä. Näytteenoton vuosittainen jakaantuminen eri kerroksiin on esitetty taulukossa 1. Aumakohtaiset näytemäärät kerroksittain on esitetty taulukossa 2.


Taulukko 1. Analysoitujen sivukivinäytteiden määrä eri kerroksista. Kerrosjako 10 m paksuina kerroksina.

VUOSI	POHJA	1.KERROS	2.KERROS	3.KERROS	4.KERROS	YHTEENSÄ
2007	14	3				17
2008	101	21				122
2009	56	24	28			108
2010	113	22	99	36		270
2011	3	3	114	78		198
2012		12	6			18
2013			12	3		15
2014	66	42	48	66	24	246
2015	3	15	12	3	3	36
2016		27	9	3		39
2017	15	46	9	7		77
2018		28	17	10		55
2019		13	9	28		50
2020			24	34		58
2021		10	12	14		36
TOT	371	266	399	282	27	1345

Taulukko 2. Aumasta analysoitujen sivukivinäytteiden määrä kerroksittain vuoden 2021 lopussa. Kerrosjako 10 m paksuina kerroksina.

	POHJA	1.KERROS	2.KERROS	3.KERROS	4.KERROS	YHTEENSÄ
MIN	2	1	1	3	1	3
KA	5	6	9	7	3	17
MAX	12	43	42	42	6	118

Vuoden 2021 lopussa Suurikuusikon sivukiven läjitysalueella oli 5m paksu pohjakerros valmiina 92 auman alueella, yhteensä n. 8.0 Mt. Pohjakerroksen päälle oli läjitettynä PWR-kiveä neljään max 10m paksuun kerrokseen yhteensä n. 15.8 Mt (taulukko 3). Näytteitä on pyritty ottamaan jokaisen auman jokaisesta kerroksesta, mutta käytännössä aivan jokaisesta paikasta ei ole näytteitä voitu ottaa. Pohjakerroksen osalta suurin osa aumoista, joista vielä puuttuu näytteitä, ovat varsinaisen PWR-läjitetyksen ulkopuolella, joten

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	6(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		


pohjakerroksen osalta näytteenoton kattavuus oli vuoden lopussa käytännössä 91 %. Koska PWR-kiven hyötykäyttö paikoin paljastaa pohjakerroksen uudelleen, on lisänäytteenottoa suoritettu ja voidaan edelleen suorittaa näillä alueilla. PWR-läjityksen osalta näytteenoton kattavuus oli vuoden 2021 näytteenoton seurauksena 92 % läjitetyistä tonneista (Taulukko 3). Aumat, joista PWR-näytteitä vielä puuttuu, ovat pääosin joko ensimmäisen tai ylimpien PWR-kerrosten alueelta. Useimmat ensimmäisen PWR-kerroksen puuttuvat näytteet ovat paksummissa osissa, missä kerroksen pinnalta otetut näytteet ovatkin kuuluneet jo toiseen 10m paksuun kerrokseen. Näistä paikoista täydentävää näytteenottoa ei yleensä voi enää tehdä ja niiden osalta on ko kerroksen laskennassa käytetty saman auman alemman/ylemmän PWR-kerroksen analyysituloksia. Tällaisia arvioituja aumakerroksia oli vuoden 2021 lopussa 40 kpl edustaen n. 1,3 Mt sivukiveä. Näytteenotto on vielä kesken niiden aumojen osalta, joissa puuttuvat näytteet ovat ylimmistä PWR-kerroksista. Tällaisia kesken olevia aumakerroksia oli vuoden 2020 lopussa 34 kpl edustaen n. 0,9 Mt sivukiveä (taulukko 3).

Osasta aumoja, jotka oli aiemmin luokiteltu nimellä ”auma”, josta ei enää saa lisänäytteitä (taulukko 3), voidaan tulevaisuudessa ottaa lisänäytteitä, mikäli PWR-kivien hyötykäyttö sen sallii.

Taulukko 3. Läjityksen ja näytteenoton määrät ja näytteenoton kattavuus vuoden 2021 lopussa.

		OK	PWR	PWR	PWR	PWR	PWR	KAIKKI
		POHJA	YHT	1.KERR	2.KERR	3.KERR	4.KERR	YHT
LÄJITYS 31-12-2021								
TILANNE	Aumakerroksia kpl	92	169	60	55	42	12	261
	Mt	8.0	15.8	7.4	5.4	2.9	0.1	23.8
TOTEUTUNUT	Aumakerroksia kpl	77	127	43	43	35	6	204
NÄYTTEENOTTO	Mt	7.3	14.5	6.5	5.2	2.8	0.0	21.8
31-12-2021 TILANNE	Osuus KOKONAIS-	91 %	92 %	88 %	96 %	98 %	49 %	92 %
	tonneista							
ARVIOIDUT AUMAT	Aumakerroksia kpl	16	40	16	12	7	5	56
31-12-2021 TILANNE	Mt	0.7	1.3	0.9	0.2	0.1	0.0	2.0
	Osuus KOKONAIS-	9 %	8 %	12 %	4 %	2 %	51 %	8 %
	tonneista							
TOTEUTUNUT+ARVIOITU	Aumakerroksia kpl	93	167	59	55	42	11	260
31-12-2021 TILANNE	Mt	8.0	15.8	7.4	5.4	2.9	0.1	23.8
	Osuus KOKONAIS-	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	99 %	100 %
	tonneista							
ARVIOITUJEN AUMOJEN OSALTA:								
NÄYTTEENOTTO	Aumakerroksia kpl	16	34	14	10	7	3	50
KESKEN	Mt	0.7	0.9	0.6	0.2	0.1	0.0	1.6
31-12-2021 TILANNE	Osuus KOKONAIS-	9 %	6 %	8 %	4 %	2 %	32 %	7 %
	tonneista							
AUMAT, JOISTA EI ENÄÄ	Aumakerroksia kpl	0	6	2	2	0	2	6
SAA LISÄNÄYTTEITÄ	Mt	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4
(= JÄÄVÄT	Osuus KOKONAIS-	0 %	2 %	4 %	1 %	0 %	18 %	2 %
ARVIOIDUIKSI)	tonneista							


Kunkin auman jokaisesta 10m kerroksesta otettujen osanäytteiden avulla laskettiin kerrosten neutralointi- ja haponmuodostuspotentiaalain keskiarvot (NP- ja AP-arvot). NP- ja AP-arvojen avulla määritetään auman neutralointipotentiaalisuhde (NP/AP). Lisäksi osanäytteiden avulla määritettiin kunkin auman jokaisen kerroksen keskimääräinen antimoni-, arseeni-, kupari-, mangaani-, nikkeli-, rauta- ja sinkkipitoisuus. Koko kasan aumakohtaiset arvot laskettiin painottamalla yksittäisten kerrosten analyysiarvoja kerroksen tonneilla.

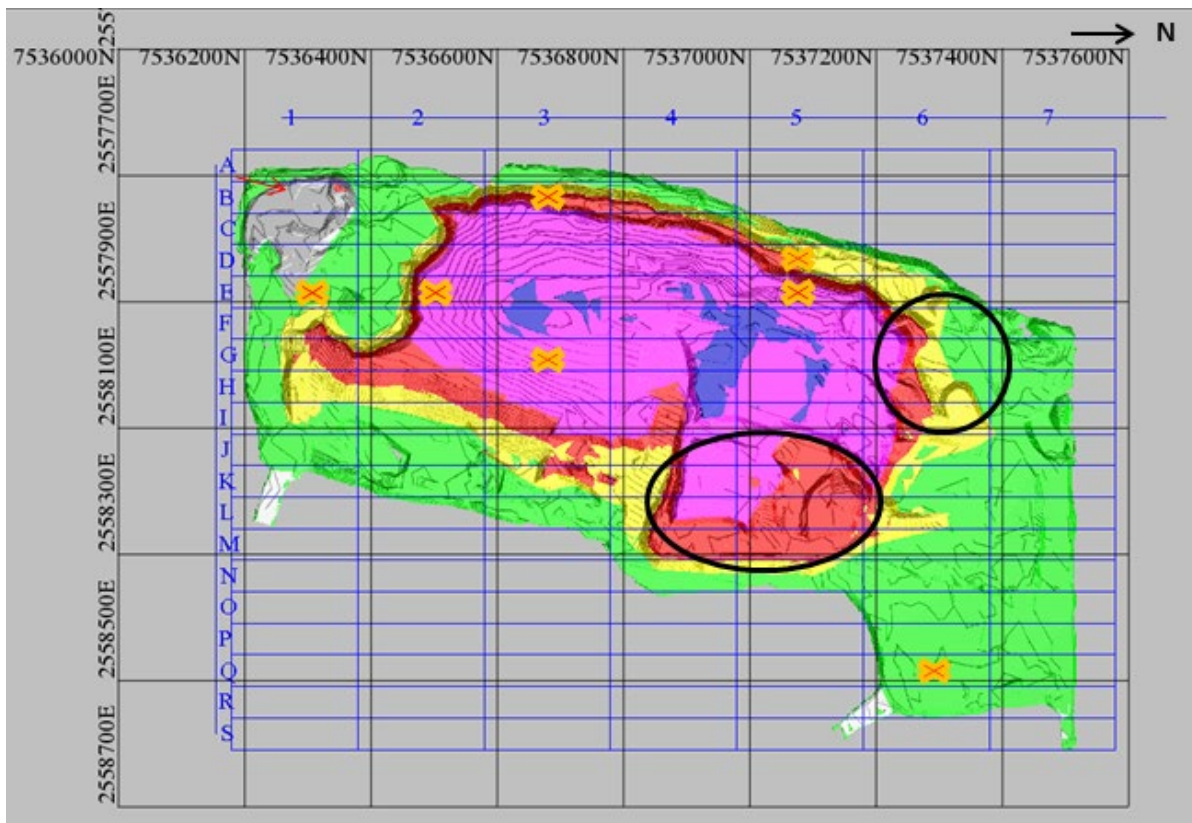
	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	7(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Hyötykäyttöön menneen PWR-kiven osalta laskennassa käytettiin olemassa olevia auma- ja kerroskohtaisia analyysejä (vuoden 2020 raportin mukaiset auma- ja kerroskohtaiset keskiarvot), ja niiden osuus otettiin vastaavasti pois laskennasta sivukiviläjitelyalueen vuoden 2021 lopun tilanteen mukaisesti (Kuva 1). Mikäli aumaan jäi vielä vuoden 2021 lopussa materiaalia, tuon alueen näytteet (joko kaikki, tai vain osa näytteistä) jätettiin mukaan seuraavan vuoden laskentaan.

Liitteessä 3 on esitetty sivukivikasoista otetut analyysitulokset ja liitteessä 4 sivukivikasojen aumat kerroksittain. Lisäksi taulukoihin 4 ja 5 on koottu aumakohtaiset keskiarvot aumojen osalta. Tuloksista voidaan todeta seuraavaa:


- Pohjakerros: noin 5 m paksun pohjakerroksen (kerros0 = OK-kivet) näytteet aumoittain sekä kaikkien näytteiden keskiarvo:
 - o Taulukkoon on merkitty punaisella aumat, joiden NP/AP-suhde on tässä kerroksessa <3 ja S>0,5 %. Tällaisia aumoja on tässä kerroksessa 7 kpl (1E, 2E, 3B, 3G, 5D, 5E, ja 6Q). Aumat on merkitty myös kuvaan 2.
 - Todennäköisenä syynä alhaiseen NP/AP-suhteeseen on näytteenotossa tehty virhe. Lohkareisen louhekerroksen päälle on paikoin ajettu ohut hienompirakeinen ja kiisurikkaampi kerros ajotieksi ja todennäköisesti osa näytteistä on otettu tästä aineksestä. Tähän viittaa mm. se, että aumakohtaisten näytteiden keskinäinen vaihtelu on suurta.
 - Auma 6Q sijaitsee varsinaisen sivukiviläjitelyalueen ulkopuolella, malmin välivarastoalueella (Low Grade Pad), joten sen päälle ei läjitetä sivukiviä.
 - Aumat 2E, 3G ja 5E ovat läjityksen keskellä, eikä niistä voi enää ottaa lisänäytteitä
 - Muiden "ongelma"-aumojen kohdalta pyritään tekemään tarvittaessa lisänäytteenottoa oikean NP/AP-suhteen selvittämiseksi, mikäli näytteenotto voidaan turvallisesti suorittaa
 - o 16 auman osalta (1A-C, 1K, 2A, 2L, 3A, 3M, 4A, 4O, 5O, 7E, 7K-N) ei ole ollut käytössä näytteitä, joten niiden osalta on käytetty arvioituja pitoisuuksia
 - Aumat edustavat 0,7 Mt, eli n 9 % koko pohjakerroksen materiaalista
 - Lähes kaikki aumat sijaitsevat joko sivukiviläjitelyksen reuna-alueilla tai malmin välivarastoalueella
 - Näistä aumoista otetaan tulevaisuudessa lisänäytteenottoa, mikäli näytteenotto voidaan turvallisesti suorittaa
 - Lisänäytteenottoa voidaan todennäköisesti suorittaa ainakin aumoista 7K-N

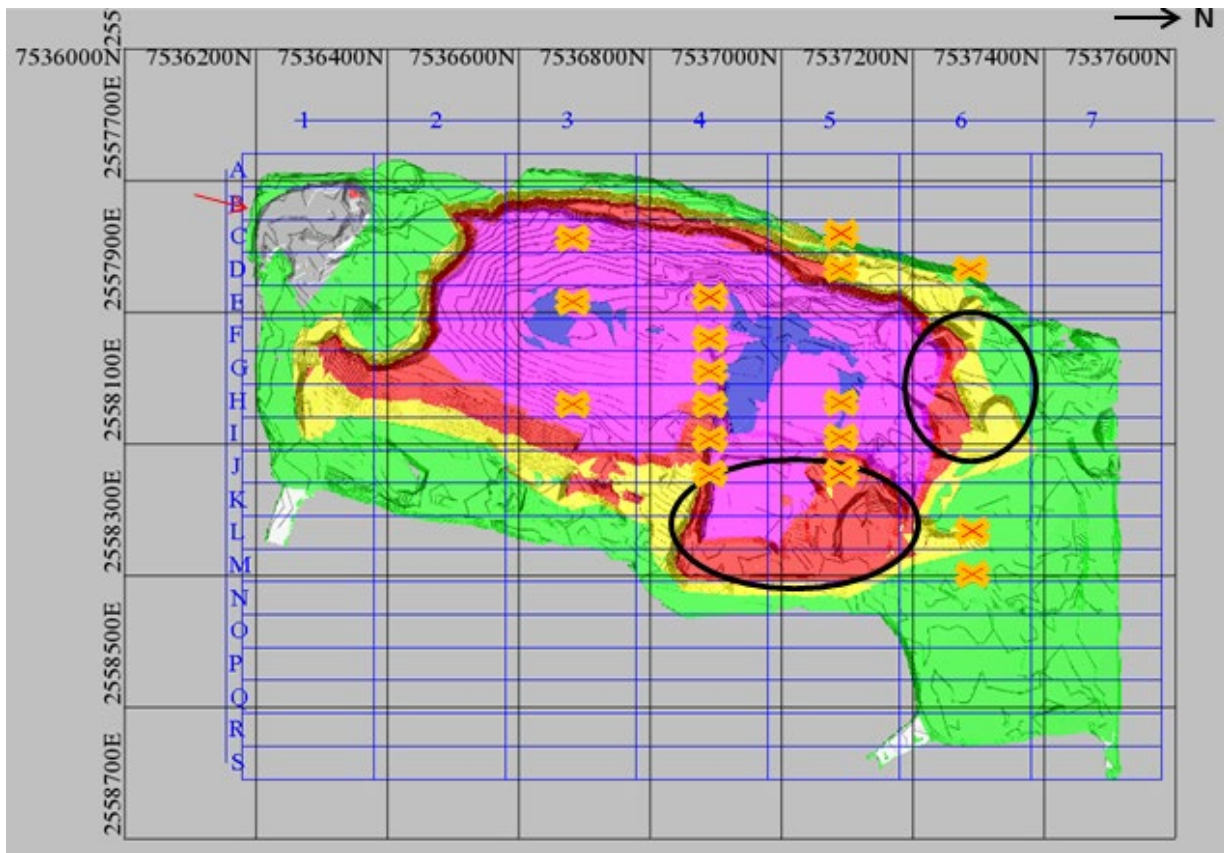
	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	8(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		



Kuva 2. Pohjakerroksen (vihreä) aumat, joissa NP/AP-suhde on <3 (oranssit X:t)


- 1.kiisukerros: alimmaisen 10m paksun kiisukivi-kerroksen (kerros1 = PWR-kivet) näytteet aumoittain sekä kaikkien näytteiden keskiarvo:
 - o Tätä kerrosta on hyötykäytetty v 2021 aikana (mustat soikiot)
 - o Taulukkoon on merkitty punaisella aumat, joiden NP/AP-suhde on tässä kerroksessa <3 ja S>0,5 %. Tällaisia aumoja on tässä kerroksessa 17 kpl (3C, 3E, 3H, 4E-4J, 5C, 5D, 5H-5J, 6D, 6L ja 6M). Aumat on merkitty myös kuvaan 3.
 - Useimmissa aumoissa käytetty näytemäärä on suhteellisen alhainen ja lisänäyteenotolla voitaisiin estää yksittäisten anomaalisten tulosten vaikutusta. Suurin osa aumoista on kuitenkin sellaisilla alueilla, että lisänäyteenotto ei enää ole mahdollista.
 - o 16 auman osalta (1H-I, 1F, 2B, 2I-J, 3I-J, 4B, 4N, 5C, 5M-N, 6D, 6K ja 6M) on käytetty arvioituja pitoisuuksia
 - Aumat edustavat 0,9 Mt, eli n 12 % koko 1.kiisukerroksen materiaalista
 - Joistakin aumoista voitaneen ottaa tulevaisuudessa tarvittavat näytteet. Samoin lisänäyteenottoa pyritään tekemään myös siellä, missä aumakohtaiset näytemäärät ovat alhaiset.

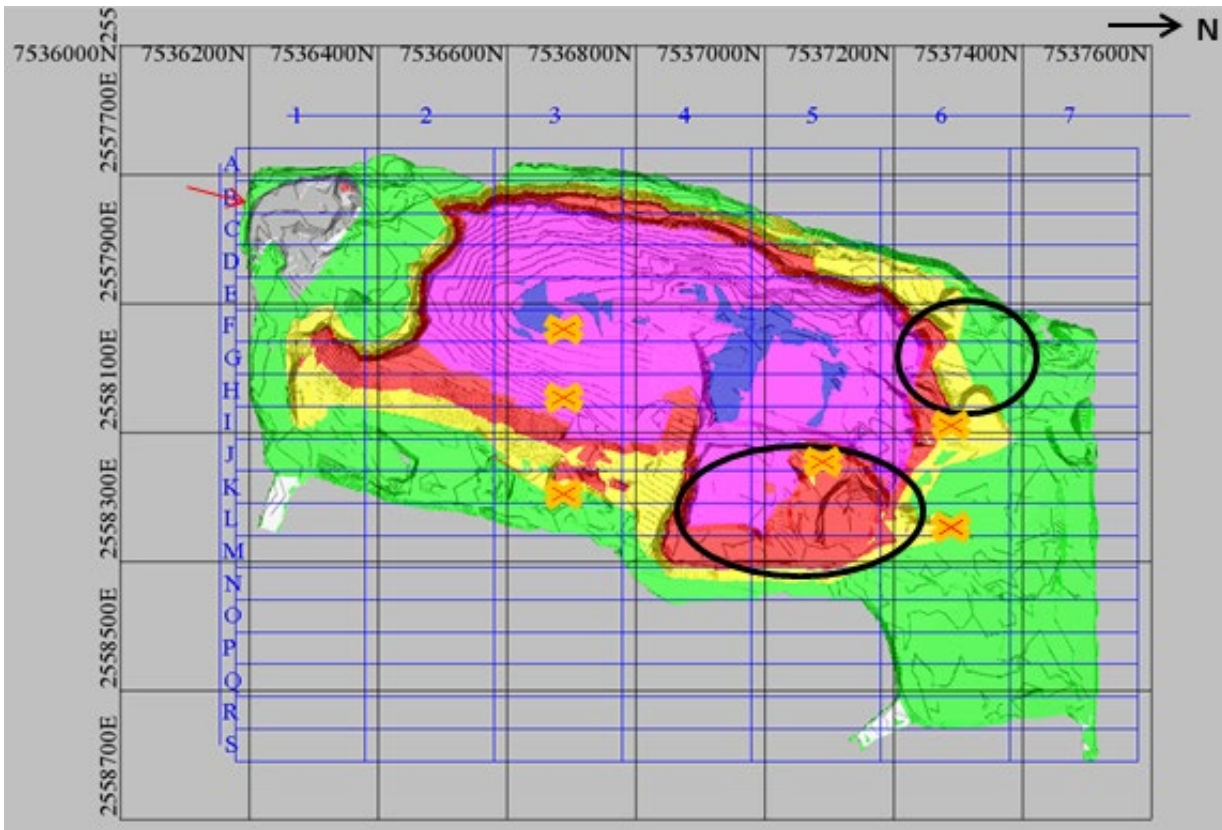
	Asiakirjan nimi Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka ETM	Pvm. / Versio 12.5.2022 / 1	Sivu 9(23)
	Laatija(t) Anna Alhoke, Tero Reijonen		Hyväksyjä



Kuva 3. 1. Kiisukerroksen (keltainen) aumat, joissa NP/AP-suhde on <3 (oranssit X:t)


- 2.kiisukerros: alimmaisena 10m paksun kiisukivi-kerroksen (kerros2 = PWR-kivet) näytteet aumoittain sekä kaikkien näytteiden keskiarvo:
 - o Tätä kerrosta on hyötykäytetty v 2021 aikana (mustat soikiot)
 - o Taulukkoon on merkitty punaisella aumat, joiden NP/AP-suhde on tässä kerroksessa <3 ja S>0,5 %. Tällaisia aumoja on tässä kerroksessa 6 kpl (3F, 3H, 3K, 5J, 6I, 6L). Aumat on merkitty myös kuvaan 4.
 - Useimmissa aumoissa käytetty näytemäärä on riittävä, eikä lisänäytteenottoa välttämättä enää tarvita
 - o 12 auman osalta (1H, 2B, 2H-I, 4 K,4N, 5C, 5N, 6E, 6K, 6L ja 6M) on käytetty arvioituja pitoisuuksia
 - Aumat edustavat 0,2 Mt, eli n 4 % koko 2.kiisukerroksen materiaalista
 - 1H, 2H ja 2I aumojen alueelle on tehty maisemointitestialue, joten näistä aumoista ei voi enää ottaa lisänäytteitä
 - Osa aumoista (4N, 5C, 5N ja 6K) sijaitsevat pääosin läjitysalueen reunalla, joten niistä lisänäytteenottoa ei todennäköisesti voi enää turvallisesti tehdä

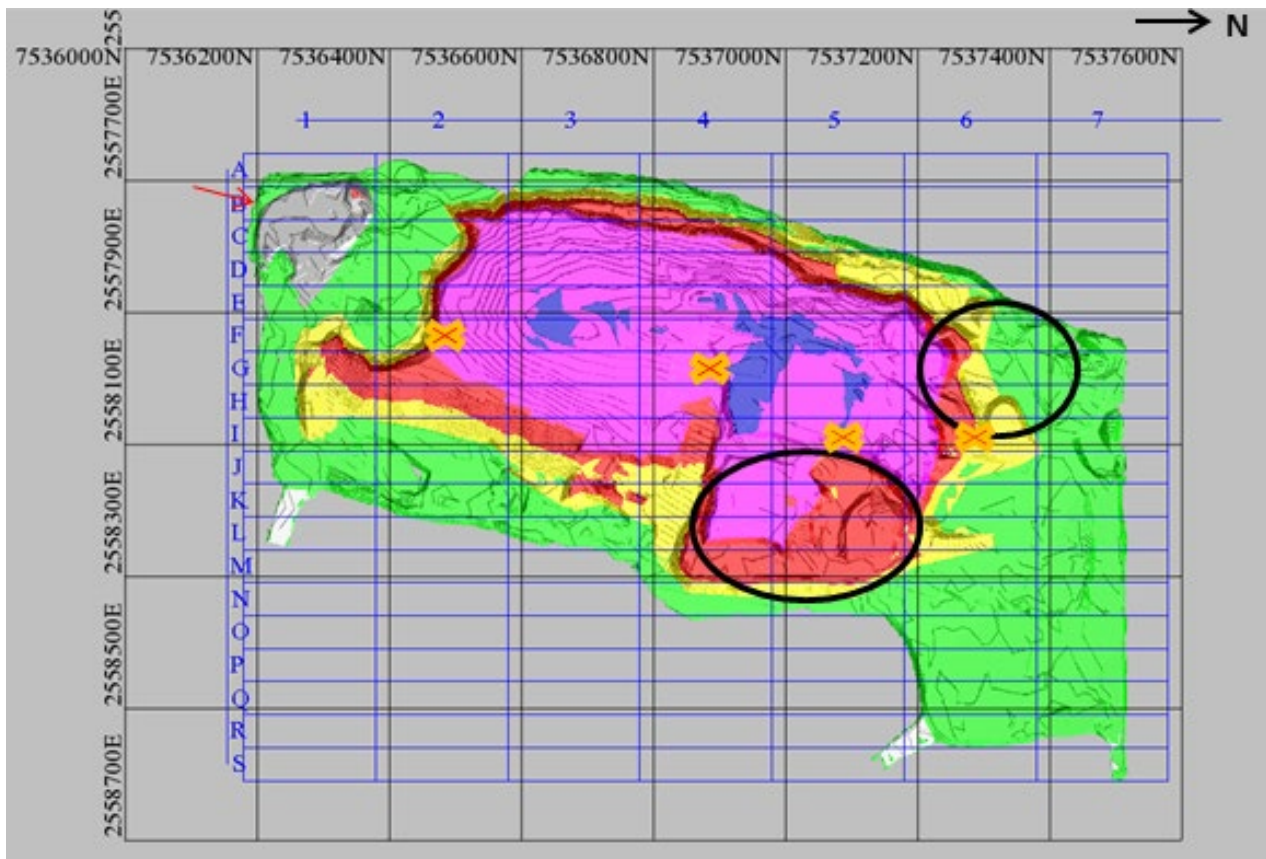
	Asiakirjan nimi Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiikkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka ETM	Pvm. / Versio 12.5.2022 / 1	Sivu 10(23)
	Laatija(t) Anna Alhoke, Tero Reijonen		Hyväksyjä



Kuva 4. 2. Kiisukerroksen (punainen) aumat, joissa NP/AP-suhde on <3 (oranssit X:t)


- 3.kiisukerros: alimmaisen 10m paksun kiisukivi-kerroksen (kerros3 = PWR-kivet) näytteet aumoittain sekä kaikkien näytteiden keskiarvo:
 - o Tätä kerrosta on hyötykäytetty v 2021 aikana (mustat soikiot)
 - o Taulukkoon on merkitty punaisella aumat, joiden NP/AP-suhde on tässä kerroksessa <3 ja $S > 0,5\%$. Tällaisia aumoja on tässä kerroksessa 4 kpl (2F, 4G, 5I ja 6I). Aumat on merkitty myös kuvaan 5.
 - Useimmissa aumoissa käytetty näytemäärä on riittävä, eikä lisänäytteenottoa välttämättä enää tarvita.
 - o 7 auman osalta (2B, 5D, 5M, 6E, 6I-K) on käytetty arvioituja pitoisuuksia
 - Aumat edustavat 0,1 Mt, eli n 2 % koko 3.kiisukerroksen materiaalista
 - Osa aumoista (6J, 6K) sijaitsevat pääosin läjitysalueen reunalla, joten niistä lisänäytteenottoa ei todennäköisesti voi enää turvallisesti tehdä
 - lähestulkoon kaikista muista aumoista voitaneen ottaa tarvittavat näytteet tulevaisuudessa

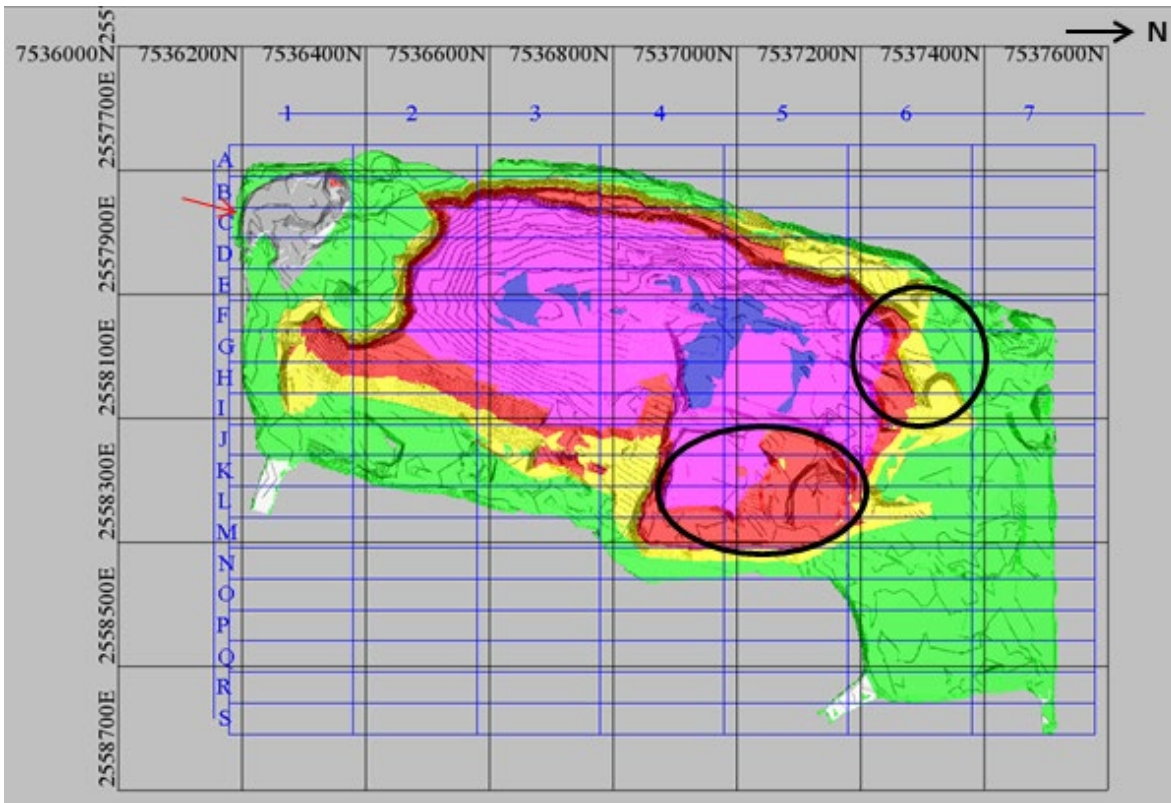
	Asiakirjan nimi Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka ETM	Pvm. / Versio 12.5.2022 / 1	Sivu 11(23)
	Laatija(t) Anna Alhoke, Tero Reijonen		Hyväksyjä



Kuva 5. 3. Kiisukerroksen (violetti) aumat, joissa NP/AP-suhde on <3 (oranssit X:t)


- 4.kiisukerros: alimmaisen 10m paksun kiisukivi-kerroksen (kerros4 = PWR-kivet) näytteet aumoittain sekä kaikkien näytteiden keskiarvo:
 - o tätä kerrosta on hyvin ohuesti hyvin pienellä alalla; läjitetyn PWR-kiven määrä 4.kerroksessa on yhteensä vain n 59 000 t
 - o näytteiden otto 4.kiisukerroksesta on aloitettu ja jatkuu tulevaisuudessa.
 - o 5 auman osalta (3E, 3F, 4E, 4F, 5F) on käytetty arvioituja pitoisuuksia
 - Kaikista aumoista voidaan ottaa tarvittavat näytteet tulevaisuudessa

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	12(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

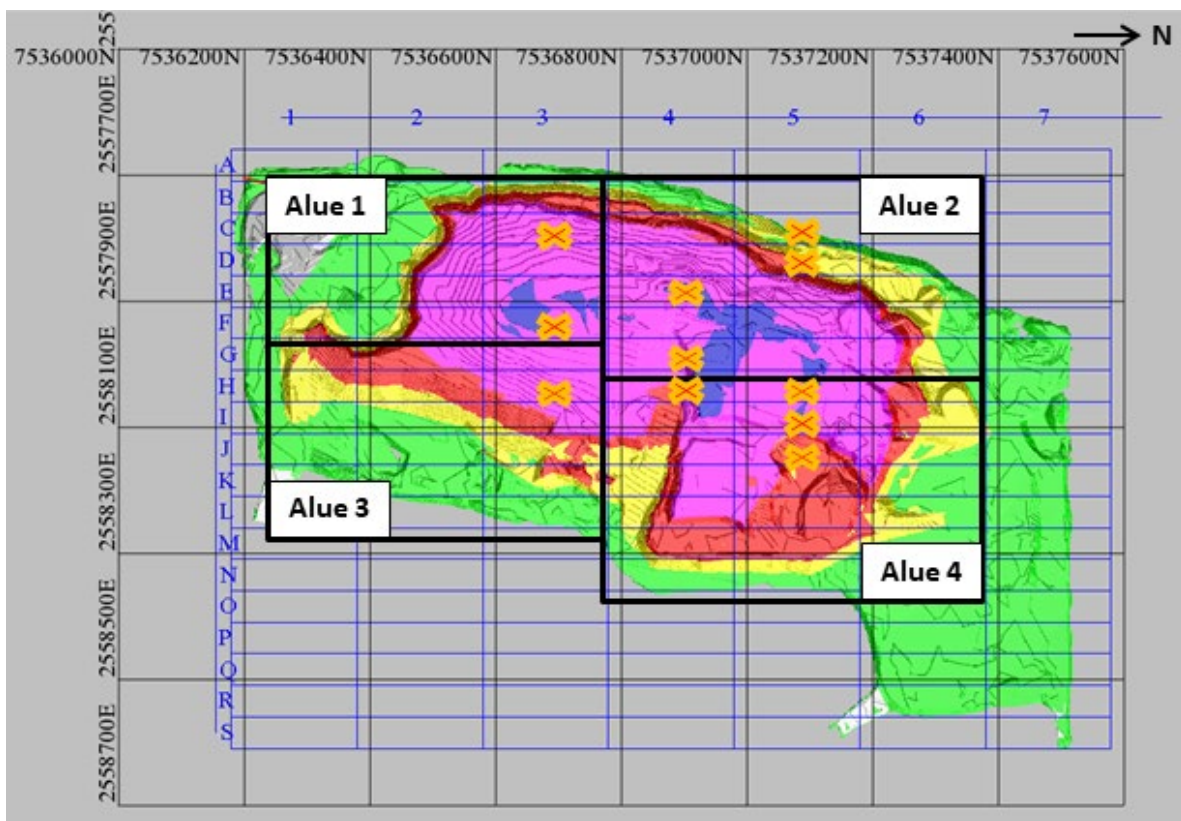


Kuva 6. 4. Kiisukerroksen (sininen) aumat, joissa NP/AP-suhde on <3 (oranssit X:t)


- Aumakerrosten yhteenlaskettu NP-AP-suhde: Taulukoissa 3 ja 4 on laskettu koko nykyisen läjityksen (valmis pohjakerros ja kaikki valmiit 10m paksut kiisukerrokset laskettuna yhteen) NP-AP-suhde ja muut analyysitulokset tonneilla painotettuna:
 - o Taulukkoihin on merkitty punaisella ne 11 aumaa (3C, 3F, 3H, 4E, 4G, 4H, 5C, 5D, 5H, 5I ja 5J), joissa myös kaikkien aumakerrosten yhteinen NP/AP-suhde on <3 ja S>0,5 %. Aumat on merkitty myös kuvaan 7.
 - lisänäytteenotto voi olla perusteltua osalle näistä aumoista vähäisen näyttemäärän lisäämiseksi
 - o Kuvassa 7 on esitetty sivukiviläjitysalueen jako neljään alustavaan aumaryhmään nykyisten valmiiden aumojen mukaisesti. Aumaryhmittäin on laskettu aumakerrosten yhteenlaskettu tonnimäärä, AP- ja NP-arvot, sekä NP/AP-suhde yksittäisten aumakerrosten tonneilla painotettuna.
 - Aumaryhmä 1 (läjitysalueen lounaisnurkka): Yhteenlaskettu tonnimäärä 4,5 Mt, keskimääräinen NP-arvo 158,75, keskimääräinen AP-arvo 35,20 ja NP/AP-suhde 4,51
 - Aumaryhmä 2 (läjitysalueen luoteisnurkka): Yhteenlaskettu tonnimäärä 6.0 Mt, keskimääräinen NP-arvo 142.75, keskimääräinen AP-arvo 35.09 ja NP/AP-suhde 4.07
 - Aumaryhmä 3 (läjitysalueen kaakkoisnurkka): Yhteenlaskettu tonnimäärä 3,8 Mt, keskimääräinen NP-arvo 141.98, keskimääräinen AP-arvo 27,125 ja NP/AP-suhde 5,21

	Asiakirjan nimi Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2021		
	Luokka ETM	Pvm. / Versio 12.5.2022 / 1	Sivu 13(23)
	Laatija(t) Anna Alhoke, Tero Reijonen		Hyväksyjä

- Aumaryhmä 4 (läjitysalueen koillisnurkka): Yhteenlaskettu tonnimäärä 7.4 Mt, keskimääräinen NP-arvo 140.84, keskimääräinen AP-arvo 34.30 ja NP/AP-suhde 4.11
- **Kaikkien aumaryhmien NP/AP-suhde vaihtelee siis välillä 4.07 – 5.51, joten sen perusteella näihin aumoihin läjitetyn kiven karbonaattipitoisuus on jo sellaisenaan riittävä neutraloimaan sulfidipitoisuuden aiheuttaman hapontuottopotentialin. Sivukiviläjityksen päälle ei siis välttämättä tarvitse läjittää enää OK-kiveä.**
- Vuoden 2021 aikana erityisesti aumaryhmän 4 kokonaistonnimäärät laskivat PWR-kiven hyötykäytön vuoksi ja aumaryhmän 2 kasvoivat PWR-kiven läjityksen vuoksi.




Kuva 7. Sivukivialueen jako alustaviin aumaryhmiin. Kuvaan on merkitty aumat, joissa NP/AP-suhde on <3 (oranssit X:t)

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	14(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		


Taulukko 4. Suurikuusikon läjitysalueen aumojen (OK-kivi jonka päällä vähintään 1 PWR-kerros) näytemäärät (todellinen+arvioitu), karbonaatti- ja rikkipitoisuudet sekä neutralointipotentiaalisuhde. Punaisella merkityt aumat joiden NP/AP<3 ja mustalla kehyksellä ne aumat joiden NP/AP<3 vuoden 2020 raportissa

AUMA	POHJA	1.KER	2.KER	3.KER	4.KER	näytteitä	ton	ton/näyte	Ccarb 816	% S % 810	NP CaCO3 / calc	kg AP / t CaCO3 calc	kg NP/AP calc
1F	1	1	1	0	0	9	128 906	14 323	1.97	0.19	164.14	6.01	27.30
1G	1	1	1	0	0	9	215 134	23 904	2.35	0.29	196.17	9.01	21.77
1H	1	1	1	0	0	9	177 285	19 698	2.15	0.15	179.04	4.60	38.96
1I	1	1	0	0	0	6	94 699	15 783	2.00	0.33	166.59	10.46	15.93
2B	1	1	1	0	0	15	154 413	10 294	1.84	0.47	153.50	14.75	10.41
2C	1	1	1	1	0	18	274 410	15 245	2.29	0.58	190.46	18.23	10.45
2D	1	1	1	1	0	17	346 050	20 356	2.19	0.90	182.60	28.10	6.50
2E	1	1	1	1	0	23	410 948	17 867	2.75	0.84	228.86	26.32	8.70
2F	1	1	1	1	0	20	412 823	20 641	2.18	1.54	181.74	48.16	3.77
2G	1	1	1	1	0	17	495 300	29 135	2.56	0.27	213.69	8.33	25.65
2H	1	1	1	1	0	9	394 150	43 794	0.86	0.26	71.79	8.18	8.78
2I	1	1	1	0	0	7	180 018	25 717	0.93	0.20	77.44	6.18	12.53
2J	1	1	0	0	0	6	90 020	15 003	1.01	0.33	84.08	10.19	8.25
3B	1	1	1	1	0	7	332 834	47 548	1.35	0.77	112.81	24.17	4.67
3C	1	1	1	1	0	17	574 178	33 775	1.90	2.86	158.09	89.27	1.77
3D	1	1	1	1	0	15	626 415	41 761	1.99	0.55	166.05	17.14	9.69
3E	1	1	1	1	1	20	648 575	32 429	1.65	0.83	137.86	25.83	5.34
3F	1	1	1	1	1	22	642 936	29 224	1.34	1.24	111.31	38.89	2.86
3G	1	1	1	1	0	16	611 356	38 210	1.15	0.76	95.77	23.64	4.05
3H	1	1	1	1	0	16	530 180	33 136	1.69	3.56	140.73	111.23	1.27
3I	1	1	1	1	0	19	436 270	22 962	2.75	0.80	229.52	24.99	9.19
3J	1	1	1	0	0	15	259 010	17 267	1.29	0.22	107.61	7.03	15.31
3K	1	1	1	0	0	10	197 420	19 742	1.51	0.50	125.99	15.72	8.02
3L	1	1	0	0	0	4	82 647	20 662	0.43	0.08	35.71	2.46	14.49
4B	1	1	1	0	0	8	132 988	16 624	1.11	0.36	92.44	11.21	8.25
4C	1	1	1	1	0	15	406 622	27 108	0.85	0.30	70.97	9.28	7.64
4D	1	1	1	1	0	15	531 644	35 443	1.05	0.28	87.50	8.73	10.02
4E	1	1	1	1	1	21	595 759	28 369	1.08	2.42	90.08	75.47	1.19
4F	1	1	1	1	1	24	591 335	24 639	1.78	0.93	148.58	29.03	5.12
4G	1	1	1	1	1	24	575 895	23 996	1.51	1.90	125.90	59.48	2.12
4H	1	1	1	1	1	29	532 468	18 361	1.37	1.31	114.48	41.08	2.79
4I	1	1	1	1	1	22	490 438	22 293	1.71	1.03	142.72	32.19	4.43
4J	1	1	1	1	0	23	423 446	18 411	1.72	1.44	143.20	45.11	3.17
4K	1	1	1	1	0	10	386 799	38 680	2.82	1.89	234.68	58.94	3.98
4L	1	1	1	1	0	13	355 180	27 322	2.55	0.27	212.87	8.56	24.88
4M	1	1	1	0	0	23	271 942	11 824	2.21	0.72	184.27	22.44	8.21
4N	1	1	1	0	0	29	60 441	2 084	1.75	0.55	145.58	17.28	8.42
5C	1	1	1	0	0	10	76 851	7 685	1.45	1.57	120.63	48.91	2.47
5D	1	1	1	1	0	14	317 832	22 702	1.47	2.03	122.76	63.41	1.94
5E	1	1	1	1	0	23	560 374	24 364	1.76	1.46	147.03	45.56	3.23
5F	1	1	1	1	1	25	666 871	26 675	2.40	0.90	200.10	28.01	7.14
5G	1	1	1	1	1	29	668 927	23 066	3.02	0.95	251.64	29.82	8.44
5H	1	1	1	1	1	26	670 816	25 801	1.63	1.91	135.82	59.69	2.28
5I	1	1	1	1	1	22	641 481	29 158	1.67	2.02	138.78	63.04	2.20
5J	1	1	1	1	0	26	469 841	18 071	1.52	1.49	126.76	46.55	2.72
5K	1	1	1	1	0	20	433 117	21 656	1.47	0.51	122.33	15.93	7.68
5L	1	1	1	1	0	20	434 668	21 733	1.66	0.55	138.58	17.27	8.02
5M	1	1	1	0	0	43	348 331	8 101	1.79	0.66	149.11	20.55	7.26
5N	1	1	1	0	0	45	85 751	1 906	1.12	0.39	93.23	12.09	7.71
6D	1	1	0	0	0	7	63 748	9 107	1.92	1.53	160.19	47.93	3.34
6E	1	1	1	1	0	14	183 941	13 139	1.53	0.29	127.56	9.06	14.08
6F	1	1	1	1	0	19	309 182	16 273	1.68	0.48	139.95	15.00	9.33
6G	1	1	1	1	0	31	339 583	10 954	1.71	0.72	142.73	22.34	6.39
6H	1	1	1	1	0	23	351 076	15 264	1.90	0.75	158.12	23.47	6.74
6I	1	1	1	1	0	26	386 345	14 859	1.91	1.18	158.93	37.00	4.30
6J	1	1	1	1	0	12	322 833	26 903	1.15	0.55	96.00	17.27	5.56
6K	1	1	1	1	0	12	227 730	18 978	0.51	0.23	42.58	7.28	5.85
6L	1	1	1	0	0	9	219 730	24 414	0.74	0.43	61.32	13.29	4.61
6M	1	1	1	0	0	17	176 759	10 398	1.75	0.68	145.60	21.27	6.84
7J	1	0	0	0	0	3	73 788	24 596	1.71	0.61	142.23	18.93	7.51
TOTAL	60	59	55	40	11	1058	21 700 510	20 511	1.74	1.07	145.33	33.49	7.06

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	15(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Taulukko 5. Suurikuusikon läjitysalueen aumojen (OK-kivi jonka päällä vähintään 1 PWR-kerros) Sb-, As-, Cu-, Mn-, Ni-, Fe- ja Zn-pitoisuudet. Punaisella merkitty aumat, joiden NP/AP<3 ja mustalla kehyksellä ne aumat joiden NP/AP<3 vuoden 2020 raportissa

AUMA	Sb ppm 510	As ppm 510	Cu ppm 510	Mn ppm 510	Ni ppm 510	Fe ppm 510	Zn ppm 510
1F	28.66	129.11	82.62	1155.56	153.02	69059.49	78.19
1G	16.50	196.48	91.35	1241.22	139.49	70373.36	75.40
1H	15.71	58.21	96.11	1213.51	123.41	68329.07	102.80
1I	15.55	51.94	108.67	1298.37	79.69	69539.53	95.11
2B	47.59	881.50	111.34	1085.75	172.76	67759.59	83.99
2C	18.14	1034.46	95.47	1171.59	127.99	66810.85	65.23
2D	71.03	1195.60	100.90	1234.45	122.34	69753.03	71.07
2E	381.42	852.81	87.29	1792.83	133.74	74646.25	84.85
2F	26.15	576.86	101.72	1464.68	116.21	75662.97	95.42
2G	25.44	157.38	96.05	1406.20	174.35	69965.23	95.13
2H	23.08	93.68	115.17	1878.85	65.88	61074.85	67.68
2I	31.69	202.39	108.58	1485.95	75.67	66032.60	81.40
2J	29.65	510.29	111.65	1002.94	65.41	66902.25	80.47
3B	10.26	171.17	178.47	1195.97	93.53	66882.99	123.82
3C	24.36	337.62	114.50	1554.84	147.78	93496.82	162.69
3D	16.69	291.93	97.16	1659.27	82.18	68851.88	85.78
3E	28.14	598.80	111.91	1295.68	78.46	65926.45	103.56
3F	15.77	566.99	133.31	1482.39	134.95	83503.33	155.02
3G	25.38	295.19	116.55	1164.69	106.98	75969.41	135.70
3H	52.87	329.97	139.72	1985.99	165.49	96795.29	148.47
3I	27.07	649.17	101.68	1398.88	76.70	70321.22	56.00
3J	10.00	117.37	93.67	1352.85	183.98	65468.84	88.59
3K	437.74	1231.61	116.25	1102.77	118.96	64012.00	83.89
3L	10.00	5.00	112.23	1051.90	77.29	63328.65	97.44
4B	37.10	51.24	163.50	1419.36	100.23	70158.30	105.66
4C	779.55	291.79	90.77	884.27	55.06	58271.49	79.10
4D	47.53	292.09	104.92	985.82	67.00	62100.85	81.78
4E	36.14	123.12	139.25	1228.53	102.26	86323.67	125.94
4F	30.33	317.21	111.28	1220.42	150.34	66919.40	196.82
4G	22.67	212.60	149.26	1439.89	142.74	88104.03	152.91
4H	16.38	252.03	119.21	1259.07	119.68	79953.56	164.33
4I	34.97	415.00	131.42	1617.32	133.88	77426.23	136.34
4J	13.41	287.73	112.77	1446.96	135.24	74578.46	137.55
4K	25.75	2796.21	104.82	1574.82	69.87	75483.19	112.50
4L	19.13	128.12	85.92	1576.83	127.33	77699.03	91.66
4M	48.46	4087.73	148.03	1433.70	103.20	67127.49	107.22
4N	36.67	3193.59	140.60	1251.48	72.23	64350.20	67.40
5C	78.58	3093.35	140.94	1670.23	68.49	75682.25	112.42
5D	32.93	3493.99	123.32	2094.83	81.03	81260.82	230.22
5E	23.42	1997.02	108.08	1257.98	86.54	75294.01	216.10
5F	101.57	823.63	109.75	1380.63	103.40	69277.11	81.63
5G	80.20	1891.15	83.49	1811.27	142.79	74139.87	113.86

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	16(23)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

5H	40.59	780.24	132.05	1219.49	163.40	80764.47	153.36
5I	41.79	690.50	110.21	1257.85	126.43	83123.93	147.25
5J	25.06	659.52	129.86	1162.59	100.10	79516.65	115.46
5K	13.16	148.71	97.70	1229.51	70.42	72760.74	114.10
5L	31.21	735.07	90.16	1395.00	76.14	79956.78	112.01
5M	42.85	713.32	94.12	1556.36	135.89	83480.57	146.65
5N	21.89	366.66	105.58	1134.85	97.26	69698.55	126.11
6D	23.37	1629.85	147.29	1516.70	67.64	74347.55	230.56
6E	58.61	160.32	125.55	1132.12	90.06	65620.58	80.72
6F	26.22	607.01	124.59	1139.41	85.97	68805.51	108.67
6G	17.38	651.42	103.76	1152.55	102.88	68565.72	114.19
6H	23.41	857.23	100.10	1198.35	103.38	72061.89	117.74
6I	23.95	716.65	118.07	1350.83	106.61	75023.42	107.18
6J	11.25	673.42	127.34	1329.99	115.47	73128.99	144.69
6K	15.95	497.96	112.20	888.38	90.14	64665.68	126.59
6L	10.00	9.74	139.09	1206.96	115.91	73887.19	228.80
6M	45.71	1550.95	112.32	1250.40	132.97	73616.38	100.67
7J	10.00	33.43	137.00	1253.33	81.40	76666.67	93.47
TOTAL	56.49	705.04	113.77	1373.67	113.16	74494.13	121.62


Kittilän kaivoksen sivukiven hallintajärjestelmän sekä voimassa olevan ympäristölupapäätöksen (nro 72/2013/1) mukaisesti ongelmallisen PWR-kiven neutralointipotentiaalisuhteen raja-arvoksi on määritetty 3/1, kun kiven rikkipitoisuus on yli 0,5 %. Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueen jätetäyttöön läjitetty kiviaines on luokiteltu PWR-kiveksi etukäteisluokittelussa saatujen kallioperän kairareikänyytteiden sekä louhintavaiheessa geologin silmämääräisen tarkastelun perusteella.

Vuoden 2021 lisänäytteenoton seurauksena näytteiden edustavuus vuoden lopussa oli 20 511 tonnia/näyte (2020: 19 883 tonnia/näyte). Näytteiden NP/AP-suhde (2020: 7.04, 2021: 7.06) nousi hieman. Tämän perusteella voidaan todeta, että kaikki sivukiviläjitäyksen aumat voidaan luokitella hyvälaatuisiksi OK-kiveksi, kun koko läjitäyskerros ja niiden NP/AP-suhde otetaan huomioon. Joidenkin aumojen läjitäys ja toisaalta myös hyötykäyttö on kuitenkin vielä kesken. Tulevina vuosina tehdään uuden sivukiven näytteenottoa ja vanhasta materiaalista tehtävää lisänäytteenottoa, jonka jälkeen voidaan laskea sivukiviläjitäyksen lopullinen ympäristövaikutus neutralointipotentiaalisuhteen suhteen.

Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueen aumoihin läjitetyt kivet sisältävät kohonneita pitoisuuksia antimonia, arseenia ja nikkeliä verrattuna ns. PIMA-arvoihin (VnP:n asetuksessa 214/2007 määritetty ylempi ohjearvo maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa). PIMA ylempi ohjearvo antimonille on 50 mg/kg, arseenille 100 mg/kg ja nikkelille 150 mg/kg.

Vuoden 2021 lisänäytteenoton seurauksena näytteiden arseenipitoisuus laski hieman (2020: 716.38 ppm, 2021: 705.04 ppm). Muiden haitallisten metallien pitoisuuksissa ei havaittu merkittävää muutosta.

Haitallisten metallien liukenemisen riski kohdistuu pääasiassa sulfidipitoisiin kiviaineksiin. Kivissä esiintyvät metallit (erityisesti arseeni, nikkeli ja antimoni) voivat liueta sulfidien hapettuessa eli ollessaan kosketuksissa ilman ja/tai veden kanssa. Siten happoa muodostavat kivet omaavat pitkällä aikavälillä myös haitta-aineiden liukoisuusriskin. Aumaryhmittäin tehdyn tarkastelun perusteella voidaan kuitenkin todeta, että suurin osa valmiista aumoista sisältää itsessään neutralointipotentiaalia (NP/AP>3), jolloin hapon muodostuksen riski on vähäinen. Myös läjitäysalueen alle ja mahdollisesti päälle sijoitettava neutralointipotentiaalia omaava OK-kivi vähentää aumojen mahdollista haitta-aineiden liukenemisriskiä.

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2021		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	12.5.2022 / 1	17(23)
Laatija(t)	Hyväksyjä		
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Sivukiven läjitysalueen aumoista otettujen näytteiden kaikki analyysitulokset ovat myös liitteessä 3.

2.2 Sivukiven läjitysalueen täytön sisäinen vesi


Sivukivien täytön sisäistä vettä tarkkaillaan lysimetrien avulla tarkkailuohjelman mukaisesti. Suurikuusikon sivukivien läjitysalueella sijaitsee kaksi lysimetriä. Vuonna 2021 vesinäytteet otettiin elokuussa sekä joulukuussa. Näytteistä analysoitiin seuraavat analyysit

- pH
- sähkönjohtavuus
- kiintoaine
- kokonaistyyppi
- ammoniumtyppi
- nitraattityppi
- nitriittityppi
- sulfaatti
- kloridi
- antimoni
- arseeni
- kupari
- nikkeli
- sinkki
- rauta
- kalium
- kalsium
- magnesium
- mangaani
- natrium
- pii
- alumiini

Sivukivien läjitysalueen täytön sisäinen vesi (lysimetri 1) sisältää räjähdysaineista peräisin olevia tyyppiyhdisteitä. Lysimetrissä 2 tyyppipitoisuus on pieni. Lysimetri 1 sisälsi joulukuussa LY2:n elokuun tulokseen verrattuna huomattavasti enemmän myös mm. antimonia, mangaania, nikkeliä ja magnesiumia. Elokuun tulokset olivat Lysimetri 1:n näytteessä puolestaan samaa tasoa 2:n tulosten kanssa poislukien antimonin pitoisuus. Lysimetri 2:ssa oli puolestaan enemmän mm. arseenia ja kalsiumia. Esimerkiksi sulfaatti- ja kloridipitoisuudet ovat heitelleet melko rajusti molemmissa lysimetreissä tarkkailuhistorian aikana. Tämä oli havaittavissa myös vuoden 2021 LY 1:n tuloksissa. LY 2:ssa näytteissä sulfaatti ja kloridi-pitoisuudet olivat samalla tasolla molemmilla näytteenotto kerroilla. Pitkällä aikavälillä lysimetrin 1 antimoni- ja arseenipitoisuuksissa on nähtävillä selkeä laskeva suuntaus ja sama suuntaus jatkui vuonna 2020. arseenipitoisuus oli viime vuonna (17 µg/l) ja vuoden 2021 tarkkailussa (1,3 ja 5,6 µg/l). Lysimetri 2 tuloksissa on puolestaan nähtävillä arseenin osalta nouseva suuntaus vuoden 2015 jälkeen. Vuoden 2021 elokuun tulos (450 µg/l) on jonkun verra pienempi kuin vuoden 2020 tarkkailun tulos (750 µg/l). Joulukuun näytteessä arseeni oli puolestaan hieman suurempi kuin edellisenä vuonna (800 µg/l). Lysimetrin 1 pH oli pysynyt samalla tasolla verrattuna vuoden 2020 tuloksiin (LY1; 7,58 heinäkuussa 2020) ollen vuonna 2021 LY1; 7,56 ja 7,84. LY2 pH nousi tasolta 7,3 -> tasolle 7,6. Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty osa vuoden 2021 lysimetrituloksista. Kaikki tulokset on esitetty liitteessä 5.

Taulukko 6. Sivukivien läjitysalueen täytön sisäisen veden pH- ja sähkönjohtavuusarvot sekä kokonais- (Tot-N), ja ammoniumtyypipitoisuus (NH₄-N).

Lysimetri				
pvm	pH	Sähkönjohtavuus	Tot-N	NH ₄ -N
		mS/m	µg/l	µg/l
10.8.2021 / LY 1	7,56	150	20000	5
7.12.2021 / LY 1	7,84	490	64000	23
10.8.2021 / LY2	7,58	160	600	13
7.12.2021 / LY2	7,61	190	300	5

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	18(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		


Taulukko 7. Sivukivien läjitysalueen täyten sisäisen veden antimoni- (Sb), arseeni- (As), kupari (Cu)-, nikkeli- (Ni), rauta- (Fe), kloridi-, sinkki (Zn)- ja sulfaattipitoisuus.

Lysimetri								
pvm	Cu	Fe	Sb	As	Ni	Zn	Kloridi	Sulfaatti
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l
10.8.2021 / LY 1	0,6	86	340	1,3	70	50	4,5	800
7.12.2021 / LY 1	2,2	92	1 900	5,6	360	150	14	3 800
10.8.2021 / LY2	1,5	190	23	450	31	20	1,2	1 000
7.12.2021 / LY2	1,5	160	32	800	51	49	0,5	1 200

2.3 Sivukiven läjitysalueen suoto- ja sulamisvedet

Sivukivikasalta ja sen ympäristöstä mahdollisesti muodostuvat sadanta-, sulamis- ja suotovedet keretään hallitusti sivukivikasan ympärillä kulkevan keruuojan avulla ja johdetaan hallitusti sivukivikasan itäpuolella olevaan sivukiven suotovesien keruualtaaseen, SISU-altaaseen. SISU-altaasta vedet on mahdollista pumpata edelleen kaivoksen vesikiertoon ja osa vesistä haihtuu ilmaan tai suotautuu hallitusti maanalaiseen kaivokseen. Sivukivikasan suotovesien määrää ja laatua seurataan vähintään kerran vuodessa tehtävällä näytteenotolla sekä silmämääräisesti kuukausittain tehtävällä tarkastuskierroksella. Vuonna 2021 altaasta otettiin näytteet kaksi kertaa, keväällä toukokuussa sulamiskauden aikana sekä syksyllä lokakuussa syyssateiden jälkeen ennen pakkasten tuloa. SISU-altaan vedenlaadun tulokset keskeisimpien parametrien osalta on esitetty taulukoissa 8 ja 9.

Kevään tuloksista on nähtävissä, että SISU-altaan vesi on alueen sulamisvesiä. Pitoisuudet ovat huomattavasti pienempiä kuin syksyn tulokset. Lokakuun näytteessä tulokset ovat verrattavissa Lysimetrin 1:n tuloksiin sisältäen mm. typen yhdisteitä. Myös metalli pitoisuudet ovat konsentroituneet kevään tuloksista ja ovat samalla tasolla kuin lysimetrinkin tulokset. Pitkän ajan tuloksiin verrattuna kokonaistyyppipitoisuus on laskussa, vuosien 2013-2020 keskiarvon on ollut 58,9 mg/l kun vuoden 2021 tulos oli 48 mg/l. Myös metallien osalta pitoisuudet ovat laskussa verrattaessa syksyn 2021 tulosta pitkän ajan keskiarvoon. Esimerkiksi Mn oli 9400 µg/l (ka 10885 µg/l), Sb 150 µg/l (ka 561 µg/l), As 1,5 µg/l (ka 4,6 µg/l).

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	19(25)
	Laatija(t)		Hyväksyjä
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

SISU-allas

pvm	pH	Sähkön- johtavuus	Tot-N	NH ₄ -N	Kloridi	Sulfaatti
		mS/m	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l
19.5.2021	7,44	230	6 400	58	3,8	1 400
18.10.2021	6,98	460	48 000	970	11	3 200

SISU-allas


pvm	Cu	Fe	Sb	As	Ni	Zn	Al	Mn
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
19.5.2021	18	940	260	8,4	330	410	220	4 300
18.10.2021	39	2 400	150	1,5	850	1 100	210	9 400

3 Rikastushiekan käsittely ja tarkkailun toteuttaminen

Kultamalmin rikastusprosessissa muodostuu kahdenlaista rikastushiekkajätettä. Vaahdotuksen rikastushiekan ja neutraloinnin sakan seosta, NP-hiekkaa ja syanidiliuotuksen sakkaa, CIL-hiekkaa. Molemmat hiekat loppusijoitetaan rikastushiekka-allasalueelle omiin altaiisiinsa: CIL-hiekka CIL2 – altaaseen ja NP-hiekka NP4 – altaaseen, ennen NP3 – altaaseen. CIL2 – altaan tiiviste muodostuu bitumigeomembraanin ja moreenin yhdistelmä rakenteesta altaan pohjalla ja luiskissa. NP3 – altaan pohja muodostuu samasta yhdistelmä rakenteesta, kuin CIL2 – altaankin ja luiskissa on moreenirakenne. NP3-altaan pääpato on suotava moreenipato. Padon läpi suotautuva vesi kerätään kokoomaojaan, josta se pumpataan takaisin altaaseen. Kokoomaoja on rakenteelta sellainen, ettei padon läpi suotautunut vesi pääse kosketuksiin pohja- ja pintavesien kanssa. NP4-altaan rakenne on vastaavanlainen kuin CIL2-altaassakin eli sekä altaan pohjassa että padon luiskissakin on bitumigeomembraanin ja moreenin yhdistelmä tiiviste. Bitumigeomembraani ulottuu myös kokonaisuudessaan pääpadon alitse.

Kaivosyhtiö on aloittanut NP- ja CIL -hiekkojen laadun tarkkailun helmikuussa 2009.

Vuonna 2021 muodostui NP-hiekkaa 1 826 131 tonnia ja CIL hiekkaa 277 727 tonnia. Yhteensä rikastushiekkoina muodostui 2 103 858 tonnia. NP – hiekkaa käytettiin louhostäyttöön 594 344 t. Rikastushiekkoina laadua tarkkailtiin kokoomanäytteiden avulla. Rikastamon operaattori otti rikastushiekkailtaalle johtavista putkista näytteen neljän tunnin välein. Kuudesta osanäytteestä muodostui yhtä vuorokautta edustava kokoomanäyte (noin 3 l). Näytteet kerättiin erikseen sekä NP- että CIL -hiekkasta. Näytteet suodatettiin suodatinpaperin läpi ja suodattimelle jäävästä kiintoaineksesta muodostettiin kuivaamisen jälkeen laboratoriossa yksi pidempää ajanjaksoa edustava kokoomanäyte. Näytteet analysoitiin vuonna 2021 kerran neljännesvuosittain. Rikastushiekkoina kokoomanäytteistä määritettiin niiden kemiallinen koostumus,

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	20(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		


kokonaisrikkipitoisuus, sulfidisen rikin pitoisuus sekä ei - karbonaattinen ja karbonaattinen hiilipitoisuus, minkä perusteella hiekoille voidaan määrittää niiden neutralointi- ja haponmuodostuspotentiaaliarvot (NP- ja AP-arvot). NP -arvo määritetään myös NP -testillä, joka perustuu happo-emästitrausmenetelmään (Lawrence&Wang 1997). Lisäksi rikastushiekoille tehtiin kaksivaiheinen liukoisuustesti (SFS-EN 12457-3). Vuonna 2021 kokoomänäytteiden määrytyksistä on vastannut Eurofins Labtium Oy.

3.1 Kemiallinen koostumus

Verrattaessa analysoitujen rikastushiekkänäytteiden tutkimustuloksia ns. PIMA-arvoihin (Vn:n asetuksessa 214/2007 määritetty ylempi ohjearvo maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa) sekä NP-että CIL-hiekka sisältävät verrattain korkeita pitoisuuksia kuparia ja etenkin arseenia, lisäksi CIL-hiekka antimonia. NP – rikastushiekan osalta kaikkien näytteiden antimoni pitoisuudet ylittävät alemman ohjearvon. Myös osaa nikkelimäärytyksistä ylittää alemman ohjearvon muttei ylempää. CIL – rikastushiekan osalla kaikkien näytteiden elohopea pitoisuudet ylittävät alemman ohjearvon. Muut NP- ja CIL-hiekan alkuainepitoisuudet ovat ylemmän PIMA-ohjearvon alapuolella. Taulukkoihin 10 ja 11 on kerätty NP- ja CIL -hiekköjen antimoni-, arseeni-, elohopea-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, lyijy-, nikkeli-, sinkki- ja vanadiinipitoisuudet. NP- ja CIL-hiekköjen kaikki analyysitulokset vuodelta 2021 on esitetty liitteissä 6a-d.

Taulukko 10. NP-hiekan antimoni-, arseeni-, elohopea-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, lyijy-, nikkeli-, sinkki- ja vanadiinipitoisuudet vuodelta 2021. Alemman ohjearvon (Vna 214/2007) ylitykset on merkitty sinisellä ja ylemmän ohjearvon ylitykset punaisella.

NP-hiekka											
	Sb	As	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V
	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]	[mg/k g]
Q1	14	1 610	0,2	0,4	31	39	248	3,8	109	98	33
Q1	14	1 590	0,2	0,4	31	39	247	3,7	106	98	33
Q2	10	1 510	0,2	0,3	36	38	251	3,5	94	77	39
Q3	24	1 680	0,2	0,3	32	31	252	79,6	94	79	34
Q4	14	1 830	0,2	2,4	32	36	270	5,7	110	470	31
2021	15	1 644	0,2	0,7	32	37	254	19,3	103	164	34
Kynnysarvo	2	5	0,5	1	20	100	100	60	50	200	100
Alempi ohjearvo	10	50	2	10	100	200	150	200	100	250	150
Ylempi ohjearvo	50	100	5	20	250	300	200	750	150	400	250

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	21(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Taulukko 11. CIL-hiekan antimoni-, arseeni-, elohopea-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, lyijy-, nikkeli-, sinkki- ja vanadiinipitoisuudet vuodelta 2021. Alemman ohjearvon (Vna 214/2007) ylitykset on merkitty sinisellä ja ylemmän ohjearvon ylitykset punaisella.


CIL-hiekka											
	Sb	As	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Q1	231	37 800	2,4	3,7	21	34	145	54	46	107	20
Q2	0,3	5	2,8	0,1	11	38	25	4	18	33	57
Q3	421	38 600	2,4	2,1	13	26	126	4	27	46	18
Q4	252	43 000	6,6	15,2	15	31	167	117	32	239	18
2021	226	29 851	3,6	5,3	15	32	116	45	31	106	28
Kynnysarvo	2	5	0,5	1	20	100	100	60	50	200	100
Alempi ohjearvo	10	50	2	10	100	200	150	200	100	250	150
Ylempi ohjearvo	50	100	5	20	250	300	200	750	150	400	250

3.2 Neutralointipotentiaalisuhde

Rikastushiekköjen haponmuodostuskykyä voidaan arvioida sivukivien tapaan niiden neutralointi- ja haponmuodostuspotentiaaliarvojen (NP- ja AP-arvot) avulla. NP- ja CIL-hiekkänäytteille määritetyt haponmuodostuspotentiaali (AP), neutraloimispotentiaali (NP) sekä neutralointipotentiaalisuhde (NP/AP) on esitetty taulukoissa 12 ja 13. NP -testin tulokset on saatu happo-emästitrakukseen perustuvalla menetelmällä (Lawrence & Wang 1997) ja NP (CO₃-C) on laskettu karbonaattihiekin määrän perusteella.

Taulukko 12. NP-hiekan neutralointipotentiaalisuhde 2021

NP-hiekka										
	S	C	C non carb	C carb	AP	NP	NPR	NP	NP/AP	NP/AP
	[%]	[%]	[%]	[%]	kg CaCO ₃ /t	kg CaCO ₃ /t		laskettu	(ABA)	laskettu
Q1/2021	0,03	3,58	0,58	2,99	70,8	186,8	2,64	249,19	2,64	3,52
Q1/2021	0,03	3,59	0,59	3,00	70,4	184,9	2,63	250,02	2,63	3,55
Q2/2021	0,02	3,60	0,67	2,90	66,0	180,0	2,70	241,69	2,70	3,66
Q3/2021	<0,01	3,29	0,58	2,71	74,0	160,0	2,20	225,85	2,20	3,05
Q4/2021	0,03	3,38	0,55	2,83	76,0	170,0	2,20	235,85	2,20	3,10
Keskiarvo 2021	0,03	3,49	0,59	2,89	71,44	176,34	2,47	240,52	2,47	3,38
Keskiarvo 2020	0,02	3,51	0,56	2,94	67,01	185,73	2,78	245,38	2,78	3,67
Keskiarvo 2019	0,02	3,50	0,62	2,89	76,47	187,63	2,45	240,44	2,45	3,15
Keskiarvo 2018	0,02	3,46	0,63	2,84	78,63	196,23	2,52	236,69	2,52	3,03
Keskiarvo 2017	0,02	3,51	0,55	2,96	75,48	202,82	2,69	243,85	2,69	3,24
Keskiarvo 2016	0,02	3,84	0,54	3,30	71,50	223,38	3,16	274,71	3,16	3,89

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	22(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Taulukko 13. CIL-hiekan neutralointipotentiaalisuhde 2021

	CIL-hiekka									
	S	C	C non carb	C carb	AP	NP	NPR	NP	NP/AP	NP/AP
	[%]	[%]	[%]	[%]	kg CaCO ₃ /t	kg CaCO ₃ /t		laskettu	(ABA)	laskettu
Q1/2021	1,86	3,72	3,64	0,08	166,0	11,7	0,07	6,7	0,07	0,04
Q1/2021	1,91	3,70	3,64	0,05	-	-	-	-	-	-
Q2/2021	1,80	3,80	3,80	0,025	170,0	15,0	0,09	2,1	0,09	0,01
Q3/2021	2,03	3,59	3,44	0,15	180,0	13,0	0,001	12,5	0,001	0,07
Q3/2021	1,99	3,55	3,43	0,12	180,0	13,0	0,001	10,0	0,001	0,06
Q4/2021	1,97	3,52	3,34	0,18	180,0	14	<0,1	15,0	<0,1	0,08
Keskiarvo 2021	1,93	3,65	3,55	0,10	175,2	13,3	0,0405	9,3	0,0405	0,05
<i>Keskiarvo 2020</i>	<i>1,94</i>	<i>3,47</i>	<i>3,50</i>	<i>0,06</i>	<i>162,0</i>	<i>14,8</i>	<i>0,09</i>	<i>3,75</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>
<i>Keskiarvo 2019</i>	<i>1,89</i>	<i>3,38</i>	<i>3,22</i>	<i>0,15</i>	<i>168,3</i>	<i>18,6</i>	<i>0,11</i>	<i>12,14</i>	<i>0,11</i>	<i>0,06</i>
<i>Keskiarvo 2018</i>	<i>2,10</i>	<i>3,77</i>	<i>3,53</i>	<i>0,11</i>	<i>162,5</i>	<i>11,6</i>	<i>0,07</i>	<i>9,43</i>	<i>0,07</i>	<i>0,06</i>
<i>Keskiarvo 2017</i>	<i>1,69</i>	<i>2,95</i>	<i>2,85</i>	<i>0,10</i>	<i>160,2</i>	<i>11,8</i>	<i>0,07</i>	<i>8,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,05</i>
<i>Keskiarvo 2016</i>	<i>1,84</i>	<i>2,95</i>	<i>2,89</i>	<i>0,06</i>	<i>163,0</i>	<i>12,1</i>	<i>0,07</i>	<i>5,13</i>	<i>0,07</i>	<i>0,01</i>


Voimassa olevan valtioneuvoston kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) perusteella kaivannaisjätteen sulfidirikkipitoisuuden ollessa < 0,1 % tai neutralointipotentiaalisuhteen (NP/AP) ollessa suurempi kuin 3 ja sulfidirikkipitoisuuden ollessa ≤1 % jätettä ei pidetä happoa muodostavana ja voidaan tältä osin luokitella pysyväksi jätteeksi. Asetuksen mukaan neutralointipotentiaalisuhde tulisi kuitenkin määrittää testimenetelmällä EN 15875, joka on kehitetty Kittilän kaivokselle käytetystä ABA-testistä. Ko. testimenetelmä poikkeaa hieman ABA-testistä pääasiassa happolisäyksen suuruuden määrittämisen suhteen.

NP-hiekan mineraalikoostumus on hyvin samankaltainen kuin läjitettyjen sivukivien mineraalikoostumus, eli rikkipitoisuus korreloi sulfidien ja neutralointipotentiaali karbonaattien määrän kanssa. Analyysitulosten mukaan NP - hiekka ei ole happoa tuottavaa, koska sulfidirikkipitoisuus on < 0,1 %. Myös laskettu NP/AP – suhde on yli kolme.

CIL – hiekan sulfidirikkipitoisuus oli keskimäärin 1,93 % ja neutraloimis- ja haponmuodostuspotentiaalin (laskettu) vuosikeskiarvoksi (NP/AP) saatiin 0,05. Analyysitulosten perusteella CIL – hiekkaa voisi pitää happoa tuottavana, mutta koska autoklaavin hapetusprosessissa sulfidit hapettuvat lähes täydellisesti, käytännössä CIL-hiekassa ei oleteta tapahtuvan enää sulfidien hapettumista.

3.3 Liukoisuusominaisuudet


NP -hiekkalle tehtyjen kaksivaiheisten liukoisuustestien (SFS-EN 12457-3) perusteella sulfaatin liukoisuusmäärät ylittivät kaikilla neljällä kvartaalilla pysyvän jätteen raja-arvon. Muiden kvartaaleittain osalta raja-arvot alittuivat. Liukoisuustestien tulokset on esitetty taulukossa 14.

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkosten tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	23(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

Taulukko 14. NP – rikastushiekalle tehtyjen kaksivaiheisten liukoisuustestien tulokset vuonna 2021 sekä vertailu kaatopaikkajätteiden raja-arvoihin.

NP							
Alkuaine	Liukoisuustestien tulokset 2021				Raja-arvot eri kaatopaikkajätteille		
	L/S 10				Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Ongelmajäte
	Q1	Q2	Q3	Q4			
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]			
Ag	<0,1	<0,025	<0,025	<0,025			
Al	9,4	<1	<1	<1			
As	0,2	0,18	0,11	0,11	0,5	2	25
Ba	0,11	0,12	0,11	0,082	20	100	300
Be	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01			
Ca	5385,3	5800	5700	5800			
Cd	<0,02	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	1	5
Co	<0,05	<0,004	0,007	0,006			
Cr	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10	70
Cu	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	50	100
Fe	3,0	<1	<1	<0,5			
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,004	0,01	0,2	2
K	39,3	140	120	58			
Li	<0,21	0,066	0,057	0,054			
Mg	933	870	1100	960			
Mn	<0,34	0	1,5	0,37			
Mo	0,05	0,051	0,049	0,046	0,5	10	30
Na	29,8	70	78	52			
Ni	<0,05	<0,01	0,046	0,025	0,4	10	40
Pb	<0,05	<0,005	0,021	<0,005	0,5	10	50
S	6472	5600	6000	5800			
Sb	<0,05	0,022	0,027	0,028	0,06	0,7	5
Se	<0,05	<0,04	<0,04	<0,04	0,1	0,5	7
Sn	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01			
Ti	<0,2	<0,2	<0,2	<0,15			
U	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002			
V	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01			
Zn	<0,6	<0,05	0,72	<0,05	4	50	200
Cl-	9,9	<50	<50	<50	800	15000	25000
F-	4,6	6,9	6,8	5,2	10	150	500
SO42-	17 342	22 000	25 000	16 000	1000	20000	50000

CIL -hiekan liukoisuustestitulosten mukaan arseenin liukoisuusmäärä ylitti ongelmajätteelle määritetyn raja-arvon kaikilla neljällä kvartaalilla. Antimonin liukoisuusmäärä oli yli pysyvän jätteen raja-arvon neljällä kvartaalilla. Seleenin liukoisuusmäärät ylittivät pysyvälle jätteelle määrätyn raja-arvon yhdellä kvartaalilla (Q2). Yhdellä kvartaalilla analyysitulokset olivat samaa kuin pysyvän jätteen raja-arvo. Sulfaatin liukoisuudet ylittivät pysyvän jätteen raja-arvon kaikilla neljällä kvartaalilla ja kahdella yli tavanomaisen jätteen raja-arvon.

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekköjen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	24(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		


Taulukko 15. CIL – rikastushiekalle tehtyjen kaksivaiheisten liukoisuustestien tulokset vuonna 2021 sekä vertailu kaatopaikkajätteiden raja-arvoihin.

CIL							
Alkuaine	Liukoisuustestien tulokset 2021				Raja-arvot eri kaatopaikkajätteille		
	L/S10				Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Ongelmajäte
	Q1	Q2	Q3	Q4			
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]			
Ag	<0,1	<0,025	<0,025	<0,025			
Al	11,0	<1	<1	<1			
As	30	22	14	18	0,5	2	25
Ba	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	100	300
Be	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01			
Ca	6419	6700	6500	6800			
Cd	<0,02	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	1	5
Co	0,22	0,26	0,27	0,33			
Cr	<0,05	<0,01	0,019	0,017	0,5	10	70
Cu	<0,07	<0,05	<0,05	0,062	2	50	100
Fe	10,2	6,2	3,6	3,5			
Hg	<0,01	<0,01	0,064	<0,004	0,01	0,2	2
K	30,4	200	81	<0,005			
Li	<0,1	<0,025	<0,025	<0,025			
Mg	90	100	170	140			
Mn	<0,2	<0,04	0,74	<0,04			
Mo	<0,07	0,051	0,076	0,075	0,5	10	30
Na	176,6	240	220	230			
Ni	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	10	40
Pb	<0,05	<0,005	0,018	<0,005	0,5	10	50
S	5903,5	5600	5500	5600			
Sb	0,21	0,15	0,26	0,14	0,06	0,7	5
Se	0,1	0,11	0,07	0,076	0,1	0,5	7
Sn	<0,05	<0,01	0,038	<0,01			
Ti	<0,2	<0,2	<0,2	<0,15			
U	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002			
V	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01			
Zn	<0,6	<0,05	0,72	<0,05	4	50	200
Cl-	7,4	<50	<50	<50	800	15000	25000
F-	4,2	<5	<5	<5	10	150	500
SO42-	16 648	21 000	23 000	20 000	1000	20000	50000

Liukoisuustestin (SFS-EN 12457-3) standardin mukaiset analyysitulokset NP- ja CIL –hiekoille on esitetty liitteissä 6a-d.

3.4 Rikastushiekka-altaiden vesi

Rikastushiekka-allasalueelta alapuoliseen maaperään ja pohjaveteen mahdollisesti suotautuvaa vettä tarkkailtiin altaiden alle (CIL – altaat) asennettujen salaojaputkien avulla vähintään kerran viikossa. Oikein toimiessaan rikastushiekka-alueen pohjarakenne estää suotoveden muodostumisen, altaiden alapuoliset salaojaputket ovat normaalitilanteessa kuivia, lukuun ottamatta maakosteudesta johtuvan kondenssiveden

	Asiakirjan nimi		
	Raportti Kittilän kaivoksen sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2020		
	Luokka	Pvm. / Versio	Sivu
	ETM	26.3.2021 / 1	25(25)
	Laatija(t)	Hyväksyjä	
	Anna Alhoke, Tero Reijonen		

tiivistymistä ja ulosvirtausta. Poikkeustilanteessa, mikäli CIL - altaiden pohjarakenteessa esiintyy vuoto, salaojista purkautuu vettä runsaammin. Vuonna 2021 CIL – altaiden suotovesiä ei muodostunut.

4 Yhteenveto

Kittilän kaivoksen sivukivet jaetaan ympäristökelpoisiin OK-kiviin ja mahdollisesti happoa muodostaviin PWR -kiviin. Vuoden 2021 lopulla läjitysalueella oli 56 aumassa vähintään yksi 10 m paksu läjityskerros. Aumojen ei voida arvioida muodostavan happoa auman hyvän neutralointipotentiaalasuhteen tai vähäisen rikkipitoisuuden perusteella. Jätetäyttöaumat sisältävät kohonneita pitoisuuksia antimoniumia, arseenia ja nikkeliä verrattuna PIMA -arvoihin. Haitta-aineiden liukenemisen riski kohdistuu kuitenkin pääasiassa happoa muodostaviin kiviaineksiin, joten metallien liukenemisen riski Suurikuusikon läjitysalueella on vähäinen. Myös läjitysalueen alle ja päälle sijoitettava neutralointipotentiaalia omaava OK -kivi vähentää aumojen mahdollista haitta-aineiden liukenemisriskiä.

Sivukivien läjitysalueen täytön sisäinen vesi (lysimetri 1) sisältää räjähdysaineista peräisin olevia tyypiyhdisteitä. Lysimetrisä 2 tyypipitoisuus on pieni. Lysimetri 1 sisälsi joulukuussa LY2:sta elokuun tulosta huomattavasti enemmän myös mm. antimoniumia, mangaania, nikkeliä ja magnesiumia. Lysimetri 2:ssa oli puolestaan enemmän mm. arseenia ja kalsiumia. Esimerkiksi sulfaatti- ja kloridipitoisuudet ovat heitelleet melko rajusti molemmissa lysimetreissä tarkkailuhistorian aikana. Pitkällä aikavälillä lysimetrin 1 antimoni- ja arseenipitoisuuksissa on nähtävillä selkeä laskeva suuntaus ja sama suuntaus jatkui vuonna 2021. Arseenipitoisuus oli viime vuonna (17 µg/l) ja vuoden 2021 tarkkailussa (1,3 ja 5,6 µg/l). Lysimetri 2 tuloksissa on puolestaan nähtävillä arseenin osalta nouseva suuntaus vuoden 2015 jälkeen. Vuoden 2021 elokuun tulos (450 µg/l) on jonkun verra pienempi kuin vuoden 2020 tarkkailun tulos (750 µg/l). Joulukuun näytteessä arseeni oli puolestaan hieman suurempi kuin edellisenä vuonna (800 µg/l). Lysimetrin 1 pH oli pysynyt samalla tasolla verrattuna vuoden 2020 tuloksiin (LY1; 7,58 heinäkuussa 2020) ollen vuonna 2021 LY1; 7,56 ja 7,84. LY2 pH nousi tasolta 7,3 -> tasolle 7,6.

Verrattaessa analysoitujen rikastushiekkänäytteiden tutkimustuloksia ns. PIMA-arvoihin, sekä NP- että CIL-hiekka sisältävät verrattain korkeita pitoisuuksia kuparia ja etenkin arseenia, lisäksi CIL-hiekka antimoniumia. Muut NP- ja CIL-hiekan alkuainepitoisuudet ovat ylempään PIMA-ohjearvon alapuolella.

Analyysitulosten mukaan NP - hiekka ei ole happoa tuottavaa, koska sulfidirikkipitoisuus on < 0,1 %. Myös laskettu NP/AP – suhde on yli kolme.

CIL – hiekan sulfidirikkipitoisuus oli keskimäärin 1,93 % ja neutraloimis- ja haponmuodostuspotentiaalain (laskettu) vuosikeskiarvoksi (NP/AP) saatiin 0,05. Analyysitulosten perusteella CIL – hiekkaa voisi pitää happoa tuottavana, mutta koska autoklaavin hapetusprosessissa sulfidit hapettuvat lähes täydellisesti, käytännössä CIL-hiekassa ei oleteta tapahtuvan enää sulfidien hapettumista.

NP -hiekalle tehtyjen kaksivaiheisten liukoisuustestien (SFS-EN 12457-3) perusteella sulfaatin liukoisuusmäärät ylittivät kaikilla neljällä kvartaalilla pysyvän jätteen raja-arvon. CIL -hiekan liukoisuustestitulosten mukaan arseenin liukoisuusmäärä ylitti ongelmajätteelle määritetyn raja-arvon kaikilla neljällä kvartaalilla. Antimonin liukoisuusmäärä oli yli pysyvän jätteen raja-arvon kaikilla kvartaalilla. Seleenin liukoisuusmäärä ylittyi pysyvälle jätteelle määrätyn raja-arvon yhdellä kvartaalilla ja sulfaatin kaikilla kvartaalilla.