

Asiakas: Keliber Oy

Projekti: Päivänevan allasalueen yleissuunnittelu

Asiakirja: Sulfaattimaalausunto

Tekijä  
Anu Kivistö-Rahnasto

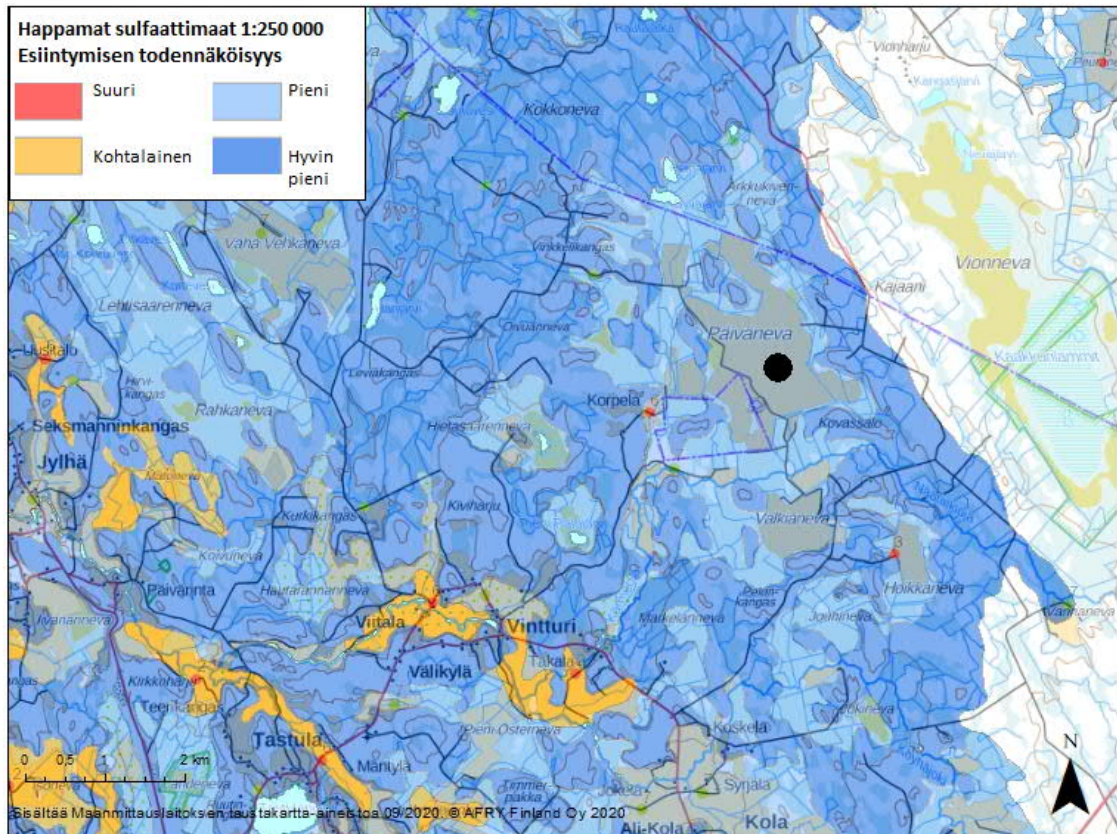
09/10/2020

Tarkastaja/hyväksyjä  
Anneli Wichmann

101014661-001

## 1 TOIMEKSIANTO

Keliber Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on määrittänyt sulfaattimaapotentiaalin Keliber Oy:n suunnitellulta rikastamoalueelta. Alue sijaitsee Päivänevan turvetuotantoalueella. Kartoituspaiikka sijoittuu alueelle jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan pieni (Kuva 1). Lähellä Päivänevan aluetta GTK ei ole suurimmassa osassa omia tutkimuksiaan havainnut hapanta sulfaattimaata. Kuitenkin osassa tutkimuspisteistä hapanta sulfaattimaata on esiintynyt, erityisesti Päivänevan lounaispuolella. Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksityiskohtaisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



**Kuva 1** GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Päivänevan lähialueella. Päivänevan sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

## 2 TEHDYT TUTKIMUKSET

Suunnitellulta Päivänevan rikastamon alueelta on otettu yhteensä 21 näytettä, neljästä eri näytepisteestä Pt3000, Pt3001, Pt3002 ja Pt3003. Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty pohjatutkimuskartassa S-1.

Maanäytteitä otettiin viideltä-kuudelta näytesyvyydeltä; 0-0,5 m, 0,5-1 m, 1-1,5 m, 1,5-2 m ja 2-3 m (pisteet Pt300-Pt3002) sekä syvyyksiltä 2,5 m, 3 m, 3,5 m, 4 m, 5 m ja 5,5 m (piste Pt3003). Osa maanäytteistä lähetettiin laboratorioon, jossa näytteistä Pt3001 (2-3 m), Pt3002 (1-1,5 m), Pt3003 (4 m) ja Pt3003 (5,5 m) määritettiin kokonaisrikkipitoisuudet ja hapontuottoriski NAG-testillä. NAG ja NAG pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 7. Emäksen (NaOH) kulutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on teorettinen arvo, johon päädyttäisiin mikäli näytteen kaikki sulfidinen rikki hapettuisi kerralla. Lisäksi kaikista näytteistä analysoitiin NAG-testin loppuliuoksen sähkönjohtavuus.

Analyysitulokset on esitetty liitteessä 1.

### 3 TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Silmämääräisesti tarkasteltuna näytteissä ei havaittu tummempaa sulfidiseen materiaaliin viittaavaa ainesta. Kaikkien pisteiden alimmilla näytteenotto syvyyksillä näytteet koostuivat pääosin savesta, mutta osassa näytteissä oli myös karkeampia maalajeja ja turvetta.

Taulukossa 3-1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentialiriski karkeasti NAG, NAG-pH ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella arvioituna. Lisäksi voidaan pitää rajana, että yli 0,2 % kokonaisrikkipitoisuus näytteessä korreloi hyvin happamoitumisen kanssa erityisesti hienorakeisissa mineraalimaalajeissa (Auri ym. 2018).

**Taulukko 3-1 Maan hapontuottoriski NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.**

NAG pH*	NAG [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t] 4,5pH*	Riikkipitoisuus mg/kg (%)**	
≥5	0-2	< 600	maa tuottaa vähän tai ei ollenkaan happoa
2,5-5	2-50	600-10 000	maa tuottaa kohtalaisesti happoa
≤2,5	≥50	> 10 000	maa tuottaa voimakkaasti happoa

\* Liao ym.2007

\*\* Poussette ym.2008

Taulukossa 3-2 on esitetty näytteiden tulokset, pois lukien alku pH:t, joita ei mitattu. Näytepisteen Pt3001 syvyydellä 2-3 m kokonaisrikkipitoisuus tai sähkönjohtavuus olivat alhaisia, ja NAG-testissä pH oli lähellä luontaista tasoa. Tämän näytteen tulosten perusteella maa ei todennäköisesti tuota ollenkaan happoa. Näytepisteen Pt3002 näytteessä 1-1,5 m ja Pt2003 näytteessä 4 m kokonaisrikkipitoisuudet olivat alhaisia, eivätkä näytteiden pH:t laskeneet NAG-testissä selvästi happamaksi. Näytepisteen Pt3003 näytesyvyuden 5,5 m rikkipitoisuus oli eniten koholla (1400 mg/kg). Mikäli näytepisteessä Pt3003 (5,5 m) oleva rikki on kokonaan sulfidirikkiä, niin täysin hapettuaan se laskennallisesti voisi tuottaa noin 4200 mg/kg sulfaattia (SO<sub>4</sub>).

Vaikka näytteessä Pt3003 (5,5 m) oli hieman kohonnut rikkipitoisuus ja sähkönjohtavuus oli hieman koholla, pH ei laskenut NAG-testissä selvästi happamaksi. Tämä voi indikoida sitä, että maaperässä on jonkin verran puskurikykyä happamuuden ehkäisemiseksi. Toinen vaihtoehto on, että kaikki sulfidinen rikki ei ole päässyt hapettumaan NAG-testissä, jolloin myöskään pH ei ole laskenut näytteissä.

Mahdolliset sulfidimaat eivät estä rakentamista alueelle, mutta sulfidimaiden käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota. Paras keino hallita happamuuden syntymistä on estää potentiaalisten happamien sulfaattimaiden altistuminen ilmakehän hapelle. Hapan valunta voi syntyä, mikäli maaperää kuivatetaan sulfidikerrokseen asti eli noin 5 m syvyyteen maanpinnasta tai mikäli maaperä pääsee hapettumaan esimerkiksi ojitusten yhteydessä. Tällöin mahdollisten happamien kuivatusvesien käsittelyyn ja johtamiseen ympäristöön on kiinnitettävä huomiota. Mikäli maaperää joudutaan kuivattamaan sulfidikerrokseen asti, tulisi kuivatusvesien pH:ta seurata ja neutraloida mikäli kuivatusvesien pH laskee alhaiseksi.

Maaperä voi päästä myös hapettumaan, mikäli sulfidisia maita joudutaan vaihtamaan rakennuspaikalla. Tällöin sulfidisten maiden läjitykseen on

kiinnitettävä huomiota, jotta happamia valuntoja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitetessä sulfidimaita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitetessä kuivalle maalle valumavesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jotta tiedetään toimivatko peittorakenteet vai kulkeutuuko läjityksen seurauksena happamia vesiä ympäristöön.

Happamien valuntojen lisäksi potentiaalisesti happamat sulfaattimaat voivat sisältää metalleja, jotka voivat kulkeutuvat happamien valuntojen mukana ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huomioitavaa, että potentiaalisesti happamat sulfaattimaat esiintyvät usein laikuittaisina/linssimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä on havainnoitava ja hyvä tehdä tarpeellisia lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta pystytään paremmin arvioimaan mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella.

**Taulukko 3-2 NAG, NAG pH ja kokonaisrikkipitoisuus maanäytteissä.**

	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	NAG (pH 7,0) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	Rikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkönjohtavuus (mS/m)
Pt3001 (2-3m)		6,08	0	1,7	350 (0,035)	1050	5,87
Pt3002 (1-1,5 m)		5,01	0	3,6	900 (0,09)	2700	12,3
Pt3003 (4 m)		6,75	0	0,25	800 (0,08)	2400	10,3
Pt3003 (5,5 m)		4,91	0	3,72	1400 (0,14)	4200	13,2

## 4 LÄHTEET

AMIRA international. (2002). ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

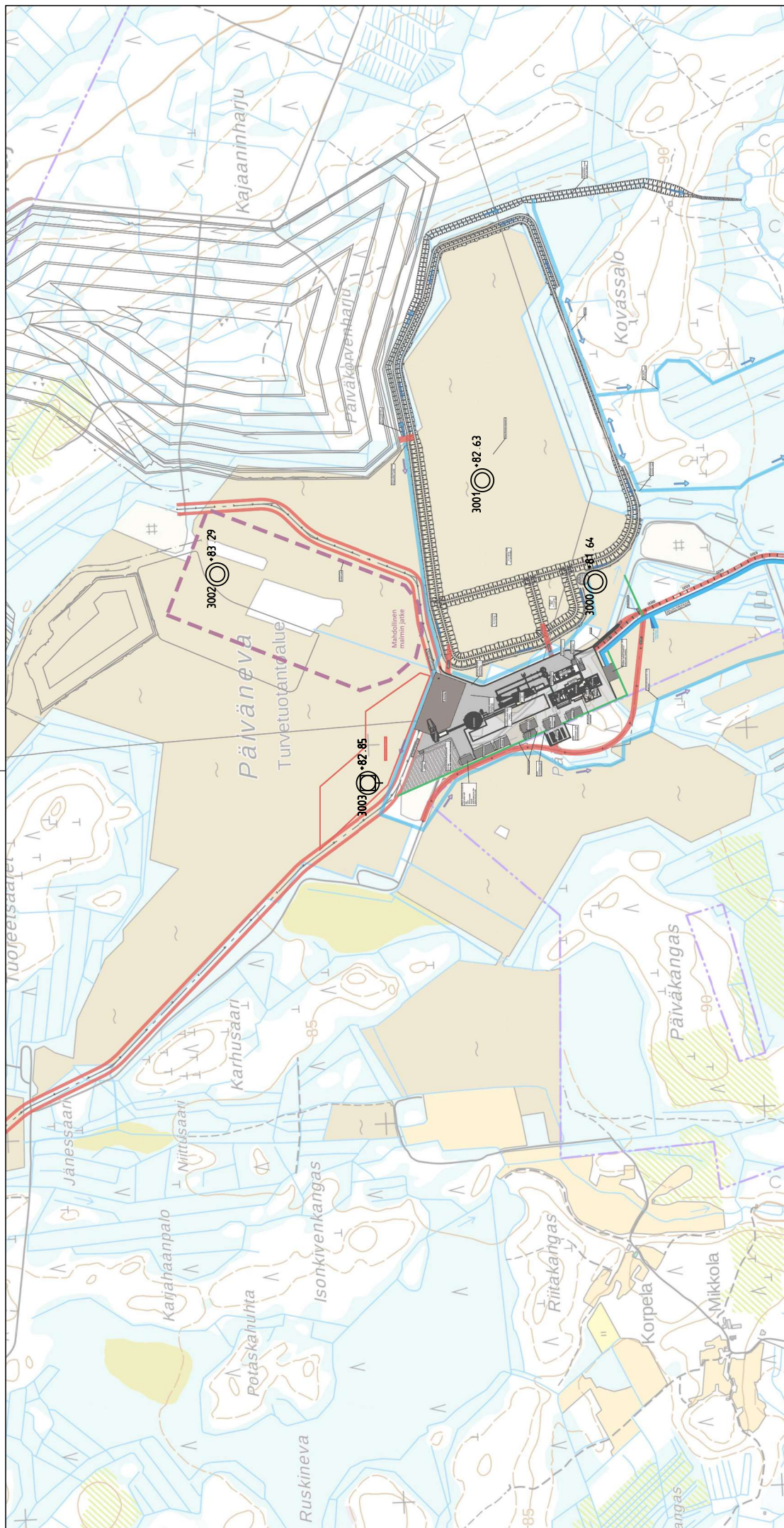
Liao, B., Huang, L.N., Ye, Z., Lan, C.Y. & Shu, W.S. (2007). Cut-off Net Acid Generation pH in Predicting Acid-Forming Potential in Mine Spoils. Journal of Environmental Quality vol. 36/2007: 887-891, Madison WI: ASA.

Pousette, K., Eriksson, L., Knutsson, S. (2008). Acidification properties of sulphide soil – a classification system based on leaching tests. Julkaisusta: Flate K, Frydenlund T-E, Prestegarden J & Senneset K (toim.) Nordisk Geoteknikermøte i Sandefjord 4.-6. september 2008. Norsk Geoteknisk Forening: 415–422.

Auri, J., Boman, A., Hadzic, M. ja Nystrand, M. 2018. Opas happamien sulfaattimaiden kartoitukseen turvetuotantoalueilla. Sulfa II-hanke.

Suorite	810L * (Kuopio)	826T1 (Kuopio)	826T1 (Kuopio)	826T1 (Kuopio)	826T1 (Kuopio)
Suoritteen kuvaus	Rikin määrittäminen rikkianalysaattorilla	Yksivaiheinen NAG-testi, ARD Test Handbook, 2002	Yksivaiheinen NAG-testi, ARD Test Handbook, 2002	Yksivaiheinen NAG-testi, ARD Test Handbook, 2002	Yksivaiheinen NAG-testi, ARD Test Handbook, 2002
Parametri	S *	NAGpH	EC	NAG (pH 4,5)	NAG (pH 7,0)
Määrittämisraja	0,01				
Asiakkaan näytetunnus	%	pH	mS/m 25°C	kg H2SO4/t	kg H2SO4/t
PT3001, 2-3m	0,03	6,1	5,8	0	1,65
PT3001, 2-3m (2)	0,04	6,05	5,94	0	1,7
PT3002, 1-1,5m	0,09	5,01	12,3	0	3,6
PT3003, 4m	0,08	6,75	10,3	0	0,25
PT3003, 5,5m	0,14	4,91	13,2	0	3,72
Tulosten lähde: Eurofins					





Rev. Muutos	Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm
Kohde	Pirustuksen sisältö			Mittakaavat
<b>Pääväneva yleissuunnittelu</b>	<b>Pohjatutkimuskartta</b>			<b>1:10000</b>
<b>Keliber Oy</b>	<b>Sulfaattimaanäytepiest</b>			
Suunnittelija L. Ung	Tarkastaja H. Jussila	Päiväys 13.10.2020	Kohdekoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK24 / N2000	
Hyväksyjä Hannu Jussila	Työnnumero <b>101014661</b>		Pirustuksen sisältö	
			Summa-ala <b>GEO S-1</b>	
AFRY		AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 Oulu Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com		Lehti Muutos