

LAUSUNTO

13.12.2021

FinnAust mining

Malminetsintälupien valitukset

Enonkoski ja Savonlinna

LAUSUNNON ANTAJA**Jari Natunen**

Ympäristöbiokemisti, FT

SLL, Erityisasiantuntija

jari.natunen@sll.fi

044 21 00 453

Kansalaisten kaivosvaltuuskunta

ja Vesiluonnon puolesta ry

Puheenjohtaja

LAUSUNNON TIIVISTELMÄ

Luvissa ei ole huomioitu asianmukaisesti malminetsinnän ympäristö- ja luontovaikutuksia.

Ympäristövaikutuksista keskeisimmät ovat kemialliset pinta- ja pohjavesivaikutukset sekä vaikutukset maaperän pilaantumisesta sekä toisaalta meluvaikutukset. Kemialliset vaikutukset johtuvat kairauksen kiintoaine ja vesijätteistä. Alueen mineraalit ovat poikkeuksellisen sulfidipitoisia, mikä aiheuttaa erityisiä vaaroja happamasta kivi- ja kaivosvuodosta. Kairausjäte olisi todennäköisesti ainakin suurelta osalta vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavaa ja myös tämän luokan pitoisuuksien ylittyminen on mahdollista. Tämä näkyy myös läheisen Laukunkankaan kaivoksen jälkivaikutuksissa. Luvat mahdollistaisivat myös kairauksen vesitöissä ja pienvesissä ja näiden läheisyydessä, minkä edellytyksiä ei ole selvitetty ja joissa on merkittäviä riskejä. Myös maastoon jätettävät kairausputket olisivat jätettä.

Luontovaikutusten osalta viitataan paikallisen ELY-keskuksen pyyntöön liito-oravien selvittämisestä sekä mahdollisten kangasvuokkojen esiintymisestä edellisessä lupavaiheessa. Lisäksi lukuisten muiden luontoarvojen selvittäminen on välttämätöntä. Näitä ovat esimerkiksi direktiivillä suojellut viitasammakkko, lepakot ja sudenkorennot.

KHOn ennakkopäätöksen perusteella on syytä myös selvittää alustavasti mahdollisen kaivoksen ympäristövaikutukset sen selvittämiseksi, onko kaivos ylipäänsä mahdollinen alueella.

Vaaralliset mineraalit tuottavat ei-pysyviä ja vaarallisia kaivannaisjätteitä

Luvan menettely voi johtaa kaivannaisjätteiden väärään käsittelyyn ja maaperän pilaamiseen. Kaivannaisjättesuunnitelma puuttuu. Kaivannaisjäte on mahdollisesti osittain tai kokonaan vaarallista tai ei-pysyvää jätettä. Esimerkiksi Sakatissa, ks. Liite 1 ja sen liitteet kairauksen kiinteää jätettä on luokiteltu vaaralliseksi eli ongelmajätteeksi. Kiinteän jätteen eli ”soijan” ja kairauksen jäteveden laskeminen ympäristöön voi siten olla laitonta jätteiden dumpaamista ja turmella ympäristöä.

Asiassa puuttuvat valtioneuvoston asetuksen kaivostoiminnasta 391/2012 3§ sekä Kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 selvitykset jätteistä.

Sakatti mining -yhtiön selvitykset paljastavat todennäköisesti merkittävää pinta- ja pohjaveden saastumista kairauksen lähistöllä johtuen kairausjätteistä ml. vaarallisen kaivannaisjätteen, saastuneen kairausveden ja kivennaisjätteet sekä luvattomien kairauskemikaalien käytön, pohja- ja pintavesien sekoittumisesta, katso Liite 1.

Malminetsintäalueelta on mm. Outokummun raportteja prosenttien ja jopa yli 10% sulfidipitoisuuksista sekä prosenttien raskasmetelipitoisuuksia. Nämä tarkoittaisivat kaivannaisjätedirektiivin normien ylityksiä. Sulfidin raja-arvo on 0.1 %, jonka jälkeen tulee määrittää haponmuodostuskyky. (Potentiaalisesti) happoa muodostavat kaivannaisjätteet on luokiteltu vaarallisiksi jätteiksi esimerkiksi Terrafamen, Elementiksen Mieslahden ja Sotkamo Silverin kaivosten ympäristöluissa (PSAVI, avi:en ylipasivu).

Paikalliset ovat löytäneet esimerkiksi Fennosscandian resources grafiittimineraalien kairauksien jäljiltä Heinävedellä maastoon jättämistä kairausjätteistä raskasmetalleja, joista useiden pitoisuudet ylittävät pilaantuneen maan, sedimenttien läjitysnormeja sekä jopa vaarallisen jätteen normeja, liite 1.

EU:n vesidirektiivit, vaarallisten aineiden lainsäädäntö ja vastaavat Suomen lait edellyttävät, ettei mineraaleista vapautuvia aineita, kuten metalleja, arseenia tai yhdisteitä, suspendoituneita aineita, fluoridia, tai mahdollisissa kairauksen lisäaineissa käytettyjä mm. pysyviä hiilivetyjä, tai pysyviä tai kertyviä orgaanisia yhdisteitä, päästetä luvatta pintavesiin (713/2014, 15§, liite 2). Pohjavesillä on *ehdoton pilaamiskielto*, joka tarkoittaa myös vastaavien aineiden päästökieltoa (1022/2006, 4a§, liite E, 1038/2015). Pohjaveden ja vesistöjen laatu ei saa heiketä, mitä valvotaan metallien ja muiden haitta-aineiden laatuormeilla (1022/2006, 341/2009). Lisäksi ympäristönsuojelulaissa on maaperän pilaamiskielto. Näitä ongelmia on katsottu läpi sormien syväkairausten suhteen.

Edellisen perusteella kunta ja asianosaiset eivät ole saaneet riittävää selvitystä hankkeen vaikutuksista.

Vaikutuksia yleisiin ja yksityisiin etuihin ei ole käsitelty asianmukaisesti.

Saastuneen kairausveden ja kairauslietteen ("soija") hallitseminen

Hakemuksen perusteella kairauksessa käytetään vettä, jonka käsittely ja luontoon päästessä aiheuttama saastuminen on välttämätöntä selvittää ja luvittaa. Veden pilaantuminen aiheutuu kairareian seinämistä ja erityisesti hienojakoisesta kiviaineksesta eli nk. soijasta.

Apuaineet

Kairauksessa käytetään tyypillisesti apuaineita, joita Sakatti mining -luvassa tarvitaan soijan erottamiseen vedestä. Aineita markkinoidaan myös kairareikien stabilointiin erilaisissa maaperissä, voiteluaineeksi ja veden pH-arvon säätämiseen noin tasolle 10. Luvan määräykset ovat selvästi puutteelliset veden, soijan ja apuaineiden suhteen. Useampi malminetsijä on ilmoittanut, etteivät käytä kemiallisia apuaineita. Mikäli näin ilmoitettaisiin asialle tulee olla valvonta.

Jos apuaineita ei käytettäisi, on epäselvää, kuinka soija erotetaan kairausvedestä tai kuinka kairareikä stabiloidaan pintamaan kerroksissa. Vedenkierrätys on mainittu mm. Sakatti mining-luvassa Lapissa, mutta se vaikuttaa haasteelliselta jopa siinä erittäin hyvin resursoidussa hankkeessa.

Oikea suljettu kierto edellyttäisi kiintoaineksen poiston lisäksi metallien, suolojen, arseenin ja muiden liukoisten haitta-aineiden puhdistamista jätevesistä. Muussa tapauksessa haitta-aineet kumuloituvat kierrätysvedessä.

Pohjavesien sekoittumien

Laadullisesti on edelleen huomioitava, että syväkairauksella saavutettavat, jopa satojen metrien syvyydellä olevat pohjavedet ovat pintavesiä suolaisempia ja sisältävät kasvavia haitta-ainepitoisuuksia. Pelkästään yleiset suola-aineet, kuten sulfaattisuolat, ovat haitallisia makean veden luonnossa, näiden lisäksi esiintyy raskasmetalleja, arseenia, radioaktiivisia aineita ml. kaasumainen radon ja edelleen mahdollisesti myrkyllisiä kaasuja rikkivetyä ja metaania.

Luvasta puuttuu määräys kerätä/kierrättää ylijäänyt vesi ja tuoda se pois tutkimusalueelta.

Tämä on parasta saatavilla olevaa teknologiaa ja sitä on tarjottu Bolidenin malminetsintäluvassa. Mikäli taas on kuitenkin tarkoitus sallia veden johtaminen maastoon, tämän turvallisuudesta ja valvonnasta täytyy olla yksityiskohtainen selvitys. Kyseessä olevien kairauskohteiden perusteella kierrätettävä vesi tulisi saastumaan.

Myös veden määrä tulee etukäteen laskennallisesti määrittää kairausmetriä kohden ja valvoa jälkikäteen, joten luvasta puuttuu myös tämän valvonnan lupamääräykset. Saastuneen veden käsittelyyn tulee myös olla lupamääräykset.

Kairauksen kiinteä mineraalijäte – ”soija”

Ilmeisesti vastaaja esittää, että kiinteä mineraalijäte kerätään täysin talteen. Luvassa ei ole määräystä tästä, kuten toisaalta on usein kairausta sisältävissä malminetsintäluvuissa. Mineraalijäte voi käsittää sulfidista mineraalia, jonka reagoidessa veden ja ilman kanssa syntyy hapan kivi(kaivos)vuoto (acid rock/mine drainage). Mineraalijäte voi sisältää myös asbestia tai muita yleisiä haitallisia kuituisia mineraaleja. Jäte on merkittävältä osalta suspendoituvaa kiintoainesta, joka on haitallista pintavesissä. Näitä ympäristövaikutuksia ei ole selvitetty, ja väite, että ympäristövaikutuksia ei olisi ei ole myöskään varmuudella kestävä ja perusteltu. Mahdollisesti haitallisen kairausjätteen/liejun/soijan vaikutuksista ja käsittelystä tulee luvassa myös olla selvitys ja täsmälliset määräykset. Kyseessä on mahdollinen vaarallinen eli ongelmajäte. Sakatti miningin kairauksissa on syntynyt vaaralliseksi luokiteltavaa jätettä, **LIITE 1**

Ruotsin kaivannaisteollisuus kiinnittää huomioita vaarallisiin kairausjätteisiin, Suomen jäteasetuksessa (179/ 2012, Liite 4: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>) on seuraavat luokat

01 05 06* porauslietteet ja muut porausjätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita
Vaarallisia jätteitä voi myös syntyä kivien sahaamisessa malminetsinnässä, jolloin jäteluokka on ”01 04 07* muiden kuin metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita”, katso **LIITE 1**.

Kairausputkien jättäminen maastoon tai vesistöön

Etelä-Savon ELY on viimeisessä lausunnossaan todennut Bolidenin Vekseli-malminetsintä lupapäätöksestä¹, että maastoon jätettävä kairausputket olisivat jätettä ja siksi ne on poistettava.

Ruostuvat putket pilaavat ympäristöä, ovat putoamisriski pienille eläimille, voivat vahingoittaa maastossa kulkevia eläimiä ja ihmisiä sekä aiheuttavat paikallista pohjaveden pilaantumista, katso Liite 1.

Maastoon jätetyt kairausputket tuhoavat yleisesti metsäkoneiden renkaita.

Pitkäaikaisten haittojen välttämiseksi maanpinnan tason lähellekin katkaistut kairaputket ja tulpatut putket ovat ongelmallisia aikanaan ruostuessaan ja rikkoutuessaan vuotaviksi, sekä toisaalta toimivat liikkumisesteinä vaarantaen ihmiset ja eläimet. Ruosteiset kairausputket pilaavat pinta- ja pohjavesiä ja aiheuttavat siten laittomia seurauksia.

Kaivosyhtiöiden konsulttina toimivan GTK:n jäljiltä tunnetaan puhkiruostuneita, paineellista pohjavettä vuotavia kairausputkia, jotka esimerkiksi Kuusamon Kouervaarassa vuotavat radioaktiivisia aineita.

Tulppauskohdassa ei keskustella paineellisen pohjaveden yhteydessä tulppauksen kaasutiiveydestä. Sakatti Miningin konsultti Goldner esitti k.o. luvan dokumenteissa vaihtoehdoksi

¹ Päätös ML2018_0124 Tukes 23.11.2021

https://tukes.fi/documents/5470659/54028939/ML2018_0124_Vekseli_BolidenKevitsaMiningOy_uusi_mod.pdf/b97b8661-eb7b-2dba-93eb-d4748fba12a/ML2018_0124_Vekseli_BolidenKevitsaMiningOy_uusi_mod.pdf?version=1.0&t=1637648810612

tulppaukselle reikien betonointia, joka vaikuttaa kestävämmältä ratkaisulta ainakin pintavesien suhteen.

Ratkaisun yhteydessä tulee kuitenkin myös selvittää betonin kestävyys, tyypillisesti kaupalliset betonit kestävät vain noin 200 vuotta. Betonin kestävyydelle asettaa rajoituksia mm. paikallisen kallioperän mineraalit, vesi, suuret lämpötilavaihtelut ja jäätyminen. Lisäksi tulee selvittää betonoinnin järjestelyt ympäristöä vahingoittamatta, betonin ympäristökelpoisuus ja siitä pitkänkin ajan kuluessa liukenevat haitta-aineet sekä mahdollisuus estää betonoinnilla eri pohjavesikerrosten sekoittuminen.

Melu, siihen liittyvät rajoitukset ja asuntojen suojaetäisyydet ovat selvittämättä

Kairauksen melu voi olla 100-120 dB ja ylittää siten valtioneuvoston ohjeen sekä STM:n asetuksen sisämelun rajoista taikka moottoriradoille asetetun maksimimelurajan 60 dB. Vaikuttaa ilmeiseltä, että Kaivoslain suojaetäisyys ei ole riittävä meluntorjuntaa, vaan tarvitaan melun rajoittamista kauemmas loma- ja muista asunnoista sekä lintujen pesimä-aikaan ja luonnonsuojelualueiden ympäristöissä.

Luvassa ei ole huomioitu tai selvitetty vastaavassa luvassa 2016 0013 Lavajärvi1 Hämeenkyrön kunnan kohtuullisia ja lakiin perustuvia vaatimuksia kairauksen rajoittamisesta päiväaikaan, ja lintujen pesimäajan ulkopuolelle.

Luvassa ei ole huomioitu tai selvitetty vastaavassa luvassa esitettyä Pirkamaan ELY:n vaatimusta:
 ”Kairaustoiminnasta ei saa aiheutua Valtioneuvoston päätöksen (993/92) mukaisten melutason ohjearvojen ylittymistä häiriintyvien kohteiden, kuten päiväkotien, sairaaloiden, luonnonsuojelualueiden ja asuinalueiden piha-alueilla.”

Meluvaikutukset voivat olla kaavanvastaisia ja haitata kaavantoteuttamista.

Luvassa olisi tullut olla:

- vakituisten ja loma-asuntojen, luonnonsuojelualueiden sekä muiden herkkien kohteiden melun ohjearvojen noudattamisesta
- kairauksen rajoittamisesta päiväaikaan, loma-aikojen ulkopuolelle ja lintujen pesimäajan ulkopuolelle
- STM:n asetuksen sisämelun rajojen noudattaminen ml. matalataajuiset äänet sekä määrätyn maksimimelurajan 60 dB noudattaminen
- kairaus- ja kaivinkoneen ja muiden meluavien laitteiden kuten kallionsahauslaikkojen melutasojen mukaan tulee määrittää suojaetäisyys asuin- ja työskentelyrakennuksiin ja yksityisiin pihoihin, ja rajata nämä kairaus/kaivin/muun meluavan toiminnan ulkopuolelle

Vesi- ja ympäristönsuojelulain vastainen pohjaveden pilaaminen sekä ympäristöluvitusta edellyttävät vesistövaikutukset johtuen *kairaamisesta pienvesiin, järviin ja vesistöihin.*

Luvassa on merkittäviä vesistöalueita ja pienvesiä. Korkeimman hallinto-oikeuden vuosikirjapäätöksessä malminetetsintälupa palautettiin, kun kairausta esitettiin talvella jäältä

meren pohjaan.

Huomioiden kairauksen tunnetut vaikutukset on syytä epäillä, että nykyiset kairaustekniikat eivät sovellu vesistön pohjaan kairaamiseen tai/ja edellyttävät merkittävästi parempia.

Vesistöön kairaamisella on todennäköisesti välittömiä sekä pitkäaikaisia pinta- ja pohjavesivaikutuksia, jotka olisi tullut selvittää ja käsitellä ympäristöluvituksessa.

Vesistöön kairauksessa riskit ovat suuria. Muun muassa menettely edellyttäisi kairausputkien poistoa ja kairareikien tukkimista koko matkalla.

Keski-Suomen ELYn mukaan vesistöön kairaus voi edellyttää vesilupaa (lausunto Mawson ”Vatsa”-lupa Jyväskylä, vireillä 2021).

Toiminnalla avattaisiin suorayhteys pinta- ja pohjaveden välillä, millä voi olla pohjavesivaikutusta. Paineellisen pohjaveden purkautumista vesistön pohjaan ei ole selvitetty. Myös Keliberin 2015 Emmes lupahakemuksessa esitetty tukkiminen/sementointia vähintään 20 metrin matkalla voi tulla voi olla hankalaa, eikä menettelyn toimimisesta ole tietoa ja varmuutta².

Boliden yhtiö on Vekseli-malminetsintälupapäätöksessä³, ilmoittanut tuovansa kaiken kairausveden muualta paikalle sekä vievänsä kaiken jäteveden ja kairausjätteen pois, ja ettei mitään apuainekemikaaleja käytetä. On epäselvää, missä määrin Bolidenin menetelmä perustuu kairausveden kierrätykseen.

Pirkanmaan ELY-keskus lausui Hopeavuori malminetsintäluvasta

Vesistövaikutukset ja pohjavedet

Malminetsinalueen halki kulkee puroja/ojia. Vesilaissa on säädetty luonnontilaisten lähteiden, purojen ja pienten lampien luonnontilaisena säilymisestä (vesilain 2. luku 11 §).

KHO hylkäsi malminetsintäluvan Porkkalan edustalla meressä johtuen osin puutteellisista selvityksistä meressä tapahtuvassa kairauksessa. Verrattuna mataliin järviin ja pienvesiin valituksenalaisessa luvassa riskit ovat nyt merkittävästi suuremmat.

Luvassa olisi tullut selvittää toiminnan vaikutukset, esittää suunnitelmat, sekä ”paras saatavilla oleva tekniikka” ympäristö-, luonto- ja etuihin kohdistuvien vaikutusten minimoimiseksi.

Ympäristölainsäädännön lisäksi parhaisiin menettelyihin on velvoite myös kaivoslain periaatteissa.

Vakuus ei ole asetettu suunnitellun toiminnan mukaisesti edes teoriassa

a) Kyseessä on vesistöön kairaus, jonka riskit ovat suuria ja jotka vähintäänkin edellyttävät kairausputkien poistoa ja kairareikien tukkimista koko matkalla.

² Liite 2 Vuonna 2016 myönnetty Emmes-luvan hakemuksen kuulutus

https://tukes.fi/documents/5470659/16044844/ML2015_0031_hakemuskulutus_suomeksi.pdf/1e5f5ffe-38ff-bcb2-40b6-d56d32db5d8f/ML2015_0031_hakemuskulutus_suomeksi.pdf?version=1.0&t=1571595880000

³ Päätös ML2018_0124 Tukes 23.11.2021

https://tukes.fi/documents/5470659/54028939/ML2018_0124_Vekseli_BolidenKevitsaMiningOy_uusi_mod.pdf/b97b8661-eb7b-2dba-93eb-d4748fba12a/ML2018_0124_Vekseli_BolidenKevitsaMiningOy_uusi_mod.pdf?version=1.0&t=1637648810612

b) Suunnitelmat ja selvitykset puuttuvat.

Vakuuden asettamisesta toiminnanmukaisesti malminetsintäluvassa on Korkeimman hallinto-oikeuden ennakkopäätös⁴. Lupa on aivan ilmeisesti tämän päätöksen vastainen.

Kaivos ei sovellu alueelle?

Metallikaivosten jätetietojen perusteella vaikuttaa ilmeiseltä, että kaivos ei sovellu järvien, pienvesien tai pohjavesin alueelle, lähelle tai alle. Siksi kairaaminen on turhaa ja johtaisi perustuslain vastaisiin turhin haittoihin maanomistajille ja elinkeinonharjoittajille sekä toisaalta perustuslain ympäristöoikeuksiin liittyville luonnonsuojelun yleisille eduille. Ennakkopäätös asiassa on KHO 2013:192⁵.

Kunnioittavasti


Jari Natunen

Ympäristöbiokemisti, FT
SLL, Erityisasiantuntija
044 21 00 453
jari.natunen@sll.fi
Kansalaisten Kaivosvaltuuskunta ry, pj

Liite 1. Kairauksen vaikutukset

Liitteen 1. Liitteet

- 1.1. Golder_kairanreikien_vaikutus_Viiankiaapaan_2013, pdf
- 1.2. Golder_apuaineiden_vaikutukset_Viiankiaapaan_2015, pdf
- 1.3. Golder_pinta_ja_pohjavesiolosuhteet_ja_kairanreikien_ymparistovaikutukset_2015, pdf
- 1.4. Pöyry_kairausapuaineiden_ymparistovaikutuksista_2019, pdf
- 1.5. Käyttöturvallisuustiedote AMC Aus Floc L, pdf
- 1.6. GTKn raportti Kuusamon Kouervaaran kairauksista, pdf
- 1.7. Föjtin ja Natusen tulokset Sallan jäätyneestä kairausvedestä, tässä jatkona
- 1.8. Heinäveden Aitolammen kairauksien maastoon jätettyjen soijanäytteiden metalli- ja alkuainepitoisuuksia, tässä jatkona
- 1.9. Mawson lausunto kairausvedestä

Liite 2 Emmes ML2015_0031_hakemuskuulutus, pdf

⁴ KHO:2018:46.

<https://www.kho.fi/fi/index/paatoksia/vuosikirjapaatokset/vuosikirjapaatos/1522906846161.html>

⁵ <https://www.kho.fi/fi/index/paatokset/vuosikirjapaatokset/1386569683651.html>

1.7. Föjtin ja Natusen tulokset Sallan jäätyneestä kairausvedestä



TESTAUSSELOSTE 2020-30408
Maanäyte

1(1)
02.12.2020

Tilaja

Natunen Jari

Kuninkaantammenkierto 4A5
00430 HELSINKI



Näytetiedot

Näyte	Maanäyte		
Näyte otettu	01.03.2020	Kellonaika	
Vastaanotettu	17.11.2020	Kellonaika	15.25
Tutkimus alkoi	17.11.2020	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
Ottopiste	Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki		
Näytteen ottaja	Tilaajan toimesta		
Viite	Sarvivaarantie Oulankajoki-Salla/Natunen		

Analyysi	Menetelmä	30408-1 Maanäyte 2B Sarvivaarantie Salla-Pulankajoki Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	Yksikkö	Epävarmuus -%
Kuiva-aine	* SFS-EN 13040:2008	82,8	%	10
Elohopea, Hg	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2 2016	0,69	mg/kg ka	20

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Laurén Marjo, 010 391 3595, kemisti

Tilaja

Natunen Jari

 Kuninkaantammenkierto 4A5
 00430 HELSINKI

FINAS
 Finnish Accreditation Service
 TEST (EN ISO/IEC 17025)

Näytetiedot	Näyte	Vesinäyte		
	Näyte otettu	01.03.2020	Kellonaika	
	Vastaanotettu	17.11.2020	Kellonaika	15.25
	Tutkimus alkoi	17.11.2020	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Ottopiste	Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki		
	Näytteen ottaja	Tilajan toimesta		
	Viite	Sarvivaarantie Oulankajoki-Salla/Natunen		

Analyysi	Menetelmä	30407-1	Yksikkö	Epävarmuus -%
		Vesinäyte 1B. Sarvivaarantie Salla-Oulankajoki Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki		
Elohopea, Hg, kokonais	* SFS-EN ISO 17294-2:2016	19	µg/l	20

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Laurén Marjo, 010 391 3595, kemisti



Tilaja

Natunen Jari


 Kuninkaantammenkierto 4A5
 00430 HELSINKI
Näytetiedot

Näyte otettu	01.03.2020	Kellonaika	
Vastaanotettu	23.10.2020	Kellonaika	15.15
Tutkimus alkoi	23.10.2020	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
Ottopiste	Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki		
Näytteen ottaja	Tilajan toimesta		
Viite	Salla-Oulankajoki/Natunen Jari		

Analyyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	27783-2 Maanäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	Yksikkö	Epävarmuus-%

Analyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	27783-2 Maanäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	Yksikkö	Epä- varmuus- %
Kuiva-aine - lietteestä	*	SFS 3008:1990	81	%	5
Kalsium, Ca, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	11	mg/l	20
Magnesium, Mg, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	5,0	mg/l	20
Kalium, K, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	6,0	mg/l	20
Natrium, Na, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	6,0	mg/l	20
Alumiini, Al, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	2 600	µg/l	20
Antimoni, Sb, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	< 1	µg/l	20
Arseeni, As, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	0,3	µg/l	20
Barium, Ba, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	18	µg/l	20
Beryllium, Be, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	< 1	µg/l	20
Elohopea, Hg, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	12	µg/l	20
Hopea, Ag, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	< 1	µg/l	20
Kadmium, Cd, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	< 0,02	µg/l	15
Koboltti, Co, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	1,2	µg/l	15
Kromi, Cr, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	8,0	µg/l	15
Kupari, Cu, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	14	µg/l	20
Lyijy, Pb, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	0,4	µg/l	20
Mangaani, Mn, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	120	µg/l	20
Molybdeeni, Mo, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	24	µg/l	20
Nikkeli, Ni, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	4,9	µg/l	25
Pii, Si, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	12 000	µg/l	20
Rauta, Fe, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	2 100	µg/l	20
Rikki, S, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	440	µg/l	20
Seleen, Se, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	0,7	µg/l	25
Sinkki, Zn, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	6	µg/l	20
Strontium, Sr, kokonais	*	SFS-EN ISO 11885:2009	22	µg/l	20
Tallium, Tl, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	< 1	µg/l	20
Tina, Sn, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	< 1	µg/l	20
Uraani, U, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	0,51	µg/l	15
Vanadiini, V, kokonais	*	SFS-EN ISO 17294-2:2016	6,4	µg/l	20

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

Postiosoite	Puhelin	Faksi	Y-tunnus
Vilkinkaari 4	+358 10 391 350	+358 9 310 31626	2340056-8
00790 Helsinki			Alv. Nro
metropolilab@metropolilab.fi	http://www.metropolilab.fi		FI23400568

Analyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankaajoki	27783-2 Maandyste 1. Sarvivaarantie Lat66H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulanka- joki	Yksiköt	Epä- varmuus- %
Alumiini, Al	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		6 700	mg/kg ka	40
Barium, Ba	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		15	mg/kg ka	20
Beryllium, Be	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		0,1	mg/kg ka	20
Elohopea, Hg	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		0,40	mg/kg ka	20
Hopea, Ag	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		< 2	mg/kg ka	20
Kalium, K	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		2 300	mg/kg ka	25
Kalsium, Ca	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		3 300	mg/kg ka	25
Koboltti, Co	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		6	mg/kg ka	20
Kromi, Cr	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		43	mg/kg ka	20
Kupari, Cu	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		19	mg/kg ka	20
Magnesium, Mg	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		6 900	mg/kg ka	25
Mangaani, Mn	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		120	mg/kg ka	20
Natrium, Na	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		290	mg/kg ka	25
Nikkeli, Ni	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		14	mg/kg ka	20
Pii, Si	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		1 800	mg/kg ka	25
Rauta, Fe	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		14 000	mg/kg ka	25
Rikki, S	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		48	mg/kg ka	25
Sinkki, Zn	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		5	mg/kg ka	20
Strontium, Sr	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		8,8	mg/kg ka	20
Vanadiini, V	* ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009		34	mg/kg ka	20
Arseeni, As	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2		< 1	mg/kg ka	20
Kadmium, Cd	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		< 0,10	mg/kg ka	20
Lyijy, Pb	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		1	mg/kg ka	20
Molybdeeni, Mo	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		< 2	mg/kg ka	20
Seleni, Se	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		< 1	mg/kg ka	30
Tallium, Tl	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		< 1	mg/kg ka	20
Uraani, U	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016		< 1	mg/kg ka	40

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

Postiosoite	Puhelin	Faksi	Y-tunnus
00000000000000000000	0000 0000 0000	0000 0000 0000	000000000000000000

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

Postiosoite Vikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	----------------------------	---------------------------	---



TESTAUSSELOSTE 2020-27783
Vesi

3(3)
06.11.2020

Analyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat96H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	27783-2 Maanäyte 1. Sarvivaarantie Lat96H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	Yksikkö	Epä- varmuus- %
Arifoni, Sb	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2		< 2	mg/kg ka	20
Tina, Sn	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2 2016		< 2	mg/kg ka	20

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Laurén Marjo, 010 391 3595, kemisti

Ahlfors Reetta
toimitusjohtaja

Tiedoksi njarit@yahoo.com

1.8. Heinäveden Aitolammen kairauksien maastoon jätettyjen soijanäytteiden metalli- ja alkuainepitoisuuksia.

Oikeanpuoleinen sarake on virheraja. Korkein rikkipitoisuus on 7,3%, mm. kadmium, kupari, nikkeli, sinkki ja vanadiini ylittävät pilaantuneen maan korkeimpiakin normeja selvästi.

Kadmium, Cd	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:200 9	9,2	7,9	2,2	mg/kg ka	
Kupari, Cu	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	350	340	110	mg/kg ka	20
Mangaani , Mn	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	260	260	200	mg/kg ka	20

Molybdeen, Mo	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	28	45	10	mg/kg ka	20
Natrium, Na	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	670	420	340	mg/kg ka	25
Nikkeli, Ni	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	450	350	90	mg/kg ka	20
Pii, Si	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	1 600	1 500	1 200	mg/kg ka	25
Rauta, Fe	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	130 000	110 000	27 000	mg/kg ka	25
Rikki, S	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	74 000	62 000	13 000	mg/kg ka	25
Seleen, Se	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	69	42	13	mg/kg ka	30
Sinkki, Zn	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	1 200	1 200	280	mg/kg ka	20
Strontium, Sr	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	15	8,6	11	mg/kg ka	20
Vanadiini, V	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:20 09	340	290	79	mg/kg ka	20
Arseeni, As	*	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2	3	5	2	mg/kg ka	20
Tallium, Tl		ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2 2016	2		mg/kg ka		20
Uraani, U		ICP-MS: SFS-EN	5	4	1	mg/kg ka	40

ISO 17294-
2 2016Neljäs
näyte

Kadmium, Cd	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	7,1	mg/kg ka	20
Kupari, Cu	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	730	mg/kg ka	20
Magnesium, Mg	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	9 900	mg/kg ka	25
Mangaani, Mn	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	450	mg/kg ka	20
Molybdeeni, Mo	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	77	mg/kg ka	20
Natrium, Na	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	580	mg/kg ka	25
Nikkeli, Ni	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	280	mg/kg ka	20
Pii, Si	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	1 300	mg/kg ka	25
Rauta, Fe	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	58 000	mg/kg ka	25
Rikki, S	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	30 000	mg/kg ka	25
Seleen, Se	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	32	mg/kg ka	30
Sinkki, Zn	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	930	mg/kg ka	20
Strontium, Sr	*	ICP-OES: SFS-EN	18	mg/kg	20
Vanadiini, V	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	290	mg/kg ka	20
Arseeni, As	*	ICP-MS: SFS- EN ISO 17294-2	3	mg/kg ka	20
Lyijy, Pb	*	ICP-MS: SFS- EN ISO 17294-2 2016	9	mg/kg ka	20

Uraani, U	ICP-MS: SFS-EN 4 ISO 17294-2 2016	mg/kg ka	40
-----------	---	----------	----

Liite 1.9. Mawson

ovat yleisiä Palokkaan alueella, joten kalsiumin kasvu ulostulevassa vedessä johtuu tästä. Karbonaatteja käytetään happamien vesien neutralointiin, joten myös pH:n nousu johtuu alueen ja kairauspisteen kivilajien karbonaattipitoisuuksista.

- **Cadmium (Cd):** Kadmium on luonnon ikioma ympäristömyrkky. Se on yleinen mustaliuskeissa, jotka ovat luonnon raskasmetallien roskakoreja. Sen vuoksi mustaliuskeisiin kairattujen porakaivojen vedet tulisi monesti toimittaa suoraan Riihimäen ongelmajätelaitokseen. Juoma- ja talousvedeksi niistä ei ole. Palokkaan esiintymän sivukivinä mustaliuskeita ei ole, joten kadmium-pitoisuudetkin ovat alhaisia.
- **Koboltti (Co):** Kohonneet kobolttipitoisuudet ovat tavallisia Palokkaan esiintymässä. Koboltti ei ole kuitenkaan tasaisesti jakaantunut. Koboltti on sitoutunut em. kobolttihohteeseen sekä rikkikiisuun (FeS_2). Melko varmasti kobolttia on luultavasti jonkin verran myös magneettikiisussa (FeS) sekä myös pentlandiitissa ($(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$). Kobolttihohdetta lukuunottamatta nämä mineraalit ovat helppoliukoisia, joten koboltin hienoinen nousu ulostulovedessä johtunee esiintymän kobolttipitoisuudesta.
- **Kromi (Cr):** Kromi on luonnossa vaikealiukoinen alkuaine. Palokkaan esiintymässä eikä sen sivukivessä kromia ei ole, joten kromin hienoinen nousu ulostulovedessä johtunee kairauslaitteiden kromiteräsoisista.
- **Kupari (Cu):** Luonnossa kupari on sitoutunut joko rikkiin (sulfidit) tai se voi rikin puutteen tai alhaisen pitoisuuden vuoksi esiintyä myös metallisena. Hienoinen kuparipitoisuuden kasvu ulostulevassa vedessä johtunee Palokkaan esiintymän kuparipitoisuudesta.
- **Rauta (Fe):** Rauta ja rautamineraalit ovat hyvin yleisiä maan kuorella eikä rautapitoisuus näytä paljon analysoiduissa vesissä vaihtelevankaan.
- **Elohopea (Hg):** Elohopeaa tavataan luonnossa pieniä määriä, monesti erityyppisissä malmi-esiintymissä. Palokkaan elohopeapitoisuutta ei ole tutkittu, mutta vesien alle määritysrajan olevat pitoisuudet antavat aiheen olettaa, että elohopeapitoisuus ei ole merkittävä. Toisaalta elohopea sulfidiesiintymissä, kuten Palokas, on melko varmasti sitoutunut rikkiin muodostaen sulfideja. Elohopean sulfidit puolestaan ovat veteen liukenemattomia eikä elohopeapitoisuuksia voida siten vesiä analysoimalla saada hyvin näkyviinkään. Samasta syystä sulfidissa malmiesiintymissä oleva elohopea on ihmiselle periaatteessa vaaraton, kiviä tuskin syödään.
- **Jodi (I):** Jodipitoisuudet Suomen kallioperässä sekä luonnon vesissä ovat yleensä niin alhaisia, etteivät ne riitä edes täyttämään ihmisten joditarvetta.
- **Kalium (K):** Kali esiintyy Suomen kallioperässä kalimaasälvässä sekä kiilleissä, jotka ovat vaikealiukoisia eikä kali liukene siten suurina määrinä veteen.
- **Magnesium (Mg):** Magnesium on verraten yleinen alkuaine luonnossa esiintyen eri silikaateissa ja karbonaateissa. Jälkimmäisissä se on kalsiumin tapaan verraten helppoliukoinen. Mg-pitoiset karbonaattimineraalit (esim. dolomiitti $\text{Ca}(\text{Fe,Mg})(\text{CO}_3)_2$) ovat verraten yleisiä Palokkaan alueella, joten pH:n ja magnesiumin kasvu ulostulevassa vedessä johtuu tästä.
- **Litium (Li):** Litium on melko harvinainen alkuaine eikä Palokkaan alueella ole tavattu sellaisia kiviä, joissa sitä voisi olla.
- **Mangaani (Mn):** Mangaani on raudan ohella hyvin yleinen alkuaine ja käyttäytyy raudan ta-

- **Hopea (Ag):** Hopeapitoisuudet kallioperässä ovat luontaisesti alhaisia. Samoin Palokkaan esiintymässä, jossa ne kuitenkin ylittävät yleensä analyysirajan. Hienoinen hopeapitoisuus ulostulevassa vedessä saattaa johtua tästä.
 - **Alumiini (Al):** Alumiini kolmanneksi yleisin alkuaine hapen ja piin jälkeen ja samalla yleisin metalli. Sitä on noin 8 % maankuoresta. Alumiini on sitoutunut maankuoressa silikaattimineraaleihin ja on erittäin vaikealiukoinen jopa niin, että kun lähes kaikki muut alkuaineet ovat liuenneet ja siirtyneet pois, alumiini on jäänyt (vrt. bauksiittiesiintymät). Korkeahko alumiinipitoisuus ulostulevassa vedessä johtuu alumiinipitoisten kairausputkien mekaanisesta hiertymisestä ja metallihiukkasten sekoittumisesta veteen, ei metallin liukenemisestä. Alumiini jää pääasiassa soijaan.
 - **Arseeni (As):** Arseni- ja kobolttipitoisuuksien perusteella lähes ainoa arseenimineraali Palokkaan esiintymässä on kobolttihohde (CoAsS), jota on paikoin runsaastikin. Arsenikiisua tuskin on, koska se esiintyy harvoin yhdessä kobolttihohteen kanssa. Kobolttihohde on kuitenkin heikkoliukoinen eikä arsenipitoisuus kasvakaan ulostulevassa vedessä.
 - **Boori (B):** Boori on harvinainen alkuaine maan kuorella. Sen pitoisuus vaihtelee välillä 3–9 ppm. Suomen kallioperässä yleisin boorimineraali on turmaliini, joka on eri metalleja sisältävä monimutkainen boraatti. Turmaliinia on paikoin melko paljon Palokkaan esiintymässä. Hienoinen booripitoisuuden kasvu ulostulevassa vedessä saattaa johtua tästä, vaikka turmaliini onkin heikkoliukoinen.
 - **Barium (Ba):** Barium on yleensä sitoutunut Suomen kallioperässä kalimaasälpään sekä kiilteisiin. Ba-pitoisissa malmiesiintymissä barium voi myös muodostaa baryytti (BaSO_4)-pitoisia kerroksia ja osueita. Palokkaan esiintymän Ba-pitoisuudet ovat alhaisia eikä pitoisuuden muutoksiakaan kallioperän alhaisesta Ba-pitoisuudesta johtuen näy.
 - **Beryllium (Be):** Beryllium on yleensä sitoutunut heikkoliukoiseen berylli-mineraaliin, jota tavataan kompleksisissa pegmatiiteissa. Näitä kiviä Palokkaassa ei ole.
 - **Vismutti (Bi):** Palokkaan esiintymässä vismuttipitoisuudet ovat koholla sivukiviin verrattuna jopa niin, että sitä voidaan käyttää ns. pathfinderina malminetsinnässä. Pitoisuudet ovat kuitenkin niin alhaisia, etteivät ne vesissä näy.
 - **Kalsium (Ca):** Kalsium on verraten yleinen alkuaine luonnossa esiintyen silikaateissa ja karbonaateissa. Jälkimmäisissä se on verraten helppoliukoinen. Ca-pitoiset karbonaattimineraalit
-
- **Mangaani (Mn):** Mangaani on raudan ohella hyvin yleinen alkuaine ja käyttäytyy raudan tavoin. Pitoisuudet eivät ole merkittäviä.
 - **Molybdeeni (Mo):** Molybdeeni on paikoin koholla Palokkaan esiintymässä, mutta pitoisuudet eivät ole korkeita ja vaihtelevat. Yksi hieman noussut pitoisuus johtuneee tästä. Yleensä korkeat Mo-pitoisuudet liittyvät aina tiettyihin malmiesiintymiin.
 - **Natrium (Na):** Suomen kallioperässä Na on sitoutuneena silikaatteihin. Palokkaan alueella yleisin on albiitti, mutta se on heikkoliukoinen.
 - **Nikkeli (Ni):** Nikkeli ja koboltti esiintyvät monesti yhdessä ja samoissa malmiesiintymissä. Toisaalta nikkeli voi toisin kuin koboltti sitoutua myös silikaatteihin, joissa se on niukkaliukoinen. Nikkeli ei ole yleinen Palokkaan tyyppisissä esiintymissä, mutta paikoin koboltin yhteydessä nikkelpitoisuudet voivat olla anomaalisia. Hienoinen Ni-pitoisuuden nousu tulovesissä voi johtua tästä, mutta voi aiheutua laitteiden teräksien Ni-pitoisuudesta (vrt. Cr)

LIITE 4.

- **Fosfori (P):** Fosforipitoisuudet ovat huomattavasti sivukiviä korkeammat Palokkaan esiintymässä, mutta koska pitoisuudet jäävät vesissä alle määrittämissä, niin todennäköisesti P on heikkoliukoisessa muodossa esimerkiksi monatsiitissa (Ce, La, Nd, Th)PO₄.
- **Lyijy (Pb):** Lyijypitoisuus on esiintymässä alhainen, sivukivissä sitä ei ole. Lyijy on radiogeeninen joten sitä esiintyy anomaalisesti vain uraanirikkaimmissa paikoissa ja sielläkin niin alhaisena ja satunnaisena, ettei sillä ole vaikutusta kairausvesiin.
- **Rubidium (Rb):** Rubidium-pitoisuudet kivissä ja malmiesiintymissä ovat yleensä niin alhaisia, ettei niitä kairausvesissä saada näkymään.
- **Rikki (S):** Rikki muodostaa kallioperässä eri metallien kanssa sulfideja eli kiisuja. Niin myös Palokkaan alueella ja rikki on malmiesiintymässä hyvin yleinen alkuaine. Sitä on myös sivukivissä, mutta vähäisemmässä määrin. Rikkipitoisuudet eivät ole ulostulevassa vedessä sen korkeampia kuin pintavesissäkään. Tämä johtuu siitä, että suoperäiset vedet eivät ole erityisen hapettavia, jolloin rikki lähtisi sulfaattina liikkeelle. Toisaalta rikkiä on myös ilmakehässä pääasiassa rikkivetynä.
- **Antimoni (Sb):** Antimonipitoisuuksissakin saattaa joskus näkyä teräksen vaikutus, geologinen tuskien.
- **Seleen (Se):** Selseenin merkitys voi olla malminetsinnässä pathfinderin merkitys, mutta vesissä seleenipitoisuudet tuskin ylittävät määrittämissä.
- **Pii (Si):** Pii on maankuoren toiseksi yleisin alkuaine (25,7 %) hapen jälkeen, jonka kanssa se muodostaa silikaattien perusrungot. Vapaana sitä ei esiinny luonnossa ja silikaatit ovat yleensä heikkoliukoisia. Palokkaan alueen kivet ovat piirikkaita.
- **Strontium (Sr):** Strontiumia esiintyy runsaasti maankuorella. Se on kuitenkin harvinaisempi kuin esimerkiksi kalsium tai magnesium. Se ei välttämättä keskity malmiesiintymiin, vaan esiintyy yleensä sivukivissä niiden syntytyypin mukaan. Analyysitulokset kertovat, että sitä on tasaisesti kaikkialla Palokkaan alueella.
- **Torium (Th):** Torium on uraanin tavoin radioaktiivinen alkuaine. Sitä esiintyy yleensä graniittisissa kivissä. Erikoisen piirre toriummineraaleissa on se, että kun torium on kerran geologisissa prosesseissa jämähtänyt, niin sitä ei saa liikkeelle sitten millään, vaikka kuinka houkuttelee. Palokkaan Th-pitoisuudet ovat alhaisia. Samoin ympärillä olevien sivukivien.
- **Tallium (Tl):** Tallium on erittäin myrkyllinen alkuaine. Kallioperässä sitä voidaan tavata sulfidien lyijymalmien yhteydessä. Rompas-Rajapalot alueella tällaisista malmiesiintymistä ei ole tavattu merkkiäkään ja geologisesti on todennäköistä, ettei niitä siellä ole.
- **Uraani (U):** Geokemiallisesti uraani on mobiili radioaktiivinen alkuaine. Uraani saostuu kairausvesistä välittömästi pelkistävään turpeeseen tai orgaaniseen ainekseen eikä lähde siitä liikkeelle ennenkuin turvevoimalassa poltettaessa, raskaana metallina silloinkin tuhkaan. Uraanin sitoutuminen pelkistäviin aineisiin näkyy otetussa huuhteluvedessä. Turpeet ovat

imeneet siitä kaiken uraanin ja vaikka uraani on yleisempi alkuaine maan kuorella kuin esimerkiksi kupari, ei määrittämissä ylitä. Kuitenkin on muistettava, että geologisissa prosesseissa tarvitaan aikaa, jotta merkittäviä määriä uraania saadaan liikkeelle. Ihmiselämässä 0,5 - 1 miljoonaa vuotta on suhteellisen pitkä aika, mutta geologisessa aikaskaalauksessa ei kovin merkittävä, oikeastaan lyhyt aika. Palokkaan esiintymän uraanipitoisuudet ovat vain hiukan sivukiviin verrattuna koholla, mutta ulostulevan huuhteluveden uraanipitoisuus voi täysin selittyä myös sivukivien hienoisilla uraanipitoisuuksilla.

- **Vanadiini (V):** Vanadiini rikastuu kallioperässä tiettytyypisiin kiviin, joiden määrä Palokkaan alueella on vähäinen. Hieman kohonnut V-pitoisuudet selittynevät taas tekniikalla (Cr-V-teräset).
- **Sinkki (Zn):** Sinkkiä ei Palokkaan esiintymässä eikä sen välittömissä sivukivissä ole. Sinkki rikastuu mielellään kadmiumin tavoin mustaliuskeisiin ja siellä sinkillä ja kadmiumilla on yleensä hyvin vahva positiivinen korrelaatio.

LIITE 4.

- **Typpi (N):** Typpimineraalit Suomen kallioperässä ovat hyvin harvinaisia ja yleensä nitraatti- ja nitriittipitoisuudet heijastavat ihmisten toimintaa. Ammoniumtyppi on hiukan koholla alueen pintavesissä, ja se saattaa heijastaa hirvien ja porojen virtsaamista alueella.