

13.12.2021

Liite 1: Lausunto Kairauksen ympäristövaikutukset
Jari Natunen Ympäristöbiokemisti, FT
Kansalaisten kaivosvaltuuskunta ry

Yhteenveto

Tyypillisesti GTK ja muut malmikairausta tekevät tahot esittävät, että kairauksella ei olisi ympäristövaikutuksia. Tämä on ollut myöskin malminetsintää hallinnoivat Tukesin näkemys. Viime vuosina on kuitenkin tullut merkittävää uutta tutkimustietoa myös Suomesta kairauksien vaikutuksista. Kairauksen haitat on toki tunnettu kansainvälisestä tutkimuksesta ja säätelystä vuosikymmeniä ja Suomen viranomaisten väitteet toiminta on hyvin erikoista suhteessa siihen.

Merkittäviä tutkimuksia ja tietoja kairauksien vaikutuksista Suomessa on seuraavissa:

1. Sakatti mining-yhtiön Viiankiaavan kairausten YVA 2020
2. GTK:n Kuusamon Kouervaaran tutkimukset 2020
3. Heinäveden luonnonystävien ja kumppanien tutkimus Fennoscandian resources- yhtiön Aitolammen kairauksien vaikutuksista
4. Selvitys Latitude 66-yhtiön Sallan kairauksen maastoon pumpatun kairausveden pitoisuuksista
5. Lausunto Mawsonin YVAssa: mustaliuskeeseen kairaaminen tuottaa ongelmajätettä

lisäksi on merkittävästi tietoa ja ohjeita muualta:

6. EUn syväkairausta koskeva sääntely, joka koskee myös Suomea
7. Kairauskemikaaleista ja pohjavesivaikutuksista vanhempaa ja kansainvälistä tietoa

Verrattuna syväkairauksen ja sen kairausjätteen riskejä esimerkiksi kullankaivuuseen, on ilmeistä, että toiminnan täytyy olla ympäristölupasäädeltä tarkkailu ja jätevelvoitteineen sekä vakuuksineen

1..Sakatti mining Viiankiaavan kairausten YVA 2020 liitteineen

Tämä tutkimuskokonaisuus kiistatta osoittaa, että malmikairaukset tuottavat tavanomaista ja jopa vaarallista kiintoainetta (soija) ja jätevetenä käsiteltävää kairausvettä. Sakatti mining -yhtiö kertoo toimittavansa kyseiset jätteet jätehuoltoon jäteluokan mukaan. Edelleen kairausvedet saastuvat merkittävästi ja kairareista voi nousta

Edelleen vesiä kerrotaan käsiteltävän, mutta kyseessä on vain kiintoaineen poisto/laskeutus, jossa toisaalta käytetään todennäköisesti merkittävän ekotoksisia flokkulantti-polymeerejä.

Sakatin YVAssa kerrotaan kairauksen meluvaikutuksista Natura-alueelle jopa 2 kilometrin päähän. Toisaalta vaikutuksine lintuihin kerrotaan ulottuvan

GTK ei ole kertonut vastaavista jätteiden vaikutuksista taikka meluvaikutuksesta valituksenalaisessa asiassa. Toiminnasta puuttuu myös kaivannaisjätesuunnitelma, yksityiskohtainen toiminnantarkkailu ja toisin kuin Sakatin Natura-kairauksissa selvitystä jätteenkäsittelystä ei ole.

Saamamme Sakatin taustaraportit osoittavat todennäköisimmin juurikin merkittävää kairauksista johtuvaa saastumista paikallisesti sekä pintavesissä että kairareikien pohjavesissä

Tieteelliset johtopäätökset Sakatin taustaraporteista lisäävät kuvaa kairauksen ilmeisistä haitoista laajemmaksi kuin mitä Natura-arviossa 2020 esitetään. Sakatti käyttää kahta konsulttia.

Nähdäkseni konsultit esittävät tarkoitushakuisia johtopäätöksiä valikoiduista tiedoista ja/tai eivät ymmärrä asiaa juuri lainkaan. Pöyry ja Golder arvioivat kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteita hyvin puutteellisilla ja osasta kemikaaleista täysin puuttuvilla tiedoilla.

Golderin havaitsemia ”kairauksien vaikutuksia” on eristetty omaan raporttiinsa, jota Lapin ELY-keskus ei ole toimittanut pyynnöistä huolimatta. Golder ja Pöyry esittää turvalliselta kuulostavia, mutta huolella rajattuja ja todennäköisesti tarkoituksella harhaanjohtavia johtopäätöksiä, joista on poistettu kokonaan havainnot kairauksien vaikutuksista sekä jätetty selvittämättä todelliset tiedot kemikaaleista sekä ilmeiset puutteet tiedoissa.

Natura-arvio edellyttää tieteellistä varmuutta siitä, ettei suojeluarvoja heikennetä.

Sakatin Natura-arvion ja sen taustamateriaalien perusteella muodostuu em. varmuuden sijasta varmuus tieteellisesti merkittävistä ympäristöriskeistä. Näiden suhteen viranomaisia ja asianosaisia koetetaan mahdollisesti tietoisestikin johtaa harhaan.

Verrattuna GTKn Natura-arvioon ja lupaselvityksiin Sakatti-yhtiö on kuitenkin merkittävästi avoimempi ongelmista ja vihjeitä on jätetty mahdollisesti myöhempien konsultin vastuiden välttämiseksi.

Lapin ELY-keskus on toimittanut Natura-arvion Golder-yhtiön tuottamia taustamateriaaleja, jotka viittaavat siihen, että kairausvesi voi saastua pahoin

i) kairauksen mineraaleista tai

ii) haitallisesta (syvemmästä) pohjavedestä ja myös

iii) kemikaaleista, joita käytetään kairauksen apuaineina.

1.1. Kairauksen mineraalien vaikutuksesta taustaraporteissa

Saaduissa taustaraporteissa kerrotaan apuaineista ja kairareikien vaikutuksista. Kuitenkin toiminnanharjoittaja ja konsultit ovat tunnistaneet mineraalijätteet merkittäväksi ongelmaksi, mikä ilmenee myös jätteen arviointina vaaraominaisuuksien suhteen.

On edelleen ilmeistä, että kairauksia on aikaisemmin suoritettu jättäen suurempi määrä kairausjätettä kairausalueelle. Tämä ilmenee Natura-raportista 2019 sivulta 19:

”Kairaussoijan keruun tehostaminen on jo pienentänyt merkittävästi maastoon jäävän kiintokalliosta peräisin olevan kairaussoijan määrää ja samalla myös kairausapuaineiden määrää.”

Edelleen Golder on tehnyt erillisen raportin kairauksen vaikutuksista, jota ei siteerata 2015 raportissa tai Pöyryn Sakatin YVAssa.

Golder 2013, sivu 16, taulukkotiedon mukaan suolla mitatuista kuudesta ainakin neljän kairareiän läheisyydessä esiintyy joistakin alkuaineista poikkeuksellisen korkeita pitoisuuksia, yhdestä ei ollut tuloksia. Kyseessä on ilmeisesti numerojen perusteella vuoden 2009-12 kairareiät. Vaikuttaa mahdolliselta ja todennäköiseltä, että kyseiset pitoisuudet johtuvat syväkairauksesta nousseesta

vedestä ja kairaussoijasta, joka on rapautunut kairareian ympäristössä. Sen sijaan vaikuttaa äärimmäisen epätodennäköiseltä, että kyseessä olisi Viiankiaavan normaalit vesipitoisuudet.

Edelleen Golder toteaa raportissa 2015, etteivät pintavesien arvot ylitä purovesien arvoja *kenttämittauksien 2011* perusteella Viiankiaavalla :

”Pintavesistä käytettävissä oleva mittaussaineisto rajoittuu vuonna 2011 tehtyihin kenttämittauksiin ja siten hyvin rajallinen. Näiden kertaluontoisten kenttämittauksien perusteella Viiankiaavan purovesien laatu vastaa suomalaisten purovesien laatua, eikä mittaustuloksissa ole havaittavissa sellaisia poikkeamia, joiden voitaisiin olettaa olevan alueella harjoitetun malminetsinnän aiheuttamia.”

Konsultti viittaa purovesiin ja 2011 tehtyihin kenttämittauksiin. 2013 havaitut suo-vesipitoisuudet kairareikien lähellä sekä raportti kairauksien vaikutuksista ja myös kairauskemikaalit jäävät raportissa kommentoimatta.

Suo-vesi

Kairareikä lähel.	Aine	Pitoisuus mikrog/L	Purovesi GTK	kerroin
12MOS8067	Kromi Cr	1300	1,61	807
	Kupari Cu	560	3,71	151
	Koboltti	95	3,87	25
	Nikkeli Ni	860	10,4	83
	Lyijy Pb	17	1,13	15
	Vanadiini	310	2,1	148
	Sinkki	300	22,7	13
	Barium	450	39	12
12MOS8083	Kromi Cr	37	1,61	23
	Kupari Cu	24	3,71	6
	Koboltti	7,5	3,87	2
	Nikkeli Ni	23	10,4	2
	Lyijy Pb	5,1	1,13	5
	Vanadiini	7,7	2,1	4
	Sinkki	6,9	22,7	0
	Barium	150	39	4
10MOS8024	Kromi Cr	23	1,61	14
	Kupari Cu	35	3,71	9
	Koboltti	4,8	3,87	1
	Nikkeli Ni	19	10,4	2
	Lyijy Pb	8,6	1,13	8
	Vanadiini	22	2,1	10
	Sinkki	45	22,7	2
	Barium	75	39	2
09MOS8018	Kromi Cr	44	1,61	27
	Kupari Cu	190	3,71	51
	Koboltti	6,4	3,87	2
	Nikkeli Ni	19	10,4	2
	Lyijy Pb	1,8	1,13	2
	Vanadiini	6	2,1	3
	Sinkki	43	22,7	2
	Barium	53	39	1

Taulukko 1. Golder 2013 raportin kairareikien läheisen suoveden vertailu GTK Suomen geokemian atlas Ympäristögeokemia – purovedet ja sedimentit GTK 1996 Lahermo et al.
http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_020.pdf

Taulukossa 1 on verrattu Golderin suovesihavaintoja GTK:n valtakunnalliseen purokemiatutkimukseen, korkeimmillaan kromin vesipitoisuus on yli 800-kertainen poikkeuksellisen korkeaan luonnolliseen puroarvoon verrattuna (98-prosentiiliarvo) ja puhtaimmassakin neljästä alueesta 14-kertainen. Luonnottomia ja kaivamis/kairaustoimintaan viittaavia pitoisuuksia esiintyy myöskin seuraavista aineista kupari ja vanadiini (jopa 150 kertaa korkeat luonnon arvot), nikkeli jopa n. 80-kertainen arvo, koboltti 25-kertaa, lyijy 15 kertaa ja sinkki 13 kertaa korkea luonnonarvo. Näiden arvojen esittäminen luontaisiksi malminetsinnästä riippumattomiksi arvoiksi vaatisi todisteita. Golder ei näin esitä. Mahdollisesti tuloksia on analysoitu raportissa kairauksien vaikutuksista. On myös huomattava, että mitatuista ojista, lammesta ja lähteestä ei löydetty vastaavia pitoisuuksia. Nikkelin osalta vertailua voitaisiin tehdä myös suhteessa ympäristölaatuunormiin 5 mikrog/L, vastaavasti muista aineista on alhaisempia laatuunormeja.

Tulokset ovat erittäin suurella todennäköisyydellä osoitus Viiankiaavan kairauksien kairausmineraaleista johtuvista ympäristöä saastuttavista vaikutuksista, jotka kestävät vuosia kairareikien lähistöllä.

1.2. Kairauksista purkautuvan pohjaveden vaikutukset

Raportissa Golder 2013 todetaan, että Viiankiaapa-suolla esiintyy paineellista pohjavettä, joka voi vuotaa kairausputkesta suolle. Raportissa tunnistetaan kairareikistä maanpinnalle päätyvä vesi ongelmana. Raportissa todetaan, että kairareikät suljetaan betonoimalla noin 5 vuoden kuluttua kairausten päätyttyä.

Taulukossa 2 näkyvät Golderin tulokset verrattuna pienempää seuraavista pohjaveden laatuunormeihin tai 98%-prosentiilin pitoisuudesta kaivojen tutkimuksesta otettuna Golderin datasta. Pohjaveden haitta-aineiden pitoisuudet ovat korkeita, mutta poikkeavat osin pintavesien pitoisuuksista. Taulukon 3. putkessa on pohjavesiä muistuttavia arvoja. Sinkki esiintyy jopa erittäin korkeana pitoisuutena. Osassa putkissa näkyy myös korkeita tai kohtalaisia suolapitoisuuksia.

Taulukko 2

Kairareikä maanalla	Aine	Pitoisuus mikrog/l	Pohjaveden laatu	1000 kaivos 98 %	kerroin
12MOS8067	Kromi Cr	7,2	10,0	1,9	3,8
	Kupari Cu	13	20,0	129,0	0,7
	Koboltti	1,4	2,0	5,0	0,7
	Nikkeli Ni	12	10,0	21,0	1,2
	Lyijy Pb	0,7	5,0	1,9	0,4
	Vanadiini	1,9		2,3	0,8
	Sinkki	1300	60,0	333,0	21,7
	Sulfaatti mg/L	1,7	150,0	54	0,0
	Kloridi mg/L	7,2	25,0	48	0,3
12MOS8083	Kromi Cr	9,8	10,0	1,9	5,2
	Kupari Cu	13	20,0	129,0	0,7
	Koboltti	0,9	2,0	5,0	0,5
	Nikkeli Ni	7,1	10,0	21,0	0,7
	Lyijy Pb	<0,6	5,0	1,9	
	Vanadiini	1,4		2,3	0,6
	Sinkki	310	60,0	333,0	5,2
	Sulfaatti mg/L	110	150,0	54	2,0
	Kloridi mg/L	360	25,0	48	14,4
10MOS8024	Kromi Cr	20	10,0	1,9	10,5
	Kupari Cu	21	20,0	129,0	1,1
	Koboltti	12	2,0	5,0	6,0
	Nikkeli Ni	96	10,0	21,0	9,6
	Lyijy Pb	<0,6	5,0	1,9	
	Vanadiini	19		2,3	8,3
	Sinkki	<15	60,0	333,0	
	Sulfaatti mg/L	19	150,0	54	0,4
	Kloridi mg/L	17	25,0	48	0,7
09MOS8018	Kromi Cr	1,4	10,0	1,9	0,7
	Kupari Cu	1,8	20,0	129,0	0,1
	Koboltti	<0,3	2,0	5,0	
	Nikkeli Ni	<3,0	10,0	21,0	
	Lyijy Pb	<0,6	5,0	1,9	
	Vanadiini	<0,5		2,3	
	Sinkki	66	60,0	333,0	1,1
	Sulfaatti mg/L	0,6	150,0	54	0,0
	Kloridi mg/L	28	25,0	48	1,1

On ilmeistä, että osa vesipitoisuuksista on moninkertaisesti akuutisti toksisia ja ylittävät jopa kymmeniä kertoja kroonisen toksisuuden rajat. Saastunutta kairausvettä tai kairaussoijan saastuttamaa vettä on kairareikien ympäristössä. Vesi voi valua suojeluperusteena olevien lajien tai eläinten taikka direktiivilajien esiintymiin/esiintymisalueille. Viiankaaavalla saastumista esiintyy vuosia kairauksen jälkeen, joten pienempikin määrä kairausvettä ja/tai soijaa voi pilata ympäristöä vuosiksi.

1.3. Sakatin raportit apuaineista eivät ole tieteellisesti päteviä vaikutusarvioita eivätkä sovellu Natura-arvion perustaksi, mutta osoittavat haitallisia aineita

Natura-arvio edellyttää tieteellistä varmuutta siitä, ettei suojeluarvoja heikennetä.

Ko. Natura-arvion taustamateriaalit käsittävät Pöyryn 2019 ja Golderin 2015 raportit kairauksen apuaineista. Näiden perusteella Natura-arviossa väitetään kairauksessa käytetyt kemikaalit eivät olisi haitallisia. Pöyry- ja Golder -yhtiöiden raportit listaavat joitakin yleisiä kemiallis- fysikaalisia ominaisuuksia, joiden perusteella aineiden ympäristövaarallisuutta tai -turvallisuutta ei voida tieteellisellä varmuudella päätellä.

Osasta aineista ei ole mitään koostumustietoa. Osasta ei ole muuta vaikutustietoa kuin akuutin

toksisuuden arvo yhdellä eliöllä. Kuitenkin näiden perusteella tehdään ilmeisen harhaanjohtava ja väärä ”riskiarvioita”. Itse käyttöturvallisuustiedotteissa on viittauksia siihen, että tuotetta ei ole hyväksytty ympäristöön tai vesistöihin laskettaviksi.

Arvioitsija perustaa väitteensä tuntemattomista aineista tuottajan velvollisuuteen ilmoittaa vaaralliset aineet käyttöturvallisuustiedotteessa ja siihen valmistaja on tunnettu. Pöyry 2019 sivu 15 (pdf s.19)

”Epävarmuudet

Kriittisten aineiden valintaan liittyy epävarmuutta koskien aineiden koostumusta. Kaikista apuaineista ei ollut pääkomponentteja saatavilla, miltä osin ei myöskään pystytty arvioimaan aineiden käyttöön liittyviä ympäristöriskejä. Toisaalta aineiden valmistajat ovat tunnettuja ja pitkään alalla toimineita.”

Asialliseen arvioon olisi tullut ilmoittaa selvittää aineen koostumus ja vaikutukset. Toisaalta lausunnon johtopäätökset käsittelevät vain öljyä.

Tuottaja on huolehtinut velvollisuuksistaan/paennut vastuutaan jättämällä ongelmalliset kohdat käyttöturvallisuustiedotteessa ilmoittamatta. Lisäksi tuottaja vetäytyy vastuustaan ilmoittamalla, että aineen vuotoja ei saa päästää pintavesiin. Pöyryn 2019 raportissa AMC Aus Floc L on yleisin kemiallinen apuaine. Liitteenä on sen käyttöturvallisuustiedote yhtiön eurooppalaiselta edustajalta. Kielto ympäristöön päästämisestä on sivulla 4/12 kohta 6.3.

”Das Eindringen von verschütteten Mengen in Abflüsse, Kanalisation und Oberflächenwasser verhindern.”

1.4. Kairausekemikaalien(apuaineiden) vaikutukset

Sakatin tulokset eivät osoita vaikutuksien puuttumista pohjavesialueella

Pöyry 2019, sivu12, toteaa, että kairaukset ovat osin lähellä III-luokan pohjavesialueita Kersilönkangas ja pieneltä osin alueella Pahanlaaksonmaa. Sitten Pöyry viittaa YSL:n pohjaveden pilaamiskieltoon esittää, että alueet eivät ole vedenottokäyttöön soveltuviksi luokiteltuja ja jättää vaikutukset arvioimatta.

Pöyry esittää tosiasiallisesti, että III luokan pohjavesialueella saa tuottaa saastunutta kairausvettä pinta- ja pohjavesiin sekä laskea öljytislettä ja vaikutuksiltaan ja koostumukseltaan tuntemattomia kemikaaleja pohjaveteen.

YSL 17§ 2) kohdan mukaan toisen kiinteistöllä olevan pohjaveden laatua ei saa muuttaa terveydelle tai ympäristölle haitalliseksi tai tarkoitukseensa kelpaamattomaksi, 3) mukaan toimenpide on kielletty, jos se saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua.

Vaikutukset pintavesissä

Oleellinen puute vesivaikutusten arvioinnissa on vain mineraaliöljytisleen arviointi. Kuten aikaisemmin toin esille, polyakryyliamidit voivat olla ekotoksisia Australian viranomaisen mukaan pitoisuutena 1 mikrog./L.

Öljyn suhteen ongelmallista on käyttää löytämänsä akuutin toksisuuden (LC50) referenssiarvoa 2.2. mg/L (Pöyry sivu 13). Teollisuuskemikaaliksi tuotetun öljyn aromaattiset ja raskasmetalliepäpuhtaudet olisi täytynyt myöskin selvittää. GTKn edustaja hyväksyi aikaisemmassa keskustelussa Australian viranomaisten ekotoksisuusarvon 8 mikrog/L. Kun huomioidaan, että Pöyryn käyttämällä tiheysarvolla (0.79 g/cm³ s 13) öljy on vettä kevyempää, tarkoittaa tämä, että rikastuu ja leviää veden pinnassa. Ilmeinen johtopäätös on, että kairauksien vedestä öljy voi veden

pinnalla levitä Natura-suolla laajemmalle kuin mitä tallautumisvaikutuksia on arvioitu. Vaikutukset olisi tullut arvioida pintavesistä suon eliöihin, kuten suojeltuihin kasveihin sekä esimerkiksi viitasammakkoon ja sen kutuun

Pöyry 2019 arvioi pintavesivaikutuksia vain Kitinen-joessa. Vaikutusta joessa arvioidaan 10 m levyisessä sekoittumisvyöhykkeessä, jossa kuukaudessa virtaavaksi vesimääräksi arvioidaan 2.6 miljoonaa m³. Konsultti arvioi, että kyseisellä sekoittumisvyöhykkeellä öljytisleen keskimääräinen pitoisuus olisi 0.18 mikrog/L. Teoria rannalla jokeen virtaavaan öljyn sekoittumisesta koko vesimassaan ja 10 m leveydellä ei vastaa öljytisleiden fyysisiä ominaisuuksia mm. vesiliukoisuuden osalta. Konsultti toteaa, että vedet virtaavat Kärväslammen ja Kärväskosken kautta Kitiseen ja Kärväskoski virta puoli kilometriä Kersilönkankaan pohjavesialueella. Natura-alueen suo- ja pienvesissä öljytisleen pitoisuutta ei yritetä arvioida.

Vaikutukset maaperässä

Pöyry 2019 arvioi mineraaliöljytisleen pidättyvän kairaussoijaan tarttuneena kairareikää ympäröivään maaperään, mistä ei ole näyttöä. Pöyry esittää, että kairareikien ympäristössä öljytisleen pitoisuus olisi 1700 mg/kg. Se ylittää PIMA-asetuksen normit lukuun ottamatta raskaimman fraktion teollisuusalueeseen viittaavaa ylempää ohjearvoa¹. ELY-keskus on poistattanut öljyjä pienempinä pitoisuuksina ja vastaavina määrinä Sakatti mining-yhtiön Viiankiaavan vuodoista.

1.5. Pohjaveden pilaamisen kumuloituminen

Kairausvesi sanotaan otettavan vanhoista kairareikistä. Vanhojen reikien kairauskemikaaleista, kairausmineraaleista ja syvästä pohjavedestä saastuneen veden käyttö seuraavassa kairauksessa tarkoittaisi saastuneiden vesien kumuloitumiseen kairauksien pohjavedessä.

2. GTK:n Kuusamon Kouervaaran kairauksien tuloksista

POPELYssä on ollut vireillä selvitys Kuusamon Koervaaran uraaniesiintymien vuotavista kairauksen maaputkista. GTK toimitti asiassa raportin, jossa näkyy uraanin vapautuminen vesiin suhteellisen vanhoista kairauksista, Liite 6. GTK:n raportti Kuusamon Kouervaaran kairauksista.

GTK:n esittämät tulokset ovat yhdenmukaiset allekirjoittaneen ja Mika Flöjtin ottamien näytteiden analyysitulosten kanssa seuraavasti. Tulosten tarkastelu osoittaa, että GTK:n halu salata tulokset johtui tulosten epäedullisuudesta sen kannalta. Salailuyritys on johdonmukainen GTK:n virheellisten väitteiden kanssa ja oikeusvaltion puolueettomuuttaan korostavalle viranomaiselle sopimaton. Onneksi Pohjois-Pohjanmaan ELY:n viranomainen suostui antamaan pikaisella aikataululla raportin, vaikka asian käsittely on sen osalta kesken.

A. Uraani ja sen radioaktiiviset tytäraineet

Havaitut veden uraanipitoisuudet ovat samankaltaisia. GTK havaitsee myös merkittävän määrän uraanin tytäraineita, minkä voidaan katsoa vastaavan tuloksiamme huomioiden näytepaikkojen erot ja etäisyyden kairauskohdasta. GTK:n sedimenttihakaintokin ylittää säteilyjätteen arvointinormin 1000 Bq/kg yli 10-kertaisesti.

¹ <https://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/5382.pdf>

B. Yleinen raskasmetallien leviäminen kairareijästä

GTK:n tulokset ovat erityisen arvokkaita osoittaessaan kohonneita raskasmetallien pitoisuuksia kairauksesta tulevasta purosta. Vedessä koholla olevat raskasmetallit erityisesti uraani ja kupari sekä radioaktiivisuus, joka myös liittyy merkittävästi metallialkuaineisiin, rikastuvat sedimenttiin. Koska veden kiintoaineiden pitoisuus on suhteellisen pieni, rikastuvat 10 mikrogrammaa/litra pitoisuudet sedimenttiin tasolle sata-satoja mg/kg.

3. Heinäveden luonnonystävien ja kumppanien tutkimus Fennoscandian resources yhtiön Aitolammen kairauksien vaikutuksista

Yhtiön aikaisempaa toimintaa Heinävedellä, jota ei ole juurikaan valvottu. Olemme tuoneet valitusprosessissa esille, että yhtiö jätti kairauksen soijajätettä luontoon. Mittauksiemme perusteella yhtiön Heinäveden jätteet ovat varmuudella ei pysyvää jätettä ja todennäköisemmin vaarallista jätettä. Korkein rikkipitoisuus on 7,3%, mm. kadmium, kupari, nikkeli, sinkki ja vanadiini ylittävät pilaantuneen maan korkeimpiakin normeja selvästi.

Myös yhtiön antamien tietojen mukaan Heinäveden grafiitti käsittää rikkiä ainakin 4- 5 %.

<https://beowulfmining.com/projects/fennoscandian-finland-graphite/aitolampi/#geology>

Katso rikkipitoisuudet S %, jotka ovat johdonmukaisesti grafiittipitoisuuksia suurempia, TGC % taulukko *Table 1 Mineral Resource estimate for Aitolampi as at 20 June 2018*

Yli 1.0% rikkipitoisuus tarkoittaa kaivannaisjäteasetukseen 190/2013 mukaan ei pysyvää jätettä.

Useiden raskasmetallien pitoisuudet ylittävät moninkertaisesti pilaantuneen maan normit sekä jopa kertaluokilla kynnysarvot, jotka edellyttävät arviointia asetuksen mukaan, katso **LIITE 3**.

Pohjois-Suomen Aluehallintovirasto on viimeisissä ympäristöluissa todennut Terrafamen KL2 sivukivialueiden, Mondon Mieslahden sekä Soklin happoa muodostavan sivukiven vaarallisiksi jätteiksi (AVIn lupatietokanta, linkit alla). Grafiitti sisältää muodostumismekanismeistaan johtuen prosenttikaupalla sulfidirikkiä ja sen kairausjäte rinnastuu vaarallisiin malmi- ja sivukivijätteisiin.

https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/Lisatiedot.aspx?Asia_ID=1337025

https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/Lisatiedot.aspx?Asia_ID=931535

https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/Lisatiedot.aspx?Asia_ID=891627

4. Selvitys Latitude 66-yhtiön Sallan kairauksen maastoon pumpatun kairausveden pitoisuuksista

Sallassa maanomistajan luvalla tehdyn kairauksen vierestä Sallan Sarvivaarantien läheisyydestä löytyi penkan takaa letkun jälki hangessa. Siitä oli pumpattu vettä hankeen. Vesi oli jäänyt lumeen sisällä noin 3 senttiä paksuksi kerrokseksi, josta kerättiin näytteet. Näytteet sulatettiin 5 litran muovikämpäreissä (Orthex vaalea, elintarvikemuovi). Vettä laskeutettiin noin puolivuotta kämpäreissä, jolloin pohjalle laskeutui tiivis kerros soijaa. Tuloksissa havaittiin erityisesti kohonneet elohopean ja alumiinin pitoisuudet vedessä. Soijassa elohopea oli kohonnut ja luokkaa 0,5 mg/kg molemmissa näytteissä.

Elohopean pitoisuudet vesinäytteissä kahdesta rinnakkaisesta jäänäytteestä 12 ja 18 mikrog/L ylittivät noin 20 kertaa kuukausi maksimi-vesinormin 0,7 mikrog/L. Alumiini 2600 mikrog/L ja molybdeeni 24 mikrog/L sekä mm. kupari, kromi, koboltti, nikkeli, sinkki ja lyijy vedessä ovat myöskin haitallisella/kohonneella tasolla. Vaikuttaa mahdolliselta, että elohopeaa irtoaa veteen

kairausjätteessä tai sitä voi olla kairauskemikaaleissa.

Latituden Sallan kairausvesistä kannattaa erityisesti tarkkailla elohopea, alumiini, molybdeeni, kupari, kromi, koboltti, nikkeli, sinkki, ja lyijy.

5. Mawsonin YVA

Mustiaapa-Kaattasjärven Natura 2000 alueen YVA 2018. Kairausvesien analyysija kommentoitiin, että mustaliuskeen kairausvedet tuli monesti toimittaa ongelmajätelaitokselle. Liitteessä 1.9. on loput lausunnosta, jossa ilmeisesti oli myös kohonneita pitoisuuksia, mutta niitä kuvailtiin vain sanallisesti epäilyttävin termein.

Havaintoja ja kommentteja Palokkaan ja Rajapalojen alueen vesinäytteistä geologisesta näkökulmasta

Erkki Vanhanen 23.9.2015

Palokas

Analysoituja näytteitä on neljä (R-15-06857-001 - R-15-06857-004). Vesinäytteet R-15-06857-001 - R-15-06857-002 on otettu kairauksessa sisään menevästä huuhteluvedestä, mikä puolestaan on pumpattu länsipuolen suon isosta rimmästä. Vesinäytteet R-15-06857-003 - R-15-06857-004 on otettu kairauksen aikana kairanreistä PRAJ0111 ulostulevasta vedestä. Näyte on otettu vaiheessa, jossa Palokkaan mineralisoituma on lävistetty. Mineralisoituman sivukivet ovat alueelle tyypillisiä kiviä. Mineralisoitumassa joidenkin alkuaineiden pitoisuudet ovat suurempia verrattuna sivukiviin. Näitä on selvitetty alla alkuaineittain. Lisäksi on muistettava, että sisään menevä vesi on sekoittunut kallioperässä olevaan veteen, jota on kallioperän luontaisesta rikkonaisuudesta johtuen aina kallioperässä. Palokkaan alueella on hyvin vetisiä soita, jotka heijastavat enemmänkin melko ehjän kallioperän pidättämää vettä kuin maaperässä tapahtuvaa veden liikkeistä johtuvaa soistumista. Kairauksessa ulostuleva vesi on sekoitus joiltain osin kallioperän pohjavedestä, ja sisään syötetystä huuhteluvedestä.

LIITE 4.

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 ikeimä ympäristömyrky. 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.

luonnon.

- **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.

6. EUn syväkairausa koskeva säätely

Viittaa Mika Flöjtin vireillepanossa esittämään ja sen EU-viitemateriaaleihin.

7. Kairauskemikaaleista ja pohjavesivaikutuksista vanhempaa ja kansainvälistä tietoa

Käytännössä kemikaalien käyttö on erittäin todennäköistä. Yhtiö ja Tukes eivät vastaa, koska katsovat kemikaalit hiljaisesti hyväksyttäviksi. Kemikaalien käyttöä on käsitelty Sakatin Natura-arviossa. Siinä olevista tiedoista sekä muista kemikaalitiedoista voidaan kuitenkin päätellä

haitallisiksi. Kemikaalit edellyttävät ympäristöluvitusta, joten lupaa ei voida hyväksyä. Mikäli lupa kuitenkin hyväksyttäisiin, tulee siinä kieltää kemikaalien käyttö kairauksessa.

Kairauksissa käytetään haitallisia kemikaaleja

Julkista tietoa kairauskemikaaleista on Lapin ELYn lausunnossa 5.8.2015

(Lausunto_NA_täydennyksestä_Sakatti_5_elokuu_2015-3.pdf lausunto on Sakatin kairauslupaliite, liitteenä tässä). Viiankiaavalla ELYn mainitsevat ja haitallisimpina pitämät kemikaalit olivat mineraaliöljytisle (tulee pitää luonnossa erityisen haitallisena), kaliumasettaatti ja etoksyloitu C12-15 alkoholi.

Kairauksissa käytetään apuaineita, jotka mahdollistavat soijan erottamisen ja veden kierrättämisen systeemissä. Ympäristöön jäävien haitallisimpien aineiden laskennalliset määrät suunnitelluissa kairauksissa ovat seuraavat:

- kaliumasettaatti	4 l/v
- mineraaliöljytisle	6,4 l/v
- etoksyloitu C12-15 alkoholi	0,24 l/v

Sakatissa kerrottujen kemikaalien ympäristöriskit

Ely lausunnossa on mainittu tarkemmin määrittelemätön mineraaliöljytisle, on mahdollista, että se sisältää luvanvaraisia aromaattisia aineita (PAH ja VOC-yhdisteet). Lisäksi öljyjakeille on ainakin pohjavedessä ympäristölaatumormi, asetus 341/2009, Öljyjakeet (C10-40) 50 µg/l. Jos tisleen tiheys on 1kg/L, niin yksi litra voisi pilata 20 000 pohjavesilitran laadun ja 6.4 litraa 128 000 litran laadun. Pintavesille on Australian normi dokumentissa mainittu USEPA metodeilla 7 mikrogramma/litra tällöin edellisellä tiheysoletuksella voisi pilata 914 000 litraa pintavettä. Mahdollinen trigger value voi olla sivu 8.3-297 taulukon ja turvakertoimen 100 perusteella jopa 0.7 mikrog/L, jolloin pilaantuvan veden määrä olisi 9 140 000 litraa, eli 9140 kuutiota, katso gfmwq-guidelines-vol2-8.3b <http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/water/nwqms-guidelines-4-vol2.pdf> , sivu 8.3-297

Kemikaaleissa on myös etoksyloitu alkoholi 0.24 litraa Australian 99% protection of species normi pintavedessä on Alcohol ethoxylated surfactants (AE) 50 mikrog/L mincos gov dokumentti taulukko 3.4.1 sivu 3.4-10

Ilmeisesti lista oli kuitenkin vajaa. Googella netistä löytyy ”ympäristöturvallisten” kairauskemikaalien valmistaja. Toisin kuin lupahakemuksesta voisi olettaa kairausliuos ei olekaan pelkkää vettä, vaan viskoosi kemikaali-cocktail, jonka pH on säädetty natriumkarbonaatilla arvoon 10 voimakkaasti emäksiseksi ja luonnossa haitalliseksi. Seuraava video havainnollistaa ”turvallista” kairausliuosta:

<https://www.youtube.com/watch?v=iWtcDFuV0YU>

Voiteluaineena on kasviperäinen öljy joka korvaa kilpailijoiden tuotteista raskasmetalliuoksia ja mineraaliöljyä. Yksi voiteluaine on kasviöljyyn perustuva, turvallisuusedokumentissa lukee, että siitä voi tulla palaessa vapautua rikkiyhdisteitä, joten pelkät kasviöljyt eivät selitä koostumusta. Kasviöljyillä on vedessä haittavaikutuksia muiden öljyjen tavoin. Yksi vaikutus on myös biologinen hapenkulutus, joka voi johtaa hapettomuuteen vedessä.

Maininta vähemmän ympäristöystävällisistä vaihtoehdoista: <https://www.matexdrillingfluids.ca/diamond-drilling.html>
www.matex-ccc.com THREAD COMPOUND ES's unique formulation provides excellent protection against thread wear, galling and seizing for tool joints, drill collars and rotary shouldered connections. THREAD COMPOUND ES is free of both petroleum oil carriers and all heavy metals, such as lead, zinc, copper, aluminum, etc.

rikkiyhdisteet: SECTION 10. STABILITY AND REACTIVITY

"Hazardous Decomposition Products" Carbon and oxides of sulphur on burning."
<http://2mco.com/Files/iweb/FSC/RDO302ES.pdf>

Polyakryyliamidi ja muut varatut polymeerit

Mainituista polymeereistä tai varatuista polymeereistä ainakin yksi koostuu polyakryyliamidista. Varattuja polymeerejä, kuten polyakryyliamidia käytetään maaperän aineksien stabiloimiseen kairareissä sekä hienoaineksen sekautukseen eli ns. flokkulanttina. Polyakryyliamideista voi tulla ongelma, jos aine hajoaa tai sisältää monomeerejä. Emäksinen pH, lämpötila ja mineraalit voivat aiheuttaa hajoamista. Talvivaarassa on mitattu ilmeisesti vedenkäsittely flokkulanttina käytetystä polyakryyliamidista tullutta akryyliamidi-monomeeriä.

Polyakryyliamidi polymeeri.

[ftp://ftp.nwb-oen.ca/registry/13%20CLOSED%20CANCELLED/2BE-](ftp://ftp.nwb-oen.ca/registry/13%20CLOSED%20CANCELLED/2BE-BKL0609%20Majescor%20CLOSED/1%20APPLICATION/2007%20Amendment%201/070626%202BE-BKL0607%20MSDS%20Matex%20DD%202000-ILAE.pdf)

[BKL0609%20Majescor%20CLOSED/1%20APPLICATION/2007%20Amendment%201/070626%202BE-](ftp://ftp.nwb-oen.ca/registry/13%20CLOSED%20CANCELLED/2BE-BKL0609%20Majescor%20CLOSED/1%20APPLICATION/2007%20Amendment%201/070626%202BE-BKL0607%20MSDS%20Matex%20DD%202000-ILAE.pdf)

[BKL0607%20MSDS%20Matex%20DD%202000-ILAE.pdf](ftp://ftp.nwb-oen.ca/registry/13%20CLOSED%20CANCELLED/2BE-BKL0609%20Majescor%20CLOSED/1%20APPLICATION/2007%20Amendment%201/070626%202BE-BKL0607%20MSDS%20Matex%20DD%202000-ILAE.pdf)

Varatut polymeerit ovat kaloille ja vesieliolle vaarallisia, vaikka ne eivät olisi ihmiselle myrkyllisiä

Australian vaikutusarvio vesien selkeytykseen käytettävistä orgaanisista flokkulanteista haittaa 1 mikrog/L tasolla. Pitoisuus tarkoittaa, että 1 gramma ainetta voi tehdä 1000 m³ (eli miljoona litraa) vettä haitalliseksi vesielioille. Siten polymeerit voivat olla kaikkein haitallisin komponentti kairausvesissä.

<http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/water/nwqms-guidelines-4-vol2.pdf> sivu pdf 428/678 page 8.3–301 [linkki on lähdeviitteenä, kopioitu yhteenvedo käännöksineen alla.]

Käännös Australian polymeeriarviosta: Polyelektrolyytti-flokkulantit, muutoin kutsuttu orgaanisiksi polymeeri-flokkulanteiksi (OPF), tarjoavat vaihtoehdon tavanomaiselle käsittelylle raudalla ja alumiinisuoloilla. Ne ovat korkean molekyyliarvoisen synteettisiä polymeerejä, joita voidaan formuloida spesifisiin sovelluksiin. OPF[-aineita] kuvaavat seuraavat ominaisuudet [Lamberton 1995]: polymeerin kemia, polaarisuus(kationinen, anioninen, tai amfoteerinen), molekyyliarvo, varaustiheys, fysikaalinen muoto (kiinteä, vesiliuos, emulsio jne). Australiassa useimmat(yleisimmät) polymeerien kemialliset ryhmät ovat polyakryyliamidit, poly-dadmac- ja epikloorihydriini-amiini-polymeerit (Bolto 1994). Yksi merkittävimmistä vaikeuksista flokkulanttien päästökontrollissa on, että flokkulanttien vesipitoisuuksien analysointi on vaikeaa.

Ohjeet: Tieto oli vajaavaista, jotta voitaisiin kehittää ohjeellisia raja-arvoja OPFille, erityisesti joutuen laajasta joukosta polymeeri tyyppistä. Kun **akuutteja vaikutuksia on raportoitu niinkin alhaisella pitoisuudella kuin 10 mikrog./L, 1 mikrog./L polymeeripitoisuudet voivat aiheuttaa ympäristöhaittaa.**

Alkuperäinen teksti: Polyelectrolyte flocculants, otherwise called organic polymeric flocculants (OPF), provide an alternative to conventional treatment with iron and aluminium salts. They are high molecular weight synthetic polymers, which can be formulated for specific applications. OPFs are characterised by a number of features (Lamberton 1995): • chemistry of the polymer • polarity (cationic, anionic, non-ionic or amphoteric) • molecular weight • charge density • physical form (solid, aqueous solution, emulsion, etc.). In Australia, most chemical groups of polymers are polyacrylamides, polydadmacs and epichlorohydrin-amine polymers (Bolto 1994). One of the major difficulties in controlling flocculant releases is that it is difficult to analyse for flocculant levels in water.

Guidelines There were insufficient data to develop guideline trigger values for OPFs, particularly given the range of polymer types. As **acute effects are reported as low as 10 µg/L, polymer concentrations greater than 1 µg/L may cause environmental harm.**

Kairauksien pohjavesivaikutuksista ja niiden torjumisesta

Kairausjätteellä voi olla vaarallisen jätteen luokitus

Tukes esittää malminetäjäluvien yhteydessä luvissa, että kairausjätettä ei synny. Jopa Heinäveden korkearikkisen yli 5% rikkiä grafiitti-malmin etsintäluvankin yhteydessä Tukes esitti yksioikoisesti, ettei kaivannaisjätettä synny, mikä kuitenkin oli grafiittimalmiin kairatessa on ilmeistä. EUn ja Suomen laissa on jätehuokat malminetsinnän kairausjätteille, joihin Ruotsin kaivannaisteollisuus viittaa malminetsintäoppaassaan, ks alla.

Osa jätteistä, kuten arseeni ja raskasmetallijätteet kuuluvat vaarallisten jätteiden (aikaisempi

ongelmajäte) luokkaan. Se, että Tukes ja yhtiö koettavat totuuden vastaisesti kiistää tunnettujen jätteiden olemassa olon, ja niihin liittyvät velvoitteet.

Soijan ”talteenotto”

Edelliset ovat syy, miksi kairauksen soija on määrätty otettavaksi talteen. Menettelyä soijan talteenottoon ei kuitenkaan ole esitetty. N.s. suljettua kiertoa ei ole kuvattu asiakirjoissa ja sen toteutuminen on epävarmaa. Kierto saattaisi myös perustua hienoaineen laskeutuksessa käytettäviin kemikaaleihin, kuten ympäristössä haitallisiin polyakryyliamidi-polymereihin, joiden käytöllä täytyy olla ympäristölupa. Lupaa ei voida myöntää ilmeisen riskialttiisiin menettelyihin.

Kairaussoija jätteenä EU-jäteluettelon mukaan ja Ruotsin kaivannaisteollisuuden ohje

Toisaalta niiltä osiin kuin soija olisi talteenotettavissa, tulee sen käsittelyllä on asianmukaiset luvat. Tukes esittää kuitenkin vastineessaan epä johdonmukaisesti, että kaivannaisjätettä ei synny menettelyissä. Jos kairaukselle voitaisiin luvittaa laillinen suljetun kierron menettely, tulee siihen sisältyä lainmukainen jätteen käsittely. Esimerkiksi Ruotsin kaivannaisteollisuus Svemin tuo malminetsintäoppaassaan esille, että kairausjätteitä luokitellaan jätteeksi ja vaarallisiksi jätteiksi (https://www.svemin.se/?file_download&file=3765 ks sivu 66, 5.3.4.11.5 Hazardous waste from exploration).

Sama jäteluettelo on voimassa Suomen jäteasetuksessa (179/ 2012, Liite 4:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>) ja se sitoo myös Tukesia, joka on toisaalla kemikaaliturvallisuudesta vastaava viranomainen. Erityistä huomioita tulee kiinnittää vaarallisten jätteiden jäteluokkiin Luokassa 01 ”**MINERAALIEN TUTKIMISESSA, HYÖDYNTÄMISESSÄ, LOUHIMISESSA SEKÄ FYSIKAALISESSA JA KEMIALLISESSA KÄSITTELYSSÄ SYNTYVÄT JÄTTEET**” Malmietsintään liittyvät luokat **01 05 porauslietteet ja muut porausjätteet**

joista vaarallisia jätteitä ovat

01 05 05* öljyä sisältävät porauslietteet ja -jätteet

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”

Pohjavesivaikutukset

Syväkairauksilla on vaikutuksia, joita Tukes ei suostu tunnustamaan. Kairauksilla on arvaamattomia vaikutuksia pohjavesiin. Kaikki maaperän ja kallioperän vesi on pohjavettä, jolla on ympäristösuojelulain nojalla ehdoton pilaamiskielto Tiedetään esimerkiksi syväkairauksien sekoittavan eri syvyyksien pohjavesiä ja johtavan saastumiseen.

Reikien betonointi on otettu esiin asiantuntijoiden toimesta. Reikien pysyvä tukkiminen on myös eräissä USAn kaivostandardeissa. Esim. Michiganin osavaltio edellyttää hylättyjen kaivojen täyttämistä koko reiän matkalta. Malmikairausreiät vastaavat porakaivoja.

https://www.michigan.gov/deq/0,4561,7-135-3313_3675_3689---,00.html

https://www.michigan.gov/deq/0,4561,7-135-3313_3675_3689-8001--,00.html

Menettely on erittäin hyvin perusteltu käytännön esimerkein, joissa

a) syvemmän pohjaveden suola vanhasta tukkimattomasta kaivosta pilaa uuden kaivon (1983 - Alcona County)

b) läheisen vanhan kaivon kautta tuleva pintavesi pilaa kaivon polttonesteillä, bakteereilla tai muilla haitta-aineilla

https://www.michigan.gov/deq/0,4561,7-135-3313_3675_3689-7993--,00.html

Edelleen Viiankiaavan YVAssa kaivosyhtiö kertoo kairareikien betonoinnista malminetsintä

kairauksissa, mainittu ruhjevyöhykkeeseen kairaus.

Hankealueella malminetsintäkairauksesta peräisin olevat kairareitit tulpataan sementillä kairakauden lopuksi. Täyttö tehdään kahteen kohtaan kairareikää, heti mineralisaation yläpuolelle sekä rapautuneen kallioperän alapuolelle. Kairareikiin laitetaan ensin mekaaninen tulppa, jonka yläpuolelle laitetaan noin 10-20 metriä sementtiä. Pinnalle tulee vielä mansettitulppa. Tulpauksen riittävyys tullaan selvittämään tarkemmin ennen kaivostoiminnan aloittamista.

Katso Arviointiohjelma (Lappi_YVA_Sakatti_YvaOhjelma_liitteineen sivu 37).

[http://www.ymparisto.fi/fi-](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/Sakatin_monimetalliesiintymän_kaivoshanke_Sodankyla/Sakatin_monimetalliesiintymän_kaivoshanke(45902))

FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/Sakatin_monimetalliesiintymän_kaivoshanke_Sodankyla/Sakatin_monimetalliesiintymän_kaivoshanke(45902)

Toisaalta betonointi on ollut vaihtoehtona Viiankiaavan malmikairauksien reikien loppukäsittelyssä. Lupa-alueelta ei ole selvitetty ruhjevyöhykkeitä.

Allekirjoittanut Jari Natunen ollut tutkimassa Kuusamon Kouervaarassa neljää kairausputkea ympäröivää sedimenttiä. Putkien läheisyydessä radioaktiivisuus oli 30-, 6-, ja 1.25 kertainen suhteessa kansainväliseen IAEA säteilyjätteen arviointinormiin 1000 Bq/kg kuiva-ainetta ja neljännen putken mittausta alitti määräysrajan 500 Bq/kg. Alfa-aktiivisuuden 1000 Bq/kg ylittävät jätteet m.l. maa-aines ovat Säteilyturvakeskuksen (STUK) säteilysuojeluohjeen VAL2 (<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/VAL2>) mukaan Luokan II jätteitä "joiden käyttöä on tarpeen säädellä säteilyaltistuksen rajoittamiseksi". Luokan III raja on 100 Bq/kg. Radioaktiivisuudesta mitattiin vain ravintoketjuissa ja luonnossa vaarallisin alfa-hiukkassäteilyä. Suurimmat arvot ovat poikkeuksellisia luonnossa ja ilmeinen saastumisriski. Toiseksi korkeimman pitoisuuden putken vedestä mitattiin 12.8 mikrogrammaa litra uraania. Tämä ylittää STUKin säteilyturvanäkökohdasta Talvivaaran uraanille antamasta vesirajan 10 mikrog/L. Huomioiden uraanin kemiallisen myrkyllisyyden ekologinen raja-arvo makeassa vedessä on noin 1.0-0.1 mikrog/L (EU SCHER Depleted uranium 2010). On huomattava, että vastaavasti voi vapautua muita raskasmetalleja ja haitta-aineita.

Uraanin vapautuminen ja liukoisuus on muualtakin tunnettu ongelma. Kairausten aiheuttama uraanipitoisen veden vapautuminen tunnetaan Yhdysvaltain tiedeakatemian Virginian valtiolle tekemässä katsauksesta. Mekanismeina on hapen pääsy pohjaveteen ja uraanin vapautuminen kallion sisällä sekä suolapitoisen syvemmillä olevan pohjaveden pääsy ylempiin pohjavesiin (Scientific, Technical, Environmental, Human Health and Safety, and Regulatory Aspects of Uranium Mining and Processing in Virginia, kappale 6, sivut 197-198 <https://www.nap.edu/read/13266/chapter/9>). Tämä vastaa Michiganin kaivoesimerkkiä.

Toisaalta kairaputkien jättäminen maastoon on monin tavoin haitallista. Maanpinnan yläpuolelta katkaistut putket ovat vaarallisia eläimillä ja maastossa liikkujille esimerkiksi talvella moottorikelkkailijoille tai muutoinkin metsäkoneiden renkaille. Tyypilliset kairaputket ruostuvat luonnossa ja muodostuvat entistä vaarallisemmaksi ja haitallisemmaksi jätteeksi. Jos pohjavesi on paineellista, niin tulppaus on vain rajallisen ajan toimiva ratkaisu. Ruostuvat putket pilaavat pinta- ja pohjavesiä. Raudan hapettuminen ruostuvassa putkessa voi johtaa esimerkiksi arseenin vapautumiseen maaperästä, mahdollisesti myös mangaanin. Ulkomailla on säännöksiä, jotka kieltävät putkien jättämisen esimerkiksi hylätyihin kaivoihin. Putkien poistaminen on suhteellisen pieni toimenpide.

Maaputken ruostumisen vaikutus on myös havaittu seuraavassa Helsingin yliopiston progradu-tutkielmassa

Kähkölä, K., *Hiiliteräksisen suojaputken vaikutus maaporattujen kalliokaivojen vedenlaatuun*. Pro Gradu. Helsingin yliopisto, Geologian laitos, Geologian ja mineralogian osasto, 2005
Porakaivojen saneeraaja suosittaa ruostuvien hiiliteräsputkien korvaamista ruostumattomalla

teräksellä.

<http://porakaivot.blogspot.com/2018/05/>

Johtopäätökset

Edellä esitetyistä Natura-arvio- ja malminetsintätiedossa ja selvityksissä on tunnistettu kairauksien kemialliset ympäristövaikutukset tunnistettu ja osin huomioitu myöskin ELY-viranomaisten ja GTKn toimesta.

Metalleilla saastuneen kairausveden ja metallipitoisen kairaussoijan riskit tulevat esiin myös jo ainakin kuudesta tutkimuksesta sekä kansainvälisestä aineistosta.

Näitä vaikutuksia ja riskejä ovat:

- i) Jätteinä tai vaarallisina jätteinä käsiteltävät kairausjätteet ja jätevedet,
- ii) Pinta- ja pohjavesien sekoittuminen ja
- iii) Suolaisesta pohjavedestä johtuva saastuminen sekä
- iv) Kairausjätteistä aiheutuva pinta- sekä pohjavesien pilaantuminen ja
- v) Kairauskemikaalien riskit
- vi) Kairauskoneen melu ja sen vaikutukset lintuihin
- vii) Ruostuvista kairausputkista johtuva saastuminen ja fyysiset riskit eläimille ja esimerkiksi traktorien ja metsäkoneiden renkaille

Samoin Sakatin lupahakemuksen määräykset ja ohjeet ovat merkittävästi yksityiskohtaisempia kuin Tukesin muissa malminetsintäluvuissa tai esimerkiksi GTKn kairaustoiminnassa. Sakatissa on toiminnalla ELY-keskuksen ja Ympäristöministeriön määräämä tarkkailu.

Näistä seuraa myös ilmeisiä luvissa tai muissa toimenpiteissä arvioimattomia haittoja ja riskejä paikallisille elinkeinoilla, erityisesti luonnosta ja puhtaasta ympäristöstä riippuville elinkeinoille, kuten kalastukselle ja marjastukselle, luonnonvarojen kuten sienien, marjojen tai kalojen kotitarvekäytölle. Näistä asioista ei ole varmuudella asianmukaisesti keskusteltu ja neuvoteltu paliskunnan kanssa.

Sakatin asiasta ilmenevä vaarallisesta jätteestä johtuva saastuminen tapahtuu myös pienemmässä skaalassa, jos kairareiät olisivat jonkin verran lyhyempiä, kuten ilmenee muista tutkimuksista. Tyypillisesti kairauksen syvyyttä tai määriä ei rajoitettu luvassa. On ilmeistä, että nämä saastumisriskit on välttämättä huomioitava Natura-arviossa niiden koko vaikutusalueella.

Toistuvat Tukesin, GTK:n ja malminetsintäyhtiöiden väitteet siitä, että kairauksella ei oli vaikutuksia ovat ilmeisen vääriä. Kiinnitämme huomioita Natura-arviointiehdien, erityisesti Sakatissa. GTKn raporttista Kouervaarasta käy ilmi kohtalaisista vesipitoisuuksista johtuvat sedimenttien pilaantumiset.

Katson, että uskottava malminetsintä erityisesti sulfidi ja metallimineraaleihin edellyttää ympäristövirah

Kunnioittavasti


Jari Natunen

Ympäristöbiokemisti, FT
SLL Erikoisasiantuntija
040 952 78 15
jari.natunen@sll.fi

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

- 1.7. Föjtin ja Natusen tulokset Sallan jäätyneestä kairausvedestä

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


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	Tilaajan toimesta			
Viite	Sarvivaarantie Oulankajoki-Salla/Natunen			

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

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Laurén Marjo, 010 391 3595, kemisti



Tilaaaja

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	Tilaaajan toimesta		
Viite	Salla-Oulankajoki/Natunen Jari		

Analyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat06H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	27783-2 Maanäyte 1. Sarvivaarantie Lat06H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	Yksikkö	Epävarmuus-%

Analyyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	27783-2 Maanäyte 1. Sarvivaarantie Lat66H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulanka- joki	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.

Analyyssitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite	Puhelin	Faksi	Y-tunnus
Vikinkaari 4	+358 10 391 350	+358 9 310 31626	2340056-8
00790 Helsinki			Alv. Nro
metropolilab@metropolilab.fi	http://www.metropolilab.fi		F123400568

Analyysi	Menetelmä	27783-1 Vesinäyte 1. Sarvivaarantie Lat56H2DD005 Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	27783-2 Maanäyte 1. Sarvivaarantie Lat56H2 Sakka Sarvivaarantie, Salla-Oulankajoki	Yksikö	Epä- varmuus- %
Alumiini, Al	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		6 700	mg/kg ka	40
Barium, Ba	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		15	mg/kg ka	20
Beryllium, Be	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		0,1	mg/kg ka	20
Elohopea, Hg	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		0,49	mg/kg ka	20
Hopea, Ag	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		< 2	mg/kg ka	20
Kalium, K	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		2 300	mg/kg ka	25
Kalsium, Ca	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		3 300	mg/kg ka	25
Koboltti, Co	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		6	mg/kg ka	20
Kromi, Cr	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		43	mg/kg ka	20
Kupari, Cu	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		19	mg/kg ka	20
Magnesium, Mg	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		6 900	mg/kg ka	25
Mangaani, Mn	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		120	mg/kg ka	20
Natrium, Na	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		290	mg/kg ka	25
Nikkeli, Ni	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		14	mg/kg ka	20
Pi, Si	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		1 800	mg/kg ka	25
Rauta, Fe	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		14 000	mg/kg ka	25
Rikki, S	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		48	mg/kg ka	25
Sinkki, Zn	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		5	mg/kg ka	20
Strontium, Sr	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		8,8	mg/kg ka	20
Vanadiini, V	* ICP-OES: SF6-EN ISO 11885:2009		34	mg/kg ka	20
Arseeni, As	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2		< 1	mg/kg ka	20
Kadmium, Cd	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		< 0,10	mg/kg ka	20
Lyijy, Pb	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		1	mg/kg ka	20
Molybdeeni, Mo	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		< 2	mg/kg ka	20
Seleni, Se	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		< 1	mg/kg ka	30
Tallium, Tl	* ICP-MS: SF6-EN ISO 17294-2:2016		< 1	mg/kg ka	20
Uraani, U	* ICP-MS: SF6-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.

Postiosoitte
LAB-työkalu 2Puhelin
+358 9 251 1000Faksi
+358 9 251 10000Y-luotto
+358 9 251 10000

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

Postiosoite Välikatu 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 360 http://www.metropolilab.fi	Faksi +358 9 310 31626	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	Yksiköt	Epä- varmuus- %
Antimoni, Sb	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2		< 2	mg/kg ka	20
Tina, Sn	* ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2018		< 2	mg/kg ka	20

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Laurén Marjo, 010 391 3595, kemisti

Ahlfors Reetta
toimitusjohtaja

Tiedoksi njart@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 11885:2009	9,2	7,9	2,2	mg/kg ka	
Kupari, Cu	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	350	340	110	mg/kg ka	20
Mangaani, Mn	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	260	260	200	mg/kg ka	20
Molybdeen, Mo	*	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	28	45	10	mg/kg ka	20
Natrium, Na	*	ICP-OES: SFS-EN ISO	670	420	340	mg/kg ka	25

Nikkeli, Ni	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	450	350	90	mg/kg ka	20
Pii, Si	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	1 600	1 500	1 200	mg/kg ka	25
Rauta, Fe	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	130 000	110 000	27 000	mg/kg ka	25
Rikki, S	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	74 000	62 000	13 000	mg/kg ka	25
Seleen, Se	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	69	42	13	mg/kg ka	30
Sinkki, Zn	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	1 200	1 200	280	mg/kg ka	20
Strontium, Sr	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	15	8,6	11	mg/kg ka	20
Vanadiini, V	*	11885:2009 ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	340	290	79	mg/kg ka	20
Arseeni, As	*	17294-2 ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2	3	5	2	mg/kg ka	20
Tallium, Tl		2016 ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2	2		mg/kg ka	20	
Uraani, U		2016 ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2	5	4	1	mg/kg ka	40
		Neljäs 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 ISO 17294-2 2016	4	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 ympäristömyrky. 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 kobolttin hienoinen nousu ulostulovedessä johtunee esiintymän kobolttipitoisuudesta.
- **Kromi (Cr):** Kromi on luonnossa vaikealiukoinen alkuaine. Palokkaan esiintymässä eikä sen sivukivissä kromia ei ole, joten kromin hienoinen nousu ulostulovedessä johtunee kairauslaitteiden kromiteräsoista.
- **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 sulfidisissa malmi-esiintymissä 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 kiilteissä, 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 $\text{Ca (Fe,Mg)(CO}_3)_2$) 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). Korkeaahko alumiinipitoisuus ulostulevassa vedessä johtuu alumiinipitoisten kairausputkien mekaanisesta hiertymisestä ja metallihiukkasten sekoittumisesta veteen, ei metallin liukenemisestä. Alumiini jää pääasiassa soijaan.
 - **Arseeni (As):** Arseeni- 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 arseenipitoisuus kasvakaan ulostulevassa vedessä.
 - **Boori (B):** Boori on harvinainen alkuaine maan kuoresta. 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 (BaSO₄)-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 johtuneet 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 kobolttin 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 johtunee 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 tuskin.
- **Seleen (Se):** Seleenin 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 syntytapaan liittyen. 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 houkuttelisi. Palokkaan Th-pitoisuudet ovat alhaisia. Samoin ympärillä olevien sivukivien.
- **Tallium (Tl):** Tallium on erittäin myrkyllinen alkuaine. Kallioperässä sitä voidaan tavata sulfidisten 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 imeeneet 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 tiettyntyyppisiin kiviin, joiden määrä Palokkaan alueella on vähäinen. Hieman kohonnut V-pitoisuudet selittynevät taas tekniikalla (Cr-V-teräksiset).
- **Sinkki (Zn):** Sinkkiä ei Palokkaan esiintymässä eikä sen välittömässä 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.