

**Lausunto Ympäristölaki Oy:lle Hannukainen Mining Oy:n
ympäristö- ja vesilain mukaisesta lupahakemuksesta
Dnro PSAVI/3224/2015**

LYHENNELMÄ

Hakemus ei anna riittävällä tavalla tietoja, että ympäristöön kohdistuvat vaikutukset voitaisiin päätöksen teon pohjaksi arvioida. Varsinaisen rikastusprosessin aiheuttamat vaikutukset on jätetty huomioimatta. Arktisten olojen erityispiirteet on sivuutettu hakemuksessa kokonaan.

Tämä on johtanut useisiin ympäristövaikutuksia vähätteleviin päätelmiin, jotka voi asettaa perustellusti kyseenalaisiksi.

Hakemuksen vesitase on virheellinen.

Esitetyn vesitaseen merkittävin ongelma on, että vesitase ei ota huomioon prosessin tarvitsemaa suurta vesikiertoa (28-30 Mm³/y). Suunnitelmien mukaan (hakemuksen sivu 46) tämä prosessikemikaalit ja mineraaleista liukenevat ainekset (mm rikki ja sen reaktiotuotteet, thiosuolat ja sulfaatti) sisältävä vesi johdetaan samaan pieneen selkeytysaltaaseen Niesajoen latvalle vanhan jätealueen alapuolelle sekoittaen se sekä Hannukaisen että Rautuvaaran muihin keräilyvesiin. Altaan viipymäaika tulee olemaan lyhyt (1vko) eikä mahdollista mm ksantaatin biohajoamista kylmässä vedessä.

Hakemuksessa on virheellisesti oletettu, että prosessivesi kiertää jätealueen kautta. Kaikki tuotteet ja jätteet menevät tehdasalueen vedenpoiston kautta. Tästä johtuen vesitaseeseen syntyy virhe, mikä on suuruudeltaan liki 2 Mm³/v.

Hakemus vähättelee systemaattisesti kemikaalihaittoja

Hakemus antaa aiheen merkittävään huoleen, että mm ksantaatti-konsentraatioiden merkitystä hakemuksessa systemaattisesti aliarvioidaan alueen lohijokien ja Natura-alueen ympäristövaikutuksia esiteltäessä. Hakemuksessa on esitetty vanhentuneita käyttöturvallisuustiedotteita. Uudemmissa on ksantaatin osalta paljon alhaisempia toksisuusarvoja, Virheellisesti käsitellystä vesitaseesta johtuen on Muonionjokeen johdettavan veden laatuarvio epärealistinen. Mallinnuksen kationi-anionitase ei täsmää, kuten sen luonnonlakien mukaan pitää.

Hakemuksen riskiarvio on ympäristöriskien osalta niin vajavainen, että mahdollisia riskejä ei voida arvioida.

mm. Niesajoen selkeytysaltaan patovahinko voi aiheuttaa koko Niesajoen biotyypin tuhoutumisen.

Olettamus sivukivien läjittämisestä happoa tuottavaan ja happoa tuottamattomaan jakeeseen on teknisesti mahdoton toteuttaa.

Hanke ei ole taloudellisesti kannattava.

Nykyhinnoillakin tuotannon tappion voi arvioida olevan erittäin merkittävän. Jos tuotanto joudutaan lakkauttamaan kannattamattomana, syntyy erittäin merkittävä ympäristöriski ja yhteiskunnan kustannus.

LAUSUNTO

Hannukainen Mining Oy on jättänyt ympäristö- ja vesilupahakemuksen 27.11.2015 (PSAVI/3224/2015), mistä Pohjois-Suomen AVI on pyytänyt täydennystä 1.7.2016 sataanyhdeksääntoista esitettyyn kysymykseen.

Hannukainen Mining Oy on vastannut kysymyksiin 11.11.2016 päivätyllä dokumentilla ja siihen kuuluvilla liitteillä.

Asianajotoimisto Ympäristölaki Oy:n /asianajaja Sakari Niemelän pyynnöstä olen perehtynyt Hannukainen Mining Oy:n ympäristö- ja vesilupahakemukseen.

Esitän näkemyksenäni kaivospiirihakemuksesta seuraavat huomiot.

Yleistä

Hannukaisen kaivos olisi Suomen mittakaavassa suuri hanke, jossa tultaisiin käsittelemään suuria louhemääriä, liki 60 kertaa enemmän kuin alueella aikaisemmin harjoitetussa toiminnassa. Kaivos tulisi sijaitsemaan lähellä erästä Suomen merkittävää tunturimatkailualueita Yllästä.

Esiintymän ilmoitetut pitoisuudet ovat taloudellisesti erittäin haastavia.

Kaupallisina tuotteina tulisivat olemaan n 68% rautaa (Fe) sisältävä rautarikaste (magnetiitti Fe_3O_4) ja 20-25% kuparia (Cu) ja n 7g/t kultaa (Au) sisältävä rikaste. Malmassa rautapitoisuus on noin 30,5% Fe; 0,185% Cu ja 0,112 ppm Au.

Kaivoksen toiminta-ajaksi on laskettu 17¹ vuotta. Sinä aikana on tarkoitus tuottaa noin 35-40 milj. tonnia rautarikastetta ja liki miljoona tonnia kupari-kultarikastetta.

Hakemus ja täydennykset ovat ympäristövaikutusten arvioinnin kannalta edelleen puutteellisia, osin virheellisiä ja harhaanjohtavia sekä joidenkin riskien osalta vähätteleviä.

¹ Vaihtelee muutamalla vuodella eri dokumenteissa

Toiminnan haasteet ympäristölle

Rikki ympäristöhaasteena

Hannukaisen esiintymän ympäristövaikutusten kannalta merkittävin alkuaine on rikki (S). Vain 80-85% rautapitoisuudesta on käytettävissä rautarikasteen tuotantoon, koska loppu muodostaa rikin kanssa kiisumineraaleja (rikkikiisu (Pyriitti; Py) FeS_2 ja magneetikiisu (pyrroitiitti; Po) $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$), joita ei voida rautarikasteeseen laittaa. Kuparikiisun rikki pitoisuus on noin 35%S; rikkikiisun noin 53,5% S ja magneetikiisun noin 38%S. Niistä ainoastaan kuparikiisu on taloudellisesti arvokasta. Se otetaan talteen kuparirikasteeseen (virtaus no 17 Kuva 1). Rikkikiisusta osa menee kuparirikasteeseen, pääosa rikkikiisurikasteeseen (virtaus no 21 Kuva 1) ja hyvin pieni osuus magneetikiisurikasteeseen (virtaus no 32 Kuva 1). Kolmas rikkiä sisältävä mineraali on magneetikiisu. Sen erikoisominaisuuksiin kuuluu, että se ei ole tavanomaisesti tarkan kemiallisen kaavansa mukainen (FeS) vaan siinä on vaihteleva rikkiyliäämä (Fe_{1-x}S). Tämä ylijäämä voi vaihdella merkittävästi, muutamasta prosentista viiteentoistakin prosenttiin. Ylijäämän suuruus muuttaa magneetikiisun sekä kiderakennetta että magneettisuutta². Suurin osa (?) magneetikiisusta näyttäisi Hannukaisessa olevan merkittävästi rautavajaata monokliinistä (kaava noin $\text{Fe}_{0,875}\text{S}$) ja samalla ferromagneettista³ ja siten seuraavan magneettierotuksessa (LIMS)⁴ rautarikasteeseen menevää magnetiittia (Fe_3O_4). Jos magneetikiisun rikkiyliäämä on kaavan ($\text{Fe}_{0,9}\text{S}$) mukainen tai vähäisempi, niin magneetikiisu ei ole enää ferromagneettista ja päätyy LIMS jätteeseen. Allekirjoittaneella ei ole tietoa Hannukaisen magneetikiisun rikkiyliäämän vaihtelusta, mutta sen selvittäminen olisi aiheellista siihen liittyvän ympäristöriskin arvioimisen mahdollistamiseksi.

² deVilliers J. (2009): The Composition and Crystal Structures of Pyrrhotite: A Common but Poorly Understood Mineral, *Mintek 75 seminar*.

³ Aine, joka magnetoituu kuin rauta ja jää magneettiseksi. Heikkokin magneetikenttä vetää sitä puoleensa

⁴ LIMS = Low Intensity Magnetic Separation (heikkomagneettinen erotus)

Rikkipitoisia mineraaleja on sekä siinä malmissa, jonka katsotaan olevan riittävän korkeapitoista rikastamalla käsiteltäväksi että liian matalapitoisessa malmissa ja pirotteena myös malmia ympäröivissä kivilajeissa. Malmiarvio on tehty rautapitoisuuden ja kenties myös kupari ja kultapitoisuuden (?) perusteella. Mitään julkista informaatiota ei ole ilmeisesti julkaistu rikin jakautumisesta malmin sivukivissä.

Vaikutusten arvioinnin kannalta on merkittävää, että laitoksella on useita materiaalivirtoja, joissa rikkiä voi esiintyä eri määriä. Määrältään suurin materiaalivirta on karkeaa sivukiveä (raekoko suunnilleen louhikon ja kivikon kokoluokka) mitä syntyy 370-435 miljoonaa tonnia. Sen läjitetty tilavuus on noin 200-270 miljoonaa kuutiometriä. Osa siitä on kiisuja sisältävää, mahdollisesti happoa muodostavaa ja raskasmetallipäästöjä tuottavaa. Asiaa on tarkasteltu tarkemmin myöhemmin.

Edellisen lisäksi syntyy noin 65-75 miljoonaa tonnia hienoa jätettä (raekoko n. 80% -0,065 mm; suunnilleen hienoa hiekkaa/silttiä). GTK:n koeraportin⁵ mukaan tästä kokonaismäärästä on noin kaksitoista prosenttia arvotonta korkearikkistä magneettikiisujätettä, so. noin 7-9 miljoonaa tonnia. Myös näissä jakeissa on potentiaali hapon muodostukselle. Myös tätä käsitellään tarkemmin.

Näillä materiaalivirroilla on merkittävä välillinen ympäristövaikutus myös pölyämisen kautta.

Vesi ympäristöhaasteena

Vettä laitos tarvitsee hakijan ilmoituksen mukaan noin 18 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Hakijan mukaan tuoreveden tarve on 1,7 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

"Kaivoksen vuosinettovesitase kasvaa toiminnan aikana keskimääräisenä vesivuotena tasolta 2 Mm³/a tasolle 8,9 Mm³/a. Vaihtelu erilaisina hydrologisina vesivuosina (kuiva tai märkä vesivuosi 1/100) voi olla noin 0,77–10,3 Mm³/a. Hakija katsoo, ettei jäteveden

⁵ GTK raportti C/MT/2011/29; Ympäristölupa-anomuksen täydennys dokumentti 2

määrälle tarvitse sen ominaisuuksien vuoksi asettaa lupaehdoksi enimmäismäärää. Hakija esittää pitoisuus raja-arvot seuraaville vedenlaatumuuttujille: veden pH, kiintoaine-, nikkeli-, kupari-, sulfaatti- ja kokonaistyyppipitoisuus.”⁶

Hakija on esittänyt hankkeen vesistövaikutuksista seuraavan:

”Hankkeesta aiheutuvat vesistövaikutukset arvioidaan sen tasoisiksi, ettei niistä aiheudu tilakohtaisesti korvattavaa vahinkoa. Äkäsjoen, Niesajoen ja Muonionjoen vesistöalueilla kuormituksesta aiheutuvat kalataloudelliset haitat arvioidaan voitavan kompensoida vuotuisella kalatalousmaksulla”

On useita näkökohtia, joiden perusteella esitettyä lausumaa vesistövaikutuksista voi pitää riskejä vähättelevänä. Niitä pyritään tässä lausunnossa valottamaan.

Kuten edellisestä hakemuksen siteeratusta otteesta selviää, on alueelta poistettava merkittävä määrä vettä vuosittain. Isolta osaltaan tämä vesi on ollut vuorovaikutuksessa materiaalijakeiden kanssa, jolloin veden luonnontilaisuus häiriytyy ja muuttuu. Osaan tästä vesivirrasta on lisätty prosessikemikaaleja, runsaastikin. Kuten tässä lausunnossa esitetään, on rikastamon vedenkäytöllä merkittäviä vaikutuksia veden laatuun ja sitä kautta ympäristövaikutuksiin.

Päähaasteet ympäristön kannalta

Edellä esitetyn perusteella merkittävimmät ympäristölliset vaikutukset ja ympäristön, ml. Natura alue, pilaantumisen riskit liittyvät sivukiven ja jätteen sekä veden käsittelyyn.

Talouden haasteellisuus aiheuttaa merkittävän riskin siitä, että resursseja ei ole tarjolla, jos asiat eivät etene täysin suunnitellusti.

Teollinen prosessi

Hakemuksessa teollinen prosessi ja sen apuprosessit on kuvattu ylimalkaisesti ja sen vaikutukset prosessiveteen ja siitä syntyvien jätteiden laatuun kuitattu

⁶ Hannukainen Mining Oy. (2016): Hannukaisen kaivoksen ympäristölupahakemus, s 4.

merkityksettömiksi ilman esitettyjä faktoja väitteiden tueksi. *Osa väitteistä ei teoriassa voi olla hakijan esittämällä tavalla.* Viranomaisen pyysikin lisäselvityksiä prosessista (kysymykset 1 ja 2). Niiden perusteella on luvan hakija vastannut, että kokeita on tehty runsaasti, niistä merkittävin GTK:lla tehty tutkimus, mikä on toimitettu liitteenä. Vastauksessa ei prosessin yksityiskohtiin ole millään tavalla puututtu, joten niistä ei saa vastausta kysymykseen, jossa on pyydetty tietoa kokeiden tulosten sisällöstä.

GTK:n raportti (vastaus liite 2) antaa kuitenkin mahdollisuuden selvittää prosessia tarkemmin. GTK:lla tehtiin kokeita seitsemällä eri näytteellä, joiden yhteisen pitoisuuden keskiarvo oli jonkin verran korkeampi kuin malmiarvion annetut pitoisuudet. Näytteiden keskihajonnat olivat suuria kuvastaen sitä epävarmuutta mikä malmien käytettävyytutkimuksiin usein liittyy. Esimerkkinä rautapitoisuus, minkä keskiarvo oli 33,9% ja keskihajonta 10%-yksikköä Fe. Kuparilla vastaavat arvot olivat : keskiarvo 0,19% ja keskihajonta 0,11%-yksikköä Cu. GTK:lle toimitetun näytteen pitoisuuden vaihtelu on tilastollinen estimaatti koko esiintymän vaihtelusta. Estimaatin luottamusväliä ei käytettävissä olevan aineiston perusteella voi laskea. Se kuitenkin antaa kuvan esiintymän vaihtelusta ja siihen liittyvien väittämien epävarmuudesta.

GTK:n koetehtaalla testattiin 26,7 tonnia malmia. Jauhatushienous oli n 80% hienompaa kuin 0,065 mm, mikä on tavanomaista hienompaa. Energian kulutus oli koetehtaalla noin 18-20 kWh/t. Teollisessa mittakaavassa on odotettavissa n 10% korkeampi energian kulutus. Kokeissa kapasiteetti oli noin 0,5 t/h. Kokeissa vaahdotettiin ensin kuparipiirissä (Kuva 1, virtaukset 1-20) pienellä kokoojamäärällä (20 g/t) kuparikiisu.⁷ Kuparipiirin jätteestä (virtaus 20)

⁷ kokoojakemikaalin tavoitteena on saattaa haluttu mineraali sellaiseksi, että ilmakupla voi siihen tarttua. Tämän toiminnallisuuden aikaansaamiseksi, kemikaali koostuu kolmesta osasta, joista ensimmäinen on hiilivetyketju ja toinen osa reagoi kemiallisesti halutun mineraalin pinnan kanssa. Kolmas osa on tyypillisesti alkalimetalli ; natrium (Na) tai kalium (K), joka vedessä eroaa (dissosioituu) positiiviseksi ioniksi. Kaksi ensimmäistä osaa muodostaa myös ionin, nyt negatiivisen. Tässä tapauksessa pääkokoojana on käytetty kalium amylyksantaattia (PAX) ja

vaahdotettiin *laboratoriossa* rikkikiisu⁸. Se arvioitiin GTK:n raportissa vähentävän LIMS jätteen rikkipitoisuutta merkittävästi. Koetehtaalla kuparin vaahdotusta seuraavassa vaiheessa tehtiin ensin kolmivaiheinen heikkomagneettinen erotus, jossa kaikki ferromagneettiset mineraalit rikastuvat. Oleellinen kohta GTK:n kokeissa oli rautarikasteen rikkipitoisuuden alentaminen kaupallisesti hyväksyttävälle tasolle. Se toteutettiin monivaiheisella magneetikiisun vaahdotuksella pH:n laskiessa lopussa arvoon pH 5. Käytetyt kemikaalimäärät erikoisesti rautakiisujen poistamiseksi rautarikasteesta ovat GTK:n raportin mukaan erittäin huomattavia. Ksantaatin kokonaiskulutus vaikuttaisi raportin mukaan olevan yli 700 g/t (malmia). Rikkihapon (H₂SO₄) kulutus on noin 1 kg/t.

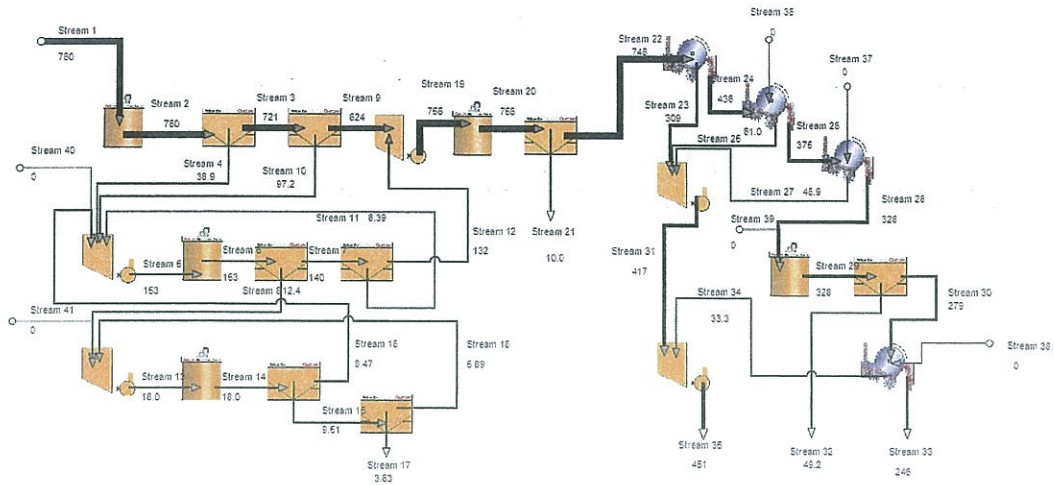
GTK:n raportin perusteella tehtiin tietokonesimulointi laitoksen toiminnasta⁹. Mallinnuksen tavoitteena oli antaa prosessin toiminnasta selkeä toiminnallinen yleiskuva, mikä puuttuu ympäristölupahakemuksesta ja sen täydennyksestä. Mallinnuksessa tavoiteltiin perusteltua arviota prosessin materiaali- ja vesitaseesta sekä rikin jakautumisesta eri prosessista poistuviin virtauksiin. Ei laitoksen vesitasetta eikä sen rikkitasetta ole esitetty hakemuksessa eikä hakemuksen täydennyksessä. Mallinnus on suuntaa antava, koska GTK:n raportin kokeissa testattiin erilaisia vaihtoehtoja.

Laitoksen kiintoainetase on esitetty ohessa (Kuva 1). Tämän perusteella syntyy rautarikastetta n 260 t/h (2 Mt/v) ja kuparirikastetta 3,63 t/h (n 28000 t/v), mikä on linjassa GTK:n raportin taseen antaman 4,2 t/h arvon kanssa (n 33000 t/v), mutta selvästi pienempi kuin ympäristölupahakemuksessa esitetty vuotuinen keskituotanto 40000 t/v. Jos simulointi olisi tehty malmiarvion luvuilla, niin kuparin tuotantomäärä olisi vain 27000 t/v.

lisäkokoojana magneetikiisulle natriumisopropyyliksantaattia. Ksantaatin reagoivana osana on hiiliatomiin liittyneet kaksi rikkiatomia.

⁸ Kyseistä laboratorio dataa ei ole käytettävissä, joten sen kemikaalimääriä ei tiedetä.

⁹ Kaupallinen HSC Sim v9.

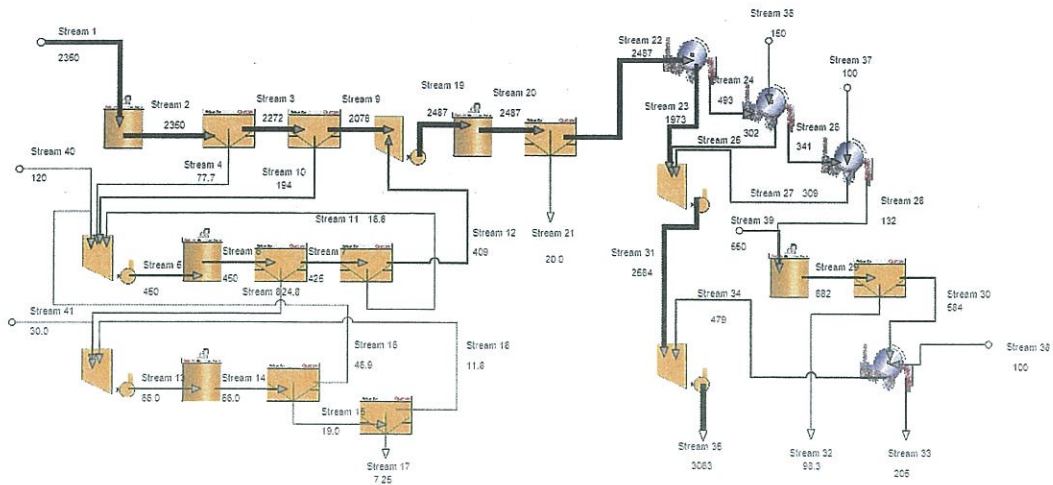


Kuva 1 Kiitoainevirtojen simulaatio, kun syöttö on 760 t/h. (90%:n käyttöasteella 6Mt/v)

Simuloinnin mukaan korkearikkisiä jätteitä ovat rikkikiisurikaste; noin 10 t/h ja magneettikiisurikaste n 49 t/h. (n 430 000 t/v). Luvut ovat varsin linjassa GTK:n esittämän arvon 58 t/h kanssa. Tällaista korkeakiisuista jätettä syntyy noin 430-450 000 t/v.

Kuva 2 esittää simuloitua vesitasetta, millä on pyritty selvittämään prosessin sisäisiä vesivirtauksia perustaksi arvioille vesien ympäristövaikutuksille. Simuloinnissa on useita sisään tulevia vesivirtauksia, joilla on huomioitu rännivedet ja magneettierottimien vaatima lisävesi. Magneettierotukselle on tyypillistä, että magneettinen jae sisältää varsin vähän vettä, joten vettä on useiden magneettierottimien sarjassa lisättävä prosessiin¹⁰.

¹⁰ GTK raportti , sivu 33. Vettä lisätty 0,43m³/h vastaten vesi malmisuhdetta 0,86.



Kuva 2. Simuloitu vesitase

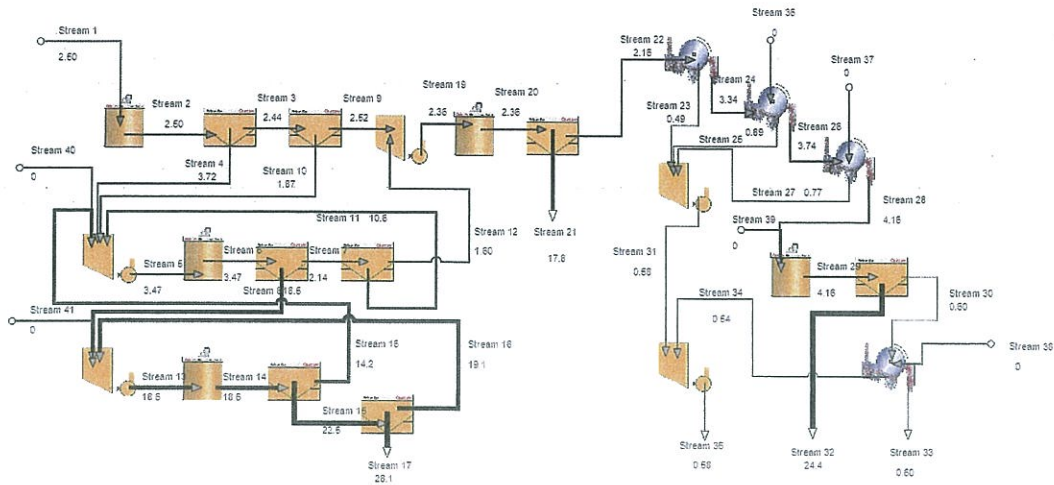
Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty laitoksen rikkitase.

Osa magneetikiisusta (heksagoninen pieni rikkiyliäämäinen (?)¹¹) vaahdotuu jo rikkirikasteeseen, mutta pääosa on vaahdotettava magneettierotuksen välituotteesta omaksi rikasteekseen (virtaus no 30 kuvassa), koska rautarikasteen rikkipitoisuus tulee pitää matalana eikä magneetikiisua saada vaahdotettua helposti pH alueella (pH 8-11)¹², missä rikkikiisu voidaan vaahdottaa kuparipiirin jätteestä (virtaus 21).

Lausunnossa kaivospiirihakemuksesta todettiin ilman tietoa nyt julkaistusta GTK raportista, ja perustuen julkisuudessa silloin olleisiin virtauskaavioihin, että LIMS jätteen rikkipitoisuuden alentaminen riittävän alas on vaikeaa. Tilannetta helpottaa GTK:lla laboratoriossa testattu erillinen rikkivaahdotus kuparipiirin jälkeen. Sen tuloksena on saatu hyvä tulos ja LIMS jätteen rikkipitoisuudeksi on tuloksen avulla arvioitu 0,141% S. Tässä lausunnossa käytettyä mallia ei kuitenkaan pystytty kalibroimaan täysin onnistuneesti, vaan mallinnuksen tulos oli lähellä tilannetta, missä rikkikiisua ei erillisesti vaahdoteta, päätyen n 0,5% S arvoon. Arvossa on epävarmuutta, koska GTK aineistosta ei voi erottaa tarkasti pyriitin ja magneetikiisun keskinäistä käyttäytymistä prosessin eri vaiheissa.

¹¹ deVilliers J. (2009): The Composition and Crystal Structures of Pyrrhotite: A Common but Poorly Understood Mineral, *Mintek 75 seminar*.

¹² deVilliers J. (2009): The Composition and Crystal Structures of Pyrrhotite: A Common but Poorly Understood Mineral, *Mintek 75 seminar*.



Kuva 3. Rikkitasase

Rikin todellinen jakautuminen riippuu kuitenkin siitä mikä on magneettikiisun rikkiylijäämän vaihtelu esiintymässä. Magneettikiisun ollessa monokliinistä pysynee LIMS jäte arvossa, mikä on noin $0,15 \pm ?$ % S. Jos magneettikiisun rikkiylijäämässä (magneettisuudessa) tapahtuu muutoksia malmin eri osissa niin LIMS jätteen rikkipitoisuus voi nousta yli rajan, missä sitä on pidettävä happoa tuottavana jätteenä.

Ei ole tunnettua menetelmää, jolla magneettikiisun kidemuotoa ja/tai rikkiylijäämää voitaisiin jatkuvasti prosessissa seurata ja siten muutokseen reagoida.

Kuten myöhemmin todetaan, riippuu LIMS jätteen rikkipitoisuus myös paljon rikkikiisuvaahdotuksen saannista (virtaus 21).

Prosessin mallinnus antaa merkittävää lisätietoa, joiden pohjalta hakemuksessa esitetyistä ympäristövaikutuksista voidaan esittää perusteltuja päätelmiin ja riskeihin liittyviä kysymyksiä.

Kaivosalueen vesitasase

Kokonaisvesitasase

Hakija esittää teolliseksi veden tarpeeksi noin 18 miljoonaa m^3/v .

YVA:ssa hakija esittää:

"Malmin rikastusprosessissa tarvitaan vettä noin 3 000-5 000 m³/h riippuen lopullisesta tuotantokapasiteetista. Suurin osa prosessivedestä kierrätetään hyödyntäen myös louhosten kuivanapitovesiä. Puhdasta raakavettä lisätään prosessiin noin 100-400m³/h kompensoimaan rikastushiekkaan sekä rikasteeseen jäävää vettä".

Kaivospiirihakemuksessa on veden tarpeeksi esitetty, että *"Malmin rikastusprosessissa tarvitaan vettä noin 2,16 Mm³ vuodessa. Käytettävä prosessivesi saadaan kierrätetystä vedestä, eikä raakavettä tarvita ollenkaan"*. Hakijan esittämässä¹³ taseessa on rikastamon lisäraakaveden(?) tarpeeksi esitetty 247 m³/h (1,9 Mm³/v). Nämä ristiriitaisuudet ja epäselvyydet vaikeuttavat merkittävästi vesien ympäristöllisten vaikutusten pohdintaa.

Hakemuksen taseessa ei huomioitu rikastamon aiheuttamaa suurta vesikiertoa.

GTK:n raporttiin perustuvan edellä esitetyn simuloinnin n 28 miljoonan m³/v ja hakijan esittämien lukujen välinen ero teollisessa veden tarpeessa on niin merkittävä, että koko esitetty alueellinen vesitase sekä hakemuksessa että sen täydennyksessä on kyseenalaistettava.

Jätealueiden tila ja vesien käsittely näyttäytyy toisessa valossa, jos hakijan suunnitteleman tilavuuden sijasta puhutaan 1,5 kertaisesta volyymista prosessivettä.

Hakijan esittämä vesitase on merkittävän virheellinen. Taselaskelmissa (Täydennyspyyntö 48, Liite 1 KK vesitase) on, esim. vuosi neljä, vähennetty taseesta rikastamon prosessivedenkulutus 2,163 Mm³/v. Prosessista poistuvat vesivirrat ovat suurimpana jätteen mukana lähtevä, sitten tuotteiden mukana lähtevä ja hyvin pienenä osuutena laitoksen sisällä tapahtuva haihtuma. Tuotteiden mukana menee ja siten taseesta poistuu arviolta noin 0,25 Mm³/v. Taseen tämä virhe on noin 1,9 Mm³/v.

Rikastamolta jätteen mukana lähtevä vesi ei poistu taseesta.

Merkittävä virhe on oletus, että rikastamolta jätteen mukana tuleva vesi menisi LIMS ja HighS kasoille. Hakemuksessa annetaan kuva, että vesi olisi pitkiä aikoja

¹³ Liite 8, Hannukainen, vesienhallinta raportti, sivu 42

varastoituneena jätealueelle. Näin ei ole. Tähän virheelliseen päätelmään tukeudutaan hakemuksessa käsiteltäessä kemikaalien vaikutuksia.

Teknisistä syistä prosessissa LIMS jätteen (jäteliete) kiintoaine prosentti on matala, alle 30%:a. Jäteliete johdetaan sakeuttimeen, jossa pyritään nostamaan jätteen kiintoaine pitoisuutta yli 70%:n. Hakemuksessa on, esitetty, että tässä käytettäisiin ns. pastasakeutustekniikkaa. Se tarkoittaa, että vedestä noin 90% palaa lyhyen (alle 1 h) ajan kuluttua Rautuvaaran selkeytysaltaalle. Sama koskee korkearikkistä jätettä. Vain pieni osa kummankaan jätelietteen vedestä menee kiintoaineen mukaan jätealueelle. Vettä sakeutetuissa jätteissä on noin 2,6 Mm³/v. Ajan kuluessa kiintoaine pakkautuu tiiviimmäksi ja vettä suotautuu pois jätteestä. Sen määräksi voi arvioida käyttäen hakemuksessa annettuja kiintoaineprosentteja noin 1,6 Mm³/v kaivoksen elinajan keskivaiheen jälkeen. Voidaan todeta, että noin 1 Mm³/v vettä voidaan poistaa laskennallisesti taseesta.

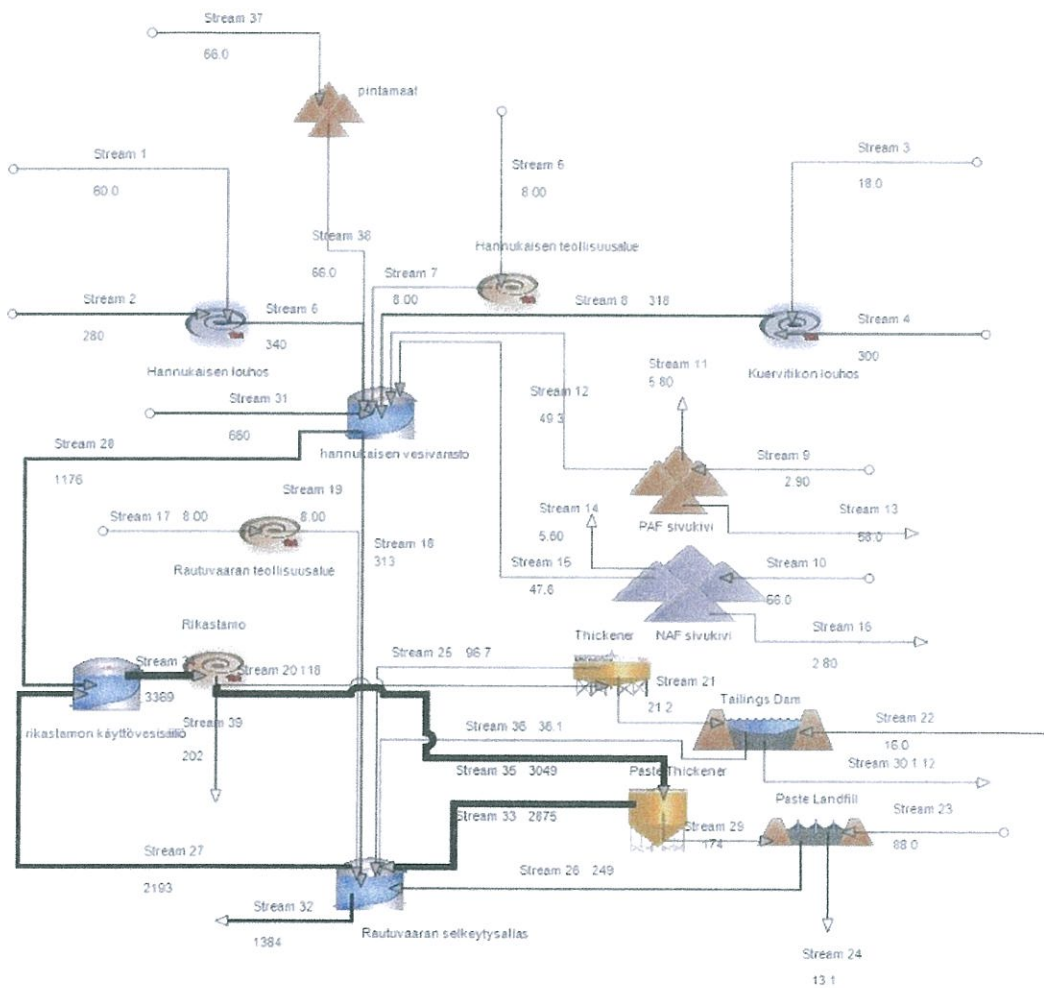
Kolmas virheellinen kohta vesitaseen käsittelyssä on säännöstely Rautuvaaran laskeutusaltaalla ja jätealueen käyttö säännöstelyyn. Kuten tästä lausunnosta ilmenee myöhemmin, on Rautuvaaran laskeutusaltaan paikallinen osavesitase erittäin haastava eikä anna käytännössä mitään mahdollisuuksia säännöstelyyn. Veden varastoiminen pastatäytetylle jätealueelle ei ole mahdollista. Jos sitä yritetään sakeuttimen alitteen kiintoaine osuutta laskemalla, muuttuu pasta liian juoksevaksi eikä pysy suunnitellussa 3,5%:n kulmassa vaan alkaa valua kohti jätealueen ja selkeytysaltaan välistä patoa ja nostaa sitä vastaan hydraulista painetta. Tämä on erittäin vaarallinen ajatus lisäten merkittävästi patojen murtumariskiä.

Teollinen vesitase

Hakemuksessa ei ole esitetty varsinaista teollista vesitasetta, vaikka se on merkittävässä asemassa pohdittaessa eri vesivirtojen määrien ja ominaisuuksien ympäristövaikutuksia.

Kuva 4 esittää tehtyä vesitaseen simulointia, jossa rikastamon veden tarpeeksi on otettu prosessi simuloinnin tulos, noin 28Mm³/v (3400 m³/h). Lähtökohtana on pidetty vaahdotuksen tavanomaista lietetiheyttä ja magneettierotuksen

toiminnan tarvitsemaa vettä. Arvoina on käytetty GTK:n tutkimuksessa käytettyjä lietetiheyksiä. Poikkeuksena on tehty korjaus, että teollisessa magneettierotuksessa ei tarvittaisi yhtä paljon vettä, kuin pienissä koetehdaslaitteissa. Syistä, joita selitetään hieman myöhemmin, on simuloinnissa päädytty siihen, että noin 1/3 vedestä on tuorevettä ja 2/3 on kierrätettyä prosessivettä.

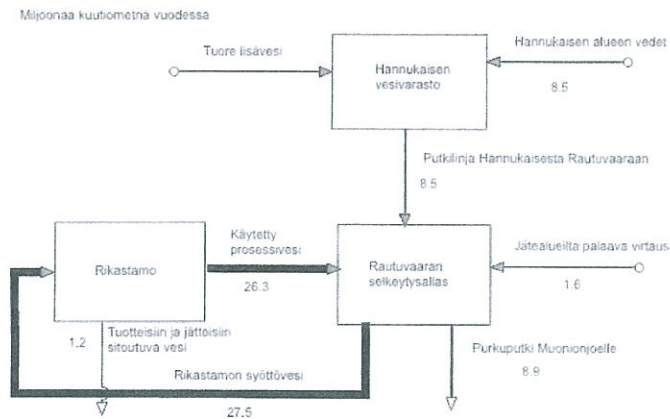


Kuva 4. Aluevesitaseeseen liitetty prosessivesitase.

Tehty simulointi antaa kokonaisveden käytölle arvoksi noin 3400 m³/h, mikä vastaa n 28 miljoonaa m³/v. Yhtiön esittämä luku on noin 18 miljoonaa m³/v. Suhdelukuina ne ovat vastaavasti 4,5 ja 3 m³ vettä/tonni malmia. GTK:n testeissä kokonaissuhde oli n 5,5 m³ vettä/tonni malmia. Tämä johtaisi vuotuisen

vesitarpeen nousemisen arvoon 33 miljoonaa m³/v. Kaivosteollisuudessa tyypilliset arvot ovat 4-6 m³ vettä/tonni malmia.

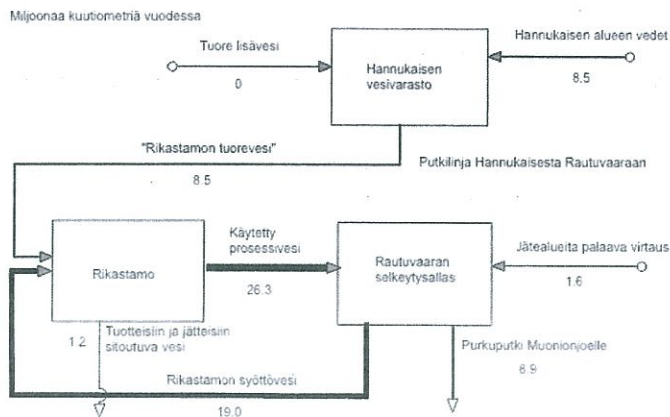
Hakemuksen kuvassa 2.21 (sivu 46) on kaksi vaihtoehtoa rikastamon vedentarpeen tyydyttämiseksi. Päävaihtoehto (A) on, että kaikki Hannukaisesta tuleva vesi johdetaan Rautuvaaran selkeytysaltaalle. Katkoviivalla on esitetty vaihtoehto (B), että jokin osa vedestä johdetaan suoraan rikastamon käyttöäiliöön Yksinkertaistettuina ne on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 5, Kuva 6)



Kuva 5. Vesitaseen vaihtoehdon A pääpiirteet, kun kaikki Hannukaisen vedet johdetaan Rautuvaaran selkeytysaltaalle (normaali sadanta).¹⁴

Oleellista molemmissa kuvissa on, että sekä tuotteet ja prosessin jäteliete, joka sisältää magneettierotuksen jälkeen tyypillisesti alle 30% kiintoainetta massasta, sakeutetaan laitoksella, ei jätealueella. Pääosa jätteestä sakeutetaan pastalaitoksella (jolle ei sijaintipiirustuksissa ole paikkaa eikä DFS:ssä investointia n 40-50 M€) noin 74 % massasakeuteen.

¹⁴ Kuvien yksinkertaistamiseksi on myös Rautuvaarassa tuleva sadanta yhdistetty Hannukaisesta tulevaan virtaukseen.



Kuva 6. Vesitaseen vaihtoehdon B pääpiirteet, kun Hannukaisen vedet johdetaan rikastamolle (normaali sadanta)

Toisessa vaihtoehdossa B otetaan Hannukaisesta vettä noin 1/3 rikastamon tarpeesta ja 2/3 Rautuvaaran selkeytysaltaalta, jonne prosessivesi myös palaa. Muuten vesivirrat ovat kuten edellä (Kuva 6). Nämä vaihtoehdot ovat veden laadun kannalta kaksi ääripäätä. Teknisesti mikään ei estä jakamasta vesivirtoja rikastamolle ja selkeytysaltaalle halutussa suhteessa mm. sademäärien muuttuessa.

Molemmissa vaihtoehdoissa on Rautuvaaran selkeytysaltaan kuormitus sen tilavuuteen nähden merkittävä. Rautuvaaran selkeytysaltaan koko on maksimissaan ilmoitettu olevan noin 0,7 miljoonaa kuutiometriä. Simuloinnin perusteella Rautuvaaran selkeytysaltaan virtaama on 28 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. (Erittäin sateisina vuosina voi virtaama nousta tästä vielä noin 5-6 Mm³/v). Tämä johtaa siihen, että keskimääräinen viipymäaika altaalla on noin yksi viikko. Tämä ei mahdollista altaan säännöstelyä. Pienimmillään lumen sulamisen aikaan on viipymäaika kriittisen lyhyt. Koska rikastamon vedenotto ei juurikaan joustaa, on hyvin todennäköistä, että keväisin joudutaan pumppaamaan nopeasti suuriakin vesitilavuuksia Muonionjokeen.

Simuloinnista voidaan todeta, että Rautuvaaran selkeytysaltaalla veden laatu on toisessa vaihtoehdossa B (Kuva 6) käytännössä laadultaan liki sama kuin prosessin LIMS piirin jätevesi. Ensimmäisessä vaihtoehdossa A (Kuva 5) se laimenee hieman ainakin kemikaalijäämien suhteen.

Kierrätysvedellä voi olla hyvin vaihtelevia vaikutuksia rautakiisujen vaahdotukseen. Niitä on mahdotonta selvittää annetun hakemuksen aineiston

perusteella. Vedessä oleva ksantaatti saattaa aktivoita rautakiisuja kupariesirikasteeseen vaikeuttaen korkealaatuisen kuparirikasteen aikaansaamista, mikä silloin edellyttää joko pH:n nostoa nimenomaan sammutetulla kalkilla (alueelle 11 ja yli) tai painajakemikaalien käyttöä (syanidi?). Toisaalta Ca^{2+} ja SO_4^{2-} ionit hidastavat pyriitin vaahdotusta¹⁵. Jos rikkikiisua ei saada vaahdotettua erilliseen korkearikkiseen tuotteeseen johdettavaksi korkearikkiselle jätealueelle, syntyy riski sille, että LIMS jätteen rikkipitoisuus nousee. Jos esitetty (Kuva 3) pyriitin vaahdotussaanti (virtaus 21) puolittuu, tarkoittaa se, että LIMS jätteen pitoisuus nousee merkittävästi. Edellä esitetyn perusteella on myös mahdollista, että prosessiin on otettava tässä esitettyä enemmän puhdasta vettä käyttöön. Tällöin vesitase muuttuu entistä haastavammaksi ja vaikeammin hallittavaksi. Skenaariopohdintana voi esittää vaihtoehdon, jossa prosessi sietää vain 2/3 kierrätysvettä. Ensimmäinen kysymys on, voiko kaivosten kuivanapitovettä käyttää. Riskinä on pienetkin öljymäärät, jotka helposti sotkevat vaahdotuksen. Jotta voitaisiin toimia edellä esitetyn vaihtoehdon B mukaisesti, jossa vettä otetaan suoraan rikastamolle (Kuva 6), niin vesijakeiden käsittely Hannukaisessa on pohdittava uudelleen.

Magneettikiisuvaahdotuksesta tuleva vesi

Yhdistämällä simuloinnin tulokset (kuvat 1-3) ja GTK:n raportin tulokset voidaan todeta, että ympäristövaikutusten kannalta haasteellisin vesivirta on magneettikiisuvaahdotuksen jätteen vesi (virtaus 30). Kuten edellä todettiin, on monokliinisen magneettikiisun vaahdotuminen vaikeaa ja siksi GTK:n kokeissakin jouduttiin turvautumaan erittäin korkeisiin kokoojakemikaalimääriin, jotta voidaan turvata päätuotteen, rautarikasteen, matala kaupallisesti hyväksyttävä rikkipitoisuus. Veden määrä prosessin tässä osassa määräytyy pääosin rautarikasteen määrän perusteella, koska tämä virtaus menee viimeiseen heikkomagneettiseen rikastusvaiheeseen. Tämän vesivirran suuruudeksi on arvioitu noin 580 m³/h. Tähän vesivirtaan täytyy siis GTK:n raportin valossa lisätä 700g/malmitonni ksantaattia ja 1 kg/t rikkihappoa.

¹⁵ Bulut G. Ja Yenial Ü. (2016): Effects of major ions in recycled water on sulfide minerals flotation. *Minerals & Metallurgical processing*, 33, No 3 pp 137-143.

Ksantaattien ja muiden kemikaalien käytön aiheuttamasta ympäristöriskistä

Hakemuksessa on esitetty, että ksantaatti adsorboituu rikastettaviin mineraaleihin. Tähän pyydettiin viranomaisen puolelta selvitys (Kysymys 44: *Arvio ksantaattipitoisuuksista poistovesissä*).

Luvan hakijan vastaus ” *Ksantaatit päätyvät kaivosvesi-kiertoon rikastushiekka-alueilta. Poistovesien ksantaattipitoisuuksia ei voida suoraan arvioida esim. lähtevän veden kalium- ja natriumpitoisuuksien perusteella, sillä osa lähtevän veden kaliumista ja natriumista on peräisin louhosvesistä, sivukivialueilta ja vedenkäsittelystä. On myös huomioitava, että esimerkiksi rikastushiekasta eroavan veden kaliumpitoisuus ei myöskään ole kaikki peräisin ksantaattijäämistä, vaan osa kaliumista on peräisin prosessoitavasta malmista. Siten lähtevän veden ksantaattipitoisuutta ei voi arvioida myöskään rikastushiekoista eroavan veden kalium- ja natriumpitoisuuksien perusteella. Hakemuksessa esitetyt ksantaattimäärät perustuvat tehtyihin prosessin koeajoihin. Ksantaattien kulutus tarkentuu prosessin jatkotestien yhteydessä. Myös ksantaattijäämien arviota voidaan tarkentaa prosessitestauksen jälkeen. Ksantaattien määrittämiseksi ei ole olemassa mittausmenetelmää.*”

Samaa asiaa on myös kysytty erikseen laajemmassa yhteydessä (kysymys 91: *Miten on varmistuttu, etteivät jätehuoltosuunnitelman kohdassa 5.5 ja taulukossa 5-4 esitetyt vesieliöstölle haitalliset rikastuskemikaalit päädy vesikiertoihin ja edelleen vesistöön?*).

Luvan hakijan vastaus ”*Taulukossa 5-4 esitetyt kemikaalit varastoidaan asianmukaisesti teollisuusalueella rikastamon läheisyydessä sijaitsevassa kemikaalivarastossa. Kemikaaliturvallisuuslakia sovelletaan kaivoksella käsiteltäviin vaarallisiin kemikaaleihin ja räjähteisiin. Sen nojalla vaarallisten kemikaalien, mukaan lukien räjähteet, laajamittainen käsittely ja varastointi voidaan suorittaa vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) myöntämän luvan nojalla. Näin ollen kemikaaleja ei päädy vesikiertoihin ja edelleen vesistöön varastoinnin yhteydestä. Rikastuskemikaalit pidättyvät suurimmaksi osaksi rikasteisiin ja jätteisiin jäävä osa hajoaa läjitysvaiheessa yleensä haitattomaan muotoon (Räisänen ym. 2013)¹⁶. Vesikiertoihin ja edelleen vesistöön päätyvien kemikaalien pitoisuudet on arvioitu pieneksi. Pienet pitoisuudet laimenevat edelleen purkuveden sekoittuessa Muonionjoessa.*”

Näitä on vaikea pitää kelvollisina vastauksina huoleen, että kemikaaleilla voi mahdollisesti olla haitallisia ympäristöllisiä vaikutuksia. Jälkimmäinen vastaus perustuu virheelliseen ajatukseen, että pääosa jätevedestä viipyisi pidemmän ajan jätealueella.

¹⁶ Räisänen et al (2013): Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus, Ympäristöministeriön raportteja 24.

Taulukko 5-4 on ohessa laskettu yksiköiksi g/t (malmia), jotta voidaan laskea kemikaalien konsentraatioita vedessä. Taulukkoon on pyritty myös löytämään uusien käyttöturvallisuustiedotteiden (MSDS material safety data sheet) tietoja¹⁷.

Taulukko 1. Ympäristölupahakemuksen jätehuoltosuunnitelman taulukko 5-4 laskettuna 6Mt/a

Kauppanimi	Kemiallinen yhdiste	Käyttö g/t	KTT tietoja
Danafloat 245	dialkylditiofosfaatti	112	Oral LD ₅₀ 3g/kg(rat) Vesi: Akuutti LC ₅₀ 33-100 mg/l
Flokkulantti AN 913 SH	Polyakryyliamidi	34	Ei löydy Akryyliamidit geneerisesti eivät myrkyllisiä
Flokkulantti Magnafloc	Polyakryyliamidi On useita laatuja; MSDS laadulle LT27	1	LC ₅₀ (48 h) > 100 mg/l, Daphnia magna Ei biohajoava
Flotanol C-7 ¹⁸	Polypropyleeniglykooli monometyylieetteri	45	Ei löydy tarkkaa Propyleeniglykoli-monometyylieetteri MSDS; ei tietoja ymp. vaikutuksista; LD ₅₀ : 5660 mg/kg [Rat.].
Rikkihappo	rikkihappo	450	Haitallista vesieliöstölle hyvin matalissa konsentraatioissa. Voi olla vaarallista vesistöön joutuessaan. Kalojen toksisuus 2.8 µg/l 96 hrs LC ₅₀ Sateenkaarirautu.
Sam. kalkki	Kalsium hydroksidi	1030	-
MIBC	Metyyli-isobutyryli karbinoli	157	96-hour LC ₅₀ (Rainbow Trout) = 359 mg/l. 48-hour LC ₅₀ (Daphnia magna) > 1 000 mg/l. 48-hour EC ₅₀ (Daphnia magna) = 337 mg/l.
PAX	Kaliumamyyli-ksantaatti	650	Oncorhynchus Mykiss NOEC 0,79 mg/l
NEX	Natriumetyyli-ksantaatti	8	Virtausolosuhteissa 1 ppm tappaa kaikki kalat 8 päivässä. Salmo gaidneri LC ₅₀ : 0,12 mg/l Daphnia Magna EC ₅₀ : 0,35 mg/l Daphnia Magna NOEC 0,047 mg/l
NIPX	Natriumisopropyyliksantaatti	300	Makean veden kala(?) NOEC 0,43 mg/l
CMC	Natrium karboksimeetyyliselluloosa	8	Oral, rabbit: LD ₅₀ = >27 g/kg;

¹⁷ Algol Chemicals Oy, 18.12 2014 (NEX);, 31.1. 14 (NIPX); 18.12.14 (PAX)

¹⁸ GTK:n pilotajossa käyttö on ollut 65 g/t

Ksantaatin mittaaminen

Huomautuksena hakemuksen väitteeseen, että ksantaattia ei voida mitata voidaan todeta, että ksantaatin mittaukseen on olemassa useita menetelmiä, jopa niin, että kehitteillä on on-line mittausmenetelmiä^{19,20,21,22,23}. Muun muassa UV-Vis²⁴ menetelmässä ksantaatilla on selkeä piikki UV spektrissä 307 nm kohdalla, joka on varsin helppo laboratoriossa mitata ja piikin korkeus kalibroida.

Jos hyväksytään se, että ksantaattimääriä tarkennetaan vasta prosessitestauksen yhteydessä, ei tässä hakuvaiheessa ole mahdollista arvioida ympäristövaikutuksia.

Arvio ksantaattipitoisuuksista poistovesissä

Ksantaattimääristä voidaan esittää karkea arvio ympäristöriskien hahmottamiseksi edellä esitettyjen vesitaseiden ja yksinkertaisen laskelman avulla.

Hienon materiaalin raakoosta on vain GTK:n raportissa tieto, että sen hienous on 80% hienompaa kuin 65µm. Jos oletetaan alan yleisen käytännön perusteella, että hienouden jakautuma noudattaa kohtuullisesti GGS jakautumaa²⁵

$$Y = \left(\frac{x}{k} \right)^m, \quad (1)$$

missä Y on kokoa x hienempien hiukkasten osuus jakautumassa, m on jakautuman kulmakerroin ja k raekoon arvo, jota hienompaa kaikki hiukkaset ovat, voidaan saada ensin laskelma koko jakautumasta.

¹⁹ Jones M.H., (1991) Some recent developments in the measurement and control of xanthate, perxanthate, sulphide, and redox potential in flotation, *Int. J. Min. Proc.* **33**, 193-205.

²⁰ Hao F. Et al. (2008): Online analysis for xanthate in laboratory flotation pulps with a UV monitor, *Int. J. Min. Process.* **89**, pp 71-75

²¹ Knight J. B. ja Knights B. D. H., (2011): Industrial trial of Mintek's xanthoprobe at the Eland platinum concentrator, *6th Southern African Base Metals Conference 2011*

²² Greet C. Et al (2008): On-line monitoring of xanthate and cyanide levels during grinding tests on a nickel sulphide ore, *Proc. International Mineral Processing Congress, Beijing*

²³ Sihvonen, T. (2011): Determination of collector chemicals from flotation process waters using capillary electrophoresis, *Diplomityö, Lappeenrannan Tekninen Yliopisto*

²⁴ UV-Vis on ultraviolettia ja näkyvää valoa käyttävä spektrosopia.

²⁵ Hukki R.T. (1963): Mineraalien rikastustekniikka, *Otava*

Kulmikkaan hienonnetun kappaleen pinta-ala on usein noin kaksinkertainen verrattuna palloon, jolla on sama poikkipinta-ala. Suhdetta merkitään arvolla q . (tyypillisesti käytetään arvoa $q=2,05$). Tällöin yhden kappaleen pinta-ala on noin

$$S = \frac{6}{x} q. \quad (2)$$

Kaavoista (1) ja (2) voidaan johtaa jakautuman pinta-alalle kaava²⁶

$$S = 6q \frac{\frac{m}{m-1} (k^{m-1} - x_0^{m-1})}{k^m - x_0^m}. \quad (3)$$

Olettaen, että raekoon kulmakerroin $m=1,2$, mikä on varsin tyypillinen jauhetulle tuotteelle ja että 80% rakeista on hienompaa kuin 0,065 mm, niin silloin edellä esitetystä saadaan k :n arvoksi $7,83 \times 10^{-5}$ metriä (0,783 mm). Jos edelleen oletetaan, että hienoin koko (x_0) on 3×10^{-10} metriä (30 nanometriä) saadaan laskettua arvio koko jakautuman pinta-alalle. Se on $865\,000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ hienonnettua malmia. Laskennallisen menetelmän tyypillinen epävarmuus on $\pm 20\%$. Malmin keskimääräinen tiheys oletetaan olevaksi $3,2 \text{ t}/\text{m}^3$. Tällöin jauhetun malmin pinta-ala on $270\,000 \text{ m}^2/\text{t}$. Jos edelleen oletetaan, että kaikissa prosessivaiheissa erotetut virrat ovat samoja reakooltaan²⁷, niin pinta-alasta on noin 45% jäljellä magneettikiisuvaahdotuksen syötteessä (virtaus no 29 kuvassa 1). Siinä samassa virtauksessa on mallinnuksen mukaan (kuva 3) noin 4,2% rikkiä. Voidaan olettaa, että kaikki rikki on nyt magneettikiisussa. Edelleen voidaan arvioida GTK:n raportista, että magneettikiisua on magneettikiisu vaahdotuksen syötteessä noin silloin n. 11% koko massasta. Tämä johtaa loppuarvioon, että virtauksessa 29 on magneettikiisu partikkeleiden pinta-ala $12\,700 \text{ m}^2$ tonnissa. Magneettikiisuvaahdotuksessa käytetään $500 \text{ g}/\text{t}$ amylyksantaattia (PAX) ja $230 \text{ g}/\text{t}$ isopropylyksantaattia (SIPX) (malmitonnia kohden!). PAX:n molekyylipaino on 202 ja SIPX:n 158. Tämä tarkoittaa $2,48$ moolia PAX ja $1,46$ moolia SIPX. Kun yhden moolin molekyylimäärä on Avogadron luvun mukainen ($6,06 \times 10^{23}$) voidaan laskea ksantaattiannostuksen molekyyliin lukumäärä. Kun

²⁶ ibid,

²⁷ Todellisuudessa kuparikiisurikaste on keskimääräistä hienompaa. Tästä johtuen magneettikiisun todellinen pinta-ala on pienempi kuin laskelman oletus.

ksantaattimolekyylin poikkipinta-ala²⁸ on noin 28,8 Å², voidaan molekyylin peittämä kokonaispinta-ala laskea. Se on 6,9x10²⁵ Å². Pinta-alaa johon ksantaattimolekyylit voivat kiinnittyä on siis 12 600 m² eli 1,26x 10²⁴ Å². Tämän pinnan peittämiseen tarvitaan noin 2% ksantaatista, jos pinnalle syntyy yhden molekyylin paksuinen kerros.

On epäselvää mitä lopulle tapahtuu. Osa adsorboituu toiseksi kerrokseksi, osa kiinnittyy harmemineraalien pinnoille, osa hajoaa matalan pH:n vuoksi²⁹ ja osa jää veteen. On lisäksi todettava, että ksantaatti-ionien adsorptio magneettikiisun pinnalle on fyysikaalinen. Pinnalle ei muodostu siihen kiinnittyvää yhdistettä. Magneettikiisun pinnan sähköisten varausten vetämänä ksantaatti-ioni asettuu magneettikiisun pinnalle (esim. Hu et al³⁰). Magneettikiisun hyvä vaahdottuminen vaatii matalaa pH arvoa raudan hapettumiseksi Fe³⁺ ioneiksi. Tällöin ksantaatti-ioni hapettuu kahden ksantaatti-ionin muodostamaksi diksantogeeniksi pinnalla olevan Fe³⁺ ionin pelkistyessä Fe²⁺ ioniksi, mikä on magneettikiisun vaahdottumisen kemiallinen edellytys.. Diksantogeeni puolestaan irtoaa pinnalta varsin helposti pH:n noustessa³¹ ja pelkistyy takaisin ksantaatti-ioneiksi. Äärimmäisessä vaihtoehdossa, että kaikki ylijäämä jää veteen, PAX konsentraatio voi nousta vesivirrassa arvoon 220 mg/l ja SIPX 100 mg/l, kun laskennassa käytetään simulaation virtausarvoja. Magneettierotuksessa lisätään mallinnuksen ja GTK:n kokeiden perusteella tuorevettä siten, että em. arvot laskevat (suuruusluokka!) arvoihin 190 mg/l ja 85 mg/l.

Vaikka laskelman arviota on pidettävä vain teoreettisena maksimin esittävänä rajalaskelmana, on selvää, että **fysikaalisesti ja kemiallisesti perustelematon väite, että ko. kemikaalit jäävät prosessiin ei riitä eikä voi olla ympäristövaikutusten arvioinnille hyväksyttävä lähtöoletus.**

²⁸ Mavros P. ja Matis K. (1991): Innovations in Flotation Technology, p 47, Springer

²⁹ Tämä määrä ei voi olla kovin suuri, koska viipymäaika vaahdotuksessa on n 20-30 minuuttia

³⁰ Hu Y, Sun, W ja Wang D, (2009): Electrochemistry of flotation of sulphide minerals, Springer Verlag Heidelberg.

³¹ Esim. kalkilla tapahtuvan sulfaatin poiston yhteydessä

Ksantaattien ympäristövaikutuksista

Ksantaateilla on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Eri tutkijoilla on varsin vaihtelevia tuloksia riippuen testin toteutuksesta ja kohteesta. Pitoisuudesta, jossa on todettu välittömänä vaikutuksena 50% kuolleisuus kirjolohen (*Salmo Gairdneri*) poikasiin on esitetty 18-20 mg/l³², Fathead Minnow (*Pimephales Promelas*) poikasiin 32-35 mg/l³³.

Huomioitavaa on, että dynaamisessa virtaavassa vedessä vaikutukset voivat olla merkittävästi suuremmat. Webb et al.³⁴ vahvistavat, että staattisessa testissä lohenoikasten kuolleisuus on samassa suuruusluokassa kuin edellä on esitetty. Matalimmat pitoisuusarvot LC50 kuolleisuudelle olivat amylyksantaatilla. Staattisten akuuttien testien lisäksi Webb et al. tekivät virtaavassa vedessä kokeita samoilla kemikaaleilla. Kun staattisessa neljän vuorokauden testissä amylyksantaatilla 100%:n kuolleisuus saavutettiin 56 mg/l konsentraatiolla, niin virtaavassa 28 päivän kokeessa 100%:n kuolleisuus saavutettiin konsentraatiolla 1 mg/l. Isopropylyksantilla konsentraatiossa 0,3 mg/l saavutettiin 100%:n kuolleisuus jo 3:n päivän kokeessa.

Xu et al.³⁵ toteavat, että laboratorio-olosuhteissa ksantaateilla on haitallisia vaikutuksia vesikasvustoon (*Lemna Minor*) jo konsentraatioissa, mitkä ylittävät 2 mg/l. Kirjallisuudessa on myös viitteitä, että metalli kationien ja ksantaattien vuorovaikutus on myös merkittävä. Kun kuparin konsentraatio oli 5,95 µg/l ja ksantaatin 19,8 mg/l oli Fathead Minnow (*Pimephales Promelas*) kalojen kuolleisuus 96 tunnin testissä 85%:a, kun erikseen molemmat arvot olivat lähellä 50%:n arvoja. Boening³⁶ toteaaakin, että ksantaatit vaikuttavat ympäristöönsä jo µg/l tasolla ja perustelee kantansa raskasmetalli kationien ja

³² Fuerstenau M.C. et al (1975): Toxicity of selected sulfhydryl collectors to rainbow trout, *Trans. SME*, vol 256, pp 337-341.

³³ Alto K., (1978): Acute toxicity of sodium isopropylxanthate to the fat head minnow (*Pimephales Promelas*) and (*Daphnia Pulicaria*), *Minnesota Pollution Control Agency*.

³⁴ Webb M. et al. (1976): The toxicity of various mining flotation reagents to rainbow trout (*Salmo Gairdneri*), *Water Research*, **10**, pp 303-306,

³⁵ Xu, Y et al (1988): Fate and effects of xanthates in laboratory freshwater systems. *Bull. Environmental Contamination and toxicology*, **41**, pp 683-689.

³⁶ Boening D.W., (1998): Aquatic toxicity and environmental fate of xanthates *Mining Engineering*, Sept.

ksantaatin yhteisvaikutuksella. Jo 0,16 µg/l etyyliksantaattia nostaa kadmiumin pitoisuutta lohenpoikasten kiduksissa 4,9 kertaiseksi.

Uudet käyttöturvallisuustiedotteet esittävät näiden tutkimusten perusteella merkittävästi pienempien pitoisuuksien aiheuttavan myrkyllisiä ympäristövaikutuksia. Ohessa on esitetty amyliksantaatin (PAX) vuosina 2004 ja 2007 ja toisaalta 2014 julkaistujen käyttöturvallisuustiedotteiden arvoja.

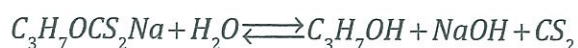
Taulukko 2. Käyttöturvallisuustiedotteiden vertailu. Vuoden 2014 tiedotteet on tehty EY asetuksen no 1907/2006 (REACH) liitteen II mukaisesti.

Amyliksantaatti	2004	2014
<i>Oncorhyncus Mykiss</i>	LC ₅₀ : >10-100 mg/l	NOEC: 0,79 mg/l
<i>Daphnia Magna</i>	EC ₅₀ : >1-10 mg/l	EC ₅₀ : 3,67 mg/l
Etyyliksantaatti	2007	2014
<i>Salmo Gairdnerii</i>	LC ₅₀ >595 mg/l (Oncorhyncus)	LC ₅₀ : 0,12 mg/l (96h)
<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ :100 mg/l (stat.)	EC ₅₀ : 0,047 mg/l
Isopropyliksantaatti	2007	2014
<i>Salmo Gairdnerii</i>	LC ₅₀ : 217 mg/l	LC ₅₀ : 10 mg/l
<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ : 3,7 mg/l	EC ₅₀ : 3,7 mg/l

Tutkijoiden tulokset, uudet käyttöturvallisuustiedotteet ja mm Australian Commonwealth Industrial Chemicals (Notification and Assessment) Act 1989:n perusteella tehty ksantaattiselvitys³⁷ antavat aiheen merkittävään huoleen, että ksantaattikonsentraatioiden merkitystä hakemuksessa systemaattisesti aliarvioidaan alueen lohijokien ja Natura-alueen ympäristövaikutuksia esiteltäessä.

Ksantaatin hajoamisesta

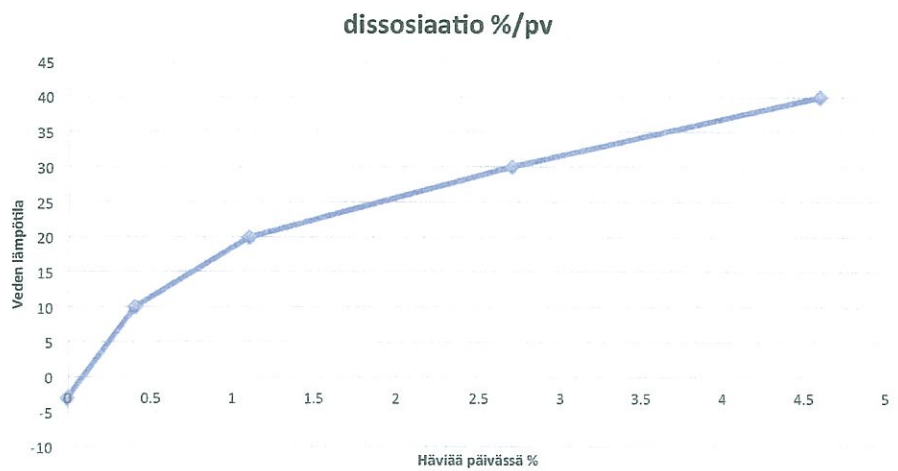
Ksantaatti hajoaa vähitellen vedessä alkoholiksi ja rikkivedyksi ja hydroksidiksi (NaOH tai KOH). Kaavassa SIPX.



Kuva 7 esittää ksantaatin hajoamisen nopeutta noin pH 8:ssa. Kuvasta voi

³⁷ Anon (1995): Sodium ethyl xanthate; Priority Existing Chemical, Full Report 5, ISBN 0644352833, Commonwealth of Australia.

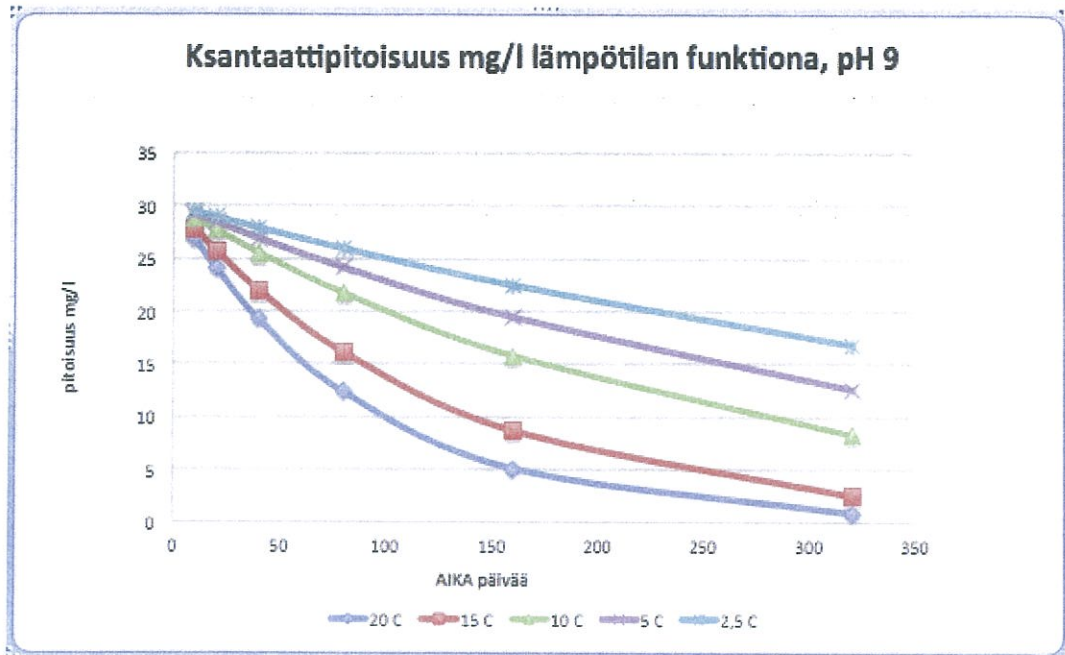
todeta, että kymmenasteisessa vedessä vuorokaudessa ksantaatista häviää alle 0,5%:a. Veden lämpötilan laskiessa arvoon 3°C on hajoaminen vain noin 0,2%:a vuorokaudessa. Ksantaatin hajoaminen on (ainakin) lämpötilan, pH:n ja ultraviolettisäteilyn funktio. Se hidastuu lämpötilan laskiessa ja kasvaa voimakkaasti pH:n laskiessa.



Kuva 7. Ksantaatin hajoaminen lämpötilan funktiona³⁸ HUOM: -3C ja 10 C pisteet on allekirjoittaneen ekstrapoloimia (Arrheniuksen kaavalla). -3C ksantaatti kiteytyy.

Suomalaisten kaivosten kokemuksesta voidaan todeta, että talvella hajoaminen on niin hidasta, että kokoojien jäännöspitoisuus vaikuttaa prosessiin aktiivisesti, kun vettä kierrätetään jätealueelta.

³⁸ Crozier et la (1984): Flotation Plant Reagents, *Mining Magazine*. Sept., 202-219.

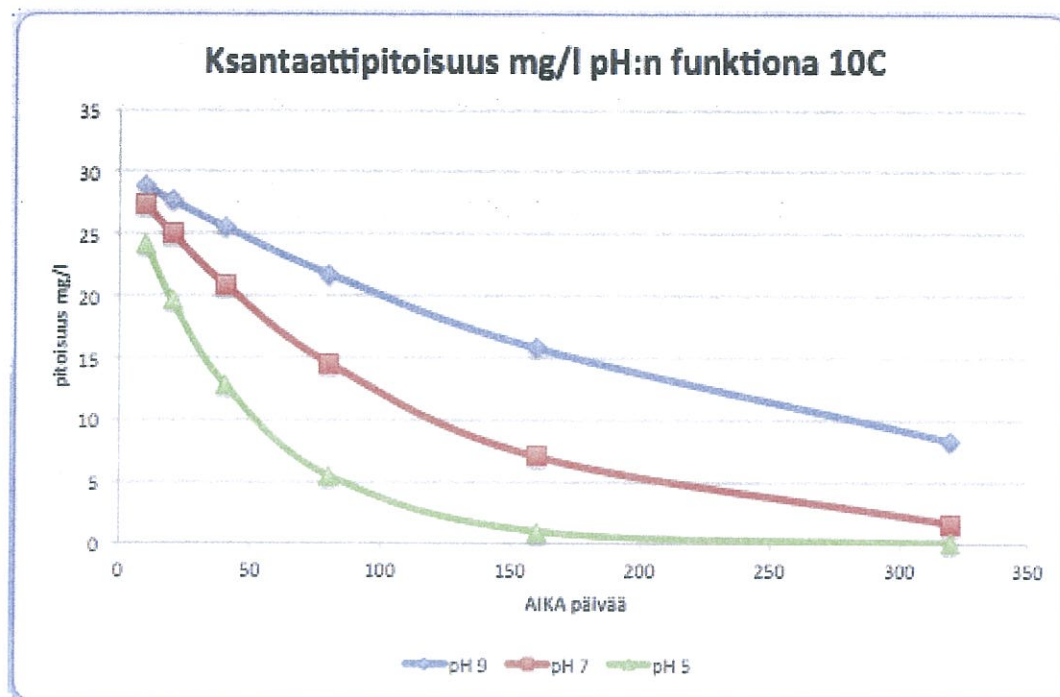


Kuva 8. Ksantaattipitoisuuden pitoisuuden muutos jätevettä varastoitaessa lämpötilan funktiona

Kuva 8 esittää hypoteettista tapausta jossa ksantaattia on 30 mg/l ja sitä varastoidaan eri lämpötilassa, kun pH on noin 9. Tämän mukaan alle 10 mg/l pitoisuuksissa ollaan kesällä muutaman kuukauden varastoinnilla ja talven matalien lämpötilojen vuoksi ollaan koko talvi riskialueella.

Onkin todettava, että Pohjois-Suomessa on vesien matalien lämpötilojen vuoksi riski ksantaatin vaikutuksista merkittävästi suurempi kuin Etelä-Suomessa.

Seuraava kuva (Kuva 9) esittää ksantaattipitoisuuden muutoksen pH:n funktiona, kun lämpötila on 10 C.



Kuva 9. Ksantaattipitoisuuden muutos ajan ja pH:n funktiona, kun veden lämpötila on noin 10 C.³⁹

Kuvan mukaisesti hapan (pH 5) vesi nopeuttaa ksantaatin hajoamista, mutta tämänkin mukaan tarvitaan noin 3 kk varastointi, että oltaisiin alle 5 mg/l tasolla.

Voi todeta, että hakijan viittaus julkaisuun "Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus; Räsänen et al. 2013" ei päde yleisesti ksantaatin käyttäytymiseen, vaan koskee ksantaatin pitkäaikaista käyttäytymistä rikastushiekka varastoinnissa.

Jos edellä esitetyn perusteella tapahtuu niin, että ksantaattia on edelleen vedessä, mikä purkautuu vesistöön, ksantaatti jatkaa hajoamista edellisten kuvien esittämällä nopeudella.

Sen hajoamistuotteiden KTT datasta on tietoja taulukossa 3.

³⁹ Mustafa S. et al (2004). Effect of pH, Temperature and Time on the stability of potassium ethyl xanthate. *J. Chem. Soc. Pak*, 26, no 4, pp 363-366.

Taulukko 3 Ksantaatin hajoamistuotteiden MSDS tietoja (SIPS)

kemikaali	MSDS ekotoksisuus kommentteja
Isopropyylialkoholi	Fish: Fathead Minnow: >1000 ppm; 96h; LC50 ia: >1000 ppm; 96h; LC50 Gold orfe:8970-9280 ppm; 48h; LC50 IPA has a high biochemical oxygen demand and a potential to cause oxygen depletion in aqueous systems, a low potential to affect aquatic organisms.
Natriumhydroksidi	No information available.
Rikkihiili	Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment. EC50: = 21 mg/l, 96h (Chlorella Pyrenoidosa); LC50: = 4 mg/l, 96h static (Poecilia Reticulata) LC50: 3 - 5.8 mg/l; 96 h semi-static (Poecilia Reticulata); EC50: = 2.1 mg/l, 48h (Daphnia magna)

Ksantaatin hajoamisen kuvaajat eivät millään muotoa ole tarkkoja, mutta osoittavat, että erään tärkeän ympäristöön (kalanpoikaset, vesikirput ym.) vaikuttavan kemikaalin elinkaarikin on jätetty selvittämättä.

Vaahdotteet

Vaahdote on molekyyli, joka asettuu kaasun ja nesteen rajapintaan (ei siis adsorboidu kiintoaineen pintaan!). Ne seuraavat pääosin vaahdotettua materiaalivirtaa. Vaahdotteista MIBC menee pääasiassa kuparirikasteeseen ja rikkikiisurikasteeseen. Flotanol C-7 annostus on niin suuri, että vaikka pääosa menee magneettikiisurikasteeseen, niin osa löytyy myös magneettikiisuvaahdotuksen jätteessä, so. viimeisen LIMS vaiheen syötössä. Kun veden ja ilman rajapinnan määrä on pieni (ei vaahtoa), niin vaahdote pysyy nestefaasissa. Siksi voidaan esittää perusteltu epäily, että osa Flotanolista päättyy LIMS jätteeseen ja menee suoraan LIMS jätesakeuttimen kautta Rautuvaaran selkeytysaltaaseen. Mikä on tarkkaan vaahdotteiden ympäristövaikutus ei ole selvää.

Rautuvaaran selkeytysaltaan veden laatu

Ksantaattipitoinen viimeisestä magneettierotusvaiheesta tuleva virtaus (Kuva 1, virtaus 34) yhdistyy muiden LIMS jätteiden virtaan ja on suuruudeltaan noin 15%:a koko LIMS jätteen vesivirtauksesta. Se tarkoittaa edellä esitetyn perusteella, että rikastamolta tulevassa vedessä voi olla suurimmillaan ksantaattia jopa noin 40 mg/m³. Edellä esitetyn mukaisesti vaihtoehto B (Kuva 6) on Rautuvaaran selkeytysaltaan veden laadun pahin skenaario, koska

ksantaatista ei viikossakaan hajoa merkittävää määrää. Jos toimitaan toisen vaihtoehdon A (Kuva 5) mukaisesti, niin arvo on karkeasti 25-30 mg/m³. Rautuvaaran selkeytysaltaan pieni viipymäaika johtaa siihen, että ksantaatilla tai muilla kemikaaleilla ei ole mahdollista siellä hajota (kts. edellä).

Kuten edellä on todettu, ei ole selkeää käsitystä siitä mihin magneettikiisu vaahdotuksen ylijäämäksantaatti joutuu ja mitä sille tapahtuu. On kuitenkin varsin mahdollista, että Rautuvaaran selkeytysaltaasta lähtevissä vesivirroissa on havaittavia ja ympäristöön vaikuttavia määriä ksantaattia. Tämä riski korostuu, kun vedet ovat kylmiä.

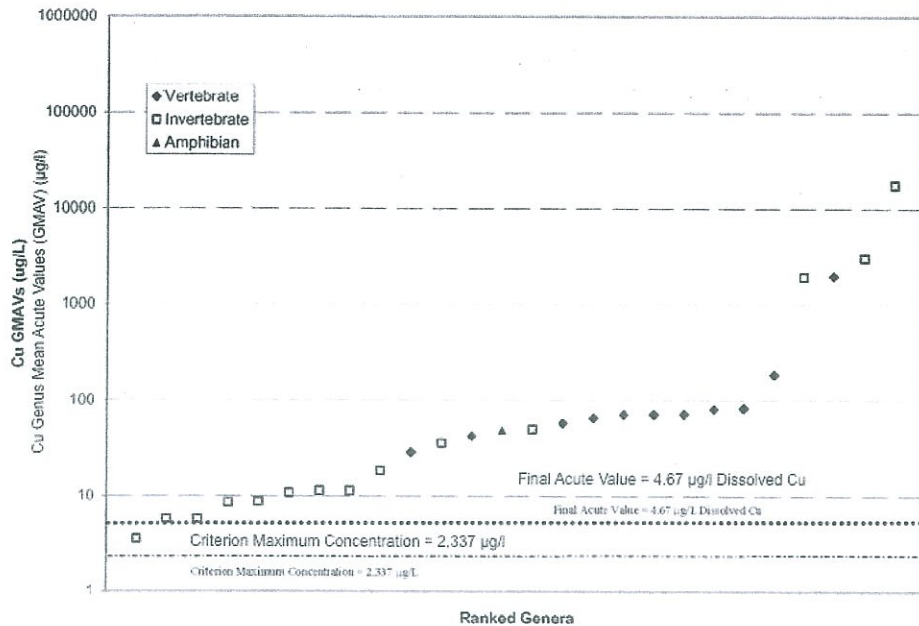
Useimmissa vesivirroissa on sulfaattia SO₄²⁻ hakemuksen mukaan noin 300-350 mg/l. Magneettikiisuvaahdotukseen sulfaattia lisätään noin 1000 mg/kg. On mahdotonta arvioida esitetystä aineistosta miten sulfaattipitoisuus kehittyy ajan myötä. Vedenkäsittely vaihtoehdoista vaihtoehto B on arvioitavissa jollain alustavalla tarkkuudella. Vesienhallinta raportin tietojen perusteella voi arvioida sulfaatin olevan tasolla 1200-1500 mg/l, mutta prosessin vaikutuksen arviointi vaatisi lisää informaatiota. Saattaa olla, että se hitaasti lähenee kalsiumin kanssa kipsin liuoskylläisyyden käytännön rajaa 1800-2000 mg/l.

Muutamasta ionista on tehty samoin hyvin karkea estimaatti käyttäen vesienhallintaraportin tietoja. Sen perusteella Rautuvaaran vedessä kupari (Cu) asettuisi konsentraatioalueelle 2-4 mg/l, sinkki (Zn) 0,12-0,16 mg/l ja uraani (U) 30-50 µg/l.

Yhteenveto metalli-ionien vaikutuksista

Kuparin konsentraatio asettuu varsin korkealle huomioon otettaessa esim. US EPA vuoden 2007 kriteeristö liuenneen kuparin raja-arvoille⁴⁰

⁴⁰ Anon (2008): Aquatic life ambient freshwater quality criteria-copper, US Environmental Agency



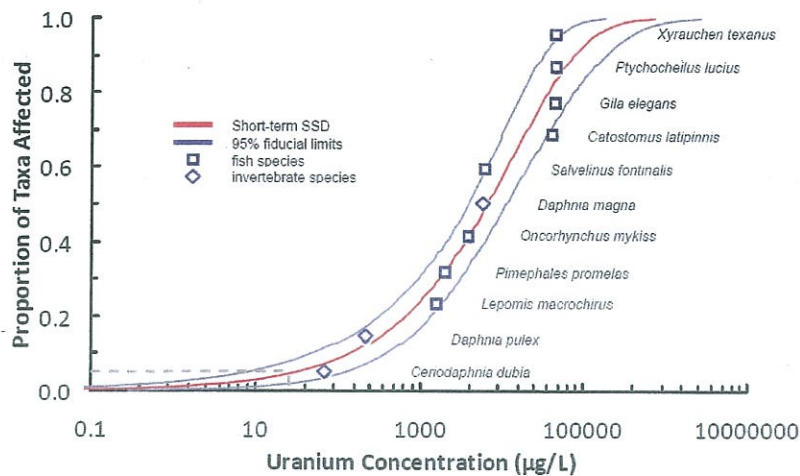
Kuva 10. Kuparin akuutin myrkytyksen⁴¹ rajat eri eliösuvuille.

Voi todeta, että useille vesissä eläville eliösuvuille 0,1 mg/l liennuttua kuparia on myrkyllistä.

Liuenneelle sinkille EPA esittää, että pitoisuuden pitäisi olla veden kovuudesta riippuen aina alle 180µg/l- 570µg/l ja 24h keskiarvona alle 47µg/l. Sinkin pitoisuus estimaatti rautuvaaran selkeytsaltaalla on suunnilleen siinä.

Vaikka esitetty laskelma uraanin konsentraatiosta on vain suuntaa-antava, on esitettävä huoli siitä, että arvioidut konsentraatiot ovat oheisen kuvaan (Kuva 11) verrattuna jo koholla. Kanadan vedenlaadun ohjeistuksessa (CCME), jossa todetaan jo muutaman kymmenen mikrogramman/l pitoisuuksien vaikuttavan. SSD (species sensitivity distribution) jakautuma on CCME:n mukaan lyhytaikaiselle vaikutukselle kuvan (Kuva 11) mukainen. Kukin piste edustaa konsentraatiota, jossa 50% kyseisestä lajista menehtyy (LC50). Pystyakseli osoittaa kuinka suureen osaan Kanadan tutkittujen vesistön elimistöstä uraani vaikuttaa 50% tappavasti. Pitkäaikaisen vaikutuksen SSD on noin kolmasosa lyhytaikaisesta. Tämän perusteella Kanadan viranomaiset ovat todenneet, että raja tulee asettaa lyhyt- ja pitkäkestoiselle vaikutukselle arvoihin 35 µg/l ja 10 µg/l arvoihin.

⁴¹ GMAV = eliösvun LC50 arvojen geometrinen keskiarvo



Kuva 11. Uraanin ympäristövaikutukset CCME:n⁴² mukaan.⁴³

Vastauksessa uraanin esiintymisestä (kysymys 99 ja sen vaatimus yhtenäisestä koosteesta) hakija toteaa, että tiedot on YVA:ssa ja vaikutusten merkitys tarkentuu tekeillä olevan radiologisen perustila selvityksen myötä.

Tämän perusteella ei uraanista saa kysytyä lisätietoa ympäristöarviointien tarkentamiseksi.

Veden pumppaus Muonionjokeen

Kuten edellä on esitetty simulointien ja kirjallisuusviitteiden avulla, on olemassa selkeä mahdollisuus, että sekä Rautuvaaran selkeytsaltaalta pumpatussa että altaasta suotautuvassa vedessä on kemikaali- ja kationipitoisuuksia, jotka mahdollisesti ovat pitkäaikaisessa altistuksessa haitallisia alueen Natura arvoille.

Rautuvaaraan sijoitettavaksi esitetty vedenpuhdistamo on pelkkä kalkkisaostuslaitos, minkä nimelliskapasiteetti on 150 m³/h. Kuitenkin suunnitelmissa (joista yksinkertaistetut kuvat 5 ja 6) rikastamon prosessivedet sekoitetaan ympäristöstä kerättyihin vesiin Rautuvaaran laskeutusaltaalla. Altaalta on pumpattava Muonionjokeen 6-14 Mm³/v vuoden sateisuudesta riippuen. Tällöin on rikastamon jätevesi kemikaaleineen laimentunut karkeasti 25-30%:a.

⁴² CCME, Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life- Uranium

⁴³ 1 g=1000mg ja 1 mg = 1000µg

Puhdistuslaitos, mikä pystyy myös kemikaalien puhdistukseen riittävällä kapasiteetilla on merkittävästi monimutkaisempi, suurempi ja kalliimpi laitos (>10M€) kuin pieni kalkkisaostamo. Sen käyttökustannukset ovat myös merkittävästi suuremmat ollen helposti kaksikin euroa käsitellylle vesikuutiolle. Muonionjoen keskivirtaamaksi (MQ) on esitetty YVA:n taulukossa 6.3 Äkäsjoen ap. noin $190\text{m}^3/\text{s} = 684000\text{m}^3/\text{h}$. Minimivirtausten keskiarvo (MNQ) on samassa paikassa $26\text{m}^3/\text{s} = 93600\text{m}^3/\text{h}$. Pienimmillään virtaukset ovat olleet $7,75\text{m}^3/\text{s}$ v 2010 ja konsultin arvio laskelmissa on $11\text{m}^3/\text{s} = 39600\text{m}^3/\text{h}$. Kun simuloinneissa on tullut tulokseksi, että kemikaaleja sisältävää vettä tulee purkaa keskimäärin 6-14 Mm^3/v vastaten $650\text{-}1600\text{m}^3/\text{h}$. Tästä siis on kalkkisaostettua vettä 20-10%:a ja loput laimennettua rikastamon jätevettä. Puhdistus ei mitenkään poista kemikaalijäämiä. Päinvastoin pH:n nosto hidastaa ksantaatin hajoamista. Laimennussuhteeksi saadaan talvella jopa niin matalia arvoja kuin n 1:25-1:35. Kun pumpatun jäteveden ksantaattipitoisuus voi talvella äärimmillään olla jopa 40 mg/l, voidaan todeta, että on mahdollista, että huonoimmassa skenaariossa sekoittumisen jälkeen pitoisuudet ovat käytännössä selvästi korkeammalla tasolla, kun lohenpoikasten LC50 arvo kirjallisuudessa ja käyttöturvallisuustiedotteissa esitettyjen pitkän ajan altistuskokeiden tulosten mukaan. Samoin ovat raskasmetallikationien konsentraatiot hyvin lähellä arvoja, joilla on vaikutuksia. Mitä ovat loput anionit, koska niiden ja kationien tase ei ole tasapainossa?

Yhteenveto kemikaalien ja raskasmetallien vaikutuksista

Ei voida millään tilastollisen luottamuksen tasolla tutkimatta todeta, että kemikaalien ja raskasmetallien vaikutuksia ei olisi ja että vaikutukset olisivat niin vähäiset, että ne olisivat kalatalousmaksulla korvattavissa. Perustellusti voi esittää huolen, että hakijan ympäristölupa-anomus ja sitä edeltävä YVA eivät anna riittäviä edellytyksiä pohtia kaivoksen kemikaalien (erikoisesti ksantaatti) vaikutuksia Natura- alueen luontoarvoihin. Hakijan lausuntoja voi jopa pitää ympäristövaikutuksia vähätteleviä. Tämä on anteeksiantamatonta kun kyseessä on Natura

alueen vesistöön mahdollisesti kohdistuvasta pitkäaikaisesta vaikutuksesta.

Sivukivi ja jäte

Louhinnan sivukivet

Esiintymän kaateesta johtuen sen sivukiven louhintaosuus on melko suuri. Se on hakemuksissa esitetty kokonaisarviona olevan noin 4:1.

Kuva 12 esittää suunnitelmaa sivukiven ja malmin louhinnasta. Sivukiven kokonaislouhinta toiminta-aikana on n 400-450 000 000 tonnia.

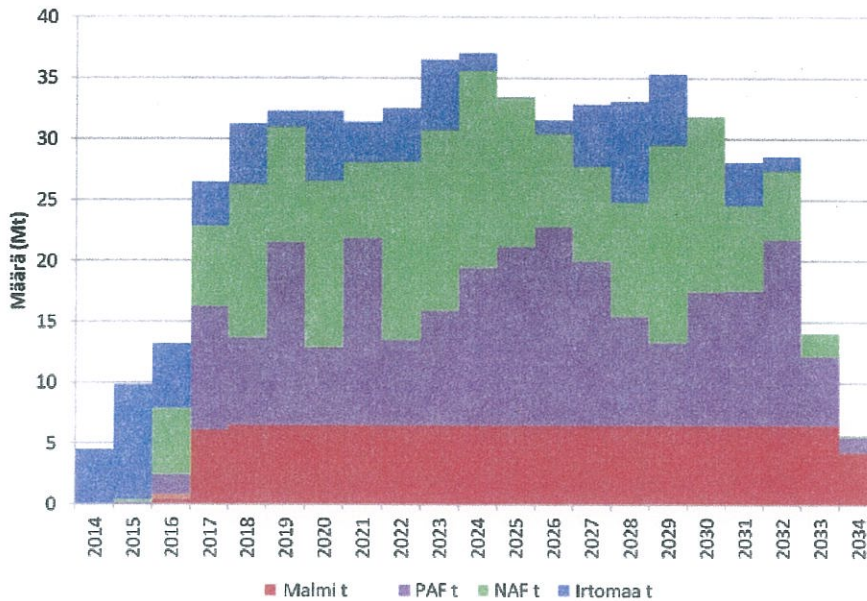
Hakemuksissa on esitetty, että esiintymän sivukiviaines voitaisiin selkeästi jakaa mahdollisesti happoa tuottamattomaan osaan ja happoa tuottavaan osaan.

Viranomaisen on pyytänyt asiaan lisäselvityksiä (kysymys 68).

Vastauksen alkuosa

" Sivukiven näytteenotolle on esitetty ohjeita lukuisissa eri yhteyksissä. Tarkkoja numeerisia ohjeita on pyritty välttämään ja tarpeen paikkakohtaisuuteen on kiinnitetty huomiota. Esimerkiksi kanadalaisen MEND-projektin sivukivinäytteenoton oppaassa määritellään näytetarpeen riippuvan geologiasta, kiven ominaisuuksien yhtenäisyydestä ja geologisten yksikköjen koosta. Näytteiden edustavuutta tarkastellaan alla näistä lähtökohdista."

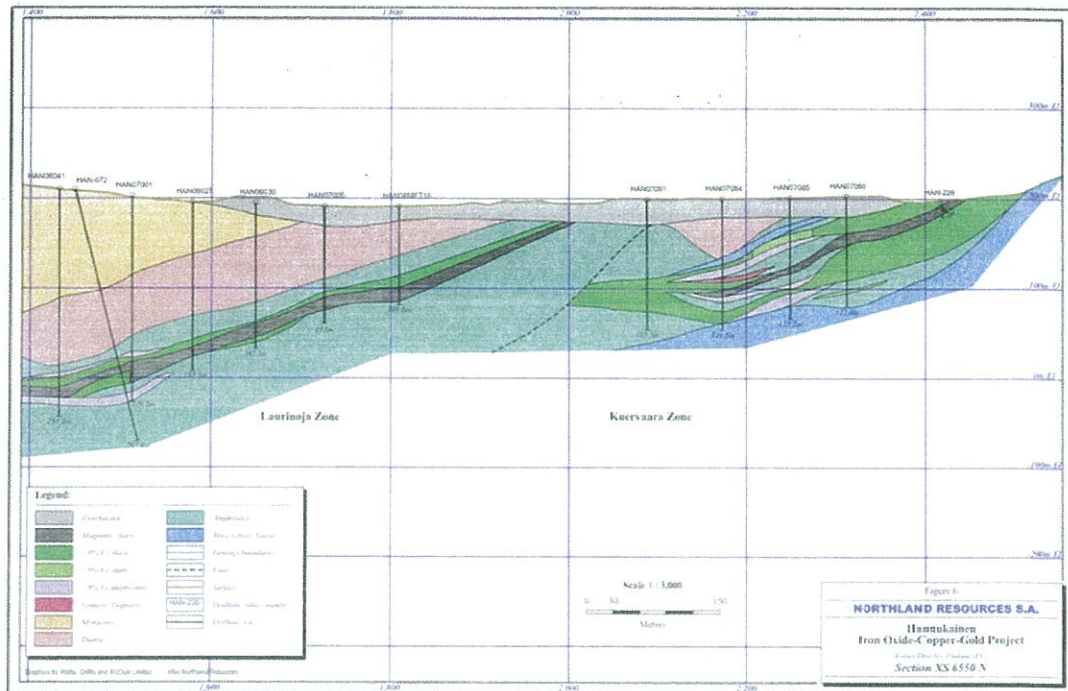
ei mitenkään vastaa viranomaisen kysymykseen. Kyseinen kanadalainen käsikirja käsittelee näytteistä tehtävien mittausten suorittamista.



Kuva 12. Hakemuksessa esitetty louhintasuunnitelma.

Oheisesta kuvasta näkyy että PAF ja NAF louhintamäärät suunnitelmassa vaihtelevat 5-15 Mt kumpaakin vuodessa (Kuva 12).

Louhintaa suunniteltaessa ja toteutettaessa malmi ja myös sivukivi jaetaan 3-ulotteisiin lohkoihin, joita kuvataan eri pitoisuuksien, kuten rauta, kupari- ja rikkipitoisuus, keskiarvoilla. Lohkojen tiedot perustuvat timanttikairauksen antamien tietojen yhdistelemiseen malmimalliksi. Yksittäisten kairareikien etäisyys toisistaan on tyypillisesti useita kymmeniä metrejä. Yksittäisestä lohkoista voi siis olla olemassa vain yksi ainoa analysoitu lävistys tai jopa ei ainuttakaan, vaan lohkon pitoisuus on ekstrapoloitu geologisesta mallista. Yksittäisessä lohkoissa voi olla keskiarvosta merkittävästikin poikkeavia paikallisia pitoisuuksia.



Kuva 13. Jätehuoltosuunnitelman kuva 4-18.

Yllä olevaan kuvaan (Kuva 13) on piirretty leikkauksessa olevien kairareikien paikat. Reikien välit ovat noin 50-60 metriä. Niiden väliset alueet on ekstrapoloitu. Tätä tiedon heikkoa resoluutiota (mikä on Datamine ohjelman lähtötiedon taso) ei hakemuksessa tuoda esiin, vaikka sillä on merkittävä vaikutus arvioitaessa NAF ja PAF fraktioiden määrää ja laatua. Koska esiintymän koon määrittäminen on tehty rautapitoisuuden perusteella, ei selkeää kuvaa ole siitä miten kiisut jakautuvat rautamineralisaation kontaktissa tai louhittavassa sivukivessä. Sivukivien käsittelysuunnitelma näyttäisi perustuvan seuraaviin olettamuksiin:

- mineralisaation raja on sekä rauta- että sulfidimineralisaation osalta yhtenevä
- muutosvyöhyke malmista sivukiveksi on kohtalaisen selkeä
- sivukivessä sulfidipitoisuus on selkeästi rajautunut.

Eri mineralisaatioiden (rikastettava; PAF; NAF) rajat eivät ole luonnossa selkeitä. Edellä esitetty tiedon (timanttikairaus) harva jakautuma sivukiven osalta ei anna mahdollisuutta selkeästi väittää, että tiedettäisiin louhittavista sivukivilohkoista onko siinä happoa tuottavaa kiveä vai ei. On toki selvää, että ne osat sivukivestä, jotka ovat selvästi karsimineraaleja omaavat merkittävän puskurointikyvyn,

mutta näin ei ole geologisessa sekvenssissä katto- ja jalkapuolen dioritti ja amfibolikivien osalta.

Hakija esittää vastauksessa, että kairareikiä oli 45 ja vanhoista alueen jätekasoista otettiin 14 näytettä. Hakija esittää myös, että rikkipitoisuus on selkeästi kivilajeittain ryhmittynyt.

Kysymys ei ole pelkästään kivilajien pitoisuuksista, vaan oleellisesti niiden paikallisesta jakautumisesta avolouhinnan tuotantolohkoihin. Päivän tuotannon varmistamiseksi tulee sivukiveä louhia 30 000 -70 000 tonnia päivässä. Jos ajatellaan, että sivukiven räjäytyksiä on joka kolmas päivä, niin yhden panoskentän koko voi olla hyvinkin 200 000 tonnia, vastaten noin puolta eduskuntatalon tilavuudesta⁴⁴.

Edelleen voidaan perustellusti väittää, että tiedon resoluutio on tehtyihin päätelmiin nähden heikko.

Hakemuksessa esitetty jatkuva kiisupitoisuuden valvonta ei ole suurten volyymien vuoksi teknisesti uskottavasti toteutettavissa. Näytteet kemialliseen analyysiin (muutama gramma!) pitäisi ottaa (esim.) 200 tonnin louhekuormista, jossa yksittäisten kivien massa voi olla puoli tonnia tai yli. Näytteenoton teorian mukaan tarvittava näytemäärä olisi satoja tonneja vuorokaudessa, mikä olisi hienonnettava ja jaettava laboratorionäytteiksi. Niitäkin kertyisi vuorokaudessa erittäin suuri määrä. Kehitteillä olevien autokuormista pitoisuutta mittaavien laitteiden mittaustarkkuus ei ainakaan nykyään vielä riitä erottamaan näin pieniä pitoisuuseroja, johtuen kiven karkeasta koosta.

Varovaisuusperiaatteen mukaisesti ja eräiden suomalaisten kaivosten kokemuksen perusteella hakemuksen selkeää jakoa happoa mahdollisesti tuottavan ja happoa tuottamattomaan sivukivijakeeseen on mahdoton hyväksyä yksioikoisesti suunnittelun perustaksi.

⁴⁴ 200 tonnin maansiirtoautokuormia sivukivikasoille 18-20 kpl tunnissa kaksivuorotyössä.

Kasariski

On siis oletettava, että hakemuksen ajatus puhtaista läjitettävistä jakeista ei toteudu. Siten on olemassa riski, että kaikista kasoista tulee vaihtelevia määriä hapanta suotautuvaa vettä ja sen mukana raskasmetallipitoisuuksia. Tämä puolestaan edellyttää kelvollisia pohjarakenteita, mitkä estävät suotautuvan veden pääsyn muualle kuin puhdistukseen (vrt. esitetty NAF pohjarakenne!)

Pöly

Hakemuksissa ei ole esitetty syntyvien pölyjakeiden ominaisuuksia tai poistotapaa. Niitä on pyydetty viranomaisen taholta lisäselvityspyynnössä (kysymys 63). Vastaus keskittyy kasojen ja jätealueen pölyämiseen.

Kahta merkittävää pölyn lähdettä, primäärimurskausta ja kiven kuormausta ja siirtoa sivukivikasoille ei käsitellä, Primäärimurskauksessa suurin pölyäminen tapahtuu louheautojen kaataessa kiveä murskaimen kitaan.

Primäärimurskauksen paikka on Laurinojan louhoksen läheisyydessä pintamaiden kasan vieressä vajaan kilometrin päässä asutuksesta. Vaikka primäärimurskain on sijoitettu siten, että vain sen kita-aukko on maanpinnassa, on se pölylähteenä otettava huomioon.

Merkittävin pölypäästölähde on sivukiven kuljetus ja kasaus Kuervaaran rinteelle. Kuormia tulee kaksivuorotyössä noin 3-4 minuutin välein⁴⁵, joten se on jatkuva pölyn päästölähde. Alkuvaiheessa Kuervaaran suojaava vaikutus saattaa estää pölyn leviämisen turismin kannalta merkittävillä alueilla, mutta näin tuskin on kasan kasvaessa, kun maansiirtoautojen purkupaikat nousevat Kuervaaran puurajan korkeudelle ja sen yli.

PSAVI on esittänyt lupapäätöksessään PSAVI/2324/2015 pölymittauksia ja pölyn hallinnan vaikeutta Kevitsan kaivoksella, mikä on louhintamääriltään varsin vastaava kuin Hannukaisen hanke. Päätöksessä esitettyjen Kevitsan mittaustulosten perusteella voidaan perustellusti esittää, että Hannukainen Miningin hakemuksen pölypäästölaskelmat ovat alimitoitettuja.

On hyvin mahdollista, että kivipinnasta irtoavan pölyn tuulieroosio mallintamisen tulos on merkittävästi liian vähäinen jättäen raskaan

⁴⁵ 200 t hyötykuorma

liikenteen aiheuttaman pölyämisen vähälle huomiolle ja pölyä leviää kasan läjityksestä runsaasti turismin kannalta merkittäville alueille.

Jätejakeet

Hienonnettu vähärikkinen jäte

LIMS jäte on hakemuksessa luokiteltu happoa tuottamattomaksi. SGS:n kokeissa sen NP/AP suhde oli 1,3 ja rikkipitoisuus 0,31% S. GTK:n koetehdasajoissa sen NP/AP suhde oli 1,9 ja rikkipitoisuus 0,34% S. Se oli kuitenkin luokiteltu happoa tuottamattomaksi. Perusteluja sille miksi näin on menetelty ei ole esitetty. Tässä kiinnittää huomiota näiden kahden näytteen merkittävät erot, mitkä kielivät tilastollisesta epävarmuudesta⁴⁶. LIMS de-sulp sarakkeessa on jäte selkeästi happoa tuottamaton, mutta tulos perustuu vain laboratoriovaahdotus tulokseen, joten sen todistusarvo on rajoitettu. Jätehuoltosuunnitelma ei mitenkään ota huomioon mahdollisuutta, että kierrätysvedellä toteutettuna teollisen rikkikiisu vaahdotuksen rikin saanti ei olekaan laskelmissa käytetty (kts edellä). Tällöin on mahdollista, että LIMS jätteen rikki nousee ja sitä myöten NP/AP suhde heikkenee. On olemassa riski, että ainakin ajoittain LIMS jäte ei täytä vaatimusta happoa tuottamattomasta jätteestä. Kun se varastoidaan pastana syntyy tästä riski raskasmetallipitoisesta vesivirrasta Rautuvaaran selkeytysaltaalle. Jos näin tapahtuu vain harvakseltaan, niin Rautaruukin vanhan jätealueen bentoniitti siitä tuskin kärsii (jos pysyy ehjänä pastatäytön alun ajan). Jos näin käy useasti, niin bentoniitti kerroksen eristyskyky vaarantuu ja pohjaveden pilaantumisen riski kasvaa.

Riskiarvio

Hankkeen riskiarvio on käytännössä edelleen vajavainen. Periaatteessa riskiarviossa on kaksi osaa riskien todennäköisyys ja niiden vakavuus. Esitellyt

⁴⁶ Jätehuoltosuunnitelma, taulukko 6-3.

riskit kaivospiiri tai ympäristölupahakemuksessa ovat mittasuhteiltaan pieniä eivätkä merkittävästi vaikuta kaivoksen taloudelliseen tilaan tai ympäristöön.

Hankkeessa on identifioitavissa joitakin sellaisia riskejä, joilla on vakavia seuraamuksia sekä yhtiölle että ympäristölle, ja joita ei ole YVA:n riskiarviossa (taulukko 13-1-1) tai riskiarviokartoituksessa riittävästi käsitelty.

Äkäsjokeen kohdistuva riski

Mahdollinen vesistöriski muodostuu Hannukaisen avolouhokselle. Sen eteläreuna tulee vai noin 100-150 metrin päähän Äkäsjoesta. T. Nurmisen pro gradu tutkielmasta selviää, että *”alueen hydrostratigrafia on monimutkainen, maaperän vedenjohtavuus on hyvä, pohjavettä voi olla useassa kerroksessa ja aluetta ympäröivät joet saavat huomattavan osan vedestään alueella muodostuvasta pohjavedestä. Alueen maaperä koostuu moreenien sijasta jäätikön sulamisvesi-virtojen kasaamista hiekoista ja sorista. Nykyisten jokien laaksoista löytyy lisäksi lajittuneita hiekkoja, jotka liittyvät Muonion jääjärven purkuvesivirtojen muodostamien palmikoivien jokien kasaamiin kerrostumiin. Hiekka- ja sorakerrostumien vedenjohtavuus on verrattain hyvä ja ne sisältävät huomattavia määriä vettä. Hienoainesyksiköt ovat ohuita ja epäjatkuvin kerroksina ne pidättävät vettä muodostaen orsivesiä ja paineellisia pohjavesiä.”*⁴⁷

On selkeä riski, että louhoksen ja Äkäsjoen välillä voi tapahtua merkittävää veden suotautumista tai jopa purkautumista louhokseen. Riskin mahdollinen toteutuminen vaikuttaisi merkittävästi Äkäsjokeen ja sen luonnontilaan. Sen puhdistus- ja korvausvelvollisuus johtaisi yhtiön likviditeettikriisiin ja mahdollisesti yhtiön toiminnan loppumiseen. Yhteiskunnan osalta riskin toteutuminen johtaisi tarpeeseen merkittävästä taloudellisesta panostuksesta ympäristövahinkojen korjaamisessa.

⁴⁷ Nurminen Tiina, 2012, Waters and groundwater reservoirs at the Hannukainen mine development site in Kolari, Northern Finland, Pro Gradu tutkielma Helsingin yliopisto

Tämän riskin arvioimiseksi on Äkäsjoen, maantie 940:n ja avolouhoksen väliseltä kannakselta tehtävä perusteellinen hydrologinen ja maaperägeologinen kartoitus.

Muonionjokeen kohdistuva riski

Kuten on todettu, on Rautuvaaran 0,7 Mm³ laskeutusallas hyvin pieni siihen tuleville vesivirroille⁴⁸. Tasapainotilassa sen viipymäaika on noin viikko, kun allas on periaatteessa täynnä. Keväällä ennen lumen sulamista on altaalta pumpattava vettä Muonionjokeen niin paljon, että siihen mahtuvat kevään sulamisvedet Rautuvaaran keräily alueelta ml. jätealueet. Jos altaaseen jätetään vettä 0,35 Mm³ on tilaa 0,35 Mm³ sulamisvesille. Tällöin kuitenkin altaan viipymäaika laskee kolmeen vuorokauteen ja veden laatu lähenee rikastamon jäteveden laatua; mm raskasmetalli- ja ksantaattipitoisuudet nousevat. Jos valuma-arvona käytetään SYKE:n mallin mukaisia arvoja on täysin mahdollista, että lämpimän kevään aikana kokonaisvesivirta laskeutusaltaalle voi nousta yli 150000 m³/pv. Jos mukaan otetaan Ylläksen suunnasta tuleva jäteveden todennäköinen volyymin muutos voi luku olla suurempikin. Jos tällainen toteutuu, on ryhdyttävä joko hätäpumppauksiin tai pysäytettävä laitos. Hakemuksessa ei ole mitään mainintaa muusta puhdistuksesta kuin pienestä kalkkisaostuslaitoksesta, mikä on sijoitettu puhdistamaan jätealueelta suotautuvaa vettä 150m³/h, **ei siis vettä, mikä pumpataan Muonionjokeen.** Hätäpumppauksessa voidaan joutua jopa käyttämään koko Muonionjoen pumppauslinjan kapasiteettia 4000m³/h. Tämä tarkoittaa, että Muonionjokeen pumpattava suurikin vesimäärä on puhdistamatonta. Ksantaatin hajoamisaikaa on ollut vain muutama päivä, jolloin voidaan nähdä selkeä riski merkittävästä toksisuuden noususta Muonionjoessa. Myös raskasmetallien päästöt tulevat olemaan tällöin huomattavia. Lopputulema riippuu täysin kevään etenemisestä. Pahimman riskin tapauksessa Muonionjoen virtaama ei vielä ole merkittävästi noussut talven aikaisesta ja joki voi olla edelleen jäässä, kun hätäpumppaukseen joudutaan turvautumaan. Tällöin laimennussuhde voi laskea lähelle 1:10 arvoa, jolloin

⁴⁸ Se myös hitaasti täyttyy hienolla savimaisella kiintoaineksella

ksantaattipitoisuudet voivat olla laimennuksenkin jälkeen edelleen useita mg/l tasolla, ylittäen merkittävästi käyttöturvallisuustiedotteiden rajat.

Tällaisen riskin todennäköisyys ei ole kovin korkea, mutta vaikutukset Natura alueen luontoarvoille tulisivat olemaan erittäin merkittäviä.

Niesajokeen kohdistuva riski

Niesajoki on pienen virtaamansa vuoksi kykenemätön vastaanottamaan vähäistä suurempaa jätevesikuormaa. Rautuvaaran selkeytysaltaan pohjarakenteista ei hakemus anna selkeää kuvaa. On mahdollista, että jäteveden suotautuminen Niesajokeen altaan pohjasta eroosion ja pohjarakenteiden puutteellisuuden vuoksi osoittautuu merkittäväksi, koska allas on pieni ja siihen johdetaan paljon jätevettä. Niesajokeen kohdistuvat myös seuraavaksi esitetyt palo- ja patoriskit.

Sivukivien lajittelun epäonnistumisen riski

Edellä esitetty sivukivimassojen laadullisen läjittämisen (PAF;NAF) epävarmuus ja vaikeus aiheuttaa riskin, että myös NAF luokkaan luullut materiaalit alkavat muodostaa happoa ja vaikuttavat erikoisesti Pakarovanjätkkään suunnitellun vesialtaan (kaivospiirin länsilaidassa) ja Kivivuopion puron veden laatuun ja edelleen purkautuessaan Äkäsjokeen sen laatuun. Tämän riskin toteutuminen aiheuttaa merkittävän pitkäaikaisen ongelman, mikä luo pitkäaikaisen haasteen Äkäsjoen ympäristöarvojen säilyttämiselle.

Patoriskit

Hakija vähättelee patoriskejä. Historiatiedon valossa patojen murtumariski poikkeaa nolasta niin paljon, että sitä ei olisi tullut jättää pelkän patoluokituksen kerronnan varaan ja toteamukseen, että vaikutus olisi ”rikastehiekan valuminen” eikä ympäristövaikutuksia juuri olisi.

Rautuvaaran selkeytysallas

Rautuvaaran selkeytysallas muodostaa merkittävän patoriskin. Alueen topografia on erittäin vaativa patoturvallisuuden kannalta. Heti kaivospiirin rajalta Niesajoki ahtautuu vaarojen väliseen kapeaan laaksoon. Alueen ahtaus ja

sen korkeuserot tekevät mahdollisten patovuotojen hallinnan erittäin vaativaksi ja nostavat merkittävästi vaikutuksia Niesajokeen, jos riski realisoituu.

Haasteena altaan stabiilisuudelle on sen suuri vesikierto.

Aikaisemmin lausunnossa on esitetty arvioita selkeytysaltaan veden laadusta. Jos tällaista vettä purkautuu, esim. 0,5 Mm³ äkillisesti Niesajokeen, ylittyvät kaikki kemikaalien ja raskasmetallien sekä sulfaatin pitoisuudet joessa.

Niesajoella ei vähäisen virtaamansa vuoksi ole juurikaan kykyä puskuroida ja laimentaa tällaisten riskien toteutumisen vaikutuksia.

Hakemuksesta poiketen voi väittää, että koko Niesajoen biotyyppi tuhoutuu, jos riski toteutuu.

Rikastehiekan varastoaltaat

Vanhan rikastushiekka-alueen käytöstä on esitetty, että uutta rikastehiekkaa aletaan kasata Rautaruukin kunnostaman alueen päälle. Kunnostukseen on tarkoitus käyttää bentoniittimattoa. On hieman epäselvää tuleeko korkearikkinen jätealue perustettavaksi osin tämän bentoniittimaton päälle. Bentoniitti ei siedä kovin hyvin happamia vesiä ja saattaa nopeastikin alkaa päästää vettä lävitse.

Osalle jätealuetta kunnostuksessa tulee tehtäväksi 1:20 gradientti. Sen päälle aloitetaan pastatäyttö.

Suurin riski on sillä, että pasta fluidisoituu, jollei sen vedenpoistosta huolehdita ja ajatuksesta pasta-alueen käytöstä veden säännöstelyyn luovuta. Fluidisoitunut pasta aiheuttaa hiekasta poiketen hydrostaattista painetta patovallia vastaan. Jos jätettä pääsee selkeytysaltaaseen⁴⁹, niin pienen jätemäärän vaikutus voi sekin olla dramaattinen. Hakemuksessa tämä on kuitattu sillä, että selkeytysaltaan vesi menee ylivuotokynnyksestä ja asiat ovat hyvin.

Altaan veden laatu (kts edellä) on sellainen, että kohtalaisen pienikin ylivuoto aiheuttaa merkittävän vaikutuksen Niesajoen veden laatuun ja biotooppiin. Kun kiintoaine vuoto yhdistetään tietoon, että altaalle tulee rikastamon toimiessa 3400 m³/h vettä, on selvää, että ryöstäytynyt jäte ja vesi sekoittuvat. Ylivuodossa on merkittävä määrä hienoa kiintoainetta, mikä myös joutuu Niesajokeen.

⁴⁹ Vahingonvaara-arvio kohta 4.2.1.1

Korkearikkoinen allas on perinteinen patoallas, ja sijaitsee siten, että sen merkittävin riski on suotautuminen pohjaveteen. Riskiä on vaikea arvioida, kun ei tiedä tehdäänkö allas Rautaruukin kunnostuksen päälle vai sivuun.

Hakemuksesta ei tullut selväksi, miten turvataan ko. jätteen pysyminen aina vesipinnan alapuolella.

Hakemuksen jätteenkäsittely suunnitelma on kustannusminimoitu ympäristöpäästöjen kustannuksella. On erittäin arveluttavaa ryhtyä kasaamaan erittäin suuria jätemääriä alueelle, jonka nykyisestä tilasta ei ole esitetty mitään arviota.

Tulipalon riski

Eräs merkittävä riski on ksantaatin tulipaloriski, joka myös on historiassa kaivoksilla toteutunut. Ksantaatti on sopivassa kosteudessa itsekuumeneva ja syttyvä (leimahduspiste 250C). Tuotteessa olevan kosteuden (2-10%) ajamassa hajoamisessa (kts edellä hajoamisen kemiallinen kaava) syntyvä rikkihiili (CS₂) on helposti syttyvä ja palava kaasu, jopa räjähdysmäinen palo on mahdollinen. (kts esim. ksantaatin ja rikkihiilen materiaaliturvallisuustiedotteet).

Ksantaattipalossa syntyy mm lipeää, mikä on tappanut kaloja mm. Kalajoen varressa tapahtuneessa palossa.

Sekä kemikaalien toksisuus ja paloriski ovat sitäkin tärkeämpiä, kun suunnitellun rikastamon vieressä olevalta Sotkavuoman suolta johtaa puro suoraan Niesajokeen.

Esiintymän taloudellinen tarkastelu

Taloudellisen tarkastelun tavoitteena on saada lisävalaistusta hankkeen ympäristöllisten vaikutusten ja kansantaloudellisen hyödyn välille.

Käytettävissä on ollut julkisista lähteistä saadut kannattavuus tutkimuksen perusteena olevat hintaolettamukset ja raportoidut tuotannon arviot. Lisäksi saatavilla ovat olleet investoijille esitetyt yksikkökustannus arviot ja

herkkyysanalyysit.

Tuotannon arvoista voidaan tehdä vain karkeita laskelmia. Ensinnäkin kokonaisraudan esittäminen malmiarviossa on harhaanjohtavaa, koska huomattava osa raudasta on sitoutunut rikin kanssa kiisuihin. Julkisista tiedoista voidaan karkealla tasolla laskea, että noin 4-5%-yksikköä raudasta on sitoutunut sulfideihin (magneettikiisu FeS, rikkikiisu FeS₂ ja myös kuparikiisu CuFeS₂). Tämä raudan osuus ei ole käytettävissä rautarikasteen tuotantoon. GTK:n koeraportin perusteella raudan saanti magnetiittina on noin 85% ja kuparin saanti samoin noin 85%. Kullan saanti kuparirikasteeseen (ainoaan tuotteeseen, jossa siitä saa maksun) on noin 70%. Myytävää rautarikastetta syntyy tonnista malmia noin 34% ja kuparirikastetta noin 0,65%:a. Näitä GTK:n kokeelliseen raporttiin perustuvia arvoja on käytetty seuraavassa taloudellisessa tarkastelussa.

Rikastetuotannon tulot

Rikastekaupassa yleensä myyjä vastaa rahdista ja huolintakuluista ostajan määräämään satamaan tai määränpään saakka. Eri rikasteiden hinnoittelussa on hieman erilaiset käytänteet.

Laskelmat on tehty helmikuun hinnoilla, josta rautarikasteen hinta on merkittävästi laskenut.

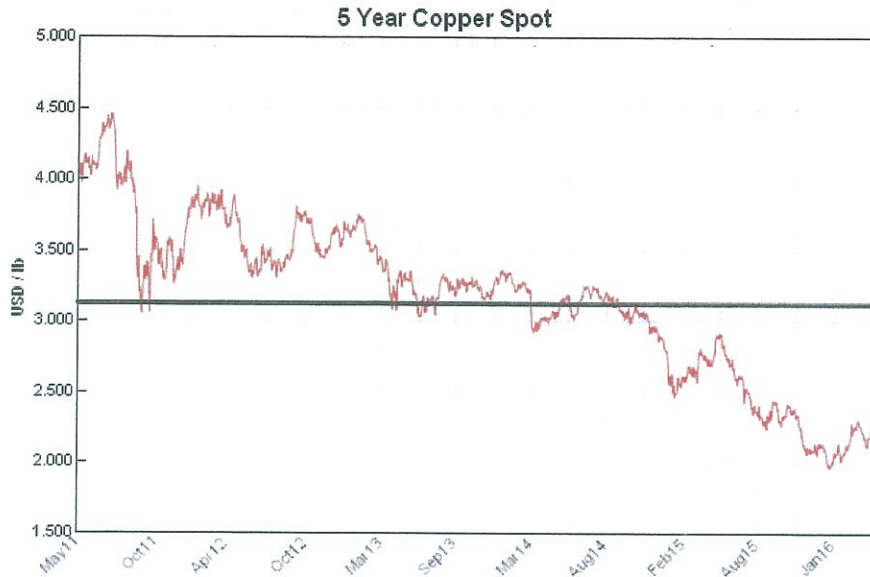
Kuparirikaste

Kuparirikasteiden markkinahinta määräytyy metallin hinnan kautta ja sulattojen sulatus (TC) ja jalostuspalkkioiden (RC) sekä ns. "free metal"⁵⁰ osuuden kautta. TC ja RC sovitaan suurten toimittajien kaksi kertaa vuodessa tapahtuvissa neuvotteluissa. Spot hinnoille on myös pörssihinta. (Kuva 15).

Kuparin viiden vuoden hinta on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 14). Jälleen viiva kuvaa DFS laskelmissa käytettyä arvoa.

⁵⁰ Sulatto vähentää rikasteen pitoisuudesta aina jonkin sopimuksessa määrätyn osuuden. Kuparille se on 1-1,5%-yksikköä ja kullalla 1-2 g/t.

Tämän hetkinen hinta on liki 20%:a alempana. Hintana on käytetty laskelmassa 5500 USD/t (2,2 USD/lb). Hinta 7.2.2017 oli 5780 USD/t. Kullalle on käytetty hintaa 1160 USD/tr.oz. Hinta 7.2.2017 oli 1233 USD/tr.oz.



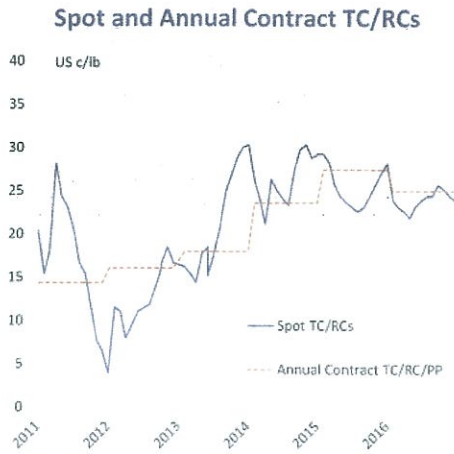
Kuva 14. Kuparin LME hinta (spot) USD/lb⁵¹

Kuparin myyntitulon arvioinnissa on käytetty pitoisuutena 25% Cu ja vähennyksenä 1%-yks pitoisuudesta. Lisäksi on otettu huomioon normaalien myyntikaavojen maksuvähennys (so. 98% Cu hinnasta maksetaan ja sivutuotteen kullasta maksetaan 90%). TC ja RC vuoden 2016 sopimustasosta (TC=95USD/t ja RC 0,095USD/lb Cu) ja rahti 10€/ rikastettonni. Kullasta pitoisuus vähennys 1 g/t ja pitoisuus GTK:n esittämä 7g/t. Tällöin yhden kuparirikastetonnin arvo on noin 1320 USD. Kun malmitonnista tulee 6,5 kg rikastetta päädytään siihen, että kuparirikasteesta saadaan tulona 8€/malmitonni.⁵²

Malmin kupari ja kultapitoisuudet vaihtelevat huomattavasti ja erikoisesti Kuervaaran malmista kuparin antama tulovirta on suurempi kuin Laurinojan (Hannukaisen) esiintymästä.

⁵¹ pauna (lb) =0,4536 kg =>3,2 USD/lb=6820 USD/tonni

⁵² Dollarin vaihtokurssina on käytetty 1€=1,065USD; 1320*0,0065*1/1,065

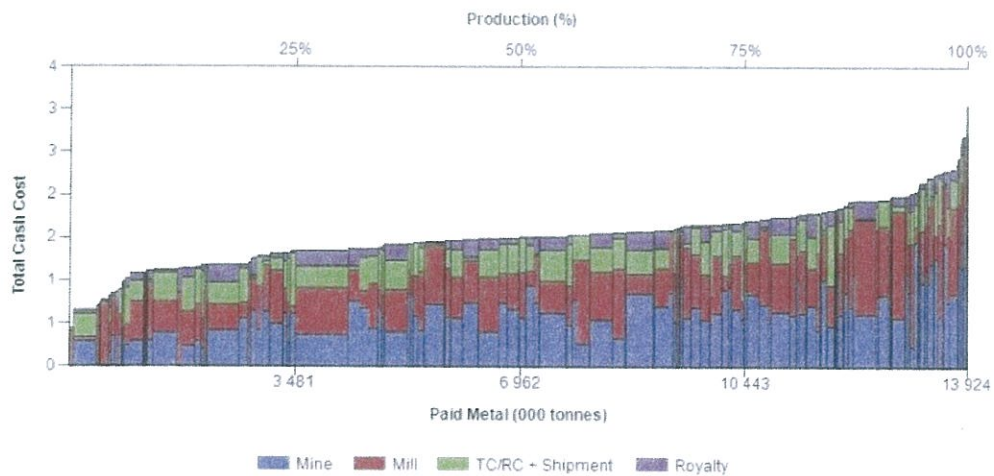


Kuva 15. Kuparirikasteen TC ja RC sopimushinnat

Kuparin hintakehityksen osalta on nähtävissä nousupaineita, koska vain noin 40% tuotannosta on kustannuksiltaan alle 2 USD/lb. Joitakin uusia isoja laitoksia on pitkällä projektivaiheessa, mutta myös joukko merkittäviä tuottajia on vähentänyt kapasiteettiaan. Kuparin osalta DFS hintaskenaariota voidaan pitää uskottavana.

Modeled Cost and Production

Period 2015



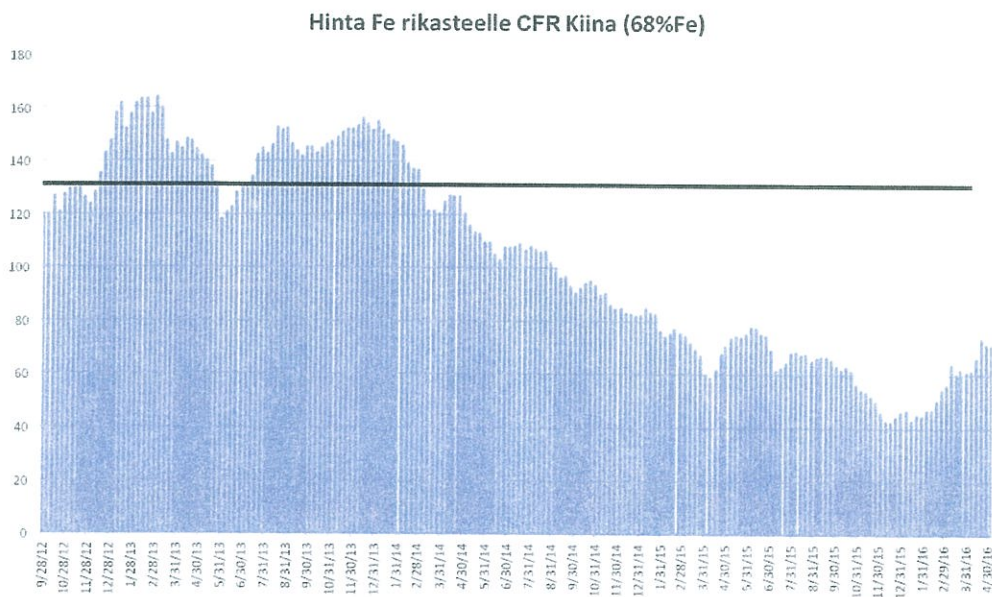
Kuva 16. Kuparin maailmanlaajuiset tuotantokustannukset USD/lb. (asteikossa pyöristys, so. alempi 1 =>0,5 ; alempi 2=>1,5 ja alempi 3=>2,5)

Rautarikaste

Rautarikasteelle hinta määräytyy nykyään päämarkkinoiden mukaan, so. Kiinan markkinoiden mukaan. Rautarikasteella on useita eri laatuja, joiden hinnat

poikkeavat toisistaan. Hinta esitetään usein ns. dmtu arvona⁵³, tai jonkin kauppalaadun (tav. 68%Fe) mukaan. 68% Fe hienorikasteen hinta on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 17). Kuvassa oleva viiva on Northlandin laskelmissa käyttämä arvo, mikä on lähellä kaikkien aikojen huippuhintaa. Kuva 18 esittää vuoden 2016 ja vuoden 2017 alussa tapahtunutta hintojen nousua. Koska hinta on kauppaehtojen CFR⁵⁴ mukainen, niin kaivoksen on lisäksi maksettava merirahti, laivauskulut ym. ostajan satamaan. Kuva 19 näyttää lyhyen merirahdin hinnan luoteis-Australiasta Kiinaan. Hannukaisen rautarikasteen mahdollinen ostaja ei ole julkista tietoa, mutta voidaan todeta, että on syytä taloudellisissa laskelmissa ottaa rahti huomioon. Oheisessa arvioissa on käytetty rahtikustannuksena 10 €/ rautarikastetonne (vastaa n 3€/ malmitonne) Pohjois-Suomen satamasta Qingdaon satamaan.

Laskelmassa on käytetty hintaa 1,15USD/dmtu, jolloin 67,5% rikasteen hinta on 79 USD tonni (CFR). Hinnalla 79 USD/t (so. noin 80% 7.2.17 pörssihinnasta) on rahti huomioiden rautarikasteesta saatava myyntitulo noin 23 €/ malmitonne.⁵⁵



Kuva 17. Rautarikasteen hinta (USD/t 68%Fe) CFR Kiina. Kuvassa oleva viiva on Hannukaisen laskelmissa käyttämä arvo.

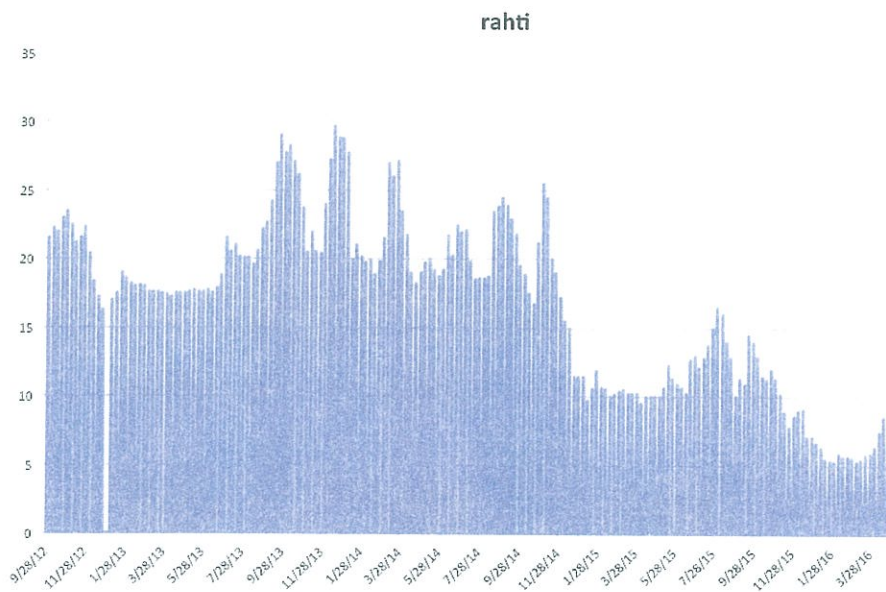
⁵³ dmtu=dry metric ton unit = rikasteessa olevan rautatonnin hinta. Dmtu kerrotaan pitoisuudella, jotta saadaan kokonaishinta.

⁵⁴ CFR=Cost and Freight, so. toimitettuna lähtösatamassa laivaan (partaan yli) ja rahti maksettuna päämäärään ml. purku ja tulli ym kulut päämääräsatamassa. INCOTERMS 2015

⁵⁵ $= (79 - 10) * 0,35 * 1 / 1,065 = 22,5€$



Kuva 18. Rautarikasteen hinta CFR (68%Fe) Kiina vuonna 2016 ja vuoden 2017 alussa.



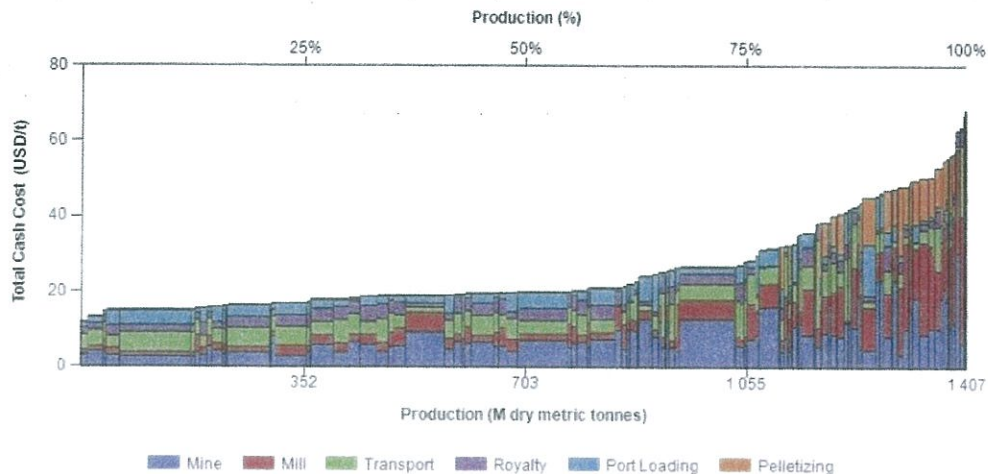
Kuva 19. Rautamalmin valtamerirahti USD/t (Australia-Kiina)

Metallien hintojen arviointi 17 vuoden ajaksi on mahdotonta. Rautarikasteen hinnat ovat vuoden 2017 alussa nousseet, kun samalla Kiinassa myös satamissa olevat varastot ovat huipussaan⁵⁶. Hinnat ovatkin 2017 keväästä laskeneet.

⁵⁶ Bloomberg Markets 2017

Modeled Cost and Production

Period 2015



Kuva 20. Rautarikasteen tuotantokustannukset (USD/t).

Kuva 20 antaa hintojen pitkäaikaisesta kehityksestä jotain osviittaa. Kuvassa on vuoden 2015 kaikkien maailman rautakaivosten tuotantokustannukset (FOB) so. ilman rahtia. Kuten kuvasta näkyy, maailman 1400 miljoonan tonnin tuotannosta 85%:a tapahtuu alle 40 USD/t kustannuksin (rikastetonnin). Suuret halvan hinnan tuottajat kykenevät nopeisiin kapasiteetin lisäyksiin, joten hintakilpailu saattaa olla rajuakin, kuten se oli 2012-2013 (kts Rio Tinto, Vale, BHP-Billiton ym. vuosikertomukset).

Rikaste tuotot yhteensä

Kuparikaste tuottaa 8€/t ja rautarikaste 23€/t. Yhteensä tämä on 31€/t ja bruttona n (6 Mt/vuosi) 190 000 000€/ vuosi. Julkisuudessa Hannukainen Mining Oy on esittänyt tulovirraksi 234 000 000€/v. Merkittävin poikkeama edelliseen laskelmaan on kuparirikasteen tuottama tulovirta. Se on laskettu n 60000 rikastetonnin varaan. Tällainen määrä on saavutettavissa vain kannattavuuslaskelmassa (Highlights of the DFS) annettua kuparipitoisuutta merkittävästi korkeammalla Cu pitoisuudella (0,18% vs 0,28%).

Pääomakustannukset

Northlandin investoijille suunnattu "Highlights of the DFS" julkaisu esittää, että

laitoksen investointikustannus on alkuvaiheessa 570 M€ ja kokonaisuudessaan 720 M€ ja sulkemiskustannukset 90 M€. Jos investoinnille laskee 15 v kuoletusajan ja 6%:n koron, niin lainan kustannus on tasaisin annuiteetein noin 12,7 €/malmitonni. Koska esim. vesienkäsittelylle ja pastasakeutuslaitokselle ei ole investointibudjettia, nousee lopullinen pääomakustannus noin 13€/t tasolle. Julkisuudessa⁵⁷

Hannukainen Mining Oy on esittänyt pääomakustannukseksi rakennusaikana n 230 M€. Tätä on pidettävä erittäin epärealistisena, jopa harhaanjohtavana arviona, vaikka esim. liikkuva kaivoskalusto olisi leasing sopimuksella (se puolestaan lisää käyttökustannuksia vastaavasti!) ja osa maanrakennustöistä ns. ”omana työnä”⁵⁸, kuten Hannukainen Mining on julkisuudessa esittänyt⁵⁹ Esimerkkinä investointiarvion epärealistisuudesta on Siilinjärven kaivoksen (suuruusluokaltaan Hannukaisen projektia vastaava) pastasuodatuslaitos, minkä investointi oli 55 M€. ⁶⁰ Tällainen pastalaitos pitää kuitenkin tämän hakemuksen hankesuunnitelman mukaan rakentaa jätteen varastoinniseksi sille varatulle pienelle alueelle (vanha Rautaruukin jätealue).

Jääkin vakava epäily, että hanketta on jollain julkituomattomalla ja perustavalla tavalla muutettu, kun sen esitetty investointikustannus on alle puolet kannattavuustutkimuksen ”Highlights of the DFS” arvoista, mikä kuitenkin on kansainvälisesti tunnettujen tahojen laatima noudattaen kansainvälisiä ohjeita (mm JORC). Tällaisten toimijoiden lopullisen kannattavuustutkimuksen tarkkuustaso on tyypillisesti parempi kuin ±10% niin pääoma- kuin käyttökustannuksista. Ei ole uskottavaa, että erhe olisi yli 50%. Northlandin teettämä kannattavuustutkimus on kuitenkin Hannukaisen hankkeen niin YVA:n kuin lupahakemuksen kannalta perustavaa laatua oleva taustadokumentti.

⁵⁷ Vuorovaikutus tilaisuus 6.6.2017, Kolari

⁵⁸ kustannus ilman urakoijan katetta

⁵⁹ Vuorovaikutus tilaisuus 6.6.2017, Kolari

⁶⁰ Savon Sanomat 24.5.2017

Käyttökustannukset

"Highlights of the DFS" julkaisu esittää, että käyttökustannukset ovat 88,2 USD/t. rautarikaste tonnia kohden. Tämä on muutettuna kustannukseksi malmitonnille noin 29 €/ malmitonni⁶¹. (SRK Consulting)⁶². Kun tähän lisätään korvausinvestointien ja pääoman kulut sekä viranomaismaksut ym. päädytään noin 43-44 €/t tasolle. Northlandin projektille tehdyssä arvioissa Hatch⁶³ päättyy käyttökustannuksissa merkittävästi korkeammalle, noin 36 USD/malmitonni ilman korvausinvestointeja, pääoman kuluja ja viranomaismaksuja (vastaa siis 34€/t). SRK:n arvion kanssa hyvin samanlaiseen arvioon pääsee Infomine⁶⁴ kustannus evaluointi ohjelmalla. Aineistosta on vaikea nähdä onko kuparirikastuksen kustannukset jo tässä summassa, mutta oletetaan niin. Lukuihin on laskettu Fe-rikasteen rahti Kokkolaan mukaan. Jälleen kuparirikasteen rahti on epäselvä. Tässä esitetyssä laskelmassa rahdit on huomioitu pienentyneenä myyntitulona, joten ne on poistettava käyttökustannusarvioista. Muista Northlandin vanhoista lähteistä on tieto, että käyttökustannukset ovat jopa 127USD/t, mikä vastaa noin 44 €/malmitonni. Eri arviot osoittavat kustannustietojen tämän hetkisen epävarmuuden.

Kokonaiskustannus vuosittain olisi lainanhoito mukaan laskien noin 40-43€/malmitonni (ilman sulkemisen kustannusta ja ilman rahteja) On jälleen huomioitava, että ympäristönhoitokustannuksia ei Northlandin aineistossa ole. Niiden suuruusluokka tulee olemaan 1-2€/malmitonni.

Taloudellinen arvio

Lopputuloksena on, että kustannukset ovat (ml lainan hoitokulut) suuruusluokkaa 40-43 €/t (malmitonni) ja tulovirta suuruusluokkaa 28-33€/t (malmitonni).

⁶¹ =88,2/1,065*0,35=29€

⁶² Baker H. et al (2014): SRK Consulting, Technical Report on the Hannukainen iron-Copper-Gold Project, Kolari District, Finland, January 2014.

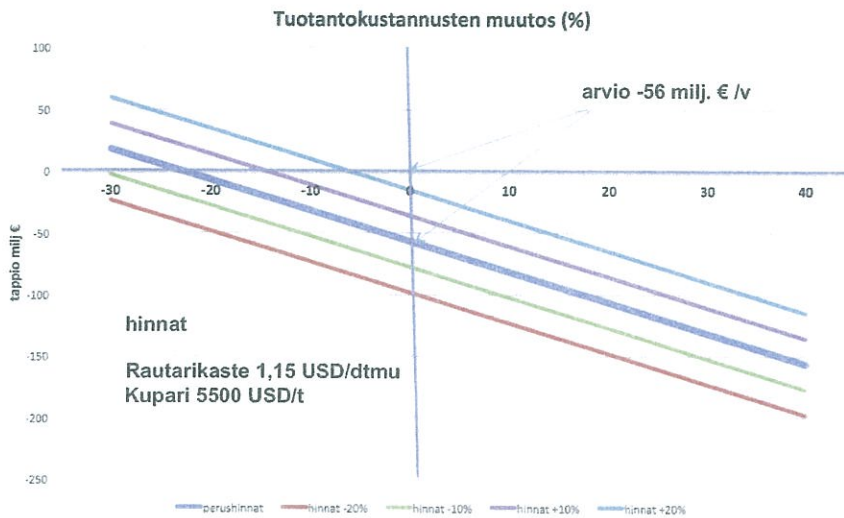
⁶³ Price R. et al. (2010): Northland resources SA. Hannukainen PEA Project. Study Report,

⁶⁴ Infomine Inc.

Hanke on kannattava vain erittäin epärealistisilla oletuksilla.

Lasketuilla hinnoilla tuotannon tappio olisi noin 50-60 000 000 €/v. Tämän päivän spot LME hinnoilla tappio olisi n. 25-30 000 000 €/v.

Hanke on erittäin herkkä kokonaistuotantokustannuksille ja rautarikasteen maailmanmarkkinahinnalle ja kestämaton pienillekin teknisille ongelmille, mitkä vaativat investointeja.



Kuva 21. Tehty ennuste hankkeen kannattavuudesta perustuen julkisista lähteistä saatuun tietoon⁶⁵

Hankkeen ympäristöriskien arvioinnissa on hankkeen taloudellisella riskillä erittäin merkittävä asema. Niiden luotettava arviointi ei ole mahdollista, kun hakemusvaiheessa esitellään hakijan puolelta perustelematta toisistaan merkittävästi poikkeavia lukuja niin pääoma- kuin käyttökustannuksista.

Potentiaalista ympäristöriskiä, että toiminta aloitetaan, mutta päättyy konkurssiin, ei ole hakemuksessa käsitelty.

⁶⁵ Hinta 12.6.2017 oli 0,88 USD/dtmu, mikä tarkoittaa tässä lausunnossa käytetystä hinnasta 77%

Yhteenveto

Hannukaisen kaivoksen ympäristölupahakemuksessa on käsitelty hanketta siten, että varsinaisen rikastusprosessin aiheuttamat vaikutukset on jätetty huomioimatta.

Tämä on johtanut useisiin päätelmiin, jotka voi asettaa perustellusti kyseenalaisiksi.

Merkittävimmät ympäristöriskit syntyvät veden sekä sivukiven ja jätteen käsittelystä pölyämisenä, happamana suotautumina ja vesistöpäästöinä sekä erillisinä riskikohteina patomurtumat.

Vesitase ei huomioi mitenkään tuotantolaitoksen vesiä. Tämä johtaa siihen, että hakemuksessa ei ole identifioitu niitä vesivirtoja, joissa haitta-aineita on. Suunnitelmassa kaikki sekä Hannukaisen että Rautuvaaran kuivanapito- ja hulevedet kerätään samaan pieneen Rautuvaaran selkeytysaltaaseen, mihin johdetaan myös käytetty prosessivesi. Tämä Rautuvaaran selkeytysaltaan vesi sisältää kaikki kemikaalijäämät, ja muut prosessissa syntyneet epäpuhtaudet sekä kaivoksessa syntyneet sellaiset epäpuhtaudet, joita ei kalkkisaostuksella Hannukaisessa ole voitu poistaa (tyyppiyhd.). Siksi esitys eri virtojen puhdistamiseksi on täysin puutteellinen ja virheellinen.

Hakemuksessa veden puhdistuksesta on esitetty vain ylimalkaisia kuvauksia keskittyen muutamiin metalli-ioneihin, joiden saostaminen kalkilla ei ole merkittävä haaste. Hakemus jättää vähälle huomiolle ympäristövaikutusten kannalta tärkeät mm. sulfaatin ja rikin tiосуolat, nitraatit, uraanin ja alumiinin huomiotta. Erikoisesti hakemus väittää prosessikemikaalien sitoutuvan kiintoaineeseen ja siten niillä ei olisi mitään ympäristövaikutusta. Kemikaalien turvallisuustiedotteita (KTT) ei ole otettu missään huomioon ja esitetyt KTT:t ovat vanhentuneita, mikä on anteeksiantamatonta. Tämän lausunnon yhteydessä tehdyissä simuloinneissa on osoitettu, että on hyvin mahdollista, että ympäristölle erittäin haitallisia kemikaalijäämiä on prosessin jätevesissä ja siten väistämättä Rautuvaaran selkeytysaltaan vedessä. Näin on erikoisesti arktisissa

oloissa, jossa veden lämpötila on matala, jolloin suurten prosessiin lisättyjen ksantaattimäärien hajoaminen on hyvin vähäistä.

Selkeytysaltaalta Muonionjokeen pumpattavaksi suunnitellulle vedelle ei ole suunniteltu mitään puhdistusta, vaan luotetaan Muonion joessa tapahtuvaan laimentumaan. Tätä ei YVA:ssa tuotu selkeästi esille.

Jos tehokkaampaa puhdistuslaitosta on aikomus suunnitella, ei se haettuun kaivospiirin hevin mahdu eikä sille näyttäisi olevan pääomabudjettia.

LIMS jätteen luokitus happoa tuottamattomaksi sisältää merkittävän riskin, koska päätelmä nojaa ainoastaan muutamaan GTK:lla tehtyyn laboratoriovaahdotukseen. Aikaisemmissa SGS:n tekemissä testeissä tulos oli, että LIMS jäte on happoa tuottava. On hyvin mahdollista, että LIMS jäte ei asetu valtioneuvoston kaivannaisjäteasetuksen määrittämien rajojen sisälle.

Sivukiven läjityksen osalta voidaan myös todeta, että sivukiven lajittelu PAF ja NAF jakeiksi perustuu merkittäviin yksinkertaistaviin olettamuksiin, joiden oikeellisuutta ei pysty selvittämään hakemuksesta eikä sen täydennyksestä. Huomioonottaen toiminnan laajuus, riski siitä, että NAF läjitysalueelle, missä ei ole pohjarakenteita, kuormataan happoa muodostavaa materiaalia on olemassa. Tätä pohjavesiin ja Äkäsjokeen kohdistuvaa riskiä ei ole käsitelty.

Muiden kaivosten kokemusten perusteella voi perustellusti arvioida, että pölyn aiheuttama ympäristöllinen haitta on merkittävästi hakemuksessa aliarvioitu.

Hakemuksessa ja sen täydennyksissä riskiarvio ei koskettele olennaisia asioita tai ottaa niihin perustelematta hyvin vähättelevän kannan. Erikoisesti tässä on mainittava hakemuksen esitys Rautuvaaran saostusaltan patonnettomuudesta, josta hakemuksessa todetaan, että mitään suurta ympäristöllistä pitkäaikaista haittaa ei synny. On todennäköisempää, että sellaisessa tapauksessa koko Niesajoen biotooppi tuhoutuu.

Kaivoksen julkiseen malmiarvioon perustuva taloudellinen kannattavuus perustuu erittäin optimistisiin oletuksiin. Rautapitoisuudesta merkittävä osa on sitoutunut rautakiisuihin, joilla ei ole taloudellista arvoa. Ottaen GTK:n koetehdasajojen tulokset lähtökohdaksi päädytään tulokseen, että kuparin hinnalla 5500 USD/t, (97% 29.5.2017 hinnasta 5670 USD/t) kullan hinnalla 1160 USD/oz (92% 29.5.2017 spot hinnasta 1267 USD/oz) ja rautarikasteen hinnalla 1,15 USD/dmtu (123% 29.5.2017 hinnasta 0,935 USD/dtmu) hanke ei ole kannattava. Kun otetaan huomioon, että vuosi sitten rautarikasteen hinta oli 0,60 USD/dmtu, ja että maailman tuotannosta suurella osalla on taloudellisuuden raja noin 0,40 USD/dtmu tai alle, niin hankkeen taloudellinen tulevaisuus ei ole vakaalla pohjalla.

Hakija on julkisuudessa tämän hakemuksen jättämisen jälkeen esittänyt hankkeen kustannuksista niin paljon aikaisempaa matalampia arvioita, että olisi perusteltua tämän hakemuksen arvioinnin kannalta tuoda esiin ne hankesuunnitelman muutokset, millä kannattavuustutkimuksen esittämä pääomakuluarvio on puoliintunut.

Kokonaisuutena hakemus ei anna riittävällä tavalla tietoja, että ympäristöön kohdistuvat vaikutukset voitaisiin päätöksen teon pohjaksi arvioida.

Useissa kohdin hakemus sisältää vaikutusten arvioinnissa tietoja, jotka eivät luonnontieteiden ja käytettävissä olevien teknisten ratkaisujen ominaisuuksien valossa ole perusteltuja.

Arktisten olojen erityispiirteet on sivuutettu hakemuksessa kokonaan. Niillä on merkittävä ympäristöriskejä lisäävä vaikutus ja arktisella luonnolla puolestaan huonompi ongelmien puskurointikyky.

12.6.2017

Kari Heiskanen

Kari Heiskanen

TkT, Prof. (emer.)

Lausunto Hannukaisen kaivoshankkeen odotettavissa olevista vaikutuksista kalakantoihin

Asianajotoimisto Ympäristölaki Oy:n asianajaja Sakari Niemelän pyynnöstä olen tutustunut Hannukainen Mining Oy:n ympäristö- ja vesilupahakemukseen (27.11.2015, PSAVI/3224/2015) sekä TkT, Prof. Kari Heiskasen (31.5.2017) ja FT Kukka Pakarisen (13.6.2017) siitä laatimiin lausuntoihin kalojen ja kalakantojen kannalta.

Merkittävimmät vaikutukset kaloihin ja kalakantoihin ovat odotettavissa veden ja pohjan laadun muuttumisen kautta. Hannukainen Mining Oy:n hakemuksessa niiden odotetaan yleensä jäävän varsin vähäisiksi. Annetut lausunnot osoittavat kuitenkin muuta. TkT, Prof. (emer.) Kari Heiskasen lausunnossa todetaan, että hakijan ympäristölupa-anomus ja sitä edeltävä YVA eivät anna riittäviä edellytyksiä pohtia kaivoksen kemikaalien (erikoisesti ksantaatti) vaikutuksia Natura-alueen luontoarvoihin. Heiskasen mielestä hakijan lausuntoja voi jopa pitää ympäristövaikutuksia vähätteleviä. Tämä on hänen näkemyksensä mukaan anteeksiantamatonta, koska kyseessä on Natura alueen vesistöön mahdollisesti kohdistuva pitkäaikainen vaikutus. Heiskanen mainitsee myös, että merkittävimmät ympäristön pilaantumisen riskit liittyvät sivukiven ja jätteen sekä veden käsittelyyn.

FT Kukka Pakarinen on samoilla linjoilla ja toteaa, että jäteveden mukana vesiin kulkeutuu myös useita metalleja. Hän on huolissaan varsinkin ksantaattien ja muiden prosessissa käytettävien ja vapautuvien kemikaalien vaikutuksista ympäristöön. Huoli johtuu erityisesti pohjoisesta sijainnista sekä jokien ainutlaatuisesta merkityksestä vaelluskalojen lisääntymiselle. Kaikkien vapautuvien kemikaalien ekotoksisuustietoja ei edes tunneta. Heiskasen lausunnon mukaan on todennäköistä, että ksantaatit eivät ehdi hajota Rautuvaaran selkeytysaltaassa, vaan ne pääsevät ympäristöön ja jatkavat hajoamistaan siellä. Mikäli ksantaatteja sisältävää vettä pääsee luonnonympäristöön hajoamistuotteiden ekotoksisten vaikutusten arviointi hankaloituu entisestään. Syynä on se, että niiden hajoaminen on erityisesti talvella erittäin hidasta. Ksantaattien lopullinen hajoaminen tapahtuu Heiskasen mukaan vasta Perämeressä, jolloin haitalliset vaikutukset ilmenevät koko Muonion-Tornionjoen alueella.

Suunnittu kaivosalue sijaitsee lähellä kalastuksellisesti ja matkailullisesti erittäin merkittäviä virkistysalueita. Alueen virtavesiä ovat kaivosalueella sijaitsevat Laurinoja ja Kivivuopiojoja sekä lähistöllä virtaavat Kuerjoki, Valkeajoki, Äkäsjoki, Niesajoki ja Muonionjoki. Niiden kalalajeja ovat mm. taimen, lohi, harjus, siika, hauki, made ja ahven. Taimenesta esiintyy sekä paikallista että merivaelluksen tekevää muotoa. Jokien merkitys korostuu kun tiedetään, että Tornionjoen vesistössä ovat nykyisin maamme laajimmat Itämeren meritaimenen luontaisen lisääntymisen alueet. Vesistössä pääosa meritaimenen poikastuotannosta tulee sivujoista, joista Äkäsjoen vesistö on laajin ja todennäköisesti myös tuottoisin. Vesistön (Äkäsjoen pääuoma, Kuerjoki ja Valkeajoki) meritaimenen poikastuotantopotentiaaliksi on 1980-luvulla arvioitu 13 000 yksilöä vuodessa. Meritaimenen koko esiintymisalue Äkäsjoen vesistössä saattaa olla kolmea edellä mainittua jokea laajempi mm. koska se lisääntyy myös hyvin pienissäkin, vain metrin tai parin levyisissä joissa ja puroissa.

Meritaimen on viimeisen uhanalaisuusarvioinnin (2010) mukaan äärimmäisen uhanalainen. Siksi maa- ja metsätalousministeriö ja Ruotsin meri- ja vesiviranomainen ovat säätäneet Tornionjoen

kalastussäännössä, että Tornionjoen kalastusalueen meri- ja jokialueella saaliiksi saadut taimenet on välittömästi laskettava takaisin veteen joko elävinä tai kuolleina, eikä taimenta saa tarkoituksella pyytää alueella. Tornion-Muonionjoen meritaimen on yksi jäljellä olevista 12 alkuperäisiksi arvioidusta meritaimenkannoista Suomessa. Luonnonkantojen häviämiskahva on erittäin suuri, ellei niihin kohdistuvia uhkia vähennetä. Romakkaniemi ja Vähä (2015) arvioivat, että Äkäsjoen lähtiheidän tutkimusaikanaan vuonna 2014 lähti vuonna 2014 vaellukselle koekalastusjakson (16.5.-15.6.2014) aikana 345 (95 %:n todennäköisyysväli 252-499) luonnossa syntynyttä meritaimenen vaelluspoikasta, mikä on ainoastaan vajaat kolme prosenttia Äkäsjoen arvioidusta tuotantopotentiaalista. Joukossa oli myös istutettuja taimenia, joita arvioitiin lähteneen vaellukselle 261 (95 %:n todennäköisyysväli 179-406) yksilöä, ja lohien vaellusmääräksi arvioitiin 88 (95 %:n tn-väli 60-134) yksilöä.

Äkäsjoki on kiistatta yksi Tornionjoen meritaimenkantojen tärkeimmistä kutualueista. Äkäsjoen sivu-uomissa on myös paikallisia taimenkantoja. Lisäksi joen alaosalla on lohienpoikasten tuotantoalueita. Taimen lisääntyy luontaisesti myös Äkäsjoen sivu-uomiin kuuluvissa Kuerjoessa ja Valkeajoessa, joiden sijainti on hankkeen vaikutusten kannalta keskeinen. Nykyisin koko Tornionjoen vesistön, mukaan lukien Äkäsjoen alueen taimenen luonnontuotanto on erittäin vähäistä ja vaeltavat taimenkannat ovat äärimmäisen uhanalaisia. Äkäsjoen alueella on suuri merkitys alueen matkailuelinkeinoille ja virkistyskalastukselle.

Hakija on arvioinut, että rakentamisvaiheessa aiheutuvan samenessen arvioidaan olevan tilapäistä eikä sillä ole vaikutusta alueen kalakantoihin tai kalastukseen. Hakemuksessa esitetään myös, että kalataloudelle aiheutuvat haitat on tarkoitus kompensoida kalatalousmaksulla. Äkäsjoen, Niesajoen ja Muonionjoen vesistöalueilla kuormituksesta aiheutuvat kalataloudelliset haitat arvioidaan voitavan kompensoida 6 000 euron suuruisella vuotuisella kalatalousviranomaiselle maksettavalla kalatalousmaksulla. Hakija ehdottaa myös, että esitetyllä kalatalousmaksulla voitaisiin istuttaa yhteensä noin 11 000 yksivuotiaista meritaimenen poikasta vuosittain. Osa tästä määrästä, esimerkiksi 1000 kpl, voitaisiin istuttaa ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla Niesajokeen ja loput Äkäsjokeen.

Edellä mainittu ehdotus vaikuttaa uskomattomalta aiheutetun haitan odotettavissa olevaan laajuuteen nähden. Kun veden laatu heikkenee, istutuksilla ei saada mitään aikaan. Niiden sijasta tulisi keskittää voimavarat taimenen ja muiden kalojen luontaisen lisääntymisen elvyttämiseen. Koska taimenen nykyinen vaelluspoikastuotanto on vain noin 3 prosenttia potentiaalisesta (Romakkaniemi ja Vähä 2015) sillä sektorilla olisi valtavasti töitä. Tätä puoltaa myös se, että nykyisin kalaistutuksissa suositellaan käytettäväksi vesialueen omia kalakantoja. Eli istutettujen kalojen tulisi olla Äkäsjoen omaa kantaa, jota tuskin on saatavissa miltään kalanviljelylaitokselta. On myös huomattava, että nykyisen kalastuslain (379/2015) perustelumustion 73§:ssa mainitaan, että ”luonnossa esiintyvien lajien tai kantojen säilymisen vaarantava vaikutus saattaisi olla esimerkiksi istutuksilla, joissa istutettava laji tai kanta saattaisi syrjäyttää tai tuhota luonnonvaraisen kannan tai lajin”. Tässä tapauksessa olisi vaarana, että vieraan taimenkannan istuttaminen vaarantaisi Äkäsjoen oman taimenkannan perimän.

Toteutuessaan kaivosohjelma tuhoaisi merkittäviä määriä joki- ja koskiosuuksia, jotka ovat taimenen, lohien ja harjuksen keskeisiä lisääntymisalueita. Niiden pituudeksi on YVA-hankkeessa arvioitu Kivivuopionojan siirtouoman kohdalla noin 2 km, joka siis menetetään. Tällä osuudella oli 4 erillistä koski- ja nivaosuutta yhteispituudeltaan 244 m. Uoman leveys oli 1,5-2,0 m eli

menetetävän virta-alueen pinta-ala oli yhteensä 425 m². Laurinoja menetetään kaivoksen alle jäävä osuus käytännössä kokonaan eli noin 4,8 km. Tällä osuudella oli 7 erillistä koski- ja niva-osuutta yhteispituudeltaan 671 m.

Yhteenveto

Hannukaisen kaivoksen ympäristölupahakemuksessa on vaikutuksia vesiin ja kaloihin vähätelty. Siksi siinä tehdyt päätelmät voi asettaa perustellusti kyseenalaisiksi. Vaikutusalue on hyvin laaja ja saattaa varsinkin kylmänä vuodenaikana ulottua Perämerelle saakka. Tämän ohella jätevesien mukana kulkeutuvien aineiden kaikkia ympäristövaikutuksia ei edes tunneta. Tornionjoen vesistö on Suomessa ainutlaatuinen kokonaisuus, jossa elää mm. maamme vahvin luonnonvarainen meritaimenkanta, joka ei ole läheskään niin vahva kuin se voisi olla. Vaeltavat taimenet on luokiteltu äärimmäisen uhanalaisiksi ja luonnonmeritaimenet on nykyisin täysin rauhoitettu niin Tornionjoen vesistössä kuin muuallakin Suomessa kantojen hälyttävän heikon tilan vuoksi. Ylimääräinen stressi ei ainakaan paranna taimenkannan tilaa ja siksi sellaista täytyy välttää viimeiseen saakka. Jätevedet vaikuttavat kuitenkin muihinkin kalalajeihin, joista taloudellisesti tärkein on lohi. Lohien kuolevuus Tornionjoessa on muutenkin ollut poikkeuksellisen suuri viime vuosina, joten yhtään lisäkuolevuutta ei saisi olla.

Espoossa 27.6.2017


Hannu Lehtonen
Kalataloustieteen professori

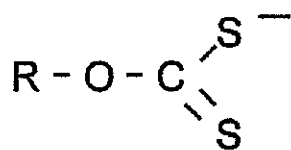
Asianajotoimisto Ympäristölaki Oy:n/asianajaja Sakari Niemelän pyynnöstä olen tarkastellut Hannukainen Mining Oy:n ympäristö- ja vesilupahakemusta (27.11.2015, PSAVI/3224/2015) sekä TKT, Prof. Kari Heiskanen siitä laatimaa lausuntoa (31.5.2017). Esitän näkemykseni kaivoshankkeen mahdollisista ekotoksikologisista vaikutuksista etenkin ksantaattien osalta. Ksantaatit hajoamistuotteineen on jätetty ympäristölupahakemuksessa täysin vaille huomiota, vaikka ne selkeästi aiheuttavat riskin vesieliöille ja koko vesiekosysteemille. Ksantaattien lisäksi tarkastelen prosessivesien sisältämien metallien sulfaatin sekä nitraatin ekotoksikologisia vaikutuksia.

Kaivoshankkeesta koituvat ekotoksikologiset riskit

Rautuvaaran selkeytysaltaan kuormitus on sen tilavuuteen nähden merkittävä. Veden viipymäaika altaassa jää lyhyeksi eikä säännöstelymahdollisuuksia juuri ole. Siten on hyvin todennäköistä, että keväisin joudutaan pumppaamaan nopeasti suuria vesitilavuuksia Muonionjokeen. Rautuvaaran selkeytysaltaan vesi sisältää rikastusprosessin kemikaaleja sekä metalleja ja koko kaivosalueelta kerätyt jätevedet. Ympäristövaikutuksiltaan haasteellisimman vesivirran muodostaa magneettikiisuvaahdotuksen jätteen vesi. Vaahdotusprosessi vaatii korkeat määrät kokoojakemikaaleja, kuten ksantaatteja (Heiskanen s. 18) Ksantaatteja käytetään prosessissa suuri ylimäärä, josta jää ksantaattijäämiä luonnonvesiin purettavaan jäteveeseen. Äärimmäisessä tapauksessa ksantaattipitoisuudet voivat nousta tasolle 220mg/l (kalium-amyliksantaatti) ja 100 mg/l (natrium-isopropyliksantaatti), jotka tuoreveden lisäyksenkin jälkeen jäävät liki 200 ja 100 mg/l pitoisuuksiin (Heiskanen, ss. 22-23). Ksantaattien lisäksi prosesseissa käytetään dialkyyliiditiofosfaattia, polakryyliamidia, polypropyleeniglykoli-monometyylietteriä, rikkihappoa, kalsiumhydroksidia, metyyli-isobutyliikarbinolia sekä natrium-karboksimetyyliselluloosaa. Jäteveden mukana vapautuu myös useita metalleja. Ksantaattien ja muiden prosessissa käytettävien ja vapautuvien kemikaalien osalta on herännyt huoli niiden vaikutuksista ympäristöön, erityisesti huomioiden pohjoinen sijainti sekä sen ainutlaatuinen merkitys vaelluskalojen lisääntymiselle. Osalle kemikaaleista ei edes ole ekotoksisuustietoja. Tornion-Muonionjoen lohi on Itämeren merkittävin luontainen lohikanta, minkä lisäksi joessa esiintyy harjus ja myös alajuoksun suvannoissa hauki ja ahven. Joessa on lisäksi sekä paikallista että mereen vaeltavaa vaellussiikaa. Jokeen istutetaan jonkin verran meritaimenen pien- ja vaelluspoikasia. (<https://www.vapaa-ajankalastaja.fi/kalastuspaikka/tornion-muonionjoki/>).

Ksantaatit riskinä vesiympäristölle

Ksantaatit eli ditiokarbonaatit ovat ryhmä orgaanisia yhdisteitä, joiden rakenne on yleisesti kuvan 1 mukainen.



Kuva 1: Ksantaattien rakenne.

Ympäristölupahakemuksessa mainitut ksantaatit ovat kalium-amyliksantaatti (PAX, cas 928-70-1), Natrium-etyliksantaatti (SEX, cas 140-90-9) ja natrium-isopropyliksantaatti (SIPX, cas 140-93-2).

Ympäristötekijöiden vaikutus

Ympäristötekijöillä, kuten lämpötilalla, auringonvalolla, pH:lla, luonnon orgaanisilla aineilla ja läsnä olevilla metalleilla voi olla voimakas vaikutus aineiden käyttäytymiselle ja vaikutuksille luonnossa. Lausunnossaan K. Heiskanen on esittänyt ksantaattipitoisuuden muutoksia lämpötilan ja pH:n funktiona. Lämpötilan vaikutuksia arvioitaessa on huomioitava kaivosalueen pohjoinen sijainti, jossa lämpimimmän kuukauden ylinkin keskilämpötila jää alle 20 asteen ja alin vajaan 10 asteeseen (www.ilmasto-opas.fi). Näin suuri osa ksantaateista säilyy kesäolosuhteissakin hajoamattomana ja voi sellaisenaan päätyä vesistöön. Osa ksantaateista kuitenkin hajoaa ajan kuluessa viimeistään vesistöissä. Hajoamisnopeus riippuu voimakkaasti pH:sta lämpötilan ohella. Myös hajoamistuotteet ovat eri yhdisteitä: matalassa pH:ssa muodostuu vielä ksantaatteja myrkyllisempää rikkihiiltä pH:sta riippuen ja korkeassa pH:ssa samoin myrkyllistä rikkivetyä. Kaivosyhtiö on esittänyt päästörajoiksi pH:ta 5,5-9,5 eli hajoamistuotteena voi muodostua sekä rikkihiiltä että rikkivetyä.

Alueen luonnonvesissä pH on tyypillisesti neutraali tai hieman hapan asettuen läpi vuoden välille pH = 6-7, kevättulvat laskevat pH:n 6 paikkeille. Tornionjoessa alkaliniteetti eli kyky vastustaa happamoitumista on yleensä hyvä, mutta ajoittain kevättulvien aikaan laskee tyydyttäväksi (YVA ohjelma, Pöyry, 2008, ss. 77-79)

Hajoamistuotteet, rikkihiili, alkoholit ja diksantogeenit vaativat oman arviointinsa (tässä raportissa ko. yhdisteitä käsitellään jäljempänä). Heiskanen lausunnon mukaan on todennäköistä, että ksantaatit eivät ehdi hajota Rautuvaaran selkeytsaltaassa, vaan ne pääsevät ympäristöön ja jatkavat hajoamistaan siellä. Mikäli ksantaatteja sisältävää vettä pääsee vesistöön ja siten varastoallasta mutkikkaamman ja ominaisuuksiltaan hallitsemattoman luonnonympäristön vaikutukseen, hajoamistuotteiden ekotoksisten vaikutusten arviointi hankaloituu entisestään. Koska hajoamisnopeus on erittäin alhainen talvella, ksantaattien lopullinen hajoaminen tapahtuu vasta Perämeressä. Koko Muonion/Tornionjoen kalakanta on vaarassa.

Testituloksia tulkittaessa on olosuhteisiin syytä kiinnittää huomiota. Staattisessa systeemissä määritetty toksisuus jää aliarvioiduksi verrattuna läpivirtauskokeeseen. Läpivirtauskokeessa toksisuus ilmenee jopa 200-2000 kertaa voimakkaampana kuin staattisessa koejärjestelyssä määritetty (Toxnet). Läpivirtauskoe mallintaa luonnossa tapahtuvaa altistusta paremmin kuin staattinen koe. Jos raja-arvoja hyväksyttäväksi katsottaville pitoisuuksille otetaan kirjallisuudesta staattisten testien tuloksista, on syytä jakaa tulokset turvakertoimella, jotta ne vastaisivat läpivirtaussysteemiä ja olisivat realistisia ajatellen luonnonoloja.

Ksantaattien ekotoksikologiset vaikutukset

Ksantaatit ovat yleisesti myrkyllisiä tai erittäin myrkyllisiä eliöille riippuen ksantattityypistä. Nisäkkäille ne aiheuttavat esimerkiksi maksa- ja ihovaurioita. Ihmisten altistumisessa on suositeltu jopa nollatoleranssia (Harris 1984). Vesiympäristössä ksantaateilla on tutkimuksissa havaittu haittavaikutuksia. Osa haitoista koituu ksantaateista itsestään, lisäksi ne mm. lisäävät raskasmetallien imeytymistä (Lam 1999). Kaloilla ksantaattien myrkyvaikutus johtuu niiden adsorptiosta kidusten pintaan, jolloin hapenotto ja kuona-aineiden poisto häiriintyvät. Ksantaatit myös imeytyvät kidusten kautta verenkiertoon ja reagoivat veren hemoglobiinin kanssa. Toisen tutkimuksen mukaan amyliksantaatti laski kirjolohella aivoissa eräiden välittäjäaineiden, katekoliamiinien, määrää 5 µmol/l (1,1 mg/l) pitoisuudessa. Katekoliamiinit liittyvät useisiin stressireaktioihin ja säätelevät monien muiden tärkeiden hermovälittäjäaineiden ja hormonien toimintaa (Reid SG ym. 1998). Tällainen biokemiallinen muutos voi johtaa sekä yksilö- että populaatiotasolle (Weis ym. 2000). Taulukkoon 1 on koottu ksantaattien ekotoksisuutta kuvaavia arvoja.

ympäristölupahakemuksen taulukon 5-27 arvoihin. Tämä muuttaa mm. metallien vaikutuksia. Samalla Muonionjokeen päätyvä vuotuinen kemikaalikuorma kasvaa arvioidusta. Jos tehdään hätäpäästöjä putken täydeltä 4.000 m³/h, muuttuu tilanne vielä dramaattisemmaksi. Talvella, jos Muonionjoessa virtaa minimissä 11 m³/s, on nousu 100-kertainen taulukkoon 5-27 verrattuna. Tällainen tilanne on erittäin harvinainen, mutta yksi tällainen päästö saattaisi tappaa koko joen ekosysteemin. Ekosysteemin tuhoutuminen olisi peruuttamaton tapahtuma ja siksi katastrofi sekä luontoarvolle että käyttöarvolle.

Yhteisvaikutukset muiden aineiden kanssa

Kemikaalien yhteisvaikutukset ovat ekotoksikologiassa erittäin tärkeä, mutta samalla haasteellinen ja toistaiseksi vasta vähän tutkittu ala. Huomiota tulee kiinnittää ympäristössä samanaikaisesti esiintyviin kemikaaleihin yhdessä, sillä yhteisvaikutus toksisuuteen voi olla enemmän tai vähemmän kuin tekijöiden toksisuuden summa riippuen niiden vaikutusmekanismeista. Ksantaateilla on oman toksisuutensa lisäksi yhteisvaikutuksia muiden aineiden, etenkin metallien, kanssa. Yhteisvaikutukset ksantaattien ja metallien välillä on otettava tarkasteltavaksi, sillä Muonionjokeen purettavassa jätevedessä olisi vesienhallintaraportin (Vesienhallintaraportti, taulukko 6-4) mukaan varsin korkeita pitoisuuksia kuparia (0,2 mg/l, päästörajan mukaan 0,5 mg/l), sinkkiä (0,03 mg/l) ja uraania (0,02 µg/l). Purkuputken alapuolella esitetään metallipitoisuuksien kohoavan arvioituun luonnontasoon nähden kadmiumin n. 209 %, koboltti n. 120 % ja kupari n. 97 % (Ymp.lupahakemus, taulukko 5-27). Esitys on virheellinen, sillä siinä ei ole huomioitu ionitasetta ja laimentuminen on arvioitu liian suureksi. Minimivirtaamassa ja ionitase korjattuna pitoisuustasot ovat siten esitettyä huomasti korkeammat. Kuparin pitoisuuskasvu talvikuukausina olisi yli 4500 % ja hätäpäästön yhteydessä yli 17 000%. Vastaavasti kadmiumille pitoisuuskasvut olisivat yli 3800 % ja yli 14 500 %, uraanille n. 620 % ja n. 2 360 % (taulukko 5-27, LRS 9.6.2017). Samaan aikaan ksantaattipitoisuus joessa olisi yli 12 mg/l, mikä on jo akuutisti myrkyllisellä tasolla.

Ksantaatit itse ovat vesiliukoisia (esim. PAX:lle $K_{ow} = -0,76$), mutta reagoidessaan metallien kanssa liukoisuus muuttuu, mikä vaikuttaa sekä kulkeutumiseen vesiympäristössä ja vuorovaikutukseen veden ja sedimentin orgaanisen aineksen kanssa että pääsyyn eliöiden soluihin. Ksantaatit muodostavat kahden- ja kolmenarvoisten metallien (Cu, Zn, Cd, Pb) kanssa rasvaliukoisia komplekseja (Chang ym. 2002, Bediako ym. 2015). Eliöissä tällainen rasvaliukoinen ksantaattokompleksi pääsee solukalvon fosfolipidikerroksen läpi. Metallien toksisuuden on havaittu lisääntyvän ksantaattien kanssa yhdessä esiintyessään. Esimerkiksi levälle toksisuuden on havaittu kasvavan jopa 25-kertaiseksi ja kaloilla 3,5-kertaiseksi. Yhteisvaikutuksena metallien kanssa ksantaatit lisäävät esimerkiksi kadmiumin akkumulaatiota kalan kidusepiteelisoluissa: Cd-pitoisuus kiduksissa kymmenkertaistui ksantaattipitoisuudessa 0,2 µg/l (Block ja Pärt 1986, Block ja Glynn 1992). Metallialtistus vaikuttaa kaloilla kidusten kautta. Kiduksissa kalsiumin kanssa kilpailevat metallit haittaavat kalsiumkanavien toimintaa, mikä johtaa ionitasapainon ja hengitystoimintojen häiriintymiseen (Playle 1998). Ionitasapainon häiriintyminen johtaa ns. ihmeverkon ("rete mirabile") toiminnan muutoksiin, mistä seuraa vaikeuksia mm. hapen ja lämpötilan siirtämisessä kehon eri osissa ja sitä kautta vaikuttaa useisiin fysiologisiin toimintoihin.

Metallien omat haitat

Kadmium

Kadmium muistuttaa kemialliselta rakenteeltaan sinkkiä, joka puolestaan on pieninä määrinä entsyymitoiminnoille tarpeellinen hivenane. Samankaltaisuuden vuoksi Cd pääsee eliöihin ja kasveihin samoja reittejä kuin Zn. Elimestössä Cd²⁺-ioni on reaktiivisempi kuin Zn²⁺-ioni, minkä vuoksi se syrjäyttää sinkin entsyymeissä. Lohikalat ovat erityisen herkkiä kadmiumille, herkimpiä kehitysvaiheita niillä ovat alkio ja

Leville puolestaan NOEC-arvo on vain 20 µg/l, joten nekin kärsivät kohonneista sinkkipitoisuuksista. Ravintoverkon alatasoille, leviin ja äyriäisiin, kohdistuvat vaikutukset voivat heijastuvat myös kaloihin. Sinkin myrkyllisyys pehmeässä vedessä on suurempi kuin kovassa vedessä, kuten kuparillakin.

Uraani

Uraani on radioaktiivinen alkuaine. Elimistössä uraani (U²⁺) aiheuttaa haittaa syrjäyttämällä Ca²⁺-ioneja kertyen luustoon ja munuaisiin. Soluviljelmissä uraanin on havaittu aiheuttavan DNA-muutoksia ja siten voivan olla karsinogeeninen (http://fi.opasnet.org/fi/Uraani_juomavedess%C3%A4). Ekotoksisuustietoja uraanille on saatavilla vain vähän. Herkimpiä lajeja uraanille ovat makeanveden äyriäiset ja kasvit. Leville määritetty EC₅₀ on 37 µg/l, äyriäisille 39 µg/l ja kaloille 80 µg/l (Beaugelin-Seiller ym.). Uraanin PNEC-arvoksi on esitetty 0,5-5 µg/l ja se on luokiteltu vesieliöille mahdollisesti pitkäaikaishaittaa aiheuttavaksi aineeksi. (https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/depleted-uranium/fr/l-3/6.htm).

Uraanipitoisuuden esitetään ympäristölupahakemuksessa nousevan yli kolmanneksella ja Muonionjokeen johdettavan pitoisuuden olevan 21 µg/l. Jo tämä olisi 4 - 40 -kertainen PNEC-arvoon verrattuna. Talvikuukausien pienellä virtaamalla ja korjatulla ionitaseella laskettuna pitoisuus nousisi yli 600 % ja on siten akuutisti myrkyllinen. Hätäjuoksutustilanteessa (laimenema 1:10) uraanipitoisuus nousisi yli 2300 %.

Arseeni, nikkeli, koboltti

Arseenin pitoisuus voi kohota hätäpäästön yhteydessä yli turvallisesti määritetyn rajan 5 µg/l (<http://cegg-rcqe.ccme.ca/download/en/143>). Laimeneman ollessa 1:10, arseenipitoisuus nousee arvoon 7,5 µg/l.

Nikkelipitoisuus nousee samoissa olosuhteissa tasolle 30 µg/l. Nikkeli luokitellaan erittäin myrkylliseksi kirjolohen alkioille ja se EC₅₀ pitoisuus on 50 µg/l

(http://www.pesticideinfo.org/List_AquireAll.jsp?Rec_Id=PC35171&Taxa_Group=Fish&offset=50).

Kobolttipitoisuus voi talvioloissa olla 1 µg/l, mikä on yli koboltille määritetyn PNEC-arvon 600 ng/l eli 0,6 µg/l (<https://echa.europa.eu/fi/brief-profile/-/briefprofile/100.028.325>). Hätäjuoksutuksen yhteydessä kobolttipitoisuus voi nousta arvoon 3,8125 µg/l, jolla voi olla haitallinen vaikutus leviin (NOEC 1,8 µg/l).

Ksantaattien hajoamistuotteet

Ksantaattien hajoamisnopeus riippuu sekä pH:sta että lämpötilasta. Hajoaminen on nopeinta pH:n ollessa alle 7. Neutraaleissa ja lievästi emäksisissä oloissa (pH 7-8) ksantaatit ovat stabiileimmillaan. Emäksisemmissä oloissa (pH 9-10) hajoaminen nopeutuu jälleen ja hidastuu uudelleen pH:n ollessa yli 10. Ksantaattien hajoamistuotteena muodostuu happamissa oloissa ksantiinihapon kautta hiilidisulfidia (riikkihiili, CS₂) ja alkoholia. Emäksisissä oloissa ksantaattien hajoamistuotteena muodostuu hapettumisen kautta diksantogeenieja ja vesieliöille erittäin myrkyllistä rikkivetyä (H₂S). Metallionit (Cu, Fe, Pb, Zn) toimivat katalyyttinä ksantaattien hajoamiselle (Bach ym.).

Pohjoisten luonnonvesien pH on luontaisesti lähellä neutraalia tai hieman happaman puolella, mikä vie hajoamisprosessia rikkihiilen ja alkoholien suuntaan. Heiskasen lausunnossa on esitetty arvioita ksantaattien hajoamisnopeudesta eri lämpötiloissa ja todetaan, että 10°C:ssa hajoamista tapahtuu 0,5% vuorokaudessa ja lämpötilan ollessa 3°C hajoaminen on enää vain noin 0,2% vuorokaudessa. Alueen vuotuinen keskilämpötila on -0,4°C. Kuukauden keskilämpötila on yli 0°C vain 5-7 kk:na vuodessa, eikä joka vuosi ylitä 10°C lainkaan. Kylmissä oloissa ksantaattien hajoaminen on erittäin hidasta, joten hajoamistuotteita voi muodostua vielä kaukana päästölähteestä ja siten ne voivat aiheuttaa riskin laajalla alueella. Ksantaatit hajoavat hitaasti koko matkalla Perämerelle. Talvella pitoisuudet eivät luultavasti ole edes puoliintuneet, kun ksantaatit saavuttavat Perämeren. Näin myös rikkihiiltä vapautuu tasaisesti, koska jäteveden tulo on

kokeiden perusteella jätevedeen jäävä määrä on yli 6000 t/v. Tätä määrää kaivosyhtiö ei ole huomionnut laskelmissaan, joten jäteveden sulfaattipitoisuus nousee merkittävästi ennustettua korkeammaksi. Sulfaatti itsessään ei ole myrkyllinen, mutta vaikuttaa voimakkaasti mm. vesistön suolaantumiseen ja rehevöitymiseen. Talven ääritilanteissa tarvittavissa hätäjuoksutuksissa (4000 m³/h) sulfaattipitoisuus voi nousta useiksi päiviksi yli 150 mg/l-pitoisuuteen. Vuotuinen sulfaatin määrä laskettuna päästörajan 1 500 mg/l mukaan on jopa 13 000 t, mikä kipsiksi laskettuna on keskimäärin kaksi rekkakuormaa päivässä.

Sulfaatti nostaa veden tiheyttä ja vaikuttaa siten veden kerrostumiseen ja happitilanteeseen. Raskas sulfaattipitoinen vesi painuu pohjalle eikä pääse sekoittumaan kevyemmän ja vähemmän suoloja sisältävän, hapekkaan pintaveden kanssa, jolloin pohjalle syntyy pysyvä happivaje. Suolaantuminen voi jopa muuttaa koko jokiekosysteemin murtovesityypiksi. Niin on käynyt esimerkiksi Seurujoessa Kittilässä, missä suolaantumisen seurauksena kalojen luontainen poikastuotto on jäänyt pieneksi ja kaivoksen alajuoksulla kalastettaessa saadaan vain istutettuja kaloja (Kittilän Rakennus- ja ympäristölautakunnan lausunto 20.1.2017).

Sulfaatin rehevöittävä vaikutus johtuu sen pelkistymisestä hapettomissa oloissa mikrobiologisten toimintojen seurauksena ja tämä vaikuttaa fosforin ja raudan kiertoon. Sulfaatti pelkistyy sulfideiksi, jotka pelkistävät rautaoksidin kolmenarvoisen raudan kahdenarvoiseksi, kiinteäksi ferrosulfidiksi (FeS tai FeS₂). Tässä muodossa rauta ei pysty sitomaan fosforia ja siten fosfaatti siirtyy veteen.

Yhteenveto

Ksantaattien haitattomiksi arvioidut (PNEC) pitoisuudet ovat erittäin matalia ilmeten µg/l-tasolla. Saatavilla oleva tieto ksantaattien ekotoksikologisista vaikutuksista on osin puutteellista, sillä se sisältää lähinnä lyhytaikaista altistusta koskevia tutkimuksia. Ksantaattien haitat voivat koitua sekä ksantaateista itsestään että niiden hajoamistuotteista. Kylmien olosuhteiden vuoksi ksantaatit pääsisivät todennäköisesti kulkeutumaan vesistöissä eteenpäin ennen hajoamistaan ja hajoamistuotteena muodostuisi vesieliöille erittäin myrkyllistä rikkihiiltä sekä alkoholeja mahdollisesti vasta kaukana päästölähteestä, Perämerellä asti. Happamuusoloista riippuen ksantaattien hajoamistuotteena voi muodostua myös kaloille erittäin myrkyllistä, vesistöjä happamoittavaa rikkivetyä.

Purkuvesissä on ksantaattien lisäksi varsin korkeita pitoisuuksia kadmiumia, kuparia, sinkkiä ja uraania, joista kaikki ovat aiheuttavat haittaa vesieliöille. Metallialtistus vaikuttaa kaloilla kidusten kautta. Kiduksissa kalsiumin kanssa kilpailevat metallit haittaavat kalsiumkanavien toimintaa, mikä johtaa ionitasapainon ja hengitystoimintojen häiriintymiseen. Ionitasapainon häiriintyminen johtaa muutoksiin mm. hapenkuljetuksessa ja heijastuu siten useisiin fysiologisiin toimintoihin. Lohikalat ovat Cd:lle erityisen herkkiä ja vaikutus kohdistuu etenkin alkioihin ja varhaisiin poikasvaiheisiin. Kupari on yksi myrkyllisimmistä aineista vesieliöille ja sen pitoisuuden Muonionjoessa arvioidaan olevan lohikaloihin haitallisesti vaikuttavalla tasolla vielä kaivoksen sulkemisen jälkeenkin. Kuparin haitat heijastuvat populaatiotasolle mm. käyttäytymis- ja lisääntymisvaikutusten vuoksi. Uraanille herkimpiä ovat äyriäiset ja kasvit. Ksantaatit muodostavat metallien kanssa rasvaliukoisia komplekseja, jolloin metallien toksisuuden on havaittu lisääntyvän esimerkiksi levillä jopa 25-kertaiseksi ja kaloilla 3,5-kertaiseksi. Ksantaattien metallikompleksien ympäristövaikutuksista ei ole toistaiseksi riittävästi tietoa.

Vettä on pumpattava koko talven, sillä pohjavettä valuu kaivoksiin jatkuvasti eikä selkeytsaltaassa ole säännöstelyvaraa. Talvikuukausien aikana, jolloin virtaama joessa on erittäin pieni, ksantaattien ja useiden metallien pitoisuudet nousevat akuutisti myrkylliselle tasolle. Huhtikuussa vettä joudutaan pumppaamaan Muonionjokeen suurempia määriä kevättulviin varautumisen vuoksi. Ajankohta on erityisen riskialtis, sillä silloin jokiveden pH on alimmillaan: matala pH aiheuttaa kaloille itsessään stressitekijän ja tekee ne

Lam K-S, 1999, Biodegradation of xanthate by microbes isolated from a tailing lagoon and a potential role for biofilm and plant/microbe associations, PhD thesis, University of Western Sydney.

OECD guideline for testing chemicals 301, 1992.

PEC5S, Sodium ethyl xanthate, Priority Existing Chemical Secondary Notification, Assessment Report No.5S.

Playle RC, Modelling metal interactions in fish gills, *Science of the Total Environment*, 1998, 219, 147-163.

Reid SG ym, 1998, The adrenergic stress response in fish: control of catecholamine storage and release, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 120, 1–27.

Scott GR ym. 2003, Cadmium disrupts behavioural and physiological responses to alarm substance in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *The Journal of Experimental Biology* 206, 1779-1790.

Sihvonen T, 2012, Determination of collector chemicals from flotation process waters using capillary electrophoresis, Master thesis, Lappeenranta teknillinen yliopisto.

Underhill ja Prosser, 1987, Inhibition and stimulation of nitrification by potassium ethyl xantahe, *Journal of General Microbiology*, 133, 3727-3745.

Van Leeuwen CJ ym. 1986, Aquatic toxicological aspects of dithiocarbamates and related compounds. III. Embryolarval studies with rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Aquatic Toxicology* 9, 2-3, 129-145.

Vesienhallintaraportti, Hannukainen Mining Oy, Hannukaisen kaivoshanke luvitusvaihe , Vesienhallinta ja käsittely, 27.11.2015.

Webb M ym. 1976, The toxicity of various mining flotation reagents to rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Water Research*, 10, 4, 303-306.

Weis JS ym. 2000, Predator/prey interactions: a link between the individual level and both higher and lower level effects of toxicants in aquatic ecosystems, *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 7: 145–153.

Woody CA ja O’Neal SL, 2012, Effects of Copper on Fish and Aquatic Resources, Report for the Nature Conservancy, Anchorage, Alaska

YVA selvitys, Pöyry

Ympäristölupahakemus, Hannukainen Mining Oy, Ympäristölupahakemus 17.2.2016

16.6.2017

Kukka Pakarinen, FT

**Lausunto Ympäristölaki Oy:lle Hannukainen Mining Oy:n
ympäristö- ja vesilain mukaisesta lupahakemuksesta
Dnro PSAVI/3224/2015**

LYHENNELMÄ

Hakemus ei anna riittävällä tavalla tietoja, että ympäristöön kohdistuvat vaikutukset voitaisiin päätöksen teon pohjaksi arvioida. Varsinaisen rikastusprosessin aiheuttamat vaikutukset on jätetty huomioimatta. Arktisten olojen erityispiirteet on sivuutettu hakemuksessa kokonaan.

Tämä on johtanut useisiin ympäristövaikutuksia vähätteleviin päätelmiin, jotka voi asettaa perustellusti kyseenalaisiksi.

Hakemuksen vesitase on virheellinen.

Esitetyn vesitaseen merkittävin ongelma on, että vesitase ei ota huomioon prosessin tarvitsemaa suurta vesikiertoa (28-30 Mm³/y). Suunnitelmien mukaan (hakemuksen sivu 46) tämä prosessikemikaalit ja mineraaleista liukenevat ainekset (mm rikki ja sen reaktiotuotteet, thiosuolat ja sulfaatti) sisältävä vesi johdetaan samaan pieneen selkeytysaltaaseen Niesajoen latvalle vanhan jätealueen alapuolelle sekoittaen se sekä Hannukaisen että Rautuvaaran muihin keräilyvesiin. Altaan viipymäaika tulee olemaan lyhyt (1vko) eikä mahdollista mm ksantaatin biohajoamista kylmässä vedessä.

Hakemuksessa on virheellisesti oletettu, että prosessivesi kiertää jätealueen kautta. Kaikki tuotteet ja jätteet menevät tehdasalueen vedenpoiston kautta. Tästä johtuen vesitaseeseen syntyy virhe, mikä on suuruudeltaan liki 2 Mm³/v.

LAUSUNTO

Hannukainen Mining Oy on jättänyt ympäristö- ja vesilupahakemuksen 27.11.2015 (PSAVI/3224/2015), mistä Pohjois-Suomen AVI on pyytänyt täydennystä 1.7.2016 sataanyhdeksääntoista esitettyyn kysymykseen.

Hannukainen Mining Oy on vastannut kysymyksiin 11.11.2016 päivätyllä dokumentilla ja siihen kuuluvilla liitteillä.

Asianajotoimisto Ympäristölaki Oy:n /asianajaja Sakari Niemelän pyynnöstä olen perehtynyt Hannukainen Mining Oy:n ympäristö- ja vesilupahakemukseen.

Esitän näkemyksenäni ympäristö- ja vesilupahakemuksesta seuraavat huomiot.

Yleistä

Hannukaisen kaivos olisi Suomen mittakaavassa suuri hanke, jossa tultaisiin käsittelemään suuria louhemääriä, liki 60 kertaa enemmän kuin alueella aikaisemmin harjoitetussa toiminnassa. Kaivos tulisi sijaitsemaan lähellä erästä Suomen merkittävää tunturimatkailualueutta Yllästä.

Esiintymän ilmoitetut pitoisuudet ovat taloudellisesti erittäin haastavia.

Kaupallisina tuotteina tulisivat olemaan n 68% rautaa (Fe) sisältävä rautarikaste (magnetiitti Fe_3O_4) ja 20-25% kuparia (Cu) ja n 7g/t kultaa (Au) sisältävä rikaste. Malmassa rautapitoisuus on noin 30,5% Fe; 0,185% Cu ja 0,112 ppm Au.

Kaivoksen toiminta-ajaksi on laskettu 17¹ vuotta. Sinä aikana on tarkoitus tuottaa noin 35-40 milj. tonnia rautarikastetta ja liki miljoona tonnia kupari-kultarikastetta.

Hakemus ja täydennykset ovat ympäristövaikutusten arvioinnin kannalta edelleen puutteellisia, osin virheellisiä ja harhaanjohtavia sekä joidenkin riskien osalta vähätteleviä.

¹ Vaihtelee muutamalla vuodella eri dokumenteissa

Rikkipitoisia mineraaleja on sekä siinä malmissa, jonka katsotaan olevan riittävän korkeapitoista rikastamalla käsiteltäväksi että liian matalapitoisessa malmissa ja pirotteenä myös malmia ympäröivissä kivilajeissa. Malmiarvio on tehty rautapitoisuuden ja kenties myös kupari ja kultapitoisuuden (?) perusteella. Mitään julkista informaatiota ei ole ilmeisesti julkaistu rikin jakautumisesta malmin sivukivissä.

Vaikutusten arvioinnin kannalta on merkittävää, että laitoksella on useita materiaalivirtoja, joissa rikkiä voi esiintyä eri määriä. Määrältään suurin materiaalivirta on karkeaa sivukiveä (raekoko suunnilleen louhikon ja kivikon kokoluokka) mitä syntyy 370-435 miljoonaa tonnia. Sen läjitetty tilavuus on noin 200-270 miljoonaa kuutiometriä. Osa siitä on kiisuja sisältävää, mahdollisesti happoa muodostavaa ja raskasmetallipäästöjä tuottavaa. Asiaa on tarkasteltu tarkemmin myöhemmin.

Edellisen lisäksi syntyy noin 65-75 miljoonaa tonnia hienoa jätettä (raekoko n. 80% -0,065 mm; suunnilleen hienoa hiekkaa/silttiä). GTK:n koeraportin⁵ mukaan tästä kokonaismäärästä on noin kaksitoista prosenttia arvotonta korkearikkistä magneettikiisujätettä, so. noin 7-9 miljoonaa tonnia. Myös näissä jakeissa on potentiaali hapon muodostukselle. Myös tätä käsitellään tarkemmin.

Näillä materiaalivirroilla on merkittävä välillinen ympäristövaikutus myös pölyämisen kautta.

Vesi ympäristöhaasteena

Vettä laitos tarvitsee hakijan ilmoituksen mukaan noin 18 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Hakijan mukaan tuoreveden tarve on 1,7 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

"Kaivoksen vuosinettovesitase kasvaa toiminnan aikana keskimääräisenä vesivuotena tasolta 2 Mm³/a tasolle 8,9 Mm³/a. Vaihtelu erilaisina hydrologisina vesivuosina (kuiva tai märkä vesivuosi 1/100) voi olla noin 0,77–10,3 Mm³/a. Hakija katsoo, ettei jäteveden

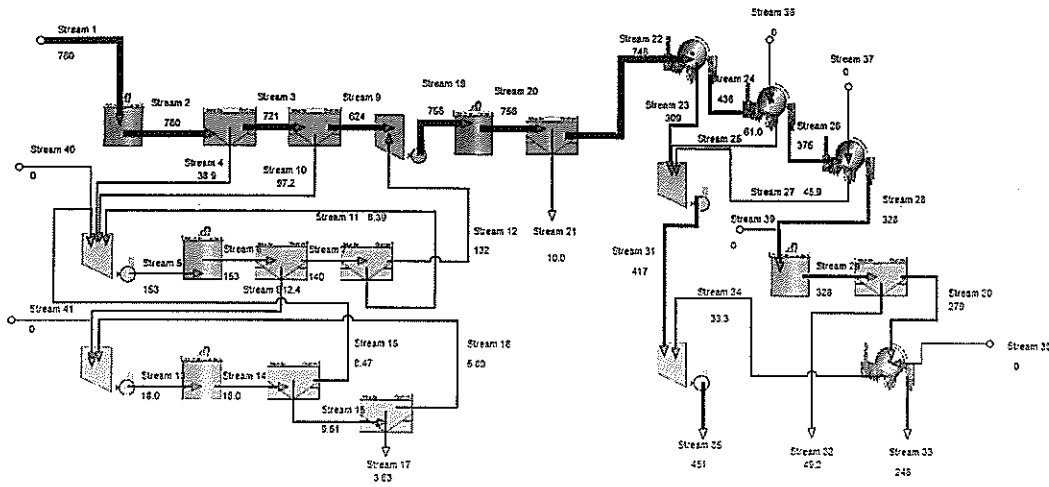
⁵ GTK raportti C/MT/2011/29; Ympäristölupa-anomuksen täydennys dokumentti 2

merkityksettömiksi ilman esitettyjä faktoja väitteiden tueksi. *Osa väitteistä ei teoriassa voi olla hakijan esittämällä tavalla.* Viranomainen pyysikin lisäselvityksiä prosessista (kysymykset 1 ja 2). Niiden perusteella on luvan hakija vastannut, että kokeita on tehty runsaasti, niistä merkittävin GTK:lla tehty tutkimus, mikä on toimitettu liitteenä. Vastauksessa ei prosessin yksityiskohtiin ole millään tavalla puututtu, joten niistä ei saa vastausta kysymykseen, jossa on pyydetty tietoa kokeiden tulosten sisällöstä.

GTK:n raportti (vastaus liite 2) antaa kuitenkin mahdollisuuden selvittää prosessia tarkemmin. GTK:lla tehtiin kokeita seitsemällä eri näytteellä, joiden yhteisen pitoisuuden keskiarvo oli jonkin verran korkeampi kuin malmiarvion annetut pitoisuudet. Näytteiden keskihajonnat olivat suuria kuvastaen sitä epävarmuutta mikä malmien käytettävyytutkimuksiin usein liittyy. Esimerkkinä rautapitoisuus, minkä keskiarvo oli 33,9% ja keskihajonta 10%-yksikköä Fe. Kuparilla vastaavat arvot olivat : keskiarvo 0,19% ja keskihajonta 0,11%-yksikköä Cu. GTK:lle toimitetun näytteen pitoisuuden vaihtelu on tilastollinen estimaatti koko esiintymän vaihtelusta. Estimaatin luottamusväliä ei käytettävissä olevan aineiston perusteella voi laskea. Se kuitenkin antaa kuvan esiintymän vaihtelusta ja siihen liittyvien väittämien epävarmuudesta.

GTK:n koetehtaalla testattiin 26,7 tonnia malmia. Jauhatushienous oli n 80% hienompaa kuin 0,065 mm, mikä on tavanomaista hienompaa. Energian kulutus oli koetehtaalla noin 18-20 kWh/t. Teollisessa mittakaavassa on odotettavissa n 10% korkeampi energian kulutus. Kokeissa kapasiteetti oli noin 0,5 t/h. Kokeissa vaahdotettiin ensin kuparipiirissä (Kuva 1, virtaukset 1-20) pienellä kokoojamäärällä (20 g/t) kuparikiisu.⁷ Kuparipiirin jätteestä (virtaus 20)

⁷ kokoojakemikaalin tavoitteena on saattaa haluttu mineraali sellaiseksi, että ilmakupla voi siihen tarttua. Tämän toiminnallisuuden aikaansaamiseksi, kemikaali koostuu kolmesta osasta, joista ensimmäinen on hiilivetyketju ja toinen osa reagoi kemiallisesti halutun mineraalin pinnan kanssa. Kolmas osa on tyypillisesti alkalimetalli ; natrium (Na) tai kalium (K), joka vedessä eroaa (dissosioituu) positiiviseksi ioniksi. Kaksi ensimmäistä osaa muodostaa myös ionin, nyt negatiivisen. Tässä tapauksessa pääkokoojana on käytetty kalium amylyksantaattia (PAX) ja

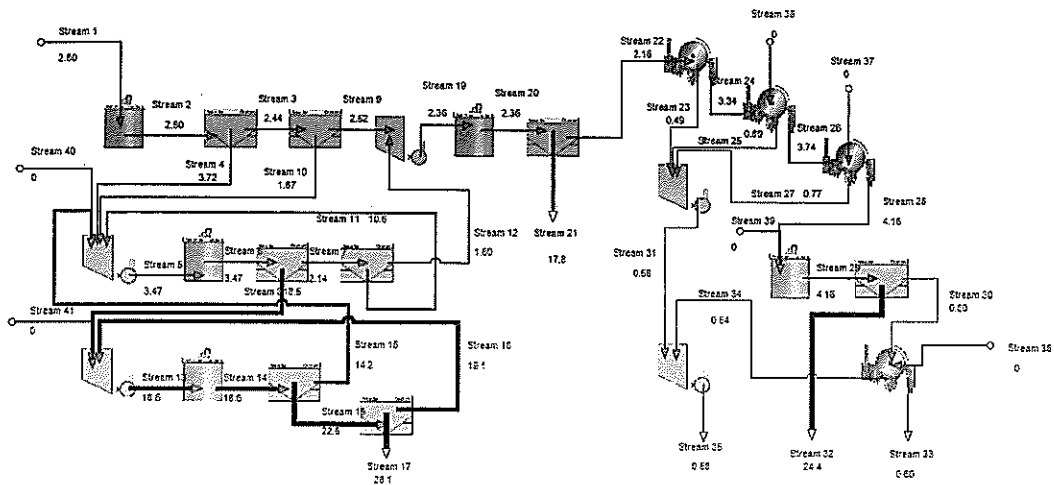


Kuva 1 Kiitoainevirtojen simulaatio, kun syöttö on 760 t/h. (90%:n käyttöasteella 6Mt/v)

Simuloinnin mukaan korkearikkisiä jätteitä ovat rikkikiisurikaste; noin 10 t/h ja magneettikiisurikaste n 49 t/h. (n 430 000 t/v). Luvut ovat varsin linjassa GTK:n esittämän arvon 58 t/h kanssa. Tällaista korkeakiisuista jätettä syntyy noin 430-450 000 t/v.

Kuva 2 esittää simuloitua vesitasetta, millä on pyritty selvittämään prosessin sisäisiä vesivirtauksia perustaksi arvioille vesien ympäristövaikutuksille. Simuloinnissa on useita sisään tulevia vesivirtauksia, joilla on huomioitu rännivedet ja magneettierottimien vaatima lisävesi. Magneettierotukselle on tyypillistä, että magneettinen jae sisältää varsin vähän vettä, joten vettä on useiden magneettierottimien sarjassa lisättävä prosessiin¹⁰.

¹⁰ GTK raportti , sivu 33. Vettä lisätty 0,43m³/h vastaten vesi malmisuhdetta 0,86.



Kuva 3. Rikkitase

Rikin todellinen jakautuminen riippuu kuitenkin siitä mikä on magneettikiisun rikkiylijäämän vaihtelu esiintymässä. Magneettikiisun ollessa monokliinistä pysynee LIMS jäte arvossa, mikä on noin $0,15 \pm ?$ % S. Jos magneettikiisun rikkiylijäämässä (magneettisuudessa) tapahtuu muutoksia malmin eri osissa niin LIMS jätteen rikkipitoisuus voi nousta yli rajan, missä sitä on pidettävä happoa tuottavana jätteenä.

Ei ole tunnettua menetelmää, jolla magneettikiisun kidemuotoa ja/tai rikkiylijäämää voitaisiin jatkuvasti prosessissa seurata ja siten muutokseen reagoida.

Kuten myöhemmin todetaan, riippuu LIMS jätteen rikkipitoisuus myös paljon rikkikiisuvaahdotuksen saannista (virtaus 21).

Prosessin mallinnus antaa merkittävää lisätietoa, joiden pohjalta hakemuksessa esitetyistä ympäristövaikutuksista voidaan esittää perusteltuja päätelmiin ja riskeihin liittyviä kysymyksiä.

Kaivosalueen vesitase

Kokonaisvesitase

Hakija esittää teolliseksi veden tarpeeksi noin 18 miljoonaa m^3/v .

varastoituneena jätealueelle. Näin ei ole. Tähän virheelliseen päätelmään tukeudutaan hakemuksessa käsiteltäessä kemikaalien vaikutuksia.

Teknisistä syistä prosessissa LIMS jätteen (jäteliete) kiintoaine prosentti on matala, alle 30%:a. Jäteliete johdetaan sakeuttimeen, jossa pyritään nostamaan jätteen kiintoaine pitoisuutta yli 70%:n. Hakemuksessa on, esitetty, että tässä käytettäisiin ns. pastasakeutustekniikkaa. Se tarkoittaa, että vedestä noin 90% palaa lyhyen (alle 1 h) ajan kuluttua Rautuvaaran selkeytysaltaalle. Sama koskee korkearikkistä jätettä. Vain pieni osa kummankaan jätelietteen vedestä menee kiintoaineen mukaan jätealueelle. Vettä sakeutetuissa jätteissä on noin 2,6 Mm³/v. Ajan kuluessa kiintoaine pakkautuu tiiviimmäksi ja vettä suotautuu pois jätteestä. Sen määräksi voi arvioida käyttäen hakemuksessa annettuja kiintoaineprosentteja noin 1,6 Mm³/v kaivoksen elinajan keskivaiheen jälkeen. Voidaan todeta, että noin 1 Mm³/v vettä voidaan poistaa laskennallisesti taseesta.

Kolmas virheellinen kohta vesitaseen käsittelyssä on säännöstely Rautuvaaran laskeutusaltaalla ja jätealueen käyttö säännöstelyyn. Kuten tästä lausunnosta ilmenee myöhemmin, on Rautuvaaran laskeutusaltaan paikallinen osavesitase erittäin haastava eikä anna käytännössä mitään mahdollisuuksia säännöstelyyn. Veden varastoiminen pastatäytetylle jätealueelle ei ole mahdollista. Jos sitä yritetään sakeuttimen alitteen kiintoaine osuutta laskemalla, muuttuu pasta liian juoksevaksi eikä pysy suunnitellussa 3,5%:n kulmassa vaan alkaa valua kohti jätealueen ja selkeytysaltaan välistä patoa ja nostaa sitä vastaan hydraulista painetta. Tämä on erittäin vaarallinen ajatus lisäten merkittävästi patojen murtumariskiä.

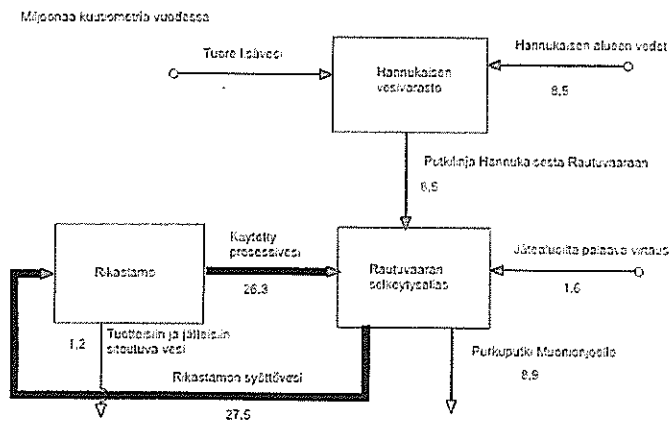
Teollinen vesitase

Hakemuksessa ei ole esitetty varsinaista teollista vesitasetta, vaikka se on merkittävässä asemassa pohdittaessa eri vesivirtojen määrien ja ominaisuuksien ympäristövaikutuksia.

Kuva 4 esittää tehtyä vesitaseen simulointia, jossa rikastamon veden tarpeeksi on otettu prosessi simuloinnin tulos, noin 28Mm³/v (3400 m³/h). Lähtökohtana on pidetty vaahdotuksen tavanomaista lietetiheyttä ja magneettierotuksen

vesitarpeen nousemisen arvoon 33 miljoonaa m³/v. Kaivosteollisuudessa tyypilliset arvot ovat 4-6 m³ vettä/tonni malmia.

Hakemuksen kuvassa 2.21 (sivu 46) on kaksi vaihtoehtoa rikastamon vedentarpeen tyydyttämiseksi. Päävaihtoehto (A) on, että kaikki Hannukaisesta tuleva vesi johdetaan Rautuvaaran selkeytysaltaalle. Katkoviivalla on esitetty vaihtoehto (B), että jokin osa vedestä johdetaan suoraan rikastamon käyttöäiliöön. Yksinkertaistettuina ne on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 5, Kuva 6)



Kuva 5. Vesitaseen vaihtoehdon A pääpiirteet, kun kaikki Hannukaisen vedet johdetaan Rautuvaaran selkeytysaltaalle (normaali sadanta).¹⁴

Oleellista molemmissa kuvissa on, että sekä tuotteet ja prosessin jäteliete, joka sisältää magneettierotuksen jälkeen tyypillisesti alle 30% kiintoainetta massasta, sakeutetaan laitoksella, ei jätealueella. Pääosa jätteestä sakeutetaan pastalaitoksella (jolle ei sijaintipiirustuksissa ole paikkaa eikä DFS:ssä investointia n 40-50 M€) noin 74 % massasakeuteen.

¹⁴ Kuvien yksinkertaistamiseksi on myös Rautuvaarassa tuleva sadanta yhdistetty Hannukaisesta tulevaan virtaukseen.

perusteella. Vedessä oleva ksantaatti saattaa aktivoida rautakiisuja kupariesirikasteeseen vaikeuttaen korkealaatuisen kuparirikasteen aikaansaamista, mikä silloin edellyttää joko pH:n nostoa nimenomaan sammutetulla kalkilla (alueelle 11 ja yli) tai painajakemikaalien käyttöä (syanidi?). Toisaalta Ca^{2+} ja SO_4^{2-} ionit hidastavat pyriitin vaahdotusta¹⁵. Jos rikkikiisua ei saada vaahdotettua erilliseen korkearikkiseen tuotteeseen johdettavaksi korkearikkiselle jätealueelle, syntyy riski sille, että LIMS jätteen rikkipitoisuus nousee. Jos esitetty (Kuva 3) pyriitin vaahdotussaanti (virtaus 21) puolittuu, tarkoittaa se, että LIMS jätteen pitoisuus nousee merkittävästi. Edellä esitetyn perusteella on myös mahdollista, että prosessiin on otettava tässä esitettyä enemmän puhdasta vettä käyttöön. Tällöin vesitase muuttuu entistä haastavammaksi ja vaikeammin hallittavaksi. Skenaariopohdintana voi esittää vaihtoehdon, jossa prosessi sietää vain 2/3 kierrätysvettä. Ensimmäinen kysymys on, voiko kaivosten kuivanapitovettä käyttää. Riskinä on pienetkin öljymäärät, jotka helposti sotkevat vaahdotuksen. Jotta voitaisiin toimia edellä esitetyn vaihtoehdon B mukaisesti, jossa vettä otetaan suoraan rikastamolle (Kuva 6), niin vesijakeiden käsittely Hannukaisessa on pohdittava uudelleen.

Magneettikiisuvaahdotuksesta tuleva vesi

Yhdistämällä simuloinnin tulokset (kuvat 1-3) ja GTK:n raportin tulokset voidaan todeta, että ympäristövaikutusten kannalta haasteellisin vesivirta on magneettikiisuvaahdotuksen jätteen vesi (virtaus 30). Kuten edellä todettiin, on monokliinisen magneettikiisun vaahdottuminen vaikeaa ja siksi GTK:n kokeissakin jouduttiin turvautumaan erittäin korkeisiin kokoojakemikaalimääriin, jotta voidaan turvata päätuotteen, rautarikasteen, matala kaupallisesti hyväksyttävä rikkipitoisuus. Veden määrä prosessin tässä osassa määräytyy pääosin rautarikasteen määrän perusteella, koska tämä virtaus menee viimeiseen heikkomagneettiseen rikastusvaiheeseen. Tämän vesivirran suuruudeksi on arvioitu noin 580 m³/h. Tähän vesivirtaan täytyy siis GTK:n raportin valossa lisätä 700g/malmitonni ksantaattia ja 1 kg/t rikkihappoa.

¹⁵ Bulut G. Ja Yenial Ü. (2016): Effects of major ions in recycled water on sulfide minerals flotation. *Minerals & Metallurgical processing*, 33, No 3 pp 137-143.

Taulukko 5-4 on ohessa laskettu yksiköiksi g/t (malmia), jotta voidaan laskea kemikaalien konsentraatioita vedessä. Taulukkoon on pyritty myös löytämään uusien käyttöturvallisuustiedotteiden (MSDS material safety data sheet) tietoja¹⁷.

Taulukko 1. Ympäristölupahakemuksen jätehuoltosuunnitelman taulukko 5-4 laskettuna 6Mt/a

Kauppanimi	Kemiallinen yhdiste	Käyttö g/t	KTT tietoja
Danafloat 245	dialkylditiofosfaatti	112	Oral LD ₅₀ 3g/kg(rat) Vesi: Akuutti LC ₅₀ 33-100 mg/l
Flokkulantti AN 913 SH	Polyakryyliamidi	34	Ei löydy Akryyliamidit geneerisesti eivät myrkyllisiä
Flokkulantti Magnafloc	Polyakryyliamidi On useita laatuja; MSDS laadulle LT27	1	LC ₅₀ (48 h) > 100 mg/l, Daphnia magna Ei biohajoava
Flotanol C-7 ¹⁸	Polypropyleeniglykooli monometyylieetteri	45	Ei löydy tarkkaa Propyleeniglykooli-monometyylieetteri MSDS; ei tietoja ymp. vaikutuksista; LD ₅₀ : 5660 mg/kg [Rat.].
Rikkihappo	rikkihappo	450	Haitallista vesieliöstölle hyvin matalissa konsentraatioissa. Voi olla vaarallista vesistöön joutuessaan. Kalojen toksisuus 2.8 µg/l 96 hrs LC ₅₀ Sateenkaarirautu.
Sam. kalkki	Kalsium hydroksidi	1030	-
MIBC	Metyyli-isobutyryyli karbinoli	157	96-hour LC ₅₀ (Rainbow Trout) = 359 mg/l. 48-hour LC ₅₀ (Daphnia magna) > 1 000 mg/l. 48-hour EC ₅₀ (Daphnia magna) = 337 mg/l.
PAX	Kaliumamyyli-ksantaatti	650	Oncorhynchus Mykiss NOEC 0,79 mg/l
NEX	Natriumetyyli-ksantaatti	8	Virtausolosuhteissa 1 ppm tappaa kaikki kalat 8 päivässä. Salmo gaidneri LC ₅₀ : 0,12 mg/l Daphnia Magna EC ₅₀ : 0,35 mg/l Daphnia Magna NOEC 0,047 mg/l
NIPX	Natriumisopropyyliksantaatti	300	Makean veden kala(?) NOEC 0,43 mg/l
CMC	Natrium karboksimeetyliselluloosa	8	Oral, rabbit: LD ₅₀ = >27 g/kg;

¹⁷ Algol Chemicals Oy, 18.12.2014 (NEX);, 31.1.14 (NIPX); 18.12.14 (PAX)

¹⁸ GTK:n pilotajossa käyttö on ollut 65 g/t

Kulmikkaan hienonnetun kappaleen pinta-ala on usein noin kaksinkertainen verrattuna palloon, jolla on sama poikkipinta-ala. Suhdetta merkitään arvolla q . (tyypillisesti käytetään arvoa $q=2,05$). Tällöin yhden kappaleen pinta-ala on noin

$$S = \frac{6}{x} q. \quad (2)$$

Kaavoista (1) ja (2) voidaan johtaa jakautuman pinta-alalle kaava²⁶

$$S = 6q \frac{\frac{m}{m-1} (k^{m-1} - x_0^{m-1})}{k^m - x_0^m}. \quad (3)$$

Olettaen, että raekoon kulmakerroin $m=1,2$, mikä on varsin tyypillinen jauhetulle tuotteelle ja että 80% rakeista on hienompaa kuin 0,065 mm, niin silloin edellä esitetystä saadaan k :n arvoksi $7,83 \times 10^{-5}$ metriä (0,783 mm). Jos edelleen oletetaan, että hienoin koko (x_0) on 3×10^{-10} metriä (30 nanometriä) saadaan laskettua arvio koko jakautuman pinta-alalle. Se on $865\,000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ hienonnettua malmia. Laskennallisen menetelmän tyypillinen epävarmuus on $\pm 20\%$. Malmin keskimääräinen tiheys oletetaan olevaksi $3,2 \text{ t}/\text{m}^3$. Tällöin jauhetun malmin pinta-ala on $270\,000 \text{ m}^2/\text{t}$. Jos edelleen oletetaan, että kaikissa prosessivaiheissa erotetut virrat ovat samoja reakooltaan²⁷, niin pinta-alasta on noin 45% jäljellä magneettikiisuvaahdotuksen syötteessä (virtaus no 29 kuvassa 1). Siinä samassa virtauksessa on mallinnuksen mukaan (kuva 3) noin 4,2% rikkiä. Voidaan olettaa, että kaikki rikki on nyt magneettikiisussa. Edelleen voidaan arvioida GTK:n raportista, että magneettikiisua on magneettikiisu vaahdotuksen syötteessä noin silloin n. 11% koko massasta. Tämä johtaa loppuarvioon, että virtauksessa 29 on magneettikiisu partikkeleiden pinta-ala $12\,700 \text{ m}^2$ tonnissa. Magneettikiisuvaahdotuksessa käytetään $500 \text{ g}/\text{t}$ amylyksantaattia (PAX) ja $230 \text{ g}/\text{t}$ isopropylyksantaattia (SIPX) (malmitonnia kohden!). PAX:n molekyylipaino on 202 ja SIPX:n 158. Tämä tarkoittaa $2,48$ moolia PAX ja $1,46$ moolia SIPX. Kun yhden moolin molekyylimäärä on Avogadron luvun mukainen ($6,06 \times 10^{23}$) voidaan laskea ksantaattiannostuksen molekyylilien lukumäärä. Kun

²⁶ ibid,

²⁷ Todellisuudessa kuparikiisurikaste on keskimääräistä hienompaa. Tästä johtuen magneettikiisun todellinen pinta-ala on pienempi kuin laskelman oletus.

Ksantaattien ympäristövaikutuksista

Ksantaateilla on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Eri tutkijoilla on varsin vaihtelevia tuloksia riippuen testin toteutuksesta ja kohteesta. Pitoisuudesta, jossa on todettu välittömänä vaikutuksena 50% kuolleisuus kirjolohen (*Salmo Gairdneri*) poikasiin on esitetty 18-20 mg/l³², Fathead Minnow (*Pimephales Promelas*) poikasiin 32-35 mg/l³³.

Huomioitavaa on, että dynaamisessa virtaavassa vedessä vaikutukset voivat olla merkittävästi suuremmat. Webb et al.³⁴ vahvistavat, että staattisessa testissä lohenpoikasten kuolleisuus on samassa suuruusluokassa kuin edellä on esitetty. Matalimmat pitoisuusarvot LC50 kuolleisuudelle olivat amylyksantaatilla. Staattisten akuuttien testien lisäksi Webb et al. tekivät virtaavassa vedessä kokeita samoilla kemikaaleilla. Kun staattisessa neljän vuorokauden testissä amylyksantaatilla 100%:n kuolleisuus saavutettiin 56 mg/l konsentraatiolla, niin virtaavassa 28 päivän kokeessa 100%:n kuolleisuus saavutettiin konsentraatiolla 1 mg/l. Isopropylyksantilla konsentraatiossa 0,3 mg/l saavutettiin 100%:n kuolleisuus jo 3:n päivän kokeessa.

Xu et al.³⁵ toteavat, että laboratorio-olosuhteissa ksantaateilla on haitallisia vaikutuksia vesikasvustoon (*Lemna Minor*) jo konsentraatioissa, mitkä ylittävät 2 mg/l. Kirjallisuudessa on myös viitteitä, että metalli kationien ja ksantaattien vuorovaikutus on myös merkittävä. Kun kuparin konsentraatio oli 5,95 µg/l ja ksantaatin 19,8 mg/l oli Fathead Minnow (*Pimephales Promelas*) kalojen kuolleisuus 96 tunnin testissä 85%:a, kun erikseen molemmat arvot olivat lähellä 50%:n arvoja. Boening³⁶ toteaaakin, että ksantaatit vaikuttavat ympäristöönsä jo µg/l tasolla ja perustelee kantansa raskasmetalli kationien ja

³² Fuerstenau M.C. et al (1975): Toxicity of selected sulfhydryl collectors to rainbow trout, *Trans. SME*, vol 256, pp 337-341.

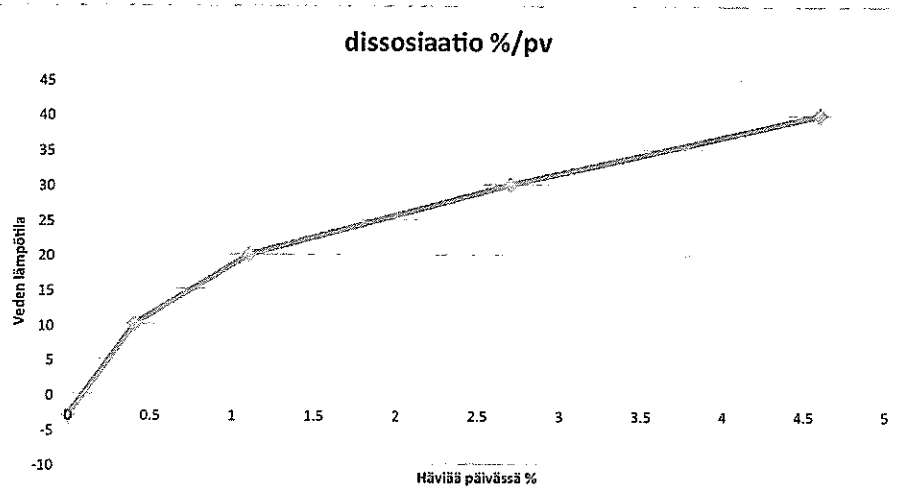
³³ Alto K., (1978): Acute toxicity of sodium isopropylxanthate to the fat head minnow (*Pimephales Promelas*) and (*Daphnia Pulicaria*), *Minnesota Pollution Control Agency*.

³⁴ Webb M. at al. (1976): The toxicity of various mining flotation reagents to rainbow trout (*Salmo Gairdneri*), *Water Research*, **10**, pp 303-306,

³⁵ Xu, Y et al (1988): Fate and effects of xanthates in laboratory freshwater systems. *Bull. Environmental Contamination and toxicology*, **41**, pp 683-689.

³⁶ Boening D.W., (1998): Aquatic toxicity and environmental fate of xanthates *Mining Engineering*, Sept.

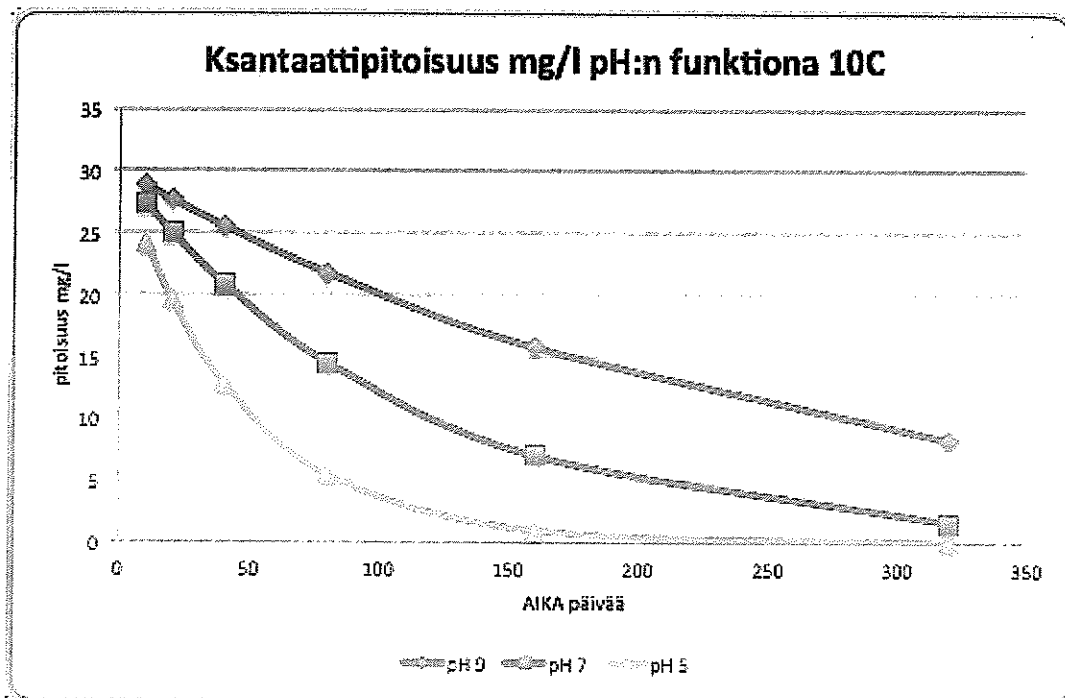
todeta, että kymmenasteisessa vedessä vuorokaudessa ksantaatista häviää alle 0,5%:a. Veden lämpötilan laskiessa arvoon 3°C on hajoaminen vain noin 0,2%:a vuorokaudessa. Ksantaatin hajoaminen on (ainakin) lämpötilan, pH:n ja ultraviolettisäteilyn funktio. Se hidastuu lämpötilan laskiessa ja kasvaa voimakkaasti pH:n laskiessa.



Kuva 7. Ksantaatin hajoaminen lämpötilan funktiona³⁸ HUOM: -3C ja 10 C pisteet on allekirjoittaneen ekstrapoloimia (Arrheniuksen kaavalla). -3C ksantaatti kiteytyy.

Suomalaisten kaivosten kokemuksesta voidaan todeta, että talvella hajoaminen on niin hidasta, että kokoojien jäännöspitoisuus vaikuttaa prosessiin aktiivisesti, kun vettä kierrätetään jätealueelta.

³⁸ Crozier et al (1984): Flotation Plant Reagents, *Mining Magazine*, Sept, 202-219.



Kuva 9. Ksantaattipitoisuuden muutos ajan ja pH:n funktiona, kun veden lämpötila on noin 10 C.³⁹

Kuvan mukaisesti hapan (pH 5) vesi nopeuttaa ksantaatin hajoamista, mutta tämänkin mukaan tarvitaan noin 3 kk varastointi, että oltaisiin alle 5 mg/l tasolla.

Voi todeta, että hakijan viittaus julkaisuun "Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus; Räsänen *et al.* 2013" ei päde yleisesti ksantaatin käyttäytymiseen, vaan koskee ksantaatin pitkäaikaista käyttäytymistä rikastushiekka varastoinnissa.

Jos edellä esitetyn perusteella tapahtuu niin, että ksantaattia on edelleen vedessä, mikä purkautuu vesistöön, ksantaatti jatkaa hajoamista edellisten kuvien esittämällä nopeudella.

Sen hajoamistuotteiden KTT datasta on tietoja taulukossa 3.

³⁹ Mustafa S. et al (2004). Effect of pH, Temperature and Time on the stability of potassium ethyl xanthate. *J. Chem. Soc. Pak*, 26, no 4, pp 363-366.

ksantaatista ei viikossakaan hajoa merkittävää määrää. Jos toimitaan toisen vaihtoehdon A (Kuva 5) mukaisesti, niin arvo on karkeasti 25-30 mg/m³. Rautuvaaran selkeytysaltaan pieni viipymäaika johtaa siihen, että ksantaatilla tai muilla kemikaaleilla ei ole mahdollista siellä hajota (kts. edellä).

Kuten edellä on todettu, ei ole selkeää käsitystä siitä mihin magneettikiisu vaahdotuksen ylijäämäksantaatti joutuu ja mitä sille tapahtuu. On kuitenkin varsin mahdollista, että Rautuvaaran selkeytysaltaasta lähtevissä vesivirroissa on havaittavia ja ympäristöön vaikuttavia määriä ksantaattia. Tämä riski korostuu, kun vedet ovat kylmiä.

Useimmissa vesivirroissa on sulfaattia SO₄²⁻ hakemuksen mukaan noin 300-350 mg/l. Magneettikiisuvaahdotukseen sulfaattia lisätään noin 1000 mg/kg.

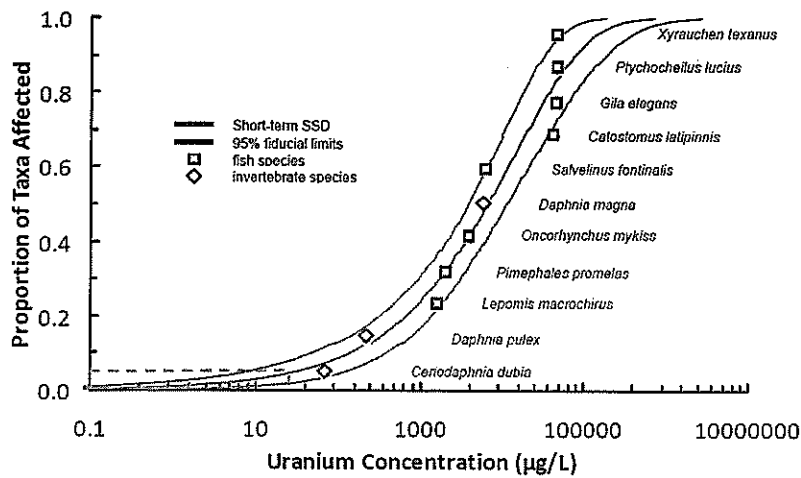
On mahdotonta arvioida esitetystä aineistosta miten sulfaattipitoisuus kehittyy ajan myötä. Vedenkäsittely vaihtoehdoista vaihtoehto B on arvioitavissa jollain alustavalla tarkkuudella. Vesienhallinta raportin tietojen perusteella voi arvioida sulfaatin olevan tasolla 1200-1500 mg/l, mutta prosessin vaikutuksen arviointi vaatisi lisää informaatiota. Saattaa olla, että se hitaasti lähenee kalsiumin kanssa kipsin liuoskylläisyyden käytännön rajaa 1800-2000 mg/l.

Muutamasta ionista on tehty samoin hyvin karkea estimaatti käyttäen vesienhallintaraportin tietoja. Sen perusteella Rautuvaaran vedessä kupari (Cu) asettuisi konsentraatioalueelle 2-4 mg/l, sinkki (Zn) 0,12-0,16 mg/l ja uraani (U) 30-50 µg/l.

Yhteenveto metalli-ionien vaikutuksista

Kuparin konsentraatio asettuu varsin korkealle huomioon otettaessa esim. US EPA vuoden 2007 kriteeristö liuenneen kuparin raja-arvoille⁴⁰

⁴⁰ Anon (2008): Aquatic life ambient freshwater quality criteria-copper, US Environmental Agency



Kuva 11. Uraanin ympäristövaikutukset CCME:n⁴² mukaan.⁴³

Vastauksessa uraanin esiintymisestä (kysymys 99 ja sen vaatimus yhtenäisestä koosteesta) hakija toteaa, että tiedot on YVA:ssa ja vaikutusten merkitys tarkentuu tekeillä olevan radiologisen perustila selvityksen myötä.

Vastausten perusteella ei uraanista saa lisätietoa ympäristöarviointien tarkentamiseksi.

Veden pumppaus Muonionjokeen

Kuten edellä on esitetty simulointien ja kirjallisuusviitteiden avulla, on olemassa selkeä mahdollisuus, että sekä Rautuvaaran selkeytysaltaalta pumpatussa että altaasta suotautuvassa vedessä on kemikaali- ja kationipitoisuuksia, jotka mahdollisesti ovat pitkäaikaisessa altistuksessa haitallisia alueen Natura arvoille.

Rautuvaaraan sijoitettavaksi esitetty vedenpuhdistamo on pelkkä kalkkisaostuslaitos, minkä nimelliskapasiteetti on 150 m³/h käsitellen vain jätealueen hiekoista suotautuvaa vettä. Kuitenkin suunnitelmissa (joista yksinkertaistetut kuvat 5 ja 6) rikastamon prosessivedet sekoitetaan ympäristöstä kerättyihin vesiin Rautuvaaran laskeutusaltaalla. Altaalta on pumpattava Muonionjokeen 6-14 Mm³/v vuoden sateisuudesta riippuen. Tällöin on rikastamon jätevesi kemikaaleineen laimentunut karkeasti 25-30%:a.

⁴² CCME, Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life- Uranium

⁴³ 1 g=1000mg ja 1 mg = 1000µg

Sivukivi ja jäte

Louhinnan sivukivet

Esiintymän kaateesta johtuen sen sivukiven louhintaosuus on melko suuri. Se on hakemuksissa esitetty kokonaisarviona olevan noin 4:1.

Kuva 12 esittää suunnitelmaa sivukiven ja malmin louhinnasta. Sivukiven kokonaislouhinta toiminta-aikana on n 400-450 000 000 tonnia.

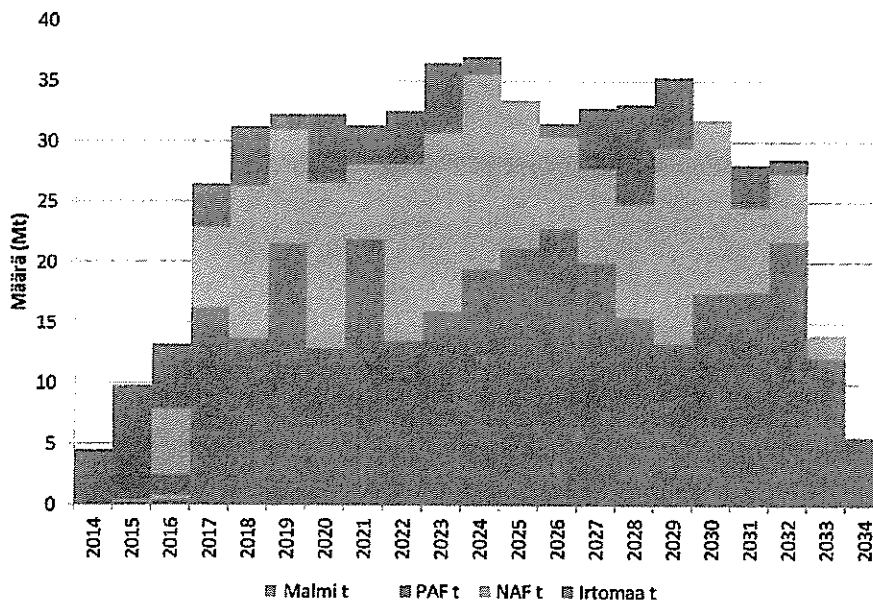
Hakemuksissa on esitetty, että esiintymän sivukiviaines voitaisiin selkeästi jakaa mahdollisesti happoa tuottamattomaan osaan ja happoa tuottavaan osaan.

Viranomaisen on pyytänyt asiaan lisäselvityksiä (kysymys 68).

Vastauksen alkuosa

" Sivukiven näytteenotolle on esitetty ohjeita lukuisissa eri yhteyksissä. Tarkkoja numeerisia ohjeita on pyritty välttämään ja tarpeen paikkakohtaisuuteen on kiinnitetty huomiota. Esimerkiksi kanadalaisen MEND-projektin sivukivinäytteenoton oppaassa määritellään näytetarpeen riippuvan geologiasta, kiven ominaisuuksien yhtenäisyydestä ja geologisten yksikköjen koosta. Näytteiden edustavuutta tarkastellaan alla näistä lähtökohdista."

ei mitenkään vastaa viranomaisen kysymykseen. Kyseinen kanadalainen käsikirja käsittelee näytteistä tehtävien mittausten suorittamista.



Kuva 12. Hakemuksessa esitetty louhintasuunnitelma.

Oheisesta kuvasta näkyy että PAF ja NAF louhintamäärät suunnitelmassa vaihtelevat 5-15 Mt kumpaakin vuodessa (Kuva 12).

yhtenevä

- muutosvyöhyke malmista sivukiveksi on kohtalaisen selkeä
- sivukivessä sulfidipitoisuus on selkeästi rajautunut.

Eri mineralisaatioiden (rikastettava; PAF; NAF) rajat eivät ole luonnossa selkeitä. Edellä esitetty tiedon (timanttikairaus) harva jakautuma sivukiven osalta ei anna mahdollisuutta selkeästi väittää, että tiedettäisiin louhittavista sivukivilohkoista onko siinä happoa tuottavaa kiveä vai ei. On toki selvää, että ne osat sivukivestä, jotka ovat selvästi karsimineraaleja omaavat merkittävän puskurointikyvyn, mutta näin ei ole geologisessa sekvenssissä katto- ja jalkapuolen dioritti ja amfibolikivien osalta.

Hakija esittää vastauksessa, että kairareikiä oli 45 ja vanhoista alueen jätekasoista otettiin 14 näytettä. Hakija esittää myös, että rikkipitoisuus on selkeästi kivilajeittain ryhmittäytyvä.

Kysymys ei ole pelkästään kivilajien pitoisuuksista, vaan oleellisesti niiden paikallisesta jakautumisesta avolouhinnan tuotantolohkoihin. Päivän tuotannon varmistamiseksi tulee sivukiveä louhia 30 000 -70 000 tonnia päivässä. Jos ajatellaan, että sivukiven räjäytyksiä on joka kolmas päivä, niin yhden panoskentän koko voi olla hyvinkin 200 000 tonnia, vastaten noin puolta eduskuntatalon tilavuudesta⁴⁴.

Voidaan perustellusti väittää, että tiedon resoluutio on tehtyihin päätelmiin nähden heikko.

Hakemuksessa esitetty jatkuva kiisupitoisuuden valvonta ei ole suurten volyymien vuoksi teknisesti uskottavasti toteutettavissa. Näytteet kemialliseen analyysiin (muutama gramma!) pitäisi ottaa (esim.) 200 tonnin louhekuormista, jossa yksittäisen kiven massa voi olla puoli tonnia tai yli. Näytteenoton teorian mukaan tarvittava näytemäärä olisi satoja tonneja vuorokaudessa, mikä olisi hienonnettava ja jaettava laboratorionäytteiksi. Niitäkin kertyisi vuorokaudessa erittäin suuri määrä. Kehitteillä olevien autokuormista pitoisuutta mittaavien

⁴⁴ 200 tonnin maansiirtoautokuormia sivukivikasoille 18-20 kpl tunnissa kaksivuorotyössä.

tuskin on kasan kasvaessa, kun maansiirtoautojen purkupaikat nousevat Kuervaaran puurajan korkeudelle ja sen yli.

PSAVI on esittänyt lupapäätöksessään PSAVI/2324/2015 pölymittauksia ja pölyn hallinnan vaikeutta Kevitsan kaivoksella, mikä on louhintamääriltään varsin vastaava kuin Hannukaisen hanke. Päätöksessä esitettyjen Kevitsan mittaustulosten perusteella voidaan perustellusti esittää, että Hannukainen Miningin hakemuksen pölypäästölaskelmat ovat alimitoitettuja.

On hyvin mahdollista, että kivipinnasta irtoavan pölyn tuulieroosio mallintamisen tulos on merkittävästi liian vähäinen jättäen raskaan liikenteen aiheuttaman pölyämisen vähälle huomiolle ja runsaasti pölyä leviää kasan läjityksestä turismin kannalta merkittäville alueille.

Jätejakeet

Hienonnettu vähärikkinen jäte

LIMS jäte on hakemuksessa luokiteltu happoa tuottamattomaksi. SGS:n kokeissa sen NP/AP suhde oli 1,3 ja rikkipitoisuus 0,31% S. GTK:n koetehdasajoissa sen NP/AP suhde oli 1,9 ja rikkipitoisuus 0,34% S. Se oli kuitenkin luokiteltu happoa tuottamattomaksi. Perusteluja sille miksi näin on menetelty ei ole esitetty. Tässä kiinnittää huomiota näiden kahden näytteen merkittävät erot, mitkä kielivät tilastollisesta epävarmuudesta⁴⁶. LIMS de-sulp sarakkeessa on jäte selkeästi happoa tuottamaton, mutta tulos perustuu vain laboratoriovaahdotus tulokseen, joten sen todistusarvo on rajoitettu. Jätehuoltosuunnitelma ei mitenkään ota huomioon mahdollisuutta, että kierrätysvedellä toteutettuna teollisen rikkikiisu vaahdotuksen rikin saanti ei olekaan laskelmissa käytetty (kts edellä). Tällöin on mahdollista, että LIMS jätteen rikki nousee ja sitä myöten NP/AP suhde heikkenee. On olemassa riski, että ainakin ajoittain LIMS jäte ei täytä vaatimusta happoa tuottamattomasta jätteestä. Kun se varastoidaan pastana syntyy tästä riski raskasmetallipitoisesta vesivirrasta Rautuvaaran selkeytysaltaalle. Jos näin tapahtuu vain harvakseltaan, niin Rautaruukin vanhan jätealueen bentoniitti

⁴⁶ Jätehuoltosuunnitelma, taulukko 6-3.

On selkeä riski, että louhoksen ja Äkäsjoen välillä voi tapahtua merkittävää veden suotautumista tai jopa purkautumista louhokseen. Riskin mahdollinen toteutuminen vaikuttaisi merkittävästi Äkäsjokeen ja sen luonnontilaan. Sen puhdistus- ja korvausvelvollisuus johtaisi yhtiön likviditeettikriisiin ja mahdollisesti yhtiön toiminnan loppumiseen. Yhteiskunnan osalta riskin toteutuminen johtaisi tarpeeseen merkittävästä taloudellisesta panostuksesta ympäristövahinkojen korjaamisessa.

Tämän riskin arvioimiseksi on Äkäsjoen, maantie 940:n ja avolouhoksen väliseltä kannakselta tehtävä perusteellinen hydrologinen ja maaperägeologinen kartoitus.

Muonionjokeen kohdistuva riski

Kuten on todettu, on Rautuvaaran 0,7 Mm³ laskeutusallas hyvin pieni siihen tuleville vesivirroille⁴⁸. Tasapainotilassa sen viipymäaika on noin viikko, kun allas on periaatteessa täynnä. Keväällä ennen lumen sulamista on altaalta pumpattava vettä Muonionjokeen niin paljon, että siihen mahtuvat kevään sulamisvedet Rautuvaaran keräily alueelta ml. jätealueet. Jos altaaseen jätetään vettä 0,35 Mm³ on tilaa 0,35 Mm³ sulamisvesille. Tällöin kuitenkin altaan viipymäaika laskee kolmeen vuorokauteen ja veden laatu lähenee rikastamon jäteveden laatua; mm raskasmetalli- ja ksantaattipitoisuudet nousevat. Jos valuma-arvona käytetään SYKE:n mallin mukaisia arvoja on täysin mahdollista, että lämpimän kevään aikana kokonaisvesivirta laskeutusaltaalle voi nousta yli 150000 m³/pv. Jos mukaan otetaan Ylläksen suunnasta tuleva jäteveden todennäköinen volyymin muutos voi luku olla suurempikin. Jos tällainen toteutuu, on ryhdyttävä joko hätäpumppeuksiin tai pysäytettävä laitos. Hakemuksessa ei ole mitään mainintaa muusta puhdistuksesta kuin pienestä kalkkisaostuslaitoksesta, mikä on sijoitettu puhdistamaan jätealueelta suotautuvaa vettä 150m³/h, **ei siis vettä, mikä pumpataan Muonionjokeen.** Hätäpumppeuksissa voidaan joutua jopa käyttämään koko Muonionjoen

⁴⁸ Se myös hitaasti täyttyy hienolla savimaisella kiintoaineksella

Patoriskit

Hakija vähättelee patoriskejä. Historiatiedon valossa patojen murtumariski poikkeaa nollasta niin paljon, että sitä ei olisi tullut jättää pelkän patoluokituksen kerronnan varaan ja toteamukseen, että vaikutus olisi ”rikastehiekan valuminen” eikä ympäristövaikutuksia juuri olisi.

Rautuvaaran selkeytysallas

Rautuvaaran selkeytysallas muodostaa merkittävän patoriskin. Haasteena altaan stabiilisuudelle on sen suuri vesikierto.

Alueen topografia on erittäin vaativa patoturvallisuuden kannalta. Heti kaivospiirin etelärajalta Niesajoki ahtautuu vaarojen väliseen kapeaan laaksoon. Alueen ahtaus ja sen korkeuserot tekevät mahdollisten patovuotojen hallinnan erittäin vaativaksi ja nostavat merkittävästi vaikutuksia Niesajokeen, jos riski realisoituu.

Aikaisemmin lausunnossa on esitetty arvioita selkeytysaltaan veden laadusta. Jos tällaista vettä purkautuu, esim. 0,5 Mm³ äkillisesti Niesajokeen, ylittyvät kaikki kemikaalien ja raskasmetallien sekä sulfaatin pitoisuudet joessa.

Niesajoella ei vähäisen virtaamansa vuoksi ole juurikaan kykyä puskuroida ja laimentaa tällaisten riskien toteutumisen vaikutuksia.

Hakemuksesta poiketen voi väittää, että koko Niesajoen biotyyppi tuhoutuu, jos riski toteutuu.

Rikastehiekan varastoaltaat

Vanhan rikastushiekka-alueen käytöstä on esitetty, että uutta rikastehiekkaa aletaan kasata Rautaruukin kunnostaman alueen päälle. Kunnostukseen on tarkoitus käyttää bentoniittimattoa. On hieman epäselvää tuleeko korkearikkinen jätealue perustettavaksi osin tämän bentoniittimaton päälle. Bentoniitti ei siedä kovin hyvin happamia vesiä ja saattaa nopeastikin alkaa päästää vettä lävitse.

(kts esim. ksantaatin ja rikkihiilen materiaaliturvallisuustiedotteet).

Ksantaattipalossa syntyy mm lipeää, mikä on tappanut kaloja mm. Kalajoen varressa tapahtuneessa ksantaattipalossa.

Sekä kemikaalien toksisuus ja paloriski ovat sitäkin tärkeämpiä, kun suunnitellun rikastamon vieressä olevalta Sotkavuoman suolta johtaa puro suoraan Niesajokeen.

Esiintymän taloudellinen tarkastelu

Taloudellisen tarkastelun tavoitteena on saada lisävalaistusta hankkeen ympäristöllisten vaikutusten ja kansantaloudellisen hyödyn välille.

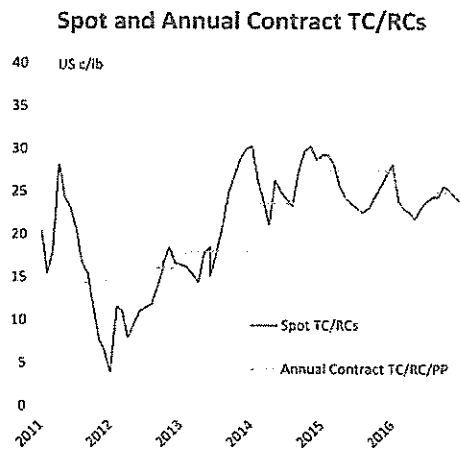
Käytettävissä on ollut julkisista lähteistä saadut kannattavuus tutkimuksen perusteena olevat hintaolettamukset ja raportoidut tuotannon arviot. Lisäksi saatavilla ovat olleet investoijille esitetyt yksikkökustannus arviot ja herkkyysanalyysit.

Tuotannon arvoista voidaan tehdä vain karkeita laskelmia. Ensinnäkin kokonaisraudan esittäminen malmiarviossa on harhaanjohtavaa, koska huomattava osa raudasta on sitoutunut rikin kanssa kiisuihin. Julkisista tiedoista voidaan karkealla tasolla laskea, että noin 4-5%-yksikköä raudasta on sitoutunut sulfideihin (magneettikiisu FeS, rikkikiisu FeS₂ ja myös kuparikiisu CuFeS₂). Tämä raudan osuus ei ole käytettävissä rautarikasteen tuotantoon. GTK:n koeraportin perusteella raudan saanti magnetiittina on noin 85% ja kuparin saanti samoin noin 85%. Kullan saanti kuparirikasteeseen (ainoan tuotteeseen, jossa siitä saa maksun) on noin 70%. Myytävää rautarikastetta syntyy tonnista malmia noin 34% ja kuparirikastetta noin 0,65%:a. Näitä GTK:n kokeelliseen raporttiin perustuvia arvoja on käytetty seuraavassa taloudellisessa tarkastelussa.

Rikastetuotannon tulot

Kuparin myyntitulon arvioinnissa on käytetty pitoisuutena 25% Cu ja vähennyksenä 1%-yks pitoisuudesta. Lisäksi on otettu huomioon normaalien myyntikaavojen maksuvähennys (so. 98% Cu hinnasta maksetaan ja sivutuotteen kullasta maksetaan 90%). TC ja RC vuoden 2016 sopimustasosta (TC=95USD/t ja RC 0,095USD/lb Cu) ja rahti 10€/ rikastettoni. Kullasta pitoisuus vähennys 1 g/t ja pitoisuus GTK:n esittämä 7g/t. Tällöin yhden kuparirikastetonnin arvo on noin 1320 USD. Kun malmitonnista tulee n. 6,5 kg rikastetta päädytään siihen, että kuparirikasteesta saadaan tulona 8€/malmitonni.⁵²

Malmin kupari ja kultapitoisuudet vaihtelevat huomattavasti ja erikoisesti Kuervaaran malmista kuparin antama tulovirta on suurempi kuin Laurinojan (Hannukaisen) esiintymästä.



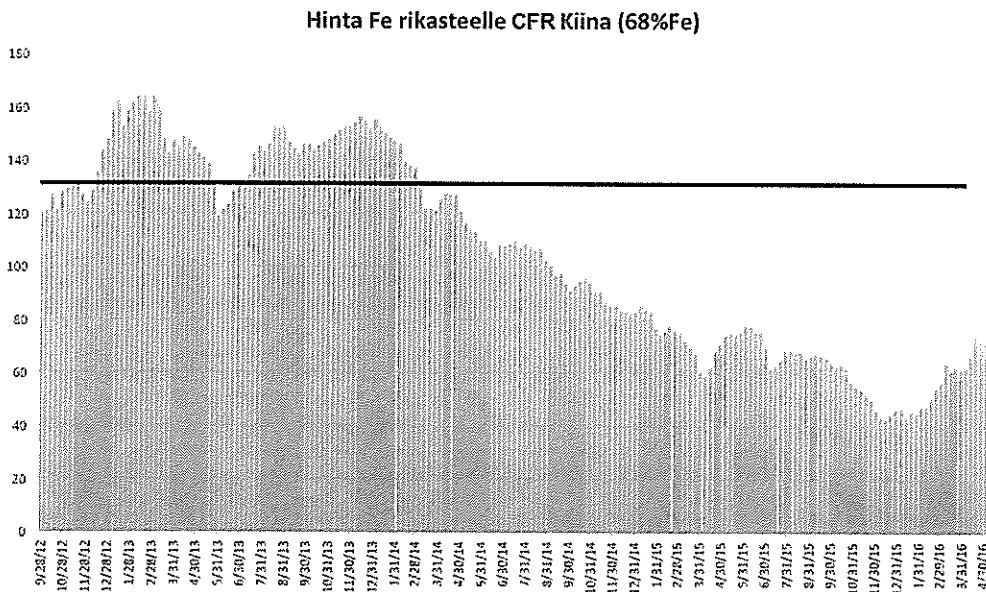
Kuva 15. Kuparirikasteen TC ja RC sopimushinnat

Kuparin hintakehityksen osalta on nähtävissä nousupaineita, koska vain noin 40% tuotannosta on kustannuksiltaan alle 2 USD/lb. Joitakin uusia isoja laitoksia on pitkällä projektivaiheessa, mutta myös joukko merkittäviä tuottajia on vähentänyt kapasiteettiaan. Kuparin osalta DFS hintaskenaariota voidaan pitää uskottavana.

⁵² Dollarin vaihtokurssina on käytetty 1€=1,065USD; $1320 * 0,0065 * 1 / 1,065$

rahtikustannuksena 10 €/ rautarikastetonne (vastaa n 3€/ malmitonne) Pohjois-Suomen satamasta Qingdaon satamaan.

Laskelmassa on käytetty hintaa 1,15USD/dtmu, jolloin 67,5% rikasteen hinta on 79 USD tonni (CFR). Hinnalla 79 USD/t (so. noin 80% 7.2.17 pörssihinnasta, mutta 130% 12.6.2017 pörssihinnasta) on rahti huomioiden rautarikasteesta saatava myyntitulo noin 23 €/ malmitonne.⁵⁵



Kuva 17. Rautarikasteen hinta (USD/t 68%Fe) CFR Kiina. Kuvassa oleva viiva on Hannulaisten laskelmissa käyttämä arvo.



Kuva 18. Rautarikasteen hinta CFR (68%Fe) Kiina vuonna 2016 ja vuoden 2017 alussa.

⁵⁵ $= (79 - 10) * 0,35 * 1 / 1,065 = 22,5€$

Kuva 20 antaa hintojen pitkäaikaisesta kehityksestä jotain osviittaa. Kuvassa on vuoden 2015 kaikkien maailman rautakaivosten tuotantokustannukset (FOB) so. ilman rahtia. Kuten kuvasta näkyy, maailman 1400 miljoonan tonnin tuotannosta 85%:a tapahtuu alle 40 USD/t kustannuksin (rikastettonni). Suuret halvan hinnan tuottajat kykenevät nopeisiin kapasiteetin lisäyksiin, joten hintakilpailu saattaa olla rajuakin, kuten se oli 2012-2013 (kts Rio Tinto, Vale, BHP-Billiton ym. vuosikertomukset).

Rikaste tuotot yhteensä

Kuparikaste tuottaa 8€/t ja rautarikaste 23€/t. Yhteensä tämä on 31€/t ja bruttona n (6 Mt/vuosi) 190 000 000€/ vuosi. Julkisuudessa Hannukainen Mining Oy on esittänyt tulovirraksi 234 000 000€/v. Merkittävin poikkeama edelliseen laskelmaan on kuparirikasteen tuottama tulovirta. Se on laskettu n 60000 rikastetonnin varaan. Tällainen määrä on saavutettavissa vain kannattavuuslaskelmassa (Highlights of the DFS) annettua kuparipitoisuutta merkittävästi korkeammalla Cu pitoisuudella (0,18% vs 0,28%).

Pääomakustannukset

Northlandin investoijille suunnattu "Highlights of the DFS" julkaisu esittää, että laitoksen investointikustannus on alkuvaiheessa 570 M€ ja kokonaisuudessaan 720 M€ ja sulkemiskustannukset 90 M€. Jos investoinnille laskee 15 v kuoletusajan ja 6%:n koron, niin lainan kustannus on tasaisin annuiteetein noin 12,7 €/malmitonni. Koska esim. vesienkäsittelylle ja pastasakeutuslaitokselle ei ole investointibudjettia, nousse lopullinen pääomakustannus noin 13€/t tasolle. Julkisuudessa⁵⁷

Hannukainen Mining Oy on esittänyt pääomakustannukseksi rakennusaikana n 230 M€. Tätä on pidettävä erittäin epärealistisena, jopa harhaanjohtavana arviona, vaikka esim. liikkuva kaivoskalusto olisi leasing sopimuksella (se puolestaan lisää käyttökustannuksia vastaavasti!) ja osa maanrakennustöistä

⁵⁷ Vuorovaikutus tilaisuus 6.6.2017, Kolari

34€/t). SRK:n arvion kanssa hyvin samanlaiseen arvioon pääsee Infomine⁶⁴ kustannus evaluointi ohjelmalla. Aineistosta on vaikea nähdä onko kuparirikastuksen kustannukset jo tässä summassa, mutta oletetaan niin. Lukuihin on laskettu Fe-rikasteen rahti Kokkolaan mukaan. Jälleen kuparirikasteen rahti on epäselvä. Tässä esitetyssä laskelmassa rahdit on huomioitu pienentyneenä myyntitulona, joten ne on poistettava käyttökustannusarvioista. Muista Northlandin vanhoista lähteistä on tieto, että käyttökustannukset ovat jopa 127USD/t, mikä vastaa noin 44 €/malmitonni. Eri arviot osoittavat kustannustietojen tämän hetkisen epävarmuuden.

Kokonaiskustannus vuosittain olisi lainanhoito mukaan laskien noin 40-43€/malmitonni (ilman sulkemisen kustannusta ja ilman rahteja) On jälleen huomioitava, että ympäristönhoitokustannuksia ei Northlandin aineistossa ole. Niiden suuruusluokka tulee olemaan 1-2€/malmitonni.

Taloudellinen arvio

Lopputuloksena on, että kustannukset ovat (ml lainan hoitokulut) suuruusluokkaa 40-43 €/t (malmitonni) ja tulovirta suuruusluokkaa 28-33€/t (malmitonni).

Hanke on kannattava vain erittäin epärealistisilla olettamuksilla.

Lasketuilla hinnoilla tuotannon tappio olisi noin 50-60 000 000 €/v. Tämän päivän spot LME hinnoilla tappio olisi n. 25-30 000 000 €/v.

Hanke on erittäin herkkä kokonaistuotantokustannuksille ja rautarikasteen maailmanmarkkinahinnalle ja kestämaton pienillekin teknisille ongelmille, mitkä vaativat investointeja.

⁶⁴ Infomine Inc.

Merkittävimmät ympäristöriskit syntyvät veden sekä sivukiven ja jätteen käsittelystä pölyämisenä, happamana suotautumina ja vesistöpäästöinä sekä erillisinä riskikohteina patomurtumat.

Vesitase ei huomioi mitenkään tuotantolaitoksen vesiä. Tämä johtaa siihen, että hakemuksessa ei ole identifioitu niitä vesivirtoja, joissa haitta-aineita on. Suunnitelmassa kaikki sekä Hannukaisen että Rautuvaaran kuivanapito- ja hulevedet kerätään samaan pieneen Rautuvaaran selkeytsaltaaseen, mihin johdetaan myös käytetty prosessivesi. Tämä Rautuvaaran selkeytsaltaan vesi sisältää kaikki kemikaalijäämät, ja muut prosessissa syntyneet epäpuhtaudet sekä kaivoksessa syntyneet sellaiset epäpuhtaudet, joita ei kalkkisaostuksella Hannukaisessa ole voitu poistaa (typpiyhd.). Siksi esitys eri virtojen puhdistamiseksi on täysin puutteellinen ja virheellinen.

Hakemuksessa veden puhdistuksesta on esitetty vain ylimalkaisia kuvauksia keskittyen muutamaisiin metalli-ioneihin, joiden saostaminen kalkilla ei ole merkittävä haaste. Hakemus jättää vähälle huomiolle ympäristövaikutusten kannalta tärkeät mm. sulfaatin ja rikin tiosuolat, nitraatit, uraanin ja alumiinin huomiotta. Erikoisesti hakemus väittää prosessikemikaalien sitoutuvan kiintoaineeseen ja siten niillä ei olisi mitään ympäristövaikutusta. Kemikaalien turvallisuustiedotteita (KTT) ei ole otettu missään huomioon ja esitetyt KTT:t ovat vanhentuneita, mikä on anteeksiantamatonta. Tämän lausunnon yhteydessä tehdyissä simuloinneissa on osoitettu, että on hyvin mahdollista, että ympäristölle erittäin haitallisia kemikaalijäämiä on prosessin jätevesissä ja siten väistämättä Rautuvaaran selkeytsaltaan vedessä. Näin on erikoisesti arktisissa oloissa, jossa veden lämpötila on matala, jolloin suurten prosessiin lisättyjen ksantaattimäärien hajoaminen on hyvin vähäistä.

Selkeytsaltaalta Muonionjokeen pumpattavaksi suunnitellulle vedelle ei ole suunniteltu mitään puhdistusta, vaan luotetaan Muonion joessa tapahtuvaan laimentumaan. Tätä ei YVA:ssa tuotu selkeästi esille.

Jos tehokkaampaa puhdistuslaitosta on aikomus suunnitella, ei se haettuun kaivospiirin hevin mahdu eikä sille näyttäisi olevan pääomabudjettia.

taloudellisuuden raja noin 0,40 USD/dtmu tai alle, niin hankkeen taloudellinen tulevaisuus ei ole vakaalla pohjalla.

Hakija on julkisuudessa tämän hakemuksen jättämisen jälkeen esittänyt hankkeen kustannuksista niin paljon aikaisempaa matalampia arvioita, että olisi perusteltua tämän hakemuksen arvioinnin kannalta tuoda esiin ne hankesuunnitelman muutokset, millä kannattavuustutkimuksen esittämä pääomakuluarvio on puoliintunut.

Kokonaisuutena hakemus ei anna riittävällä tavalla tietoja, että ympäristöön kohdistuvat vaikutukset voitaisiin päätöksen teon pohjaksi arvioida.

Useissa kohdin hakemus sisältää vaikutusten arvioinnissa tietoja, jotka eivät luonnontieteiden ja käytettävissä olevien teknisten ratkaisujen ominaisuuksien valossa ole perusteltuja.

Arktisten olojen erityispiirteet on sivuutettu hakemuksessa kokonaan. Niillä on merkittävä ympäristöriskejä lisäävä vaikutus ja arktisella luonnolla puolestaan huonompi ongelmien puskurointikyky.

15.6.2017

Kari Heiskanen

Kari Heiskanen

TkT, Prof. (emer.)