

Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden jatkokartoitus (KAJAK II)

Anna Tornivaara, Marja Liisa Räisänen, Heikki Kovalainen ja Sari Kauppi



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 12 | 2018

Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden jatkokartoitus (KAJAK II)

**Anna Tornivaara, Marja Liisa Räisänen,
Heikki Kovalainen ja Sari Kauppi**

Helsinki 2018

Suomen ympäristökeskus



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 12 | 2018
Suomen ympäristökeskus
Kulutuksen ja tuotannon keskus

Julkaisun otsikko: Suljettujen ja hylättyjen kaivosten
kaivannaisjätealueiden jatkokartoitus (KAJAK II)

Kirjoittajat: Anna Tornivaara¹⁾, Marja Liisa Räisänen¹⁾,
Heikki Kovalainen²⁾ ja Sari Kauppi³⁾

¹⁾ Geologian tutkimuskeskus, ²⁾ Pohjois-Pohjanmaan ELY,

³⁾ Suomen ympäristökeskus

Vastaava erikoistoimittaja: Riina Antikainen

Rahoittajat: Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)

PL 140, 00251 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Kansikuva: Orijärven avolouhos ja kaivostorni. Kuva Anna Tornivaara

Taitto: DTPage Oy

Julkaisu on saatavana veloituksetta internetistä:

www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä ostettavissa

painettuna SYKE:n verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-4929-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-4930-6 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkok.)

Julkaisuvuosi: 2018

ESIPUHE

EU:n kaivannaisjätedirektiivin mukaan käytöstä poistetut tai hylätyt vakavaa ympäristön pilaantumista tai ympäristölle mahdollista vaaraa aiheuttavat kaivannaisjätteen jätealueet tulee luetteloida ja luettelon tulee olla julkisesti saatavilla. Suomen käytöstä poistetut ja hylätyt kaivannaisjätealueet kartoitettiin vuosina 2011–2013 ja hankkeen loppuraporttiin koottiin kartoituksen tulokset ja jatkotoimenpide-ehdotukset. Kartoitukseen ei sisällynyt maastokäyntejä.

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus), Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE) ovat ympäristöministeriön toimeksiannosta selvittäneet jatkotoimenpidetarpeen edellä mainitun kartoituksen loppuraportin taulukossa 3 luetteloiduille metallimalmikaivoksille (Räisänen ym. 2013b). Tarkempaan tutkimukseen valittujen kaivosten jätealueiden perustiedot ja aiemmat ympäristöntilaan liittyvät tutkimustulokset koottiin yhteen analysoitavaksi, minkä lisäksi selvitettiin valvontaan liittyviä toimenpiteitä, viimeisin lupa- ja mahdollinen kaavoitustilanne. Lupa- ja valvontatietoja selvitettiin pääsääntöisesti sähköisesti saatavilla olevan aineiston pohjalta. Vanhempaa tietoa voisi löytyä paperimuotoisena esimerkiksi ELY-keskusten ja aluehallintovirastojen arkistoista. Tämän hankkeen aikana arkistojen tarkempaan läpikäymiseen ei kuitenkaan ollut mahdollisuutta. Useimmille jätealueille tehtiin maastokatselmus sekä muutamista kohteista tutkittiin pintavesien fysikaalista laatua. Mittaustuloksia ja jätealueiden maastokartoituksen havaintoja on esitetty taulukoiden ja paikkatietojen avulla. Maanmittauslaitoksen kartta-aineistosta on hyödynnetty etenkin laserkeilausaineistoa (LiDAR-data), mikäli alueelta sellainen on ollut saatavilla. Aineisto avaa mahdollisuuden nähdä kaivosjätealueiden ja niiden ympäristön muotoja kolmiulotteisesti, ja tuo esiin rakenteita, joita jopa maastossa jää helposti havaitsematta.

Tämän hankkeen tuloksena on kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointia koskeva luettelo, joka on tarkoitettu valvontaviranomaisten työn tueksi. Erityisesti ympäristöriskejä omaaville kaivosalueille suositellaan tehtäväksi mahdollisimman pian jatkoselvityksiä kunnostustoimien tarpeellisuuden arvioimiseksi ja niiden toteuttamiseksi. Niille alueille, joista ei käytössä olevan tiedon perusteella aiheudu merkittäviä ympäristö- tai terveyshaittoja, kiireellistä jatkoselvitystä ei suositella, vaan jatkotoimenpide-ehdotus voi koskea esimerkiksi päästöjen ja alapuolisen vesistön laadun tarkkailuohjelman jatkamista tai kertaluontoista, laajempaa pintavesien laadun selvitystä. Ne kaivosalueet, joilta jätealue on poistettu jätteen hyötykäytön takia tai joilla ei ole käytössä olevan aineiston tai maastotarkastuksen perusteella merkittäviä ympäristö- tai terveysvaikutuksia, ehdotetaan poistettavaksi ympäristöviranomaisten ylläpitämästä Suomen EU-kaivannaisjäteluettelosta (Stén 2012). Samoin luettelosta voidaan poistaa kohteet, joissa on luvanvarainen jätealueiden kunnostus käynnissä tai joissa on voimassa kaivospiiri, mikäli kohteella kaivostoiminta alkaa uudelleen tai kunnostustoimenpiteet todetaan jälkitarkkailun jälkeen toimiviksi.

TIIVISTELMÄ

Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannais-jätealueiden jatkokartoitus (KAJAK II)

Suomessa kartoitettiin vuosina 2011–2013 EU:n kaivannaisjätedirektiivin mukaiset suljettujen ja hylättyjen vakavaa ympäristön pilaantumista tai ympäristölle mahdollista vaaraa aiheuttavat kaivannaisjätealueet. Hankkeen loppuraportissa esitettiin 30 kaivoksen kaivannaisjätealueelle jatkotoimenpidetarpeet. Tässä jatkohankkeessa (KAJAK II) keskityttiin pääasiallisesti näiden 30 kaivoskohteen ja esille nousseiden kahden lisäkaivoskohteen nykytilan ja jatkotoimenpidetarpeiden selvittämiseen.

Raporttiin on koottu tietoa tutkittavien kohteiden kaivostoiminnasta ja kaivannaisjätteistä, läjitysalueiden sijainnista ja tiedossa olevista ympäristövaikutuksista, hankkeen aikana toteutetusta maastotarkastuksista ja kenttämittauksista sekä kaivostoimintaan liittyvistä luvista ja valvonnasta sekä alueen mahdollisesta kaavoituksesta. Lupa-asioihin ja valvontaan liittyvässä kohdassa keskityttiin lähtökohtaisesti ympäristönsuojelu- ja vesilainsäädäntöihin. Raportissa kuvataan kaivosalueen vaikutusta maankäyttöön ja esitetään suosituksia jatkotoimenpiteiksi. Tämän selvitysten perusteella kaivosalueet ryhmiteltiin ympäristökuormituksen ja -vaikutusten mukaan: 1. happamia valumavesiä tuottavat kaivosalueet, 2. neutraaleja/lähes neutraaleja metallipitoisia vesiä tuottavat kaivosalueet, 3. kaivosalueet, joiden ympäristökuormituksesta on saatavilla vain vähän tutkittua tietoa, 4a. kohteet, joissa on voimassa kaivospiiri tai kunnostus käynnissä ja kunnostukselle ympäristölupa, 4b. kaivosalueet, joiden ympäristökuormitus oli pientä käytössä olleen aineiston perusteella. Raportissa tuodaan myös esille vanhojen ja/tai konkurssiin joutuneiden ja varattomaksi päätyneiden kaivosalueiden kunnostamisen ongelmallisuutta ja esitetään selvennettäväksi näiden kaivosalueiden nykytilaselvityksen, kunnostamisen ja ympäristön tilan tarkkailun toteuttamisen vastuuta.

Asiasanat: *Kaivokset, jätteet, ympäristövaikutukset, riskinarviointi, toimenpidesuosituks*

SAMMANDRAG

Fortsatt kartläggning av deponier för utvinningsavfall för nedlagda och övergivna gruvor (KAJAK II)

I Finland kartlades 2011–2013 de deponier för gruvavfall för nedlagda och övergivna gruvor enligt EU:s gruvavfallsdirektiv som orsakar allvarlig förorening av miljön eller eventuell fara för miljön. I projektets slutrapport presenterades behoven av fortsatta åtgärder för 30 gruvors deponier för gruvavfall. I detta fortsatta projekt (KAJAK II) fokuserade man huvudsakligen på att utreda nuläget för dessa 30 gruvor och ytterligare två gruvor som kommit upp samt deras behov av fortsatta åtgärder.

I rapporten har sammanställts uppgifter om gruvverksamheten och gruvavfallet vid de undersökta objekten, upplagringsområdenas placering och kända miljöeffekter, de utförda fältinspektionerna och fältmätningarna under projektet samt tillstånd och tillsyn avseende gruvverksamhet samt eventuell kartläggning av området. I fråga om tillstånd och tillsyn fokuserade man i synnerhet på tillstånd och tillsyn enligt miljöskydds- och vattenlagstiftningen. I rapporten beskrivs gruvområdets inverkan på markanvändningen och ges förslag till fortsatta åtgärder. Utifrån denna utredning grupperades gruvområdena enligt miljöbelastningen och miljöeffekterna: 1. gruvområden som producerar sura avrinningsvatten, 2. gruvområden som producerar neutrala/nästan neutrala metallhaltiga vatten, 3. gruvområden om vilkas miljöbelastning det endast finns lite forskningsbaserad information tillgänglig, 4a. gruvor med ett gällande utmål eller pågående istandsättning och ett miljötillstånd för istandsättningen, 4b. gruvområden vars miljöbelastning enligt det tillgängliga materialet var liten. I rapporten tas även upp problem kring istandsättning av gamla och/eller konkursdrabbade gruvområden som blivit medellösa och föreslås att ansvaren kring utredning av dessa gruvområdens nuläge, istandsättning och monitorering utreds.

Ämnesord: *Gruvor, avfall, miljöeffekter, riskbedömning, åtgärdsrekommendationer*

ABSTRACT

Continued survey of the extractive waste facilities of closed and abandoned mines (KAJAK II)

Between 2011 and 2013, Finland surveyed the extractive waste facilities of closed and abandoned mines that may cause serious negative environmental impacts or have the potential of becoming in the medium or short term a serious threat to human health or the environment, in accordance with the EU's Extractive Waste Directive (2006/21/EC). The final report of the project presented needs for further studies in the waste facilities of 30 mines. This continuation project (KAJAK II) primarily focused on determining the current status and possible needs for further actions at these 30 mine locations as well as two additional locations that were identified at a later time.

The report includes compiled information on mining activities at these locations as well as extractive waste, location of mine waste facilities, known environmental impacts, field investigations and measurements, permits and control arrangements related to the mining operations and possible zoning. The section on permits and control focused largely on the permits and control arrangements referred to in the environmental protection and water legislation. The report describes the impact of each mining site on land use and presents recommendations for further actions. Based on this survey, the mining areas were grouped in accordance with environmental load and impacts: 1. mining areas that produce acidic mine drainage, 2. mining areas that produce neutral/almost neutral metal-bearing water, 3. mining areas on which very little researched data exists with regard to environmental load, 4a. locations where a mining concession is active or where licensed remediation is under way, 4b. mining areas where the environmental load is low based on the available data. The report also addresses the problems related to the remediation of old and/or bankrupted and insolvent mining sites and proposes the clarification of the responsibilities for determining the current status of these sites, and remediation and monitoring them.

Keywords: *Mines, waste, environmental impacts, risk assessments, recommended measures*

SISÄLTÖ

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Esipuhe | 3 |
| Tiivistelmä | 4 |
| Sammandrag | 5 |
| Abstract | 6 |
| 1 Johdanto | 11 |
| 2 Lyhenteet ja määritelmät | 13 |
| 3 Kaivoskohteiden erityispiirteet | 18 |
| 3.1 Suljettujen ja hylättyjen kaivosten luettelointi Suomessa | 18 |
| 3.2 Suljettujen kaivannaisjätealueiden riskinarviointi ja -hallinta | 20 |
| 3.2.1 Lähtökohtia kaivannaisjätealueiden riskinarviointiin ja -hallintaan..... | 20 |
| 3.2.2 Kaivannaisjätteen erityispiirteet riskinarvioinnissa | 21 |
| 3.2.3 Riskinhallinnassa tiedonhallinnan laatu korostuu | 22 |
| 3.2.4 Pilaantuneen maan riskinhallintastrategian ja riskinhallinnan soveltuvuus kaivannaisjätealueelle | 23 |
| 3.3 Kaivospatojen turvallisuus | 25 |
| 3.4 Kaivoksen sulkeminen ympäristölainsäädännön mukaisesti..... | 26 |
| 4 Suljetut ja hylätyt kaivosalueet | 28 |
| 4.1 Aijala | 28 |
| 4.1.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 28 |
| 4.1.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016 | 31 |
| 4.1.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 34 |
| 4.1.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 34 |
| 4.2 Hammaslahti | 36 |
| 4.2.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 36 |
| 4.2.2 Jätealueen ympärysojan kunnostus ja vaikutukset pintaveden laatuun | 38 |
| 4.2.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 40 |
| 4.2.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 40 |
| 4.3 Haveri..... | 41 |
| 4.3.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 41 |
| 4.3.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016 | 42 |
| 4.3.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 44 |
| 4.3.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 44 |
| 4.4 Hällinmäki – Virtasalmi..... | 46 |
| 4.4.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 46 |
| 4.4.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016 | 46 |
| 4.4.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 48 |
| 4.4.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 49 |
| 4.5 Hälvälä | 50 |
| 4.5.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 50 |
| 4.5.2 Maastotarkastus ja louhosveden mittaukset vuonna 2016..... | 50 |
| 4.5.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 51 |
| 4.5.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 52 |

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------|----|
| 4.6 | Iilijärvi | 53 |
| 4.6.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 53 |
| 4.6.2 | Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016 | 53 |
| 4.6.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 55 |
| 4.6.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 55 |
| 4.7 | Kangasjärvi | 56 |
| 4.7.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 56 |
| 4.7.2 | Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016 | 56 |
| 4.7.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 60 |
| 4.7.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 60 |
| 4.8 | Kitula | 61 |
| 4.8.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 61 |
| 4.8.2 | Maastotarkastus ja veden laatumittaukset | 62 |
| 4.8.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 63 |
| 4.8.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 63 |
| 4.9 | Kivimaa | 64 |
| 4.9.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 64 |
| 4.9.2 | Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 65 |
| 4.9.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 65 |
| 4.9.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 65 |
| 4.10 | Korsnäs | 66 |
| 4.10.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 66 |
| 4.10.2 | Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 66 |
| 4.10.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 68 |
| 4.10.4 | Vaikutus maankäyttöön suositukset jatkotoimenpiteiksi | 68 |
| 4.11 | Kotalahti | 69 |
| 4.11.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 69 |
| 4.11.2 | Maastotarkastus vuonna 2016 | 69 |
| 4.11.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 71 |
| 4.11.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 72 |
| 4.12 | Kylmäkoski | 73 |
| 4.12.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 73 |
| 4.12.2 | Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 73 |
| 4.12.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 76 |
| 4.12.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteistä | 76 |
| 4.13 | Kärväsvaara | 77 |
| 4.13.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 77 |
| 4.13.2 | Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 78 |
| 4.13.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 80 |
| 4.13.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 80 |
| 4.14 | Laukunkangas | 81 |
| 4.14.1 | Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 81 |
| 4.14.2 | Maastotarkastus 2016 ja veden laatumittaukset | 82 |
| 4.14.3 | Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 83 |
| 4.14.4 | Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 84 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.15 | Makola | 86 |
| | 4.15.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 86 |
| | 4.15.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 89 |
| | 4.15.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 89 |
| 4.16 | Metsämonttu | 90 |
| | 4.16.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 90 |
| | 4.16.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 91 |
| | 4.16.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 92 |
| | 4.16.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 92 |
| 4.17 | Mätäsvaara | 94 |
| | 4.17.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 94 |
| | 4.17.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 94 |
| | 4.17.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 95 |
| 4.18 | Orijärvi | 96 |
| | 4.18.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 96 |
| | 4.18.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 97 |
| | 4.18.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 99 |
| | 4.18.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 99 |
| 4.19 | Otanmäki | 101 |
| | 4.19.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 101 |
| | 4.19.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 102 |
| | 4.19.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 103 |
| 4.20 | Otravaara | 104 |
| | 4.20.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 104 |
| | 4.20.2 Kunnostetun kaivosalueen pintavesien nykytila | 104 |
| | 4.20.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 105 |
| | 4.20.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 105 |
| 4.21 | Outokumpu | 107 |
| | 4.21.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 107 |
| | 4.21.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 109 |
| | 4.21.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 109 |
| 4.22 | Pahtavuoma | 110 |
| | 4.22.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 110 |
| | 4.22.2 Sivukiven jätealueiden jälkihoito | 111 |
| | 4.22.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 111 |
| | 4.22.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 111 |
| 4.23 | Raajärvi | 112 |
| | 4.23.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 112 |
| | 4.23.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 113 |
| | 4.23.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 114 |
| | 4.23.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 114 |
| 4.24 | Ruostesuo | 115 |
| | 4.24.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 115 |
| | 4.24.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016..... | 116 |
| | 4.24.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 117 |
| | 4.24.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 118 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.25 Saattopora | 119 |
| 4.25.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 119 |
| 4.25.2 Suoritetut jatkotutkimukset..... | 120 |
| 4.25.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 120 |
| 4.25.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 120 |
| 4.26 Särkiniemi | 121 |
| 4.26.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 121 |
| 4.26.2 Maastokartoitukset ja veden laatumittaukset 2016 | 121 |
| 4.26.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 123 |
| 4.26.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 124 |
| 4.27 Telkkälä | 125 |
| 4.27.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 125 |
| 4.27.2 Vuoden 2016 maastotarkastus ja pintavesien pH-tulokset..... | 125 |
| 4.27.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 126 |
| 4.27.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 127 |
| 4.28 Tipasjärvi – Kiisula | 128 |
| 4.28.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 128 |
| 4.28.2 Maastotarkastus ja pintavesien pH-tulokset..... | 129 |
| 4.28.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 131 |
| 4.28.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 132 |
| 4.29 Vihanti | 133 |
| 4.29.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 133 |
| 4.29.2 Kaivosalueen jälkitarkkailun tuloksia | 134 |
| 4.29.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 135 |
| 4.29.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 136 |
| 4.30 Vuonos | 137 |
| 4.30.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 137 |
| 4.30.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 139 |
| 4.30.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 139 |
| 4.31 Ylöjärvi | 140 |
| 4.31.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 140 |
| 4.31.2 Maastotarkastus ja veden laadun mittaus | 141 |
| 4.31.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 143 |
| 4.31.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi | 143 |
| 4.32 Uudet kohteet: Hitura | 144 |
| 4.32.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset..... | 144 |
| 4.32.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta..... | 145 |
| 5 Johtopäätökset | 147 |
| 5.1 Happamia valumavesiä tuottavat kaivannaisjätealueet | 148 |
| 5.2 Happoa tuottamattomat kaivosalueet | 149 |
| 5.3 Suositeltavat yleiset jatkotoimenpiteet suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden riskinhallinnassa | 150 |
| 5.4 EU:n kaivannaisjätealueiden lainsäädännöstä ja ohjeistuksesta | 151 |
| Lähteet | 152 |
| Liite. Kaivosalueiden ryhmittely | 156 |

1 Johdanto

Suomessa kartoitettiin vuosina 2011–2013 EU:n kaivannaisjätedirektiivin (2006/21/EY) mukaiset suljettujen ja hylättyjen vakavaa ympäristön pilaantumista tai ympäristölle mahdollista vaaraa aiheuttavat kaivannaisjätealueet (nk. KAJAK I-hanke). Hankkeen ohessa ympäristöministeriö julkaisi marraskuussa 2012 EU-kaivannaisjätealueuutelon, joka sisälsi 40 kaivoskohdetta (Stén 2012). Hankkeen loppuraportissa esitettiin jatkotoimenpideselvitystarve 30 kaivosalueen 42 kaivannaisjätealueelle (Räisänen ym. 2013b). Nämä kohteet valittiin tämän hankkeen (KAJAK II) selvityskohteiksi (ks. Liite 1). Näiden lisäksi tarkasteluun valittiin Hitura, jonka jätealueiden sulkeminen siirtyi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen vastuulle toimenharjoittajan konkurssin vuoksi, ja Telkkälä, jossa havaittiin sivukiven jätealueen ympäristön pintavesien happamoituminen GTK:n maastotarkastuksessa.

Tässä KAJAK II -selvityksessä ”suljettu ja hylätty kaivannaisjätealue” tarkoittaa samaa kuin KAJAK I -raportissa; tarkempi määrittely on jäljempänä kappaleessa 2. Nämä määritelmät perustuvat kaivannaisjätedirektiiviin pohjautuvaan jätealueiden kartoitusohjeeseen (Stanley ym. 2011).

Tämän jatkohankkeen (KAJAK II) tavoitteena on selvittää tai arvioida:

- kaivannaisjätealueiden nykytila ja alustava kunnostustarve,
- jätealueiden ja niiden valumavesien ympäristövaikutuksia,
- kaivannaisjätealueiden mahdollisesti sisältämät vaaralliset jätteet ja
- toteutettujen kunnostustoimenpiteiden toimivuus.

Yhtenä keskeisenä tavoitteena on selvittää, vaativatko ensimmäisen selvitysvaiheen (KAJAK I-hankkeen) jatkotutkimustarveluettelossa lueteltujen kaivosten kaivannaisjätealueet lisätutkimuksia kunnostustarpeen arvioimiseksi. Lisätutkimuksia vaativia kaivosten jätealueita karsittiin olemassa olevaan tietoon perustuvalla riskinkartoituksella. Lisäksi laadittiin kaivoskohtainen ohjeistus siitä, miten kyseisen kaivoksen kaivannaisjätealueen kunnostustarve tulee selvittää ja mitä tietoa kunnostustarpeen arviointi vielä edellyttää. Myös kunnostettujen tai kunnostusvaiheessa olevien jätealueiden jälkiseurantaohjelmaan esitettiin suosituksia.

Hanketta toteuttivat ympäristöministeriön toimeksiannosta Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus), Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Työryhmän jäseninä olivat Heikki Kovalainen (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus), Marja Liisa Räisänen (GTK), Anna Tornivaara (GTK) ja Sari Kauppi (SYKE). Muut ELY-keskukset toimittivat oman toimialueensa kaivoksista valvonta- ja tarkkailuaineistoa sekä osallistuivat kaivoskohdekäynteihin. Lisäksi arvokasta tietoa ja kommentteja antoivat raportointivaiheessa useat ELY-keskusten ja SYKE:n asiantuntijat.

Tässä raportissa kuvataan tarkasteluun valitut kaivoskohteet, niiden maastotarkastukset ja veden laatumittaukset, kaivoksiin liittyviä lupa- ja valvonta-asioita sekä suositukset jatkotoimenpiteiksi. Lupa- ja valvontakappaleessa tarkastellaan vesi-

ja ympäristölainsäädäntöön liittyviä lupa- ja valvontapäätöksiä siltä osin kuin ne ovat olleet saatavissa. Kaivoslain mukaisista luvista, kuten malminetsintäluvasta, on maininta kohteen lupatilannetta ja valvontaa koskevassa osiossa, mikäli lupa on olemassa ja voimassa. Maastotarkastukset sisältävät suotoalueiden ja jätealueiden vesialtaiden pintavesien fysikaalisen laadun mittauksia, muutamien jätealuekohteiden vesinäytteiden kemiallisia koostumustietoja sekä havaintoja jätealueen yleiskunnosta (esim. maisemointi, peittorakenteen kattavuus, kasvillisuuden leviäminen, vesialtaat). Vesinäytteitä on otettu lähinnä niiltä jätealueilta, mistä ei ollut saatavilla julkistettua tutkitustietoa ja/tai viime vuosien tarkkailutulostietoa. Niillä kymmenellä kaivoskohteella, joista oli käytettävissä tarpeeksi dokumentoitua tutkimusaineistoa GTK:n tietokannoissa, ei tehty vuonna 2016 maastotarkastusta.

Tuloksia on esitetty taulukkojen ja karttojen avulla. Pohjakarttana on pyritty hyödyntämään laserkeilausaineistoa, jonka kolmiulotteisuus antaa tarkempaa tietoa kaivosjätealueiden ja niiden ympäristön maanpinnan muodoista ja korkeuseroista. Edellä mainittujen tietojen pohjalta viimeisessä kappaleessa esitetään kaivosalueen vaikutukset maankäyttöön, suositukset jatkotoimenpiteiksi sekä mainitaan, mikäli kaivosjätealueen kunnostusta suunniteltaessa on syytä selvittää uhanalaisia ja vaarantuneita lajeja ja niiden suojelutarpeita.

Kirjallisena lähdeaineistona on käytetty kaivoskohteita käsitteleviä GTK:n tutkimusjulkaisuja ja -raportteja (mm. Räisänen ym. 2015a), eri yliopistojen tutkimusjulkaisuja ja opinnäytetutkimuksia, viranomaispäätöksiä ja valvonnan asiakirjoja sekä entisten alueellisten ympäristökeskusten ja nykyisten ELY-keskusten sekä kaivosyritysten toimesta laadittuja konsulttien raportteja. Lisäksi aineistona on käytetty GTK:n julkaisematonta mittausdataa, ELY-keskusten kaivosvalvontaan liittyviä tarkkailutuloksia ja TOKAT-hankkeen aineistoa (Poronhoidon paikkatiedot -aineisto 2017). KAJAK I ja KAJAK II -selvityksissä on hyödynnetty myös Euroopan komission ohjeistuksia (esim. Stanley ym. 2011, DHI 2012).

2 Lyhenteet ja määritelmät

AHJO: Ympäristökeskuksen toiminnan aikainen asianhallintajärjestelmä, korvaajana nykyisin USPA.

AMD/ARD: Hapan kaivosvesivaluma (Acid Mine Drainage / Acid Rock Drainage).

Edustava pitoisuus: Tiettyä arviointi- tai näytteenottoaluetta riittävän luotettavasti kuvaava haitta-aineen pitoisuus.

EU-kaivannaisjäteluettelo (EU-luettelo): Tässä raportissa termillä tarkoitetaan KA-JAK I-hankkeen yhteydessä ympäristöhallinnon julkaisemaa kaivannaisjäteasetuksen määrittelemää luetteloa vakavaa ympäristön pilaantumista tai ympäristölle mahdollista vaaraa aiheuttavista kaivostoiminnan kaivannaisjätealueista Suomessa (Räisänen ym. 2013b). Luettelo on päivittyvä ja löytyy ympäristöhallinnon verkkopalvelusta nimellä: Luettelo käytöstä poistetuista ja hylätyistä kaivannaisjätealueista Suomessa (Stén 2012).

EUREF-FIN: EUREF-FIN-koordinaatit ovat Euroopan terrestrisen vertausjärjestelmän 1989 mukaisia.

Hylätty kaivannaisjätealue: Kaivannaisjätedirektiivin (2006/21/EY) toimeenpanoa koskevassa kartoitusohjeessa suljetuksi ja hylätyksi kaivannaisjätealueeksi on katsottu sellainen kohde, jolla kaivostoiminta (louhinta ja rikastus sekä kaivannaisjätteen sijoitus) on loppunut. Hylätyksi kaivannaisjätealueeksi katsotaan alueet, joiden kaivostoimintaa harjoittanutta maanomistajaa tai toiminnanharjoittajaa ei tunneta ja/tai kaivosyhtiötä ei ole enää olemassa eikä jätealueita ole suljettu hallitusti. Direktiivi (2006/21/EY) ei määrittele, milloin kaivannaisjätealue on suljettu tai hylätty. Vertaa suljettu kaivannaisjätealue.

Jälkihoito: Toimenpiteet, joilla kaivosalue palautetaan toiminnan päätyttyä ihmisille ja ympäristölle haitattomaan tilaan. Toimenpiteisiin kuuluvat esimerkiksi jätealueiden peittoratkaisut, kasvi- ja puuistutukset, pengerrykset ja muut maansiirtotyöt sekä laitteistojen ja tilojen purkutytöt.

Jäte: Jäte on aine tai esine, jonka sen haltija hylkää, on oikeissa hylätä tai on pakotettu hylkäämään.

Jäteallas: Luonnollinen tai rakennettu alue, johon sijoitetaan hienojakoinen jäte, useimmiten rikastushiekkejäte, sekä vaihteleva määrä vapaata vettä, joka on peräisin mineraalivarojen rikastuksesta ja prosessivesien selkeytyksestä ja kierrätyksestä. Allasta ei ole katettu, joten sadevesi pääsee sekoittumaan altaan prosessivesiin.

Kaivannaisjäte: Jäte, jota syntyy kallio- tai maaperässä esiintyvän orgaanisen tai epäorgaanisen aineen irrotuksessa, rikastamisessa, muussa jalostamisessa ja varastoinnissa.

Kaivannaisjätteen jätealue: Tuotantopaikan yhteydessä oleva alue, johon sijoitetaan toiminnasta syntyvää kiinteää, lietemäistä tai nestemäistä kaivannaisjätettä; jollei kysymys ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavasta alueesta (Vna 717/2009). Kaivannaisjätteen jätealueena ei kuitenkaan pidetä aluetta, johon sijoitetaan:

- sellaista pilaantumaton maa-ainesta, pysyvää jätettä taikka etsinnästä tai turvetuotannon yhteydessä syntyvää kaivannaisjätettä, joka ei ole vaarallista jätettä, alle kolmeksi vuodeksi;
- muuta kuin edellisessä kohdassa tarkoitettua kaivannaisjätettä, joka ei ole vaarallista jätettä, alle vuodeksi

Kaivoslupa: Kaivoksen perustamiseen ja kaivostoiminnan harjoittamiseen on oltava lupa. Kaivoslupa oikeuttaa hyödyntämään kaivosalueella tavatut kaivosmineraalit, kaivostoiminnassa sivutuotteena syntyvän orgaanisen ja epäorgaanisen pintamateriaalin, ylijäämäkiven ja rikastushiekan sekä muut kaivosalueen kallio- ja maaperään kuuluvat aineet siltä osin kuin niiden käyttö on tarpeen kaivostoimintaan kaivosalueella. Kaivoslupa oikeuttaa lisäksi malminetsintään kaivosalueella. Lisäksi toimintaa varten on haettava kaivoslain mukainen erillinen kaivosturvallisuuslupa (Tukes).

Kaivospiiri: Kaivospiiri on kaivostoimituksessa vahvistettu alue, johon kaivostoiminnan harjoittajalle on annettu käyttöoikeus kaivostoimintaa varten. Kaivostoiminta loppuu, kun kaivospiiri lopetetaan kaivosviranomaisen päätöksellä. Päätöksessä annetaan määräykset mm. alueen kunnostamisesta, siistimisestä ja maisemoinnista sekä vaaran poistamisesta ja seurannoista.

KAJAK I: Ympäristöministeriön alainen hanke 2011–2013: Suomen suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus. Hankkeen loppuraportti: Ympäristöministeriön raportteja 24/2013 (Räisänen ym. 2013b).

Kasa: Maan päälle rakennettu alue, johon on sijoitettu kiinteä (sivukivi-)jäte.

Laserkeilausaineisto: Laserkeilausaineisto perustuu laserpulsseihin ja tarkkaan paikannukseen, jonka perusteella saadaan kolmiulotteista tietoa maanpinnalla sijaitsevista kohteista sekä tarkkaa tietoa maanpinnan muodoista ja korkeuseroista. Laserkeilaus perustuu lentokoneessa olevan keilaimen lähettämiin laserpulsseihin, jotka maanpintaan osuessaan heijastuvat takaisin vastaanottimeen. Maanmittauslaitos aloitti laserkeilaukset vuonna 2008 tarkoituksena kattaa koko Suomi vuoden 2019 loppuun mennessä.

LiDAR-data: ks. *Laserkeilausaineisto*.

Lyhyt, keskipitkä ja pitkä aikaväli: Kartoitusohjeen mukaan lyhyellä aikavälillä tarkoitetaan 6-12 kuukautta, keskipitkällä aikavälillä 1–10 vuotta ja pitkällä aikavälillä yli kymmenen vuotta.

Malminetsintälupa: Luvanhaltijalla on oikeus omalla ja toisen maalla luvassa tarkoitettulla alueella (malminetsintäalue) tutkia geologisten muodostumien rakenteita ja koostumusta. Luvanhaltijalla on myös oikeus tehdä muita kaivostoimintaa valmistelevia tutkimuksia ja muuta malminetsintää esiintymän paikallistamiseksi sekä sen laadun, laajuuden ja hyödyntämiskelpoisuuden selvittämiseksi malminetsintäluvan mukaisesti. Luvan haltija saa rakentaa tai siirtää malminetsintäalueelle tutkimustoimintaa varten tarpeellisia väliaikaisia rakennelmia ja laitteita malminetsintäluvan mukaisesti. Lupa ei oikeuta esiintymän hyödyntämiseen, mutta se antaa luvanhaltijalle etuoikeuden hakea *kaivoslupaa*, joka puolestaan oikeuttaa esiintymän hyödyntämiseen. Molemmat luvat myöntää Tukes.

MATTI: Maaperän tilan tietojärjestelmä, joka sisältää tietoja maa-alueista, joille nykyisin tai aikaisemmin harjoitetusta toiminnasta on saattanut päästä haitallisia aineita ja alueista, jotka on tutkittu tai kunnostettu.

Määrittäysraja: Pienin pitoisuus, joka voidaan määrittää hyväksyttävällä tarkkuudella.

NMD: Neutraali kaivosvaluma (Neutral Mine Drainage), jolloin kaivannaisjätealueen valumavesien kuormitus voi olla pH-arvoltaan neutraalia, mutta sisältää kuitenkin korkeita metalli- ja sulfaattipitoisuuksia.

Pato: Rakenne, jonka tarkoituksena on pitää vesi ja/tai jäteliete tai jättehiekka altaassa ja rajata ne altaan sisään. Pato voidaan rakentaa vesitiiviiksi tai suotavaksi.

PIMA-asetus: Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista, 214/2007. Asetuksen liite 1 sisältää yleisesti esiintyvien maaperän haitallisten aineiden pitoisuuksien kynnykset ja ohjearvot maaperässä kokonaispitoisuutena kuiva-ainetta kohti. Ohjearvot on määritetty joko ekologisten riskien tai terveystarkkailun perusteella.

Pysyvä kaivannaisjäte: Kaivannaisjäte (ks. Vna 717/2009),

- joka ei hajoa tai liukene tai muuten merkittävästi muutu siten, että siitä voi aiheutua vaaraa tai haittaa ympäristölle tai ihmisen terveydelle;
- joka sisältää enintään sulfidista rikkiä kokonaispitoisuutena mitattuna 0,1 % tai sulfidisen rikin kokonaispitoisuus on enintään 1 % ja neutralointipotentiaalisuhde, määritettynä neutralointipotentiaalin ja hapontuottopotentiaalin välisenä suhteena testimenetelmän prEN 15875 staattisen testin perusteella, on suurempi kuin 3;
- josta ei aiheudu itsesyttymisen vaaraa eikä se pala;
- jätteen ja siitä erotetun hienoaineksen sisältämien ympäristölle tai ihmisen terveydelle mahdollisesti haitallisten aineiden (erityisesti arseeni, kadmium, koboltti, kromi, kupari, elohopea, molybdeeni, nikkeli, lyijy, vanadiini ja sinkki) pitoisuudet jätteessä ovat riittävän alhaiset siten, että niistä aiheutuva vaara ympäristölle ja terveydelle on merkityksetön sekä lyhyellä tai pitkällä aikavälillä;
- joka ei käytännössä sisällä louhinnassa tai rikastuksessa käytettyjä aineita, jotka voivat aiheuttaa haittaa ympäristölle tai ihmisen terveydelle.

Redox: hapetus-pelkistyspotentiaali.

REE: REE-metallit (Rare Earth Metals) ovat harvinaisia maametalleja, joihin kuuluvat lantanoidit, skandium ja yttrium. Maametalleja hyödynnetään mm. elektroniikkateollisuudessa.

Riskinarviointi: Prosessi, jossa tunnistetaan, määritetään ja kuvataan haittoja ja riskejä.

Riskinhallinta: Toimintaa, joka kattaa koko riskejä koskevan suunnittelu- ja päätöksentekoprosessin. Siihen sisältyvät riskinarviointi sekä toimet haittojen ja riskien estämiseksi tai vähentämiseksi.

SKJ: sähkönjohtokyky

SKJ, 25 °C: ominaissähkönjohtokyky

Suljettu kaivannaisjätealue: Direktiivi ei määrittele, milloin kaivannaisjätealue on suljettu tai hylätty. Kartoitushojeessa suljetuksi alueeksi on katsottu sellainen kohde, jolla kaivostoiminta (louhinta ja rikastus sekä kaivannaisjätteen sijoitus) on loppunut. Suljetun (eli käytöstä poistetun ja mahdollisesti jälkihoidetun) kaivannaisjätealueen aikaisempi omistaja tai toiminnanharjoittaja tiedetään, ja sen sulkeminen on tapahtunut luvan tai säädösten mukaisesti. Vertaa hylätty kaivannaisjätealue.

Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava jätealue: Kaivannaisjätedirektiivissä näistä alueista käytetään nimitystä A-luokan jätealue. Kaivannaisjätteen jätealue luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi seuraavien tekijöiden perusteella (Vna 190/2013, liite 2):

- jätealueen rakenteelliseen vakauteen tai virheelliseen toimintaan liittyvä ympäristölle tai ihmisen terveydelle aiheutuva vaara tai
- jätealueelle sijoitettavien vaarallisten jätteiden määrä; tai
- jätealueelle sijoitettavien ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien määrä.

Taustapitoisuus: Maaperän taustapitoisuudella tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaisia pitoisuuksia maaperässä tai sellaisia kohonneita pitoisuuksia, jotka esiintyvät pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympärillä (Vna 214/2007). Maaperän taustapitoisuustietoja tarvitaan esimerkiksi maaperän pilaantumisen ja puhdistustarpeen arvioinnissa vertailuarvona.

Tavanomainen kaivannaisjäte: Jäte, jota ei luokitella vaaralliseksi jätteeksi tai pysyväksi jätteeksi. Jäte on vaaraominaisuuksiltaan mahdollisesti ympäristöä pilaavaa jätettä (esim. vesistölle mahdollisesti haitallista), muttei ominaisuuksiltaan ihmisen terveydelle vaaraa aiheuttavaa.

Tukes: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, kaivosviranomainen.

USPA: ELY-keskusten uusi asianhallintajärjestelmä.

Vaarallinen kaivannaisjäte: Kaivannaisjäte, joka luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi jätedirektiivin (2008/98/EY) ja EU:n jäteluettelon (2000/532/EY) mukaisesti. Direktiivit on Suomessa toimeenpantu jätelailla (646/2011) ja sen perusteella annetuilla asetuksilla. Vaarallinen kaivannaisjäte sisältää vaarallista jätettä tai kemikaalia (ns. CLP-asetus; Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures 1271/2008/EY) ja sillä on yksi tai useampi jäteasetuksen (179/2012) liitteessä 3 lueteltu vaaraominaisuus esim. räjähtävä, myrkyllinen tai ympäristölle vaarallinen.

VAHTI: Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä on osa ympäristönsuojelun tietojärjestelmää ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä.

Vakava vaikutus: Vakavalla vaikutuksella tarkoitetaan mahdollisia ihmishenkien menetyksiä, vakavaa vaaraa ihmisten terveydelle tai vakavaa vaaraa ympäristölle. Merkittävänä vaarana ihmisen terveydelle on pidettävä sellaisia henkilövahinkoja, jotka aiheuttavat työkyvyttömyyttä tai pitkäaikaista terveyden huonontumista. Terveysvaaraa ei pidetä merkittävänä silloin, jos alueella työskentelevien ihmisten lisäksi muut altistuvat henkilöt oleskelevat alueella vain lyhytaikaisesti. Ympäristövaikutus on vakava silloin, kun haitalliset päästöt eivät vähene merkittävästi lyhyen ajan kuluessa, vahingot ovat pysyviä tai pitkäaikaisia ja altistuneen ympäristön ennallistaminen vaatii merkittäviä puhdistus- ja ennallistamistoimenpiteitä.

Vesilupa: Nykyisin vesilailla säännellään vain vesitaloushankkeiden lupa-asioita. Niitä ovat esimerkiksi rakentaminen vesistöön, vesivoiman hyödyntäminen, kulkuväylät ja muut vesiliikennealueet, ojitus, vesistön säännöstely sekä veden ottaminen. Aiemmin vesilain (264/1961) nojalla annettiin lupa myös jätevesien johtamiselle vesistöön, mikä nykyisin käsitellään ympäristölupa-asiana. Vesilakia ennen noudatettiin vesioikeuslakia (31/1902), Vesilaki (587/2011).

TOKAT-hanke: TOKAT-hankkeen (2015–2017) yleistavoitteena on helpottaa kestäviin ja monitavoitteisiin maankäyttöratkaisuihin pääsemistä poronhoitoalueella sekä edistää eri elinkeinojen kestävää toimintaa ja toisiaan tukevaa rinnakkaiseloä huomioimalla porotalous ja sen maankäyttöön liittyvät tarpeet. <http://www.syke.fi/hankkeet/tokat>

Ympäristölupa: Nykyisin ympäristön merkittävää pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi metsä-, metalli- ja kemianteollisuus, energiantuotanto jne. Aiemmin lupia myönnettiin pääasiassa vesilainsäädännön nojalla.

Ympäristövaikutus: Kartoitushjeen mukaan ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan kaivannaisjätteen käsittelyn aiheuttamia riskejä ihmisen terveydelle ja mahdollisia haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Vaikutus voi kohdistua ihmiseen ja ekosysteemiin (eläimistö, kasvillisuus, maisema) tai elottomiin ympäristönsiin kuten vesi, ilma tai maaperä. Näistä kolme viimeksi mainittua voivat toimia myös altistusreitinä, jonka kautta ihmiset ja eliöt joutuvat kosketuksiin haitallisten aineiden kanssa.

3 Kaivoskohteiden erityispiirteet

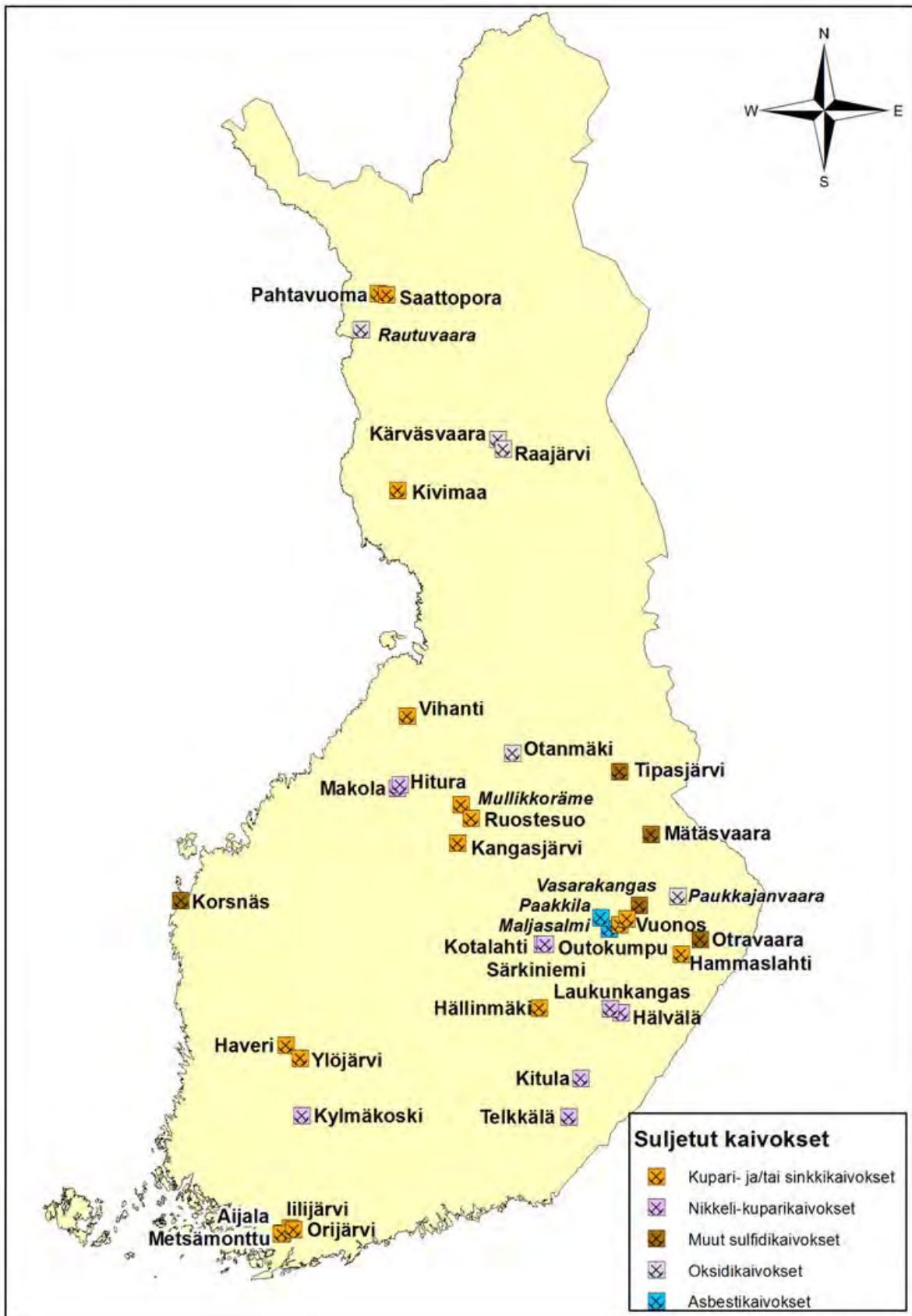
3.1 Suljettujen ja hylättyjen kaivosten luettelointi Suomessa

Suomen ympäristökeskus, Geologian tutkimuskeskus sekä Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus kartoittivat ympäristöministeriön toimeksiannosta vuosina 2011–2013 Suomen käytöstä poistettuja tai hylättyjä kaivannaisjätealueita KAJAK-hankkeessa (KAJAK I). Hankkeessa hyödynnettiin EU komission julkaisemaa suljettujen kaivannaisjätealueiden kartoitusohjetta (Stanley ym. 2011). Kartoituksen tuotoksena luettelointi mahdollista vakavaa ympäristön pilaantumista tai vaaraa ympäristölle aiheuttavat metallimalmi- ja asbestikaivokset. Kartoitustyön tulokset julkistettiin loppuraporttina ympäristöministeriön raportteja -sarjassa (Ympäristöministeriön raportteja 24/2013, Räisänen ym. 2013b).

KAJAK I-hankkeen loppuraportissa luettelointi 37 kaivoskohdetta (Kuva 1), joista 30 kaivosalueella esitettiin tehtäväksi jatkotutkimuksia (nykytilaselvitys/kunnostus). Näillä 30 kaivosalueella on yhteensä 42 jätealuetta. Ympäristöhallinnon 20.11.2012 päivitettyyn ns. vaarallisten kaivannaisjätealueiden EU-luetteloon (Stén 2012), nimettiin edellä mainittujen 37 kaivoskohteen lisäksi Tainiovaaran, Hokan ja Kirakkajupuran kaivokset, jotka poistettiin KAJAK I-hankkeen alkuvaiheessa jatkotoimenpide-tarve-ryhmästä. Jatkotutkimustarve-luetteloon ei sisällytetty myöskään Maljasalmen, Paakkilan, Mullikkorämeen ja Paukkajanvaaran kunnostettuja kaivoksia, toiminnassa olevan ja suunnitteilla olevan kaivospiirin sisään jääviä Vasarakankaan ja Rautuvaaran kaivoksia sekä suljettua Telkkälän kaivosta.

Tähän KAJAK II-selvitykseen otettiin jatkotutkimustarvetta suositeltujen 30 kaivosalueen lisäksi Hituran kaivosalue, jonka jätealueiden sulkeminen on siirtynyt kaivosyhtiön konkurssin vuoksi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen vastuulle ja jonka sulkemiseen tähtäävät työt on aloitettu. Toisena lisäkohteena on suljetun Telkkälän kaivosalue, jota ei ollut sisällytetty KAJAK I-hankkeen jatkotutkimustarveluetteloon. Poiston perusteena oli sivukiven murskaustoiminta ja hyötykäyttö maarakentamisessa ja se, ettei alueelle ole sijoitettu rikastushiekkaa. GTK:n maastotarkastus toi esille jätealueen lähiympäristön pintavesien happamoitumisen, joten kaivosalue sisällytettiin tähän selvitykseen.

Tämän vuonna 2016 tehdyn selvityksen kaivosalueista kuudessa (Saattopora, Särkiniemi, Hitura, Makola, Korsnäs, Haveri) on kunnostustarvearviointi käynnissä tai tehty. Neljällä kaivoksella on tehty jätealueiden lisäkunnostustoimenpiteitä (Pahtavuoma, Ruostesuo, Hammaslahti, Kotalahti). Näiden 10 kaivosalueen osalta tässä selvityksessä arvioitiin kunnostustarpeen arvioinnin sisällön riittävyttä ja kunnostustoimenpiteiden soveltuvuutta. Muiden kaivosalueiden jätealueista osalle on sijoitettu erityyppisiä toimintoja. Joidenkin kaivosten jätealueiden ympäristövaikutuksista ei ole tietoa lainkaan tai tiedot olivat puutteellisia. On myös kaivosalueita, joiden jätealueista ei ollut aiemmin riittävästi tietoa, esimerkiksi niiden sijainnista ja



Kuva 1. KAJAK I-hankkeen suljetut ja hylätyt kaivoskohteet (Räisänen ym. 2013b) sekä Hituran kaivoskohde, jonka sulkemisesta päätettiin vuonna 2016. Kursivoituja kaivoksia ei ole käsitelty raportissa tarkemmin. Niiden jätteenalueet on suositeltu poistettavaksi ympäristöhallinnon tietojärjestelmän ns. vaarallisten kaivannaisjätteenalueiden EU-luettelosta (Stén 2012) KAJAK I-hankkeen yhteydessä. Loput kaivokset ovat KAJAK II-hankkeen kohteita.

nykytilasta. Näiden muiden kaivosalueiden jätealueiden osalta esitetään suosituksia lisätutkimuksista tai selvityksistä, jotta lisäkunnostustarve voidaan arvioida.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kaivosrekisteristä tarkastettiin vuonna 2016 kaivosalueiden voimassa olevat kaivoslainsäädännön mukaiset luvat. Mikäli rekisteristä löytyi merkintä kaivosyhtiöiden aktiivisuudesta (esim. malminetsintälupa tai kaivospiiri), niin tieto on kirjattu erikseen kyseisen kaivoskohteen valvonta ja lupatilanne -lukuun, muussa tapauksessa mainintaa ei ole. Vanhoilla kaivosalueilla voidaan kuitenkin harjoittaa pienimuotoista etsintätyötä, johon lupaa ei tarvita tai johon on riittänyt pelkkä maanomistajalle tehtävä ilmoitus etsintätyöstä (Kaivoslaki 621/2011, 7-8§).

Kaivoskohteiden jätealueiden poistoa Suomen EU-luettelosta (Stén 2012) esitetään, mikäli olemassa olevien tietojen perusteella ympäristövaikutukset ovat pieniä tai jos kaivostoiminta käynnistyy alueella uudelleen. Vanhat jätealueet voivat sisältää myös taloudellisia hyödynnettäviä määriä mineraaleja tai alkuaineita, kuten esimerkiksi harvinaisia maametalleja (REE). Kunnostustoimenpiteitä mietittäessä tulisikin huomioida myös mahdollinen jätealueen uudelleen hyödyntämis- ja prosessointipotentiaali. KAJAK II -selvityksessä on huomioitu pääpiirteisesti Euroopan komission ohjeistus suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden sulkemismenetelmistä (DHI 2012).

3.2 Suljettujen kaivannaisjätealueiden riskinarviointi ja -hallinta

3.2.1 Lähtökohtia kaivannaisjätealueiden riskinarviointiin ja -hallintaan

Kaivostoimintaa säädellään paitsi kaivoslainsäädännössä, myös ympäristölainsäädännössä (vesilaki, jätelaki, ympäristönsuojelulaki). Kaivostoiminta on aina vaatinut Suomessa viranomaisluvan. Ympäristölupakäytäntö tuli voimaan vasta 2000-luvulla, sitä ennen kaivosluvan lisäksi tarvittiin vesilain mukainen lupa 1960-luvulta alkaen. Kaivoksen lopettamisesta säädetään nykyisessä kaivoslaissa (621/2011), jonka mukaan viimeistään kahden vuoden kuluttua kaivostoiminnan päättymisestä kaivostoimijan on kunnostettava, siistittävä ja maisemoitava sekä kaivosalue että kaivoksen apualue turvallisuuden vaatimaan kuntoon (Kaivoslaki 621/2011, 143 §). Kaivosviranomaisen antaa lopettamispäätöksessä määräykset mahdollisista lopettamistoimenpiteiden seurannoista ja mahdollisesti määräyksiä myös tarvittavista toimenpiteistä. Kaivostoiminnan harjoittaja on velvollinen tarvittaessa toteuttamaan korjaavia toimenpiteitä ja on vastuussa alueen riskinhallinnasta (Vna 190/2013, 14 §).

Maanomistaja on ympäristönsuojelulain mukaan vastuussa kunnostuksesta vain silloin, jos hän on tiennyt alueen kunnosta sitä hankkiessaan, eikä vastuu ole kohtuuton. Maanomistaja ei ole vastuussa tapauksissa, joissa alueen hallinta on palautunut kiinteistön omistajalle kaivostoiminnan lopettamisen jälkeen. Seuranta ja korjaavia toimenpiteitä koskevasta alueen haltijan vastuusta säädetään kaivoslain 149–150 §:ssä. Muiden vastuutahojen puuttuessa on kaivosviranomaisen vastuussa toimenpiteistä (Kaivoslaki 621/2011, 149–150 §).

Vanhat kaivannaisjätealueet on perustettu ja kunnostettu kyseessä olleen ajan mukaisin vaatimuksin ja menetelmin, jotka eivät välttämättä vastaa tämänhetkisiä vaatimuksia. Edellä mainittua valtioneuvoston asetusta kaivannaisjätteistä (190/2013) ei sovelleta jätealueisiin, jotka on poistettu käytöstä ennen 13.6.2008 (18 §). Edeltävä kaivoslaki oli peräisin vuodelta 1965, jossa säädettiin, että kaivoksen lopettami-

sen jälkeen kunnostustoimia on jatkettava niin kauan, että toiminnan aiheuttama vaara poistuu (Tuomainen 2001, s. 362). Kaivoslain nojalla annetussa Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä (921/1975) on säädetty jätealueiden osalta huolehtimisvelvollisuus siitä, ettei jätteistä aiheudu vaaraa ympäristölle (Tuomainen 2001, s. 362).

Kaivannaisjätealueet ovat pysyviä jätteen sijoituspaikkoja. Niiden riskinarvioinnin tavoitteena on selvittää, aiheutuuko jätealueesta haittaa tai vaaraa ympäristölle tai ihmisille. Päästölähdettä, eli kaivannaisjätettä, ei yleensä voi poistaa tai puhdistaa. Mahdollisten riskinhallintatoimien tavoitteena on ympäristökuormituksen ja siitä aiheutuvan vaaran ja haitan hallinta. Riskinarvioinnilla voidaan tuottaa tietoa aiemmin toteutettujen kunnostustoimien riittävydestä sekä mahdollisten lisätoimenpiteiden tarpeesta ja tasosta jätealueen aiheuttamien ympäristö- ja terveysriskien hallitsemiseksi. Riskinarvioinnin perusteella voidaan päättää myös alueen käytön rajoituksista.

Ympäristöriskien hallinta kaivannaisjätealueella on käytännössä kaivannaisjätteistä ympäristöön kohdistuvien päästöjen hallintaa esimerkiksi ehkäisemällä tai hidastamalla haponmuodostusta ja käsittelemällä suotovesiä ja/tai louhoksen ylivuotovesiä. Toisaalta riskinarvioinnilla voidaan osoittaa, että kaivannaisjätealueen riskinhallinta on hyväksyttävällä tasolla, kun esimerkiksi jätteiden koostumuksen tai nykyisten peittorakenteiden vuoksi happoa ei muodostu, eikä haitallisten aineiden kulkeutuminen veden tai ilman mukana ympäristöön ole merkityksellistä. Yleensä alueen maisemointi tai jätealueen peitto riittää vain pölyämisen hallintaan ja suoran altistumisen estämiseen, mutta ei muiden riskien hallintaan.

3.2.2 Kaivannaisjätteen erityispiirteet riskinarvioinnissa

Kaivostoiminnasta syntyy kaivannaisjätteitä (ylijäämämaat, sivukivet), prosessi- ja vedenpuhdistusjätteitä (rikastushiekka, bioliuotettu kivijäännös, lietteet, pohja- ja bioliuotussakat, syanidijätteet, prosessivedet) sekä louhosten kuivatusvesiä sekä erivaiheiden pöly- ja ilmapäästöjä (esim. Lottermoser 2007). Kaivannaisjätteitä ja alueen ympäristöolosuhteita koskevien tietojen perusteella muodostetaan kohteen käsitteellinen malli (engl. conceptual site model), jonka perusteella tunnistetaan jätealueesta mahdollisesti aiheutuvat ympäristö- ja terveyshaitat ja niiden kohteet. Käsitteellinen malli luo pohjan riskiarvioinnin tavoitteenasettelulle ja kohdentamiselle sekä mahdollisen riskinhallinnan suunnittelulle (lisätietoja käsitteellisestä mallista: Ympäristöhallinnon ohjeita 6/ 2014). Haittojen ja riskien tunnistamiseksi on tärkeää määritellä kaivannaisjätteen ominaisuudet perustuen muun muassa taustatietoihin kaivos- ja rikastustoiminnasta, alueen geologisiin tietoihin, kaivannaisjätteen lajiin ja sen geotekniseen käyttäytymiseen sekä geokemiallisiin ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen (Vna 190/2013, Liite 3).

Jätealueen kuivuminen ja vettyminen, eli veden ja hapon vuorovaikutus, voi käynnistää sulfidimineraaleja sisältävän sivukiven ja rikastushiekan hapon tuoton ja sen kautta edesauttaa haitta-aineiden liukenemista ja kulkeutumista valumavesiin tai pölyämistä ilmaan. Kaivannaisjätteen mahdollinen kemiallinen rapautuminen ja hapon tuoton potentiaali ovat merkittävimpiä kaivannaisjätealueen ympäristöriskeistä. Riski kasvaa, kun jätetäytön huokosveden happamuus lisääntyy ja sen seurauksena haitalliset metallit ja/tai metalloidit liukenevat suotoveteen rikastushiekasta tai kiviaineksesta. Kaivannaisjätealueen hapan valuma (AMD/ARD) voi aiheuttaa pinta- ja/tai pohjaveden pilaantumista, minkä vuoksi kaivannaisjätealueen riskinarvioinnin tulee sisältää jätteen hapon tuotto- ja neutralointipotentiaaliominaisuudet sekä mahdollisten happamien kaivosvesien esiintymisen. Sulfidihapettumista esiintyy myös neutralointikykyisissä kivissä, mistä voi seurata joidenkin haitallisten metallien, ku-

ten nikkelin, liukeneminen suotovesiin. Neutralointikykyisten jätelajien osalta on tunnistettava, mitkä sulfidihapettumisessa vapautuvista mahdollisista haitta-aineista pidättyy jätealueelle ja mitkä niistä kulkeutuvat ympäristöön. Hapontuottoriski koskee myös rautasulfidipitoista pölyä. (Kauppila ym. 2011, Tornivaara 2012, Räsänen ym. 2015a).

Kaivosjätteiden ympäristöriskeihin vaikuttavia erityispiirteitä ovat hapontuotto-potentiaalin lisäksi jätteen sisältämät haitalliset aineet ja radioaktiivisuus. Riskinarvioinnissa on tärkeää selvittää, mitä haitta-aineita jätteessä voi esiintyä ja millaisia ovat niiden pitoisuudet ja ominaisuudet (esimerkiksi liukoisuus ja myrkyllisyys) sekä mahdolliset kulkeutumisreitit. Louhinnan aiheuttamat räjähdysainejäämät ja rikastusprosessien kemikaalijäämät on myös selvitettävä. Näiden tietojen perusteella voidaan paitsi määrittää kaivannaisjätteen pysyvyyttä, myös arvioida haitta-aineiden kulkeutumista ja vaikutuksia ympäristön eri osissa. Yleisesti happamoituminen lisää kiviaineksen sisältämien haitta-aineiden liukenevuutta. Myös neutraali- tai emäksinen kaivosvesivaluma voi sisältää liuenneita haitta-aineita ja siten aiheuttaa ympäristökuormitusta (NMD).

Riskiarvioinnissa haitta-aineiden kulkeutumista ja vaikutuksia on usein tarkoituksenmukaista arvioida suoraan tunnistetuille kulkeutumis- ja altistusreiteille kohdennetun näytteenoton perusteella. Tällöin on olennaista selvittää mistä, miten ja kuinka paljon haitta-aineita jätealueelta ympäristöön pääsee ja millaisia muutoksia ne ovat aiheuttaneet tai voivat aiheuttaa esimerkiksi alueen pohja- ja pintavesissä sekä jätealueen suotoalueen maaperässä. Vaikutusarvioinnin kannalta erityisen tärkeää on huomioida purkuvesistöjen herkkyys jätealueella muodostuvien valumavesien haitta-aineille ja happamuudelle. Vedessä todettavien pitoisuuksien lisäksi vaikutuksia tulee tarvittaessa selvittää esimerkiksi suoraan eliöistä otetuilla näytteillä tai biologisilla testeillä.

Kaivannaisjätealueen maankäytön mahdolliset muutokset tulee huomioida riskinarvioinnissa. Jätealueen kaivaminen tai peittorakenteiden rikkominen uudenlaisen maankäytön yhteydessä, esimerkiksi metsätaloudessa, voi käynnistää haponmuodostuksen tai muuttaa vesien kulkeutumisreittejä. Myös materiaalien kuluminen ja ikääntyminen saattaa lisätä riskiä haitta-ainepäästöille. Kaivannaisjätealueiden pohja- ja pengerrakenteista, niiden toiminnasta ja kestävydestä löytyy lisätietoja esimerkiksi Kaivosten stressitestit 2013 -raportin liitteestä 6; Yleistä kaivannaisjätealueista ja patoturvallisuudesta (Välisalo ym. 2014). Rakenteiden kestävyden epävarmuutta lisäävät kemiallisen rapautumisen lisäksi ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset esimerkiksi kaivannaisjätealueen hydrologiaan tai rakennusmateriaalien kestävyteen (Kauppila ym. 2015, Kauppi ym. 2017).

3.2.3 Riskinhallinnassa tiedonhallinnan laatu korostuu

Jätealueesta saatavilla olevan tiedon kattavuus, luotettavuus ja selkeys lisäävät tarkoituksenmukaisen riskinhallintapäätöksen mahdollisuuksia. Erityisen tärkeää on tiedon siirtyminen maa-alueen omistajan tai muun haltijan vaihtuessa. Varmimmin tieto siirtyy, kun tehdään asianmukainen merkintä kiinteistötietojärjestelmään ja tieto on dokumentoitu rekisteritiedoissa, kuten kaivoslain 148 §:ssä on edellytetty. Lain mukaan kiinteistörekisteriin on merkittävä kaivostoiminnan lopettamispäätöksessä määritelty kaivoksen vaikutusalue, jolla saattaa olla tarpeen rajoittaa maankäyttöä yleisen turvallisuuden vuoksi tai ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi. Haponmuodostuspotentiaali voi olla yksi alueen uudelleenkäyttöä rajoittavista tekijöistä, joka olisi hyvä merkitä kiinteistörekisterin lisäksi myös Maaperän tilan tietojärjestelmään (MATTI).

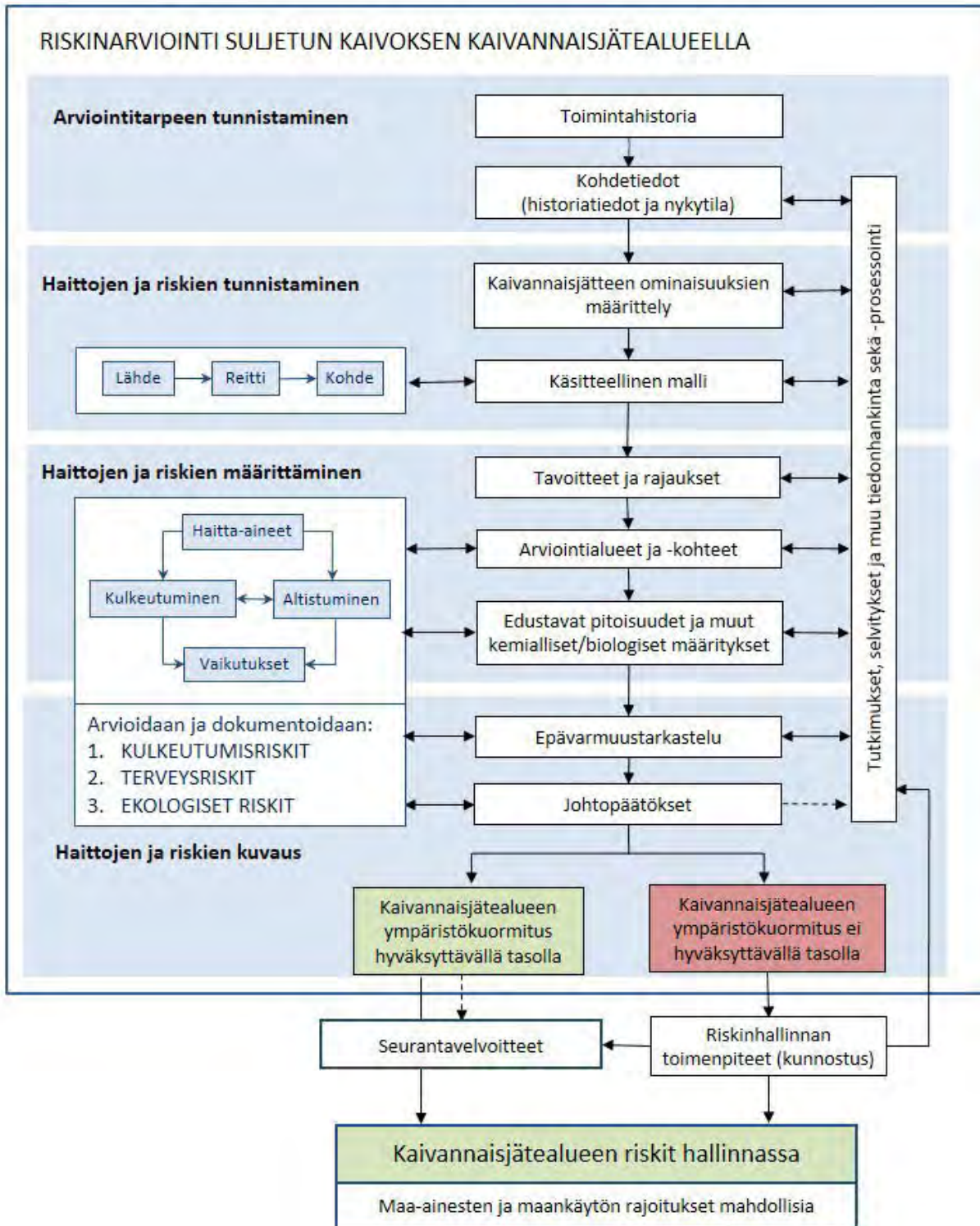
Täsmällinen paikallinen ja laadullinen tieto alueella olevista kaivannaisjätteistä ja riskinhallinnan vuoksi tehdyistä toimenpiteistä on tärkeää. Tietoa tarvitaan, jotta alueen tulevassa käytössä ei vahingossa heikennetä tehtyjen toimenpiteiden tavoitteita, kuten peittorakenteiden tehoa ja pohja- ja pengerrakenteiden stabiiliisuutta. Nämä asiat sisältyvät kaivostoiminnan harjoittajan kaivosviranomaiselle lopettamispäätöstä varten tekemiin selvityksiin. Rekisteritietojen lisäksi selkeä ja yleistajuinen kirjallinen viestintä on tarpeen erityisesti niissä tapauksissa, joissa kaivosyhtiö ei omista kaivosaluetta ja joissa alueen hallinta siirtyy kaivosyhtiöltä takaisin maan omistajalle.

3.2.4 Pilaantuneen maan riskinhallintastrategian ja riskinhallinnan soveltuvuus kaivannaisjätealueelle

Valtakunnallisen pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallintastrategian (Ympäristöministeriö 2015) tavoitteet soveltuvat hyvin myös kaivannaisjätealueiden riskinhallinnan tavoitteiksi. Riskinhallintaratkaisusta päätettäessä punnitaan toimien vaikutuksia laaja-alaisesti ympäristönsuojelullisesta ja taloudellisesta sekä sosiaalisesta näkökulmasta (kestävä kunnostaminen). Kaivannaisjätealueiden erityispiirteet huomioidaan alueiden tulevaa käyttöä suunniteltaessa.

Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta -ohjeessa kuvattu riskinhallintamenettely soveltuu pääpiirteissään kaivannaisjätealueiden riskinarviointiin (Ympäristöministeriö 2014). Kaivannaisjätealueet poikkeavat kuitenkin tyyppillisistä pilaantuneen maan (PIMA) kohteista. Haittojen ja riskien määrittäminen ja kuvaus voidaan tehdä paljolti samantyyllisesti, kuin PIMA -riskinarvioinnissakin (Kuva 2), huomioiden kuitenkin kaivannaisjätteen kemialliset ja biologiset prosessit. Epävarmuustarkasteluun sisällytetään mahdollinen kaivannaisjätteen pitkäaikainen kemiallinen muuntuminen. Lisäksi epävarmuuksina voidaan mainita potentiaalinen fyysikaalinen muutos jätealueella, kuten esimerkiksi painuminen tai liettyminen jätealueen ulkopuolelle, sekä puutteet nykytilan selvityksessä. Tavoitteena on myös näissä tapauksissa arvioitujen haittojen tai riskien vähentäminen hyväksyttävälle tasolle. Seurantavelvoitteet jatkuvat yleensä kaivannaisjätealueella pitkään.

Riskinarviointi suljetuille ja hylätyille kaivannaisjätealueille on suositeltavaa, koska historiatiedot eivät välttämättä ole aina täydellisiä ja koska tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät aina ole toimineet. KAJAK II-hankkeessa on tehty perustietoselvitys 32 kaivosalueen kaivannaisjätealueelle. Tällaiset aluekohtaiset selvitykset toimivat hyvänä pohjatietona riskinarviointiin. Kohteiden riskinarviointiprosessia ei ole tässä selvityksessä saatettu valmiiksi ja useimmissa kohteissa on edelleen tarvetta lisäselvityksiin. Kaivoksen sulkemisen toimenpiteistä, lainsäädännöstä ja parhaista teknologioista on koottu wiki-pohjainen tietopankki Tekesin Green Mining-ohjelman puitteissa (mineclosure.gtk.fi). Tietopankin tavoitteena on tarjota työkalut helpottamaan oikeiden sulkemiskäytöjen valintaa ja vähentämään sulkemisen ympäristövaikutuksia.



Kuva 2. Riskinarviointi ja -hallinta kaivannaisjätealueilla. Kaavio on Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014, sivun 41 taulukosta sovellettu esittämään kaivannaisjätealueen riskinhallinnan vaiheita. Yksittäisen kohteen riskinhallinta on aina määriteltävä tapauskohtaisesti.

3.3 Kaivospatojen turvallisuus

Suomen patoturvallisuuslaissa tarkoitettuja jäte- ja kaivospatoja valvoo keskitetysti Kainuun ELY-keskus. Valvonta toteutetaan patoturvallisuuslain (26.6.2009/494) mukaisesti, jolloin varmistetaan turvallisuus padon rakentamisessa, kunnossapidossa ja käytössä sekä vähennetään padosta aiheutuvaa vahingonvaaraa. Kaivoksen ympäristölupaa haettaessa tulee hakemukseen sisältyä riittävät suunnitelmat, kuinka patojen rakentaminen toteutetaan sekä riittävä arvio padosta aiheutuvasta vahingonvaarasta onnettomuustilanteessa. Ennen padon käyttöönottoa tulee pato luokitella sekä luokitellulle padolle tulee hyväksyä turvallisuustarkkailuohjelma sekä 1-luokan padoille vahingonvaaraselvitys, joilla padon turvallisuus pyritään varmistamaan.

KAJAK II-hankkeessa oli alun perin tavoitteena käydä läpi patoturvallisuusviranomaisen, aluehallintoviraston pelastustoimen ja Kaivannaisteollisuus ry:n edustajan kanssa lähinnä toimistossa tehtävän kartta- ja ilmakuvatarkastelun perusteella hankkeeseen valittujen kaivosten ja niiden kaivospatojen turvallisuusarviointi. Läheskään kaikissa hankkeen kaivoskohteissa ei ole olemassa/voimassa nykyiseen ympäristölupaan verrattavaa lupaa. Joillakin kaivoksilla voi olla vesioikeuden myöntämä jätevesien johtamista koskeva lupa. Suljettujen ja hylättyjen kaivoksien jätepadot onkin usein rakennettu ilman yksityiskohtaista suunnitelmaa tai viranomaisen hyväksyntää. Patomateriaalin valinta ei monessa kohteessa vastaa nykyisiä vaatimuksia eikä rakentamisen valvonta ole vastannut nykyajan vaatimuksia.

Jouko Saarela teki vuosina 1987–1988 tutkimuksen kolmen kaivoksen täyttyneiden jätealueiden ja -patojen lujuus- ym. geoteknisistä ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista. Näistä kolmesta kaivoksesta kaksi kaivosta on KAJAK II-hankkeen kohteita. Toimivien kaivosten patoturvallisuuden toteutumista jäte- ja kaivospadoilla on tutkittu 2000-luvun alussa (Sivonen & Frilander 2001) ja vuoden 2013 toteutetussa kaivosten stressitesteissä (Välisalo ym. 2013). Saarela (1990) on julkaisussaan todennut, että hylätyillä jätealueilla vakaus ei ole useinkaan ongelma, koska jätteiden läjittämisen lopettamisesta seuraa jätealueen vyöhykepatojen vakautta parantava vesipinnan lasku. Edellytyksenä tälle on se, että veden kertyminen vesisateiden ja lumen sulamisen seurauksena estetään, jolloin jätealueet kuivuvat nopeasti.

Edellä esitetyn ja heti hankkeen alkuvaiheessa kaivosten jätealueilta tehtyjen havaintojen perusteella päädyttiin siihen, että ns. viranomaisyhteistyönä toteutettava kaivospatojen turvallisuusriskitarkastelu jätetään tekemättä. Perustelu tähän ratkaisuun oli se, että vanhat padotut rikastushiekka-alueet ovat vuosikymmenien saatossa ehtineet kuivua ja suoranaista turvallisuusriskiä kaivospadon sortumiseksi ei nähty olevan. Tämä asia on todettu KAJAK I-raportissa (Räisänen ym. 2013b).

Nykyisen patoturvallisuuslain mukaan pato merkitään käytöstä poistetuksi patoturvallisuusviranomaisen tietojärjestelmään ja kyseisen lain mukaiset velvoitteet lakkaavat olemasta voimassa, kun tarkastuksessa on todettu patorakenne puretuksi tai padon käytön lakanneen siten, että padosta ei enää voi aiheutua kyseisessä laissa tarkoitettua vahingonvaaraa. Tarkastus tehdään patoturvallisuusviranomaisen läsnä ollessa sen jälkeen, kun muiden lakien mukaiset patorakenteen purkamiseen tai padon käytön lakkaamiseen liittyvät velvoitteet on täytetty (Patoturvallisuuslaki 23 §).

3.4 Kaivoksen sulkeminen ympäristölainsäädännön mukaisesti

Kaivoksen sulkemisvaiheessa keskeisiä ympäristölainsäädäntöön liittyviä lakeja ovat ympäristönsuojelulain ja siihen liittyvien säädösten ohella vesilainsäädäntö ja jätelainsäädäntö. Suomessa muita sulkemista sääteleviä lakeja ovat esimerkiksi kaivoslaki, patoturvallisuuslaki, ydinenergialaki ja kemikaaliturvallisuuslaki.

Ympäristönsuojelulain tavoitteina on ehkäistä ympäristön pilaantumista, vähentää päästöjä sekä poistaa ja vähentää pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja. Myös jätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen sekä jätteistä aiheutuvien haitallisten vaikutusten ennaltaehkäisy sisältyvät lain tavoitteisiin.

Sulkemiseen liittyvä suunnittelutyö käynnistetään ympäristölupaan liittyvien lupamääräysten mukaisesti heti kaivostoiminnan alkuvaiheessa. Toiminnanharjoittaja veloitetaan laatimaan yksityiskohtainen suunnitelma lupapäätöksen mukaisen toiminnan lopettamisesta, tehtävistä jälkihoitotoista ja sulkemiseen liittyvistä ympäristöriskeistä ja niiden huomioimisesta ennen kaivostoiminnan aloittamista. Sulkemissuunnitelman on katettava sekä ympäristönsuojelulain että vesilain mukaan toteutettavat toimet. Suunnitelma tulee toimittaa ympäristölupaviranomaisen hyväksyttäväksi ellei lupapäätöksessä ole toisin määrätty.

Suunnitelmaan sisällytetään kaikki ne sulkemistoimet, jotka tehdään lupaviranomaisen määräämänä aikana. Sulkemissuunnitelma päivitetään lupapäätöksen mukaisesti vastaamaan toiminnasta, läjitysalueiden olosuhteista ja sulkemiskatkaisusta saatua uutta tutkimus- ja materiaalitietoa. Suunnitelmaan edellytetään usein laadittavaksi asiantuntijan, yleensä maisema-arkkitehdin, laatima maisemointisuunnitelma. Sulkemistoimet edellytetään yleensä aloitettavaksi jo tuotantotoiminnan aikana.

Kaivoksen sulkemiseen sisältyvät:

- sivukivikasat,
- rikastushiekka-alue,
- käsiteltävät vedet,
- pilaantuneet maa-alueet sekä
- rakennukset, koneet ja laitteet.

Ympäristö- ja vesitalouslupaan sisältyy yleensä velvoite hakea toiminnan loppuvaiheessa kaivoksen sulkemiseen liittyvä ns. sulkemislupa. Lopettamismääräysten mukaisten toimien toteutus varmistaa ennalta arvioiden sen, ettei alueelta toimenpiteiden toteutuksen jälkeen kulkeudu ympäristöön päästöjä, jotka aiheuttaisivat ympäristön pilaantumista (esim. maaperä, pinta- ja pohjavedet) tai sen vaaraa, vaaraa ihmisen terveydelle tai erityistä luonnonolosuhteiden huonontumista. Lopettamismääräysten mukainen toiminta tulee täyttää ympäristönsuojelulain ja jätelain sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset, ja määrätty lopettamistoimet tulee edustaa parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa.

Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt -raportissa (Kauppila ym. 2011) sekä GTK:n ylläpitämällä kaivoksen sulkemisen wiki-sivuilla (mineclosure.gtk.fi) on kuvattu yksityiskohtaisesti ne asiat, jotka tulee ottaa huomioon kaivos-, läjitys- ja louhosalueiden sulkemisessa sekä jälkihoidossa.

Konkurssitilanteissa on tehtävä sellaiset sulkemistoimet, joilla vältetään ihmisille kohdistuvan terveysriskin ja ympäristölle kohdistuvan merkittävän ympäristöhaitan syntymistä. Jälkihoitotilanteen hoitoon käytettävät vakuudet voivat kattaa ainakin osan jälkihoitotoimenpiteiden kustannuksista.

Aiemmin ennen ympäristösuojelulainsäädännön kehittymistä kaivoksen jätealueiden sulkemispäätöksistä vastasi lääninhallitus jätehuoltolain mukaan. Päätökset sisälsivät määräyksiä muun muassa kaivosalueella olevien eri jätejakeiden käsittelystä, kaivosalueen siistimisestä, jätevesien tarkkailusta, jätealueen maisemoinnista ja pölyämisestä. Osa aiemmista sulkemispäätöksistä voi olla edelleen voimassa ja edellyttää toimenpiteitä, jos niiden voimassaolo ei ole päättynyt. Vihannin ja Telkälän kaivoksia koskevissa KAJAK II-kuvauksissa mainitaan jätehuoltolain mukaiseen lääninhallituksen päätökseen perustuvat velvoitteet. Tämän hankkeen aikana ei aikataulusyistä ehditty varmistaa, onko jollakin kaivoksella vielä lääninhallituksen antama jätealueen sulkemispäätös, joka olisi edelleen voimassa ja edellyttäisi lisätoimenpiteitä.

Vanhoihin hylättyihin tai suljettuihin kaivosalueisiin liittyy juridisia erityispiirteitä, joita on tarve selvittää tapauskohtaisesti. Esimerkiksi niillä ei ole ollut nykyisen ympäristölainsäädännön mukaisia ympäristölupia, joiden perusteella toiminnanharjoittajaa voitaisiin velvoittaa toteuttamaan kaivosalueelle jälkihoito- tai lisäkunnostustoimenpiteitä. Vastuunjako maanomistajan ja toiminnanharjoittajan kesken ei kaikissa tilanteissa ole itsestään selvä (Kaivoslaki 150 §). Maanomistajalla voi olla myös velvoitteita myöhemmin samalla alueella aiheutettuun ympäristön pilaantumiseen liittyen (esim. Hammaslahden ampumarata-alueen kunnostus).

4 Suljetut ja hylätyt kaivosalueet

4.1 Aijala



Sijainti: Salo, Varsinais-Suomi

Malmi: Cu, Zn, Ag

Toiminta-aika: 1949–1958 (Aijalan malmi), 1964–1974

Kokonaislouhinta: 0,93 Mt, josta on rikastettu 0,84 Mt. Maanalainen louhinta.

Rikastushiekka: 2 Mt, josta pieni osa on sijoitettu kaivostäytteeksi (0,016 Mt) ja Perniö-Kisko-maantien rakenteisiin.

Sivukivi: Sijoitettu kaivostilojen täytteeksi.

Lisätiedot: Rikastamalla prosessoitiin vuosina 1952–1958 Metsämontun malmi (Zn-Cu-Pb-Au-Ag) sekä vuosina 1964–1974 Metsämontun kaivoksen ympäristöstä löydetty Zn-, Au- ja Ag-pitoinen liijykuparimalmi. Vuonna 1970 rikastettiin myös Telkkälän Pb-Cu-malmia. Varhaisin tieto alueen kaivostoiminnasta löytyy vuodelta 1677.

Lähteet: Alarotu 1970, Puustinen 2003, Räisänen ym. 2015a, Warma 1975

4.1.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Aijalan kaivoksen rikastushiekan jätealue (18 ha) sijaitsee noin puolen kilometrin päässä rikastamolta kaakkoon moreenipeitteisten kalliomäkien välisessä painanteessa (Kuva 3). Rikastushiekkajäte on pumpattu entiselle niitylle, joka on padottu koillis- ja länsiosista. Padot on rakennettu osassa kohtaa paikallisesta moreenista, sivukivistä (koillis- ja luoteisosan padot) ja matalammilla patoalueilla rikastushiekasta. Jätealueen pohjois-, itä-, kaakkois- ja lounaisosat rajautuvat moreenipeitteisiin kalliomäkiin ja kalliokohoumiin. Jätealueen maaperä koostuu osalla aluetta vettä hyvin läpäisevästä hiekkamoreenista ja osalla aluetta vettä heikommin läpäisevästä siltti-savimoreenista (Sipilä 1996).

1990-luvun tutkimustietojen mukaan rikastushiekan pintaosa on voimakkaasti hapettunut ja happamoitunut (pH alle 3), mutta suurimman osan rikastushiekasta arvioitiin olevan vain heikosti hapettunut tai hapettumaton huokosveden pH:n vaihdellissa välillä 6,3–7,7 (Sipilä 1994a ja 1996). Jätealueen sulkemisen jälkeen vain osa alueesta peitettiin moreenilla ja muilla pintamailla.

Rikastushiekan jätealueelta ja myös rikastushiekkaa tierakenteissa käytetyltä alueelta pintavesiuomiin virtaavat valumavedet ovat happamia (pH ≤ 4), mikä on seu-



Kuva 3. Aijalan suljetun kaivosalueen rikastushiekan jätealueen sijainti ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen seurantapisteiden sijainnit (violetti pallo), Salo, Varsinais-Suomi (ks. teksti).

Taulukko 1. Aijalan suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen seurantapisteiden pintavesien fysikaalinen ja kemiallinen laatu 16.12.2015, Salo, Varsinais-Suomi (ks. pisteiden sijainnit kuvasta 3). Näytteet on analysoitu 17.12.2015 Ramboll Finland Oy:n akkreditoidussa laboratoriossa Turussa. Sulfaatti- ja kloridipitoisuudet on määritetty suodattamattomista vesinäytteistä IC-menetelmällä ja alkuainepitoisuudet laboratoriossa suodatetuista (\varnothing 0,45 μ m) vesinäytteistä ICP-AES- ja MS-ICP-menetelmillä.

| | | Suotovesi | Ajosniitynoja | | Laskuvedet koilliseen | | Pihalla |
|------------|-----------|-----------|---------------|--------|-----------------------|--------|---------|
| | | PI S | PI Oja | P8 Oja | P3 (lampi) | P3 Oja | Allas |
| pH | | 2,8 | 4,2 | 6,2 | 6,9 | 6,9 | 7,1 |
| SKJ | mS/m | 250 | 33 | 26 | 190 | 180 | 170 |
| Happi | mg/l | 11,7 | 12,2 | 11,4 | 6,8 | 10,7 | 11,3 |
| Kiintoaine | mg/l | <2,0 | <2,0 | 10 | 7,6 | 8,4 | 5,8 |
| Kloridi | mg/l | 4,4 | 2,4 | 5,1 | 9,7 | 15 | 14 |
| Sulfaatti | mg/l | 1700 | 160 | 110 | 1300 | 1100 | 1000 |
| S | mg/l | 520 | 49,0 | 35,0 | 410 | 380 | 330 |
| Ca | mg/l | 190 | 20,0 | 22,0 | 260 | 220 | 200 |
| Mg | mg/l | 140 | 20,0 | 12,0 | 150 | 130 | 110 |
| Fe | mg/l | 62,0 | 2,80 | 1,80 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Al | mg/l | 29,0 | 0,96 | 0,59 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| Zn | mg/l | 20,0 | 1,40 | 0,77 | 1,70 | 1,80 | 1,50 |
| Mn | mg/l | 4,60 | 0,15 | 0,16 | 0,93 | 0,79 | 0,72 |
| Cu | μ g/l | 3500 | 26 | 33 | 9,8 | 15 | 13 |
| Co | μ g/l | 120 | 2,2 | 2,2 | 4,2 | 6,7 | 4,8 |
| Cd | μ g/l | 50 | 3,6 | 1,6 | 2,6 | 3,0 | 2,5 |
| Ni | μ g/l | 46 | 2,3 | 2,8 | 4,6 | 5,3 | 4,6 |
| Pb | μ g/l | 4,1 | 12 | 3,2 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Cr | μ g/l | 3,6 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| As | μ g/l | <1,0 | 2,6 | 1,3 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hg | μ g/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |

rausta jätteaineksen sisältämän kiisumineraalien hapettumisesta ja rapautumisesta. Valumavedet kulkeutuvat pääasiassa avo-ojaa (Ajosniitynojaa) pitkin peltoalueen läpi Kiskonjokeen (Kuva 3). Jätealueen koillisosan padosta suotautuvat vedet kulkeutuvat avo-ojaa pitkin Kirkkojärveen, joka laskee Kiskonjokeen. (Räisänen ym. 2015a)

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen vuoden 2015 seurantatulosten mukaan Aijalan jätealueelta purkautuva vesi on ollut hapanta (pH < 3) ja Al-, Ca-, Cu-, Co-, Cd-, Fe-, Ni-, Mg-, Mn-, Pb-, SO₄- ja Zn-pitoisuudet korkeita tai erityisen korkeita (Taulukko 1). Myös jätealueen pohjaveden laatu on heikentynyt sisältäen suurempia Al-, Fe-, Mn-, SO₄- ja Zn-pitoisuuksia kuin mitä on mitattu ympäristön pohjaveden havaintoputkien vesistä (ks. Sipilä 1994a). Sipilän (1994a) mukaan jätealueen ulkopuolen pohjaveden haitta-ainepitoisuudet ylittivät osassa havaintokohteita sosiaali- ja terveystieteiden talousveden laatuvaatimukset (STM 1352/2015). Tutkittujen pohjavesien pH oli joko lievästi hapan tai neutraali.

Jätealueen valumavesivaikutuksia ei voida selkeästi erottaa Kiskonjoen vuoden 2015 maaliskuussa otettujen vesinäytteiden analyysituloksista (Taulukko 2). Poikkeuksena on Kiskonjoen alumiinin suuri pitoisuus (2,0–2,2 mg/l), joka ilmeisesti viittaa happamien, alumiinipitoisten päästövesien vaikutukseen. Kiskonjoen veden lähes neutraalista pH-arvosta voidaan päätellä alumiinin olevan polymeerista muotoa, eikä toksista, liukoista Al³⁺-muotoa, jota voi esiintyä pH:n laskiessa alle viiden. Koska Kiskonjoen näytteenottokohteet sijaitsivat melko kaukana Ajosniitynojan purkupaikasta, tulokset eivät anna viitteitä, olisiko jätealueen happamilla laskuvesillä välitöntä kemiallista vaikutusta purkupaikan lähiympäristön veteen ennen vesien sekoittumista ja laimenemista (neutraloitumista). Tähän on syytä lisätä, että alumiinin ja raudan saostumisella vesien sekoittumisvyöhykkeessä voi olla haitallisia vaikutuksia kaloille, aiheuttaen kidusten limoittumista ja hengityksen vaikeutumista ja jopa tukehtumista (Exley ym. 1991).

Taulukko 2. Kirkkojärven ja Kiskonjoen (Aijalan ap, Slussinkoski) pintavesien fysikaalinen ja kemiallinen laatu mitattui.3.2015, Salo, Varsinais-Suomi (ks. Kuva 3). Kiskonjoen pintaveden anioni- ja alkuaineanalyytit on tehty suodattamattomista vesinäytteistä ja Kirkkojärven suodatetusta vesinäytteestä Varsinais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n akkreditoitussa laboratoriossa Turussa. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2015)

| Näytetunnus | | Kirkkojärvi ¹⁾ | Aijalan alapuoli (ap) | Hälldam/Slussinkoski |
|-------------|------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | 3343 | 3342 | 3341 |
| pH | | 6,7 | 6,7 | 6,7 |
| SKJ | mS/m | 8 | 7,8 | 7,7 |
| Happi | mg/l | 11,9 | 11,4 | 12,1 |
| Kiintoaine | mg/l | 26 | 23 | 24 |
| Kloridi | mg/l | 5,8 | 5,3 | 5,3 |
| Sulfaatti | mg/l | 7,4 | 7,5 | 7,8 |
| Al | mg/l | 0,7 | 2,0 | 2,2 |
| Fe | mg/l | 1,5 | 1,8 | 1,9 |
| Zn | µg/l | 9,1 | 18 | 18 |
| Mn | µg/l | 29 | 42 | 39 |
| Cu | µg/l | 3,2 | 4,9 | 4,6 |
| Co | µg/l | 0,3 | 0,6 | 0,6 |
| Ni | µg/l | 1,7 | 2,6 | 3,7 |
| Pb | µg/l | 0,5 | 1,1 | 1,0 |
| Cd | µg/l | 0,02 | 0,05 | 0,05 |
| Cr | µg/l | 1,1 | 3,6 | 3,5 |
| As | µg/l | 0,5 | 0,7 | 0,7 |
| Hg | µg/l | - | 0,01 | <0,01 |

¹⁾Metalli- ja arseenipitoisuudet on määritetty laboratoriossa suodatetusta näytteestä

4.1.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016

Maastotarkastus osoitti rikastushiekan jätealueen olevan suurelta osin paljas ja vain noin kolmasosa jätealueesta oli kasvillisuuden peitossa. Kasvittomille alueilla pinnan muodosti kovettunut kuivakuorikerros, joka oli rikkoutunut alueella liikkuvien eläinten ja ajoneuvojen seurauksena, mikä lisää jätteen pölyämistä kuivina kausina (Kuva 4). Nuorta koivupuustoa ja -pensasta kasvoi lähinnä pohjoisosassa ja laikkui- na keskialueella, mutta suurimmassa osassa jätealuetta aluskasvillisuutta oli hyvin vähän. Kitukasvuisia männyn taimia oli satunnaisesti koivujen joukossa.



Kuva 4. Aijalan suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen koillis- ja pohjoisosan kasviton alue, Salo, Varsinais-Suomi. Vaalean harmaa, ohutkerroksinen saostuma (härme) rikastushiekan pinnassa viittaa rikkiyhdisteen saostumiseen ja ruskea väri rautayhdisteiden saostumiin. (© A. Tornivaara, GTK)

Kenttämittausten mukaan rikastushiekan jätealueen itä- ja kaakkoispuolen suotovesilammikoiden vesi oli hyvin hapanta, $\text{pH} < 3$ (Taulukko 3, Kuva 5). Etelä- ja lounaisosan selkeytysaltaan pintaveden pH oli edellä mainittuja kohteita hieman korkeampi vaihdellen 3,6:sta ja 4,1:een. Redox-arvot olivat yli 400 mV, mikä osoittaa rikastushiekan rapautuvan voimakkaasti sulfidimineraalien hapettumisen seurauksena. Täten lounaisosan padosta purkautuu edelleen ylivuotona happamia vesiä Ajosniitynojaan, kuten 1990-luvun ja 2000-luvun alun seurantatulokset osoittivat. Tästä poiketen jätealueen koillispadon suotovesilammikon pH oli 7,4–7,5, mikä viittaa lammikon kosteikkovesien passiiviseen puhdistumiseen ja neutraloitumiseen. Lounasosan ylivuotovesistä poiketen koilliseen purkautuvat vedet olivat hieman emäksisiä, mutta sisälsivät runsaasti elektrolyyttejä johtavuuden ollessa noin 260 mS/m. Tulos osoittaa, ettei kosteikkopuhdistamo poista jätealueen valumavesistä riittävästi johtavuutta aiheuttavia elektrolyyttejä kuten sulfaatteja, alkali- ja maa-alkalimetalleja (esim. Na, K, Ca).

Taulukko 3. Aijalan suljetun kaivosalueen pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN) ja tunnukset sekä fyysikaalinen laatu, Salo, Varsinais-Suomi (ks. pisteiden sijainnit kuvassa 5). Veden fyysikaalinen laatu mitattiin 11.5.2016 YSI Plus Professional -monianturimittarilla GTK:n toimesta.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|----------------------|--------------|---------------|
| Maantieoja, rikastushiekan täyttöalueen valumavesi | AIJ1 | 6678455 | 298329 | 20,6 | 3,20 | 298 | 120 | 131 | 55 | 5,0 |
| Ajosniitynoja, tierummun alapuoli (tieympäristön valuma) | AIJ2 | 6678425 | 298260 | 17,3 | 5,86 | 294 | 43,3 | 50,8 | 95 | 9,2 |
| Ajosniitynoja, tierummun yläpuoli | AIJ3 | 6678407 | 298269 | 17,2 | 6,16 | 268 | 42,8 | 50,3 | 97 | 9,3 |
| Maantien kaakkoispuolen kosteikon pintavesi | AIJ4 | 6678422 | 298340 | 13,9 | 6,47 | 154 | 132 | 168 | 9 | 0,9 |
| Jätealueen koillispuolen kosteikolta tien ali virtaava vesi | AIJ5 | 6678352 | 299341 | 16,0 | 7,50 | 149 | 257 | 310 | 75 | 7,4 |
| Jätealueen koillispadon kosteikkolammen vesi | AIJ6 | 6678352 | 299315 | 18,8 | 7,36 | 148 | 272 | 308 | 76 | 7,0 |
| Jätealueen koillisosan suotolammen vesi | AIJ7 | 6678165 | 299247 | 20,7 | 2,73 | 444 | 200 | 218 | 79 | 7,0 |
| Jätealueen kaakkoisosan suotolammen vesi | AIJ8 | 6677845 | 299055 | 16,7 | 2,98 | 503 | 84,2 | 100 | 83 | 8,0 |
| Entisen selkeytsaltaan vesi (jätealueen eteläosa) | AIJ9 | 6677755 | 299002 | 13,9 | 3,63 | 481 | 28,0 | 35,5 | 72 | 7,5 |
| Jätealueen lounaispadon ylivirtaava vesi (poistovesi) | AIJ10 | 6678034 | 298768 | 16,5 | 4,10 | 447 | 97,7 | 117 | 48 | 4,7 |



Kuva 5. Aijalan suljetun kaivoksen jätealueiden sijainti (oranssinvärinen katkoviiva) ja pintavesien virtaussuunnat (valkoinen nuoli) sekä pintavesien pH-arvot (pallosymbolit) ja pistetunnukset (ks. Taulukko 3), taustana laserkeilausaineisto, Salo, Varsinais-Suomi. Mittaus tehty 11.5.2016. Rikastamon länsipuolella on rajattu rapautuneen kiviseppelin jätealue ja se osa maantiestä, jonka rakenteessa on rapautuvaa rikastushiekkää.

Toukokuun maastotarkastus toi esille happoa tuottavan rikastushiekkajätteen käytön rikastamon eteläpuolisen maantien penger- ja pohjarakenteisiin, mistä ei ollut aiempaa paikkatietomerkintää (Kuvat 5 ja 6). Maastokäynnillä havaittiin rikastamon länsipuolen pienialainen jättekivikasa, joka sisältää rapautunutta, ruskeaksi värjäytynyttä murskattua sepelikiveä. Kyseessä on sulfidipitoinen sivukivi- ja/tai matalapitoinen (low-grade) malmikivimurske, joka on jäänyt kaivostoiminnan aikana hyödyntämättä.

Yllä mainittujen jätetäyttöjen sulfidihapettumisen ja mineraalirapautumisen seurauksena rikastamo- ja tiealueen valumavedet olivat hyvin happamia pH:n ollessa alle kolmen (ks. Taulukko 3). Huomionarvoista on, että valumavesien happamuus vähenee alajuoksulla, tienvarsiojiin ja lähiympäristöön luontaisesti muodostuneella kosteikolla, tulvaniityllä (ks. kohde AIJ4, Kuva 5). Sen sijaan Ajosniitynojan tierummun alapuolen (AIJ2) veden pH ja sähkönjohtavuus poikkesivat vähän tierummun yläjuoksun veden pH:sta ja johtavuudesta (AIJ3). Tämä viittaisi, ettei jätetäyttöisellä tieosuudella ole happamoittavaa vaikutusta Ajosniitynojaveteen, johon laskee rikastushiekka-alueen happamia jätevesiä. Eri kohteiden kuormitusvaikutuksen erottaminen Ajosniitynojan veden koostumuksesta edellyttäisi tätä selvitystä tarkempaa veden kemiallisen laadun ja virtauksen mittausta.



Kuva 6. Aijalan suljetun kaivoksen rikastamo. Maastosta erottuu selvästi ruskeaksi värjäytyneet tiepenkereet, joissa käytetty kaivosjätteitä. (© A. Tornivaara, GTK)

4.1.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Aijalan kaivokselle ei ole tehty jätealueeseen liittyvää kunnostuspäätöstä. Alueelle on laadittu Outokumpu Oy:n toimesta pinta- ja pohjavesien seurantaohjelma 1997–2002, jonka nykyinen Varsinais-Suomen ELY-keskus (ent. Lounais-Suomen ympäristökeskus) on hyväksynyt 27.8.2007 (Dnro 0297Y0543, AHJO-viite LOS-2006-Y-771). Ympäristöhallinnon MATTI-tietojärjestelmään on kirjattu viisi tarkastuskäyntiä vuosina 2006–2015. Tarkastuksen yhteydessä on todettu, että alueella ei ole tehty jättemateriaalin käyttöön tai alueen käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä. Vuoden 2006 tarkastuksessa valvontaviranomainen on edellyttänyt, että jätealueella olevaa kasvillisuutta ei tule poistaa eikä jättemateriaalia saa kaivaa tai siirrellä paikaltaan ennen kuin jättemateriaalin käsittelyyn on saatu lainvoimainen lupa.

Valvontaviranomainen on käynyt kirjeenvaihtoa nykyisen jätehiekkaluonnon haltijan kanssa vuosina 2007–2009 (Dnro LOS-2006-Y-771-18). Valvontaviranomainen on kirjeissään edellyttänyt, että mikäli jätealueelle sijoitettua rikastushiekkaa alettaisiin hyödyntämään, hanke edellyttää ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja ympäristölupaa. Valvontaviranomainen esitti vuoden 2009 lausunnossaan myös, että Salon kaupunki osallistuisi valvontaan.

Salon kaupungin ympäristöviranomaiset tekivät valvontakäynnin Aijalan kaivoksen jätealueelle 2.11.2010. Valvontakäynnin muistiossa todetaan muun muassa, että alue on jätetty lähes kokonaan vaille jälkihoitoa. Kasvillisuus on vähäistä ja puusto on kitukasvuista. Alueelta lähtevien vesien laatua ei ole tarkkailtu kaivostoiminnan päättymisen jälkeen. Alueella ei ollut havaittavissa merkkejä alueen tutkimiseksi tehdystä työstä tai muista maansiirtotöistä.

Alueelle on Kainuun ELY-keskus tehnyt maastotarkastuksen 10.10.2013. Tarkastus liittyi Kiskojoen tilaan ja sen valmisteilla olevaan hoito- ja käyttösuunnitelmaan. Varsinais-Suomen ELY-keskus on antanut lausunnon Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle 26.5.2015 (VARELY/2563/2015) malminetsintälupahakemuksesta, joka koskee kaivoksen jätealueelle suunniteltuja malminetsintätoimenpiteitä.

4.1.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue ja rikastushiekka-alueen pohjoispää sisältyvät maakuntakaavan maisemaosa-alueeseen (kulttuuriympäristön ja maiseman vaalimisen kannalta tärkeä alue). Kaivosalue kuuluu myös maakuntakaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseen alueeseen. Alueella on kaksi suojelualuumerkintäkohdetta. Kaivosalueen pohjoisosaan on laadittu Kiskon rantayleiskaava.

Kuten valvontaviranomainen on toiminnan luvanvaraisuutta koskevassa kirjeessään todennut, kiinteistön omistaja ei voi ilman ympäristölupaa käsitellä jättemateriaalia. Myöskin ajoneuvoilla liikkumista jätealueella tulisi välttää. Jatkotoimenpiteenä suositellaan bioindikaattoritutkimusta, jonka perusteella voidaan arvioida jätealueen pölyämisen ja pölyn sisältämien haitta-aineiden leviämistä ympäristön kasvillisuuteen kuten puiden havuneulasiin, jäkäliin ja sammaliin. Pohja- ja pintaveden seuranta tulee jatkaa säännöllisesti esim. 5-10 vuoden välein tehtävin näytteenotoin. Maankäytöllisesti jätealueen lähialue tulisi säilyttää vain maa- ja metsätalouskäytössä.

Aijalan rikastushiekkajäte on aiempien selvitysten mukaan luokiteltu happoa tuottavaksi kaivannaisjätteeksi (Sipilä 1994a). Tehdyt sulkemis- ja jälkihoitotoimenpiteet eivät ole estäneet tai vähentäneet jätealueen hapanta ympäristökuormitusta lähialueen pintavesiin. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet jätealueen pilaavan myös lähiympäristön pohjavettä (Sipilä 1994a). GTK:n toukokuinen maastotutkimus toi esille rikastamoalueen ja sitä reunustavan tierakenteen pintavesiä happamoittavan vaikutuksen. Tältä alueelta ei ollut saatavilla pohjaveden seurantatietoja. Edellä mai-

nitut havainnot puoltavat jätealueen lisäkunnostustarpeen. Toimivan kunnostusmenetelmän valinta edellyttäisi jätealueen pohjarakenteen ja rapautumistilan selvitystä. Tämän tulisi sisältää myös jätteen hyötykäyttömahdollisuuksien tutkimista.

Ympäristönsuojelun kannalta rikastushiekka-alueen jatkokäytöstä tulisi tehdä ratkaisu lähiaikoina. GTK on osallistunut EU-rahoitteiseen SMART GROUND-projektiin, jossa on selvitetty Aijalan rikastushiekan sisältämien metallien pitoisuuksia (Ag, Cu, Pb, Zn) ja mahdollisuuksia niiden talteenottoon (Valjus ym. 2016). Jätealueen lisäkunnostuksen suunnittelussa olisi syytä huomioida alueen malminetsintäintressit ja rikastushiekan hyötykäyttömahdollisuudet. Mikäli rikastushiekan hyötykäyttö ei ole toteuttamiskelpoinen, tulee alue peittää siten, että ympäristöön kohdistuvat haitat saadaan mahdollisimman vähäisiksi. Kaivoksen rikastamoalueelle jääneet kasat tulee myös peittää tai siirtää kunnostettavalle jätealueelle. Tienpenkereiden jättemateriaalista koostuvat rakenteet on poistettava ja korvattava puhtailla maamateriaaleilla. Poistetut tiemateriaalit voi sijoittaa kunnostettavalle jätealueelle. Muita toimenpidesuosituksia on entisen rikastamo- ja toimistorakennusalueen viereisen liikuntakentän pohjarakenteen materiaaliselvitys. Lisäksi suositeltavaa olisi päivittää pinta- ja pohjavesien seurantaohjelma sekä sopia, kuka vastaa seurannasta ja siitä aiheutuvista kuluista.

4.2 Hammaslahti



Sijainti: Joensuu, Pohjois-Karjala

Malmi: Cu, Zn, Au

Toiminta-aika: 1972–1986

Kokonaislouhinta: n. 7,9 Mt, josta malmia rikastettiin 5,6 Mt. Malmia on louhittu kolmesta avolouhoksesta sekä maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 5,3 Mt

Sivukivi: Sivukivijätteen määrä on alkuaan ollut noin 2,3 Mt, josta pieni osa on siirretty kaivostäyttöön ja rikastushiekan jätealueen penkereiden tukiverhoukseen. Sivukivimursketta on kuljetettu jonkin verran myös kaivosalueen ulkopuolelle maanrakennuskäyttöön.

Lähteet: Puustinen 2003

4.2.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Suljetulla kaivosalueella on rikastushiekan ja sivukiven jätealueet. Rikastushiekan jätealue on padottu Iiksenjoelle, joka sijaitsee Iiksenjoen valuma-alueella (Kuva 7). Padot ympäröivät jätealuetta joka puolelta paitsi eteläosasta, missä jäte rajautuu matalaan kallioharjanteeseen. Patomateriaaleina on käytetty moreenia (alkupato) ja rikastushiekkaa (korotus). Patoa verhoaa ulko- ja sisäpuolelta sulfidipitoinen sivukivilouhe. Jätealueen pohjarakenteena on lähes kauttaaltaan tiivistynyt, vettä läpäisemätön turvekerros. Tiivisturverakenteen alla on silttimaakerros, jonka alla on moreenia. (Räisänen ym. 2015a)

Sivukiven jätealue sijaitsee eteläisen avolouhoksen itäpuolella (Kuva 7). Sivukivet on läjitetty kallion päälle ja osalla aluetta ohuen moreenipeitteisen kallion päälle. Jätealue on suurelta osin peittämätön. Alueen happamat valumavedet kulkeutuvat osin avolouhoksiin (ns. S- ja N-louhoksiin) ja osin Z-louhoksen eteläpuolen kosteikkoaltoaalle. Sivukivialueen kiviä on murskattu pienempiä määriä maanrakennuskäyttöön. Murskaus lopetettiin sivukivien korkean hapontuottopotentiaalivuoksi Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen toimesta 2000-luvun alussa. (Räisänen ym. 2015a)

Rikastushiekan jätealue on peitetty moreenimaalla ja paikoin turvemaalla (20–50 cm peittokerros). Alueella kasvaa nuorta mänty- ja koivumetsää. 2000-luvun alussa alueelle levitettiin kalkkisepeleitä ja sianlantaliettä, mikä vauhditti aluskasvillisuuden juurtumista ja nopeutti puuston kasvua.

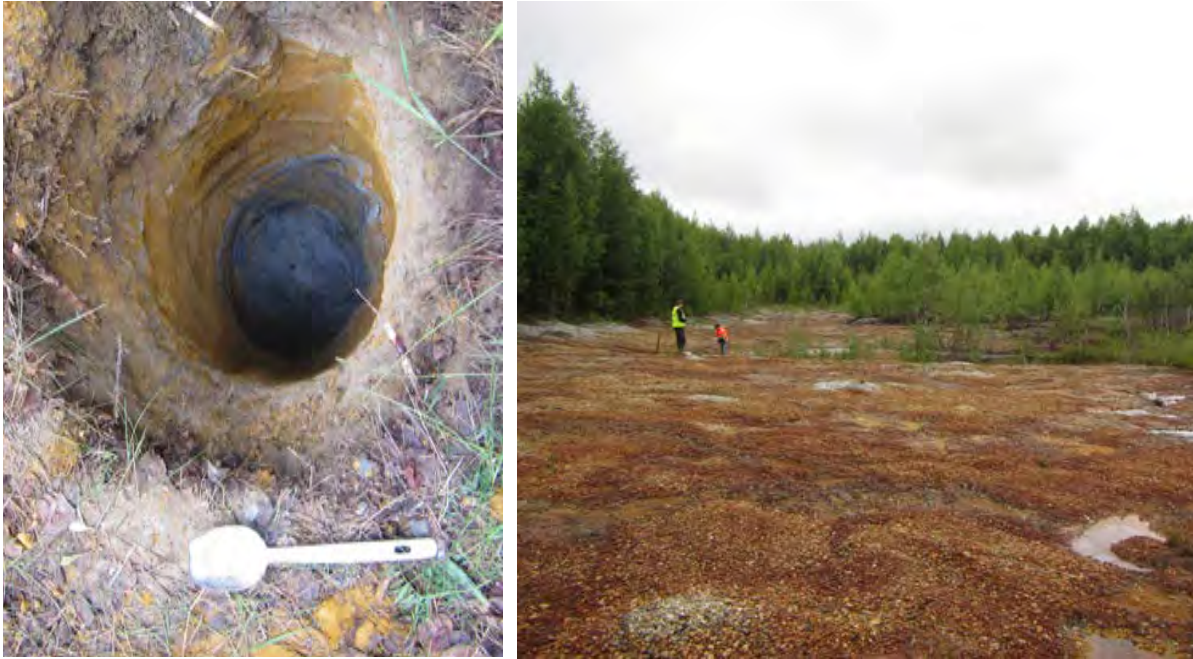
Rikastushiekan jätealueen valumavedet ovat happamia ja sisältävät runsaasti sulfaattia, mangaania ja alumiinia (Viitasalo 2013, Kukkonen 2013). Vuosien 2012 ja 2013 tarkkailutietojen mukaan valumavesien lasku-uoman alapuolisen Iiksenjoen vesi on ollut sähkönjohtavampi ja sisältänyt enemmän sulfaattia, rautaa, mangaania, lyijyä, alumiinia ja sinkkiä kuin yläpuolisen Iiksenjoen vesi (Kukkonen 2013). Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen mukaan viime vuosien tarkkailutulokset osoittavat hidasta Iiksenjoen veden laadun paranemista (Mari Heikkinen, suullinen tiedonanto 2016).



Kuva 7. Sivukiven ja rikastushiekan jätealueiden sekä louhosten (S, N, Z) sijainnit Hammaslahden suljetulla kaivosalueen ilmakuvan päällä, Joensuu, Pohjois-Karjala (Räisänen ym. 2015a). Valkoiset nuolet kuvaavat valumavesien kulkeutumissuuntia.

Tarkkailuasemien väliset erot pH:n, sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin, mangaanin, alumiinin ja sinkin pitoisuuksien osalta olivat pienentyneet.

GTK suoritti Closedure-projektin yhteydessä suotovesimittauksia Hammaslahden kaivannaisjätealueella kesällä 2014 (lisätietoja: <http://mineclosure.gtk.fi>). Tuolloin rikastushiekan jätealueen itäpuolelta kahdesta suotovesikohdasta mitattiin alhaisia pH-arvoja (3,42 ja 3,49) sekä kohonneita Redox- (348 ja 281 mV) ja sähkönjohtavuusarvoja (646 ja 551 mS/m). Suotovesien metallipitoisuudesta viestii myös ampumaradan liepeillä maisemoinnissa käytetty kiviaines, joka on värjäytynyt suotovesien metallikuormituksen muodostaman sakkapinnan takia punertavan ruskeaksi (Kuva 8).



Kuva 8. Vasemmanpuolisessa kuvassa näkyy Hammaslahden suljetun kaivoksen rikastushiekan sisältämien sulfidien hapettumisen edistyminen jätealueen pinnalta alaspäin n. 0,5 m syvyyteen vuonna 2014. Oikeanpuolisessa kuvassa on rikastushiekka-alueen ja ampumarata-alueen (ent. entisten selkeytysaltaiden) välinen maakaistale, jota peittää rikastushiekka-alueen metallipitoisten suotovesien ruskeaksi värjäämä kalkkiselikelikerros, Joensuu, Pohjois-Karjala. (© A. Tornivaara, GTK)

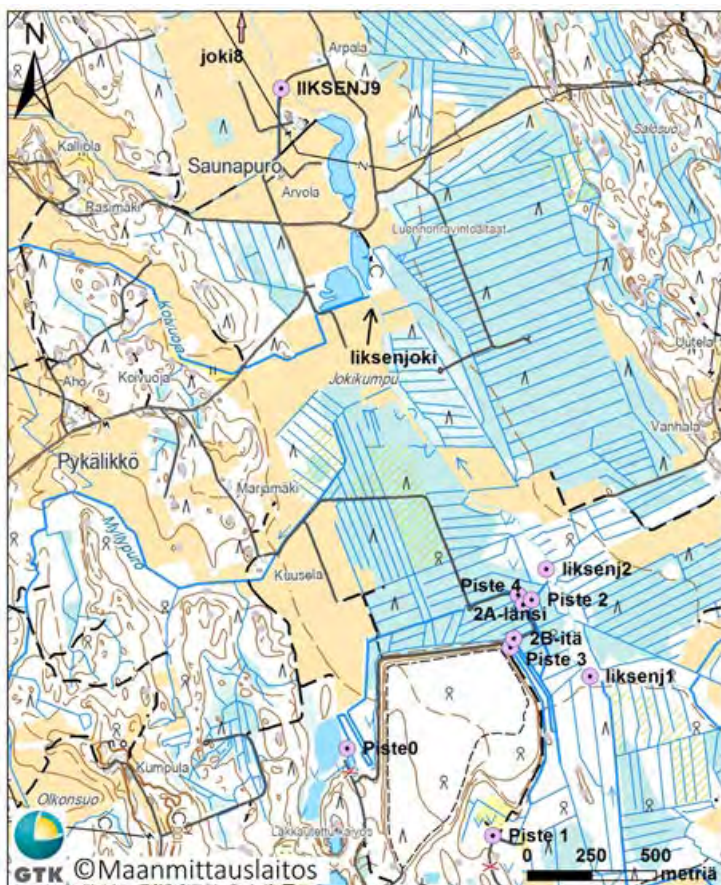
4.2.2 Jätealueen ympärysojan kunnostus ja vaikutukset pintaveden laatuun

Kesäkuun 2016 maastotarkastuksessa ilmeni muutoksia rikastushiekan jätealueen valumavesien kulkeutumisreiteissä. Jätealueen itäpuolen leveästä ympärysojasta osa ja ojan loppupää ennen laskuojaa Iiksenjokeen oli täytetty kuona-autonrengasmurskeseoksella, nk. AOD-kuonalla marraskuussa 2015 (Palko 2016, Kukkonen 2016a). Myös pohjoispuolen ympärysojan kulkureittiä oli hieman muutettu ja syvennetty koillispuolella maanomistajan toimesta, mikä oli lisännyt maastohavainnon mukaan hienojakoisen kiintoaineksen erodoitumista ojapenkereistä Iiksenjokeen.

Vuoden 2015 joulukuun ja vuoden 2016 syksyn tarkkailutulosten mukaan jätealueen valumavesiä keräävien itäpuolen ojien AOD-kuonarakenteista liukeni fluoridia (Taulukko 4, Kukkonen 2016a ja b) ja F-pitoisuutta ei ole mitattu lainkaan Iiksenjoen vesipisteistä. Vaikka tarkkailutulokset eivät osoittaneet AOD-rakenteen mahdollista vesien pH-arvojen kohoamista tai veden kemiallisen laadun paranemista, on liian aikaista arvioida kunnostustoimien vaikutuksia jätealueen itäpuolen valumavesiin ja niiden kautta Iiksenjokeen.

Taulukko 4. Hammaslahden suljetun kaivoksen pintavesien fysikaalinen ja kemiallinen laatu, Joensuu, Pohjois-Karjala (ks. pistesijainnit kuvasta 9). Näytteet otettiin 8.9.2016 Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n toimesta. Alkuainemittaukset on tehty suodattamattomista vesinäytteistä Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n akkreditoitussa laboratoriossa Kuopiossa (Kukkonen 2016b).

| Kohdekuvaus | Tunnus | pH | SKJ mS/m | Happi mg/l | Happi-% % | Kiinto- aine | Fe mg/l | Mn mg/l | Al mg/l | Zn µg/l | Ni µg/l | Cd µg/l | Hg µg/l | F µg/l | Asidit. mmol/l |
|--------------------------------------------------------------|----------|-----|-------------|---------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------------|
| Kosteikosta lähevän ojan kolmiomittauspato | Piste0 | 7 | 120 | 7,4 | 69 | 1,6 | 0,65 | 150 | 0,02 | 11 | - | - | - | - | - |
| Kaivosalueen länsipuolen vedet | 2A-länsi | 3,1 | 190 | 4,1 | 38 | 1,4 | 30,0 | 2300 | 2,90 | 54 | - | - | - | 720 | 3,2 |
| Ampumarata-alueen kosteikosta lätevän ojan mittapato | Piste 1 | 2,7 | 210 | 7,1 | 66 | <1 | 53,0 | 2100 | 6,70 | 290 | - | - | - | 630 | 6,8 |
| P1 alapuoli, koerakenteen jälkeen ennen P 2B | Piste 3 | 3 | 210 | 0,08 | 0,8 | 3,1 | 87,0 | 2900 | 5,20 | 260 | - | - | - | 220 | 6,3 |
| Kaivoksen itäpuolen vedet | 2B-itä | 3 | 170 | 4,2 | 38 | 1,3 | 42,0 | 2500 | 3,70 | 170 | - | - | - | 1400 | 4,2 |
| P2B alapuoli, koerakenteen jälkeen ennen P2 | Piste 4 | 3,1 | 170 | 6,1 | 57 | 1,9 | 28,0 | 2300 | 3,40 | 160 | - | - | - | 1200 | 3,2 |
| liksejokeen laskevan ojan kolmiomittapato | Piste 2 | 3,1 | 170 | 5,5 | 50 | 1,4 | 24,0 | 2100 | 2,90 | 84 | 23 | 0,11 | <0,005 | 1400 | 2,8 |
| liksejoki 1/ liksejoki 25 yläpuoli | liksej1 | 6,6 | 11 | 9,4 | 87 | 4,5 | 1,90 | 130 | 0,11 | 2 | 4,8 | <0,01 | <0,005 | - | - |
| liksejoki 2/ liksejoki 26 liksejoki 26 liksejoki 26 | liksej2 | 6,3 | 18 | 9,4 | 86 | 8,4 | 2,90 | 220 | 0,22 | 5,4 | 5,4 | 0,014 | <0,005 | - | - |
| liksejoki 9 Saunapuro | IIKSEJ9 | 6,4 | 20 | 8,9 | 82 | 6,3 | 2,70 | 240 | 0,19 | 5,6 | 5,7 | 0,023 | <0,005 | - | - |
| liksejoki 8 Uusi Ilomantsintie | joki8 | 6,6 | 15 | 6,8 | 64 | 6,7 | 3,50 | 150 | 0,17 | 4,2 | 6,2 | 0,03 | <0,005 | - | - |



Kuva 9. Hammaslahden suljetun kaivoksen tarkkailupisteiden sijainti, Joensuu, Pohjois-Karjala. (Kukkonen 2016 a-b)

4.2.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Itä-Suomen vesioikeus on 21.10.1983 antamallaan päätöksellä (nro 79/Va/83) myöntänyt Outokumpu Oy:lle luvan johtaa kaivoksen jätevesiä Iiksenjokeen. Kaivos lopetti toimintansa vuonna 1986. Itä-Suomen ympäristölupavirasto on 22.2.2001 antamallaan päätöksellä (Nro 9/01/3, Dnro 1999/133) myöntänyt Outokumpu Mining Oy:lle luvan johtaa Hammaslahden entisen kaivosalueen jätevesiä Iiksenjokeen. Itä-Suomen ympäristölupavirasto on 21.4.2008 antamallaan päätöksellä (Nro 43/08/2, Dnro ISY-2006-Y-67) myöntänyt Outokumpu Mining Oy:lle kaivoksen kunnostamis- ja päästöjen ehkäisemistoimenpiteitä koskivan ympäristöluvan. Itä-Suomen aluehallintovirasto on 21.4.2011 antamallaan päätöksellä (nro 47/2011/1) muuttanut lupamääräyksiä luvan tarkistamisajakohdan osalta. Ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista koskeva päätös on annettu 9.7.2014 (Nro 55/2014/1, ISAVI/93/04.08/2013). Kaivoksen kunnostamis- ja päästöjen ehkäisemistoimenpiteet koskivat sulfaatinpelkistäjäbakteeriympin ja siihen liittyvää ravinteiden lisäämistä sekä suoto- ja valumavesien johtamista vesistöön kosteikkoaltaissa käsiteltyinä. Hammaslahden kaivokseen liittyvät asiakirjat ja tarkkailutulokset on tallennettu asianhallintajärjestelmään (USPA) asiahauulla POKELY/1045/2015.

Valvontaviranomainen on vuosien 2002–2013 aikana pitänyt neuvotteluja ja suorittanut tarkastuksia toiminnanharjoittajan sekä eri viranomaisten kanssa 17 kertaa. Tarkastuksissa ja neuvotteluissa on käsitelty jätealueiden ympärillä tapahtuneiden ojitusten aiheuttamia ympäristöhaittoja ja toimenpide-ehtotuksia kunnostustoimiksi jätevesipäästöjen vähentämiseksi. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kaivosrekisterissä (2016) Hammaslahden kaivos on merkitty FinnAust Mining Finland Oy:n malminetsintäalueeksi, jonka lupa umpeutuu vuonna 2017.

4.2.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alueella on voimassa oleva Hammaslahden osayleiskaava 2005. Kaavamerkinnyt rikastushiekan ja sivukiven läjitysalueella on (SV-1/saa) suojavyöhyke / puhdistettava tai kunnostettava alue. Rikastushiekan selkeytysaltaan alueella on ampumaradan vuoksi osittain päällekkäinen kaavamerkintä selvitysalue (SE).

Pyhäselän Metsästäjät ry:n ampumarata on rakennettu osittain rikastushiekan läjitysalueen ja vanhan selkeytysallasalueen päälle. Ampumaratatoiminnalla on voimassa oleva ympäristölupa, jonka Joensuun kaupungin rakennus- ja ympäristölautakunta on myöntänyt 17.11.2010. Kaivosalueella toimitaan annettujen lupapäätösten mukaisesti. Suositeltavaa olisi varmistaa, ettei ampumarata-alue aiheuta haittaa ympäristölle. Kosteikoille tai vesistöön suunnattu ampuminen ei ole suositeltavaa, koska esimerkiksi haulien aiheuttamia päästöjä ei voida tarkoituksenmukaisesti hallita (SY 4/2014).

Kaivostoimintaa koskevan päätöksen (Nro 55/2014/1, ISAVI/93/04.08/2013) mukaisesti alueella on tehty kunnostustoimenpiteitä, ja päästöjä sekä ympäristövaikutuksia tarkkaillaan kuormitus- ja vesistö-tarkkailuohjelman mukaisesti. Lupapäätöksen perusteluissa on todettu, että vanhalla kaivosalueella tehtävien kunnostustoimenpiteiden vaikutukset näkyvät vasta useiden vuosien jälkeen toimenpiteiden suorittamisesta. Suositeltavaa olisi täydentää tarkkailuohjelman sisältöä liittäen siihen myös rengasmurskeesta liukenevat mahdollisesti toksiset, orgaaniset yhdisteet (esim. PAH). Mikäli seurantatulokset osoittavat, ettei tehdyillä lisätoimenpiteillä tehosteta Iiksenjokeen laskevien happamien vesien neutralointia ja paranneta jätealueelta ulosvirtaavien vesien kemiallista laatua, tulee selvittää rikastushiekan jätealueen kemiallinen nykytila, happamien vesipäästöjen lähteet ja niiden leviämisen alueen maaperän (turvesuon) pilaantuneisuus, huomioiden myös patoja verhoavan sulfidipitoisen sivukivilouheen nykytila ja mahdolliset vaikutukset jätealueen kemiaan ja fysikaaliseen stabiliteettiin. Mahdolliset lisäkunnostustoimenpiteet tulee olla perusteltu em. laajan selvityksen tuloksilla.

4.3 Haveri

Sijainti: Ylöjärvi, Pirkanmaa

Malmi: Cu, Au, myös Fe

Toiminta-aika: 1942–1961

Kokonaislouhinta: 1,6 Mt, josta rikastetun malmikiven osuus oli noin 1,5 Mt. Malmia on louhittu alkuvaiheessa avolouhoksesta, jonka jälkeen louhinta siirtyi maanalaiseksi.

Rikastushiekka: 1,4 Mt

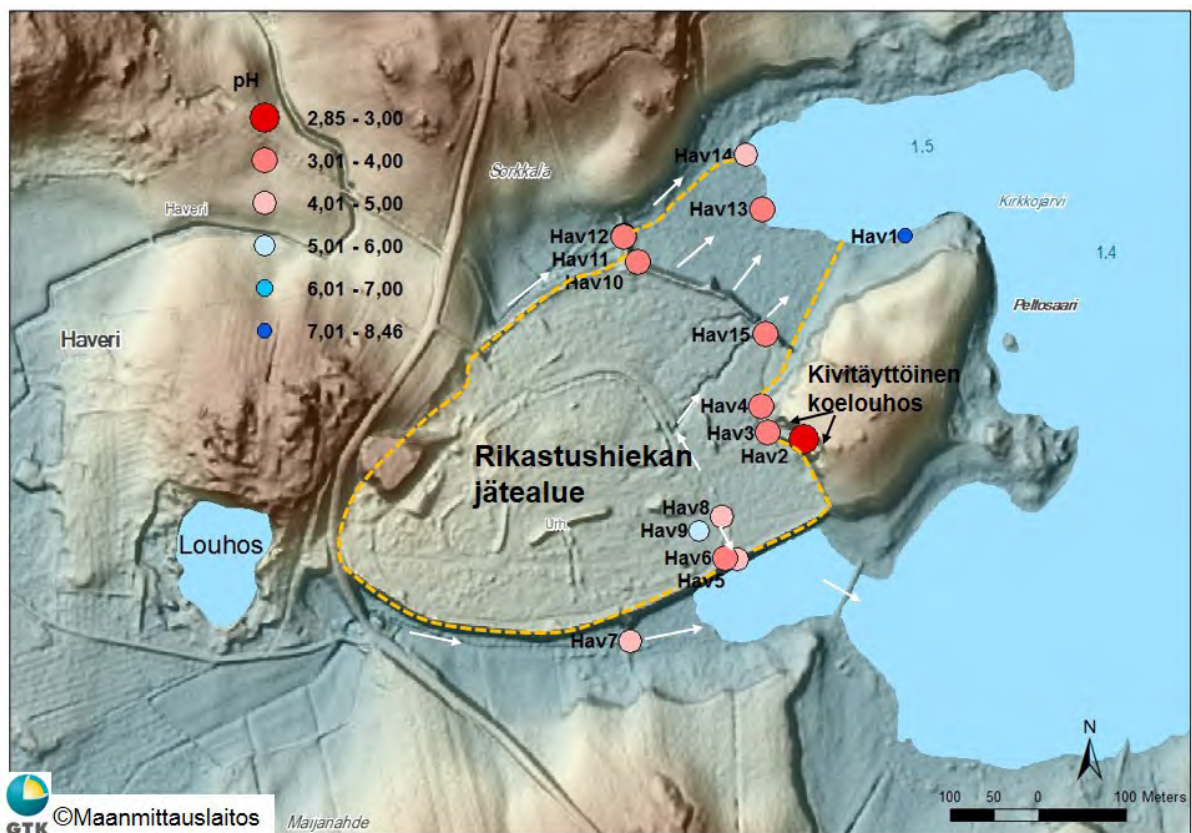
Sivukivi: 0,1 Mt, jotka on oletettavasti sijoitettu maanlaiseen kaivokseen ja/ tai käytetty alueen maarakentamiseen. Alueella on myös n. 5 000 t sivukiveä peräisin 1990-luvun koelouhoksesta.

Lähteet: Puustinen 2003, Mäkelä 1980, GTK 2015



4.3.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Haverin rikastushiekka on läjitetty järvisedimentin, siltin ja saven päälle Kirkkojärven lahteen (Kuva 10). Kairausten mukaan kallionpinta vaihtelee jätetaluella 6–14 metrin syvyydellä. Hienojakoisten sedimenttien voidaan olettaa tiivistyneen jätteen



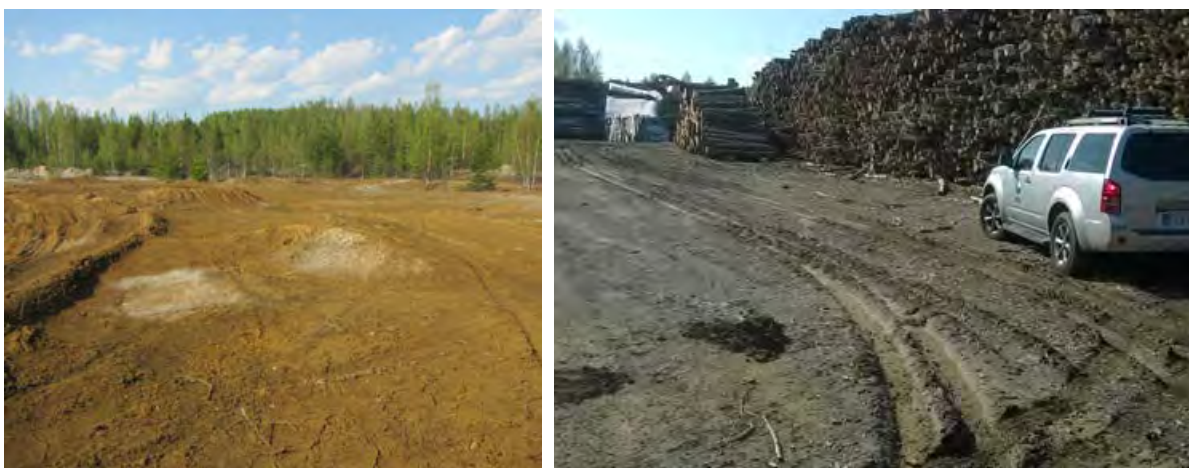
Kuva 10. Haverin suljetun kaivoksen rikastushiekka-alueen (oranssi katkoviiva), louhoksen ja jättekivillä täytetyn koelouhoksen sijainnit, pintavesien virtaussuunta (valkoinen nuoli) sekä pintavesien mittauspisteiden pH-arvot (pallosymbolit) tunnuksineen (ks. Taulukko 5), taustana laserkeilausaineisto, Ylöjärvi, Pirkanmaa. Mittaukset tehty 9.5.2016.

painon alla muodostaen vesitiiviin pohjarakenteen. Myöhemmässä vaiheessa jätealue laajentui Kirkkojärven lahdelle päin, missä rikastushiekka jäi osin veden alle. (Parviainen 2012)

Kaivoksen sulkemisen jälkeen osa rikastushiekan jätealueesta on peitetty ohuella maa-aineksella. Ilmeisesti tämä alue on nykyisin tukkipuiden varastoalueena. Jätealueen pohjois- ja itäosat ovat kasvittomia tai osalla aluetta heikon kasvuston peittämää (mm. pajukkoa, nuorta koivua, heinää) ja siten altis pölyämislle ja sadeveden eroosiolle. Tätä osaa on käytetty ajoratatoimintaan (Kuva 11).

Pöyry Finland Oy:n vuoden 2011 syksyn vesitulosten mukaan jätealueelta purkautuvat pintavedet olivat hyvin happamia ($\text{pH} < 4$) ja sisälsivät syanidihdisteiden (2,5–11 $\mu\text{g/l}$ kokonaissyanidi) lisäksi metalli- ja metalloidipitoisuuksia hyvin vaihtelevasti (Fe: 2,5–360 mg/l , Zn: 0,25–1,1 mg/l , Cu: 0,24–1,5 mg/l , Ni: 0,13–0,89 mg/l , Co: 0,12–0,77 mg/l , Cr: 0,5–11 $\mu\text{g/l}$, Cd: 1,1–6,5 $\mu\text{g/l}$, As: 0,5–2,1 $\mu\text{g/l}$). Kokonaistypen määrä vaihteli pintavesissä 0,5–6,1 mg/l ja kokonaisfosforin määrä oli 0,02–0,59 mg/l välillä. Kirkkojärven rantavesissä edellä mainittujen metallien pitoisuudet olivat pienentyneet 10–100-osaan. Tästä poikkeuksena oli arseeni, jonka pitoisuus rantavedessä oli joko sama tai hieman suurempi kuin jätealueen pintavesissä. (Valo 2012)

Jätealueen ympäristövaikutukset näkyvät metallikertyminä Kirkkojärven pohjasedimenteissä ja piilevälaajistossa. Viimeaikaisten tutkimukset osoittavat, että metallien kertyminen järvisedimentteihin alkoi jo kaivostoiminnan aikana, mutta metalleja kulkeutuu veden mukana edelleen. (Parviainen ym. 2012, Kihlman & Kauppila 2010)



Kuva 11. Vasemmassa kuvassa Haverin suljetun kaivosalueen ajorata-alueita rikastushiekan jätealueella. Oikeanpuolisissa kuvassa puupinojen lastaus- ja varastointialue, Ylöjärvi, Pirkanmaa. (© A. Tornivaara, GTK)

4.3.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016

Haverin rikastushiekan maastohavainnot osoittivat, että osa jätealueesta toimii puiden ja kantojen varastoalueena (Kuva 11). Jätealueelta ei voitu erottaa yhtenäistä peitorakennetta. Pientä osaa alueesta peitti ohut moreeni- tai tummanharmaa sammalpeite. Jätealueen reuna- ja patopenkereillä kasvoi pääasiassa koivua ja satunnaisesti kuusta tai mäntyä. Puiden varastoaluetta peitti laikkuina puuhake ja kaarnasilppu. Puiden kuljetus varastoalueelle raskailla ajoneuvoilla on jättänyt jätehiekkaan syviä ajouria, mikä edesauttaa pölyämistä ja rikastushiekan leviämistä ympäristöön. Lisäksi osalle alueesta oli kaivettu syviä uomia, jotka juoksuttavat alueelle kertyneet vedet pois, eikä luonnontilaista kosteikkoa pääse syntymään jätealueelle. Jätealueen pohjoisosassa oli peittämätön ja kasviton ja aluetta käytetään ajoratana. Alueelle oli

rakennettu rikastushiekasta hyppyreitää, mikä myös edesauttaa jätteen pölyämistä ja rikastushiekan hapettumista.

Rikastushiekan jätealueen keskellä sijaitsee vedenjakaja (länsi-itäsuunnassa), joka jatkuu lounais-koillisuuntaisena kohoumana jätealueen itä- ja koillispuolella, jakaen rikastushiekka-alueen valumavesien virtaussuunnat kahteen suuntaan: osa virtaa etelään ja kaakkoisosaan padotulle suotovesilammelle ja osa jätealueen koillispuolen rantakosteikolle (joka täyttynyt osin rikastushiekasta) ja edelleen Kirkkojärveen.

Jätealueen kaakkoispuolen patoon rajautuva suotovesilampi on erotettu Kirkkojärvestä louhe-maapadolla (tiepato), mutta lammen vedet pääsevät virtaamaan tiepatoon rakennetun putken kautta edelleen järveen. Jätepatoon ja lammen eteläpuolen metsäkaistaleeseen rajautuvat rannat kasvavat korkeavartisia vesikasveja kuten järviruokoa ja osmankäämää keskialueen ollessa vapaan veden peittämä. Kosteikkolampeen laskee jätealuetta eteläpuolelta suotovesiä keräävä ympärysoja (Hav7, Kuva 10). Ojassa ja lammen rannalla oli erotettavissa raudan saostumia, mikä viittaa Fe-sulfidien hapettumistuotteiden kulkeutumista suotovesiojaan ja edelleen lampeen. Lampeen ja etelässä luonnon maahan rajautuva jätepato on moreenia. Padon itäosaan on kaivettu uoma (Hav5), jonka kautta puuvarastoalueen valumavedet virtaavat ylivuotona kosteikkolammelle.

Taulukko 5. Haverin suljetun kaivoksen jätealueen ja sen ympäristön pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN) ja tunnuksot sekä fysikaalinen laatu, Ylöjärvi, Pirkanmaa (ks. pisteiden sijainti kuvasta 10). Veden fysikaalinen laatu mitattiin 9.5.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|--------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Pellon reunaoja (tausta) | Hav1 | 6847951 | 302398 | 15,1 | 8,46 | 114 | 6,35 | 7,82 | 116 | 11,7 |
| Vesilammikko koelouhoksessa | Hav2 | 6847722 | 302281 | 10,9 | 2,85 | 506 | 83,2 | 114 | 29 | 3,18 |
| Koelouhoksen laskuoja | Hav3 | 6847728 | 302241 | 13,7 | 3,69 | 414 | 105 | 134 | 50 | 5,16 |
| RHK- jätealueen itäpuolen reunusaja | Hav4 | 6847758 | 302234 | 12,7 | 3,45 | 411 | 145 | 189 | 74 | 7,79 |
| RHK-jätealueen kaakkois-padon ylittävä laskuoja (kohteesta Hav6) | Hav5 | 6847585 | 302206 | 16,7 | 4,98 | 333 | 102 | 121 | 16 | 1,54 |
| RHK-jätealueen kaakkois-puolen lammikolta poistuva vesi | Hav6 | 6847586 | 302193 | 12,2 | 3,79 | 387 | 81,7 | 108 | 23 | 2,48 |
| Jätealueen eteläpuolen ympärysoja (ylytyssillan kohta) | Hav7 | 6847492 | 302084 | 15,6 | 4,69 | 334 | 86,7 | 106 | 63 | 6,26 |
| RHK-alueen puupinon takana olevasta lammikosta lähtevä oja padolle | Hav8 | 6847633 | 302188 | 15,5 | 4,76 | 308 | 87,6 | 107 | 65 | 6,47 |
| RHK-alueen puupinon takana olevasta lammikko | Hav9 | 6847617 | 302163 | 12,4 | 5,65 | 248 | 61,8 | 81,3 | 27 | 2,90 |
| RHK-jätealueen pohjois-puolen ympärysoja | Hav10 | 6847921 | 302094 | 20,8 | 3,21 | 319 | 438 | 476 | 50 | 4,39 |
| Selkeytsaltaan länsireunan ympärysoja | Hav11 | 6847951 | 302077 | 12,2 | 3,37 | 345 | 150 | 198 | 119 | 12,7 |
| Selkeytsaltaan länsireunan ympärysoja | Hav12 | 6847950 | 302077 | 21,1 | 3,07 | 416 | 248 | 268 | 46 | 4,07 |
| Selkeytsalalta järveen poistuva vesi | Hav13 | 6847981 | 302235 | 10,6 | 3,83 | 402 | 53,1 | 73,2 | 36 | 4,02 |
| Selkeytsaltaan pohjois-puolen ojan vesi | Hav14 | 6848043 | 302217 | 10,0 | 4,28 | 389 | 40,7 | 57,1 | 36 | 4,02 |
| RHK-jätealueen laskuoja (järveen) | Hav15 | 6847840 | 302238 | 11,7 | 3,09 | 375 | 328 | 440 | 25 | 2,62 |

Jätealueen koillispatoon rajautuva järven lahti, joka on ilmeisesti toiminut kaivos-toiminnan aikana selkeytysaltaana, on täyttynyt rikastushiekasta ja siten merkitty kuvan 10 karttaan jätealueeksi. Rikastushiekkaa on levinnyt varsinkin lahden itäosaan sulkemiseen liittyneen jätealueen kuivatuksen seurauksena. Padon itäosaan on kaivettu avouoma, joka toimii edelleen jätealueen valumavesien ja uomasta erodoituvan rikastushiekan kulkureittinä järven lahteen. Itäosan jätteen peittämä alue erottuu kasvittomana länsi- ja keskiosan kosteikkokasvien (järviruoko, sara) peittämästä vetisestä rantavyöhykkeestä.

Maastotarkastuksessa paikannettiin rikastushiekan jätealueen länsipuolelta jäte-kivitäyttöinen koelouhos (60 m x 700 m), josta ei ollut aiempia paikkatietoja (Hav2, Kuva 10). Louhos on kaivettu 1990-luvun puolivälissä malminetsinnän yhteydessä Peltosaaren malmijuoniesiintymään (GTK 2015). Louhostäyttö sisältää arviolta noin 5 000 tonnia rapautuneita kiisupitoisia sivukiviä ja matalapitoista malmikiveä (low-grade). Louhoksen seinämät olivat myös rapautuneita sulfidihapettumisen seurauksena, mikä on aiheuttanut louhoksen lammikkovesien (pH < 3) ja ylivuotoveden (pH < 4) happamoitumisen (Taulukko 5). Tulva-aikoina hapan ylivuotovesi sekoittuu rikastushiekka-alueen itäpuolen ympärysojaan, josta vedet laskevat edelleen Kirkkojärveen.

4.3.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Haverin kultakaivoksen toiminta päättyi vuonna 1960. Kaivostoimintaa ei 1940- ja 1950-luvuilla koskenut vesioikeuden eikä nykyisen ympäristönsuojelulainsäädännön mukainen luvituskäytäntö. AHJO-järjestelmästä löytyy vuosilta 1998–2001 merkinnät kaivostoimijan pyynnöstä sijoittaa kaivoksen saostusjätettä Viljakkalan kunnan suljetulle kaatopaikalle. VAHTI-tietojärjestelmään ei ole kirjattu valvontaan liittyviä merkintöjä. Kaivosalueelle on tehty pilaantuneen maa-alueen kunnostamista koskeva suunnitelma ja Pirkanmaan ELY-keskus on hyväksynyt 5.4.2011 suunnitelman kaivosalueen vanhan syanidivaraston purkamisesta aiheutuvista peittotoimenpiteistä ja pintavesien johtamisesta (Dnro PIRELY/84/07.01/2011).

Vuoden 2016 toukokuun GTK:n maastotarkastuksessa paikallistettiin rikastushiekan jätealueen koillispuolelta jätekivillä täytetty pieni koelouhos 1990-luvun puoliväliltä. Alueen malminetsintä aktivoitui ja kaivostoiminnan käynnistämistä suunniteltiin uudelleen 2000-luvulla, mutta rahoitusvaikeuksien takia suunnitelmat raukesivat. Alue näyttäisi kiinnostavan jälleen, sillä Palmex Mining Oy on jättänyt alueesta malminetsintälupahakemuksen vuonna 2015 (Tukes 2016).

4.3.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalueesta valtaosa on kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeää aluetta. Avolouhoksen alue ja noin puolet rikastushiekka-alueesta on asema-kaavoitettua aluetta. Kaivosalue, ulottuen rikastushiekka-alueen länsiosaan, on myös kaavoitettu loma- ja matkailualueeksi. Kaivosalueen länsipuolella on Haveri-niminen vedenhankinnan kannalta tärkeä pohjavesialue (0293201) ja kaivosalueelta löytyy myös suojelualueeksi merkitty kohde.

Kesällä 2016 maastokäynnin yhteydessä jätealue toimi mm. puutavaran varastointialueena, yksityisten henkilöiden jätealueena ja motocross-rata-alueena. Alueen maanpinta oli pääosin kasvion johtuen em. toiminnoista. Alueen käytöstä tulisi rajata pois toiminta, joka estää kasvillisuuden juurtumisen. Tällöin haitta-aineiden leviäminen ympäristöön pölyämisen kautta saadaan estettyä ja hidastettua rikastushiekan rapautumisen eteneminen, mikä todennäköisesti vähentäisi suotautuvien vesien happamuutta ja metallipitoisuutta.

Alueen kunnostustarpeen arviointi edellyttää selvitystä, soveltuuko happoa tuotava jätealue puuvarastoalueeksi ja rata-ajokäyttöön. Esimerkiksi puuvarastoalueelle kertyneen puuhakkeen ja kaarnasilpun vaikutukset peittämättömän rikastushiekan pinnan rapautumiseen tuli selvittää, koska orgaaninen aines voi lisätä mikrobihengitystä sekä kaasunvaihtoa ja siten nopeuttaa rikastushiekan kemiallista muutunutta. Nykytila osoittaa pölyämrisriskin ja rikastushiekan sulfidihapettumisen jatkumista ylläpitäen hapontuottoa. Lisäksi aiemmat järvisedimenttitutkimukset osoittavat, että metallikuormitus Kirkkojärveen jatkuu edelleen, mikä puoltaa jätealueen kunnostuksen tarpeellisuuden. Kunnostusmenetelmien valinta (peitto ja vesien puhdistus) edellyttää alueen laajaa nykytilakartoitusta. Nykytilaselvityksen yhteydessä olisi myös syytä selvittää mahdolliset syanidipitoisuudet alemmissä rikastushiekkakerroksissa. Kunnostustoimenpiteiden suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnonsuojeluviranomaiseen.

4.4 Hällinmäki –Virtasalmi



Sijainti: Pieksämäki, Etelä-Savo

Malmi: Cu, myös S-rikaste

Toiminta-aika: 1966–1984

Kokonaislouhinta: 5,3 Mt, josta rikastetun kuparimalmin määrä oli noin 4,2 Mt. Malmia on louhittu avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 4,2 Mt

Sivukivi: 0,5 Mt, osa sivukivestä on murskattu maarakennuskäyttöön ja murskaustoiminta jatkuu tarpeen mukaan edelleen.

Lisätiedot: Kaivoksen rikastamolla käsiteltiin Puumalan Kitulan ja Taipalsaaren Telkkälän Ni-Cu-malmit vuosina 1969–1970.

Lähteet: Alarotu 1970, Puustinen 2003

4.4.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

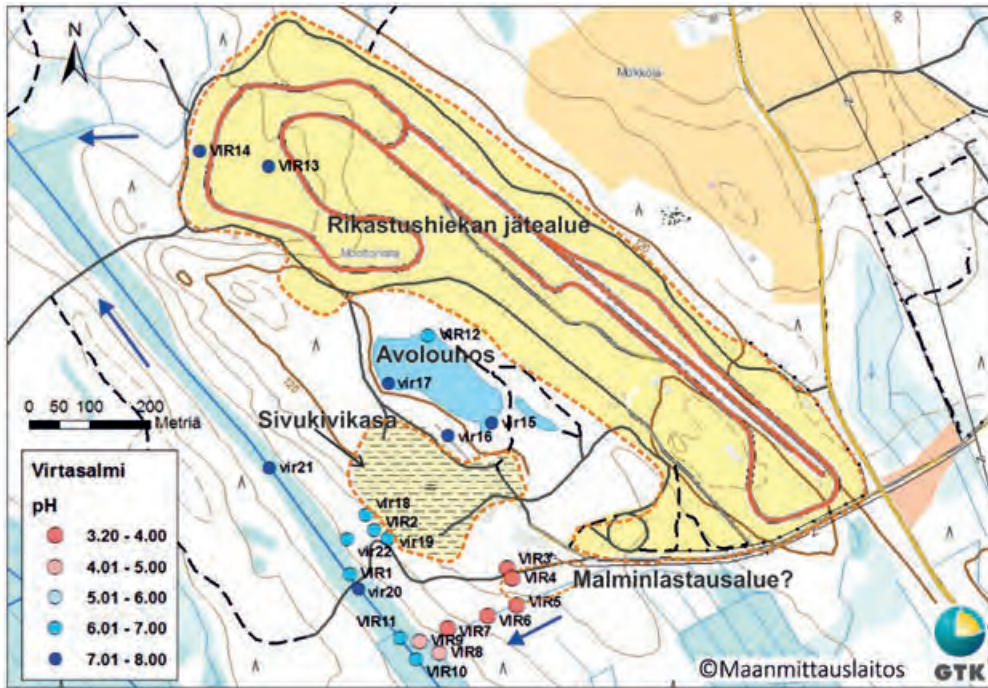
Rikastushiekan jätealue sijaitsee louhoksen pohjois- ja itäpuolella moreenimäkien välisessä painanteessa. Jätealueen keskiosaan on perustettu moottoripyörien kilpa- ja harjoitusrata. Asfaltoituja ajoratoja ympäröivä alue on peitetty ohuella moreenikerroksella ja nurmetettu. Sivukiven jätealue sijaitsee louhoksen vieressä moreenimäen lounaisosassa. Jätealueiden kemiallisesta nykytilasta, valumavesien kuormituksesta ja ympäristövaikutuksista ei ollut saatavilla tutkimustietoa.

4.4.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016

Loppukesän 2016 maastotarkastuksessa rikastamon eteläpuolella havaittiin lähes kasvion maa-alue, jonka vesilämpäreiden vedet olivat hyvin happamia (Kuva 12 ja 13, Taulukko 6). Betonin palasia peitti vihreä saostuma, mikä viittaa kuparipitoiseen veden saostumaan (kuparisulfaattiin). Alue on mahdollisesti toiminut malmikiven lastausalueena tai välivarastona. Alueelta lähtevä oja syöttää hapanta vettä edelleen Salajokeen (Kuva 12: VIR3-9). Ajoradan pohjoisosaan nurmikkokaistaleen painanteeseen oli maastotarkastuksen aikana kertynyt iso lammikko, jonka pH-arvo oli neutraali, mutta sähkönjohtokyky muita pintavesiä selvästi korkeampi (Taulukko 6: VIR13).

Alueen sivukivikasa on korkea, jyrkkärinteinen ja lähes puuton. Salajoen yläjuoksun veden pH oli korkeampi kuin vuonna 2016 mitattujen sivukivikasan suotovesien pH-arvot (Taulukko 6). Sivukivialueen suotoveden (vir18) analyysitulosten perusteella kasasta liukenee mm. kuparia ja sulfaattia (Cu: 2,2 mg/l, SO₄: 282 mg/l; Karlsson 2016). Rikastushiekan suotoveden laatua mitattiin vain yhdestä pisteestä, missä veden pH-arvo oli lähes neutraali (7,21).

Rikastushiekka-alueen päälle rakennettu Virtasalmen Motopark on aidattu ja suurin osa rikastushiekan jätealueesta jää aidan sisäpuolella. Sivukivikasan ja Motoparkin väliin jää vedellä täyttynyt avolouhos, jota ei ole erikseen aidattu. Avolouhoksen vedenpinnan korkeus näyttäisi vaihtelevan jonkin verran, ja läheisiin painanteisiin ja ojiin kertyy louhoksen ylivuotovesiä. Vanhojen varastorakennusten ympäristöön on varastoitu romua.



Kuva 12. Hällinmäen suljetun kaivoksen rikastushiekan ja sivukiven jätealueiden sijainnit (oranssi katkoviiva), pintavesien virtaussuunnat (sininen nuoli), sekä pintavesien pH-arvot (pallosymbolit), Pieksämäki, Etelä-Savo. Rikastushiekan jätealueelle on perustettu ajorata. Veden fysikaalinen laatu mitattiin GTK:n KaiHaMe-hankkeessa 7.6.2016 (pisteet vir15-22; Karlsson 2016) ja KAJAK II -hankkeessa 30.8.2016 (VIR1-14).



Kuva 13. Hällinmäen suljetun kaivoksen eteläpuolisista pintavesistä mitattiin alhaisia pH-lukemia maastotarkastuksen yhteydessä elokuussa 2016. Vasemmassa kuvassa yksi rikastamon eteläpuolisen alueen vesilammikoista (pH 3,24) sekä oikeassa kuvassa entiseltä malminvarastointialueelta Salajokeen virtaava puro (pH 4,28), Pieksämäki, Etelä-Savo. (© A. Tornivaara, GTK)

Taulukko 6. Virtasalmen Hällinmäen suljetun jätealueen ja sen ympäristön pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN) ja fysikaalinen laatu, Pieksämäki, Etelä-Savo. Pisteiden sijainti pH-arvoineen esitetty kuvan 12 kartassa. Veden fysikaalinen laatu mitattiin alkukesällä 7.6.2016 (vir15-22; Karlsson 2016) sekä KAJAK-hankkeessa 30.8.2016 (VIR1-14). Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ, 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|----------------------------------------------|--------|--------|---------|-----------------|------|-------------|-------------|--------------------|--------------|---------------|
| Salajoki, kivikasan alapuoli, suo, alajuoksu | VIR1 | 528710 | 6880391 | 10,8 | 6,66 | 162 | 7 | 9 | 104,7 | 11,59 |
| Suoto-oja kivikasasta lähtevä | VIR2 | 528743 | 6880481 | 2,3 | 6,53 | 198 | 21 | 38 | 110,4 | 15,15 |
| Vanha malmivaraston alue, kaivanto | VIR3 | 528976 | 6880391 | 15,0 | 3,33 | 428 | 73 | 90 | 84,4 | 8,49 |
| Tienvierus (rikastamon puoli), lätäkkö | VIR4 | 528973 | 6880395 | 15,3 | 3,24 | 417 | 73 | 90 | 88,8 | 8,87 |
| Kuollutta aluetta sivuava oja | VIR5 | 528980 | 6880344 | 12,1 | 3,39 | 441 | 67 | 89 | 78,8 | 8,45 |
| Hakkuuaukion reunaoja | VIR6 | 528935 | 6880324 | 14,0 | 3,49 | 452 | 62 | 78 | 92,4 | 9,50 |
| Oja ennen liittymistä metsäojaan | VIR7 | 528854 | 6880276 | 11,7 | 3,71 | 437 | 46 | 62 | 92,7 | 10,04 |
| Metsäoja, em liittymän jälkeen | VIR8 | 528850 | 6880264 | 11,1 | 4,65 | 311 | 14 | 19 | 53,0 | 5,83 |
| Metsäoja ennen liittymistä Salajokeen | VIR9 | 528827 | 6880264 | 12,0 | 4,28 | 354 | 22 | 29 | 77,6 | 8,35 |
| Salajoki, yläjuoksu | VIR10 | 528818 | 6880260 | 11,0 | 6,20 | 253 | 7 | 9 | 95,6 | 10,55 |
| Salajoki, alajuoksu | VIR11 | 528808 | 6880261 | 11,0 | 6,40 | 218 | 7 | 9 | 97,0 | 10,69 |
| Avolouhos, reuna-alueen pintavesi | VIR12 | 528839 | 6880808 | 16,7 | 6,68 | 289 | 15 | 18 | 111,2 | 10,82 |
| RH-alueen selkeytyksillä, vesilampi | VIR13 | 528576 | 6881086 | 15,9 | 7,10 | 303 | 114 | 139 | 92,3 | 9,10 |
| RH-aluetta sivuava suoto-oja | VIR14 | 528462 | 6881113 | 11,3 | 7,21 | 76 | 50 | 68 | 75,5 | 8,24 |
| Louhos, etelä | vir15 | 528949 | 6880636 | 15,4 | 7,98 | 91 | 13 | 16 | 93 | 9,2 |
| Vinotunneli | vir16 | 528872 | 6880626 | 12,2 | 7,64 | 102 | 5 | 7 | 69 | 7,5 |
| Louhos, pohjoinen | vir17 | 528773 | 6880715 | 15,3 | 7,67 | 106 | 13 | 16 | 87 | 8,8 |
| Sivukivi suoto | vir18 | 528748 | 6880476 | 2,3 | 6,71 | 195 | 34 | 60 | 109 | 14,9 |
| Sivukivi suoto | vir19 | 528774 | 6880452 | 2,6 | 6,85 | 193 | 29 | 51 | 106 | 14,4 |
| Oja, tausta | vir20 | 528724 | 6880375 | 9,4 | 7,37 | 149 | 8 | 12 | 98 | 11,2 |
| Oja, sivukivialueen jälkeen | vir21 | 528574 | 6880568 | 8,9 | 7,35 | 142 | 9 | 13 | 123 | 14,2 |
| Sivukiven suoto-oja | vir22 | 528706 | 6880450 | 11,2 | 6,81 | 188 | 37 | 50 | 95 | 10,4 |

4.4.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Hällinmäen nykyiselle moottoriurheiluradan toiminnalle Etelä-Savon ympäristökeskus myönsi ympäristöluvan 18.6.2009 (Dnro ESA-2008-Y-250-111). Kyseisessä luvassa oli lupamääräysten tarkistamisvelvollisuus, jonka mukaan luvan saajan oli 30.9.2014 mennessä tehtävä lupaviranomaiselle lupamääräysten tarkistamista koskeva hakemus. Itä-Suomen aluehallintovirasto on antanut lupahakemuksesta päätöksen 10.8.2016 (Nro 33/2016/1, Dnro ISAVI/3417/04.08/2014). Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen.

Etelä-Savon ELY-keskus on tehnyt moottoriurheiluradalle useita tarkastuskäyntejä ja neuvotellut useita kertoja toiminnanharjoittajan kanssa vuodesta 2003 alkaen. Keskustelujen aiheet näissä tarkastuksissa ja neuvotteluissa ovat olleet ajoneuvojen pyöristä syntyvät päästöt, melu sekä jätteisiin liittyvät asiat.

Etelä-Savon ELY-keskus ei ole tehnyt varsinaiselle kaivosalueella valvontatarkastuksia, eikä kaivostoiminnalle löydy asiantuntijajärjestelmästä merkintöjä (esim. vesilain mukaista lupaa kaivostoiminnalle).

4.4.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalueella ei ole yleiskaavaa tai asemakaavaa, mutta Etelä-Savon maakunta-kaavaan (YM vahv. 4.10.2010) alue on merkitty erityistoimintojen alueeksi (e-1) (Motopark-moottoriurheilukeskus), jolla on lisäksi melualuemerkintä. Rikastushiekka-alueella toimii asfaltoituna moottoriurheilurata-alueena, jonka muut alueet on nurmetettu. Motoparkin toiminta jatkunee entisellään eikä tiedossa ole muutoksia nykyiseen toimintaan tai maankäyttöön.

GTK:n maastotarkastus osoitti, ettei rikastushiekan ja sivukiven jätealueella ole nykytilassa alapuolista vesistöä happamoittavaa vaikutusta. Sivukivikasan suoto-vesistä mitattiin kuitenkin kesällä 2016 kohonneita sulfaatti- ja metallipitoisuuksia (Karlsson 2016). Asia olisi syytä varmentaa näytteenotolla ja tarkemman suotovesikemian selvittämällä. Sen sijaan entisen rikastamoalueen itäpuolelta, malmikiven varastoalueelta valuu happamia valumavesiä Salajokeen. Alue on kasviton ohutta sammalpeitettä lukuun ottamatta. Alue ei ole varsinaiseen rikastushiekka-alueeseen nähden suuri. Happamoittavan kivi- ja maa-aineksen määrä ja paksuus tulisi selvittää esim. kairauksin.

Vuonna 2016 annetussa Motoparkin lupapäätöksessä määräykset kohdistuvat meluun ja melutasojen seurantaan, maaperän ja pohjavesien suojeluun lähinnä öljypäästöjen osalta sekä jätehuoltoon ja jätevesien käsittelyyn. Ympäristökeskuksen ja aluehallintoviraston lupapäätöksissä ei ole otettu huomioon vanhaa jätealuetta, sen erityispiirteitä ja mitä mahdollisia ympäristöhaittoja syntyy moottoriurheilutoiminnan seurauksena. Suositellaan selvitettäväksi voiko harjoittelu- ja kilpailutilanteessa hiekan pölyämisestä aiheutua terveyshaittaa kilpailijoille ja muille tapahtumaan osallistuville henkilöille. Happamoitunut malminlastausalue tulisi tutkia ja tehdä tarvittavat kunnostustoimenpiteet, jotta happamien vesien pääsy Salajokeen saadaan loppumaan.

4.5 Hälvälä



Sijainti: Kerimäki, Savonlinna, Etelä-Savo

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1988–1992

Kokonaislouhinta: 0,54 Mt, josta rikastetun malmikiven määrä oli 0,25 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: Malmikivi kuljetettiin käsiteltäväksi Enonkosken Laukunkankaan rikastamolle, jonka jätealueelle se myös läjitettiin.

Sivukivi: n. 0,18 Mt on varastoitu Hälvälän louhoksen pohjoispuolen 1,5 ha jätealueelle ja n. 0,11 Mt on sijoitettu maanalaisen kaivoksen louhos-tilojen täyttöön.

Lähteet: Isomäki 1994, Puustinen 2003, Räisänen ym. 2015a

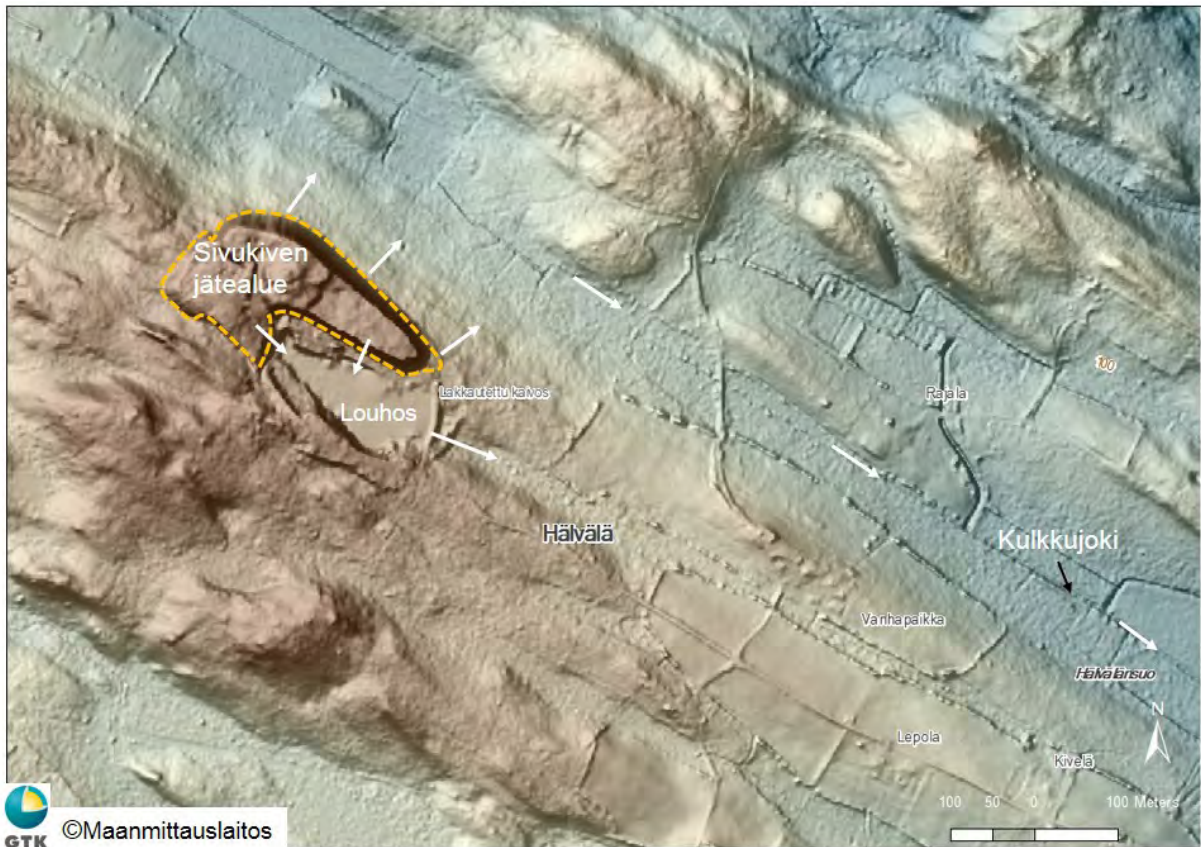
4.5.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Hälvälän kaivoksen sivukiven jätealue on läjitetty moreenimaalle (Räisänen ym. 2015a). Jätealuetta ei ole maisemoitu eikä peitetty. Jätealueen nykytilasta ei ollut saatavilla tutkimustietoa. Jätealueen valumavedet kulkeutuvat pääasiassa Kulkkujokeen, jonka veden laadusta ei myöskään ollut saatavilla julkaistua tutkimustietoa.

4.5.2 Maastotarkastus ja louhosveden mittaukset vuonna 2016

Vuosien 2013 ja 2016 GTK:n maastohavaintojen mukaan enemmistö kivistä on rapautumattomia ja vain pieni osa heikosti rapautunutta ja rautasaostumien värjäämää. Toisena maastohavaintona oli, ettei sivukivialueen reunaosissa esiintynyt suotovesien purkausumia tai lätäköitä. Tämä havainto osoittaa kivikasan sijoittuvan vettä johtavan hiekkamoreenimaan päälle. Alueen laserkeilauskartta osoittaa jätealueen sijaitsevan loivarinteisen moreenimäen päällä (Kuva 14). Sijointipaikka viittaisi vedenjakajan sijoittuvan luode-kaakkosuuntaisesti jätealueen keskiosalle. Näin ollen kasan valumavedet kulkeutuisivat pääasiassa jätealueen moreenimaahan, jonka pohjavedet virtaisivat kasan eteläpuolelta louhokseen ja kasan pohjoispuolelta koillis-kaakkosuuntaiseen painanteeseen. Painanteessa päävesiuomana on Kulkkujoki, joka laskee Iso-Sulkavajärveen.

Vuoden 2013 ja 2016 maastokäyntien yhteydessä mitattiin louhosveden fysikaalista laatua ja tulokset on esitetty taulukossa 7. Tulosten mukaan louhosvesi oli hapanta (pH 4–4,1) ja heikosti sähköä johtava molempina mittausvuosina. Mittaukset viittasivat louhosseinämien sulfidihapettumiseen, mutta mahdollisesti myös sivukivikalta valuviin happamiin vesipäästöihin. Malmiesiintymän geologian ja mineralogian perusteella osa sivukivistä voi olla potentiaalisesti happoa tuottavia (Räisänen ym. 2015a). Havainnon varmistaminen edellyttäisi sivukivikasan ympäristön pohjaveden laadun mittauksia. Vuoden 2016 maastokäynti osoitti, että louhoksen vesi ylivuotaa tulva-aikoina kaakossa sijaitsevaan metsäojoan, jonka vesi laskee edelleen Kulkkujokeen.



Kuva 14. Hälvälän suljetun kaivoksen sivukiven jätealueen (oranssi katkoviiva) ja louhoksen sijainnit sekä pintavesien virtaussuunnat (valkoinen nuoli), karttapohjana laserkeilausaineisto, Savonlinna, Etelä-Savo. Moreenimaan pohjaveden virtaussuunta on todennäköisesti sama kuin pintaveden virtaussuuntaa.

Taulukko 7. Hälvälän suljetun kaivoksen louhosveden fysikaalinen laatu vuosina 2013 ja 2016 sekä mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN), Savonlinna, Etelä-Savo. Ks. selitykset taulukosta 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|------------------------------|--------|--------|---------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Avolouhosvesi (4.9.2013) | - | 602242 | 6876600 | 18,6 | 4,03 | 295 | 52,1 | 59,4 | 64 | 5,95 |
| Avolouhosvesi (30.8.2016) | HALI | 602412 | 6876507 | 16,5 | 4,15 | 397 | 44,9 | 53,6 | 118 | 11,6 |

4.5.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Asianhallintajärjestelmissä on merkinnät asioista, joita on käsitelty Enonkosken kaivokseen liittyen vuosina 1992–1995. Outokumpu Mining Oy on toimittanut vuonna 1992 selvityksen Hälvälän louhoksen lopetustöistä ja ehdotuksen louhoksen velvoitetarkkailun lopettamiseksi. Itä-Suomen vesioikeus on antanut 10.2.1994 päätöksen kaivos- ja teollisuusjätevesien johtamisesta vesistöön. Ennakoilmoitus kaivostuotannon aloittamisesta on jätetty 23.5.1994 ja 18.11.1994 ilmoitus kaivoksen tuotannon lopettamisesta sekä ehdotus vesien tarkkailuohjelmaksi toiminnan lopettamisen jälkeen. Ympäristökeskus hyväksyi 7.2.1995 kaivoksen toiminnan lopettamisen jälkeisen tarkkailuohjelman. Asioiden käsittelyyn liittyviä asiakirjoja ei ole taltioitu sähköiseen asianhallintajärjestelmään.

Etelä-Savon ympäristökeskus on hyväksynyt 2.7.1999 kaivoksen jälkitarkkailuohjelman (Dnro 0595Y0104-113) ja jälkitarkkailun lopettamisen 25.7.2002. Hälvälän kaivosalueelta ja sen alapuolisesta Kulkkujoesta ei tehdä enää seurantanäytteenottoa. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Hälvälän kaivosalue on merkitty puolestaan FinnAust Mining Finland Oy:n malminetsintäalueeksi vuoteen 2019 asti (Tukes 2016).

4.5.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alueella on voimassa Etelä-Savon maakuntakaava, mutta siinä ei ole osoitettu kaivosalueelle maankäyttöä. Tiedossa ei ole, että Hälvälän kaivoksen maankäyttö olisi muuttunut tai muuttumassa.

Hälvälän sivukiven jätealueen ympäristövaikutuksista oli niukasti tutkimustietoa saatavilla. Osa jätealueen valumavesistä kulkeutuu todennäköisesti louhokseen, josta hapan vesi valuu tulva-aikoina ylivuotona ympäristöön. Suositeltavaa on mitata veden kemiallinen laatu ja arvioida, onko louhoksen ylivuodolla tai jätealueen mahdollisilla happamilla valumavesillä merkittävää pinta- ja pohjavesiä pilaavaa vaikutusta. Vuonna 2002 jälkitarkkailun lopettamista koskevassa kirjeessään sen aikainen ympäristökeskus toteaa, että mikäli kaivosalueella ilmenee aiemmasta kaivostoiminnasta johtuvia ympäristön kannalta haitallisia tekijöitä, ympäristökeskus tulee edellyttämään Outokumpu Mining Oy:tä ryhtymään tarpeellisiin toimenpiteisiin haitan korjaamiseksi. Suositellaan selvittäväksi sivukivialueen vaikutukset pinta- ja pohjaveden laatuun, jonka perusteella voidaan arvioida lisäkunnostustarve. Mikäli tarvetta ei ole, niin kaivos ehdotetaan poistettavaksi kunnostustarpeen arviointia koskevasta EU-luettelosta (Stén 2012). Jos päädytään kunnostustoimien suunnitteluun, on hyvä olla ennakkoon yhteydessä luonnonsuojeluviranomaiseen.

4.6 Ilijärvi

Sijainti: Orijärvi, Salo, Varsinais-Suomi

Malmi: Cu, Zn, Ag, Au

Toiminta-aika: 1974, 1833 ja 1851–1952

Kokonaislouhinta: n. 38 000 t, josta rikastetun malmikiven osuus oli vajaat 6 000 t. Malmia louhittiin läntisestä ja itäisestä avolouhoksesta.

Rikastushiekka: Vuonna 1974 louhittu malmi rikastettiin Orijärven rikastamolla, jonka jätealueelle on varastoitu rikastuksesta syntynyt hiekkajäte.

Sivukivi: n. 32 000 t.

Lisätiedot: Alueen kaivostoiminnalla on pitkä historia, arkistojen mukaan jo 1700-luvun puolivälissä alueella louhittiin useita pieniä hopeapitoisia kuparimalmiesiintymiä.

Lähteet: Puustinen 2003, Räisänen ym. 2015a



4.6.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Alkuaan sivukiven jätealueet ovat sijainneet louhosten ympärillä, osittain kalliopäällä tai ohutpeitteisen moreenimaan päällä (ks. louhossijainnit kuvasta 15). 2000-luvun puolivälin jälkeen Ilijärven entisillä louhosalueilla alkoi kalkkikiven ja kivimurskeen tuotanto, mistä syystä aiemman metallikaivostoiminnan louhosten tai sivukiven jätealueiden alkuperäistä sijaintia ei voida enää erottaa alueelta. Oletettavasti sivukivet on hyötykäytetty ja niiden jätealueet on joko louhittu pois kalkkilouhosten tieltä (läntinen louhos) tai ne ovat jääneet kivimurskevaraston alle (itäinen louhos, Kuva 15)

4.6.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016

Ilijärven hylätyn kaivosalueen läntinen louhos on jäänyt Hyypiänmäen kahden kalkkivilouhoksen alle ja itäinen louhos Suvisillan kalliomurskelouhoksen alle. Vanhoja sivukiven jätealueita tai niiden sijaintia ei voi enää tunnistaa maisemasta. Ilmeisesti vanhat jättekivet on hyötykäytetty. Suvisillan alueella tyhjennetyin murskekeasan pohjalta paljastui rautasaostuman peittämä sepelikerros, mikä voi viitata alueen olleen vanhan kaivoksen sivukivikasa tai malmikivien väliaikainen varastoalue (Kuva 16).

Suvisillan louhosalueen murskevaraston sadevesilammikoista ja lähiympäristön metsäojista mitattiin GTK:n maastotarkastuksen yhteydessä toukokuussa 2016 vesien pH, Redox, johtavuus- ja happiarvoja (Kuva 15). Mittausten mukaan entisen jätealueen vedet olivat lähes neutraaleja (Taulukko 8). Esimerkiksi alueelta poistuvan pintaveden sähkönjohtavuus oli louhosveden johtavuuteen verrattuna lähes kaksinkertainen, mikä on todennäköisesti seurausta kohonneista sulfaatti-, kloridi-, natrium- ja maa-alkalipitoisuuksista.



Kuva 15. Hyypiänmäen kalkkikaivoksen louhosten ja Suvisillan kivilouhoksen sijainnit hylättyä liljälän kaivosalueella, taustana laserkeilausaineisto, Salo, Varsinais-Suomi. Pallosymboleilla on merkitty Suvisillan kivilouhoksen ympäristön pintavesien pH-arvot (mitattu 11.5.2016) tunnuksineen (ks. Taulukko 8).



Kuva 16. Suvisillan kivimurskevaraston pohjalta erottuu rautasaostumia (ruosteisen alueet), mikä viittaisi hylätyn liljälän kaivoksen sivukiven jätealueen sijaintipaikkaan, Salo, Varsinais-Suomi. (© A. Tornivaara, GTK)

Taulukko 8a. Hylätyn Ilijärven itäisen kaivosalueen, nykyisen Suvisillan kivilouhoksen ympäristön pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN, ks. Kuva 15) ja fyysikaalinen laatu, Salo, Varsinais-Suomi. Mittaukset tehtiin 11.5.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Murskevarastoalueelta poistuva vesi | ILJ1 | 6683288 | 306406 | 7,3 | 6,93 | 171 | 22,9 | 34,5 | 82,5 | 9,9 |
| Metsäoja, lampare | ILJ3 | 6683366 | 306501 | 7,8 | 6,59 | 146 | 23,6 | 35,1 | 32,5 | 3,9 |
| Murskealueen lätkkö (Fe-saostumaa) | ILJ4 | 6683359 | 306475 | 11,9 | 7,26 | 134 | 51,8 | 69,1 | 79,8 | 8,6 |
| Avolouhoksen pintavesi (kirkas) | ILJ5 | 6683433 | 306477 | 14,0 | 8,02 | 115 | 28,6 | 36,1 | 98,1 | 10,1 |

Taulukko 8b. Hylätyn Ilijärven, nykyisen Suvisillan kivimurskevarastoalueelta ympäristöön valuvan veden kemiallinen laatu, Salo, Varsinais-Suomi (ks. pisteen ILJ3 sijainti kuvasta 15). Kentällä suodatetun (GD/XP 0,45 µm) vesinäytteen alkuainepitoisuudet on mitattu ICP-OES ja MS-ICP-menetelmillä, liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuus C-analysointorilla ja suodattamattomien vesinäytteiden anionimittaukset IC-menetelmällä akkreditoitussa Labtium Oy:n Espoon laboratoriossa.

| Kohdekuvaus | Tunnus | DOC mg/l | SO ₄ mg/l | Cl mg/l | Br mg/l | I µg/l | NO ₃ mg/l | Ca mg/l | K mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | Si mg/l | Al µg/l |
|---------------------------------------|--------|-------------|-------------------------|------------|------------|-----------|-------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Entisen sivukivijätealueen valumavesi | ILJ3 | 13 | 92 | 14 | <0,1 | 14 | <0,2 | 0,21 | 1,67 | 11,9 | 8,86 | 7,38 | 8,1 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | S mg/l | Fe mg/l | Mn µg/l | Zn µg/l | Cu µg/l | Ni µg/l | Pb µg/l | Co µg/l | As µg/l | Cd µg/l | Mo µg/l | U µg/l | Cr µg/l |
|---------------------------------------|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| Entisen sivukivijätealueen valumavesi | ILJ3 | 27,9 | 0,21 | 962 | 13 | 14 | 5,9 | 2,3 | 1,4 | 1,2 | 0,02 | 0,5 | 0,1 | 0,2 |

4.6.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Ilijärven kaivoksesta ei ole merkintöjä AHJO- eikä USPA-järjestelmässä. Esimerkiksi mahdollisesta paikallisen vesioikeuden vesiluvasta ei ole tietoa. Kaivos on merkitty MATTI-tietojärjestelmään kaivannaisjätealueena. MATTI- tai VAHTI-tietojärjestelmästä ei löydy merkintöjä kaivosalueelle tehdyistä tarkastuksista.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Ilijärven vanhan kaivoksen alueelle on merkitty Nordkalk Oy Ab:n voimassa oleva valtaus (kalsiitti) sekä Salon Mineraalin olemassa oleva kaivospiiri (Tukes 2016).

4.6.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue sijoittuu yleiskaava-alueelle ja on kaavoitettu maa- ja metsätalousvaltaisiksi alueiksi. Ilijärven hylätyllä kaivosalueella ei ole enää aiemman kaivostoiminnan kaivannaisjätealueita. Läntisen louhoksen alueella toimii Hyypiänmäen kalkkikaivos ja itäisellä louhosalueella Suvisillan kivimursketuotanto. Näiden tietojen pohjalta Ilijärven kaivoksen poistaminen on perusteltua kunnostustarpeen arviointia koskevasta EU-luettelosta (Stén 2012).

4.7 Kangasjärvi



Sijainti: Keitele, Pohjois-Savo

Malmi: Cu, Zn

Toiminta-aika: toimi Pyhäsalmen satelliittikaivoksena vuosina 1984–1986.

Kokonaislouhinta: 0,75 Mt, josta rikastetun malmikiven määrä oli n. 0,09 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta.

Rikastushiekka: Malmikivi kuljetettiin rikastettavaksi Pyhäsalmen rikastamolle, jonka jätealueelle on varastoitu malmin rikastuksessa syntynyt rikastushiekkajäte.

Sivukivi: 0,66 Mt on sijoitettu Kangasjärven louhoksen itäpuolella olevalle 6 ha alalle.

Lähteet: Puustinen 2003

4.7.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Suljetulla kaivosalueella on sivukiven jätealue ja vedellä täyttynyt avolouhos, jotka sijaitsevat Kangasjärven etelärannalla (Kuva 17). Louhoksen ja jätealueen valumavedet kulkeutuvat Kangasjärveen ja edelleen Kangasjokeen, joka laskee Nilakan Vuonamonlahteen. Tarkkailutulosten mukaan 1990-luvun lopulta lähtien järven valumavedet alapuoliseen vesistöön ovat olleet happamia ($\text{pH} \leq 4,5$) ja metallipitoisia (Kuva 18, Räisänen ym. 2015a). Alhaisimmillaan pH (4,3) oli vuosina 2000–2004, jonka jälkeen pH on kohonnut hieman (4,6). Sähköjohtavuus on viime vuosina (2015–2016) laskenut, mikä viittaisi Kangasjärven metalli- ja suolaionikuormituksen pienenemiseen.

Jätealue (5–6 ha) on vettä suotavalla moreenimaalla, mikä viittaisi happamien valumavesien kulkeutumista myös jätealueen ympäristön irtomaan pohjavesiin. Pohjaveden laadusta ei ole tarkkailutietoja.

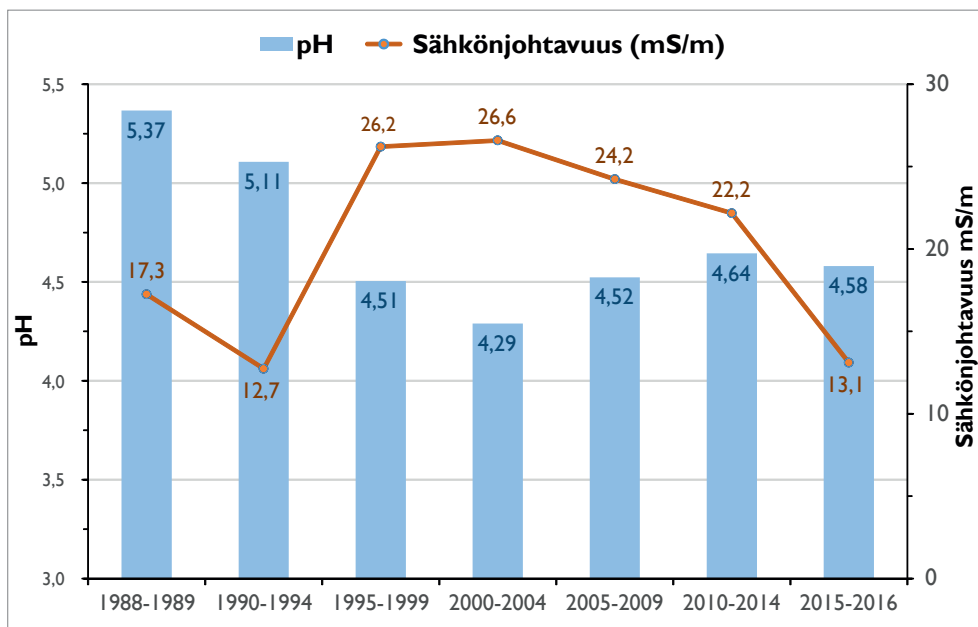
Jätealuetta ei ole peitetty ja se sisältää happoa tuottavia jätkeviä. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen vuoden 2004 tarkastuspöytäkirjan (19.7.) mukaan sivukivikasan hapontuottoa on yritetty estää kivikasan kalkituksella tuloksetta. Louhosveden happamuutta on aiemmin yritetty neutraloida kalkitsemalla (1989) ja 1990-luvun lopulla bakteeriympillisäyksillä ilman pitempiaikaista neutralointivaikutusta (Räisänen ym. 2015a).

4.7.2 Maastotarkastus ja pintavesimittaukset vuonna 2016

Vuoden 2016 kesäkuun GTK:n maastotarkastus osoitti Kangasjärven kuivatuksen kosteikkotyypiksi suomaaksi (Kuvat 17 ja 19). Sivukivikasaan rajoittuvalta rantakaistaleen vesilampareiden vesi oli hyvin hapanta ($\text{pH} < 3$), mikä viittaa jätealueelta kulkeutuvan happamia valumavesiä kuivatulle Kangasjärvelle. Tämä ilmiö on havainnoitu myös GTK:n aiemmissa Kangasjärven veden laatumittauksissa (Räisänen ym. 2015a). Vuoden 2004 GTK:n mittausten mukaan rantakaistaleen järveden pH oli välillä 3,7–4,0, mikä viittaisi hapon tuoton kasvaneen jätealueella. Myös louhoksen veden pH oli tuolloin hyvin hapan ≤ 3 . Louhoksesta hapan vesi kulkeutuu tielou-



Kuva 17. Ilmakuva kartalla Kangasjärven suljetun kaivosalueen sivukiven jätealueen ja vedellä täyttyneen louhoksen sijainnit kuivatun Kangasjärven etelärannalla, Keitele, Pohjois-Savo. Valkoisilla nuolilla on merkitty pintavesien ja oletettujen pohjavesien virtaussuunnat. Louhosta ympäröi länsi-, etelä- ja itäpuolelta ympärysoja, joka ohjaa ympäristön pintavedet louhoksen sijaan kuivatulle Kangasjärvelle.



Kuva 18. Kangasjärven Luusuan tarkkailupisteen veden pH- ja sähkönjohtavuuden jakaumat vuodesta 1988 vuoteen 2016, Keitele, Pohjois-Savo (Pohjois-Savon ELY-keskuksen Kangasjärven kaivoksen velvoitetarkkailutiedosto).

hepadon läpi kuivatetulle järviolueelle. Myös Pohjois-Savon ELY-keskuksen tarkastuspöytäkirjat vuosilta 2004–2008 osoittavat jätealueelta ja louhokselta kulkeutuvan happamia ja metalli- sekä sulfaattipitoisia vesiä Kangasjärveen (ks. Kuva 18).

Maastotarkastuksessa ilmeni, että sivukiven jätealue on peittämättä ja osittain kasvaton. Siellä täällä kasvaa nuorta koivua ja mäntyä. Sivukivistä osa oli voimakkaasti rapautunut ja ruosteen värisen rautasaostuman peitossa (Kuva 19). Rapautuminen on seurausta kivien sisältämien sulfidimineraalien hapettumisesta. Jätealueen reunoilta ei löytynyt suotovesilätäköitä tai -uomia, mikä viittaa rapautumistuotteiden kulkeutumisen veden mukana kasan läpi moreenikerrokseen ja pohjaveteen, ja edelleen kuivatetun Kangasjärven uomiin ja Kangasjokeen. Kasan itäpuolelta pohjavesi virtaa puolestaan mitä todennäköisimmin louhokseen.



Kuva 19. Vasemmalla Kangasjärvi, joka on vesien laskun ja kuivatuksen jälkeen muuttunut kosteikkotyypiseksi suomaaksi. Oikealla sivukiven jätealue, jossa on selvästi havaittavissa sulfidipitoisten kivien rapautumista, Keitele, Pohjois-Savo. (© A. Tornivaara, GTK)

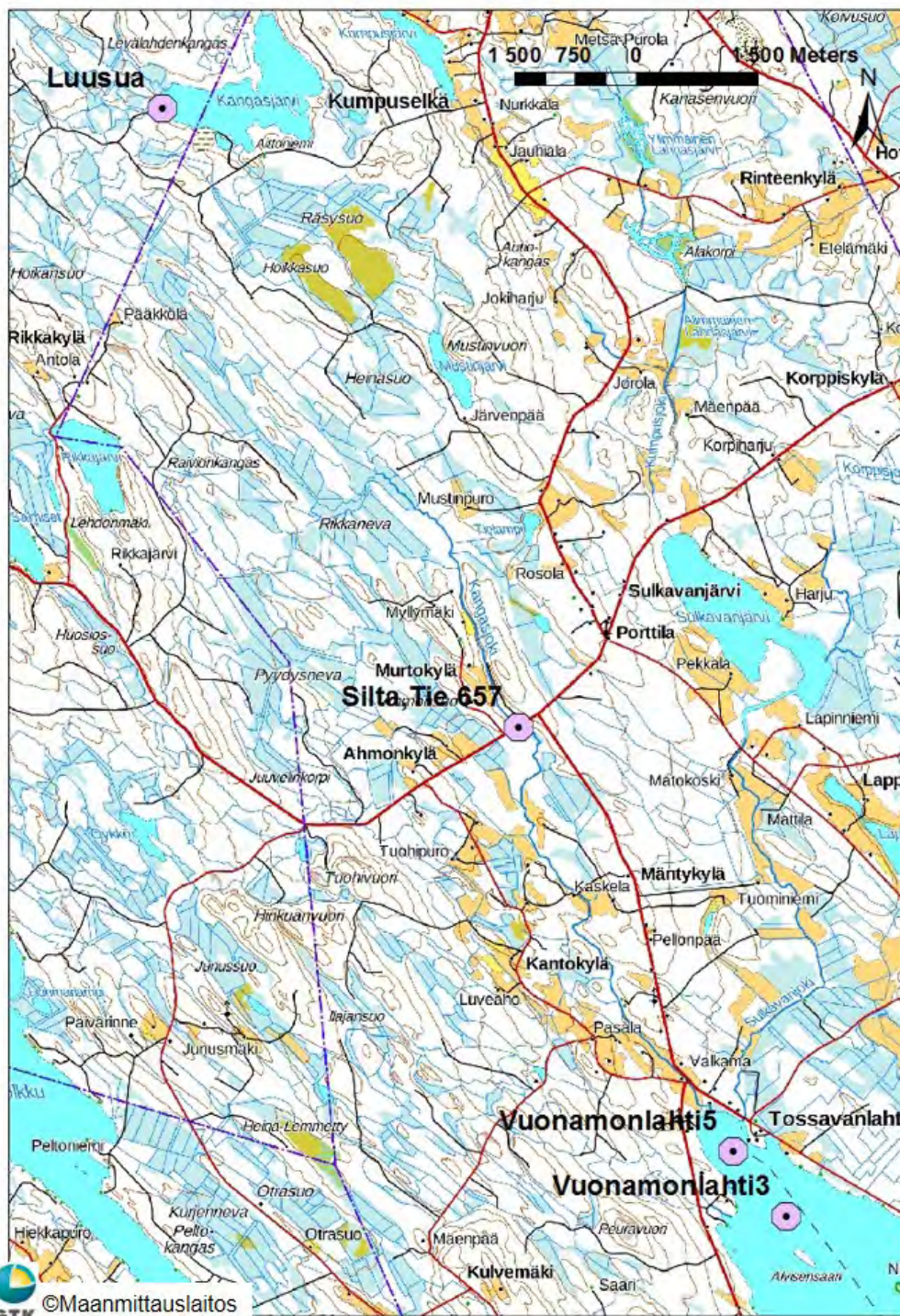
Vuoden 2016 loppusyksyn tarkkailutulosten mukaan avolouhoksen vesi oli hyvin hapan (pH 3) ja sisälsi runsaasti sulfaattia (510 mg/l), sinkkiä (41 mg/l), rautaa (12 mg/l) ja mangaania (5,7 mg/l, Taulukko 9). Myös kuparipitoisuus oli poikkeavan suuri (0,47 mg/l). Avolouhoksen vedestä ei mitattu Al- ja Cd-pitoisuutta, mutta todennäköisesti myös niiden pitoisuudet ovat olleet suuria happamuuden takia. Verrattuna avolouhoksen veden laatuun Kangasjärven alueelta poistuvan veden sulfaatti- ja metallipitoisuudet olivat pienentyneet kymmenesosaan, sinkin osalta sadasosaan, mutta veden pH oli alhainen, vain 4,5 (Luusua, Taulukko 9). Jokiveden pH pysyi lievästi happamana (< 6), noin 10 km:n päässä järvestä (Kuva 20, tie 657 maatiesil-

Taulukko 9. Kangasjärven kaivosympäristön pintavesien ja alapuolisen vesistön tarkkailutulokset vuodelta 2016 (Outo-kumpu Mining Oy), Keitele, Pohjois-Savo. Vesinäytteet on otettu 24.10. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n toimesta (Kuva 20). Mittaukset on tehty Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n akkreditoitussa laboratoriossa Kuopiossa.

| | Syvyys | Lämpötila | Happi | Happi-% | pH | SKJ | Sulfaatti | Fe | Mn | Zn | Cu |
|--------------------------|--------|-----------|-------|---------|-----|------|-----------|------|-------|-------|------|
| | m | °C | mg/l | % | | mS/m | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l |
| Avolouhos | 0,1 | 5,1 | | | 3,0 | 180 | 510 | 12,0 | 5,70 | 41,00 | 470 |
| Luusua, Kangasjärvi | 0,1 | 1,1 | 12,3 | 87 | 4,5 | 21 | 98 | 2,6 | 0,59 | 0,88 | 11 |
| Silta, maatie 657 | 0,1 | 1,3 | 12,6 | 89 | 5,8 | 7,7 | 25 | 1,5 | 0,19 | 0,21 | 3,0 |
| Vuonamonlahti 5, Nilakka | 1,0 | 3,6 | 12,6 | 95 | 6,5 | 3,3 | 3,8 | 1,9 | 0,099 | 0,015 | 2,2 |
| Vuonamonlahti 3, Nilakka | 0,5 | 3,8 | 12,3 | 93 | 6,5 | 3,4 | 3,9 | 1,8 | 0,092 | 0,014 | 2,5 |
| Vuonamonlahti 3, Nilakka | 7,0 | 4 | 12,4 | 94 | 6,6 | 3,3 | 3,8 | 1,8 | 0,091 | 0,013 | 2,0 |

lan kohdalla). Joen laskualueella, Vuonamonlahdella veden pH oli puolestaan 6,5. Tarkkailutulosten perusteella voidaan sanoa, että kaivosalueen kuormitus vaikuttaa hyvin vähän alapuolisen järviveden laatuun.

Sivukiven jätealueen valumavesien vaikutuksesta Kangasjärven veden laatuun ei ollut saatavilla tarkkailutietoja.



Kuva 20. Kangasjärven kaivosalueen Outokumpu Mining Oy:n tarkkailupisteiden sijainnit, Keitele, Pohjois-Savo.

4.7.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kangasjärven avolouhos oli Pyhäsalmen kaivoksen satelliittikaivos ja sen lähistöllä on vielä viime vuosinakin ollut malminetsintätoimintaa (Tukes 2016). Kangasjärven kaivoksella on ollut Itä-Suomen ympäristölupaviraston koetoimintaan liittyvä lupa ISY-2005-Y-207 (22.2.2006). VAHTI-tietojärjestelmän mukaan kaivoksen asioista on neuvoteltu kokouksissa, puhelimitse ja tekemällä tarkastuksia avolouhokselle 9 kertaa vuosina 2003–2008. Aiheena olivat olleet avolouhosalueen jälkihoitoon, jätevesien käsittelyyn ja jatkotoimenpiteisiin liittyvät asiat. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (ent. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus) ei ole käsitellyt Kangasjärven kaivoksen asioita suorittaessaan tarkastuksia Pyhäsalmen kaivokselle.

Keski-Suomen ympäristökeskus ja Pohjois-Savon ympäristökeskus jättivät 19.6.2008 hakemuksen Itä-Suomen ympäristölupavirastoon ja pyysivät lupaviranomaiselta ratkaisua siitä, onko Kangasjärven järvikuiviota pidettävä vesilain tarkoittamana vesistönä ja tarvitaanko Kangasjärven vedenpinnan korkeuteen vaikuttaviin toimenpiteisiin ympäristölupaviraston lupa. Hakemus liittyi Kangasjärven kuivatukseen toukokuussa 2006, jolloin Pohjois-Savon poliisilaitokselle oli jätetty tutkintapyyntö siitä, onko tyhjentäminen tapahtunut ympäristönsuojelulain mukaisesti. Ympäristölupaviraston päätöksen (6.2.2009) mukaan Kangasjärvi on kuivatettu Vaasan läänin kuvernöörin 26.11.1880 antaman päätöksen perusteella ja kuiviosta on muodostettu Ala-Kangasjärven ja Ylä-Kangasjärven tilat. Täten ympäristölupaviraston tulkinnan mukaan Kangasjärvi on lakannut olemasta vesistönä eikä sen kuivatamiseen siten tarvitse hakea vesilain mukaista lupaa. Rikostutkinnan päätös annettiin 9.4.2010 ja päätöksen mukaan rikosta ei ollut tapahtunut ja asian tutkinta lopetettiin.

4.7.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue sijoittuu kaavoittamattomalle alueelle. GTK:n aiempien maastokäyntien aikana kesällä 2004 ja 2015 Kangasjärvi on ollut veden täyttämä. Tähän selvitykseen liittyneen maastokäynnin aikana syksyllä 2016 järviolue oli kuiviona ilmeisesti aiemmin mainitun ympäristölupaviraston tulkintaan perustuen.

Sivukivikasa tuottaa ympäristöönsä voimakkaasti happamoittavia vesiä. Myös avolouhokselta valuu happamia vesiä ympäristöön. Tästä syystä on suositeltavaa selvittää Kangasjärven kuivion vesien ja sedimenttien kemiallinen tila ja onko alueella tunnistettavissa happamien vesien passiivista puhdistumista ja neutralointia ennen niiden kulkeutumista Kangasjokeen. Jos vesien puhdistuminen ei ole riittävää, kuten vuoden 2016 Luusuasta otetun vesinäytteen tulokset osoittavat, on syytä etsiä puhdistuksen tehostamista, kuten esim. kalkkikiviuoman soveltuvuutta. Veden puhdistusmenetelmien valinta edellyttää laajemman veden kemiallisen koostumuksen tutkimusta. Aiempi seurantaohjelma ei sisältänyt happamuutta ylläpitävän liukoisen alumiinin mittausta eikä myöskään kadmiumin mittausta sinkin ohella. Tämä lisäksi olisi hyvä arvioida sivukivikasan ja louhoksen ympäristön jätekvialueen (low-grade-malmikivivaraston) hapontuoton hidastamista soveltuvalla peittorakenteella.

4.8 Kitula

Sijainti: Puumala, Etelä-Savo

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1970, toimi Virtasalmen Hällinmäen kuparikaivoksen satelliittikaivoksena.

Kokonaislouhinta: 59 000 t avolouhoksesta, josta malmikiveä oli noin 19 000 t.

Rikastushiekka: Malmikivi rikastettiin Hällinmäen rikastamolla, jonka jätealueelle on sijoitettu rikastuksessa syntynyt jätehiekka.

Sivukivi: 40 000 t on sijoitettu kaivoksen jätealueelle, osa kivistä on voitu mahdollisesti hyödyntää lähialueen tienrakennuskohteisiin.

Lähteet: Puustinen 2003



4.8.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Sivukiven jätealue sijaitsee vedellä täyttyneen avolouhoksen kaakkoispuolella moreenimaalla (Kuva 21). Jätealue on maisemoitunut hyvin osaksi ympäristöä, se ei ole selkeästi koholla eikä helposti havaittavissa. Tästä syystä voidaan olettaa, että osa sivukivistä on mahdollisesti hyödynnetty rakentamisessa. Louhoksen ja sivukiven jätealueen valumavedet kulkeutuvat metsäpuroon, joka laskee Naistenveden Rommakonlahteen. Kaivosalueelta ei ole tehty ympäristövaikutusselvityksiä.



Kuva 21. Ilmakuvakartalla esitetty Kitulan suljetun kaivoksen ja sivukivijätetkasan (oranssikatkoviiva) sijainti sekä pintavesien kulkeutumisreitti (valkoinen nuoli) Rommakonlahteen, Puumala, Etelä-Savo (Räisänen ym. 2015a).

4.8.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset

Kitulan vanhalle kaivosalueelle tehtiin maastotarkastus vuoden 2016 elokuun lopussa. Sivukiven jätealue on peittämättä, mutta alueella kasvaa koivupuustoa ja siellä täällä männyn taimia (Kuva 22). Sivukivissä ei ollut erotettavissa sulfidihapettumisen aiheuttamaa ruostevärjäystä. Kuivuuden vuoksi sivukivikasan alapuoliselta alueelta ei paikallistettu valumavesien kulku-uomaa. Alapuolella oli kosteikkotyyppinen painanne, josta vedet poistuvat ilmeisesti alapuoliseen metsäpuroon. Kosteikon veden pH oli 6,4 ja johtavuus kohtalaisen heikko (13,5 mS/m, Taulukko 10). Kosteikon vesilätköissä ei havaittu raudan saostumista, mikä myös osoittaa, ettei sivukivissä ole todennäköisesti happoa tuottavia rautasulfideja.

Avolouhos ylivuotaa tulva-aikoina sivukivialueen koillispuolelta peltoalueelle vievään avo-ojaan. Louhosveden pH oli lähes samaa tasoa (6,6) kuin sivukivikasan alapuolisen kosteikon veden pH (Kuva 22, Taulukko 10). Ylivuotoalueella ei havaittu lainkaan rautasaostumia.



Kuva 22. Suljetun Kitulan kaivoksen sivukivikasa on maisemoitunut paikoin lähes huomaamattomaksi (vasen kuva). Oikeanpuoleisessa kuvassa puolestaan on vedellä täytynyt Kitulan avolouhos, Puumala, Etelä-Savo.

Taulukko 10. Suljetun Kitulan kaivosalueen pintavesien fysikaalinen laatu sekä mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN), Puumala, Etelä-Savo. Mittaukset tehtiin 31.8.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|----------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Avolouhosvesi | KIT1 | 566315 | 6876509 | 13,8 | 6,55 | 184 | 11 | 13 | 84,7 | 8,8 |
| Kivikasan alapuolinen ojavesi (kosteikkona, ei selkeätä uomaa) | KIT2 | 566347 | 6817566 | 10,2 | 6,41 | 212 | 14 | 19 | 59,2 | 6,6 |

4.8.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kitulan kaivoalueesta ei ole tietoa tai merkintää ympäristöhallinnon sähköisissä tietojärjestelmissä.

4.8.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kitulan alue on yleiskaavoitettu ja sinne on laadittu Itäosien rantaosayleiskaava. GTK:n maastotarkastuksen yhteydessä ei havaittu viitteitä sivukivikasan rapautumiseen liittyvästä kemiallisesta hapontuotosta (sulfidihapettumisesta). Kaivosalue oli metsittynyt ja alueen läpi kulkee metsäautotie. Alueen mahdollinen ympäristökuormitus (esim. nikkelin osalta) voi aiheutua kivikasaa todennäköisemmin avolouhoksen ylivuotovedestä. Tehtyjen maastohavaintojen perusteella Kitulan suljettu kaivosalue suositellaan poistettavaksi kunnostustarpeen arviointia koskevasta EU-luettelosta (Stén 2012). Luettelosta poiston perusteeksi olisi hyvä varmistaa louhoksen ylivuotoveden laadun hyväksyttävyyys erityisesti nikkelin ympäristölaatunormin osalta.

4.9 Kivimaa



Sijainti: Tervola, Länsi-Lappi

Malmi: Cu

Toiminta-aika: 1969

Kokonaislouhinta: n. 26 000 t, josta oli malmikiveä n. 18 000 t. Kiveä on louhittu kahdesta avolouhoksesta, joita yhdistää maanalainen kaivoskäytävä.

Rikastushiekka: Malmi rikastettiin Vihannin kaivoksen rikastamolla vuonna 1970, jonka jätealueelle sijoitettiin rikastuksesta syntynyt jätehiekka

Sivukivi: Sivukiveä on varastotitu läntisen louhoksen etelä- ja pohjoispuolelle.

Lähteet: Alarotu 1970, Puustinen 2003

4.9.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Kaivosalueelta ei ole tehty nykytilaselvitystä. Ilmakuvan perusteella sivukiven läjitysalue on osittain kasvillisuuden peitossa. Kaivosalueella on kaksi vedellä täytettyä avolouhosta. Louhokset ovat veden täyttämiä ja ilmakuvaan mukaan vesiä ylivuotaa itäosasta louhosalueen ympäröivälle suolle ja sen ojiin (Kuva 23). Ylivuodon veden laadusta ei ole mittaustietoa.



Kuva 23. Ilmakuvakartalla esitetty Kivimaan suljetun kaivoksen avolouhosten ja sivukiven jätealueiden (oranssi katkoviiva) sijainnit, Tervola, Pohjois-Suomi (Räisänen ym. 2015a). Valkoinen nuoli kuvaa kaivosalueen valumavesien päävirtaussuuntaa.

4.9.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

GTK:n vuoden 2016 syyskuun maastotarkastuksen mukaan vedellä täyttyneen louhoksen etelä- ja pohjoispuolella olevat sivukiven jätealueet ovat peittämättömiä ja kasvavat harvassa nuorta koivua ja mäntyä. Kivet näyttivät silmämääräisesti tarkasteltuina rapautumattomilta ja siten oletettavasti jätealueen ympäristövaikutukset ovat pieniä. Louhoksen itäpäädyistä ei ollut ylivuotoa. Avolouhoksen tehty veden laadun mittaus on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Kivimaan suljetun kaivoksen avolouhoksen mittauspisteen koordinaatit (EUREF-FIN) sekä fysikaalinen laatu, Tervola, Lappi. Mittaus tehtiin 20.9.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Kohde | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ, 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-------------------|-------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|--------------------|--------------|---------------|
| Avolouhoksen vesi | KIVI | 7345609 | 401821 | 10,3 | 7,11 | 149 | 15,0 | 20,9 | 95,9 | 10,7 |

4.9.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kivimaan kaivoksesta ei ole merkintöjä VAHTI-tietojärjestelmässä. MATTI-tietojärjestelmään kohde on taltioitu yhtenä PIMA-kohteena. Järjestelmän lisätiedoissa on mainittu, että ympäristövaikutuksista ei ole tietoa, mutta olisi syytä selvittää, onko jäte pysyvää. AHJO- ja USPA-järjestelmistä löytyi merkintä valtaushakemuksesta Tervolan Kivimaa-alueelle, mutta itse aiempaan kaivostoimintaan liittyviä asiakirjoja ei ole taltioitu. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kaivosrekisterin mukaan Endomines Oy:llä on ollut vuonna 2016 voimassa oleva malminetsintäaluemerkintä Kivimaan vanhalla kaivosalueella ja sen ympäristössä (Tukes 2016).

4.9.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivoksen ympäristö on talousmetsäaluetta ja alue on merkitty maakuntakaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi. Sivukiven jätealueet ovat metsittyneet, eivätkä siitä syystä erotu maastosta kovin selkeästi. Alueelle menee metsäautotie, ja louhos on ollut sukeltajien käytössä. Jätealueet sijaitsevat Palojärven paliskunnan eteläosassa, keskellä talvilaidunalueita. Alueella on huomattavaa merkitystä paliskunnan talvilaidunalueena. Lisäksi porojen kevät- ja syyslaidunkierto vie poroja jätealueen läheisyyteen (Poronhoidon paikkatiedot -aineisto 2017). Maastohavaintojen mukaan sivukivet eivät ole kemiallisesti rapautuneita, eikä niissä ollut merkkejä sulfidihapettumisesta ja siihen liittyvästä hapontuotannosta. Edellä mainittujen havaintojen perusteella suositellaan Kivimaan suljetun kaivosalueen poistamista kunnostustarpeen arviointia koskevasta EU-luettelosta (Stén 2012).

4.10 Korsnäs



Sijainti: Korsnäs, Pohjanmaa

Malmi: Pb, kaivos tuotti myös lantanidirikastetta 1967–1971

Toiminta-aika: 1961–1962 ja 1964–1972

Kokonaislouhinta: n. 0,93 Mt, josta rikastetun malmin määrä oli n. 0,87 Mt. Malmia on louhittu avolouhoksesta sekä maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: n. 0,77 Mt, jonka lisäksi Petolahden esiintymän rikastushiekkaa arviolta alle 80 000 t.

Sivukivi: 0,06 Mt, joka on ilmeisesti sijoitettu louhokseen. Sen sijaan louhoksen länsipuolelle on sijoitettu n. 12 000 t lantanidipitoista malmikiveä, joka on peitetty.

Lisätiedot: Malmin louhinnan ja rikastuksen päättymisen jälkeen rikastamalla rikastettiin Petolahden Ni-Cu-malmia vuosina 1972–1973.

Lähteet: Himmi 1975, Leminen 2016, Puustinen 2003

4.10.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Rikastushiekan jätealue (6 ha) sijaitsee suurimmaksi osaksi hiekkamoreenimaalla (Räisänen ym. 2015a). Jätealueen itäosa rajautuu savimaan ja osa tämän alueen jätteestä voi olla savimaan päällä. Rikastushiekan jätealueen lisäksi louhoksen länsipuolella on pienialainen lantanidipitoisen jättekivikasa.

1990-luvun alussa Vaasan vesi- ja ympäristöpiirin tekemän selvityksen (1991) mukaan kaivosalueen lähtevät valumavedet olivat ympäristön pintavesiä suolaisempia ja ravinnepitoisempia. Ne kulkeutuvat suurimmaksi osaksi Äppelfjärd-ojaan ja edelleen Norrträsket-ojan kautta Perämeren Vägvisen-lahteen. Kaivosalueen ojavesien lyijypitoisuus oli poikkeavan korkea. Vastaanottavien, em. ojien sedimenteissä mitattiin myös suuria lyijykertymiä (3 000–4 000 mg/kg). Ojasedimenttien Ba-, Co- ja Ni-pitoisuudet olivat poikkeavan suuria ylittäen vuonna 1991 voimassa olleen saastuneen maan arvioinnissa käytetyt raja-arvot. Näistä syistä loppupäätelmänä todettiin, että ojien pintasedimentit tulisi kuljettaa jätealueelle eikä niitä saisi kasata ojan penkereelle ennallistavan ojituksen tai ojan pohjan ruoppauksen yhteydessä.

Vaasan vesi- ja ympäristöpiirin selvityksen (1991) mukaan jätealueen ja lantanidikasan säteily (U, Th, Ra) oli normaaliarvoja huomattavasti korkeampi. Selvityksen jälkeen lantanidipitoinen kivikasa peitettiin, millä oli kasa-alueen säteilyä heikentävä vaikutus (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2016).

4.10.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vuoden 2016 maastokatselmuksen mukaan rikastushiekan jätealue on jyrkkäreunainen, pinnaltaan tasainen ja noin 15–20 m korkea (Kuva 24). Alue on peitetty maa-aineksella, jonka paksuudesta ei ole mittaustietoa. Jätealue on suurimmaksi osaksi metsittyä. Sen keskiosassa on vesikasvillisuutta kasvava lammikko, jonka pohjalla ei ole peittomaakerrosta. Alueen kaakkoisosassa on osin jäänyt peittämättä ja sinne on läjitetty sekalaista yhdyskuntajätettä. Rakennusjätettä on varastoitu kasalle johtavan tien varteen. Jätealue on nykyisin virkistys-

käytössä ja siihen liittyen kasan päältä on hakattu puustoa mm. reuna-alueen polun tieltä. (Leminen 2016)

Louhoksen länsipuolen lantanidipitoinen jättekivikasa on peitetty maa-aineksella ja se kasvaa puustoa (Kuva 24). Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vuoden 2016 säteilymittaukset osoittivat, että kivikasasta on levinnyt ympäristöön haitta-ainepitoista pölyä. Kasan ympäristön maastomittaukset eivät kuitenkaan osoittaneet taustasäteilystä poikkeavaa säteilyä. Sen sijaan alueen sedimenttitulokset osoittivat alueelta pintavesiuomiin kertyvän radioaktiivisia aineita ja siten myös kivikasan katsottiin aiheuttavan ympäristöriskiä. (Leminen 2016)

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen tutkimushavainnot osoittivat Korsnäsin suljetun lyijykaivoksen aiheuttavan edelleen ympäristöön jatkuvaa kuormitusta. Suurin lyijypitoisuus 1 960 mg/kg mitattiin louhokselta lähtevästä ojasta (SED2, Kuva 24). Myös jätealueen lounaiskulman ojan sedimentti (SED3: 768 mg/kg) ja mereen laskevan Norrträsket-ojan sedimentti (SED1: 822 mg/kg) sisälsivät runsaasti lyijyä. Suurimmat Zn- (421 mg/kg), Ni- (395 mg/kg), Cu- (60 mg/kg) ja Co-pitoisuudet (40 mg/kg) mitattiin jätealueen lounaiskulman ojan sedimentistä. Edellä mainittujen hivenmetallien pitoisuudet olivat merkittävästi pienempiä louhosalueen ja merenrantaan laskevan



Kuva 24. Korsnäsin suljetun kaivosalueen ja jätealueiden (oranssi katkoviiva) sijainnit sekä pintavesien virtaussuunnat (valkoinen nuoli), taustana laserkeilausaineisto, Etelä-Pohjanmaa. Karttaan on merkitty oranssin värisellä pallosymbolilla Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen ojasedimentti- ja ojavesinäytteenottopisteet.

ojan sedimentissä (Zn: 83–124 mg/kg, Ni: 46–77 mg/kg, Cu: 21–35 mg/kg, Co: 9,9–14 mg/kg). Kaikista tutkituista sedimenteistä mitattiin harvinaisiin maametalleihin kuuluvia lantanoideja (Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pr, Sm, Tb, Tm, Yb). Näiden pitoisuudet olivat suurimmat mereen laskevan ojan sedimenttinäytteessä (SED1) ja pienimmät louhosalueen ojan sedimenttinäytteessä (SED2). Tulos osoittaa, että myös lantanoideja kulkeutuu kaivosalueelta pintavesien mukana kohti merenlahtea. Merenrantaan laskevan ojan sedimentistä (SED1) mitattiin suurimmat Ce- (501,4 mg/kg) ja Nd-pitoisuudet (287,3 mg/kg). (Leminen 2016)

4.10.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivostoiminnan päätyttyä ja saastuneiden maa-alueiden selvityshankkeen (SAMA-SE) käynnistyttyä vuonna 1989 päätti nykyinen Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus (ent. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri) tarpeelliseksi kartoittaa Korsnäsin kaivosalue ja selvittää mahdollinen kunnostuksen tarve. Selvityksen yhteydessä kävi ilmi, että Korsnäsin kunta oli ostanut kaivosalueen Outokumpu Oy:ltä vuonna 1978. Sopimukseen sisältyi ehto, että lantanidirikastekasa siirtyy maanomistajan haltuun, mikäli kasaa ei ole siirretty toiseen paikkaan, kun kaupasta on kulunut 20 vuotta.

Korsnäsin kunta, Outokumpu Oy ja nykyinen ELY-keskus neuvottelivat vuonna 1996 (kokoukset 26.4.1996 ja 10.9.1996) alueen tutkimisesta ja jälkihoidosta. Outokumpu Mining Oy teetätti selvityksen (Geobotnia Oy:n raportti, työ n:o 7819, 19.2.1997) lantanidikasan jälkihoidon ratkaisuvaihtoehtoista. Outokumpu Oy ilmoitti 22.5.1997 neuvotelleensa kunnan kanssa lantanidikasan siirtämisestä kaivoskuiluun. Lantanidirikastekasan saneeraukselle haettiin myös Säteilyturvakeskuksen hyväksyntä (26.6.1997, Dnro 200/342/96).

Valvontaviranomainen (ELY-keskus) järjesti 10.5.2016 maastokatselmuksen kaivosalueelle. Katselmuksessa sovittiin, että kesän 2016 aikana alueella tehdään alustavat sedimentti-, pintavesi- ja säteilytutkimukset. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kaivosrekisterissä on merkintä Tasman Metals AB:n valtauksen karenssitilasta (Tukes 2016).

4.10.4 Vaikutus maankäyttöön suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alueella on voimassa maakuntakaava, mutta siinä ei ole osoitettu alueelle merkintöjä. Kaivosalueen läheisyydessä on osoitettu virkistys- ja matkailukohde ja siihen liittyvä reitti. Kaivosalueella on luontopolku, joka esittelee kaivoksen historiaa infotauluihin ja kiertäen louhoksen ja kaivannaisjätealueen ympäri.

Korsnäs Mine Center on suunnitellut luovansa vanhalle kaivosalueelle uutta toimintaa mm. tiedotuskeskuksen, joka kertoo Korsnäsin kaivosajasta. Vähitellen alueen toiminta on tarkoitus kehittää osaksi Merenkurkun saariston, Unescon maailmanperintöalueen toimintaa. Kaivoksen ympäristöön suunnitellaan rakennettavan seikkailurata. Vaasan yliopiston ja Vaasan energiainstituutin toteuttivat v. 2015 pienimuotoisen kehittämishankkeen, jonka tavoitteena oli tutkia erityisesti Korsnäsin lyijykaivoksen käyttömahdollisuuksia uusiutuvan energian varastona.

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen tekemän pienimuotoisen tutkimuksen perusteella Korsnäsin jätealueilta valuu ympäristöön metallipitoisia vesiä, jotka osin sitoutuvat peltoympäristön pintavesiojien sedimentteihin. Tämä rajoittaa peltoalueen ojien mahdollista ruoppausta tulevaisuudessa. Tästä syystä suositeltavaa olisi kartoittaa vesien hallinta- ja puhdistusmenetelmiä sekä mahdollisten ruoppausmassojen sijoitusvaihtoehtoja. Lisäksi olisi tarpeen selvittää myös peltojen hyötykasvien hivenmetalli- ja maametallipitoisuudet. Suositeltavaa olisi myös tutkia lantanidipitoisen kivikasan ja rikastushiekka-altaan osuus alueelta poistuvien pintavesien ja pohjaveden laatuun. Kivikasan nykytilatutkimus tulee olla perusta kohteen jälkihoitomenetelmien valinnalle.

4.11 Kotalahti

Sijainti: Oravikoski, Leppävirta, Pohjois-Savo

Malmi: Cu, Ni

Toiminta-aika: 1959–1987

Kokonaislouhinta: 13,7 Mt, josta rikastetun malmikiven osuus oli n. 12,5 Mt. Malmia louhittiin kahdesta avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 9,4 Mt

Sivukivi: n. 1,3 Mt, joka on käytetty louhostäyttöön ja kaivosalueen maarakentamisessa.

Lähteet: Puustinen 2003



4.11.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Rikastushiekkajäte on varastoitu entiselle Vehkalammelle ja sitä ympäröivälle alueelle (Kuva 25). Jätealue on vedenjakajalla, joka sijoittuu alueen keskiosan kallionselänteelle. Entisen Vehkalammen alueella pohjamaa on tiivistynyt järvilieju, osassa painanteita myös tiivistynyt turve. Jätealueen reuna-alueilla pohjamaana on hiekkamoreenia ja keskialueella moreenipeitteinen kallio tai kalliopaljastuma. (Aatos ym. 2004)

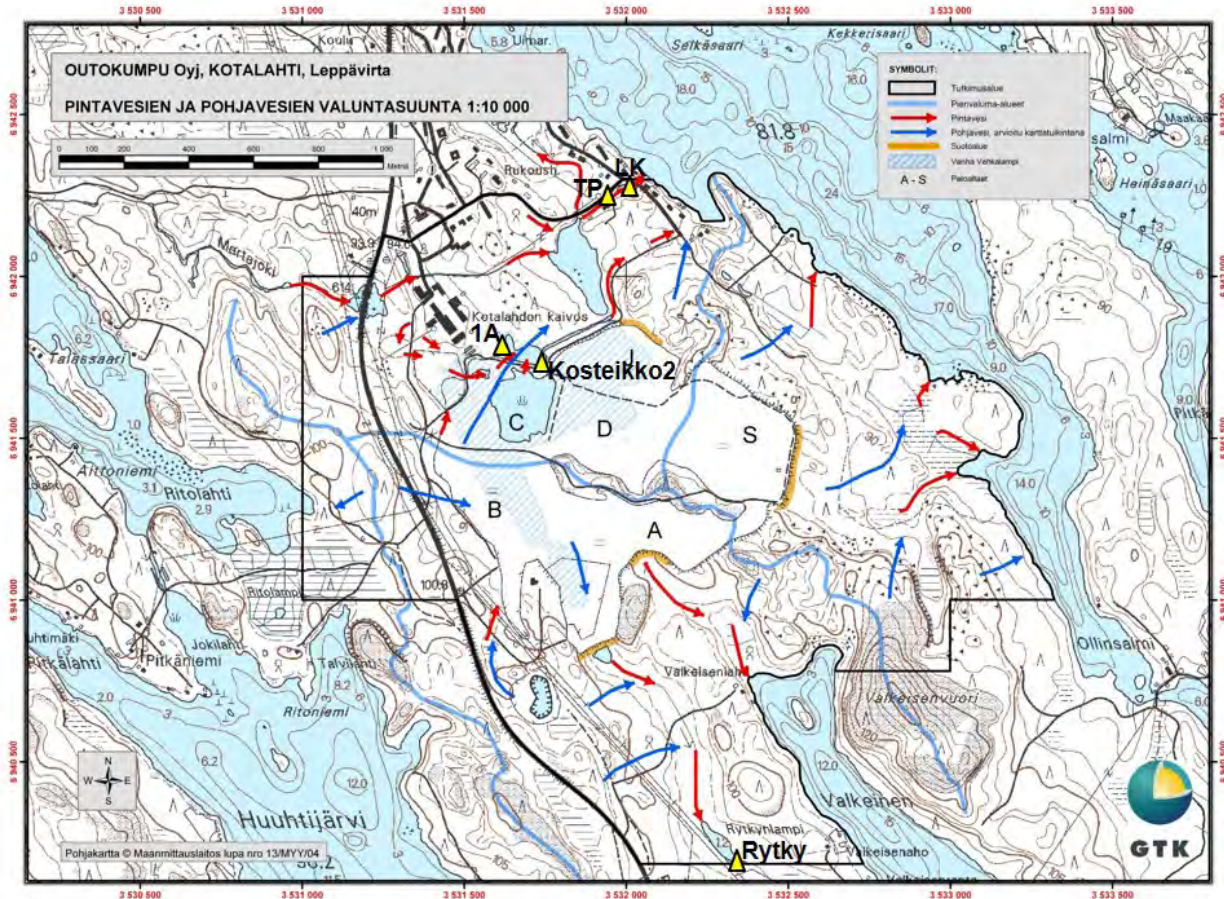
GTK:n vuoden 2004 nykytilakartoituksen mukaan rikastushiekan jätealueen suotovesien kemiallinen koostumus osoitti, että jätealueen pohjois- ja koillisosassa rikastushiekan kemiallinen rapautuminen tuottaa happamia suotovesiä (pH < 4), kun taas itä- ja eteläosan suotovesien pH oli lievästi hapan vaihdellen välillä 5,0–6,5 (Aatos ym. 2004). Aatoksen ym. (2004) mukaan suotovesien Ni-pitoisuudet olivat välillä 0,85–13,8 mg/l, osoittaen Ni-pitoisten sulfidien kemiallista rapautumista jätealueen pintaosissa. GTK:n vuoden 2009 vesitulokset osoittivat, että lievästi happamia suotovesiä, jotka sisälsivät mm. nikkeliä, sulfaattia ja kobolttia, kulkeutuu alapuoliseen vesistöön (Valkeiseen) jätealueen kaakkoisosasta (Kauppila & Räisänen 2015). Vuoden 2004 nykytilakartoitukseen ei kuulunut pohjavesivaikutusten selvittäminen.

Kaivosalueen ja jätealueen valumavesien rauta- ja nikkeli päästöt on todettu haittaavan Oravilahden virkistyskäyttöä (Järvinen 2013). Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n Koirusveden yhteistarkkailutulosten mukaan Oravilahden tarkkailuaseman (no 3), mihin kaivosalueen vesiä johdetaan putkea pitkin, alusvedestä mitattiin vuonna 2012 ympäristön laatu normit ylittäviä nikkeli pitoisuuksia.

4.11.2 Maastotarkastus vuonna 2016

Jätealueen kunnostukselle on annettu useita lupapäätöksiä koskien peittoa ja valumavesien hallintaa. Alueen valumavesiä tarkkaillaan Pohjois-Savon ELY-keskuksen toimesta, mistä syystä tämän hankkeen toimesta GTK ei tehnyt jätealueen maastotarkastusta eikä veden laatua koskevia kenttämittauksia vuonna 2016.

Kaivosalueen (ja jätealueen) vesiä on ohjattu vuodesta 2010 Pohjois-Savon ELY-keskuksen hyväksymän koetoinnin mukaisesti puhdistamon kautta Oravilahteen (Kuva 26) ja alueen puhtaampien vesien (Mertajoen) osalta Oravijoen uomaan. Taulukossa 12 on esitetty jätealueen luoteispuolen kosteikkoaltaiden (1A, Kosteikko2), puhdistamolle tulevan (TP) ja sieltä lähtevän (LK) sekä Ryt kynlammeesta lähtevän



Kuva 25. Kotalahden kaivosalueen valuma-alueet (sininen viiva) sekä pinta- ja pohjavesien virtausuunnat jätealueen ympäristössä, Leppävirta, Itä-Suomi (Aatos ym. 2004). Oranssinkeltaisella viivalla on rajattu jätealueen reunapenkereiden suotoalueet. Karttaan on merkitty keltaisilla kolmioilla vuoden 2015 vesien tarkkailupisteet (ks. Taulukko 12, Puranen 2016). Kaivosalueen vesien puhdistamo on tarkkailupisteiden TP ja LK välisellä alueella.

veden laatu. Jätealueen eteläpuolella olevaan Rytkyntampeen kulkeutuu rikastushiekan suotovesiä. Huomionarvoista on, että kosteikkoaltaiden veden kemiallinen laatu oli huomattavasti parempaa kuin puhdistamolle tulevan veden ja sieltä Oravilahteen pumpattavan veden laatu (ks. tarkkailupisteiden sijainnit kuvasta 25).

Taulukko 12. Kotalahden kaivosalueen tarkkailutulokset vuodelta 2015 (Outokumpu Mining Oy), Leppävirta, Pohjois-Savo. Vesinäytteet on otettu neljä kertaa Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n toimesta (21.4., 4.6., 3.9. ja 27.10.). Rytkyntampeen näyte otettiin vain 3.9. (ks. tarkkailupisteiden sijainti kuvasta 25). Mittaukset on tehty Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n akkreditoitussa laboratoriossa Kuopiossa. (Puranen 2016)

| | Näyte | pH | SKJ | Kiintoaine | Sulfaatti | Fe | Mn | Ni | Cu |
|----------------------------------|-------|-----|------|------------|-----------|------|------|-------------------|------|
| | lkm | | mS/m | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l |
| Lupaehdot (lupapäätös 09/0104/1) | | 6-9 | | 10 | | 2 | | 1,0 ¹⁾ | |
| IA (mittapato M1) | 4 | 6,9 | 180 | 7,1 | 950 | 2,55 | 1,98 | 0,63 | 25 |
| Kosteikko2 | 4 | 7,4 | 240 | 1,8 | 1468 | 0,26 | 1,20 | 0,27 | 2,6 |
| Puhdistamolle tuleva vesi (TP) | 4 | 6,2 | 318 | 7,2 | 2200 | 26,0 | 6,63 | 1,48 | 0,8 |
| Puhdistamolta lähtevä vesi (LK) | 4 | 6,7 | 253 | 5,6 | 1673 | 8,58 | 3,83 | 1,00 | 0,6 |
| Rytky | 1 | 6,9 | 44 | <1 | 150 | 0,42 | 0,08 | 0,05 | 1,4 |

¹⁾ Tavoitepitoisuus 0,4 mg/l

Kosteikkoaltaiden vesi sisälsi kymmenes- tai sadasosaa vähemmän rautaa (0,26–2,55 mg/l) ja kolmasosaa vähemmän mangaania (1,2–2,0 mg/l) ja nikkeliä (0,27–0,63 mg/l) kuin puhdistamolle kosteikko- ja jätealueelta tuleva vesi (Fe: 26 mg/l, Mn: 6,6 mg/l, Ni: 1,0–1,5 mg/l, Taulukko 12). Kosteikkovesien sulfaattipitoisuudet olivat 950–1 470 mg/l, kun taas puhdistamolle tuleva vesi sisälsi yli kaksi kertaa suuremman sulfaattipitoisuuden (2 200 mg/l). Erot selittyvät todennäköisesti jätealueelta puhdistamolle tulevasta lisäkuormituksesta (jätealueen pohjoisosat). GTK:n aiemmissa tutkimuksissa havaittiin jätealueen pohjoisosan rikastushiekan tuottavan happamampia suotovesiä kuin itä- ja eteläosat, missä rikastushiekan paksuus on suurempi ja siten myös iso osa jätteestä hapettumatonta (Aatos ym. 2004). Tarkkailutulokset osoittavat, ettei puhdistamo poista riittävän tehokkaasti sulfaattia, rautaa, mangaania ja nikkeliä. Purasen (2016) mukaan puhdistamon jätevesikuormitus Oravilahteen on kuitenkin pienentynyt kymmenesosaan vuodesta 2003 vuoteen 2015. Vuonna 2015 puhdistamolta lähti keskimäärin 324 kg sulfaattia päivässä (vuonna 2003 vastaavasti 1 077 kg/d), 1,8 kg rautaa (35 kg/d), 0,9 kg mangaania (5,7 kg/d) ja 0,2 kg nikkeliä (2,4 kg/d).



Kuva 26. Kotalahden suljetun kaivosalueen kalkkikiven puskurointiin perustuva vedenpuhdistamo (vasemmalla). Kasvillisuus on levittänyt hyvin rikastushiekan jätealueella muodostaen metallien sitoutumiseen soveltuvia kosteikkoja (oikealla), Leppävirta, Pohjois-Savo. (© A. Tornivaara, GTK)

4.1.1.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kotalahden kaivokselle Itä-Suomen vesioikeus on myöntänyt 27.8.1992 jätevesiluvan (Dnro 192/24) ja Itä-Suomen ympäristölupavirasto ympäristöluvan 28.11.2007 (Dnro ISY-2006-Y-927), josta on valitettu Korkeimpaan hallinto-oikeuteen. Itä-Suomen aluehallintovirasto on antanut kaivosalueen kunnostamistoimenpiteitä ja päästöjen ehkäisemistä koskevan ympäristöluvan nro 131/07/01 lupamääräysten tarkistamista koskevan päätöksen 30.8.2011 (ISAVI/283/04.08/2010). Itä-Suomen aluehallintovirasto myönsi 9.12.2014 alueelle uuden ympäristöluvan (nro 9/2014/1). Toiminnanharjoittaja valitti luvasta Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi päätöksen 22.6.2016 (Päätösnumero 16/0132/2, Dnro 00022/15/5105). Hallinto-oikeus hylkäsi suurimman osan valituksista, mutta muutti päätöksen lupamääräyksiä 1 ja 2. Toiminnanharjoittaja ei valittanut päätöksestä enää korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Kotalahden kaivoksen valvonnasta on laadittu 23 tarkastuspöytäkirjaa, joihin sisältyy myös puhelinmuistioita ja ilmoituksia vuosilta 2001–2012. Valvontaan liittyvät aiheet ovat koskeneet jätealueen pintarakennetta, suotovesien käsittelyä, kunnos-

tussuunnitelmia, vesien laatua ja puhdistamon toimintaa. Tarkastuspöytäkirjat on taltioitu VAHTI-tietojärjestelmään. Kaivoksesta on tehty neljä yleisöilmoitusta vuosina 2005–2011. Kaivos on merkitty myös PIMA-kohteena MATTI-tietojärjestelmään. Lisäksi asianhallintajärjestelmästä löytyy yli 100 asiakirjaa, jotka koskevat kaivoksen toimintaa ja toiminnan jälkeistä jälkitarkkailua. Kotalahden vanha kaivosalue ympäristöineen on merkitty kaivosrekisterissä Boliden Kuhmo Oy:n malminetsintäalueeksi vuoteen 2018 asti (Tukes 2016).

4.11.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivos kuuluu Oravikoski-Paukarlahti-Kotalahti -osayleiskaavan alueeseen. Rikastushiekka-alueen pohjoispuolinen osa ranta-alueineen on asemakaavoitettu. Maakuntakaavassa jätealueen pohjoispuoli on taajamatoimintojen aluetta. Rikastushiekka-alue ja kaivos on merkitty kaivosalueena erityisalueeksi (maakuntakaavan aluevarauksena). Oravikosken vanha kaivoskylä on maakuntakaavassa merkitty kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeäksi alueeksi. Olemassa oleva asutuksen läheisyys on vaikeuttanut mm. jätealueen valumavesien hallinnan kehittämistä. Rakentamisen rajoittamisen keskeisenä syynä on jätealueen läheisen maa-alueen kaivun ja rakentamisen (kuivatuksen) rikastushiekan hapontuottoa edistävä vaikutus. Asutuksen kaavoittaminen ja maarakentaminen edellyttävät lisäselvityksiä jätteen vaikutusalueella.

Alueelle suositellaan selvitystä siitä, hidastaako jätealueen peittorakenne sulfidiha-
pettumista ja siihen liittyvää hapon tuotantoa, ja mikä rooli jätealueen mahdollisella hapontuotolla on veden puhdistustehoon. Tärkeää on selvittää tekijät (lähteet), jotka kasvattavat puhdistamolle tulevan veden sulfaatti- ja metallipitoisuuksia verrattuna kosteikkoaltaiden veden pienempiin pitoisuuksiin. Myös puhdistamon jätevesipäästöjen vaikutukset Oravilahden pohjasedimenttien ja järviveden kemialliseen tilaan on syytä tutkia. Lisäselvitysten pohjalta tulee etsiä puhdistamon tehokkuutta lisääviä menetelmiä.

4.12 Kylmäkoski

Sijainti: Akaa, Pirkanmaa

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1971–1974

Kokonaislouhinta: 0,84 Mt, josta malmikiven osuus oli n. 0,69 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 0,65 Mt, joka on varastoitu louhoksen länsipuolelle.

Sivukivi: n. 0,15 Mt, josta suurin osa on murskattu maarakennuskäyttöön. Jätealueella olevista sivukivistä ei ollut saatavilla tietoja.

Lähteet: Puustinen 2003



4.12.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Rikastushiekan jätealue (16 ha) sijaitsee vedellä täyttyneen avolouhoksen länsipuolella ja on suurimmalta osalta kasvillisuuden peitossa (Kuva 27). Rikastushiekan jätealueen koillispuolella on kaksiosainen entinen selkeytysallas, joka on muuttunut ruokokasveja ja osmankäämiä kasvavaksi kosteikkoaltaaksi. Kosteikolta ei ole ylivuoto-ojaa.

Rikastushiekan padot on rakennettu avolouhoksen maanpoistomaista, savi- ja moreenimassoista ja vuorattu osin sivukivillä, etenkin rikastushiekka-alueen luoteis-/länsireunalla (Kuusisto 1991, Saari ym. 1993). Korotukset on tehty karkeasta rikastushiekasta ja padot ovat matalia ja osittain metsittyneitä. Vesipinnan aleneminen jätealueella ja matalat padot ovat poistaneet patoihin liittyvän sortumariskin. Suurin osa jätealueen valumavesistä on ohjattu avo-ojia pitkin louhokseen, josta ylivuotovesi poistuu settikaivon kautta Tarpionjokeen. Jätealueen länsi- ja lounaisosan valumavesistä voi kulkeutua myös pintavesiuomia pitkin tai pohjaveden kautta Tarpionjokeen (ks. Kuva 28).

Sivukiven jätealueen kivistä osa on murskattu maarakennuskäyttöön. Jätealuetta ei ole peitetty tai maisemoitu. Alueelle on varastoitu kaivostoiminnan päätyttyä maanpoistomaata ja rakennusmaaajäteaineita.

Jätealueiden nykytilaa ei ole selvitetty riittävän perusteellisesti eikä siten niiden ympäristövaikutuksista ole tietoa. Kunnostustarpeen arviointi edellyttäisi sivukiven ja rikastushiekan kemiallisen laadun tutkimuksia sekä suotovesien ja jätealueen alapuolisten vesistöjen nykytilan kartoittamista.

4.12.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

GTK:n toimesta tehtiin jätealueen maastotarkastus toukokuussa 2016. Sivukiven jätealue oli suurimmalta osalta peittämättä. Suurin osa kivistä on murskattu maarakennuskäyttöön. Kaivostoiminnan päätyttyä sivukiven jätealuetta on käytetty rakennusmaaajätteen, saven ja multapitoisen maa-aineksen varastoalueena. Osassa jätealuetta kasvaa pensastoa, mutta suurimmalta osalta alue on kasviton. Jätealueen valumavedet kulkeutuvat aluetta ympäröiviin ojiin, jotka laskevat Tarpionjokeen (Kuva 28). Näiden ojien veden laatua on kuvattu taulukoissa 13a ja b.



Kuva 27. Kylmäkosken suljetun kaivosalueen rikastushiekan jätealueen päällä kasvaa mm. mäntyjä, mutta peittämättömät osat alueesta ovat kasvittomia. (© M. L. Räisänen, GTK). Pienessä kuvassa on erotettavissa Fe-sulfidihapettumisesta ruskeaksi värjäytynyttä rikastushiekkää (oikean puoleinen kuva), kuopan syvyys n. 40 cm, Akaa, Varsinais-Suomi. (© A. Tornivaara, GTK)

Rikastushiekan jätealue on peitetty pääosin maa-aineksella, mutta osa alueesta on edelleen peittämättä (Kuva 27). Peiton paksuutta ei arvioitu maastotarkastuksessa. Alue kasvaa paikoin tiheääkin mäntymetsää, ja osassa aluetta on nuorta koivupuustoa. Heinä on pääasiallisena aluskasvina. Jätealueen eteläosassa (kohde KYL10) on metsätön pienialainen alue, missä on vesilammikko. Jätealueen valumavedet kulkeutuvat suurimmalta osalta louhokseen. Louhokseen laskevat ojavedet olivat lähes neutraaleja tai neutraaleja, mutta sähköä johtavia (> 100 mS/m), mikä viittaisi suolaionien runsauteen (Taulukko 13a).

Louhoksen ylivuotovesi Tarpionjokeen oli lievästi emäksinen ja hyvin sähköä johtava (Taulukko 13a). Louhosvesi sisälsi kohtalaisen runsaasti sulfaattia (830 mg/l), magnesiumia (135 mg/l) ja kalsiumia (80 mg/l, Taulukko 13b). Sen sijaan sivukiven jätealueen ympäristön ojavesien, jotka laskevat Tarpionjokeen, suolaionipitoisuudet olivat pieniä. Tarpionjokea kuormittava louhosvesi sisälsi nikkeliä ympäristölaatu-normin (20 µg/l, Vna 868/2010) ylittävän pitoisuuden, noin 110 µg/l. Sivukivikasan ojavedet sisälsivät vähän nikkeliä, alle 10 µg/l. Muiden haitallisena pidettävien metallien pitoisuudet olivat molemmissa mittauskohteissa pieniä.



Kuva 28. Kylmäkosken suljetun kaivoksen jätealueiden (oranssi katkoviiva) ja louhosken sijainnit, pintavesien pH-arvot (palliosymbolit) 10.5.2016 sekä mittauspisteiden tunnukset (ks. Taulukko 13a), taustana laserkeilausaineisto, Akaa, Varsinais-Suomi. Valkoinen nuoli kuvaa veden virtaussuuntaa.

Taulukko 13a. Pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN) ja fysikaalinen laatu Kylmäkosken kaivosalueella, Akaa, Varsinais-Suomi (ks. sijainnit kuvasta 28). Vedenlaatu mitattiin 10.5.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|------------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Sivukivikasan pohjoispuolen ympärysoja | KYL1 | 6785026 | 315805 | 9,4 | 6,18 | 250 | 8,48 | 12,0 | 35 | 4,05 |
| Sivukivikasan länsipuolen pelto-oja | KYL2 | 6784903 | 315730 | 9,3 | 6,85 | 215 | 5,20 | 7,5 | 102 | 11,6 |
| Sivukivikasan eteläpuolen tien reunaoja | KYL3 | 6784822 | 315768 | 8,7 | 6,35 | 71 | 93,4 | 135 | 34 | 3,91 |
| Entisen selkeytsaltaan pintavesi | KYL4 | 6784829 | 315871 | 11,8 | 7,08 | 93 | 33,5 | 44,9 | 60 | 6,44 |
| Laskuoja RHK-jätealueelta louhosken | KYL5 | 6784812 | 315832 | 8,3 | 7,18 | 187 | 234 | 343 | 89 | 10,3 |
| Avolouhosken pintavesi | KYL6 | 6784519 | 316002 | 15,1 | 7,58 | 169 | 108 | 133 | 82 | 8,24 |
| Rengaskaivon louhosvesi (ylivuotona jokeen) | KYL7 | 6784418 | 316094 | 15,3 | 7,72 | 166 | 109 | 133 | 95 | 9,50 |
| Tarpiojoki, yläjuoksu | KYL8 | 6784400 | 316076 | 16,9 | 8,02 | 110 | 7,46 | 8,8 | 82 | 7,93 |
| RHK-alueen kaakkoisosan lätkkö | KYL9 | 6784387 | 316021 | 15,5 | 7,55 | 162 | 10,4 | 12,7 | 95 | 9,48 |
| RHK-alueen eteläosalta laskeva oja (lasku louhosken) | KYL10 | 6784366 | 315884 | 9,8 | 6,91 | 184 | 130 | 184 | 141 | 15,9 |
| RHK-alueen luoteispuolen ympärysoja | KYL11 | 6784408 | 315828 | 5,7 | 6,24 | 122 | 117 | 186 | 30 | 3,78 |

Taulukko 13b. Liukoisen orgaanisen hiilen, anionien ja liukoisten alkuaineiden pitoisuudet Kylmäkosken sivukivikasan ympäristöojien pintavesissä ja louhoksen ylivuotovedessä, Kylmäkoski, Varsinais-Suomi. Ks. menetelmäkuvaus taulukosta 8b.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Fe | S | Mn | Ni | Cu | Zn | Mo | Pb | Cd | Co | As | Se | U |
|-------------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Ojavesi, sivukivikasan pohjoispuoli | KYL1 | 4,67 | 1,30 | 178 | 9,4 | 19 | 20 | 11 | 3,6 | 0,1 | 2,6 | 2,9 | 10 | 0,4 |
| Ojavesi, sivukivikasan luoteispuoli | KYL2 | 0,67 | 3,06 | 41 | 5,2 | 16 | 10 | 2,4 | 2,6 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 2,0 | 0,2 |
| Louhosvesi, ylivuoto Tarpionjokeen | KYL7 | <0,03 | 241 | 75 | 109 | 15 | 11 | 3,1 | 2,3 | 0,0 | 0,4 | 0,2 | 1,5 | 0,7 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | DOC | SO ₄ | Cl | I | Br | NO ₃ | Ca | K | Mg | Na | Si | Al | Cr |
|-------------------------------------|--------|------|-----------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l |
| Ojavesi, sivukivikasan pohjoispuoli | KYL1 | 30,0 | 2,2 | 4,8 | <2 | <0,1 | <0,2 | 8,69 | 3,53 | 5,53 | 4,35 | 10,9 | 447 | 2,4 |
| Ojavesi, sivukivikasan luoteispuoli | KYL2 | 11,0 | 8,7 | 2,0 | <2 | <0,1 | <0,2 | 5,46 | 1,26 | 3,89 | 3,68 | 4,99 | 180 | 0,9 |
| Louhosvesi, ylivuoto Tarpionjokeen | KYL7 | 4,00 | 830 | 7,4 | <2 | <0,1 | <0,2 | 79,9 | 16,0 | 135 | 6,90 | 3,65 | 9,6 | <0,2 |

4.12.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kylmäkosken kaivoksesta ei ole tehty lupamerkintöjä ympäristöhallinnon sähköisiin asianhallintajärjestelmiin. VAHTI- ja MATTI-tietojärjestelmästä löytyy merkintä kaivoksesta. Alueen valvonta- tai tarkastuskäynneistä ei löytynyt tarkastuspöytäkirjoja sähköisessä muodossa.

4.12.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteistä

Kylmäkosken kaivosalue on merkitty kaavoituksessa maa- ja metsätalousvaltaisiksi alueeksi. Louhoksen ylivuoto kulkeutuu putken ja rengaskaivon kautta Tarpionjokeen. Ylivuodon nikkelpitoisuus ylittää ympäristölaatumäärän nikkelpitoisuuden (Vna 868/2010). Tästä syystä suositellaan selvittäväksi, mikä osuus jätealueen valumavesillä on louhoksen ylivuodon nikkeli- ja suolaionipitoisuuksiin ja millainen vaikutus niillä on Tarpionjoen veden laatuun ja eliöstöön (biodiversiteettiin). Tämä selvitys edesauttaisi jätealueen kunnostustarpeen arviointia nykyhetken tietoja paremmin.

4.13 Kärväsvaara

Sijainti: Kemijärven ja Rovaniemen rajalla, Itä-Lappi

Malmi: Fe

Toiminta-aika: 1959–1967

Kokonaislouhinta: 1,35 Mt, josta malmikiven määrä oli n. 1,1 Mt. Kiveä louhittiin maanalaisesta kaivoksesta ja avolouhoksesta.

Rikastushiekka: 0,34 Mt

Sivukivi: 0,16 Mt, josta osa on käytetty kaivosalueen maarakentamiseen.

Lähteet: Puustinen 2003



4.13.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Kaivosalue sijaitsee Iso Kärväsvaara-nimisen harjun lounaisrinteellä. Rikastushiekan läjitysalue ja sivukivikasa sijoittuvat louhoksen eteläpuolen moreenimaalle. Rikastushiekka-alue on padottu erilleen länsipuolen suoalueesta. Rikastushiekasta tehtyä patoa vasten on vesiallas, joka on toiminut kaivostoiminnan aikana kiintoaineksen laskeutusaltaana. Padon alaosa valumavedet suotautuvat suolle. Suon ojat laskevat Ryttilampeen ja Rytiojan kautta Iso Mustalampeen ja edelleen Kärväsjärveen.

Rikastushiekan ja sivukiven jätealueita ei ole peitetty toiminnan loputtua (Kuva 29). Rikastushiekan jätealueen reunaosissa kasvaa ruohoa laikkuina, muutoin se on lähes kasviton tai ohuen sammalkerroksen peitossa. Sivukivialueella kasvaa osassa aluetta nuorta puustoa. Esiintymän geologisen tiedon mukaan rikastushiekka ja osa sivukivistä sisältävät metallisulfidimineraaleja.



Kuva 29. Kärväsvaaran rikastushiekka-alueen läpi virtaavien ojien pH-arvo vaihteli 5,8–7,2 välillä syksyllä 2016, Kemijärvi, Pohjois-Suomi. (© A. Tornivaara, GTK)

GTK:n Kärvasvaaran jätealueen ja sen alapuolisten järvien julkaisematon vesi- ja sedimenttitutkimukset vuodelta 2007 osoittavat, että jätealueelta ympäristöön kulkeutuvan sulfaatti- ja metallipitoisia valumavesiä (Taulukko 14). Jätealueen valumavesien pilaava vaikutus näkyi Ryttilammen alusveden suurina sulfaatti- (2 890 mg/l), rauta- (170 mg/l), nikkeli- (19,5 mg/l), mangaani- (7,9 mg/l) ja kobolttipitoisuuksina (6,4 mg/l). Myös Ryttilammen pohjasedimenteistä mitattiin suuria rikki- ja metallipitoisuuksia. Metallikuormituksen lisäksi jätealueen valumavedet lisäävät alusveden suolaisuutta. Ryttilammen alapuolisen Iso-Mustalammen alusvedessä jätealueen valumavesien kuormitusvaikutus näkyi huomattavasti heikommin.

Taulukko 14. Kärvasvaaran rikastushiekan jätealueen pintavesien ja alapuolisten järvien sekä taustapitoisuutta edustavan Pienen Mustalammen alusveden kemiallinen koostumus, Kemijärvi, Pohjois-Suomi. Vesinäytteet on otettu GTK:n toimesta 18.4.2007. Näytteet on suodatettu (0,45 µm kerta-käyttösuodatimella) ja kestävyöty maastossa näytteenoton yhteydessä. Alkuainepitoisuudet on määritetty ICP-OES- ja MS-ICP-menetelmillä akkreditoitun Labtium Oy:n laboratoriossa Espoossa.

| | | Jätealue, selkeytysallasosa | Jätealueen suotovesi | Ryttilampi, alusvesi | Iso-Mustalampi, alusvesi | Pieni-Mustalampi, alusvesi (tausta) |
|------------------------------------|------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| Ca | mg/l | 4,99 | 105 | 214 | 24,2 | 2,81 |
| Mg | mg/l | 6,88 | 282 | 471 | 25,3 | 0,96 |
| K | mg/l | 10,2 | 83,4 | 63,2 | 6,47 | 0,53 |
| Na | mg/l | 2,15 | 16,3 | 25,0 | 4,24 | 2,19 |
| Al | mg/l | 0,01 | 0,83 | 5,26 | 0,01 | 0,02 |
| S | mg/l | 15,0 | 457 | 965 | 47,7 | 0,91 |
| SO₄¹⁾ | mg/l | 44,9 | 1369 | 2891 | 143 | 2,73 |
| Fe | mg/l | 2,44 | 17,9 | 168 | 0,45 | 1,52 |
| Mn | mg/l | 0,18 | 1,50 | 7,94 | 0,54 | 0,05 |
| Ni | mg/l | 0,16 | 7,97 | 19,5 | 0,18 | 0,0003 |
| Co | mg/l | 0,07 | 2,57 | 6,38 | 0,07 | 0,0005 |
| Cu | µg/l | 11,1 | 176 | <0,5 | 0,57 | 0,16 |
| Zn | µg/l | 3,24 | 81,1 | 93,3 | 2,71 | 1,55 |
| Pb | µg/l | 0,21 | 1,18 | 1,08 | 0,12 | 0,13 |
| As | µg/l | 0,05 | 0,24 | 0,84 | <0,05 | 0,05 |
| Cd | µg/l | <0,02 | 0,28 | 0,03 | <0,02 | <0,02 |
| Mo | µg/l | 0,03 | 0,41 | 0,93 | 0,11 | 0,27 |
| Cr | µg/l | <0,2 | <1 | <1 | <0,2 | 0,24 |

¹⁾= rikkipitoisuus*2,996

4.13.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

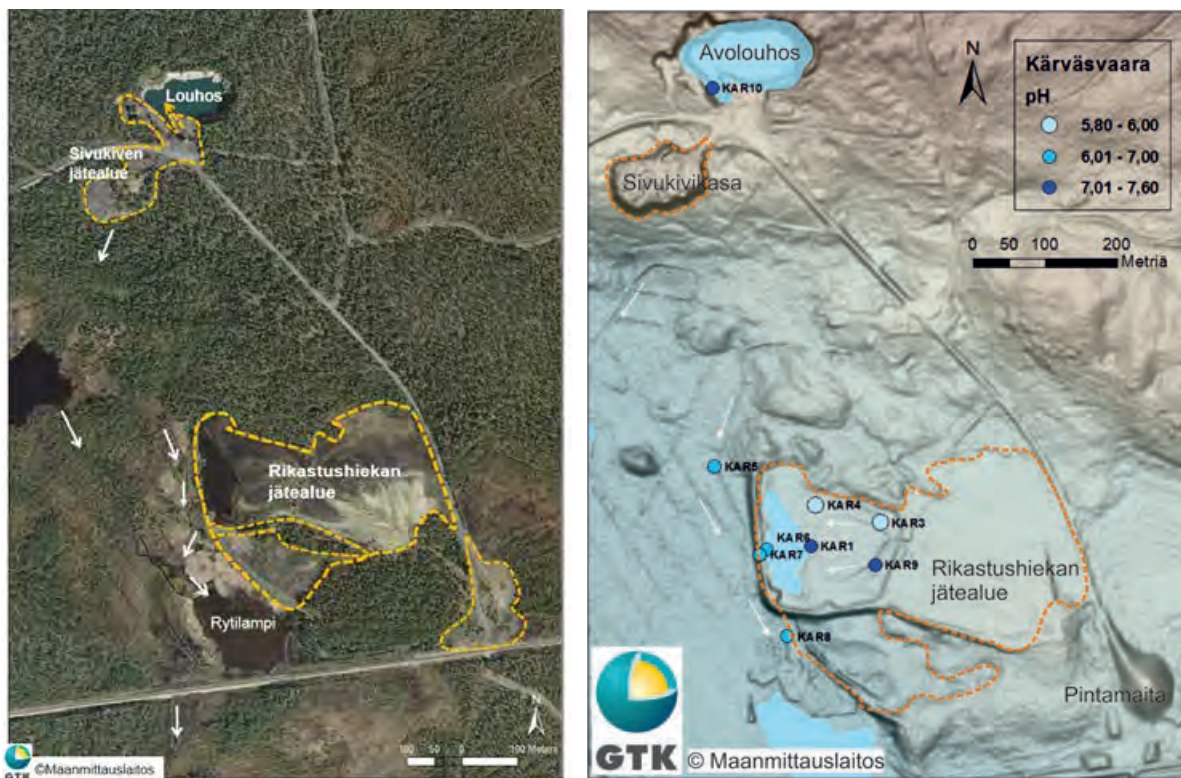
Kärvasvaaran suljetulle kaivosalueelle tehtiin vuoden 2016 syyskuussa maastotarkastus, jossa mitattiin rikastushiekka-alueen ja sen lähialueiden pintaveden fysikaalista laatua. Jätealueen läpi virtaa kaksi purouomaa rikastushiekka-alueen itä laidalta kohti länsilaidalla sijaitsevaa vesiallasta. Vesialtaan ympäristö on ohuen tumman sammal-kerroksen peittämä, kun taas jätealueen itäosa on kuivunut ja lähes kasviton (Kuva 29). Rikastushiekka-alueen eteläosa on alempana ja edustaa ilmeisesti jätealueen vanhempaa osaa. Eteläosassa kasvaa matalaa taimikkoa. Sivukivikasa on peittämätön ja siinä kasvaa jonkin verran matalia puuntaimia. Avolouhosta kiersi uudenoloinen aita, ja louhosvesi oli kirkasta. Avolouhoksen reunat olivat selvästi (pohja)vedenpinnan tasoa ylempänä, joten ylivuoto on epätodennäköistä.

Rikastushiekka-altaan uomien pH-arvot vaihtelivat pohjoisen noin 5,88 eteläosan 7,16 (Taulukko 15, Kuva 30). Patoon on rakennettu vedenpoistusränni, josta rikastushiekka-alueelle syntyneen lammikon vesi laskee padon rinnettä pitkin kosteikolle ja edelleen Ryttilampeen. Altaasta poistuvan veden pH on noin 6,6 ollen lähes

sama kuin rikastushiekka-alueen länsipuolella virtaavan puron yläjuoksuveden pH (6,5), mikä voisi edustaa alueen tausta-arvoa. Tosin tähän puroon voi kulkeutua yläpuolelta sivukivikasan valumavesiä, joiden laatua ei tutkittu kasan ympäristön kuivuuden takia (Kuva 30). Redox-arvot vaihtelivat Rytilammen rantakosteikko (–14 mV) lukuun ottamatta 76–195 mV välillä, ja sulfidien hapettumiseen viittaavia korkeita lukemia ei alueella mitattu. Myös sähköjohtokyvyn lukemat pysyivät alhaisina (Taulukko 15).

Taulukko 15. Kärvasvaaran suljetun rikastushiekan jätealueen suoto- ja valumavesien fysikaalinen laatu, mittauspisteiden tunnukset ja koordinaatit (EUREF-FIN), Kemijärvi, Itä-Lappi (ks. sijainnit kuvasta 30). Mittaukset tehty 20.9.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ, 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|------------------------------------------|--------|---------|--------|--------------|------|----------|----------|-----------------|-----------|------------|
| RH-altaan vesi | KAR1 | 7390838 | 491534 | 9,2 | 7,60 | 81 | 20,5 | 29,3 | 96,4 | 11,08 |
| RH-altaan pohjoisempi puro | KAR3 | 7390870 | 491630 | 9,2 | 5,94 | 172 | 9,9 | 14,1 | 85,3 | 9,82 |
| RH-altaan pohjoisempi puro | KAR4 | 7390895 | 491540 | 10,7 | 5,82 | 195 | 11,8 | 16,2 | 111,6 | 12,40 |
| Puro, RH-alueen vaik. ulkopuolella | KAR5 | 7390948 | 491399 | 6,9 | 6,51 | 140 | 2,6 | 4,0 | 98,7 | 12,01 |
| RH-altaan vesi | KAR6 | 7390832 | 491471 | 9,5 | 6,50 | 153 | 10,1 | 14,3 | 82,5 | 9,41 |
| Altaan vesi suotopadon toisella puolella | KAR7 | 7390826 | 491461 | 9,6 | 6,68 | 156 | 10,4 | 14,7 | 79,3 | 9,02 |
| Rytilammen rantakosteikon vesi | KAR8 | 7390712 | 491499 | 9,1 | 6,67 | -14 | 32,2 | 46,3 | 55,6 | 6,40 |
| RH-altaan eteläpuolinen oja | KAR9 | 7390812 | 491622 | 8,7 | 7,16 | 76 | 4,9 | 7,1 | 100,5 | 11,70 |
| Avolouhoksen vesi | KAR10 | 7391474 | 491396 | 10,6 | 7,30 | 103 | 1,9 | 2,7 | 110,3 | 12,29 |



Kuva 30. Kärvasvaaran suljetun kaivosalueen avolouhoksen, rikastushiekan ja sivukiven jätealueiden sijainnit (oranssi katkoviiva), pintaveden virtaussuunnat (valkoiset nuolet), pintavesien pH-arvot 20.9.2016 (pallosymbolit oikeanpuoleisessa kuvassa) sekä mittauspisteiden tunnukset (ks. tarkemmat tulokset taulukosta 15), taustana ilmakuva (vasen) ja laserkeilausaineisto (oikea), Kemijärvi, Itä-Lappi.

4.13.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivostoiminnan aloitukselle on vain kaivosoikeuden mukainen lupa. Sen sijaan toiminnalle ei ole annettu vesilain mukaista lupaa, koska toiminta alkoi ennen lain voimaan tuloa vuonna 1959. Ympäristöhallinnon sähköisistä järjestelmistä ei löytynyt tietoa onko lupaa haettu myöhemmin 1960-luvulla. Kaivos on kuitenkin merkitty MATTI-tietojärjestelmään.

4.13.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue on merkitty maakuntakaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi. Rikastushiekka-aluetta ei ole aidattu ja sen päälle pääsee ajoneuvolla. Jätealueella laiduntaa poroja. Kärvasvaaran jätealue sijaitsee Pyhä-Kallion paliskunnan alueella ja on poronhoidon kannalta tärkeä alue. Alue on paliskunnan syys- eli rykimäaluetta sekä jäkälä- ja talvilaidunaluetta. Jätealueen läheisyydessä sijaitsee myös Pyydyskan-kaan erotuspaikka, johon porotokat tuodaan Kärvasvaaran suunnalta (Poronhoidon paikkatiedot -aineisto 2017). Kaivostoiminta päättyi jo 1960-luvun lopulla, mutta silti kasvillisuus ei ole levinnyt luontaisesti jätealueelle. Peittäminen olisi luonnon ennallistamisen kannalta tärkeää, vaikka kevyellä peitolla ei todennäköisesti kovin paljon paranneta suotovesien laatua.

GTK:n vuoden 2007 pienimuotoinen vesi- ja sedimenttitutkimus osoitti jätealueen valumavesien pilaavan alapuolisen Rytilammen alusvettä. Alusvedestä mitattiin suuria nikkeli-, mangaani- ja kobolttipitoisuuksia sekä veden suolaisuutta lisääviä sulfaatti- ja maa-alkali- ja alkalimetallipitoisuuksia. Myös Rytilammen alapuolisesta Iso-Mustalammen alusveden kemiallisesta koostumuksesta oli erotettavissa jätealueen valumavesivaikutukset. Tästä syystä on suositeltavaa selvittää tarkemmin jätealueen nykytila (esim. kemiallinen muutunta, pohjarakenteet) ja erityisesti sen ekologiset ympäristövaikutukset alapuolisen vesistöön kunnostustarpeen arvioinnin perustaksi. Lisäkunnostustarpeen arviointi ja kunnostusmenetelmien valinta edellyttävät nykytietoa laajempaa jätealueen kemiallisten ja ekologisten vaikutusten selvittämistä. Selvitysten perusteella olisi hyvä tarkastella myös rikastushiekan hyötykäyttömahdollisuudet.

4.14 Laukunkangas

Sijainti: Enonkoski, Etelä-Savo

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1986–1994

Kokonaislouhinta: 8,4 Mt, josta malmikiven osuus oli n. 6,7 Mt. Malmi louhittiin pääosin maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 6,6 Mt

Sivukivi: 1,7 Mt

Lisätiedot: Kaivoksen rikastamalla käsiteltiin vuosina 1988–1991 Hälvälän ja vuosina 1989–1992 Telkkälän Ni-Cu-malmit.

Lähteet: *Isomäki 1994, Puustinen 2003*



4.14.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Malmikiven louhinnassa irrotetuista sivukivistä suurin osa on sijoitettu louhostäyt-
töön maanalaiseen kaivokseen tai avolouhoksen ympäristön maisemointiin. Pieni osa
kivistä on käytetty kaivosalueen maarakentamiseen, patopenkereiden vuoraukseen,
tierakenteisiin, louhoksen ja nostokuilun peittorakenteena.

Rikastushiekka on varastoitu kaivoksen lounaispuolelle, noin 60 hehtaarin laa-
juiselle moreenimäkien rajaamalle loivalle rinnealueelle. Jätealue on peitetty 30–50
cm:n paksuisella moreenikerroksella. Alueella kasvaa tiheästi, nuorta mäntypuustoa
ja myös vähän koivua. Länsiosassa on puuton, heinää kasvava painanne, joka kai-
vostoiminnan aikana oli dekanterikaivon painanne. Tällä alueella vesipinta kohoaa
lähelle pintaa sadannan mukaan.

Jätealueen valumavesistä osa suotautuu koillispadon alaosasta ja osin maan si-
sällä välikerrosvaluntana kosteikkoaltille (Kuva 31), joiden vedet laskevat Sortava-
lanjärveen ja edelleen Tevanjoen kautta Haukiveden Tevanlahteen. Jätealue suotaa
valumavesiä myös luoteeseen ja etelään. Myös nämä vedet kulkeutuvat osin pienten
järvien ja/tai jokien kautta Haukiveteen.

Kosteikkoaltaiden suotovesiä puhdistava teho on GTK:n tutkimuksissa osoittau-
tunut kohtalaisen hyväksi (Myllymäki 2006, Räisänen 2015a). Kosteikkosedimentit
pidättivät tutkimusten mukaan jätealueen suotoveden rikistä 60 % ja raudasta sekä
muista sulfidisista metalleista 75–90 % (Räisänen 2015a). Räisänen (2015a) mukaan
itäisen kosteikkoaltaan puhdistusteho on parempi kuin läntisen kosteikkoaltaan.
Vuoden 2005 tutkimuksen mukaan läntisellä kosteikkoaltaalta Sortavalan järveen
poistuva, lähes neutraali vesi sisälsi nikkeliä 0,34 mg/l ja rautaa sekä mangaania 0,5
mg/l. Tästä poiketen jätealueelta länteen suuntautuvat vedet ovat laadultaan hap-
pamia ja sisältävät runsaasti mm. nikkeliä, kobolttia, rautaa ja sulfaattia (Kauppila
& Räisänen 2015). Sen sijaan jätealueelta etelään suotautuvien vesin kemiallisesta
laadusta ei ole mittaustietoa. Vuoden 2016 mittausten mukaan etelään suotautuvien
valumavesien pH oli lähes neutraali (6,5–6,8), mutta vesien johtavuus välillä 430–480
mS/m (Taulukko 16). Tämä viittaisi vesien sisältävän runsaasti suola-ioneja kuten
sulfaattia ja maa-alkali- ja/tai alkalimetalleja sekä mahdollisesti myös nikkeliä.



Kuva 31. Laukunkankaan suljetun kaivosalueen rikastushiekan jätealueen kosteikkoja, Enonkoski, Etelä-Savo. (© A. Tornivaara, GTK)

Jätealueen valumavesien vaikutuksista alapuolisten vesistöjen laatuun ei ollut saatavilla julkaistua tutkimustietoa. Vuonna 2010 GTK:n toimesta on otettu järvisedimenttinäytteitä Särkijärvestä ja Sortavalanjärvestä, mutta aineisto on julkaisematon (Jari Mäkinen, suullinen tiedonanto).

4.14.2 Maastotarkastus 2016 ja veden laatumittaukset

Vuoden 2016 maastotarkastuksessa tehtiin veden fysikaalisen laadun mittauksia rikastushiekan jätealueen etelä-, kaakkois- ja luoteispuolen suotokohteissa (ks. Kuva 32). Etelä- ja luoteispuolen suotokohteisiin oli muodostunut vetiset rautasaostumien peittämät kosteikkoalueet. Mittausten mukaan luoteispuolen suoto- ja valumavedet olivat hyvin happamia ($\leq 3,6$) ja niiden Redox-arvot olivat osassa kohteita yli 400 mV, mikä viittaa rikastushiekan sulfidien voimakkaaseen hapettumiseen. Vedet olivat myös hyvin sähköä johtavia. Näistä poiketen jätealueen eteläpuolelle suotautuvat valumavedet olivat lähes neutraaleja mutta sisälsivät runsaasti sähköä johtavia elektrolyyttejä ja suolaioneja (SO_4 , alkali- ja/tai maa-alkalimetalleja).

Vuoden 2005 kosteikkotutkimuksen mukaan jätealueen koillispadosta suoti lievästi hapanta vettä (Räisänen 2015a). Räisänen (2015a) mukaan kosteikoilla suotovedet puhdistuivat kohtalaisen hyvin. Tästä huolimatta läntiseltä kosteikkoaltaalta kulkeutui Sortavalanjärveen laskevaan ojaan nikkeliä sen ympäristölaatonormipitoisuuden ylittäviä pitoisuuksia (Räisänen 2015a). Verrattuna jätealueen luoteis- ja eteläpuolelta purkautuviin valumavesiin, kosteikkoaltailta ulosvirtaavien vesien johtavuus oli huomattavasti alhaisempi (Taulukko 16).

Kaakkoispadon edustalla on pienialainen lampi kallioisten moreenimäkien ympäröimänä. Maastohavaintojen mukaan lammesta ei ole ulosvirtausta. Lammen vesi oli mittausten mukaan lievästi emäksinen (pH ~8), mutta sen johtavuus oli hyvin pieni, mikä puolestaan viittaisi veden olevan suurimmaksi osaksi luonnon vettä (Taulukko 16).



Kuva 32. Laukunkankaan suljetun kaivosalueen rikastushiekan jätealueen (oranssi katkoviiva), kosteikkoaltaiden (entisten selkeytysaltaiden) ja louhoksen sijainnit, pintavesien pH-arvot esitetty pallosymbolein ja mittauspisteiden tunnuksat (2016: LAU ja 2005: 05 EN ks. tarkemmin taulukossa 16), taustana laserkeilausaineisto, Enonkoski, Etelä-Savo. Valkoisen nuoli kuvaa pintavesien virtaussuuntaa.

Maastotarkastus osoitti, että Laukunkankaan rikastushiekan jätealueelta kulkeutuu happamia vesiä lähinnä Särkijärveen. Suotokohteiden kosteikot eivät neutraloi riittävästi jätealtaalta suotautuvia happamia vesiä. Niiden toimivuuden parantaminen edellyttäisi vesikemian ja jätealtaan rikastushiekan sulfidihapettumistilan selvittämistä. Sen sijaan jätealtaan eteläpuolen suotokohteiden vedet olivat lähes neutraaleja tai neutraaleja, mutta mahdollisesti alapuolisten vesistöjen suolaisuutta lisääviä. Molempien suotokohteiden ympäristövaikutusten selvittämisen edellyttäisi niin suotovesien kuin alapuolisten vesistöjen tilan tarkempia selvityksiä.

4.14.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivos on merkitty sekä MATTI- että VAHTI-tietojärjestelmään. Valvontajärjestelmään on taltioitu alueelle tehty tarkastuskäynnit vuosina 2001 ja 2014. Valvontakäyntien yhteydessä on tarkastettu rikastushiekka-alueen tilanne ja padon kunto. Asianhallintajärjestelmään (ESAELY/78/07.00/2014) on merkitty ainoastaan Tukesin lausuntopyyntö kuulemisasiakirjasta, joka liittyi Tukesin ilmoitukseen kaivospiirille annettavista määräyksistä (30.6.2014, KaivNro 2570). Kaivostoiminnalla ei ole ollut ympäristölainsäädäntöön liittyvää lupaa. Laukunkankaan kaivos on merkitty kaivosrekisterissä Outokumpu Mining Oy:n kaivospiiriksi, jonka ympärillä on FinnAust Mining Finland Oy:n vuoteen 2018 voimassa oleva laaja malminetsintäalue (Tukes 2016).

Taulukko 16. Laukunkankaan suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen suoto- ja valumavesien fysikaalinen laatu, mittauspisteiden tunnuksat ja koordinaatit (EUREF-FIN), Enonkoski, Etelä-Savo (ks. pistesijainnit kuvasta 32). Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Kohde | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Mittaukset 30.8.2016 | | | | | | | | | | |
| RHK-alueen eteläpuolen suotolampi, kosteikon alkuosa | LAU1 | 6879184 | 591701 | 12,0 | 6,47 | 34 | 477 | 634 | 36 | 3,80 |
| RHK-alueen eteläpuolen suoto-ojan alkupää | LAU2 | 6879099 | 591866 | 11,1 | 6,75 | 61 | 426 | 580 | 17 | 1,83 |
| RHK-alueen kaakkoispuolen etumaastoon ympäristön pintavesilammikko (ei-kontaminaatiota) | LAU3 | 6879341 | 592307 | 14,0 | 7,98 | 60 | 5,53 | 7,00 | 79 | 8,18 |
| RHK-alueen koillispuolen suotovesilampi (suotautuminen tierakenteiden läpi) | LAU4 | 6880042 | 591706 | 15,4 | 3,35 | 435 | 156 | 192 | 110 | 10,9 |
| Ed. suotoalueen (kosteikon) loppuosasta poistuva vesi | LAU5 | 6879999 | 591646 | 13,4 | 2,99 | 423 | 278 | 357 | 27 | 2,74 |
| Tierakenteiden ja moreenimäen läpi suotautuva vesi kosteikkopainanteessa | LAU6 | 6879952 | 591648 | 11,9 | 3,58 | 359 | 352 | 469 | 14 | 1,52 |
| Vuoden 2005 mittaukset (Räisänen 2015) | | | | | | | | | | |
| RHK-alueen koillispuolesta virtaava suotovesi | 05 EN1 | 6879962 | 592452 | - | 5,73 | 255 | 144 | - | 61 | 5,20 |
| RHK-alueen koillispuolen edustan suotovesilätäkkö | 05 EN2 | 6879686 | 592588 | - | 6,57 | 73,6 | 101 | - | 39 | 3,39 |
| Itäisen kosteikkoaltaan suotovesiä keräävä ojan alkupää | 05 EN4 | 6879741 | 592602 | - | 6,96 | 118 | 102 | - | 59 | 5,15 |
| Itäiseltä kosteikkoaltaalta poistuva vesi | 05 EN5 | 6880029 | 592542 | - | 7,42 | 162 | 62,3 | - | 60 | 4,85 |
| Läntiseltä kosteikkoaltaalta poistuva vesi | 05 EN6 | 6880318 | 592172 | - | 7,37 | 142 | 67,2 | - | 74 | 6,10 |
| Laskuoja Sortavalanjärveen | 05 EN7 | 6880337 | 592109 | - | 7,17 | 78,7 | 67,9 | - | 65 | 5,10 |

4.14.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkoimenpiteiksi

Etelä-Savon 1. vaihemaakuntakaavassa alue on merkitty tuulivoimaloiden alueeksi (tv 16.903 Laukunkangas) ja alueella on Outokumpu Oyj:n voimassa oleva kaivospiiri. Savonlinnan puolella on voimassa Haukiveden-Haapaveden osayleiskaava, jossa on kaivostoiminnan vaikutusaluemerkintä sekä -määräys (kva). Alueeseen kuuluvat louhinta-alueiden yläpuoliset alueet suoja-alueineen ja rikastushiekkaluueet. Laukunkankaan tuulivoimayleiskaava oli vireillä, mutta Enonkosken kunta hylkäsi kaavan (4/2014), eikä kaavoitus ole edennyt myöskään Savonlinnan osalta. Kaivoksen entiset rakennukset piha-alueineen ovat nykyisin käytössä mm. linja-autojen purkaamona. Laukunkankaan Savonlinnan puolella ei ole suunnitelmia maankäytön muutoksista, ja alueet ovat metsätalouskäytössä.

Rikastushiekan jätealue on peitetty ohuella moreenimaalla ja se kasvaa suurimmalla osalla aluetta tiheää nuorta mäntymetsää. Näistä kunnostustoimenpiteistä huolimatta jätealueelta purkautuu koilliseen hyvin happamia suotovesiä, mikä tuli esille vuoden 2016 maastotarkastuksessa. Jätealueen koillispuolen luontaisesti syntyneet kosteikot eivät neutraloi riittävästi happamia suotovesiä. Maastokartoituksen ja alueelta aiemmin tehtyjen tutkimusten perusteella on suositeltavaa selvittää jätealueen kemiallisen nykytila, jonka perusteella voidaan nykytietoja paremmin arvioida lisäkunnostustarpeet. Lisäksi kunnostustarvearviointi edellyttäisi havaintoja happamien vesipäästöjen vaikutuksista alapuoliseen vesistöön (Särkijärvi, Sortavalanjärvi, alapuoliset joet, Haukiveden Tevanlahti).

4.15 Makola



Sijainti: Nivala, Pohjois-Pohjanmaa

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1941–1948 ja 1951–1954

Kokonaislouhinta: 0,43 Mt, josta malmikiven osuus oli n. 0,41 Mt. Malmikivi louhittiin aluksi avolouhoksesta ja myöhemmin maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 0,38 Mt

Sivukivi: Ei sivukiven jätealuetta, koska avolouhoslouhinnasta syntyneet sivukivet (n. 0,02 Mt) on ilmeisesti joko louhostäyttönä tai käytetty maarakentamisessa.

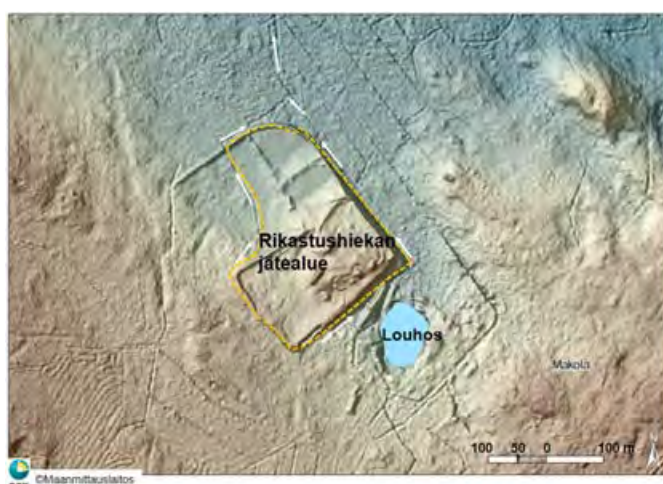
Lähteet: Puustinen 2003

4.15.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Rikastushiekan jätealue (16 ha) sijoittuu vedellä täytetyn avolouhoksen luoteispuolelle hiekka- ja sora-moreenikerrosten päälle (Kuva 33). Osassa aluetta jäte on läjitetty turvepeitteiselle suolle. Jätealuetta kiertää ympäröysoja, joka kerää rikastushiekka-alueen valuma- ja suotovesiä.

GTK:n vuoden 1994 kairaushavaintojen mukaan rikastushiekan jätealueen pintaosa oli hapettunut noin metrin syvyydelle ja hapettuneen pintaosan alla rikastushiekka oli lähes muuttumatonta (paksuus 7 m). Jätealuetta ei ole peitetty ja se on suurelta osin kasviton (Kuva 33). Männyn taimia kasvaa laikkuina. Jätealueella ajetaan moottorijoneuvoilla, mikä hidastaa kasvillisuuden leviämistä alueelle. (Sipilä 1994b)

Aiempien pintavesien laadun seuranta tutkimusten mukaan jätealueelta kulkeutuu nikkeli- ja sulfaattipitoisia valumavesiä Makolanojaan (Sipilä 1994b, Heikkinen ym.)

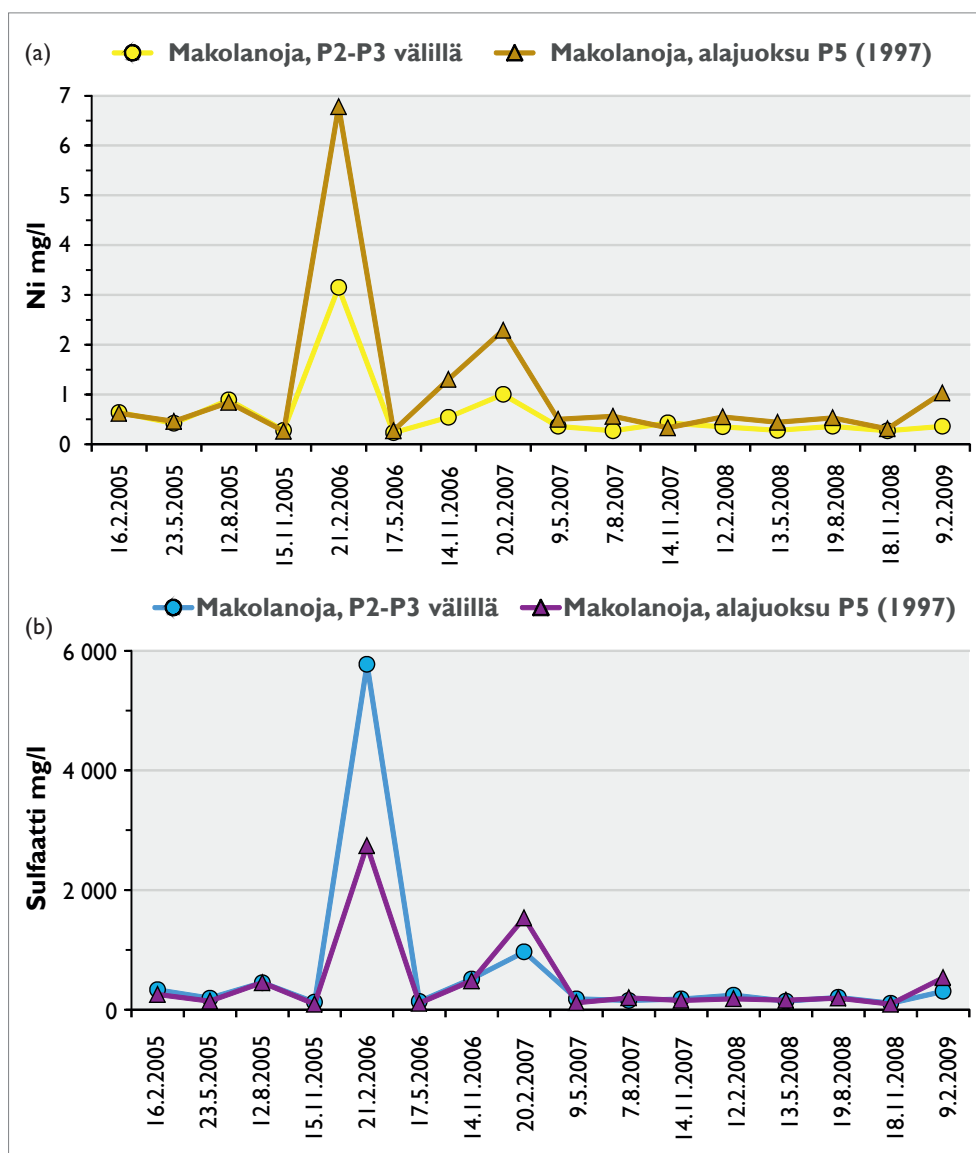


Kuva 33. Makolan suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen (oranssi katkoviiva) ja louhoksen sijainnit sekä vesien virtaus-suunnat (valkoinen nuoli), taustana laserkeilausaineisto, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa (Räisänen ym. 2015a). Oikeanpuolisessa kuvassa näkyy hyvin jätealueen alttius pölyämiselle. (© M. L. Räisänen, GTK)



2002). Vuosien 2005–2009 tarkkailutuloksista lasketun pintaveden Ni-pitoisuuden keskiarvo (1,07 mg/l) oli hieman suurempi Makolanojan alajuoksun tarkkailupisteessä (P5, v. 1997) kuin jätealueen pohjoispuolen mittauspisteessä (0,61 mg/l, P3, Kuva 34). Nikkelipitoisuuden kasvu Makolanojan alajuoksulla (P5, v. 1997) voi selittyä Hituran kaivosalueen valumavesien kulkeutumisella Makolanojaan tarkkailupisteen P4 alapuolella (ks. Kuva 35). Makolanojan sulfaattipitoisuus oli suurempi jätealuetta lähinnä olevassa tarkkailupisteessä (626 mg/l) kuin edellä mainitulla alajuoksulla (466 mg/l, Kuva 34b). Makolanojaveden pH vaihteli välillä 5,2–6,6 (keskiarvo 6,0) vuosien 2005–2009 välisellä seurantajaksolla. Alajuoksun tarkkailupisteestä mitattiin keskimäärin hieman alempia pH-arvoja kuin jätealueen pohjoispuolen pisteestä. Myös tämä ero voi selittyä Hituran kaivosalueen valumavesivaikutuksella.

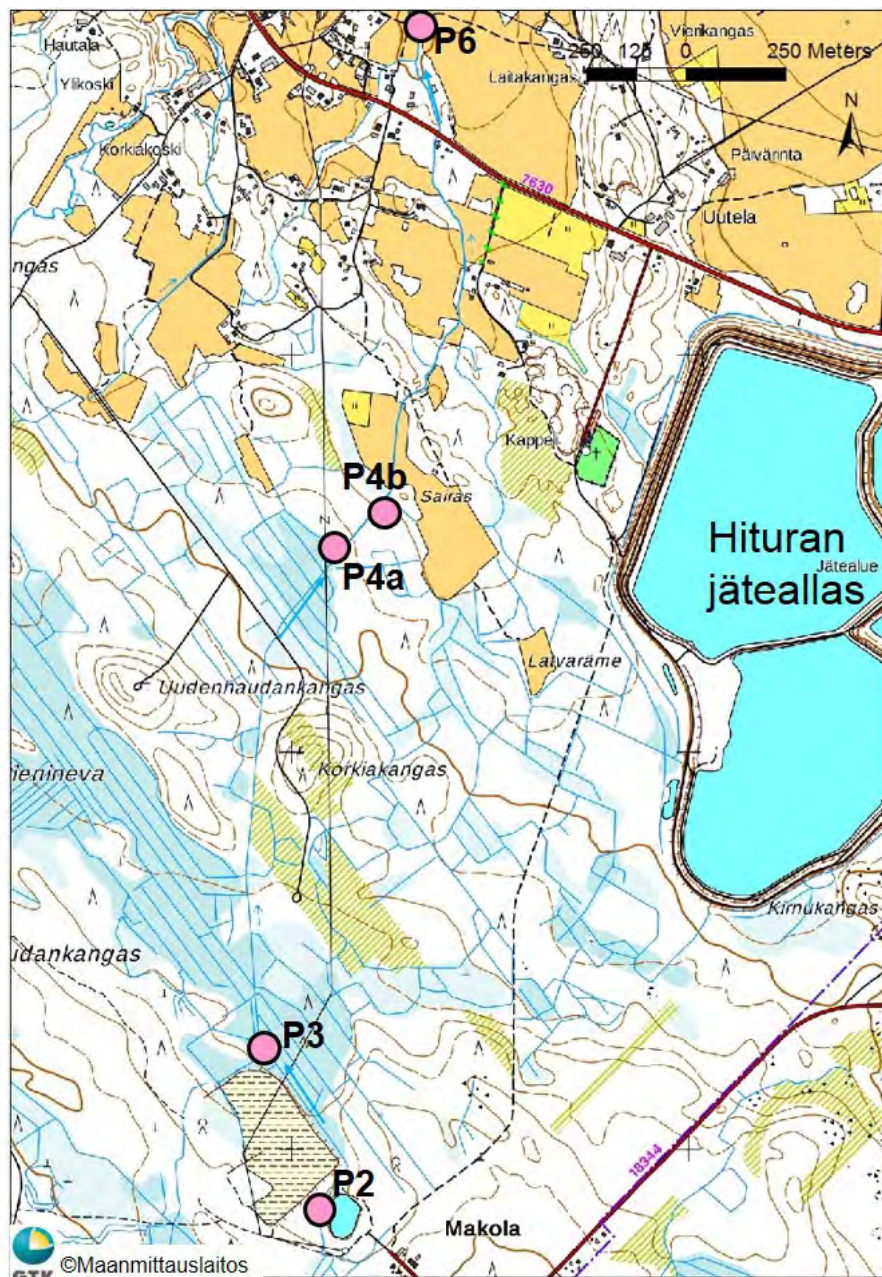
Vuoden 2014 syyskuun tarkkailutulokset viittaavat Makolanojan veden lievään happamoitumiseen (4,8) alajuoksun pisteessä P4 (Taulukko 17, Kuva 35). Kuvan 35 kartasta ei selkeästi erota kulkeutuuko P4-pisteeseen ojitetun alueen kautta Hituran jätealueen valumavesiä. Asian varmistaminen vaatisi maastotarkastuksen. Yhtenä syy-



Kuva 34. Makolanojaveden (a) nikkeli- ja (b) sulfaattipitoisuuksien jakauma tarkkailuvuosina 2005–2009, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa. Tarkkailupiste P5 (1997) on vuoden 1997 tarkkailuohjelman mukainen seurantapiste (Kuva 35). Mittaukset on tehty Outokumpu Oy:n laboratorioissa Hituran kaivoksella. (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen valvonta-aineisto)

nä P4-pisteen veden happamuudelle voi olla raudan saostuminen hapettuneena, josta viitteenä on veden Fe-pitoisuuden pieneneminen sadasosaan pisteestä P3 pisteeseen P4. Huomionarvoista on myös nikkelin (3,0 mg/l) ja sulfaatin (3 511 mg/l) runsas määrä jätealueen pohjoispuolen tarkkailupisteessä P3. Samasta tarkkailupisteestä mitattiin aiemmin vastaavan suuruisia pitoisuuksia vuoden 2006 helmikuussa (Kuva 34a-b). Kobolttin ja kuparin pitoisuudet olivat kymmenes- tai sadasosaa pienemmät kuin Ni-pitoisuus. Yleispäätelmänä vuoden 2014 tuloksista voidaan sanoa, että Makolan kaivoksen jätealueelta kulkeutuu edelleen Ni-, Fe- ja sulfaattipitoisia vesiä Makolanojaan.

Pintavesivaikutusten lisäksi peittämättömiltä jätealueosilta leviää ympäristöön metallipitoista pölyä, mikä on lisännyt sammaleiden ja metsähumuksen Ni-, Cu-, Fe- ja Co-pitoisuuksia taustapitoisuuksiin verrattuna (Sipilä 1994b). Ympäristön pölyvaikutuksista ei ollut uudempia tutkimustuloksia saatavilla.



Kuva 35. Makolan suljetun kaivoksen tarkkailupisteiden sijainnit, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa.

Taulukko 17. Makolan kaivosalueen pintavesien tarkkailutulokset 15.9.2014, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa. Tarkkailupiste P5 edustaa taustaa, mihin ei kulkeudu Makolan tai Hituran kaivosalueen valumavesiä (Kuva 35). Mittaukset oli tehty Belvedere Mining Oy:n laboratoriossa Hituran kaivoksella. dl = alle alimman määritysrajan (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen valvonta-aineisto)

| | pH | SKJ mS/m | SO ₄ mg/l | Ni mg/l | Fe mg/l | Co mg/l | Cu mg/l |
|------------------------------------------|-----|-------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| P5, Tausta | 5,6 | 4,0 | 12 | <dl | 3,27 | <dl | <dl |
| P2 (louhos) | 5,6 | 5,0 | 5,0 | 0,01 | 1,31 | <dl | 0,01 |
| P3 (Makolanoja, jätealueen pohjoispuoli) | 5,6 | 510 | 3611 | 3,00 | 38,9 | 0,18 | 0,05 |
| P4 (Makolanoja, alajuoksu) | 4,8 | 162 | 1128 | 1,19 | 0,52 | 0,06 | 0,02 |
| P6 (Makolanoja, alajuoksu) | 5,8 | 100 | 454 | 0,52 | 0,15 | 0,02 | <dl |

4.15.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Makolan kaivoksella ei ole ollut ympäristö- tai vesilainsäädäntöön liittyvää lupaa, koska kaivostoimintaa on harjoitettu ennen em. lakien voimaantuloa. Makolan jätealueen ympäristövaikutuksia tutkittiin vuosina 1992–1996. Saatujen tulosten ja selvitysten perusteella sen aikainen Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus ehdotti vuonna 1997 Outokumpu Mining Oy:lle, että yhtiö osallistuisi kaivoksen jätealueen pinta- ja pohjavesiseurantaohjelmaan.

Seurantaa toteutettiin vuoteen 2009 asti, jonka jälkeen näytteet on otettu viimeksi vuonna 2013. Makolan kaivosalue kuuluu Hituran kaivoksen valvonnan alle ja kaivosalueen kunnostuksesta vastaa tällä hetkellä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Valvontaviranomaisen suorittamia tarkastuksia Makolan alueelle on tehty 2000-luvulla ja satunnaisesti Hituran kaivokseen liittyvien tarkastusten yhteydessä 2010-luvulla. Makolan kaivosalueelle on merkitty kaivosrekisteriin konkurssiin ajautuneen Belvedere Mining Oy:n voimassa oleva valtaus (Tukes 2016).

4.15.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalueella ei ole voimassa olevaa kaavoitusta. Rikastushiekka-alueelle on levinnyt kasvillisuutta jonkin verran vuosikymmenien aikana. Kasvillisuuden leviämistä koko alueen kattavaksi heikentävät aluetta ajoratanaan käyttävät motocross-harrastajat. Jätealueelle ei ole enää varsinaista ajouraa, koska kulkuyhteydet ovat metsittyneet.

Makolan suljetun kaivosalueen rikastushiekka-alueen peittäminen on suositeltavaa metallipitoisten pölypartikkeleiden leviämisen ehkäisemiseksi. Jätealueelta lähtevien pintavesien tarkkailua tulisi jatkaa kunnostuksesta vastaavan tahon toimesta muutamia kertoja seuraavan kymmenen vuoden aikana. Tarkkailupisteiden valinnassa olisi hyvä selvittää, missä kohden Hituran jätealueen valumavedet sekoittuvat Makolanojaan. Mikäli veden laatutulokset osoittavat, että Makolan jätealueelta ei tule kuormitusta Makolanojaan ja sen laskuojaan, Ainasojaan ja edelleen Kalajokeen, niin seurannan voi lopettaa ja jätealueen poistaa EU-luettelosta (Stén 2012). Jos jätealueelta peittämisen jälkeen tullaan käyttämään maastoajoneuvojen rata-alueena, tulee ajoratatoimintaan vaatia lupa, jonka perusteeksi on esitettävä maastoajotoiminnan mahdolliset vaikutukset rikastushiekkajätteen ja lähiympäristön kemialliseen tilaan.

4.16 Metsämonttu



Sijainti: Kisko, Salo, Varsinais-Suomi

Malmi: Cu, Zn, Pb

Toiminta-aika: 1952–1958 ja 1964–1974.

Kokonaislouhinta: 1,7 Mt, josta malmikiveä oli n. 1,5 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta

Rikastushiekka: Malmi kuljetettiin Aijalan rikastamolle rikastettavaksi.

Sivukivi: 0,3 Mt, jostaosa on maanalaisen kaivoksen louhostilojen täyttönä ja osa varastoitu louhoksen itäpuolelle ja rakennuksen pohjoispuolelle. Maanpäällisen läjityksen sivukivimäärästä ei ollut tietoa saatavilla tietoa.

Lähteet: Puustinen 2003

4.16.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Kaivosalueella on nykyisin vedellä täyttynyt avolouhos sekä ränsistyneet kaivostorni- ja malmin murskausrakennuksen jäännökset. Sivukiven jätealue sijaitsee moreeni- maalla louhoksen ja sen viereisen kaivostorni- ja murskaamorakennuskompleksin pohjoispuolella. Rakennuksen seinän putkesta virtaa louhoksen ylivuotovesiä sivukivialueelle. Ylivuotovesiä jää myös rakennuksen sisäosiin vesilammikoiksi (Kuva 36). Kaivosalueen ja sen jätealueen ympäristövaikutuksista Kiskonjokeen ei ollut



Kuva 36. Metsämontun suljetun kaivoksen louhokselta ylivuotona purkautuva rautasaostumapitoi- nen valumavesialue sivukiven jätealueella, Salo, Varsinais-Suomi. (© A. Tornivaara, GTK)

saatavilla tutkittua tietoa. Metsämontun kaivosalueen itäpuolella, parin sadan metrin päässä on hylätty, vuosina 1915–1917 toiminnassa olleet Aurums Aijalan hopea-lyijy-louhokset (kaksi vedellä täyttyntä louhosta), malmipasuton rauniot ja sivukiven jätealue (Turunen 1953). Maastosta erottuvan sivukiven jätealueen päällä on nykyisin varastorakennus.

4.16.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

GTK:n toukokuun maastotarkastuksen yhteydessä varmistui, että Metsämontun suljetulla kaivosalueella on sivukiven jätealue. Se sijaitsee kaivostornirakennuksen pohjoispuolella (Kuvat 36 ja 37). Sivukivikasan läpi ja yli vuotaa louhosvesi, joka purkautuu rakennuksen seinämän alaosaan, putken suusta. Rakennelmasta tulevat uomat ovat värjäytyneet ruskeista ja valkeista sakoista, vedet yhdistyvät alempana ja laskevat purona sivukivialueelle. Näköhavaintojen mukaan kasan kivistä osa sisälsi hapettuneita sulfidimineraaleja. Louhosveden ja kivikasalta purkautuvan ylivuoto-veden pH oli lähes sama vaihdellen välillä 7,2–7,3 (Taulukko 18). Kivikasan päällä virratessa veden pH vaihteli välillä 5,6–7,4. Kivikasan alapuolella valumaveden pH oli 7. Vesi imeytyi kiviseen moreenimaahan eikä alajuoksun metsäojasta saatu kuivuuden takia mittaustulosta.

Louhoksesta sivukiven jätealueelle virtaava vesi sisälsi runsaasti sulfaattista rikkiä, kalsiumia, natriumia ja magnesiumia (Taulukko 18). Metalleista eniten oli rautaa (12 mg/l) ja mangaania (n. 1 mg/l), kun taas metallipitoisuudet (Zn, Cu, Pb) olivat pieniä, alle 15 µg/l. Arsenia oli niihin verrattuna kaksinkertainen määrä, 30 µg/l.

Taulukko 18. Suljetun Metsämontun kaivosalueen pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN) ja fyysikaalinen laatu sekä sivukivikasalta purkautuvan louhosveden ja kasalta poistuvan pintaveden kemiallinen laatu, Salo, Varsinais-Suomi (Ks. Kuva 37). Näytteenotto ja kenttämittaukset tehtiin 10.5.2016. Ks. menetelmäkuvaukset taulukoista 3 ja 8b.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Sivukivialue, rinnevalunta kivien päällitse | MM1 | 6678313 | 297219 | 14,1 | 7,17 | 56 | 75,7 | 95,6 | 99 | 10,1 |
| Sivukivialue, rinnevalunta kivien päällitse | MM2 | 6678294 | 297226 | 13,2 | 5,64 | 128 | 48,9 | 63,2 | 54 | 5,63 |
| Sivukivialue, rinnevalunta kivien päällitse | MM3 | 6678287 | 297238 | 9,9 | 7,39 | 9,1 | 78,1 | 110 | 85 | 9,58 |
| Louhoksen ylivuoto (putkesta sivukivialueelle) | MM4 | 6678284 | 297242 | 7,8 | 7,28 | -25 | 75,3 | 112 | 14 | 1,62 |
| Avolouhoksen pintavesi | MM5 | 6678245 | 297256 | 16,2 | 7,23 | 26 | 8,45 | 10,2 | 90 | 8,85 |
| Sivukivialueelta ulosvirtaava vesi | MM6 | 6678363 | 297231 | 9,1 | 7,03 | 108 | 53,3 | 76,6 | 104 | 12,0 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | DOC mg/l | SO ₄ mg/l | Br mg/l | I µg/l | Cl mg/l | NO ₃ mg/l | Ca mg/l | K mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | Si mg/l | Al µg/l | Se µg/l |
|--------------------------------------------|--------|-------------|-------------------------|------------|-----------|------------|-------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Maanlaisesta louhoksesta ulosvirtaava vesi | MM4 | 5,2 | 490 | <0,1 | 12,9 | 8,8 | <0,2 | 184 | 3,26 | 19,9 | 38,1 | 6,85 | 4,87 | 1,0 |
| Sivukivikasan ylivirtaava vesi, alajuoksu | MM6 | 2,3 | 340 | <0,1 | 18,1 | 6,0 | <0,2 | 111 | 2,60 | 14,7 | 20,4 | 5,48 | 10,1 | 1,3 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | S mg/l | Fe mg/l | Mn µg/l | As µg/l | Zn µg/l | Cu µg/l | Cd µg/l | U µg/l | Ni µg/l | Pb µg/l | Mo µg/l | Co µg/l | Cr µg/l |
|--------------------------------------------|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Maanlaisesta louhoksesta ulosvirtaava vesi | MM4 | 153 | 12,0 | 989 | 30 | 14 | 13 | <0,02 | 4,2 | 2,3 | 2,3 | 1,6 | 0,1 | <0,2 |
| Sivukivikasan ylivirtaava vesi, alajuoksu | MM6 | 108 | <0,03 | 10 | 0,8 | 3350 | 18 | 11 | 1,9 | 3,9 | 2,6 | 1,1 | 0,1 | <0,2 |

Sivukivien yli virtaava louhosveden koostumus muuttui sinkkipitoiseksi (3,35 mg/l). Myös kadmiumin pitoisuus (11 µg/l) kasvoi yli sen ympäristölaatumormin (0,1 µg/l, Vna 868/2010). Suolaionien, sulfaatin ja maa-alkali- (Ca, Mg) sekä alkalimetallien (Na) pitoisuudet hieman laskivat veden virratessa sivukivialueelta metsäjojaan. Purouoman varteen oli muodostunut pieni kosteikkosaareke, jota ympäröi paljas maa. Sivukivialueen ylivirtaavissa vesiuomissa oli runsaasti rautasaostumia, joihin arseeni ilmeisesti sitoutuu niukkaliukoisena. Uomissa esiintyi myös valkoista sakkua, mikä koostuu todennäköisesti happamuutta neutraloivasta kipsistä, kalsiumsulfaattista.



Kuva 37. Metsämontun suljetun kaivoksen louhoksen ja sivukivialueen (oranssi katkoviiva) sijainnit, pintavesien pH-arvot 10.5.2016 (pallosymbolit) ja mittauspisteiden tunnukset sekä hylätyn Aurums Aijalan kaivoslouhosten sijainti, taustana laserkeilausaineisto, Salo, Varsinais-Suomi. Valkoinen nuoli kuvaa pintavesien virtaussuuntaa Kiskonjokeen.

4.16.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivoksella ei ole ollut ympäristölainsäädäntöön liittyviä lupia. Metsämonttu on toiminut Aijalan satelliittikaivoksena. Metsämontun ympäristössä on ollut ilmeisesti aktiivista malminetsintää 2000-luvulla, viitaten kaivosrekisterissä karensissa olevaan Oy Fennoscandian Investment Group Ab:n varaukseen (Tukes 2016).

4.16.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alue on kaavoitettu maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi. Maastohavaintojen ja muutaman vesianalyysin perusteella Metsämontun kaivosalueen jättekivialueen valumavedet olivat lievästi happamia tai neutraaleja. Ne sisälsivät alapuolisen vesistön suolaisuutta lisääviä anioneja ja kationeja sekä sinkkiä ja kadmiumia. Maastokäynnin

ajankohtana Kiskonjokea kuormittavan veden määrä oli silmämääräisesti arvioituna pieni. Koska kaivoksen sivukivistä osa on luokiteltavissa happoa tuottaviksi jättekiviksi, olisi suositeltavaa tehdä tarkempaa selvitystä sivukiviläjityksen kemiallisesta nykytilasta ja kaivosalueen valumavesien ympäristövaikutuksista Kiskonjoen veden ja eliöstön tilaan. Selvityksessä tulee tutkia myös avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen ylivuotovesien kemialliset vaikutukset sivukivikasan kemialliseen tilaan. Tärkeää on luoda perusteet ylivuotovesien puhdistukselle ja mitä reittiä puhdistetut vedet voidaan johtaa Kiskonjokeen. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla alueelle syntyneen pienen luonnonkosteikon leviämismahdollisuuksien edistäminen ja laajentuneen kosteikon vaikutusten monitorointi. Nykytilaselvitys antaisi paremmat edellytykset kaivosalueen mukaan lukien jätealueen kunnostustarpeen arvioinnille. Kunnostustoimien suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnon-suojeluviranomaiseen.

4.17 Mätäsvaara



Sijainti: Lieksa, Pohjois-Karjala

Malmi: Mo

Toiminta-aika: 1940–1947

Kokonaislouhinta: 1,9 Mt, josta rikastetun malmikiven määrä oli n. 1,15 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 1 Mt

Sivukivi: Kaivosalueella ei ole sivukiven jätealuetta.

Lähteet: Puustinen 2003

4.17.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Rikastuksessa syntynyt rikastushiekkajäte (n. 15 ha) varastoitettiin rikastamon kaakkoispuolella moreenimäkien väliseen painanteeseen (Kuva 38). Jätealueen pohjoisosassa on moreenimaalla ja eteläosa todennäköisesti turvepeitteisellä moreenimaalla. Jätealue on suurelta osin peittämätön. Eteläosa, josta suurin osa on entistä selkeytysallasta, on sammaleen ja nurmikasvien peittämä ja alueella kasvaa laikkuina nuorta koivua.

Mätäsvaaran jätealueen jätteen kemiallisesta tilasta ei ole tehty kunnostustarpeen arviointiin soveltuvaa nykytilaselvitystä. Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen teettämän selvityksen mukaan jätealueelta on otettu Lieksan kaupungin luvalla jätehiekkaa pieniä määriä maarakennuskäyttöön (Arresto 2015). Em. selvityksen mukaan jätealuetta on käytetty luvattomana kaatopaikkana 1990-luvulla ja alueella on järjestetty ilman lupaa moottoripyörien kilpa-ajoa, joista on valitettu olevan haittaa jätehiekka-dyynivalleissa pesiville törmäpääskyille. Louhosalueelle on rakennettu katsomo ja esiintymislava, jossa järjestetään konserttitilaisuuksia. Näissä tilaisuuksissa jätealue toimii autojen parkkialueena.

Mikkelin ammattikorkeakoulu on tutkinut opinnäytetyönä jätealueen rikastushiekkaa ja sen vaikutusta ympäristön sienten, marjojen ja sammalten metallipitoisuuksiin (Turunen & Koskela 2015). Tutkimuksen mukaan jätehiekka sisälsi PIMA-asetuksen ylemmät ohjearvot (Cd: 20mg/kg, Hg: 5 mg/kg) ylittäviä kadmium- (21 mg/kg) ja elohopeapitoisuuksia (12 mg/kg) sekä alemman ohjearvon (Sb: 10 mg/kg) ylittävän antimoniipitoisuuden (29 mg/kg). Molybdeenin pitoisuus oli keskimäärin 78 mg/kg. Mittaukset oli tehty kenttäkäyttöisellä XRF-laitteella, jolla ei saatu riittävän luotettavia mittaustuloksia sieni-, marja- ja sammalnäytteille. Rikastushiekan koostumuksen perusteella tutkimus toi esille alueen käyttöön liittyvän terveysriskinarvioinnin tarpeellisuuden.

4.17.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivoksesta ja siihen liittyvistä luvista tai valvonnasta ei löytynyt merkintää ympäristöhallinnon sähköisistä tietojärjestelmistä.



Kuva 38. Ilmakuvakarttaan merkitty Mätäsvaaran suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen ja entisen selkeytysaltaan sijainti (oranssi katkoviiva) sekä pintavesien virtaussuunnat (valkoinen nuoli), Lieksa, Pohjois-Karjala (Räisänen ym. 2015a).

4.17.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alue kuuluu Joensuun seudun yleiskaavaan 2020, jossa se on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (M). Kaivosalueen osalta kaavassa on lisämerkintä mahdollisesti saastunut alue (saa).

Mätäsvaaran jätealueen valumavesien vaikutuksista alapuoliseen vesistöön ei ollut saatavilla ajantasaisia tietoja. Myöskään Mikkelin ammattikorkeakoulun opinnäytetyö ei tuonut luotettavaa ja riittävää todistusaineistoa mahdollisen jättehiekkapölyn metallikuormituksesta (Mo, Cd, Sb) lähiympäristön sienien ja marjojen metallipitoisuuteen (Koskela & Turunen 2015). Oletettavaa on, että jätealueelta leviää ympäristöön metallipitoista pölyä aika ajoin. Tämän seikan varmistaminen edellyttäisi pölyämisen ympäristövaikutusten selvittämiseksi näytteenottoa esim. pölystä ja/tai sammaleista ja metsähumuksesta sekä näytteiden kemiallisen koostumuksen määrittämistä luotettavilla analyysimenetelmillä. Mikäli aluetta käytetään jatkossakin pysäköinti- tai ajorata-alueena, suositellaan alueen kunnostusta (peitto). Jätealueen toimintalupa tulee olla luvanvaraista. Jos alue peitetään tai alueelle laitetaan käyttörajoitus, voidaan se poistaa suljetun kaivosalueen kunnostustarpeen arviointia koskevasta EU-luettelosta (Stén 2012).

4.18 Orijärvi



Sijainti: Kisko, Salo, Varsinais-Suomi

Malmi: Cu, Zn, Pb

Toiminta-aika: Varhaisinta kaivostoimintaa oli 1700-luvun puolivälistä 1800-luvun lopulle. Kaivostoiminta käynnistyi uudelleen 1900-luvun alussa, jolloin Orijärvelle rakennettiin murskaamo- ja rikastamolaitokset. Kaivostoiminta päättyi vuonna 1958.

Kokonaislouhinta: 1,4 Mt, josta malmikiven osuus oli n. 0,92 Mt. Malmia louhittiin sekä avolouhoksesta että maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 1,0 Mt

Sivukivi: n. 0,48 Mt, joka peräisin useasta eri louhoksesta. Osa kiviaineksesta on käytetty kaivosalueella maarakentamiseen ja osa louhostilojen täyttöön.

Lisätietoja: Alkuvaiheessa malmikivi kuljetettiin sulatettavaksi Kosken tehtaalle ja myöhemmin Perniön Teijon, Karjalohjan Kärkölän sekä Anstskogin tehtaalle.

Lähteet: Puustinen 2003, Turunen 1957

4.18.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Kaivos oli toiminnassa useassa vaiheessa. Rikastushiekan itäinen, vanhempi jätealue (n. 8 ha) sijaitsee Orijärven Tarklahteen rajautuvassa painanteessa ja läntisempi, uudempi jätealue (n. 4 ha) Tekolampeen rajautuvan maapadon ja etelä- sekä kaakkoispuolen kalliomaan patoamassa painanteessa. Oletettavaa on, että vanhemman jätealueosan pohjamaa koostuu järviliejusta ja hienorakeisista maalajeista (hiesu/hieta). Uudemman jätealueen maapohja on todennäköisesti Tekolampeen rajautuvalla osalla hienorakeista maalajia, keskiosassa moreenimaata ja kaakossa moreenipeitteistä kalliorinnettä. Vanhemman jätealueen ja Orijärven rannan välille on muodostunut rantakosteikko, jonne on levinnyt valumavesien mukana rikastushiekkaa (ks. jätealueen kaakkoisosaa kuvasta 40 ja oikeanpuoleinen kuva 39).

Sivukiviä on läjitetty ison louhoksen pohjois-, koillis- ja länsipuolelle kallion päälle ja osittain moreenimaalle. Sivukivialueita ei ole peitetty tai maisemoitu (Kuva 39 vasen). Jätealue on suurelta osin kasviton. Valumavedet kulkeutuvat osassa aluetta louhoksiin ja metsään rajautuvilta reuna-alueilta metsäoijiin, jotka laskevat Orijärveen (Kuva 40). Kivien kaivamisen jäljiltä jätealueella on useita vesilammikoita, joiden pohjalle on kertynyt rautasaostumia sulfidipitoisten kivien rapautumisen seurauksena. Näistä pienistä louhoksista ja jätealueen lammikoista ei ole vesiuomia/-oija ympäristöön. Lammikoiden vesi joko haihtuu tai imeytyy kivitäytön läpi pohjaveiteen. Päälouhokselta on purkuputki luoteeseen sivukivialueelle, mutta hiekkatien ali kulkeva putki on tukkiutunut.

Rikastushiekan uudempi jätealue on peitetty maa-aineksella ja kasvaa nykyisin nuorta mänty- ja koivupuustoa. Alueen keskiosasta ja kaakon suotovesilammen ympäristöstä puusto puuttuu. Näillä alueilla kasvaa laikkuina nurmea ja sammalta. Sivukiven jätealue on peittämätön ja kasviton.

Turun yliopiston tutkimusten mukaan rikastushiekan hapettuminen oli edennyt 2000-luvun alussa noin 60 cm syvyydelle (Tuovinen 2002). Tuovisen (2002) mukaan syvemmät rikastushiekkakerrokset olivat heikosti hapettuneita tai niissä ei havaittu hapettumisen merkkejä. GTK:n jätealueiden pintavesitutkimusten mukaan rikastushiekan valumavedet olivat hyvin happamia ($\text{pH} \leq 3$) ja sisälsivät runsaasti sinkkiä, kuparia, lyijyä ja kadmiumia (Kauppila & Räisänen 2015). Vastaavanlaista pintavesitutkimusta ei ole tehty sivukiven jätealueen ympäristöstä.

2000-luvulla tehdyt Turun yliopiston tutkimukset osoittavat, ettei kaivosalueen sulkeminen ja siihen liittyneet myöhemmät kunnostustoimet ole estäneet metallisulfidisen jätteaineksen rapautumista ja siitä aiheutuvaa hapanta metallikuormitusta. Jätealueiden valumavedet ovat heikentäneet merkittävästi Orijärven veden ja pohjasedimenttien laatua.



Kuva 39. Vasemmassa kuvassa Orijärven suljetun kaivosalueen pitkälle rapautuneen sivukiven jätealuetta. Oikeanpuoleinen kuva on otettu rikastushiekan jätealueen reunalta kohti rikastamon raunioita ja ruosteisen väristä vanha jätealuetta, jonka läpi uudemman rikastushiekka-altaan suotovedet virtaavat, Salo, Varsinais-Suomi. (© A. Tornivaara, GTK)

4.18.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

GTK:n vuoden 2016 maastotarkastuksessa mitattiin sivukiven ja rikastushiekan jätealueiden ja niiden lähiympäristön pintavesien fysikaalista laatua ja samalla arviointiin silmämääräisesti jättejakeiden kemiallista rapautumista. Kuvan 40 karttaan on merkitty pallosymboleilla pintavesien pH-arvoja ja taulukossa 19 on esitetty kaikki mittaustulokset ja mittauskohteiden koordinaatit.

Sivukivialueen lammikoiden vesi oli osassa aluetta hapanta ($\text{pH} \leq 4,5$, Taulukko 19), mikä viittaa sulfidipitoisten kivien rapautumiseen. Sulfidirapautuminen näkyy rautasaostumien kertymisinä lammikoiden pohjalle ja kivien moroutumisena (rapautumisena) ja värjäytymisenä ruskeaksi (Kuva 39). Jättekivialueita ympäröivien ojavesien pH (5,5–6,5) oli vain lievästi hapanta, mikä viittaisi metsäalueen ojavesien neutraloivan melko hyvin kivikasojen hapanta kuormitusta. Toisaalta ympäröivien ojavesien melko hyvä laatu voi olla seurausta kivikasan veden valuntasuunnasta, joka kulkeutuukin suurelta osin louhokseen ja vain pieneltä osin ympäröiviin metsäoijiin. Tämän seikan varmistaminen edellyttäisi metsäojavesien ja myös louhosveden kemiallisen laadun selvittämistä eri vuodenaikoina.



Kuva 40. Orijärven suljetun kaivoksen jätealueiden sijainti (oranssi katkoviiva) ja pintavesien pH-arvot 11.5.2016 (pallot) sekä mittauspisteiden tunnukset (ks. tarkemmat tulokset taulukosta 19), taustana laserkeilausaineisto, Salo, Varsinais-Suomi. Valkoinen nuoli kuvaa pintavesien virtaussuuntaa.

Rikastushiekan jätealue jakaantuu kahteen osaan, länsipuolen uudempaan jätekaasaan ja itäpuolen laakson vanhempaan jättealueeseen, josta rikastushiekkaa on levinnyt myös kaakkoon Orijärven lahteen saakka. Uudempi jättealue kohoaa ympäristöstään ja kasvaa suurimmalla osalla aluetta nuorta mäntymetsää. Alueen kaakkoisosassa on vesilammikko, joka on patoutuneena vasten kalliomäkeä. Uudemman jättealueen valumavedet suotautuvat itäpadon alaosaan vanhemmalle jättealueosalle (Kuvat 39 ja 40). Vanhin jättealueosa on kasviton. Järveen rajautuvassa kaakkoisosassa kasvaa järviruokoa ja saraa. Vanhemmalta jättealueelta valumavedet kulkeutuvat Orijärveen.

Rikastushiekan jättealueen vanhimmalla jättealueella pintavedet olivat happamia (pH < 4), kun taas uudemman jättealueosan pintaveden pH oli lähes neutraali (pH 7,3, Taulukko 19). Uudemman jättealueen suotovesien lisäksi vanhemmalle jättealueosalle kulkeutuu neutraalia vettä Tekolammesta, jonka ylivuoto on ohjattu putken kautta uudemman rikastushiekka-alueen pohjoiskulman läpi. Nämä vedet happamoituvat reagoidessaan ilman hapen ja hapettuneen rikastushiekkapintaosan kanssa. Tämä muutos näkyy vanhimman rikastushiekan pinnan ruskean eri sävyisinä väreinä (Kuva 39). Kemialliset muutokset viittaavat jättealueen valumavesien Orijärveä happamoittavaan kuormitukseen. Asian todentaminen edellyttäisi tehtyjä maastohavainnointia tarkempia selvityksiä mm. vesien kemiallisen laadun tutkimista ja rikastushiekkojen rapautumisasteen selvittämistä.

Taulukko 19. Orijärven suljetun kaivosalueen pintavesien mittauspisteiden koordinaatit ja mittaustulokset, Salo, Varsinais-Suomi (ks. pistesijainnit kuvasta 40). Mittaukset on tehty 11.5.2016. Menetelmäkuvaukset on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-----------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Sivukivikasan läätäkö | ORII | 6682025 | 308211 | 14,7 | 4,09 | 245 | 39,9 | 49,6 | 84 | 8,55 |
| Sivukivikasan luoteispuolen ympärysoja (pienlouhos) | ORII2 | 6682033 | 308113 | 10,2 | 5,58 | 202 | 5,51 | 7,7 | 60 | 6,73 |
| Sivukivikasan pohjoispuolen ympärysoja | ORII3 | 6682107 | 308197 | 10,1 | 5,43 | 203 | 7,87 | 11,0 | 88 | 9,94 |
| Sivukivikasan pohjoispuolen ympärysoja, alajuoksu | ORII4 | 6682146 | 308227 | 11,8 | 5,02 | 209 | 10,4 | 13,9 | 80 | 8,63 |
| Sivukivikasan läätäkö | ORII5 | 6682040 | 308266 | 15,7 | 4,82 | 228 | 36,7 | 44,6 | 83 | 8,17 |
| Sivukivikasan läätäkö | ORII6 | 6681897 | 308520 | 15,8 | 4,06 | 254 | 54,0 | 65,5 | 97 | 9,60 |
| Sivukivikasan koillispuolen ympärysoja | ORII7 | 6682128 | 308511 | 12,2 | 5,54 | 260 | 14,8 | 19,6 | 81 | 8,68 |
| Sivukivikasan läätäkö | ORII8 | 6681087 | 308407 | 17,3 | 4,61 | 266 | 41,1 | 48,2 | 81 | 7,74 |
| RHK-alueelle kaivetun kuopan vesi | ORII9 | 6681649 | 308710 | 18,6 | 3,93 | 232 | 247 | 281 | 97 | 8,97 |
| RHK-alueella järveen päin virtaava vesiuoma | ORII10 | 6681647 | 308730 | 21,2 | 6,56 | 173 | 91,5 | 98,8 | 86 | 7,64 |
| Tekolammen ylivuotovesi putken suusta | ORII11 | 6681646 | 308623 | 16,5 | 6,90 | 141 | 9,10 | 10,9 | 83 | 8,12 |
| Tekolammen pintavesi ylivuotoputken vierestä | ORII12 | 6681651 | 308553 | 18,1 | 7,01 | 145 | 9,30 | 10,7 | 97 | 9,16 |
| RHK-alueen kaakkoisosa suotovesilampi | ORII13 | 6681455 | 308633 | 22,9 | 7,25 | 168 | 3,80 | 3,97 | 92 | 7,92 |

4.18.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivoksesta ja siihen liittyvistä luvista tai valvonnasta ei löytynyt merkintää ympäristöhallinnon sähköisistä tietojärjestelmistä. Kaivos on voinut saada jätevesien käsittelyyn tai johtamiseen vesioikeuden luvan. Vanhat vesioikeuden päätökset eivät ole sähköisessä muodossa, vaan niiden selvittäminen olisi edellyttänyt käyntiä ao. aluehallintovirastossa, jonka arkistossa ko. päätökset ovat paperisessa muodossa. KAJAK II-hankkeen yhteydessä vanhoihin asiakirjoihin tutustumiseen ei ollut aikaa ja resursseja.

4.18.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue kuuluu Kiskon rantayleiskaavan piiriin ja se on suojeltu museoviraston toimesta. Maastotarkastuksen mukaan sivukivialueelta ei havaittu leviävän happamoittavia pintavesiä ympäristön metsäojiiin ja niitä kautta alapuoliseen vesistöön (Orijärveen). Asian varmistaminen edellyttää tutkimuksia esim. geofysiikan ja geokemian menetelmien avulla vesien virtaussuunnista louhokseen (ja louhoksessa ruhjeisiin), louhoksen veden laadusta ja mahdollisesta kalliopohjaveden happamoitumisesta sekä niiden kulkeutumisreiteistä ympäristöön (Orijärveen). Sivukivialue louhoksi- neen muodostaa kaivostoiminnan museoinnille keskeisen osa-alueen, mistä syystä sivukivialueiden tai rapautuvien louhosseinämien peittoa ei suositella. Sen sijaan suositeltavaa on selvittää sivukivialueen happaman pintaveden reitit ja vesikemia, missä määrin hapon neutralointi perustuu raudan saostumamineraalien kiteytymiseen. Tästä ilmiöstä oli viitteitä joissakin sivukivilammikoissa. Edellä mainitut tutkimus- tulokset luovat perustan kokonaisvaltaisen kaivosalueen museointiin soveltuvalla vesien puhdistusmenetelmän valinnalle (vrt. Ruotsin Falunin alueen museointiin, ks. Best Practices 2002).

Tämän hankkeen maastotarkastuksen tulokset osoittivat, että rikastushiekan jätealueen vanhin itäinen osa tuottaa happamia valumavesiä Orijärveen. Yhtenä valumavesien vähentämiskeinona olisi ohjata Tekolammen ylivuotovedet muualle kuin rikastushiekka-altaan yli Orijärveen. Jätealueen hyötykäytölle on ollut kiinnostusta ja sitä olisi syytä tarkentaa yhtenä osana kunnostussuunnittelua. Tämä edellyttäisi jätealueen kairausta ja massojen sisällön kemiallista ja mineralogista tutkimusta. Kattava selvitys rikastushiekan kemiallisesta ja mineralogisesta tilasta, niin uudemman kuin vanhimman jätealueen osalta, antaa keskeistä tietoa jätteen kemiallisesta muuttunnasta sekä lyhyen ja pitkän ajan hapon tuotosta. Tällaisen kattavan selvityksen pohjalta voidaan valita soveltuvin kunnostusratkaisu. Kunnostustoimien suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnonsuojeluviranomaiseen.

Turun yliopiston tekemät järvivesi- ja -sedimenttitutkimukset osoittavat jätealueiden, lähinnä rikastushiekan jätealueen järvivettä happamoittavaa ja järvisedimenttien metallikuormaa lisäävää vaikutusta. Yhtenä osana kunnostusarviointia olisi päivittää Orijärven nykytila ja arvioida (mallintaa) järven happamoitumisriskiä. Tässä selvityksessä tulee arvioida, mikä osuus järven happamoitumiseen on rikastushiekan jätealueella ja mikä osuus louhos-sivukivikasa-alueella.

4.19 Otanmäki

Sijainti: Kajaani, Kainuu

Malmi: Fe

Toiminta-aika: 1953–1985

Kokonaislouhinta: 33,1 Mt, josta rikastetun malmin määrä oli 25,5 Mt. Louhintalukuihin on laskettu pääkaivoksen lisäksi lähistön suljetut Suomalmin ja Vuorokkaan satelliittikaivokset. Malmia louhittiin maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: 11,8 Mt (sis. myös kuonaa)

Sivukivi: 7,6 Mt, josta suurin osa on murskattu maarakennuskäyttöön. Alueella on varastoituna kiviä vielä arviolta 0,6 Mt.

Lisätietoja: Sivukivijätettä on varastoitettu myös Suomalmi-kaivoksen ympäristöön, jätemäärä ei kuitenkaan ole tiedossa. Vuorokkaan kaivosalueella on myös ollut sivukivialue, mutta sieltä sivukivet on murskattu maarakennuskäyttöön.

Lähteet: Puustinen 2003, Räisänen ym. 2015a

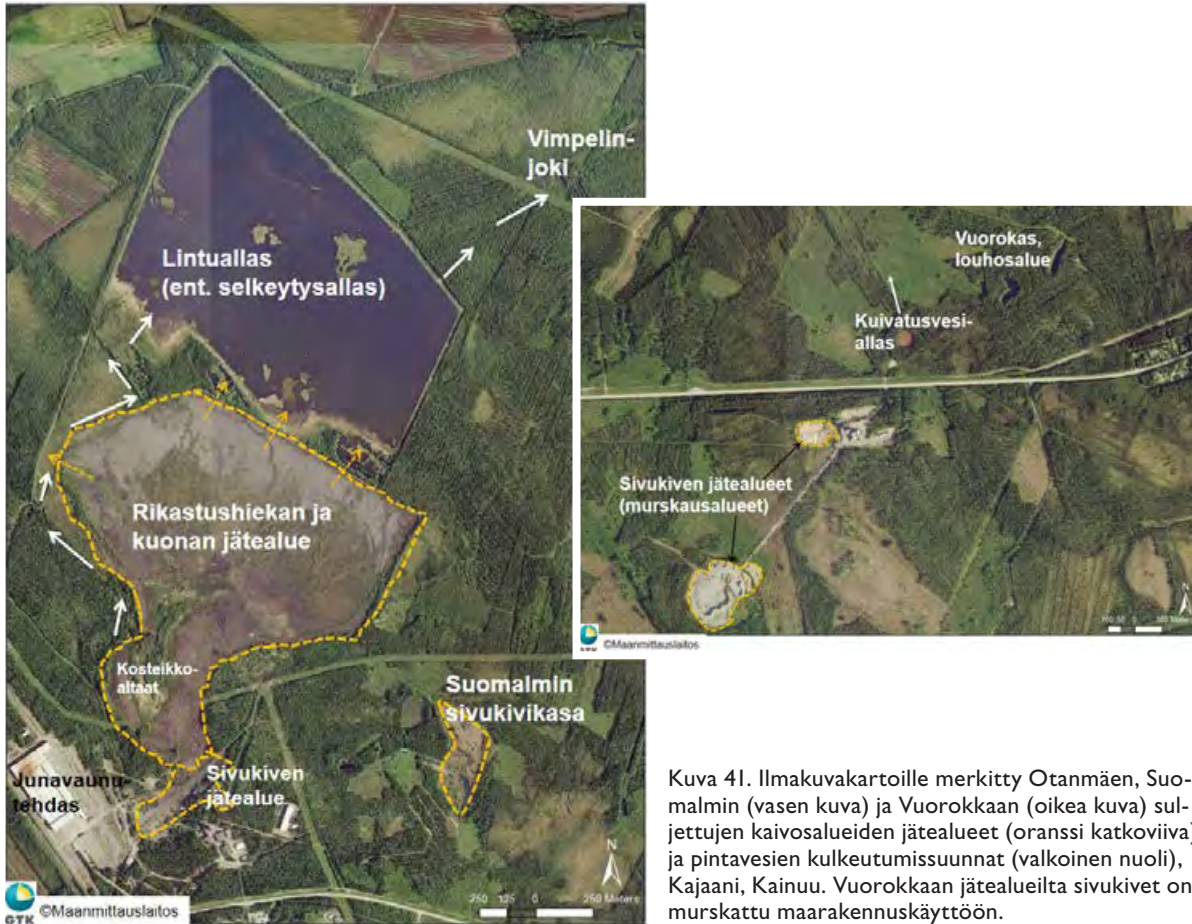


4.19.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Enemmistö alueen jätteestä on rautamalmin rikastuksessa syntyneitä jättehiekkaa. Kuonajätettä on puolestaan syntynyt vanadiiniutuotannon yhteydessä 1950-luvulla. Vanadiinitehtaan kuona- ja rakennusjäte, joiden määriä ei ole julkaistu, on sijoitettu jätealueen lounaisosaan. Alue on peitetty maa-aineksella ja rikastushiekkajätteellä. (Mäkinen & Räisänen 2015). Rikastushiekan jätealue on padottu Otanmäen kaivoksen itä- ja luoteispuolen suoalueelle. Jätealue jakautuu kahteen osaan: rikastushiekan jätealueeseen ja selkeytysallasalueeseen (Kuva 41). Viimeksi mainittu toimii nykyisin lintujen pesimäalanaan (lintuallas). Jätealueen ja vesialtaan padot on rakennettu moreenista, ja ne ovat peitetty kuivapuolelta sivukivilouheella (Mäkinen & Räisänen 2015).

Rikastushiekan jätealue on suurelta osin kasviton ja pölyämislle altis. Osasta aluetta kasviton pinta on kovettunut eikä pölise ympäristöön. Kosteikkokasvillisuutta on taajaman ja junavaunutehtaan jätevesien kulkeutumisaikavälillä, jätteen eteläosan itäpuolisella alueella. Jätealueen keskiosaa on kasvitettu kylvämällä ohran siementä, mutta ohran kasvu on ollut heikkoa. Tämä osa jätteen alueesta on nykyisin riistalintujen ruokinta-alueita.

Rikastushiekan jätteen alueen valumavedet kulkeutuvat lintuallalle, josta vesi johdetaan avo-ojaan ja edelleen Vimpelinjokeen, joka laskee Oulujärven Vuottolahteen. Osalla jätteen alueella valumavedet ovat olleet happamia ja osalla aluetta lähes neutraaleja tai neutraaleja. Lintuallasta vedet ovat myös lähes neutraaleja tai neutraaleja. Altaan pohjasedimenttejä ei ole tutkittu, mutta Vuottolahdessa tehdyn sedimenttitutkimuksen mukaan, kaivosalueen valumavesivaikutus ilmenee lähinnä mangaani- ja vanadiinikuormituksena. Molemmat metallit pidättyvät järvenpohjan pintasedimentteihin. (Mäkinen & Räisänen 2015)



Kuva 41. Ilmakuvakartoille merkitty Otanmäen, Suomalmin (vasen kuva) ja Vuorokkaan (oikea kuva) suljettujen kaivosalueiden jätealueet (oranssi katkoviiva) ja pintavesien kulkeutumissuunnat (valkoinen nuoli), Kajaani, Kainuu. Vuorokkaan jätealueilta sivukivet on murskattu maarakennuskäyttöön.

Sivukiven jätealueita on Otanmäen pääkaivosalueella kaivostornin ja rikastushiekan jätealueen välisellä alueella sekä Suomalminkaivoksen eteläpuolella (Kuva 41). Vuorokkaan jätealueen sivukivet on käytetty maarakentamiseen. Sivukivialueita ei ole peitetty ja ne ovat suurimmalta osalta kasvittomia. Otanmäen, Suomalmin ja Vuorokkaan sivukiven jätealueiden ympäristövaikutuksista ei ollut saatavilla tutkittua tietoa.

4.19.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Otanmäen kaivoksella oli kolme vesioikeuden lupaa (PSVEO 100/72/I, 4/78/II, 30/83/III). Vesioikeuden luvat koskivat jätevesiä ja niiden johtamista. Viimeksi mainittu vuonna 1983 myönnetty lupa sisälsi purkuvesistön tilan elpymistä koskevan selvitysvelvoitteen. Ohjelma laadittiin vuonna 1986 ja sen aikainen Kainuun vesipiirin vesitoimisto hyväksyi ko. ohjelman. Otanmäen kaivoksen jätealueen valvonnasta ei ole juurikaan asiakirjoja. Lopettamistarkastus on tehty 2.9.1985. Pöytäkirjan (nro 3626/381/85) laati Teknillinen tarkastuskeskus. Tarkastus painottui kaivoksen turvallisuusasioihin. Pöytäkirjassa mainitaan, että jätealueen ruuhottaminen on aloitettu kylvämällä ohraa ja heinää 30 ha:n alueelle. Ruuhottaminen oli onnistunut erinomaisesti ja sen jatkamista suositeltiin. Tarkastuksessa sovittiin, että alueelle tehdään jälkitarkastus, mutta siitä ei ole löytynyt muistiotä tai tarkastuspöytäkirjaa. Muutoinkaan kaivokseen liittyvistä valvontakäynneistä ei ole Kainuun ELY-keskuksesta löytynyt asiakirjoja. Jätealue on merkitty MATTI-tietojärjestelmään. Otanmäen suljetulla kaivoksella on Otanmäki Mine Oy:n voimassa olevia malminetsintälupia ja valtauksia (Tukes 2016).

4.19.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Maakuntakaavassa kaivosalue kuuluu maa- ja metsätalousvaltaiseen alueeseen. Rikastushiekka-alueelle maakuntakaavassa on virkistysalue-merkintä ja siellä on lintujen katselupaikka. Maakuntakaavassa kaivoksen tehdasalueella on merkintä kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeästä alueesta.

GTK:n tekemän tutkimuksen mukaan Otanmäen suljetun rikastushiekan jätealueen ympäristövaikutukset lintualtaaseen ja sen laskuvesien vaikutukset Oulujärven Vuottolahteen ovat vähäisiä. Järvisedimenttien vanadiini- ja mangaanikertymät ovat suurelta osin peräisin kaivostoiminnan ajoilta. Tutkimuksen mukaan vesien mukana kulkeutuu edelleen pieniä määriä metalleja alapuoliseen vesistöön, mutta niillä ei ole ilmeisesti merkittävää vaikutusta vesieliöstölle. Tämän varmistaminen edellyttäisi tarkempia biologisia tutkimuksia lintualtaalla, Vimpelinjoella ja Vuottolahdella.

Otanmäki Mine Oy suunnittelee avaavansa uudelleen Otanmäen kaivoksen lähivuosina. Malmin louhinta aloitettaisiin avolouhoksesta ja myöhemmin jatkettaisiin maanalaisella louhinnalla. Olemassa olevan vanhan kaivosalueen maankäyttö tulee olennaisesti muuttumaan, koska kaivosinfra tulee edustamaan nykyajan käytäntöä ja lainsäädännön edellyttämiä vaatimuksia. Marraskuussa 2016 yhtiö on ostanut omistukseensa Rautaruukilta puolet jätealueesta (eteläinen osa) sisältäen kaikki mahdolliset jälkihoito- ja seurantavelvoitteet.

Mahdollisissa tulevan kaivoksen lupapäätöksissä tulee huomioida vanhat jätealueet ja niiden ympäristökuormitusta parantavat toimenpiteet. Mikäli kaivostoimintaa ei aloiteta uudelleen, suositellaan alueella tehtäväksi nykytilaselvitys, jossa selvitetään mm. jätealueilta tulevien suotovesien, puro- ja järveden ja sedimenttien kemia. Tulosten pohjalta voidaan arvioida kunnostustoimenpiteiden ja tarkempien biologisten tutkimuksien tarpeellisuutta. Kunnostustoimien suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnonsuojeluviranomaiseen.

4.20 Otravaara



Sijainti: Joensuu, Pohjois-Karjala

Malmi: Rikkikiisu

Toiminta-aika: 1919–1924

Kokonaislouhinta: 30 000 t, josta malmikiven osuus oli n. 24 000 t.
Malmi louhittiin avolouhoksesta.

Rikastushiekka: Malmi lajiteltiin käsin paikan päällä ja kuljetettiin hevosajoneuvolla junaradan varteen jatkojalostukseen (rikkihapon valmistukseen).

Sivukivi: 6 000 t

Lähteet: Puustinen 2003

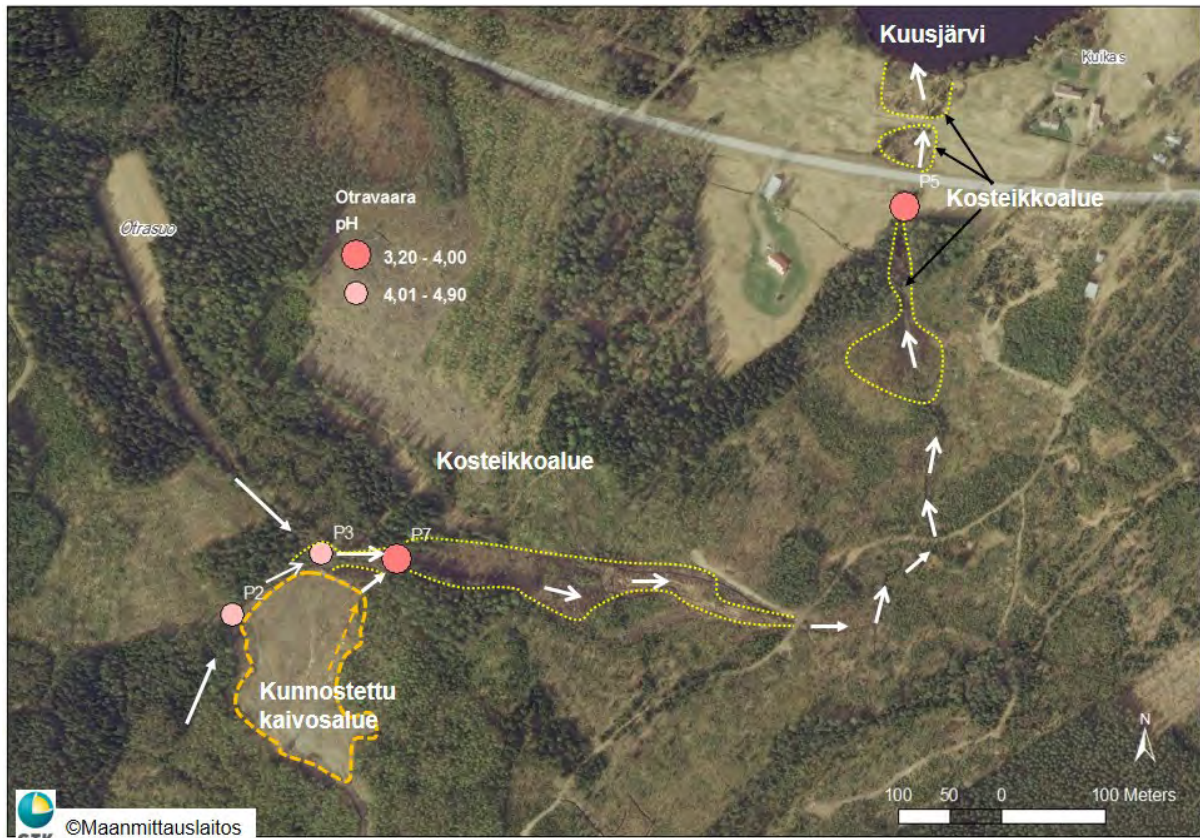
4.20.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Kaivosalue kunnostettiin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen lupapäätöksen mukaisesti vuosina 2009–2010 (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009). Kaikki sivukivet siirrettiin avolouhokseen ja kuollut metsäalue peitettiin hienoainespitoisella moreenilla (Kuva 42). Louhostäytön yhteydessä avolouhoksesta vesi pumpattiin avo-ojaa pitkin vesien tasausaltaalle, josta se valui kalkkikivikourua pitkin kaivosalueen alapuoliseen ojaan. Louhoksen peiterakenteeseen rakennettiin purkureitti louhostäyttöön myöhemmin kertyvän veden mahdolliselle ylivirtaamalle. Veden purku toteutettiin pintakerrokseen rakennetun, neutraloivan kalkkikivipadon läpi. Kuollut metsäalue sekä sivukiven läjitysalueiden pohjat verhoiltiin 10 cm:n paksuisella kalkkikivimurskekerroksella, joka peitettiin puolen metrin paksuisella moreenikerroksella. Oletuksena oli, että peitetty alue metsittyisi itsestään. Peitetyn alueen alareunaan läjitettiin noin puolen metrin korkuinen kalkkikivipenger neutraloimaan peitetyltä alueelta kosteikolle purkautuvia pinta- ja vajovesiä. Kaivosalueen kunnostuksen toimivuutta seuraa nykyisin Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

4.20.2 Kunnostetun kaivosalueen pintavesien nykytila

GTK:n tutkimusten mukaan ennen kaivosalueen kunnostusta alueelta Kuusjärveen laskevat pintavedet olivat hyvin happamia, $\text{pH} \leq 3,5$ (kaivosalueella $\text{pH} < 2,5$; Räisänen 2009). Kaivosalueelta Kuusjärveen laskevat pintavedet sisälsivät runsaasti liukoista rautaa (~10 mg/l) ja alumiinia (2–3 mg/l, vuosien 2000–2005 tarkkailu, Räisänen 2009). Vuosien 2000–2005 seurannan mukaan rikin ja sulfidisten hivenmetallien liukoiset pitoisuudet olivat pieniä ($S < 40$ mg/l, sulfaattina ~120 mg/l, hivenmetallit $< 0,05$ mg/l, $\text{Mn} < 0,5$ mg/l).

Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen ympäristövastuuyksikön vuosien 2010–2013 ja kevään 2016 seurantatulosten perusteella voidaan arvioida kaivosalueen kunnostuksella olevan heikko vaikutus alapuolisten pintavesien laadun paranemiseen (Taulukko 20, Kuva 42). Kuusjärveen laskevat pintavedet ovat edelleen happamia. Alimman seurantapisteen pH-arvo oli vuoden 2016 keväällä hieman korkeampi (3,8) kuin mitä se oli vuonna 2005 (3,6, Räisänen 2009). Merkittävin muutos ilmeni rauta-, alumiini- ja sulfaattipitoisuuksien laskussa; rautapitoisuus laski kymmenesosaan, alumiini ja sulfaatti lähes puoleen (Taulukko 20). Myös hivenmetallien pitoisuudet olivat pääosin



Kuva 42. Ilmakuva kartalle esitetty Otravaaran kunnostetun rikkikiisukaivosalueen (oranssi katkoviiva) ja alapuolisten kosteikkoalueiden (keltainen pisteiviiva) sijainnit sekä täytetyn louhosalueen vesien purku-uoman suunta peiton alla (oranssi katkonuoli), ympäristön pintavesien pH (pallosymbolit) ja virtaussuunnat (valkoinen nuoli), Joensuu, Pohjois-Karjala. Pintavesien pH on mitattu 27.4.2016 Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen ympäristösuojeluyksikön toimesta.

pienentyneet. Näin ollen voidaan sanoa, että kaivosalueen kunnostuksella on hitaasti etenevä parantava vaikutus alapuolisten pintavesien laatuun.

4.20.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Otravaaran kaivosalueelle on annettu kaivoksen kunnostamista ja pilaantuneen maan käsittelyä koskeva ympäristökeskuksen lupa 11.9.2009 (PKA-2009-Y-119). Valvontaviranomaisen edustaja on tehnyt 23.5.2012 kohteeseen kunnostustöiden jälkeen tarkastuksen. Vesien laatua tarkkailtiin kunnostamistoimenpiteiden jälkeen lupapäätöksen mukaisesti kolmen vuoden ajan. Otravaaran vanha kaivosalue sisältyy Endomines Oy jättämään varausilmoitukseen, joka umpeutui vuonna 2017. Muista kaivostoimintaan liittyvistä luvista ei ole tietoa.

4.20.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alue kuuluu Joensuun seudun yleiskaavaan 2020. Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen ympäristövastuuyksikön seurantatulosten perusteella kaivosalueen kunnostus parantaa asteittain alapuolisen veden laatua. Hyvänä puolena voidaan pitää liukoisen alumiini- ja rautapitoisuuksien merkittävää laskua. Sen sijaan veden pH-arvoissa muutos on ollut pääsääntöisesti oikeansuuntaista mutta pientä, poikkeuksena purkuoja ennen kosteikkoa (P7), jossa vuoden 2016 mittaustulosten perusteella pH on selvästi laskenut ja sähkönjohtokyky, rauta-, sulfaatti- ja kuparipitoisuudet vastaavasti kohonneet (Taulukko 20). Alapuolinen kosteikko näyttäisi kuitenkin sitovan hyvin

Taulukko 20. Otravaaran kunnostetun kaivosalueen lähiympäristön ja alapuolisen vesiuoman veden laatu vuosina 2010–2013 sekä keväällä 2016, Joensuu, Pohjois-Karjala. Vesinäytteet on otettu Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen ympäristönsuojeluyksikön toimesta (ks. pisteiden sijainti kuvasta 42). Alkuaineiden liukoiset pitoisuudet on mitattu kentällä suodatetuista vesinäytteistä, sulfaatti IC-menetelmällä ja metallit ICP-OES ja MS-ICP-menetelmillä Suomen Ympäristökeskuksen Helsingin laboratoriossa, missä mitattiin myös vesinäytteiden pH ja sähkönjohtokyky (SKJ).

| | pH | SKJ mS/m | Kupari µg/l | Nikkeli µg/l | Koboltti µg/l | Mangaani mg/l | Rauta mg/l | Sulfaatti mg/l | Alumiini mg/l |
|-------------------------------------------------|------|-------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|------------------|
| P2-oja, kunnostetun alueen länsireuna | | | | | | | | | |
| 2010 | 5,24 | 5,3 | 2,9 | 2,7 | 4,7 | 0,14 | 1,48 | 12,6 | 0,49 |
| 2011 | 5,14 | 5,6 | 4,9 | 3,4 | 5,3 | 0,18 | 0,73 | 16,6 | 0,41 |
| 2012 | 4,94 | 3,0 | 2,5 | 2,9 | 1,3 | 0,04 | 0,99 | 3,80 | 0,77 |
| 2013 | 4,87 | 4,1 | 2,3 | 2,4 | 1,2 | 0,04 | 0,69 | 8,50 | 0,59 |
| 27.4.2016 | 4,90 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,0 | 0,04 | 0,70 | 3,60 | 0,36 |
| P3 -oja, kosteikkoalueen yläpuoli | | | | | | | | | |
| 2010 | 3,60 | 30,3 | 27 | 26 | 16 | 0,55 | 4,59 | 121 | 6,40 |
| 2011 | 4,07 | 20,4 | 16 | 23 | 12 | 0,19 | 11,1 | 88,0 | 4,75 |
| 2012 | 4,25 | 12,5 | 9,2 | 9,6 | 5,1 | 0,09 | 6,55 | 41,0 | 1,70 |
| 2013 | 4,29 | 10,4 | 9,4 | 7,7 | 3,9 | 0,08 | 4,35 | 31,0 | 1,10 |
| 27.4.2016 | 4,20 | 8,8 | 5,0 | 5,0 | 3,1 | 0,11 | 5,90 | 33,0 | 0,67 |
| P7-purkuoja ennen varsinaista kosteikkoa | | | | | | | | | |
| 2010 | 5,48 | 72,6 | 24 | 40 | 25 | 1,36 | 29,0 | 405 | 5,81 |
| 2011 | 4,37 | 108 | 37 | 85 | 60 | 2,08 | 57,0 | 580 | 8,60 |
| 2012 | 3,48 | 175 | 99 | 125 | 155 | 4,30 | 205 | 1350 | 23,0 |
| 2013 | 3,87 | 186 | 104 | 140 | 175 | 4,55 | 255 | 1750 | 25,5 |
| 27.4.2016 | 3,20 | 2200 | 130 | 87 | 4,8 | 0,17 | 360 | 2200 | 2,20 |
| P5-oja kosteikkoalueiden alajuoksu | | | | | | | | | |
| 2010 | 3,48 | 32,6 | 13 | 19 | 13 | 0,45 | 6,07 | 109 | 3,87 |
| 2011 | 3,55 | 26,4 | 6,0 | 14 | 9,6 | 0,33 | 4,30 | 79,5 | 1,56 |
| 2012 | 3,61 | 22,4 | 5,9 | 12 | 8,3 | 0,22 | 1,85 | 71,0 | 1,60 |
| 2013 | 3,60 | 23,2 | 5,3 | 10 | 7,3 | 0,23 | 2,50 | 76,0 | 1,55 |
| 27.4.2016 | 3,80 | 15,0 | 3,3 | 6,0 | 110 | 3,30 | 2,20 | 65,0 | 0,73 |

haitta-aineita, ja kosteikon jälkeisessä alajuoksun mittauspisteessä (P5) edellä mainittujen haitta-aineiden pitoisuudet jäivät selvästi alhaisemmiksi. Kosteikon alajuoksun mittauspisteen pH-arvo on myös korkeampi ja haitta-ainepitoisuudet pääsääntöisesti matalammat kuin kolme vuotta aiemmin samalta kohdilta tehdyt mittaustulokset, poikkeuksena kohonneet mangaani- ja kobolttipitoisuudet.

Suosittelavaa on jatkaa seuranta ja selvittää myös kaivosalueen vaikutuksia Kuusjärveen. Mikäli Kuusjärveen valuvien vesien happamuus ei neutraloidu tehtyjen kunnostustoimien vaikutuksesta, on suositeltavaa selvittää hapontuoton lähteet ja mikä kunnostuksessa ei toimi alkuperäisen kunnostustavoitteen mukaisesti. Tarkka selvitys on edellytys lisäkunnostusmenetelmän valinnalle.

4.21 Outokumpu

Sijainti: Outokumpu, Pohjois-Karjala

Malmi: Cu myös Zn, Au, Ag ja rikkikiisurikaste

Toiminta-aika: Kumpu 1910-, Mökkivaara 1939-, Keretti 1954–1989

Kokonaislouhinta: 35 Mt, josta rikastetun malmikiven osuus oli 32 Mt (3 kaivosta). Malmi louhittiin maanalaisista kaivoksista.

Rikastushiekka: 9,5 Mt (yht. 3 kaivoksesta). Ensimmäinen rikastamo rakennettiin alueelle vuonna 1928.

Sivukivi: Keretin kaivosalueella ei ole sivukiven jätealuetta. Louhinnasta syntyneet sivukivet on käytetty maanrakentamiseen ja louhostäyttöön kaivostoiminnan aikana.

Lisätietoja: Kumpu toimii nykyisin museokaivoksena ja matkailukohteena.

Lähteet: Puustinen 2003, Saksela 1948, Hakapää ym. 1955



4.21.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Outokummun vanha kaivosalue koostuu kolmesta esiintymästä (Kumpu, Keretti ja Mökkivaara), joilla jokaisella on omat jätealueensa. Kumpu-kaivoksen rikastushiekka on läjitetty rikastamon eteläpuolen painanteeseen. Sivukivijäte ja alkuvaiheen pasutejäte sijoitettiin Kumpumäen rinteille, joka on nykyisin kaivosmuseoaluetta. Mökkivaaran malmin rikastushiekka sijoitettiin Outolammen alueelle (nk. Sumpin jätealue). Keretin kaivoksen rikastushiekka varastoitiin sekä Sumpin jätealueelle että alimmaisen Hautalammen pohjoispuolen painanteeseen (harjusuppaan). 1970- ja 80-lukujen vaihteessa jätealue laajeni Jyrinlammen ja Suu-Särkin välisiin painanteisiin (nk. Jyrin-Lietukan jätealue). (Räisänen ym. 2015a)

Kaivosmuseoalueella rikastamon eteläpuolella sijaitseva vanhan rikastushiekan jätealue on peitetty ja maisemoitu. Kumpumäen rinteiden sivukivi- ja pasutejätealue on peittämätön, ja kasvaa koivupuita. Mökkivaaran kaivostorni on purettu ja kuilu peitetty betonikannella. Mökkivaaran kaakkoispuolen Sumpin jätealue on veden peittämä lampi, jonka rannoille on levitetty turvetta ja kompostia kasvillisuuden leviämisen edistämiseksi. Alemman Hautalammen pohjoispuolen jätealue on peitetty ja maisemoitu golfkentäksi (Kuva 43). Jyrin-Lietukan jätealue on peitetty 30–50 cm paksuisella moreenikerroksella. Alueella kasvaa mäntyä ja koivua sekä puuttomalla keskialueella nurmikasveja.

Rikastushiekan jätealueet ovat pohjavesialueella, harjumuodostuman suppapainanteissa (Kuva 44). Kaivosalueen harjumuodostuman tarkkailutulokset osoittavat pohjaveden sisältävän korkeita sulfaatti-, mangaani- ja rautapitoisuuksia. Pohjavedet olivat osassa seurantakohteita happamia ja osassa lähes neutraaleja (pH 3,9–6,9). Tarkkailutietojen perusteella ei kuitenkaan voitu arvioida pohjaveden todellista pilaantumistasetta ja laajuutta, koska tarkkailun muuttujavalikko oli suppea, eikä pohjaveden virtaussuunnista ollut tehty tarkempaa selvitystä. Tarkkailusta puuttui mm. analyyseja rikastuskemikaalien jäämistä (Ca, Mg, Na, K, Sr), rikastushiekan sulfidihapettumista, silikaattirapautumista indikoivista alkuaineista (Al, Si, K, Mg) ja fysikaalisista parametreista (kuten maastomittaukset pH-Redox-oloista). Lisäksi pohjaveden tilan arvioita heikensivät havainnot, joiden mukaan osa pohjaveden tarkkailukaivoista sisälsi runsaasti rautasaostumia. Alueen pohjavedet ovat käyttökiellossa. (Räisänen ym. 2013a)



Kuva 43. Outokummun suljetun kaivosalueen rikastushiekan jätealueelle on perustettu golfkenttä. (© A. Tornivaara, GTK)



Kuva 44. Outokummun suljettujen kaivosten rikastushiekan jätealueiden sijainti (oranssi katkoviiva) ja pintavesiuomat sekä veden virtaussuunta (sininen viiva ja nuoli), Outokumpu, Pohjois-Karjala. Vihreällä katkoviivalla on merkitty pohjavesimuodostumien (harjukompleksin) rajat erotuksena moreenialueista (Räisänen ym. 2015a).

Keretin kaivosalueen pintavesien tarkkailutulokset osoittivat jätealueelta poistuvien vesien metalli- ja sulfaattipitoisuuksien pienentyneen 1990-luvulta 2000-luvulle (Räisänen ym. 2013a). Ruutunjoen kuormitus oli tarkasteltujen muuttujien (SO_4 , Fe, Mn, Cu, Ni, Zn, Co) osalta vähentynyt 1980-luvulta 2000-luvulle ja huomattavin vähennys oli sulfaattipitoisuuksissa. Nikkelin ympäristölaatu normi ($21 \mu\text{g/l}$) alitti 2000-luvulla liukoisien nikkelin osalta Ruutunjoessa. Ruutunjoen tarkkailutuloksissa ilmeni ajoit-

taista metallipitoisuuksien kasvua, mikä voi olla seurausta joenpohjaan kertyneiden saostumien liukenemisesta virtausvoimakkuuden vaihdellessa. (Räisänen ym. 2013a)

Ilmanlaadun bioindikaattoritutkimuksen mukaan Outokummun keskusta-alueella jäkälien lajimäärä on selvästi köyhtynyt, ja köyhtymistä on tapahtunut erityisesti Keretin ja Vuonoksen lähialueilla. Jäkälälajistomuutoksien on arvioitu johtuvan kaivosalueilta ilman kautta levinneistä epäpuhtauksista sekä liikenteen ja kiinteistöjen lämmityksen päästöistä (ISY 2009). Maaperätutkimuksissa on myös huomattu huumuksen selvästi kohonneita metallipitoisuuksia aina noin 0,5 km:n päähän rikastamosta, mutta etäisyyden kasvaessa pitoisuudet laskevat selvästi. (Komulainen 1997)

4.2.1.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivokselle on myönnetty vesilupa (Itä-Suomen vesioikeuden päätös, 16.12.1998, nro 67/98/3). Pohjois-Karjalan ELY-keskus (ent. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus) hyväksyi jätevesien ja pohjavesien tarkkailuohjelman 26.10.1999. Tarkkailu perustuu edellä mainittuun vesioikeuden päätökseen. Kaivosalueelle on tehty useita valvontatarkastuksia 2000-luvulla.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus jätti 14.4.2008 hallintopakohakemuksen Itä-Suomen ympäristölupavirastoon Outokumpu Mining Oy:n määräämiseksi hakemaan ympäristölupaa Keretin entisen kaivosalueen jätevesien johtamiselle ja ainepäästöille vesistöön. Ympäristölupavirasto hylkäsi hakemuksen ja siihen haettiin muutosta Vaasan hallinto-oikeudesta, joka hylkäsi valituksen 27.5.2011 (Nro 11/0131/1, 01496/09/5132). Keretin entisen kaivostoiminnan jälkihoitoa koskevat velvoitteet on sisällytetty Hautalammen kaivostoimintaan liittyvään lupaan, jonka ympäristölupavirasto on myöntänyt Finn Nickel Oy:lle 6.7.2009 (ISY 2009). Valvontaviranomainen piti Hautalammen kaivokseen liittyvän neuvottelun asianosaisten kanssa 23.9.2009 ja tällöin todettiin, että Finn Nickel Oy:n konkurssipesä hoitaa Keretin vanhaa kaivosaluetta koskevat tarkkailut. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämän kaivosrekisterissä Keretti on merkitty Vulcan Hautalampi Oy:n kaivospiiriksi ja lähistöllä on voimassa olevia valtauksia (Tukes 2016).

4.2.1.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alue kuuluu Joensuun seudun yleiskaavaan 2020. Kaivosalue sivuaa itäosaltaan asemakaavaa, kun taas jätealueiden pohjoispuolinen alue on osana Pohjoisen järvi-alueen osayleiskaavaa. Kummun museokaivosalue kuuluu Outokummun kaupungin keskustan yleiskaavaan 2016, jossa on kaavamerkintä matkailupalvelujen alue (RM) sekä saastunut aluemerkinä (saa).

Osa Museoalueen jätealueista on peitetty ja maisemoitu. Myös Keretin kaivosalueen jätealueet ja entisen rikastamon sekä kaivostornin alueet on maisemoitu ja peitetty. Alueelta ei ole tehty kattavaa selvitystä tehtyjen kunnostusten toimivuudesta vähentää esim. happamien valumavesien vaikutuksia harjajakson pohjavesiin. Jätealueen harjajakson alapuolisella osalla sijaitsee Liperin kunnan Viinijärven vedenotamo. Tästä syystä suositellaan selvitettäväksi Keretin ja vanhan museokaivosalueen vaikutukset pohjaveden tilaan. Selvitys voi sisältää mm. geofysikaalisiin mittauksia, olemassa olevien pohjaveden havaintoputkien soveltuvuuden tarkistamista ja lisähavaintoputkien asentamista harjukompleksiin sekä sen jatkeille Viinijärven suuntaan, virtausmallinnusta sekä pohjaveden kemiallisen laadun mittaamista ja geokemiallista mallinnusta. Keskeistä on selvittää kalliokynnysten esiintyminen ja pohjavesimuodostuman mahdollinen jakautuminen useaan valuma-alueeseen, mitkä vaikuttavat pilaantuneiden pohjavesien kulkeutumiseen Outokummun harjukompleksin osalta Viinijärven suuntaan. Kunnostustoimien suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnonsuojeluviranomaiseen.

4.22 Pahtavuoma



4.22 Pahtavuoma

Sijainti: Kittilä, Pohjois-Lappi

Malmi: Cu, Au

Toiminta-aika: 1974–1976 ja 1993–1995

Kokonaislouhinta: 0,6 Mt, josta malmikiven osuus n. 0,3 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: Malmi kuljetettiin Kolarin Rautuvaaran rikastamolle.

Sivukivi: 0,3 Mt, jotka sijoitettu kahdelle eri jätealueelle.

Lähteet: Puustinen 2003, Mustonen 2011

4.22.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Pahtavuoman suljettu kaivos sijaitsee Pallas-Yllästunturin kansallispuistossa. Kaivoksen jätealueet sijaitsevat louhoksen pohjois- ja koillispuolella moreenimaalla (Kuva 45). Jätealueen valumavedet kulkeutuvat etelään Linkujokeen, joka laskee Aakenusjoen kautta Levijokeen.



Kuva 45. Ilmakuvakartalle merkitty Pahtavuoman suljetun kaivoksen sivukiven jätealueiden sijainti (oranssi katkoviiva) ja pintavesien virtaussuunta (valkoinen nuoli), Kittilä, Pohjois-Lappi. Oranssi katkonuoli viittaa louhosveden ylivuodon sijaintiin.

Pöyry Finland Oy:n tekemän selvityksen mukaan Pahtavuoman vinotunnelin suulla ja etelään laskevassa sivukivikasan vieriojassa oli vuoden 2003–2011 seurannan perusteella taustapitoisuuksia korkeampia sulfaatti-, kupari-, sinkki- ja nikkelpitoisuuksia. Sen sijaan alajuoksulla Linkujoessa kaivosalueen vesien vaikutukset olivat pieniä (pH: 7,1–7,9, SO₄: < 4 mg/l, kokonaistyyppi: 150–350 µg/l, Mn: < 100 µg/l, Zn: 10–16 µg/l, As: < 0,5 µg/l, Cu: < 1 µg/l). (Mustonen 2011)

Kaivosalueen pohjaveden laatu on heikentynyt kaivostoiminnan vaikutuksesta. Talousveden laatuvaatimukset ylittyivät mangaanin, raudan, nikkelin ja alumiinin osalta vuoden 2010 seurannassa. Pohjaveden seurantatulosten mukaan mangaanipitoisuus vaihteli 890–1 510 µg/l (50 µg/l), rauta- 650–420 µg/l (200 µg/l), nikkeli- 15–105 µg/l (20 µg/l) ja alumiinipitoisuudet 44–211 µg/l (200 µg/l) välillä (suluissa talousveden enimmäispitoisuudet, STM 1352/2015). Pohjavesivaikutusten arvioitiin aiheutuvan sivukiven jätealueiden suotovesikontaminaatiosta. (Mustonen 2011)

4.22.2 Sivukiven jätealueiden jälkihoito

Pahtavuoman alueen nykytilaselvitykseen pohjautuen alueelle on tehty jälkihoitosuunnitelma, joka sisältää mm. sivukiven jätealueiden maisemoinnin ja kalkkipeiton sekä jälkihoidon toimivuuden tarkkailusuunnitelman (Pöyry Finland Oy 2016a ja b). Jälkihoitotyöt tehtiin kesällä 2016.

4.22.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Pahtavuoman kaivoksen vedet pumpattiin viranomaisen luvalla ennen toiminnan aloitusta ja toiminnan aikana Levijokeen laskevaan ojaan. Tarkempaa tietoa luvan sisällöstä ei raporttia kirjoitettaessa ollut saatavissa. Toiminnan päätyttyä silloinen Teknillinen Tarkastuskeskus piti alueella lopputarkastuksen 8.9.1995. Kaivoksen jälkihoitosuunnitteluun liittyvät neuvottelut käynnistettiin vuonna 2006, jolloin valvontaviranomainen teki alueelle ensimmäisen tarkastuksen. Vuosina 2010–2012 alueella tehtiin jälkihoidon suunnitteluun liittyviä ympäristöselvityksiä. Kaivosalue kunnostettiin vuonna 2016. Kunnostetulle alueelle on laadittu tarkkailuohjelma, jonka perusteella voidaan arvioida tulevana vuosina kunnostuksen toimivuutta. Kaivosrekisterissä Pahtavuoma on merkitty Outokumpu Mining Oy:n kaivospiiriksi ja sen lähiympäristöstä on tehty varaushakemus (Tukes 2016).

4.22.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kunnostettu kaivosalue on nykyisin Natura-alueella, jonka keskeinen käyttö liittyy luontomatkailuun. Kaivosalue kuuluu Pallas-Yllästunturin kansallispuistoon (KPU120022) ja Neuvo-Pietari-luonnonsuojeluohjelma-alueeseen (SSO120557, soidensuojelu) sekä Ylläs-Pallas-luonnonsuojeluohjelma-alueeseen (AMO120285, vanhojen metsien suojeluohjelma). Pahtavuoman kaivosjätealue sijaitsee Muonion paliskunnan alueella ja on poronhoidon kannalta tärkeä alue. Alue on paliskunnan kevät- eli vasonta-alueita sekä kesä- ja loppolaidunalueita (Poronhoidon paikatiedot -aineisto 2017).

Kunnostetun jätealueen toimivuuden tarkkailua valvoo Lapin ELY-keskuksen ympäristönsuojeluyksikkö. Pahtavuoman kaivos voidaan poistaa suljetun kaivosalueen kunnostustarpeen arviointia koskevasta EU-luettelosta (Stén 2012). Poisto edellyttää tietoja kunnostuksen soveltavuuden seurannasta.

4.23 Raajärvi



Sijainti: Kemijärvi, Itä-Lappi

Malmi: Fe

Toiminta-aika: 1964–1975, pääkaivoksen lisäksi louhittiin samaan aikaan Puron ja Leveäselän (1972–1974) satelliittikaivoksia.

Kokonaislouhinta: 11 Mt, josta malmikiven osuus oli n. 8,4 Mt. Raajärvellä ja Leveäselässä malmi louhittiin avolouhoksista ja maanalaisesta kaivoksista, kun taas Purossa ainoastaan avolouhoksesta.

Rikastushiekka: 2,9 Mt, rikastamo sijaitsi Raajärven kaivosalueella.

Sivukivi: vajaat 3 Mt.

Lähteet: Puustinen 2003, Siirama 1976

4.23.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Raajärven rikastushiekan jätealue on kooltaan noin 47 hehtaaria, ja sijaitsee itäosalta vettä johtavalla hiekkamoreenimaalla. Jätealueen länsiosa on todennäköisesti läjitetty turvepeitteiselle moreenimaalle (Räisänen ym. 2015a). Jätealue on osittain kasvillisuuden peitossa ja sen länsiosassa on kosteikkotyypinen suotovesilampi (Kuva 46). Itäosa jätealueesta on ilmeisesti kuivunut ja sen seurauksena heikommin kasvittunut.

Raajärven louhoksen ympäristöön varastoiduista sivukivistä osa on murskattu maarakennuskäyttöön (kuten patoihin, tierakenteisiin) jo kaivostoiminnan aika-



Kuva 46. Raajärven suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen vesiallasosan ranta peittää tiheä kasvillisuus, osa jätealueesta on edelleen paljaana ja osa kasvaa taimikkoa. Oikean puoleisessa kuvassa on sivukivikasan jyrkkä rinne ja rehevä kosteikkoalue. (© A. Tornivaara, GTK)

na (Westerlund 1964). Murskaustoiminta on jatkunut sulkemisen jälkeen, mistä viitteinä on jätealueen murskevarasto (Räisänen ym. 2015a). Rikastushiekan tai sivukivien kemiallisesta koostumuksesta ja sen rapautumisasteesta ei ollut tietoja käytettävissä.

4.23.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

Vuoden 2016 maastohavaintojen mukaan Puron sivukiven jätealue on peittämätön ja sijaitsee suolla, turvepeitteisellä maalla. Osassa jätealuetta kasvaa männyntaimia. Jätealueen ympäristössä on rautasaostumapitoisia vesilätäköitä, mikä viittaa kivien sulfidihapettumiseen. Sivukivikasan vierestä mitattiin kauempana olevan kosteikon vedestä eli todennäköistä tausta-arvoa hieman alhaisempia pH-lukemia (Taulukko 21).

Leväselän pohjoinen jätealue, joka on moreenimaalla, on peittämätön ja päältä lähes kasviton. Kivikasan rinteet kasvavat nuorta mäntyä. Avolouhoksen länsipuolen sivukivikasa on peitetty louhoksen maanpoistomaalla. Jätealue on kasviton ja se on maastoajorata-käytössä.

Raajärven, Puron ja Leväselän vedellä täyttyneillä louhoksilla ei maastotarkastuksen mukaan ole ylivuotoa ympäristön pintavesiin. Raajärven rikastushiekan jättealueen päällä olevien lampien veden pH-arvo vaihteli 7,15–8,10 välillä (Taulukko 21). Rikastushiekan jätealue on jaettu neljään sektoriin (Kuva 47), joista osa on toiminut mahdollisesti kaivoksen selkeytysaltaina. Pienin, lähellä kaivostornia ja entistä murskaamoja sijaitseva sivukivikasa on mahdollisesti ns. laihaa malmia ja sisältää todennäköisesti kahta muuta kasaa enemmän sulfidimineraaleja.

Taulukko 21. Raajärven suljetun kaivosalueen ja Puron satelliittikaivoksen ympäröivien pintavesien mittauspisteiden koordinaatit ja mittaustulokset, Kemijärvi, Lappi (ks. pisteiden sijainnit kuvasta 47). Puron satelliittikaivoksen veden tila on mitattu 19.9. ja Raajärven kaivosalueen 20.9.2016. Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ, 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/L |
|----------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|--------------------|--------------|---------------|
| Sivukivikasan ympäryskosteikko | PUR1 | 7382816 | 497066 | 7,6 | 6,95 | 160 | 11,4 | 17,1 | 64,0 | 7,65 |
| Sivukivikasan ympäryskosteikko | PUR2 | 7382760 | 497076 | 7,4 | 6,80 | 164 | 11,3 | 17,0 | 56,6 | 6,80 |
| Tien toisella puolella oleva kosteikko | PUR3 | 7382874 | 497078 | 6,7 | 7,19 | 168 | 17,5 | 27,0 | 24,7 | 3,02 |
| Avolouhoksen vesi | PUR4 | 7382802 | 497185 | 10,0 | 7,51 | 157 | 5,6 | 7,9 | 76,3 | 8,60 |
| RH-altaan vesi itäisin piste | RAA1 | 7382549 | 494853 | 8,9 | 7,29 | 196 | 33,4 | 48,3 | 69,4 | 8,02 |
| RH-altaan vesi | RAA2 | 7382550 | 494624 | 9,5 | 8,09 | 176 | 10,2 | 14,5 | 87,8 | 10,03 |
| Kosteikko tien toisella puolen | RAA3 | 7382577 | 494458 | 7,7 | 6,96 | 18 | 14,9 | 22,3 | 24,4 | 2,90 |
| RH-alueen läntisin lammikko | RAA4 | 7382671 | 494436 | 8,2 | 7,15 | 63 | 14,5 | 21,4 | 66,4 | 7,82 |
| RH-alueen läntisin lammikko | RAA5 | 7382782 | 494444 | 9,0 | 7,31 | 81 | 11,4 | 16,4 | 61,9 | 7,15 |
| Sivukivikasan lounaispuolen lammikko | RAA6 | 7382398 | 495810 | 6,0 | 7,30 | 122 | 30,9 | 48,5 | 53,4 | 6,63 |



Kuva 47. Raajärven suljetun kaivosalueen ja Puron satelliittikaivoksen jätealueiden pintavesien syksyn 2016 pH-arvot on esitetty pallosymboleihin ja pistetunnuksiin (ks. tarkemmat tulokset taulukosta 21). Karttaan on merkitty myös rikastushiekan ja sivukiven jätealueet (oranssi katkoviiva), pintamaiden läjitysalueet (keltainen katkoviiva) ja pintaveden virtaus-suunnat (valkoinen nuoli), taustana laserkeilausaineisto, Kemijärvi, Lappi.

4.23.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Kaivostoimintaan liittyvistä luvista tai valvontatarkastuksista ei ole merkintöjä ympäristöhallinnon asianhallintajärjestelmässä.

4.23.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Avolouhoksen itäpuolella sijaitsee tien suuntaisesti valtakunnallisesti arvokas tuuli- ja rantakerrostuma (Misi-Raaka). Kaivosalue myös sijoittuu Misi-Raaka-nimiselle tärkeälle pohjavesialueelle (12320108A ja osin B). Kärvasvaaran kaivannaisjätealue sijaitsee poronhoidon kannalta tärkeällä alueella (Poronhoidon paikkatiedot -aineisto 2017).

Mahdollisista vesistövaikutuksista ja peittämättömien jätealueiden pölyvaikutuksista ympäröivään maaperään ja pohjaveteen ei löytynyt tutkittua tietoa. Saatavilla ei ollut myöskään julkistettua tietoa Raajärven veden ja pohjasedimenttien kemiallisesta tilasta. GTK:n suorittaman maastotarkastuksen kenttähavainnot eivät tuoneet riittävästi tietoja Raajärven kaivosalueiden ympäristövaikutuksista alapuoliseen vesistöön. Suositeltavaa on tehdä lisäselvityksiä edellä lueteltujen tutkimustiedon puutteiden pohjalta. Perusteena ovat pysyvän asutuksen läheisyys ja alueen virkistyskäyttö. Jätealueiden tarkempi rajaus (ks. Kuva 47) ja jättemateriaalin kemiallinen karakterisointi toimivat lähtökohdina alueen ympäristölle aiheuttaman riskin ja kunnostustarpeen arvioinnissa. Alueen kaivosrakennelmien kunnon ja turvallisuuden tarkistaminen on myös suositeltavaa (mm. Raajärven ja Leveäselän kaivostornit).

4.24 Ruostesuo

Sijainti: Kiuruvesi, Pohjois-Savo

Malmi: Zn, Cu

Toiminta-aika: 1988–1990, Pyhäsalmen satelliittikaivoksena.

Kokonaislouhinta: 0,56 Mt, josta rikastetun malmikiven määrä oli 0,26 Mt.
Malmia louhittiin avolouhoksesta.

Rikastushiekka: Malmi rikastettiin Pyhäsalmen kaivoksella.

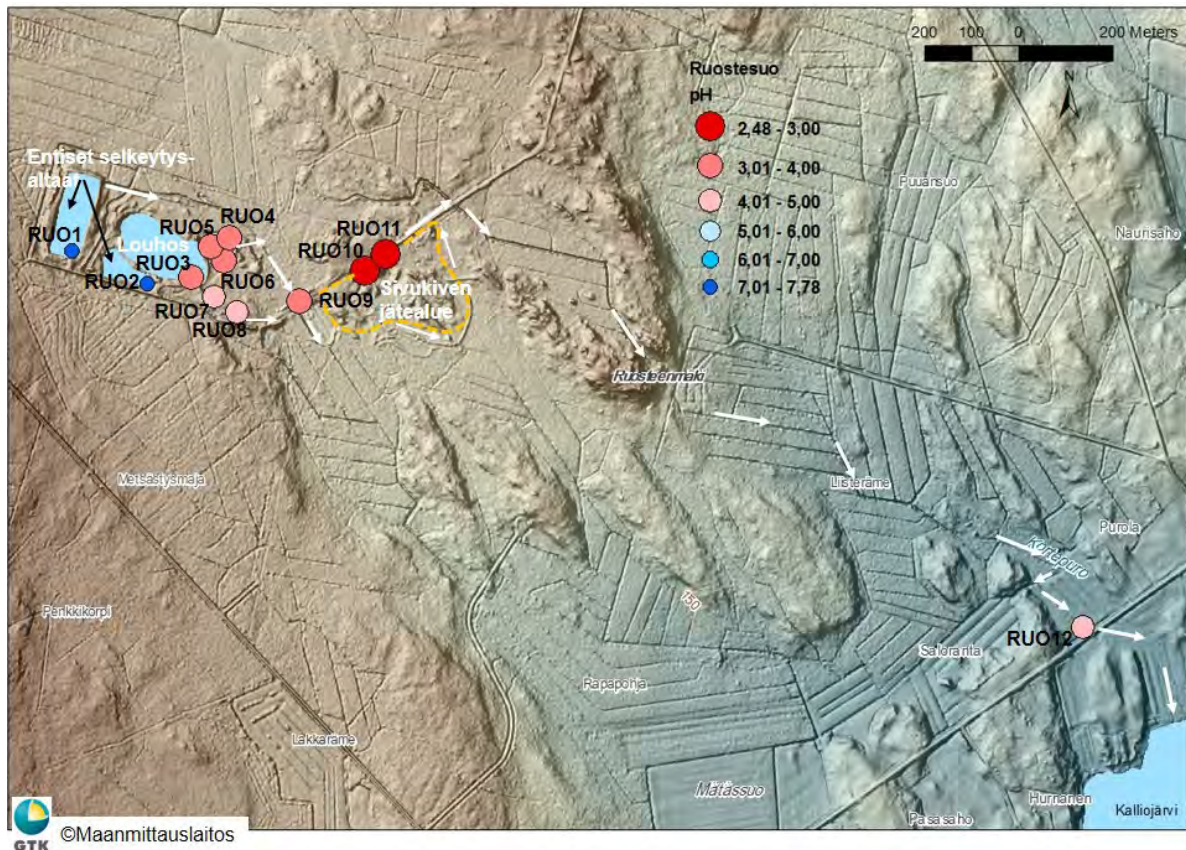
Sivukivi: 0,3 Mt, josta suurin osa on siirretty avolouhostäyttöön.

Lähteet: Puustinen 2003



4.24.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Sivukiven jätealue sijaitsee louhoksen kaakkoispuolella moreenimaalla (Kuva 48). Kaivosalueen kunnostukselle ja jälkihoidolle on annettu ympäristölupa vuonna 2006, jonka mukaan sivukivet on siirretty avolouhostäyttöön (ISY 2006). Avolouhos on veden täyttämä, ja ylivuotaa moreenipenkereiden läpi koilliseen, ensin pieniin kaivantoihin, joista vesi kulkeutuu avo-ojia pitkin Kortepuroon. Kortepuro laskee Kalliojärven kautta Niemisjärveen.



Kuva 48. Ruostesuon suljetun kaivoksen avolouhoksen, entisten selkeytysaltaiden, nykyisten kosteikkoaltaiden ja sivukiven jätealueen (oranssi katkoviiva) sijainnit, pintavesien pH-arvot 21.6.2016 (pallosymbolit) ja kohdetunnukset (ks. Taulukko 22) sekä pintaveden virtaussuunnat (valkoinen nuoli), taustana laserkeilausaineisto, Kiuruvesi, Pohjois-Savo.

4.24.2 Maastotarkastus ja veden laatumittaukset vuonna 2016

GTK:n teki Ruostesuon kaivosalueelle maastotarkastuksen kesällä 2016, jonka yhteydessä mitattiin pintavesien fysikaalista laatua kenttäkäyttöisellä Toledo Mettler pH-mittarilla. Louhosvesi ja louhoksen ylivuodon alapuolisten ojien vedet olivat hyvin happamia (pH < 3,5, Taulukko 22 ja Kuva 48). Louhoksen vedet suotautuvat maavallien läpi koilliseen ja itään, josta ne kulkeutuvat louhosaluetta ympäröivään ojaan (ks. RUO9, Kuva 48) ja edelleen sivukiven jätealueen ympärysojaan ennen laskua Kortepuroon. Louhoksen ylivuotoalueen pengerrytetty maa-aines koostuu moreenista ja siihen sekoitetusta sulfidipitoisesta kivimurskeesta, joka hapettuessaan edistää suotautuvien louhosvesien happamuutta. Louhosveden ja louhoksen ympärysojien vesien pH-arvot eivät eronneet toisistaan, mikä osoittaa, ettei louhoksen koillis- ja itäpuolen kaivantoihin tai metsäoijiin ole muodostunut valumavesiä neutraloivia kosteikkoja.

Kaivosalueen valumavesien happamuus on alentanut myös alapuolisen Kortepuron veden pH-arvoa (<5). Hapan kuormitus heijastuu ensisijaisesti Kortepuron veden poikkeavan suurena alumiinipitoisuutena (Taulukko 23). Myös sinkki-, mangaani- ja kuparipitoisuudet olivat suuremmat kuin Suomen purovesien keskiarvot eri kallio-peräalueilla (Zn: 4,6 µg/l, Mn: 43 µg/l ja Cu: 0,4 µg/l, Lahermo ym. 1996). Kortepuron vesi sisälsi runsaasti liukoisia orgaanisia hiiliyhdisteitä (Taulukko 23), jotka voi osin kompensoida em. metallien toksisuutta.

Louhosta ympäröivään ojaan laskee selkeytysaltaiden vesiä, jotka olivat neutraaleja tai lievästi emäksisiä. Selkeytysaltaat olivat luontaisesti muuttuneet veden täyttämiksi kosteikkoaltaiksi. Suurin osa sivukivialueen kivistä on siirretty lupapäätöksen mukaisesti louhokseen (ISY 2006). Jätealueelle on kuitenkin jäänyt pieniä määriä voimakkaasti rapautuneita, sulfidipitoisia kiviä. Kivikasojen läheisyydessä olevien vesilammikkojen vesi oli kesäkuun 2016 mittauksen mukaan hyvin hapanta (pH < 3, Kuva 49). Näin ollen myös jätealueelta valuu ympäristöön happamia vesiä.

Taulukko 22. Ruostesuon suljetun kaivosalueen pintavesien pH-arvot, Kiuruvesi, Pohjois-Savo (ks. sijainnit kuva 48). Mittaukset tehtiin kenttäkäyttöisellä Mettler Toledo pH-elektrodilla, mittaukset tehty 21.6.2016.

| Kohdekuvaus | Tunnus | xkoord | ykoord | pH |
|----------------------------------------------------------|--------|---------|--------|------|
| Entinen selkeytysallas | RUO1 | 7051786 | 467333 | 7,22 |
| Entinen selkeytysallas | RUO2 | 7051718 | 467494 | 7,78 |
| Louhoksen pintavesi | RUO3 | 7051730 | 467587 | 3,09 |
| Louhoksen ylivuotovesi kaivannosta | RUO4 | 7051765 | 467656 | 3,46 |
| Louhoksen ylivuotovesi kaivannosta | RUO5 | 7051796 | 467628 | 3,09 |
| Ylivuotovesien keräysoja | RUO6 | 7051815 | 467667 | 3,29 |
| Tienvarsojan lammikko | RUO7 | 7051689 | 467634 | 4,14 |
| Tienvarsojan lammikko | RUO8 | 7051656 | 467684 | 4,32 |
| Louhosalueen pintavesien laskuoja | RUO9 | 7051680 | 467817 | 3,42 |
| Lammikko sivukivien jätealueella (osa kivistä poistettu) | RUO10 | 7051746 | 467956 | 2,50 |
| Tieoja sivukivialueen lähellä (valumavesien keräys) | RUO11 | 7051779 | 468001 | 2,48 |
| Kortepuro peltoalueella (ennen Kalliojärveä) | RUO12 | 7050987 | 469483 | 4,83 |

Taulukko 23. Kortepuron veden kemiallinen laatu, Ruostesuon kaivosalue, Kiuruvesi, Pohjois-Savo. Näyte otettiin 21.6.2016. Koordinaatit ja vedestä mitattu pH-arvo on esitetty taulukossa 22 (RUO12). Ks. menetelmäkuvaukset taulukosta 8b.

| Kohdekuvaus | Tunnus | DOC mg/l | SO ₄ mg/l | Br mg/l | I µg/l | Cl mg/l | NO ₃ mg/l | Ca mg/l | K mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | Si mg/l | Al mg/l |
|--------------------------|--------|-------------|-------------------------|------------|-----------|------------|-------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Kortepuro (peltoalue) | RUO12 | 27 | 24 | <0,1 | <2 | 0,49 | 0,39 | 5,68 | 0,3 | 3,06 | 1,23 | 3,95 | 0,98 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | S mg/l | Fe mg/l | Mn µg/l | Zn µg/l | Cu µg/l | Ni µg/l | Co µg/l | Cr µg/l | Mo µg/l | Cd µg/l | Pb µg/l | As µg/l |
|--------------------------|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Kortepuro (peltoalue) | RUO12 | 6,72 | 1,6 | 199 | 328 | 16 | 4,8 | 5,5 | 2,3 | 3,1 | 0,7 | 0,1 | 0,5 |



Kuva 49. Ruostesuon suljetun kaivoksen sivukivialueen pohjoispuolinen rautasakkainen lammikko, josta vesivirtaa edelleen Kortepuroon. (© A. Tornivaara, GTK)

4.24.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Ruostesuon avolouhosalueelle on tehty useita valvontatarkastuksia vuodesta 2003 lähtien. Tarkastusten yhteydessä on käsitelty avolouhosalueen jälkihoitoon ja jätevesien käsittelyyn liittyviä asioita. Itä-Suomen ympäristölupavirasto on myöntänyt kaivosalueen kunnostamiseen ja päästöjen ehkäisemistoimenpiteisiin liittyvän luvan 19.4.2006 (ISY-2005-Y-146, Nro 33/06/2).

4.24.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Maakuntakaavan aluevarauksessa kaivosalue sisältyy erityisalueeseen, joka on selitteeseen merkitty maa-ainesten ottoalueeksi. Kaivosalueen jätealueelta on siirretty ympäristölupapäätöksen mukaisesti sivukiviä louhokseen. Jätealueelle on kuitenkin jäänyt pieniä määriä voimakkaasti rapautuneita sulfidipitoisia sivukiviä kasoihin, joiden vieressä olevien lammikoiden vesi oli hyvin hapanta. Tehdyistä kunnostuksista huolimatta kaivosalueelta poistuu hyvin happamia vesiä Kortepuroon. GTK:n maastotarkastus toi esiin useita lähteitä pintavesien happamoitumiselle: jätealueen ja kaivostierakenteen valumavedet sekä louhoksen ylivuotovesi. Jätealuetta ei ilmeisesti ole kalkittu lupapäätöksen mukaisesti tai kalkituksen neutraloiva vaikutus on jäänyt lyhytaikaiseksi. Louhosvesi on myös hyvin hapan ja vesi kulkeutuu happamana suotautuessaan sulfidikivimurskeesta ja moreenista tehdyn penkereen läpi ympäröivän metsän maakaivantoihin ja metsäoijiin. Näiden lisäksi kaivosalueella muodostui happamia valumavesiä rapautuneita sulfidipitoisia kiviä sisältävistä tierakenteista. Näistä poiketen entisten selkeytsaltaiden vedet olivat neutraaleja tai lievästi emäksisiä. Huomionarvoista on, ettei selkeytsaltaista poistuva vesi kykene puskuroimaan metsäojavesiä niiden sekoituessa louhoksesta tuleviin happamiin ylivuotovesiin. Myös alumiinin runsaus purovedessä viittäisi Ruostesuon kaivosalueen maaperän happamoitumiseen, mikä olisi syytä selvittää.

Ruostesuon kaivosalueen kunnostuksessa ei ole ilmeisesti huomioitu happoa muodostavien sivukivien rapautumisastetta eikä myöskään louhosseinämien mahdollista rapautumistilaa ennen jätekivien siirtoa louhokseen. Jatkoselvityksissä olisi hyvä mitata louhostäytön veden laadun muutokset vertikaalisuunnassa ja selvityksen perusteella arvioida, vähentäisikö kivitäytön peitto neutraloivalla materiaalilla hapon muodostusta vai onko ylivuotovesien puhdistus ainoa pitkällä ajalla toimiva ratkaisu. Tässä yhtenä selvityskohteena voisi olla kosteikoiksi muuttuneet selkeytsaltaat ja onko niillä edellytykset toimia happamien ylivuotovesien neutraloitumisessa.

Ruostesuon sivukiven jätealue kasvaa nykytilassa nuorta mäntyä ja osin koivua (pensaita ja puita). Aluetta on tasoitettu, mutta ei kunnolla peitetty. Alue tuottaa edelleen ympäristöön happamia valumavesiä ja ilmeisesti alue myös happamoittaa pohjavesiä. Näin ollen on suositeltavaa tehdä laaja selvitys jätealueen kemiallisesta nykytilasta (mm. jäljellä olevien sivukivien geokemia ja määrä sekä pohjamaan happamoitumistila), ympäristön pohjaveden ja pintaveden laadusta sekä näiden kemiallisesta vaikutuksesta Kortepuron ja Kalliojärven kemialliseen nykytilaan.

4.25 Saattopora

Sijainti: Kittilä, Pohjois-Lappi

Malmi: Au, Cu

Toiminta-aika: 1988–1995

Kokonaislouhinta: 5,7 Mt, josta rikastetun malmikiven määrä oli 2,1 Mt. Malmia louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: Malmikivi kuljetettiin Rautuvaaran rikastamolle käsiteltäväksi.

Sivukivi: 3,6 Mt

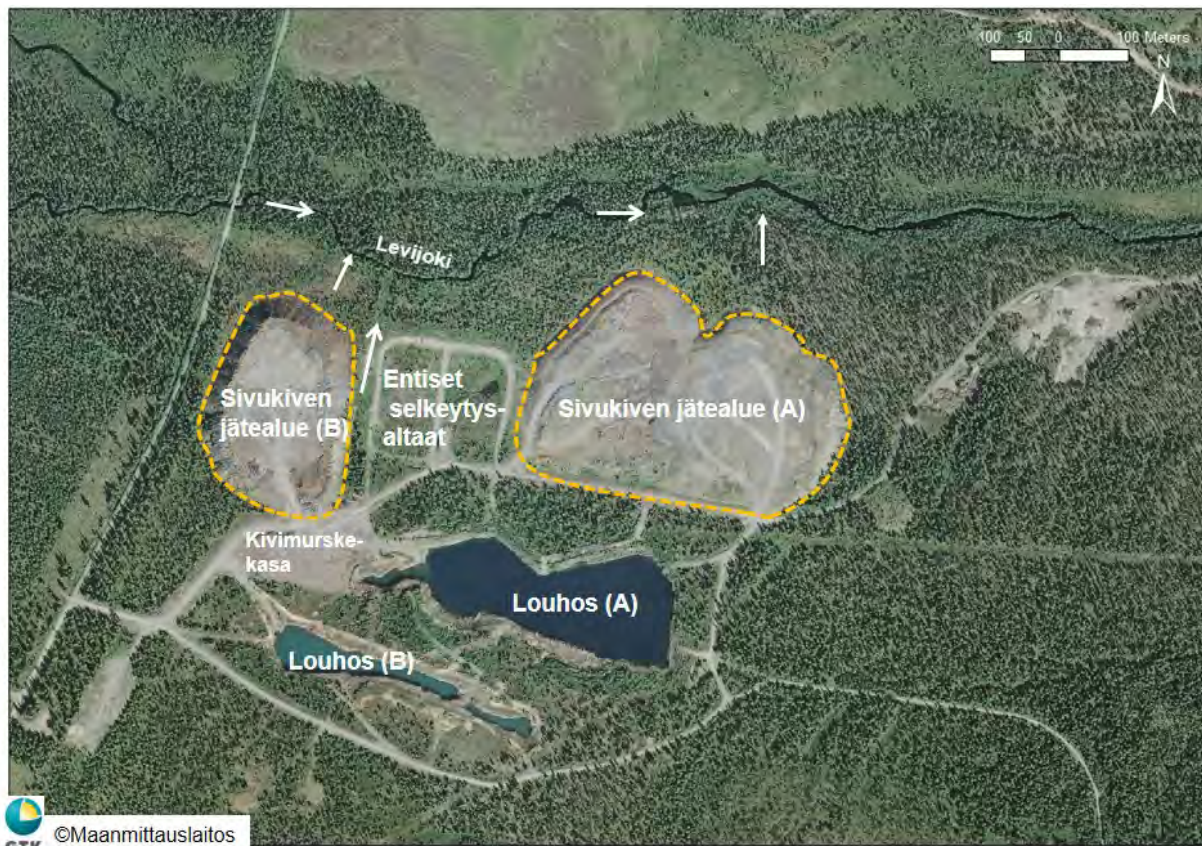
Lähteet: Puustinen 2003



4.25.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Sivukiven jätealueet sijaitsevat louhosten pohjoispuolella moreenimaalla (Kuva 50). Läntinen jätealue (sivukivikasa B) on osaksi turvepeitteisen moreenimaan päällä. Jätealueiden valumavedet kulkeutuvat pohjois-koilliseen avo-ojia pitkin Levijokeen.

Pöyry Finland Oy:n tekemän selvityksen mukaan Saattoporan louhosvesialtaassa ei ole ylivirtausta, mistä syystä louhosvedellä ei katsota olevan vesistövaikutuksia. Sivukiven jätealueet rajautuvat suomaahan, jonka katsotaan toimivan luontaisena



Kuva 50. Ilmakuva kartalle esitetty Saattoporan suljetun kaivoksen louhosten ja jätealueiden (oranssi katkoviiva) sijainnit, Kittilä, Pohjois-Suomi. Valkoisella nuolella on merkitty pintavesien virtaussuunnat.

kosteikkona pidättäen mahdollisia haitallisia alkuaineita. Levijokeen laskevassa sivukivikasan B vieriojassa havaittiin alueen taustapitoisuutta korkeampia nikkeli-, kalsium- ja sulfaattipitoisuuksia. Sen sijaan Levijoen veden vastaavat pitoisuudet olivat alueen taustapitoisuuksien tasoa. Tämä viittaisi, ettei sivukivikasosta aiheudu haittaa pohjavedelle eikä jätealueesta ole haittaa tai vaaraa ihmisen terveydelle. (Mustonen 2011)

4.25.2 Suoritetut jatkotutkimukset

Saattoporan kaivosalueen nykytilaa on tutkinut Outokumpu Mining Oy:n toimesta Pöyry Finland Oy. GTK:ssa on käynnissä MinNorth-projekti, jossa selvitetään mm. Saattoporan sivukivialueiden ympäristön nykytilaa ja ympäristövaikutuksia geofysiikan ja geokemian tutkimusmenetelmillä. Kummastakaan tutkimuksesta ei ollut saatavilla julkaistua tietoa.

4.25.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Ympäristö- tai vesilainsäädäntöön liittyvistä luvista ei löytynyt tietoa. Kaivoksen kuivanapitovesien laatua sekä niiden vaikutuksia purkuvesistöissä on tarkkailtu Lapin vesi- ja ympäristöpiirin, nykyisen Lapin ELY-keskuksen hyväksymän ohjelman mukaisesti. Kaivoksen valvonta kohdistui vesiensuojeluun ja tarkkailutulosten tarkistamiseen. Kaivoksen jälkihoitoon liittyviä valvontatarkastuksia on tehty vuosina 2006 ja 2012. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Pah-tavuoma on merkitty Outokumpu Mining Oy:n kaivospiiriksi ja sen ympäristössä on ollut viime vuosina malminetsintäaktiivisuutta esim. Dragon Mining Oy:n valtaus ja Magnus Minerals Oy:n varaus (Tukes 2016).

4.25.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue kuuluu Kittilän, Levin ympäristön osayleiskaavan osa-alueeseen 1 ja 2. Maakuntakaavassa kaivos sijoittuu virkistysalueen aluevaraukseen. Itäpuolella kaivosaluetta on Saattopora-niminen luokkaan III kuuluva pohjavesialue (12261163), joka tullaan vuoden 2018 loppuun mennessä poistamaan luokitukselta, ellei sitä pohjavesitutkimusten perusteella nosteta luokkaan 2. Mikäli pohjavesialueeseen liittyy pinta- tai maaekosysteemejä, jotka ovat suoraan riippuvaisia alueen pohjavedestä, niin alue säilyy luokituksessa mukana ja saa merkinnän E.

Kaivosalueen nykytilasta saatujen tietojen mukaan jätealueilla ei ole havaittu olevan merkittävää vaikutusta Levijoen veden kemialliseen tilaan. Huomionarvoista on, ettei jätealueita ole maisemoitu tai peitetty, eikä siten ole saatettu päätökseen varsinaisia sulkemistoimenpiteitä. Kaivosalueella on ollut aktiivista malminetsintää, mikä on mahdollisesti osasyynä sulkemisen keskeneräisyydelle. Jätealueen kunnossuunnittelu on käynnissä ja lisäksi alueella on meneillään tutkimuksia jätealueen nykytilasta, jotka tuovat lisätietoa mm. sivukivikasojen pohjavesivaikutuksista.

4.26 Särkiniemi

Sijainti: Leppävirta, Pohjois-Savo

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: Kaivostoiminta alkoi vuonna 2007, mutta toiminta keskeytettiin kannattamattomana loppuvuodesta 2008 nikkelihinnan romahdettua ja yhtiö hakeutui konkurssiin keväällä 2009.

Kokonaislouhinta: n. 0,1 Mt, joka louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: n. 65 000 t malmia prosessoitiin Hituran rikastamolla ja sijoitettiin kaivoksen valmiisiin rikastushiekka-altaisiin.

Sivukivi: 38 000 t, josta n. 25 000 t sijoitettiin avolouhoksen täyttöön. Osa sivukivialueelle läjitetyistä kiviaineksesta on murskattu ja käytetty alueen ulkopuolella maanrakennuksen tarpeisiin.

Lähteet: Puustinen 2003, Räisänen ym. 2015a



4.26.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Särkiniemen konkurssiin ajautunut kaivos sijaitsee kapealla Särkisalmen ja Arkkuselän välisellä maakannaksella ja alueen maaperä koostuu suurimmaksi osaksi 3–7 metrin paksuisesta kivisestä moreeniaineksesta. Toiminnan loputtua sivukivikasa maisemoitiin ja läjitysalueen itäpuolelle kaivettiin oja läjitysalueen valumavesien keräämiseksi ja johtamiseksi kaivosvesien jälkiselkeytysaltaaseen. Rikkipitoinen kiviaines sijoitettiin avolouhoksen pohjalle ja rikkipitoisen materiaalin läjitysalueen pohja maisemoitiin. Avolouhoksen täytyttyä vedellä jäi rikkipitoinen materiaali vedenpinnan alapuolelle. (Finn Nickel 2009)

Kaivostoiminnan aikana kuivatusvedet pumpattiin Oravilahden Arkkuselälle (Rikkavesi). Maanalaisen kaivoksen vedenkäsitteilyä varten rakennettiin vedenkäsitteilyjärjestelmä, josta vedet ohjattiin kalkkineutraloinnin ja flokkulanttilisäyksen kautta purkuojaan. Kaivosveden laatua tarkkailtiin toiminnan aikana 1–2 kertaa kuukaudessa. Ympäristöluvassa asetettu puhdistusvaatimus ei nikkelin osalta täyttynyt ja kaivostoiminnan vaikutuksesta purkualueella nikkeliipitoisuudet alusvedessä nousivat nopeasti kesällä 2007 aloitetun kaivosvesien johtamisen jälkeen, ollen herkimmille vesieliöille haitallisella tasolla. Myöhemmässä avolouhoksen vedenlaadun tarkkailussa on huomattu ylivuotovesien ja sivukivialueen suotovesien aiheuttavan vesistökuormitusta kuten metallipitoisia ja happamoituneita vesiä. Normaalisti alueen pohjavesi virtaa moreeniharjanteilta avolouhokseen ja sieltä pohjoiseen ja etelään kohti vesistöjä. Kesällä 2013 havainnoitiin avolouhoksen ylivuodon jälkeä maastossa. Myös esimerkiksi Rikkaveden Arkkuselässä vesien purkukohtan tutkimuspisteessä on tarkkailussa todettu kohonneita nikkeliipitoisuuksia. (Finn Nickel 2009, Janhunen ym. 2014)

4.26.2 Maastokartoitukset ja veden laatumittaukset 2016

Maastotarkastuksessa kesällä 2016 kävi ilmi, että kaivoksen sivukivikasojen on murskattu ja hyödynnetty (teiden) rakentamisessa. Osa murskeesta rapautuu alueelle jäljelle jääneissä kolmessa kasassa (Kuva 51). Jäljelle jääneet kasat ovat ainakin toistai-



Kuva 51. Murskekasa Särkiniemen kaivosalueella kesällä 2016, Leppävirta, Pohjois-Savo. (© A. Tornivaara, GTK)

seksi asetettu käyttökieltoon Leppävirran kunnan toimesta (6.6.2016). Avolouhoksen reunalla oli kasattuna pintamaita, joita voisi hyödyntää alueen ennallistamisessa. Hylätyllä kaivosalueella on kasvittomia alueita, joiden hienoaines voi aiheuttaa pölyhaittoja tuulisella säällä.

GTK on EAKR-rahoitteen Kaivannaisjätteen hallintamenetelmät-hankkeen (KaiHaMe) yhteydessä tehnyt mittauksia Särkiniemen kaivosalueella kesäkuussa 2016 (Karlsson 2016). Tuolloin mm. avolouhoksen veden pH-arvoksi mitattiin 3,4 (Taulukko 24). Peitetyn sivukivikasan viereisen puroveden, entisen laskeutusaltaan ja altaasta Arkkuselän Laajalahdelle laskevan puroveden pH-arvot olivat alle 4

Taulukko 24. Särkiniemen kaivoksen ja sen ympäristön pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN) ja fysikaalinen laatu, Leppävirta, Pohjois-Savo. Pisteiden sijainti pH-arvoineen on esitetty kuvassa 52. Veden fysikaalinen laatu on mitattu 1.6.2016 (Karlsson 2016). Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|---------------------------------------------|--------|--------|---------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Vesilämpäre lähellä avolouhosta | SÄR1 | 533984 | 6938335 | 14,3 | 3,64 | 430 | 46 | 58 | 40 | 4,1 |
| Vesilämpäre avolouhoksen koillispuolella | SÄR2 | 534117 | 6938329 | 12,3 | 6,28 | -48 | 113 | 149 | 8 | 0,8 |
| Vesilämpäre avolouhoksen itäpuolella | SÄR3 | 534164 | 6938311 | 5,2 | 6,39 | -17 | 166 | 267 | 6 | 0,8 |
| Avolouhoksen vesi | SÄR4 | 534023 | 6938297 | 18,3 | 3,42 | 470 | 114 | 131 | 72 | 6,8 |
| Laskeutumisallas, sivukivikasan itäpuolella | SÄR5 | 534130 | 6938529 | 15,0 | 4,88 | 370 | 68 | 84 | 40 | 4,0 |
| Vesilämpäre lask.altaan koillispuolella | SÄR6 | 534147 | 6938568 | 11,8 | 5,68 | 9 | 39 | 52 | 5 | 0,6 |
| Laskeutumisaltaan laskuoja | SÄR7 | 534148 | 6938501 | 10,0 | 3,82 | 347 | 65 | 91 | 8 | 0,9 |
| Sivukivikasan oja | SÄR8 | 534002 | 6938577 | 15,0 | 3,33 | 455 | 100 | 124 | 82 | 8,2 |
| Avolouhoksen pohjoispuolen lask.allas | SÄR9 | 534019 | 6938413 | 17,3 | 6,73 | 233 | 45 | 53 | 57 | 5,5 |
| Arkkuselän Pitkälahti | SÄR10 | 533626 | 6938361 | 18,9 | 7,27 | 211 | 6 | 7 | 89 | 8,2 |



Kuva 52. Särkiniemen hylätyn kaivoksen sivukivialueiden sijainnit (oranssi katkoviiva), avolouhos (josta tunneli maanalaiseen kaivokseen) ja pintavesien virtausuunnat (valkoinen nuoli). 1.6.2016 mitatut pintavesien pH-arvot (Karlsson 2016) on esitetty kartassa pallosymbolein ja kohdetunnuksin (ks. tarkemmat arvot taulukosta 24), taustana laserkeilausaineisto, Leppävirta, Pohjois-Savo.

(Kuva 52). Sivukivialueelta suotautuvan veden nikkelin pitoisuus oli 6,8 mg/l, kobolttin 0,5 mg/l ja sulfaatin 610 mg/l (Karlsson 2016). Mittausten perusteella voidaan todeta sulfidihapettumisen jatkuvan louhoksessa vesipeitosta ja jätealueella moreeni-peitosta huolimatta, ja kaivosalueelta purkautuu ympäristöön happamia, metallipitoisia valumavesiä.

4.26.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Särkiniemen kaivostoiminnalle on myönnetty useita ympäristölupia vuodesta 2005 lähtien, joista viimeisin on annettu 5.4.2016 (Nro 13/2016/1, Dnro ISAVI/1594/2015). Päätös koskee ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista ja kaivoksen toiminnan lopettamista koskevien määräysten antamista. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Särkiniemi on merkitty Vulcan Kotalahti Oy:n kaivospiiriksi (Tukes 2016).

Kaivostoimintaa pyörittäneen Finn Nickel Oy:n ajaututtua konkurssiin vuonna 2009, vastasi Vulcan Kotalahti Oy alueen velvoitteista. Vulcan Kotalahti Oy puolestaan asetettiin konkurssiin Helsingin käräjäoikeuden päätöksellä 21.9.2015. Konkurssi on rauennut varojen puutteeseen Helsingin käräjäoikeuden 16.6.2016 päätöksellä (K 16/29442).

Toimintaa Särkiniemen kaivoksella ei missään vaiheessa lopetettu ennen Vulcan Kotalahti Oy:n konkurssia, vaan se on ollut ainoastaan keskeytettynä. Finn Nickel Oy on ilmoittanut keskeytyksestä valvontaviranomaiselle 17.11.2008 päivätyllä kirjeellään, jossa yhtiö esitti toteuttavansa lopetussuunnitelman mukaisista töistä ne toimenpiteet, jotka eivät häiritse myöhemmin jatkettavaa kaivoksen toimintaa.

Valvontaviranomaisena toimiva Pohjois-Savon ELY-keskus on tehnyt lukuisia tarkastuksia kaivosalueelle vuodesta 2006 alkaen. Toiminnan ollessa käynnissä keskeisimpinä aiheina tarkastuskäyntien yhteydessä ovat olleet muun muassa meluasiat, jätevesien käsittely, maa-ainesten ja sivukivien läjitykset sekä tarkkailuun liittyvät toimenpiteet.

ELY-keskus on teetättänyt Arkkuselän sedimentaatiotutkimukset. Näiden lisäksi ELY-keskus teetätti ulkopuolisella ja riippumattomalla toimijalla kustannusarvion Särkiniemen kaivosalueen jälkihoitotoimenpiteistä. Saatu kustannusarvio on yleispiirteinen ja kokonaiskustannuksiksi saatiin n. 1 milj. €. ELY-keskuksella on jälkihoitotoimenpiteisiin käytettävissä noin 120 000 € vakuudet, jotka eivät tule riittämään sulkemistoimenpiteistä aiheutuviin kustannuksiin.

Vulcan Kotalahti Oy:n konkurssipesä on 8.1.2016 päivätyssä kirjeessään todennut, että konkurssipesä ei vastusta Pohjois-Savon ELY-keskukselle annetun vakuuden käyttämistä jälkihoitotoimenpiteiden toteuttamisen kattamiseksi.

4.26.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Särkiniemen alueella on voimassa oleva Pohjois-Savon maakuntakaava 2030. Kaivosalue lähiympäristöineen on merkitty kaavassa maakunnallisesti ja seudullisesti merkinnällä merkittävät kaivosalueet. Kaivosalue kuuluu myös Oravikoski-Paukari-Kotalahti osayleiskaavan alueeseen. Vuosina 1959–1987 toiminut Kotalahden kaivos sijaitsee noin kolmen kilometrin päässä Särkiniemen esiintymästä.

Särkiniemen kaivosalueen kunnostustarvearviointi on siirtynyt kaivosyhtiön konkurssin takia Pohjois-Savon ELY-keskuksen vastuulle. Tämän hankkeen käytössä olleiden aineiston perusteella suositellaan selvitettäväksi peitetyn sivukiven jätealueen, louhoksen ympärille varastoitujen kivien ja murskekivikasojen kemiallinen nykytila, kaivosalueen valumavesien kemia ja kulkeutumisreitit sekä vaikutukset läheiseen Arkkuselän järiveden ja -sedimenttien kemialliseen laatuun. Kivikasan nopean rapautumisen takia maastotarkastuksessa heräsi epäily kivianneksen ympäristökelpoisuudesta, mikä olisi syytä varmistaa karakterisoimalla murske ennen alueella edelleen sijaitsevien kasojen mahdollista hyödyntämistä. Kiviaineksia on hyödynnetty alueen ulkopuolella ja happoa tuottavia kiviä on sijoitettu vedellä täyttyneeseen avolouhokseen. Selvityksen tulisi kattaa myös edellä mainittujen ympäristövaikutusten arvioinnin, jolloin ne luovat perusteet alueen kunnostustarpeen arvioinnille ja soveltuvien kunnostusmenetelmien valinnalle.

4.27 Telkkälä

Sijainti: Taipalsaari, Etelä-Karjala

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1969–1970 ja 1988–1992

Kokonaislouhinta: 0,95 Mt, josta rikastetun malmikiven määrän oli n. 0,61 Mt. Malmi louhittiin avolouhoksesta.

Rikastushiekka: Avolouhoksen ylempi osa kuljetettiin rikastettavaksi Aijalan ja Virtasalmen rikastamoille ja syvempi osa laivalla Enonkosken rikastamolle.

Sivukivi: laskennallisesti n. 0,34 Mt, sivukiveä on kuitenkin myöhemmin murskattu ja kuljetettu alueelta pois.

Lähteet: Puustinen 2003, Alarotu 1970, Isomäki 1994



4.27.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Kaivannaisjätteiden sivukivien kemiallisesta laadusta ei ole tietoa, mutta malmineraaleina olivat mm. magneettikiisu, pentlandiitti ja kuparikiisu (Häkli 1985), jotka rapautuessaan muodostavat hapanta metallipitoista kaivosvalumaa. Sivukiven jätealue rajautuu osittain ohuen turpeen peittämälle moreenimaalle ja se kuuluu Maaveteen laskevaan pienvaluma-alueeseen. Sivukivikasan läheisyydessä (n. 200 metrin säteellä) on muutama asuttu talo, mutta muuten alue on harvaanasuttua, eikä alueella ole suojelualueita. Kaivosalueelta ei ole tehty nykytilaselvitystä. Avolouhoksen luoteiskulmasta on osittainen ylivuodon mahdollisuus uomaa pitkin.

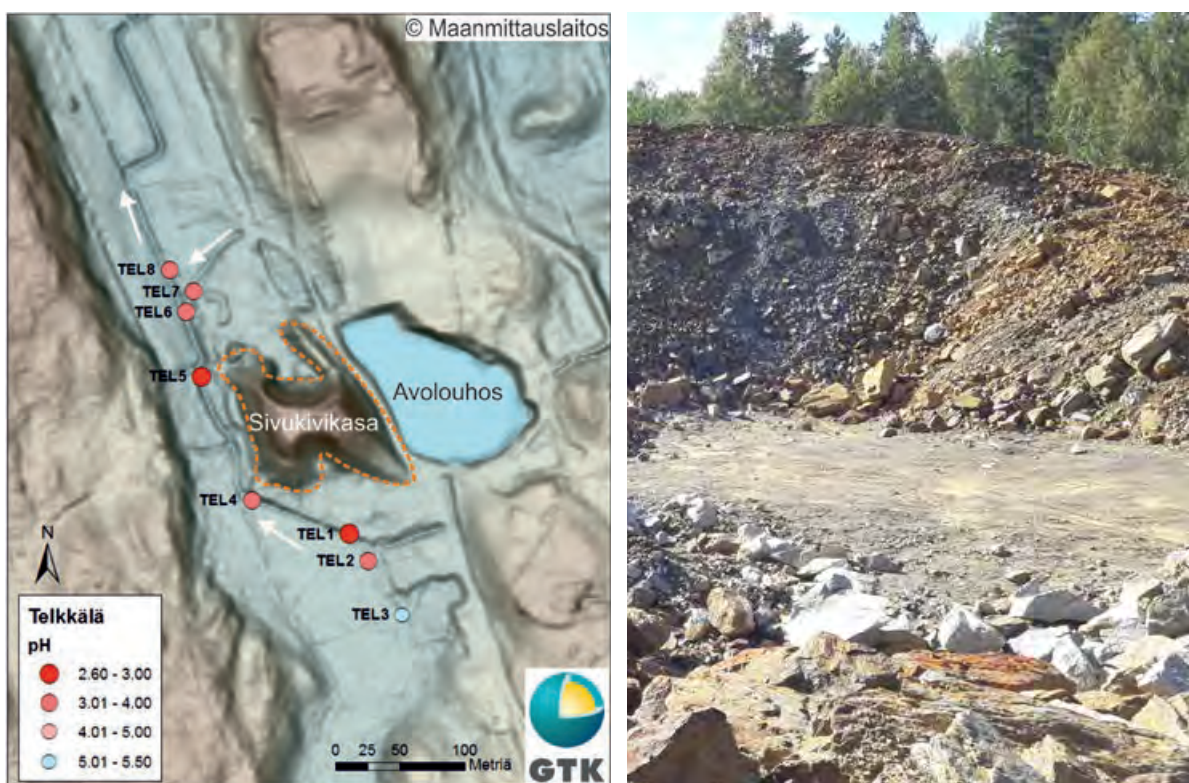
4.27.2 Vuoden 2016 maastotarkastus ja pintavesien pH-tulokset

Telkkälän suljetulla kaivosalueella tehtiin GTK:n toimesta loppukesällä 2016 maastokartoitus, jonka tarkoituksena oli selvittää silmämääräisesti sivukiven jätealueen tila ja mitata lähivesien fysikaaliset parametrit. Sivukivikasa oli selvästi rapautunutta ja pinnaltaan värjäytynyt ruosteeseen punaiseksi tai oranssiksi, mikä osoittaa kivien sisältävän hapettuneita sulfidimineraaleja. Kasan eteläosassa kasvoi matalaa puustoa, mutta aluskasvillisuus puuttui. Kaivostoiminnasta syntyneitä sivukiviä on hyödynnetty alueen maanrakennuksessa visuaalisen arvion mukaan vajaat puolet alkuperäisen kasan kivimäärästä.

Sivukiven jätealueen länsipuolella kulkevan puron pH-arvo vaihteli välillä 2,6–3,3, joten ojasta päätettiin ottaa vesinäyte veden tarkemman kemian selvittämiseksi. Toinen, taustaa edustava vesinäyte haettiin ojan yläjuoksulta yli 100 metrin päästä sivukivialueesta. Kohtalaisen tasaisen uoman, hiljaisen virtauksen ja läheisen sijaintinsa takia piste ei välttämättä ole täysin sivukivialueen vaikutuspiirin ulottumattomuudessa (Kuva 53). Yläjuoksulla puroveden pH oli kuitenkin selvästi korkeampi 5,3, ja pitoisuudet monen haitta-aineen osalta pienemmät. Sivukivikalta kulkeutuva vesi purkautuu mitattuun ojaan, josta se kulkeutuu peltoalueelle ja sieltä edelleen järveen (Maavesi). Uoman vesi oli kirkasta, mutta veden pinnalla oli bakteerikalvo ja pohja vahvasti oranssin sakan peitossa. Mittaustulokset osoittivat selkeästi, että sivukivikasa vaikuttaa tutkitun ojaveden laatuun (Taulukko 25, Kuva 53). Sivukivikasan kohdalla Maaveteen laskevan puroveden pH-arvo putoaa alle kolmeen. Avolouhoksen

veden arvoja ei päästy mittaamaan louhosta kiertävän tiiviin verkkoaidan ja lukossa olevan portin takia.

Jätealueen länsipuolella virtaava puro sisälsi runsaasti sulfaattista rikkiä (750 mg/l) verrattuna yläjuoksun vastaavaan pitoisuuteen (27 mg/l). Myös kalsium- ja magnesiumipitoisuudet olivat moninkertaiset taustaan nähden. Metalleista korkeita pitoisuuksia mitattiin esim. raudalle (73 mg/l), alumiinille (36 mg/l) ja mangaanille (1,5 mg/l). Hivenmetallipitoisuuksista korkeita arvoja oli mm. nikkelillä (24 mg/l), sinkillä (0,3 mg/l) ja kuparilla (0,7 mg/l). Koboltilla ja kromilla tulokset olivat yli kymmenkertaiset yläjuoksun lukemiin nähden. Vastaavasti lyijyä oli noin kaksinkertainen määrä taustaan nähden, mutta arseenipitoisuus oli lähes yhtenevä. Kadmiumipitoisuus (0,8 µg/l) oli kymmenkertainen taustaan nähden.



Kuva 53. Vasemmalla Telkkälän suljetun kaivoksen pintavesien pH-arvot 31.8.2016 on esitetty pallosymboleilla laserkeilausaineiston päälle. Symbolin viereen on merkitty mittauspisteen tunnus (ks. Taulukko 25). Oikealla Telkkälän sivukivikasa kesällä 2016. Kasasta on otettu mursketta hyötykäyttöön, sekä mahdollisesti tuotu tuoreempaa kiveä tilalla (kuvan vaaleat lohkat), Taipalsaari, Etelä-Karjala. (© A. Tornivaara, GTK)

4.27.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Telkkälän kaivoksen toiminnasta on AHJO:ssa neljä asiakirjaa vuodelta 1992. Asiakirjat ovat kaivoksen jätehuoltotarkastusmuistio, kaivoksen toiminnanlopetusta koskeva asiakirja, Kymen lääninhallitukselle annettu selvitys kaivostoiminnan päättymisen jälkeisistä toimenpiteistä ja päätös jätehuoltosuunnitelman hyväksymisestä. Toimenpiteisiin ei ole liitetty yhtään asiakirjaliitettä. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto on käsitellyt vuonna 2014 kaivoslupaa koskevaa kuulemisasiakirjaa ja tässä yhteydessä Kaakkois-Suomen ELY-keskus on lausunnossaan todennut, että kaivoksella ei ole nykyisen lainsäädännön tarkoittamaa voimassaolevaa ympäristölupaa eikä kaivokseen ole sovellettu YVA-menettelyä (KASELY/115/07.00/2014). ELY-keskus on esittänyt, että toiminnanharjoittaja ainakin kertaluonteisesti selvittää louhoksen vedenlaadun ja sivukiven hyödyntämiseen liittyvät ympäristövaikutukset.

Taulukko 25. Telkkälän kaivoksen ja sen lähiympäristön pintavesien mittauspisteiden koordinaatit (EUREF-FIN), fyysikaalinen laatu sekä sivukivikasan vierusojan veden kemiallinen laatu, Taipalsaari, Etelä-Karjala. Pisteiden sijainti pH-arvoineen on esitetty kuvassa 53. Näytteenotto ja kenttämittaukset tehtiin 31.8.2016 (ks. menetelmäkuvaukset ja lyhenteiden selitykset taulukoista 3 ja 8b).

| Kohde | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ, 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|---------|-----------------|------|-------------|-------------|--------------------|--------------|---------------|
| Sivukivikasan eteläpuoleinen oja | TEL1 | 555293 | 6783160 | 13,0 | 2,64 | 464 | 198 | 257 | 39,1 | 4,08 |
| Edellistä etelämpänä oleva ojankohta | TEL2 | 555308 | 6783139 | 11,2 | 3,25 | 449 | 74 | 100 | 23,3 | 2,54 |
| Taustapiste etelässä, seisova vesi, kontaminaatio? | TEL3 | 555334 | 6783097 | 10,2 | 5,26 | 173 | 18 | 26 | 30,2 | 3,39 |
| Sama oja, sivukivikasan lounaiskulma | TEL4 | 555218 | 6783186 | 12,6 | 3,02 | 462 | 112 | 147 | 46,8 | 4,96 |
| Sama oja, sivukivikasan luoteiskulma | TEL5 | 555179 | 6783281 | 10,6 | 2,98 | 483 | 102 | 140 | 51,4 | 5,71 |
| Alueelta pois päin laskeva oja, ennen pohjoista sivuhaara | TEL6 | 555167 | 6783331 | 10,8 | 3,07 | 474 | 106 | 146 | 54,5 | 6,01 |
| Sivukivikasan pohjoispuolella kulkeva oja | TEL7 | 555173 | 6783347 | 13,8 | 3,14 | 522 | 179 | 228 | 74,1 | 7,63 |
| Alueelta pois päin laskeva oja | TEL8 | 555154 | 6783364 | 12,0 | 3,16 | 480 | 132 | 176 | 57,9 | 6,20 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | DOC | SO ₄ | Br | I | Cl | NO ₃ | Ca | K | Mg | Na | Si | Al | Se |
|-----------------------------------|--------|------|-----------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l |
| Oletettu taustan metsäoja | TEL3 | 24 | 27 | <0,1 | 5 | 2,8 | 0,22 | 6 | 12,0 | 3,4 | 4,2 | 7,4 | 799 | <0,5 |
| Kivikasan valumavesiä keräävä oja | TEL4 | 12 | 750 | <0,1 | 8 | 2,4 | <0,2 | 53 | 4,5 | 64,7 | 5,7 | 35,1 | 36300 | <0,5 |

| Kohdekuvaus | Tunnus | S | Fe | Mn | Zn | Cu | Cd | Pb | As | U | Ni | Co | Mo | Cr |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Oletettu taustan metsäoja | TEL3 | 10 | 1,8 | 89 | 10 | 52 | 0,07 | 0,29 | 2,38 | 0,24 | 247 | 13 | 7,6 | 0,8 |
| Kivikasan valumavesiä keräävä oja | TEL4 | 299 | 73,3 | 1510 | 319 | 655 | 0,77 | 0,63 | 2,39 | 2,75 | 24300 | 876 | 5,1 | 21,1 |

VAHTI-tietojärjestelmässä on merkintä, että kaivos on suljettu. Kaivos on myös merkitty MATTI-tietojärjestelmään ns. PIMA-kohteena. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Telkkälän vanha kaivosalue on merkitty Outokumpu Mining Oy:n kaivospiiriksi (Tukes 2016).

4.27.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue ei sijoitu yleiskaava-alueelle ja maakuntakaavasta ei löydy kaivosalueen kohdalle merkintää. Alueen ympäristökuormituksen arviointi edellyttää sivukiven karakterisointia, jonka perusteella voidaan arvioida hyötykäytön mahdolliset rajoitukset ja alueen kunnostustarve. Mikäli kiviainesta ei voida hyödyntää, tulee esim. arvioida kasan peittämisen vaikutus pintavesien laadun parantumiseen. Jätealueen kunnostusvaihtoehtoina voivat olla mm. neutraloivan (kalkki)kiven lisääminen sivukiven ja ojan välimaastoon (kalkkikivipato) tai erilaiset kosteikkoratkaisut valumavesien neutraloimiseksi. Kiviaineksen sijoittaminen louhokseen edellyttää louhosveden vertikaalisen laadun tutkimista ja hapellisen pohjaveden esiintymisen selvittämistä sekä louhosveden mahdolliset kulkeutumisreitit ja vaikutukset Maaveden järviveden ja -sedimenttien kemialliseen laatuun.



4.28 Tipasjärvi – Kiisula

Sijainti: Sotkamo, Kainuu

Malmi: Rikkikiisu

Toiminta-aika: 1919

Kokonaislouhinta: n. 1 000 t, josta rikkikiisumalmin osuus oli 800 t. Alueen malmi louhittiin useasta pienestä avolouhoksesta.

Rikastushiekka: Ei ole

Sivukivi: Pieniä yksittäisiä kasoja

Lähteet: Puustinen 2003

4.28.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

GTK:n vuoden 2004 maastohavaintojen mukaan Tipasjärven hylätyllä kaivosalueella on useita vedellä täyttyneitä louhoksia ja niiden ympäristössä siellä täällä sivukiven jätealueita. Jätealueet sijaitsevat osin kallion ja osin ohutpeitteisen moreenimaan päällä. Jätealueiden kivikasat koostuvat rapautuneista ja heikommin rapautuneista kivistä. Kivikasojen valumavedet ja tulva-aikoina avolouhosten ylivuotovedet kulkeutuvat kasojen pohjois- ja koillispuolella kulkevaan Tipasjärveen laskevaan avo-ojaan (Räisänen ym. 2015a).

Taulukko 26. Tipasjärven hylätyn kaivosalueen pintavesien (KIII, KII8) ja järven rantaveden kemiallinen laatu, Sotkamo. Ks. näytepisteet kuvan 54 kartassa. Liukoiset orgaaninen hiili- (C-analysaattori), anioni- (ionikromatografia) ja alkuainepitoisuudet (ICP-OES ja ICP-MS) on määritetty akkreditoidun Labtium Oy:n laboratorioissa Espoossa. Alkuainemääritysten vesinäytteet suodatettiin maastossa erikoissuodattimella (GD/XP 0,45 µm) ja kestävästiin suprapurtyppihapolla (0,5 ml/100 ml).

| Kohdekuvaus | Päiväys | Tunnus | Al | S | Fe | Mn | As | Cd | Co | Cr | Cu | Mo | Ni | Pb | Zn |
|------------------------------------------------------|------------|--------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Oja ennen kaivosaluetta | 10.10.2004 | KIII ¹⁾ | 0,48 | 2,75 | 1,52 | 0,09 | 24 | <0,05 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 0,1 | 10 | 0,2 | 7,8 |
| | 20.6.2016 | KIII | 0,75 | 2,99 | 1,98 | 0,26 | 28 | 0,2 | 9,3 | 19 | 3,4 | 30 | 19 | 0,5 | 14 |
| Lätäkkö lähellä kivikasaa | 10.10.2004 | KII5 ¹⁾ | 5,70 | 80,9 | 29,7 | 0,36 | 3,2 | 0,2 | 31 | 10 | 26 | <0,02 | 67 | 1,3 | 35 |
| Oja, kivikasojen alapuoli | 10.10.2004 | KII8 ¹⁾ | 8,00 | 126 | 80,2 | 0,33 | 38 | 0,4 | 38 | 30 | 39 | 0,04 | 91 | 0,3 | 60 |
| | 20.6.2016 | KII8 | 6,14 | 94,5 | 61,8 | 0,36 | 23 | 0,5 | 50 | 35 | 39 | 13 | 98 | 0,2 | 60 |
| Ympärysoja ennen järveä | 10.10.2004 | KII9 ¹⁾ | 7,53 | 118 | 72,9 | 0,36 | 30 | 0,4 | 37 | 31 | 36 | 0,04 | 98 | 0,2 | 58 |
| Tipasjärven ranta, 50 metrin päästä ojan laskukohtaa | 20.6.2016 | KIII0 | 0,20 | 1,04 | 0,65 | 0,12 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 3,6 | 1,2 | 5,9 | 2,0 | 0,3 | 9,5 |

¹⁾ Vuoden 2004 näyteenottokohdetta vastaava vuoden 2016 mittaus- ja näyteenottopiste (ks. Kuva 54)

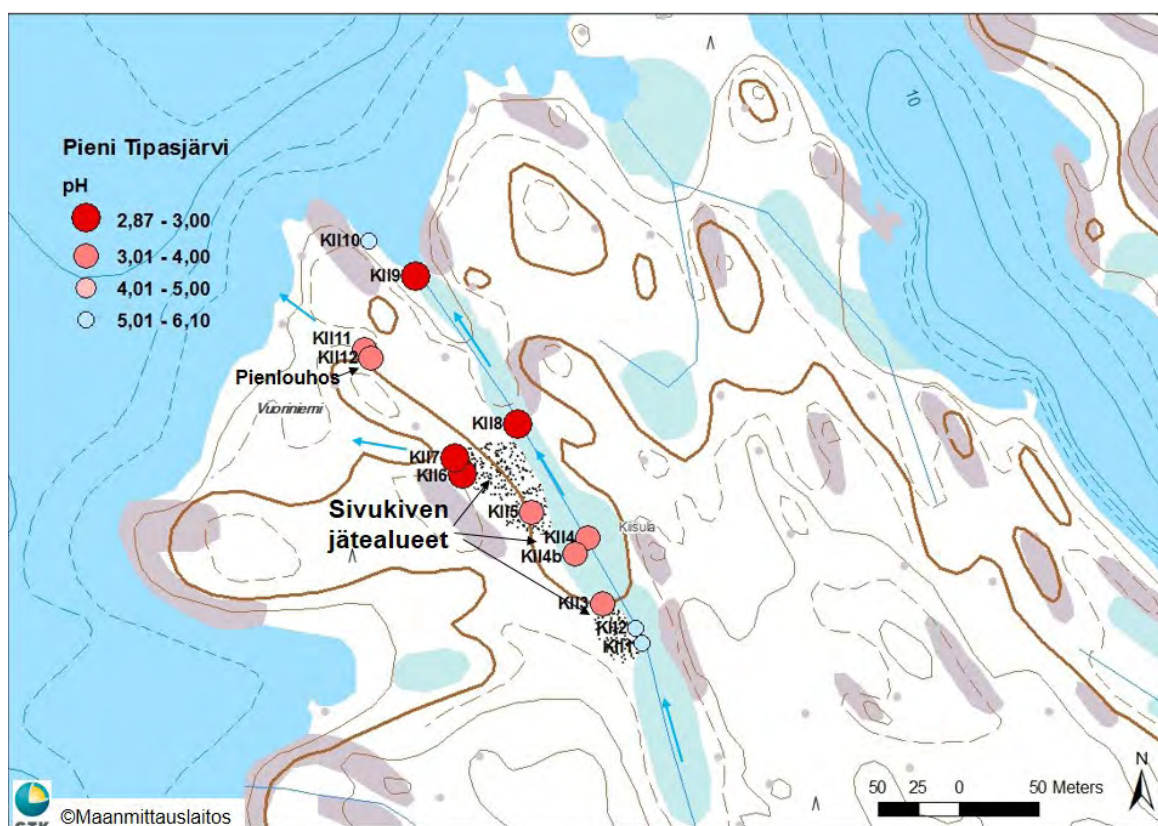
| Kohteen kuvaus | Päiväys | Tunnus | DOC | Br | Cl | NO ₃ | SO ₄ |
|------------------------------------------------------|-----------|--------|------|------|------|-----------------|-----------------|
| | | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Oja ennen kaivosaluetta | 20.6.2016 | KIII | 60 | <0,1 | 0,44 | 0,8 | 7,6 |
| Oja, kivikasojen alapuoli | 20.6.2016 | KII8 | 12 | <0,1 | 0,69 | 0,38 | 280 |
| Tipasjärven ranta, 50 metrin päästä ojan laskukohtaa | 20.6.2016 | KIII0 | 11 | <0,1 | 0,71 | 0,28 | 3,4 |

Vuoden 2004 maastokäynnin yhteydessä otettiin kaivosalueen pintavesistä suodatettuja vesinäytteitä kemiallisen koostumuksen määrittämiseksi. Tulokset osoittivat alueelta Tipasjärveen valuvien pintavesien sisältävän runsaasti rikkiä (81–126 mg/l), rautaa (30–80 mg/l) ja mangaania (0,3–0,4 mg/l) sekä näitä huomattavasti pienempiä pitoisuuksia muita sulfidisia hivenmetalleja ja arseenia ($\leq 60 \mu\text{g/l}$, Taulukko 26). Havainto viittaa kaivosalueen vesillä olevan Tipasjärveä happamoittava vaikutus. Pienimuotoinen tutkimus ei sisältänyt pintavesien kenttämittauksia eikä järveden tai järvisedimenttien laatuselvityksiä.

4.28.2 Maastotarkastus ja pintavesien pH-tulokset

Vuoden 2016 GTK:n maastotarkastuksessa löydettiin kolme kapeaa, vedellä täyttyntä louhosta ja kaksi pienempää pyöreähköä kalliokaivantoa. Louhosten ympäristössä oli rapautuneista sivukivistä ja matalapitoisesta malmikivestä koostuvia jättekivikasoja. Viimemainittujen kasojen kivistä erottui myös rapautumattomia rikkikiisuraitoja. Varsinaisen kaivosalueen luoteispuolelta löytyi kaksi pienlouhosta tai louhoskaivantoa (kohteet KII11 ja KII12, Kuva 54), jotka ovat kooltaan ilmeisesti tutkimuskaivantoja, eikä viime vuosisadan alun kaivostoiminnan pienlouhoksia. Myös näiden kaivantojen ympäristössä oli pienalaisia jättekivikasoja, joiden valumavesien kulkeutumisreiteillä aluskasvillisuus oli kuollut.

Varsinaisen kaivosalueen jätealueita reunustaa avo-oja, joka on täyttynyt rautasäostumasta. Avo-ojan ja jätealueiden välisellä alueella kasvillisuus on kuollut (Kuva 55). Vihreistä kasveista kuollut alue on joissain paikoin tumman ohuen sammaleen



Kuva 54. Tipasjärven kaivosalueen suurimpien jätealueiden sijainnit, pintavesien pH-arvot (pallosymbolit) ja mittauspisteiden tunnukset (ks. Taulukko 27), Sotkamo, Kainuu. pH-mittaukset tehtiin 20.6.2016 kenttäkäyttöisellä Mettler Toledo pH-mittarilla.

peitossa. Oja levenee rantaa kohden rautasakan täyttämäksi suistomaaksi (Kuva 55). Kivikasojen ympärillä, missä valumavesiä ei kulje, ovat kalliokohoumat jäkälän peitossa ja kasvavat mäntyä. Louhosten ympäristössä kasvoi mäntyä ja ohutpeitteisellä maa-alueella myös varpukasvillisuutta ja sammalta.

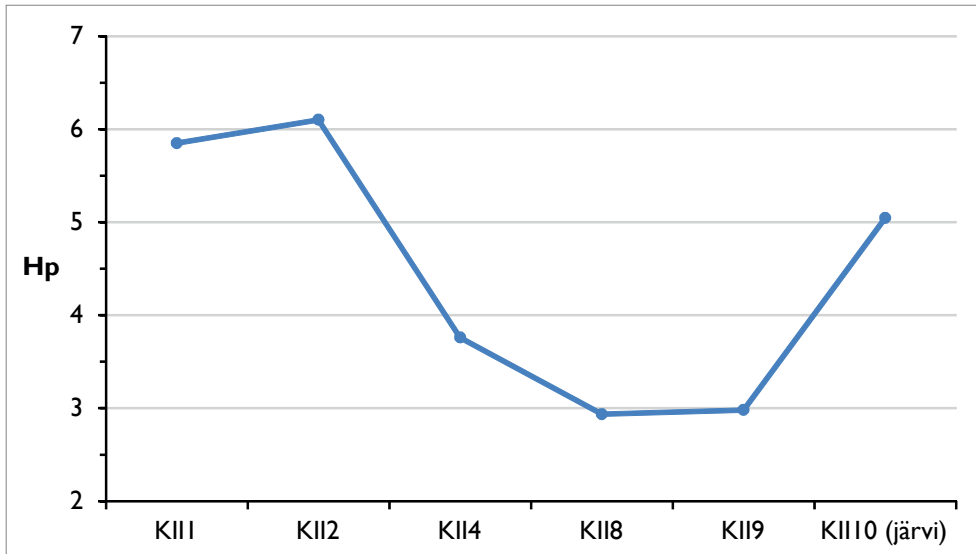
Maastomittausten perusteella niin louhosvedet kuin jätealueilta avo-ojaan valuvat vedet olivat osassa mittauskohteita erittäin happamia, $\text{pH} \leq 3,1$ (Taulukko 27). Yleispiirteensä on, että pintaveden happamuus kasvoi kaivosalueelta järvenrantaan päin (Kuva 56). Huomionarvoista on, että järven ranta-alueen veden pH (5,1) oli alhaisempi kuin ojaveden pH kaivosalueen valumavesien vaikutuspiirin ulkopuolella (5,9–6,1), mikä viittaisi järven ranta-alueen heikkoon happamoitumiseen.



Kuva 55. Vasemmassa kuvassa näkyy Tipasjärven hylätyn kaivosalueen sivukiven jätealuetta ja kuvan etualalla valumavesien kulkeutumisa-alue, jonka kasvillisuus osittain kuollut. Oikeanpuolisessa kuvassa kaivosalueen suoraan Tipasjärveen laskeva oja, Sotkamo, Kainuu. (© A. Tornivaara, GTK)

Taulukko 27. Tipasjärven hylätyn kaivosalueen pintavesien ja louhosvesien mittauspisteiden koordinaatit sekä pH - ja Redox-arvot, Sotkamo, Kainuu (tarkemmat sijainnit kuvassa 54). Mittaukset on tehty 20.6.2016 kenttäkäytössä Mettler Toledo-mittarilla. Pisteet KIII ja KII2 edustavat kaivosalueen valumavesien vaikutusalueen ulkopuolisia kohteita, mutta voivat olla pölyämisen vaikutusalueella.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | pH | Redox mV |
|----------------------------------------------|--------|---------|--------|------|-------------|
| Oja (yläjuoksu) ennen kaivosaluetta | KIII | 7093401 | 601249 | 5,85 | - |
| Oja eteläisimmän louhoksen kohdalla | KII2 | 7093410 | 601245 | 6,10 | - |
| Eteläisin louhos | KII3 | 7093425 | 601224 | 3,09 | 546 |
| Oja kivikasojen edustalla | KII4 | 7093466 | 601215 | 3,76 | - |
| Vesilammikko kivikasojen välissä (etumaasto) | KII4b | 7093456 | 601207 | 3,35 | - |
| Keskimmäinen louhos | KII5 | 7093482 | 601180 | 3,06 | - |
| Pohjoisin louhos | KII6 | 7093506 | 601137 | 2,96 | - |
| Kaivantolampi pikkulouhosten välissä | KII7 | 7093516 | 601132 | 2,87 | - |
| Oja kaivosalueen alapuolella | KII8 | 7093537 | 601171 | 2,94 | 528 |
| Ojan suistoalue järven rannalla | KII9 | 7093629 | 601108 | 2,98 | - |
| Järvivesi 30 m ojan suualueelta länteen | KIII0 | 7093651 | 601079 | 5,05 | - |
| Pienlouhos puiden keskellä | KIII1 | 7093583 | 601076 | 3,44 | - |
| Kaivantolampi puiden keskellä | KIII2 | 7093578 | 601080 | 3,58 | - |



Kuva 56. pH-arvojen vaihtelu avo-ojassa Tipasjärven kaivosalueen ulkopuolelta (KIII ja KII2) kaivosalueen ohitse aina Tipasjärven rantasuistoon (KII9) ja rantaveteen asti (KIII0), Sotkamo, Kainuu (tulokset esitetty tarkemmin taulukossa 27).

Jätekivialueen valumavesiä keräävä ojavesi sisälsi kymmenkertaisesti enemmän rikkiä, rautaa ja alumiinia kuin mitä se sisälsi kaivosalueen vaikutuspiirin ulkopuolella molempina näytteenottovuosina 2004 ja 2016. On myös huomioitava, että kaivosalueen vaikutuspiirin ulkopuolelta otetun ojaveden (KII1) metalli-, rikki- ja arseenipitoisuudet olivat suurempia vuoden 2016 kuin vuoden 2004 vesinäytteessä (Taulukko 26). Tämä viittaisi ojan yläjuoksun kohteen olevan kaivosalueen vaikutuspiirissä esimerkiksi pölyjen leviämisaueella eivätkä sen alkuainepitoisuudet näytä edustavan alueen pintaveden taustapitoisuuksia. Sen sijaan kaivosalueella ojaveden pitoisuudet olivat usean alkuaineen osalta pienempiä vuoden 2016 kuin vuoden 2004 näytteissä. Sulfaattisen rikin, raudan ja alumiinin pitoisuudet laskivat neljäsosan, kun taas hivenmetallien pitoisuudet pysyivät samalla tasolla tai hieman kasvoivat. Poikkeuksena oli arseeni, jonka pitoisuus oli lähes puolta pienempi 2016 kuin 2004. Tämä viittaisi rautasaostumien parempaan arseenin pidättämiskykyyn vuonna 2016 kuin 2004. Sen sijaan hivenmetallien pidättyminen ojaan kertyviin saostumiin näyttäisi heikentyneen. Pitoisuudet eivät kuitenkaan olleet poikkeavan suuria, yleensä alle 0,1 mg/l. Mangaanipitoisuus oli muita hivenmetalleja suurempi noin 0,4 mg/l.

Yhteenvedona voidaan todeta, että kaivosalueen kuormitus Tipasjärveen sisältää runsaasti liukoista rikkiä, rautaa ja alumiinia, joiden pitoisuudet laimenevat sadasaan vuoden 2016 mittausten mukaan. Sen sijaan potentiaalisesti haitallisten alkuaineiden pitoisuudet Tipasjärven rantavedessä olivat pieniä. Kaivosalueen järveen kohdistuvien ympäristövaikutusten tarkempi arviointi edellyttäisi lisäselvitystä järiveden ja -sedimenttien laadusta ranta-alueella.

4.28.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Tipasjärven hylätty kaivos on ollut toiminnassa 1900-luvun alkupuolella, jolloin käytössä ei ollut kaivostoimintaa sääntelevää ympäristölainsäädäntöä. Kaivosta ei ole jälkitarakkailtu millään tavoin ja ympäristöviranomaiset eivät ole tiedostaneet kyseisen kaivoksen olemassaoloa. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Tipasjärven Kiisulan vanha kaivosalue on karenssissa Sotkamo Silver Oy:n umpeutuneen varauksen jälkeen (Tukes 2016).

4.28.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Kaivosalue sijoittuu maakuntakaavassa maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle. Vuoriniemi-Kalliolammen maasto (KAO110115) on luokiteltu luonnon- ja maisemasuojelun kannalta arvokkaaksi kallioalueeksi. Vuoriniemen alue sijaitsee hylätyn kaivosalueen läheisyydessä ja Kainuun maakuntakaavassa se on osoitettu myös luonnonsuojelualueeksi tai -kohteeksi (SL, Vuoriniemi FI1200604) ja se kuuluu luontomatkailun kehittämisalueeseen. Hylätyn kaivoksen läheisyydessä on vireillä Tipasjärven ranta-asemakaavan laatiminen, johon kuitenkin Vuoriniemen alue ei sisälly.

Tipasjärven hylätty kaivosalue sijaitsee talousmetsäalueella, jonne on vesiyhteys, muttei tieyhteyttä. Etäisyys lähimpään asutukseen on vajaat 1,5 kilometriä. Tieyhteyden puuttuminen vaikeuttaa alueen kunnostusta ja nostaa kunnostuskustannuksia esimerkiksi jätealueiden peittomateriaalien ja happamien valumavesien puhdistukseen tarvittavien materiaalien (ja/tai kemikaalien) kuljetusten osalta. Suosituksena on selvittää kaivosalueen happaman vesikuormituksen vaikutukset Tipasjärven veden ja pohjasedimenttien kemialliseen laatuun sekä järvieliöstöön. Kaivosalueen happoa tuottavan ominaispiirteen vuoksi suositeltavaa on, että alueellinen ELY-keskus keskustelee maan omistajan kanssa kaivosaluetta koskevista maankäyttörajoituksista, jotka estäisivät hapontuoton tehostumista.

4.29 Vihanti

Sijainti: Lampinsaari, Raahe, Pohjois-Pohjanmaa

Malmi: Zn, Cu, Pb

Toiminta-aika: 1954–1992

Kokonaislouhinta: 30,8 Mt, josta rikastetun malmikiven osuus oli 28 Mt.
Maanalainen louhinta.

Rikastushiekka: 13,7 Mt sijoitettiin jätealueelle ja n. 10,7 Mt maanalaiseen kaivokseen.

Sivukivi: 2,8 Mt, jotka sijoitettiin maanalaiseen kaivokseen.

Lähteet: Laatio 1957, Puustinen 2003



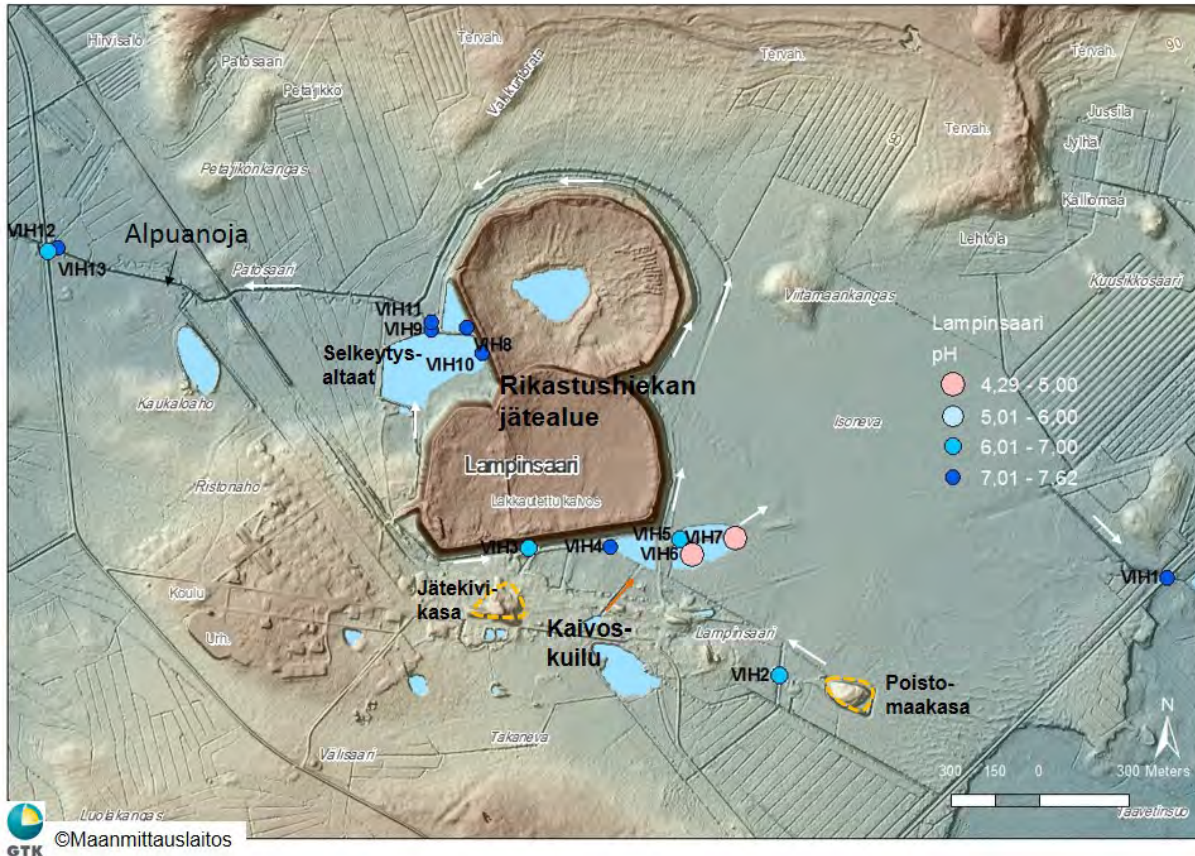
4.29.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Noin 90 hehtaarin laajuinen rikastushiekan jätealue on padottu suolle; turve- ja silttipetteiselle moreenimaalle. Jätteen alapuolella turvekerros on massan painosta tiivistynyt muodostaen vesitiiviin pohjarakenteen (Antila & Hartikainen 1980). Jätealueen alkupadot on tehty alueen savimoreenista ja patojen korotukset rikastushiekan karkeasta fraktiosta. Patopenkereiden ulkoluisikat on osassa jätealuetta verhoitu sivukivilouheella (Tuovinen 1999). Jätealueen länsipuolella on suolle padottu entinen selkeytysallas, joka on kaivostoiminnan päätyttyä muuttunut luontaisesti kosteikkoaltaaksi. Jätealueen keskellä on ollut myös kiintoaineksen laskeutumisas, joka on nykyään aika-ajoin veden täyttämä (lähinnä keväällä lumen sulamisvesistä).

Kaivoksen sulkemisen jälkeen 1990-luvulla jätealue maisemoitiin ja peitettiin. Ilmakuvaan mukaan suurin osa jätealueesta on kasvillisuuden peitossa, puustona nuorta lehti- ja havupuupuustoa. Keskiosat ovat heikommin kasvittuneet ja aika-ajoin veden peitossa. Jätealue on yleisessä virkistyskäytössä. Alueella on ajoväyliä, kävely- ja pyöräilypolkuja sekä muutamia tulentekopaikkoja (laavuja).

Oulun yliopiston Sassi-Päkkilän (2007) mukaan rikastushiekan pintaosa oli hapettunut jätealueen reunaosissa, mutta keskiosien pintakerrokset olivat heikommin hapettuneita. Tämä viittaisi rikastushiekan olevan vielä suurimmaksi osaksi hapettumaton. Alemmat rikastushiekkakerrokset olisivat täten veden kyllästämiä ja pelkistyneitä. Tätä päätelmää tukevat myös GTK:n vuoden 2013 havainnot jätealueen länsi- ja eteläosan suotovesistä, jolloin suotovesien pH oli mittauksissa lähes neutraali (Kuva 57, Räisänen 2015b). Näistä poikkeava tulos mitattiin jätealueen kaakkoispuolen kosteikkoaltaiden vesistä, jotka olivat happamia, $\text{pH} < 4$ (Kuva 57 ja Taulukko 28, Räisänen 2015b). Räisänen ym. (2015a) mukaan kosteikkoaltaiden vesien happamuus aiheutuisi kosteikkoaltaita rajaavan tiepenkereen voimakkaasti rapautuneista sulfidipitoisista jättekivistä eikä jätealueen suotovesien laatumuutoksista matkalla suotokohteista kosteikkoaltaille.

GTK:n vuoden 2013 pintavesitutkimusten mukaan entisiltä selkeytysaltailta (kosteikkoaltailta) ja jätealueen luoteis- ja pohjoispuolen ympärysojasta Alpuanojaan kulkeutuvien vesien pH oli neutraali tai lähes neutraali (Räisänen 2015b). Jätealueen valumavesikuormitus lisäsi Alpuanojan veden suolaisuutta, lähinnä sulfaatti-, alkali- ja maa-alkalipitoisuutta.



Kuva 57. Vihannin Lampinsaaren suljetun kaivosalueen jätealueiden sijainnit, pintavesien pH-arvot (pallosymbolit) ja virtaussuunnat (valkoinen nuoli), taustana laserkeilausaineisto, Raahen, Pohjois-Pohjanmaa. Maanlaisesta kaivoksesta (kuilusta) avo-ojaan purkautuvan veden virtaussuunta on merkitty punaisella nuolella. Pintavesien pH-mittaus on tehty GTK:n toimesta 2.-3.9.2013 YSI Professional Plus-monianturimittarilla (Räisänen 2015b).

Saarelan väitöskirjatutkimuksen (1990) rikastushiekan jätealueen pohjavesivaikutukset rajautuvat jätealueen lähiympäristöön, eikä niitä ollut osoitettavissa pohjoispuolen pohjavesimuodostumassa.

4.29.2 Kaivosalueen jälkitarkkailun tuloksia

Pöyry Finland Oy on tehnyt Vihannin kaivoksen jälkitarkkailua Outokumpu Mining Oy:n toimesta. Vuoden 2016 tarkkailuraportin mukaan kaivosalueen vesien Alpuanojaan aiheuttama kuormitus oli vuonna 2015 ollut 257 g/d rautaa, 95 g/d sinkkiä, 0,11 g/d lyijyä ja 0,08 g/d kadmiumia. Sulfaatin osalta kuormitus oli 772 kg/d. Esitetyt kuormitukset ovat kesäkuun ja syyskuun kuormitusten keskiarvoja. Kuormituksessa ei ollut havaittavissa suuria muutoksia aikaisempaan. (Pöyry Finland Oy 2016c)

Pöyry Finland Oy:n (2016c) havaintoputkien vesitulosten perusteella kaivosalueen vaikutus pohjavesiin näkyy lähinnä sähköjohtokyvyn ja rautapitoisuuksien kasvuna. Jätealueen eteläpuolen havaintoputken ja kaivoskuilusta avo-ojaan purkautuvat pohjavedet sisälsivät aika ajoin talousveden laatusuosituksen ylittäviä kadmium- (> 5 µg/l, STM 1352/2015) ja sinkkipitoisuuksia (> 3 mg/l aikaisempi talousvesiasetus 74/1994). Muissa jätealueen ympäristön havaintoputkien ja Alpuan harjun pohjavesien Cd- ja Zn-pitoisuudet olivat pieniä ja alittivat ko. metallien talousveden laatuvaatimukset. Kaivosalueen pinta- ja pohjavesien tarkkailu jatkuu vuoteen 2018 saakka. (Pöyry Finland Oy 2016c)

Taulukko 28. Vihannin Lampinsaaren suljetun jätealueen ympäristön pintavesien fysikaalinen laatu, Raabe, Pohjois-Pohjanmaa (ks. Kuva 57). Vesien laadun mittaukset on tehty 2.-3.9.2013 (Räisänen 2015b). Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpötila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|-------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| Taustaalueen suo-oja, turvetuotantoalueen vieressä | VIH1 | 7144071 | 412790 | 10,5 | 7,37 | 22 | 14,2 | 19,6 | 26 | 2,89 |
| Tieoja (tuuletuskuilu) | VIH2 | 7143741 | 411485 | 11,0 | 6,55 | 179 | 91,6 | 125 | 42 | 4,64 |
| Suotoveden keräysoja (jätealueen eteläpato) | VIH3 | 7144171 | 410640 | 13,0 | 6,03 | 74 | 253 | 329 | 11 | 1,16 |
| Kosteikkoallas-1 | VIH4 | 7144172 | 410917 | 14,2 | 7,46 | 128 | 236 | 298 | 80 | 8,09 |
| Kosteikkoallas-2 | VIH5 | 7144198 | 411151 | 15,2 | 6,08 | 179 | 1765 | 2172 | 91 | 9,10 |
| Kosteikkoallas-3 (ka) | VIH6 | 7144149 | 411142 | 14,3 | 4,29 | 245 | 1954 | 2458 | 84 | 8,51 |
| Ulosvirtauskosteikkoallas3:sta | VIH7 | 7144205 | 411336 | 14,0 | 4,31 | 259 | 1901 | 2406 | 69 | 7,1 |
| Pienen kosteikkoallas (entinen selkeytysallasosa) | VIH8 | 7144895 | 410447 | 11,1 | 7,01 | 189 | 118 | 160 | 39 | 4,25 |
| Kosteikkoaltaan (entisen selkeytysaltaan) purku suo-ojaan | VIH9 | 7144903 | 410312 | 10,2 | 7,18 | 81 | 244 | 339 | 40 | 4,40 |
| Länsipadon viereinen suotoalue, entinen selkeytysallas | VIH10 | 7144825 | 410485 | 14,0 | 7,62 | 111 | 142 | 179 | 64 | 6,58 |
| Kosteikkoaltaan (entisen selkeytysaltaan) purkukohta Alpuanojassa | VIH11 | 7144930 | 410312 | 13,1 | 7,25 | 59 | 194 | 255 | 54 | 5,66 |
| Alpuanoja ennen maantienalitusta | VIH12 | 7145176 | 409057 | 7,2 | 7,43 | -24 | 103 | 156 | 82 | 9,80 |
| Alpuanoja ennen maantienalitusta | VIH13 | 7145166 | 409023 | 10,3 | 6,88 | 34 | 109 | 151 | 77 | 8,58 |

4.29.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Pohjois-Suomen vesioikeus antoi Vihannin kaivokselle vesilain mukaisen luvan 6.6.1964 (PSVEO 35/64/I). Oulun lääninhallitus antoi 10.9.1993 jätehuoltolain 21 §:n mukaisen päätöksen jätehuoltosuunnitelmasta. Siinä annettiin määräykset muun muassa jätteiden ja kemikaalien käsittelystä, kaivosalueen siistimisestä, jätealueen maisemoinnista ja kaivoksen vanhan kaatopaikan tarkkailusta. Jätevesien johtamisesta ympäristöön ei annettu tarkkailumääräyksiä. Päätöksessä määrättiin, että mikäli rikastusjätteitä aletaan hyödyntämään, on hyödyntämisestä oltava yhteydessä säteilyturvakeskukseen. Säteilyturvakeskuksen 17.7.1992 päivätty lausunto (1001/340/92) perustui vuosina 1981–1982 tehtyyn Vihannin kaivosalueen ympäristön radioaktiivisuuden perustilaselvitykseen. Lausunnossa korostettiin jätealueen multauksen ja heinittämisen tärkeyttä, jotta gammasäteilyn annosnopeutta saadaan vaimennettua riittävästi ja multauksella estettyä alueen pölyämistä ja siten vältettyä hengityksen kautta aiheutuvaa säteilyaltistusta.

Vihannin ympäristölautakunta teki 28.5.1996 kaivosalueelle tarkastuksen ja tarkastusmuistiossa korostui jätealueen pölyäminen. Tarkastuksella keskusteltiin perunatehtaan lietteen käyttämisestä jätealueen lannoitukseen. Ympäristölautakunta 12.6.1996 päivätyssä kirjeessään pyysi Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskusta ryhtymään toimenpiteisiin, jotta jätealueen pölyäminen saadaan estettyä. Ympäristökeskus kirjelmöi asiasta kaivosyhtiöön ja elokuun 1996 sekä vuonna 1997 tehtyjen tarkastuskäyntien yhteydessä todettiin, että jätealueen maisemointia oli toteutettu lääninhallituksen päätöksen edellyttämällä tavalla.

Kaivostoiminnan päätyttyä ensimmäinen alueen jälkitarkkailuun liittyvä ohjelma hyväksyttiin vuonna 1992. Nykyinen tarkkailuohjelma kattaa vuodet 2008–2017. Valvontaviranomaisen suorittama kattavampi tarkastuskäynti tehtiin vuonna 2012. Tarkastuksen yhteydessä urakoitsijan (Profood Oy) edustaja kertoi, että lietemassaa on levitetty vuodesta 2002 alkaen ja arvioi, että levitysalaa on vielä noin 5–10 vuodeksi.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Vihannin Lampinsaaren suljettu kaivosalue on karenssissa Magnus Minerals Oy:n umpeutuneen valtauksen jälkeen (Tukes 2016).

4.29.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Vihannin Lampinsaaren kaivosalue on Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavassa merkitty kulttuuriympäristön ja maiseman vaalimisen kannalta tärkeäksi alueeksi. Kaivosalueen pohjoispuolella on Alpua-Lumijärven pohjavesialue (Nro 11926003). Maakuntakaavan pohjavesiosia-alueen rajausta menee rikastushiekka-alueen pohjoisosan poikki.

Lampinsaaren suljetun kaivosalueen tarkkailuraportin mukaan rikastushiekan jätealueen kuormitus lisää alapuolisen vesistön, Alpuanojaveden suolaisuutta mm. lisäten veden sulfaattipitoisuutta (Pöyry Finland Oy 2016c). Erylistä huomiota pitäisi kiinnittää eliöihin kertyvien metallien, kuten kadmiumin seurantaan. Tarkkailutulokset eivät sisältäneet tietoja alkali- ja maa-alkalimetallikuormituksesta, joilla voi olla pintavesien suolaisuutta lisäävä vaikutus. Sen sijaan tarkkailutiedot osoittivat, että jätealueen hivenmetallikuormitus Alpuanojaan olisi nykyisin pientä.

GTK:n vuoden 2013 maastokäynnin yhteydessä havaittiin, että jätealueen kaakkoispuolen kosteikkoaltailta poistuu suoalueelle happamia vesiä. Tämän selvityksen käytössä olevan aineiston pohjalta ei voida arvioida vesien alkuperää ja vaikutuksia suoalueen pintavesiin. Suosituksena on tarkastaa tarkkailuohjelman sisältö ja lisätä tarkkailupisteitä myös kaakkoispuolen kosteikkoaltaille ja vesien kulkureitille. Tärkeää on selvittää, mikä osuus kosteikkovesien happamoitumiselle on avo-ojaan laskevilla kaivoskuiluvesillä ja mikä kosteikkoaltaiden penkereiden sulfidipitoisilla jätekuiluilla. Erillistutkimuksen tai tarkkailutulosten perusteella tulee laatia kunnostussuunnitelma suolle valuvien happamien vesien neutraloinnin tehostamiseksi.

Kaivoksen uraani-fosforimineralisaation vuoksi kaivostoiminnan päätyttyä maanalaisesta kaivoksesta purkautuva vesi sisälsi myös uraania. Uraanin määrittäminen ei ole sisällytetty voimassa olevaan tarkkailuohjelmaan. Suosituksena on, että vuoden 2017 tarkkailuun tulee sisällyttää uraanin määrittäminen ja jos havaitaan uraania kulkeutuvan taustaa enemmän alapuoliseen vesistöön, tulee uraanimittaukset sisällyttää jatkossa tarkkailuohjelmaan. GTK:n selkeytysallasalueen kosteikkotutkimuksessa havaittiin kohonnut U-pitoisuus myös Alpuanojan vedessä. Alpuanojaan uraania kulkeutuu ilmeisesti myös jätealueen suotovesistä sen länsi- tai pohjoisreunoilta. Täten suosituksena on selvittää, mistä kohden jätealuetta liukoista uraania kulkeutuu suotovesien keräysojiin ja mikä osuus kaivoskuilusta purkautuvalla U-pitoisella vedellä on Alpuanojan pitoisuuteen (ja sen vaihteluun).

Tarkkailuohjelman sisältö tulee laatia riittävän laajaksi, jotta saatujen tulosten pohjalta voidaan arvioida lisäkunnostustarvetta. Kunnostustoimien suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnonsuojeluviranomaiseen.

4.30 Vuonos

Sijainti: Outokumpu, Pohjois-Karjala

Malmi: Cu, Co, Ni, Zn, (myös Se, Ag, Au)

Toiminta-aika: 1972–1985

Kokonaislouhinta: 15,6 Mt, josta rikastetun malmikiven määrä oli n. 11 Mt. Malmikiveä louhittiin avolouhoksesta ja maanalaisesta kaivoksesta.

Rikastushiekka: n. 9 Mt. Talkki-nikkelimalmia on kuljetettu Polvijärven rikastamolle useista talkkikaivoksista.

Sivukivi: 4,6 Mt

Lisätiedot: Sulkemisen jälkeen kaivoksen rikastamo siirtyi talkkituotannon käyttöön. Talkin rikastus nikkelin ohella käynnistyi jo vuonna 1978.

Lähteet: Puustinen 2003, Räisänen ym. 2015a



4.30.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Rikastushiekan jätealue (120 ha) sijoittuu Hyttisuolle ja on nykyisin talkkituotannon käytössä. Aiemman metallikaivostoiminnan rikastushiekka on peittynyt talkkituotannosta syntyvällä rikastushiekalla (Kuva 58). (Räisänen & Korhonen 2015).

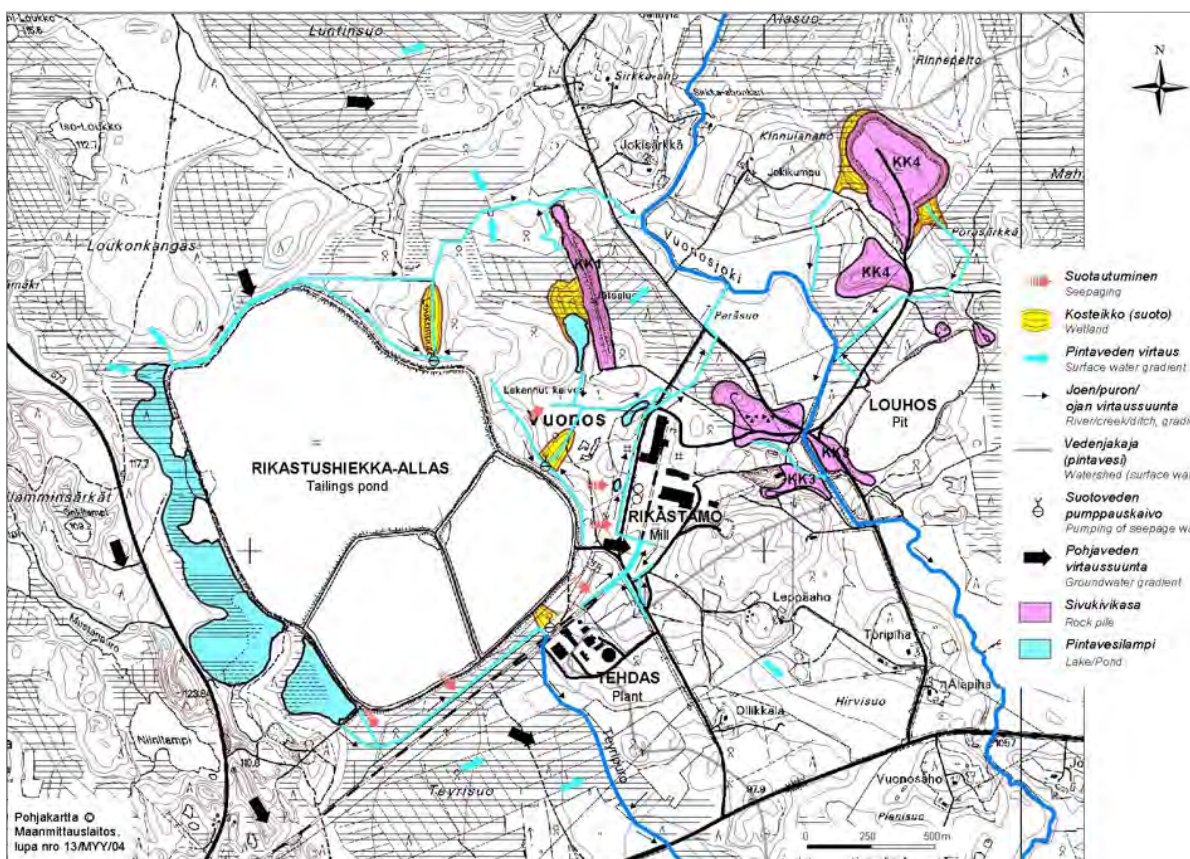


Kuva 58. Vuonosin suljetun Cu-Co-Ni-kaivoksen rikastushiekka-alue on nykyisin talkkituotannon käytössä ja kuvassa näkyvä pintaosasta rapautunut (oranssinvärinen), vanha rikastushiekka on jäänyt talkkituotannosta syntyvän (harmaan) rikastushiekan alle. (© A. Tornivaara, GTK)

Vanhan kaivoksen avolouhoksen sivukivet on läjitetty suomaalle ja/tai suota reunstavan moreenikumpareen rinteeseen (Kuva 59). Vedellä täyttyneen kaivoskuilun ja entisen murskaamorakennuksen etelä- ja itäpuolen sulfidipitoiset kivikasat on läjitetty osittain moreenille ja osittain kallion päälle. Louhoksen lähellä olevat, koillis- ja lounaispuolen kivikasat on sijoitettu moreenimaalle. (Räisänen & Korhonen 2015)

Osassa sivukiven jätealueita suotovesilammikoiden vedet olivat lievästi happamia ja sisälsivät runsaasti liukoista alumiinia, kalsiumia, magnesiumia, rikkiä (sulfaattina), nikkeliä, sinkkiä ja mangaania. Näiden jätealueiden suotovesivaikutusta, alapuolisen Vuonosjoen veden laatuun, ei voitu kuitenkaan erottaa ratapihan ja entisen kaivostunnelin ympäristöön läjitetyn jättekivialueen valumavesien vaikutuksista. (Räisänen & Korhonen 2015)

Sivukiven jätealueiden vaikutusta ympäristön pohjaveteen tutkittiin vain rikastushiekan jätealueen koillispuolen sivukivikasan ympäristössä (KK1, Kuva 59). Tulokset osoittivat vaikutuksen ilmenevän pohjaveden rautapitoisuuden (44 mg/l) ja suolaisuuden kasvuna (S: 95 mg/l, Ca: 66 mg/l, Mg: 20 mg/l). Pitoisuudet olivat lähes kymmenkertaiset kuin vastaavien alkuaineiden luontaiset pitoisuudet. Haitallisten metallien pitoisuudet, mangaania lukuun ottamatta, olivat luontaisia pitoisuuksia pienemmät. (Räisänen & Korhonen 2015)



Kuva 59. Vuonosksen suljetun kaivoksen sivukiven (violetti alue) ja rikastushiekan (valkoinen) jätealueet, pintavesiuomat ja niiden virtaussuunnat (musta/vaaleansininen nuoli) sekä pohjaveden virtaussuunnat (paksu mustanuoli), Outokumpu, Pohjois-Karjala (Räisänen & Korhonen 2015). Keltaiset alueet ovat suotovesikosteikkoja.

4.30.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Metallimalmikaivoksen vanhat vesioikeuden luvat (ISVEO päätösnumero 59/II/69, 60/Va/72 ja 36/Va/80) liittyivät vesien johtamiseen kaivosalueelle tai jätevesien johtamiseen vesistöön. Nykyisin alue toimii Mondo Minerals:n kaivospiirinä (Tukes 2016), jolle Itä-Suomen ympäristölupavirasto on myöntänyt ympäristöluvan 30.8.2007. Luvasta valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen ja hallinto-oikeus muutti lupamääräystä 1. Itä-Suomen aluehallintovirasto on 27.2.2014 antanut Vuonoksen rikastamon ja talkkitehtaan toiminnan muutosta koskevan ympäristölupapäätöksen nro 15/2014/1. Vanhan kaivoksen sivukivikasat kuuluvat vain pieneltä osin kaivospiiriin.

4.30.3 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Alue kuuluu Joensuun seudun yleiskaavaan 2020 (erityisalue, kaivosalue). Kaivosalueen rikastushiekan jätealueen länsipuolella on Onkilamminsärkät-niminen vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue (0730917). MATTI-tietojärjestelmässä on merkintä mahdollisesti saastunut maa-alue.

Vuonna 2015 tehty sivukivialueiden nykytilaselvitys toi esille, että osassa sivukivialueita suotovedet ovat happamia tai lievästi happamia ja sisälsivät kohonneita nikkelpitoisuuksia. Suositeltavaa on selvittää, onko sivukiven jätealueiden Ni-pitoisilla valumavesillä Vuonosjoen veden laatua heikentävää vaikutusta vai puhdistuvatko valumavedet jätealueiden suotokohteisiin muodostuneilla kosteikoilla. Mikäli jätealueilla on lisäselvitysten mukaan vaikutusta Vuonosjoen veden kemialliseen laatuun, on syytä laatia lisäkunnostussuunnitelma nikkeliuormituksen vähentämiseksi.

4.31 Ylöjärvi



Sijainti: Ylöjärvi, Pirkanmaa

Malmi: Cu, W, As

Toiminta-aika: 1943–1966

Kokonaislouhinta: 4,2 Mt, josta malmikiven osuus oli n. 4 Mt. Aluksi malmia louhittiin avolouhoksesta ja 1951 siirryttiin maanalaiseen louhintaan.

Rikastushiekka: 2,8 Mt, josta n. 1,1 Mt sijoitettiin toiminnan aikana tai sen loppuvaiheessa kaivostunneleihin.

Sivukivi: 0,2 M

Lähteet: Puustinen 2003

4.31.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Malmia louhittiin ensin avolouhoksesta ja pian maanalaisen louhintaan siirtymisen jälkeen louhinta eteni järven alle, minkä takia järven eteläosa ja myöhemmin koko järvi väliaikaisesti kuivattiin. Pääosa malmista sijaitsi Parosjärven etelä- ja itärannalla. Parosjärven veden pinta nostettiin 1970-luvulla, jolloin veden alle jäivät avolouhokset, kaivoskäytävät ja osa vanhasta jätealueesta. Vanhempi rikastushiekan jätealue (4 ha) sijaitsee Parosjärven eteläpäässä ja on nykyisin suurimmaksi osaksi veden peittämänä (Kuva 60). Toiminnan aikana järven eteläpää kuivattiin ja jätealue erotettiin muusta järvestä penkereellä. Jätealueen pohjamaana on tiivistynyt järvilieju. Jätealueen pohjan maaperärakennetta ei tunneta tarkemmin. Toinen rikastushiekan jätealue (17 ha) otettiin käyttöön ensimmäisen täytyttyä vuonna 1952. Uudempi jätealue sijoittuu Parosjärven eteläpuolelle, missä pohjamaana on tiivistynyt turve suoalueella. Reuna-alueilta jätealue rajautuu kalliomäkiin tai moreenin peittämiin kumpareisiin (Carlson ym. 2002). Pöyryn (2014) laskelmien mukaan jätealue sisältää n. 4 600 t arseenia, 580 t kupari, 530 t sinkkiä ja 440 t volframia. Jätekasa on paikoin peittämätön ja sen tiedetään sisältävän sulfideja sekä happoa muodostavaa bakteeritoimintaa, minkä seurauksena suotovedet sisältävät ympäristön kannalta haitallisia määriä raskasmetalli-, arseeni- ja suolapitoisuuksia (Carlson ym. 2002).

GTK:n vuonna 2002 tehdyn selvityksen mukaan alueen ulkopuolelle ympäristöhaittojen yhtenä keskeisenä päästölähteenä on Parosjärvi, johon laskevat pääjätealueen valumavedet ja Saarijärven (ja Vääräjärven) laskupuron vedet (Carlson ym. 2002). Parosjärvi kerää lähes koko Ylöjärven kaivosalueen pintavesivaluman, ja järven pohjalla ja lounaisrannalla on rikastushiekan ja vesien selkeytyksestä syntyneitä hienojakoista lietettä, jonka hajotessa vapautuu veteen arseenia, raskasmetalleja ja sulfaattia. Vuoden 2002 havaintojen mukaan Parosjärvestä laskevassa purossa arseenipitoisuudet ylittivät WHO:n asettaman juomaveden enimmäispitoisuuden (10 µg/l) moninkertaisesti. Raskasmetallien pitoisuudet jäivät puolestaan jo Parosjärven osalta alle talousveden raja-arvojen (STM 1352/2015). Puroveden As-pitoisuus oli edelleen selvästi koholla (43–84 µg/l) noin 500 metrin päässä järven padosta. Puroon yhtyy useita oja ja puroja ennen ja jälkeen sen laskemista Vähä-Vahantajärveen. Vahantajoessa järven alapuolella ennen sen laskemista Näsijärveen mitattiin velvoitetarkkailun yhteydessä arseenipitoisuuksia, jotka vaihtelivat 5–25 µg/l välillä, keskiarvon ollessa 13,3 µg/l (Carlson ym. 2002).



Kuva 60. Vasemman puoleisessa kuvassa pintaveden fysikaalista mittausta Ylöjärven suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen padon läheisyydessä. Etualalla nähtävissä suotoveden synnyttämä uoma. Oikeanpuoleisessa kuvassa Parosjärvi, jonka pinnan alla on sijoitettuna kaivostoiminnan alkuvaiheen rikastushiekat, Pirkanmaa. (© H. Kovalainen, POPELY)

Kaivosalueen ympäristötutkimusten yhteenvetoraportista ilmenee, että vuonna 2012 tehdyissä mittauksissa Parosjärveltä lähtevän puron arseenipitoisuudessa oli selvä ero aiempiin mittauksiin nähden (Pöyry 2014). Vuonna 2012 kahdessa järven padon läheisessä mittauspisteessä As-pitoisuudet olivat 143 $\mu\text{g/l}$ ja 117 $\mu\text{g/l}$, kun vaihteluväli on ollut aiempina mittausvuosina (1976–2001) 6–96 $\mu\text{g/l}$ välillä. Vuosien 1976–1989 aikana As-pitoisuuden yhteenlaskettu keskiarvo samoissa mittauspisteissä oli 34 $\mu\text{g/l}$ ja vuosien 1991–2011 keskiarvo oli noussut jo lähes puolella ollen 66 $\mu\text{g/l}$. Selvästi kohonneen arseenipitoisuuden syitä olisi hyvä selvittää jatkotutkimuksin ja seurata pitoisuuksien kehittymistä säännöllisellä tarkkailulla.

4.31.2 Maastotarkastus ja veden laadun mittaus

Kaivosalue on nykyisin Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen käytössä, ja alue on vartioitu sekä osittain aidattu. Pirkanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksien sekä GTK:n tutkijat tekivät yhdessä Ylöjärven kaivoksen jätealueelle Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen isännöimänä maastotarkastuskäynnin 27.9.2016. Tarkastuksen yhteydessä mitattiin rikastushiekan jätealueiden ympäröivien vesien fysikaalista tilaa YSI Plus Professional-monianturimittarilla (Kuva 60).

Ylöjärven uudemmalla rikastushiekka-alueella suoritetaan armeijan toimesta räjäytyskokeita, joten jätealueen keskiosaan ei pääse muodostumaan kasvillisuuspeitettä ja puustoa kasvaa näin ollen vain alueen reunaosissa. Reuna-alueet on 1980-luvun lopulla peitetty moreenilla. Rikastushiekka-alueen ympärillä on 4 lampea/lampareita, joiden veden pH-arvo vaihteli tarkastuskäynnillä 3,5–4,5 välillä (Kuva 61, Taulukko 29). Jätealueen suotovedet kulkeutuvat ympäröiviin lampiin ja ojiin, ja virtaavat edelleen alueen järvien ja Vahantajoen kautta Näsijärveen. Länsipuolen suotovedet kulkeutuvat Hirvijärven kautta Vahantajokeen, kun taas suurin osa kaivosalueen vesistä kulkeutuu ojien myötä suoraan tai Vääräjärven ja/tai Saarijärven kautta Parosjärveen ja sieltä edelleen Vahantajokeen (Kuva 61). Vanhemman rikastushiekka-alueen peittävän Parosjärven veden pH-arvoksi mitattiin 5,8. Rikastushiekan valumavesien vaikutus näkyi suotovesien lisäksi selvästi myös alapuolisten pintavesien sähkönjohtavuudessa, Redox-arvoissa ja happipitoisuuksissa (Taulukko 29).



Kuva 61. Ylöjärven suljetun kaivosalueen rikastushiekan jätealueen (oranssi katkoviiva) sijainnit, pintavesien pH-arvot (pallosymbolit), kohdetunnukset (ks. Taulukko 29) sekä vesien virtaus-suunnat (sininen nuoli) pohjana laserkeilausaineisto, Pirkanmaa. Mittaukset tehty 27.9.2016.

Taulukko 29. Ylöjärven suljetun kaivosalueen pintavesien ja louhosvesien mittauspisteiden koordinaatit (ks. sijainnit kuvasta 61) ja veden fysikaaliset mittaustulokset, Pirkanmaa. Mittaukset tehty 27.9.2016. Ks. menetelmäkuvaukset ja selitykset taulukosta 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus | Xkoord | Ykoord | Lämpöila °C | pH | Redox mV | SKJ mS/m | SKJ 25 °C mS/m | Happi-% % | Happi mg/l |
|--------------------------------------------|--------|--------|---------|----------------|------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|
| RH-kasan viereinen lampi | YLO1 | 314095 | 6834482 | 11,3 | 4,45 | 269 | 85 | 116 | 75,9 | 8,3 |
| Suoto-oja | YLO2 | 314158 | 6834501 | 11,6 | 5,05 | 217 | 88 | 118 | 83,6 | 9,1 |
| Lampi | YLO3 | 313876 | 6834469 | 11,6 | 3,95 | 316 | 53 | 71 | 94,7 | 10,3 |
| Kosteikko | YLO4 | 313970 | 6834974 | 12,0 | 3,58 | 423 | 75 | 99 | 33,4 | 3,6 |
| Puron alkupää | YLO5 | 314305 | 6835128 | 10,6 | 3,41 | 401 | 134 | 185 | 10,1 | 1,1 |
| Parosjärven ja rhk-alueen välinen puro | YLO6 | 314400 | 6835337 | 10,4 | 5,37 | 193 | 57 | 79 | 85,9 | 9,6 |
| Parosjärvi | YLO7 | 314365 | 6835405 | 11,7 | 5,78 | 228 | 8 | 10 | 81,2 | 8,8 |
| Saarijärvestä Parosjärveen laskeva puro | YLO8 | 314096 | 6835422 | 11,5 | 5,58 | 271 | 5 | 6 | 72,4 | 7,9 |

4.31.3 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Ympäristöhallinnon asianhallintajärjestelmästä ei löytynyt merkintää Ylöjärven metallimalmikaivoksen vanhoista luvista. Etelä-Suomen aluehallintoviraston (ent. Etelä-Suomen vesioikeus) arkistosta voi olla arkistoituna Etelä-Suomen vesioikeuden myöntämiä lupia, jotka liittyvät vesien johtamiseen kaivokselle ja jätevesien johtamiseen vesistöön. Ylöjärven-Kurun terveydenhuollon kuntayhtymä on lokakuussa 1993 tiedustellut sen aikaiselta valvontaviranomaiselta (Hämeen ympäristökeskus), tutkitaanko kaivosalueen vaikutuksia Parosjärven ja alapuolisten vesistöjen vedenlaatuun sekä mitä Parosjärven kunnostamiseksi on suunnitteilla. Kaivoskohde on merkitty MATTI-tietojärjestelmään ja vuodelta 2004 on lisätiedoissa maininta siitä, että GTK on tutkinut aluetta ja nykyinen Pirkanmaan ELY-keskus on vuonna 2002 asentanut alueelle useita pohjavesiputkia. Pohjavedestä on tutkittu raskasmetalleja ja arseenia, jonka pitoisuudet ovat koholla taustaan verrattuna. Valvontaan liittyvä PIMA-kirje on lähetetty kiinteistön omistajalle 10.5.2007.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämässä kaivosrekisterissä Ylöjärven vanha kaivosalue on karensissa Sotkamo Silver Oy:n umpeutuneen varauksen jäljiltä (Tukes 2016).

4.31.4 Vaikutus maankäyttöön ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Parosjärven länsirannalla on Metsäkylä, Saarijärvi, Parosjärvi-niminen asemakaava, joka ulottuu pohjoisosasta järven puoliväliin asti. Varsinaisella kaivosalueella ei ole yleis- tai asemakaavaa.

Alueella suoritettujen mittausten pohjalta voidaan todeta, että Ylöjärven rikastushiekan jätealueella tehdyt sulkemis- ja jälkihoitotoimenpiteet eivät ole olleet riittäviä ja estäneet jätealueen hapanta ympäristökuormitusta lähialueen pintavesiin. Ympäristön pilaantumisen kannalta olisi tärkeää saada jätealueelle paksumpi ja kattavampi peittoratkaisu sekä pysyvä aluskasvillisuus, joka osin haihduttaisi sadevettä ja estäisi pölyämistä. Tämä vaihtoehto rajoittaisi kuitenkin Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintaa, joten rikastushiekan pölyäminen mahdollisissa räjäytyskokeissa olisi ratkaistava mahdollisesti muilla keinoin. Tästä huolimatta suositeltavaa olisi, että pölyävä pintamaa koostuisi jatkossa muusta kuin rikastushiekasta. Pölyämisriskiä voitaisiin esimerkiksi vähentää keskialueen paksummalla maapeitekerroksella.

Maankäytöllisesti jätealueen lähialue tulisi säilyttää vain (maa- ja) metsätalouskäytössä, ja mikäli puolustusvoimat päättää tulevaisuudessa luopua alueen käytöstä, on kaivosalueelle tehtävä kattava nykytilaselvitys. Esillä on ollut rikastushiekan hyötykäyttömahdollisuuksien kartoitus ulkopuolisen tahon toimesta. Tässä keskeisenä on mahdollisten rikastushiekan sisältämien metallien ja metalloidien talteenotto, minkä on toistaiseksi estänyt Puolustusvoimien tarve pitää alue omassa tutkimuskäytössä.

Rikastushiekan jätealueiden hapontuottopotentiaalinarvioiminen antaisi arvokasta tietoa toimivan jälkihoidon valintaan. Pohja- ja pintaveden seuranta tulisi edelleen tehdä säännöllisesti näytteenotoin ja mittauspisteiden valinnassa olisi huomioitava myös jätealueen kaakkoiskulmalta itään Hirvijärvelle päin lähtevä vesistöreitti. Puro- ja järvivedestä otettavista uusista vesinäytteistä olisi syytä analysoida arseenin, raudan ja raskasmetallien lisäksi myös uraani-, alumiini- ja sulfaattipitoisuudet. Alueen pohjaveden tila olisi myös syytä selvittää, samoin kuin Parosjärven soveltuvuus pitoisuuksiensa puolesta virkistyskäyttöön. Lähialueen asukkaille on tärkeää tiedottaa mahdollisista rajoituksista ja suosituksista koskien veden käyttömahdollisuuksia. Kunnostustoimien suunnittelu ja toteuttaminen edellyttävät ennakkoyhteydenottoa luonnonsuojeluviranomaiseen.

4.32 Uudet kohteet: Hitura

KAJAK I kohteiden lisäksi tarkasteluun otettiin myös Hitura, jonka sulkemisen suunnittelu on aloitettu Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen toimesta kesällä 2016.



Sijainti: Hitura, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa

Malmi: Ni, Cu

Toiminta-aika: 1970–2013, toimintahistoriassa on useita seisokkeja seurauksena nikkelin alhaisesta hinnasta.

Kokonaislouhinta: 17,2 Mt. Malmia louhittiin ensin avolouhoksesta ja vuonna 1991 siirryttiin vähitellen maanalaiseen louhintaan.

Rikastushiekka: n. 15 Mt

Sivukivi: n. 7 Mt, jotka on sijoitettu vähän rikkiä sisältäväksi serpentiinikivikasaksi sekä sulfidimineraalipitoiseksi kiillegneissikasaksi. Kaivoksen toiminnan loppuajana louhittua kiveä hyödynnettiin louhostäytössä.

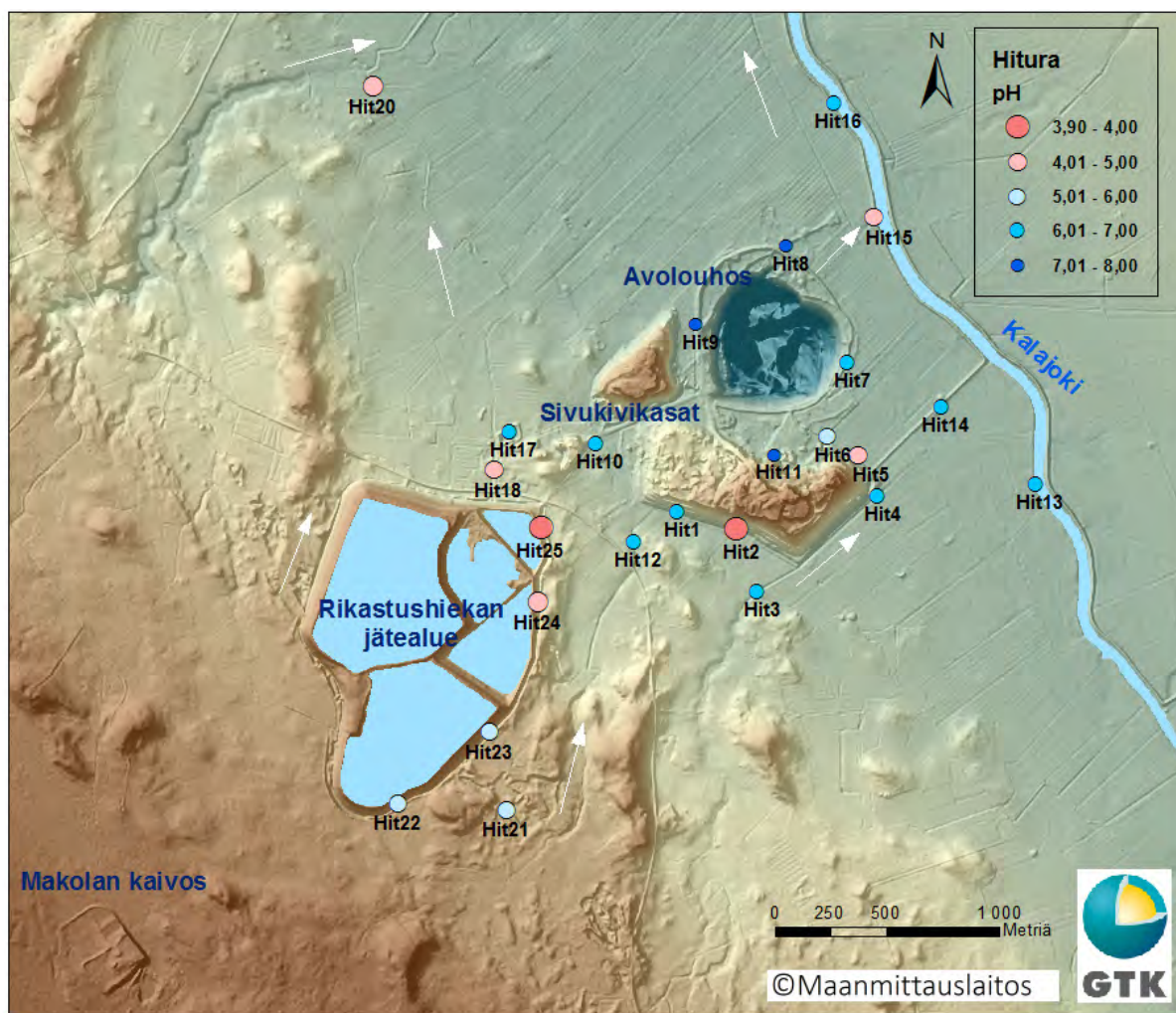
Lähteet: GTK 2017, PSAVI/III/04.08/2012

4.32.1 Läjitysalueiden sijainti ja ympäristövaikutukset

Joulukuussa 2015 kaivoksen silloinen omistaja Belvedere Mining Oy konkurssiin hakema Hituran kaivos sijaitsee noin 12 km kaakkoon Nivalan kaupungin keskustasta. Kaivoksen ympäröivä alue on pääasiassa maatalouden käytössä ja lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin 700 m päässä kaivoksesta etelään. Avolouhoksen pinta-ala on noin 30 hehtaaria (syvyys 170 m). Aluetta ovat viime vuosina vaivanneet pölyongelmat. Hituran kaivoksella oli kaivostoimintaa varten Pohjois-Suomen aluehallintoviraston 13.8.2010 myöntämä ympäristö- ja vesitalouslupapäätös sekä 21.5.2013 päivätty lupapäätös Hituran kaivoksen ympäristöluvan (nro 66/10/1) muuttamisesta ja avolouhinnan jatkamisesta (Dnro PSAVI/136/04.08/2011 nro 48/2013/1).

Alueella muodostuu edelleen erilaisten suotautumisten ja kertymien johdosta juoksujuoksille asetettujen raja-arvojen ylittäviä metallipitoisia vesiä (Kuva 62). Alueen vesien käsittely on tarpeellista, jotta estettäisiin pohja- ja pintavesien pilaantuminen. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ja konkurssipesä sopivat vesienkäsittelyn hoitamisen siten, että kaivoksen entiset työntekijät huolehtivat vesien tarkkailusta ja käsittelystä sekä muidenkin ympäristövahinkojen ehkäisemisestä kaivosalueella ja rahoitus tähän välittömien vahinkojen ehkäisemiseen tulee ympäristöministeriöltä, kunnes varsinaiset sulkemistyöt aloitetaan. (ELY-keskuksen tiedote 2016)

Alueen kaivannaisjätteistä on tehty aiempia tutkimuksia esim. selvitetty kiillegneissien mineralogian ja kemiallinen koostumus (Toropainen & Heikkinen 2006), sivukivien hapontuottopotentiaali ja neutraloimispotentiaalit (Heikkinen 2005) ja rikastushiekkien laskennallisia neutraloimispotentiaalien määrittämiä (Toropainen 2006). Hituran jo läjitetyn rikastushiekan ympäristökelpoisuutta on myös pyritty parantamaan poistamalla sulfideja vaahdotuskokein, siinä kuitenkin onnistumatta (Nuorivaara 2015). Kaivoksen malmimineraaleja ovat mm. pentlandiitti, kuparikiisu, magneettikiisu ja silikaatit.



Kuva 62. Hituran kaivosalueen rikastushiekan ja sivukivien jätealueiden sijainnit, pintavesien virtaussuunnat (valkoiset nuolet) sekä pintavesien pH-arvot kohdetunnuksineen, taustana laserkeilausaineisto, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa. Sivukivialueen pisteet Hit1–18 on mitattu 30.–31.5.2016 (Karlsson ym. 2017) ja rikastushiekka-alueen vaikutuspiirin pisteet Hit20–25 on mitattu 15.9.2014 (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tarkkailutiedot, Belvedere Mining Oy:n laboratorio).

4.32.2 Kaivoksen lupatilanne ja valvonta

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus on aloittanut kaivoksen sulkemisen. Sulkemissuunnitelman keskeisenä osana on estää sadeveden suotautuminen rikastushiekka-alueiden metallipitoisen rikastushiekan läpi. Sulkemistöiden I-vaihe, joka sisältää rikastushiekka-alueen osittaisen peiton, oja- ja putkijärjestelmien rakentamisen ja vesikäsitteilyn uusimisen, toteutetaan 2017–2018. II-vaiheen (rikastushiekka-alueen loppuosan ja kivikasojen peitto, avolouhoksen jälkihoito) suunnittelua ei ole vielä aloitettu kesällä 2017. (ELY-keskuksen tiedote 2016)

Avolouhoksen täyttyminen vedellä (n. 12 milj. m³) vaikuttaa alueen pohjaveden virtaussuuntiin. Kaivosalueella on kolme selkeytysallasta ja alueen vesi poistuu ylivuotona purkuojan kautta tulvapengerajaan ja siitä noin kilometrin päässä kulkevaan Kalajokeen. (PSAVI/136/04.08/2011)

Taulukko 30. Hituran kaivosalueen pintavesien pH-arvot ja sähkönjohtokyky sekä muutamia kemiallisia pitoisuuksia, Nivala, Pohjois-Pohjanmaa. pH-arvot on mitattu 30.–31.5.2016 pisteistä Hit1-18 (Karlsson ym. 2017) ja 15.9.2014 pisteistä Hit20-25 (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen valvonta-aineisto, mittaukset Belvedere Mining Oy:n laboratoriossa). Läheisen Makolan kaivoksen tarkkailupisteiden tulokset ovat osittain Hituran kaivoksen vaikutuksen piirissä (ks. Kuva 62 ja Taulukko 17). Mittausmenetelmä on esitetty taulukossa 3.

| Kohdekuvaus | Tunnus (tarkkailu) | Xkoord | Ykoord | pH | SKJ ms/m | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------------|--------|---------|------|-------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Sivukivikasan suoto, kuppimittaus | Hit1 | 403492 | 7080959 | 6,93 | 62 | | | | |
| Sivukivikasan suoto | Hit2 | 403755 | 7080879 | 3,98 | 201 | | | | |
| Sivukivialueen eteläpuolen Töllinoja | Hit3 | 403847 | 7080599 | 6,88 | 5 | | | | |
| Sivukivikasan itäreunan Töllinoja | Hit4 | 404385 | 7081027 | 6,81 | 24 | | | | |
| Laskeutusallas | Hit5 | 404300 | 7081209 | 4,41 | 352 | | | | |
| Oja, sivukivikasan pohjoispuolla | Hit6 | 404162 | 7081295 | 5,71 | 181 | | | | |
| Oja, avolouhoksen itäpuolella | Hit7 | 404249 | 7081625 | 6,14 | 113 | | | | |
| Suoto-oja, avolouhoksen pohjoisosa | Hit8 | 403977 | 7082142 | 7,98 | 196 | | | | |
| Tienvarsoja | Hit9 | 403574 | 7081792 | 7,62 | 66 | | | | |
| Tienvarsoja | Hit10 | 403128 | 7081262 | 6,05 | 155 | | | | |
| Sivukivilampi, pohjoispuolella | Hit11 | 403921 | 7081209 | 7,03 | 201 | | | | |
| Hituranoja, rhk- ja sk-alueiden välissä | Hit12 | 403297 | 7080821 | 6,92 | 9 | | | | |
| Kalajoki, yläjuoksu | Hit13 | 405090 | 7081081 | 6,95 | 4 | | | | |
| Oja, sivukivikasan ja Kalajoen välissä | Hit14 | 404672 | 7081426 | 6,76 | 27 | | | | |
| Oja, juuri ennen Kalajokea | Hit15 | 404366 | 7082269 | 4,70 | 297 | | | | |
| Kalajoki, alajuoksu | Hit16 | 404195 | 7082782 | 6,74 | 4 | | | | |
| Laskeutusallas | Hit17 | 402746 | 7081311 | 6,43 | 928 | SO₄ mg/l | Fe mg/l | Ni mg/l | Co mg/l |
| Oja, rikastushiekka-alueelta | Hit18 | 402672 | 7081142 | 4,53 | 653 | | | | |
| Ainasojaan laskeva puro | Hit20 (8) | 402134 | 7082855 | 4,1 | 971 | 5512 | 2,10 | 0,17 | 0,01 |
| Lammikko, rhk-altaan kaakkoiskulma | Hit21 (10) | 402732 | 7079625 | 5,4 | 4 | 12 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| Oja, rhk-altaan itäreuna | Hit22 (11) | 402247 | 7079652 | 5,9 | 1034 | 5659 | 202,3 | 0,25 | 0,34 |
| Oja, rhk-altaan eteläkulma | Hit23 (12) | 402655 | 7079972 | 5,8 | 1055 | 5932 | 142,0 | 0,21 | 0,29 |
| Oja, rhk-altaan itäreuna | Hit24 (13) | 402869 | 7080556 | 4,2 | 953 | 6152 | 35,1 | 0,15 | 0,14 |
| Oja, rhk-altaan koilliskulma | Hit25 (14) | 402883 | 7080884 | 3,9 | 959 | 5531 | 11,2 | 0,13 | 0,14 |

5 Johtopäätökset

Tässä selvityksessä arvioitiin 32 suljetun ja hylätyn kaivosalueen kaivannaisjätealuiden nykytilaa, kunnostustilaa ja kunnostustoimenpiteiden toimivuutta, ympäristövaikutuksia ja niiden vähenemistä olemassa olevien aineistojen ja maastohavaintojen perusteella. Selvitysten perusteella kaivosalueet voidaan jakaa neljään ryhmään ympäristökuormituksen ja -vaikutusten mukaan: 1) happamia valumavesiä tuottavat kaivosalueet, 2) neutraaleja/lähes neutraaleja metallipitoisia vesiä tuottavat kaivosalueet, 3) kaivosalueet, joiden ympäristökuormituksesta on vähän tutkimustietoa, ja 4) kaivosalueet, joiden ympäristökuormitus oli vähäistä käytössä olleen aineiston perusteella (Liite 1, ryhmät 1-3). Osassa raportin kaivoskohteista on aloitettu luvanvaraiset kunnostustoimenpiteet ja muutamalla kaivoksella on voimassa oleva kaivospiiri tai edistetty kaivostoiminnan uudelleen alkamista. Nämä kohteet koottiin erilliseksi ryhmäksi riippumatta niiden nykytilasta tai ympäristövaikutusten luonteesta (Liite 1, ryhmä 4a), jotta lisätutkimustarve kohdentuisi ensisijaisesti muihin kohteisiin. Mikäli kunnostustoimenpiteet todetaan jälkitarkkailun ja/tai lisäkunnostusten jälkeen toimiviksi tai kaivostoiminta alkaa, ehdotetaan kyseisen kaivoskohteen jätealueet poistettavaksi EU-kaivannaisjäteluettelosta (Stén 2012).

Tärkeimmät johtopäätökset

- Sulkemisvaiheessa tehdyt kunnostukset ovat olleet usein toimimattomia ja soveltuneet huonosti valumavesien ympäristövaikutusten vähentämiseen tai jätealueen hapontuoton hidastamiseen. Syynä toimimattomuuteen on ollut muun muassa kunnostusten kemiallisten perusteiden puuttuminen ja menetelmien soveltuvuuden vähäinen tutkimus Suomen olosuhteissa.
- Alueidenkäytön muutokset ovat saattaneet lisätä kaivannaisjätteen hapontuottoa ja kasvittomilla jätealueilla jätteen pölyämistä.
- KAJAK I ja II-hankkeiden tulosten perusteella ehdotetaan Suomen EU-kaivannaisjäteluettelosta poistettavaksi 12 kohdetta ja lisättäväksi yksi. Myös kohteet, joilla ympäristöluvan mukaiset kunnostustoimenpiteet todetaan jälkitarkkailun jälkeen toimiviksi tai jos kaivostoiminta aloitetaan uudelleen, on perusteltua poistaa luettelosta.
- Selvitysten perusteella kaivosalueet ja niiden jätealueet jaoteltiin ympäristökuormituksen ja -vaikutusten perusteella:
 - 1) Happamia valumavesiä tuottavat kaivosalueet
 - 2) Neutraaleja tai lähes neutraaleja metallipitoisia vesiä tuottavat kaivosalueet
 - 3) Kaivosalueet, joiden ympäristökuormituksesta on vähän tutkimustietoa
 - 4) Kaivosalueet, joiden ympäristökuormitus oli käytössä olleen aineiston perusteella vähäistä
- Omaksi ryhmäksi jaoteltiin kaivosalueet, joissa on voimassa oleva kaivospiiri ja alueella on edistetty kaivostoiminnan uudelleen aloittamista tai joissa on aloitettu luvanvaraiset kunnostustoimenpiteet.

5.1 Happamia valumavesiä tuottavat kaivannaisjätealueet

Aijalan, Hammaslahden, Haverin, Hituran, Kangasjärven, Kotalahden, Laukunkaan, Orijärven, Otravaaran, Outokummun, Ruostesuon, Särkiniemen, Telkkälän, Tipasjärven ja Ylöjärven kaivosalueille on varastoitu happoa tuottavia kaivannaisjätteitä, rikastushiekkaa ja/tai sivukiviä, jotka tuottivat ympäristöön happamia, metalli- ja sulfaattipitoisia valumavesiä. Näistä viidellä kaivosalueella, Hammaslahdella, Kangasjärvellä, Kotalahdella, Otravaarassa ja Ruostesuolla on tehty 2000-luvulla ympäristölupapäätösten mukaan lisäkunnostuksia, liittyen joko jätealueen peittoon (Hammaslahti, Kotalahti) tai siirtoon louhoksen täytöksi (Otravaara, Ruostesuo) ja/tai kaivosalueen valumavesien puhdistuksen tehostustoimenpiteitä (Kangasjärvi, Kotalahti). Tehdyt kunnostustoimenpiteet eivät ole kuitenkaan vähentäneet tai estäneet kaivannaisjätteeseen liittyvää hapontuottoa ja/tai louhoksen ylivuotoveden happamuutta. Muiden tähän ryhmään kuuluvien kaivosalueiden jätealueet ovat sulkemisen jälkeisessä tilassa joko kokonaan moreenilla tai muulla maa-aineksella peitettynä ja kasvillisuuden peitossa (Outokumpu, Laukun Kangas), osittain peitettynä (Aijala, Orijärvi, Särkiniemi, Ylöjärvi) tai ilman peittorakennetta ja kasvillisuutta (Haveri, Telkkälä, Tipasjärvi). Särkiniemen kaivosalueen sivukivikasa on osittain peitetty, mutta mursketuotantokasat ovat täysin jälkihoitamatta. Hituran jätealueiden sulkeminen on puolestaan suunnitteluvaiheessa.

Tämän selvityksen maastotarkastushavainnot toivat esille, että happamia valumavesiä kulkeutuu alapuoliseen vesistöön myös Hällinmäen entiseltä malmivarastoalueelta, Hälvälän louhoksesta ylivuotona ja Vihannin jätealueen kaakkoispuolen kosteikkoaltailta. Hällinmäen ja Vihannin kaivannaisjätealueiden valumavedet olivat kuitenkin mittausten mukaan neutraaleja tai lähes neutraaleja, mutta sähköä johtavia, mikä viittaisi pintavesien suolaisuutta lisäävään kuormitukseen. Hälvälän sivukivien hapontuottopotentialista tai jätealueen ympäristövaikutuksista ei ollut saatavilla tutkittua tietoa.

Happamia valumavesiä tuottaville kaivosalueille suositeltiin jatkotoimenpiteenä jätealueiden ja osassa kaivoksista myös ylivuotavien louhosvesien kemiallisen nykytilan selvittämistä lisäkunnostustarpeen arvioinnin perustaksi. Jätealueiden kunnostustarvearviointi edellyttäisi lisätietoja jätealueen kemiallisesta tilasta (sulfiidihapettumisen etenemisestä), pohjarakenteista, valumavesien kemiallisesta laadusta ja kulkeutumisreiteistä sekä alapuolisen vesistön kemialliseen tilaan vaikuttavista ympäristömuutoksista (sisältäen ekologisen ja terveysriskinarvioinnin), mitä tämän hankkeen käytössä oleva aineisto ei sisältänyt.

Happamien louhosvesien kunnostustarpeen arvioinnin tulee sisältää louhosveden kemiallisen tilan tutkimista ja maanalaisten kulkeutumisreittien selvittämistä (esim. geofysikaalisten menetelmillä). Osassa kaivosalueita oli voimassa kaivosalueen valumavesien tarkkailuohjelma, johon esitettiin lisäyksiä kaivosalueella tapahtuvan kemiallisen muutoksen tunnistamiseksi ja sen arvioimiseksi. Esimerkiksi on tarpeellista selvittää, onko valumavesillä vaikutuksia lähiympäristön pohjaveden ja alapuolisten vesistöjen fysikaalisen ja kemiallisen tilan muutoksiin.

5.2 Happoa tuottamattomat kaivosalueet

Korsnäs, Kylmäkoski, Kärvasvaara, Makola, Metsämonttu, Pahtavuoma ja Vuonos kuuluvat kaivosalueryhmään, joiden valumavedet ovat neutraaleja tai lähes neutraaleja, mutta sisältävät potentiaalisesti haitallisia metalleja tai metalleja (esim. arseenia) ja voivat pitkällä ajalla muuttua happamaksi (ks. Makola). Pahtavuoman sivukivialueet maisemoitiin ja peitettiin vuonna 2016 ja alueella on käynnissä jälkitarkkailu. Korsnäsin ja Kylmäkosken rikastushiekan jätealueet on peitetty moreenilla ja kasvitettu 1970-luvulla. Metsämontun, Kärvasvaaran, Makolan ja Vuonosin jätealueilla ei puolestaan ole peittorakennetta. Osalla lisäkunnostustarpeen arviointi edellyttää tarkempaa selvitystä valumavesien ympäristövaikutuksista pohjaveden ja alapuolisen vesistön kemialliseen tilaan sekä osalla kaivannaisjätteiden hapontuotto-ominaisuuksien selvittämistä. Korsnäsin kaivosalueella suosituksena on selvittää valumavesien puhdistukseen soveltuvia menetelmiä ja pelto-ojien ruoppausmassojen sijoitus.

Mätäsvaaran, Otanmäen, Raajärven ja Saattoporan kaivosalueiden jätealueiden ympäristövaikutustiedot olivat puutteellisia. Jätealueilta peittorakenne joko puuttuu tai se on osittainen ja kasvillisuutta on laikuttaisesti, mistä syystä jätealueisiin liittyy pölyämiskahva. Otanmäen, Raajärven ja Saattoporan valumavedet ovat ilmeisesti neutraaleja ja sisältävät vähän haitallisia metalleja tai metalleja, mutta voivat lisätä alapuolisten vesien suolaisuutta. Mätäsvaaran osalta ei ollut valumavesien laatu- ja saattavilla. Näiden kaivoskohteiden osalta lisäkunnostustarpeen arviointi edellyttää mahdollisten pölyvaikutusten, pohjavesivaikutusten ja valumavesien kemiallisen laadun tarkempaa selvitystä.

Kunnostustarvearviointia edellyttävästä Suomen EU-luettelosta (Stén 2012) suositellaan KAJAK I-vaiheessa esitettyjen 9 suljetun kaivannaisjätealueen poistoa sekä tämän selvityksen perusteella Ilijärven, Kitulan ja Kivimaan kaivosalueiden jätealueiden poistoa. Ilijärven louhos- ja jätealueet eivät ole enää olemassa, koska ne ovat jääneet jatkolouhinnan alle ja maastotarkastusten mukaan Kitulan ja Kivimaan kaivosalueiden ja niiden jätealueiden valumavesillä on hyvin vähäinen vaikutus alapuolisen vesistön tai pohjaveden kemialliseen tilaan.

Lisäksi ehdotetaan harkittavaksi kuuluuko suljettujen jätealueiden EU-luetteloon niiden kaivosalueiden jätealueet, jotka on kunnostettu tai joissa kunnostus on meneillään ympäristölupapäätöksiin perustuen, ja joissa on kunnostustoimien tarkkailu käynnissä. Näitä kaivosalueita ovat Hammaslahti, Hitura, Kotalahti, Otravaara, Pahtavuoma ja Vihanti. Laukunkankaan ja Telkkälän alueilla on voimassa oleva kaivospiiri. Mikäli toiminta alueella käynnistyy uudelleen tai alueen kunnostus saatetaan päätökseen, eikä alueen jälkitarkkailussa ilmene haittaa ympäristölle, voidaan kohde poistaa EU-luettelosta.

5.3 Suositeltavat yleiset jatkotoimenpiteet suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden riskinhallinnassa

Suosituksia jatkotoimenpiteisiin

- Happamia valumavesiä tuottaville kaivosalueille suositellaan jatkotoimenpiteenä jätealueiden ja osassa kaivoksista myös ylivuotavien louhosvesien kemiallisen nykytilan päivytystä lisäkunnostustarpeen arviointia varten.
- Neutraaleja tai lähes neutraaleja valumavesiä tuottaville kaivosalueille suositellaan valumavesien, pohjaveden ja alapuolisen vesistön kemiallisen tilan selvitystä sekä kaivannaisjätteiden mahdollisten hapontuotto-ominaisuuksien selvittämistä.
- Riskinarvioinnissa kaivannaisjätealueilla on huomioitava kaivannaisjätteen kemialliset, fysikaaliset ja biologiset prosessit.
- Muu maankäyttö saattaa lisätä kaivannaisjätteen hapontuottoa ja pölyämistä, minkä vuoksi maankäytön vaikutukset kemialliseen muutuntaan ja pölyaltistumiseen on selvitettävä.
- Ympäristöriskien kannalta merkittävimpien kohteiden kunnostusta varten on selvitettävä vastuukysymykset ja isännättömien kohteiden rahoitus-mahdollisuudet.
- Kaivannaisjätteisiin liittyvää tiedon hallintaa on kehitettävä sisältäen myös kaivannaisjätealueen hallintaoikeuden muuttumiseen liittyvät tiedot.

Kohteella tehtävällä riskinarvioinnilla voidaan tuottaa tietoa aiemmin toteutettujen kunnostustoimien riittävydestä sekä mahdollisten lisätoimenpiteiden tarpeesta ja tasosta ympäristö- ja terveystarpeiden hallitsemiseksi. Kaivoskohteissa tehdyt lisäkunnostukset ovat olleet usein toimimattomia ja soveltuneet heikosti valumavesien ympäristövaikutusten vähentämiseen tai jätealueen hapontuoton hidastamiseen. Yhtenä ongelmana on kunnostusten kemiallisten perusteiden puuttuminen sekä vähäinen tutkimuskokemus niiden soveltuvuudesta Suomen oloihin. Lisäkunnostusmenetelmiä ei ole testattu ennakkoon, tai kunnostusratkaisua on seurattu vain muutamalla muuttujalla, mistä syystä lupapäätäjillä ei ollut ennakkotietoa menetelmän soveltuvuudesta ympäristökuormituksen vähentämiseksi tai poistamiseksi. Täten on suositeltavaa vaatia ympäristöluvan hakijalta ennen luvan myöntämistä tutkimuksiin perustuvat selvitykset menetelmän soveltuvuudesta. Riskinhallintatoimien tavoitteena on ympäristökuormituksen sekä siitä aiheutuvan vaaran ja haitan hallinta, jolloin on tärkeää selvittää potentiaalisen riskin lähteet, kulkeutumisreitit ja kohteet, kuten esimerkiksi jätealueen vaikutukset vesieliöstöön tai pohjaveteen ja sitä kautta edelleen ihmisten terveyteen.

Riskinarvioinnin perusteella voidaan päättää myös alueen käytön rajoituksista. Selvityksessä tuli esille jätealueiden käyttö erilaisiin tarkoituksiin kuten ajoratotointintaan, ylijäämämaiden kaatopaikkakäyttöön, puun varastointiin, virkistys- ja retkeilykäyttöön (golf, lintutornit). Käyttölupia ei löytynyt viranomaisasiakirjojen tietokannoista. Muu käyttötoiminta voi edistää kaivannaisjätteen hapontuottoa ja kasvittomilla jätealueilla jätteen pölyämistä. Täten on suositeltavaa selvittää muun käytön vaikutus jätealueen mahdolliseen kemialliseen muutuntaan ja valumavesien laadun heikentymiseen.

KAJAK I-hankkeen yhtenä jatkotoimenpiteenä ehdotettiin kaivannaisjätteiden tiedonhallinnan kehittämistä. Tässä selvityksessä käytettiin aineistona viranomaisasiakirjoja, joita on tallennettu useisiin tietokantoihin (AHJO, USPA, VAHTI, MATTI), sen sijaan paperisten asiakirjojen kattavaa hakua ei tehty. Asiakirjojen hakua sähköisistä järjestelmistä vaikeutti asioiden dokumentointiin ja arkistointiin liittyvät vuosittaiset erot. Tämä on osasyynä kaivosalueiden luvituksen ja valvonnan nykytilan puutteellisiin kuvauksiin. KAJAK II-hankkeessa suositellaan, että vanhoja kaivannaisjätealueita koskeva tieto tulisi olla kattavasti käytettävissä osana asiakaslähtöistä digitalisoitua kansallista palvelukokonaisuutta.

5.4 EU:n kaivannaisjätealueiden lainsäädännöstä ja ohjeistuksesta

Direktiivi kaivannaisteollisuuden jätehuollosta (2006/21/EY) ja sitä täydentävät viisi komission päätöstä on toimeenpanttu Suomessa Valtioneuvoston asetuksella kaivannaisjätteistä (190/2013), sekä muutoksilla muun muassa ympäristölakiin (346/2008) ja ympäristönsuojeluasetukseen (380/2008 ja 191/2013), kaatopaikkoja koskevaan valtioneuvoston päätökseen (381/2008), maa-ainesten ottamista koskevaan lakiin (347/2008) ja asetukseen (382/2008) sekä perustuslakiin (348/2008).

Euroopan komissio on tuottanut ohjeistuksen suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden sulkemismenettelmistä (DHI 2012). Siinä esitettyä kunnostusstrategiaa mukaillen Suomi on saavuttanut KAJAK I ja II-hankkeiden myötä vaiheen, jossa alueet on luetteloitu ja priorisoitu tausta-aineiston ja ympäristövaikutustensa pohjalta (Kuva 63). Seuraavia suositeltavia vaiheita ovat ohjeistuksen mukaan tarkemmat kohdetutkimukset, kunnostusvaihtoehtojen ja kustannuserojen selvittäminen, päätökset kunnostuksesta, menetelmien valinta ja yksityiskohtaisemmat suunnittelu- ja testausvaiheet ennen varsinaista kunnostuksen toteutusta ja seuranta. Suomessa on 19 kaivoskohdetta edelleen vaille näitä toimenpiteitä (Liite 1: ryhmät 1-3). Suomessa ennen toimenpiteisiin ryhtymistä on keskeistä selvittää vastuukysymykset ja valtion, kaivosyhtiöiden ja maanomistajien roolit mahdollisina kunnostajina sekä isännättömien kohteiden rahoitusmahdollisuudet. Komission ohjeistuksessa korostuu myös läpi prosessin ulottuva eri sidosryhmien kuuleminen ja tiedonvaihto.



Kuva 63. Kaaviokuva pohjautuu Euroopan komission ehdotukseen suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden kunnostusstrategiasta (Mukaiutu: DHI 2012). Suomessa KAJAK I- ja KAJAK II-hankkeissa tehty työ on esitetty kaaviossa vihreällä.

LÄHTEET

- Aatos, S., Saarelainen, J., Räisänen, M. L., Nikkarinen, M. & Kiiskinen, A. 2004. Kotalahden suljetun kaivoksen rikastushiekka-alueen suoto- ja pintavesikartoitus. Geologian tutkimuskeskus, Itä-Suomen yksikkö, Kuopio. Julkaisematon raportti, 35 s.
- Alarotu, O. 1970. Pienten malmien hyväksikäyttö. Vuoriteollisuus 28 (2), 27-30.
- Antila, P. & Hartikainen J. 1980. Jätealueen laajennuksen pohja- ja pohjavesitutkimus. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Insinööritoimisto PSV Oy. Raportti 80054 28.2.1980, 6 s.
- Arresto, A. 2015. Pohjois-Karjalan kaivosympäristön luonnontuotteiden ja talousvesien raskasmetallit -hanke. Loppuraportti. Pohjois-Karjalan ympäristöterveys. Pohjois-Karjalan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Joensuu, 27 s.
- Best Practices 2002. Best Practices in Abandoned Mine Land Reclamation. Department of Natural Resources, Division of Minerals and Geology. Colorado, Denver, 41 s. <http://mining.state.co.us/SiteCollectionDocuments/AMLbmp.pdf>
- Carlson, L., Hänninen, P., Vanhala, H. 2002. Ylöjärven Paroistenjärven kaivosalueen nykytilan selvitys. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Suomen yksikkö, arkistoraportti S/41/0000/3/2002, 53 s.
- Closedure-projekti 2014. Mine Closure Wiki and Closedure Project Pages. <http://mineclosure.gtk.fi>
- DHI 2012. European Commission, DG Environment, Establishment of guidelines for the inspection of mining waste facilities, inventory and rehabilitation of abandoned facilities and review of the BREF document (No. 070307/2010/576108/ETU/C2) Annex 3: Supporting document on closure methodologies for closed and abandoned mining waste facilities. 33 s.
- GTK 2015. Mineral deposits report -tietokanta. Geologian tutkimuskeskus. <http://tupa.gtk.fi/karttasovellus/mdae/raportti/>
- GTK 2017. Mineral deposits report –tietokanta: Hitura. Geologian tutkimuskeskus. Päivitetty 19.6.2017. 34 s. http://tupa.gtk.fi/karttasovellus/mdae/raportti/38_Hitura.pdf
- ELY-keskuksen tiedote 2016. ELY-keskuksen tiedote 26.9.2016. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/pohjois-pohjanmaan-ely-keskus-valmistele-hituran-kaivoksen-sulkemista-nivalassa-pohjois-pohjanmaa-#.WFpAIDi7peg>
- Exley, C., Chappell, J. S. & Birchall, J. 1991. A mechanism for acute aluminium toxicity in fish. *Journal of Theoretical Biology* 151 (3), 417–428.
- Finn Nickel 2009. Särkiniemen kaivoksen vuosikertomus 2008. Teoksessa: Vesanto, J. (toim.), Finn Nickelin Särkiniemen kaivoksen vuosikertomus 2008, 8 s.
- Hakapää, E., Tanner, H. & Vähätalo, V. 1955. Outokummun kaivos. Vuoriteollisuus 13 (2), 13-32.
- Heikkinen, M. 2016. Pohjois-Karjalan ELY-keskus, ympäristönsuojeluyksikkö.
- Heikkinen, P. M., Korkka-Niemi, K., Lahti, M. & Salonen, V.-P. 2002. Groundwater and surface water contamination in the area of the Hitura nickel mine, Western Finland. *Environmental Geology* 42, 313-329.
- Heikkinen, P.M., Kumpulainen, S., Kaartinen, T. & Wahlström, M. 2005. Kaivosten sivukivien ja rikastushiekkojen nettoneutraloimispotentiaalin määrittäminen - menetelmävertailu, esimerkkinä Hituran kaivos. In: Seitsemännet geokemian päivät, 24.-25.2.2005: tiivistelmät. Vuorimiesyhdistys. Sarja B 83. Espoo: Vuorimiesyhdistys, 79-85.
- Himmi, R. 1975. Outokumpu Oy:n korsnäsin ja Petolahden kaivosten vaiheita. Vuoriteollisuus 33 (1), 35-38.
- Häkli, T.A. 1985. The Telkkälä Nickel Deposit. *Geological Survey of Finland Bulletin* 333, 257-263. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/bulletin/bt_333_pages_257_263.pdf
- Isomäki, O.-P. 1994. Hälvälän ja Telkkälän nikkeli-kuparikaivokset. *Geologi* 46, 112-114.
- ISY 2006. Itä-Suomen lupavirasto. Päätös Nro 33/06/2. Toimintansa lopettaneen Ruostesuon sinkkikaivoksen kunnostaminen ja toiminnan aloittamislupa, Kiuruvesi. Dnro ISY-2005-Y-146. Julkipano 19.4.2006. 23 s.
- ISY 2009. Itä-Suomen ympäristölupavirasto. Päätös 79/09/2. Hautalammen kaivoksen ympäristölupa ja kaivokseen kertyvän pohjaveden pumppaaminen sekä ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset luvat toiminnan ja töiden aloittamiseen, Outokumpu ja Liperi. Dnro ISY-2008-Y-185. Julkipano 6.7.2009. 48 s.
- Janhunen, K., Sorsa, A. & Juurela, S. 2014. Selvitys yleisten ja yksityisten etujen turvaamiseksi. Särkiniemi 6977/1a. Altona Mining Ltd/Vulcan Kotalahti Oy. 10 s.
- Järvinen, T. 2013. Valumavesien käsittely suljetulla kaivosalueella. Seuranta ja puhdistusmenetelmät. Julkaisematon opinnäytetyö. Tekniikan ja liikenteen ala, Savonia, 49 s.
- Kaivoslaki 621/2011. Annettu Helsingissä 10.6.2011.
- Kaivoslaki (kumottu) 17.9.1965/503
- Karlsson, T. 2016. Kaivannaisjätteiden hallintamenetelmät, KaiHaMe-hanke. Suullinen tiedonanto 1.11.2016.
- Karlsson, T., Kauppi, P., Lehtonen, M., Forsman, P. & Lahtinen, T. 2017. Hituran kaivoksen sivukivien hyötykäyttö maarakennuksessa. KaiHaMe-hanke. <http://projects.gtk.fi/KaiHaMe>. Käsikirjoitus. 28 s.
- Kauppi S., Jouttijärvi T., Silvo K., 2017. Kaivosteollisuuden sopeutuminen ympäristöön ja yhteiskuntaan. Teoksessa Tennberg M., Emelyanova A., Eriksen H., Haapala J., Hannukkala A., Jaakkola J.J.K., Jouttijärvi T., Jylhä K., Kauppi S., Kietäväinen A., Korhonen H., Luomaranta A., Magga R., Mettiäinen I., Näkkäläjärvi K., Pilli-Sihvola K., Rautio A., Rautio P., Silvo K., Soppela P., Turunen M., Tuulentie S., Vihma T.: Barentsin alue muuttuu – miten Suomi sopeutuu? Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 31/2017. ISBN 978-952-287-375-0.

- Kauppila, P. & Räisänen, M. L. 2015. Effluent chemistry of closed sulfide mine tailings – influence of ore type. In: Brown, A., Bucknam, C., Carballo, M., Castendyk, D., Figueroa, L., Kirk, L., McLemore, V., McPhee, J., O’Kane, M., Seal, R., Wiertz, J., Williams, D., Wilson, W., Wolkersdorfer, C. (Eds) 10th International Conference on Acid Rock Drainage & IMWA Annual Conference, 1-10. <http://www.gecaminpublications.com/icard2015/>
- Kauppila, P., Räisänen, M. L. & Myllyoja, S. (toim.) 2011. Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt. Suomen ympäristö 29, Ympäristönsuojelu, Suomen ympäristökeskus, 213 s.
- Kihlman, S. & Kauppila, T. 2010. Tracking the aquatic impacts of a historical metal mine using lacustrine diatoms and diatom algae. *Mine Water and the Environment* 29 (2), 116-134.
- Komulainen, M. 1997. Keretin sulfidikaivoksen rikastamon ympäristövaikutukset. Julkaisematon opinnäytetyö. Pohjois-Savon ammattikorkeakoulu, Kuopio, 46 s.
- Koskela, N. & Turunen, P. 2015. Kaivosten lähialueiden raskasmetallien kertyminen luonnontuotteisiin, Lieksan Mätäsvaaran ja Tainionvaaran kaivokset. Opinnäytetyö Ympäristötekniikan koulutusohjelma, Mikkelin ammattikorkeakoulu, 67 s.
- Kukkonen, M. I. 2013. Hammaslahden kaivoksen vesistöarkkailun loppukesän tulokset. Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy. Lausunto E 4324. 23.9.2013. 5 s.
- Kukkonen, M. I. 2016a. Hammaslahden kaivoksen ylimääräinen vesistöarkkailu AOD-kuonarakenteiden rakentamisen jälkeen 1.12.2015. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Lausunto E 4324. 10.5.2016. 7s.
- Kukkonen, M. I. 2016b. Hammaslahden kaivoksen vesistöarkkailu loppukesältä 2016. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Lausunto E 4324. 4 s.
- Kuusisto, E. 1991. Metallijäte- ja rikkimalmikaivosten ja -louhosten jätealuiden ja jätekasojen vaikutusta ympäristöön tutkivaan hankkeeseen liittyvä esiselvitys. Julkaisematon raportti. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 88 s.
- Laatio G. 1957. Outokumpu Oy:n Vihannin kaivos. *Vuoriteollisuus* 15 (1), 26-43
- Lahermo P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen Geokemian Atlas, osa 3: Ympäristögeokemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus. 150 s.
- Leminen, M. 2016. Korsnäsin lyijykaivos. Tutkimusraportti. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Raportti EPO-ELY/4697/2016, 5 s.
- Lottermoser, B. 2007. *Mine Wastes, Characterization, Treatment and Environmental Impacts*. 2nd ed. Springer, 304 s.
- Mustonen, M. 2011. Saattoporin ja Pahtavuoman kaivosten tilanne jälkihoidon suunnittelua varten. Pöyry Finland Oy, Water and Environment. Oulu: Julkaisematon raportti 16WWE016, 1.12.2011. 31 s.
- Mäkelä, K. 1980. Geochemistry and origin of Haveri and Kiipu, Proterozoic strata-bound volcanogenic gold-copper and zinc mineralizations from southwestern Finland. *Geological Survey of Finland Bulletin* 310, 79 p.
- Mäkinen, J. 2016. Geologian tutkimuskeskus.
- Mäkinen, J. & Räisänen, M. L. 2015. Otanmäen yhdyskunnan jätevesien kosteikkopuhdistuksen toimivuus vuonna 2004 ja suositukset toimivuuden parantamiseksi. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti 47/2015, 30 s.
- Myllymäki, T. 2006. Kuparin, nikkelin ja sinkin pidättyminen luonnollisesti syntyneillä kosteikoilla. Julkaisematon pro gradu-tutkielma. Kuopion yliopisto, Ympäristötieteen laitos, ympäristötieteen koulutusohjelma, 78 s.
- Nuorivaara, T. 2015. Rikastushiekkan ympäristöominaisuuksien parantaminen vaahdottamalla. Diplomityö. Aalto yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Materiaalitekniikan tutkinto-ohjelma, 71 s. https://aaltoodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/16640/master_Nuorivaara_Ted_2015.pdf?sequence=1
- Palko, J. 2016. Hammaslahden lopetetun kaivoksen valumavesien koeneutralointi AOD-kuonalla. Vuosiraportti 2015. Envitop 14.6.2016, Outokumpu Oy, 8 s.
- Parviainen, A. 2012. Evolution of sulfide oxidation and attenuation mechanisms controlling acid mine drainage in decommissioned low-sulfide tailings. Aalto University publication series. Doctoral dissertations 107/2012, 82 p.
- Parviainen, A., Kauppila T & Loukola-Ruskeeniemi, K. 2012. Long-term lake sediment records and factors affecting the evolution of metal(loid) drainage from two mine sites (SW Finland). *Journal of Geochemical Exploration* 114, 46-56.
- Patoturvallisuuslaki 494/2009.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009. Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus. Lupapäätös Otravaaran vanhan rikkikiisukaivoksen alueen kunnostamisesta ja pilaantuneen maan käsittelystä sekä toiminnan aloittamisesta. Dnro PKA-2009-Y-119 (111). Julkipano 11.9.2009. 18 s.
- Poronhoidon paikkatiedot -aineisto 2017. SYKE, LUKE, Paliskuntain yhdistys ja paliskunnat. Luettu 09/2017.
- Puranen, T. 2016. Outokumpu Mining Oy:n Kotalahden kaivoksen jälkitarkkailun vuosiyhteenveto 2015. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. E3021. 23.5.2016. 15 s.
- Puustinen, K. 2003. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-ainesten tuotanto vuosina 1530-2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 10.1/2003/3, 578 s. <http://weppi.gtk.fi/aineistot/kaivosteollisuus/>
- Pöyry 2014. Ylöjärven vanhan kaivosalueen riskinarviointi, Pirkanmaan ELY-keskus. 13.6.2014. Pöyry Finland Oy, 42 s.
- Pöyry Finland Oy, 2016a. Pahtavuoman sivukivikasan kalkkipeitto, laadunvarmistussuunnitelma. Julkaisematon Pöyry Finland Oy:n raportti, viite 101002967-001. 5.8.2016, 6 s.

- Pöyry Finland Oy, 2016b. Pahtavuoman sivukivikasan kalkkikivipeitto, toimenpiteen pinta- ja pohjavesitarkkailusuunnitelma. Julkaisematon Pöyry Finland Oy:n raportti, viite 101002967-001. 5.8.2016, 5 s.
- Pöyry Finland Oy, 2016c. Outokumpu Mining Oy Vihannin kaivoksen jälkitarkkailu, tarkkailutulosten yhteenveto v. 2015. Pöyry Finland Oy raportti 16X273266. 19.1.2016, 7 s.
- Räisänen, M. L. 2009. Capability of natural and constructed wetlands to mitigate acidic leakage from closed mine waste facilities – cases in Eastern Finland. Conference Proceedings Securing the future, Mining, metals and society in a sustainable society and 8th ICARD International Conference on acid rock drainage Skellefteå, Sweden June 22 – June 26 2009. Electronic publication, 10 p.
- Räisänen, M. L. 2015a. Passive treatment of tailings seepage waters in former settling pools - Enonkoski case study. <http://wiki.gtk.fi/web/mine-closedure/wiki/-/wiki/Wiki/Enonkoski>
- Räisänen, M. L. 2015b. Passive water treatment in the former settling pond, the closed Vihanti Zn-Cu-Pb mine. <http://wiki.gtk.fi/web/mine-closedure/wiki/-/wiki/Wiki/Vihanti>
- Räisänen, M. L., Beucher, A., Tornivaara, A. & Kauppila, P. 2015a. Suljettujen ja hylättyjen metallikaivosalueiden nykytila ja arvio jätealueiden ympäristöriskipotentialista. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti 46/2015, 129 s.
- Räisänen M. L., Väisänen U., Lanne E., Turunen P., Väänänen J. 2015b. Rautuvaaran suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen kemiallinen nykytila – Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin vuosina 2005-2006 sekä suositukset jälkihoidolle. Geologian tutkimuskeskuksen arkistoraportti 64/2015, 44 s.
- Räisänen, M. L., Koivuhuhta, A. & Eskelinen, A. 2013a. Keretin vanhan kaivosalueen ja sen ympäristön pohja- ja pintavesien laatu 1960-2000-luvuilla. Julkaisematon raportti. Geologian tutkimuskeskus, Drno M9K2013, 23 s.
- Räisänen, M. L. & Korhonen, K. 2015. Vuonoksen talkkitekseen rikastushiekka-altaan ja rikastamon ympäristön pohja- ja pintavesien kemiallinen nykytila vuonna 2004. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti 58/2015, 23 s.
- Räisänen, M. L., Tornivaara, A., Haavisto, T., Niskala, K. & Silvola, M. 2013b. Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus. Ympäristöministeriön raportteja 24. Ympäristönsuojeluosasto. Ympäristöministeriö, 45 s.
- Saarela, J. 1990. Kaivosjätteiden geoteknisistä ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista. Vesi- ja Ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 64. 145 s.
- Saari, J., Eerola, M., Karinen, M. & Luhta, U. 1993. Kaivos- ja metallurgisen teollisuuden jätteiden inventointi ja luokittelu (Kuparin, sinkin ja nikkelin perustuotannossa Suomessa syntyvät jätteet). Outokumpu Research Oy. Julkaisematon raportti 93002-ORC-T. 15.1.1993, 197 s.
- Saksela, M., 1948. Outokummun kuparimalmin löytö. English summary: The discovery of Outokumpu Ore Field. Geological Survey of Finland, Geoteknillisiä julkaisuja 47, 36 s.
- Sassi-Päikkilä, P. 2007. Suotavien rikastushiekka-alueiden toiminta ja peittorakenne sovellettuna Hituran nikkeli- ja kuparikaivokseen. Julkaisematon diplomityö. Oulun yliopisto, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio, 86 s.
- Sipilä, P. 1994a. Aijalan, Pyhäsalmen ja Makolan sulfidimalmikaivosten rikastamoiden jätealueiden ympäristövaikutukset. Osa II – Aijala. Geologian tutkimuskeskus, kiviainestutkimukset. Arkistoraportti KA33/94/1.2, 26 s.
- Sipilä, P. 1994b. Aijalan, Pyhäsalmen ja Makolan sulfidimalmikaivosten rikastamoiden jätealueiden ympäristövaikutukset, Osa IV – Makola. Geologian tutkimuskeskus, kiviainestutkimukset. Arkistoraportti KA33/94/1.4, 20 s.
- Sipilä, P. 1996. Aijalan kaivoksen rikastamon jätealueen kunnostussuunnitelma. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti KA61/97/2, 24 s.
- Sivonen, M. & Frilander, R. 2001. Patoturvallisuuden toaminen Suomen jäte- ja kaivospadoilla. Suomen ympäristö 462, Ympäristönsuojelu, Suomen ympäristökeskus, 123 s.
- Stanley, G., Gyozo, J. & Hamor, T. with support of Sponar, M. 2011. Guidance document for a risk-based pre-selection protocol for the inventory of closed waste facilities as required by article 20 of directive 2006/21/EC. Final. February 2011. Inventory of closed waste facilities ad-hoc group a sub-committee of the technical adaptation committee for directive 2006/21/EC.
- Stén, S. 2012. Luettelo käytöstä poistetuista ja hylätystä kaivannaisjätealueista Suomessa. 2. versio, päivitetty 20.11.2012. 2 s. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B338BC4F5-62BF-4C76-A755-A6F1CB06E2E0%7D/44798>
- STM 1352/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Annettu Helsingissä 17.11.2015.
- Ympäristöministeriö 2015, Valtakunnallinen pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallintastrategia. SY 10/2015Ympäristöministeriö. ISBN 978-952-11-4470-7 (PDF).
- Tornivaara A. 2012. Kaivannaisjätteiden ominaisuuksien määrittäminen. Seminaariesitys, MUTKU-Päivät 28.-29.3.2012, Suomenlahti.
- Toropainen, V. 2006. Pyhäsalmen, Hituran, Talvivaaran ja Ihalaisen kaivosten sivukivien ja rikastushiekkien laskennallisten neutraloimispotentiaalien määritykset sekä tulosten vertailu VTT:n tekemien staattisten testien tuloksiin. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S49/0000/2006/4, 26 s.
- Toropainen, V. & Heikkinen, P. 2006. Pyhäsalmen, Hituran, Talvivaaran ja Ihalaisen kaivosten sivukivien ja rikastushiekkien mineraloginen ja kemiallinen koostumus. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S 49/0000/2006/3, 45 s.
- Tukes 2016. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ylläpitämä kaivosrekisterin karttapalvelu <http://www.tukes.fi/fi/Rekisterit/kaivokset-rekisterit/>. Luettu 22.12.2016, päivitetty 28.8.2016.

- Tukes 2017. Aijalan entisen kaivoksen sortuman turvallisuus- ja ympäristötöiden lopputarkistus. Pöytäkirja 14.10.2017.
- Tuomainen J., 2001. Vastuu saastuneesta ympäristöstä, 493 s. WSOY lakitieto. Tummavuoren kirjapaino, Vantaa. ISBN 951-670-036-5.
- Tuovinen, H. 1999. Konsernin ympäristötiedosto. Päivitetty 31.12.1998 asti. Outokumpu Research Oy. Julkaisematon raportti 99023-ORC-T. 29.1.1999, 44 s.
- Tuovinen, N. 2002. Orijärven kuparikaivoksen vaikutus Ori- ja Määrjärven piilevästöön. Pro Graduatkielma. Turun yliopisto, maaperägeologian osasto, 55 s.
- Turunen, E. 1953. Aijalan ja Metsämöntun kaivokset. Vuoriteollisuus 11(2), 16–28.
- Turunen, E. 1957. Orijärven kaivos 1757–1957. Vuoriteollisuus 15 (2), 13-24.
- Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri 1991. Korsnäsin kaivosalueen kunnostaminen. Julkaisematon raportti. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri, ympäristönsuojelun toimiala, 15 s.
- Varsinais-Suomen ELY-keskus 2015. Varsinais-Suomen ELY-keskus 2015. FRESHABIT LIFE-projekti, Kiskojoen pintaveden anioni- ja alkuaineanalyysit. Julkaisematon analyysidata. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/FRESHABIT_LIFE_IP_LounaisSuomen_joet
- Vna 190/2013. Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä. Annettu Helsingissä 14.3.2013.
- Vna 868/2010. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 7.10.2010
- Valjus, T., Markovaara-Koivisto, M. & Tarvainen, T. 2016. Aijala mine tailings area as an example of a source of secondary raw materials. Lithosphere 2016 Symposium, November 9-11, 2016, Espoo, Finland, 4 s. <http://www.smart-ground.eu/public/20161118095317.pdf>
- Valo, R. 2012. Haverin entinen kulta-kuparikaivos. Yhteenvedo alueen ympäristöselvityksistä. Pöyry Finland Oy. Engineering balanced sustainability. Julkaisematon raportti 16WWE1795. 11.01.2012, 11 s.
- Viitasalo, M. 2013. Hammaslahden kaivosalueen kuormitus- ja vesistötarkkailun vuosiyhteenvedo 2012. Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy E4324, 31 s.
- Välisalo T. (toim.), Jouttijärvi T., Kallio A., Kauppi S., Kauppila P., Komulainen H., Laasonen J., Laine-Ylijoki J., Leppänen M., Reinikainen J. ja Wahlström M., 2014. Kaivosten stressitestit 2013, Ympäristöministeriön raportteja 2/2014; <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/42780>
- Warm, A. 1975. Outokumpu Oy:n Aijalan ja Metsämöntun kaivosten vaiheita. Vuoriteollisuus 33 (2), 94-98.
- Westerlund, P. 1964. Otanmäki Oy, Raajärven kaivos. Vuoriteollisuus 22 (2), 27-38.
- Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014, Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta. Ympäristöministeriö. ISBN 978-952-11-4327-4 (PDF)

Liite. Kaivosalueiden ryhmittely ympäristökuormituksen ja jatkotoimenpidesuosituksen mukaan: 1. happamia valumavesiä tuottavat kaivosalueet, 2. neutraaleja/lähes neutraaleja metallipitoisia vesiä tuottavat kaivosalueet, 3. kaivosalueet, joiden ympäristökuormituksesta on saatavilla vain vähän tietoa, 4a. kohteet, joissa on voimassa kaivospiiri tai kunnostus käynnissä ja kunnostukselle ympäristölupa, 4b. kaivosalueet, joiden ympäristökuormitus oli pientä käytössä olleen aineiston perusteella ja 5. EU-kaivannaisjäteluettelon kohteet joita ei käsitelty hankkeessa, ja jotka suositellaan poistettavaksi luettelosta (ks. Stén 2012).

| nro | Kaivos | Kunta (2017) | Tyyppi | Rikastush. Mt | Sivukivi Mt | KajakII-hankkeen jatkotoimenpidetarvesuositus ja perusteet EU-kaivannaisjäteluettelon kuulumiselle tai sieltä poistamiselle |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Kaivosalueet, jotka tuottavat happamia valumavesiä: | | | | | | |
| 1 | Aijala | Salo | Cu-Zn | 1,98 | - | Nykytilakartoitussuositus kunnostustoimenpiteille; mahdollinen rikastushiekan hyötykäyttö |
| 2 | Haveri | Ylöjärvi | Cu, (Au) | 1,4 | 0,0045 | Nykytilakartoitussuositus kunnostustoimenpiteille; mahdollinen rikastushiekan hyötykäyttö |
| 3 | Hällinmäki | Pieksämäki | Cu (S) | 4,1 | 0,51 | Ympäristöä kuormittavan malminlastausalueen kunnostussuositus, arviointisuositus ajoratatoiminnan ympäristövaikutuksista kaivannaisjätteen tilaan |
| 4 | Hälvälä | Savonlinna | Ni, (Cu) | Muualla | 0,18 | Tutkimussuositus sivukivikasan ympäristön pinta- ja pohjavesien laadusta |
| 5 | Kangasjärvi | Keitele | Zn-Cu | Muualla | 0,6 | Nykytilakartoitussuositus kunnostuksen jatkotoimenpiteiden perusteeksi |
| 6 | Orijärvi | Salo | Cu-Zn | I | 0,4 | Nykytilakartoitussuositus kunnostustoimenpiteille huomioiden kaivosalueen museointiarvot |
| 7 | Outokumpu | Outokumpu | Cu-Zn | I | Kaivostäyttönä | Suositus selvittää jätealueiden vaikutus pohjaveden laatuun |
| 8 | Ruostesuo | Kiuruvesi | Cu-Zn | Muualla | Louhostäyttönä | Jätealueen nykytilakartoitus- ja vesistökuormituspalveluita suositellaan |
| 9 | Särkiniemi | Leppävirta | Ni, (Cu) | Muualla | 0,11728 | Alueen kunnostuksen suunnittelu käynnissä ELY-keskuksen toimesta |
| 10 | Tipasjärvi | Sotkamo | S | Ei | 0,0002 | Syrjäinen sijainti ja vähäinen kivimäärä, suosituksena ympäristökuormituksen tutkiminen |
| 11 | Ylöjärvi | Ylöjärvi | Cu, (W) | 2,77 | Kaivostäyttönä | Nykytilakartoitussuositus jätealueen kunnostustoimenpiteiden perustaksi |
| 2. Kaivosalueet, jotka tuottavat neutraaleja tai lähes neutraaleja metallipitoisia vesiä, ja joille suositellaan nykytila- ja kunnostustarveselvityksiä: | | | | | | |
| 12 | Korsnäs | Korsnäs | Pb, (REE) | 0,77 | - | Selvityssuositukset valumavesien hallinta- ja puhdistusmenetelmäratkaisuille |
| 13 | Kylmäkoski | Akaa | Ni, (Cu) | 0,654 | 0,15 | Suosittelaa vesistökuormituspalveluita lisäkunnostustarpeen arvioinnin perustaksi |
| 14 | Kärväsvaara | Kemijärvi | Fe (oksidi) | 0,34 | 0,16 | Jätealueen nykytilakartoitus- ja vesistökuormituspalvelussuositus |
| 15 | Makola | Nivala | Ni, (Cu) | 0,38 | - | Nykytilaselvityssuositus kunnostustoimenpiteille |
| 16 | Metsämonttu | Salo | Cu-Zn | Muualla | 0,3 | Suosittelaa nykytilaselvitystä kaivosalueen ympäristövaikutuksista |
| 17 | Vuonos | Outokumpu | Cu-Zn, (Ni) | Toiminnassa | 4 | Suosittelaa sivukivialueiden nykytilaselvityksen päivitystä lisäkunnostustarpeen arvioinnille |
| 3. Kaivosalueet, joiden ympäristökuormituksesta on saatavilla vain vähän tietoa: | | | | | | |
| 18 | Mätäsvaara | Liekka | Mo | I | - | Jätealueen käytön ympäristövaikutukset ja mahdollinen hyötykäyttö suositellaan huomioitavaksi kunnostustarpeen arvioinnissa |
| 19 | Raajärvi | Kemijärvi | Fe (oksidi) | 2,2 | 1,26 | Nykytilakartoitussuositus ympäristövaikutusten ja kunnostustarpeen arvioinnille |

| nro | Kaivos | Kunta (2017) | Tyyppi | Rikastush. Mt | Sivukivi Mt | KajakII-hankkeen jatkotoimenpidetarvesuositus ja perusteet EU- kaivannaisjäteluettelon kuulumiselle tai sieltä poistamiselle |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4a. Kohteet, joissa on voimassa kaivospiiri tai kunnostus käynnissä ja kunnostukselle ympäristölupa. Mikäli kunnostustoimenpiteet todetaan jälkitarkkailun ja/tai lisäkunnostusten jälkeen toimiviksi tai kaivostoiminta alkaa, ehdotetaan kaivoskohteen jätealueet poistettavaksi 20.II.2012 päivitetystä EU-kaivannaisjäteluettelosta: | | | | | | |
| 20 | Hammaslahti | Joensuu | Cu-Zn | 5,3 | 1,8 | Suosittelaa kunnostustoimenpiteiden jälkitarkkailun laajentamista ja lisäkunnostustarpeen arviointia |
| 21 | Hitura | Nivala | Ni, (Cu) | | | Kunnostus on käynnissä osassa aluetta ELY-keskuksen toimesta, tarkkailu toteuttamatta |
| 22 | Kotalahti | Leppävirta | Ni, (Cu) | 9,4 | - | Suosittelaa kunnostustoimenpiteiden jälkitarkkailun laajentamista ja lisäkunnostustarpeen arviointia |
| 23 | Laukunkangas | Enonkoski | Ni, (Cu) | 6,6 | Ei | Kaivospiiri. Suositellaan lisäkunnostustarpeen arviointia |
| 24 | Otanmäki | Kajaani | Fe (oksidi) | 11,8 | 0,58 | Suunnitteilla kaivostoiminnan uudelleen käynnistäminen |
| 25 | Otravaara | Joensuu | S | Ei | 0,01 | Kunnostettu ympäristökeskuksen luvalla, suositellaan toimivuuden tarkkailua |
| 26 | Pahtavuoma | Kittilä | Cu (Au) | Muulla | 0,23 | Kunnostettu ja jälkitarkkailu käynnissä |
| 27 | Saattopora | Kittilä | Cu, (Au) | Muulla | 3,57 | Sulkemisprosessi käynnissä, suositellaan ympäristövaikutustutkimuksia kunnostuksen perustaksi |
| 28 | Telkkälä | Taipalsaari | Ni, (Cu) | Muulla | 0,14 | Kaivospiiri. Suositellaan ympäristövaikutusselvityksiä kunnostustarvearvioille |
| 29 | Vihanti | Raahel | Cu-Zn | 1,37 | Kaivostäyttönä | Kunnostettu jätehuoltolain päätöksen mukaan, suositellaan tarkkailuohjelman tarkistamista |
| 4b. Kaivosalueet, joiden ympäristökuormitus vähäistä, ja jotka ehdotetaan poistettavaksi 20.II.2012 päivitetystä EU-kaivannaisjäteluettelosta: | | | | | | |
| 30 | Ilijärvi | Salo | Zn, (Au) | Muulla | Ei tietoa | Kaivosalueet ovat jääneet uusien toimintojen alle |
| 31 | Kitula | Puumala | Ni, (Cu) | Muulla | Ei tietoa | Pieni, metsittyntynyt jätealue, ei hapanta kaivosvesivalumaa |
| 32 | Kivimaa | Tervola | Cu, (Au) | Muulla | 0,008 | Pieni alue, joka toiminut tutkimustyömaana, ei hapanta kaivosvesivalumaa |
| 5. Kaivoskohteet, jotka on rajattu KAJAK II-hankkeen ulkopuolelle, ja suositellaan poistettavaksi 20.II.2012 päivitetystä EU-kaivannaisjäteluettelosta: | | | | | | |
| 33 | Hokka | Kontiolahti | Cu | Ei tietoa | Ei tietoa | Tavanomainen jäte, koelouhinta (0,01 Mt), ei suurta ympäristövaikutusta |
| 34 | Kirakkajuppura | Tervola | Pt, Pd, Au | Muulla | 0,05 | Pysyvä jäte, koelouhinta (0,06 Mt), ei suurta ympäristövaikutusta |
| 35 | Maljasalmi | Outokumpu | Asbesti | 0,011 | 0,017 | Kunnostettu, toimivuutta tarkkaillaan |
| 36 | Mullikkoräme | Pyhäjärvi | Cu-Zn | Muulla | Louhostäyttönä | Kunnostettu, toimivuutta tarkkaillaan |
| 37 | Tainiovaara | Liekksa | Ni, (Cu) | Muulla | 0,001 | Tavanomainen jäte, koelouhinta (0,02 Mt), ei suurta ympäristövaikutusta |
| 38 | Paakkila | Tuusniemi | Asbesti | 0,236 | 4,3 | Kunnostettu alue, toimivuutta tarkkaillaan |
| 39 | Paukkajanvaara | Joensuu | U (oksidi) | 0,04 | 0,0297 | Kunnostettu alue, STUK:in tarkkailu |
| 40 | Rautuvaara | Kolari | Fe (oksidi) | 8,02 | 1,23 | Nykyisin osana Hannukainen Mining Oy:n kaivossuunnitelmaa |
| 41 | Vasarakangas | Polvijärvi | Ni, (Cu) | Muulla | 0,7 | Alueella voimassa oleva kaivospiiri, alue liittyy Karnukan toimivaan kaivosalueeseen |



ISBN 978-952-11-4929-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-4930-6 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)