

ARKISTOMITALE

ATUN MALMIN JA RIKASTUSKOENÄYTTEIDEN MALMILMINERALOGISISTA
TUTKIMUKSISTA

Seuraavassa on annettu selonteko OKMEN laboratoriossa (P Hautala) suoritetuista ja keskeneräisistä Atun näytetutkimuksista näyte-erittäin kronologisessa järjestyksessä.

Näytteet Attu-133/E Rauhamäki 15.2.1980

Reiästä Attu-133 syvyysväliltä 100,55-199,65 on mikroskopoitu 27 näytettä. Asiasta on valmistunut raportti: P Hautala 27.2.1980. Pintahienäytteet Attu-133 (E Rauhamäki 15.2.1980). Alustavat havainnot.

Tutkitut näytteet ovat karsi- ja kvartsi-karsikiviä, joissa sulfidien määrät vaihtelevat noin 1-25 tilavuus-%:a. Päämalmimineraalit ovat pyrrotiitti ja sinkkivälke sekä harvemmin kuparikiisu, lyijyhohde ja syvyysvälillä 189,55-199,65 arseenikiisu. Yleisesti esiintyvät lisäainekset ovat pyriitti, markasiitti ja syvyysvälillä 194,55-199,65 löllingiitti. Aksessorisina aineksina on havaittu tetraedriitti (Ag-pitoinen) - tennantiitti (Ag-köyhä), boulangeriitti, metallinen Bi (bismutiniitti?), hessiitti, metallinen Au, mackina-wiitti (?), valleriitti (?) ja magnetiitti.

Reiässä Attu-133 voidaan erottaa kaksi hieman poikkeavaa mineralisaatiotyyppiä: As-köyhä mineralisaatio välillä 100,55-184,55 ja As-pitoinen mineralisaatio välillä 189,55-196,55 (viimeksi mainitun ollessa myös Au-pitoisempi).

Merkittävimmät Ag-kantajat ovat tetraedriitti ja lyijyhohde. Tetraedriitti esiintyy läpimitaltaan alle 35 µm:n sulkeumina lyijyhohteessa (etenkin välillä 100,55-184,55) ja harvemmin itsenäisinä rakeina (etenkin välillä 189,55-196,65).

Metallinen Au on havaittu alle 35 µm:n rakeina arseenikiisurikkaissa osissa.

Pyrrotiitin, sinkkivälkkeen, kuparikiisun ja pyriitin esiintyminen, raekoko, keskinäisten yhteenkasvettumien, sulkeumien ja suotaumien määrät ovat tavanomaisia. Lyijyhohteen raekoko on edellisiä pienempi ja se sisältää huomattavan osan Ag:sta tetraedriittisulkeumina ja hilassa.

Kivien kvartsirikkaus vaikuttanee jauhatukseen ainakin kustannuksia kohottavasti. Lyijyhohteen ylijauhautumisen vaara on olemassa. Ag-massavirrat jakautuvat kahtaalle: Cu-rikasteeseen (itsenäiset ja vapautetut

tetraedriittirakeet) ja Pb-rikasteeseen (lyijyhohteen hylan Ag ja tetraedriittisulkeumat). Mitä hienempi on (lyijyhohteen) jauhatus, sitä vapautuneempi tetraedriitti ja korkeampi Ag:n saanti Cu-rikasteeseen. Tulee huolella selvittää, kumpi "Ag-vaihtoehto" on taloudellisesti edullisempi. Arsenidit saattavat aiheuttaa harmia ja niiden mukana menetetään osa Au:sta.

Näyte Attu-133/198,55-199,65/1 (E Rauhamäki 15.2.1980)

Poikkeuksellinen, sulfosuolarikas näyte, jonka tarkastelua on hieman jatkettu mikroanalyysointorilla (8 analyysia, 18 analyysipistettä). Näytteen päämalmim mineraalit ovat arseenikiisu ja lyijyhohde. Lisäaineksina on havaittu tetraedriitti-tennanttiitti (Ag ~ 0,27-12,45 %), metallinen As, kuparikiisu, metallinen Bi (bismutiniitti?), boulangeriitti (?), pyriitti, metallinen Au (Ag ~ 28,6 %), bournoniitti sekä toistaiseksi lähemmin määrittelemättömät Cu-Sn-Zn-sulfidi (kesteriitti?), Cu(±Pb)-As-sulfidi (sinneriitti?) ja Cu-pitoinen Pb-As-sulfidi. Tutkimus ja raportointi on kesken.

Näytteet Attu-301-310/T Karppanen 4.11.-3.12.1980

Rei'istä Attu-301, -302, -303, -304, -305, -307, -308 ja -310 on tarkastettu malmimikroskooppisesti yhteensä 26 näytettä. Sulfidien ja sulfosuolojen kokoomukset on analysoitu mikroanalyysointorilla 10 näytteessä.

Näytteet ovat vallitsevasti kvartsi-tremoliittikiviä (kvartsirikkaita karsikiviä), joissa sulfidien määrät vaihtelevat noin 1-90 tilavuus-%:a.

Päämalmimineraaleina ovat pyrrotiitti, sinkkivälke, lyijyhohde ja pyriitti. Yleisimpiä lisäaineksia ovat kuparikiisu, arseenikiisu ja tetraedriitti (Ag-pitoinen). Aksessorisina esiintyvät markasiitti, pyrargyriitti, boulangeriitti, metallinen Au, mackinawiitti, molybdeenihohde, breithauptiitti, metallinen Ag (?) ja jordaniitti (?). Em. lisäksi on satunnaisesti havaittu magnetiittia ja eräissä amfibolirikkaammissa kivissä ilmeniittiä ja rutiilia. Grafiitti on harvinainen.

Malmimineraalien kokoomuksia on analysoitu mikroanalyysointorilla 10 näytteestä seuraavasti (suluissa on annettu analyysipisteiden kokonaismäärä): sinkkivälke 10 (52), lyijyhohde 10 (65), pyrrotiitti 9 (41), pyriitti 6 (26), tetraedriitti 5 (26), arseenikiisu 4 (18), pyrargyriitti 2 (5), boulangeriitti 2 (6),

breithauptiitti 1 (1), metallinen Au 1 (6) ja metallinen Ag 1 (1). Yhteensä 51 mineraalianalyysia analyysipisteiden kokonaismäärän ollessa 247. Seuraavat, esiintymän hyödyntämisen kannalta ehkä merkittävimmät pitoisuusvaihtelut on havaittu (paino-%):

	min	max
tetraedriitin Ag-pitoisuus	19,87	31,14
lyijyhohteen Ag-pitoisuus	0,00	0,43
sinkkivälkkeen Fe-pitoisuus	6,25	9,83
pyriitin Co-pitoisuus	0,00	0,40
arsenikiisun Co-pitoisuus	0,00	1,14

Metallisen Au:n havaittiin sisältävän 16,20-29,53 % Ag ja metallisen Ag:n 18,8 % Au. Lyijyhohteen Ag-pitoisuuden max-arvoon 0,43 % on suhtauduttava varauksin johtuen analysoitavan ja metallisen Ag-standardin välisistä suurista X-ray-intensiteettieroista.

Sulfidit esiintyvät raekooltaan tavanomaisena, keski-karkeahkorakeisena pirotteena, kasoina ja verkostoina hienojakoisten pirotteiden ja kompaktien osueiden ollessa harvinaisempia. Sulfidien keskinäiset sulkeumat ja sisäänkasvettumat ovat määrältään tavanomaisia. Sinkkivälkkeessä tavataan kuparikiisu- ja pyrrotiittisuotaumia ja -sulkeumia, mutta määrät ovat tavanomaisen alhaisia. Hapettumis- ja hydrautumisilmiöitä ei juuri esiinny.

Jalometallien (Ag, Au) esiintymisen suhteen on syytä huomioida eräitä seikkoja. Tetraedriitti ja lyijyhohte ovat pääasialliset Ag-kantajat. Tetraedriitti esiintyy yleisimmin sulkeumina lyijyhohteessa tai muuten lyijyhohteen yhteydessä (mm. yhteisinä rakotäytteinä silikaateissa), harvemmin itsenäisinä rakeina tai sulkeumina kuparikiisussa ja sinkkivälkkeessä. Lyijyhohteessa olevien tetraedriittisulkeumien läpimitta on alle 120 µm, yleisimmin alle 20 µm. - Pyrargyriitti on harvinainen ja sen osuus Ag-kantajana on ilmeisen vähäinen. Se esiintyy lyijyhohteen yhteydessä yleensä alle 10 µm:n rakeina, harvemmin muualla (mm. rakotäytteenä sinkkivälkkeessä). - Metallinen Ag (?) on havaittu yhtenä sulkeumana (~ 2 µm) lyijyhohteessa. - Metallinen Au on havaittu kuparikiisun yhteydessä (rakotäytteen jatkeella) alle 80 µm:n rakeina ja harvinaisissa alle 15 µm:n rakeina.

Rikastuksen suhteen pätevät samat kommentit kuin edellä. Pyrrotiitin korkea suhteellinen osuus ja sen painaminen johtaa muiden arvösulfidien saantitappioihin. Cu-Pb-erotuksessa Ag-virrat jakautuvat

kahtaalle. Mitä hienompi lyijyhohteen jauhatus, sitä suurempi osa tetraedriitistä ja siten Ag:sta kulkeutuu Cu-rikastukseen. Au:n suhteen on syytä varautua varsin vaatimattomiin saanteihin. Tuotteiden As-taseita lienee syytä seurata. Kivien kvartsirikkaus saattaa johtaa etenkin lyijyhohteen ylijauhautumiseen.

Tutkimuksen raportointi on kesken.

Näytteet Attu-312/T Karppanen 27.2.1981

Reiästä Attu-312 on tarkastettu malmimikroskooppisesti 5 näytettä. Raportointi on kesken.

Näytteet E Lundén/Partek 2.9.1981

Partek'in valmistamat jauhenäytteet koenäytelouhosten A ja B soija- ja louhenäytteistä sekä yhteisnäytteestä A+B, joka edustaa VTT:n koeajojen syötettä. Yhteensä 5 näytettä. Näytteistä on analysoitu kokonaiskokoomus X-ray-fluoresenssilla, sulfidiset metallit Cu, Zn, Ni, Co, Pb, Ag, Mn ja Fe HNO₃- ja Br-metanoliliuotusmenetelmillä, S ja hivenaineet Sb, Bi, Cd, As ja Au. Raportointi on kesken.

Näytteet Attu-81/OKMT/MS 1.9.1981

OKMT:n vaahdotuskoenäytteestä (syötteen "esimurskeesta") on malmimikroskooppisesti tarkastettu 10 näytettä. Näytteet kuuluvat louhenäytteeseen A+B ja siten edustavat VTT:n koeajojen jauhamatonta syötettä.

Näytteet ovat vallitsevasti kvartsirikkaita tremoliitti- ja/tai diopsidikarsia ja kvartsikiviä, joissa sulfidien määrät vaihtelevat noin 1-30 tilavuus-%:a.

Päämalmimineraalit ovat pyrrotiitti ja sinkkivälke sekä harvemmin pyriitti ja lyijyhohde. Lisäaineksina esiintyvät kuparikiisu, tetraedriitti, markasiitti ja satunnaisesti metallinen Au (sulkeumana kuparikiisussa, 25 um).

Ag-kantajina ovat tetraedriitti ja lyijyhohde. Tetraedriitti esiintyy vallitsevasti lyijyhohteen yhteydessä sulkeumina (alle 30 µm) ja kiderajoilla, mutta eräissä näytteissä varsin yleisesti muiden sulfidien (etenkin kuparikiisun) yhteydessä ja itsenäisinä rakeina harmeissa, joiden läpimitta saattaa olla 50-100 µm, kuitenkin alle 250 µm. Lyijyhohde esiintyy joskus sulkeumina Fe-sulfideissa, jolloin niiden painaminen jätteeseen johtaa Ag-saantitappioihin.

Sulfidien esiintyminen vaihtelee köyhästä pienira-
keisesta pirotteesta rikkaampaan pyrrotiittivaltaiseen
verkostoon. Sulfidien keskeiset yhteenkasvettumat,
sulkeumien ja suotaumien määrät ovat tavanomaiset.
Hapettumis- ja hydrautumispiirteitä ei juuri tavata.

Rikastuksen suhteen pätevät samat päätelmät kuin
edellä. Huomattavaa on eräissä näytteissä tetraedriitin
varsin yleinen esiintyminen itsenäisinä rakeina (so. ei
sulkeumina lyijyhohteessa). Niiden vapauttaminen johtaa
Ag-rikastumiseen Cu-rikasteeseen Cu-Pb-erotuksessa. Fe-
sulfidien (etenkin pyrrotiitin) suhteellisesti korkea
osuus ja niiden painaminen jätteeseen johtaa muiden
arvosulfidien (mm. tetraedriitin ja lyijyhohteen)
saantitappioihin. Kivien kvartsirikkaudesta johtuva
(etenkin lyijyhohteen) ylijauhautumisen vaara on
olemassa.

Tutkimus ja sen raportointi on kesken.

Näytteet Attu - VTT:n kokeiden 105, 07, 123 ja 133 prosessifraktiot.
Malmimineraloginen selvitys

VTT:n koeajoista on tutkittavana seuraavat
prosessifraktiot:

Koe 105: spir.ylite, PbCuEJ, PbCuR, PbCuKJ, ZnR, ZnKJ,
jäte

Koe 07: CuR, CuKJ1, CuKJ2, PbR

Koe 123: TM, PbCuKR1, PbCuER, Unit, PbCuEJ, ZnER,
ZnKR3, ZnJ, spir.ylite, PbCuKJ, ZnKJ

Koe 133: TM, PbCuKR2, PbCuER, Unit, PbCuEJ, spir.ylite,
PbCuKJ

Yhteensä 29 fraktiota. Näytteistä on valmistettu
mikroskooppipreparaatit. Kokeiden 105 ja 07 fraktiot on
mikroskopoitu. Rikastefraktioista koe 105 ZnR ja PbCuR
sekä koe 07 CuR ja PbR on mikroanalyysoitu mikroskooppilla analy-
soitu seuraavien sulfidien ja sulfosuolojen kokoomukset
(suluissa analyysipisteiden lukumäärät): sinkkivälke
(85), pyrrotiitti (35), pyriitti (24), lyijyhohde (26),
tetraedriitti (31), tennantiitti (2), arseenikiisu (6),
pyrargyriitti (3), bournoniitti (3) ja boulangeriitti
(1). Yhteensä 10 mineraalin kokoomukset on tarkistettu
analyysipisteiden kokonaismäärän ollessa 216.

Tutkimus, aineiston kokoaminen ja raportointi on
keskeneräinen. Aineisto mahdollistaneen likimääräisen Ag-
jakauman arvioimisen tetraedriitin ja lyijyhohteen

kesken sekä VTT:n kokeiden sulfidikohtaisten massavirtojen laskemisen.

Näytteet Attu/VTT koe 136. Fraktioiden spiraaliylite ja PbCuKR2 hienot seulafraktiot

VTT on valmistanut kokeen 136 spiraaliylitteestä ja PbCuKR2:sta seulafraktiot +74, +45, +20, +10 ja -10 µm. Yhteensä 10 näytettä. Näytteistä on analysoitu Cu, Zn, Ni, Co, Pb, Ag, Au, Fe, Sb, As ja S. Sulfidien %-painofraktiot lienevät arvioitvissa laskenallisesti hyödyntäen kokeiden 105 ja 07 rikastefraktioiden sulfidikokoomuksia. Työn tarkoituksena on pyrkiä selventämään sulfidien jauhautuvuutta sekä tetraedriitin esiintymistä ja osuutta Ag-kantajana raekoon funktiona. Tutkimus on kesken.

Pertti Hautala

JAKELU

A Lehtola	KTR
E Rauhamäki	KTR
T Karppanen	OKHM
P Rouhunkoski - A Häkli - arkisto	
P Hautala	OKME