

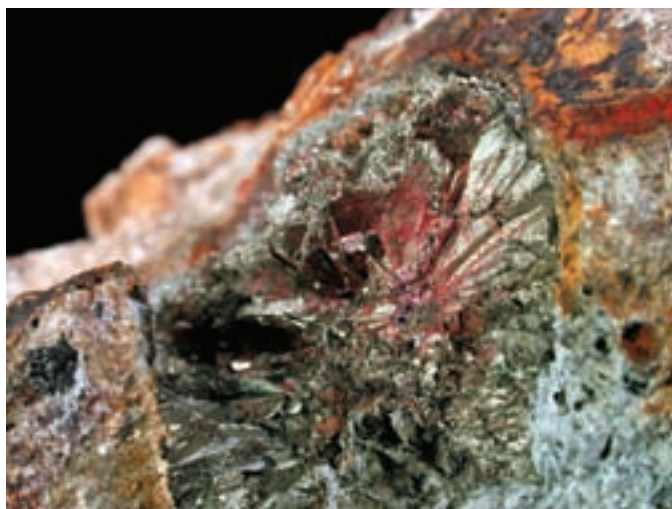
# Minerali žilnih rudišč v Posavskih gubah in rudnika Sitarjevec pri Litiji

Uroš Herlec, Mirko Dolinšek, Andraž Geršak, Mateja Jemec,  
Sabina Kramar

V razdalji kakšnih 80 km med Hrastnico pri Škofji Loki na zahodu in Pecljem pri Sevnici na vzhodu je okrog 40 žilnih rudišč in mnogo pojavov rudnih mineralov v obliki žil. Žile, ki večinoma ležijo prečno na plastnatost in le redko vzporedno z njo, so najpogosteje v karbonskih kremenovih peščenjakih, manj v konglomeratih in najredkeje v skrilavih glinavcih. Ponekod so verjetno orudene tudi litološko povsem podobne spodnjeperske plasti. Največ rudišč je v litijski antiklinali v okolici Litije v pasu južno od Save (Jazbine, Trebeljevo, Štrus, Štangarske Poljane, Štanga, Zavrstnik, Litija - Sitarjevec, Zagorica, Maljek, Log pri Litiji, Pasjek, Pustov mlin), v pasu severno od Save (Vernek, Tolsti Vrh, Cirkuše, Ponoviče, Rudnik, Kamnica in Dašnik), v njenem jugozahodnem (Pleše, Paradišče, Podlipoglav) in severozahodnem delu (Andrejevec, Agata). V litijski antiklinali so rudišča še južno od Save pri Radečah (Srednik, Vajnof, Budna vas, Log pri Budni vasi) in severovzhodno od Save pri Radečah (Radež, Razbor, Podgorica, Pecelj, Podgorje), v zahodnih podaljških litijske antiklinale pa med Škofjo Loko in Polhovim Gradcem (Hrastnica in Knapovže). Manj jih je



Spominska srebrna medalja izvira iz časa, ko so v rudniku na Sitarjevcu pri Litiji pridobili prvo srebro. Na prvi strani je prikazano pobočje hriba z rudniškimi obrati in alkimističnimi simboli, ki označujejo srebro, svinec in živo srebro. Kovana je bila leta 1886 iz »litijskega« srebca. Zbirka Numizmatičnega kabineta Narodnega muzeja Slovenije. Foto: arhiv NK NMS



Žarkasta kongrecija cinabarita v piritu iz Sitarjevca; premer 25 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek



Galenit je bil gospodarsko najpomembnejši mineral v rudniku Sitarjevec; 11 x 7 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek



*Vzorec črvičastega samorodnega svınca, najden v Sitarjevcu leta 1922, je mineraloška redkost; izrez 12 x 5 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

v vzoredni severno ležeči trojanski antiklinali (Češnjice, Zlatenek, med Trojanami in Znojilami – Kraljevi rov, Zinka rov, Perhanc – in Marija Reka ter Brezno in Padež.

Po gospodarsko pomembnih prevladujočih mineralih in spremljajočih značilnih mineralih v rudni paragenezi so ločili pet skupin rudišč: 1. s sfaleritom kot glavnim rudnim mineralom; 2. z galenitom in sfaleritom, kjer prevladuje galenit; 3. z galenitom, sfaleritom in cinabaritom ter ponekod baritom; 4. rudišča s cinabaritom kot glavnim rudnim mineralom, in 5. z antimonitom kot glavnim rudnim mineralom.

V 1. skupini so rudišča v trojanski antiklinali pri Češnjicah in pri Zlatenku nad Blagovico. V litijski antiklinali so severno od Save pri Cirkušah, Agati, Verneku, Tolstem Vrhu in v Ponovičah. Prevladuje sfalerit, manj je galenita in halkopirita.

V razpokah pri Češnjicah je najprej nastal **kremen**, ki je najpogostejši mineral, lahko v več kot 10 cm velikih idiomorfni kristalih in geodah, sledil mu je najstarejši rudni mineral – rjavi, temnorjavi ali rdečkastorjavi visokotemperaturni **sfalerit**, ki ga ponekod spremlja **halkopirit**. Po tektonski fazi, v kateri so se prejšnji minerali zdobili, se je po tako nastalih razpokah izločila naslednja generacija mineralov: kremen in **siderit** ter nato še **pirit** in **markazit**. Po novih razpokah v sfaleritu in kremenu je žilice in nepravilna polja zapolnil predvsem halkopirit. Sledila je kristalizacija redkejšega **tetraedrita** in najmlajšega rudnega



*Kapljica samorodnega živega srebra iz Sitarjevca; 1 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*



*Žarkasta kongrecija cinabarita v baritu iz Sitarjevca; 15 x 14 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek*



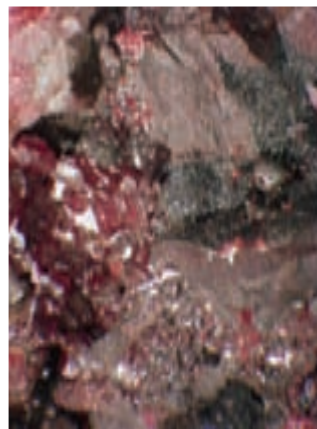
*Pirit iz rudišča Sitarjevec; 10 x 6 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

minerala **galenita**, ki je nadomestil starejše sulfide in siderit. V mineralni združbi v Češnjicah včasih najdejo tudi **antimonit**. Pri oksidaciji sulfidov so nastali predvsem železovi hidroksidi, redka sta sekundarna bakrova minerala **azurit** in **malahit**.

V rudi iz Zlatenka je zaporedje podobno. Prvo generacijo kremenca je prevladujoči **sfalerit** delno korodiral in zapolnil tako nastale praznine v žilah. Zato so tam lepi kristali **kremenca** redki. Po naslednji tektonski fazi so razpoke zapolnjevali siderit, druga generacija kremenca in verjetno **barit**, ki je le redko ohranjen. Sledili so **halkopirit**, **tetraedrit** in v tankih žilicah ter poljih pirit z več kot običajno količino srebra – verjetno **argentopirit**. Tudi tu je najmlajši mineral **galenit**. Sekundarni minerali so železovi hidroksidi in cementacijski **covellin** – najzgodnejši raziskovalci so ga našli tudi v nekaj centimetrov debelih žilah, kar je bil verjetno primarni covellin.

V Ponovičah sta v žilah prva generacija **kremenca** in **sfalerit** ali pa samo sfalerit ali **barit**. V porah in razpokah kremenovih in sfaleritnih žil so kristalizirali nato še **siderit**, kasneje pa **dolomit** in druga generacija kremenca. **Halkopirit** in **galenit** ter redko **pirit** so sledili tektonskim razpokam in razkolnosti sfalerita; **tetraedrit** je zelo redek, **galenit** pa je spet bil zadnji. Drobnozrnata klastična kamnina ob žilah je z rudnimi minerali pogosto povsem impregnirana.

V Cirkušah in ob Skrivnem potoku se prevladujočemu **sfaleritu** in manjši količini **galenita** pridružuje precej **halkopirita**. Pri Agati so kremenove in sfaleritne žile, pri Verneku sta v kremenovih žilah sfalerit in galenit. Na Tolstem Vrhu, Rudniku, Kamnici in Dašniku so kremenove žile s sfaleritom, galenitom in halkopiritom.



*Cinabarit, metacinabarit in samorodno živo srebro iz Sitarjevca; izrez 10 x 6 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*



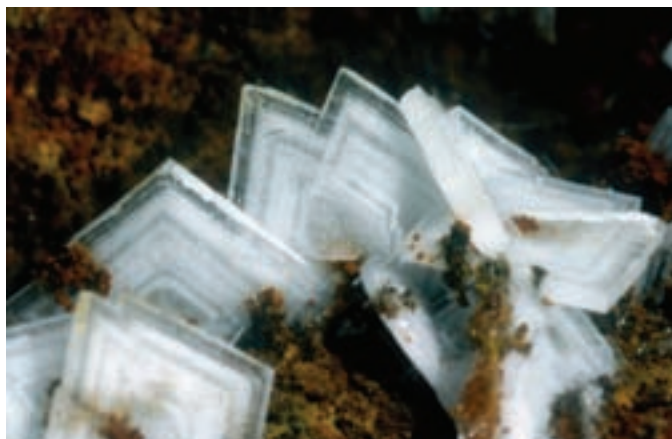
Preraščeni kristali kremenca iz Sitarjevca; izrez 35 x 25 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.  
Foto: Miha Jeršek

V 2. skupini je največ žilnih rudišč z več galenita in manj sfalerita. Večinoma ležijo v litijski antiklinali južno od Save in proti vzhodu vse do Sevnice. Posameznim rudnim žilam so sledili v rudiščih Andrejevce, Brezno, Jazbine, Laški potok, Lenart, Log pri Budni vasi, Log pri Litiji, Padež, Paradišče, Pasjek, Pecelj, Podgorica, Podgorje, Podkraj, Pustov mlin, Razbor, Radež, Štanga, Štangarske Poljane, Štrus, Trebeljevo in Vajnof. V rudiščih Lokavec, Maljek, Podlipoglav - Javorje, Zagorica in Zavrstnik je bilo najdenih več žil in nekaj več rud, zato so jih bolj načrtno iskali in odkopavali, vendar je bila proizvodnja za današnje razmere majhna. Zaporedje kristalizacije se ne razlikuje od 1. skupine, saj so rudni minerali kristalili v zaporedju **sfalerit, halkopirit, pirit** prve generacije, **tetraedrit, galenit** in pirit druge generacije. Jalovinski minerali so **kremen, barit, siderit in kalcit**. V rudiščih Zavrstnika, Maljeka in Zagorice je manj sfalerita in pirit ter zelo malo halkopirita in tetraedrita. Žile imajo manj kremenca kot v prej naštetih rudiščih, več pa je barita.



Piromorfit iz Sitarjevca je redko v kristalih, vidnih s prostim očesom; 3 x 1 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja.  
Foto: Miha Jeršek

3. skupina rudišč je bila gospodarsko najpomembnejša; največ je bilo **galenita**, pa **sfalerita** in spremenljive količine **cinabarita** ter ponekod **barit** v gospodarsko pomembnih količinah. Raziskovali so pri Budni vasi (kremen, galenit, sfalerit, cinabarit), pri Hrastnici (kremen, galenit, sfalerit, cinabarit) ter v Sredniku (kremen, galenit, sfalerit, cinabarit). Gospodarsko pomembno je bilo rudišče Pleše (kremen, galenit, sfalerit, barit, cinabarit), kjer je bil del rudnih mineralov remobiliziran v mlajše, predvsem skitske plasti, in rudišče Knapovže (kremen, galenit, sfalerit, cinabarit), ki je v tej knjigi opisano v posebnem prispevku, ter



Kristali conarnega barita iz Sitarjevca; izrez 35 x 20 mm. Belo barvo dajejo številni tekočinski vključki. Najdba in zbirka Gorana Velikonja.  
Foto: Miran Udovč

najpomembnejše slovensko polimetalno žilno rudišče Litija - Sitarjevec (galenit, sfalerit, cinabarit, **halkopirit**, barit).

V novem veku je bila Litija rudarsko središče z enim največjih rudnih bogastev v Vzhodnih Alpah in je zato v nadaljevanju podrobneje opisano.

V 4. skupini je samó rudišče Marija Reka severno od Hrastnika. Glavni rudni mineral je **cinabarit**. Zaporedje kristalizacije mineralov v razpokah je: **siderit**, **pirit** prve generacije, **kremen**, **sfalerit**, pirit druge generacije (verjetno **bravoit**), **galenit**, verjetno **schwazit**, **halkopirit**, galenit, cinabarit, **samorodno živo srebro**, v zbruskih pod mikroskopom vidimo samorodno zlato, ter **barit** in kremen. Zgodnji raziskovalci so našli še antimonit, arzenopirit, bornit, markazit in od sekundarnih mineralov cerusit. Sulfidi so impregnirali tudi peščenjake ob razpokah. Ruda je verjetno nastala pri nekoliko nižjih temperaturah, pri epitermalnih pogojih. Ostala rudišča so nastala pri mezotermalnih pogojih. Menijo, da je rudišče nastalo v dveh fazah: v asturski in saalski tektonski fazi.

5. skupina rudišč so žile z **antimonitom** kot glavnim rudnim mineralom v trojanski antiklinali med Trojanami in Znojilami, ki jih tudi predstavljamo v posebnem prispevku.

Izdanki bakrove in železove rude na hribu Sitarjevec nad Litijo so bili zanimivi za pridobivanje verjetno že v bronasti in železni dobi. Prvi znaki rudarjenja na Sitarjevcu so sledovi naselbine iz mlajše železne dobe na terasah pri vrhu hriba. Najdbe bakrenih, bronastih in železnih izdelkov ter kovačnice in topilnice iz železne dobe na Vačah, ki so oddaljene od Sitarjevca le nekaj kilometrov, pričajo o razviti predelavi kovin in verjetno tudi pridobivanju rud. Litija je bila v rimskem obdobju zelo pomembna naselbina ob transportni poti



Barit, prekrit z limonitom, in koncentrično skorjasti goethit iz Sitarjevca. Najdba in zbirka Vilija Rakovca; izrez 5 x 3 mm.  
Foto: Miha Jeršek



*Največji znani skupek kristalov barita v Sloveniji je iz Sitarjevca; izrez 55 x 55 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

ob Savi, vendar jasnih dokazov o rudarjenju tudi za takrat še ni, čeprav menimo, da so rimski rudosledci Sitarjevec zaradi mnogih izdankov rude morali poznati. Kasnejše rudarjenje je zbrisalo ostanke del prvih rudarjev. Tako je Litija verjetno najstarejše slovensko rudarsko mesto.

Prvi pisni vir o rudarjenju na Sitarjercu je nagrobni spomenik priseljenemu nemškemu protestantu in upravniku rudnika Krištofu Bruckerschmiedu iz leta 1537 v stari cerkvi v Šmartnem. Takrat so kopali galenit in cinabarit.

Uradno poročilo lastnika Jörga Tanholzerja, lastnika rudnikov in talilnic v Litiji, iz leta 1542 pravi, da daje rudnik srebro in druge kovine, največ pa železa, vendar se predelava te rude ni preveč obnesla, zato so se omejili le na pridelavo svinca. Verjetno je bilo v železovi rudi veliko žvepla, zaradi katerega je bila kovina preveč krhka. V času protireformacije so večinoma protestantske rudarje pregnali in rudnik okrog 1560. zaprli. Janez Vajkard Valvasor je v svoji Slavi vojvodine Kranjske iz leta 1689 omenil Sitarjevec kot opuščen. Po velikih nasipih jalovine in kosih bogate rude v nji je sklepal, da je bil rudnik velik. O iskanju svinčeve rude v okolici Litije je 1854. poročala rudarska združba *Gewerkshaft am Savestrome*, češ da sledilna rudarska dela na Sitarjercu potekajo že od 1823. Verjetno so bila brez večjega uspeha, saj je združba 1860. delo opustila. Raziskovanja so obnovili 1873. Najdba bogatega rudnega telesa Alma, ki izdanja v vrhnjem delu južnega pobočja Sitarjevca, je bila povod za ustano-

vitev Rudarske združbe Litija, ki je ostala lastnik rudnika vse do nacionalizacije 1946. Rudarili so v letih 1875-1917, 1919-1920 in 1924-1930. Največja letna proizvodnja je bila 1884., ko so iz rudnega telesa Alma proizvedli 1.900 t svinca in 4,8 t živega srebra. Leta 1880 so v Litiji zgradili talilnico, ki je predelovala tudi rudo iz bosanskih rudnikov Borovica in Srebrenica in srb-skih rudnikov Avala in Rudnik, rude iz Rablja in Bleiberga ter rude iz Alžira in Tunisa. Leta 1886 so prvič proizvedli dobre tri in pol kilograme srebra. Na Dunaju so izdelali spominske srebrnike, tako imenovane litijske tolarje. Največ srebra so pridobili 1890. in sicer več kot 614 kg. Živosrebrovo rudo so med letoma 1875 in 1883 prodajali Idriji, potem pa so imeli svojo talilnico, tako da se je Sitarjevec kosal z rudiščem Sv. Ana pri Tržiču za drugo mesto v avstroogrski monarhiji. Okrog 1890. je dajal Sitarjevec okrog 10 % proizvodnje svinca v cesarstvu. Med prvo svetovno vojno so v talilnici predelovali predvsem svinec iz drugih rudnikov. Leta 1922 so zaradi tožb s čebelarji opustili talilnico in proizvodnjo na Sitarjevcu. Dela so obnovili dve leti kasneje, intenzivnejše odkopavanje pa se je pričelo šele 1927., ko je začela obratovati gravitacijska separacija in flotacija.



*Paličast cerusit je kristalil v oksidacijskem delu rudišča Sitarjevec na galenitu; izrez 90 x 55 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*



Zdvojen kristal cerusita iz Sitarjevca; 20 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek

Zaradi padca cen svinca so konec 1931. ustavili proizvodnjo galenitnega koncentrata, 1935. pa z rudarjenjem sploh prenehali. Med nemško okupacijo in pod upravo Bleiberger Bergwerk Union iz Celovca so od 1942. sledili predvsem baritnim žilam, odkopali pa tudi nekaj galenitnih in cinabaritnih. Obratovanje je bilo zaradi partizanske sabotaže 1944. prekinjeno. Po vojni so 1947. obnovili raziskovanja in odkopavanje, med letoma 1952 in 1956 so intenzivno pridobivali barit. Z mokro mehansko separacijo in flotacijo so 1956. pospešili proizvodnjo in obnovili proizvodnjo galenitovega koncentrata. Zaradi premajhnega vlaganja v raziskave in opremljenost jame ter zahtevnosti odkopavanja majhnih rudnih teles, težav s predelovalnimi napravami in silikozo so 23. aprila leta 1966 rudnik tudi uradno zaprli.

Rudarska dela so potekala na hribu Sitarjevec jugozahodno nad Litijo v pasu, dolgem okrog 600 m in širokem od 200 do 350 m. Najvišji rov je na koti 420 m tik pod vrhom Sitarjevca, najnižji pa na koti 171,5 m s slepim Kidričevim jaškom – skupaj jih je več kot 15 km. Pridobili so okrog 50.000 t svinca, 2.784 kg srebra, okrog 158 t živega srebra ter 32.000 t barita.

Sulfidno rudno telo Alma je bilo dolgo 550 m ter široko od 150 do 270 m, debelo od 50 cm do 5 m, povprečno pa 2 m. Ruda je v Sitarjevcu v vsaj 400 m debeli plasti, saj je rudišče snop več kot štiridesetih rudnih žil in žilic, večinoma prečno na plastovitost, od katerih se jih je le okrog tretjino splačalo odkopati. Večje, skoraj navpične žile so visoke več kot 150 m in se raztezajo od več deset do več sto metrov daleč. Baritne žile so bile debele največ 60, galenitne 10, sfaleritne pa do 5 cm. Zgradba žil je večinoma simetrično trakasta. Bolj ali manj konkordantno, medplastno rudno telo Alma je dosegalo debelino 2 m.



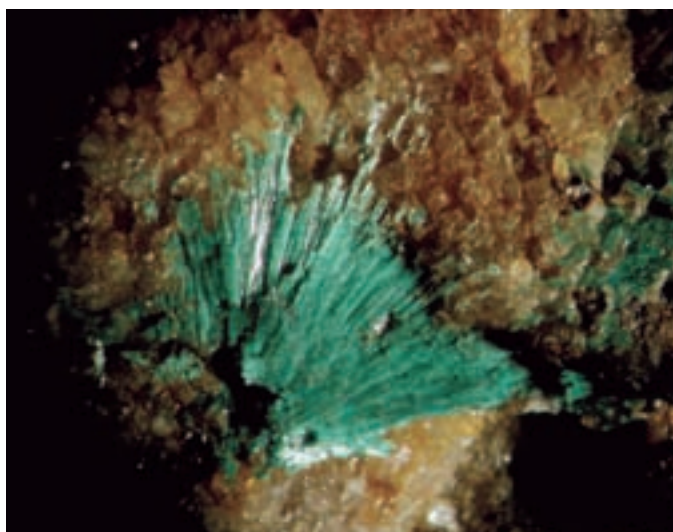
Ugotovili so, da je prva faza orudenja potekala v zaporedju: **kremen, pirit** prve generacije, **kalcit, dolomit in siderit**. Zgodnji raziskovalci so našli v kremenu prve generacije in na njem tudi lističast **hematit**. V drugi fazi je kristalil rdečkastorjav do rjav **sfalerit**, za njim pa kalcit, ki ga deloma in redko nadomešča siderit. V tretji, glavni rudni fazi so si sledili kremen, **galenit** prve generacije, pirit druge generacije, **tetraedrit in bournonit; halkopirit** najdemo v galenitu druge generacije. V četrti fazi orudenja se je nabralo največ **barita**. Včasih sta se hkrati kopičila barit in dolomit, drugič barit in kremen. Sledili so siderit, sfalerit, **cinabarit** (z vključki **metacinabarita**), **tennantit**, galenit tretje generacije in kremen, ter kot zadnja **realgar in avripigment**.

Žile imajo običajno vertikalno in lateralno conarnost; v zgornjih delih je prevladoval barit s cinabaritom, globlje barit z galenitom. Z globino se torej količina barita in cinabarita manjša, hkrati pa je več sfalerita in kremenca. Ekonomsko pomembni so bili primarni minerali: galenit, cinabarit, barit in sfalerit. Galenit je srebronosen, saj vsebuje 20-25 g/t Ag. Rudišče ima dobro razvito oksidacijsko in cementacijsko cono. Mineraloško najbolj zanimiva je oksidacijska cona rudnega telesa Alma, ki izdanja ponekod visoko na južnem pobočju Sitarjevca.

V srednjem delu masivnih drobnozrnatih kremenovih žil so skupki kremenca z do 2 cm velikimi prozornimi kristali kremenca z vključenimi drobnimi lističastimi kristali hematita. Preostala odprtina je bila v času oksidacije rudnih teles zapolnjena z drobnozrnatim ali skorjastim limonitom, zato pogosto dobimo odtise kremenovih kristalov v limonitu. V nižjih delih rudišča so bili



*Samorodni baker iz oksidacijske cone rudišča Sitarjevec, delno prekrit s sekundarnimi bakrovimi minerali; 18 x 7 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*



*Žarkast malahit je nastal v Sitarjevcu pri oksidaciji halkopirita; izrez 30 x 20 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*



*Halkantit je le v suhih delih rudišča Sitarjevec; izrez 20 x 25 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

ob kremenu temnorjavi, do 15 mm veliki kristali rdečerjavega sfalerita, kristali galenita pa so pogosto dosegali 2 cm, največji celo 5 cm.

Halkopirit je v zgornjih delih rudišča redek, če pa je, je v nepravilnih amebastih zapolnitvah med predhodnimi minerali, tako kot tudi tetraedrit in tennantit.

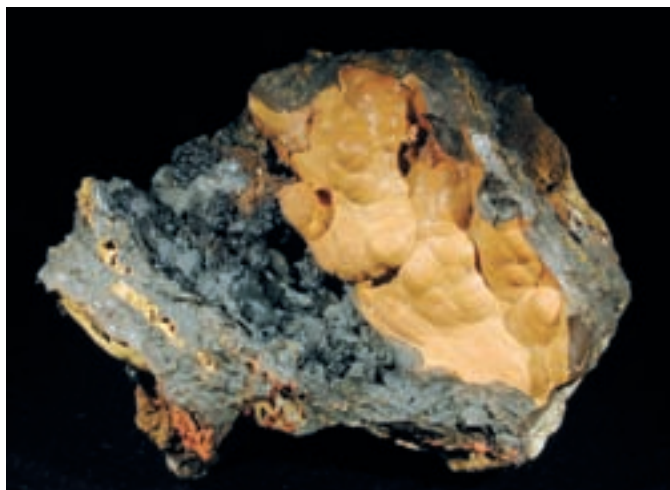
Živordeči, do 5 mm veliki kristali cinabarita, enega najmlajših prvotnih mineralov, rastejo na baritu ali so vraščeni v kristalih mlajšega barita, kar kaže, da so rastle tako za baritom kot hkrati z njim. Cinabarit je lahko v žarkastih skupkih; v tako imenovanem medobzorju Glavnega rova naj bi po ustnem sporočilu našli v žilah z baritom celo do 4 cm velike kristale cinabarita.

Posamezni kristali barita so prirasli na limonitiziran peščenjak ali so v limonitiziranih geodah. Veliki so do 2 cm, najpogosteje so tankoploščati in conarni – izmenjujejo se različno široki pasovi prozornega in zaradi množice mikroskopskih tekočinskih vključkov belega barita. Našli smo jih tudi v nezapolnjenih votlinicah v srednjem delu baritnih žil. Porodne limonitizirane baritne žile so nastale zaradi selektivnega raztapljanja kalcita, ki se je v razpokah izločil hkrati z baritom, in izločanja limonitnega mulja po porah zaradi lokalnega dviga vrednosti pH raztopine ob topečih se kalcitnih zrnih. Žile barita s kalcitom so presekane z mlajšo generacijo žil z masivnim drobnozrnatim baritom.

V baritnih rudnih žilah so v končni fazi zapolnjevanja razpok zrasli do 40 cm dolgi in 10 cm debeli gomolji **markazita**, na primer v bližini vhoda v Glavni rov. Od primarnih sulfidov omenjajo še miargirit. Kapljice **samorodnega živega srebra** so se verjetno izločale hkrati s cinabaritom. Pogostejši sekundarni cementacijski bakrovi minerali so **covellin**, **digenit**, **halkozin** in **bornit** v neposredni okolici oksidirane halkopirita. Jalovinski minerali so poleg kremenca še dolomit, siderit in kalcit. Najpogostejši oksidacijski mineral je drobnozrnat **limonit**, redkejša sta **piroluzit** in **psilomelan**.

Pri oksidaciji galenita sta nastala **anglesit** in cerusit. **Hemimorfit**, **smithsonit** in **hidrocinkit** so produkti oksidacije sfalerita. Pri oksidaciji bakrovih rudnih mineralov so nastali halkantit, hrizokola, azurit in malahit. Zanimiv produkt oksidacije je **samorodni baker**. **Melanterit** je ponekod v suhih predelih jame, kjer je bilo na voljo dovolj sulfatnih ionov in divalentnega železa. Pogostejši sta sekundarna bakrova minerala **azurit** in **malahit**. Le v suhih predelih rudišča so našli **halkantit**. Vrsta bakrovih in cinkovih sekundarnih mineralov čaka na podrobno določitev. **Aragonit** iz pronicajočih meteornih vod se pogosto izloča na stenah rovov v obliki aragonitih ježkov.

Redki minerali so **wulfenit**, **piromorfit** in **witherit**. Na prostoru oksidiranih prvotnih sulfidov so nastale votline, ki so jih zapolnili rjavi in rdeči železovi oksidi in/ali hidroksidi, na primer **goethit** in **lepidokrokrit** v koloidnih natečnih oblikah.



*Del geode goethita in lepidokrokita z limonitom iz Sitarjevca; 70 x 65 mm.  
Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

Velika posebnost rudnika Sitarjevec so beli tankostebričasti kristali **cerusita**. Na nekaterih so priraščeni nekoliko mlajši kristali piromorfita. Cerusit je bel in diamantnega sijaja. Je močno narebren vzdolž kristalografske c-osi. Skupke cerusitovih kristalov sestavlja po več dvojčenih kristalov v obliki šesterokrake zvezde. Posamezni zvezdasti paličasti skupki so dolgi do 6 cm in imajo premer do 8 mm. V razpokah suhega dela oksidacijske cone so tudi do 6 mm veliki beli ali povsem prozorni kristali **sadre**, pogosto dvojčeni v obliki lastopvičjega repa.

V zbirki Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani smo med vzorci iz leta 1922 našli tudi sicer izjemno redek samorodni svinec v do 6 mm dolgih črvičastih in žičastih skupkih, na njih pa drobne kristale cinabarita. **Samorodni svinec** je velika mineraloška redkost. V rudišču Sitarjevec so torej kar tri samorodne prvine: živo srebro, baker in svinec.

V Prikopnem rovu je konkordantno, do 1 m debelo jaspisno-hematitno rudno telo. Kose te rude smo našli tudi na odvalu Avgustovega rova in v pobočju nad njim. Morda je to lateralno nadaljevanje največjega svinčevega, živosrebrovega, cinkovega in baritovega rudnega telesa Alma, ki ima edini konkordantno lego. Makroskopsko drobnozrnata masivna ruda se na polirani površini in pod mikroskopom pokaže kot rdeč **jaspisnohematitni laminit**. Konvolutna laminacija priča o precipitaciji opalnega in hematitnega mulja na položnem pobočju in gravitacijsko polzenje in gubanje lamin še v mehkem stanju. Slabo vezan, verjetno večinoma amorfni mineralni precipitat, ki se je izločil iz rudne raztopine, je zaradi gravitacije polzel po pobočju. Večja zrna hematita in kremenca v laminitu so nastala s kasnejšo zbirno kristalizacijo. Najdba kosov konvolutno laminirane jas-



*Natečne oblike goethita iz Sitarjevca; izrez 32 x 20 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*

pisne in hematitne rude tudi v več metrov debelih kvartarnih pobočnih zaglinjenih gruščih na severnem pobočju Sitarjevca nad Avgustovim rovom kaže, da se vzhodno od Prikopnega rova hematitno rudno telo razteza verjetno lateralno vsaj še 200 m daleč proti zahodu. V času nastanka jaspisnohematitnega laminita je na tem območju nastanka železovega rudnega telesa na morskem dnu moral obstajati sistem prelomov, po katerem so pritekale hidrotermalne raztopine in se izlivala na morsko dno. Železo se je kot železov oksid izločilo zaradi prehoda rudonosne raztopine iz okolja brez prisotnosti prostega kisika v morsko vodo, kjer je bilo kisika dovolj. Primešena kremenica se je iz rudonosne raztopine izločila zaradi hitrega padca temperature raztopine v stiku z okoliško vodo in hkratnega zmanjšanja njene topnosti. Iztekajoče se raztopine so morale imeti negativno vrednost Eh, na kar kaže tudi dejstvo, da so bile hidroterme v zgornjem karbonu vir kovin za nastanek navedenih žilnih rudišč v širšem območju, zato ne vidimo razloga, zakaj bi te hidroterme s seboj ne prinašale hkrati tudi žvepla in drugih kovinskih kompleksov. Rudno telo Alma leži konkordantno med plastmi kremenovega peščenjaka in glinavca. Njegova že omenjena dolžina, širina in debelina ter vsaj lokalno lečasta oblika rudnega telesa po našem mnenju nakazujejo, da gre morda za hidrotermalno ekshalativno sedimentno rudno telo, torej nastalo z izločanjem rudnih mineralov iz rudonosne raztopine, ki se izliva na morsko dno. Zaradi njegove ploščate oblike med peščenjaki in glinavci z zelo spremenljivimi geomehanskimi lastnostmi menimo, da je epigenetski nastanek medplastnega rudnega telesa Alma manj verjeten. Do nekaj centimetrov debele žile pirita in barita prečno

na laminacijo hematitne rude nedvomno kažejo njihov epigenetski značaj. Razlagamo jih s kasnejšim napredovanjem razpok v asturski tektonski fazi preko že litificiranih delov prej odložene rude, kar je v skladu z opazovanji takšnih rudnih teles drugod po svetu. Do največjega rudnega telesa Alma ali njegovih ostankov zaradi zruškov nismo uspeli priti. Starejši podatki pa kažejo, da je bilo v bližini hematita asimetrično konkordantno sulfidno rudno telo. V spodnjem delu prevladuje drobnozrnati galenit, sledijo barit, ponekod impregniran z galenitom, v zgornjem delu pa barit s cinabaritom. Ruda leži na skrjavem glinavcu.

Konkordantna lega hematitnega rudnega telesa okrog 350 m pod erozijsko diskordanco v karbonskih plasteh, ki je rezultat asturske tektonsko erozijske faze, ter v teh plasteh ležeča diskordantna žilna telesa in konkordantna telesa okremenjenih kamnin z limonitom tudi v zaporedju sedimentov nad rudnim telesom Alma verjetno kažejo, da so se rudonosne raztopine večkrat izlivale na morsko dno.

Na nekdanjih transportnih poteh v osrednjem delu rudnika smo leta 2003 našli **limonitne kapnike** in druge natečne oblike s skorjasto strukturo, ki so povsem podobne kraškim. Po



*Po sedaj znanih podatkih so največji limonitni stalagmiti v Evropi v rovih Sitarjevca; ta na sliki je visok 60 cm. Foto: Blaž Zarnik*



*Kristali sadre iz spodnjih rogov Sitarjevca. Nekateri so zdvojeni v obliko lastovičjega repa; 60 x 35 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta.  
Foto: Goran Schmidt*

razpoložljivih podatkih gre za največje limonitne kapnike v Evropi. To so do 150 cm visoki stalagmiti, do 85 cm dolgi cevasti stalaktiti, stebrički, baldahini in do več kot 50 cm debele limonitne skorje. Kapniške oblike verjetno nastajajo zaradi pretakanja meteorne vode preko ostankov sulfidnih rudnih teles tik pod površino pobočij Sitarjevca. Proces je takšen: pri oksidaciji sulfidov se kisik iz meteorne vode postopoma porablja. Nastajajo večinoma lahko topni sulfati, predvsem iz dvovalentnega, v redukcijskih pogojih topnega železa  $Fe^{2+}$ , ki jih voda sproti odnaša vse do geokemične bariere, to pa so s prostim kisikom bogate vode. V trenutku, ko po razpokah pronicujoča voda z reduciranim železom priteče v stare rudniške rove, oksidira  $Fe^{2+}$  zaradi stika s kisikom iz zraka v  $Fe^{3+}$ . Ta pa ni več topen in se izloča najprej kot amorfen železov oksid hidroksid, potem pa z zbirno kristalizacijo še kot goethit in/ali lepidokrokot. Glede na dejstvo, da stojijo največji kapniki na transportni poti, ki je bila leta 1966 še v rabi, zrastejo limonitni kapniki do 35 mm v enem letu.

#### Literaturni viri:

- VALVASOR, J. W., 1689: *Die Ehre dess Herzogthums Crain* (zgodovina, Sitarjevec). Laybach.
- BRUNLECHNER, A., 1885: *Beiträge zur Charakteristik der Erzlagerstätte von Littai in Krain* (mineralna parageniza, str. 387-396). Jahrbuch geol. R-A, Wien.
- VOSS, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain* (antimonit v Češnjicah). Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- TORNQUIST, A., 1929: *Die Blei-Zinklagerstätte der Savenfalten vom Typus Litija* (geologija in mineralna parageniza, pomen rudnika Sitarjevca, str. 1-27). Berg und Hüttenmännische Jahrbuch 71, Wien.
- ČEŠMIGA, I., 1959: *Rudarstvo Slovenije* (zgodovina). Nova proizvodnja, Ljubljana.
- GRAFENAUER, S., 1963: *O mineralnih paragenizah litije in drugih polimetalnih nahajališč v posavskih gubah* (parageniza, str. 245-260). Rudarsko-metalurški zbornik, št. 3, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (delitev rudišč, mineralna sestava, lega, razprostranjenost; delitev žilnih rudišč po paragenizah, str. 1-162). Geologija, knjiga 23, Ljubljana.
- MLAKAR, I., D. SKABERNE, M. DROVENIK, 1992: *O geološki zgradbi in orudenju v karbonskih kameninah severno od Litije* (rudni pojavi, str. 229-286). Geologija, knjiga 35, Ljubljana.
- MLAKAR, I., 1993: *O problematiki Litijskega rudnega polja* (litologija in nastanek, str. 249-338). Geologija, knjiga 36, Ljubljana.
- MLAKAR, I., 1994/95: *Nekaj novih podatkov o rudiščih Češnjice in Zlatanek* (parageniza, str. 377-390). Geologija, knjiga 37, Ljubljana.
- MLAKAR, I., 1994/95: *O marijarskem živosrebrnem rudišču ter njegovi primerjavi z Litijo in Idrijo z aspekta tektonike plošč* (mineralna parageniza, nastanek v asturski in saalski tektonski fazi, str. 321-376). Geologija, knjiga 37/38, Ljubljana.