

# MINERALNA BOGASTVA SLOVENIJE





# Vsebina

UVODNE BESEDE	7
PREDGOVOR	9
<b>MINERALI V RUDIŠČIH</b>	<b>13</b>
Rudišče živega srebra v idriji	15
Šentanski rudnik živega srebra	28
Minerali mežiških rudišč	32
Minerali žilnih rudišč v Posavskih gubah in rudnika Sitarjevec pri Litiji	52
Minerali rudišča Knapovže	66
Antimonit med Trojanami in Znojilami	68
Antimonovo rudišče Lepa Njiva	73
Minerali Savskih jam in okolice	78
Remšnik in njegovi minerali	84
Minerali rudišča Okoška gora	89
Pirit iz Janezovega grabna na Pohorju	97
Uranovo rudišče Žirovski Vrh	101
Bakrova orudjenja v grōdenskih plasteh in v rudišču Škofje pri Cerknem	106
Bakrovi in baritovi rudni pojavi na Počivalniku in v Dolžanovi soteski	112
Polimetalni rudni pojavi pod Stegovnikom, Rušem, Fevčem in Virnikovim Grintavcem	116
Manganova orudjenja v Sloveniji	119
Minerali karavanškega predora	125
Minerali v Rudniku kaolina Črna pri Kamniku	128
Minerali na južnem pobočju Rudnice in v bližnji okolici	132
Melit iz premogovnika Trbovlje	136
<b>KALCITONOSNA SLOVENIJA</b>	<b>141</b>
Kristali kalcita iz kamnolomov v okolici Krope na Gorenjskem	143
Veliki kristali kalcita z Jelovice	149
Kalcit s Straže pri Bledu	152
Nahajališča bobovca v predgorju Julijskih Alp	154
Dolomit in kalcit iz Hotovelj	158
Kalcit iz kamnoloma Hrastenice	160
Kalcit iz kamnoloma Povodje	162
Kalcit in markazit iz kamnoloma Velika Pirešica	167
Piritiziran kalcit iz Železnega pri Veliki Pirešici	175

Kalcit in markazit v kamnolomu Pečovnik	177
Kalcit iz kamnoloma Liboje	180
Kalcit iz Tremerij pri Laškem	182
Minerali iz kamnoloma Stranice pri Slovenskih Konjicah	184
Kalcit in markazit iz Šentjurja pri Celju	187
Dolomit in kalcit v Gajškovem kamnolomu na Boču	191
Siga v kraških jamah	192
Kalcit iz kamnoloma Črnotiče	204
Kalcit iz kamnoloma Mali Medvejk pri Sežani	207
Kalcit in aragonit izpod Stegovnika	209
Aragonitni ježki v Ravenski in Kamniški jami	212
Fluorescirajoči kalcit iz kamnoloma pri Stahovici	215
Sadrini kristali v kraški jami južno od Velenja	216
Kristali sadre v preperini oligocenskih klastitov iz jamskih sedimentov v Bohinju	219
Lehnjak	223
<b>POVRŠINSKE NAJDBE</b>	231
Pirit v Dolžanovi soteski	233
Minerali ravenskih pegmatitov	236
Dobrova pri Dravogradu – izvorno nahajališče dravita	241
Minerali pohorskih eklogitov	245
Minerali iz okolice Tinjske gore na južnem Pohorju	251
Granati in drugi minerali na severnih pobočij Malih Kop na Pohorju	257
Minerali iz Puščave na Pohorju	260
Minerali alpskih razpok na severnem Pohorju in Kobanskem	262
Minerali iz kamnolomov pri Cezlaku na Pohorju	265
Minerali v kamnolomu škrlja v Koritnem nad Oplotnico	271
Nahajališče epidota Frajhajm na Pohorju	278
Minerali v Bistriškem vintgarju	280
Minerali v Donikovem kamnolomu na Pohorju	283
Minerali Bistriškega jarka in Vudovega potoka	290
Minerali Košenjaka	293
Stavrolit in spremljajoči minerali v regionalno metamorfnih kamninah	295
Kremen iz okolice Črna Vrha pri Polhovem Gradcu	297
Čadavci z Žirovskega vrha	300
Igličasti kristali kremenca iz Zadobja	302
Karbonatne konkrecije pri Sovodnju	304
Fluorit in spremljajoči minerali z Osojnika pod Blegošem	307
Samorodno žveplo in drugi minerali iz Račeve pri Žireh	314

Kalcitovi dvojčki iz Selc	318
Kalcit iz okolice Gorenjih Jazen	321
Kalcit iz Kurje doline v Kamniški Bistrici	323
Kalciti na Raduhi	325
Barit, kalcit in pirit iz Rove pri Radomljah	326
Najdba kremenov na Hrastniku	328
Posebneži in njihovi spremljevalci s Hrastnika pri Škofji Loki	333
Kristali kremenca z rožnato conarno rastjo z Zakladnika pri Bitnjah	343
Kremenovi kristali in okremenjeni ter limonitizirani fosili v okolici Crngroba	345
Nastanek in značilnosti kremenovih in drugih kristalov pri Crngrobu	348
Kremenovi in kalcitovi kristali med Škofjo Loko in Soro	356
Rožnati conarni kremen iz grödenskih plasti pri Žireh	358
Zeoliti in geode na Smrekovcu	360
Minerali bazaltnih tufov in tufitov pri Gradu na Goričkem	363
Minerali iz kamnoloma Sotina	366
Minerali septarij pri Gornjem Štrihovcu	368
Nova nahajališča septarij v Slovenskih Goricah	384
Septarije iz Hlapja v Slovenskih goricah	388
Septarije z Borla pri Ptujju	389
Cevaste in piritne konkrecije pri Vranskem	390
Mineralizirane konkrecije Tunjiškega gričevja	391
Minerali na trasi avtoceste med Vranskim in Lukovico	393
Žolta družčina z Boštajevega hriba	396
Kremen, rutil in siderit iz Krašnje	402
Kremenovi kristali pri Zagradišču	406
Kremen iz okolice Cerknice	410
Od kremenca do kremenca med Grosupljem in Rašico na Dolenjskem	413
Kremen na Dobrini	418
Kremenovi kristali v osrednjih Halozah	422
Kalcit in kremen iz Starega Gradu pri Makolah	428
Kremen in kalcit iz okolice vasi Zakl v Halozah	430
Kremen in kalcit z Meljskega hriba	431
Pirit iz brezimnega potoka pri Lembergu	433
Markazit z Debelega vrha	436
Markazit in pirit izpod Prisojnika	439
Različne oblike pirita z Matajurja	444
Barit in kalcit na slovenski obali	447
Kristali halita iz slovenskih solin in o evaporitih na splošno	448
Zlato iz dravskih naplavin	454

Jantar v Sloveniji	457
Bitumen na Mavricu	459
Kristali v fosilih	461
Vivianit na premogu in v subfosilnih kosteh sesalcev	469
Piritizirani fosili iz Tunjiškega gričevja	472
Minerali v prodnikih	475
Utrinek za zbirko	480
<b>JAVNO DOSTOPNE ZBIRKE</b>	<b>489</b>
Mineraloške zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije	491
Študijska geološka zbirka Rudnika živega srebra Idrija	493
Podzemlje Pece – muzej rudnika svinca in cinka Mežica	495
Zbirka mineralov, kamnin in rud na Oddelku za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani	498
Zbirke kamnin, fosilov in mineralov v gradu Slovenska Bistrica	502
Seidlova geološka zbirka v Novem mestu	504
Branisljeva zbirka radioaktivnih mineralov v Loškem muzeju	506
Sistematska zbirka mineralov Renata Vidriha	507
<b>POMEN ZBIRANJA MINERALOV</b>	<b>510</b>
<b>POVZETEK</b>	<b>512</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>516</b>
<b>KAZALO ČLANKOV S KLJUČNIMI BESEDAMI</b>	<b>520</b>
<b>KAZALO NAHAJALIŠČ</b>	<b>532</b>
<b>KAZALO MINERALOV IN NEKATERIH NJIHOVIH POJAVNIH OBLIK</b>	<b>537</b>
<b>KAZALO AVTORJEV</b>	<b>542</b>
<b>PODATKI O AVTORJIH PRISPEVKOV</b>	<b>544</b>

## Uvodne besede

Mnogi smo publikacijo, kakršna je monografija **Mineralna bogastva Slovenije**, že dolgo pogrešali in si jo želeli. V sozaložništvu z Zavodom Republike Slovenije za varstvo narave ter v sodelovanju s številnimi zunanji sodelavci, ki poklicno ali ljubiteljsko raziskujejo minerale, smo ustvarili prvi sklenjeni popis mineralov na Slovenskem. In to kot posebno izdajo revije Scopolia, kar si muzej šteje v veliko čast.

Ideja o publikaciji je nastala v okviru Društva prijateljev mineralov in fosilov Slovenije. Iskrica je vzplamtela in pripeljala do plodnega sodelovanja med institucijami in posamezniki. Razumevanje poslanstva, interesov in različnosti je omogočilo, da smo z združenimi močmi uresničili skupno željo. Prirodoslovni muzej Slovenije je bil navdušen nad idejo o publikaciji, prevzel je pobudo za njen nastanek in s tem pretežni del organizacijskih in finančnih obveznosti. In iz iskrice je nastal velik plamen.

Nastajanje tega dela je dolga in napeta zgodba, katere glavno vlogo v muzeju je ob uredniku revije Janezu Gregoriju prevzel dr. Miha Jeršek. Prvo srečanje vseh, ki so bili pripravljene sodelovati, je bilo že spomladi leta 2004 in izdajo Scopolie smo optimistično pričakovali že jeseni tistega leta. Članki in notice so sicer začeli prihajati v muzej, vendar smo si morali priznati, da je izdaja monografije naloga, ki zahteva svoj čas. Zdaj je čas dozorel: nahajališča in minerali so strokovno opisani in slikovno ter grafično bogato dokumentirani. Odkrivanja mineralov spremljajo zanimive zgodbe, ki so vabljive tudi za literarne zapise.

Tudi nastajanje monografije je bila zanimiva dogodivščina z oprijemljivim rezultatom, za katerega se uredniku, vsem avtorjem in sodelujočim iskreno zahvaljujem. Posebno se zahvaljujem dr. Urošu Herlecu, dr. Mihi Jeršku, prof. dr. Bredi Mirtič in dr. Mirjanu Žoržu, saj so bili dejavni ves čas do izida monografije. Najlepša hvala tudi dr. Goranu Schmidtu. Veseli me, da smo ob nastajanju dela utrdili vezi, ki nam bodo tudi v prihodnje pomagale uresničiti skupne cilje.

*dr. Breda Činč Juhant*  
*direktorica Prirodoslovnega muzeja Slovenije*





# Predgovor

Vsaka dokazana resnica, pojav ali stvar, ki jim minljivost odvezamemo z zapisom, predstavljajo novo bogastvo za naslednje rodove. Tudi monografija, ki je pred vami, služi temu namenu.

Že od samega začetka je človekov razvoj tesno povezan z minerali, ki jih je našel v svoji okolici in prepoznal kot uporabne za svoje življenje. Prvi motivi za iskanje in zbiranje mineralov so imeli torej praktičen pomen. Med njimi pa so bili tudi taki minerali, ki so jim naši predniki pripisovali nadnaravno in zdravilno moč. In ne nazadnje so jih zbirali tudi zaradi njihove nevsakdanje lepote.

Še nedolgo tega je veljalo, da je najbolj bogata predvsem tista država, na katere ozemlju je največ čimbolj bogatih nahajališč rudnih mineralov, iz katerih so lahko pridobivali strateško pomembne kovine. Tisti del monografije, ki predstavlja minerale v rudnikih, kaže, da je v Sloveniji rudnih mineralov zelo veliko in da so zanje vedeli že pred stoletji. V dvajsetih člankih je opisanih več kot trideset rudišč, v katerih so naši predniki bolj ali manj uspešno pridobivali ekonomsko zanimive rudne minerale. Monografija s poglavjem o rudiščih na Slovenskem ohranja podatke o rudnih mineralih in zgodovino njihovega pridobivanja.

Ležišča posameznega minerala v določenem geološkem okolju niso naključna, saj se za njimi skriva celotna geološka zgodovina tistega področja. Geneza kovinskega ali nekovinskega minerala ter mineralna združba, v kakršni ta mineral je, kaže na vse procese, ki so spremljali njegov nastanek. Zato je še kako pomembno, da ob rudnih mineralih raziskujemo tudi ostale spremljajoče nekovinske minerale. Večji del monografije je posvečen prav opisovanju krajev, kjer so bili najdeni številni zanimivi nekovinski minerali, predvsem v delujočih ali priložnostnih kamnolomih mineralnih surovin. Tudi jamarji pri svojih odkrivanjih podzemnega sveta pogosto naletijo na zanimive minerale, ki so v monografiji prav tako našli svoje mesto.

Kemična sestava, struktura ter morfologija kristala posameznega minerala odražajo razmere v času njegovega nastanka, pa tudi vse dogodke, ki so na njem povzročali zaznavne spremembe vse do današnjega dne. Najprej nas pritegne makroskopska oblika kristala, ki je marsikoga zapeljala v vse številnejšo družino zbirateljev mineralov. In prav zbirateljem se je treba zahvaliti, da je v monografiji 68 opisov pojavov različnih mineralov in mineralnih združb na Slovenskem.

Površinska nahajališča so bila odkrita slučajno ali pa je najditelje vodil tisti nezmotljivi občutek, da prav tam, kjer pravkar iščejo, mora biti skrit kristal, kakršnega ni našel še nihče. In resnično je v monografiji popisanih nekaj enkratnih primerov najdb.

Tu pride do izraza raziskovalni pomen te monografije. Primerjava oblik istega minerala na različnih geografskih lokacijah in v različnih časih odseva vso geološko zgodovino slovenskega ozemlja. Oblika kristala ne laže, zato bodo imeli bodoči rodovi slovenskih geologov na podlagi zapisov v tej monografiji možnost obnoviti in popraviti védenje o geološki zgodovini naše domovine. Avtorji so se resnično potrudili in pri večini opisanih mineralov tudi narisali vse kristalne oblike ter indeksirali njihove ploskve. Kjer so bile oblike težko prepoznavne, so se zatekli k idealiziranim, vendar ne na škodo njihove verodostojnosti. Monografija je opremljena

z bogatim slikovnim gradivom, ki ima še toliko večjo vrednost, ker so tudi le nekaj milimetrov veliki primerki prikazani s kakovostnimi fotografijami.

V monografiji so našle svoje mesto tudi mineraloške zbirke. Zgodovina nastanka zbirk, predvsem pa njihova vsebina, je popisana v osmih prispevkih.

O mineralih na Slovenskem je bilo v zadnjem času že nekaj zapisanega, prav tako potekajo raziskave v okviru projektov, ki jih sofinancira slovenska država. Vse to je dokaz, da je védenje, ki nam ga posredujejo minerali, aktualno, zanesljivo in uporabno pri razumevanju drugih geoloških pojavov. Bralcem monografija kaže, da mineral oziroma njegova kristalna oblika nista samo lepa za oko, marveč da razkrivata tudi znanstvene resnice.

Pri prebiranju te knjige ne moremo spregledati dejstva, da je njeno vsebino oblikovalo veliko število profesionalnih geologov, predvsem pa, da so svoje najdbe pokazali in popisali slovenski zbiralci mineralov. Še nikoli se ni zgodilo, da bi strokovnjaki in ljubitelji tako složno in uspešno združili svoje materialno in intelektualno bogastvo.

Tudi zato je to monografijo vredno vzeti v roke.

*prof. dr. Breda Mirtič*

# MINERALI V RUDIŠČIH



## Minerali v rudiščih

Tehnološko najnaprednejše družbe so bile vedno tiste, ki so prve prepoznale novo uporabnost znanih in novih mineralov, ki so znale najti in odkopati ustrezne rude in iz njih izdelati nov material z lastnostmi, ki so jim dajale še večjo uporabno in tržno vrednost. Tisti, ki so nadzorovali naravne vire in znanje ter cene strateških materialov, so si s tem zagotavljali gospodarsko prednost in vojaško prevlado. Kot najpogosteje uporabljeni material za orodje in orožje je najprej vladal trd kamen, največkrat kremen z vsemi svojimi različki, potem pa baker, bron in železo. Prav zato arheologi posamezne dobe utemeljeno imenujejo kar kamena, bakrena, bronasta in železna doba. Ko so se v vojnah prekrizale kamnite sekire z bronastimi in železnimi meči, je bila tehnološka premoč takoj vidna! Trenutna moč, spretnost, razum in pogum odločajo le takrat, kadar imajo vsi na voljo enake materiale. Zgodovina torej kaže, da hitro (pre)vlado posredno omogoča poznavanje in razpoložljivost rud ter znanje o njihovem pridobivanju in predelavi. Uporaba novih materialov za boljša orodja in s tem lažje delo pa sta bistveno izboljšala tudi kakovost življenja njihovih uporabnikov. Novi materiali in nova znanja v kmetijstvu so omogočili pridelavo raznovrstnih tržnih presežkov, ki so postali menjalno sredstvo. Menjava dobrin pa je najpogosteje življenjska nujsnost. Do začetka industrijske revolucije, ki jo je omogočila množična uporaba parnih strojev in premoga, so zadostovale za običajen razvoj, napredek in strateško prednost že razmeroma majhne količine materialov. Skupna proizvodnja v vsem času do industrijske revolucije je bila manjša kot je zdajšnja letna svetovna proizvodnja. Materiali in znanje o njih odločajo o kakovosti življenja in pre(vladah) v vsej zgodovini.

Prva stopnja v tej dolgi verigi znanja je že od nekdaj prepoznavanje mineralov na terenu. Zbiralci mineralov so varuhi več desetisočletne tradicije rudosledcev. Pri nas je bilo doslej gotovo več sto poskusnih odkopov in rudnikov. Zobu časa so se izognile le sledi največjih in tistih, v katerih so odkopavali še nedavno. O večini najstarejših, manjših in poskusnih odkopih ne vemo dosti. Zato morajo zbiralcem rudnih mineralov na poteh po njihovih nahajališčih, tako kot mnogokje v svetu, čimprej slediti arheologi. Podrobno sistematično terensko opazovanje kamnin je namreč tisočletna osnovna metoda za odkritja novih nahajališč, ki je še danes nenadomestljiva. Tam, kjer so rudosledci našli kaj obetavnega, so jim kmalu sledili rudarji. Ti so pustili za seboj več sledov, ki bi arheologom lahko veliko povedali o takratnih razmerah.

Gospodarski pomen rude raste z višino dobička od prodaje in je odvisen od trenutne tržne cene in stroškov pridobivanja. Kadar vrednost rudnih mineralov v kamnini ne dosega stroškov za njeno pridobivanje, to ni več ruda, ampak jalovina. Nekdanja ruda lahko v trenutku postane jalovina, če narastejo stroški pridobivanja. Začetki in opuščanja rudarjenja so torej odraz trenutnih družbenoekonomskih in političnih razmer.

Rudni minerali niso zelo posebna redkost. Da pride do orudenja, do nastanka rude, ki je tolikšno nakopičenje rudnih mineralov, da je njihovo odkopavanje gospodarno, mora biti izpolnjena vrsta pogojev, ki si jih želimo spoznati in razumeti rudni geologi. Vedenje o teh pogojih namreč olajša iskanje novih ležišč.

Za mnoga nova nahajališča in prvič najdene minerale ali nove oblike na že znanih nahajališčih, ki so predstavljeni v tej monografiji, za vse podatke in vzorce, za napore terenske dni pri iskanju

in odkopavanju smo rudni geologi zbiralcem resnično hvaležni. V prihodnje nam bodo velik strokoven izziv.

Ta zbornik nas obvezuje, da jih bomo še bolj podrobno preučili in poskusili razložiti razmere in način njihovega nastanka. Upamo, da bo večina prispevkov v tem poglavju s sodelovanjem vseh zainteresiranih strokovnjakov v nekaj letih dozorela v monografske predstavitev, kakršno že ima rudnik Remšnik in iz katere je v tem zborniku objavljen le daljši povzetek. Natančno raziskavo in monografsko predstavitev si zaslužijo vsi nekdanji največji rudniki in tisti, ki so posebej zanimivi zaradi svojevrstne geneze, mineralne sestave in oblik posameznih mineralov. Nedvomno je med njimi prvo idrijsko rudišče kot svetovna geološka naravna vrednota, ki se mu po mineralni združbi in nekaterih genetskih lastnostih pridružuje rudnik živega srebra Podljubelj, v tem zborniku predstavljen kot Šentanski rudnik. Tudi sekundarni minerali mežiških rudišč z wulfenitom na čelu in svojevrsten nastanek primarnih sulfidnih rud, še posebej tistih v Topli, so svetovna posebnost. Prav tako pozornost si zasluži verjetno najbolj raznovrstna slovenska združba prvotnih rudnih in oksidacijskih mineralov ter svojevrsten nastanek rudišča Sitarjevec pri Litiji. Veliko zanimivosti nam odkrivajo prispevki o drugih žilnih rudiščih v Posavskih gubah, med katera sodijo tudi rudišče Knapovže in nahajališča antimonita med Trojanami in Znojilami. Pridružujejo se jim opisi antimonitovega orudenja pri Lepi Njivi, sideritovega v Savskih jamah, minerali polimetalnega rudišča Okoška gora in bakrovih rudišč v grödenskih plasteh in rudniku Škofje pri Cerknem ter zanimivi minerali uranovega rudišča Žirovski vrh.

Čeprav so ostali rudni pojavi in nekdanja rudišča gospodarsko manj pomembni, pa jih odlikujejo zanimive kombinacije kristalnih oblik ali druge mineraloške zanimivosti. To so nahajališča pirita v opuščenem rudniku v Janezovem grabnu pri Zgornji Polskavi, bakrovi in baritni rudni pojavi na Počivalniku in v Dolžanovi soteski ter polimetalni rudni pojavi pod Stegovnikom, Rušem, Fevčem in Virnikovim Grintavcem. Za mineraloško sistematično pokritost je v zborniku poskrbljeno s preglednimi predstavitvami manganovih mineralov in rud v Sloveniji, mineralov v rudniku kaolina Črna pri Kamniku, na južnem pobočju Rudnice in v bližnji okolici ter v karavanškem predoru. Posebna popestritev je opis organskega minerala melita iz premogovnika Trbovlje.

Naj bo vsak od prispevkov tega poglavja bralcu v užitek in spodbudo, saj upamo, da so rudišča predstavljena na zanimiv način. Veliko uporabih podatkov in znanja je v njih, zato so bogato izhodišče za nadaljnje delo.

*dr. Uroš Herlec*

## Rudišče živega srebra v Idriji

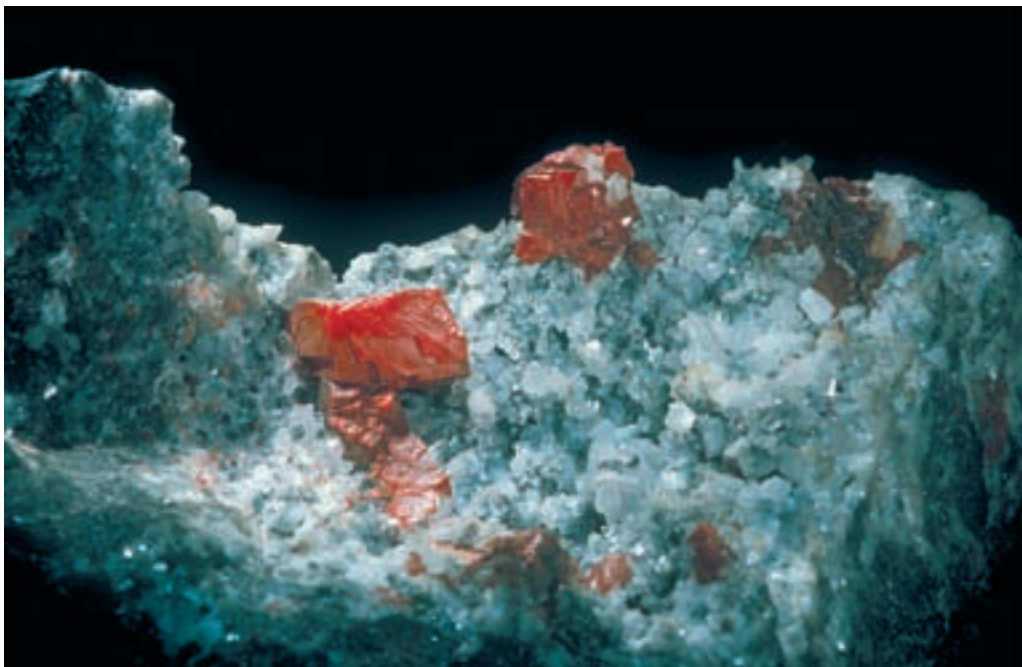
*Uroš Herlec, Bojan Režun, Aleksander Rečnik, Feliks Poljanec*



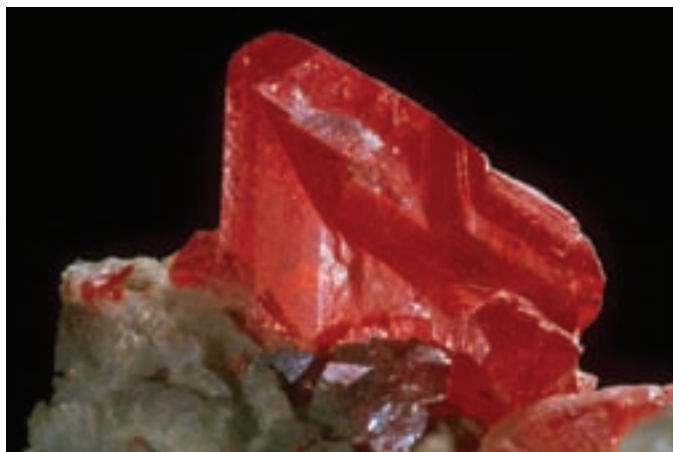
*Pošta Slovenije, 1999: pošna znamka z motivom cinabarita in samorodnega živega srebra iz Idrije iz zbirke Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Fotografija Miran Udovč, oblikovanje s sodelovanjem Uroša Herleca Matjaž Učakar.*

Zgodovina idrijskega rudišča sega v leto 1490, ko poročajo o najdbi kapljic samorodnega živega srebra v razkritih karbonskih skrilavih glinavcih. Več kot 500-letna zgodovina pridobivanja, velikost in pestrost orudjenja ter spremljajoča tehniška in druga kulturna dediščina uvrščajo idrijski rudnik med svetovno znane kulturne in naravne vrednote.

Idrijsko rudišče je okrog 1.500 m dolgo, 300–600 m široko in 450 m globoko. Na petnajstih obzorjih je bilo odkopanih okoli 700 km rovov. Najnižje obzorje je bilo 36 m pod gladino morja. V rudniku je bilo najdenih 158 rudnih teles, od teh 141 orudnih s cinabaritom (14 rudnih teles z večinoma singenetskim orudjenjem ter 127 predvsem ali samo z rudo epigenetskega nastanka). V preostalih 17 rudnih telesih prevladuje samorodno živo srebro. V celotnem obdobju delovanja rudnika je bilo odkopanih 12,5 milijonov ton rude, v kateri je bilo okrog 145.000 t živega srebra, oziroma 13 % dosedanje svetovne



*Romboedrski kristali cinabarita na apnencu, prekritem s skorjico kalcita; največji kristal cinabarita 10 mm. Najdba in zbirka Feliksa Poljanca. Foto: Miran Udovč*



*Kristal cinabarita iz odprtih razpok v rudnem telesu Gröbler. Najdba in zbirka Bojana Režuna; dolžina zgornjega roba kristala je 7 mm. Foto: Miran Udovč*

proizvodnje te kovine. Na tržišče je bilo poslano 107.829 ton kovine, kar pomeni, da je bilo v predelavi »izgubljenih« skoraj 40.000 ton živega srebra, ki so danes ekološka obremenitev. Najbolj so onesnaženi sedimenti reke Idrijce, pa tudi Soče vse do izliva v Jadransko morje.

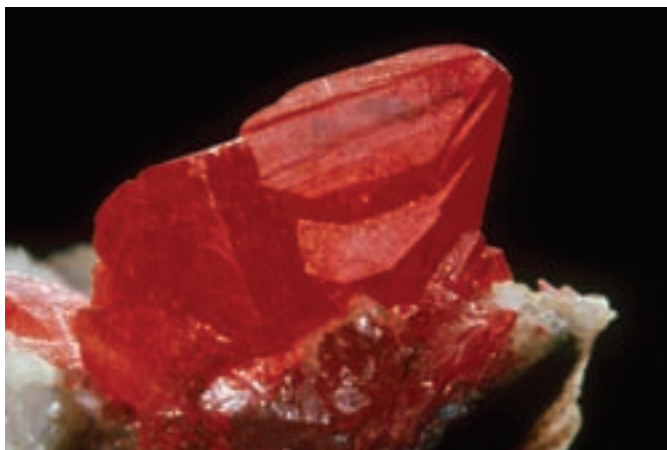
Rudišče je nastalo približno 30 km severovzhodno od Idrije, nekje na območju Jelovice. Na današnje mesto je bilo narinjeno v miocenu. Iz poleg gube je nastal nariv. Podrobne analize strukture rudišča so pokazale, da je tretjino rudišča odlomilo in je zaostalo v globini nekje pod narivi. V najmlajši tektonski fazi ob Idrijskem prelomu, ki poteka v dinarski smeri vzdolž reke Idrijce, je bil manjši, spodnji del rudišča Ljubevč zamaknjen proti jugovzhodu za okrog 2,5 km. Geološka zgradba idrijskega rudišča je zapletena. Idrijo z okolico sestavljajo kar štirje pokrovi. Rudišče leži v spodnjem delu četrtega, Žirovsko-Trnovskega pokrova, v takoimenovani *idrijski luski*. Ruda je v karbonskih skrilavih glinavcih z lečami kremenovega peščenjaka, v grödenških peščenjakih, zgornjepermskih dolomitih, skitskih dolomitih med skrilavimi muljevci ter v lečah oolitnih apnencev, anizijskih dolomitih in ladinijskih klastičnih ter v piroklastičnih usedlinah. Tektonika je močno preoblikovala prvotno zgradbo idrijskega rudišča, nastalega v Idrijskem tektonskem jarku. Paleozojske, triasne in kredne kamnine so bile tako narinjene na mlajše kredne ter eocenske plasti, čeznje pa so narinjene starejše kamnine.

Orudjenje z živim srebrom v Idrijskem tektonskem jarku povezuje z začetkom razpiranja Slovenske karbonatne plošče. Živosrebrova ruda je nastala v dveh fazah. V prvi, idrijski tektonski fazi, med srednjim in zgornjim anizijem, so ob razplinjevanju zgornjega dela plašča iz ultrabazičnih kamnin med srednjim in zgornjim anizijem živosrebrovi hlapi ob strmih prelomih prodrli



*Skupek kristalov cinabarita. Posamezni kristali so veliki do 4 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miran Udovč*





Druga stran istega kristala cinabarita kot na sliki levo. Foto: Miran Udovč

vse do površine Zemljine skorje. S padcem temperature so postopno kondenzirali in izločalo se je samorodno živo srebro, del pa se ga je z žveplom vezal v cinabarit. Izotopske analize žvepla kažejo, da je prihajalo v rudišče s hidrotermalnimi raztopinami iz magmatskega vira globoko v podlagi, nekaj žvepla pa je sedimentnega, saj so ga hidrotermalne raztopine ob prelomnih conah izlužile iz sadre in anhidrita v zgornjepermskih dolomitih. V sinsedimentni rudi je vključenega tudi nekaj žvepla iz sulfata, raztopljenega v morski in porni vodi sedimentov. Raztopine so se izlivala tudi na površino.

**Cinabarit** anizijske faze mineralizacije zapolnjuje pore in odprte razpoke v kamninah v žilno-impregnacijskih, žilnih ali brečastih strukturah. Izločal se je ob prelomih zdrobljene kamnine in jo cementiral. Hitro nastala najbogatejša žilna masivna drobnozrnata cinabaritna ruda iz teh razpok je jeklenka z značilnim sijajem. V orudenem zaporedju kamnin so kisle hidrotermalne raztopine najprej raztapljale kalcit in ga s cinabaritom metasomatsko nadomeščale, dolomit pa je zaradi manjše topnosti ostajal. Bogata metasomatska cinabaritna rudna telesa so nastala z nadomeščanjem leč oolitnih apnencev v spodnjetriasnih plasteh, ki ležijo med manj prepustnimi laporovci. Samorodno živo srebro je zapolnilo prvotne in tektonsko (razpoklinsko) nastale pore predvsem v spodnjih delih rudišč, kjer ni bilo dovolj žvepla za nastanek cinabarita. Glede na videz rude so rudarji poimenovali značilno rdečo, manj bogato rudo – *opekovka*, temno rdeče-rjavo – *jetrenka*, najpogostejšo in najbolj siromašno rudo v obliki oprhov – *bašperh*. Posebno zanimiva je *karoli ruda*, ki so s cinabaritom cementirane piritne in markazitne skorjaste konkracije, včasih obraščene s kristali pirita. Poimenovali so jo po Karoliju, eminentnemu gostu habsburške vladarske družine,



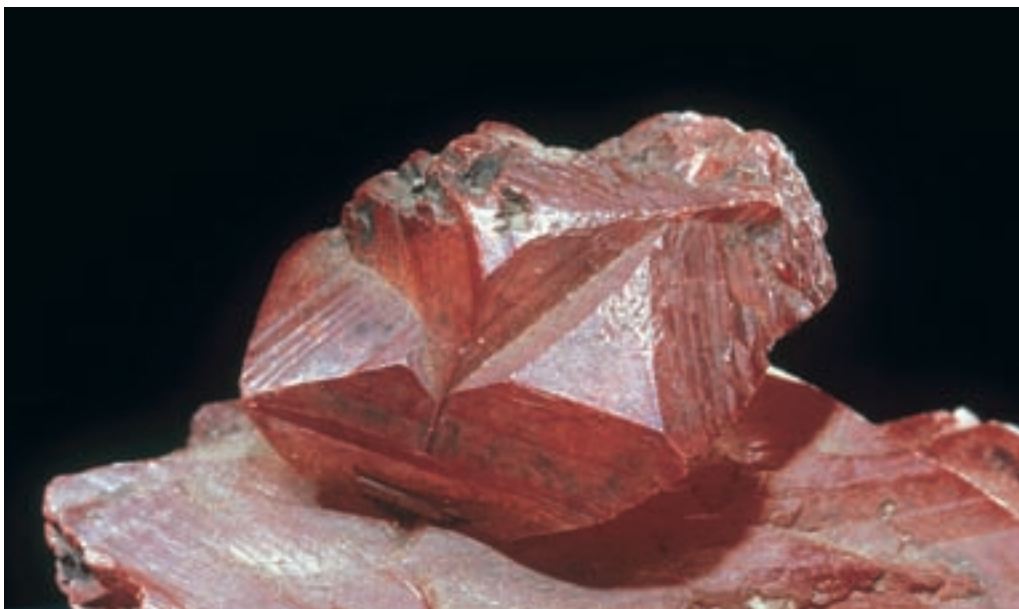
Do 10 mm velike kristale kremenca so našli le v rudnem telesu Grüber. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miran Udovč

ki je bila takrat lastnica rudnika. Analize kažejo, da je pirit lahko nastal na dva načina: ali v conah najintenzivnejšega dotoka reduciranih rudonosnih raztopin, ali pa s cinabaritovo cementacijo ob erozijskem pobočnem nakopičenju karbonskih zgodnjedia-genetskih piritnih in markazitnih konkrecij.

V drugi, ladinijski fazi orudenja je bil zaradi povečanega toplotnega toka ob vulkanizmu v širši okolici velik del samorodnega živega srebra prenesen više v novonastajajoče mlajše plasti, ki so se hitro odlagale v pogrezajočem se Idrijskem tektonskem jarku. Hidroterme, ki so predvsem ob prelomih bolj ali manj orudile še nesprijete sedimente, pa so se na površju izlivala v morską priobrežna močvirja, kjer se je ob podvodnih vročih izviri in morskem sulfatu ter zaradi redukcijskega močvirskega okolja izločal cinabaritovo-opalni mulj. Ob največjem dotoku raztopin v močvirje je nastala sedimentna masivna drobnozrnata, pogosto laminirana ruda, *sedimentna jeklenka*. Našli so jo v lečah, debelih do 1 m, kar je največja najdena koncentracija živega srebra v svetovni zgodovini rudarjenja in je ob odkritju dala razvoju idrijskega rudnika odločilen zagon. V cinabaritu, izločenem v črnem močvirskem bituminoznem sedimentu, je v temno rdeči rudi jetrenki, ki ima – tako kot ostale z organskimi



Zdvojeni kristali cinabarita poleg kalcita na apnencu; 12 x 11 mm. Najdba in zbirka Bojana Režuna.  
Foto: Miran Udovč



Veliki zdvojeni cinabaritni kristali iz rudnega telesa Grüber; skupek 12 x 9 mm. Fotografirani so na cinabaritovi podlagi. Najdba in zbirka Feliksa Poljanca. Foto: Miran Udovč

snovmi bogate kamnine iz plasti skonca – tudi nekaj urana. Uran je vezan na organsko snov. Od fosilov so v teh plasteh s prostim očesom opazne fosfatne lupine brahiopodov iz rodu *Discina*, ki so jih pomotoma proglasili za korale, zato se ruda z brahiopodi še danes imenuje *koralna ruda*. Hkratna vulkanska dejavnost je v sedimentacijskem okolju dala plastnate tufe, ki so bili, glede na zrnatost in s tem poroznost ter propustnost, različno orudeni s cinabaritom. Nastale so plastnate rude in rude z ohranjeno postopno zrnastostjo tufov. Idrija je zaenkrat edino rudišče živega srebra, kjer je dokumentiran hkraten nastanek epigenetskega, žilnega in metasomatskega ter sedimentno ekshalacijskega tipa orudjenja.

Idrijsko rudišče se ponaša z morfološko izredno zanimivimi kristali cinabarita v različnih paragenezah. Najlepši so v porah in votlinicah poznodiagenetskih dolomitov, kjer je bila celotna poroznost in s tem prepustnost kamnine razmeroma slaba in je dopuščala počasen dotok siromašnejših raztopin z živim srebrom in žveplom. Kristali cinabarita imajo srebrnordeč kovinski do diamanten sijaj; pogosto so lepo prosojni, vendar redko povsem prozorni; kristalne oblike morfološko še niso bile dovolj raziskane. Po votlinicah razpoklinske cone se je cinabarit izločal v več fazah. Kristali so najpogosteje veliki le nekaj milimetrov in redko presegajo 1 cm; največji znani dvojček cinabarita iz Idrije pa meri skoraj 3 cm. V mineraloških zbirkah po svetu so cinabariti iz Idrije cenjeni predvsem zaradi dolgoletne zgodovine

rudišča. Poleg enostavnih kristalov redko najdemo tudi interpenetracijske dvojčke, najlepši so znani iz rudnega telesa Grüber, pri katerih je s podrobnimi raziskavami tekočinskih vključkov mogoče ugotoviti, da so nastali pri temperaturi med 160 in 180° C. Slanost NaCl rudonosnih raztopin pa je bila v razponu od 2,6 do 12,8 mas. %.

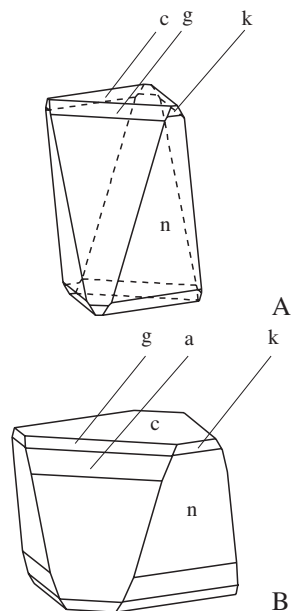
**Samorodno živo srebro** je v obliki srebrnih kapljic v črnem karbonskem in spodnjepermskem skrilavem glinavcu, ki so ga rudarji zaradi veliko živega srebra poimenovali kar *srebrni skrilavec*. Precej ga je tudi po razpokah v piritnih lečah in gomoljih; pa tudi v porah grödenskih peščenjakov ter v razpokah in lasnicah bogate cinabaritne rude iz spodnjega in srednjega triasa.

Mineraloško najbolj zanimive so razpoklinske prelomne cone v triasnih dolomitih, v katerih je veliko votlinic obraslih z drobnimi kristali **dolomita**; v njih so v orudenih delih prelomnih con tudi kristali cinabarita, pirita in zelo redko sfalerita, galenita in metacinabarita. Poleg primarnih nerudnih mineralov pa najdemo še do nekaj milimetrov velike kristale kremenca, fluorita, kalcita, barita ter mikroskopske kristale celestina in kaolinita. Sekundarni minerali so sadra, vivianit, paligorskit, melanerit in epsomit.

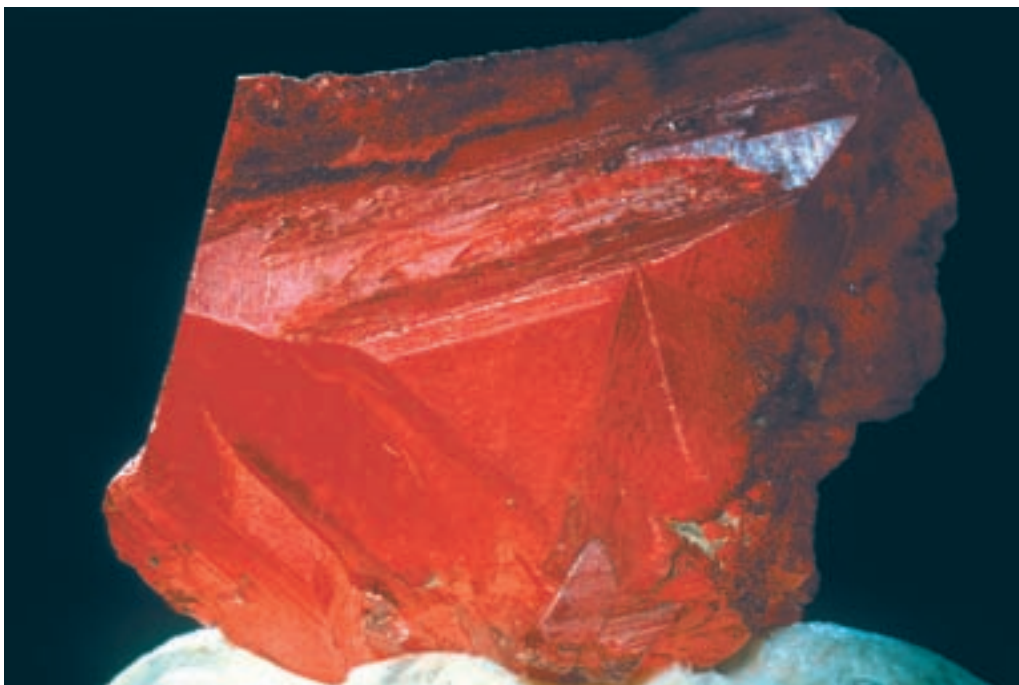
Od sulfidov sta poleg cinabarita najpogostejša **pirit** in **markazit** in sicer v rudnem telesu Karoli. V karbonskih plasteh ter v srednjetriasnih plasteh so med skrilavimi glinavci velike



Zdvoženi kristali cinabarita poleg kalcita na apnencu; 16 x 12 mm. Najdba in zbirka Bojana Režuna. Foto: Miran Udovč



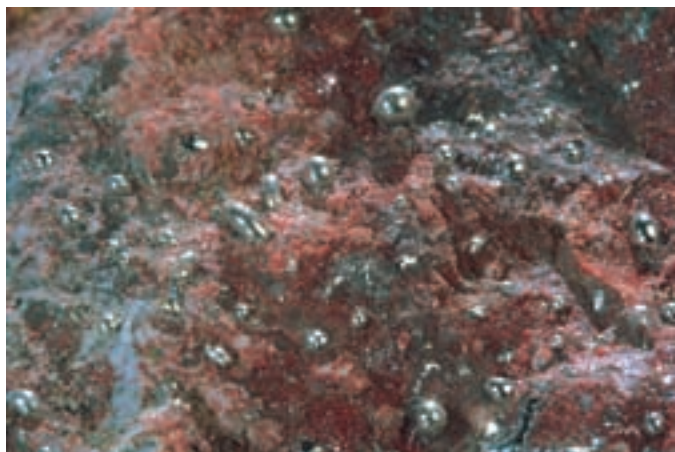
Oblike kristalov cinabarita iz Idrije. Pozitivni romboedri  $n\{201\}$ ,  $g\{102\}$  in  $a\{101\}$ , negativni romboeder  $k\{041\}$  in pinakoid  $c\{001\}$ . Risbi: Mirjan Žorž



Zdvojen kristal cinabarita iz idrijskega rudišča; 20 x 24 mm. Najdba in zbirka Feliksa Poljanca. Foto: Miran Udovč

kroglaste zgodnjediagenetske piritno-markazitne kongrecije, velike do 25 cm v premeru, na površinah so ponekod razviti do 15 mm veliki kristali pirita v obliki kocke. Lepše in ploskovno bogate kristale pirita v kombinacijah pentagonskega dodekaedra, kocke in oktaedra, čeprav redko večje kot 2 mm, najdemo v votlinicah z dolomitom. Najlepši primerki so iz prelomne cone rudnega telesa Grübler, kjer je pirit skupaj z dolomitom in kaolinitom.

Ostali sulfidi so razmeroma redki. V votlinicah temnosivih triasnih dolomitov najdemo do 3 mm velike rumenorjave tetraedrične kristale **sfalerita**. Cink je tudi med slednimi prvini v ladinijskih plasteh skonca (poimenovane po nahajališču »S konca«), kjer je drobnozrnat sfalerit nastal v redukcijskem okolju močvirij. Dosti bolj redek je **galenit**, v do 1 mm velikih kbooktaedričnih kristalih v votlinicah rudnega telesa Grübler. V žilicah s cinabaritom sta pogosta tudi črni pirobitumen in trdna mešanica policikličnih aromatskih ogljikovodikov – **idrialit** (staro ime je idrialin) v rumenozeleni ali pistacijevi barvi ter v skorjastih prevlekah, še pogosteje pa je masiven drobnozrnat ali gomoljast. Idrialit je organski mineral, ki je bil prvič najden in opisan prav v Idriji. V pirobitumnu ter idrialitu so pogosto impregnacije cinabarita.



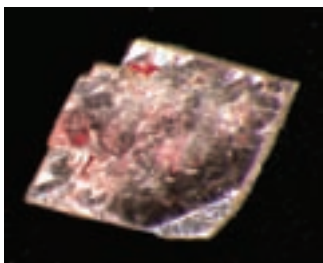
*Kapljice samorodnega živega srebra na drobnozrnatni cinabaritni rudi; največja kapljica samorodnega živega srebra meri 2 mm. Zbirka Rudnika živega srebra Idrija. Foto: Miran Udovč*

Zelo zanimiv je **metacinabarit**, ki je kubična modifikacija živosrebrovega sulfida; najlepši so v družbi s kristali kalcita po razpokah orudenega skitskega oolitnega apnenca. Posamični kristali, črne barve in s kovinskim sijajem, merijo do 1 mm in sestavljajo do 5 mm velike skupke. Metacinabarit so našli tudi v rudnem telesu Grübler v obliki conarnih natečnih struktur skupaj s cinabaritom, ko je v najmlajši fazi mineralizacije prišlo do izmeničnega odlaganja obeh polimorfov.

Izmed primarnih nerudnih mineralov so poleg dolomita najbolj značilni kremen, fluorit in barit. Po votlinicah brečastega



*Kapljice samorodnega živega srebra na masivni cinabaritni rudi; največja kapljica samorodnega živega srebra meri 2 mm. Zbirka Rudnika živega srebra Idrija. Foto: Miran Udovč*

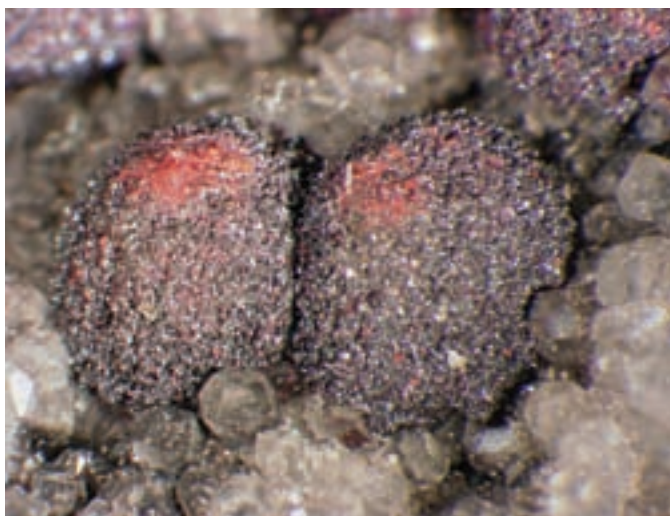


*Kristal barita z vključki cinabarita;  
1 mm. Zbirka Oddelka za geologijo  
Naravoslovnotehniške fakultete  
Univerze v Ljubljani.  
Foto: Miha Jeršek*

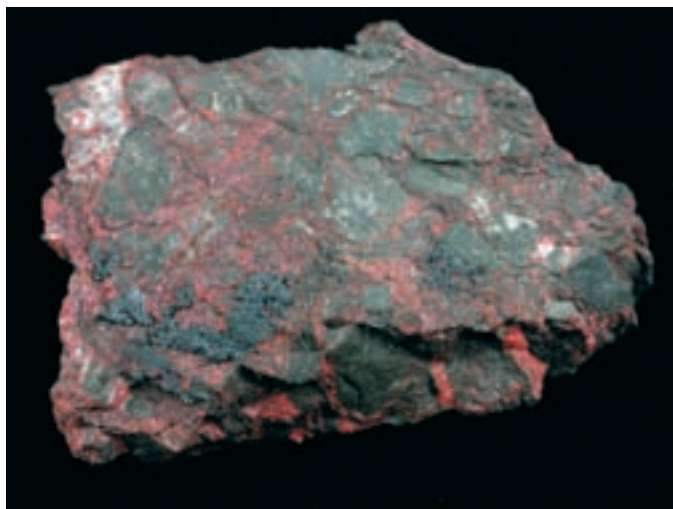


*Kristali metacinabarita in cinabarita sestavljajo žarkasto konkrecijo na  
podlagi iz kalcita; 6 x 4 cm. Zbirka Oddelka za geologijo  
Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

dolomita so tu in tam dolgoprizmarski biterminirani kristali **kremena**, veliki do 10 mm, pogosto pentljasti in v skupkih, podobnih tistim v votlinicah triasnih dolomitov v Zadobju in pri Crngrobu. Precej bolj redek mineral je **fluorit**, v vijoličnih, do 2 mm velikih kockastih kristalih na dolomitu. Na XIII. obzorju rudnega telesa Grüberl so v geodah skupaj s kalcitom, kremenom in cinabaritom našli tudi **barit**. Kristali so veliki do 8 mm, pre-



*Detajl metacinabarita in cinabarita z zgornje slike; izrez 5 x 3 mm.  
Foto: Miha Jeršek*



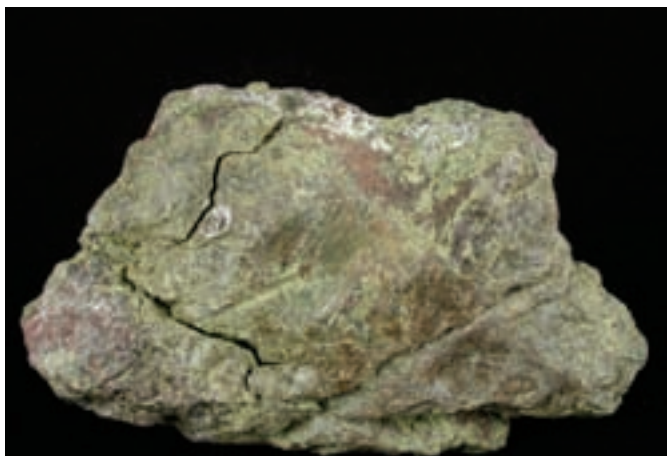
*Metacinabaritovi kristali na orudeni breči s cinabaritovim vezivom; 12 x 7 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

vladujejo beli in prozorni s steklenim sijajem ter so velikokrat conarni. V zadnjem času pa smo v vzorcih iz tega rudnega telesa našli še mikroskopske kristale celestina, ki spada med najmlajše minerale parageneze. V rudišču je precej pogosta tudi masivna drobnozrnata **sadra** v zgornjepermskem dolomitu žažarske formacije v do 1 m debelih lečah in plasteh, pa tudi v prozornih, do 20 mm dolgih paličastih kristalih v votlinicah, skupaj z dolomitom in cinabaritom. Skupke sadrinih kristalov, ki so nastali zaradi oksidacije pirita in markazita, najdemo tudi v plasteh gline v sivem triasnem apnencu.



*Metacinabaritovi kristali na kristalih kalcita; izrez 20 x 12 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

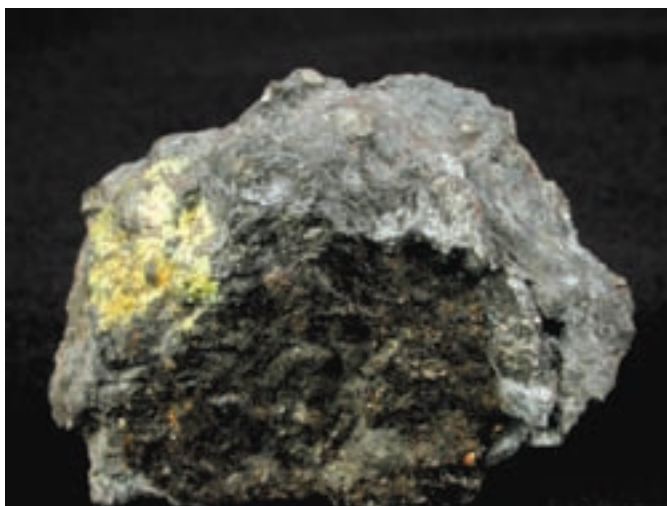




*Idrijsko rudišče je locus typicus za rumenzelen organski mineral idrialit. Sestavljajo ga policiklični aromatski ogljikovodiki; 70 x 40 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

Izmed silikatnih mineralov so v nekaterih votlinicah z dolomitom in cinabaritom še sive do zelenosive vlaknaste skorje **paligorskita** ter mikroskopski kristali **kaolinita** z značilnimi trikotnimi ali šesterokotnimi preseki po ravninah razkolnosti, ki prerašča kristale dolomita.

Med najbolj zanimive in tudi zelo redke minerale zgornje oksidacijske cone rudišča prištevamo **vivianit** v razpokah črnih peščenjakov v plasteh skonca. Kristali so prosojni in imajo značilno modrozeleno barvo ter rombski presek vzdolž ravnine



*Močno rumeno obarvan idrialit; 45 v 30 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*



*Lasasti epsomit raste iz razpok na stenah suhjih jamskih rovov, v katere priteka s sulfatom in magnezijem nasičena voda. Sulfat namreč prehaja v raztopino pri oksidaciji sulfidov, magnezij pa se sprošča pri dedolomitizaciji. Kristali na posnetku so zrasli do 20 cm. Foto: Miran Udovč*

razkolnosti. Doslej smo našli do 2 mm velike kristale. Zaradi oksidacije primarnih mineralov pa v rudišču še danes nastajata **epsomit** in **melanterit**. Oba rasteta iz razpok na stenah opuščanih jamskih rovov, kjer potekata oksidacija železovih sulfidov in dedolomitizacija, saj jamska voda izpira magnezij ali železo. Oba sta v vodi dobro topna (železo le v primeru, če ni prostega kisika), zato je potreben razmeroma šibak pretok vode in relativno suhi rovi z močno evaporacijo, ki omogoča njihovo rast. Epsomit



*Melanterit raste, kjer doteka voda z negativno vrednostjo Eh, ki s seboj prinaša poleg sulfatnega tudi železove ione; velikost skupka 7 cm. Foto: Miran Udovč*

zraste v lasasto bisernobeke kristale, dolge po več decimetrov, pa tudi do 2 m. Še raje nastaja v obliki kapnikov v opuščenih in slabo prezračevanih rovih. Melanterit pa ima prosojnozelene, redkeje tudi rumene, rjavo in rožnato obarvane kristale, velike do 10 mm. Redko je prozoren in s steklastim sijajem, podobno kot epsomit pa zraste tudi kot kapnik.

Mesto Idrija z okolico je čudovit spomenik naravne, tehnične in kulturne dediščine, vreden podrobnega ogleda. Del rudišča, ki ne bo potopljen in bo ostal dostopen, je v postopku zakonske zaščite kot naravna vrednota državnega pomena. Ohranjene in še dostopne geološke posebnosti pa si bodo lahko ogledovale in proučevale tudi naslednje generacije.

#### Literaturni viri:

- MLAKAR, I., M. DROVENIK, 1971: *Strukturne in genetske posebnosti idrijskega rudišča* (struktura in geneza, str. 67-126). Geologija, knjiga 14, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (nastanek in tipi rud, str. 1-157). Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.
- PLACER, L., 1982: *Tektonski razvoj idrijskega rudišča*. Geologija, knjiga 25, str. 7-94, Ljubljana.
- DROVENIK, M., T. DOLENEC, B. REŽUN, J. PEZDIČ, 1990: *O živosrebrovi rudi iz rudnega telesa Grüber v Idriji*. Geologija, knjiga 33, str. 397-446, Ljubljana.
- PALINKAŠ, L., S. STRMIČ, J. SPANGENBERG, W. PROHASKA, U. HERLEC, 2004: *Core forming fluids in the Grüber orebody, Idrija mercury deposit, Slovenia*. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 84, str. 173-188.
- DOLENEC T, A. REČNIK, N. DANEU, M. DOBNIKAR, M. DOLENEC, 2005: *Celestine - a new mineral from the Idrija mercury ore deposit (Western Slovenia): Its occurrence and origin*. Rudarsko-metalurški zbornik 51, Ljubljana.

# Šentanski rudnik živega srebra

*Alojzij Pavel Florjančič*

---

Nekdanji rudnik živega srebra je v zaselku Lajb pri Podljubelju, ob cesti, ki pelje čez Ljubelj, 9 km od Tržiča. Ime je dobil po nekdanjem imenu vasi Podljubelj, Sveta Ana. Leži pod južnim pobočjem hriba Ostrog ob Potočnikovem grabnu na jugozahodnem vznožju Begunjščice. Orografsko spada to območje h Karavankam, te pa k Južnim apneniškim Alpam.

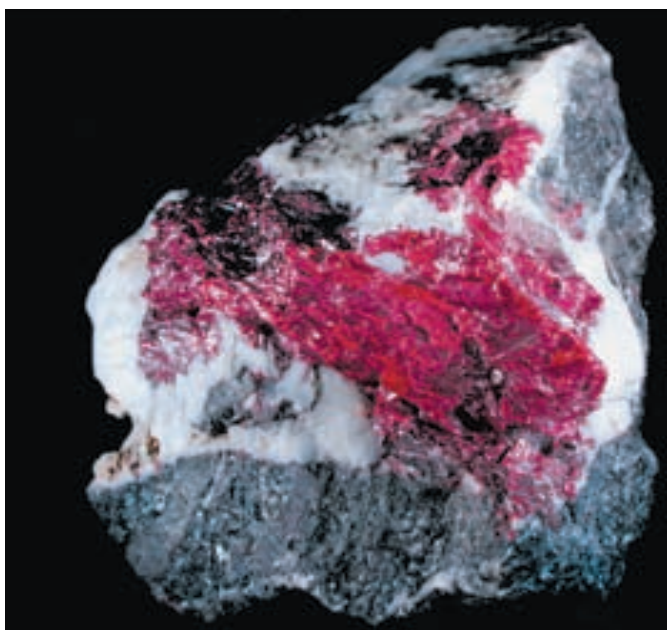


*V zapuščenih rovih šentanskega rudnika nas lahko presenetijo jaški, zapolnjeni z vodo, kakor na primer v Jurijevem rovu.  
Foto: Davorin Preisinger*

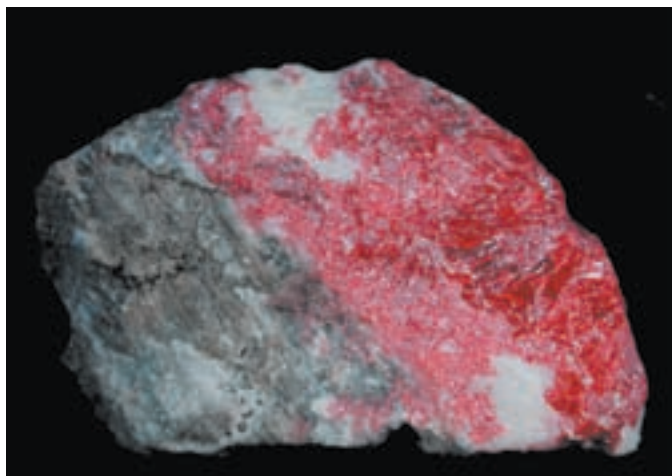
Prvi podatki o rudarjenju so iz leta 1557, ko so odkopavali rudo za idrijski rudnik. Do druge polovice 19. stoletja se je zamenjalo veliko lastnikov oziroma zakupnikov. Podatki o tedanjem rudarjenju so skopi. Leta 1874 je bila ustanovljena rudarska združba Illyrische Quecksilber Gewerkschaft (Société de Mercure en Illyrie), leta 1875 je pričel rudnik z redno proizvodnjo. Sledil je četrstoletni razcvet šentanskega rudnika (splošno uporabljano slovensko ime za Bergwerk St. Anna). Na Lajbu je zraslo rudarsko naselje, kraj je dobil pošto, leta 1880 so ustanovili Bratovsko skladnico, bolniško in pokojninsko zavarovanje. Rudnik je bil zelo sodoben in mehaniziran. Leta 1893 sta bila z idrijskim rudnikom prva elektrificirana rudnika pri nas; imeli so tudi lastno uniformirano rudarsko godbo.

1. januarja 1902 so delo v rudniku formalno ustavili, dejansko pa že decembra 1901. Na skupščini družbe je bil 15. januarja 1902 sprejet sklep o likvidaciji Ilirske živosrebrove združbe. Od leta 1875 do leta 1902 so pridobili 180 t Hg. Na koncu je bilo v rudi le še 0,4 % Hg, povprečno pa so jo odkopali približno 600 t letno, največ leta 1892 – okoli 5.000 t. Zaposlenih je bilo 40 rudarjev, 26 prebiralcev, pravzaprav prebiralke rude, in 4 delavci v talilnici. Rudnik je imel svojo jamomernico in laboratorij.

Brezuspešno so ga poskušali oživiti med prvo svetovno vojno in še tudi po njej. Raziskave po drugi svetovni vojni so pokazale, da rudišče ekonomsko ni perspektivno.



Masivni cinabarit je v močnem kontrastu z belim kalcitom in temnim apnen-  
cem; 80 x 65 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije.  
Foto: Miha Jeršek



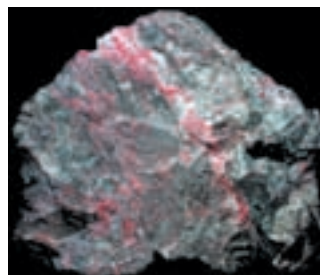
*Masivni cinabarit na belem kalcitu iz Antonovega rova; 40 x 28 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*

Skupna dolžina rudniških rovov presega 5.000 m. Od spodaj navzgor si sledijo rovi na nadmorskih višinah: Julij na 700 m, ki je najdaljši (dolga je več kot 2.000 m in služi za odvodnjavanje), Avgust na 750 m, Fridrik na 780 m, Jakob na 793 m, Anton na 819 m, Jurij na 837 m in Alojz na 864 m. Prvih pet je povezanih z jaškom Jožef. O metalurških obratih pričajo le redki in slabo ohranjeni sledovi. Na odvalu je še nekaj rudniške jalovine in žgalniških ostankov. Leta 1995 smo odprli del rova Anton za ogled.

Epigenetsko orudenje z živim srebrom v spodnjih in srednjih triasnih karbonatnih kamninah (anizij, ladinij) ter v zvezi s srednjetriasno magmatsko oziroma tektonsko dejavnostjo. Edini koristni mineral rudišča je cinabarit. Ta zapolnjuje žile in razpoke v temnosivem apnencu ter manj v nekoliko svetlejšem dolomitiziranem apnencu. Talnina in krovina orudenih plasti je plastnat laporni apnenec. Rudonosna plast je dolga 4 km in široka 250 m. Rudna cona, ki je 300 m dolga in debela nekako 50 m, strmo vpada proti jugo-jugozahodu. Od šestih rudonosnih ravni je bila le ena ekonomsko pomembna.

**Cinabarit** je v drobnih razpokah temnega apnenca in v kalcitnih žilah, kjer zapolnjuje prostore med kalcitnimi zrni, ki jih tudi metasomatsko nadomešča. Pege in luske cinabarita dosežejo 1 cm v premeru, cinabaritove prevleke na tektonskih drsah pa površino nekaj kvadratnih centimetrov. V glinastih vložkih najdemo nekaj milimetrov velika nepravilna zrnca antracita.

Pod mikroskopom vidimo tudi razpršene vključke cinabarita v posameznih dolomitnih zrnih. Ksenomorfna zrna cinabarita dosežejo velikost nekaj deset mikrometrov, idiomorfna zrnca kalcita, dolomita in kremena pa dosegajo velikost 1 mm. Enako



*Cinabarit in kalcit v apnencu iz Antonovega rova; 35 x 30 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*



Kalcit je najpogostejši mineral v Šentanskem rudniku. Skalenoedrski kristal na posnetku je visok 7 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek

velika so ksenomorfna zrna fluorita, ki so videti kot lišaj, redka ksenomorfna zrna barita pa so velika nekaj mikrometrov. Markazit z nepravilno in korodirano površino prehaja ponekod v pirit. Kalcit in dolomit sta bila nadomeščena s cinabaritom, v manjši meri pa tudi s piritom.

#### Literaturni viri:

- HACQUET, B., 1778: *Cryptographia Carniolica*. 1. knjiga, str. 31, Leipzig.
- LIPOLD, M. V., 1855: *Beschreibung einiger Quecksilberbergbau im Potoschnigg-Graben nächst St. Anna im Loibelhale in Oberkrain*. Österr. Zeitschr. Berg u. Hüttenwesen, Wien.
- LIPOLD, M. V., 1874: *Beschreibung einiger Quecksilber-Erzvorkommen im Kärnten und Krain*. Österr. Zeitschr. Berg u. Hüttenwesen, Wien.
- RIEGER, S., 1897, V: V. Kragl, 1936: *Zgodovinski drobci Župnije Tržič (soseska Sv. Ana, str. 95)*. Župni urad v Tržiču, Tržič.
- BERCE, B., 1953: *Rudnik živega srebra Sv. Ana nad Tržičem*. Poročilo, arhiv Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- MOHORIČ, I., 1957: *Zgodovina Šentanskega rudnika (zgodovina obrti in industrije v Tržiču, str. 208-249)*. Mestni muzej v Tržiču, Tržič.
- DROVENIK, M., 1970: *Mikroskopske preiskave vzorcev iz Podljubelja*. Poročilo, arhiv Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- FLORJANČIČ, A. P., 1970: *Geološke prilike in orudjenje z živim srebrom v Podljubelju*. Diplomsko delo, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- DIMKOVSKI, T., 1971: *Podljubelj raziskave na Hg 1965-1971*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- BUSER, S., 1991: *Vodnik po slovenski geološki poti (geološki opis poti in opazovalnih točk, str. 70-76)*. Geološki zavod Ljubljana.
- FLORJANČIČ, A., P., 1996: *Šentanski rudnik, nekdanji rudnik živega srebra na Lajbu, Podljubelj nad Tržičem*, (Das St. Anna-Bergwerk, Mines de Sainte-Anne). Zloženska, Geoprof, Občina Tržič, Tržič.
- PREISINGER, D., 2005: *Pojasnjene skrivnosti Jurijevega in Alojzijevega rova v sklopu Šentanskega rudnika*. Društvene novice, str. 29-32. Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije, Tržič.

## Minerali mežiških rudišč

*Miha Jeršek, Uroš Herlec, Breda Mirtič, Mirjan Žorž, Meta Dobnikar, Suzana Fajmut Štrucl, Franc Krivograd*

Dolino reke Meže je zaznamovala dolgoletna tradicija rudarstva. V svetu je dobro znana po rudiščih svinca in cinka, predvsem pa po mineralu wulfenitu, ki ga lahko občudujemo v številnih javnih in zasebnih zbirkah po vsem svetu.

Med Peco in Uršljo goro so rudarili več kot 340 let. Sprva so pridobivali samo svinčevo rudo, od leta 1874 pa tudi cinkovo. V tem času so izkopali okrog 19 milijonov t rude iz več kot 1.000 km rogov in nadkopov. Iz rude so pridobili več kot milijon t svinca in 500.000 t cinka.

Skozi Mežiško dolino teče reka Meža, ki izvira pod Olševo (1.929 m) in teče skozi vsa tri rudarska naselja: Črno na Koroškem (573 m), Žerjav (527 m) in Mežico (475 m) ter dalje do Poljane in naprej do izliva v Dravo.

Rudišča ležijo večinoma na levem bregu reke Meže, med Mežico na severu in Črno na Koroškem na jugu. Izjemi sta rudišči Graben in Mučevo ter pojavi svinčevo-cinkove rude na Uršlji gori, ki so na desnem bregu reke Meže. Eksploatacijsko polje je na površini okrog 10 km<sup>2</sup>, celotno polje z vsemi rudnimi pojavi pa obsega 64 km<sup>2</sup>. Najvišji rov je bil malo pod vrhom Pece, na višini 2.060 m, najgloblji pa v revirju Graben na višini 268 m.



*Pošta Slovenije, 1997: poštna znamka z motivom wulfenita iz Mežice iz zbirke Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Zamisel Mirko Majer, fotografija Miran Udovč, oblikovanje s sodelovanjem Mirka Majerja, J. Strgarja in Uroša Herleca Matjaž Učakar.*



*Rudarski nadzornik, geolog Franc Krivograd je vrsto let risal minerale, ki jih je našel pri svojem delu; risba skupka wulfenitovih kristalov iz revirja Union.*





*Kristal wulfenita iz revirja Union (kota 490 m) na wettersteinskem apnencu ima razvite ploskve prizme in piramide. Zbirka Mirjana Žorža.  
Foto: Mirjan Žorž*

Največja rudišča so Union, Moring, Graben, Helena, Barbara, Doroteja, Riška gora, Srce, Igrčevo, Staro Igrčevo, Fridrih, Stari Fridrih, Luskačevo in Navršnik (Barget).

Z geološkimi značilnostmi mežiških rudišč so se ukvarjali številni raziskovalci, saj je bilo prvo dovoljenje za raziskave svinčevega sijajnika, galenita, v bližini Črne izdano že davnega leta 1665. Mežiška rudišča so se iz časov, ko so jih upravljali grofi in fevdalni posestniki, nato male rudarske družbe in končno večje rudarske družbe, razvila v največji rudnik za pridobivanje mineralnih kovinskih surovin na Slovenskem, ki je bil v letu 2004 zaprt. V okviru turističnega rudnika in muzeja ostajajo odprti muzejski del rudnika na Moringu, del rudišča v Heleni in del rudišča Topla. V rudniku še vedno obratujeta dve vodni elektrarni.

Mežiška rudišča ležijo v geotektonski enoti Severnih Karavank, ki pripadajo Vzhodnim Alpam. Naravno zgradbo Pecinega pokrova in Severnokaravanškega nariva sekajo številni prelomi. Orudeno litostratigrafsko zaporedje mežiških rudišč so plasti kamnin anizijske, ladinijske, karnijske, norijske in retijske starosti, ki sestavljajo skladovnico kamnin, debelo od 2.000 do 2.500 m. Ekonomsko in mineraloško so najpomembnejše ladinijske wettersteinske plasti, saj so v njih nastala največja epigenetska rudišča svinca in cinka.

Glavna rudna minerala sta galenit in sfalerit, ki ju spremljata manj pogostna pirit in markazit. Poroznost in prepustnost kamnin sta določali obliko rudnim telesom. Konkordantna so nastala ob

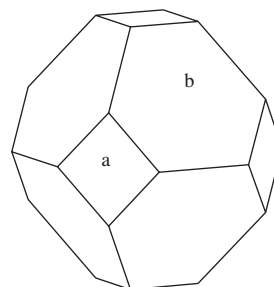


Kubooktaedrski kristali galenita so v mežiških rudiščih sorazmerno redki, saj je galenit v Severnih Karavankah običajno masiven; 19 x 12 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

prepustnih horizontih paleozakrsevanja, diskordantna pa ob razpoklinskih prelomnih conah. Orudjenja v grebenskih sedimentih so nastala v conah največje prvotne poroznosti sedimenta, nastala pa so tam tudi rudna telesa, za katere vzroka učinkovite poroznosti, ki je vodila orudjenje, niso uspeli definirati. Spremembe prvotne mineralne sestave je povzročil tektonski dvig ozemlja in pretok descendente meteorne vode, bogate s kisikom. Zaradi oksidacije prvotne mineralne združbe so se rudne komponente premeščale in deloma celo izgubile. Razmeroma preprosta mineralna združba je zato postala pestrejša in morfološko zelo raznolika.

Mineral, iz katerega so pridobivali svinec, je **galenit**. S **sfaleritom** in spremljajočima dolomitom ter kalcitom ustvarja raznolike rudne teksture. Galenit je redko v metakristalih oziroma v močno korodiranih makroskopskih kubooktaedrskih kristalih. Za pridobivanje cinka je najpomembnejši mineral sfalerit. V mežiških rudiščih je v masivni obliki, delno pa v obliki skorjastih tekstur. Primarna sulfida sta še **markazit** in **pirit**. Večinoma sta razpršena v karbonatih ali v skupkih brez izrazitih kristalov, ki so večinoma popolnoma oksidirani in veliki do 3 mm. Kristali markazita so zelo enostavni, saj so omejeni le s ploskvami pinakoida in prizme, zato imajo obliko nizke rombske prizme. Kontaktni hemimorfni dvojčki pa so izrazito podaljšani vzdolž ravnine dvojčenja (110). Redki so kristali pirita z razvitimi ploskvami kocke, ki dosežejo velikost 5 mm.

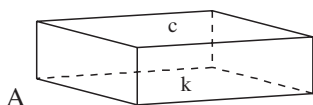
Pri oksidacijskih procesih so nastajali sekundarni minerali. Med njimi je največ železovih hidroksidov v obliki **limonita**, ki je poleg kalcita nedvomno najbolj razširjen. Nastal je z oksidacijo pirita in markazita, v zelo majhnem delu pa še iz železa, ki je



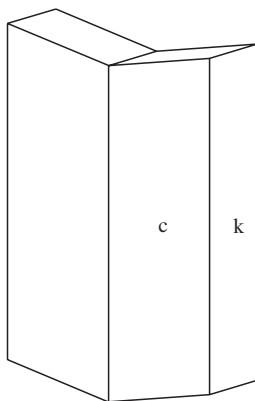
Kristali galenita iz mežiških rudišč imajo razvite ploskve kocke  $a\{100\}$  in oktaedra  $b\{111\}$ .  
Risba: Miha Jeršek



Kristali markazita so limonitizirani. Zdvojeni kristal markazita je desno ob wulfenitu, ki je na podlagi iz galenita, na kateri so tudi drobni kristali cerusita; izrez 5 x 3 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Miha Jeršek



A



B

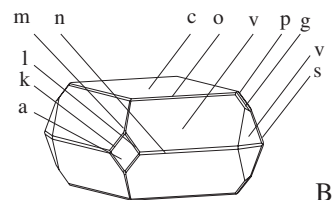
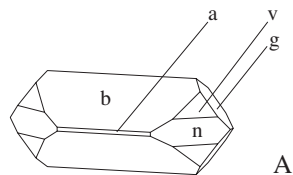
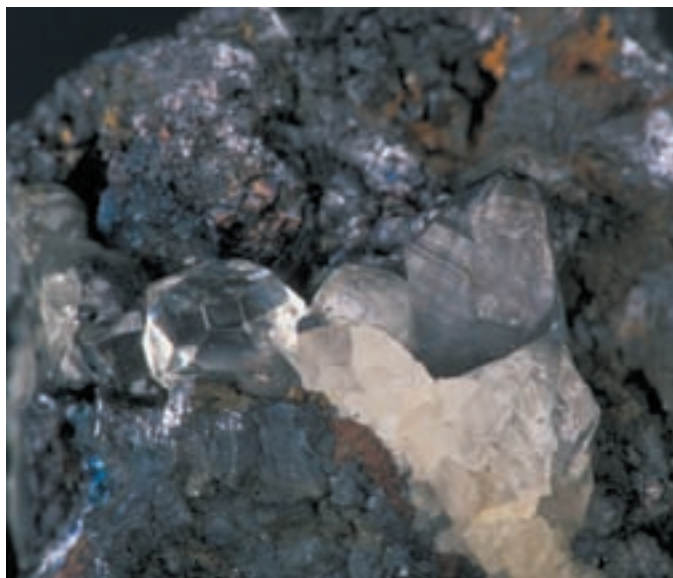
Kratkoprizmatski kristali markazita iz Mežiškega rudnika imajo enostavno morfologijo, ki jo določata prizma  $k\{110\}$  in pinakoid  $c\{110\}$  (A). Kontaktni dvojčki po  $(110)$  so hemimorfni in podaljšani vzdolž ravnine dvojčenja (B).  
Risbi: Mirjan Žorž

bil vezan v sfaleritu. Sestavlja prevleke na vseh primarnih in sekundarnih mineralih. Poleg limonita so še cerusit, hidrocinokit in sadra.

Z oksidacijo galenita najprej nastane **anglesit**, ki je lahko topen in zato redkeje ohranjen. V osrednjih delih geod so nastali tudi kristali anglesita – *plavači*. Večinoma so brezbarvni ali beli in prosojni. Imajo sploščen prizmatski habitus. Čeprav so kristali anglesita v mežiških rudiščih razmeroma redki in običajno ne presežejo dolžine 1 cm, so našli tudi do 5 cm velike primerke s tanko prevleko železovega hidroksida in so zato rdečkasti.

Po nastanku anglesita je kristalil gospodarsko pomemben mineral **cerusit**, ki nadomešča oksidirani galenit. Običajno ga najdemo že med razkolnimi ploskvami galenita, pogosto pa lepo oblikovani kristali izraščajo iz galenita. Imajo značilen prizmatski ali piramidni habitus. Razmeroma pogosti so tudi dvojčki. Kristali cerusita so brezbarvni, beli, zaradi vključkov galenita so lahko tudi temnosivi. Imajo značilen diamanten sijaj. Galenit, ki je preraščen z drobnimi cerusiti, je lahko zelo lep. Kristali cerusita merijo do 1 cm, večji kristali so redki, največji najdeni v mežiških rudiščih meri 5 cm.

Med vsemi cinkovimi oksidacijskimi minerali je najbolj razširjen **hidrocinokit**, ki je bil najden prav v vseh delih mežiškega rudišča. Nastaja z obarjanjem iz raztopin, ki so bogate s cinkom, v družbi z drugimi oksidacijskimi minerali ali pa sam v obliki tankih, snežnobelih sigastih tvorb na apnencu ali dolomitu ali prevlek na galenitu, sfaleritu, smithsonitu ali limonitu. Na hidrocinokitu pa lahko najdemo prevleke cerusita, hemimorfita,



*Idealizirani kristali anglesita iz revirja Union. Razvite imajo like  $a\{100\}$ ,  $b\{101\}$ ,  $v\{211\}$ ,  $g\{011\}$ ,  $n\{210\}$  (A, revir Union, kota 351 m), zraven pa še  $k\{411\}$ ,  $l\{301\}$ ,  $m\{201\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $o\{213\}$ ,  $p\{122\}$  in  $s\{110\}$  (B, revir Union, kota 331 m).  
Risbi: Mirjan Žorž*

*Kristali anglesita makroskopskih velikosti so v Mežiškem rudniku precej redki. Tako lepo razviti in ploskovno bogati kristali, ki so priraščeni na galenitu, pa so izjemno redki. Našli so jih v revirju Union na koti 331 m. Kristal anglesita na levi meri 5 x 5 mm. Glej tudi risbo anglesitovih kristalov. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar*



*V najnižjih delih revirja Union so našli velike kristale cerusita. Drugače kot v ostalih delih rudnika, kjer jih vedno najdemo v obliki drobnokristaliziranih prevlek na galenitu, so tukaj priraščeni na karbonatni podlagi in deloma prekriti z limonitnimi prevlekami. Največji kristal na posnetku meri 13 x 9 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar*

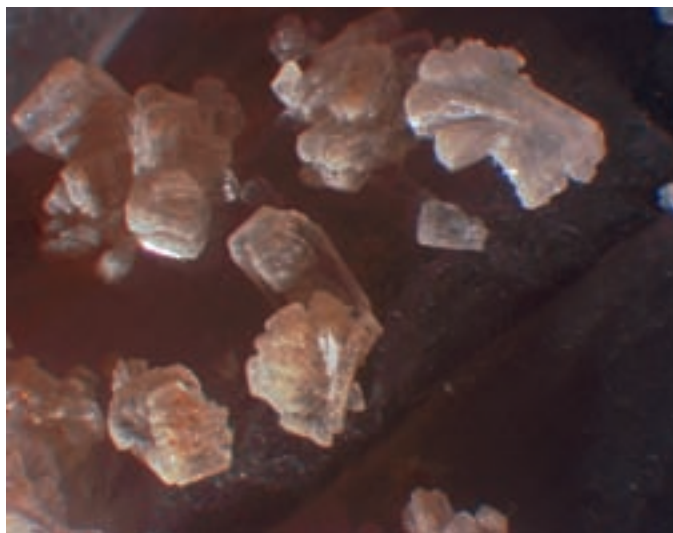


*Kristali anglesita imajo običajno visok sijaj; 28 x 15 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Ciril Mlinar*

wulfenita, sadre, aragonita, kalcita in smithsonita. Hidrocinkita ni v kristalih, ki bi bili vidni s prostim očesom. Pod mikroskopom kaže dokaj neurejeno združbo tankih kristalov v obliki lističev, postavljenih pravokotno na podlago.

V delih s sfaleritom in v višjih delih mežiških rudišč je razmeroma pogost mineral **smithsonit**. Nastaja na kalcitu z neposrednim obarjanjem iz raztopin. Smithsonit je sam ali pa v združbi s hemimorfitom, sadro, cerusitom in redko s fluoritom. Njegova barva se spreminja od rdečkastorjave do sivkaste, sive in bele, lahko pa je tudi brezbarven. Smithsonit najdemo v obliki skorjastih natečnih tekstur, idiomorfni skaloedrov, ki nato preidejo v značilne snopaste kristale. Kristali so le redko večji od 1-2 mm. Posebno zanimivi so drobni snopasto razviti kristali smithsonita v paragenezi z idiomorfno oblikovanimi kristali fluorita. Kristali **fluorita** imajo razvite ploskve kocke, rombskega dodekaedra in heksakisoktaedra. Do sedaj najdeni kristali so majhni in niso večji od 2 mm.

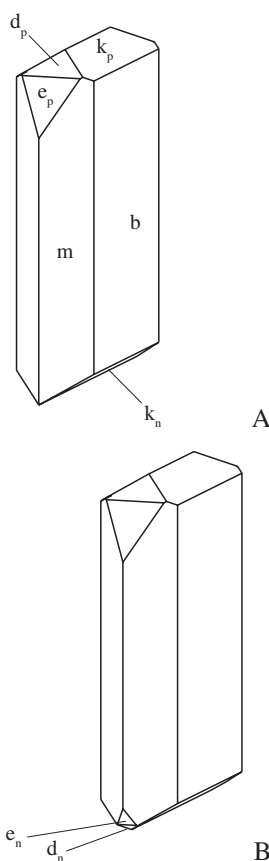
Skupaj s smithsonitom najdemo še **hemimorf**, ki je razmeroma redek mineral v mežiškem rudišču. Njegovi kristali so večinoma brezbarvni ali pa sivkasti in sivkasto zeleni, lahko v družbi s hidrocinkitom, cerusitom, wulfenitom ali kalcitom. Kristali so sploščeni vzdolž c-osi in značilno progasti v tej smeri. Hemimorfizem, ki je značilen za ta mineral, je neizrazit. Največji kristali dosežejo do 3 mm v dolžino.



*Hemimorf* je v Mežiškem rudniku dokaj redek mineral. Vedno pa je v obliki snopastih in pahljačastih kristalov, kakršni so na tem posnetku. Do 2 mm veliki posamični kristali so priraščeni na ploskvi velikega kristala kalcita, kar je tudi svojevrsna redkost. Kristali hemimorfita so namreč praviloma zraščeni v prevlekah, zaradi česar težko razločimo njihovo obliko. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Miha Jeršek



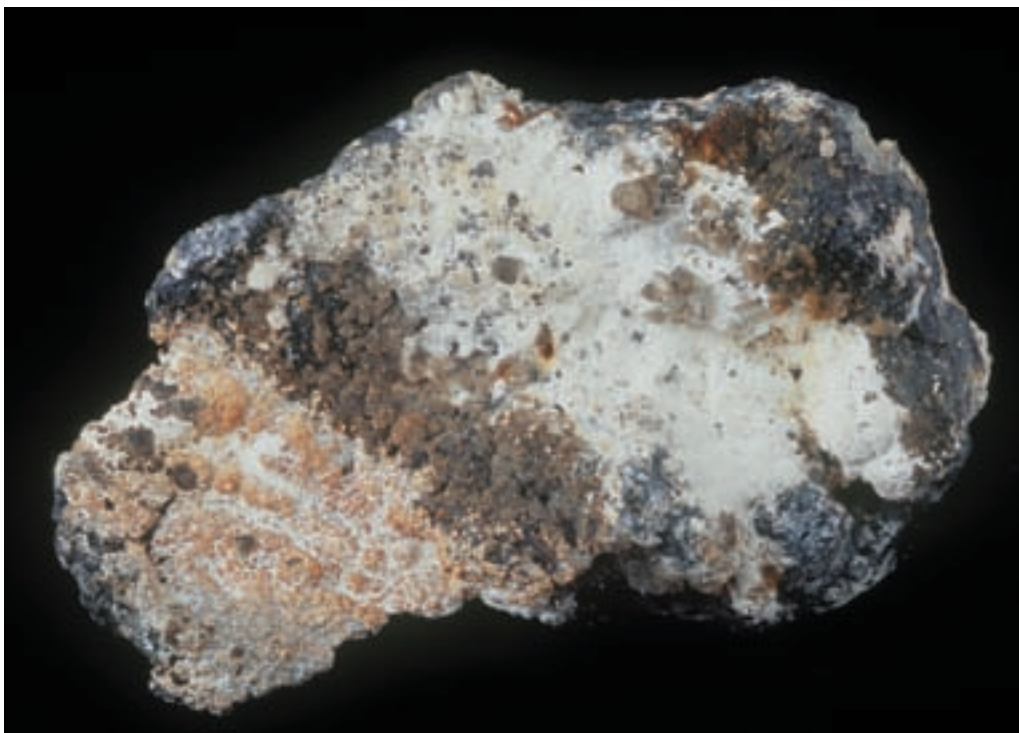
*Snopasto razviti kristali smithsonita in brezbarven prozoren fluorit; izrez 3 x 2 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek*



*Kristali hemimorfita kažejo bolj ali manj izrazit hemimorfizem. Imajo razvite kristalne ploskve  $b\{010\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $k_p\{011\}$ ,  $k_n\{01\bar{1}\}$ ,  $d_p\{101\}$ ,  $d_n\{10\bar{1}\}$ ,  $e_p\{103\}$  in  $e_n\{10\bar{3}\}$ . Risbi: Mirjan Žorž*

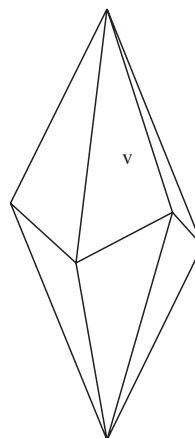


*Hemimorfit in hidrocinkit iz primerka na spodnji sliki; izrez 10 x 7 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar*



*Hidrocinkit in hemimorfit na podlagi iz galenita; 18 x 14 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar*

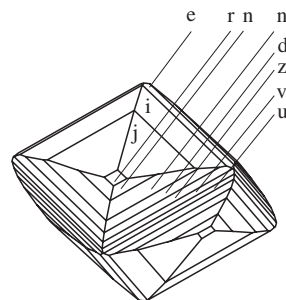
**Kalcit** je najpogostejši mineral mežiških rudišč. Ker je jalovinski mineral, mu v preteklosti niso posvečali pozornosti. Šele v zadnjem času je bil podrobno morfološko in geokemično raziskan. Deloma je nastal hkrati z rudnimi minerali. Velika večina lepih kristalov je nastala v odprtih razpokah, kjer so se mešale talne vode z meteornimi. Kalcit mežiških rudišč odlikuje razgibana morfolologija. Ločimo več značilnih tipov kristalov. Skalenoedrski so kot posamezni kristali ali pa v skupkih, ki dosežejo velikost nekaj deset centimetrov, po celotnem rudišču. V sukcesivnih fazah so jih prerasle mlajše generacije kristalov kalcita. Njihov habitus se je zato spremenil v sodčkasti, prizmatski ali romboedrski. Med zadnjimi so nastali strmoromboedrski do strmoskalenoedrski kristali. Ti so lahko zaradi vključkov različno obarvani. Posamezni imajo lahko temnosive vključke, zaradi česar so jih v preteklosti imenovali plumbokalcit. Poleg samskih kristalov so pogosti dvojčki, ki so običajno, ne pa vedno, mnogo večji kot samski kristali na istem primerku. Razmeroma pogosto so obarvani s tankimi prevlekami železovih oksidov. Kristali s primesjo svinca imajo navadno lepši oziroma višji sijaj. Kristale kalcita lahko prekrivajo še wulfenit, descloizit, hemimorfit, hidrocinik in sadra.



*Kljub temu, da skalenoedrske kristale kalcita lahko najdemo po vsem mežiškem rudišču, so posebej značilni za revir Navršnik (Barget). Imajo razvit lik  $v\{211\}$ .  
Risba: Miha Jeršek*

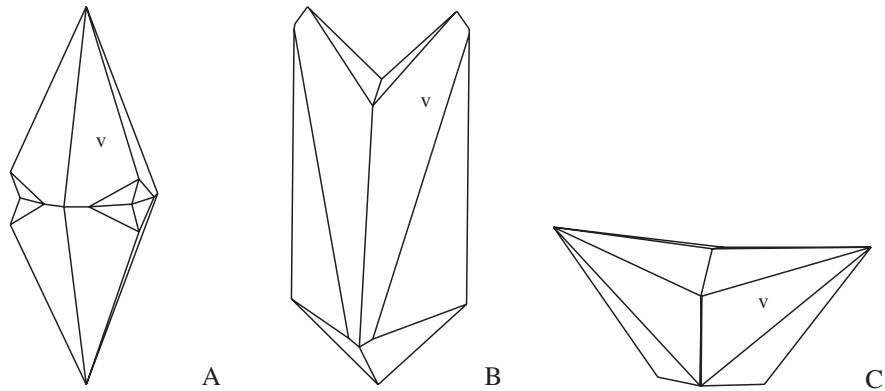


*Eden najiminitnejših primerkov kalcita iz mežiških rudišč (bazalni dvojčki) z wulfenitom; 11 x 9 cm. Kalcit ima izrazito skalenoedrski habitus. Poleg skalenoedrov so razviti še osnovni romboedri, ki so lepo vidni na terminacijah kristalov. Zbirka Gregorja Koblerja. Foto: Ciril Mlinar*



*Značilen kristal kalcita mežiških rudišč ima razvite ploskve likov  $r\{101\}$ ,  $j\{12.1.14\}$ ,  $i\{517\}$ ,  $e\{012\}$ ,  $n\{716\}$ ,  $d\{615\}$ ,  $z\{413\}$ ,  $v\{211\}$  in  $u\{532\}$ .  
Risba: Miha Jeršek*

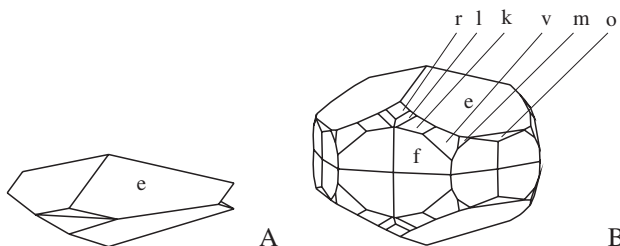




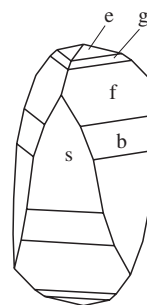
Skalenoedrski kristali kalcita z razvitim skalenoedrom  $v\{211\}$  iz mežiških rudišč oblikujejo kristale dvojčke z dvojčičnimi ravninami (001) (A), (012) (B) in (021) (C). Risbe: Miha Jeršek



Kristali kalcita z razvitim skalenoedrom  $v\{211\}$  oblikujejo kristale dvojčke z dvojčičnimi ravninami (012). Obdaja jih množica nezdvojenih enostavnih skalenoedrskih kristalov. Primerek na sliki je iz revirja Navršnik (Barget). Največji dvojček je visok 22 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž.



Bazalna dvojčka z dvojčično ravnino (001) in dominantnim negativnim položnim romboedrom  $e\{012\}$ . V revirju Union, na sedmem obzorstju, najdemo dvojčke tega tipa, ki imajo razvit samo omenjeni lik (A). Ponekod v mežiških rudiščih pa so lahko na tovrstnem tipu kalcitovih dvojčk razvite še kristalne ploskve likov  $r\{101\}$ ,  $l\{716\}$ ,  $k\{413\}$ ,  $v\{211\}$ ,  $m\{131\}$ ,  $o\{1.16.5\}$  in  $f\ s$  približnim indeksom  $\{14.1.2\}$  (B). Risbi: Miha Jeršek

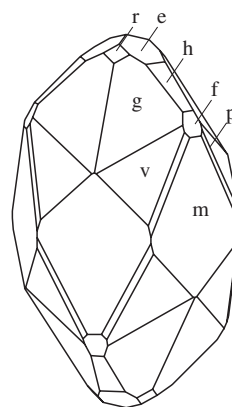


Razmeroma redki kristali kalcita iz mežiških rudišč imajo razvite strme romboedre s približnim indeksom  $s\{0.20.1\}$ . Najbolj značilni so za revir Graben. Lahko pa imajo razvite še kristalne ploskve  $e\{012\}$ ,  $g\{075\}$ ,  $f\{021\}$  in  $b\{072\}$ .

Risba: Miha Jeršek



»Karo« kalcit je nastal tako, da je starejšo skalenoedrsko generacijo kalcita prerasla mlajša generacija kalcita, za katero je značilen bolj sodčkast habitus; 52 x 30 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Za sodčkaste kristale kalcita iz mežiških rudišč je značilno, da ne prevladuje nobena od kristalnih oblik. Na tem kristalu so razvite  $e\{012\}$ ,  $r\{101\}$ ,  $g\{413\}$ ,  $v\{211\}$ ,  $m\{100\}$ ,  $f\{021\}$ ,  $p\{241\}$  in  $h\{067\}$ . Risba: Miha Jeršek



*Kristali kalcita iz revirja Igrčevo; 55 x 75 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar*

Najbolj znan mineral mežiških rudišč je **wulfenit**. Med drugo svetovno vojno so ga pridobivali zaradi molibdena, ki je bil strateška surovina. Številni raziskovalci so ugotavljali razloge za nastanek wulfenita v mežiških rudiščih. Največji problem je bil razložiti izvor molibdena, za katerega so menili, da je bil izlužen iz bituminoznih karnijskih plasti, ki so krovnina wettersteinskim apnencem. Nekoč so menili, da je nastal iz hidrotermalnih raztopin, kasneje pa so povezovali transport molibdena z amorfnim jordisitom. Izsledki raziskav v novejšem času kažejo na tesno povezanost med molibdenom in posameznimi generacijami sfalerita. Tako lahko preprosto povežemo nastanek wulfenita z dejstvom, da so meteorne vode vir kisika, ki poskrbi za oksidacijo sfalerita. Cink iz sfalerita migrira iz rudišča, medtem ko se molibden ob stiku z galenitom, ki je vir svinca, veže v wulfenit, ki je praktično vsepovsod v mežiških rudiščih. Koncentracije wulfenita so večje le v unionskem sistemu in to ne glede na dejstvo, da je oksidacija zajela bolj ali manj celotno rudišče.



*Wulfenit iz revirja Doroteja; 50 x 35 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek*



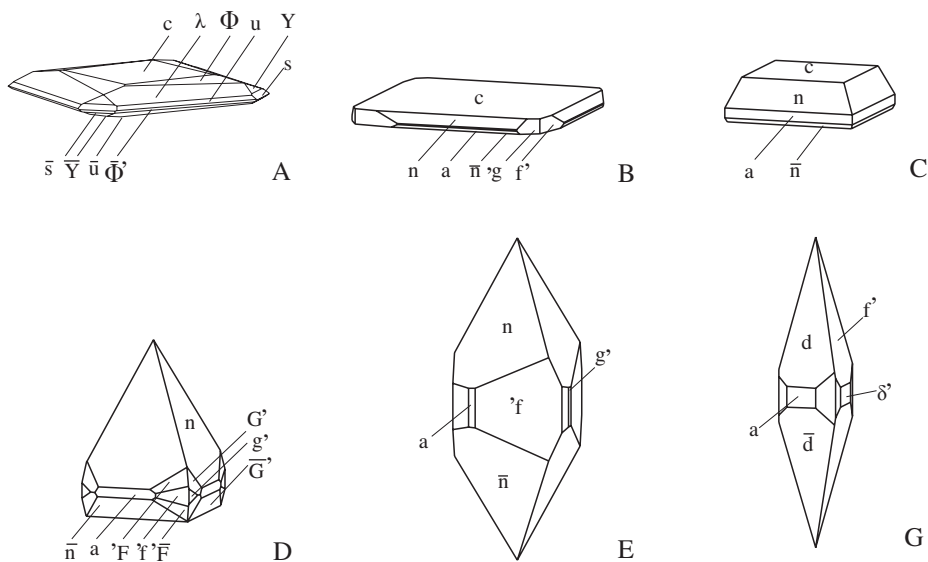
*V revirju Union so na obzorju 455 m živooranžni kristali wulfenita na modrikasti podlagi drobnokristaliziranega kalcita. Kristali so conirani vzporedno z ravnino (001), zato so ploskve piramide  $n\{011\}$  progaste. To je posledica pogostega menjavanja kristalizacijskih pogojev. Značilna je nazobčana rast na ploskvah obeh pedionov. Največji kristali merijo na robu 8 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž*

Wulfenit je vedno v združbi z drugimi oksidacijskimi minerali, zlasti z limonitom, cerusitom, hidrocinkitom in desclozitom ter galenitom, ki je navadno močno oksidiran. Pirit in markazit sta v bližini nahajališč wulfenita večinoma oksidirana.

Nenavadno oblikovani kristali, piezoelektrični efekt in odvisnost morfologije od globine so le nekateri izmed izvirnih znanstvenih izsledkov, ki so jih raziskovalci ugotovili na vzorcih wulfenita mežiških rudišč. Če na kratko povzamemo: za najnižja



*Na višini 490 m revirja Union imajo posamezni kristali wulfenita izrazito piramidno obliko, pri kateri prevladujejo ploskve zgornje piramide  $n\{011\}$  in spodnjega pediona  $\{01\bar{1}\}$ ; kristal 7 x 6 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž*



Morfologija kristalov wulfenita je v tesni zvezi z globino v rudišču. V najnižjih nivojih so nastali tankoploščati kristali wulfenita. Z naraščajočo nadmorsko višino pa se kristali vse bolj debelijo in preko prizmatskega habitusa preidejo v piramidni habitus, dokler nišo že povsem igličasti (od A do G). Na slikah so prikazani liki  $s\{013\}$ ,  $Y\{014\}$ ,  $u\{114\}$ ,  $\Phi\{3.4.75\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $\lambda\{119\}$ ,  $\bar{s}\{01\bar{3}\}$ ,  $\Phi\{01\bar{1}\}$ ,  $u\{11\bar{4}\}$ ,  $Y\{01\bar{4}\}$ ,  $n\{011\}$ ,  $a\{010\}$ ,  $n\{01\bar{1}\}$ ,  $'f\{1\bar{5}0\}$ ,  $f'\{150\}$ ,  $g'\{120\}$ ,  $\bar{d}\{02\bar{1}\}$ ,  $d\{0\bar{2}1\}$ ,  $\delta\{140\}$ ,  $\bar{G}\{263\}$ ,  $G\{26\bar{3}\}$ ,  $'g\{1\bar{2}0\}$ ,  $'F\{2.1\bar{4}.7\}$ ,  $'F\{2.1\bar{4}.7\}$ . Risbe: Mirjan Žorž



Zdvojeni kristali wulfenita (Union, 390 m) imajo posebno plastnato zgradbo, ki nastane zaradi dvojčenja tako po pozitivnem  $c\{011\}$  kakor po negativnem  $\bar{c}\{01\bar{1}\}$  pedionu. Osnovni kristali so skoraj povsem preraščeni, zato imajo zdvojeni kristali na sliki obliko sendvičev. Največji dvojček meri 12 mm na robu. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



*Oblike kristalov wulfenita iz revirja Graben se močno razlikujejo od oblik iz ostalih delov Mežiškega rudnika. Kristali na fotografiji pa so tudi za Graben nekaj posebnega. Imajo piramidno skeletno zgradbo. To je posledica interpenetracijskega dvojčenja in priraščenosti na podlago s ploskvijo (001), zaradi česar je prišlo do izrazite hemimorfne rasti. Spodnje dele kristalov obrašča kalcit. Največji kristal meri v višino 12 mm. Zbirka Mirjana Žorž. Foto: Mirjan Žorž*

obzorja mežiških rudišč so značilni tankoploščati kristali, ki so zasukani za  $45^\circ$  okoli c-osi z ozirom na kristale z gornjih obzorij. Proti površju se nato razvijejo prizmatski oziroma debeloploščati kristali, ki jim na koncu sledijo še piramidni kristali. Zanimivo je, da so samski kristali wulfenita zelo redki. Večina kristalov je namreč zdvojenih. Kristali so lahko rumeni, oranžni, rjavi, zelenorumeni, pa tudi brezbarvni ali celo črni. Lahko so zelo majhni ali pa veliki do 7 cm. Pogosto izraščajo iz galenita, lahko so na apnencu ali pa prekrivajo kristale kalcita. Na najvišjih obzorjih mežiških rudišč je wulfenit prekrit z zadnjo generacijo kristalov kalcita, ki nastaja še danes.

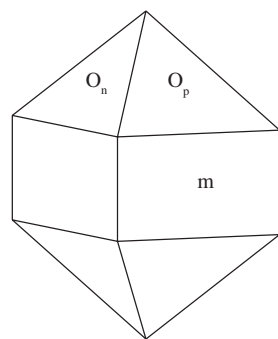


Kristali descloizita v mežiških revirjih so vedno drobni. Največkrat jih najdemo kot kristalne prevleke na apnencu, precej redkeje pa na wulfenitu. V takih primerih je wulfenit vedno korodiran. Na sliki je primerek s kote 395 m unionskega revirja. Lepo je vidna razjedenost ploskev pediona na wulfenitovih kristalih, ki poteka vzporedno s prizmo  $a\{010\}$ . Rob največjega kristala wulfenita meri 6 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž

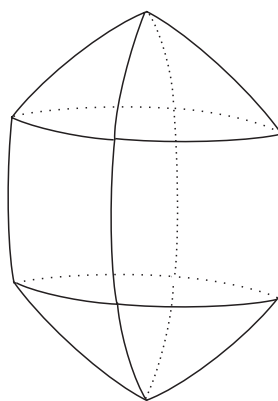
Vanadij, ki je kot primes v wulfenitu, se je pod vplivom oksidativnih raztopin izločil v obliki **descloizita**. Kristali so zelo drobni in ne presegajo 2 mm. Običajno so temnorjavi do črni ali pa svetlorjavi in imajo diamanten sijaj. Pogosto so na karbonatni kamnini ali v bližini kristalov wulfenita, še pogosteje pa prekrivajo kristale kalcita.



Detajl descloizitovih kristalov na kristalih kalcita skupaj s korodiranim wulfenitom; izrez meri 15 x 10 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek



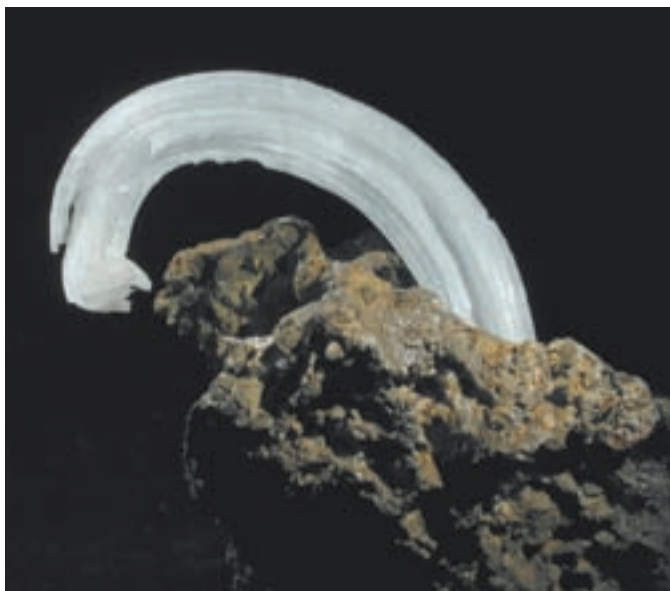
A



B

Enostavni kristali descloizita (A) imajo vedno ukrivljene ploskve (B).  
Liki:  $m\{110\}$ ,  $Op\{111\}$  in  $O_n\{1\bar{1}1\}$ .  
Risbi: Mirjan Žorž



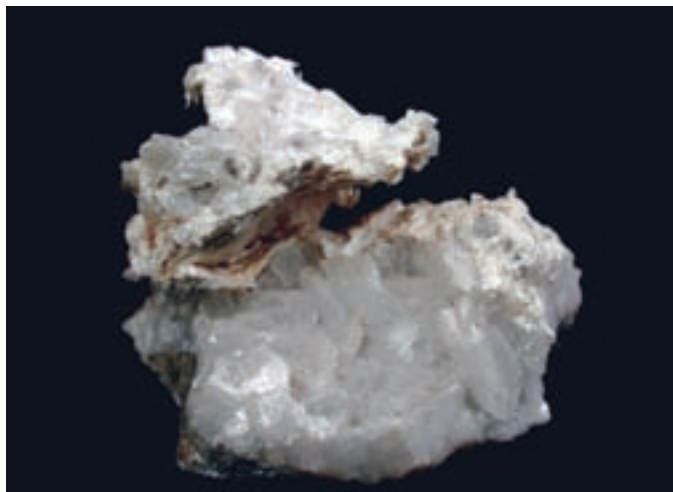


*Sadra je v mežiških rudiščih razmeroma pogosta, vendar pa le redko razvije izrazito vlaknate kristale s svilnatim sijajem, ki jih lahko občudujemo s prostim očesom; 15 x 10 cm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek*

Med pogostejšimi minerali mežiških rudišč je **sadra**. Običajno kot tanka prevleka ali v drobnih kristalih prekriva druge minerale. Večji in bolj popolno oblikovani kristali so redkejši. Sadra se izloča neposredno zaradi oksidacije sulfidov v žveplove (VI) kislino, ki se nato nevtralizira na apnencu oziroma kalcitu. Kristali imajo lahko značilno vlaknato teksturo, lahko so zaradi korozije povsem nepravilnih oblik, ali pa jih najdemo v popolno oblikovanih kristalih-dvojčkih, ki jim pravimo *lastovičji rep*. Posamezni primerki so veliki tudi do 20 cm, vendar so velikokrat močno korodirani. Sadra je pogosto skupaj z limonitom, kalcitom in drugimi minerali. Ker je zelo topna, dobimo najlepše kristale v suhih delih rudnika.

V mežiških rudiščih je tudi **aragonit**. Nastaja še danes pod vplivom meteorne vode. Najdemo ga v razpokah v oksidacijski coni rudišča s kalcitom v obliki igličastih kristalov. Posamezni skupki lahko dosežejo velikost nekaj deset centimetrov

**Melanterit** nastaja v bolj suhih delih mežiškega rudišča povsod tam, kjer so železovi sulfidi, še posebno ob markazitu. V vlaknati ali zrnati obliki v rudi oziroma na prikamnini ga najdemo v razpokah in votlinicah v glinenih sedimentih. Pogost spremljevalec oksidacije sulfidnih rudnih teles in dedolomitizacije prikamnine v bolj suhih rudniških rovih je **epsomit**, ki lahko zraste do nekaj centimetrov. Mineraloška posebnost revirja Graben pa je **paligorskit**.



Med najredkejšimi minerali mežiških rudišč je paligorskit; 45 x 45 mm. Najden je bil samo v revirju Graben. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Mineralna združba v mežiškem rudišču je izjemna predvsem zaradi raznolikosti oblik in pestre morfologije kristalov. Nedvomno je celotno rudišče pomemben del kulturne in tehnične dediščine Slovenije in naravna vrednota, ki ni zaznamovala samo Mežiške doline, temveč širše ozemlje v tem delu Evrope.

Literaturni viri:

- BARIČ, Lj., 1935: *Goniometrijsko istraživanje deklaozita od Črne kod Mežica* (morfologija descloizita, str. 235-239). Zbornik JAZU, knjiga 251, Beograd.
- ŠTRUCL, I., 1984: *Geološke, geokemične in mineraloške značilnosti rude in prikamnine svinčevo-cinkovih orudenj mežiškega rudišča* (glavne značilnosti rudišča, opisi mineralov, str. 215-327). Geologija, knjiga 27, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, B. MIRTič, F. KRIVOGRAĐ, 1998: *Morphology of wulfenite crystals from Mežica Mines* (morfologija wulfenita, str. 315-344). Materials and Geoenvironment, vol. 45, št. 3-4, Ljubljana.
- JERŠEK, M., V. ZEBEC, B. MIRTič, V. BERMANEC, M. DOBNIKAR, T. DOLENEC, F. KRIVOGRAĐ, 2002: *Morfogeneza kristalov kalcita iz mežiških rudišč* (zaporedje kristalizacije kalcita, str. 34). V: 1. slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem, 9.-11. oktober 2002. Knjiga povzetkov. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- MIRTič, B., M. JERŠEK, A. REČNIK, T. DOLENEC, F. KRIVOGRAĐ, 2002: *Morphological characteristics of fluorite crystals from Mežica mines in northern Slovenia* (opis kristalov fluorita, str. A514). V: Abstracts of the 12th Annual V. M. Goldschmidt Conference, Davos, Switzerland, August 18-23, 2002. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 66, No. 15A. London, New York.
- PLACER, L., U. HERLEC, 2002: *Vprašanja zgradbe severnih Karavank in mežiškega rudišča Pb in Zn* (geotektonske značilnosti ozemlja, str. 71-72). V: 1. slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem, 9.-11. oktober 2002. Knjiga povzetkov. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

PUNGARTNIK, M., L. PLACER, D. SKABERNE, B. JURKOVŠEK, 2002: *Rudnik Mežica in območje Pece* (splošno o geologiji rudišča, str. 15-27). 1. slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem, 9.-11. oktober 2002. V: Vodnik po ekskurzijah. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

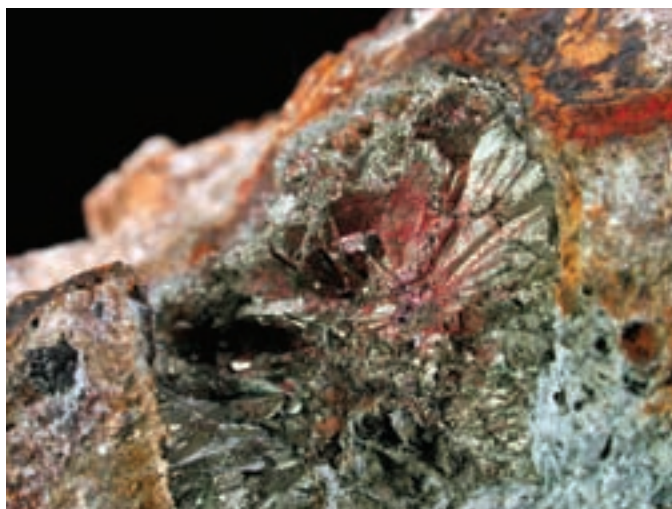
# Minerali žilnih rudišč v Posavskih gubah in rudnika Sitarjevec pri Litiji

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 svinca, 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



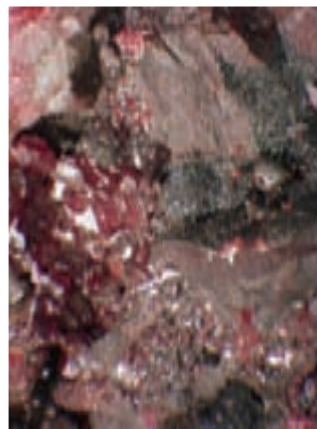
*Pirit iz rudišča Sitarjevec; 10 x 6 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

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*



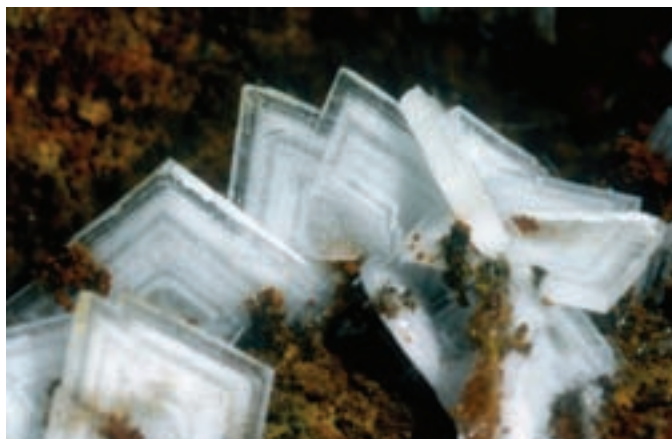
Preraščeni kristali kremenca iz Sitarjevca; izrez 35 x 25 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.  
Foto: Miha Jeršek

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 pirita 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 zabilisalo 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 opuščeni. 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.

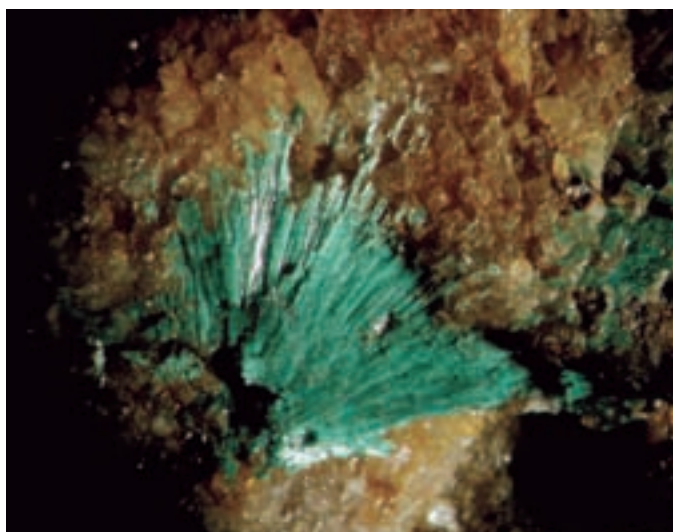
Ugotovili so, da je prva faza orudenja potekala v zaporedju: **kremen, pirit** prve generacije, **kalcit, dolomit in siderit**. Zgodnji raziskovalci so našli v kremenu prve generacije in na njem tudi lističast **hematit**. V drugi fazi je kristalil rdečkastorjav do rjav **sfalerit**, za njim pa kalcit, 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.

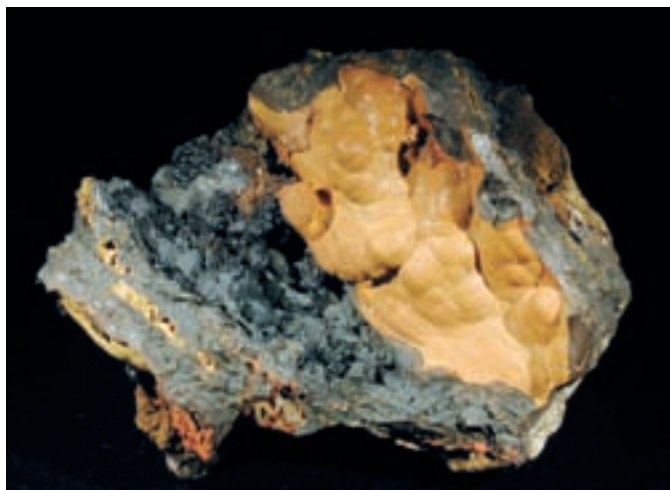
Živordeči, do 5 mm veliki kristali cinabarita, enega najmlajših prvotnih mineralov, rastejo na baritu ali so vraščeni v kristalnih mlajšega barita, kar kaže, da so rastle tako za baritom kot hkrati z njim. Cinabarit je lahko v žarkastih skupkih; v tako imenovanem medobzorju Glavnega rova naj bi po ustnem 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 samородni svinec v do 6 mm dolgih črvičastih in žičastih skupkih, na njih pa drobne kristale cinabarita. **Samородni svinec** je velika mineraloška redkost. V rudišču Sitarjevec so torej kar tri samородne 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.

# Minerali rudišča Knapovže

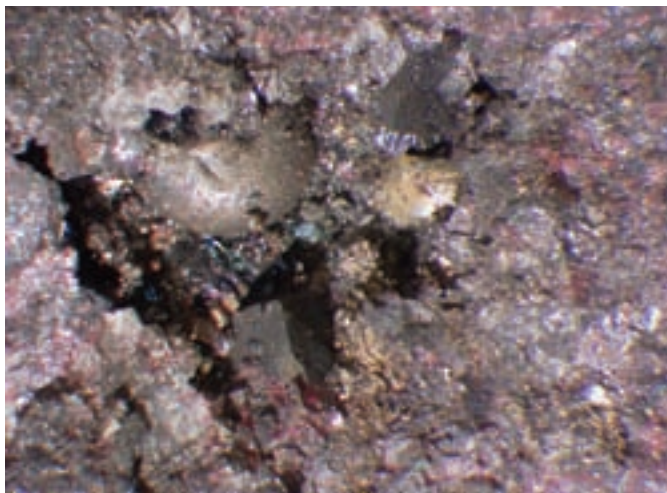
Uroš Herlec, Miha Jeršek

Rudnik Knapovže leži 14 km severozahodno od Ljubljane. Pri Medvodah zavijemo proti zahodu v dolino potoka Studeničice, ki izvira pod sedlom na grebenu med Savo in Gradaščico ter Katarino in Toščem, kjer je naselje Topol. Rudarska posest je bila na površini 18 ha. Mimo še vedno opaznih vhodov v opuščene rove in ruševin nekdanje separacije in topilnice vodi po ozki dolini asfaltna cesta.

Ivan Češmiga meni, da so tod rudarili že Rimljani. Posebej dejavni so bili protestantski rudarji v 14., 15. in 16. stoletju. Po njihovem izgonu je delo zamrlo. Ponovno so začeli rudariti konec 18. stoletja, ko so zgradili separacijo in topilnico, ki sta obratovali, dokler ni naših krajev zasedla Napoleonova vojska. Med letoma 1827 in 1848 so nekajkrat skušali obuditi proizvodnjo, vendar jim ni uspelo. Šele po novih raziskavah leta 1852 je februarja 1853 stekla proizvodnja, in do maja 1870 so pridobili 1.930 t svinca. Leta 1874 so bila dela tudi uradno ustavljena. Z rudarjenjem so nadaljevali leta 1913, ko so bile rudarske pravice ponovno podeljene. Med prvo svetovno vojno so delali v omejenem obsegu; leta 1917 je bilo zaposlenih le 12 rudarjev, ki so izkopali 436 t rude. Po prvi svetovni vojni so v letih od 1929 do



Oprh cinabarita na galenitu; izrez 12 x 8 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Samorodno živo srebro in kristal cinabarita v votlinici galenita; izrez 4 x 2 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



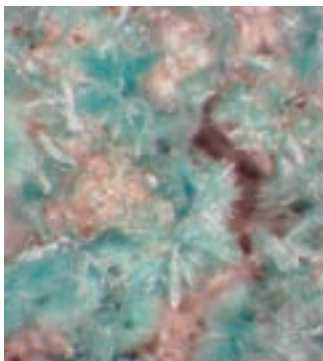
Kristali cinabarita in kapljica samorodnega živega srebra na podlagi iz drobnih kremenovih kristalov; izrez 2 x 2 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



*Pirit in halkopirit; izrez 4 x 3 mm.  
Zbirka Prirodoslovnega muzeja  
Slovenije. Foto: Miha Jeršek*



*Kristali linarita merijo do 2 mm.  
Najdba in zbirka Zmaga Žorža.  
Foto: Miha Jeršek*



*Kristali posnjakita v žarkovitih  
skupkih, velikih do 2 mm. Najdba in  
zbirka Zmaga Žorža.  
Foto: Miha Jeršek*

1934 opravljali zelo omejena raziskovalna dela, ki so jih zaradi pomanjkanja sredstev postopoma povsem opustili.

Orudeni so karbonski sljudnati kremenovi peščenjaki, kremenovi konglomerati in skrilavi glinavci. V močni tektonski fazi so se odprle in orudile razpoke. Nastale so žile v smeri sever-severozahod in severozahod-jugovzhod z vpadom 60 do 70° proti severovzhodu. Odkopali so sedem rudnih žil, od katerih so bile štiri še posebej bogate, debele od 4 cm pa vse do 4 m. Bogati deli žil, debeli od 5 do 60 cm, so bili iz masivnega galenita s povprečno 74 % svinca.

**Galenit** je masiven ali pa je v drobnih, do 1 mm velikih kockastih kristalih. Pogostejši so značilni razkolki galenita po ploskvah kocke. V votlinicah in razpokah galenitove rude so na podlagi drobnih kristalov **kremena** ali pa na samem galenitu pogosto oprhi rdeče živosrebrove rude **cinabarita**. Velikost kristalov cinabarita ne presega milimetrskih dimenzij. Posebno zanimivi so primerki galenita, pri katerih so v razpokah in votlinicah, obraščenih z drobnimi kristali kremena in cinabarita, še drobne kapljice **samorodnega živega srebra**.

Mineralno paragenezo sulfidnih mineralov dopolnjujeta **pirit** in **halkopirit**, ki sta v drobnih, do 2 mm velikih kristalih. Ponekod so kristali pirita limonitizirani in zato na površini rjavi. Med sekundarnimi minerali smo našli še tanke prevleke **sadre**. Našli pa so tudi **tetraedrit**.

Rudni minerali so v žilah neenakomerno razvrščeni, kar velja predvsem za cinabarit in samorodno živo srebro. Prevladujejo nižjetemperaturni minerali. Orudenje je potekalo v treh fazah. V prvi so se izločili kremen, pirit, dolomit, kalcit in siderit; v drugi tetraedrit in halkopirit, pa tudi oba glavna rudna minerala, galenit in sfalerit, ter barit. V tretji fazi so bili ponovno izločeni sfalerit, kalcit, galenit in kremen. Glavna faza orudenja je torej druga. Grafenauer meni, da to orudenje pripada tretji in delno zadnji fazi orudenj v litijskem rudnem polju.

Žilno rudišče Knapovže je najbolj zahodno žilno rudišče Posavskih gub. Tako po nastanku in mineralni sestavi, kakor tudi po izotopski sestavi žvepla sodi med ostala polimetalna žilna rudišča v Posavskih gubah. Mineraloška posebnost in redkost rudnika Knapovže so kristali cinabarita in kapljice samorodnega živega srebra.

Literaturni viri:

- ČEŠMIGA, I., 1959: *Rudarstvo Slovenije* (zgodovina). Nova proizvodnja, Ljubljana.
- GRAFENAUER, S., 1965: *Genetska razčlenitev svinčevih in cinkovih nahajališč v Sloveniji* (mineralna sestava in zaporedje kristalizacije, opis rud, str. 165-171). Rudarsko metalurški zbornik, št. 2, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (genetska klasifikacija, str. 1-162). Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.

## Antimonit med Trojanami in Znojilami

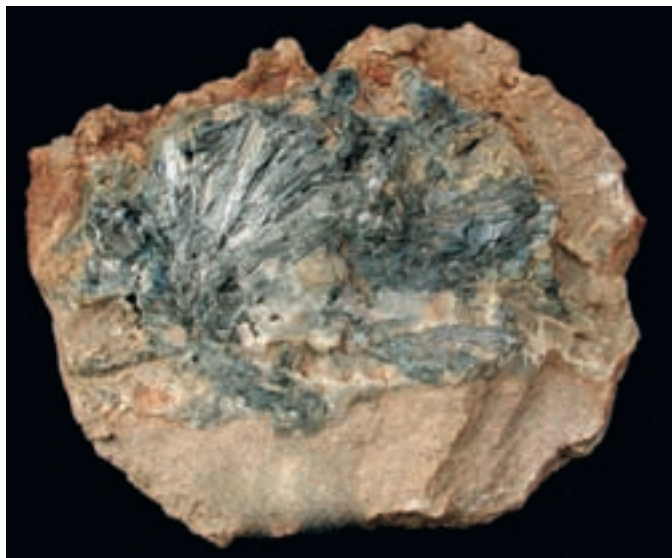
Uroš Herlec, Mirjan Žorž

Do 2 km široko in 9 km dolgo rudonosno območje leži severno od Zagorja v karbonskih klastičnih kamninah. Najzahodnejše je bila ruda najdena pri Podzidu pod Trojanami, proti vzhodu pa so nahajališča Brezje in Prhavec, vse do Znojil, ki so okrog 8 km vzhodneje od Trojan. Pomembnejša rudarska dela so bila v Kraljevem rovu, Zinka rovu, rovu pri Perhavcu in pri Znojilah. Skupaj so pridobili okrog 4.000 t antimonita.

Že Wilhelm Voss omenja nahajališča antimonita pri Češnjicah, severovzhodno od Vač, in Jesenovo, vzhodno od Čemšenika. Z rudarjenjem so končali šele leta 1917.

Antimonitove rudne žile so v plasteh, kjer prevladujejo skrilavi muljevci, malo je sljudnih kremenovih peščenjakov in kremenovih konglomeratov. Orudeni so predvsem temnosivi do črni skrilavi muljevci. Plasti so nagubane v smeri vzhod-zahod in strmo vpadajo proti jugu in severu.

Karel Hinterlechner je našel od primarnih mineralov kremen, pirit, halkopirit, siderit in takrat ekonomsko zanimiv rudni mineral antimonit. Od sekundarnih mineralov navaja **stibikonit**



Skupek žarkastih prizmatskih kristalov antimonita. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani; 13 x 10 cm. Foto: Miha Jeršek



*Pseudomorfoza antimonovih oksidov stibikonita in valentinita po antimonitovih kristalih. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani; 15 x 8 cm. Foto: Miha Jeršek*

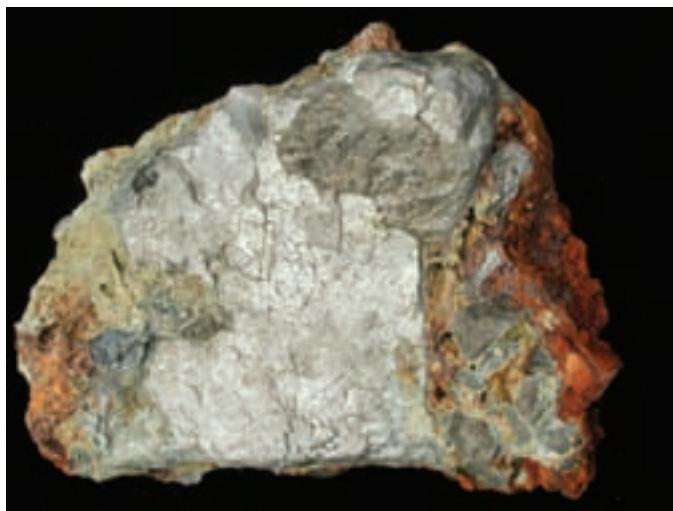
in verjetno valentinit. Pri kasnejših raziskavah so odkrili od primarnih mineralov še bravoit, dolomit, kalcit, berthierit, arzenopirit, gudmundit, linneit, galenit in pirotin, od sekundarnih pa še cervantit, **valentinit**, senarmontit, kermezit, goethit, lepidokrokot in opal.

Ugotovil je, da so karbonske plasti orudene predvsem v medplastnih lečastih razpokah, nepravilnih impregnacijah vzporedno s skrilavim muljevcem, in po prečnih žilah, ki ležijo večinoma pravokotno na njihovo slemenitev.

Stanko Grafenauer na osnovi rudnomikroskopskih raziskav meni, da je orudenje potekalo v treh fazah kot zapolnitev odprtih razpok in votlin pod vplivom organskih snovi, ki jih je veliko prav v orudnih plasteh in sicer kot navidez amorfni rastlinski ostanki, včasih podobnih grafitu (grafitoid), ki so zelo redko v mikroskopskih luskicah. V bituminozni kamnini so bili že v zgodnjediagenetski fazi strjevanja sedimenta v kamnino zaradi odsotnosti prostega kisika ugodni pogoji za rast piritu in markazita.

Kremen je skoraj vedno prvi žilni mineral. Pogosto so bile žile v kasnejših tektonskih fazah kataklazirane – zdrobljene. Sledila je kristalizacija **pirita**.

Med idiomorfni kristali kremenca so zrna kalcita, redko tudi dolomita, pogost pa je ksenomorfni siderit, ki zrna že prej nastalih karbonatov obrašča in jih pogosto tudi nadomešča. Po tektonski fazi sledi sideritu v tankih žilicah ponekod generacija mlajšega kremenca, ki zapolnjuje razpoke v prav tako že prej nastalem piritu. V tej drugi fazi orudenja se je najprej izločil linneit v kockastih mikroskopskih kristalih. Večkrat ga obraščajo piritovi kristali druge generacije, te pa conarni bravoit. Sledi večinoma



Največji znani kristal arzenopirita iz Znojil; 70 x 63 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek

masivni drobnozrnati arzenopirit, ponekod so v razpokah do 8 mm veliki rombasti kristali. Pogosto imajo vključke linneita, pirita ali kremenca. Ob njem je v tistih delih, kjer se je kasneje izločilo več antimonita, tudi gudmundit, zelo redko pa še pirotin ter galenit. Bravoita in arzenopirita je več v delih žil, kjer je že prej bil siderit. Naslednja tektonska faza je odprla razpoke v arzenopiritu, ki so bile zapolnjene s kremenom in z antimonitom. To je torej bila glavna faza orudenja. Mikroskopski preparati kažejo, da je večina antimonita zaradi kasnejših tektonskih pritiskov rekristalizirala in da je ponekod nadomestil starejši pirit in arzenopirit. Ob antimonitu so našli mikroskopska zrna berthierita. Najmlajša minerala pa sta siderit in dolomit, ponekod sta v žilicah tudi opal oziroma kalcedon.

V odprtih razpokah in votlinicah je igličasti, snopasti in žarkasti **antimonit**.

Siderit prve in druge generacije ter železovi sulfidi so bili pri oksidaciji rudišč večinoma spremenjeni v drobnozrnat agregat goethita in lepidokrokita. Pri oksidaciji so antimonit nadomestili sekundarni antimonovi oksidi, ki so rumeni, sivi ali beli. Prevladuje rumeni do beli drobnozrnati stibikonit, manj je belega ali brezbarvnega senarmontita in belega valentinita. Redek je oranžnordeči do oranžnorumeni kermezit. Sekundarni antimonovi minerali so psevdomorfoze po antimonitu. Zrna kataklaziranega kremenca so pogosto cementirana z antimonitom in njegovimi oksidi. Grafenauer halkopirita ni našel.

Matija Drovenik meni, da so minerali v prvih dveh fazah nastali iz mezotermalnih raztopin, antimonit in drugi minerali zadnje, tretje faze pa iz epitermalnih raztopin.

Po ugotovitvah Ivana Mlakarja in Drovenika so žilna rudišča v karbonskih plasteh Posavskih gub nastala v asturski tektonski fazi.

Pri Znojilah v zgornjem delu potoka Kotredeščica, kjer so ob gozdni cesti razvaline opuščenih rudniških stavb, smo našli na področju Bukovja subvertikalne, do 4 m debele kremenove žile. **Kremen** je kristaliziral najprej, po tektonski fazi pa so se razpoke orudile z arzenopiritom. Kremen v žili je v prizmatičnih kristalih, ki so v bazalnih delih motni oziroma mlečni, terminacije pa so praviloma lepo razvite in prozorne. Vsi kristali so zdvojnjeni po brazilskem zakonu, kar je razvidno iz lameliranosti na ploskvah prizme. Na posameznih kristalih opazimo tudi sledove dvojne interpenetracije. Kristali so kombinacija pozitivnega in negativnega romboedra. Zaradi alternacije s strmimi romboedri so kristali značilno narebreni vzporedno z robom med pozitivnim romboedrom in prizmo. Ploskve trapezoedra in bipiramide so



*Kristal kremen iz Znojil. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije; 10 x 5 cm. Foto: Miha Jeršek*



*Skupek skorodita in arzenopirita iz Znojil. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije; 10 x 8 cm. Foto: Miha Jeršek*

redke. Na ploskvah terminacijskih romboedrov je izrazita damascenca, ki je odraz brazilskega dvojčenja, poleg tega pa so še izrazite vicinalne ploskve, ki s svojimi orientacijami potrjujejo ta tip dvojčenja. Vse kremenove kristale je zdrobila tektonika. Lomi so se bolj ali manj zacelili, posamezni kristali pa so posuti z regeneriranim kremenovim drobirjem. Tektonika ni bila končana, zato se nitasti kristali niso razvili. Močna oksidacija arzenopirita je scementirala zdrobljeni kremen v brečo, ki jo povezuje **skorodit** v mikrokristalnih zapolnitvah. Skorodit je nastajal še v fazi celjenja polomljenih kremenov, zato ga najdemo v kremenu v obliki brezbarvnih mikrosferičnih aglomeratov. V kremenu so tudi vključki neoksidiranega arzenopirita in kristali siderita lečaste oblike. Primarni **arzenopirit** je bil v velikih kristalih. Največji so merili v premeru okoli 7 cm in le sredice največjih kristalov imajo še značilen srebrnkast kovinski sijaj.

#### Literaturni viri:

- HINTERLECHNER, K., 1917: *Über die alpinen Antimonitvorkommen, Maltern (Nieder Oester.) Schlaining (Ungarn) und Trojane (Krain)*. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 67, str. 341-404, Wien.
- GRAFENAUER, S., 1964: *Najdišča antimonita v Sloveniji*. Rudarsko-metalurški zbornik, št. 3, str. 257-269, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji (antimonovo rudišče pri Znojilah, str. 33-37)*. Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (omemba kremen z antimonitom pri Znojilah, str. 62). Galerija Avsenik, Begunje.
- ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja (brazilski dvojčki, str. 62-72)*. Proteus, let. 67, št. 2-3, Ljubljana.

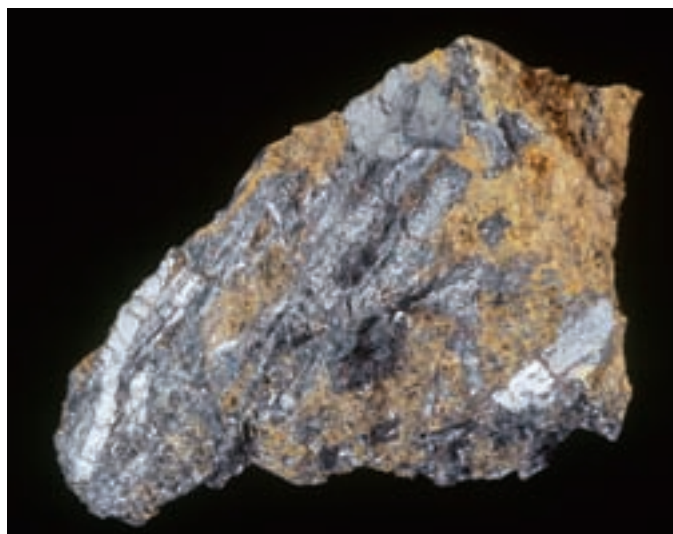


## Antimonovo rudišče Lepa Njiva

Uroš Herlec, Miha Jeršek, Milan Bidovec, Stane Lamovšek

V dolini potoka Ljubije, 4,5 km severno od Mozirja, je antimonovo orudenje Lepa Njiva. Rudarjenje pri kmetiji Gregorc je že leta 1857 omenil Friedrich Rolle. Friedrich Teller pa je leta 1898 zapisal, da so rudarili že pred tem. Državne pravice za rudarjenje so podelili v rudarskem uradu v Celju leta 1854 za območje s površino nekaj več kot 72 hektarov. Do leta 1899 so pridobili okrog 300 t antimonove rude. Rudnik je deloval do leta 1915, ko so do konca odkopali šest rudnih žil. Kasneje so le občasno iskali njihovo nadaljevanje ali nove. Odprtih je bilo več kot sedem kratkih rovov, ki so danes že na vhodu zarušeni. Na mnogih mestih orudenega območja so ostanki poskusnih površinskih odkopov, pogosto v obliki spodmolov. Leta 1955 je Geološki zavod v okolici kmetije Gregorc obnovil štiri stare rove s skupno dolžino 130 m, da bi ugotovili globino orudenih plasti. Do leta 1976 so na omenjenem ozemlju naredili še 13 vrtin, tri tudi južno od kmetije Podstejšak. Globina vrtin je bila med 11,5 in 46 m, njihova skupna dolžina pa 381 m.

Antimonovo rudišče Lepa Njiva sodi med redka najdišča kristalov antimonita v Sloveniji. Ohranjenih je razmeroma malo



Protasti kristali antimonita iz Lepe Njive; 40 x 32 mm. Ta in ostali primerki iz leta 1993 so iz odvala opuščenega rudnika pri kmetiji Gregorc. Najdba in zbirka Staneta Lamovška. Foto: Miha Jeršek



*Masivni in protasti kristali antimonita iz Lepe Njive; 62 x 55 mm. Najdba in zbirka Staneta Lamovška. Foto: Miha Jeršek*

vzorcev, na terenu pa jih najdemo le težko. Poleg antimonita najdemo še barit in kremen.

**Kremen**, ki ga je največ, je nastal najprej. V votlikavi, jaspisu podobni brečasti kamnini so votlinice pokrite z drobnimi, manj kot milimeter velikimi kristali kremenca. Po tektonski fazi se je izločil barit.

**Barit** je v ploščatih belih, pa tudi prozornih kristalih, velikih do nekaj milimetrov, redko so veliki do 3 cm. Najlepši kristali so v votlinah, ki so velike največ 50 cm, najpogosteje pa le nekaj centimetrov. Masivni drobno- do debeložrnati barit je v do 10 cm debelih in mnogih tankih žilicah in kaže na precej večjo površinsko razprostranjenost kot antimonit. Očitno je bil razpoklinski sistem, po katerem so pronicale hidroterme v okremenjeno kamnino, v tej fazi še bolj prepusten.

**Antimonit** je najpogosteje v vzporednih ali med seboj sekajočih se žilah v okremenjeni kamnini. Gnezda žarkastega antimonita ali žilice antimonita so tudi v porušeni brečasti conah, ki sekajo jaspisoidne. Redkeje zapolnjuje votline, ki so nastale z raztapljanjem karbonata, ki je bil na tistem mestu. Taki skupki antimonitovih kristalov merijo do 15 cm v premeru. Našli smo ga tudi v nespremenjenih skitskih kamninah, ki ležijo do 15 m od okremenjenih različkov. Kristali antimonita so značilno sivi z izrazitim kovinskim sijajem. Pogosto so brez izrazitega habitusa

ali pa so značilno prizmatični in dolgi od nekaj milimetrov pa vse do 10 cm ter zrasli tako, da so skupki v kamnini žarkasto razporejeni. Izrazite so predvsem ploskve prizme, medtem ko primerkov z ohranjenimi vrhovi kristalov nismo našli.

Antimonit je deloma tudi metasomatsko nadomeščal okremenjene kamnine. V takih primerih vključuje droben pirit in kremen. Verjetno je nastal v dveh fazah. Antimonit prve generacije je tektonsko prizadet, medtem ko kristali druge generacije niso deformirani.

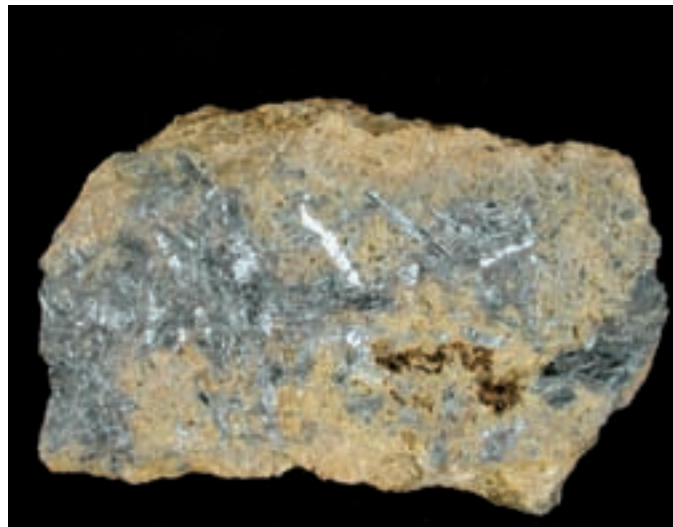
Med kremenom, baritom in antimonitom je skoraj vedno tudi bel prsten **kaolinit**.

Antimonit je v delih, ki jih ni dosegla meteorna voda, dobro ohranjen, drugod pa je delno ali povsem oksidiral.

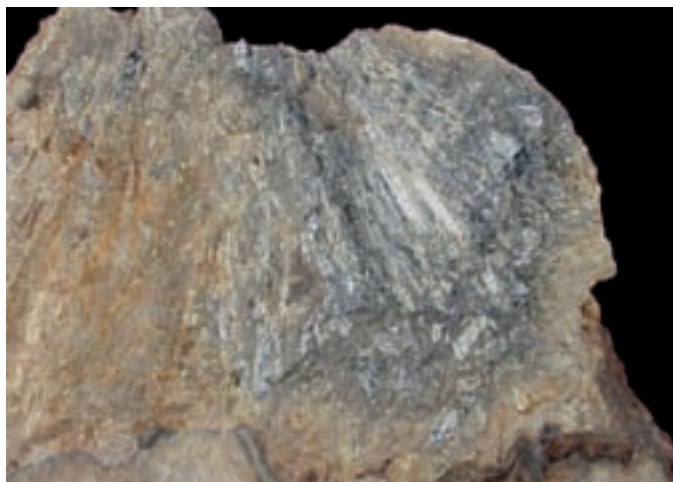
Antimonovi oksidi kot porozne žarkaste psevdomorfoze po antimonitovih kristalih so beli, svetlosivi ali svetlorjavi. Psevdomorfoze so velike od nekaj milimetrov pa vse do 10 cm, kar je toliko kot že omenjeni kristali antimonita. Pod mikroskopom je Bidovec določil valentinit, stibikonit in kermezit.

Podrobno geološko kartiranje, sedimentološke in paleontološke raziskave so pokazale, da je orudjenje zajelo zelo različne kamnine, ki so tudi zelo različnih starosti.

Okremenjeni in nato orudeni del Lepe Njive je deloma permški apnenec, največji obseg ima v spodnjetriasnem apnencu, apnenčevem peščenjaku in meljevцу, v manjši meri sta okremenitev in orudjenje zajela apnenec ladinjske in karnijske starosti ter v največjem obsegu bazalne oligocenske konglomerate.



*Antimonit iz Lepe Njive je običajno v nekaj centimetrov dolgih kristalih, ki se med seboj prepletajo; 73 x 46 mm. Najdba in zbirka Staneta Lamovška. Foto: Miha Jeršek*



Žarkasto razviti prizmatski kristali antimonita iz Lepe Njive; 60 x 45 mm.  
Najdba in zbirka Staneta Lamovška. Foto: Miha Jeršek

Okremenjena kamnina je po barvi in mineralni sestavi zelo podobne jaspisu, zato jo imenujemo jaspisoid. To so metasomatska telesa, v katerih sta se iz kisljih hidrotermalnih raztopin hkrati z raztapljanjem kalcita na njegovo mesto izločala kalcedon in kremen. V njih so našli nenadomeščene preostanke – relikte prvotnih laminiranih kamnin. Večina okremenjenih kamnin ima brečasto teksturo.

Pri gubanju in lomljenju v tektonskih fazah pred orudenjem in med njim so se zlasti v temenu proučenih antiklinal predvsem spodnjetriasni apnenci, peščenjaki in meljevci razlistali in razpokali. Luknjičavost in celo kavernočnost okremenelih kamnin morda kaže, da so bili zakraseli, še preden so bili odloženi oligocenski sedimenti. Nadomeščanje karbonatnih kamnin je najhitreje potekalo vzdolž poroznih in prepustnih con. Vmesna nenadomeščena telesa so ohranjena ob neprepustnih conah.

Najbolj je bil okremenjen bazalni oligocenski konglomerat pod neprepustnimi glinavci. Posamezna okremenela telesa so debela do 25 m. Na območjih orudenja so jaspisoidi v golicah, ki merijo od nekaj pa do več deset kvadratnih metrov. Okremenele in orudene kamnine so nepravilna in erozijsko bolj odporna telesa, razvrščena v dolžini 1 km. Večinoma sestavljajo na pobočjih erozijsko odpornejše grebene.

Po razpokah v temenu antiklinalnih hrbtov in/ali po sistemu propustnih prelomnih con so pritekale hidrotermalne raztopine, bogate s kremenico, zato je najprej nastala močna okremenitev. Pomembno vlogo pri nastanku jaspisoidnih teles je igral ekranski efekt nepropustnih oligocenskih glinavcev v krovlini.

Tektonski fazi, ki je odprla razpoke v jaspisoidu, je sledila kristalizacija barita in nato v dveh fazah antimonita. Usmerjenost

golic jaspisoida na površini bi lahko kazala na smer dovodnih prelomnih con. Ni videti, da bi bila okremenitev ob antimonitnih rudnih žilah močnejša kot drugod, iz česar sklepamo, da so bile kamnine okremenjene pred orudanjem. Sledila je tektonska faza, ko je metasomatsko, pa tudi po razpokah pritekal antimonit, ki je bil deloma kasneje tektonsko deformiran. Oksidacija rudišča in nastanek sekundarnih antimonovih oksidov sta bila mogoča šele po eroziji oligocenskih glinavcev v krovnini in po vdoru s kisikom bogatih meteornih vod v orudene dele s sulfidi, ki zato niso bili stabilni.

Čeprav rudišče ni nikoli imelo vidnejše gospodarske vloge, pa je pomembna naravna vrednota. Posebej zanimivo je zaradi tega, ker je prav tu prvič dokazana rudonosnost oligo-miocenskega vulkanizma, za katerega prej nismo vedeli, da lahko sproži z rudninami obogatene hidrotermalne raztopine.

Literaturni viri:

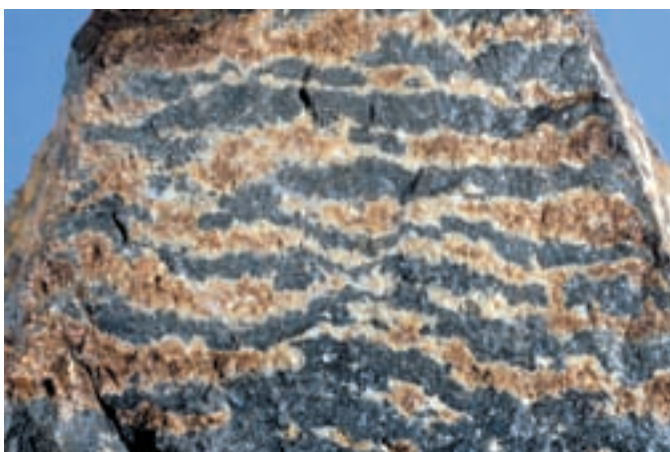
- BIDOVEC, M., 1974: *Antimonovo orudenje Lepa Njiva pri Mozirju* (zgodovina, petrološke značilnosti orudnih kamnin, mineralna sestava). Diplomsko delo. Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana.
- BIDOVEC, M., 1980: *Antimonovo rudišče Lepa Njiva*. Geologija, knjiga 23/2, str. 285-313, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (genetska klasifikacija, str. 1-162). Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.
- MLAKAR, I., 1990: *O litološki, stratigrafski in strukturni kontroli orudjenja ter o starosti antimonovega rudišča Lepa Njiva* (stratigrafija orudnih plasti, tektonika, nastanek, starost orudjenja, str. 353-395). Geologija, knjiga 33, Ljubljana.

# Minerali Savskih jam in okolice

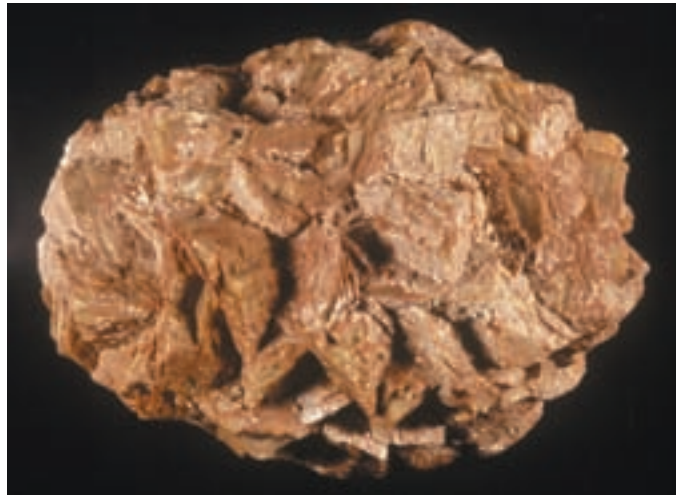
Renato Vidrih, Vasja Mikuš

Rudišče Savske jame je znano predvsem po pridobivanju železove rude v preteklosti, za mineraloge pa so še mnogo bolj zanimivi spremljajoči rudni minerali. Tu najdemo svinčeve, cinkove, bakrove, pa tudi arzenove minerale. V Savskih jamah prevladuje sideritno orudjenje. Sideritno železovo rudo so kopali v plasteh apnenca, manjše rudne žile pa so tudi v karbonskih klastičnih usedlinah.

Rudo so začeli kopati davnega leta 1381, zaloge pa so bile prvič ocenjene šele konec 19. stoletja. Fužinarstvo na Gorenjskem se je začelo z Ortenburškim rudarskim redom iz leta 1381, ki je bil izdan za fužine na Planini nad Jesenicami. Rudna telesa ležijo v smeri vzhod-zahod. Prevladujoča sideritna železova ruda je hidrotermalnometasomatskega nastanka. 1.200 m dolgo in 400 m široko rudišče je največ globoko 250 m. Na območju rudišča prevladujejo skrilavi glinavci z vložki drobnozrnatega peščenjaka, ki ponekod prehaja v kremenov konglomerat. Leče kremenovega konglomerata so neenakomerno porazdeljene. Med klastičnimi sedimenti je ponekod karbonski apnenec v lečah. Zaradi močne tektonike je rudišče po vsej verjetnosti v drugotnem položaju. Skupne zaloge naj bi znašale približno 100.000 t sideritne rude z 32 % železa, kar pa je premalo za smotno izkoriščanje, zato so z rudarskimi deli prenehali že leta 1892.



*Sfalerit v tanjših skorjicah se izmenjuje s sideritom v debelejših skorjah. Primerek je iz Savskih jam; 13 x 9 cm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*



*Kristali siderita, najpogostejšega rudnega minerala v rudišču Savskih jam. Primerek iz Karlovega rova 11 x 9 cm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*

Kljub temu so v šestdesetih letih prejšnjega stoletja rudišča ponovno raziskovali. Z vrtinami so ugotovili, da je siderit v globini med 200 in 208 m, 227 in 229 m ter med 343 in 346 m, seveda pa so manjše količine sideritne rude tudi v drugih globinah. Ruda je večinoma v karbonskem apnencu, redkeje v klastičnih usedlinah. Rudna telesa so odkopana do obzorja Frančiška (nadmorska višina 1.098 m), ponekod pa do obzorja Karel (nadmorska višina 1.020 m). Neodkopana ruda je ostala le še med obzorjema Frančiška in Karel, kjer ocenjujejo zaloge na 30.000 t.

Na površini najdemo prevleke močno limonitiziranega siderita, lahko tudi prevleke limonita na sideritnih žilicah. Ponekod so v starih rudarskih odkopih večji kosi oksidirane temnorjavega siderita. Barva se zaradi oksidacije pogosto menja. Mineral, ki pretežno sestavlja rudna telesa, je siderit, v sledovih so še kalcit, ankerit, galenit, sfalerit, pirit in kremen, v oksidiranih kosih rude pa še limonit in smithsonit. V rudišču sta dve najpogostejši mineralni združbi in sicer sideritno-galenitna in sideritno-sfaleritna.

V Savskih jamah je precej različnih mineralov, ob že zgoraj naštetih še realgar, avripigment, arzenolit, halkopirit, malahit in azurit. Če imamo srečo, lahko kakšnega od teh še danes najdemo na odvalih in pa ob cesti na Golico, kjer izdajajo posamezni deli rudnih teles.

**Siderit** je najpogostejši mineral v rudišču. Je predvsem v temnem karbonskem apnencu, redkeje v klastičnih usedlinah. Siderit je masiven in srednje-, redkeje pa debeloznat. Njegova

barva je temnorjava, ponekod rumenkasta, v večjih rudnih telesih je sivkastorumen, deloma tudi siv. Večinoma najdemo masivno rudo, redkeje manjše romboedrske kristale. Siderit je hidrotermalno metasomatskega nastanka.

**Limonit** nastaja s preperevanjem siderita. V Savskih jamah je večinoma kot prevleka na sideritu, pretežno rjave do rumeno-rjave barve.

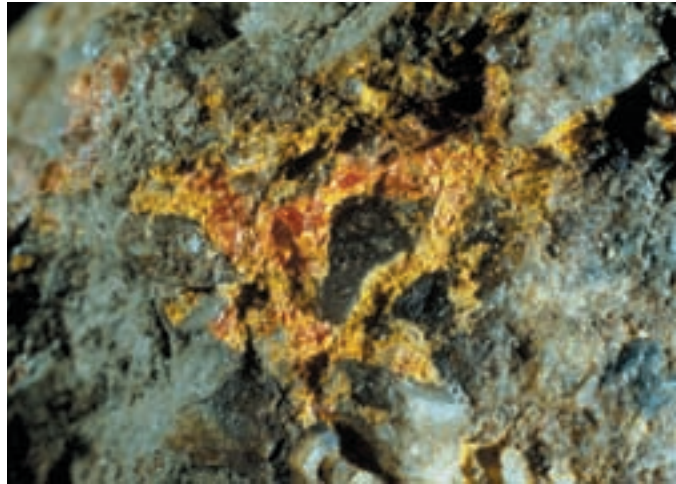
**Galenit** je večinoma nepravilnih oblik in je pogosto obdan z drugimi minerali, predvsem sideritom. Ponekod galenit obraščajo piritne kongrecije v premeru do nekaj centimetrov. Zrna pirita so velika do 7 mm. Največ ga najdemo v razpokah ali pa v drobcih prikamnine v sideritni osnovi. Galenit vsebuje do 5.000 ppm antimona in 500 ppm srebra.

**Sfalerit** je debelozrnat, sive barve in se v tanjših pasovih ali žilah menja s sideritom. Ob teh pasovih je v zelo tankih skorjicah sekundarni **smithsonit**. Sfalerita je manj kot galenita. Ponekod je v sideritu. Zrna so velika do 3 mm. V sfaleritu je veliko slednih prvin in sicer do 5.000 ppm kobalta, 5.000 ppm galija, 3.000 ppm kadmija, 1.000 ppm mangana, 500 ppm živega srebra, 500 ppm niklja, 300 ppm kositra in 100 ppm antimona, pa tudi do 5 mas. % železa.



*Redek kristal realgarja iz Savskih jam; 5 mm. Ob realgarju je arzenolit, oba pa sta v kremenovem konglomeratu, v katerem najdemo tudi ostanke karbonskih rastlin. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Jože Bedič*





*Avripigment je pogostejši kot realgar in ga lahko najdemo na odvalih. Ponavadi je v temnosivem karbonskem apnencu. Primerek 20 x 10 mm je iz odvala v Lepenah. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski Muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*

**Pirit** je večinoma drobnozrnat, ponekod v kongrecijah, velikih nekaj centimetrov. Kristali so zelo redki. Zelo redko se pojavlja tudi markazit, v obliki nepravilno raztresenih zrn, velikih nekaj milimetrov.

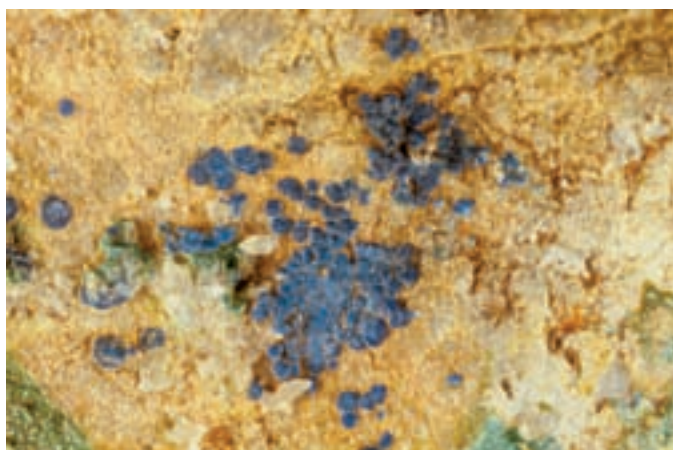
**Realgar** je s svojo značilno rdečo barvo opazen v konglomeratih in peščenjakih, ponekod tudi v apnencih. Na svetlobi hitro prehaja v avripigment. Na območju Savskih jam lahko najdemo tudi posamezne prizmatske kristale, velike nekaj milimetrov. **Avripigment** ni tako kot realgar v kristalih, pač pa je med kremenovimi zrni v konglomeratih. **Arzenolit** je tretji arzenov mineral, ki ga lahko najdemo v Savskih jamah in sicer v žarkastih skupkih, velikih nekaj milimetrov. Dela lahko tudi tanke prevleke na drugih mineralih in je rumenorjave do rjave barve. Z veliko sreče ga lahko najdemo v konglomeratih in peščenjakih skupaj z realgarjem in avripigmentom ob cesti višje nad odvalom nad Črnim potokom.

Od bakrovih mineralov najdemo **halkopirit**, **malahit** in **azurit**. Temnorumen do rjav halkopirit je nastal ob visokih temperaturah, saj je najvišjetemperaturni mineral v paragenezi. Je v družbi s sfaleritom, galenitom, kremenom, kalcitom in sideritom kljub temu, da je nastal v drugačnih razmerah. Večinoma je v svetlem apnencu. Malahit je nastal z oksidacijo halkopirita ali iz azurita in je v svetlih apnencih, ponekod tudi na limonitu. Tudi azurit je nastal z oksidacijo halkopirita in ga največkrat najdemo skupaj z malahitom kot prevleke na apnencu. Malahit kot azurit sta bila najdena tudi na Golici nad Savskimi jamami. Tako kot običajno je tudi v Savskih jamah več malahita kakor azurita.



*Žarkasti kristali malahita na limonitu dosežejo 15 mm. Najlepši primerki so bili najdeni ob Črnem potoku v Savskih jamah. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*

**Kremen in kalcit** kot spremljajoča jalovinska minerala sta lahko v lepih kristalih. Kremen je najpogosteje drobno- do srednjezrnat in je večinoma v razpokah v sideritni kamnini ali pa v metasomatsko spremenjeni karbonatni prikamnini. Zelo lepe kristale kremenca, velike do 20 mm, so našli na Planini pod Golico v zgornjekarbonskih plasteh, pod rudiščem Savskih jam. Kalcita je mnogo več in je samostojnih kristalov ali skupaj s sideritom. Razvit je v debelih zrnih, ki so razporejena v žilah različnih oblik in velikih do nekaj milimetrov. Te žile sekajo sideritno rudo, pa



*Azurit in malahit na apnencu. Ta primerek, 80 x 60 mm, je bil najden v zgornjem delu Savskih jam. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*



V Savskih jamah, predvsem pa na Planini pod Golico, najdemo zelo lepe in čiste kristale kremenca; kristal 17 mm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm

tudi karbonatno prikamnino. Kalcit je nastajal v dveh generacijah, saj ga najdemo v sideritu in sulfidih kot starejše vključke, del kalcita pa je nastal šele po orudenju.

V neposredni bližini Savskih jam, v sosednjih Lepenah, je železova ruda kot sideritno orudenje (železova sideritna ruda) v obliki leč in žil v skladih zgornjekarbonskih črnih apnencev, ki so le podaljšek orudenja Savskih jam. Poleg **siderita** so tu še **sfalerit, galenit, pirit, halkopirit, kremen**, pa tudi lep **avripigment in realgar**.

Literaturni viri:

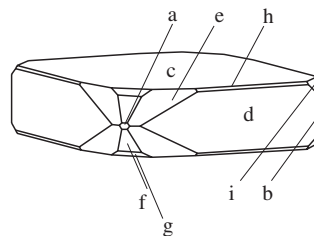
- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- ISKRA, M., 1965: *Geološka zgradba Savskih jam* (podatki o kemični sestavi, str. 279-298). Geologija, knjiga 8, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji*. Geologija, knjiga 23, str. 1-157, Ljubljana.
- VIDRIH, R., J. BEDIČ, V. MIKUŽ, 1994: *Minerali in rude južnih Karavank na širšem območju Jesenic*. Proteus, let. 56, št. 7, str. 227-242, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (sfalerit, str. 82; halkopirit, str. 87; galenit, str. 92; pirit, str. 103; markazit, str. 105; realgar, str. 109-110; avripigment, str. 111-112; arzenolit, str. 122-123; siderit, str. 178-179; kalcit, str. 181; azurit, str. 205-206; malahit, str. 207-209; sadra, str. 231- 233). Tehniška založba, Ljubljana.

# Remšnik in njegovi minerali

Zmago Žorž

Severno od Pohorja nad levim bregom Drave se dviga razpotegnjeno hribovje, ki so ga v preteklosti večkrat brezuspešno poskušali enotno poimenovati Kobansko. Daljši del tega hribovja je Remšniški hrbet, ki po kraju Remšnik daje ime tudi Remšniškemu narivu kot pomembni geotektonski enoti tega področja. Raziskave kažejo, da so prvotne sedimentne in vulkanske kamnine nastale že v času varistične orogeneze, kasnejša alpska orogeneza pa je poskrbela za njihovo metamorfozo. Narivna zgradba je verjetno nastala že v mlajšem paleozoiku. Tudi žilne hidrotermalne srebronosne svinčeve, bakrove in cinkove rude so iz tega časa. Nastanek grafitu, ki so ga na tem področju tudi pridobivali, izvira iz alpske metamorfoze premogonosnih plasti.

V povirju Brezniškega, Štimpaškega in Vaškega potoka, ki so levi pritoki reke Drave, je razloženo naselje Remšnik z enako poimenovanim rudnikom s tremi pomembnejšimi rovi. O geološkem nastanku rudišča so bila mnenja včasih deljena. Nekateri so ga povezovali s hidrotermami ob vnedrenju pohorskega tonalita, drugi pa ga uvrščajo v paleozojska rudišča. Spet drugi menijo, da je to metamorfoziran vulkanogeno-sedimentni tip orudenja, vendar zadnje raziskave kažejo, da je značilen hidrotermalni žilni tip orudenja. Rudišče je v kamninah, ki jih uvrščamo v metamorfni kompleks paleozojskih skrilavcev.



Za kristale barita iz Remšnika je značilna sploščenost po  $c$ -osi, zaradi česar je najbolj razvit pinakoid  $c\{001\}$ . Osnovno obliko določajo še ploskve prizme  $d\{210\}$ , ki so modificirane z bipiramido  $e\{311\}$ , pinakoidom  $a\{100\}$ , prizmami  $f\{201\}$ ,  $g\{101\}$ ,  $h\{211\}$  in  $i\{011\}$ , ter pinakoid  $b\{010\}$ . Risba: Mirjan Žorž



Kristali barita ob aragonitu; 20 x 15 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



*Detajl kristalov barita s prejšnje slike. Posamezni kristali barita so veliki do 15 mm. Foto: Miha Jeršek*

Pisni viri pričajo, da so pričeli z rudarjenjem na področju Remšnika že leta 1763. Lastniki pravic za izkoriščanje rude in lastniki rudnika so se v zgodovini večkrat zamenjali, dokler ni bil po drugi svetovni vojni rudnik nacionaliziran, danes pa je opuščen. Iz rude so pridobivali baker, svinec in srebro, vendar viri podrobneje navajajo le količine pridobljenega srebra, med 50 do 80 kg letno, zaradi česar je bil rudnik ves čas na robu rentabilnosti.



*Rosasit v skoraj popolnih kroglastih skupkih. Premer osrednjega kristala je 2 mm. Najdba Zmaga Žorža, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek*



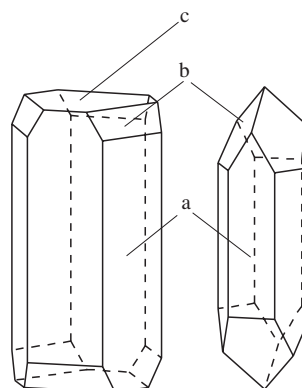
3 mm velik skupek kristalov rosasita obkrožajo drobni kristali malahita in aurihalkita. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miran Udovč

Najpomembnejši rudni minerali so **galenit, halkopirit in sfalerit**. Bistveno redkejši so še **covellin, halkozin, bornit, tetraedrit, freibergit, gersdorffit, polibazit, akantit, boulangerit in pirit**. Spremljajo jih jalovinski minerali, med katerimi so najpogostejši **kremen, kalcit, barit in Fe-dolomit**.

Ker je remšniški rudnik tik pod površjem, so prvotni sulfidni rudni minerali izpostavljeni oksidaciji zaradi prenikajočih površinskih vod, bogatih s kisikom. Oksidacija rudnih mineralov povzroča raznolike sekundarne mineralizacije: **kuprit, tenorit, hematit, goethit** ter manganovi oksidi in hidroksidi. Prisotnost karbonatov je omogočila nastanek cele vrste bakrovih, svinčevih in cinkovih karbonatov. To so **smithsonit, cerusit, hidrocinokit, brianyoungit, azurit, malahit, rosasit** in aurihalkit.



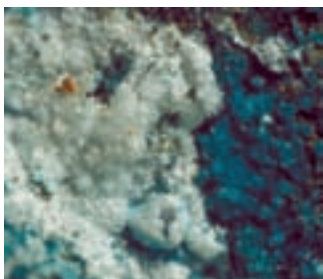
Zelen malahit na svetlomodrih prevlekah aurihalkita; izrez 17 x 12 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Berndt Moser



Smithsonit je v prizmatskih kristalih, ki jih definirajo ploskve prizme  $a\{100\}$  in negativnega strmega romboedra  $b\{021\}$ . Pinakoid  $c\{001\}$  je pri nekaterih kristalih dobro razvit, pri nekaterih pa ga sploh ni. Risba: Mirjan Žorž



Do 2 mm veliki kristali smithsonita so kristalizirali v razpoki, ki jo obraščajo svetlomodri polkrožni skupki aurikalcita. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Berndt Moser



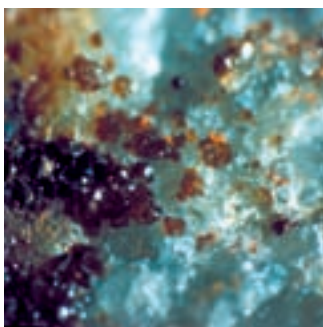
*Skupek igličastih svilnatih kristalov brianyoungita na belem hidrocinkitu. Podlaga je malahit; izrez 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Berndt Moser*



*Modri igličasti kristali karbonatnega cianotrihita in drobnoigličasti malahitni skupek; izrez 10 x 8 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Bernd Moser*

Z oksidacijo prvotnih sulfidov se sproščajo sulfatni ioni, ki se z bakrovimi in/ali svinčevimi in drugimi kovinskimi ioni nato vežejo v **linarit**, **posnjakit**, **langit**, **karbonatni cianotrihit**, **anglesit** in **beaverit**. Zelo redek je **piromorfit**; bistveno pogostejša pa **sadra**.

Večina mineralov je v kristalih, ki so manjši od 3 mm. Izjemi sta le barit in aragonit, katerih kristali dosežejo 3 cm. Barit je tudi edini mineral z tega nahajališča, o katerem so poročali že leta 1871. Večji baritovi kristali so mlečnobeli in lepo razviti. Manjši kristali so lahko popolnoma prozorni. Pogosto ga prekrivajo prevleke kalcita. **Aragonit** najdemo v značilnih žarkastih skupkih prozornih kristalov.



*Karamelnorjavi kristali beaverita na kremenju, ki merijo 1 mm v premeru. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Berndt Moser*



*Izrazito igličasti kristali aragonita; 8 x 5 cm. Najdba Danijela Krena, zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek*

Rosasit, brianyoungit, karbonatni cianotrihit, linarit, azurit in smithsonit so v tem rudišču pogosti v sicer drobnih, a lepo razvitih kristalih. Izjemno redek je **samorodni baker**.

Lepo razviti kristali beaverita so vsekakor posebnost remšniškega rudišča in naravna vrednota svetovnega pomena. Pred najdbo nekaj milimetrov velikih kristalov na Remšniku je bil namreč ta redki Pb-Cu-Fe-Al-sulfat znan le v obliki rumenih praškastih prevlek.

Značilno za to nahajališče je, da lahko na relativno majhni površini najdemo veliko število tako primarnih kot sekundarnih mineralov, zato je vedno mogoče najti še kakšnega, ki v tem nahajališču še ni bil identificiran, ni pa izključena tudi možnost najdbe kakšnega povsem novega. Doslej smo na Remšniku našli in opisali 62 različnih mineralov.

Literaturni viri:

ZEPHAROVICH, V. VON, 1859, 1873, 1893: *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich*, band I-III. Verlag des Kaisers Akademie der Wissenschaften in Wien, Wien.

HATLE, E., 1885: *Die Mineralien des Herzogthumes Steiermark*. Reprint: Möhler - Mineralien, Graz.

TORNQUIST, A., 1927: *Die perimagmatische Blei-Kupfer-Silber-Zinkerz-Lagerstätte von Offberg im Remschnig*. Graz.

BERCE, B., 1956: *Nahajališča kovinskih mineralov v LR Sloveniji*. Prvi Jugoslovanski geološki kongres, str. 235-259, Ljubljana.

MIOČ, P., A. RAMOVŠ., 1973: *Erster Nachweis des Unterdevons im Kozjak Gebirge (Posruck), westlich von Maribor (Zentralalpen)*. Bull. Sci. Cons., Acad. Sci. Yugosl. (A), 18/7-9, str. 135-136, Zagreb.

MOHORIČ, I., 1978: *Problemi in dosežki rudarjenja na Slovenskem*, knjiga 1 in 2. Založba Obzorja.

MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1978: *Geološka karta in tolmač lista 33 - 55 Slovenj Gradec*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

ŠTRUCL, I., 1984-1989: *Metalogenetska problematika kovinskih nahajališč v metamorfnih kamninah na Kobanskem in Pohorju*. Poročila o delu. Ekonomski center Maribor, Inštitut za gospodarski in socialni razvoj Ravne na Koroškem.

ŽORŽ, Z., B. MOSER, 2002: *Remšnik, zgodovina-geologija-minerali*. Založba Voranc, Ravne na Koroškem.



# Minerali rudišča Okoška Gora na Pohorju

Franc Pajtler, Meta Dobnikar, Uroš Herlec



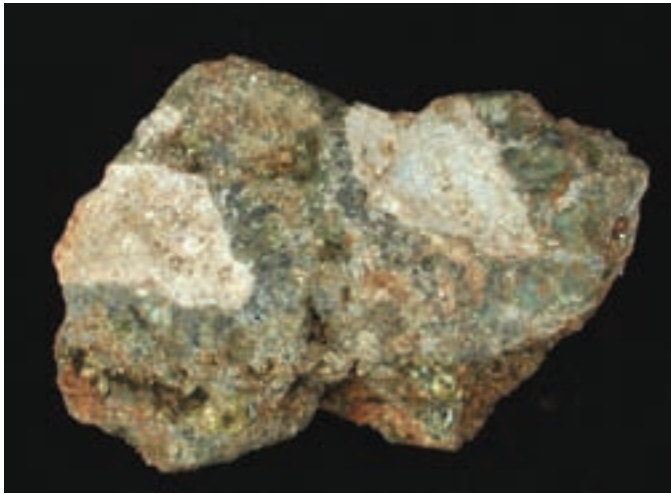
Sfalerit in halkopirit med kristali kremenca; izrez 4 x 2 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Zavoda za kulturo Slovenska Bistrica. Foto: Miha Jeršek

Razloženo naselje Okoška Gora leži približno 7 km zahodno od Slovenske Bistrice, severno od ceste proti Oplotnici in južno od Gladomeškega potoka. V podlagi so pohorske metamorfne kamnine, na katerih nekaj sto metrov južneje erozijsko diskordantno ležijo miocenske kamnine Dravinjskih gor. Po Okoški Gori se imenuje tudi rudišče svinca, cinka in bakra, ki izdanja le dober kilometer severovzhodno od naselja v globoki grapi potočka. Ta se jugovzhodno od rudišča in naselja na nadmorski višini 304 m izliva v Okoški potok.

O svincu, cinku in bakru v tej grapi je že leta 1938 poročal slovenjebistriški trgovec Daniel Omerzu, ki je poslal prve vzorce zlatorumenih mineralov iz poskusnih odkopov analizirati v Zagreb. Določili so bakrovo rudo s srebrom, cinkom in svinčcem, pa tudi pirit, halkopirit in halkozin. Omenjena je tudi *bakrena glazura*, s čimer je bil verjetno mišljen malahit. Zbiralci vzorcev za analizo so se očitno osredotočili le na tiste, ki so bili najbolj podobni zlatu, saj v rudi od rudnih mineralov sicer prevladujeta galenit in sfalerit, ki jih v analiziranih vzorcih ni bilo. O morebitnem načrtnem pridobivanju rude v času po teh analizah ni podatkov.

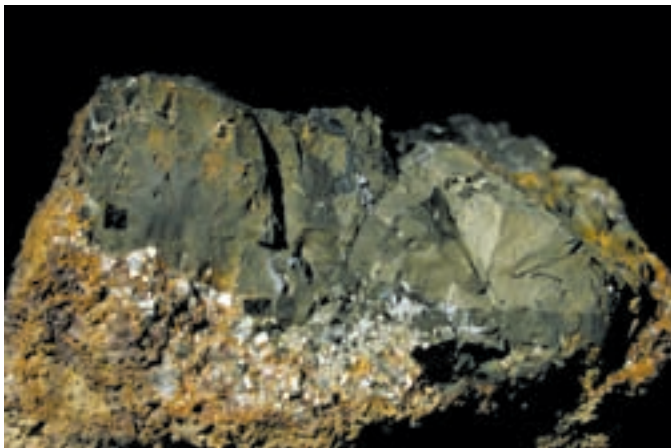


Žile s halkopiritom, sfaleritom in galenitom so v končni fazi kristalizacije zapolnili kristali kremenca; izrez 35 x 25 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek

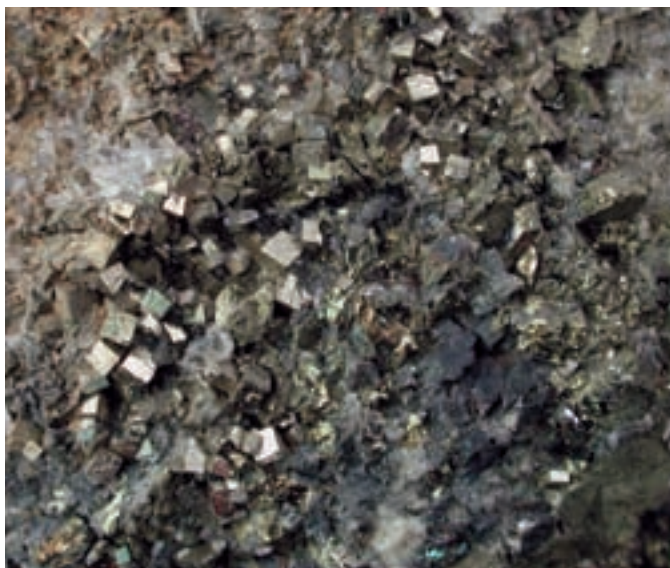


*Orudena breča, v kateri je vezivo iz rudnih mineralov halkopirita, pirita, galenita in sfalerita; 13 x 8 cm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

V letih 1946 in 1947 so organizirali in izvajali raziskovalna dela geologi in rudarji rudnika Mežica. Zaposlili so pet domačinov. Nadaljevali so z raziskovalnim izkopavanjem dveh daljših rovoev na levi strani potoka na nadmorskih višinah 440 in 450 m, kjer so izdanki orudnih kamnin ter krajšega rova na desnem bregu potoka, kjer pa ni bilo posebnih rezultatov. Rovi so deloma ali povsem zarušeni in boljše orudni deli niso več dostopni. Primerke rude in kamnin predvsem iz spodnjega rova lahko še danes najdemo na manjšem terasastem odvalu na desnem bregu potoka.



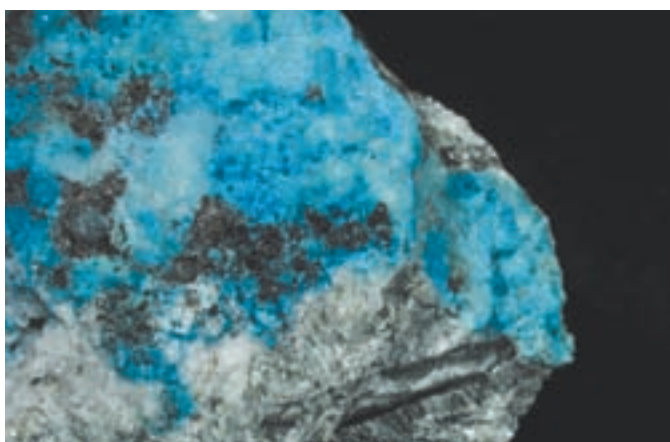
*Halkopirit na limonitizirani podlagi; 6 x 4 cm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek*



*Do 2 mm veliki kristali pirita. Najdba in zbirka Gorana Schmidta.  
Foto: Miha Jeršek*

Glavni pričevalec o raziskovalnih delih in o težkih delovnih razmerah tistega časa je rudar Milan Ravnjak, ki še živi na Okoški gori. Povedal je, da je bil z rudo najbolj bogat spodnji rov. Pri odkopavanju je bilo ob prelomih potrebno podgrajevanje. V rovih so pustili večino nakopane rude.

Kaže, da odkrite količine niso bile dovolj velike, da bi bilo vredno postaviti drobilnico in flotacijo. Mineralna sestava rude je namreč drugačna od mežiške in bi zahtevala drugačne metode predelave in bogatenja.



*Prevlaka močno modro obarvanih bakrovih mineralov, med katerimi je tudi hrizokola; izrez 8 x 5 cm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja.  
Foto: Miha Jeršek*



*Žile, zapolnjene s piritom, halkopiritom, galenitom in sfaleritom. V sredini je žezlast kremenov kristal, visok 5 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

Rudišče sta si v času raziskovalnih del ogledala geologa Cveto Germovšek in Jože Duhovnik. V poročilu sta navedla, da so rudni minerali v žilah v blestnikih in gnajskih, ki navidez nepravilno prehajajo eden v drugega. Med njimi so bile tudi redke plasti marmorjev, v katerih je bilo orudenje najbogatejše. Od rudnih mineralov sta določila halkopirit, sfalerit in galenit, kot jalovina pa sta opisana prikamnina in kremen. Našla sta še pirit in redko kalcit ter oksidacijske minerale: melanterit, halkantit in hrizokolo.

Orudene so do 10 cm široke prelomne cone. Žilna ruda je brečasta in impregnacijska. Kjer je prelom odprl pot raztopinam do marmorjev, se je kalcit raztopil, na njegovem mestu so se metasomatsko izločili rudni minerali v masivnih lečastih rudnih telesih.

Temnorjav do črn **sfalerit**, srebrnosiv **galenit**, rumen **pirit** ter zlatorumen **halkopirit** sestavljajo eno najbolj barvitih rud pri nas. V debelozrnati masivni žilni rudi so v poljih halkopirita



*Žezlast kristal kremenja je visok 8 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek*



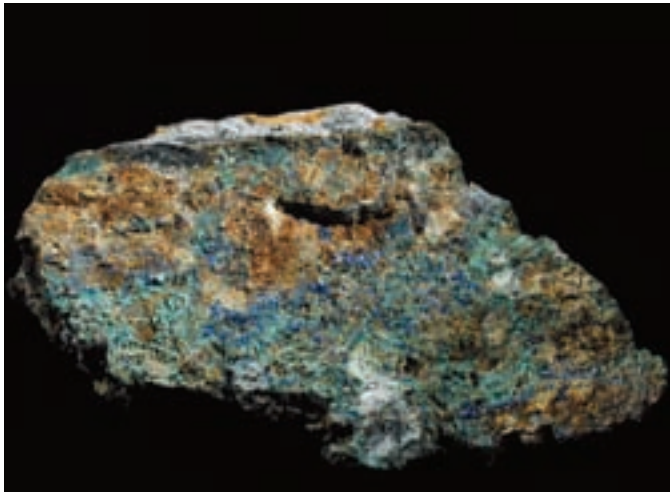
*Skupek kremenovih kristalov; 55 x 33 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena.  
Foto: Miha Jeršek*

do 10 mm veliki idiomorfni kristali sfalerita, galenita in pirita. Najpogostejši mineral je pirit v kockastih kristalih. Z mikroskopsko analizo so v paragenezi našli še mikroskopski linneit in wurtzit. Med jalovinskimi minerali prevladuje kremen, manj je visokotemperaturnega, do 3 cm velikega lističastega calcita, do 2 mm velikega siderita in do 2 mm velikih kristalov barita.

V ne povsem zapolnjenih razpokah, predvsem v breči, so ostale do 3 cm velike votlinice, v katerih so lahko prosto zrastle kristali rudnih mineralov; nekatere je prerasel kremen. Posebnost so do 5 mm veliki tetragonalno-skalenoedrski kristali halkopirita in idiomorfni, do 4 mm veliki kockasti kristali galenita.



*Kristali kremena iz rudišča Okoška gora; 35 x 25 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Zavoda za kulturo Slovenska bistrica. Foto: Miha Jeršek*



*Malahit in azurit; 12 x 8 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja.  
Foto: Miha Jeršek*

V vhodnem delu starih rovov so tudi sekundarni minerali: **aragonit** in oksidacijski **limonit**, **azurit**, **malahit**, **cerusit**, **linarit**, **hrizokola** in **sadra**.

V votlinicah in po žilicah, ki sekajo orudeno brečo, je najkasneje kristaliziral **kremen**, ki običajno prerašča sulfide. Kristali kremenca v rudi so večinoma manjši kot 5 mm. Nekateri so rahlo vijolično obarvani.

Kristali **ametista**, veliki do 4 cm, so v razpokah gnajsov in blestnikov ob rovih na levi strani potoka. Največkrat so preraščeni s tanko plastjo belega ali brezbarvnega kremenca. Največje geode



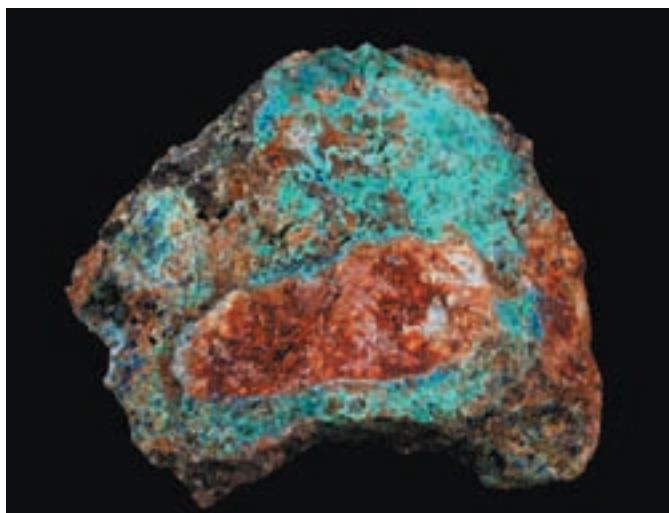
*Ametist v razpoki med kremenovimi kristali; izrez 35 x 25 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena Foto: Miha Jeršek*



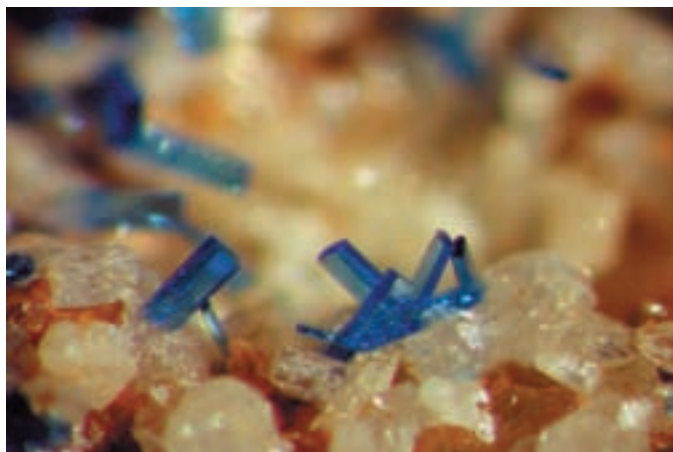
*Kristali ametista iz Okoške gore so običajno svetlovijoličasti in prosojni; 64 x 17 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek*

dosežejo do 6 cm v premeru. Za mlajšo generacija kremena so značilni žezlasti kristali, ki rastejo samostojno ali pa preraščajo kristale prejšnje generacije kremena.

V neposredni bližini rudišča so med gnajsi in blestniki leče delno retrogradno amfibolitiziranega eklogita. Višek eklogitnega metamorfizma na območju današnjega Pohorja je bil pred 100 do 90 milijoni let, v času ultravisoke metamorfoze ob koliziji Afriške in Evroazijske plošče. Glede na stabilnost coesita so bili največji izračunani pritiski od 3 do 3,1 GPa, najvišje temperature pa 762-839° C.



*Sekundarni bakrovi minerali na limonitizirani podlagi; 53 x 41 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek*



*Linarit v kristalih je posebnost in sodi med redke minerale v rudišču Okoška gora; izrez 4 x 2 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Zavoda za kulturo Slovenska Bistrica. Foto: Miha Jeršek*

Orudenje najverjetneje ni naše najstarejše, kakor so menili nekoč, ampak je do njega prišlo po višku metamorfoze, verjetno hkrati s hidrotermalnimi procesi ob nastanku pohorskega granodioritnega batolita. Togo deformirane, se pravi prelomljene in zdrobljene kamnine kažejo na bistveno nižji litostatični tlak. Rudna parageniza pa po našem mnenju priča, da je mineralizacija potekala pri kata- do mezotermalnih pogojih. Menimo, da gre za orudenje – cementacijo odprtih, močno kataklaziranih razpok, s sočasno metasomatozo marmornih vložkov.

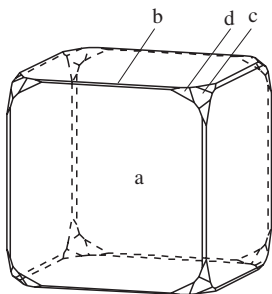
Literaturni viri:

- GRAFENAUER, S., 1966: *Metalogenija i mineraloške karakteristike bakrovih pojava u Sloveniji* (blastična kristalizacija rudnih mineralov pri Okoški gori pod vplivom metamorfoze kamnin, str. 377-396). VI. svetovanje geologa SFR Jugoslavije II, Ohrid.
- HINTERLECHNER RAVNIK, A., 1971: *Pohorske metamorfne kamenine* (impregnacijska in brečasta tekstura orudenih metamorfnih kamnin, str. 187-226). Geologija, knjiga 14, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (umestitev orudenja na Okoški gori v stari paleozoik, str. 1-162). Geologija, knjiga 23, Ljubljana.
- MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1987: *Osnovna geološka karta 1:100.000 - List Slovenj Gradec*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica* (zgodovina in minerali rudnika Okoška gora, str. 61-72). Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.
- ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja* (klinasti dvojčki, str. 62-72). Proteus, let. 67, št. 2-3, Ljubljana.
- VRAPEC, M., 2004: *Metamorfoza pohorskega eklogita v visokotlačnih do ultravisokotlačnih pogojih*. Magistrsko delo. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.



## Pirit iz Janezovega grabna na Pohorju

Franc Pajtler



Kristali pirita iz Janezovega grabna imajo razvite ploskve kocke  $a\{100\}$ , pentagonskega dodekaedra  $b\{210\}$ , oktaedra  $c\{111\}$  in diakis-pentagonskega dodekaedra  $d\{123\}$ .

Risba: Mirjan Žorž

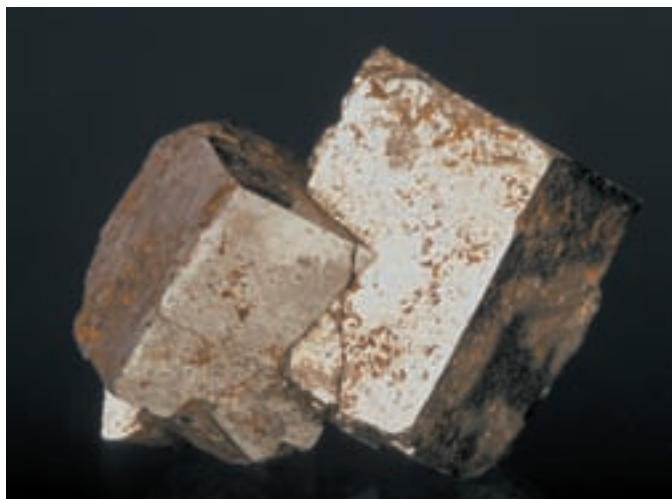
Iz Zgornje Polskave zavijemo proti Ogljenšaku in pri gostilni Kalan zahodno po levi cesti navzgor vse do informacijske table, ki nam pove, da smo blizu Rebernakove in Leskovarjeve domačije. Tu gremo levo po makadamski cesti navzdol do mostu in sotočja dveh manjših potočkov, ki so jima domačini dali ime Janezov graben. Od mostu desno navzgor ob potoku pridemo po 50 m do prvega nahajališča pirita. Leži na desnem bregu potoka, kjer je poskusni rov, dolg približno 3 in širok 2 m. V deževnem vremenu je v njem do 15 cm vode, zato je iskanje mineralov često zelo oteženo.

V rovu, ki je izkopan v zaporedje gnajsev, je do pol metra debela plast **pirita** v tremolitu. Za zbiralce so najbolj zanimivi večji kosi tremolita s piritnimi kockami, velikimi od 2 do 10 mm. Ob razbijanju kamnine je popadalo mnogo piritnih kock na blatno dno rova, zato smo celoten nanos izprali na gostem situ v bližnjem potočku. Uspelo nam je zbrati nekaj tisoč piritovih kock.

Tik ob opisanem rovu so vidni sledovi vhoda v jašek, ki je zasut. Vanj so domačini odmetavali odpadke in ga napolnili, delno pa se je verjetno zarušil tudi sam. Dobro izurjeno oko opazi sledove poti, ki je vodila ob stenah gnajsev navzdol proti makadamski cesti, po kateri so nekoč vozili nakopano rudo. Erozijska je tu od prenehanja rudarjenja opravila veliko dela.

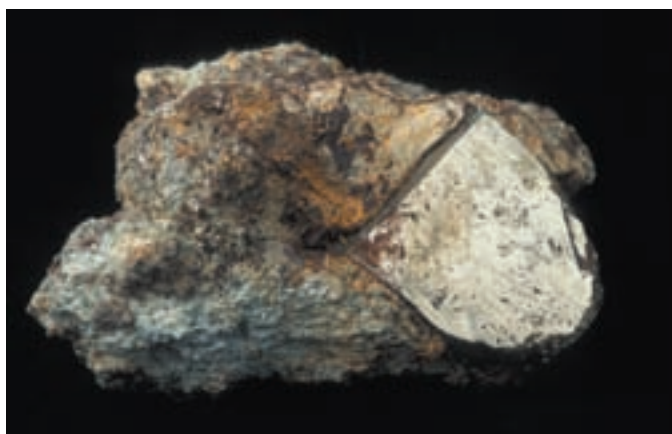


Kamnine s kristali pirita v poskusnem rovu v Janezovem grabnu so precej limonitizirane. Foto: Miha Jeršek



*Skupek kristalov pirita; 43 x 35 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta.  
Foto: Miha Jeršek*

Precej lepše in večje kristale pirita pa najdemo tik pod makadamsko cesto ob desnem pritoku Janezovega grabna, prav tako dobrih 50 m naprej od omenjenega mostička. Poleg opisane- ga zasutega jaška in poskusnega rova smo našli še drugi poskusni rov ob drugem potoku. Je nekoliko daljši, dolg približno 7 m. Speljan je v gnajsu pod makadamsko cesto; pirita je v njem manj kot v prejšnjem, kristali pa so večji in lepše razviti. V čelu odkopa je 30 cm debela zaglinjena plast hidrotermalno spremenjenega tremolita, ki je vzporedna s plastmi gnajsa in rahlo vpada proti potoku. V tej glinasti plasti smo našli kocke, velike do 23 mm x 23 mm in preraščene kocke, velike 36 x 28 mm; največje pa so merile do 5 cm, skupek pa 153 x 130 mm. Kristali so pogosto



*Kristal pirita z razvitimi ploskvami kocke; 50 x 25 mm. Zbirka  
Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek*



*Kockasti kristali pirita v limonitizirani podlagi; 75 x 50 mm. Najdba in zbirka Rafaela Šerjaka. Foto: Miha Jeršek*



*Drobni kockasti kristali pirita so veliki do 2 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Goran Schmidt*



Do 4 mm veliki kristali kremenja iz Janezovega grabna. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek.

limonitizirani, nekateri pa imajo tudi zlatorumen kovinski sijaj. V steni na nasprotni strani potočka pa najdemo do 4 mm velike piritove kocke z izrazitim kovinskim sijajem.

Kristali pirita imajo največkrat razvite ploskve kocke. Manjši kristali so lahko ploskovno bolj bogati. Na ogliščih takšnih kristalov najdemo več manjših ploskev.

Rudnik je v literaturi opisan kot rudnik pirita na Zgornji Polskavi, čeprav je v resnici bližje kraju Ogljenšak – kraj je dobil ime po kuhanju oglja. Rudnik je pričel obratovati leta 1916. Pirit so odkopavali, ker je v njem veliko žvepla in so iz rude pridobivali žveplovno kislino. Danes je območje zapuščeno in zaraščeno, le tu in tam še zaide na rudniško območje kakšen zbiralec mineralov, ki poizkuša srečo v ohranjenih rovih.

Literaturna vira:

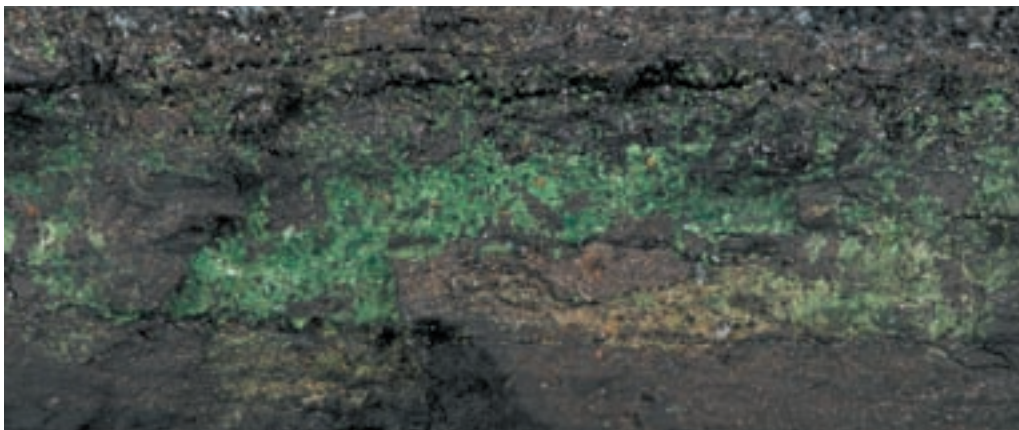
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK IN P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega* (omemba nahajališča, 2 cm velike kocke pirita, str. 10). Samozaložba, Radlje ob Dravi.
- PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica* (nahajališče Janezov Graben pri Polskavi, str. 33-37). Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.

# Uranovo rudišče Žirovski vrh

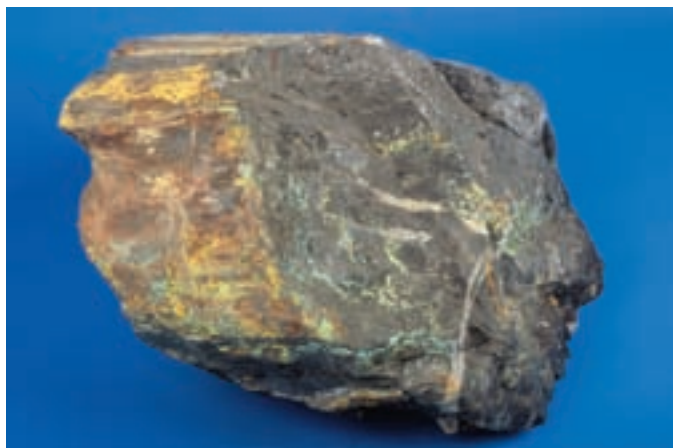
Alojzij Pavel Florjančič

Naše najbogatejše uranovo rudišče na Žirovskem vrhu je pri prospekcijski škofjeloškega ozemlja leta 1960 odkrila ekipa beograjskih geologov. Uran so odkrili na Žirovskem vrhu v sivih grōdenskih kremenovih konglomeratih in peščenjakih. Na Škofjeloškem je uran še v Bodoveljski grapi, Breznici pod Malim Lubnikom, na severnem pobočju Lubnika, na Polhovcu, v Sopotnici, na Sv. Tomažu in pri Sv. Valentinu. Z globinskim vrtanjem so raziskali nahajališči Sv. Valentin in Žirovski vrh, slednjega tudi z obsežnimi rudarskimi raziskavami. Šele leta 1976 je bil ustanovljen Rudnik urana Žirovski vrh. Do leta 1990, ko je bil rudnik zaprt, so iz preko treh milijonov ton materiala pridobili 633.000 t rude in proizvedli 452 t uranovega koncentrata. V rudniku je bilo zaposlenih več kot 500 delavcev. Iz uranovega koncentrata, *rumene pogače*, amonijevega diuranata, ki so ga po konverziji v Angliji, Franciji in Združenih državah Amerike predelali v gorivo za Jedrsko elektrarno Krško, je bilo proizvedeno 12.000 GWh električne energije.

Večji del orudenega Brebovniškega člena grōdenske formacije pripada sedimentacijskemu okolju prepletajoče se reke, manjši del pa meandrirajoči reki poplavnega območja. V zgodnje diagenetski fazi so uran v še nelitificiran sediment prinašale podtalnice, s pH višjim od 7, v obliki uranil-karbonatnih in hidroksilnih kompleksov. Z razpadanjem organskih snovi in ob prisotnosti anaerobnih in sulforedukcijskih bakterij je v močvirskem okolju



Detajl orudenega in silificiranega okamnelega lesa s kristali pirita in zelenim torbernitom; izrez 6 x 2 cm. Zbirka Škofjeloškega muzeja. Foto: Ciril Mlinar

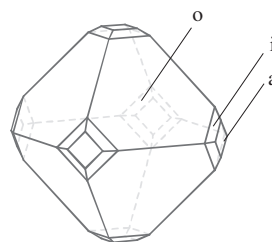


Oruden in okamel les z zelenim torbernitom; 12 x 10 cm.  
Zbirka Škofjeloškega muzeja. Foto: Ciril Mlinar

prišlo do redukcije uranilnih ionskih kompleksov in do izločanja uranove smole. Zaradi prisotne kremenice je prišlo do nastanka coffinita in drugih uranovih silikatov. Poleg organskih snovi so za izločanje uranovih mineralov iz raztopin pomembni še drugi absorbenti, na primer minerali glin, zeoliti, klorit in drugi. Do obarjanja uranovih mineralov je prišlo na meji med redukcijsko in oksidacijsko cono v sedimentu. Z odlaganjem mlajših sedimentov in sočasnim tonjenjem že litificiranih uranonosnih plasti pridejo diagenetski procesi pri povišanih temperaturah in tlakih v epigenetske. Pri teh pogojih je prišlo do premeščanja različnih kovinskih ionov, predvsem bakra, svinca, cinka in arzena.

V uranonosnih grōdenskih klastitih je največ kremenovih zrn. Sledijo jim zrna magmatskih globočnin in predornin, metamorfnih in sedimentnih kamnin, kakršne so granit, pegmatit, kremenov porfir, andezit, diabaz, granatni gnajs, blestnik, kvarcit, kloritno-sericitni skrilavec, filit, peščenjak, meljevec, apnenec, dolomit, roženec (jaspis, lidit) in tuf. Litična zrna so pogosto limonitizirana. V klastitih najdemo še avtigena zrna glinencev in sljud, v manjših količinah pa zrna težkih mineralov. Vezivo je sestavljeno iz kremenca, mineralov glin, glinencev, sericita in karbonatov. Peščenjakom dajejo barvo predvsem minerali, ki jih najdemo v vezivu. Sivozelenemu peščenjaku daje barvo sericit, rdečemu pa hematit in železovi hidroksidi.

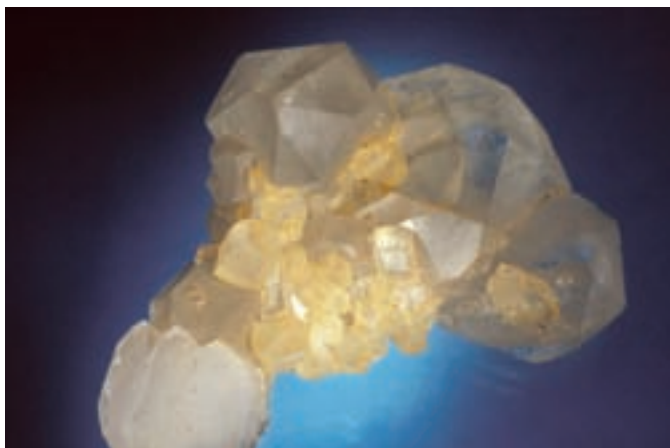
Raznolika mineralna sestava sedimentnih kamnin in pretok rudnih raztopin v različnih fazah sta razlog za zelo pestro mineralno združbo. V rudišču Žirovski vrh je bilo doslej v obsežnih mineraloških raziskavah določenih 82 mineralov, od tega je 19 uranovih. Edini ekonomsko pomemben vir urana na Žirovskem vrhu je uranova smola, ki je zmes uranovih oksidov. Od mineralov diagenetske faze se poleg uraninita najde še pri-



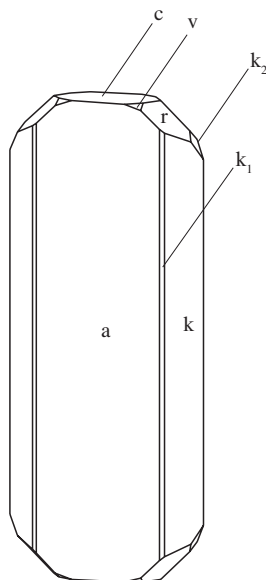
Obilko kristalov galenita v Žirovskem vrhu definira oktaeder  $o\{111\}$ , ki je modificiran s ploskvami kocke  $a\{100\}$  in ikožitetraedra  $i\{211\}$ . Risba: Mirjan Žorž



Prava posebnost Žirovskega vrha so rjavi kristali brookita; 4 mm. Najdemo ga s kristali kremenca, prerašča pa ga kalcit. Najdba in zbirka Janeza Klemenčiča. Foto: Aleksander Rečnik



Kristali kremenca s kalcitom; 4 cm. Najdba in zbirka Janeza Klemenčiča. Foto: Aleksander Rečnik

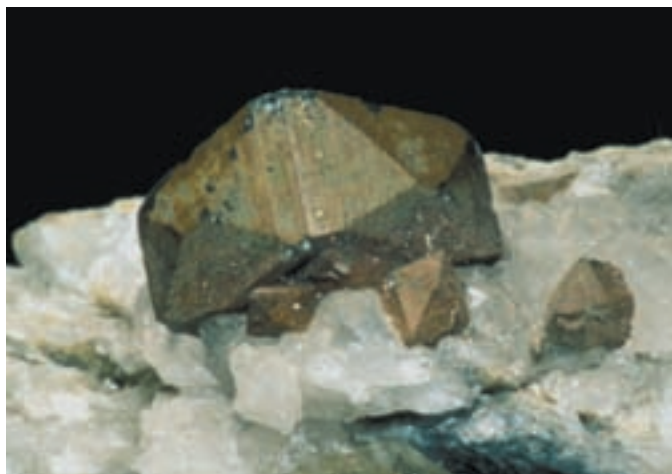


Kristali brookita so sploščeni in potegnjeni v smeri kristalografske  $c$ -osi. Omejeni so s ploskvami pinakoidov  $a\{100\}$  in  $c\{001\}$ , prizem  $k\{110\}$ ,  $k_1\{210\}$ ,  $k_2\{021\}$  ter piramid  $r\{122\}$  in  $v\{326\}$ . Risba: Mirjan Žorž

marni uranov silikat coffinit. Epigenetski uranovi minerali so nastali z oksidacijo primarnih uranovih mineralov. Običajno so v prevlekah različnih odtenkov rumene, zelene ali oranžne barve na površinah razpok in odprtih žil, ki sekajo orudene dele kamnine. Uranovi minerali Žirovskega vrha so zanimivi za zbiralce, specializirane za radioaktivne minerale, in sistematike. Minerale večinoma določamo laboratorijsko, z mikroskopom v presevani in v ultravijolični svetlobi, z elektronskim mikroskopom, z rentgenskimi analizami ter z mikrokemijskimi reakcijami. Zaradi radioaktivnosti morajo zbiralci, ki te minerale hranijo, upoštevati posebne varnostne ukrepe in ves čas meriti radioaktivnost.

Najbolj pogost sekundarni uranov mineral je **dumontit**, uranilfosfat rumene do oranžne barve, ki ga spremljajo torbernit in autunit ter različni uranovi praškasti limoniti, ki jih imenujemo s skupnim imenom gummiti. Od uranovih mineralov Žirovskega vrha sta prav torbernit in autunit v najlepše razvitih kristalih. **Torbernit** je v do 3 mm velikih temnozelenih tetragonalnih kristalih, najdenih v razpokah okremenjenih in orudnih debel v srednjem delu rudišča. **Autunit** je v značilnih rumenkastih lističastih kristalih, poredko pa najdemo tudi debele, do 4 mm velike, prosojne do prozorne zelenorumenete tetragonalne kristale, ki močno fluorescirajo.

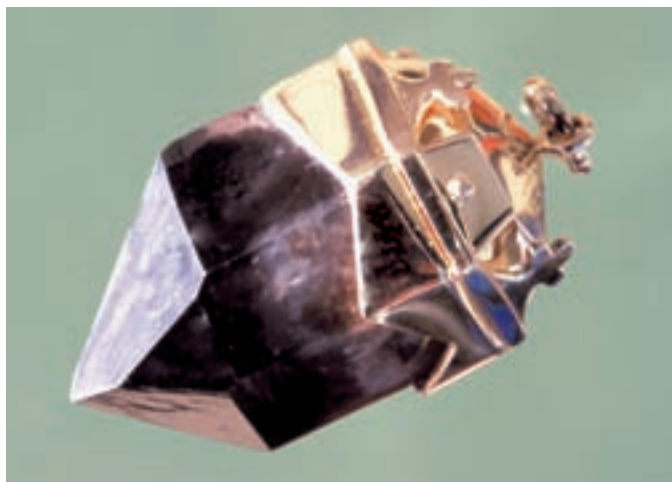
Mineraloško zanimiva je tudi mineralizacija razpok, ki sekajo klastične grödenske kamnine. Med minerali v kremenovo-kalcitnih žilah v rudniku urana Žirovski vrh je najbolj pogost **kremen**, ki ga običajno spremljajo še lepo razviti kristali **kalcita**. Kremenovi kristali so podobni kristalom, ki jih sicer najdemo na številnih drugih nahajališčih v grödenskih kamninah. Pogosto so beli in kratkoprizmatski, najdemo pa tudi kristale z vključki manganovih hidroksidov in klorita. Posebnost tega rudišča so



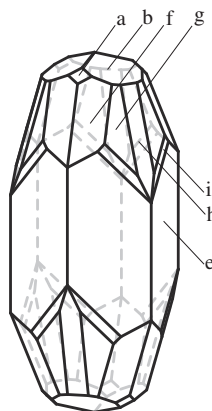
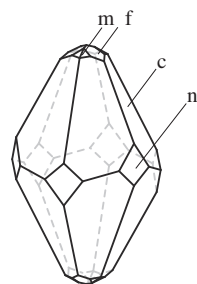
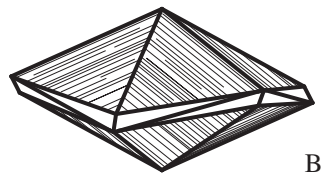
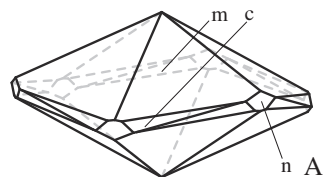
Romboedrski kristali kalcita; izrez 20 x 15 mm. Najdba in zbirka Alojzija Pavla Florjančiča. Foto: Miran Udovč

rjavo obarvani kremenovi kristali, ki so včasih tako temni, da jih lahko imenujemo že **morion**. Čadavci oziroma morioni v rudišču Žirovski vrh so nastali na stiku bogate uranove rude, ko se je zaradi radioaktivnosti spremenila kristalna rešetka prvotnih brezbarvnih kremenovih kristalov. Na kristalih kremenca so pogosti drobni kristali **pirita**, ki ga na površinskih nahajališčih ne opazimo.

Pirit je kot vključek tudi v kalcitu. Precej bolj redko so v teh razpokah še drobni kristali **galenita**, **sfalerita**, **brookita** in **albita**.



Iz Žirovskega vrha je do sedaj največji znani morion na Slovenskem. Popolno oblikovan enostransko zaključen kristal 23 x 30 mm je našel operater Marko Miklavčič v bogati uranovi rudi. Zbirka Urške Florjančič. Foto: Jurij Nastran



Kalcit je v Žirovskem vrhu v dokaj različnih kristalnih oblikah. Precejšnja posebnost so kristali (A), ki so omejeni s ploskvami položnega  $m\{316\}$  in strmega skalenoedra  $c\{322\}$  ter prizme  $d\{100\}$ . Ploskve položnega skalenoedra so progaste (B). Pogosti so skalenoedrski kristali (C), precej redki pa prizmatski (D), na katerih so ploskve prizme  $e\{110\}$ , pozitivnega  $a\{101\}$ , negativnega  $f\{012\}$  in strmega negativnega romboedra  $h\{072\}$ , pozitivnih  $b\{211\}$  in  $g\{311\}$  ter negativnega skalenoedra  $i\{75\bar{1}\}$ . Risbe: Mirjan Žorž





Zadnji uranov koncentrat, rumena pogača, v družbi z odsluženim ventilom di-afragemske črpalke in instrumentom iz predelovalnega obrata Rudnika urana Žirovski vrh. Foto Tomaž Lunder

#### Literaturni viri:

- VUKASOVIĆ, M., 1963: *Sekundarni minerali urana iz oblasti Žirovskog vrha kod mesta Gorenja vas u Sloveniji* (uraninit, dumontit, autunit, torbernit, meta-torbernit, minerali izomorfne skupine fosfuranilit – renardit in gummiti, str. 63-66). Radovi IGRI, Beograd.
- SIMOVA, F, B. KURAT, A. KRACHER, 1983: *Uranium silicates from Žirovski vrh deposit, Yugoslavia* (coffinit). *Geologica Balcanica* 13.4, Geološki zavod Bolgarije, Sofija.
- DOLENEC, T., 1983: *Nastanek uranovega rudišča Žirovski vrh* (retrogradna epigeneza in mineralizacija razpok, str. 247-261). Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani.
- DOLENEC, T., 1984: *Značilnosti in pogoji nastanka odprtih kremenovo-karbonatnih žil s sulfidi iz uranovega rudišča Žirovski vrh*. Rudarsko-metalurški zbornik 32, str. 246-284, Ljubljana.
- DOLENEC, T., 1985: *Sekundarni uranovi minerali iz uranovega rudišča Žirovski vrh*. (tujamunit, francevillit, uvanit, renardit, saléit, uranofan, β-uranofan, uranopillit, zippeit, johannit, str. 195-206). Rudarsko-metalurški zbornik, 32, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (čadavec, str. 143; kalcit, str. 191; torbernit, str. 245; autunit, str. 247). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (kremen, albit, brookit, barit, kalcit, str. 44-45). Galerija Avsenik, Begunje.
- FLORJANČIČ, A. P. ET. AL., 2000: *Rudnik urana Žirovski vrh* (63 neuranovih mineralov, str. 25; 19 uranovih mineralov, str. 26-29). Didakta, Radovljica.

# Bakrova orudjenja v grödenskih plasteh in v rudišču Škofje pri Cerknem

Uroš Herlec

Izdanki s prvotnimi ali drugotnimi bakrovimi rudnimi minerali se vrste v pasu grödenskih kamnin, dolgem blizu 90 km, ki se razteza vse od Cerkljanskega preko Loških hribov v vzhodni del Posavskih gub.

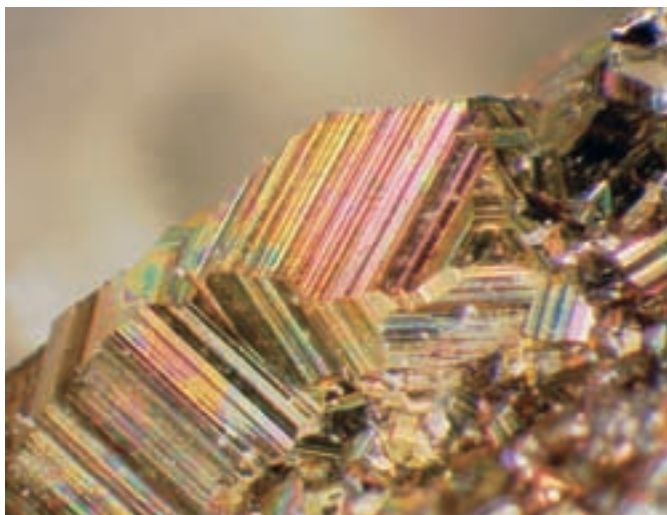
Pomembnejša nahajališča zahodno od Ljubljane so Bodo-veljska grapa, Hobovše, Martinj vrh, Masore, Novaki, Nova Oselica, Novine, Otalež, Sovodenj, Šebrelje, Škofje – Cerkno, Zadnja Smoleva.

Rudišča vzhodno od Ljubljane pa so: Mačkov potok, Magolnik, Močilno, Podkum, Sušje in Svibno. Grödenske plasti so v Karavankah orudene v Bukovem potoku, pri Bukovcu in pri Počivalniku.

Bakrova rudišča so v zgornjem delu grödenskih plasti, kjer sicer prevladujejo rdeči meljevci, peščenjaki in skrilavi glinavci, vendar so rude le v vložkih sivih in zelenih kamnin. Najpogosteje je oruden srednjezrnati peščenjak, prvotni sulfidi pa so tudi v debelozrnatem in drobnozrnatem različku. Podrobne raziskave so pokazale, da sive in zelene klastične usedline v rudiščih in ob njih niso hidrotermalno spremenjene, kar izključuje možnosti za hidrotermalni nastanek rudišč. Detritična zrna glinencev namreč kažejo v jalovih in orudenih plasteh enako stopnjo sericitizacije in kaolinitizacije, ki pa sta nastali že pri preperevanju



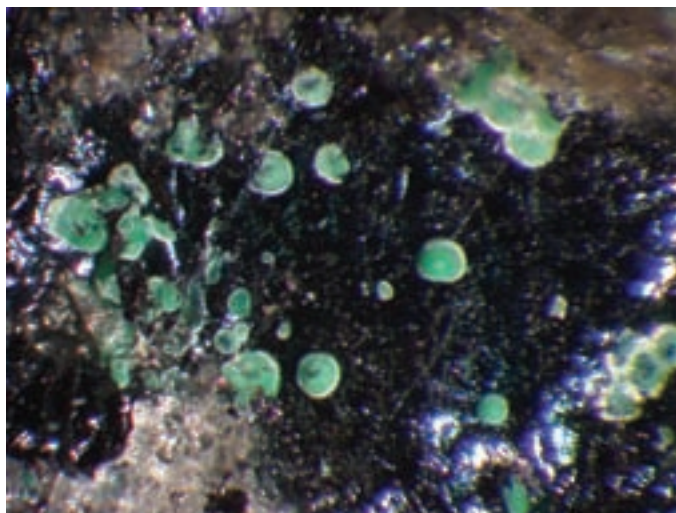
*Tetraedrični halkopirit med kristali kremenite in albita; izrez 7 x 4 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miran Udovč*



*Detajl halkopiritovih kristalov; izrez 7 x 4 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

in transportu zrn v sedimentacijski prostor in ne zaradi morebitne hidrotermalne dejavnosti. V peščenjak vključena zaobljena zrna plagioklazov obraščajo avtigeni avgitni robovi, ortoklazova pa ortoklaz. Robovi so zrasli v času strjevanja nevezanega sedimenta v trdno kamnino. V orudenih plasteh so antracitne leče ali pa so drobcji pooglenelih organskih snovi neenakomerno razpršeni v orudenih klastičnih kamninah. Sulfidi so večinoma v vezivu peščenjaka. Rude imajo značilne impregnacijske sedimentne teksture. To so predvsem halkopirit, bornit, halkozin in v večji ali manjši meri pirit. Manj je tennantita, sfalerita, galenita, arzenopirita; v sledovih pa so še enargit,  $\alpha$ -domeykit in linneit. Značilne so psevdomorfoze pirita in bakrovih sulfidov po rastlinskih ostankih. Prvotna rastlinska struktura je zato pogosto zelo dobro ohranjena. To pomeni, da so bili rudni minerali izločeni v celičnih prostorih v najzgodnejši diagenezi v še mehkih sedimentih, ko teža mlajših sedimentov še ni deformirala oblik rastlinskih celic.

Najstarejše rudarjenje na Cerkljanskem sega v 15. in 16. stoletje, o čemer pa pričajo le stara rudarska dela. Leta 1851 je bila ustanovljena rudarska združba Škofje za iskanje in pridobivanje bakrovih rud. Začeli so raziskovati ob potoku Hobovščica. Pri raziskovalnih rudarskih delih je bilo zaposlenih 70 ljudi. Odprli so rov do leče bakrove rude, debele od 4 do 8 m. Okrog leta 1856 so z jamskimi deli odprli še Zofija rudnik v Novinah, Mala Gospojna rudnik v dolini Hobovščice in Cesarski rudnik na Podpleču. Ko so leta 1864 v dolini potoka Kopačnice pri kraju Toplice zgradili naprave za predelavo rude, se je pričela redna proizvodnja. Rudo so tja vozili tudi iz



*Kroglasti skupki malahita na bornitu; 6 x 4 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

Škofja in iz Hobovščice. Za tisti čas razmeroma siromašne rude z 1,2 do 1,5 % bakra so najprej pražili in zatem lužili in nato ponovno izločili v tako imenovani cementaciji. Cementni bakreni mulj so pretopili v topilnici, stranski proizvod pa je bila zelena galica. Z rudarskimi deli so prenehali konec leta 1872 zaradi gospodarske krize in ker so se takrat znana večja rudna telesa v globini izklinila. V času od leta 1861 do 1872 so pridobili 85.933 t bakrove rude in natopili 877 t bakra. Leta 1908 je Alojz Sušnik, trgovec iz Ljubljane, obnovil raziskovalna dela, vendar je opustil vse dejavnost ob začetku prve svetovne vojne. Po njej je to območje pripadlo Italiji. Nekaj let pred drugo svetovno vojno je družba S. A. Ricerche minerali ferrosi Rimmifer iz Genove odprla stari Cesarski rudnik na planini Škofje, 2,5 km od Cerčna, in ga na novo imenovala Jama Škofje. Leta 1940 je rudnik prevzela družba Alpina mineraria metallurgica; societa per azioni iz Trsta, ki je obratovala do 8. septembra 1943. V času od leta 1941 do 1942 so zgradili majhno flotacijo z zmogljivostjo 40 t rude na dan. V kratkem času delovanja so proizvedli le 2.000 t koncentrata s 27 % Cu. Partizani so leta 1943 flotacijo požgali. V letu 1966 je Geološki zavod odprl rov Planina na koti 657 m in kasneje z nadkopom še na obzorju z višino 694 m. Ugotovili so, da so rudne zaloge okrog 1 milijon t rude z okrog 1 % bakra. Nepravilna rudna telesa in porudna tektonika, ki je razkosala rudna telesa, pa otežujeta pogoje odkopavanja, tako da obnovitev proizvodnje ne bi bila gospodarna.

Rudonosna plast v rudišču Škofje leži zaradi tektonike inverzno. Debela je povprečno 15 m in se razprostira v smeri zahod jugozahod-vzhod severovzhod na površini 260 x 800 m. Lečasta

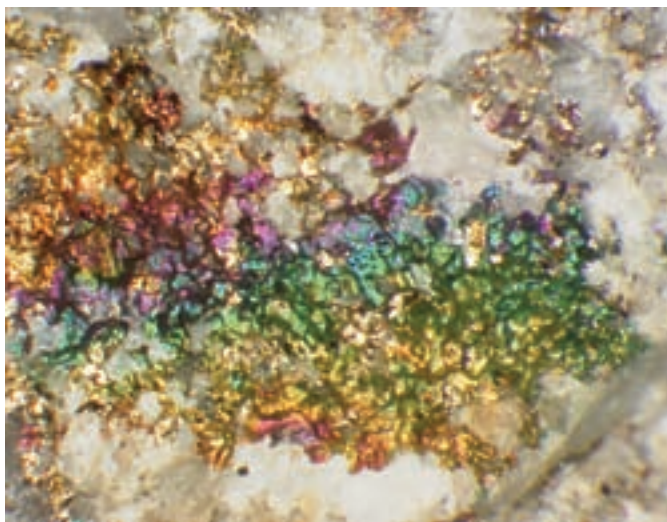
rudna telesa leže v sivem in temnosivem peščenjaku, ponekod so orudeni tudi sivi in zeleni meljevec ter skrilavi glinavec.

Dosedanja dela v Škofjem so pokazala, da je bakrovo orudjenje v treh mineraliziranih plasteh v najvišjem horizontu grödenskih peščenjakov.

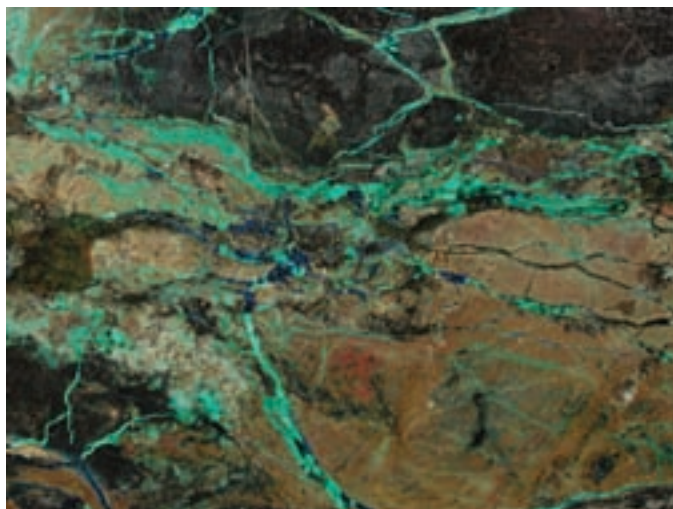
Našli so še cementacijski covellin, digenit in halkozin: od sekundarnih mineralov pa hrizokolo, **malahit**, **azurit** in limonit (goethit in lepidokrokit). Po starih podatkih naj bi bil tu in tam celo wulfenit.

Rude so bornitno-halkopiritova, bornitno-halkozinova in halkopiritno-piritova. Prevladuje bornitno-halkopiritova z nekaj pirita, halkozina in tennantita, v sledovih pa sfalerit in linneit. V bornitno-halkozinovi rudi so še tennantit, galenit ter sfalerit. V rudi s halkopiritom in piritom so manjše količine **bornita** in v sledovih linneit.

Večinoma so rudni minerali v peščenjakih v zrnih, manjših od 1mm. Rudni minerali niso kristalili v stalnem zaporedju, zato je včasih v istem rudnem mikroskopskem obrusku halkopirit na enem mestu starejši od bornita, na drugem pa mlajši. Mnogokrat se tudi mirmekitsko, črvičasto zraščata, kar priča o sočasni rasti. Na nahajališčih so zlahka prepoznavne oksidirane rude z zelenim malahitom. Na svežih prelomih kremenovih peščenjakov, ki so impregnirani s sulfidi, se nam odprejo svetleča se polja sulfidnih rudnih mineralov. Najzanimivejše so do nekaj centimetrov debele drobnozrnate masivne rudne leče. Pod mikroskopom so izjemni primeri povsem ohranjenih rastlinskih struktur, ki so zapolnjene ali nadomeščene z rudnimi minerali.



*Mavrične barve halkopirita so posledica oksidacije; izrez 12 x 8 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*



*Malahit in azurit ob covellinu; izrez 50 x 25 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

Še bolj so zanimive žile, ki sekajo orudene plasti. Do okrog 15 cm debele kremenove, karbonatne, kremenovo-karbonatne in albitne žile so nastale pri retrogradni epigenezi, torej v času, ko je bilo zaporedje že povsem strjenih kamnin globoko pod površino pri visokih tlakih in temperaturah in so raztopine iz okoliške kamnine prenašale raztopljene minerale in jih odložile v na novo odprte razpoke. Kadar žile sekajo orudene plasti, so v teh žilah tudi sulfidi. Zaradi večkratnega premeščanja jalovinskih in rudnih mineralov je v rudnih plasteh lahko več generacij sulfidov, kremenca, karbonatov in glincev. Značilno je, da te žile ne sekajo krovinskega ali talninskega skrilavega glinavca, kar dokazuje, da raztopine, iz katerih so nastali minerali v žilah, niso prihajale od drugod, ampak so to bile nedvomno raztopine, ki so se v razpoke izžele iz okoliških kamnin. Porne raztopine so v določenem zaporedju topile minerale in jih v razpokah ponovno izločile.

V žilah so do več centimetrov veliki kristali **kremenca**, pa tudi do 25 mm velike idiomorfne enostavni dvojčki **albita** (dvojčenje po albitnem zakonu). Najbolj zanimivi so idiomorfni kristali **halkopirita** in **pirita** ter do 15 mm veliki halkopiritovi dvojčki s skalenoedri, na katerih so številne vicinalne ploskve. Na njih so ponekod **dolomitovi** in/ali **kalcitovi** romboedri, veliki do 5 mm.

Rudišče je nastalo v posebnih razmerah sedimentacije in strjevanja – diagenese sedimenta. V srednjem permu je erozija zajela bakrova rudišča ali kamnine z bakrovimi minerali. Reke so jih skupaj z ostalimi sedimenti odlagale na poplavnih ravninah in v zamočvirjenih mrtvih rokavih. Zaradi aridnega podnebja

verjetno bolj slana podtalnica je zaradi višjih vrednosti pH s seboj prenašala bakrove in druge kovinske komplekse in se zaradi pota srečala z močvirskimi sedimenti. V njih so se zaradi razpadajočih organskih snovi, ki so pri tem porabile ves prosti kisik, ustvarile tako imenovane redukcijske razmere oziroma pora voda z negativnimi vrednostmi Eh. V njej so se ob pomoči sulforeducirajočih bakterij reducirali sulfatni ioni ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Pri tem se je sproščal  $\text{H}_2\text{S}$ , ki je s prostimi kovinskimi ionskimi kompleksi iz toka podtalnice relativno hitro gradil rudne minerale. Ti so še v mehkem sedimentu v najzgodnejši diagenezi začeli zapolnjevati pore v rastlinskih ostankih in med zrni sedimenta in jih cementirati. Rudni minerali so se lahko izločali le v okolju brez prostega kisika, torej v močvirju oziroma v sedimentu z močvirskimi rastlinskimi ostanki. Kamnina se je ob postopnem pogrezanju povsem strdila. Mnogo milijonov let kasneje, v času prelamljanj ob alpski orogenezi, so nastale globoko pod površjem pri visokem tlaku in temperaturi medplastne in prečne razpoke, ki pa so ostale omejene na posamezne plasti in niso bile med seboj povezane. Porne raztopine so iz bližnjih kamnin prinašale raztopljene mineralne snovi, iz katerih so v razpokah rasli minerali v današnjih dvignjenih žilah.

## Literaturni viri:

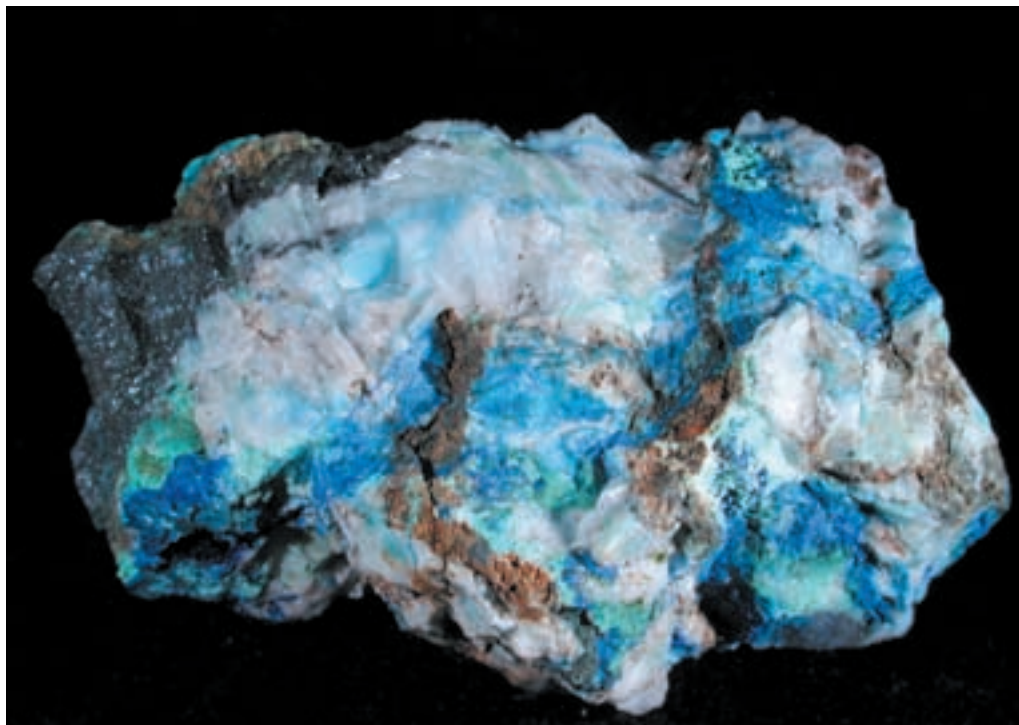
- ČEŠMIGA, I., 1959: *Rudarstvo Slovenije* (zgodovina). Nova proizvodnja, Ljubljana.
- DROVENIK, M., 1968: *Pseudomorfoze rudnih mineralov po rastlinskih drobcih v bakrovem rudišču Škofje* (pseudomorfoze rudnih mineralov po rastlinskih ostankih, str. 141-146). Rudarsko-metalurški zbornik, št. 2, Ljubljana.
- DROVENIK, M., 1970: *Nastanek bakrovega rudišča Škofje* (nastanek, mineralna sestava, str. 17-63). Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, 2. del, Geološki zavod in Slovensko geološko društvo, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (lega, razprostranjenost, str. 1-162). Geologija, knjiga 23, Ljubljana.

## Bakrovi in baritovi rudni pojavi na Počivalniku in v Dolžanovi soteski

Zmago Žorž, Davorin Preisinger, Gernot Wiessensteiner, Uroš Herlec

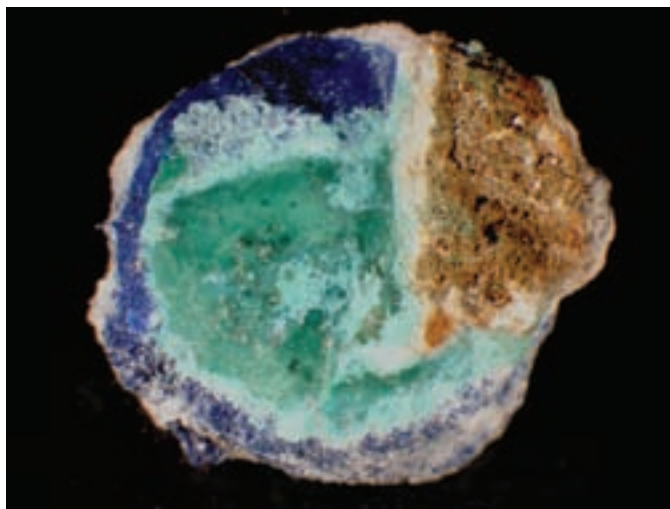
Baritno in bakrovo žilno rudo so poskusno odkopavali že v 19. stoletju pri Trziču na južnem pobočju hriba nad kmetijo Počivalnik, zahodno od Dolžanove soteske. O tem pričajo trije krajši rovi in manjši razkopi v pobočju.

Zgornjekarbonske in permske plasti nad kmetijo ležijo inverzno oziroma v obratnem zaporedju, kot so bile odložene. Plasti strmo vpadajo proti severu, zato je navidezna debelina posameznih litoloških členov mnogo večja od dejanske. Pri vzponu najprej pridemo do okrog 40 m dolgega rova v najmlajših srednjepermskih grödenskih rdečih kremenovih peščenjakih, kjer so bili z iskanjem rude očitno neuspešni, saj niti na odvalu jalovine niti v rovu ni drugega kot grödenski peščenjak. Višje v pobočju je več kot 10 m starejše debelozrnate apnenčeve konglomeratne trbiške breče. Sestavljajo jo ostrorobi do povsem



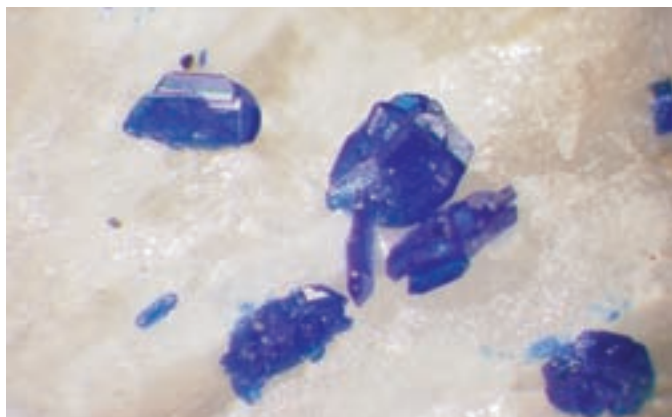
Azurit in malahit na belem baritu; 54 x 25 mm. Črni mineral s kovinskim sijajem je schwazit. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek





*Malahit in azurit lahko oblikujeta drobne kroglaste skupke; 5 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*

zaobljeni kosi spodnjepermskih sivih in rdečkastih apnencev, posamezni kremenovi prodniki ter redki črni kosi presedimentirane kalcitne jamske sige. Kaže, da je v saalski orogenetski fazi, na meji med spodnjim in srednjim permom, pri tektonskem dvigu blokov spodnjepermskih apnencev nad morsko gladino ponekod prišlo do njihove popolne erozije in celo do razgaljanja in erozije zgornjekarbonskih kremenovih konglomeratov. To dokazujejo kremenovi prodniki v trbiški breči. Kosi sige in rdeče, s hematitom obarvano vezivo trbiških breč, ki je večinoma presedimentirani netopni ostanek zakrasevanja spodnjepermskih apnencev ali kraška *terra rossa*, pa dokazujejo, da so bili apnenci takoj ob dvigu izpostavljeni intenzivnemu zakrasevanju. Tektonskemu dvigu in sprotni denudaciji ter eroziji je sledil premik debelozrnatih klastitov v rečne vršaje plitvega morja v začetku spodnjega perma. Nad trbiškimi konglomeratnimi brečami višje v pobočju so nekaj deset metrov debele plasti črnega drobnozrnatega kremenovega peščenjaka s polami skrilavega glinavca, ki jim sledijo najprej zelo temni, redko ploščasti, večkrat skladnati in nato najvišje povsem masivni rdeči, rožnati ter sivi apnenci z navidez enakimi fosili, ki so sicer značilni tudi za točko št. 13 slovenske geološke poti v Dolžanovi soteski. To so obenem tudi najstarejše orudene plasti permskega zaporedja. V drugem rovu, dolgem več kot 40 m, ki leži v temnosivem spodnjepermskem apnencu v pobočju, smo našli v masivni debelozrnatu baritni žili tudi raznovrstno paragenezo bakrovih rudnih mineralov in njihovih oksidacijskih produktov. V apnencu je v zadnjem delu rova baritna rudna žila, ki je debela do 50 cm in dolga več metrov. Tudi kosi žilnega barita s tankimi žilicami primarnih in sekundarnih bakrovih rudnih mineralov na odvalu kažejo, da so

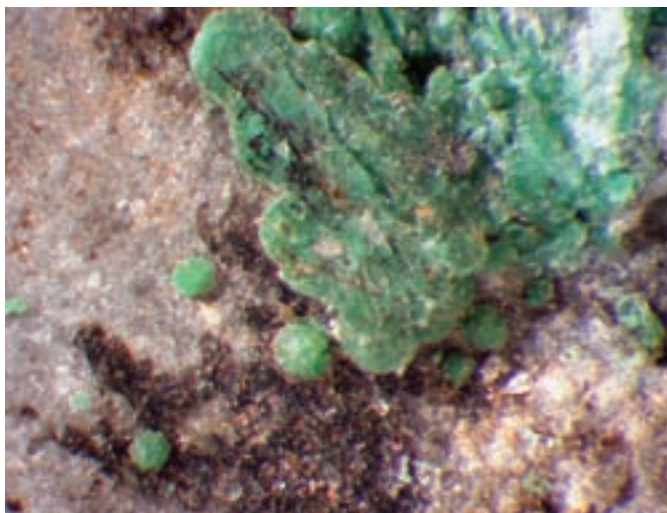


Do 1 mm veliki kristali azurita na baritu. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.  
Foto: Miha Jeršek

žilo očitno kar dolgo uspešno sledili, vendar pa neprebrana ruda priča, da količina rudnih mineralov ni zadostovala za gospodarno pridobivanje. Enako žilno mineralizacijo smo našli na več mestih na pobočju vse do vrha.

Čeprav je bila saalska orogenetska faza prva, ki je razpokala kamnine in odprla pot raztopinam, pa očitno ni bila rudonosna. Menimo, da je rudna mineralizacija posledica kasnejših mlajših vulkanskih in tektonskih faz. Prva je bila mogoča že na prehodu iz srednjega v zgornji perm, o čemer pričajo preboji bazalta skozi takrat še nekonsolidirane grödenske peščenjake na več mestih na območju današnjih Karavank. Druga, bolj verjetna rudna faza, pa je bila sočasna z ekstenzijsko tektoniko in razpiranjem Slovenskega jarka v ladiniju, ki ga je spremljal intenziven bimodalni vulkanizem (kislih in bazičnih predornin), zaradi katerega so lahko nastale postvulkanske rudonosne raztopine. Hidrotermalno spremenjene vulkanske kamnine iz tega časa so v tržiškem območju razmeroma pogoste.

Glavni bakrov rudni mineral so bakrove medlice v do nekaj centimetrov debelih žilah v baritu in tankih žilnih impregnacijah po ploskvah baritove razkolnosti in v vezivu baritnih breč. Bakrove medlice so vsi prehodi med **tetraeditom** in **tennantitom**, ki sta izomorfna. V kristalni strukturi je namesto arzena antimon. Od primarnih mineralov so v paragenezi še **pirit**, **galenit**, **halkopirit** v do več milimetrov velikih poljih, in enargit, ki je v posameznih zrnih opazen le z mikroskopom. Covellin, digenit, halkozin in bornit so drobnozrnati sekundarni cementacijski sulfidi. Nastali so, ko so oksidirane meteorne vode iz višjih delov rudnih žil prinašale raztopljen bakrov sulfat v redukcijsko okolje cementacijske cone, kjer se je najprej izločal covellin, tega pa sta postopoma nadomeščala najprej digenit in nato halkozin. Zelo redko je po razpokah nastal **bornit**, ki je povsem ali deloma nadomestil halkopirit.



Do 1 mm veliki kroglasti skupki kristalov Cu-adamina. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

Od sekundarnih oksidacijskih mineralov je največ **azurita**, ki ga najdemo tudi v nekaj milimetrov velikih kristalih, **malahit** pa predvsem kot zelene prevleke med kristali **barita** in plastmi apnenca, redko je v obliki igličastih kristalov in žarkastih skupkih ali rozetah. Redki so tudi svetlozelene kristali **theisita** v rozetastih skupkih, velikih do 2 mm. Med mineraloškim posebnostmi Počivalnika so še **Cu-adamin** v zelenih kroglicah, ki ne presegajo 1 mm, rumenozelene prevleke **partzita** v kristalih enake velikosti, in rumeni antimonov oksid **stibikonit**, ki je najlepše viden kot praškasta prevleka bisernatega do motnega sijaja v votlinicah na orudenem baritu. Raznovrstnih modrih do svetlo-modrih sekundarnih mineralov je še več, a še niso določeni. V rovu smo našli še **manganove dendrite** in **limonit**. Jalovinski minerali pa so drobni kristali **kalcita**, **aragonit** v obliki drobnih igličastih kristalov in **dolomit**.

Bakrove sekundarne minerale lahko opazujemo tudi v obliki nekaj milimetrov debelih žilic v črnih spodnjeperskih apnencih v spodnjem delu predora v Dolžanovi soteski, ki je zavarovana naravna vrednota. Zato sta tam uporaba kladiva in vsako poškodovanje kamnin strogo prepovedana.

Literaturna vira:

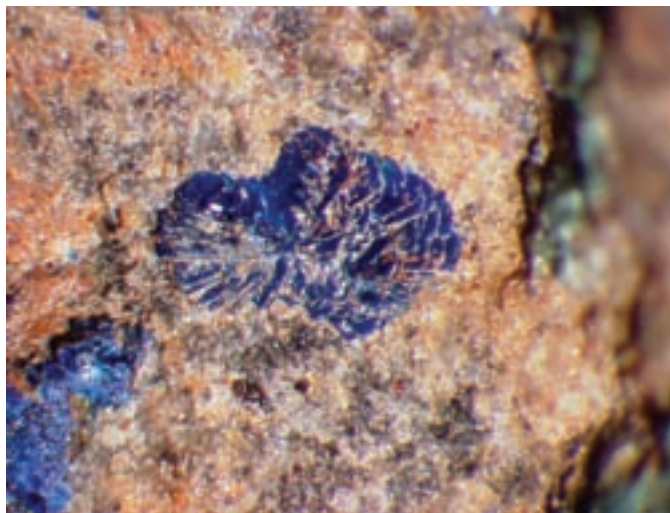
DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (omemba rudišča na Počivalniku, str. 46), Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.

VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (primerek azurita z odvala bakrovega rudišča Počivalnik, str. 206). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

# Polimetalni rudni pojavi pod Stegovnikom, Rušem, Fevčem in Virnikovim Grintavcem

Uroš Herlec, Zmago Žorž, Davorin Preisinger, Gernot Wiessensteiner

Pod goro Stegovnik med dolino reke Kokre na vzhodu in Tržiške Bistrice na zahodu je več opuščenih rovvov z odkopano rudo in jalovino. To so sledovi raziskovanja in iskanja rud v Karavankah v 19. stoletju. Pot do rovvov nas pelje iz Tržiča po Dolžanovi soteski mimo Jelendola in naprej po gozdni cesti vse do zahodnega in severozahodnega pobočja Stegovnika. Eden od rovvov je pod velikim blokom, ki je 40 m nad gozdno cesto. Rov je po desetih metrih zarušen. Dostop do Stegovnika je možen tudi po dolini reke Kokre od Preddvora do gostilne Kanonir, kjer po ozki dolini pod južnim pobočjem Bukovega vrha zavijemo proti zahodu do jugovzhodnega vznožja Stegovnika. Na jalovišču pred rovi so še dokaj bogato orudeni kosi apnenca in dolomita, večinoma porasli z mahom. Ob stezi pod rovi smo našli veliko kremenovega konglomerata s kremenovimi žilicami in z drobnimi kristali kremenca. Porozen votlikav okremenjen apnenec in dolomit sta nudila več prostora za razvoj kristalnih ploskev. Siva apnenec in dolomit sta zaradi preperevanja – oksidacije prvotnih sulfidnih rudnih mineralov – pogosto rjavo obarvana, limonitizirana. Rudni minerali so v več centimetrov velikih zapolnitvah votlin v okremenjenem apnencu in dolomitu.



*Skupek pahljačasto raslih kristalov azurita s Stegovnika; izrez 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*



*Žarkasti kristali zelenega malahita in moder azurit s Stegovnika; izrez 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek*

Osnovni rudni mineral je **tetraedrit**. Razmeroma veliko je **pirita** v do 4 mm velikih kristalih v obliki kock in pentagonskih dodekaedrov. **Galenita** in **sfalerita** je manj. Zelo redko najdemo izrazito rdeče prevleke **cinabarita**. **Barit** je masiven, umazano bel in razmeroma redek. Žal zaradi izrazite limonitizacije, predvsem pirita, primarni in sekundarni minerali niso tako lepo vidni.

Orudenje je najbogatejše v spodnjekarbonskem klastitu, debelem 1 m, ob stiku z devonskim apnencem, ki pa je oruden le ob stiku s klastitom. Najdemo še **markazit**, **halkopirit**, **bornit** in **halkozin**, od sekundarnih mineralov pa **cerusit**.

Poleg **limonita** sta na odvalu najpogostejša sekundarna minerala **azurit** in **malahit**, ki sta ob obilici prostora v votlikavi porozni kamni pogosto kristalizirala v žarkastih skupkih, velikih do 2 mm. Drobni svetlo modri kristali **langita**, veliki do 1 mm, so zelo redki. **Stibikonit** je nedvomno oksidacijski produkt tetraedrita, ki vsebuje antimon. Svetlomodre kristale bisernega sijaja, podobne aurihalkitu, in neznane svetlomodre minerale pa bo potrebno še natančno analizirati. Limonit in **manganovi dendriti** so vso kamnino obarvali v rjave odtenke. V razpokah in votlinah smo našli od jalovinskih mineralov veliko kristalov **kremena**, **kalcita**, **aragonita** in **dolomita**, velikih do 3 mm.

Tudi na severozahodni strani Stegovnika so sledi dveh raziskovalnih rovvov. Enake rudne pojave so odkrili pri regionalnem geološkem kartiranju Pod Rušem, pod Fevčem in na Virnikovem Grintavcu. Pod Stegovnikom in na ostalih nahajališčih so orudeni srednje- in zgornjedadonski masivni grebenski apnenci, večinoma ob stiku z nekdanj nad njimi ležečimi spodnjekarbonskimi klastičnimi kamninami; na Virnikovem Grintavcu celo na

stiku s spodnjekarbonskimi vulkanoklastičnimi. Veliko prvotno poroznost devonskih apnencev je v kratkem obdobju dviganja kamnin v zgornjem devonu nad morsko gladino še povečalo zakrasevanje. Orudnje je povezano z vdori porfirske magme skozi devonske apnence in spodnjekarbonske fliše, kjer so bili na nekaj mestih najdeni tudi izlivi lave in piroklastične breče. Porfirska kamnina je večinoma močno hidrotermalno spremenjena, njena osnova pa je pogosto sferulitsko rekristalizirana, kar kaže na počasno ohlajanje, ki ga je verjetno spremljala hidrotermalna dejavnost. Rudonosne raztopine so se zadrževale predvsem na stiku med poroznimi grebenskimi apnenci in nad njimi ležečimi nepropustnimi spodnjekarbonskimi fliši in jih tudi močno okremenile.

Najstarejši sulfid je pirit, za njim glavna rudna minerala sfalerit in tetradrit, potem pa v majhnih količinah **boulangerit**, halkopirit in verjetno geokronit, ki jim v večjih količinah sledi galenit. Najmlajša sta barit in cinabarit v lečah ob stiku okremenjenih apnencev s klastiti.

Analiza slednih prvin v tetradritovem koncentratu kaže, da vsebuje več kot 1 % arzena, nad 1.000 ppm srebra, 2.200 ppm kadmija in 210 ppm niklja. Zato menimo, da bodo nadaljne analize še nedoločenih sekundarnih mineralov v zelenih in modrih barvnih odtinkih potrdile še več vrst sekundarnih mineralov.

#### Literaturna vira:

- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (opis zgodovine raziskovanj, parageneze in geokemičnih značilnosti rudišča na Stegovniku, str. 17). Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.
- BUSER, S., 1980: *Tolmač k listu Celovec (Klagenfurt)* (omemba rudišča na Stegovniku, str. 46). Osnovna geološka karta, Zvezni geološki zavod, Beograd.

## Manganova orudjenja v Sloveniji

Uroš Herlec, Renato Vidrih

Manganova mineralizacija je značilnost dela jurskih plasti v Julijskih Alpah ter Južnih in Severnih Karavankah.

Na Begunjščici so pridobili kar 79 % vseh slovenskih manganovih rud, ki so bile predelane v jeseniški železarni. Največji rudnik s štirimi vhodi je bil tik ob današnji markirani planinski poti med Prevalo in Roblekovim domom na višini okrog 1.640 m. Iz te rude je bila v jeseniški železarni pod vodstvom ing. Lamberta Pantza leta 1872 prvič v plavžu izdelana manganova železova litina. Za kubični meter veliko kokco te zlitine je bila Kranjska industrijska družba nagrajena z zlato medaljo za izredno inovacijo na svetovni industrijski razstavi v Pennsilvaniji ob stoletnici Združenih držav Amerike. Na Begunjščici so pridobili okrog 130.000 t manganove rude, ki je vsebovala povprečno 30 % mangana. Do leta 1870 so izkopal le nekaj ton rude letno. Po Pantzovem odkritju se je pridobivanje v letih od 1871 do 1875 povečalo od 7,3 t na 76 t letno. Od leta 1876 so rudo z višine 1.330 m spuščali v dolino Završnice s posebno žičnico, ki jo je prav tako skonstruiral ing. Pantz. V rudniku so prenehali s pridobivanjem med prvo svetovno vojno leta 1915.

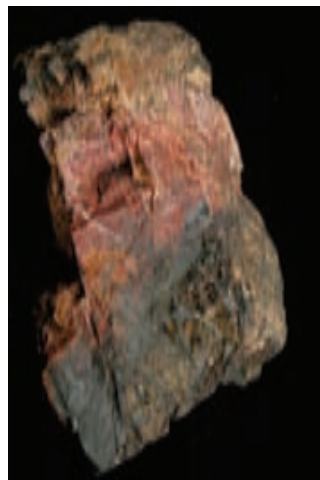


Manganovo-železove skorjaste konkrecije – manganovi gomolji v jurskem (malmskem) apnencu s Slatenka pri Bovcu; 32 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek

Na Begunjščici so med zgornjeliasnimi plastmi skladnatega in ploščastega sivega, rjavkastega in rdečkastega apnenca z rožencem in amoniti, plasti večinoma skrilavega kremenovega laporovca, debele od 1,5 metra do nekaj metrov, ki so v spodnjem delu impregnacijsko orudene s črnimi drobnoznatimi manganovimi oksidi. Rudna plast, ponekod tudi z manganovimi gomolji, je debela od 0,6 do 4 m. Močno prevladujoč rudni manganov mineral je **braunit**. Po količini mu sledijo **todorokit**, **piroluzit** in v sledovih birnessit, romanechit (kriptomelan), goethit in hematit. Vsi rudni minerali so drobnozrnati. Le v kasneje nastalih razpokah so žarkasti ali vlaknasti, do 3 mm dolgi kristali piroluzita s kovinskim sijajem. Na Begunjščici so v manganovi rudi v žilicah tudi kristali kalcita. Pod Roblekovim domom je bil v razpokah najden tudi žarkasti aragonit pretežno bele barve s steklastim sijajem.

Za jeseniško železarno so manganovo rudo v podobnih črnih skrilavih glinavcih med apnenci kakor na Begunjščici kopali tudi nad Javorniškim rovtom pod Puklami med Stamari in Medjim dolom. Najbolj bogate so drobnozrnate masivne in skrilave rude. Tudi tu je v krovni in talni ter v razpokah orudenih plasti piroluzit v obliki dendritov. Na ploskvah plastnatosti so razvite mahovnate in grmičaste dendritske strukture.

V Julijskih Alpah so manganove in železove skorjaste konkrecije, ki jih poljudno imenujemo kar manganovi gomolji, na Mangartskem sedlu, v rožnatih apnencih na Ravnem Lazu pri Bovcu in ob potoku Slatenk pri Čezsoči, v Bavšici, pri Vrsniku, na Čistem vrhu, pri Jezeru v Lužnici, na Bovškem Gamsovcu nad Luknjo ter na več mestih v Dolini Triglavskih jezer. Čeprav jih imenujemo manganovi gomolji, je potrebno vedeti, da je bila pri posedimentacijskih procesih v redukcijskih razmerah raztopljena večina manganovih in železovih mineralov, ki so jih sestavljali. Mangan je bil odnešen iz gomoljev v okoliško krovino in/ali talnino na večini nahajališč. Tam se je ponovno izločil po razpokah v obliki dendritov. Gomolji so bili hkrati z raztapljanjem manganovih mineralov nadomeščeni s piritom in/ali markazitom ter s kalcitom. Zdaj je v njih manj kot 3 % mangana. V nekaterih gomolji sta v jedrih še vedno takrat nastala drobnozrnati pirit in markazit. Od obroba proti jedru so najpogosteje limonitizirani, kar jim daje značilno rjavo barvo, ki že na daleč izstopa od svetlih apnencev. V Julijskih Alpah leži rožnat in siv plastnat apnenec z manganovo-piritnimi skorjami in/ali do 10 cm velikimi skorjastimi gomolji normalno na liasnih ali transgresivno na zgornjetriasnih plasteh. Prirastnice največkrat niso koncentrične in simetrične, ampak imajo kodrasto stromatolitno strukturo. V Dolini Triglavskih jezer so gomolji doggerske (zgornjebathonijske) starosti, medtem ko so na drugih nahajališčih nastali v zgornjem liasu (na meji med pliensbachijem in toarcijem). Najpomembnejše nahajališče je zahodno od Mangarta, kjer



*Drobnozrnat masiven braunit z rdečim radiolaritom z Begunjščice; 102 x 73 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*





*Manganova ruda – braunit z Begunjščice; 75 x 40 mm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*

leži konkordantno na liasnem plitvovodnem apnencu od 15 do 20 m debelo zaporedje globljevodnih temnih karbonatno klastičnih sedimentov z roženci in manganovimi gomolji in plastmi. Oruden je skrilavi muljevec s kremenom. Rentgenska analiza kaže, da sestoji iz kremenca, kalcita, illita in piroluzita. Nekatere plasti sta zeleno obarvala glavkonit in verjetno mikrokristalna manganova sljuda – celadonit. V spodnjem delu zaporedja je do 30 cm debela plast apnenca z gomoljasto manganovo rudo. Nepravilni manganovi gomolji, ki so večinoma asimetrične koncentrične konkrecije, so veliki do 3 cm. Ponekod se med seboj dotikajo. V njihovi sestavi prevladujeta kremen in piroluzit, v manjši meri pa so prisotni še kriptomelan, todorokit in goethit. Manganova ruda je tu in tam tudi v do 20 cm debelih plasteh kot laminirana črna ruda z enako mineralno sestavo kot gomolji; v posameznih je lahko do 55 %  $\text{MnO}_2$ .

V severnih Karavankah nad Mežico na pobočjih tamkajšnjega smučišča smo našli do 3 cm velike manganove gomolje z žilicami in igličastimi kristali piroluzita, dolgimi do 4 mm.

V jurskih sedimentih Slovenskega jarka je manganova ruda v gospodarsko nepomembnih količinah v spodnjem delu doggerskega skrilavega glinavca, ki je v debelini več metrov impregniran s psilomelanom, polianitom in goethitom. Dendriti z manganovimi minerali so tudi v plasteh pod in nad njim. Glinavec vsebuje povprečno manj kot 20 % mangana, malo bogatejšega so našli le severno od Sel nad Podmelcem, vzhodno od Ljubinja, na Tolminskem Triglavu, v okolici Hudajužne in na Počenski gori južno od Porezna. Ta bogatejša ruda je verjetno nastala v delih Slovenskega jarka, v katerih so bili v vodni plasti nad sedimentom dlje časa ustrezni oksidacijski pogoji. Rudni pojavi so še na Kobli, Črni prsti, na Vancovcu in na Šmarjetni gori pri Kranju.



*Manganovi dendriti z Begunjščice; 15 x 8 cm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm*

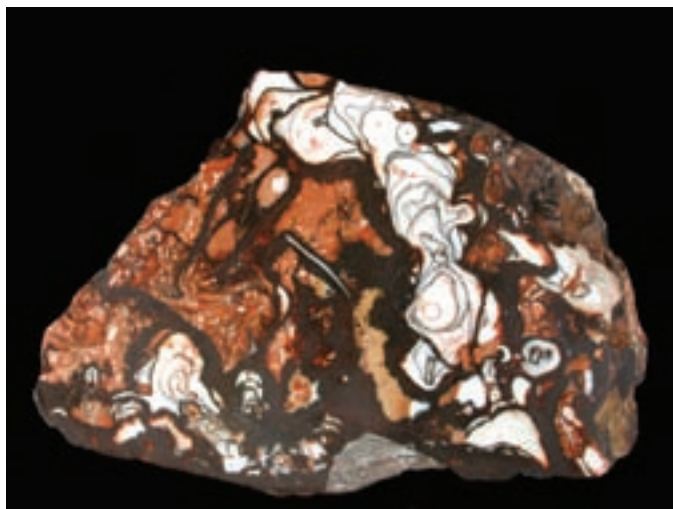
Pri vasi Brezovica, 1,5 km zahodno od Mirne na Dolenjskem, severno od odkopov zgornjetriasnega roženca na Jersovcu, je bil manjši dnevni kop ob zarušenem vhodu v nekdanji rudnik, ki je obratoval v letih 1917–1919. Prsteno in trdno manganovo rudo v jurskih laprorovcih z vložki roženecv in slabo ohranjenimi radiolariji je še pred 20 leti odkopavala za barvilo Tovarna industrijske keramike (IGK) pri Trebnjem. Orudena je približno polovica plasti v do 1,9 m debelem zaporedju. Ruda ima okrog 50 %  $MnO_2$ . Menjavajo se plasti z mehko, prsteno, temnorjavo in navidez amorfno zmesjo, ki so jo včasih na splošno imenovali *vad*. Trdne črne zmesi so imenovali psilomelan, čeprav so kasnejše podrobne rentgenske analize pokazale, da vsebujejo različne manganove minerale, predvsem hollandit in romanechit, ki ju ni v nobeni drugi analizirani rudi na Slovenskem. Zrnca rudnih mineralov so na tem nahajališču manjša od 1  $\mu m$ . Prevladujeta todorokit v kompaktni rudi in takanelit v prsteni rudi. V manjših količinah so še drugi manganovi minerali: piroluzit, romanechit, jakobsit in birnessit. Železovi minerali goethit, lepidokrokit in hematit so v vzorcu le v sledovih, prav tako mikroklin in albit.

Manganova orudjenja so nastala hkrati s kamninami, v katerih ležijo. Proti koncu liasa je zaradi starokimerijske tektonske faze Julijska karbonatna plošča s plitvomorskimi karbonatnimi kamninami začela razpadati na manjše tektonske bloke. Kaže, da se jih je večina najprej nekoliko dvignila in nato ob strmih prelomih postopoma in različno hitro pogreznila. To se je dogajalo hkrati z začetkom razpiranja oceana Penninikum med Afriško in Evroazijsko tektonsko ploščo zahodno in severno od Julijske karbonatne plošče. Od tedaj kažejo preostali deli jurskega zaporedja in celotno kredno zaporedje globljevodni razvoj. V pogrezajoče se dele so bili nekoliko dlje od preostalega kopnega odloženi drobnozrnati klastični sedimenti – laporovci. Najnovejše



*Drobnozrnat masiven braunit z Begunjščice; 61 x 40 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.  
Foto: Miha Jeršek*

raziskave kažejo, da je v teh plasteh ali v apnencih primešanega precej pepela nekega oddaljenega eksplozijskega vulkanskega izbruha. Menimo, da je bil vulkanski pepel najpomembnejši vir mangana za orudenje. Manganovi minerali so se v posameznih jurskih plasteh izločali zaradi ujemanja ugodnih regionalnih sedimentacijskih, hidroloških in geokemijskih razmer. Dovolj velika bioprodukcija večinoma planktonskih organizmov je zagotavljala hitro sedimentacijo. V drobnozrnatem sedimentu je bilo nakopičenih dovolj organskih snovi, ki so porabile ves prosti kisik in tako ustvarile negativne vrednosti Eh (redukcijske pogoje) v pornih vodah sedimenta in tudi v najglobljih vodah takratnega oceana. Le v takih razmerah sta v sedimentu ujeta mangan in železo topna in s tem mobilna. Pri stiskanju spodnjih plasti sedimenta je bila iztisnjena porna voda, ki je s seboj prinesla nižjevalentno železo in mangan vse do stika med sedimentom in oceansko vodo. Če je bila nad sedimentom morska voda s prostim kisikom, oziroma, če so bile vrednosti Eh pozitivne, so se nižjevalentne mobilne oblike železa in mangana relativno hitro spremenile v višjevalentne oblike. Te pa niso več topne in mobilne, zato so se izločile v obliki skorjic ali skorjastih konkracij ali gomoljev iz manganovih in železovih oksidov in hidrosidov. Kadar je bila morska voda nad sedimentom brez prostega kisika in je torej imela negativne vrednosti Eh, se manganovi minerali niso izločali. Nakopičenja manganovo-železovih gomoljev so nastala šele v območju mešanja vode brez prostega kisika (z negativnimi vrednostmi Eh) z morskovo vodo, ki je imela prosti kisik (z pozitivnimi vrednostmi Eh). Tokovi z globokega



*Z manganovimi oksidi obarvan in impregniran jurski apnenec z amoniti. Primerek iz pobočja nekdanjega smučišča pri Mežici; 14 x 10 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

dna dvigajoče se vode, ki je bila brez prostega kisika, so lahko prinesli mangan tudi v plitvejša območja sedimentacije.

Impregnacije z manganovimi minerali so v Sloveniji tudi v vrhnjem delu spodnjekrednih albijskih flišoidnih sedimentov Slovenskega jarka, kjer so verjetno genetsko povezane s polo zelenega tufskega muljevca. V zelenih glinavcih ležijo nestrnjeno nad kontinuirano plastjo rdečih rožencev. To je značilna plast, ki jo sledimo povsod po Tolminskem. Našli pa smo jo tudi pri Gabrovki na Dolenjskem.

#### Literaturni viri:

- JEVŠENAK, B., 1981: *Raziskave manganovih mineralov z Begunjščice in iz okolice Mirne* (mineralna sestava, litologija in zgodovina nahajališč na Begunjščici in pri Mirni). Diplomsko delo, 124 str. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Ljubljana.
- BUSER, S., 1986: *Tolmač k osnovni geološki karti SFRJ list Tolmin in Videm* (mangan v jurskih sedimentih Julijske karbonate plošče in Slovenskega jarka). Zvezni geološki zavod, Beograd.
- JURKOVŠEK, B., 1994: *Tolmač k osnovni geološki karti SFRJ list Beljak in Ponteba* (mangan v jurskih sedimentih Julijske karbonate plošče). Zvezni geološki zavod, Beograd.
- VIDRIH, R., J. BEDIČ, V. MIKUŽ, 1994: *Minerali in rude južnih Karavank na širšem območju Jesenic*. Proteus, let. 56, št. 7, str. 227-242, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (hematit, str. 130-131; piroluzit, psilomelan – manganovi dendriti, str. 157-160; kalcit, str. 181). Tehniška založba, Ljubljana.

# Minerali karavanškega predora

Renato Vidrih



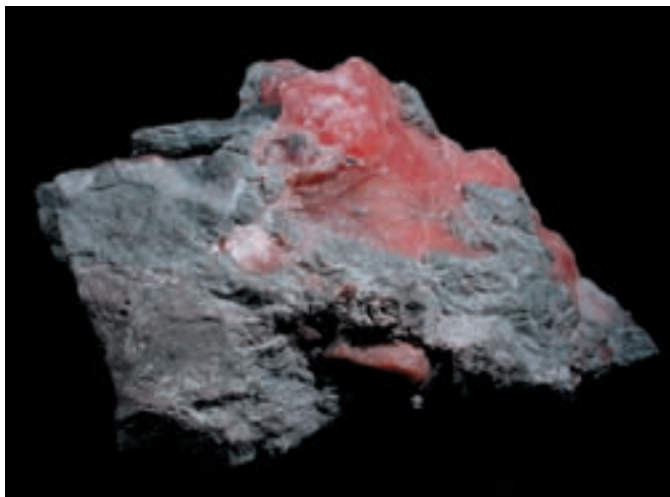
Siv anhidrit; 13 x 8 cm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm

Geološka sestava Karavank je zelo pestra, kar so najbolje občutili graditelji med vrtanjem predora, saj so naleteli na različne kamnine: apnenice, dolomite, laporje, breče, konglomerate, peščenjake, razne glinene kamnine, vmes pa so našli tudi nekaj mineralov. Močna tektonika je te plasti nagubala in prelamljala, tako da jih večina ni več v prvotni legi. Predor so vrtali skozi zgornjekarbonske, spodnje- in srednjepermske in triasne plasti. Le vstopni del je zgrajen v moreni, kvartarnem pobočnem grušču in v morenskem tillu.

Zgornjekarbonske in spodnjepermske kamnine so na cestnem odseku med 1.721 in 2.386 m od vhoda v predor s slovenske strani (velja za vse nadaljnje navedbe). Sestavljajo jih skrilavi glinavci in meljevci, peščenjaki in apnenčeve breče. V skrilavih glinavcih je drobnozrnati mikrokristalni mineral **montmorillonit**, ki je zaradi svoje lastnosti, da ob stiku z vodo nabreka, graditeljem povzročal težave.

Srednjepermske kamnine so med 1.606 in 1.720 m. Sestavljajo jih trbiška breča, rdeči kremenov peščenjak, konglomerat in rdeči skrilavi glinavec.

Zgornjetriasne plasti so med 975 in 1.098 m in jih sestavljajo pretežno dolomiti. Skozi triasne kamnine poteka predor v



Rožnata sadra iz Karavanškega predora; 8 x 5 cm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Miha Jeršek



*Skupki kristalov pirita: 30 x 25 mm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Miha Jeršek*

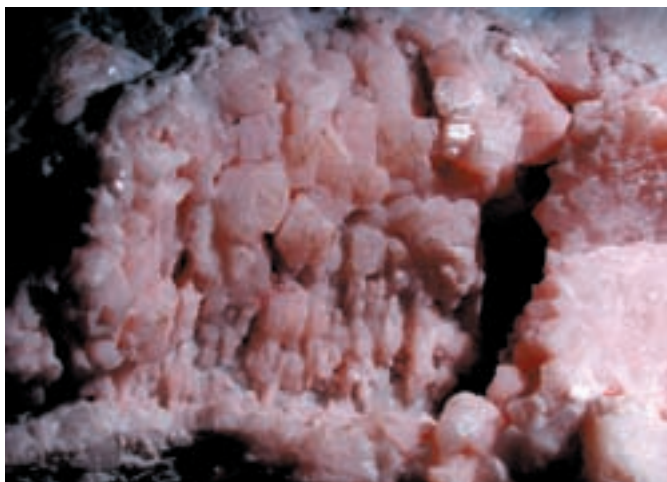
dolžini 800 m, vendar v presledkih. Najdaljši odsek je med 315 in 933 m, ki ga sestavljajo rdeči glinavci, laporovci, rdeči oolitni apnenci in rumenkast dolomit, vmes sadra v lečah in polah. Odsek srednjetrojstanskih plasti je dolg le 60 m, v zgornjetrojstanskih pa ponovno od 2.851 m prek državne meje na avstrijsko stran. Dolomit prehaja v črn karnijski laporovec.

Poleg nabrekanja montmorillonita je graditeljem zaradi močnih pritiskov največje težave povzročal karbonski skrilavi glinavec. Med vrtanjem predora je bil odkrit tudi anhidrit, ki je bil sicer varno skrit v glinavcu. Ob stiku z vodo je prekrystalil v sadro z večjo molsko prostornino, zaradi česar je povzročal močne hribinske pritiske kamnin na predor.

Ob vrtanju so geologi, predvsem pa pokojni Jože Bedič z Jesenic, budno spremljali tudi najdbe mineralov. Tako so našli v srednje- in zgornjopermskem glinavcu in peščenjaku leče **anhidrita**, v zgornjem permu pa **sadro** in anhidrit med dolomitom in glinavčevimi vložki. Spodnjetrojstanske plasti so iz rdečega glinavca in meljevca, dolomita in oolitnega apnenca. V rdečem in zelenem glinavcu so bile leče bele in rožnate sadre. Sadra, tu in tam anhidrit, sta bila tudi v razpokah. Oba sta masivna.

Sadra in anhidrit se prvič pojavita v spodnjetrojstanskih plasteh, v močno nagubanem pisanem laporovcu od 560 do 933 m. Drugič se pokažeta na odseku med 2.385 in 2.402 m v rdečem laporovcu. Tretjič so na minerala naleteli med 2.422 in 2.452 m.

Sadro so v preteklosti ponekod v okolici Jesenic celo pridobivali. Kopalni so jo ob potoku Presušniku v Belem polju, zahodno od karavanškega predora, do začetka 20. stoletja in jo dodajali cementu v cementarni pri vhodu v dolino Vrata pri Mojstrani. Dodajali so jo tudi umetnim gnojilom.



*Manjši kristalčki dolomita v sivem permskem dolomitu. V votlinici 5 x 5 cm so lepo razviti romboedrski kristali rožnate barve. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Miha Jeršek*

Anhidrit je skoraj vedno skupaj s sadro. Ponavadi je v zrnatih, vlaknatih ali protastih agregatih, lahko pa je tudi drobnozrnat-masiven, kakršen je pretežno in različno obarvan v karavanškem predoru. Prevladuje svetlosiv, lahko pa je tudi rožnat.

Pogost mineral v karavanškem predoru je **pirit**. V glinavcu lahko dobimo dovolj dobro ohranjene cele kristalčke do 10 mm. Prevladujejo kocke, vmes pa so tudi pentagonski dodekaedri.

Našli so tudi lepe kristale **dolomita** in **kalcita**. Dolomit je večinoma drobnozrnat in masiven, v kristalih je redkeje; dosegajo nekaj milimetrov in so v različnih barvah. Prevladuje siv, bel, pa tudi lepo rožnat. Njegov nastanek je v zvezi z poznodiagenetsko spremembo apnenca, lahko pa je tudi zgodnjediagenetski. Zrna poznodiagenetskega dolomita so razvita bolj ali manj idiomorfno, kar pomeni, da se med seboj le dotikajo, ne pa preraščajo. Zaradi tektonskega delovanja se lomi v ostrih kosih ali pa razpade v dolomitni pesek.

Kristali kalcita v predoru so lahko lepih oblik, velikimi dopribližno 10 mm. Največ je romboedrskih oblik. Prevladuje pa drobnozrnat, masiven kalcit različnih barv.

Literaturni viri:

- Mikuž, B., 1992: *Predor Karavanke*. Geologija v Karavankah, str. 44-45. Pegaz, Ljubljana.
- Vidrih, R., J. Bedič, V. Mikuž, 1994: *Minerali in rude južnih Karavank na širšem območju Jesenic*. Proteus, let. 56, št. 7, str. 227-242, Ljubljana.
- Vidrih, R., V. Mikuž, 1995: *Minerali na Slovenskem* (pirit, str. 103; dolomit, str. 197; anhidrit, str. 214-215; sadra, str. 231-233). Tehniška založba, Ljubljana.

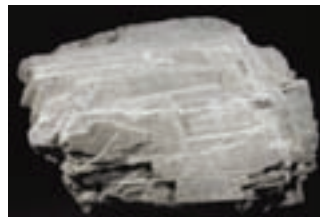
# Minerali v Rudniku kaolina Črna pri Kamniku

Vilko Rifel, Uroš Herlec

Nahajališča v Črni ležijo severovzhodno od Kamnika, dobre 3 km vzhodno od vasi Stahovica, v dolini Črna ob potoku Črna. Dostopna so po cesti, ki iz Kamnika preko Črničva vodi proti Gornjemu Gradu. Nahajališče je bilo znano po pridobivanju kaolina, zato je dobilo ime Rudnik kaolina Črna. Vendar je kaolin le trgovsko ime, saj je prevladujoč glineni mineral **illit**. Glineni mineral kaolinit je v skrilavcu le v sledovih.

Nahajališča illitnega skrilavca se v dolini Črne raztezajo na dolžini okrog 6 km, izdajajo pa tudi pri Županjih Njivah, Stahovici, Kališah ter Sovinji Peči. Največje mogoče nahajališče pa so Sela pri Kamniku, že na pobočjih nad Tuhinjsko dolino. Pridobivanje je potekalo le v dolini Črne, drugje so samo raziskovali.

Prvi pisni podatki o pridobivanju illita v dolini Črne segajo v leto 1746. V dolini in njeni bližnji okolici so jo v manjših površinskih odkopih pridobivali Italijani. Uporabljali so ga v svojih obrtnih keramičnih delavnicah v Ljubljani za izdelavo keramične posode vrste fajansa. Kasneje so illit začeli uporabljati tudi kot polnilo v papirni industriji, saj bi sicer pridobivanje te surovine zamrlo s prenehanjem izdelave omenjene keramike. Papirna industrija je postala najpomembnejši odjemalec plavljenega illita. Plavljenje pomeni bogatenje surovine z glinenimi minerali z usedanjem večjih, večinoma kremenovih jalovinskih zrn.

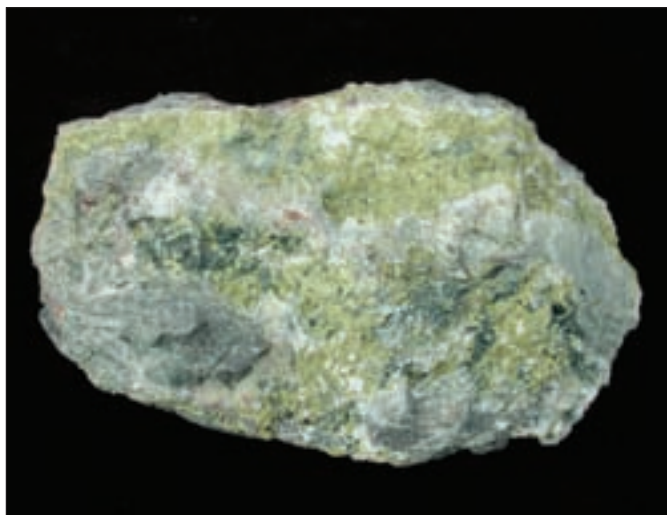


*Kaolin je trgovsko ime za glineni mineral illit, ki so ga pridobivali v Rudniku v Črni pri Kamniku; 12 x 8 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek*



*Rudarji pred rudnikom v dolini Črne leta 1927. Arhiv Vilka Rifla.*





*Epidotovo-kremenove žile iz Črne pri Kamniku; 75 x 46 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

Z jamskimi deli so začeli leta 1856 v rovu Roza. Nasproti vhoda so postavili tudi prvo separacijo – plavnico. Lastniki obratov so se večkrat zamenjali, zaradi nezadostnega vzdrževanja objektov pa so proizvodnjo po letu 1901, ko je letna proizvodnja znašala le 2.000 t, ustavili. Po prvi svetovni vojni so vzhodneje odprli nov rov, novo plavnico pa postavili na mestu, kjer je potem stala separacija vse do prenehanja pridobivanja; zdaj je tam gostilna. Do začetka druge svetovne vojne je proizvodnja potekala v manjšem obsegu, bolj obrtniško, včasih celo sezonsko. Med drugo svetovno vojno so do leta 1942 illit pridobivali Nemci, potem pa so rove in rudniške naprave le še vzdrževali. V nahajališču in plavnici so delali večinoma domačini iz okoliških vasi. Delo v jami je bilo v celoti ročno, svetili so si s karbidovkami. Odkopavanje illitnega skrilavca je potekalo s prečno odkopno metodo z rušenjem stropa od zgoraj navzdol in s smerno odkopno metodo. Delo je bilo naporno in nevarno kljub uvedbi strojev, ki so olajšali delo. Delavci so boleli za silikozo kljub temu, da je bilo urejeno prezračevanje odkopnih etaž.

Po drugi svetovni vojni je z večanjem proizvodnje papirja v Sloveniji in potreb po plavljenem illitu v drugih industrijskih vejah začela naraščati tudi proizvodnja v Črni.

Odkopavali so illitni skrilavec, iz katerega so pridobili od 20 do 30 % illita. V separaciji so ju po drobljenju ločili s spiranjem z vodo. Iz suspenzije, illitnega mleka, se je illit usedal v posebnih bazenih. Zgoščenega so črpali do stiskalnic, kjer so ga oblikovali v plošče 60 x 60 x 4 cm s 30 % vlage. V sušilnici so ga dodatno osušili do 12 % vlage. Nekaj illita z granulacijo pod 63 µm sta kot polnilo uporabljali barvarska in gumarska industrija.



*Limonitizirana kristala pirita z razvitimi pentagonskimi dodekaedri in kockami; izrez 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek*

Kljub postopni uvedbi mehaniziranega odkopavanja je po letu 1977 proizvodnja začela hitro upadati. Vzrok za to sta bili nižja cena in boljša kvaliteta češkega illita v dnevnikih kopih. Zlasti se je zmanjšal odkup papirniškega illita z granulacijo pod 40  $\mu\text{m}$ , ker je bilo v njem za nove papirniške stroje preveč abrazivnega kremenca. Rudnik so leta 1996 zaprli.

Nahajališče leži vzdolž doline in pod njenim dnem v smeri vzhod-zahod; dolgo je okrog 1.500 m, široko od 250 do 380 m, izjemoma do 500 m. Nahajališče je bilo odprto s slepim izvoznim jaškom, ki je segal od površine na nadmorski višini 521 m do nadmorske višine 421 m, kjer je bilo v zahodnem delu najnižje obzorje. Nahajališče, debelo približno 100 metrov, je bilo v času zapiranja že odkopano. Z vrtnami so ugotovili, da sega še 40 do 60 m globlje. Najgloblje segajo plasti illitnega skrilavca 140 m globoko, do nadmorske višine 360 m.

Mineralna sestava illitnega skrilavca iz Črne je predvsem kremen, sledijo illit, sericit, kalcit, klorit in albit, v sledovih pa illit, pirofilit, mikroklin, pirit, siderit, epidot in tremolit.

Illit je v ladinjskih kamninah, ki so po pobočjih večinoma prekrivane z mlajšimi terciarnimi in kvartarnimi sedimenti. Ladinjske kamnine so hidrotermalno spremenjene vulkanske in piroklastične kamnine Slovenskega jarka. Pri regionalni metamorfozi je omenjeno zaporedje dosegle pogoje zelenih skrilavcev, nato pa so v njih potekale naslednje hidrotermalne spremembe: kloritizacija, sericitizacija, karbonatizacija, epidotizacija, albitizacija, nastajanje tremolita in izluževanje železovih mineralov. Spremenjeni, zbledeli in bolj kisli deli kamnin, so najbolj bogati z illitom.



Kremen iz jame Sela; 95 x 40 mm.  
Zbirka Staneta Osolnika.  
Foto: Ivica Spruk

V spodnjem delu zaporedja so kisle do bazične predornine z vložki tufov. Nastali so kloritni skrilavci, spilitizirani diabazi, spremenjeni avgitni porfirit in vmesne plasti spremenjenih drobnozrnatih pelitskih keratofirskih tufov. V srednjem delu so temnosivi do črni skrilavi glinavci ter tufskopeščeni skrilavci z vložki tufov in tufitov. Najbolj so spremenjeni svetli, razbarvani, bolj kisle kremenovo-keratofirsko-tufski skrilavci, ki ležijo med zelenimi, bolj bazičnimi, spilitiziranimi diabazno-tufskimi kamninami. Te plasti so debele od 2 do 3 m in celo od 15 do 20 m, kar je priročno za pridobivanje. Tanjše leče in plasti illita so tudi na mejah temnih skrilavih glinavcev in vulkanskih kamnin. V zgornjem delu ladinjskega zaporedja sta kremenov keratofir in njegov tuf. Sekundarne hidrotermalne spremembe so dale skrilave, filitoidne kamnine. Nad njimi ležijo lapornati in oolitni apnenci.

Odkritih je bilo šest plasti illita, vse več ali manj v antiklinali ležišča. Vpadajo strmo do subvertikalno proti severu oziroma jugu. Zaradi prelomov se plasti pogosto izklinjajo ali pa se cepijo in ponovno združujejo.

Za zbiralce so zanimive žile, ki sekajo navedeno zaporedje. Hidrotermalne raztopine, ki so povzročile spremembe, so jih v zadnji fazi zapolnile z žilnim **kremenom**, ki ga spremljata **albit** in **epidot**.

Na odvalih pa lahko še danes najdemo drobne kristale **pirita** z razvitimi ploskvami pentagonskega dodekaedra in kocke.

#### Literaturni viri:

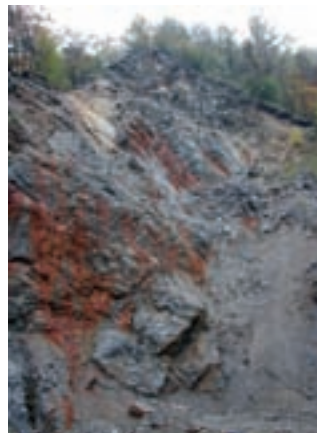
- HINTERLECHNER RAVNIK, A., 1978: *Zeleni skrilavci Kranjske rebri* (regionalna metamorfoza faciesa zelenih skrilavcev, str. 245-254). Geologija, knjiga 21/2, Ljubljana.
- POTOKAR, A., 1983: *Mineraloško petrografske preiskave »kaolina« in prikamnine iz vrtine Vj-102/82 Črna pri Kamniku* (mineralna sestava in hidrotermalne spremembe). Diplomsko delo, 60 strani. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.
- RIFEL, V., 2004: *Rudarjenje v dolini Črne in njeni okolici*. Kamniški zbornik XVII, Kamnik.

## Minerali na južnem pobočju Rudnice in v bližnji okolici

Bogoljub Aničić, Miha Jeršek, Franc Pajtler

Rudnica je 11 km dolg in približno 4 km širok hrib, ki se dviga zahodno od Podčetrčka. Na severu jo omejuje Tinski potok, na jugu pa Slivski graben in Olimščica, ki se južno od Podčetrčka izliva v Sotlo, vzhodno mejo tega območja. Podčetrtek je znan po termalnih vrelicah in toplicah, Rudnica pa predvsem po železovi rudi in rudarjenju v preteklosti. Danes je del južnega pobočja Rudnice sestavni del Kozjanskega parka. Urejena je tudi geološka učna pot, ki nas popelje mimo glavnih geoloških znamenitosti.

Osrednji del Rudnice je iz pretežno triasnih kamnin. Najstarejše plasti so skitski oolitni apnenci, dolomiti, peščenjaki in laporovci. Sledijo jim anizijski masivni dolomiti, ladinjski apnenci, skrilavi glinavci in peščenjaki ter dolomiti in plastnati apneneci z roženci in laporovci karnijske starosti. V času srednjega anizija in ladinija je bila živahna magmatska dejavnost, ki je na omenjenem območju pustila diabaze in tufe. Najmanj je jurskih in krednih kamnin. Ohranjeni so kot ploščasti apnenci z roženci. Območje Rudnice obkrožajo terciarne kamnine in to vse od oligocenskih peščenjakov, glin in premoga, preko miocenskih sedimentnih kamnin, med katerimi so peski, peščenjaki, kalkareniti, laporovci, litotamnijski apnenci in konglomerati.



Izdanek anizijskega dolomita, na katerem je lepo vidna limonitna prevleka rjave barve.

Foto: Miha Jeršek



Bogoljub Aničić leta 2004 v enem izmed rogov, kjer so kopali limonitno železovo rudo pri Slakah. Foto: Miha Jeršek



*Aragonitni ježki s premerom do 25 mm iz rova pri Slakah so med najlepšimi v Sloveniji. Zbirka Staneta Lamovška. Foto: Ciril Mlinar*

V tektonskem smislu pripada Rudnica vzhodnemu podaljšku Posavskih gub. Plastni so izoblikovane v obsežne antiklinale in sinklinale, ki potekajo v smeri vzhod-zahod. Ozemlje sekajo številni, tudi zelo dolgi prelomi, največ v dinarski smeri.

Nahajališč mineralov na območju Rudnice je več. Nedvomno je najpomembnejše nahajališče železove rude. Rudna telesa so nastala pri hidrotermalnem metasomatskem nadomeščanju anizijskega dolomita. Tako je nastal ankerit, deloma pa tudi siderit, ob katerem se je izločal še kremen. V prvotni rudi je 80 % siderita, 15 % dolomita in 5 % kremena. Primarna rudna minerala sta še galenit in pirit. Z oksidacijo železovih mineralov, predvsem pirita in markazita, je nastal **limonit**, ki je bil pomembna ruda. Je v žilah, ki so vzporedne s plastmi, ali pa kot impregnacija v dolomitu. Danes jo najdemo skupaj s **sideritom** na odvalih pred nekdanjimi rudniškimi rovi.



*Jaspis s hematitom, detajl polirane površine 45 x 25 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Ciril Mlinar*

S kopanjem železove rude na Rudnici so začeli že v začetku 19. stoletja. Ob prelomu 20. stoletja so nakopali tudi do 2.000 t rude letno. Izvozni rudarski rovi so danes večinoma nedostopni, ker niso vzdrževani ali pa so porušeni. Izjema je rov v Slakah, ki je dobro ohranjen. V njem so kopali rudo do leta 1934. Dolg je 66 metrov. Vhod je zaradi varnosti obiskovalcev zaprt. Ob napovedanem ogledu pri upravi Kozjanskega parka pa lahko v rovu opazimo kalcit kot sigo in manjše kapnike. Na posameznih mestih so nastali kristali aragonita, ki se radialno razraščajo v aragonitne ježke. Posamezni kristali so brezbarvni do beli, dolgi do 30 mm, skupki pa merijo do 6 cm.

V grapi potoka Dovce je takoj za nekdanjo žganjekuho razkrit debeloskladnat srednjetroasni dolomit, ki je bil nekoč pomemben za iskalce rude. Da je bilo temu tako, se lahko prepričamo še danes. Iz precej razpokanega dolomita se namreč izliva voda, ki s seboj prenaša produkte oksidacije oziroma preperevanja. Pred našimi očmi poteka limonitizacija in kar precejšen del dolomita je prekrit z rjavo limonitno prevleko. Z nekaj truda lahko najdemo tudi kristale **pirita**. Ti imajo razvite kristalne ploskve kocke. Posamezni kristali merijo nekaj milimetrov, do sedaj najdeni skupki piritovih kristalov pa ne presežejo nekaj centimetrov. Večinoma so vsaj delno že limonitizirani. V bližnjem potoku lahko opazimo tudi nastajanje lehnjaka. Za vse, ki z odprtimi očmi spremljajo dogajanja v naravi, je to lepa priložnost, ko lahko hkrati opazujejo inkrustracijo rastlinskih ostankov z lehnjakom in oksidacijo pirita. Več kristalov pirita najdemo v občasno aktivnem kamnolomu anizijskega dolomita zahodno od vasi Slivje na jugovzhodnem delu pobočja Rudnice.

Južno od Rudnice je hrib Javoršica z najvišjim vrhom Brezce (559 m). Na severozahodnem grebenu je na križišču kolovoznih poti in steza nahajališče **kalcita**. Kalcit je v drobnih žilicah in

razpokah srednjemiocenskih plasti. Več razpok s kalciti je v kalkarenitu, nekoliko manj v laporovcu, še največ pa prav na stiku med obema kamninama. Kristali so rahlo rumenkasti in veliki do 15 mm. Razvite imajo ploskve negativnega položnega romboedra, ki so modificirani s strmimi romboedri.

Področje Rudnice in širše okolice skriva še prenekatero geološko zanimivost. Omenimo **jaspis s hematitom**, konkracije metrskih dimenzij in eno lepših fosilnih rib, ki je bila najdena v Sloveniji. Za obisk Rudnice in geološke poti si je vsekakor vredno vzeti čas.

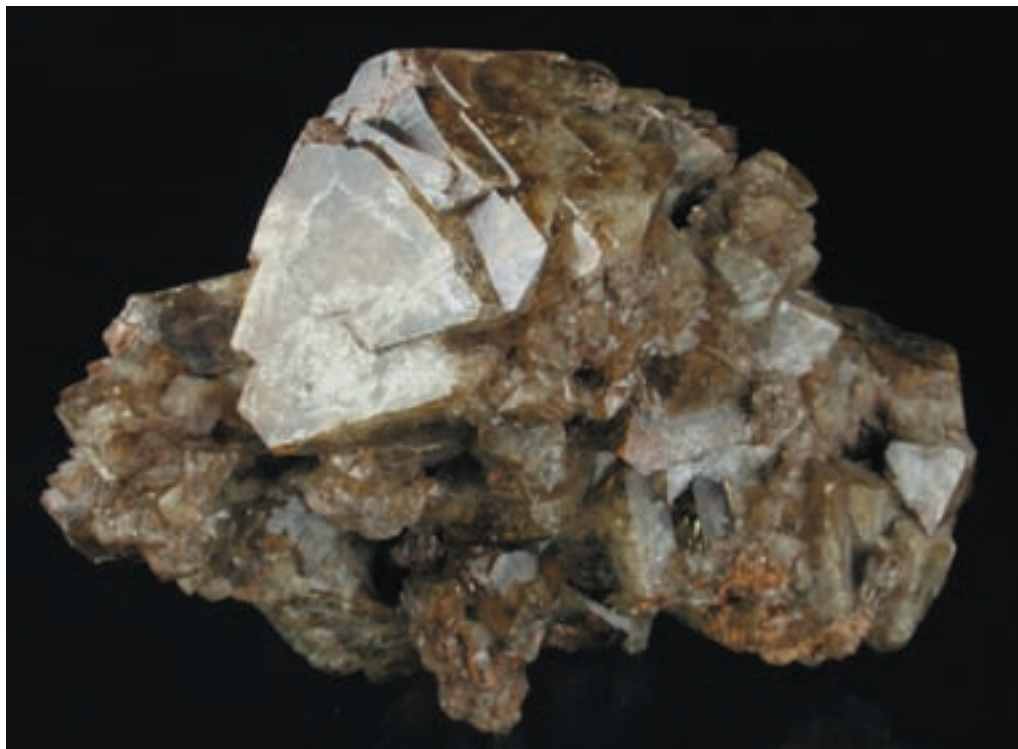
Literaturna vira:

- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nahajališča rudišč v SR Sloveniji* (nastanek rudišč na Rudnici, str. 76, 78). Geologija, knjiga 23/1, Ljubljana.
- ANIČIČ, B., J. PAVŠIČ, 2004: *Vodnik po geološki učni poti* (limonit, aragonit, pirit, hematit). Kozjanski park, Podsreda.

## Melit iz premogovnika Trbovlje

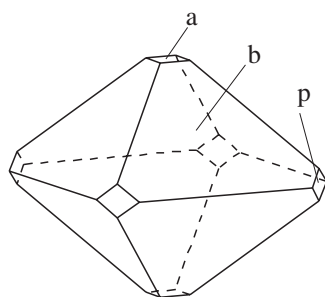
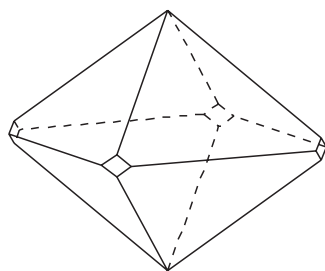
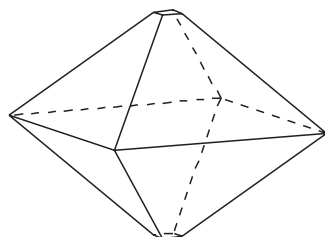
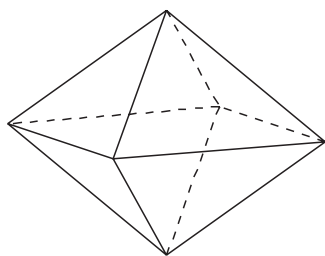
Mirjan Žorž, Vasja Mikuž

V ožjem geološkem smislu pripada trboveljsko najdišče s kristali melita terciarnemu zagorskemu sinklinoriju oziroma območju Posavskih gub, ki so sestavni del večjega takratnega sedimentacijskega prostora Panonskega bazena in Paratetide. Terciarni skladi ležijo na predterciarni mezozojski podlagi, ki je iz triasnih karbonatnih kamnin (dolomitov in apnencev) in triasnih klastitov (črnih skrilavih glinavcev in drob). Terciarni skladi s premogom imajo sinklinalno zgradbo in so zgornjeoligocenske oziroma egerijske starosti. V podlagi so talninske klastične ali spodnje psevdosoteške plasti (prod, pesek in gline), ki so kontinentalnega porekla. Sledi črna talnina močvirske glin in premogov sloj, ki je debel od 12 do 24 m. V premogu je nekaj različnih mineralov in fosilnih ostankov. Med fosili prevladujejo sladkovodni mehkužci. Bolj redki, vendar pomembnejši so os-

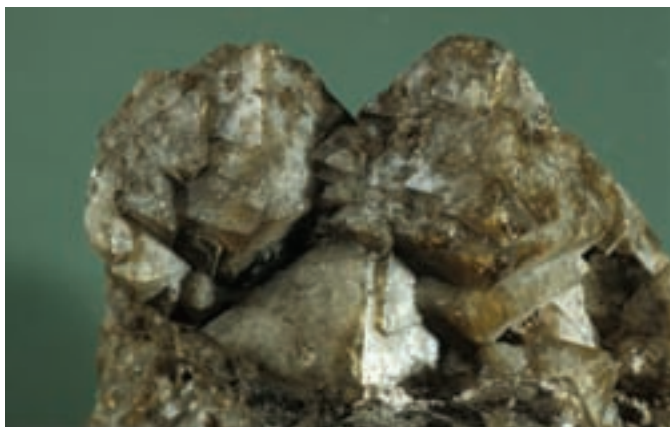


Skupek kristalov melita iz trboveljskega premogovnika z visokim, skoraj že steklastim sijajem; 10 x 7 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek





Oblike kristalov melita iz trboveljskega rudnika. Prevladujoča je enostavna bipiramidalna oblika, ki jo definirajo ploskve bipiramide  $b\{111\}$ . So tudi kristali z majhnimi ploskvami pinakoida  $a\{001\}$ , prizme  $p\{100\}$  ali pa obeh. Risbe: Mirjan Žorž



Preraščanje melitovih kristalov iz premogovnika Trbovlje; večji kristal v sredini 2 x 2 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Marijan Grm

tanki sesalcev, točneje močvirske svinje vrste *Anthracotherium magnum* Cuvier, ki je bila takrat v Evropi zelo razširjena. Nad premogom so krovinske, bolj sladkovodne ali zgornje psevdosoteške plasti (laporovec, apnenec in ribji skrilavi glinavec). Egerijske plasti s premogom so prekrte z mlajšimi sedimentnimi kamninami, modrikastosivo laporasto morsko glino sivico, s spodnjemiocenskimi govškimi skladi, badenijskimi laškimi plastmi in sarmatijskimi plastmi dolske formacije.

Kristali **melita** v preraščenih skupkih so v zagorski kadunji vezani na plasti premoga in so lepo oblikovani, ker so zrastle v mehki glini. Največji kristali merijo do 4 cm v premeru in imajo značilno medenorjavo barvo. Večji so prosojni in polni vključkov gline, le na robovih prozorni. Majhni kristali so prozorni in brezbarvni. Posamezne ploskve so gladke, robovi med njimi pa ostri in ravni, navadno so ploskve nekoliko parketirane in na robovih zaobljene. Na ploskvah bipiramide so simetrične vicinalne ploskve. V redkih primerih opazimo na kristalih znake raztapljanja, kar se najbolje vidi na ploskvah pinakoida, ki so zaradi tega skeletirane vzporedno s svojimi robovi.

Kristali melita imajo enostavno morfologijo s popolnoma prevladujočimi ploskvami bipiramide, katerim se v posameznih primerih pridružijo še majhne ploskve prizme in/ali pinakoida.

Melit spremljajo drobni kristali **sadre**, ki pa so slabo razviti in večinoma korodirani. Kristali ne presegajo 2 mm, v protastih agregatih pa zrastejo do 5 mm v dolžino. Kdaj pa kdaj so kristali sadre vraščeni v melitu.

Literaturni vir:

VIDRIH R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (trboveljski melit, str. 328-329). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

